



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**PUESTA EN MARCHA DE TERMINAL GRÁFICO PARA
SISTEMA DE ENSAMBLAJE ACADÉMICO**



Memoria y Anexos

Autor: Christian Di Chiara Herrera
Director: Pere Ponsa Asensio
Convocatoria: Junio 2019

Resumen

El presente trabajo, consiste en la puesta en marcha de un terminal gráfico táctil sobre un sistema de ensamblaje académico dispuesto en un laboratorio de la universidad. La integración del terminal gráfico sobre un sistema semiautomatizado ya existente, da una alternativa de supervisión y de control nueva a la ya existente.

El proyecto comprende el diseño e implementación de una aplicación de interfaz entre humano-máquina (HMI) para el terminal gráfico seleccionado; la adecuación de todos los sistemas disponibles, destacando red de comunicaciones y PLCs, para que la aplicación funcione correctamente; la configuración interna completa del terminal para su uso y, finalmente, la instalación en el laboratorio.

La aplicación está realizada en inglés para asegurar que cualquier estudiante pueda comprenderla, indistintamente de su lugar de procedencia. La memoria y los anexos están realizados de tal forma que pueda servir como base para proyectos futuros parecidos.

Resum

El present treball, consisteix en la posada en marxa d'un terminal gràfic tàctil sobre un sistema d'assemblatge acadèmic disposat a un laboratori de la universitat. La integració del terminal gràfic sobre un sistema semi-automatitzat ja existent, dona una bona alternativa de supervisió i de control nova sobre la ja existent.

El projecte comprèn el disseny i implementació d'una aplicació d'interfície entre humà-màquina (HMI) pel terminal gràfic seleccionat; l'adequació de tots els sistemes disponibles, destacant la xarxa de comunicacions i els PLCs, per a que l'aplicació funcioni correctament; la configuració interna completa del terminal pel seu ús i, finalment, la instal·lació al laboratori.

L'aplicació està realitzada en anglès per assegurar que qualsevol estudiant pugui comprendre-la, indistintament del seu lloc de procedència. La memòria i els annexes estan realitzats de tal forma que puguin servir com a base per a futurs projectes semblants.

Abstract

This project consists of the implementation of a touchscreen graphic terminal for an academic assembly system which is set up in a laboratory of the university. The integration of the graphic terminal on an already existing semi-automated system, offers a new and alternative option for its supervision and control.

The project includes the design and implementation of a human-machine interface (HMI) application for the selected graphic terminal; the selection and configuration of all the available systems, highlighting the communications network and PLCs, so that the application works correctly; the complete internal configuration of the terminal for its use and, finally, the system's installation in the laboratory.

The application is made in English to ensure that any student can understand it, regardless of their place of origin. The memory and the annexes are made in such a way that it can serve as a foundation for similar future projects.



Índice

RESUMEN	I
RESUM	II
ABSTRACT	III
ÍNDICE	V
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Objetivos del trabajo.....	9
1.2. Alcance del trabajo	9
2. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA	11
2.1. Recursos necesarios.....	11
2.1.1. Sistema de ensamblaje flexible FAS 200.....	11
2.1.2. PanelView 800: 2711R-T7T	12
2.1.3. MicroLogix 1400	14
2.1.4. Connected Components Workbench.....	14
2.1.5. RSLogix 500.....	14
2.1.6. Tarjeta de red	15
2.1.7. Red LAN	15
2.1.8. Fuente de tensión DC de 24 V.....	15
2.2. Diseño de la aplicación.....	15
2.2.1. Proceso a implementar en el HMI	15
2.2.2. Requisitos de la aplicación	16
2.2.3. Factores de diseño en HMI de dimensiones reducidas	18
2.2.4. Navegación y estructura jerárquica	19
2.2.5. Aplicación de la guía GEDIS a la interfaz	20
2.2.6. Descripción de las pantallas	24
2.3. Modificación de los programas de PLC	31
2.3.1. Entorno RSLogix 500: programas de la estación FAS 200.....	31
2.3.2. Creación de símbolos	33
2.3.3. Modificaciones realizadas	34
2.4. Creación de la aplicación mediante CCW	39
2.4.1. Entorno CCW	39
2.4.2. Creación del proyecto	41

2.4.3.	Configuración de las comunicaciones	42
2.4.4.	Creación de derechos	44
2.4.5.	Creación de las pantallas	45
2.4.6.	Modificación de los <i>banners</i>	50
2.4.7.	Creación y empleo de etiquetas	52
2.4.8.	Creación y visualización de alarmas	54
2.4.9.	Descarga de la aplicación al terminal	56
2.5.	Configuración del terminal PanelView 800.....	57
2.5.1.	Configuración de parámetros básicos	58
2.5.2.	Configuración de las comunicaciones	58
2.5.3.	Gestión de aplicaciones desde el terminal gráfico.....	60
2.6.	Instalación del terminal	61
2.6.1.	Localización del terminal	61
2.6.2.	Soporte del terminal gráfico	62
2.6.3.	Instalación del terminal gráfico en el soporte y conexaso	64
3.	ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	67
	CONCLUSIONES	69
	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS ECONÓMICO	71
	BIBLIOGRAFÍA	73
	ANEXO A: LISTA DE PANTALLAS DE LA APLICACIÓN	75
E1.	Árbol de navegación y estructura jerárquica	75
E2.	Lista de pantallas	76
	ANEXO B: GUÍA RÁPIDA DE USO DE LA APLICACIÓN	85
B1.	Nomenclatura de los objetos	85
B2.	Modos de funcionamiento: Station Control	86
B3.	Uso del panel de mando digital: Push Button Panel.....	88
B4.	Fallo en las comunicaciones	89
B5.	Lista de objetos por pantalla	90
	ANEXO C: LISTA DE TAGS	95
	ANEXO D: LISTA DE ALARMAS Y PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN	98
	ANEXO E: AMPLIACIÓN DE LAS MODIFICACIONES EN LOS LADDERS	100
E1.	Panel de mando digital	100

E2.	HMI_WORK_BITS de FAS 201	102
E3.	HMI_WORK_BITS de FAS 202	103
E4.	HMI_WORK_BITS de FAS 203	104
E5.	HMI_WORK_BITS de FAS 204	105
E6.	HMI_WORK_BITS de FAS 207	106
E7.	HMI_WORK_BITS de FAS 208	108
E8.	Selección de pieza	109



1. Introducción

1.1. Objetivos del trabajo

Los objetivos propuestos para el presente trabajo son:

- Creación de un HMI para un terminal gráfico, de dimensiones reducidas, que represente eficazmente la actividad del sistema FAS 200 dispuesto en el laboratorio.
- Lograr centralizar el panel de mando mediante uno digital en la aplicación, facilitando procesos de arranque del sistema, reinicio o cambio de modo de funcionamiento desde un único punto de control.
- Diseñar e implementar un mecanismo de selección de pieza que sustituya el actual, dada la poca practicidad y eficiencia de este último.
- Creación de un sistema de control de la producción, que supervise el número de piezas producidas y las clasifique en una de las cuatro tipologías de ensamblajes posibles.
- Visualización de alarmas y fallos del sistema debido a la inexistencia de un sistema para detección de errores cuando se producen.
- Instalación y configuración del terminal gráfico en el laboratorio para que pueda ser usado para otros fines solamente insertándole otra aplicación.

1.2. Alcance del trabajo

El alcance del trabajo incluye la puesta en marcha del terminal gráfico *PanelView 800* en un sistema de ensamblaje académico basado en FAS 200. La puesta en marcha consiste en el diseño e implementación de una aplicación en *Connected Component Workbench*, modificación de los seis programas de PLC dados por SMC para adecuarlos a los requisitos de la aplicación, interconexión y configuración de los distintos sistemas empleados e instalación definitiva del terminal en el laboratorio.

2. Puesta en marcha del sistema

2.1. Recursos necesarios

Para la realización de la puesta en marcha del sistema se cuenta con los siguientes recursos:

2.1.1. Sistema de ensamblaje flexible FAS 200

FAS 200 es un sistema de ensamblaje flexible diseñado y producido por la compañía SMC. El sistema original consta de 18 estaciones independientes con control integrado que integran tecnologías de la industria automática. Todas las estaciones incorporan:

- Fuente de alimentación DC de 24 V.
- PLC de control MicroLogix 1400.
- Bloque de electroválvulas.
- Unidad de tratamiento de aire.
- Regulador de caudal.
- Panel de mando que incorpora: pulsadores de *start*, *stop* y *reset*, seta de emergencia, selector de modo automático-manual y selector ON-OFF.
- Estructura de aluminio anodizado.
- Cableado etiquetado.
- Conmutador de red (*switch*).

El sistema que dispone el laboratorio no es el conjunto completo. Está formado por seis estaciones: FAS 201, 202, 203, 204, 207, 208 y un sistema de transferencia lineal para seis estaciones.

Estación	Descripción
FAS 201	Estación de alimentación y verificación de la base.
FAS 202	Estación de rechazo y transferencia de la base.
FAS 203	Estación de alimentación y transferencia de rodamientos.
FAS 204	Estación de medida y transferencia de rodamientos.
FAS 207	Estación de clasificación de ejes.

FAS 208	Estación de rechazo y transferencia de ejes.
Sistema <i>transfer</i>	Estación de transporte del palé. Conecta las seis estaciones disponibles.

Tabla 2.1. Estaciones FAS 200 usadas



Figura 2.1. Versión del sistema FAS 200 dispuesta en el laboratorio (Fuente: propia)

Los programas *ladder* de cada uno de los PLCs fueron diseñados por SMC. Los programas en cuestión sirven de base para la reprogramación de éstos en vez de crear programas completamente nuevos.

2.1.2. PanelView 800: 2711R-T7T

PanelView 800 es un terminal gráfico táctil diseñado y fabricado por la compañía Allen-Bradley. Es el terminal gráfico disponible en el laboratorio para la puesta en marcha del sistema. La versión T7T es la de 7 pulgadas. La pantalla está optimizada para controladores micro, pero es compatible con pequeños PLCs, incluyendo los PLCs MicroLogix 1400. Toda la familia *PanelView* viene incorporada con las mismas especificaciones de CPU y memoria: 800 MHz y 256 MB respectivamente.

La aplicación que va destinada al panel, sólo puede ser diseñada mediante CCW (*Connected Components Workbench*) ya que sólo las pantallas superiores a la familia *PanelView 800* pueden ser

diseñadas mediante el *software FactoryTalk View*, el *software* de diseño de aplicaciones HMI de la familia Allen-Bradley.



Figura 2.2. PanelView 800: 2711R-T7T (Fuente: Allen-Bradley)

Las características más importantes del terminal gráfico disponibles se detallan en la Tabla 2.2:

Característica	2711R-T7T
Resolución	800 x 400 (WVGA)
Entrada de operador	Pantalla táctil
Colores	65000 colores
Alimentación	24 V (DC)
Velocidad de CPU	800 MHz
Almacenamiento interno	256 MB
RAM	256 MB DDR
Puertos de comunicaciones	Ethernet / RS-232 / RS-422 y RS-485
Almacenamiento externo	USB 2.0 / <i>microSD</i>
<i>Software</i>	CCW versión 8 o posterior

Tabla 2.2. Características principales del PV800: 2711R-T7T

El terminal gráfico incluye un kit de montaje para la sujeción al soporte.

2.1.3. MicroLogix 1400

El PLC MicroLogix 1400 es el controlador que gobierna cada estación FAS. Se dispone de seis PLCs idénticos con programas independientes destinados al manejo de la estación a su cargo. Las particularidades más destacables del uso de este controlador lógico programable son: comunicación Ethernet/IP, edición en línea de parámetros y lleva una pequeña pantalla LCD, la cual indica el estado del controlador y de las entradas y salidas. El PLC incorpora 32 E/S discretas y 6 E/S analógicas. La programación de este modelo de PLC se ha de efectuar mediante el *software* de Rockwell RSLogix 500.



Figura 2.3. PLC MicroLogix 1400 (Fuente: Allen-Bradley)

2.1.4. Connected Components Workbench

Connected Components Workbench o CCW, es la solución integrada para la automatización de sistemas Allen-Bradley de tamaño pequeño o medio. El *software* ha sido creado por Rockwell Software e incluye un diseñador gráfico para pantallas *PanelView*, programación de controladores micro800, gestión de comunicaciones entre dispositivos, entre otras opciones. Más información sobre CCW puede encontrarse en el apartado 3.4.

Se ha seleccionado el *software* en cuestión debido a la imposición del terminal *PanelView 800*.

2.1.5. RSLogix 500

El *software* sirve para programar en *ladder* los PLCs de American-Bradley de la familia SLC 500 y de la familia MicroLogix. Se ha seleccionado este programa debido a que se trabaja con PLCs MicroLogix 1400.

Mediante este programa se han modificado los programas *ladder* proporcionados por SMC. Más información sobre el uso de este programa en el apartado 3.3.

2.1.6. Tarjeta de red

Es necesario disponer de una tarjeta de red en el PC donde estén instalados los *softwares* RSLogix 500 y CCW. Sin ella no se podría comunicar con los PLCs ni con el terminal gráfico. La tarjeta de red debe tener una entrada RJ-45 para la comunicación mediante el protocolo Ethernet/IP.

El PC usado en el laboratorio, disponía de este recurso.

2.1.7. Red LAN

El laboratorio dispone de su propia LAN. La cual interconecta todos los recursos que precisen de esta red para comunicarse entre ellos.

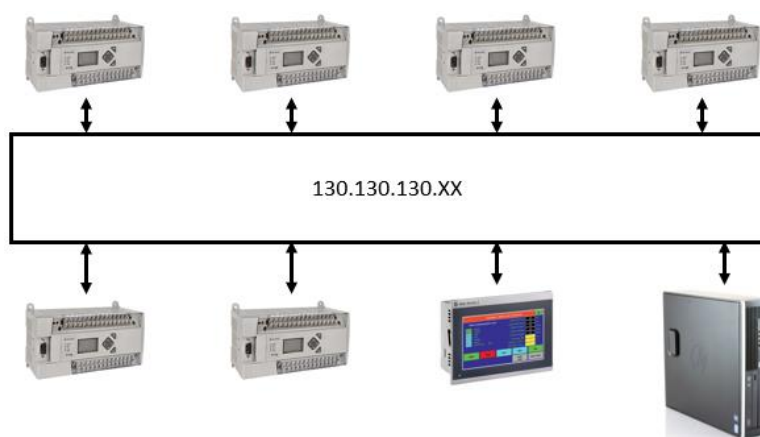


Figura 2.4. Ejemplo de conexiones de la LAN (Fuente: propia)

2.1.8. Fuente de tensión DC de 24 V

Para poder encender el terminal gráfico, es necesario conectarlo directamente a una fuente de tensión DC a 24 V.

2.2. Diseño de la aplicación

2.2.1. Proceso a implementar en el HMI

Antes de empezar con el diseño de la aplicación, se procederá con una descripción del proceso de ensamblaje y funcionamiento del sistema FAS 200 en general.

El sistema de ensamblaje flexible consta de seis estaciones: FAS 201, 202, 203, 204, 207 y 208. Cada estación dispone de un PLC MicroLogix 1400 el cual la gobierna. Las estaciones están comunicadas a través de un sistema de transferencia lineal.

El proceso es semiautomatizado, el ensamblaje de las piezas en la paleta se ejecuta de forma automática, pero la alimentación de paletas al sistema y su recolección han de ser hechas por una persona.

La paleta debe colocarse manualmente sobre el sistema *transfer*, el cual la desplazará hasta llegar al primer punto de parada. Al llegar, la estación FAS 201 comprobará la posición del cuerpo. Si es correcta, la estación 202 cogerá el cuerpo mediante ventosas y lo colocará en la paleta que, ahora sí, continuará hasta el segundo punto de parada.

La estación FAS 203 dispensará un rodamiento y la estación 204 medirá su altura. Una vez medida, colocará el rodamiento en el orificio del cuerpo. La paleta, con el cuerpo y el rodamiento insertados, seguirá hasta el último punto de parada ubicado en la estación FAS 208.

La estación FAS 207 dispensará ejes en la plataforma rotatoria. La propia estación comprobará primeramente su correcta orientación, y, en segundo lugar, el material con el cual está fabricado el eje. Al llegar a la posición de inserción, la estación FAS 208, mediante ventosas también, cogerá el eje y lo insertará por la abertura del rodamiento, finalizando así el ensamblaje. La última barrera se bajará y la paleta continuará hasta el final, donde el operario tendrá que recogerla.

2.2.2. Requisitos de la aplicación

Es necesario el establecimiento de ciertas utilidades que tendrá la aplicación. Las funcionalidades establecidas son las que serán de obligatoria implementación.

Se dispondrá de un sistema supervisor de las estaciones, el cual podrá visualizar el estado de todas las estaciones en conjunto (supervisión general) y de cada estación individualmente (supervisión particular). Los cuatro parámetros comunes de la supervisión particular son: estado de la estación (*running o stopped*), modo de funcionamiento (automático o manual), visualización de necesidad de *reset* y visualizador de fallo en estación. Haciendo estos parámetros comunes se consigue una cohesión y coherencia dentro de la rama de control de estaciones.

A parte, cada estación tendrá sus particularidades. Las estaciones 201, 203 y 207 deberán indicar la falta de material de cuerpos, rodamientos y ejes respectivamente. Las barreras del sistema *transfer* se sitúan en la posición de las estaciones 202, 204 y 208, por lo que estas estaciones deberán incorporar un visualizador de presencia de paletas. Las estaciones pertinentes tienen que informar al

usuario del tipo de objeto que se va a insertar (rodamiento alto o bajo y eje de aluminio o de nylon), por lo tanto, es necesario que el sistema distinga entre las distintas opciones del material equipado.

La aplicación contará con un sistema de panel de mando digital centralizado. Con esta funcionalidad se pretende evitar que el usuario tenga que actuar sobre los paneles físicos. Pudiendo desde la aplicación tener las seis botoneras en una misma pantalla. Ambas botoneras deben poder ser utilizadas independientemente.

Otra funcionalidad importante del HMI será la selección de pieza. Actualmente sólo se podía seleccionarlas mediante una combinación de botones, los cuales tienen más de un uso. Creando un sistema de selección digital se evitará el uso de combinaciones confusas, mejorando así la experiencia del usuario. Conjuntamente, la producción será controlada por una pantalla que indicará que tipo de ensamblaje se está realizando.

Se incorporará un sistema visualizador de la red de aire comprimido y de los autómatas de la LAN. Con estos dos sistemas se podrán visualizar fallas de las estaciones por falta de aire comprimido o por fallos de comunicación.

La aplicación ha de contar con un sistema gestor de alarmas. El *alarm manager* ha de listarlas y mostrar el tipo de alarma, su estado, la fecha de ocurrencia y la hora en la que tuvo lugar. Además, es obligatorio que pueda reconocerlas y borrarlas de la lista en cualquier momento.

Finalmente, la aplicación contará con un acceso protegido con usuario y contraseña a la configuración del terminal. El acceso a ésta se debe garantizar para que el administrador pueda cambiar de *software* y hacer modificaciones en la configuración del panel. Se le instalará protección para que ningún usuario habilitado desconfigure el panel por error.

La lista de requisitos es la siguiente:

- Pantalla de supervisión de estado y modo de funcionamiento de todo el sistema FAS 200.
- Pantallas de supervisión individual de cada estación.
- Disposición de un panel de mando digital centralizado.
- Poder seleccionar la altura del rodamiento y el material del eje.
- Control de la producción discerniendo el tipo de pieza ensamblada.
- Disposición de un gestor de alarmas.
- Acceso protegido para personal de mantenimiento o docente.
- Pantallas orientadas al mantenimiento: estado de la distribución de aire comprimido y estado de la LAN.

2.2.3. Factores de diseño en HMI de dimensiones reducidas

El HMI a diseñar corresponde a una interfaz de dimensiones reducidas. Por lo tanto, es necesario que el diseño lo tenga en cuenta. Al igual que en telefonía móvil, el diseño del HMI ha de estar adaptado al *hardware* en uso. No es lo mismo la visualización del HMI en un monitor de PC convencional que en un terminal gráfico de 7 pulgadas. Aspectos como espacio y visibilidad limitan las opciones de diseño.

2.2.3.1. Espacio

El terminal *PanelView 800* disponible tiene una resolución de 800x480 y una dimensión diagonal de 7 pulgadas. Partiendo de ese espacio hay que considerar que cantidad del total es útil. La aplicación necesitará de un espacio fijo para navegación e información: títulos, hora, botonera fija, etc. Para evitar disminuir el espacio útil se ha intentado omitir toda información no imprescindible. Se ha creado un margen superior de 60 píxeles de alto para tener una barra informativa de título y un margen inferior de 60 píxeles para introducir botones de navegación o de operación.



Figura 2.5. Espacio útil de las pantallas (Fuente: propia)

Tratándose de un terminal gráfico de uso táctil, es necesario escoger un tamaño adecuado para los botones. El tamaño del botón ha de ser suficientemente grande como para que la superficie del dedo de cualquier usuario entre dentro de la superficie del botón. Cuando el primer tamaño es superior al segundo, pueden producirse errores del tipo *fat-finger* y seleccionar opciones no deseadas. También es posible que el botón no se accione debido a que la pantalla detecte que el dedo está fuera de la superficie de operación.

El tamaño del pulsador más pequeño utilizado en la aplicación es de 100x60 píxeles. A mayor tamaño mayor comodidad y menor aparición del error, pero también menor espacio disponible.

2.2.3.2. Visibilidad

Es necesario un tamaño mínimo para las fuentes usadas con tal de garantizar la correcta lectura de los textos por parte del usuario. Una fuente demasiado pequeña dificultará la lectura, en cambio, una fuente demasiado grande restará espacio al ya mermado espacio útil.

El rango de tamaños de fuente escogido es desde tamaño 14 (usado para visualizadores de estados múltiples en miniatura) hasta 30 (usado para título de pantalla). El uso del tamaño de fuentes ha de estar estandarizado para toda la aplicación, es decir, no se puede usar diferentes tamaños para misma utilidad. Además, se les ha dado formato “negrita” a todos los textos de la aplicación debido a que mejora sustancialmente la lectura sin necesidad de aumentar el tamaño.

El color y contraste ha de tenerse en cuenta al hablar de visibilidad. Las combinaciones de color escogidas para la aplicación han de ser harmónicas, es decir, no han de distraer al usuario. El nivel de contraste ha de estar balanceado: con poco contraste no se distinguirán los objetos entre ellos o del fondo y, con mucho contraste, dificultará la lectura y/o visibilidad de la aplicación.

Otro factor condicionante en la visibilidad es la sobrecarga de información. Una aplicación sobrecargada visualmente supondrá una mala experiencia para el usuario debido a la poca claridad. Se ha de discernir entre información relevante y la irrelevante. Al tratarse de un pequeño HMI no es necesario mostrarlo todo.

2.2.4. Navegación y estructura jerárquica

Para la creación de la estructura jerárquica de navegación se optó por una configuración por niveles, los cuales permiten una navegación bidireccional en vertical e imposibilitan la navegación entre pantallas del mismo nivel (navegación horizontal). Existen cuatro niveles verticales en los cuales la navegación se efectúa de manera convencional: es posible única y exclusivamente la navegación hacia un nivel superior o inferior, no está permitido saltarse un nivel para acceder a otro. La accesibilidad a cada pantalla es singular, es decir, sólo existe un camino para la llegada a esa pantalla. La única excepción a la regla de singularidad nombrada anteriormente la tiene la pantalla PBP (*Push Button Panel*). Debido a su funcionalidad y a que su acceso es requerido desde diferentes pantallas dentro de un mismo nivel, el camino para llegar a PBP es múltiple.

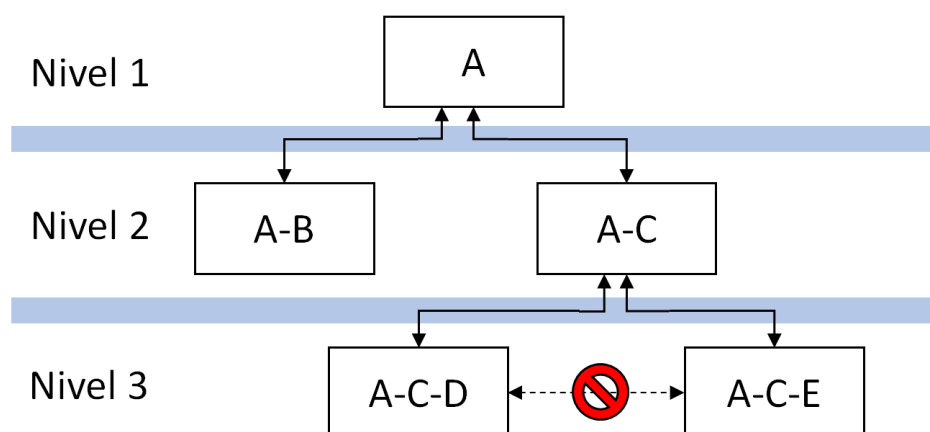


Figura 2.6. Ejemplo de arquitectura de navegación (Fuente: propia)

El nivel superior está compuesto por la pantalla principal de la aplicación. Desde el primer nivel sólo es posible la navegación a un nivel inferior (segundo) ya que por encima de este no hay nada.

El segundo nivel, está formado por cinco ramas separadas por funcionalidad. La temática de estas ramas es diferenciable entre ellas y separan en formato horizontal la aplicación, expandiéndola para facilitar la navegación.

El tercer nivel, tiene una funcionalidad práctica de supervisión y/o control del sistema FAS-200. Este plano es la finalidad de la rama en cuestión y cada una de las pantallas situadas aquí tienen una tarea específica.

Por motivos de finalidad, el panel PBP debería estar situado en el tercer nivel, pero, debido a motivos prácticos y en la necesidad de su ubicación, se ha decidido colocarse en el cuarto nivel.

2.2.5. Aplicación de la guía GEDIS a la interfaz

Mediante la guía GEDIS es posible el diseño de una aplicación siguiendo sus estándares. Con ella, se mejorará la interfaz hombre-máquina diseñada.

2.2.5.1. Arquitectura

La arquitectura de la aplicación ha de corresponderse con la planta y ha de reflejarla claramente. El HMI diseñado está basado en la planta, se identifican todas las estaciones presentes: FAS 201, FAS 202, Fas 203, FAS 204, FAS 207, FAS 208 y el sistema *transfer*.

El número de capas de la arquitectura es cuatro. En primera instancia, se pretendió que fueran sólo tres capas. Se quería añadir la pantalla *PBP* al tercer nivel de navegación, eliminando de esta forma el

cuarto. Por motivos de mejora de experiencia se acabó optando por situar la pantalla en el tercer nivel: es mucho más cómodo para el operario acceder al panel de mando desde una estación individual, pudiendo actuar sobre ella navegando un nivel más abajo.

2.2.5.2. Distribución de las pantallas

Se ha de evaluar que la distribución de los elementos sea el adecuado, verificando que el flujo de proceso se inteligible. La distribución se puede observar en la Figura 2.6, y ha sido la siguiente:

1. Barra informativa
2. Espacio de visualización y operación
3. Navegación hacia atrás

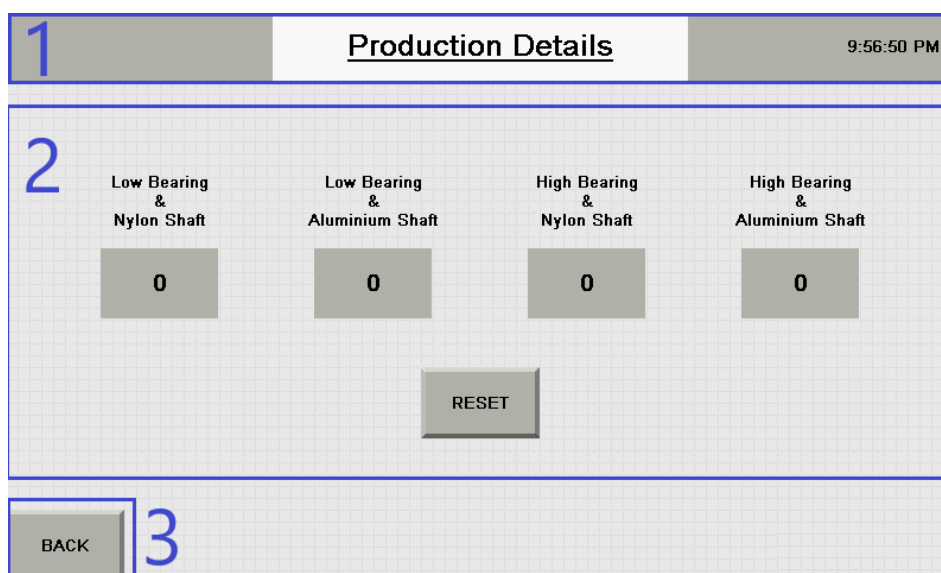


Figura 2.7. Distribución de la pantalla (Fuente: propia)

En la parte superior se muestra título y hora separados del espacio general. En la parte central se encuentra en área de visualización y operación, el cual se ha intentado maximizar para centrar la atención en él. La navegación hacia atrás se ha situado en la esquina inferior izquierda de la pantalla. Siguiendo el sistema de referencia de navegación de izquierda- retroceder y derecha-avanzar.

Las pantallas no han de saturarse de información, más aún, teniendo en cuenta que es una pantalla de dimensiones reducidas. Debe haber suficiente espacio entre objetos, textos y áreas diferenciadas.

2.2.5.3. Uso del color

El color, ha de ser tenido en cuenta a la hora de diseñar un HMI. En primera instancia, se optó por un fondo blanco como base. Se descartó debido al excesivo brillo y a la fatiga visual que causaba el trabajar con un fondo de esas características. Finalmente, se escogió un gris claro para el fondo, tal y como se aprecia en la Figura 2.6. Este color disminuye el brillo de pantalla y visibiliza los demás elementos debido al contraste entre ellos. Además, evita distracciones visuales al operario. Para evitar una aplicación monocroma, se añadió otra tonalidad de gris más oscura. El gris oscuro se utiliza para dar profundidad a la interfaz.

Hay que evitar el uso excesivo de colores. La aplicación tiene: dos tonalidades de gris, negro, blanco, verde, rojo, azul y amarillo como colores principales. El rojo, verde, azul y amarillo son colores tipificados y con un alto contraste sobre el fondo haciendo que cuando aparezcan el operario esté alerta. El azul en el sistema FAS se utiliza para visualización o accionamiento de *reset*; el rojo para paro o alarmas; el amarillo para alertas y el verde significa marcha o para indicar que una acción sigue su curso correctamente.

2.2.5.4. Uso de fuentes

Tal y como se informó en el apartado 2.2.3.2. el tamaño de fuentes viene limitado por el diseño de pantalla pequeña. Para evitar un uso indiscriminado de fuentes de tamaño distinto se ha optado por usar cuatro tamaños en situaciones bien diferenciadas:

30	18	16	14
30	18	16	14

Figura 2.8. Diferencias de tamaño y formato (Fuente: propia)

El tamaño 30 va dirigido al título de pantalla, el tamaño 18 a los indicadores de estado de las estaciones, el tamaño 16 es para el texto estándar y el tamaño 14 para visualizadores miniatura. Como se aprecia en la Figura 2.7, la fuente en negrita es mucho más visible que sin esta opción. Por lo tanto, se ha optado por poner el formato en todas las fuentes. La coloración del texto es siempre negra para fondo gris y blanca para fondo oscuro o de color (excepto amarillo) ya que se mejora el contraste sustancialmente.

2.2.5.5. Información y valores de proceso

Tiene una gran importancia que la visibilidad de los valores de proceso sea correcta. Un primer diseño de la aplicación, mostraba los pasos del GRAFCET de cada estación. La opción se tuvo que descartar debido a la velocidad a la cual cambiaban estos estados. El operador no era capaz de seguir con claridad la información.

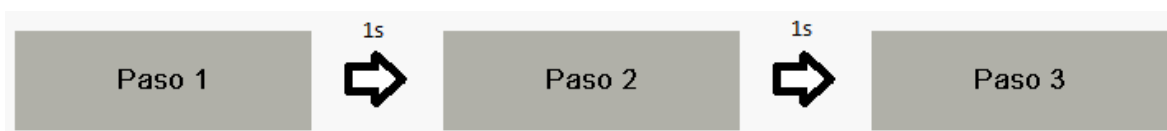


Figura 2.9. Primer diseño de aplicación (Fuente: propia)

Se acabó optando por representar otro tipo de información, de carácter más estático. No hace falta representar en todo momento cuál es la acción de todos los elementos. Hay que representar la información más importante y que sea útil para el operario. Se acabó usando tres diferentes indicadores de estados múltiples unidos en uno (Figura 2.12). Estos indicadores muestran el estado del sistema, el modo de funcionamiento y si la estación necesita de acción de reinicio. El primer diseño y el finalmente seleccionado no tienen parecido, pero ambos son el objeto principal de pantalla de sus diseños respectivos. El diseño optado presenta información más útil y mejor visible para el operario.

2.2.5.6. Comandos e ingreso de datos

El ingreso de datos ha de ser práctico, rápido y cómodo para el usuario. El formato de ingreso es siempre la pulsación de botones digitales. Se ha pretendido una selección sencilla en la cual escoges una u otra opción. El panel de mando digital, representa lo mejor posible al panel físico de SMC para que el usuario tenga claro que sirven para lo mismo y se usan de igual forma. La selección de pieza, Figura 2.14, facilita la tarea al usuario al poder escoger directamente entre las opciones que quiere, en vez de realizar una combinación entre pulsadores que tienen distinta funcionalidad.

2.2.5.7. Alarmas

El terminal gráfico saca partido a la visualización de alarmas mediante sus *banners* (más información en el apartado 2.4.8.). Son elementos visibles que se superponen a la pantalla que captan fácilmente la atención del usuario. El mensaje de alarma ha de ser claro y éstas han de ser visibles por el usuario, todas las alarmas están en color rojo (color tipificado) para un mayor impacto visual para el operario.

2.2.6. Descripción de las pantallas

Se procederá con una descripción de las pantallas diseñadas. Para más detalle el “anexo A: Pantallas de la aplicación” contiene las capturas de imagen de todas las pantallas. Se han dividido las pantallas según su nivel jerárquico.

2.2.6.1. Primer nivel

FAS 200 Main

La pantalla “*FAS 200 Main*” es la pantalla de puesta en marcha, es decir, la pantalla de inicio de la aplicación. Sirve de nexo de las diferentes ramas, todas convergiendo en la pantalla principal.

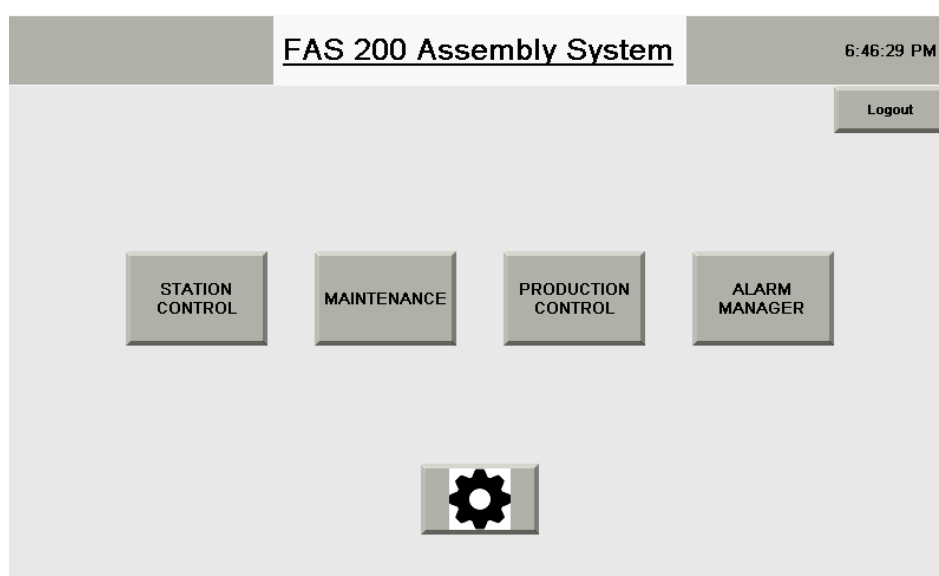


Figura 2.10. Pantalla *FAS 200 Main* (Fuente: propia)

Contiene botones de navegación para acceder al control de estaciones, mantenimiento, control de producción, gestor de alarmas y configuración del panel. Contiene también un botón de cerrar sesión. Éste imposibilita el acceso a la pantalla de configuraciones sin terminar los 30 minutos de espera que dura la sesión activada.

2.2.6.2. Segundo nivel

Station Control

El control de estaciones tiene funcionalidad de navegación y de supervisión general, es decir, de todas las estaciones al mismo tiempo. Sirve de unión para el acceso a cada estación individual y al sistema *transfer*. Además, muestra el estado de cada estación y su modo de funcionamiento.

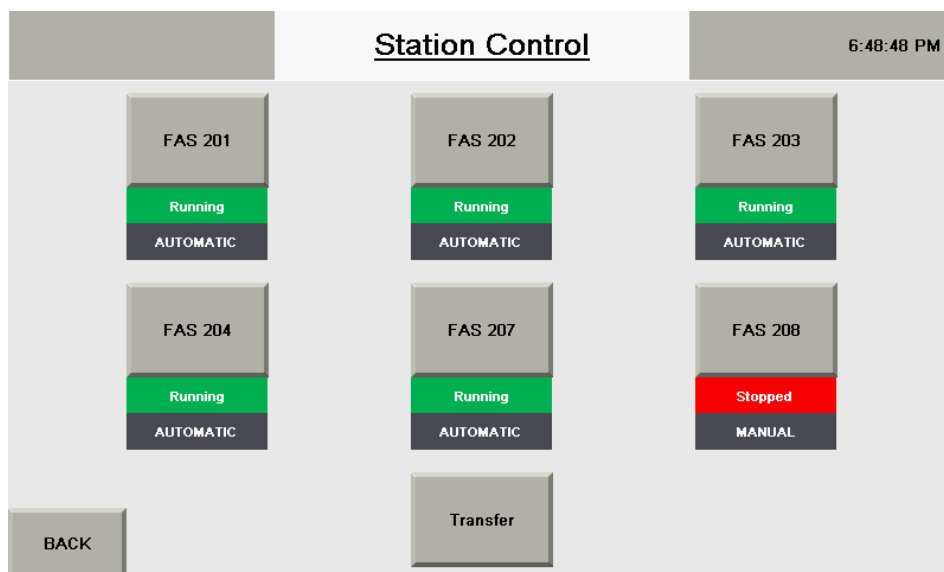


Figura 2.11. Pantalla *Station Control* (Fuente: propia)

Production Control

La pantalla tiene una intención de navegación. Separa la rama de control de producción en dos: selección de pieza y detalles de la producción.

Maintenance

La pantalla de mantenimiento tiene la misma estructura y funcionalidad que la pantalla de control de producción. Esta rama engloba la distribución de aire comprimido y el estado de la red de comunicaciones local. La rama de mantenimiento es meramente informativa, indica cada estación recibe aire comprimido o si el PLC de la estación comunica con el HMI.

Alarm Manager

Esta es la pantalla de gestión y tratamiento de alarmas. Está compuesta por una lista navegable de las alarmas que se han producido. En la lista, el usuario será capaz de visualizar el mensaje de alarma, el estado de reconocimiento y la hora y la fecha en la cual se produjo. Contiene dos pulsadores de tratamiento de alarmas: uno para borrar todas las alarmas de la lista y otra para reconocerlas todas.

Las alarmas están ordenadas por fecha y hora de ocurrencia. Es imposible ordenarlas por prioridad debido a que no existe esa categoría en la parametrización de la alarma.

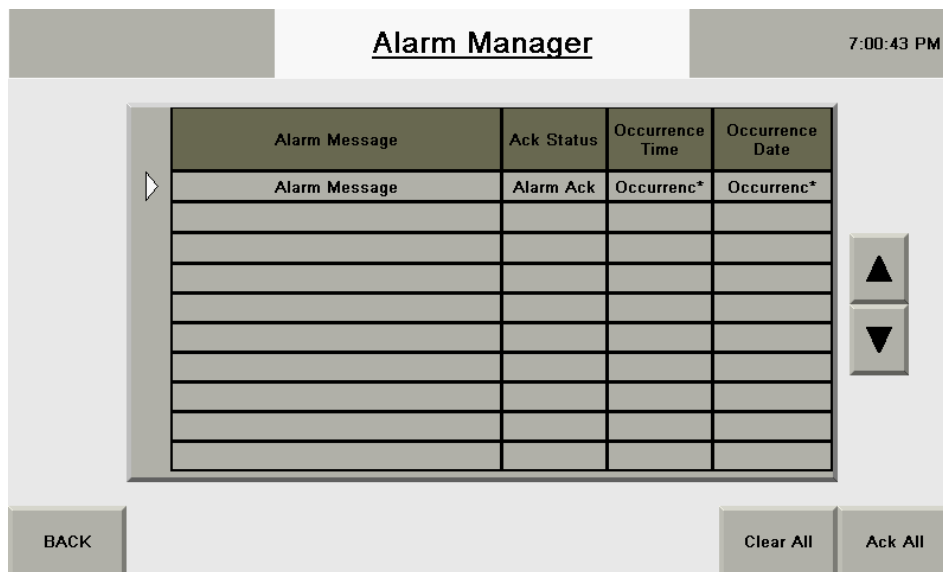


Figura 2.12. Pantalla *Alarm Manager* (Fuente: propia)

Settings

Es la pantalla de acceso a la configuración del panel. La pantalla da acceso al exterior de la aplicación, pudiendo acceder al *firmware* del panel para cambiar de aplicación, realizar ajustes en el panel, gestionar la memoria externa... Es una pantalla protegida mediante usuario y contraseña.

2.2.6.3. Tercer nivel

FAS 201

Pantalla de supervisión de la estación FAS 201. Contiene un visualizador de estado de la estación particular. El visualizador muestra de forma rápida y clara el estado, el modo de funcionamiento y si la estación necesita acción de *reset*.

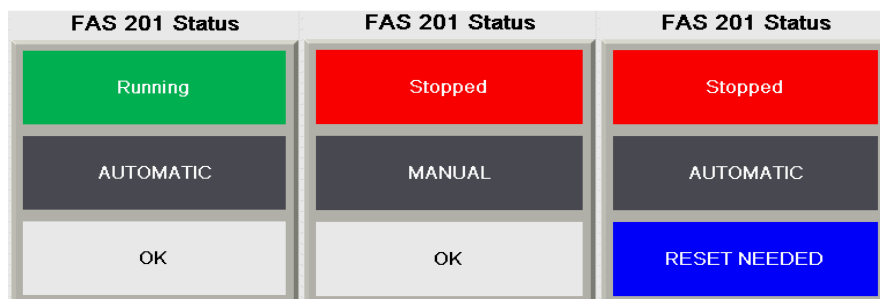


Figura 2.13. Visualizadores de estado de las estaciones FAS 201, 202, 203, 204, 207 y 208 (Fuente: propia)

Además, la estación pantalla de la estación FAS 201 muestra al usuario si se ha producido algún fallo en la estación, si hay falta de material o si se detecta un cuerpo o no. También da acceso a la pantalla de "Push Button Panel" para que puedan tomarse medidas desde la pantalla de la estación rápidamente.

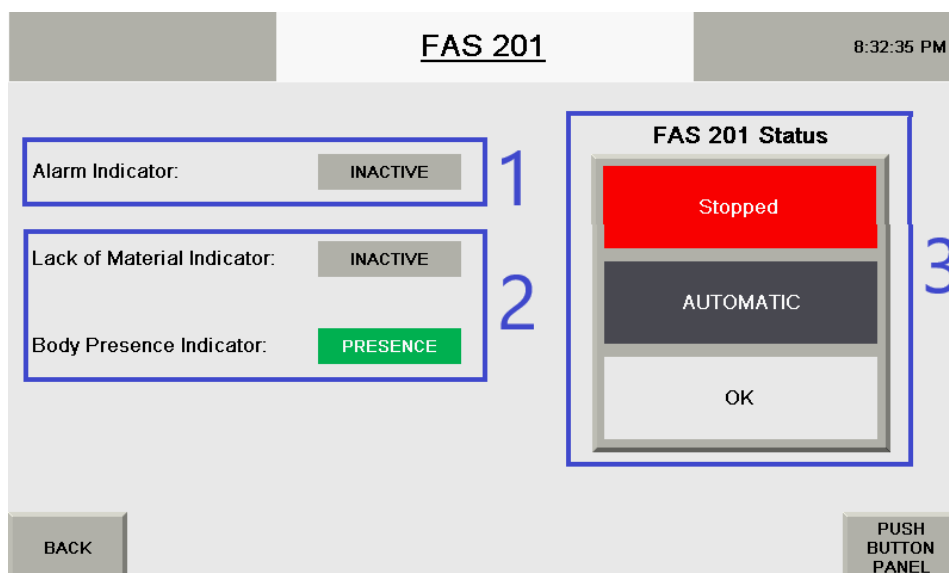


Figura 2.14. Estación FAS 201 (Fuente: propia)

Todas las pantallas referentes a las estaciones individuales siguen el mismo formato que la Figura 2.13. Contienen un indicador de alarma en la posición 1, en la posición 2 se visualizan los parámetros individuales visibles de cada estación (falta de material, presencia de paleta, medida de rodamiento...) y en la posición 3 se encuentra el visualizador de estado de la estación.

FAS 202

Pantalla de supervisión de la estación FAS 202. Contiene un visualizador de estado de la estación particular, indicador de fallo de estación y acceso a la botonera digital como las demás pantallas del control de estaciones.

La pantalla como particularidades tiene un indicador de estado del cuerpo (aceptado o rechazado) y un indicador de presencia de paleta en la estación FAS 202.

FAS 203

Pantalla de supervisión de la estación FAS 203. Contiene un visualizador de estado de la estación particular, indicador de fallo de estación y acceso a la botonera digital.

Además de la estructura general la pantalla incorpora un indicador de presencia de rodamiento y un indicador para la falta de material.

FAS 204

Pantalla de supervisión de la estación FAS 204. Contiene un visualizador de estado de la estación particular, indicador de fallo de estación y acceso a la botonera digital.

La pantalla de la estación 204 contiene, además, un visualizador que indica la altura del rodamiento medido, un visualizador que indica el rodamiento escogido en la pantalla de selección de pieza y un indicador de presencia de paleta.

FAS 207

Pantalla de supervisión de la estación FAS 207. Contiene un visualizador de estado de la estación particular, indicador de fallo de estación y acceso a la botonera digital.

Al igual que en la estación FAS 204, esta estación contiene un detector del tipo de pieza, en este caso material del eje, y un indicador para mostrar al usuario el tipo de eje seleccionado en la pantalla de selección de pieza. También, tiene un indicador de falta de material.

FAS 208

Pantalla de supervisión de la estación FAS 208. Contiene un visualizador de estado de la estación particular, indicador de fallo de estación y acceso a la botonera digital.

La pantalla de supervisión de la estación FAS 208 contiene un indicador de estado del eje (aceptado o rechazado) y un indicador de presencia de paleta en el *stopper* de la estación.

Transfer

El Sistema transfer está dentro del control de estaciones, pero se trata de forma especial. Tiene la función de indicar presencia de paletas en la cinta transportadora y el estado de las barreras. Los *tags* referentes a la parada de la paleta y su posición están dirigidos al área de memoria de los PLCs de las estaciones 202, 204 y 208.

Piece Selection

Pertenece a la rama de control de producción. Selecciona el tipo de rodamiento, pudiendo escoger entre alto, bajo o todos. También selección el material del eje: aluminio, nylon o todos. A parte de los

botones de selección, incorpora un visualizador de cada pieza para saber cuál es la selección actual sin acceder a las pantallas de la estación 204 y 207.

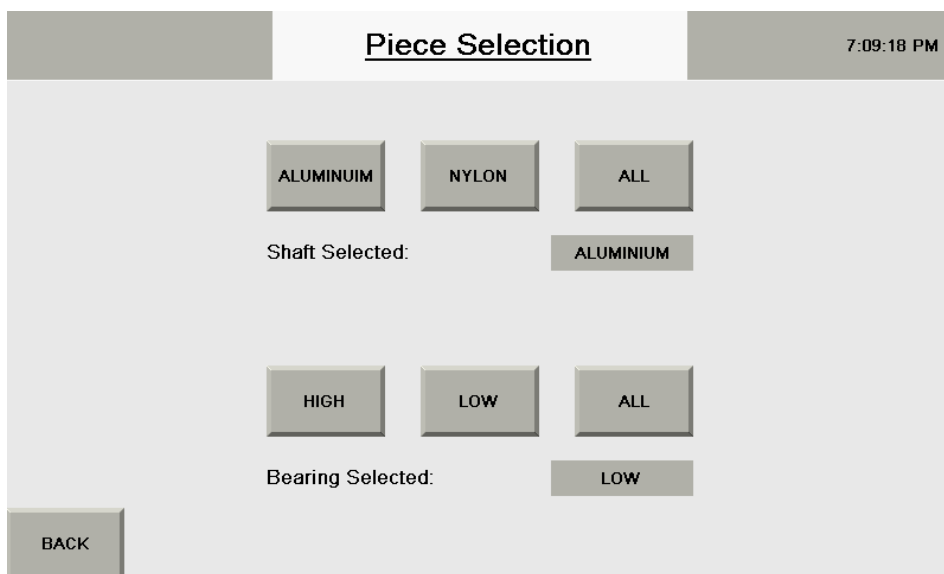


Figura 2.15. Pantalla *Piece Selection* (Fuente: propia)

Production Details

Pertenece a la rama de control de producción. La pantalla de control de producción tiene la función de contar el tipo de ensamblajes diferentes que se han ido haciendo. Tiene cuatro visualizadores numéricos dirigidos a contadores del programa de PLC. La pantalla dispone de un pulsador de *reset* que reiniciará el estado de los contadores.

Combinaciones de ensamblajes	
Rodamiento alto	Eje de nylon
Rodamiento alto	Eje de aluminio
Rodamiento bajo	Eje de nylon
Rodamiento bajo	Eje de aluminio

Tabla 2.3. Combinaciones de ensamblaje

CA Distribution

Pertenece a la rama de mantenimiento. Muestra la distribución de aire comprimido. El sinóptico cuenta con indicador por estación que informa al usuario si la estación recibe aire correctamente o

no. La medida tomada es de carácter indirecto. El símbolo de PLC al cual apuntan los *tags* de la pantalla fue creado por SMC. Una combinación de sucesos y temporizadores en cada estación indican de la falta de presión en el circuito neumático.

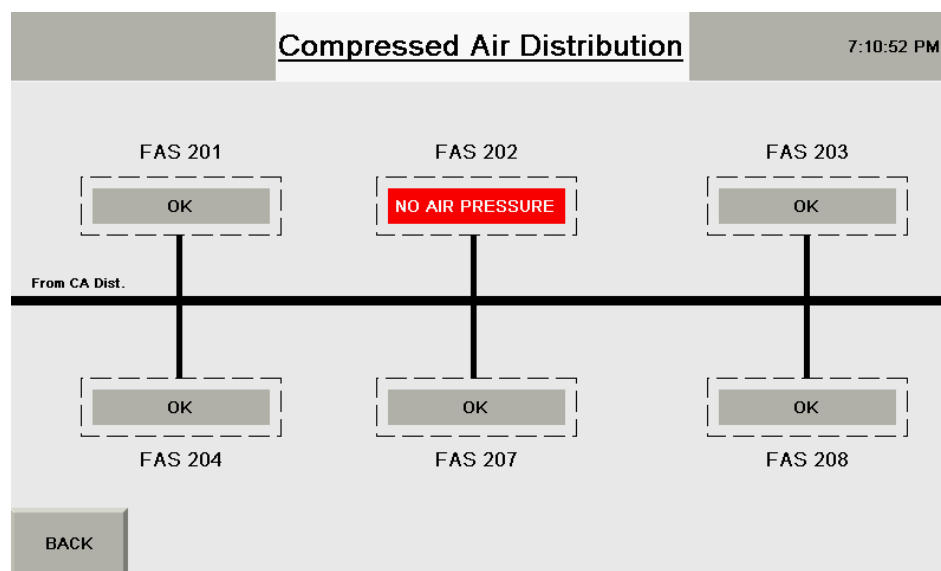


Figura 2.16. Pantalla *CA Distribution* (Fuente: propia)

NCS

Pertenece a la rama de mantenimiento. El sinóptico muestra la LAN y la conexión de los seis PLC que gobiernan las estaciones. Muestra si hay algún fallo de comunicaciones en el sistema con alguno de los PLCs. Cuando un PLC deja de comunicarse con el terminal gráfico, el *tag* no puede recibir la información del estado y entra en estado de error.

Sigue la misma estructura que la pantalla *CA Distribution*.

2.2.6.4. Cuarto nivel

PBP

En el cuarto nivel, se encuentra el panel de mando digital centralizado. Desde este panel se puede gobernar a las estaciones de igual forma que en las botoneras físicas. Hay un botón de *start*, uno de *stop*, otro de *reset* y, finalmente, un selector de modo automático-manual por cada estación. Todas las pantallas de control de estaciones pueden acceder a este sinóptico, pero desde esta pantalla sólo se puede acceder a la pantalla desde donde se ha navegado.

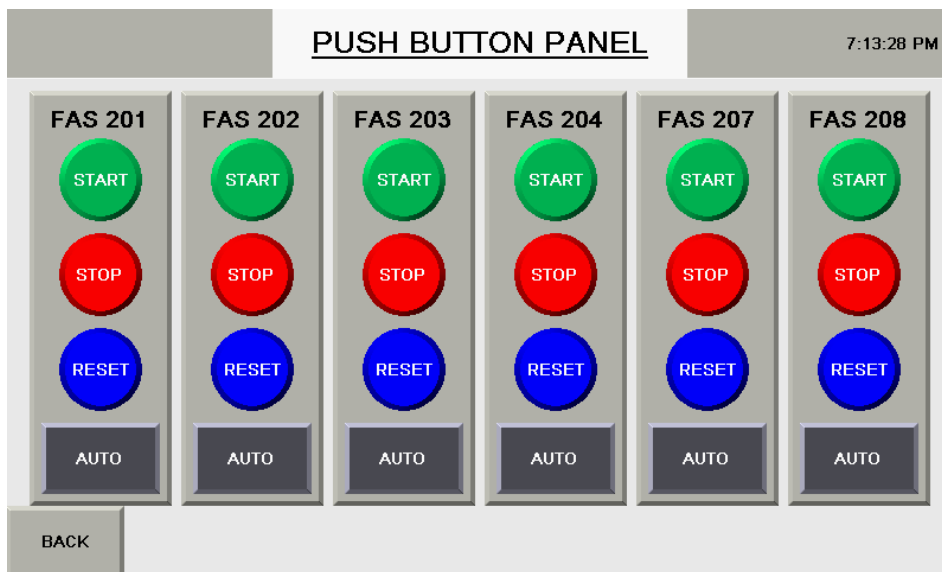


Figura 2.17. Pantalla PBP (Fuente: propia)

2.3. Modificación de los programas de PLC

Con la aplicación diseñada, es necesaria la modificación y adecuación de los programas ya existentes de PLC para que la aplicación HMI pueda recibir todos los datos necesarios. Mediante una programación y estructuración previa de los programas de PLC será mucho más sencilla la implementación del diseño en el panel.

Para la modificación de los programas de PLC se ha usado el *software* de Rockwell RSLogix 500. Los programas usados como base han sido cargados desde los seis PLC MicroLogix 1400 que gobiernan el sistema de ensamblaje FAS-200, todos ellos diseñados por SMC.

La modificación ha consistido en la adhesión de líneas de código (en *ladder*) en todos los programas de las estaciones para la adecuación de la aplicación HMI. La programación en escalera se encuentra en el anexo E.

2.3.1. Entorno RSLogix 500: programas de la estación FAS 200

El programa de Rockwell está dividido en tres grupos de utilidades. En la parte superior encontramos la barra de herramientas, en el lado izquierdo se encuentra el organizador del proyecto y en la parte central, la ventana de programación en *Ladder* o escalera.

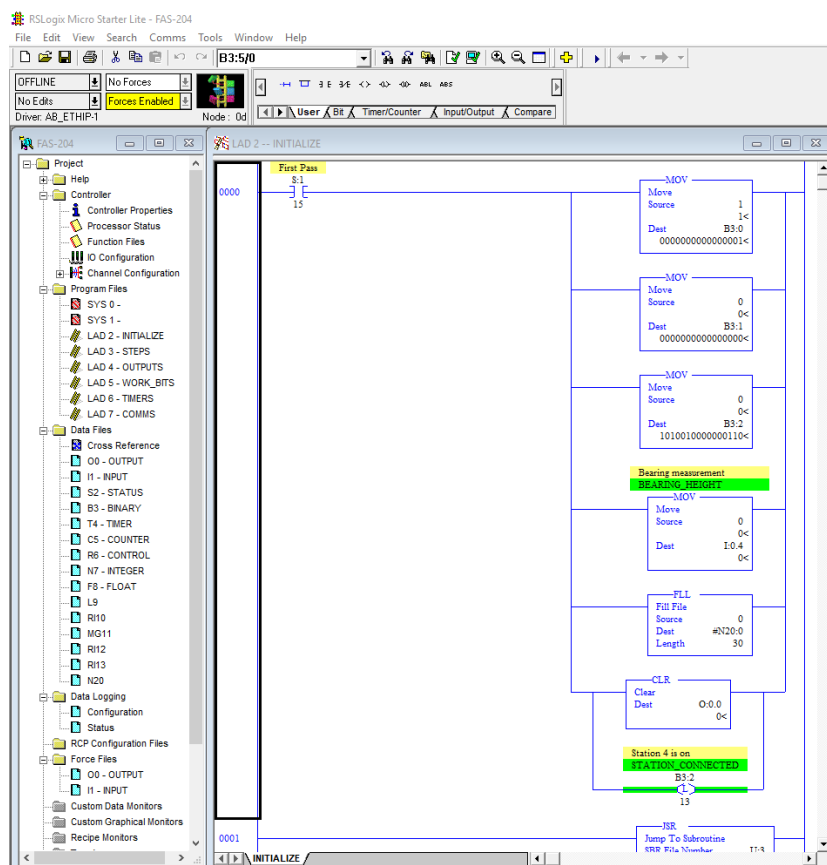


Figura 2.18. Entorno RSLogix 500 (Fuente: propia)

El organizador de proyectos está subdividido por carpetas, las cuales albergan diferentes tipos de archivos clasificados por utilidad o función. Cabe destacar dos carpetas importantes:

En *Program Files* se encuentran las subrutinas de los programas a modificar. Los programas base del sistema FAS 200 contienen seis subrutinas:

Nombre	Descripción
INITIALIZE	Inicialización del programa
STEPS	Implementación del GRAFCET del sistema
OUTPUTS	Activación y desactivación de las salidas del PLC
WORK_BITS	Activación de bits internos y de <i>flags</i>
TIMERS	Temporizadores del programa

COMMS	Subrutina de comunicación entre diferentes PLCs
-------	---

Tabla 2.4. Subrutinas comunes en todos los programas de PLC

La carpeta *Data Files* contiene los archivos de datos del área de memoria del PLC. Entradas, salidas, estados, variables binarias, enteras, reales y mensajes, entre otros, se ubican en la presente carpeta. Es posible la visualización completa de los registros de memoria, sabiendo las direcciones de cada símbolo.

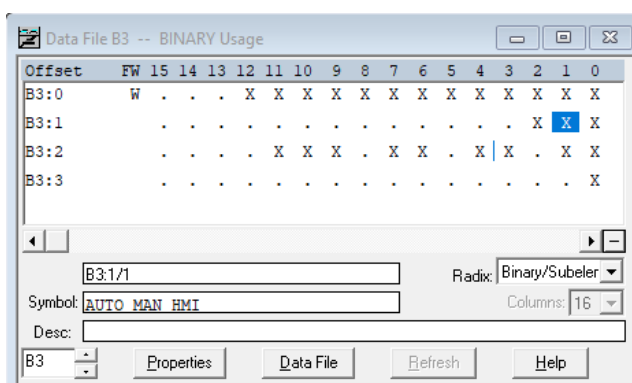


Figura 2.19. Área de memoria binaria del PLC (Fuente: propia)

2.3.2. Creación de símbolos

Con el diseño ya ideado, es necesario saber qué información va a transmitir el PLC al PanelView 800. Cada *tag* del HMI deberá ir dirigido a un símbolo del sistema, por lo tanto, si no existiera aún el símbolo para el futuro *tag*, deberá ser creado.

En la carpeta *Database* del organizador se encuentra la utilidad “Adress/Symbol”. Ésta muestra una lista completa de todos los símbolos creados, su dirección y descripción. Junto a la herramienta *Cross Reference* (muestra en que líneas está usado un mismo símbolo) es posible indagar si el símbolo ya creado nos será útil para ser usado como futuro *tag* o es necesario uno nuevo. La vinculación de *tags* de la aplicación HMI a símbolos del programa de PLC, se encuentra en el apartado “3.4.7. Creación y empleo de etiquetas”.

La creación de un símbolo se realiza de la siguiente forma:

En primer lugar, es necesario saber qué tipo de dato es el que se va a tratar y la cantidad de bits de información que necesita. Una vez escogidos, se debe acceder al *Data File* del tipo de información seleccionado. Haciendo clic derecho con el ratón en el archivo de datos, se selecciona la opción *Display Usage*. Esta opción muestra los bits usados con una equis mayúscula y los espacios de

memoria libres con un punto. Finalmente, se selecciona un espacio libre para alojar nuestro símbolo (ya sea un bit, *word*, *double*...) y se rellena el campo “*Symbol*” con un nombre no repetido en el programa, también es recomendable añadirle una descripción para su posterior uso. El símbolo ya está listo para su uso en el programa de PLC o para poder ser usado desde el exterior.

2.3.3. Modificaciones realizadas

Es necesario modificar el programa existente para adecuar la información al terminal PanelView 800. Al no poder programar desde el *software* CCW, la programación debe hacerse desde RSLogix 500.

2.3.3.1. Panel de mando digital

Con motivo de la centralización de toda la botonera física de cada estación en una única botonera digital, se tuvo que modificar el programa de los seis PLCs. Se creó un símbolo por cada pulsador de *start*, *stop* y *reset*; también otro símbolo para cada selector de automático-manual. En total, 24 símbolos usados para dar una alternativa a la botonera física.

Los pulsadores del HMI están en paralelo con los pulsadores físicos, de forma que da igual cuál de ellos actúe porque ambos son válidos en cualquier momento.

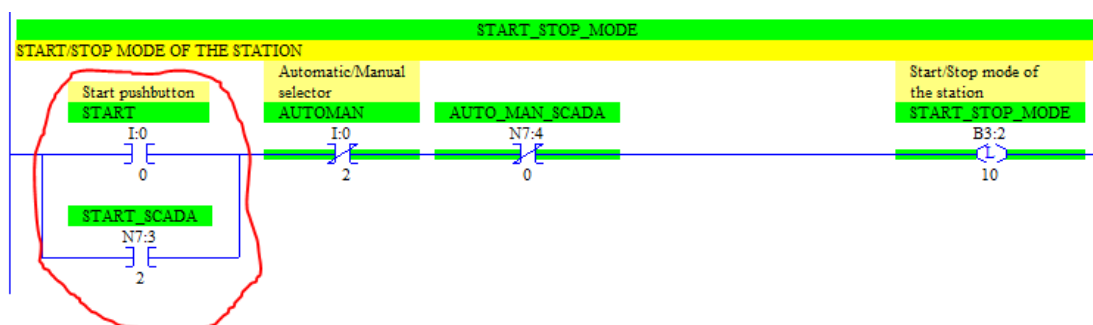


Figura 2.20. Detalle de pulsadores en configuración paralela (Fuente: propia)

La selección del modo automático-manual es diferente, debido a que es necesaria una lógica diferente para que los dos selectores no entren en conflicto. Se ha seguido una lógica OR:

Entrada		Salida
Selector físico	Selector HMI	Modo
Automático	Automático	Automático
Automático	Manual	Manual
Manual	Automático	Manual
Manual	Manual	Manual

Tabla 2.5. Lógica de los selectores AUTO/MAN

Cuando cualquiera de los dos selectores esté en modo manual, el funcionamiento de la estación también lo será.

El panel de mando del HMI, al estar ubicado en la planta (localmente), está diseñado para que el usuario pueda usar tanto el panel de mando físico como el del terminal gráfico. No hay jerarquía entre ambos debido a que los dos son paneles locales, la diferencia entre ellos es que el panel físico está formado por seis paneles (uno por estación) y el del HMI está centralizado en una sola pantalla (ofreciendo comodidad al operario). La jerarquía reside en el modo de funcionamiento prevaleciendo el modo manual sobre el automático.

2.3.3.2. Condiciones de alarma

La condición de alarma ha tenido que ser modificada para el HMI. En el programa, existe un temporizador entre las condiciones de alarma y la alarma en sí para que exista un parpadeo en la iluminaria. El temporizador no puede ser eliminado, así que se ha realizado un duplicado sin temporizador que activa un símbolo especialmente creado para el HMI.

La condición de alarma y de reset han sido separadas en el HMI (en el panel físico es el mismo piloto). La condición de alarma por fallo, ya sea obstrucciones u otro problema, es independiente de la condición de *reset*. Cuando es necesario un *reset* se activa el indicador de que la estación necesita de esa acción y otro en el cual indica que está parado por un fallo (indicador de alarma). Pero cuando se activa la alarma no tiene por qué necesitar de la acción de *reset*.

Símbolo de alarma	PLC	Dirección
ALARM_HMI	FAS 201	B3:1/2
ALARM_HMI	FAS 202	B3:3/1
ALARM_HMI	FAS 203	B3:1/1
ALARM_HMI	FAS 204	B3:3/1
ALARM_HMI	FAS 207	B3:15/1
ALARM_HMI	FAS 208	B3:15/2

Tabla 2.6. Alarmas de fallo general de estación

2.3.3.3. Selección de pieza

Una de las funcionalidades más importantes del panel será la de selección de pieza. Físicamente se llega a la selección mediante una combinación de pulsaciones y esperas en el panel de mando.

La combinación para selección de rodamientos en la estación 204 es:

Combinación	Pieza seleccionada
START + STOP	Rodamiento bajo
START + RESET	Rodamiento alto
RESET durante 3s	Indiferente

Tabla 2.7. Combinación de botones en el panel de mando físico para la selección de rodamientos

La combinación para selección de ejes en la estación 207 es:

Combinación	Pieza seleccionada
START + STOP	Eje de nylon
START + RESET	Eje de aluminio

RESET durante 3s	Indiferente
------------------	-------------

Tabla 2.8. Combinación de botones en el panel de mando físico para la selección de ejes

Para evitar usar un pulsador para dos acciones totalmente distintas se han reprogramado las estaciones 204 y 207. Para ambas estaciones, la lógica es la misma, ya que existen las mismas opciones de elección: opción 1, opción 2 y todas las opciones. El usuario deberá pulsar el botón digital específico a la opción seleccionada, es decir, seleccionar un rodamiento entre las opciones (alto, bajo o todos) y un eje entre las opciones (nylon, aluminio o todos). El usuario puede escoger entre cuatro tipos de ensamblajes distintos.

Entrada			Salida	
<i>Forzar opción 1</i>	<i>Forzar opción 2</i>	<i>Forzar todas</i>	<i>Opción 1</i>	<i>Opción 2</i>
1	0	0	1	0
0	1	0	0	1
0	0	1	0	0

Tabla 2.9. Lógica de la selección de pieza

El terminal *PanelView 800* imposibilita dos pulsaciones simultáneas en él, priorizando la primera en detectar. Gracias a ello, no es necesario tener en cuenta que dos opciones sean simultáneas ya que nunca lo serán.

2.3.3.4. Comunicación entre PLCs

La estación FAS 204 detecta la altura del rodamiento ensamblado y la estación FAS 207 detecta el material del eje a insertar. El problema reside en que la estación FAS 208 es la que inserta el eje y finaliza el ensamblaje. Para tener un control de la producción y saber qué piezas son las que se van ensamblando es necesario que los PLCs envíen información a otros controladores.

Se ha modificado la programación de las estaciones 204 y 207 para que envíen a la última estación un mensaje que contenga una de las palabras reservadas creadas anteriormente. El envío es periódico y va informando a la estación FAS 208 de cuál es la altura del rodamiento ensamblado y de qué material es el eje insertado.

Figura 2.21. Configuración de la instrucción mensaje (Fuente: propia)

La configuración general del mensaje se muestra en la Figura 2.20. Hay que escoger el canal 1 (integral), el comando “500CPU Write” para que sólo escriba, la dirección del mensaje y su tamaño (decimal no binario). Después se ha de configurar el dispositivo objetivo, donde hay que especificar la dirección a la que se envía el mensaje y especificar la *Routing Information* del PLC de destino.

En la pestaña “MultiHop” se ha de especificar la IP del PLC de destino también.

2.3.3.5. Incorporación de contadores

Se han incorporado diferentes contadores en la estación 208 para poder contar la producción de cada tipo de ensamblaje. Al haber cuatro combinaciones de piezas se han creado cuatro contadores.

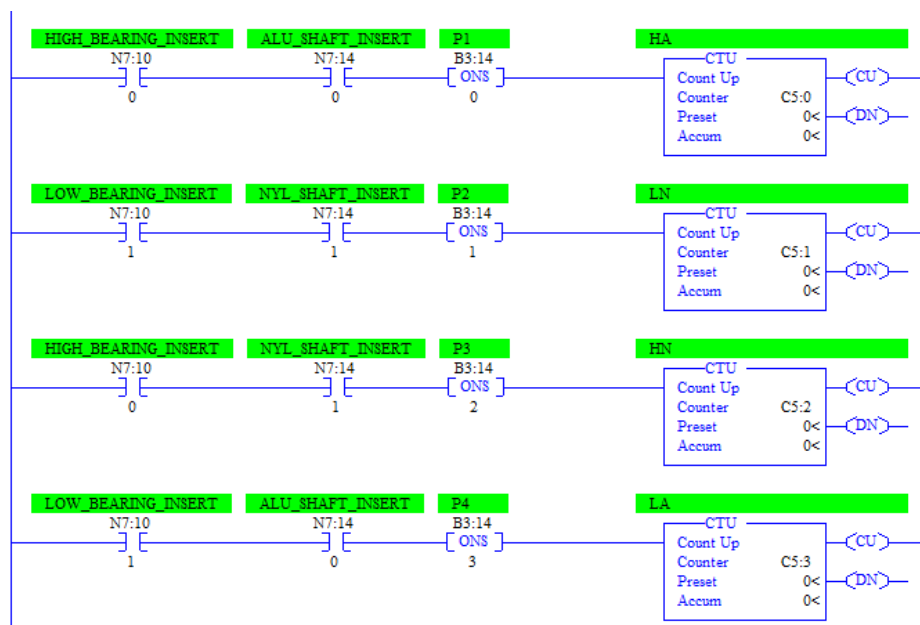


Figura 2.22. Detalle de contadores en el programa de FAS 208 (Fuente: propia)

Mediante la instrucción *One shot* se consigue que el contador sólo incremente en una unidad cada vez que se active la condición previa. Además, se ha añadido un reseteo general de todos los contadores por si se quisiera reiniciar sus acumuladores.

El reinicio se efectúa desde el HMI, que es el que envía la orden al PLC de la estación FAS 208 para que ejecute un reinicio de los acumuladores de los contadores.

2.4. Creación de la aplicación mediante CCW

El *software* CCW (*Connected Components Workbench*) es el programa que integra la creación y edición de HMI y la configuración de comunicaciones entre los dispositivos utilizados.

Con el diseño de la aplicación y los programas de PLC adecuados a los requisitos de la aplicación se procede con la explicación de cómo crear una aplicación con CCW, cómo configurarla adecuadamente y cómo añadirla al terminal PanelView 800 del cual se dispone.

2.4.1. Entorno CCW

Antes de empezar con la creación de la aplicación, se procederá a una breve explicación del entorno con el cual se trabajará. La Figura 2.22 muestra cómo es el programa CCW.

El programa utilizado es suficiente para realizar HMIs orientados a aplicaciones de tamaño pequeño y medio. Si se deseara un HMI más complejo, así como diseñar algo más parecido a un SCADA el

programa se quedaría corto de recursos ya que no admite una programación de *scripts* internos y las herramientas disponibles son limitadas.

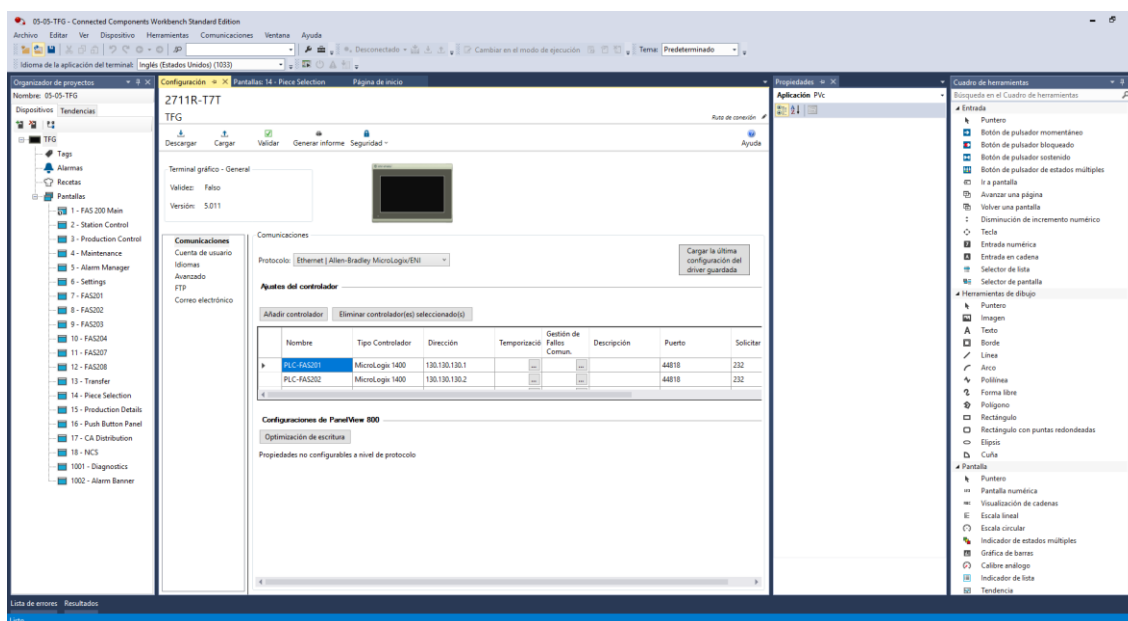


Figura 2.23. Entorno CCW (Fuente: propia)

En la parte superior se encuentra la barra de menús del programa. Con ella se pueden crear y/o editar proyectos, validarlos, cargarlos y/o descargarlos del panel, comunicarse con *RSLinx*, ocultar y/o mostrar menús y herramientas, etc.

En el anexo B, se encuentra una guía rápida de uso y manejo del programa.

En la parte central está la pantalla principal con la cual se podrán editar las pantallas del HMI y configurar diferentes aspectos de comunicaciones, así como interactuar con los diferentes dispositivos compatibles con el *software* (controladores Micro800, variadores, controles de motor, dispositivos de seguridad y terminales gráficos).

En la parte derecha de la imagen se muestran el editor de propiedades y el cuadro de herramientas. El primero de ellos, servirá para la edición de las propiedades de los diferentes objetos del cuadro de herramientas y de las propiedades de las pantallas. El cuadro de herramientas recoge todos los objetos que pueden ser usados en el HMI, tales como: botones, selectores, indicadores de estados múltiples, etc.

En la parte izquierda se ubica el organizador de proyectos con el cual se podrán gestionar (añadir, eliminar y editar) dispositivos del proyecto.

2.4.2. Creación del proyecto

La creación de un proyecto mediante el *software* usado es simple: basta con pulsar “Archivo” en la barra de menú superior y después hacer clic en “Nuevo” (mediante la combinación de teclas Ctrl+N también es válido). Después de nombrar el proyecto y escoger una ubicación para su guardado es necesario marcar la casilla “Agregar dispositivo al crear” antes de pulsar el botón “Crear”.

El *hardware* que puede trabajar con *Connected Components Workbench* (controladores, variadores, terminales gráficos...) está listado en la ventana emergente que aparece (si no apareciera, agregar el dispositivo des del organizador de proyectos). Dentro de los terminales gráficos, seleccionamos el modelo usado, 2711R-T7T y se agrega al proyecto.

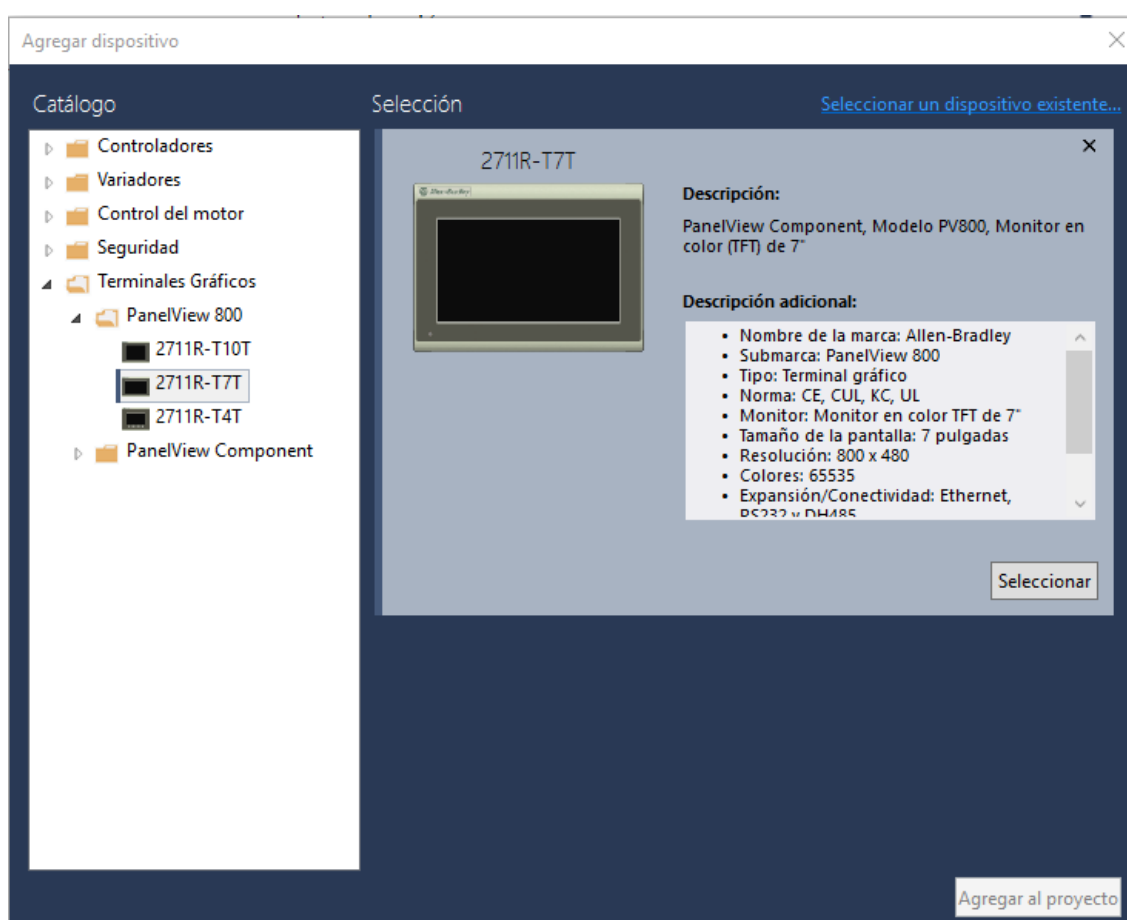


Figura 2.24. Detalle de la adhesión de un terminal gráfico al proyecto (Fuente: propia)

El terminal aparecerá en el organizador de proyectos y, haciendo doble clic sobre él se podrá configurar la orientación del terminal (apaisado o retrato).

2.4.3. Configuración de las comunicaciones

El terminal PanelView 800 admite comunicación serie y ethernet. Para la conexión de éste con los seis PLC MicroLogix 1400 encargados del mando del sistema FAS-200 se empleará el protocolo Ethernet/IP (Industrial Protocol) mediante su *driver*.

Para la creación del *driver* Ethernet/IP se debe acceder desde la barra de menús a “Comunicaciones”. Desde allí, se accede a la opción “Configurar controladores” (también es accesible mediante la combinación Ctrl+Alt+C). Se despliega una pantalla como la de la Figura 2.24:

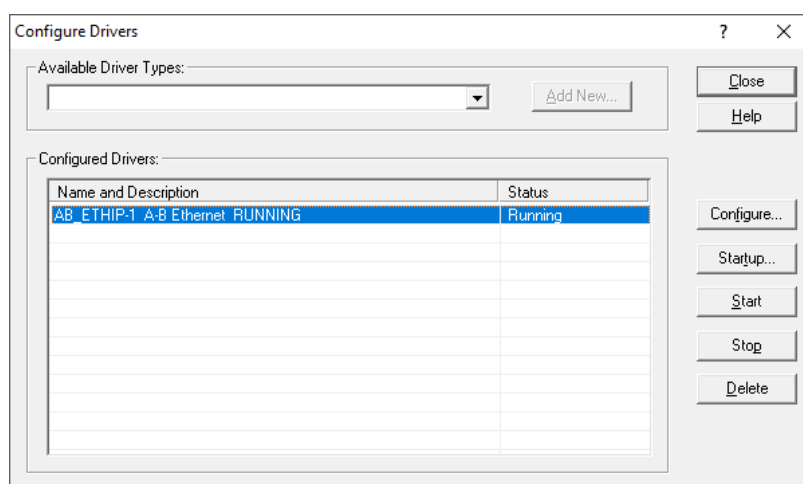


Figura 2.25. Creación de un *driver* Ethernet/IP (Fuente: propia)

En el desplegable, se selecciona la opción “Ethernet/IP Driver” y se añade pulsando el botón de “Add New”. Se selecciona un nombre para el controlador, el de serie corresponde a: AB_ETHIP-1.

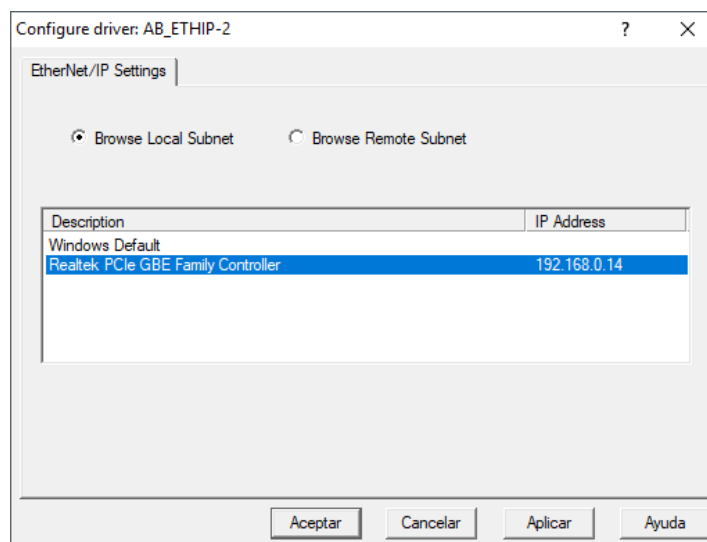


Figura 2.26. Configuración de un *driver* Ethernet/IP (Fuente: propia)

Se ha de escoger dentro de la red local el controlador PCI o PCI-E de comunicaciones de la placa base del PC. Finalmente se aplican y se aceptan los cambios. El *driver* Ethernet/IP está listo para usarse.

Para su edición, es necesario entrar en la ventana de configuración del dispositivo PanelView (seleccionar desde el organizador de proyectos).

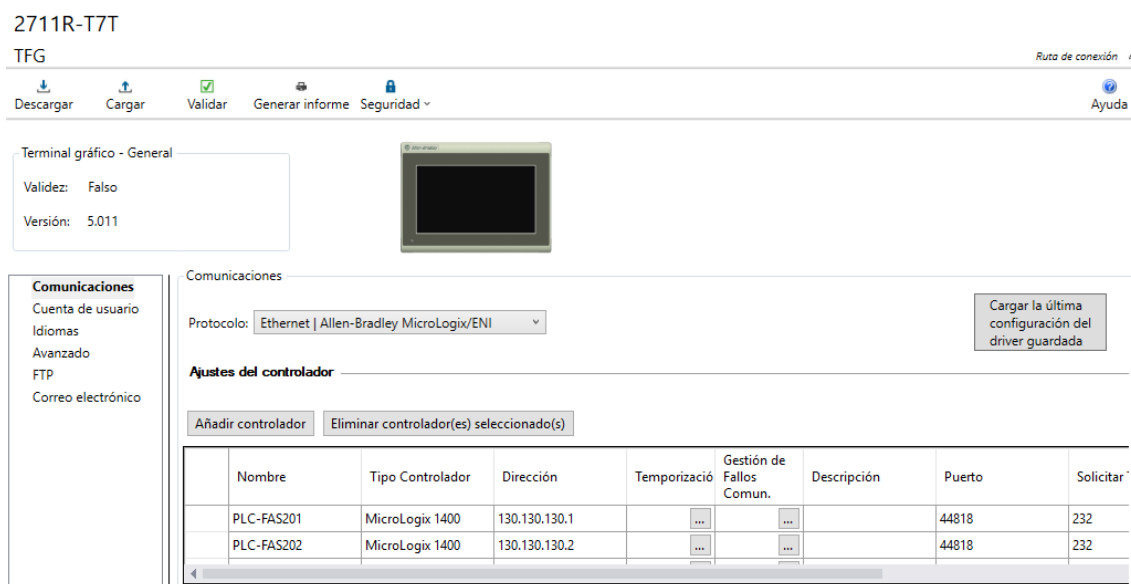


Figura 2.27. Configuración de las comunicaciones con los PLCs (Fuente: propia)

El protocolo a seleccionar es: “Ethernet | Allen-Bradley MicroLogix/ENI”. Para cualquier otro tipo de comunicación habría que seleccionar la opción adecuada.

El siguiente paso es añadir los PLC que se usarán en el proyecto para su posterior uso en la creación de *tags*. Para ello, se deberán añadir los controladores manualmente indicando su nombre, tipo de controlador y la dirección IP estática que tenga cada uno.

Nombre	Tipo Controlador	Dirección
PLC-FAS201	MicroLogix 1400	130.130.130.X
PLC-FAS202	MicroLogix 1400	130.130.130.X
PLC-FAS203	MicroLogix 1400	130.130.130.X
PLC-FAS204	MicroLogix 1400	130.130.130.X
PLC-FAS207	MicroLogix 1400	130.130.130.X
PLC-FAS208	MicroLogix 1400	130.130.130.X

Tabla 2.10. Configuración de las comunicaciones de los PLCs en CCW

2.4.4. Creación de derechos

Para la protección de la aplicación y del terminal se ha establecido un sistema de usuario y contraseña que permita el bloqueo de ciertas acciones a usuarios no concedores de la clave. La cuenta de usuario nombrada ADMIN tiene tanto los derechos de diseño como los derechos de acceso a ciertas pantallas. El derecho de acceso está puesto en la pantalla protegida de “*Settings*”, evitando que se pueda llegar a la configuración del *firmware*, pudiendo cambiar de aplicación o cambiar la IP del terminal sin consentimiento.

En la ventana de configuración del panel, en el apartado de “Cuenta de usuario” es posible añadir y/o eliminar un usuario. Teniendo la cuenta creada, se debe añadir un derecho y habilitarlo para el usuario. La Figura 2.27 muestra los usuarios y los derechos que tienen:

Usuario	Contraseña - Restablecer	Contraseña - Modificable	DISEÑO	ADMIN
Todos los Usuar...		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ADMIN		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 2.28. Visualización de los derechos del proyecto (Fuente: propia)

El derecho de acceso a una pantalla se debe configurar en las propiedades de la pantalla en cuestión, añadiendo el derecho creado en la propiedad “Derechos de acceso”. Con ello, cada vez que un usuario no identificado quiera entrar en la pantalla en cuestión deberá acceder mediante un usuario y la contraseña correspondiente.

2.4.5. Creación de las pantallas

CCW utiliza un editor de pantallas para el diseño gráfico de éstas. El editor se llama *PV800 Design Station* y viene incorporado en CCW de forma nativa. No es necesario abrirlo, simplemente se puede empezar a editar pantallas desde CCW teniendo un dispositivo de terminal gráfico cargado en el proyecto (no hace falta que esté conectado).

Dentro del organizador de proyectos, es posible editar *tags*, alarmas, recetas y pantallas. Haciendo clic derecho en “Pantallas” podremos crear una pantalla nueva. Los datos y parámetros, tales como nombre, color de fondo y derechos de acceso de la pantalla, deben ser modificados desde la barra de propiedades. Para hacer que una pantalla sea la de puesta en marcha (pantalla principal de la aplicación), se clicará con el botón derecho sobre la pantalla deseada y, en el organizador de proyectos, se ha de seleccionar la opción “Establecer como pantalla de puesta en marcha”.

La inserción de los diferentes objetos en la pantalla se realiza a través del cuadro de herramientas. Con la herramienta seleccionada, ésta aparecerá en el lugar en el que se haga clic de la pantalla.

El diseño de una aplicación eficaz y exitosa reside en la buena interrelación entre *tags* y herramientas, por ello, es necesario conocer las herramientas y las limitaciones de cada una de ellas.

2.4.5.1. Cuadro de herramientas: Entrada

Las herramientas pertenecientes a esta categoría son las que permiten al usuario interactuar con la aplicación. Pueden clasificarse en tres subgrupos según su función: objetos de escritura, de navegación y de selección.

Los objetos de escritura son a grandes rasgos pulsadores e interruptores. El usuario pulsando un objeto de escritura podrá escribir sobre un *tag* asociado a él. También existen objetos de escritura directa, los cuales, mediante un teclado emergente, permiten al usuario escribir un valor específico numérico o de cadena sobre la etiqueta vinculada.

Los objetos pertenecientes al subgrupo de navegación son pulsadores que permiten la movilidad entre pantallas. Si una pantalla no contiene un botón perteneciente a esta categoría, el usuario corre el riesgo de quedar atrapado en la pantalla hasta que se restablezca el terminal o se descargue otra aplicación desde un PC.

Las herramientas de selección permiten escoger entre una de las opciones de la lista y escribir sobre el *tag* el valor vinculado a la opción seleccionada o la navegación directa a la pantalla escogida. Existen dos tipos de objeto dentro de este subgrupo: los selectores en sí y los objetos tecla. Los objetos tecla sirven para navegar e interactuar con las opciones de un selector vinculado.

Nombre de la Herramienta	Grupo
Botón de pulsador momentáneo	Escritura
Botón de pulsador bloqueado	Escritura
Botón de pulsador sostenido	Escritura
Botón de pulsador de estados múltiples	Escritura
Ir a pantalla	Navegación
Avanzar una página	Navegación
Volver una pantalla	Navegación
Disminución de incremento numérico	Escritura
Tecla	Selección
Entrada numérica	Escritura
Entrada en cadena	Escritura
Selector de lista	Selección
Selector de pantalla	Selección

Tabla 2.11. Herramientas de entrada de CCW

2.4.5.2. Cuadro de herramientas: Herramientas de dibujo

Las herramientas de dibujo son herramientas gráficas. Mediante ellas se pueden crear diferentes recursos que tienen como función mejorar el aspecto visual de las pantallas. Los objetos no pueden tener etiquetas de lectura o de escritura asociados, sólo *tags* que influyan en la propiedad de animación (movimiento, redimensionado y visibilidad).

Estas herramientas pueden ser clasificadas 2 subgrupos. De inserción, si el usuario puede insertar directamente una cadena alfanumérica, imagen o forma preestablecida; de dibujo, si el usuario ha de dibujar mediante el ratón o por puntos el objeto.

Nombre de la Herramienta	Grupo
Imagen	Inserción
Texto	Inserción
Borde	Inserción
Línea	Dibujo
Arco	Dibujo
Polilínea	Dibujo
Forma libre	Dibujo
Polígono	Dibujo
Rectángulo	Inserción
Rectángulo con puntas redondeadas	Inserción
Elipsis	Inserción
Cuña	Inserción

Tabla 2.12. Herramientas de dibujo en CCW

2.4.5.3. Cuadro de herramientas: Pantalla

Dentro de esta categoría se encuentran diferentes herramientas de visualización. Todas ellas tienen una etiqueta de lectura asociada. El usuario no puede actuar sobre este tipo de herramientas, los valores vienen dados por el PLC o por las herramientas de entrada.

Según la función realizada existen cinco grupos: monitores, escalas, indicadores continuos, indicadores de estado y tendencias.

Los monitores muestran un valor, ya sea numérico o una cadena. Dan un valor exacto del *tag* asociado. No deben usarse para *tags* asociados a valores de evolución rápida ya que no garantizan una correcta visualización.

Las escalas son plantillas gráficas que pueden ser incorporadas a una gráfica de barras o a un calibre analógico. Son plantillas para la medición visual. Las escalas ya vienen incorporadas en las herramientas que puedan necesitarlas, pero ofrecen la posibilidad de redimensionarse para disponer de una mayor claridad visual.

Los indicadores continuos ofrecen una visualización de la evolución del *tag* asociado de forma general. No han de ser usados como visualizadores de precisión, sino como visualizadores de evolución de la variable medida.

Los indicadores de estado asocian el valor de una etiqueta a un texto y/o color. Cada valor ha de tener un estado asociado, que es el que se visualiza o el que se indica según la herramienta seleccionada. Los estados que se pueden crear son múltiples, siendo mínimo dos. Deben utilizarse para *tags* binarios o para *tags* direccionados a palabras enteras de un registro del PLC.

La herramienta de tendencia es la única presente en el grupo homónimo. Sirve para mostrar el valor de una etiqueta en el transcurso del tiempo.

Nombre de la Herramienta	Grupo
Pantalla numérica	Monitor
Visualización de cadenas	Monitor
Escala lineal	Escala
Escala circular	Escala
Indicador de estado múltiples	I. de estado
Gráfica de barras	I. continuo
Calibre analógico	I. continuo
Indicador de lista	I. de estado
Tendencia	Tendencia

Tabla 2.13. Herramientas de pantalla en CCW

Las herramientas de esta categoría han de ser correctamente tratadas para garantizar el éxito de la aplicación. El funcionamiento de cada herramienta está muy bien acotado y limitado para hacer un uso exclusivo de esas funciones. Los objetos sólo admiten una etiqueta de lectura, por lo tanto, si se desea visualizar dos informaciones diferentes en un único indicador es necesario adecuar los registros de memoria del PLC y la dirección del *tag* en CCW correctamente. En el apartado 2.6. se explica detalladamente cómo realizar esta operación.

2.4.5.4. Cuadro de herramientas: Avanzado

Las herramientas pertenecientes a “Avanzado” son herramientas para la conformación de una aplicación más compleja. Son usadas para la comunicación con el usuario o con el exterior y para acceder a la configuración nativa del panel.

Existen herramientas que sólo pueden usarse en *banners* (pantalla 1001 y 1002), no en pantallas normales. Herramientas relacionadas con el acceso y seguridad, gestores de alarmas, de recetas, herramientas de comunicación a impresora o de correo electrónico están presentes en este grupo.

La herramienta más importante es “Ir a terminal de configuración”, la cual permite acceder a la configuración nativa. Es una incorporación importante para una aplicación, sólo si se ha de acceder a los ajustes del terminal sin necesidad de cerrar la aplicación mediante PC.

Nombre de la Herramienta	Grupo
Confir. Todos	Alarmas
Confir.	<i>Banner</i>
Cambiar contraseña	Seguridad
Borrar todas las alarmas	Alarmas
Borrar todas las alertas	Alertas
Borrar	<i>Banner</i>
Cerrar	<i>Banner</i>
Descargar receta	Recetas
Ir a terminal de configuración	Configuración

Iniciar sesión	Seguridad
Cerrar sesión	Seguridad
OK	<i>Banner</i>
Restablecer contraseña	Seguridad
Restaurar receta	Recetas
Guardar receta	Recetas
Cargar receta	Recetas
Mensaje de alerta	Alertas
Mensaje de alarma	Alarmas
Habilitar/inhabilitar protección	Seguridad
Selector de receta	Recetas
Selector de conjunto de datos	Recetas
Lista de alarmas	Alarmas
Tabla de recetas	Recetas
Imprimir	Comunicación
Correo electrónico	Comunicación

Tabla 2.14. Herramientas avanzado en CCW

2.4.6. Modificación de los *banners*

Los *banners* son pantallas emergentes más pequeñas de lo habitual utilizadas para tratar alertas y alarmas. Corresponden a las pantallas 1001 y 1002 del terminal PanelView. Son pantallas que pueden ser editadas, pero no borradas. La pantalla 1001 es el *banner* emergente correspondiente a las alertas y la pantalla 1002 el *banner* de las alarmas. Cuando una alerta o alarma se activan, el *banner* pertinente se sobrepone a la pantalla que esté en uso. De esta forma se avisa al usuario que ha ocurrido un incidente.

Los *banners* pueden ser editados tanto en propiedades de pantalla (tamaño y color) como en adición de herramientas, sean específicas para este tipo de pantallas o de cualquier tipo.

La diferencia principal entre alertas y alarmas reside en que las primeras han sido producidas por factores no controlables por el diseñador de la aplicación, tales como fallos de comunicación. Las alarmas son creadas por el creador de la aplicación y aparecen cuando cierta condición específica se cumple.



Figura 2.29. *Banner* de alertas (Fuente: propia)

El *banner* de alertas ha de cumplir dos condiciones obligatorias, disponer de mensaje de alerta y de un mecanismo para poder cerrar el *banner*. El mensaje de alerta es una cadena de texto especial, que tiene como texto un *tag* interno del sistema que muestra cuál ha sido la causa de la alerta. Los mecanismos usados para cerrar el *banner* son la herramienta OK (da la alerta por leída) y la herramienta “Borrar todas las alertas” (borra todas las alertas).

En el caso de la aplicación creada, se ha optado por usar el botón de borrar todas las alertas. Al desconectarse un solo PLC, aparece múltiples veces el *banner* de alerta (alertas superpuestas entre sí) debido a que todas las etiquetas dirigidas a ese PLC no encuentran la dirección de memoria. Para no tener que cerrar el mismo *banner* (de forma superpuesta) todas las veces que salga repetido se optó por la opción seleccionada de cerrar todas las alertas de una sola vez. Procediendo a averiguar qué PLC es el que no tiene conexión desde la pantalla de mantenimiento NCS (*Network Communication Status*).



Figura 2.30. *Banner* de alarmas (Fuente: propia)

El *banner* de alarmas, al igual que el de alertas, necesita de condiciones obligatorias para un correcto funcionamiento. Es necesario disponer de un mensaje de alarma (funciona de la misma forma que el mensaje de alerta), un mecanismo de cierre de pantalla (herramienta cerrar), una confirmación de alarma y un método de borrado de la misma.

El *banner* preestablecido ya lleva todas las funcionalidades básicas. No es recomendable usar botones para confirmar o borrar todas las alarmas a la vez en el *banner*, tal y como sí sucedía en el de alertas. Si se quisiera actuar sobre todas las alarmas a la vez, sería recomendable añadir una lista de alarmas al *banner*, pudiendo visualizarlas todas a la vez.

2.4.7. Creación y empleo de etiquetas

Las etiquetas o *tags*, son el elemento fundamental de la aplicación HMI. Cualquier objeto de las pantallas, ya sea visible o no visible tiene un *tag* asociado (excepto las herramientas gráficas). Haciendo doble clic sobre la opción “Tags” del organizador de proyectos aparece el menú editor de *tags*. Desde ese menú se pueden crear, editar y eliminar las etiquetas de la aplicación.

Nombre de tag	Tipo de datos	Dirección	Controlador	Descripción	Entrada de datos (mín.)	Entrada de datos (máx.)	Acceso	Actualizar tasa	Esca
TAG0002	16 bit integer				-32768	32767	Lectura/Escritura	500	<input type="checkbox"/>

Figura 2.31. Creación de un *tag* en CCW

El *software* distingue entre cuatro tipos de *tag*: externo, de la memoria y del sistema.

Los *tags* externos son los que la información asociada proviene del controlador. Serán los *tags* más usados en la aplicación debido a que CCW no admite programación.

Los *tags* de memoria son aquellos que no necesitan información procedente del exterior, son útiles para contadores internos y *flags* de diferente uso.

Los *tags* del sistema están preestablecidos por el terminal de serie y proporcionan datos internos del PanelView 800.

2.4.7.1. Creación de un tag externo

La creación de un *tag* externo es sencilla, hay cuatro parámetros fundamentales a rellenar: nombre del *tag*, tipo de datos, dirección y controlador.

1. El nombre del *tag* ha de ser único, dos etiquetas no pueden compartir nombre.
2. El tipo de datos ha de ir acorde con el de la variable a visualizar.
3. La dirección ha de ser un bit o una palabra del registro de memoria del PLC.
4. Se ha de escoger el controlador que aloja el registro de memoria al que va dirigido la etiqueta.

Una vez escogido el nombre de la etiqueta y haber seleccionado el PLC desde donde proviene la información, hay que escribir correctamente la dirección de memoria y escoger el tipo de datos.

El tipo de datos ha de ir acorde con la información recibida del PLC y con la funcionalidad de la etiqueta. Si el PLC envía un número entero de 16 bits y el *tag* es un entero de 8 bits se producirá un error debido a la incoherencia. Los *tags* booleanos sólo pueden estar dirigidos a un bit particular. Los enteros deben estar dirigidos a un *byte* (8 bits), una *word* (16 bits) o un *double* (32 bits) según el número de bits que tenga el área de memoria del PLC, ya sean enteros o enteros sin signo. Los números reales y las cadenas de texto transmitidas desde el PLC deberán tener *tags* asociados del mismo tipo.

La dirección ha de ser escrita tal y como aparece en los *Data files* (archivos .db) del PLC:

Dato al que se accede	Dirección	Ejemplo
Bit	X:Y/Z	B3:0/1
<i>Byte / Word / Double</i>	X:Y	N7:0
Registros especiales	X:Y.W	C5:2.ACC

Tabla 2.15. Formato de mapeado entre *tags* y direcciones de memoria

Donde X es el nombre del archivo de memoria, Y es el número de elemento dentro de ese archivo, Z es el número de bit del elemento y W es el nombre reservado de un tipo de registro especial. El área de memoria reservada para contadores, temporizadores, PID y mensajes, entre otros, nombra a registros especiales con palabras, para acceder a ellos se tendrá que poner el nombre del registro en particular al que se quiera acceder.

2.4.7.2. Empleo de un tag

Una vez creado el *tag* correctamente, se ha de insertar en la propiedad “Tag de escritura” o en “Tag de lectura”. Sólo es posible el empleo de una etiqueta por objeto.

Si se desea visualizar más de un dato diferente en un mismo objeto, por ejemplo, en un indicador de estados múltiples, se deberá reservar una *word* o un *double* en el área de memoria del PLC y alojar todos esos bits a mostrar en el HMI. Los bits no pueden estar activos simultáneamente, a menos que su combinación resulte ser otro estado a visualizar.

Offset	FW	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	(Symbol)	Description
N7:0		X	X		
N7:1		X	X		

Figura 2.32. Palabras reservadas en el área de memoria N7 (Fuente: propia)

El *tag* creado deberá ser entero, en este caso de 16 bits. El valor que tenga el *tag* mostrará uno de los estados. Para saber el valor, hay que realizar una conversión binaria a decimal (CCW trabaja con base decimal).

	Valor	Color de fondo	Estilo de relleno de fondo	Color de relleno de fondo	Texto de subtítulo	Color de texto de subtítulo	Nombre d
▶ 1	1		Color de fondo		HIGH		Arial
2	2		Color de fondo		LOW		Arial
3			Color de fondo		NO MEASURED		Arial

Figura 2.33. Inserción de un *tag* para visualizador de estados múltiples (Fuente: propia)

Cuando el bit con dirección N7:0/0 se active, el valor del *tag* será 1. Cuando el bit con dirección N7:0/1 se active, el valor de la etiqueta será 2. Si ambos se activaran, el valor de la etiqueta sería 3, un estado prohibido que debe ser contemplado y evitado mediante la programación de PLC.

El anexo C contiene una lista de todos los *tags* usados y las direcciones de memoria a los que va dirigidos.

2.4.8. Creación y visualización de alarmas

Las alarmas son avisos que se activan cuando un *tag* llega a cierto valor establecido por el usuario. Dentro del organizador de proyectos, existe la opción “Alarmas”, la cual permite su creación, edición y eliminación.

2.4.8.1. Creación de una alarma

1. Seleccionar un *tag* activador, un mismo *tag* puede activar alarmas distintas si las condiciones de activación también lo son.
2. El tipo de alarma ha de ser de bit si el *tag* es booleano y numérica si no lo es. Las etiquetas de tipo *string* no pueden activar alarmas.
3. Selección del tipo de detección: flanco ascendente, descendente o valor exacto.

4. Se ha de insertar un valor, el cual, cuando se detecte activará la alarma.
5. Se escribe el mensaje que aparecerá en el *banner* y en la herramienta de lista de alarmas.

Una alarma básica se crea siguiendo los pasos anteriores. Se puede añadir más información para completarla: banda muerta, aparición en pantalla, en el registro...

2.4.8.2. Visualización de alarmas

Cuando una alarma se activa, aparece inmediatamente en el *banner* de alarmas. En éste sólo es posible la visualización de una alarma a la vez. Si se desea visualizar el conjunto de alarmas para su gestión es imprescindible la incorporación de la herramienta "Lista de alarmas".

Alarm Message	Ack Status	Occurrence Time	Occurrence Date
Alarm Message	Alarm Ack	Occurrenc ⁺	Occurrenc ⁺

Figura 2.34. Herramienta Lista de alarmas (Fuente: propia)

Todas las alarmas que se activen, se mostrarán en la lista automáticamente. Es posible insertar o eliminar diferentes columnas de información referente a la alarma. Todas ellas rellenas automáticamente también. Desde la ventana de propiedades del objeto es posible modificar las columnas visibles, así como su tamaño y color.

Columna de datos	Obligatoriedad
Mensaje de alarma	Sí
Confirmación de alarmas	No
Valores de activador	No

Fecha de aparición de alarmas	No
Fecha de confirmación de alarmas	No
Fecha inactiva de alarmas	No
Tiempo de aparición de alarmas	No
Tiempo de confirmación de alarmas	No
Tiempo inactivo de alarmas	No

Tabla 2.16. Columnas disponibles de la herramienta Lista de alarma

El anexo D contiene una lista con todas las alarmas, parámetros de activación y método de actuación en caso de producirse.

2.4.9. Descarga de la aplicación al terminal

Una vez creada la aplicación debe ser descargada en el terminal. Desde la pantalla del dispositivo, se selecciona la opción “Descargar”. La aplicación se someterá a validación, si la aplicación contiene errores no podrá ser transferida al panel. La aplicación puede no tener errores, pero el resultado de la validación puede mostrar advertencias, con ellas, la aplicación puede ser descargada en el PanelView 800 pero puede haber un funcionamiento anómalo. Es recomendable corregir todas las advertencias antes de realizar la descarga.

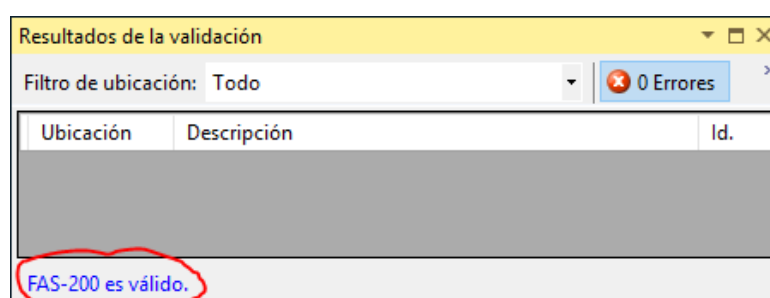


Figura 2.35. Resultado de una validación sin errores ni alertas (Fuente: propia)

Una vez realizada la validación, se abrirá el explorador de conexiones. Es necesario conectar mediante un cable RJ-45 el PC y el terminal PanelView 800 para que puedan comunicarse. Cuando se haya establecido la comunicación entre los dos dispositivos, el terminal aparecerá en el *driver* de Ethernet/IP nombrado “AB_ETHIP-1, Ethernet”.

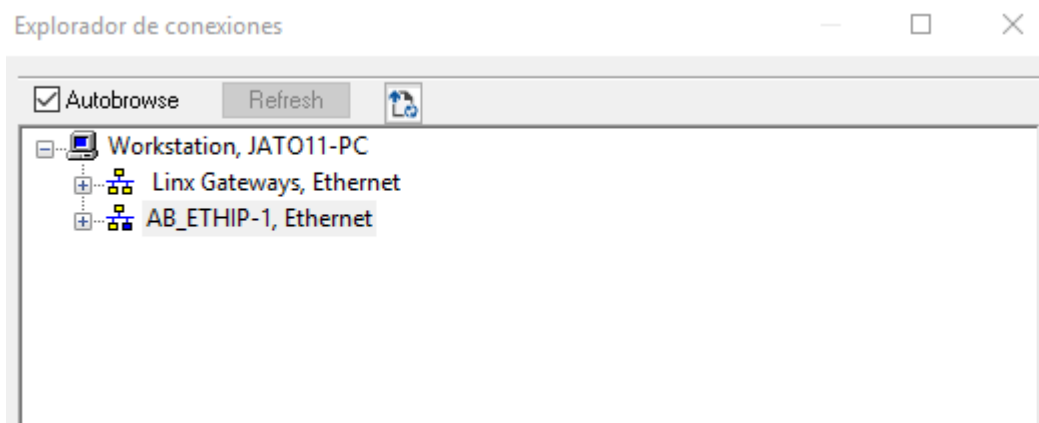


Figura 2.36. Explorador de conexiones en CCW (Fuente: propia)

Al seleccionar el panel, la descarga de la aplicación iniciará y se guardará en el *PanelView*, lista para usarse.

También es posible la descarga del programa desde una tarjeta *microSD* o desde un USB. La aplicación conviene validarla antes de ser transferida al terminal gráfico. *PanelView 800* no permite la ejecución de una aplicación desde una fuente externa (*microSD* o USB), es decir, la aplicación sólo puede ejecutarse si es transferida a la memoria interna. En el apartado 3.5.3. se da un mayor detalle del proceso de carga y descarga de aplicaciones mediante este método.

2.5. Configuración del terminal PanelView 800

Es necesaria la conformación de ciertos parámetros por tal de establecer una cierta coherencia en el sistema. Parámetros tales como fecha, hora e idioma del terminal han de ser configurados para que se ajusten al entorno del usuario y así, poder trabajar cómodamente. La configuración se mantiene guardada en la memoria interna del terminal gráfico. No es necesario configurar el panel todas las veces.

También es indispensable configurar el terminal para poderlo comunicar adecuadamente con los PLCs que gobiernan las estaciones. Si no se configuran correctamente, el terminal gráfico no podrá comunicarse con los PLCs y viceversa, debido a que no se encontrarán entre ellos.

La configuración se mantiene guardada en la memoria interna del terminal, así que, sólo se debe modificar cuando el usuario lo requiera. Por ejemplo, cuando se requiere otra IP porque la que estaba en uso está siendo usada por otro componente, cambio de hora al horario de verano, si se desea un cambio de lenguaje a inglés porque el operario a cargo del terminal no conoce el idioma establecido...

2.5.1. Configuración de parámetros básicos

En primera instancia, es necesario establecer los valores correctos de idioma, fecha y hora. Los parámetros nombrados son editables desde el menú principal del *firmware* del panel táctil. La navegación por la interfaz y la edición de parámetros se efectúa mediante la pantalla táctil, sin necesidad de un PC.

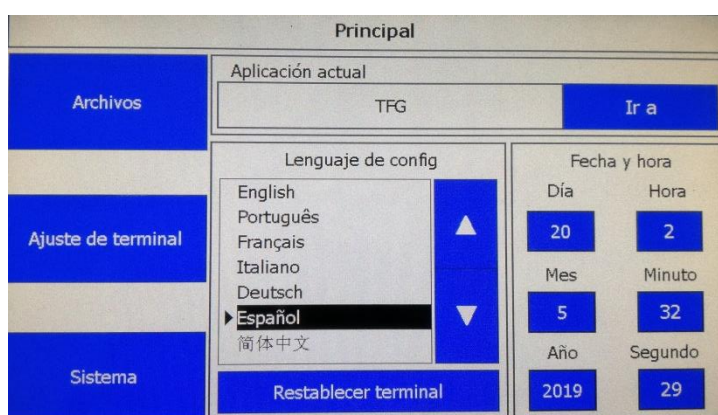


Figura 2.37. Menú principal del *PanelView 800* (Fuente: propia)

El lenguaje por defecto es el inglés, pero si se desea modificar el idioma del *firmware*, puede ser cambiado a: portugués, francés, italiano, alemán, español y chino, también está preparado para coreano (debe instalarse la fuente del idioma externamente).

La fecha y hora deberán ser cambiadas si se quieren usar los *tags* internos de la aplicación. Si no se cambian, los valores de las etiquetas de fecha y hora serán los que tenga el terminal por defecto, pudiendo ser incorrectos. Desde la pantalla principal es posible restablecer el terminal a la versión de fábrica.

2.5.2. Configuración de las comunicaciones

Para configurar las comunicaciones del terminal son necesarias dos cosas: tener habilitado el puerto Ethernet y fijar una IP estática dentro del rango de la LAN.

Desde el menú principal se ha de acceder a "Ajustes de terminal". La pantalla da acceso a la conformación de diferentes parámetros: comunicación, visualización, visualización de alerta y errores y configuración de impresión. La Figura 2.27 muestra la pantalla de configuración de comunicaciones.

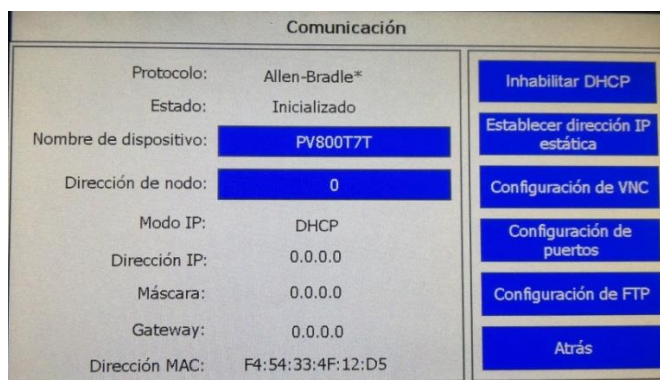


Figura 2.38. Menú de comunicaciones del *PanelView 800* (Fuente: propia)

El puerto Ethernet deberá estar habilitado si se desea ejecutar una comunicación Ethernet. Tener el puerto Ethernet o el puerto serial deshabilitados implica cerrar el acceso del terminal gráfico a la capa física de la red. Por lo tanto, aunque se tenga un cable ethernet válido conectado al conector RJ-45, el terminal quedaría aislado. Para habilitar el puerto se debe entrar en la opción “Configuración de puerto” y cerciorarse de que el puerto en cuestión esté habilitado. Si se deseara establecer una comunicación serie habría que habilitar el puerto en el mismo menú. Ambos puertos pueden estar habilitados a la vez sin comprometer las comunicaciones de uno o de otro.

Una vez el puerto esté habilitado para la transmisión de datos, es necesario inhabilitar el DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*). El protocolo de red DHCP asignaría de forma dinámica una IP, entre otros parámetros, al terminal gráfico, cambiándola y evitando establecer una comunicación fija entre el *PanelView 800* y los seis PLC MicroLogix 1400. Una vez deshabilitado el DHCP hay que establecer una dirección IP, la máscara de red y el *Gateway*, estableciendo de esta forma una dirección IP estática.

Dirección IP	Máscara	Gateway
130.130.130.XX	255.255.255.0	0.0.0.0

Tabla 2.17. IP estática establecida del *PanelView 800*

La dirección IP escogida no ha de entrar en conflicto con ninguna IP ya presente en la LAN, por ello ha de ser única. Con la terminación escogida se sale del rango de PLCs y PCs del laboratorio, evitando así futuros conflictos. La máscara y el *Gateway* son los por defecto.

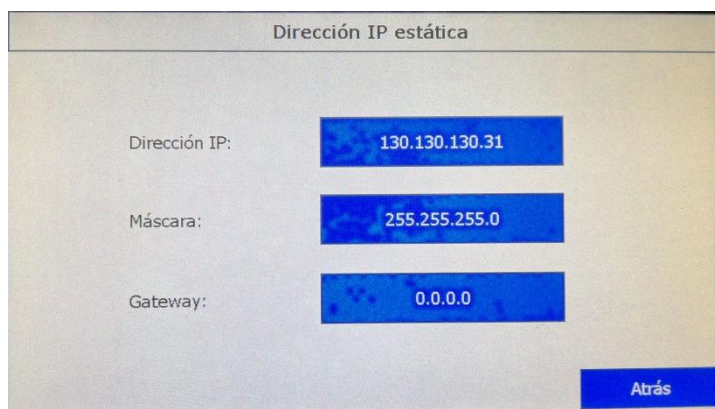


Figura 2.39. Establecimiento de IP estática desde el *firmware* (Fuente: propia)

2.5.3. Gestión de aplicaciones desde el terminal gráfico

Tal y como se vio en el apartado 3.4.9. es posible cargar y descargar aplicaciones desde una fuente externa: *microSD* o USB. Para ello, es necesario insertar la fuente con la aplicación. La aplicación creada se encuentra en la carpeta donde se creó el proyecto CCW, dentro de “PVC Project”. La aplicación tiene la extensión “.cha”.

Una vez se tenga la aplicación dentro de la memoria externa, con ésta insertada en el terminal, se debe acceder al menú “Archivo” desde la pantalla principal.

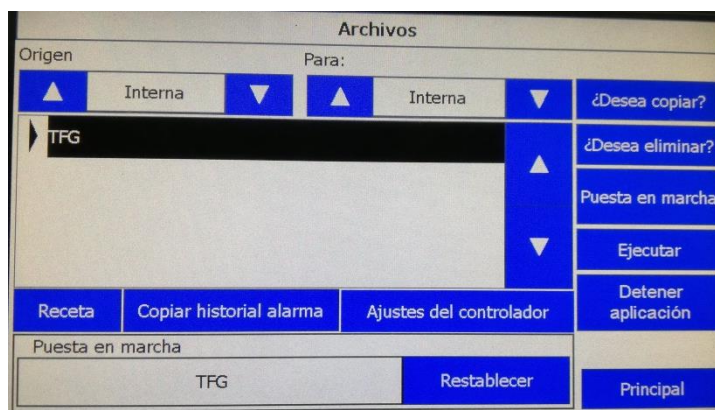


Figura 2.40. Menú de archivos del *PanelView 800* (Fuente: propia)

Se ha de seleccionar una memoria de origen y una memoria de destino. Pudiendo seleccionar entre: interna, SD o USB. Una vez seleccionado, mediante la opción “¿Desea copiar?” se puede copiar cargar una aplicación a la memoria externa (función de copia de seguridad) o descargar una aplicación a la memoria interna (función de ejecución de aplicación). Del mismo modo, seleccionando la opción “Copiar historial de alarma” es posible copiar el historial a la memoria externa.

Para eliminar una aplicación es necesario seleccionar la misma fuente, tanto en origen como en destino, y seleccionar la opción “¿Desea eliminar?”.

Una aplicación ejecutada no se cierra a menos que se fuerce su detención mediante la opción pertinente del menú o con la descarga de otra aplicación desde CCW. Aunque se corte el suministro eléctrico, la aplicación seguirá en el mismo estado en el que se dejó.

2.6. Instalación del terminal

2.6.1. Localización del terminal

Es necesario alojar el terminal *PanelView 800* en una ubicación óptima para su uso, evitando ser alojado en algún lugar donde se pueda interferir el desarrollo de otras asignaturas.

El lugar en el cual se instalará, ha de evitar complicaciones relacionadas con su conexión a la fuente de alimentación y a la conexión con el *switch* de red. Además, ha de ser un lugar cercano al sistema FAS 200 del que se dispone en el laboratorio y con visibilidad a éste. La localización ha de garantizar que el operario pueda manejar y supervisar el sistema desde el HMI de forma cómoda y que pueda actuar sobre el sistema físico FAS 200 de forma rápida cuando se requieran acciones.

La Figura 2.40 muestra en rojo la ubicación seleccionada para la instalación del *PanelView 800*.

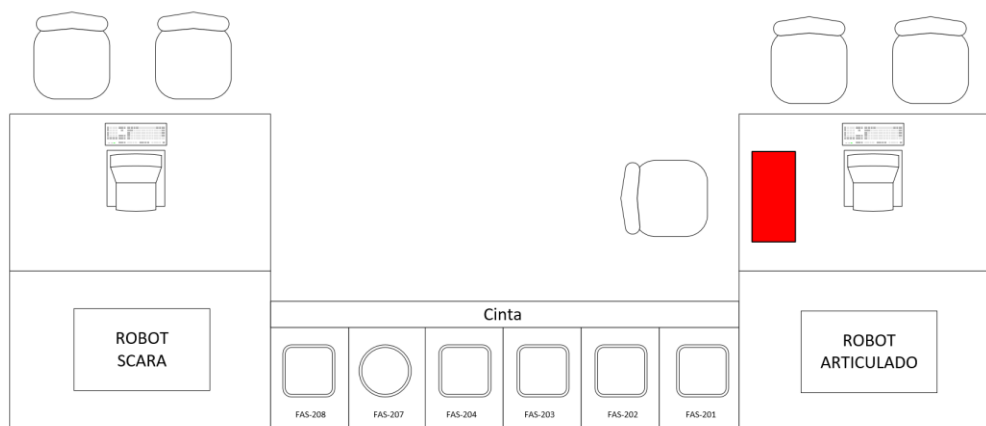


Figura 2.41. Distribución de FAS 200 en el laboratorio (Fuente: propia)

El panel, estará ubicado en el espacio existente entre las dos mesas mostradas en la Figura 2.40. El usuario tendrá acceso directo a la posición de alimentación de paletas del sistema de transferencia lineal. El panel está localizado posteriormente al panel de mando del sistema FAS 200. Ésta es una

ubicación óptima para controlar el sistema desde el panel y tener un control del ensamblaje. Desde el HMI se podrá usar el panel de mando digital de la aplicación en vez del panel de mando físico. Además, se podrá alimentar al sistema con las paletas desde la posición de trabajo y la recogida de ensamblajes será más cómoda para el usuario o podría ser automatizada por el robot SCARA.

También tendrá acceso directo a la seta de emergencia general, ubicada justo al inicio de la cinta, para poder pulsarla en caso de emergencia de forma rápida y efectiva.

La situación escogida del terminal *PanelView 800* proporciona una mayor comodidad al operario dado que evita desplazamientos y es más segura para el operario debido a la cercanía de la seta de emergencia y al estar sólo en contacto con la cinta. Además, es posible la conexión con la fuente de alimentación DC de 24 V y con el *switch* de red de la estación FAS 201, evitando un cableado extenso y poco práctico.

2.6.2. Soporte del terminal gráfico

El terminal gráfico necesita un soporte que lo aloje para su instalación. Tener el *PanelView 800* sin estructura de sujeción implica tener el panel desprotegido ante posibles golpes y caídas. Al no estar en una estructura fija, complica la interacción entre usuario y terminal gráfico, debido a las incomodidades que se pueden generar en su visualización y uso.

2.6.2.1. Diseño del soporte

Debido a la localización (encima de una mesa) el *PanelView 800* debe estar situado a una altura demasiado baja. Por lo tanto, si se desea poner la pantalla perpendicular a la superficie se generarían reflejos durante la visualización, fatiga visual y cervical al tener, el usuario, que adoptar una postura incómoda.

El primer diseño de soporte fue diseñado basándose en la funda-soporte reclinable de una *tablet*.

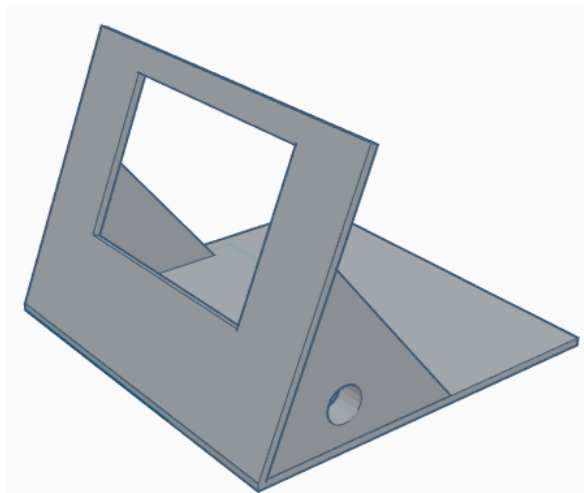


Figura 2.42. Primer diseño 3D del soporte (Fuente: propia)

Se optó por un soporte inclinado que permita al usuario evitar todas esas problemáticas estando sentado en el puesto de trabajo. Además, gracias a la inclinación, facilita la visualización de la pantalla para los usuarios que estén de pie. La inclinación ha de ser inferior a 45° respecto del eje vertical.

La altura del hueco donde iría insertado el soporte es suficientemente elevada como para insertar con holgura los cables de comunicaciones. Hay suficiente espacio lateral entre el hueco y las paredes laterales de soporte como para insertar sin problemas el almacenamiento externo y el cableado de alimentación. También se ha añadido un agujero lateral en uno de los soportes para poder pasar todo el cableado de la estación cómodamente.

El diseño se descartó debido a la falta de robustez del soporte. Finalmente se optó por una estructura inclinada de igual forma, con mayor elevación para evitar la fatiga visual y con un diseño más robusto. El nuevo diseño se basa en una estructura de guías de aluminio y una base para el terminal de policarbonato. El nuevo diseño no tiene paredes laterales, facilitando el acceso a la parte posterior y lateral del terminal. El no tener paredes laterales, evita también un posible calentamiento dentro de la estructura.

Además, se ha integrado una fuente de alimentación DC de 24 V en la parte trasera para poder alimentar el terminal desde cualquier lugar, haciéndolo más flexible.

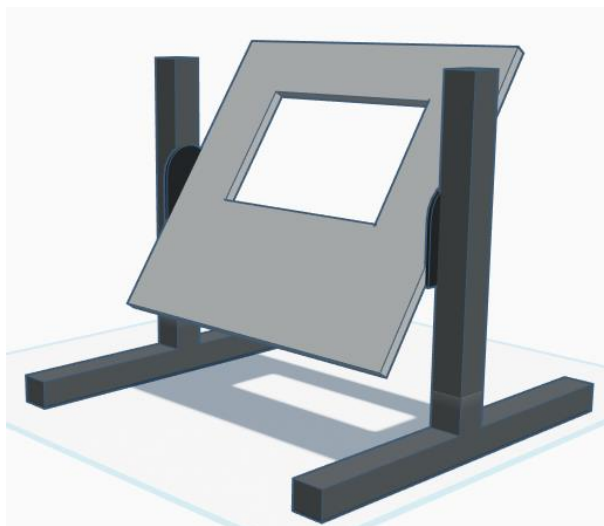


Figura 2.43. Prototipo 3D del diseño final (Fuente: propia)

2.6.3. Instalación del terminal gráfico en el soporte y conexionado

El panel se instalará en el soporte mediante el kit de montaje incluido con el terminal. El kit consta de seis palancas de montaje que han de instalarse en los laterales del terminal gráfico. Las palancas ejercen presión contra la superficie en la cual va alojado el terminal, asegurando su fijación.

El kit de palancas de montaje no necesita herramientas para ser instalado. La Figura 2.43 muestra las ranuras y las palancas.

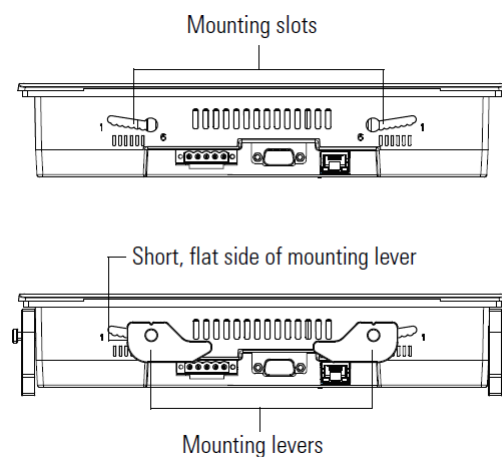


Figura 2.44. Detalle de las palancas de montaje y su ubicación (Fuente: propia)



Figura 2.45. Inserción del terminal gráfico en el panel de policarbonato (Fuente: propia)

El cableado necesario para la instalación en el laboratorio consiste en:

- Cable de cobre, cubierta roja (positivo).
- Cable de cobre, cubierta negra (negativo).
- Cable de cobre, cubierta verde-amarilla (toma de tierra).
- Clavija CEE 7 Tipo F (Schuko).
- Cable de red CAT 5e.

Los cables dirigidos a alimentación (positivo, negativo y toma de tierra) han de conectar el conector de alimentación del terminal gráfico con la fuente de alimentación integrada detrás del soporte. La fuente de alimentación dispondrá de un cableado con clavija Schuko para poder conectarse a la red eléctrica. El cable de red irá conectado desde el puerto de Ethernet del panel hasta el *switch* de la estación FAS 201.



Figura 2.46. Detalle del conector de alimentación del PV800 (Fuente: propia)

3. Análisis del impacto ambiental

El terminal *PanelView 800* ha sido diseñado cumpliendo con la normativa RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*). Por lo tanto, restringe las concentraciones máximas de ciertas sustancias peligrosas:

Substancia	Concentración máxima
Plomo	0,1 %
Mercurio	0,1 %
Cadmio	0,01 %
Cromo IV	0,1 %
PBB	0,1 %
PBDE	0,1 %

Tabla 3.1. Concentración máxima de sustancias peligrosas

En funcionamiento normal, el terminal gráfico no presenta ningún impacto ambiental directo. Cuando él mismo, sus materiales, componentes y subconjuntos que lo compongan se conviertan en residuos, pasará a ser considerado un residuo de aparato eléctrico y electrónico. En ese momento, deberá ser tratado según el RDL 208/2005, de 26 de febrero.

Por tal de reducir su impacto ambiental, el terminal deberá ser tratado. Evitando la contaminación que el dispositivo mismo puede producir y para la recuperación de materiales con el cual éste mismo está compuesto, contribuyendo de esta misma forma a un ciclo económico menos dañino con el planeta.

El residuo electrónico deberá entregarse a un punto de tratado dispuesto por el ayuntamiento de la localidad o concertar su recogida. El punto verde más cercano a la universidad corresponde a la siguiente dirección:

Av. Del Litoral, 115 (rda. Litoral, lateral mar, salida 24, pasado Josep Pla)

Abierto de lunes a viernes de 8:00 h a 18:30 h y sábados y domingos de 9:00 h a 13:00 h.

Conclusiones

Los objetivos propuestos en el trabajo han sido logrados. La aplicación representa el proceso a supervisar adecuadamente. El operario es capaz de saber qué es lo que está sucediendo en el sistema de ensamblaje en cada momento gracias a la información dada por el HMI. El estado de cada estación no se podía visualizar antes de la instalación del terminal gráfico, sólo se podía intuir. Produciendo que el operario tuviera que ejecutar reinicios innecesarios debido a no saber cómo actuar.

Se ha conseguido centralizar los paneles de mando físicos en uno solo digital. Cambiando de esta forma el método de trabajo del operario, evitando desplazamientos y facilitando la acción de control del sistema. También se ha centralizado el sistema de selección de pieza satisfactoriamente, evitando el uso de pulsadores para dos acciones totalmente distintas. Con el nuevo sistema, el usuario de la aplicación puede visualizar en todo momento las piezas seleccionadas para el ensamblaje y cambiar de opción desde un único punto y mediante un único clic.

Mediante el gestor de alarmas incorporado, el operario será capaz de dar un motivo al fallo o acción errática del sistema. Saber si la parada de la estación se ha producido por una falta de presión de aire comprimido o si por si necesita un *reset*.

En resumen, la instalación del terminal gráfico se ha cumplido con éxito. Facilitando la experiencia de supervisión y control del sistema FAS 200 y dando una alternativa útil a los paneles de mando físicos. En caso de rotura o mal funcionamiento de éstos, el terminal gráfico podrá operar sin problemas evitando la parada del sistema. Además, al estar conectado en la LAN, el terminal gráfico podrá ser usado para otros fines simplemente cambiando la aplicación en memoria. Pudiendo, de esta forma, extender la aplicación creada, supervisar otros sistemas creados para los PLCs *CompactLogix* o aplicaciones orientadas a la supervisión de los robots (articulado y SCARA) del laboratorio.

Presupuesto y análisis económico

En este apartado se detalla el presupuesto para la puesta en marcha del proyecto. Se ha de tener en cuenta que, como material, sólo se ha comprado el terminal *PanelView 800*, el cableado y la memoria externa. El sistema FAS 200, los PLCs, *switches*, fuentes de alimentación pertenecen a la universidad.

Componente	Precio
<i>PanelView 800: 2711R-T7T</i>	761,69 €
Cableado eléctrico	6,75 €
Cable ethernet CAT 5e	6,27 €
microSD de 16 GB	6,99 €
Precio del material total	781,70 €

El coste desglosado de los costes de ingeniería se detalla a continuación:

Componente	Precio/hora	Horas	Precio total
Análisis del sistema	10,00 €	50 h	500,00 €
Diseño de la aplicación	10,00 €	150 h	1500,00 €
Programación de PLC	10,00 €	75 h	750,00 €
Implementación del HMI	10,00 €	100 h	1000,00 €
Pruebas de la puesta en marcha	10,00 €	50 h	500,00 €
Coste de ingeniería total			4250,00 €

El presupuesto total de este proyecto, incluyendo los costes de materiales e ingeniería, asciende a 5031,70 €.

Bibliografía

PAIS, Joana, 2018. UX for Mobile: The Rise of Fat-Finger Design. En: *Outsystems* [en línea]. Disponible en: <https://www.outsystems.com/blog/posts/ux-for-mobile-fat-finger-design/> [consulta: 3 marzo 2019]

PONSA, Pere, AMANTE, Beatriz, DÍAZ, Marta, 2009. Evaluación de la Usabilidad para la Tarea de Supervisión Humana en Sala de Control Industrial. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial* [en línea]. Barcelona: CEA-IFAC, vol.6, no.1 [consulta: marzo de 2019] ISSN 1697-7912. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/RIAll/article/download/57410/35131> [consulta: 10 marzo 2019]

Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos (BOE núm. 49, de 26 de febrero de 2005).

ROCKWELL AUTOMATION, 2010. *Instrucciones de instalación Controladores programables MicroLogix 1400* [en línea]. Publicación: 1766-IN001C-ES-P. Disponible en: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/1766-in001_-es-p.pdf [consulta: 7 mayo 2019]

ROCKWELL AUTOMATION, 2015. *Basic PLC Programming with Micro800 controllers & PanelView 800 Graphic terminals* [en línea]. Publicación: CE-DM263E-EN-P. Disponible en: <https://www.rockwellautomation.com/resources/downloads/rockwellautomation/na/RAOTM%20ab%20Manuals/L12-manual.pdf> [consulta: 12 abril 2019]

ROCKWELL AUTOMATION, 2015. *Installation instructions: Adapter plate kit for PanelView 800, 7-inch and 10-inch terminals* [en línea]. Publicación: 2711R-IN002A-EN-P. Disponible en: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/2711r-in002_-en-p.pdf [consulta: 15 mayo 2019]

ROCKWELL AUTOMATION, 2018. *Connected Components Workbench Software guide for Studio 500 Logix Designer software users* [en línea]. Publicación: 9328-QR001B-EN-E. Disponible en: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/qr/9328-qr001_-en-e.pdf [consulta: 18 marzo 2019]

ROCKWELL AUTOMATION, 2018. *Guía de selección: Soluciones de visualización* [en línea]. Publicación: VIEW-SG001U-ES-P. Disponible en: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/view-sg001_-es-p.pdf [consulta: 25 febrero 2019]

ROCKWELL AUTOMATION, 2018. *RSLogix 500: Getting results guide* [en línea]. Publicación: LG500-GR002J-EN-E. Disponible en: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/gr/lg500-gr002_-en-e.pdf [consulta: 7 abril 2019]

ROCKWELL AUTOMATION, 2018. *User manual: PanelView 800 HMI terminals* [en línea]. Publicación: 2711R-UM001G-EN-E. Disponible en: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/2711r-um001_-en-e.pdf [consulta: 7 abril 2019]

ROCKWELL AUTOMATION, 2019. *Micrologix Programmable Controllers Family: Selection Guide* [en línea]. Publicación: 1761-SG001H-EN-P. Disponible en: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/1761-sg001_-en-p.pdf [consulta: 5 abril 2019]

ROCKWELL AUTOMATION, 2019. *Notas de la versión 12.00 de Connected Components Workbench* [en línea]. CC-RN001O-ES-P. Disponible en: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rn/cc-rn001_-es-p.pdf [consulta 25 febrero 2019]

UPC, 2011. *Recomanacions ergonòmiques* [en línea]. Código RE 004/01. Disponible en: <https://www.upc.edu/prevenio/ca/ergonomia/arxius/recomanacions-ergonomiques/re-004-01.pdf> [consulta: 31 marzo 2019]

Anexo A: Lista de pantallas de la aplicación

En el presente anexo se muestran todas las pantallas de la aplicación y la navegación entre ellas.

E1. Árbol de navegación y estructura jerárquica

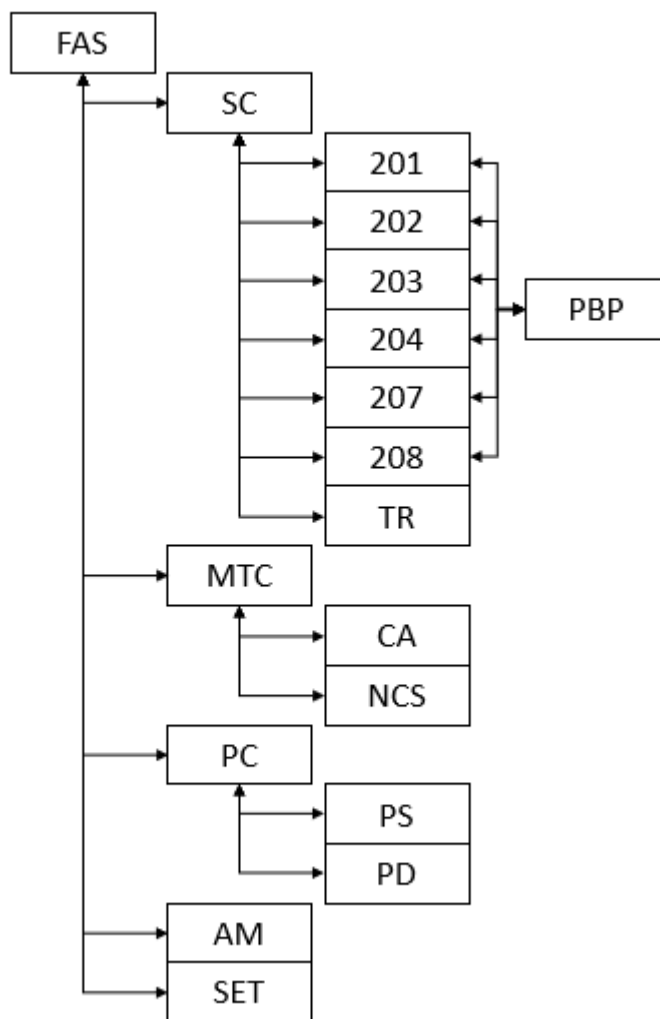


Figura A.1. Árbol de navegación

E2. Lista de pantallas

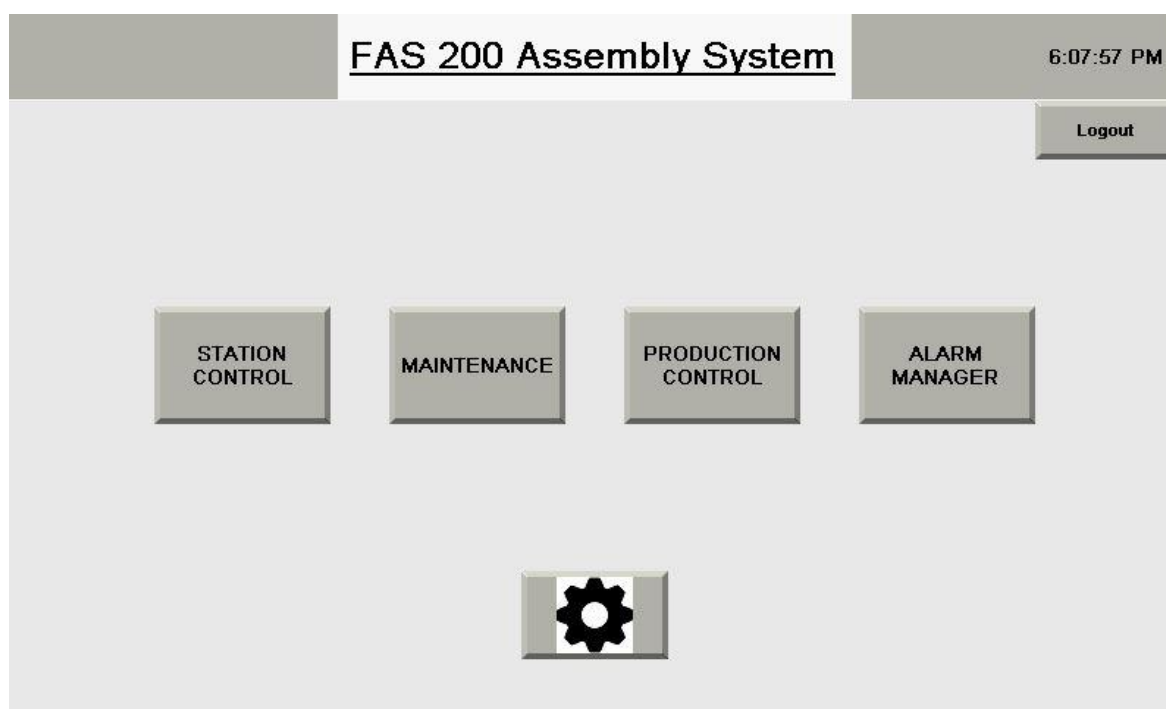


Figura A.2. Pantalla FAS 200 Main (Fuente: propia)

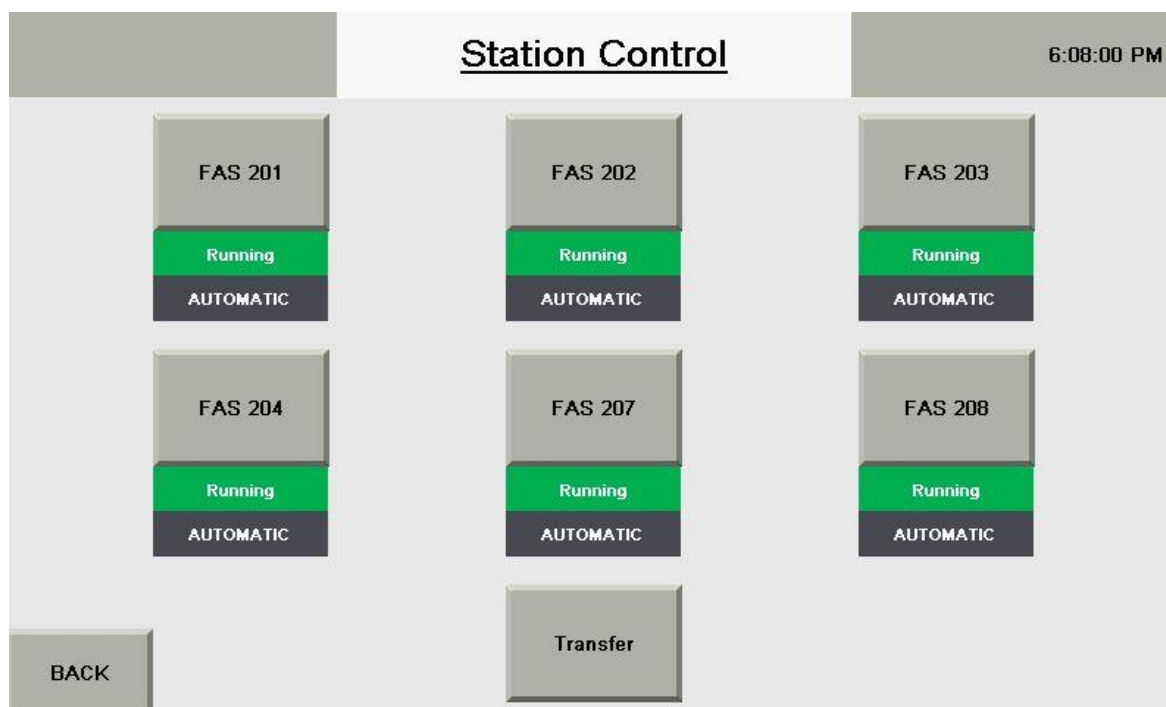


Figura A.3. Pantalla Station Control (Fuente: propia)

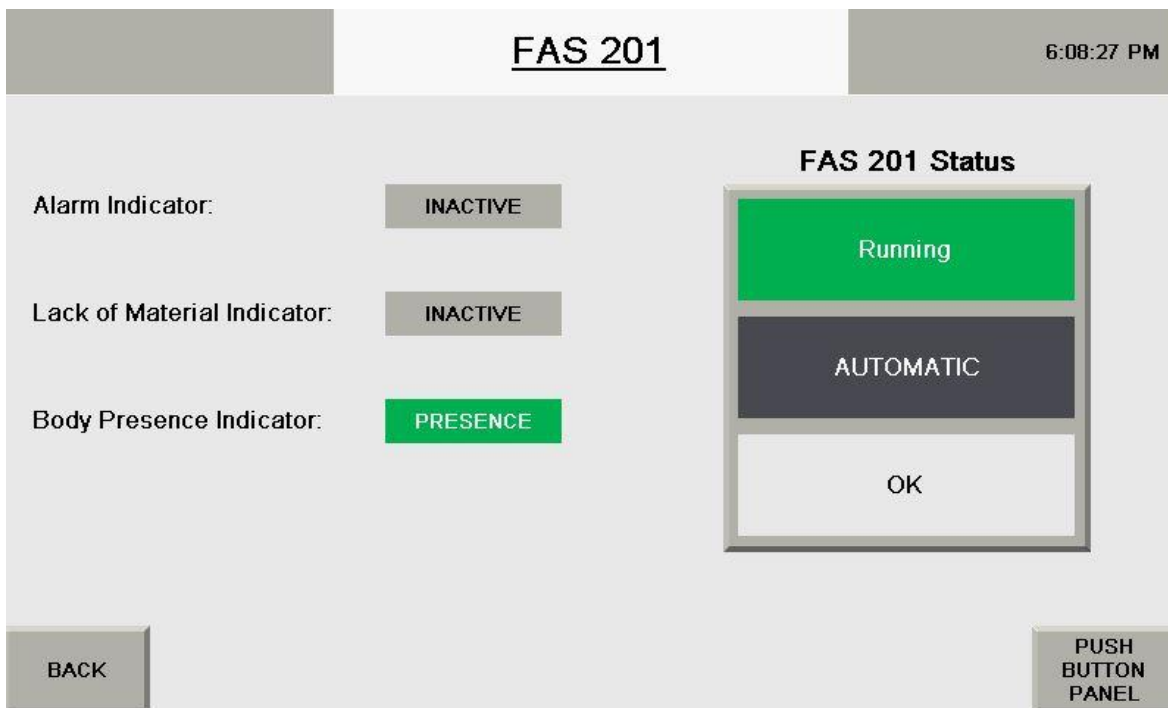


Figura A.4. Pantalla FAS 201 (Fuente: propia)

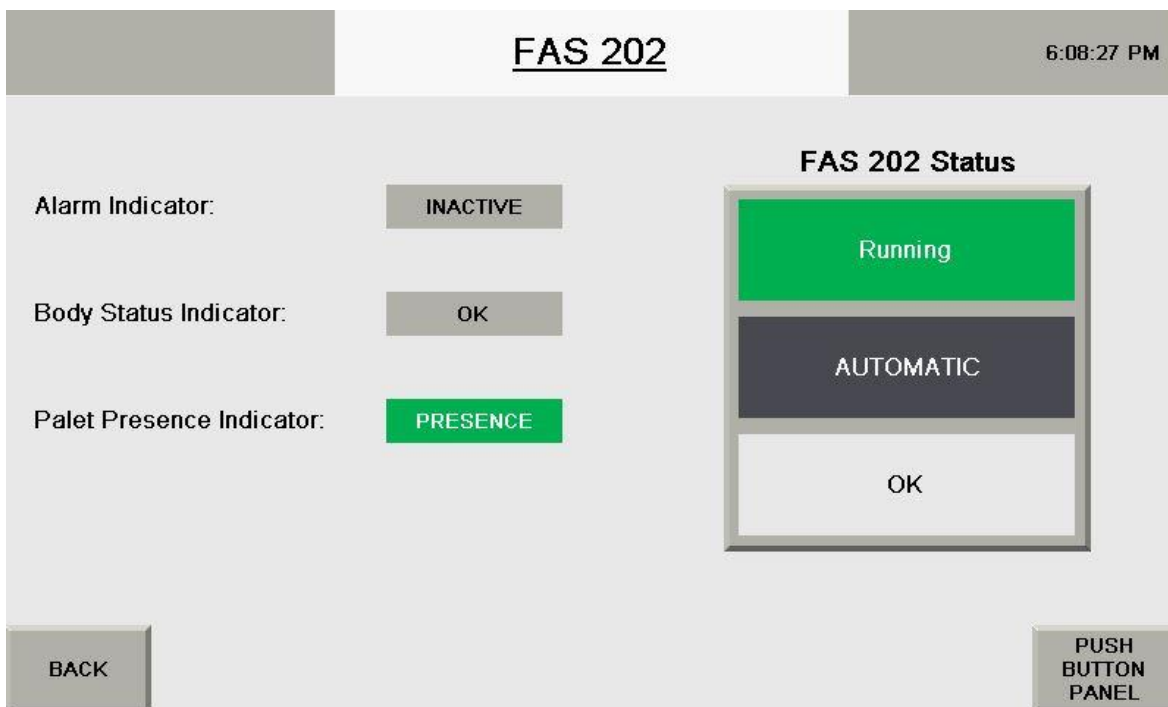


Figura A.5. Pantalla FAS 202 (Fuente: propia)

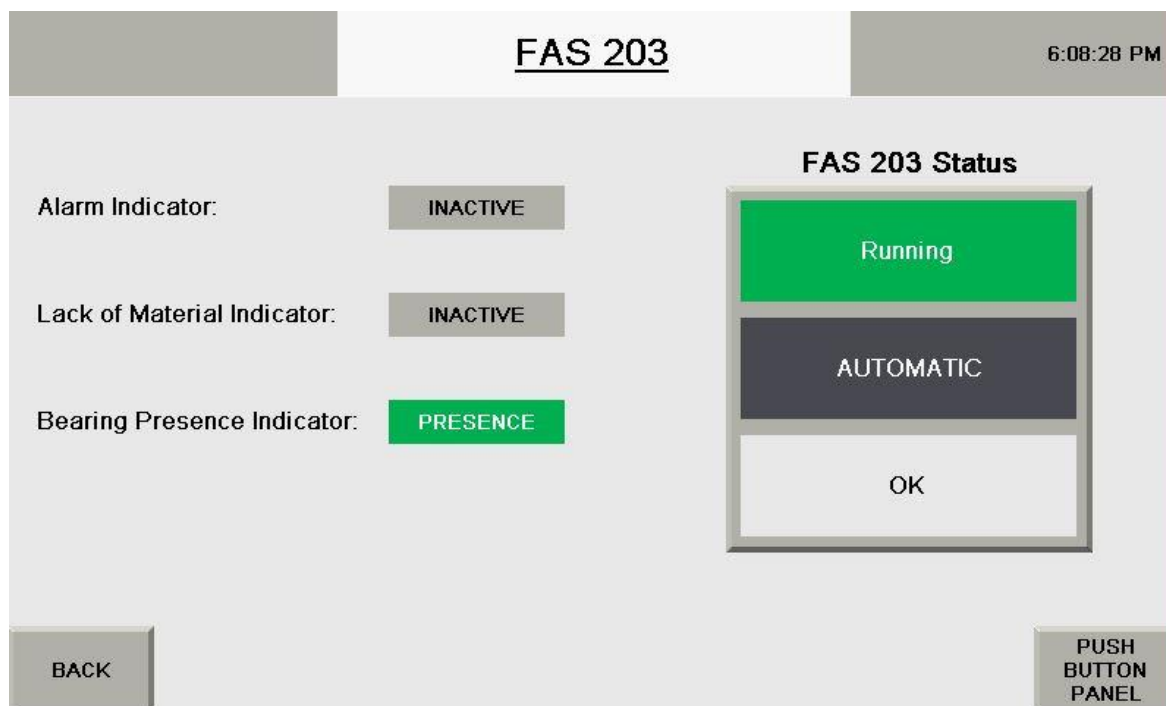


Figura A.6. Pantalla FAS 203 (Fuente: propia)

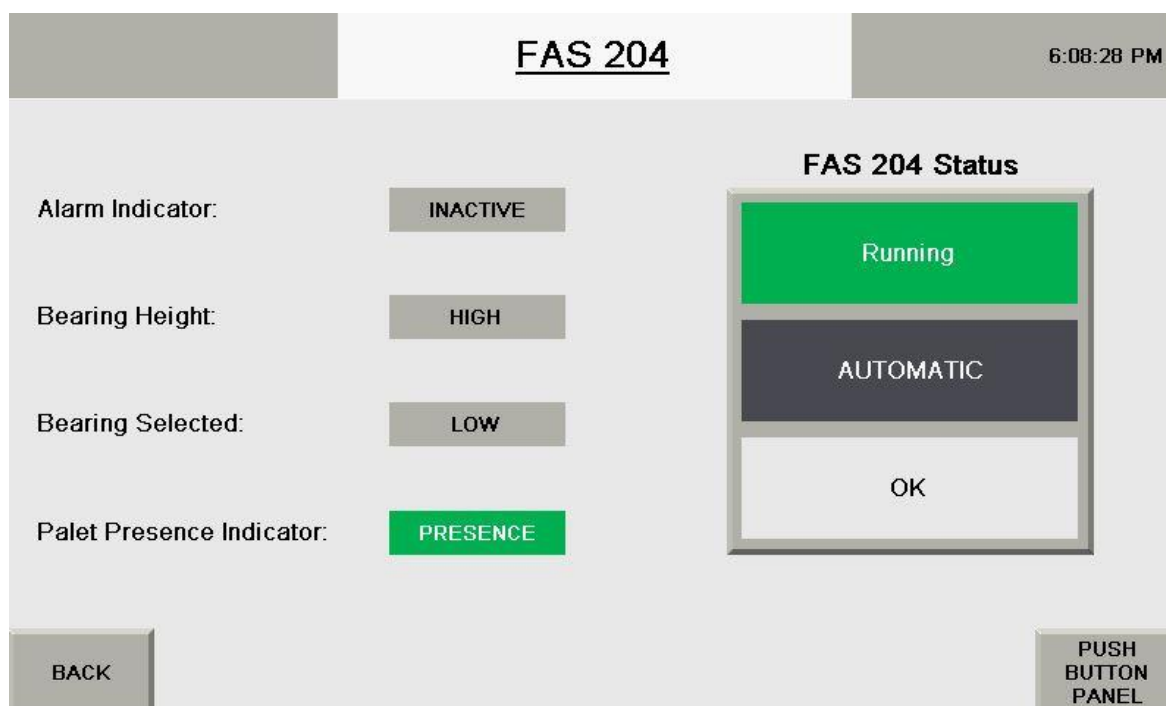


Figura A.7. Pantalla FAS 204 (Fuente: propia)

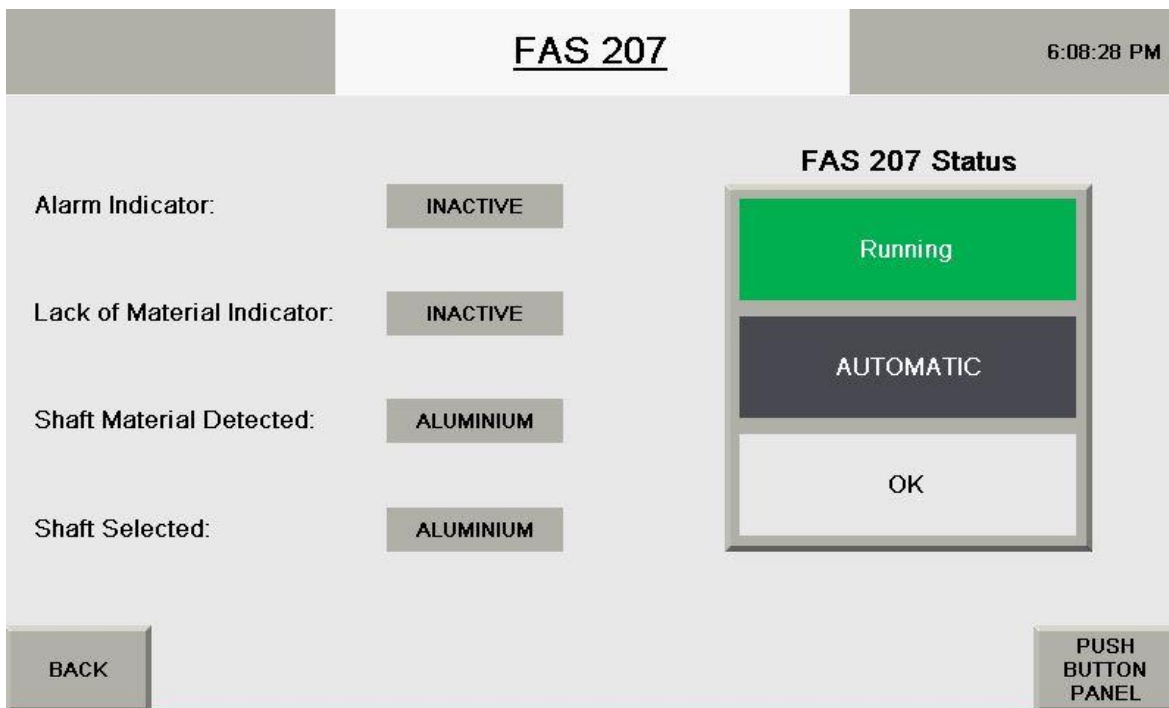


Figura A.8. Pantalla FAS 207 (Fuente: propia)

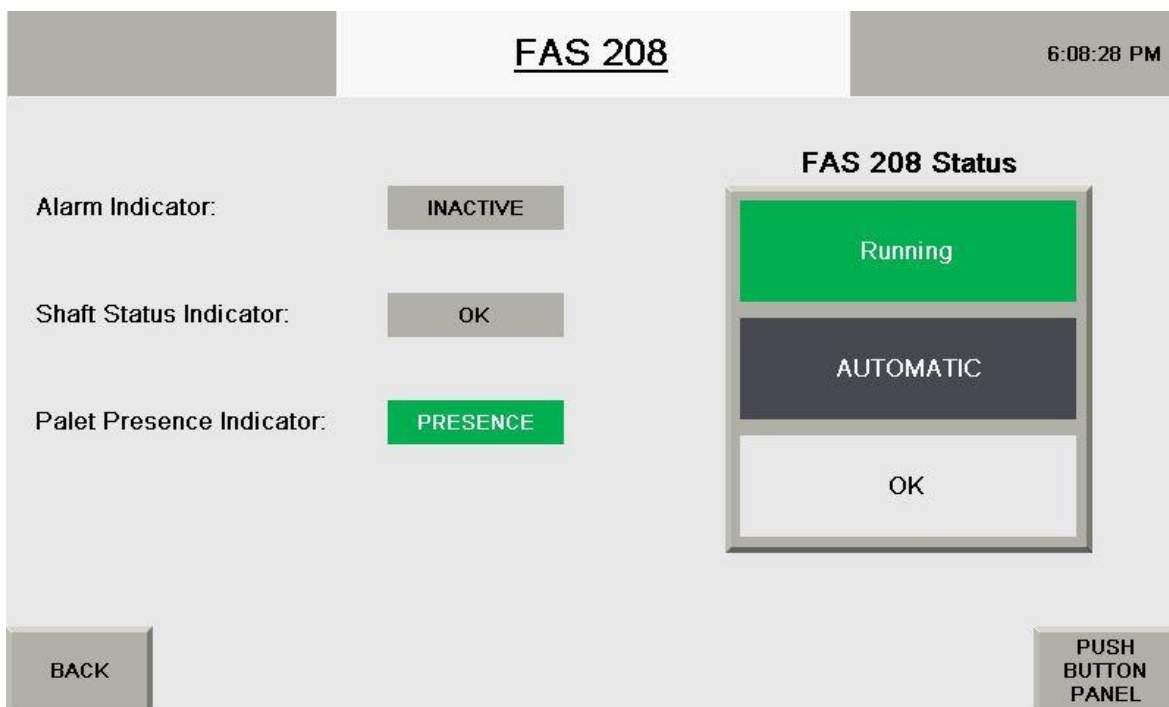


Figura A.9. Pantalla FAS 208 (Fuente: propia)



Figura A.10. Pantalla Transfer (Fuente: propia)

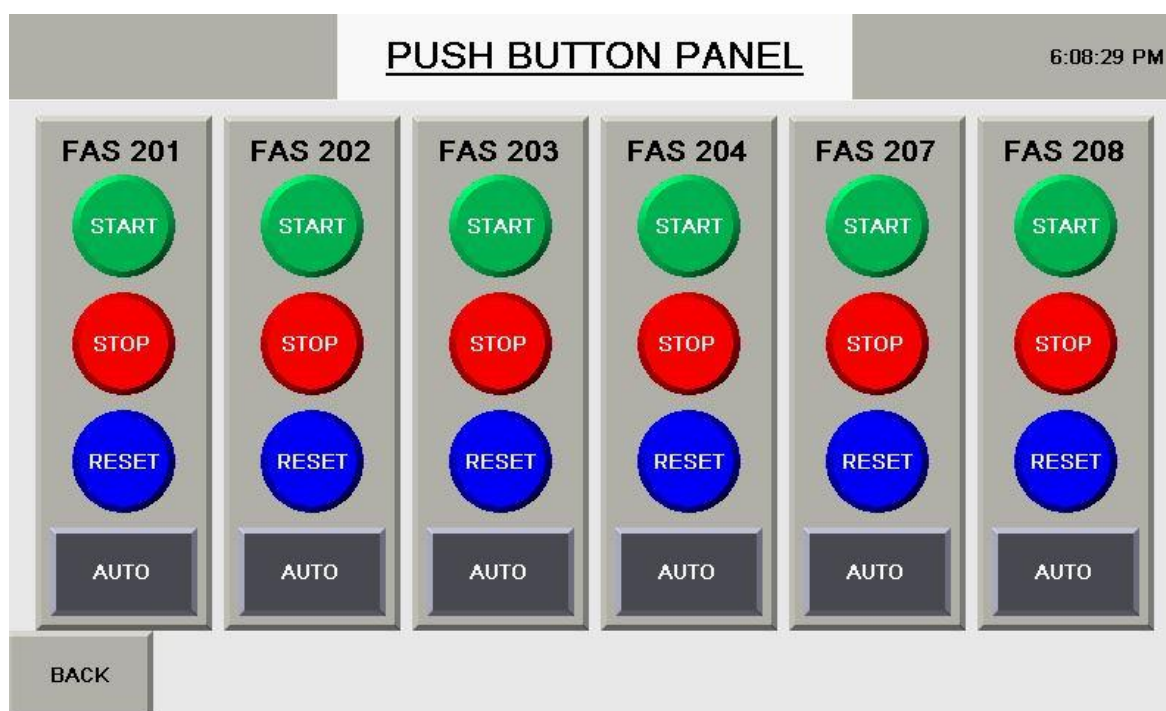


Figura A.11. Pantalla Push Button Panel (Fuente: propia)

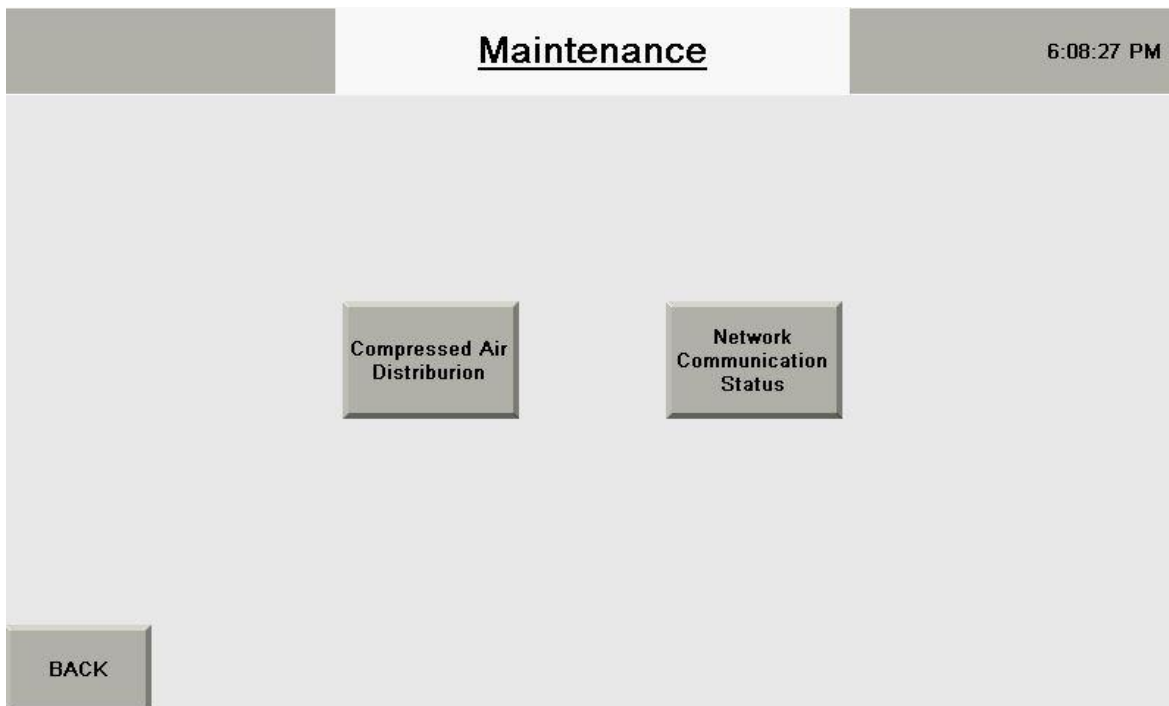


Figura A.12. Pantalla Maintenance (Fuente: propia)

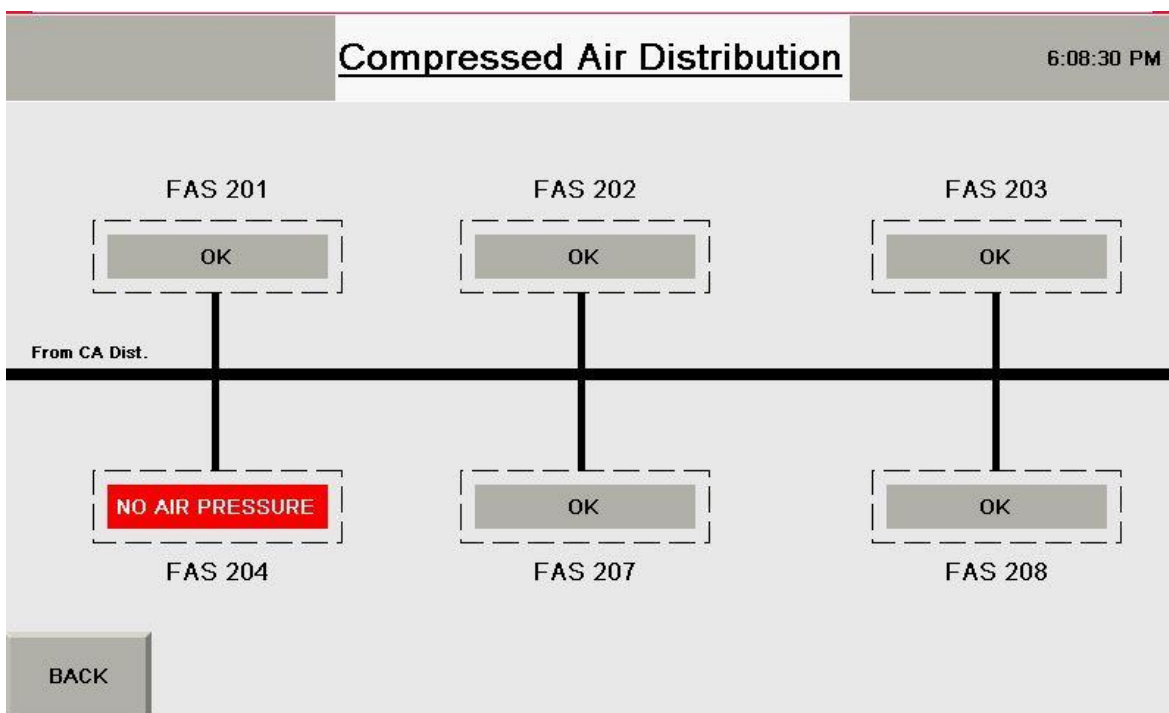


Figura A.13. Pantalla CA Distribution (Fuente: propia)

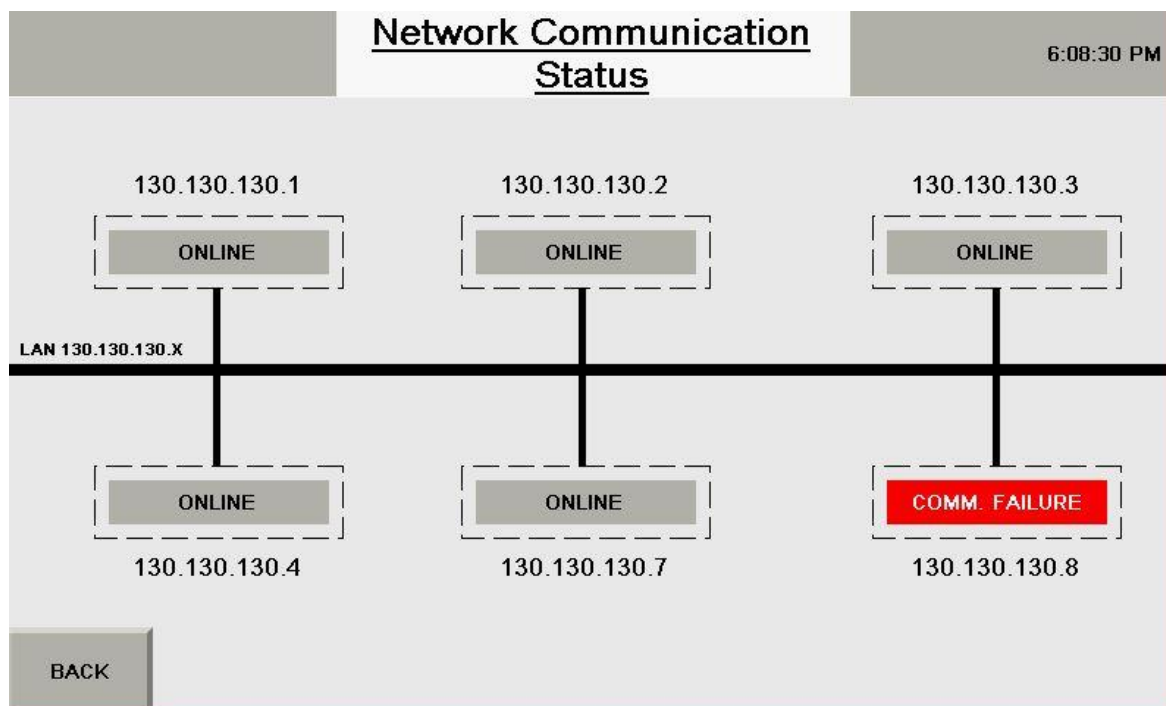


Figura A.14. Pantalla Network Communication Status (Fuente: propia)

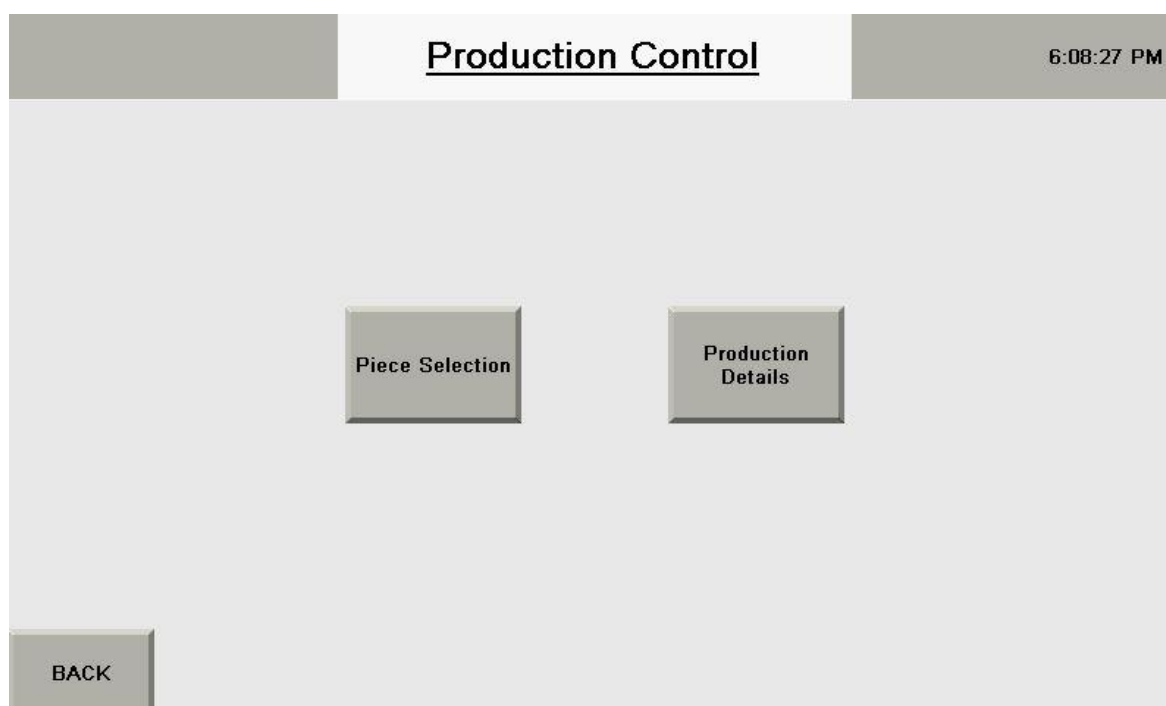


Figura A.15. Pantalla Production Control (Fuente: propia)

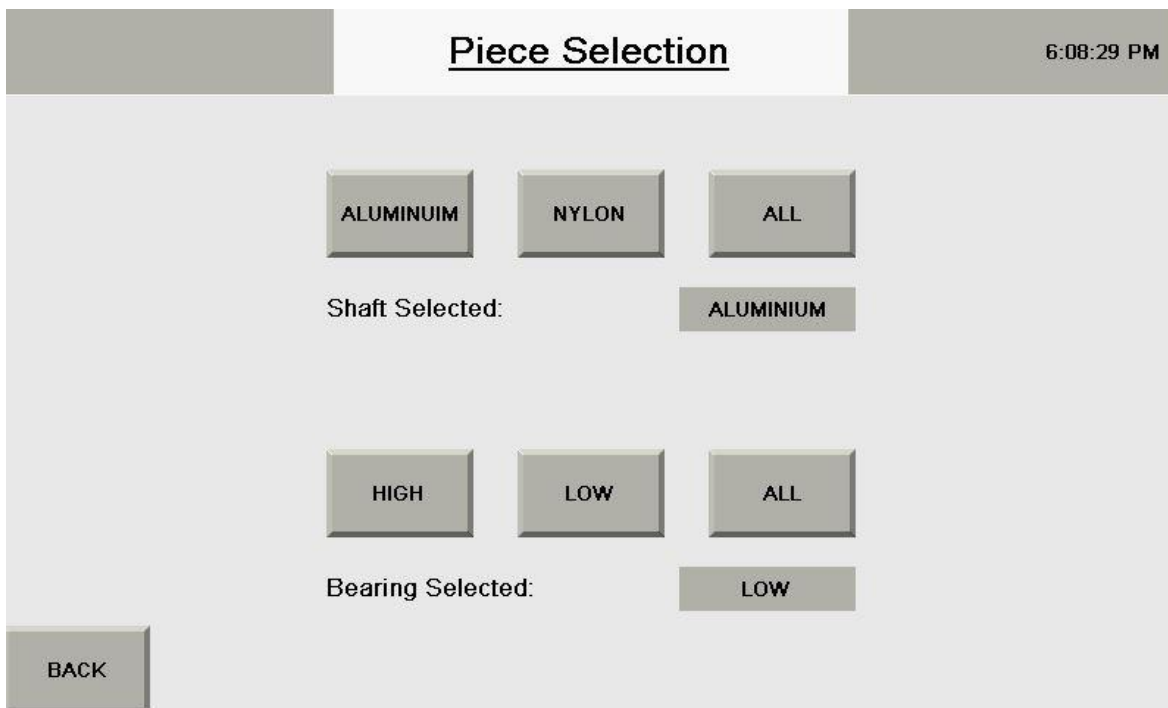


Figura A.16. Pantalla Piece Selection (Fuente: propia)

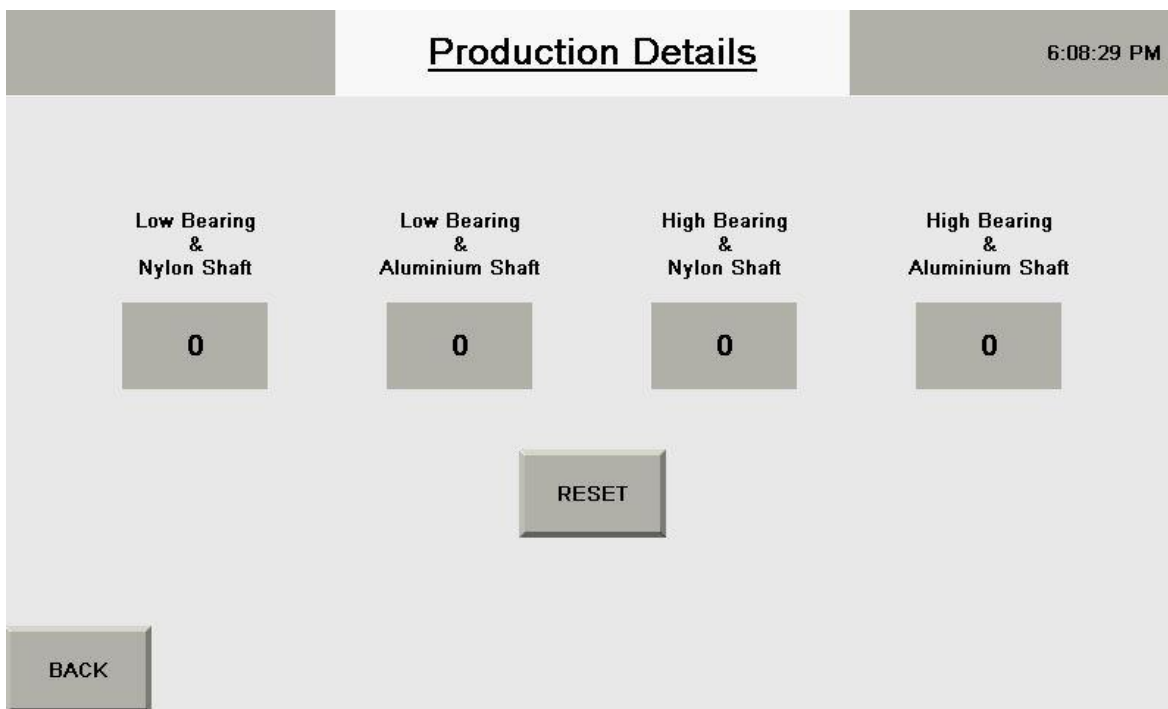


Figura A.17. Pantalla Production Details (Fuente: propia)

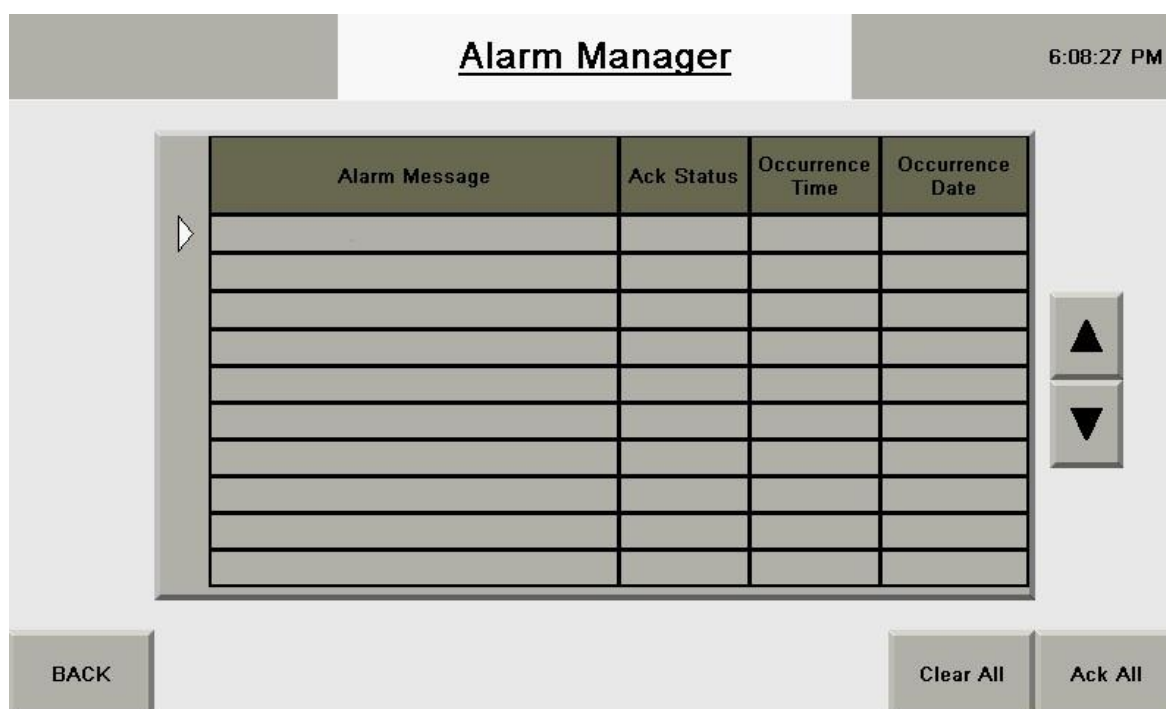


Figura A.18. Pantalla Alarm Manager (Fuente: propia)



Figura A.19. Pantalla Settings (Fuente: propia)

Anexo B: Guía rápida de uso de la aplicación

B1. Nomenclatura de los objetos

Se ha aplicado una convención de nomenclatura para los objetos, *tags* y alarmas. De esta forma, se consigue que el usuario pueda identificar en qué pantalla se ubica el objeto, el *tag* a qué objeto apunta o dónde se ha producido la alarma.

Los objetos se nombran siguiendo la Figura B.1:

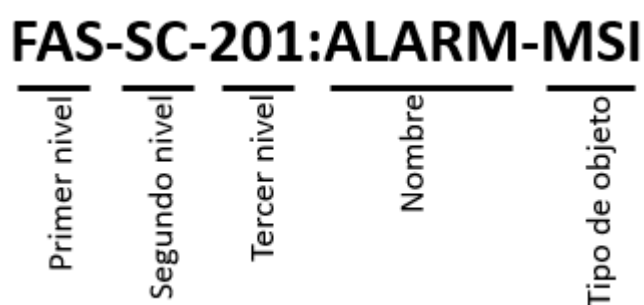


Figura B.1. Composición de la nomenclatura de los objetos (Fuente: propia)

Separado por guiones, se ubica la pantalla en la cual están situados. Los dos puntos separan la ubicación del objeto. Seguidamente, se encuentra el nombre particular del objeto y separado por un guion el tipo de objeto que se trata. La Figura A.1 muestra los acrónimos de cada pantalla.

Tipo de objeto (Convención de nomenclatura)	Tipo de objeto (CCW)
MSI	Indicador de estados múltiples
NAV	Pulsador dirigido a la navegación
LIST	Lista de alarmas
PB	Pulsador momentáneo
ND	<i>Display</i> numérico

MBP	Pulsador de estados múltiples
-----	-------------------------------

Tabla B.1. Correlación entre la nomenclatura usada y el tipo de herramienta de CCW

Las alarmas y *tags* no tienen el parámetro “tipo de objeto” en la nomenclatura. Por lo tanto, sólo muestran la ubicación y el nombre particular.

B2. Modos de funcionamiento: Station Control

La rama *Station Control* permite la visualización de las diferentes estaciones. Para su comprensión, es necesario familiarizarse con el indicador de estado y los modos de funcionamiento de la estación.

Modo normal: automático

El modo automático requiere del botón *start* para iniciarse, estando en funcionamiento en ese modo. El estado de la estación ha de ser *running*, el modo debe ser automático y el indicador de *reset* no ha de estar activo.

Modo normal: manual

El modo manual requiere del botón *start* cada vez que se efectúe una acción, es decir, es un modo paso a paso. El estado ha de estar en *stopped*, el modo ha de ser manual y el indicador de *reset* no ha de estar activo.

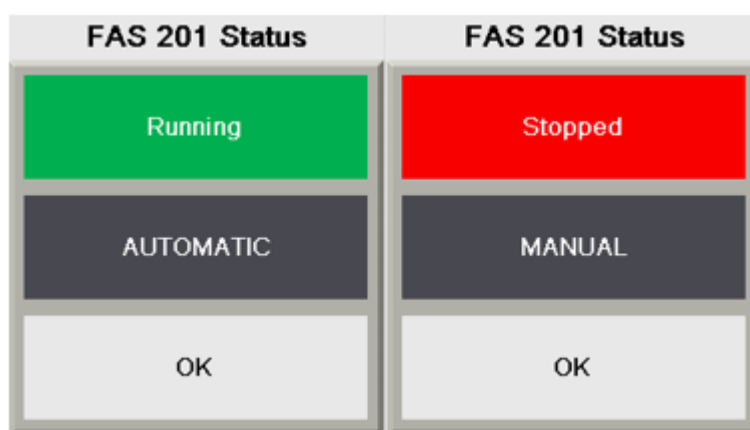


Figura B.2. Modos automático y manual respectivamente (Fuente: propia)

Modo fallo: falta de material

Cuando hay falta de material, el indicador de alarma se activa, así como también el indicador de falta de material. El estado de la máquina es paro, ya sea en automático o en manual. El indicador de reinicio no está activo.

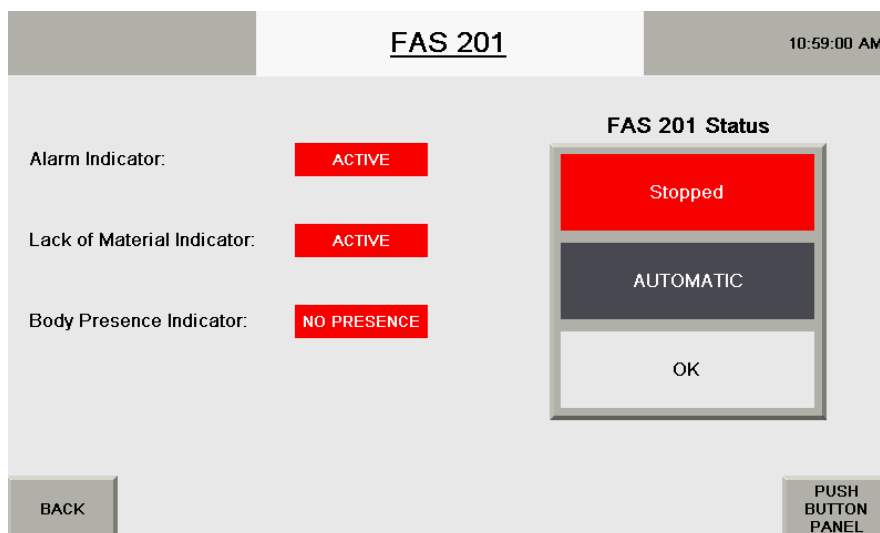


Figura B.3. Falta de material en la estación FAS 201 (Fuente: propia)

Modo fallo: necesidad de reinicio

En este modo, el indicador de alarma muestra fallo. Además, el visualizador de necesidad de reinicio se activa, indicando la necesidad de esa acción.

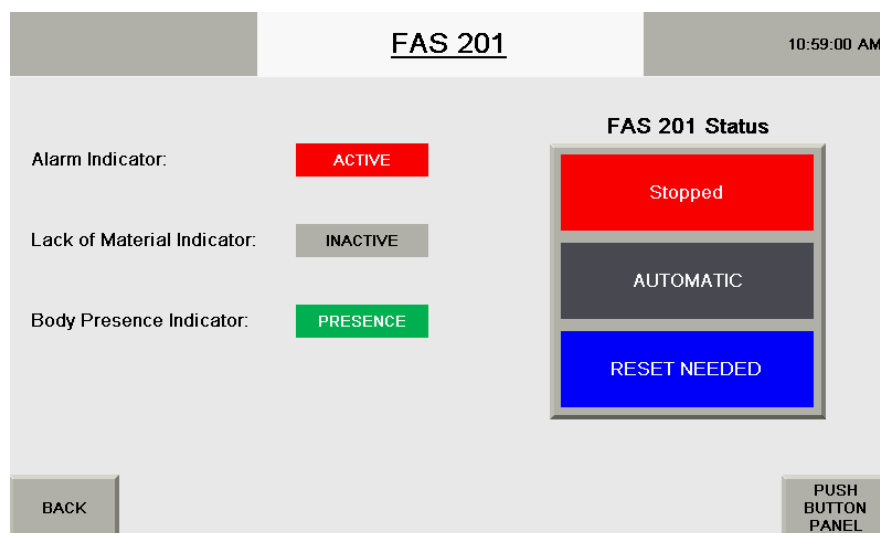


Figura B.4. Necesidad de reinicio de la estación FAS 201 (Fuente: propia)

B3. Uso del panel de mando digital: Push Button Panel

La pantalla *Push Button Panel*, ofrece una alternativa al panel de mando físico. Siguiendo la convención de colores marcada por el panel físico, cada pulsador representa su análogo del panel físico.

Los pulsadores *start* (verde), *stop* (rojo) y *reset* (azul) pueden ser pulsados en cualquier momento. El selector de modo ha de seguir unas pautas de uso debido a su diseño:

- El selector físico ha de estar en modo automático
- El operario se ha de cerciorar que nadie cambia de modo el panel físico durante el uso del selector digital. Se deben evitar contradicciones.
- Una vez acabado su uso en modo manual, debe reincorporarse al modo automático.

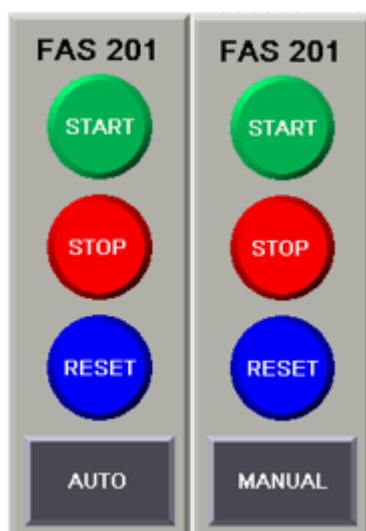


Figura B.5. Modo automático y manual, respectivamente, de la estación FAS 201 (Fuente: propia)

El pulsador *start* puede usarse cuando:

- El estado de la estación sea paro y su modo automático (marcha de la estación: modo automático)
- El estado de la estación sea paro y su modo manual (marcha de la estación: modo manual)

El pulsador *stop* puede usarse cuando:

- El estado de la estación sea marcha y su modo automático (paro de la estación)
- El estado de la estación sea marcha y su modo manual (paro de la estación)

El pulsador *reset* debe usarse cuando:

- Se requiera reinicio por imposición de alarma (reinicio de la estación obligatorio)
- El estado de la estación sea paro, indistintamente de su modo de funcionamiento, y se quiera reiniciar voluntariamente debido a actuación errática de la estación (reinicio de la estación voluntario)

B4. Fallo en las comunicaciones

El fallo en las comunicaciones es una falla anormal en la aplicación. Debido a no poder comunicarse con el controlador, el terminal gráfico no puede ni leer ni escribir *tags*. Por lo tanto, deja de recibir información.

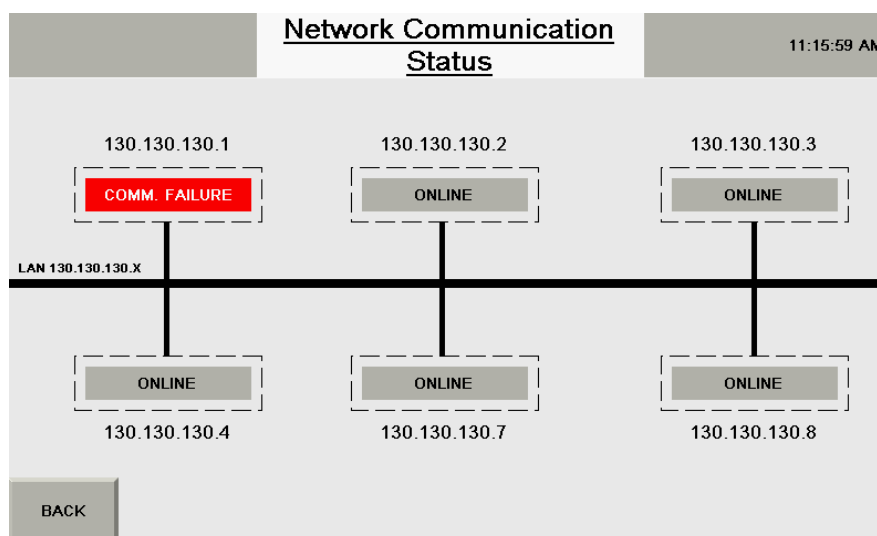


Figura B.6. Fallo de comunicaciones con el PLC de la estación FAS 201 (Fuente: propia)

La pantalla de NCS muestra el mensaje de error cuando no recibe información, es decir, el *tag* correspondiente no es '0' ni '1'. Los visualizadores con *tags* dirigidos al PLC incomunicado dispondrán un mensaje de alerta y un color amarillo informando del error.

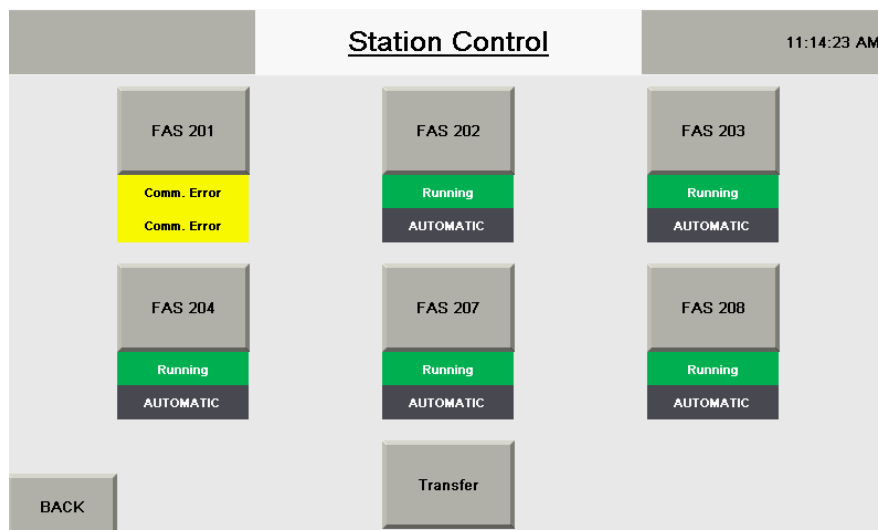


Figura B.7. Fallo de comunicaciones con el PLC de la estación FAS 201 (Fuente: propia)

B5. Lista de objetos por pantalla

Pantalla	Objeto	Descripción
FAS 200 Main	FAS:LOGOUT-PB	Cierre de sesión del usuario
FAS 200 Main	FAS:SC-NAV	Navegación a la pantalla Station Control
FAS 200 Main	FAS:MTC-NAV	Navegación a la pantalla Maintenance
FAS 200 Main	FAS:PC-NAV	Navegación a la pantalla Production Control
FAS 200 Main	FAS:AM-NAV	Navegación a la pantalla Alarm Manager
FAS 200 Main	FAS:SET-NAV	Navegación a la pantalla protegida Settings
Station Control	FAS-SC:201-NAV	Navegación a la pantalla FAS201
Station Control	FAS-SC:202-NAV	Navegación a la pantalla FAS202
Station Control	FAS-SC:203-NAV	Navegación a la pantalla FAS203
Station Control	FAS-SC:204-NAV	Navegación a la pantalla FAS204
Station Control	FAS-SC:207-NAV	Navegación a la pantalla FAS207
Station Control	FAS-SC:208-NAV	Navegación a la pantalla FAS208
Station Control	FAS-SC:TR-NAV	Navegación a la pantalla Transfer
Station Control	FAS-SC:RUNSTOP1-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 201
Station Control	FAS-SC:RUNSTOP2-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 202
Station Control	FAS-SC:RUNSTOP3-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 203
Station Control	FAS-SC:RUNSTOP4-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 204
Station Control	FAS-SC:RUNSTOP7-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 207
Station Control	FAS-SC:RUNSTOP8-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 208
Station Control	FAS-SC:AUTOMAN1-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 201
Station Control	FAS-SC:AUTOMAN2-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 202
Station Control	FAS-SC:AUTOMAN3-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 203

Station Control	FAS-SC:AUTOMAN4-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 204
Station Control	FAS-SC:AUTOMAN7-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 207
Station Control	FAS-SC:AUTOMAN8-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 208
Station Control	FAS-SC:BACK-NAV	Navegación a la pantalla FAS 200 Main
Production Control	FAS-PC:PS-NAV	Navegación a la pantalla Piece Selection
Production Control	FAS-PC:PD-NAV	Navegación a la pantalla Production Details
Production Control	FAS-PC:BACK-NAV	Navegación a la pantalla FAS 200 Main
Maintenace	FAS-MTC:CA-NAV	Navegación a la pantalla CA Distribution
Maintenace	FAS-MTC:NCS-NAV	Navegación a la pantalla NCS
Maintenace	FAS-MTC:BACK-NAV	Navegación a la pantalla FAS 200 Main
Alarm Manager	FAS-AM:ALARM-LIST	Lista de alarmas
Alarm Manager	FAS-AM:UP-PB	Navegación hacia arriba por la lista de alarmas
Alarm Manager	FAS-AM:DOWN-PB	Navegación hacia abajo por la lista de alarmas
Alarm Manager	FAS-AM:CLEARALL-PB	Borrar todas las alarmas de la lista
Alarm Manager	FAS-AM:ACKALL-PB	Reconocer todas las alarmas activas de la lista
Alarm Manager	FAS-AM:BACK-PB	Navegación a la pantalla FAS 200 Main
Settings	FAS-SET:CONFIG-NAV	Navegación al firmware del terminal gráfico
Settings	FAS-SET:BACK-NAV	Navegación a la pantalla FAS 200 Main
FAS201	FAS-SC-201:ALARM-MSI	Indicador de alarma de la estación FAS 201
FAS201	FAS-SC-201:LOM-MSI	Indicador de falta de material de la estación FAS 201
FAS201	FAS-SC-201:BP-MSI	Indicador de presencia de cuerpo de la estación FAS 201
FAS201	FAS-SC-201:RUNSTOP-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 201
FAS201	FAS-SC-201:AUTOMAN-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 201
FAS201	FAS-SC-201:RESET-MSI	Indicador de necesidad de reinicio de la estación FAS 201
FAS201	FAS-SC-201:PBP-NAV	Navegación a la pantalla Push Button Panel
FAS201	FAS-SC-201:BACK-NAV	Navegación a la pantalla Station Control
FAS202	FAS-SC-202:ALARM-MSI	Indicador de alarma de la estación FAS 202
FAS202	FAS-SC-202:REJECT-MSI	Indicador de estado del cuerpo de la estación FAS 202
FAS202	FAS-SC-202:PP-MSI	Indicador de presencia de paleta de la estación FAS 202
FAS202	FAS-SC-202:RUNSTOP-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 202
FAS202	FAS-SC-202:AUTOMAN-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 202
FAS202	FAS-SC-202:RESET-MSI	Indicador de necesidad de reinicio de la estación FAS 202
FAS202	FAS-SC-202:PBP-NAV	Navegación a la pantalla Push Button Panel
FAS202	FAS-SC-202:BACK-NAV	Navegación a la pantalla Station Control
FAS203	FAS-SC-203:ALARM-MSI	Indicador de alarma de la estación FAS 203
FAS203	FAS-SC-203:LOM-MSI	Indicador de falta de material de la estación FAS 203
FAS203	FAS-SC-203:BP-MSI	Indicador de presencia de rodamiento de la estación FAS 203

FAS203	FAS-SC-203:RUNSTOP-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 203
FAS203	FAS-SC-203:AUTOMAN-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 203
FAS203	FAS-SC-203:RESET-MSI	Indicador de necesidad de reinicio de la estación FAS 203
FAS203	FAS-SC-203:PBP-NAV	Navegación a la pantalla Push Button Panel
FAS203	FAS-SC-203:BACK-NAV	Navegación a la pantalla Station Control
FAS204	FAS-SC-204:ALARM-MSI	Indicador de alarma de la estación FAS 204
FAS204	FAS-SC-204:BEARING-MSI	Indicador de rodamiento medido la estación FAS 204
FAS204	FAS-SC-204:SELECT-MSI	Indicador de rodamiento seleccionado de la estación FAS 204
FAS204	FAS-SC-204:PP-MSI	Indicador de presencia de paleta de la estación FAS 204
FAS204	FAS-SC-204:RUNSTOP-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 204
FAS204	FAS-SC-204:AUTOMAN-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 204
FAS204	FAS-SC-204:RESET-MSI	Indicador de necesidad de reinicio de la estación FAS 204
FAS204	FAS-SC-204:PBP-NAV	Navegación a la pantalla Push Button Panel
FAS204	FAS-SC-204:BACK-NAV	Navegación a la pantalla Station Control
FAS207	FAS-SC-207:ALARM-MSI	Indicador de alarma de la estación FAS 207
FAS207	FAS-SC-207:SHAFT-MSI	Indicador de material de eje detectado de la estación FAS 207
FAS207	FAS-SC-207:SELECT-MSI	Indicador de eje seleccionado de la estación FAS 207
FAS207	FAS-SC-207:LOM-MSI	Indicador de falta de material de la estación FAS 207
FAS207	FAS-SC-207:RUNSTOP-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 207
FAS207	FAS-SC-207:AUTOMAN-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 207
FAS207	FAS-SC-207:RESET-MSI	Indicador de necesidad de reinicio de la estación FAS 207
FAS207	FAS-SC-207:PBP-NAV	Navegación a la pantalla Push Button Panel
FAS207	FAS-SC-207:BACK-NAV	Navegación a la pantalla Station Control
FAS208	FAS-SC-208:ALARM-MSI	Indicador de alarma de la estación FAS 208
FAS208	FAS-SC-208:REJECT-MSI	Indicador de estado del eje de la estación FAS 208
FAS208	FAS-SC-208:PP-MSI	Indicador de presencia de paleta de la estación FAS 208
FAS208	FAS-SC-208:RUNSTOP-MSI	Indicador de estado de la estación FAS 208
FAS208	FAS-SC-208:AUTOMAN-MSI	Indicador de modo de la estación FAS 208
FAS208	FAS-SC-208:RESET-MSI	Indicador de necesidad de reinicio de la estación FAS 208
FAS208	FAS-SC-208:PBP-NAV	Navegación a la pantalla Push Button Panel
FAS208	FAS-SC-208:BACK-NAV	Navegación a la pantalla Station Control
Transfer	FAS-SC-TR:PP2-MSI	Indicador de presencia de paleta en la estación FAS 202
Transfer	FAS-SC-TR:PP4-MSI	Indicador de presencia de paleta en la estación FAS 204

Transfer	FAS-SC-TR:PP8-MSI	Indicador de presencia de paleta en la estación FAS 208
Transfer	FAS-SC-TR:202-MSI	Indicador de estado de la barrera en la estación FAS 202
Transfer	FAS-SC-TR:204-MSI	Indicador de estado de la barrera en la estación FAS 204
Transfer	FAS-SC-TR:208-MSI	Indicador de estado de la barrera en la estación FAS 208
Transfer	FAS-SC-TR:BACK-NAV	Navegación a la pantalla Station Control
Piece Selection	FAS-PC-PS:ALUMINIUM-PB	Selección de eje de aluminio
Piece Selection	FAS-PC-PS:NYLON-PB	Selección de eje de nylon
Piece Selection	FAS-PC-PS:ALLS-PB	Selección de todos los ejes
Piece Selection	FAS-PC-PS:HIGH-PB	Selección de rodamiento alto
Piece Selection	FAS-PC-PS:LOW-PB	Selección de rodamiento bajo
Piece Selection	FAS-PC-PS:ALLB-PB	Selección de todos los rodamientos
Piece Selection	FAS-PC-PS:BACK-NAV	Navegación a la pantalla Production Control
Production Details	FAS-PC-PD:LN-ND	Contador de ensamblajes con rodamiento=bajo y eje=nylon
Production Details	FAS-PC-PD:LA-ND	Contador de ensamblajes con rodamiento=bajo y eje=aluminio
Production Details	FAS-PC-PD:HN-ND	Contador de ensamblajes con rodamiento=alto y eje=nylon
Production Details	FAS-PC-PD:HA-ND	Contador de ensamblajes con rodamiento=alto y eje=aluminio
Production Details	FAS-PC-PD:RESET-PB	Reinicio de todos los contadores
Production Details	FAS-PC-PD:BACK-NAV	Navegación a la pantalla Production Control
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:201START-PB	Pulsador de start de la estación FAS 201
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:201STOP-PB	Pulsador de start de la estación FAS 201
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:201RESET-PB	Pulsador de start de la estación FAS 201
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:201AM-MPB	Selector de AUTO/MAN de la estación FAS 201
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:202START-PB	Pulsador de start de la estación FAS 202
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:202STOP-PB	Pulsador de start de la estación FAS 202
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:202RESET-PB	Pulsador de start de la estación FAS 202
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:202AM-MPB	Selector de AUTO/MAN de la estación FAS 202
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:203START-PB	Pulsador de start de la estación FAS 203
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:203STOP-PB	Pulsador de start de la estación FAS 203
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:203RESET-PB	Pulsador de start de la estación FAS 203
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:203AM-MPB	Selector de AUTO/MAN de la estación FAS 203
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:204START-PB	Pulsador de start de la estación FAS 204
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:204STOP-PB	Pulsador de start de la estación FAS 204
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:204RESET-PB	Pulsador de start de la estación FAS 204
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:204AM-MPB	Selector de AUTO/MAN de la estación FAS 204
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:207START-PB	Pulsador de start de la estación FAS 207
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:207STOP-PB	Pulsador de start de la estación FAS 207
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:207RESET-PB	Pulsador de start de la estación FAS 207

Push Button Panel	FAS-SC-PBP:207AM-MPB	Selector de AUTO/MAN de la estación FAS 207
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:208START-PB	Pulsador de start de la estación FAS 208
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:208STOP-PB	Pulsador de start de la estación FAS 208
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:208RESET-PB	Pulsador de start de la estación FAS 208
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:208AM-MPB	Selector de AUTO/MAN de la estación FAS 208
Push Button Panel	FAS-SC-PBP:BACK-NAV	Navegación a la estación anterior desde la que se accedió
CA Distribution	FAS-MTC-CA:201-MSI	Indicador de estado del aire comprimido de la estación FAS 201
CA Distribution	FAS-MTC-CA:202-MSI	Indicador de estado del aire comprimido de la estación FAS 202
CA Distribution	FAS-MTC-CA:203-MSI	Indicador de estado del aire comprimido de la estación FAS 203
CA Distribution	FAS-MTC-CA:201-MSI	Indicador de estado del aire comprimido de la estación FAS 204
CA Distribution	FAS-MTC-CA:207-MSI	Indicador de estado del aire comprimido de la estación FAS 207
CA Distribution	FAS-MTC-CA:208-MSI	Indicador de estado del aire comprimido de la estación FAS 208
CA Distribution	FAS-MTC-CA:BACK-NAV	Navegación a la pantalla de Maintenance
NCS	FAS-MTC-NCS:201-MSI	Indicador de estado de las comunicaciones con el PLC de FAS 201
NCS	FAS-MTC-NCS:202-MSI	Indicador de estado de las comunicaciones con el PLC de FAS 202
NCS	FAS-MTC-NCS:203-MSI	Indicador de estado de las comunicaciones con el PLC de FAS 203
NCS	FAS-MTC-NCS:201-MSI	Indicador de estado de las comunicaciones con el PLC de FAS 204
NCS	FAS-MTC-NCS:207-MSI	Indicador de estado de las comunicaciones con el PLC de FAS 207
NCS	FAS-MTC-NCS:208-MSI	Indicador de estado de las comunicaciones con el PLC de FAS 208
NCS	FAS-MTC-NCS:BACK-NAV	Navegación a la pantalla de Maintenance

Tabla B.2. Lista de objetos por pantalla de la aplicación CCW

Anexo C: Lista de tags

Lista de *tags* usados en la aplicación:

Nombre del tag	Tipo de datos	Dirección	Controlador	Descripción
FAS-MTC-NCS:201	Boolean	N20:11/0	PLC-FAS201	Communication Status of FAS-201
FAS-MTC-NCS:202	Boolean	N20:11/0	PLC-FAS202	Communication Status of FAS-202
FAS-MTC-NCS:203	Boolean	N20:11/0	PLC-FAS203	Communication Status of FAS-203
FAS-MTC-NCS:204	Boolean	N20:11/0	PLC-FAS204	Communication Status of FAS-204
FAS-MTC-NCS:207	Boolean	N20:11/0	PLC-FAS207	Communication Status of FAS-207
FAS-MTC-NCS:208	Boolean	N20:11/0	PLC-FAS208	Communication Status of FAS-208
FAS-MTC-CA:201	Boolean	B3:2/6	PLC-FAS201	Compressed Air Status of FAS-201
FAS-MTC-CA:202	Boolean	B3:2/9	PLC-FAS202	Compressed Air Status of FAS-202
FAS-MTC-CA:203	Boolean	B3:2/6	PLC-FAS203	Compressed Air Status of FAS-203
FAS-MTC-CA:204	Boolean	B3:2/6	PLC-FAS204	Compressed Air Status of FAS-204
FAS-MTC-CA:207	Boolean	B3:3/2	PLC-FAS207	Compressed Air Status of FAS-207
FAS-MTC-CA:208	Boolean	B3:10/4	PLC-FAS208	Compressed Air Status of FAS-208
FAS-SC-201:AUTOMAN	Boolean	B3:1/1	PLC-FAS201	Auto/Man Indicator of FAS-201
FAS-SC-202:AUTOMAN	Boolean	B3:1/2	PLC-FAS202	Auto/Man Indicator of FAS-202
FAS-SC-203:AUTOMAN	Boolean	B3:1/2	PLC-FAS203	Auto/Man Indicator of FAS-203
FAS-SC-204:AUTOMAN	Boolean	B3:3/3	PLC-FAS204	Auto/Man Indicator of FAS-204
FAS-SC-207:AUTOMAN	Boolean	B3:7/3	PLC-FAS207	Auto/Man Indicator of FAS-207
FAS-SC-208:AUTOMAN	Boolean	B3:10/6	PLC-FAS208	Auto/Man Indicator of FAS-208
FAS-SC-201:RUNSTOP	Boolean	B3:2/0	PLC-FAS201	Status Indicator of FAS-201
FAS-SC-202:RUNSTOP	Boolean	B3:2/0	PLC-FAS202	Status Indicator of FAS-202
FAS-SC-203:RUNSTOP	Boolean	B3:2/0	PLC-FAS203	Status Indicator of FAS-203
FAS-SC-204:RUNSTOP	Boolean	B3:2/10	PLC-FAS204	Status Indicator of FAS-204
FAS-SC-207:RUNSTOP	Boolean	B3:3/0	PLC-FAS207	Status Indicator of FAS-207
FAS-SC-208:RUNSTOP	Boolean	B3:10/5	PLC-FAS208	Status Indicator of FAS-208
FAS-SC-201:LOM	Boolean	O:0/4	PLC-FAS201	Lack of Material on FAS-201
FAS-SC-201:ALARM	Boolean	B3:1/2	PLC-FAS201	Alarm Indicator of FAS-201
FAS-SC-201:BP	Boolean	I:0/8	PLC-FAS201	Body Presence on FAS-201
FAS-SC-202:ALARM	Boolean	B3:3/1	PLC-FAS202	Alarm Indicator of FAS-202

FAS-SC-203:ALARM	Boolean	B3:1/1	PLC-FAS203	Alarm Indicator of FAS-203
FAS-SC-204:ALARM	Boolean	B3:3/1	PLC-FAS204	Alarm Indicator of FAS-204
FAS-SC-207:ALARM	Boolean	B3:15/1	PLC-FAS207	Alarm Indicator of FAS-207
FAS-SC-208:ALARM	Boolean	B3:15/2	PLC-FAS208	Alarm Indicator of FAS-208
FAS-SC-203:LOM	Boolean	O:0/6	PLC-FAS203	Lack of Material on FAS-203
FAS-SC-207:LOM	Boolean	O:0/5	PLC-FAS207	Lack of Material on FAS-207
FAS-SC-203:BP	Boolean	I:0/5	PLC-FAS203	Bearing Presence on FAS-203
FAS-SC-202:PP	Boolean	I:0/9	PLC-FAS202	Palet Presence on FAS-202
FAS-SC-202:REJECT	Boolean	N20:1/2	PLC-FAS202	Body Status on FAS-202
FAS-SC-204:BEARING	16 bit integer	N7:0	PLC-FAS204	Bearing Height Measured
FAS-SC-204:SELECT	16 bit integer	N7:1	PLC-FAS204	Bearings Enabled to Assemble
FAS-SC-207:SELECT	16 bit integer	N7:19	PLC-FAS207	Shafts Enabled to Assemble
FAS-SC-207:SHAFT	16 bit integer	N7:2	PLC-FAS207	Shaft Material Detected
FAS-SC-208:PP	Boolean	I:0/14	PLC-FAS208	Palet Presence on FAS-208
FAS-SC-208:REJECT	Boolean	N20:11/5	PLC-FAS208	Shaft Status on FAS-208
FAS-SC-204:PP	Boolean	I:0/10	PLC-FAS204	Palet Presence on FAS-204
FAS-SC-TR:208	Boolean	O:0/10	PLC-FAS208	Stopper Status of FAS-208
FAS-PC-PS:HIGH	Boolean	B3:4/1	PLC-FAS204	Only High Bearings Are Enabled
FAS-PC-PS:LOW	Boolean	B3:4/0	PLC-FAS204	Only Low Bearings Are Enabled
FAS-PC-PS:ALLB	Boolean	B3:4/2	PLC-FAS204	All Bearings Are Enabled to Assemble
FAS-PC-PS:ALUMINIUM	Boolean	B3:7/0	PLC-FAS207	Only Aluminium Shafts Are Enabled
FAS-PC-PS:NYLON	Boolean	B3:7/1	PLC-FAS207	Only Nylon Shafts Are Enabled
FAS-PC-PS:ALLS	Boolean	B3:7/2	PLC-FAS207	All Shafts Are Enabled to Assemble
FAS-SC-201:RESET	Boolean	B3:1/0	PLC-FAS201	Reset Needed Indicator of FAS-201
FAS-SC-202:RESET	Boolean	B3:1/0	PLC-FAS202	Reset Needed Indicator of FAS-202
FAS-SC-203:RESET	Boolean	B3:1/0	PLC-FAS203	Reset Needed Indicator of FAS-203
FAS-SC-204:RESET	Boolean	B3:3/0	PLC-FAS204	Reset Needed Indicator of FAS-204
FAS-SC-207:RESET	Boolean	B3:15/0	PLC-FAS207	Reset Needed Indicator of FAS-207
FAS-SC-208:RESET	Boolean	B3:15/0	PLC-FAS208	Reset Needed Indicator of FAS-208
FAS-SC-TR:204	Boolean	B3:0/14	PLC-FAS204	Stopper Status of FAS-204
FAS-SC-TR:202	Boolean	O:0/7	PLC-FAS202	Stopper Status of FAS-202
FAS-SC-PBP:207START	Boolean	N7:1/2	PLC-FAS207	Start Remote Push Button of FAS-207
FAS-SC-PBP:207STOP	Boolean	N7:1/3	PLC-FAS207	Stop Remote Push Button of FAS-207
FAS-SC-PBP:207RESET	Boolean	N7:1/4	PLC-FAS207	Reset Remote Push Button of FAS-207
FAS-SC-PBP:201START	Boolean	N7:1/2	PLC-FAS201	Start Remote Push Button of FAS-201
FAS-SC-PBP:201STOP	Boolean	N7:1/3	PLC-FAS201	Stop Remote Push Button of FAS-201

FAS-SC-PBP:201RESET	Boolean	N7:1/4	PLC-FAS201	Reset Remote Push Button of FAS-201
FAS-SC-PBP:202START	Boolean	N7:1/2	PLC-FAS202	Start Remote Push Button of FAS-202
FAS-SC-PBP:202STOP	Boolean	N7:1/3	PLC-FAS202	Stop Remote Push Button of FAS-202
FAS-SC-PBP:202RESET	Boolean	N7:1/4	PLC-FAS202	Reset Remote Push Button of FAS-202
FAS-SC-PBP:203START	Boolean	N7:1/2	PLC-FAS203	Start Remote Push Button of FAS-203
FAS-SC-PBP:203STOP	Boolean	N7:1/3	PLC-FAS203	Stop Remote Push Button of FAS-203
FAS-SC-PBP:203RESET	Boolean	N7:1/4	PLC-FAS203	Reset Remote Push Button of FAS-203
FAS-SC-PBP:204START	Boolean	N7:3/2	PLC-FAS204	Start Remote Push Button of FAS-204
FAS-SC-PBP:204STOP	Boolean	N7:3/3	PLC-FAS204	Stop Remote Push Button of FAS-204
FAS-SC-PBP:204RESET	Boolean	N7:3/4	PLC-FAS204	Reset Remote Push Button of FAS-204
FAS-SC-PBP:208START	Boolean	N7:1/2	PLC-FAS208	Start Remote Push Button of FAS-208
FAS-SC-PBP:208STOP	Boolean	N7:1/3	PLC-FAS208	Stop Remote Push Button of FAS-208
FAS-SC-PBP:208RESET	Boolean	N7:1/4	PLC-FAS208	Reset Remote Push Button of FAS-208
FAS-SC-PBP:201AM	Boolean	N7:1/11	PLC-FAS201	Auto/Man Remote Selector of FAS-201
FAS-SC-PBP:204AM	Boolean	N7:4/0	PLC-FAS204	Auto/Man Remote Selector of FAS-204
FAS-PC-PD:HA	16 bit integer	C5:0.ACC	PLC-FAS208	Number of High Bearing and Aluminium Shaft Pieces Assembled
FAS-PC-PD:LN	16 bit integer	C5:1.ACC	PLC-FAS208	Number of Low Bearing and Nylon Shaft Pieces Assembled
FAS-SC-PBP:202AM	Boolean	N7:1/11	PLC-FAS202	Auto/Man Remote Selector of FAS-202
FAS-SC-PBP:203AM	Boolean	N7:1/11	PLC-FAS203	Auto/Man Remote Selector of FAS-203
FAS-SC-PBP:207AM	Boolean	N7:1/11	PLC-FAS207	Auto/Man Remote Selector of FAS-207
FAS-SC-PBP:208AM	Boolean	N7:1/11	PLC-FAS208	Auto/Man Remote Selector of FAS-208
FAS-PC-PD:HN	16 bit integer	C5:2.ACC	PLC-FAS208	Number of High Bearing and Nylon Shaft Pieces Assembled
FAS-PC-PD:LA	16 bit integer	C5:3.ACC	PLC-FAS208	Number of Low Bearing and Aluminium Shaft Pieces Assembled
FAS-PC-PD:RESET	Boolean	B3:15/1	PLC-FAS208	Reset HA, HN, LA, and LN Counters

Tabla C.1. Lista de tags

Anexo D: Lista de alarmas y procedimiento de actuación

La lista de alarmas de la aplicación es la siguiente:

Activador	Tipo de alarma	Detección de flanco	Valor	Mensaje
FAS-MTC-CA:201	Bit	Igual	1	No air pressure at FAS-201
FAS-MTC-CA:202	Bit	Igual	1	No air pressure at FAS-202
FAS-MTC-CA:203	Bit	Igual	1	No air pressure at FAS-203
FAS-MTC-CA:204	Bit	Igual	1	No air pressure at FAS-204
FAS-MTC-CA:207	Bit	Igual	1	No air pressure at FAS-207
FAS-MTC-CA:208	Bit	Igual	1	No air pressure at FAS-208
FAS-MTC-NCS:201	Bit	Igual	0	Communication Failure with FAS-201
FAS-MTC-NCS:202	Bit	Igual	0	Communication Failure with FAS-202
FAS-MTC-NCS:203	Bit	Igual	0	Communication Failure with FAS-203
FAS-MTC-NCS:204	Bit	Igual	0	Communication Failure with FAS-204
FAS-MTC-NCS:207	Bit	Igual	0	Communication Failure with FAS-207
FAS-MTC-NCS:208	Bit	Igual	0	Communication Failure with FAS-208
FAS-SC-201:LOM	Bit	Igual	1	Lack of Bodies at FAS-201
FAS-SC-201:RESET	Bit	Igual	1	RESET NEEDED at FAS-201
FAS-SC-202:RESET	Bit	Igual	1	RESET NEEDED at FAS-202
FAS-SC-203:LOM	Bit	Igual	1	Lack of Bearings at FAS-203
FAS-SC-203:RESET	Bit	Igual	1	RESET NEEDED at FAS-203
FAS-SC-204:RESET	Bit	Igual	1	RESET NEEDED at FAS-204
FAS-SC-207:LOM	Bit	Igual	1	Lack of Shafts at FAS-207
FAS-SC-207:RESET	Bit	Igual	1	RESET NEEDED at FAS-207
FAS-SC-208:RESET	Bit	Igual	1	RESET NEEDED at FAS-208

Tabla D.1. Lista de alarmas

Existen cuatro tipos de alarmas:

- LOM (Falta de material)
- RESET (Necesidad de reinicio)
- CA (Falta de presión de aire comprimido)
- NCS (Fallo de comunicaciones)

El procedimiento de actuación no pretende ser la solución definitiva a cualquiera de los problemas producidos. El procedimiento de actuación contempla la acción que se debe seguir cuando se activa cualquiera de las alarmas.

Las alarmas LOM (*Lack of Material*) sólo pueden producirse en las estaciones que dispensan el material del ensamblaje: estación FAS 201, FAS 203 y FAS 207. La falta de material se refiere a falta de cuerpos, rodamientos y ejes respectivamente. La alarma menciona qué estación no dispone de material y cuál es el material que falta. El procedimiento de actuación consiste en reponer el material necesario, ya sean cuerpos, rodamientos o ejes, en la estación que haya saltado la alarma.

Las alarmas del tipo RESET indican necesidad de reinicio de la estación. Se producen cuando ha habido falta de material en la estación o cuando la estación no encuentra las condiciones iniciales. El procedimiento de actuación para este grupo de alarmas es pulsar el pulsador de *reset*, ya sea desde el panel físico o mediante el panel de mando digital (pantalla *Push Button Panel*).

Cuando una alarma CA se activa, indica que no hay presión de aire en la estación. Por lo tanto, los actuadores no pueden ejecutar su función. Es una alarma común en las estaciones FAS 201 y FAS 203. El procedimiento de actuación se lista a continuación:

1. Revisar que el circuito de alimentación de aire comprimido esté abierto.
2. Ayudar al actuador manualmente. Muchas veces, debido al fallo de diseño hecho por SMC, existen pequeños rozamientos entre actuadores y piezas; la fuerza de fricción es superior a la fuerza recibida por el aire comprimido.
3. Revisión de la unidad de tratamiento de aire de la estación. Visualizar la presión desde el visualizador analógico. Si el fallo insiste, una solución puede ser aumentar la presión.
4. Si nada funciona, avisar al docente encargado o al equipo de mantenimiento del laboratorio.

Las alarmas del tipo NCS se producen cuando no se establece comunicación entre el terminal gráfico y el PLC al que están comunicados. El proceso de actuación se muestra a continuación:

1. Revisar que el selector On/Off de la estación esté en estado On.
2. Revisar que la IP del controlador sigue siendo la misma a la que apunta el terminal gráfico.
3. Avisar al docente encargado o al equipo de mantenimiento del laboratorio.

Anexo E: Ampliación de las modificaciones en los *ladders*

E1. Panel de mando digital

Para la modificación del panel de mando digital, se han efectuado los siguientes cambios en los programas de todas las estaciones, es decir, en FAS 201, FAS 202, FAS 203, FAS 204, FAS 207 y FAS 208. Los símbolos tienen el mismo nombre en cada una de las estaciones, pero van dirigidos a direcciones de memoria distintas según el PLC. En el anexo C: Lista de tags, se encuentran las direcciones a las que van dirigidas los *tags*.

LAD 5 – WORK_BITS

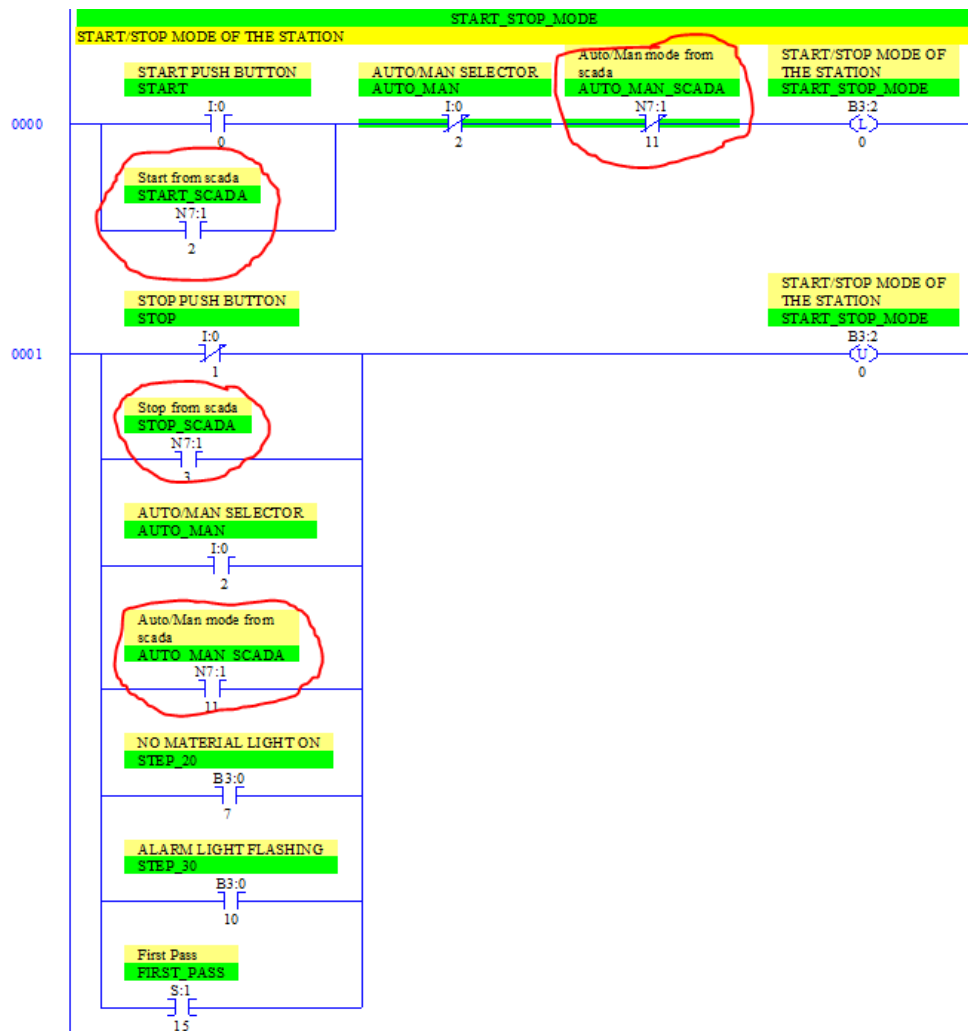


Figura E.1. Modificación del START_STOP_MODE (Fuente: propia)

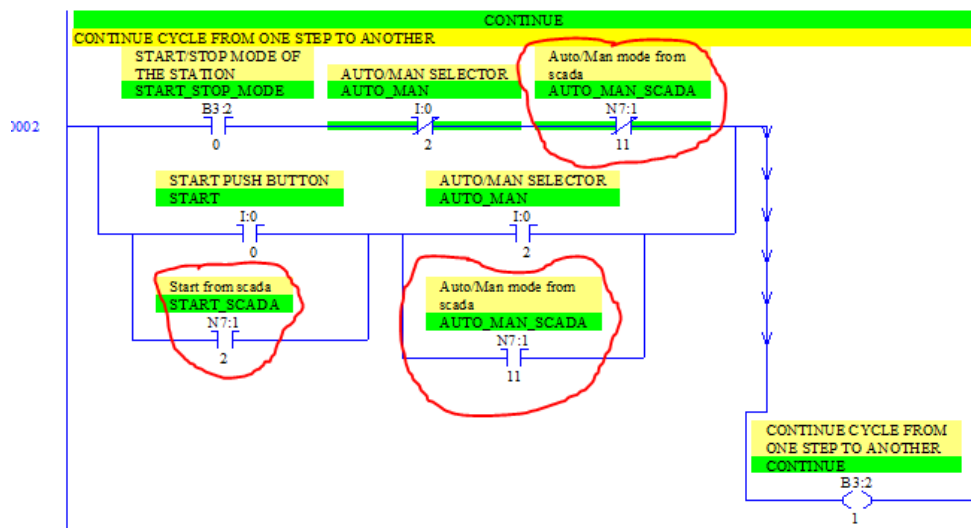


Figura E.2. Modificación de CONTINUE

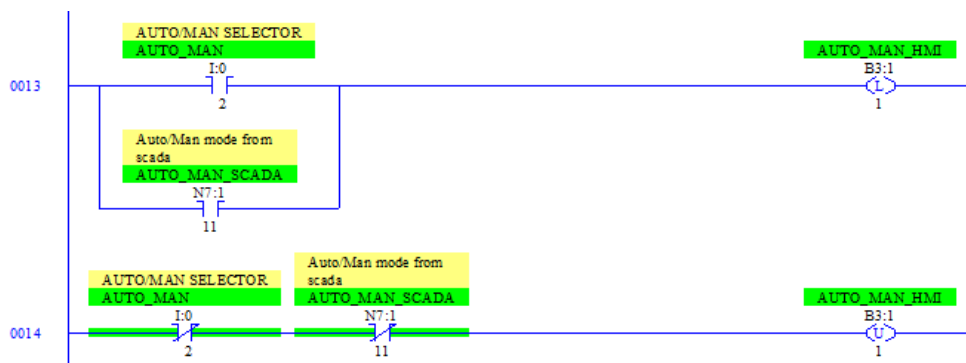


Figura E.3. Adición de visualizador de modo AUTO/MAN para HMI (Fuente: propia)

LAD 3 – STEPS

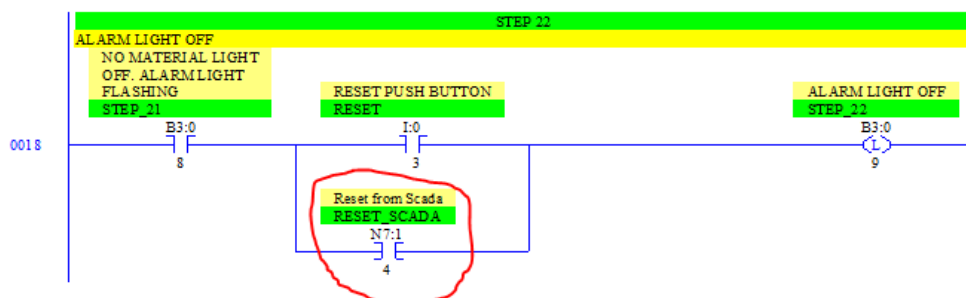


Figura E.4. Adición de botón de reset para reinicio después de falta de material (Fuente: propia)

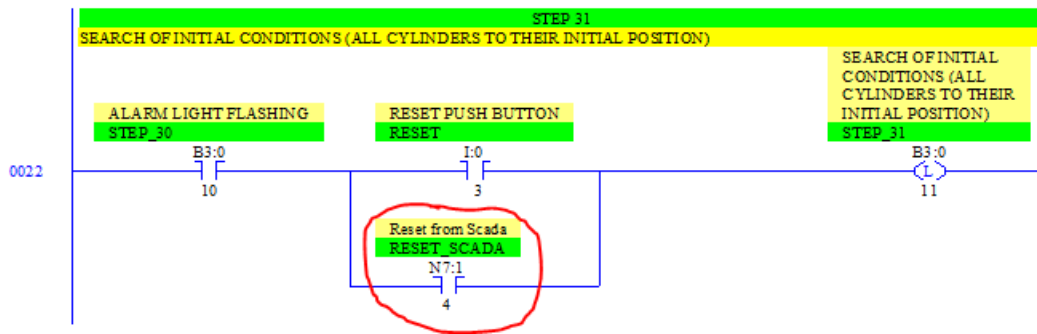


Figura E.5. Adición de botón reset para reinicio después de fallo (Fuente: propia)

E2. HMI_WORK_BITS de FAS 201

Las modificaciones realizadas en FAS 201, además de las ya nombradas se recogen en HMI_WORK_BITS del LAD 5 – WORK_BITS.

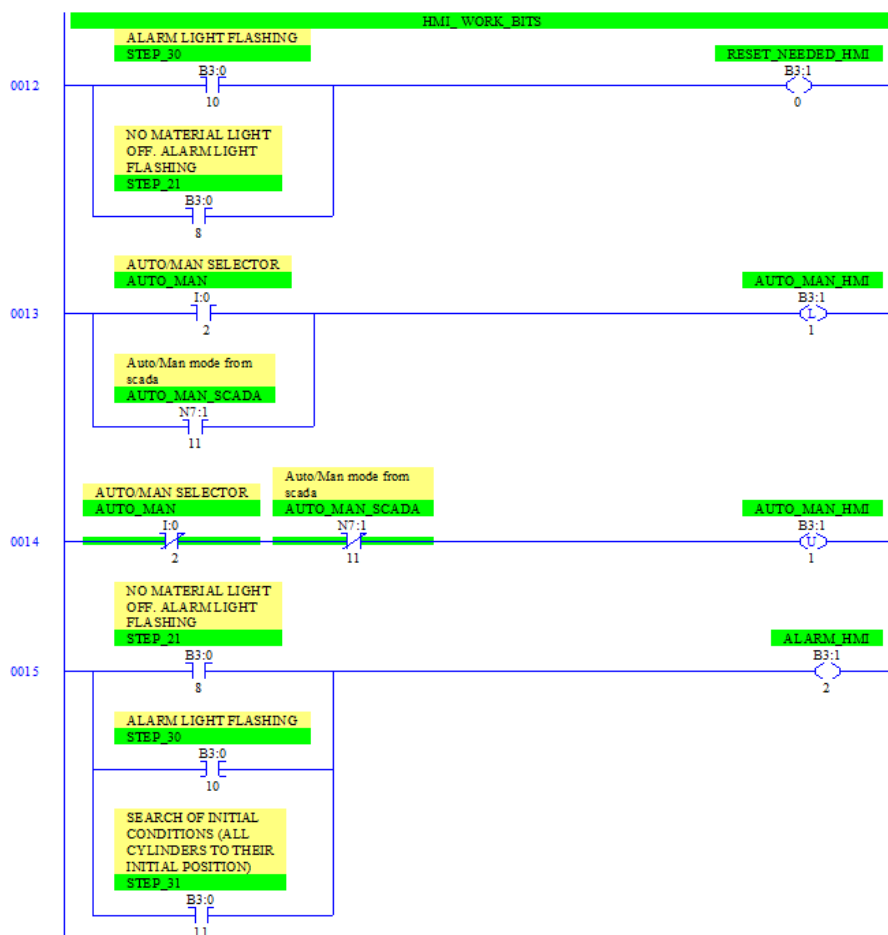


Figura E.6. HMI_WORK_BITS del programa de FAS 201 (Fuente: propia)

E3. HMI_WORK_BITS de FAS 202

Las modificaciones realizadas en FAS 202, además de las ya nombradas se recogen en HMI_WORK_BITS del LAD 5 – WORK_BITS.

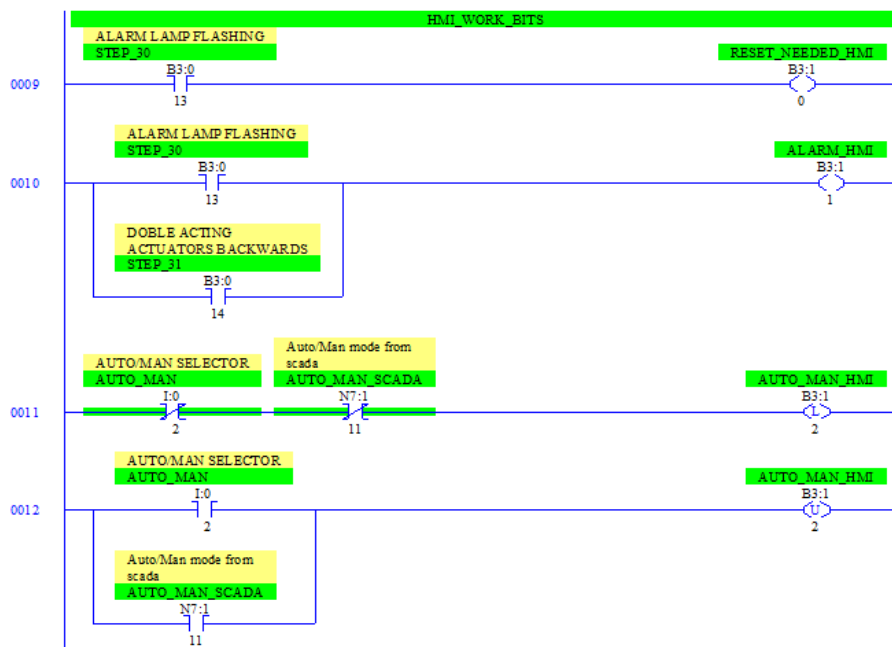


Figura E.7. HMI_WORK_BITS del programa de FAS 202 (Fuente: propia)

E4. HMI_WORK_BITS de FAS 203

Las modificaciones realizadas en FAS 203, además de las ya nombradas se recogen en HMI_WORK_BITS del LAD 5 – WORK_BITS.

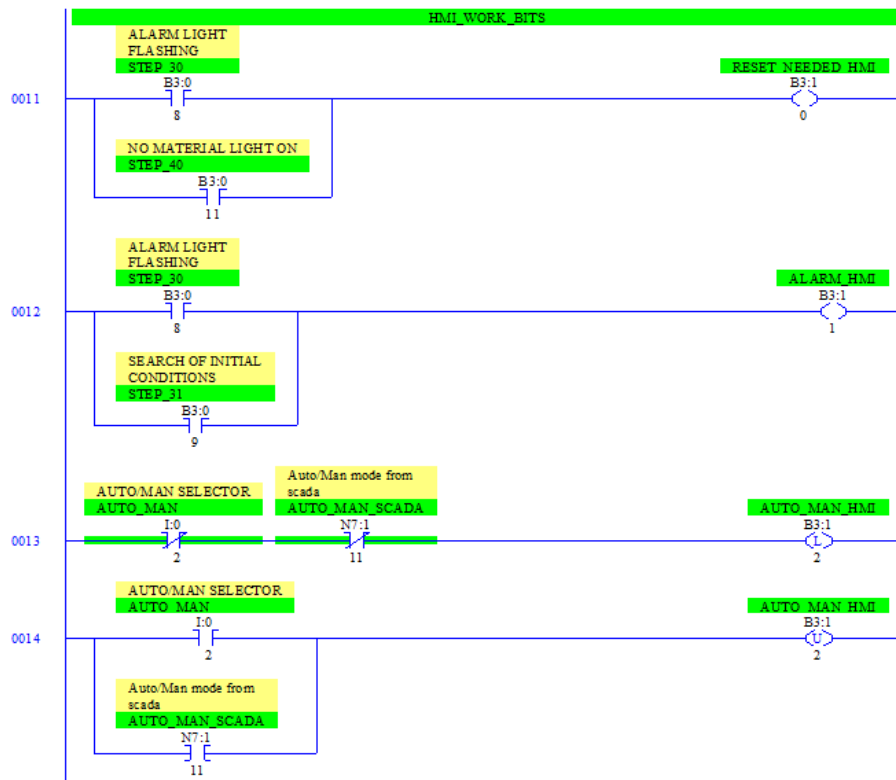


Figura E.8. HMI_WORK_BITS del programa de FAS 203 (Fuente: propia)

E5. HMI_WORK_BITS de FAS 204

Las modificaciones realizadas en FAS 204, además de las ya nombradas se recogen en HMI_WORK_BITS del LAD 5 – WORK_BITS.

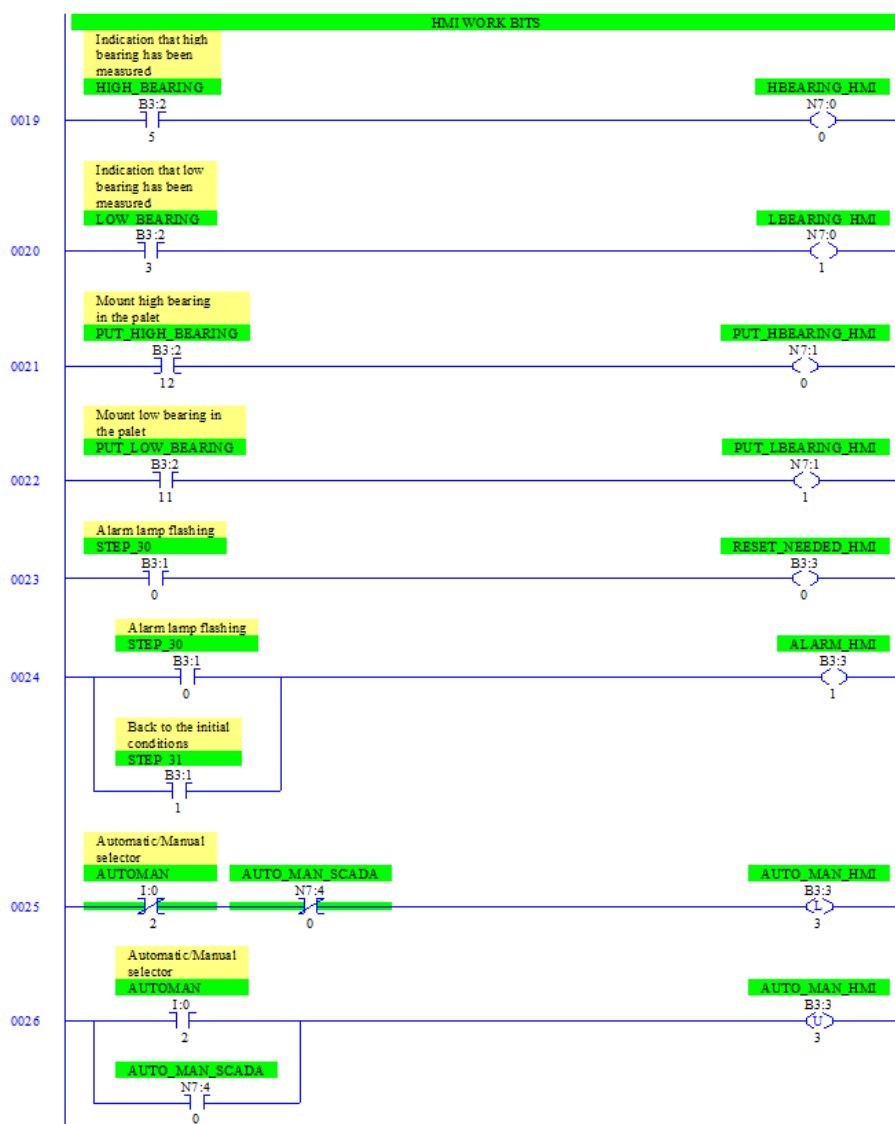
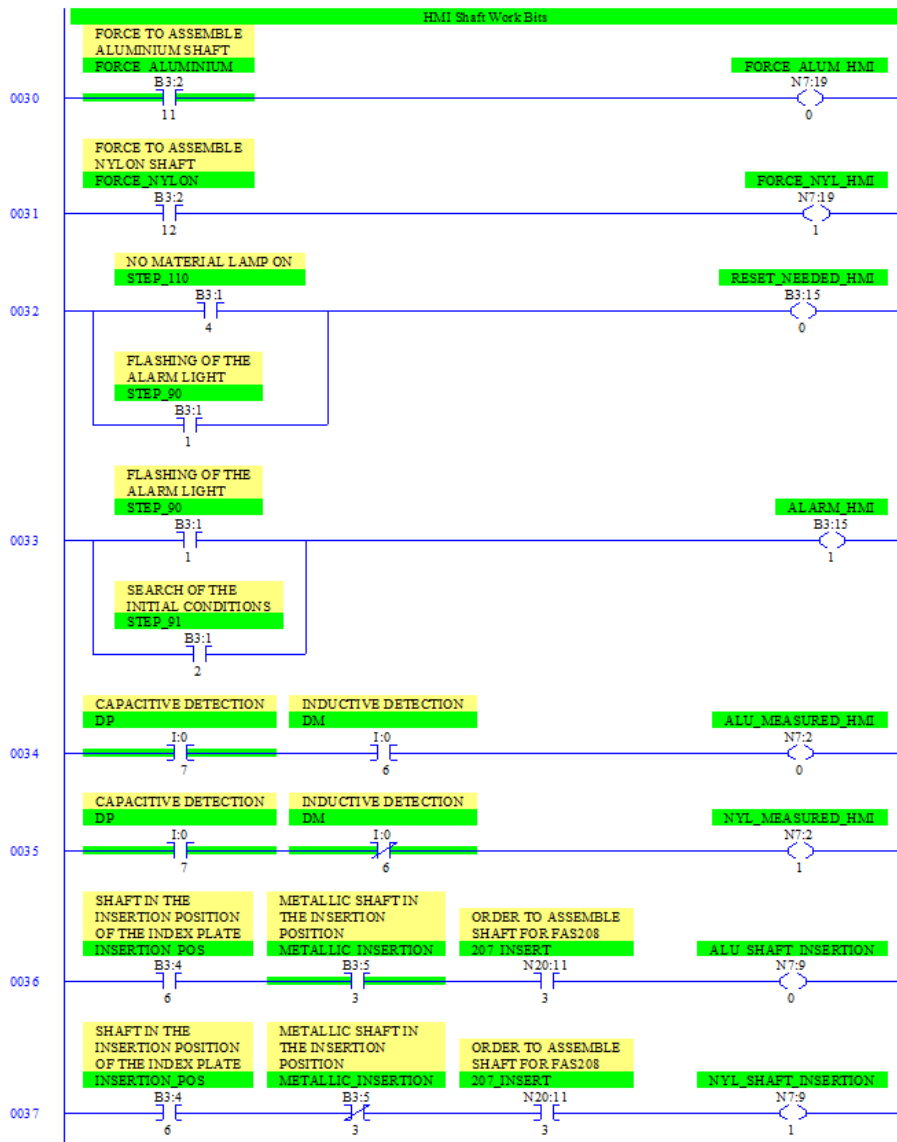


Figura E.9. HMI_WORK_BITS del programa de FAS 204 (Fuente: propia)

E6. HMI_WORK_BITS de FAS 207

Las modificaciones realizadas en FAS 207, además de las ya nombradas se recogen en HMI_WORK_BITS del LAD 5 – WORK_BITS.



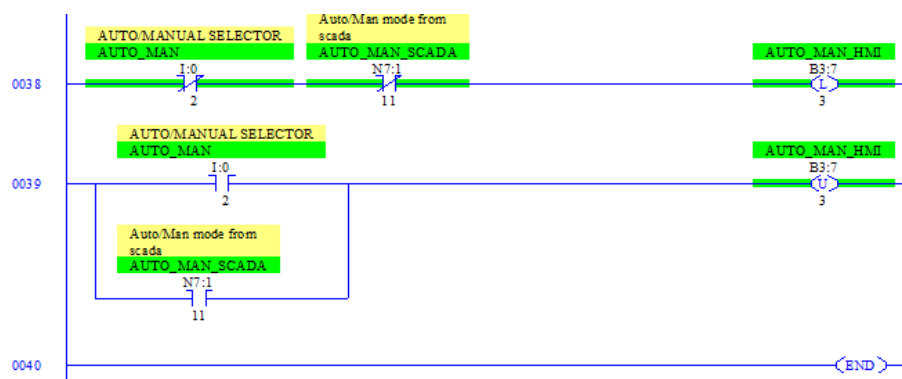


Figura E.10. HMI_WORK_BITS del programa de FAS 207 (Fuente: propia)

E7. HMI_WORK_BITS de FAS 208

Las modificaciones realizadas en FAS 208, además de las ya nombradas se recogen en HMI_WORK_BITS del LAD 5 – WORK_BITS.

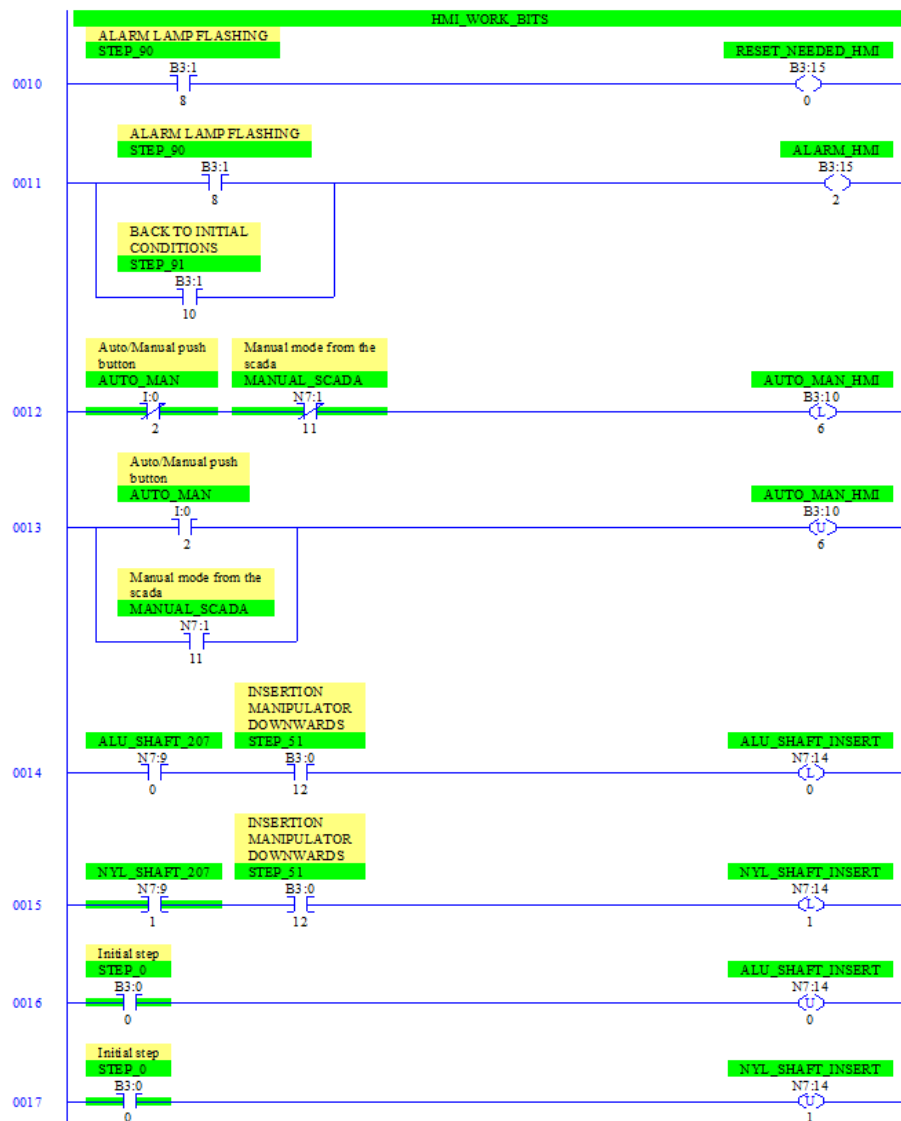


Figura E.11. HMI_WORK_BITS del programa de FAS 208 (1/2) (Fuente: propia)

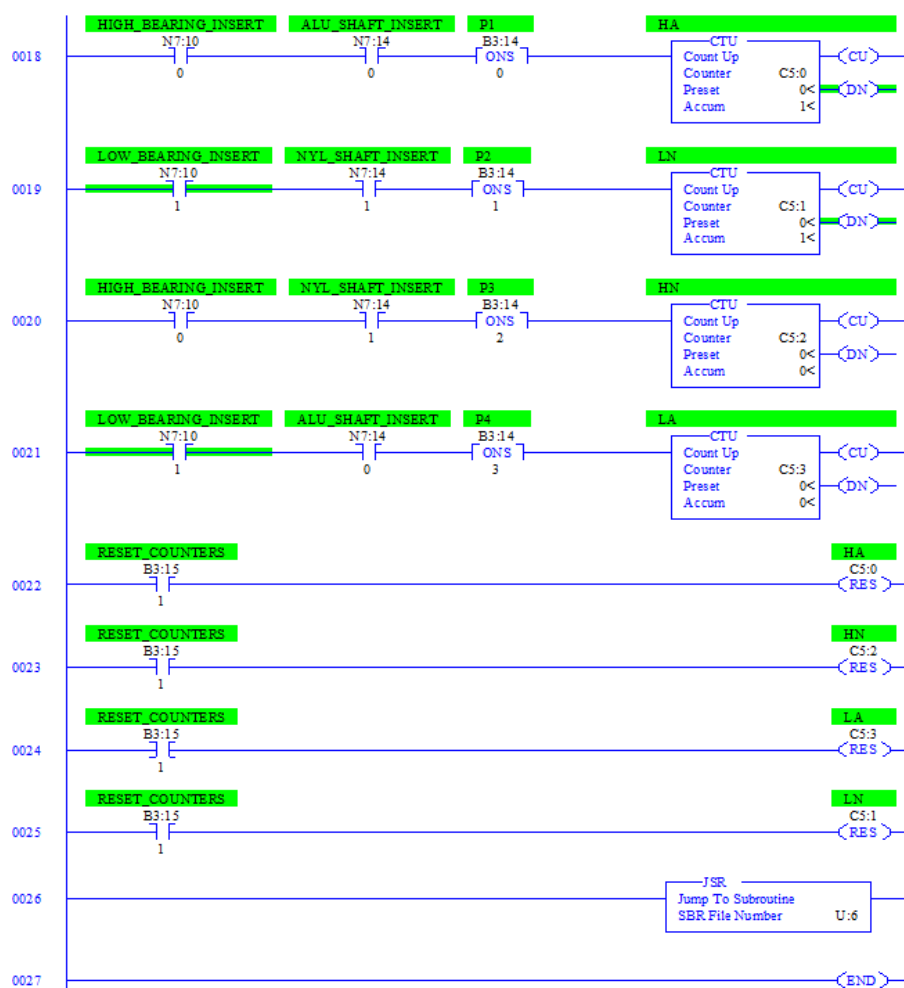


Figura E.12. HMI_WORK_BITS del programa de FAS 208 (2/2) (Fuente: propia)

E8. Selección de pieza

La selección de pieza se ejecuta a través de los HMI_WORK_BITS vistos anteriormente. Se ha modificado el LAD 5 – WORK_BITS de la estación FAS 204, para la selección de rodamientos, y de la estación FAS 207, para la selección de ejes.

Selección de rodamiento

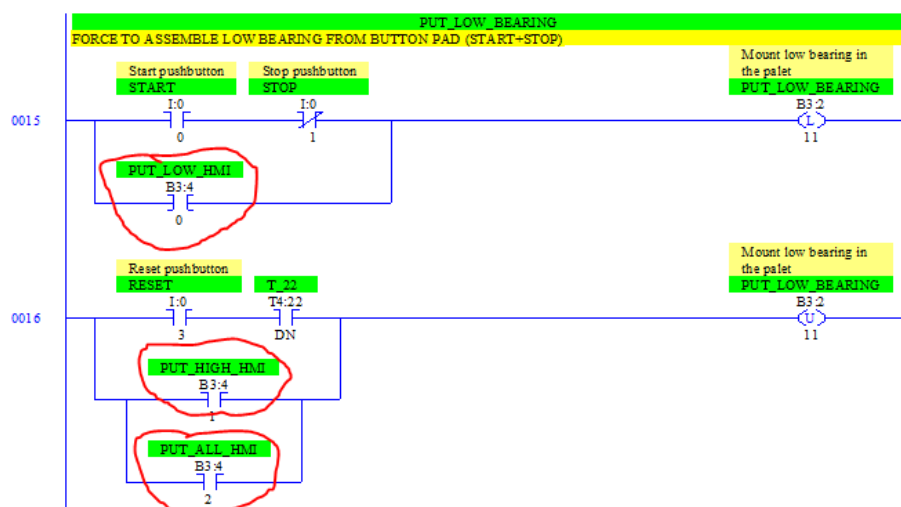


Figura E.13. Modificación de la selección de rodamiento bajo

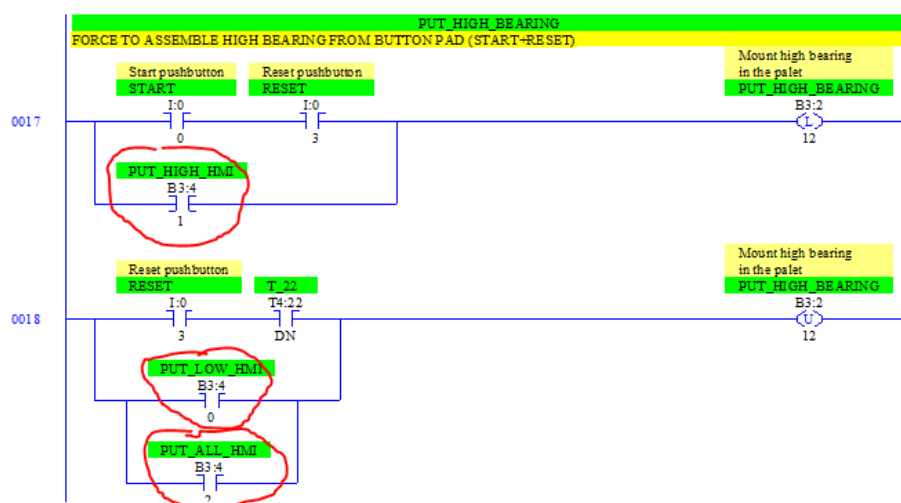


Figura E.14. Modificación de la selección de rodamiento alto (Fuente: propia)

Selección de eje

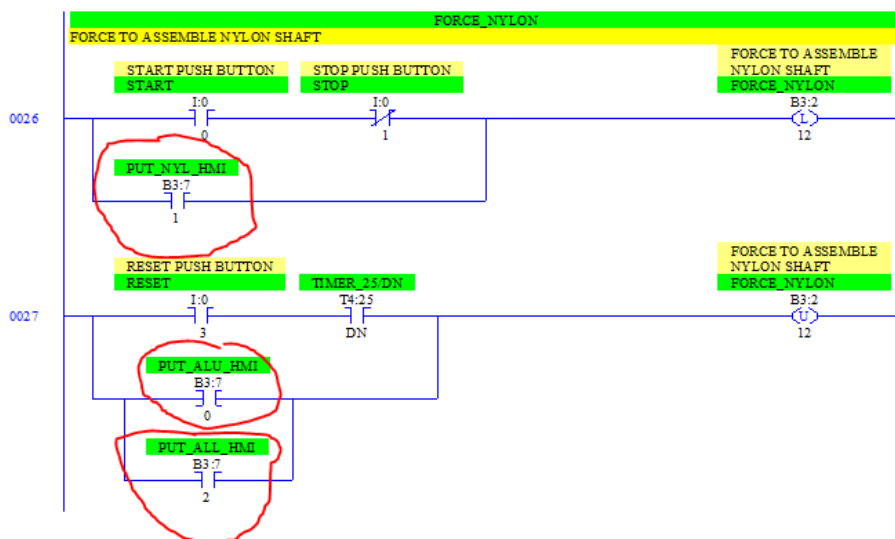


Figura E.15. Modificación de la selección de eje de nylon (Fuente: propia)

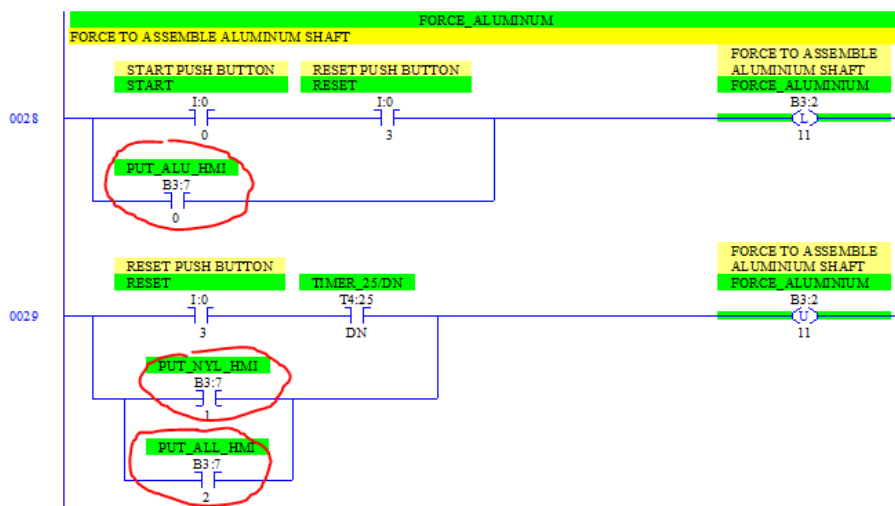


Figura E.16. Modificación de la selección de eje de aluminio (Fuente: propia)