

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE UNA PLANTA PILOTO

Autor

MARÍA ESCUDERO PEÑALVER

(maespea@upv.es)

Director: **JUAN FRANCISCO BLANES NOGUERA**

(pblanes@ai2.upv.es)

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
DE AUTOMÁTICA E INFORMÁTICA INDUSTRIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Valencia, diciembre de 2020

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mi marido por su apoyo incondicional y por darme la motivación necesaria para llevar a cabo mis sueños. Y por supuesto, a mi reciente hija, por darme un embarazo tranquilo el cual me ha permitido centrarme en este TFM. A ambos mi más profundo agradecimiento ya que sin ellos no hubiera sido posible.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor Juan Francisco Blanes Noguera, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba. Y también quiero agradecer a Marcos García Colomer por subsanar todos los problemas de comunicación y ser un gran apoyo desde el laboratorio para que haya podido realizar todo el trabajo de manera remota. Muchas gracias a ellos.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. JUSTIFICACION.....	14
3. OBJETIVOS.....	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos específicos	15
4. ESTADO actual	17
4.1 HERRAMIENTAS SCADA	17
4.1.1 Historia de los sistemas SCADA.....	18
4.1.2 Herramientas para la implementación y diseño de sistemas SCADA actuales.	20
4.2 Protocolos de comunicación	23
5. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	28
5.1 Estaciones de trabajo.....	28
5.1.1 CP-F-ASRS32-P (Festo-didactic, s.f.).	28
5.1.2 CP-L-BRANCH (Festo-didactic, s.f.).....	29
5.1.3 CP-AM-CAM (Festo-didactic, s.f.).....	31
5.1.4 CP-AM-iDRILL (Festo-didactic, s.f.).....	32
5.1.5 CP-AM-MAGBACK-BLACK (Festo-didactic, s.f.).....	33
5.1.6 CP-AM-MPRESS (Festo-didactic, s.f.).	34
5.1.7 CP-AM-OUT (Festo-didactic, s.f.).....	36
5.1.8 UR5 (Festo-didactic, s.f.).....	37
5.2 Comunicaciones.....	38
5.2.1 Comunicación OPC UA	38
5.2.2 Comunicación con base de datos.....	41
5.3 Aplicación.....	44
5.3.1 Control de producción.....	45
5.3.2 Gestión de pedidos.....	62
6. RESULTADOS	64
6.1 Módulo de control de la aplicación	64
6.1.1 Recursos.	65
6.1.2 Buffers.	97
6.1.3 Cajas.	109
6.1.4 Resumen.	111

6.2	Módulo de gestión de pedidos de la aplicación	112
6.2.1	Órdenes actuales.....	113
6.2.2	Órdenes planeadas.	115
6.2.3	Órdenes terminadas.	116
7.	Presupuesto.....	117
7.1	Análisis de los requerimientos del proyecto	118
7.2	Medición del software.....	118
7.2.1	Apartados del proyecto.....	119
7.2.2	Puntos de función.....	120
7.3	Productividad de los equipos de trabajo.....	121
7.4	Estimación de esfuerzo y personal necesarios en base a la productividad 121	
7.5	Costos del personal.....	121
7.6	Presupuesto	122
8.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	123
8.1	Comunicación	123
8.1.1	OPC UA.....	123
8.1.2	Comunicación con base de datos.....	123
8.2	Estaciones de trabajo.....	124
8.2.1	ASRS32.....	124
8.2.2	BRANCH	124
8.2.3	CAM.....	124
8.2.4	iDRILL.....	125
8.2.5	MAGBACK.....	125
8.2.6	MPRESS	125
8.2.7	PLC OUT	125
8.2.8	UR5	125
8.3	Pedidos	125
9.	CONCLUSIONES	126
10.	RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	126
11.	Referencias BIBLIOGRÁFICAS.....	129

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Puntos de función por actividad. 120

Tabla 2 Presupuesto..... 122

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Arquitectura básica de un sistema SCADA.....	17
Ilustración 2 CP-F-ASRS32-P.....	29
Ilustración 3 CP-L-BRANCH.	30
Ilustración 4 CP-AM-CAM.....	31
Ilustración 5 CP-AM-iDRILL.	33
Ilustración 6 5.1.5 CP-AM-MAGBACK-BLACK.	34
Ilustración 7 CP-AM-MPRESS.....	35
Ilustración 8 CP-AM-OUT.....	36
Ilustración 9 UR5.	37
Ilustración 10 Comunicaciones OPC.....	38
Ilustración 11 Pulsador de creación de conexión OPC.....	38
Ilustración 12 Selección del tipo de comunicación.	38
Ilustración 13 Entrada del Endpoint.	39
Ilustración 14 Selección del Endpoint encontrado.	39
Ilustración 15 Modo de seguridad en los mensajes.	40
Ilustración 16 Confirmación de configuración de la conexión OPC.....	40
Ilustración 17 Características y configuración de la conexión OPC.	41
Ilustración 18 Menú Drivers en la sección de Databases.	41
Ilustración 19 Botón de creación de un nuevo driver JDBC.	42
Ilustración 20 Archivos JAR seleccionados.	42
Ilustración 21 Configuración del driver.....	42
Ilustración 22 Menú conexiones de la sección de bases de datos.	43
Ilustración 23 Botón para crear una nueva conexión con una base de datos.....	43
Ilustración 24 Configuración necesaria para la comunicación con la base de datos.....	43
Ilustración 25 Lanzamiento aplicación mediante Ignition Designer.	44
Ilustración 26 Menú de las pantallas en la aplicación.	45
Ilustración 27 Organización de las variables para la pantalla de recursos.	46
Ilustración 28 Pantalla de recursos con indicadores que cambian de color.....	46
Ilustración 29 Ejemplo configuración color del círculo en función de una variable.....	47
Ilustración 30 Pulsador de acceso a la pantalla de máquinas.	47
Ilustración 31 Escritura de variable que determina que máquina se quiere visualizar.	48

Ilustración 32 Variables utilizadas en la sección de recursos en el bloque de máquinas.	48
Ilustración 33 Ejemplo programación variable en función de máquina seleccionada.	49
Ilustración 34 Activación y desactivación variable para visualizar el objeto.....	49
Ilustración 35 Configuración opciones objeto.....	50
Ilustración 36 Ejemplo de vinculación de variable a objeto.....	50
Ilustración 37 Programación variable Visibilidad botones activación pantallas específicas de cada máquina.	51
Ilustración 38 Configuración propiedad visible en función de la variable Visibilidad.	51
Ilustración 39 Acción programada en uno de los pulsadores de las pantallas específicas a cada estación.	52
Ilustración 40 Tag adherido a la variable de objeto Habilitado.....	52
Ilustración 41 Configuración propiedad Enabled en función de la variable Habilitado.	53
Ilustración 42 Acción cuando se pulsa el ratón encima del pulsador.	53
Ilustración 43 Acción cuando se libera el ratón del pulsador.....	54
Ilustración 44 Organización variables de las pantallas específicas a cada estación.	55
Ilustración 45 Organización pantallas específicas a cada máquina.....	56
Ilustración 46 Variables de alarmas por máquina organizadas en función de su prioridad.	56
Ilustración 47 Pantalla de alarmas con configuración de colores en función del estado de las alarmas.....	57
Ilustración 48 Consulta a base de datos para conocer el estado de la máquina durante la última hora.	58
Ilustración 49 Ejemplo de programación de posición dentro del buffer.	59
Ilustración 50 Programación de pulsador de edición de posición.	59
Ilustración 51 Programación botón Seleccionar de la pieza que se quiere cargar.....	60
Ilustración 52 Programación pulsador guardar de la pantalla de edición del buffer.	60
Ilustración 53 Variables de la pantalla de cajas.....	61
Ilustración 54 Ejemplo de consulta de posición de una de las cajas.	61
Ilustración 55 Consulta a base de datos de órdenes finalizadas.	62
Ilustración 56 Consulta de órdenes planificadas.	62
Ilustración 57 Programación para activar orden seleccionada de la tabla.....	63
Ilustración 58 Programación para borrar orden seleccionada de la tabla.	63
Ilustración 59 Pantalla de menú con el control de producción remarcado.	64
Ilustración 60 Pantalla de recursos 1.	65

Ilustración 61 Pantalla de recursos 2.	65
Ilustración 62 Visión general ASRS32.....	67
Ilustración 63 Menú ASRS32.....	67
Ilustración 64 Pantalla de setup de la aplicación.....	68
Ilustración 65 Pantalla de configuración del buffer.....	68
Ilustración 66 Pantalla cálculo posiciones buffer.....	69
Ilustración 67 Pantalla correas.....	69
Ilustración 68 Pantalla Stopper.....	70
Ilustración 69 Pantalla aplicación del menú de parámetros.....	70
Ilustración 70 Pantalla de transiciones.....	71
Ilustración 71 Pantalla de parámetros del transporte.....	71
Ilustración 72 Visión general BRANCH.....	72
Ilustración 73 Visión general CAM.....	73
Ilustración 74 Menú CAM.....	73
Ilustración 75 Pantalla de setup de la aplicación.....	74
Ilustración 76 Pantalla correas.....	74
Ilustración 77 Pantalla Stopper.....	75
Ilustración 78 Pantalla aplicación del menú de parámetros.....	75
Ilustración 79 Pantalla de transiciones.....	76
Ilustración 80 Pantalla de parámetros del transporte.....	76
Ilustración 81 Visión general iDrill.....	77
Ilustración 82 Menú iDrill.....	77
Ilustración 83 Pantalla de setup de la aplicación.....	78
Ilustración 84 Pantalla correas.....	78
Ilustración 85 Pantalla Stopper.....	79
Ilustración 86 Pantalla aplicación del menú de parámetros.....	79
Ilustración 87 Pantalla de transiciones.....	80
Ilustración 88 Pantalla de parámetros del transporte.....	80
Ilustración 89 Visión general MagBack.....	81
Ilustración 90 Menú MagBack.....	81
Ilustración 91 Pantalla de setup de la aplicación.....	82
Ilustración 92 Pantalla correas.....	82

Ilustración 93 Pantalla Stopper.....	83
Ilustración 94 Pantalla aplicación del menú de parámetros.	83
Ilustración 95 Pantalla de transiciones.	84
Ilustración 96 Pantalla de parámetros del transporte.....	84
Ilustración 97 Visión general MPress.....	85
Ilustración 98 Menú MPress.....	85
Ilustración 99 Pantalla de setup de la aplicación.....	86
Ilustración 100 Pantalla cintas transportadoras.	86
Ilustración 101 Pantalla Stopper.....	87
Ilustración 102 Pantalla aplicación del menú de parámetros.	87
Ilustración 103 Pantalla de transiciones.	88
Ilustración 104 Pantalla de parámetros del transporte.....	88
Ilustración 105 Visión general PLC OUT.....	89
Ilustración 106 Menú PLC OUT.....	89
Ilustración 107 Pantalla de setup de la aplicación.....	90
Ilustración 108 Pantalla correas.....	90
Ilustración 109 Pantalla Stopper.....	91
Ilustración 110 Pantalla aplicación del menú de parámetros.	91
Ilustración 111 Pantalla de transiciones.	92
Ilustración 112 Pantalla de parámetros del transporte.....	92
Ilustración 113 Primera pantalla de recursos con el botón de acceso a la pantalla alarmas remarcado.	93
Ilustración 114 Segunda pantalla de recursos con el botón de acceso a la pantalla alarmas remarcado.	93
Ilustración 115 Pantalla de alarmas.....	94
Ilustración 116 Primera pantalla de recursos con el botón de acceso a la pantalla estados remarcado.	94
Ilustración 117 Segunda pantalla de recursos con el botón de acceso a la pantalla estados remarcado.	95
Ilustración 118 Pantalla selección máquina para visualizar estados.	96
Ilustración 119 Pantalla estados ASR32.....	96
Ilustración 120 Menú principal con el botón de entrada a la sección de almacenes remarcado.	97
Ilustración 121 Pantalla principal de almacenes.....	97

Ilustración 122 Posiciones de la 1ª a la 5ª del buffer.....	98
Ilustración 123 Posiciones de la 6ª a la 10ª del buffer.....	99
Ilustración 124 Posiciones de la 11ª a la 15ª del buffer.....	99
Ilustración 125 Posiciones de la 16ª a la 20ª del buffer.....	100
Ilustración 126 Posiciones de la 21ª a la 25ª del buffer.....	100
Ilustración 127 Posiciones de la 26ª a la 30ª del buffer.....	101
Ilustración 128 Posiciones de la 31ª a la 32ª del buffer.....	101
Ilustración 129 Pantalla de posiciones con el control en modo Default y el modo de operación No en modo Setup.	102
Ilustración 130 Pantalla de posiciones con el control en modo Default y el modo de operación en modo Setup.	102
Ilustración 131 Primera pantalla de edición de posición del almacén.....	103
Ilustración 132 Segunda pantalla de edición de posición del almacén.....	104
Ilustración 133 Tercera pantalla de edición de posición del almacén.	104
Ilustración 134 Cuarta pantalla de edición de posición del almacén.....	105
Ilustración 135 Quinta pantalla de edición de posición del almacén.	105
Ilustración 136 Sexta pantalla de edición de posición del almacén.	106
Ilustración 137 Séptima pantalla de edición de posición del almacén.	106
Ilustración 138 Octava pantalla de edición de posición del almacén.	107
Ilustración 139 Novena pantalla de edición de posición del almacén.	107
Ilustración 140 Décima pantalla de edición de posición del almacén.....	108
Ilustración 141 Menú principal con el botón de entrada a la sección de Cajas remarcado.	109
Ilustración 142 Sección de cajas de salida de la línea.	109
Ilustración 143 Posiciones de la 1ª a la 5ª de la sección de cajas.	110
Ilustración 144 Posiciones de la 6ª a la 10ª de la sección de cajas.	110
Ilustración 145 Pantalla de menú con la gestión de pedidos remarcada.	112
Ilustración 146 Pantalla de menú con la gestión de órdenes actuales remarcada.....	113
Ilustración 147 Pantalla de órdenes actuales.	114
Ilustración 148 Pantalla de menú con la gestión de órdenes planeadas remarcada.....	115
Ilustración 149 Pantalla de órdenes planificadas.....	116
Ilustración 150 Pantalla de menú con la gestión de órdenes terminadas remarcada.	116
Ilustración 151 Pantalla de órdenes terminadas.	117
Ilustración 152 Comunicaciones OPC UA.....	123

RESUMEN

La industria 4.0 lo forman la interconexión de tecnologías de la información a los procesos de producción con el fin de integrar componentes físicos y de software para que los procesos productivos sean más flexibles y que se ajusten a las necesidades y requisitos de los clientes. Esto será posible mediante la posibilidad de asignar los recursos de una manera eficiente e incluso anticiparse a los problemas y averías de las instalaciones o maquinaria.

Los sistemas de supervisión y control están sufriendo actualmente una gran evolución con la introducción de nuevas herramientas software para adaptarse a la incorporación de la industria 4.0 en las empresas. Cada vez son más las herramientas que abogan por el uso de protocolos standard y multiplataforma como OPC-UA, con desarrollos basados en web tanto en Java, como HTML5. El presente TFM aborda el desarrollo de un sistema de supervisión y control de una planta piloto de FESTO, mediante el uso de un servidor OPC-UA (Ignition) y la herramienta de desarrollo Designer que permite desplegar clientes en browser web.

PALABRAS CLAVE

SCADA, supervisión, control, OPC-UA, procesos, industria, automatización, Ignition

SUMMARY

Industry 4.0 is formed by the interconnection of information technologies in production processes in order to integrate physical and software components so that production processes are more flexible and adjust to the needs and requirements of customers. This will be possible through the ability to allocate resources efficiently and even anticipate problems and failures of facilities or machinery. The supervision and control systems are currently undergoing a great evolution with the introduction of new software tools to adapt to the incorporation of industry 4.0 in companies. More and more tools advocate the use of standard and cross-platform protocols such as OPC-UA, with web development in Java and HTML5 protocols. This TFM approach the development of a supervision and control system for a FESTO pilot plant, using the OPC-UA (Ignition) server and the Designer development tool that allows to be deployed clients in the web browser.

KEY WORDS

SCADA, supervision, control, OPC-UA, process, industry, automation, Ignition

1. INTRODUCCIÓN

Desde el instituto de automática e informática industrial se han ofrecido una serie de proyectos que se encuentran en la vanguardia de las tecnologías. El objetivo de este trabajo en particular se encuentra dentro de la última revolución en la industria, la monitorización y control de una planta industrial desde cualquier lugar es, hoy en día, un elemento básico en las nuevas instalaciones y un campo de inversión para las instalaciones ya montadas.

Gracias a una planta piloto de Festo instalada en el Instituto Universitario de Automática e Informática Industrial, con este proyecto se pretende diseñar una aplicación que permita cubrir todas las necesidades que se pueden encontrar en cualquier industria para la correcta monitorización y control de cualquier instalación.

Para poder entender el desarrollo de un proyecto de estas características, se ha estructurado un documento de tal forma que se pueda abordar un trabajo con objetivos similares sirviendo este documento como guía. Este documento se va a dividir en diferentes apartados:

- Empezando con la justificación de las herramientas adoptadas informando de las diferentes opciones que se encuentran en el mercado para poder tener una visión global de las posibilidades existentes.
- Con la delimitación de los objetivos para disponer de una claridad de lo que se quiere conseguir específicamente con este planteamiento.
- Haciendo un repaso de las tecnologías más actuales y los protocolos más utilizados.
- Determinando las metodologías utilizadas para el fin seleccionado siempre teniendo presentes y siendo primordiales los objetivos elegidos.
- Una vez especificado todos los apartados anteriores, poder mostrar los resultados obtenidos.
- Por último, precisas las conclusiones extraídas una vez realizado el proyecto completo comparando los objetivos seleccionados con los resultados logrados detallando las dificultades obtenidas debido a las decisiones tomadas a lo largo de la resolución del planteamiento principal.

En resumen, se espera poder completar un proyecto de industria 4.0 y que sea de ayuda a cualquier técnico que quiera plantear una aplicación con estas particularidades.

2. JUSTIFICACION

Este proyecto se ha seleccionado para abordar las necesidades actuales de las empresas en relación con la industria 4.0. Hoy en día especialmente se destaca este punto en las grandes industrias, ya que permite interconectar las unidades de producción, crear redes de producción digital y utilizar los recursos de forma mucho más eficiente. Gracias a este enfoque empresarial se logra una mayor optimización de la empresa en todos los niveles aumentando la competitividad de la compañía en un mundo empresarial cada vez más agresivo (ISOTools Excellence, 2018). Y ayuda a las empresas no primordiales que se han visto obligadas a parar su producción debida a la enfermedad SARS-CoV-2 que ha azotado al mundo, a poder continuar con el trabajo sin la necesidad de disponer trabajadores en las plantas.

Actualmente existen un gran abanico de herramientas para el desarrollo de un proyecto de estas características, desde software específicos que disponen de módulos específicos para cada sección de la empresa como aquellas herramientas abiertas donde con un buen estudio de éstas se puede llegar a desarrollar una aplicación compleja que cumpla con todos los requisitos necesarios. En este caso, se ha seleccionado el software Ignition de Inductive Automation una herramienta versátil que cubre todas las necesidades que abarca este proyecto. Está diseñado sobre Tecnología Web. Tanto la aplicación de diseño como el acceso de los Clientes se realiza a través del navegador Web. La tecnología Web Start permite al usuario acceder al software sin necesidad de complejas instalaciones en cada ordenador. Dispone de un modo de prueba que permite ser renovado cada dos horas, esto facilita a estudiantes el acceso a un software desarrollado por y para profesionales permitiendo el aprendizaje de un programa actual que se encuentra en la vanguardia de las tecnologías.

Ignition está basado en lenguajes de programación y sistemas de última generación como servidores web, bases de datos y OPC-UA. Esa combinación de tecnologías permite gran variedad de arquitecturas (Interempresas, s.f.).

- Se puede utilizar cualquier Base de Datos SQL, los datos se almacenarán en un formato standard, abierto y fácilmente accesible. El historial es compatible con cualquier Base de Datos SQL. El software incorpora controladores para acceso a MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle y PostgreSQL.
- Conectividad con cualquier dispositivo. OPC-UA ofrece un acceso fácil, robusto y fiable para comunicar con dispositivos industriales. La combinación Ignition y OPC permitirá obtener y supervisar datos de todos sus procesos.
- El lenguaje Python para escribir scripts permite satisfacer hasta los requisitos más individuales y complejos. Python es un lenguaje popular, fácil de leer y aprender.

Por otra parte, este software permite una gran variedad de arquitecturas para adaptar el desarrollo a cualquier empresa según sus exigencias. Las arquitecturas posibles son: centralizada, redundante, "Hub and Spoke", distribuida, de red corporativa y para control de emergencia. Gracias a esta herramienta se dispone de

un desarrollo puntero, con un diseño actual que permite utilizar unos métodos presentes y efectivos para este proyecto.

3. OBJETIVOS

Es proyecto se basa en una planta piloto instalada en el Instituto de Automática e Informática Industrial de la Universidad Politécnica de Valencia. Para comprender los objetivos, se va a realizar una descripción de la planta para disponer de una visión global y real de lo que se pretende realizando este proyecto.

La planta piloto dispone de una serie de estaciones de trabajo en las que se ejecutan una serie de tareas para producir algunas partes de un teléfono móvil. Se dispone de una estación de almacenaje tanto de partes para la producción como de elementos terminados. Varias estaciones de procesamiento y montaje de las diferentes piezas y una última de extracción mediante la ayuda de un robot.

Teniendo en mente la configuración resumida de la planta, a continuación, se van a detallar los objetivos seleccionados para elaborar este proyecto.

3.1 OBJETIVO GENERAL

Debido a los contratiempos que se han producido a lo largo de este año por la pandemia global en la que nos encontramos actualmente, este tipo de proyectos cogen aún más importancia obligados por la imposibilidad que se ha generado durante varios meses de acudir a los centros de trabajo no primordiales. El objetivo de este trabajo es el diseño de una aplicación MES (Manufacturing Execution System) cuya finalidad es la de un software que actúa como sistema de control y monitoreo de la información para la gestión de procesos de producción en entornos industriales. Sus funciones básicas son las de conectar, supervisar y controlar sistemas de fabricación complejos y encargarse del seguimiento de los datos de producción en tiempo real. Por lo tanto, se implementará un programa que permita el control y la supervisión en modo remoto, desplazando a un segundo plano la necesidad de acudir a la planta para realizar la producción necesaria pudiendo controlar todas las variables desde cualquier parte del mundo en el que se tenga acceso a Internet sin necesidad de elevados recursos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se pueden diferenciar los objetivos específicos en dos:

- El primer objetivo el de supervisión y control de las diferentes estaciones, teniendo información detallada tanto del estado actual, como de los últimos estados más relevantes por los que ha pasado y los próximos pasos que están por ejecutarse.
 - o Dentro del estado actual se debe comprobar el modo de trabajo en el que se encuentra, los errores por los que la estación se encuentra parada, las acciones que se están ejecutando en tiempo real y la orden de trabajo en la que se encuentra.

- Para tener una visión del comportamiento a medio plazo que ha estado teniendo la instalación, se lleva un registro con la información necesaria para el correcto control de la planta, ya que se pueden anticipar acciones basadas en los diferentes historiales, ya sea la planificación de algún mantenimiento por el fallo sistemático de algún elemento y el atraso o adelanto del abastecimiento de materias primas debido al control de tiempos de las producciones anteriores.
- El control y supervisión de las diferentes estaciones de trabajo.
- El segundo objetivo es el control de la producción, conociendo las órdenes de trabajo desde cualquier punto sin necesidad de estar físicamente en la planta. Gracias a este punto, se pueden ajustar las ordenes de trabajo asignando los recursos necesarios a cada etapa y actividad de producción.

En resumen, lo que se busca mediante la implantación de este sistema es lo siguiente (Wikipedia, 2019):

- Automatizar la gestión de stock.
- Planificación, incluyendo la gestión de prioridades.
- Producción de informes.
- Seguimiento de indicadores KPI (Key Performance Indicator), que son medidas del nivel de rendimiento de un proceso.
- Gestión de evento o excepción.
- Seguimiento de producto o material.
- Decisiones inteligentes para influir gestión de producción y coste.
- Facilidad de gestión de recursos, incluyendo inventario y personal.
- Eliminar la necesidad de disponer de personal en planta pudiendo controlar la planta desde modo remoto.
- Reducir los tiempos de paro debidos a averías gracias al control de las tendencias de todos los elementos de la instalación permitiendo anticiparse la rotura de éstos.

4. ESTADO ACTUAL

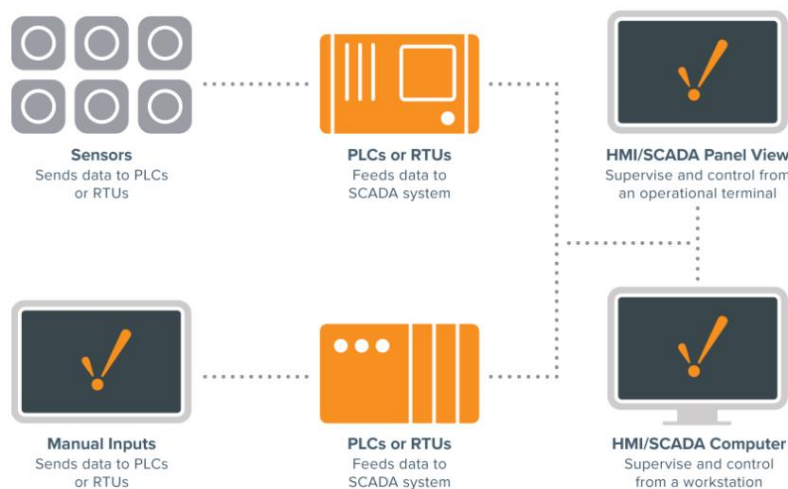
En este proyecto se ha implementado teniendo en cuenta dos partes igual de importantes en su desarrollo, las herramientas SCADA utilizadas y los protocolos de comunicación. Un correcto funcionamiento de la aplicación obliga a determinar las características necesarias y tomar las decisiones oportunas para disponer de un programa eficiente que pueda cubrir todas las especificaciones del trabajo seleccionado.

4.1 HERRAMIENTAS SCADA

Para crear una aplicación de estas características, se utilizará un sistema SCADA, que es un acrónimo por Supervisory Control And Data Acquisition (control y adquisición de datos de supervisión). Los sistemas SCADA utilizan el computador y las tecnologías de comunicación para automatizar el control y la monitorización de procesos industriales. Estos sistemas son parte de la mayoría de los ambientes industriales complejos o muy geográficamente dispersos ya que pueden refrescar información real de una gran cantidad de fuentes y mostrarla a un usuario de manera intuitiva. Son cruciales para las organizaciones, ya que ayudan a mantener la eficiencia, procesar datos para tomar decisiones más inteligentes, comunicar problemas del sistema para ayudar a mitigar el tiempo de inactividad, mejorar la calidad y realizar operaciones de manera remota.

La arquitectura básica SCADA comienza con controladores lógicos programables (PLC) o unidades terminales remotas (RTU). Los PLC y RTU son microcomputadores que se comunican con una variedad de objetos como máquinas de fábrica, HMI, sensores y dispositivos finales, y luego enrutan la información de esos objetos a computadoras con software SCADA. El software SCADA procesa, distribuye y muestra los datos, lo que ayuda a los operadores y otros empleados a analizar los datos y tomar decisiones importantes (Inductive automation, 2018).

Ilustración 1 Arquitectura básica de un sistema SCADA



4.1.1 Historia de los sistemas SCADA.

4.1.1.1 Origen SCADA. Para comprender los orígenes de SCADA, se deben comprender los problemas que las organizaciones industriales están tratando de resolver. Antes de que se introdujera el concepto de SCADA a mediados del siglo XX, muchas plantas industriales y sitios remotos dependían del personal para controlar y monitorear manualmente los equipos a través de botones pulsadores y diales analógicos.

A medida que las plantas industriales y los sitios remotos comenzaron a escalar en tamaño, se necesitaron soluciones para controlar equipos a largas distancias. Las organizaciones industriales comenzaron a utilizar relés y temporizadores para proporcionar cierto nivel de control de supervisión sin tener que enviar personas a ubicaciones remotas para interactuar con cada dispositivo.

Si bien los relés y temporizadores resolvieron muchos problemas al proporcionar una funcionalidad de automatización limitada, comenzaron a surgir más problemas a medida que las organizaciones continuaban expandiéndose. Los relés y temporizadores eran difíciles de reconfigurar, encontrar averías y los paneles de control ocupaban espacio en racks sobre racks. Se necesitaba un sistema de control y seguimiento más eficiente y completamente automatizado.

A principios de la década de 1950, los ordenadores se desarrollaron y utilizaron por primera vez con fines de control industrial. El control de supervisión comenzó a popularizarse entre los principales servicios públicos, oleoductos y gasoductos y otros mercados industriales en ese momento. En la década de 1960, se estableció la telemetría para el monitoreo, lo que permitió que las comunicaciones automatizadas transmitieran mediciones y otros datos desde sitios remotos a equipos de monitoreo. El término "SCADA" se acuñó a principios de la década de 1970, y el surgimiento de microprocesadores y PLC durante esa década aumentó la capacidad de las empresas para monitorear y controlar procesos automatizados más que nunca.

4.1.1.2 La evolución del sistema SCADA. La primera iteración de SCADA comenzó con computadoras mainframe. Las redes tal como las conocemos hoy en día no estaban disponibles y cada sistema SCADA funcionaba por sí solo. Estos sistemas eran lo que ahora se denominaría sistemas SCADA monolíticos.

En los años 80 y 90, SCADA continuó evolucionando gracias a sistemas informáticos más pequeños, tecnología de redes de área local (LAN) y software HMI basado en PC. Los sistemas SCADA pronto pudieron conectarse a otros sistemas similares. Muchos de los protocolos LAN utilizados en estos sistemas eran propietarios, lo que daba a los proveedores el control de cómo optimizar la transferencia de datos. Desafortunadamente, estos sistemas no pudieron comunicarse con los

sistemas de otros proveedores. Estos sistemas se denominaron sistemas SCADA distribuidos.

En la década de 1990 y principios de la de 2000, basándose en el modelo de sistema distribuido, SCADA adoptó un cambio incremental al adoptar una arquitectura de sistema abierto y protocolos de comunicaciones que no eran específicos del proveedor. Esta iteración de SCADA, denominada sistema SCADA en red, aprovechó tecnologías de comunicaciones como Ethernet. Los sistemas SCADA en red permitieron que los sistemas de otros proveedores se comunicaran entre sí, aliviando las limitaciones impuestas por los sistemas SCADA más antiguos y permitieron a las organizaciones conectar más dispositivos a la red.

Si bien los sistemas SCADA han experimentado cambios evolutivos sustanciales, muchas organizaciones industriales continuaron luchando con el acceso a datos industriales desde el nivel empresarial. A fines de la década de 1990 y principios de la de 2000, se produjo un auge tecnológico y la informática personal y las tecnologías de TI se aceleraron en su desarrollo. Las bases de datos de lenguaje de consulta estructurado (SQL) se convirtieron en el estándar para las bases de datos de TI, pero no fueron adoptadas por los desarrolladores de SCADA. Esto resultó en una brecha entre los campos de los controles y la TI, y la tecnología SCADA se volvió anticuada con el tiempo.

Los sistemas SCADA tradicionales todavía usan tecnología patentada para manejar datos. Ya sea un historiador de datos, un conector de datos u otro medio de transferencia de datos, la solución es complicada e increíblemente cara. Los sistemas SCADA modernos tienen como objetivo resolver este problema aprovechando lo mejor de los controles y la tecnología de TI.

- 4.1.1.3 Los sistemas SCADA actuales. Los sistemas SCADA modernos permiten acceder a datos en tiempo real de la planta desde cualquier parte del mundo. Este acceso a información en tiempo real permite a los gobiernos, las empresas y las personas tomar decisiones basadas en datos sobre cómo mejorar sus procesos. Sin el software SCADA, sería extremadamente difícil, si no imposible, recopilar datos suficientes para tomar decisiones consistentemente bien informadas.

Además, la mayoría de las aplicaciones de diseño SCADA modernas tienen capacidades de desarrollo rápido de aplicaciones (RAD) que permiten a los usuarios diseñar aplicaciones con relativa facilidad, incluso si no tienen un conocimiento extenso del desarrollo de software.

La introducción de prácticas y estándares de TI modernos, como SQL y aplicaciones web en el software SCADA, ha mejorado enormemente la eficiencia, la seguridad, la productividad y la confiabilidad de los sistemas SCADA.

El software SCADA que utiliza el poder de las bases de datos SQL ofrece enormes ventajas sobre el software SCADA anticuado. Una gran ventaja de

usar bases de datos SQL con un sistema SCADA es que facilita la integración en los sistemas MES y ERP existentes, lo que permite que los datos fluyan sin problemas a través de toda la organización.

Los datos históricos de un sistema SCADA también se pueden registrar en una base de datos SQL, lo que permite un análisis de datos más fácil a través de tendencias de datos.

4.1.2 Herramientas para la implementación y diseño de sistemas SCADA actuales.

Para el desarrollo de estas aplicaciones existen muchas plataformas de programación. Las grandes marcas de PLCs disponen software para la creación de sistemas SCADA, si bien es cierto que últimamente han implementado la posibilidad de incorporar todo tipo de marcas en sus proyectos, el desarrollo en estas plataformas dispone de algunas limitaciones bastantes importantes, como el precio y las licencias, o la compatibilidad del hardware.

4.1.2.1 SCADA de Siemens (Siemens, s.f.). SIMATIC WinCC Unified es escalable, desde un sistema de un solo usuario hasta aplicaciones complejas y distribuidas. Con una plataforma de software unificada basada en tecnologías web nativas, WinCC Unified ya cumple los requisitos para un sistema de visualización del futuro.

La visualización se basa en tecnologías web como HTML5, SVG y JavaScript. Eso lo hace no solo independiente del dispositivo, sino que también ofrece muchas posibilidades para diseñar la interfaz de usuario.

SIMATIC WinCC Unified se puede utilizar para aplicaciones de cualquier tamaño, desde un panel de operador en la máquina hasta un sistema de control distribuido a nivel SCADA.

La creación, validación y reutilización de componentes basados en WinCC Unified se pueden automatizar mediante el TIA Portal Openness API.

Con interfaces como "Runtime Openness" y "OpenPipe", SIMATIC WinCC Unified puede compartir datos con otras herramientas (por ejemplo, del entorno de TI) y también integrarlos en un concepto operativo unificado.

WinCC Unified se ha rediseñado desde cero, por lo que se basa en la última arquitectura de software escalable. Esto le permite implementar todas sus soluciones con un solo paquete de software, desde aplicaciones a nivel de máquina hasta aplicaciones grandes y complejas en el entorno SCADA.

El diseño de los controles de la interfaz de usuario también se revisó a fondo y ahora ofrece usabilidad de extremo a extremo para todas las plataformas, ya sean sistemas de panel o PC. La visualización está completamente basada en vectores, lo que permite la integración de gráficos SVG estáticos y dinámicos, que cambian de diseño en función de los valores de proceso vinculados.

Con "Jerarquía tecnológica", WinCC Unified hace que un enfoque de ingeniería orientado a objetos esté disponible en PC industriales. Esto le

brinda una forma conveniente de estructurar la solución de automatización como parte de la ingeniería y también hace que esta estructura esté disponible para el control de la planta en operación en vivo.

4.1.2.2 HMI / SCADA iFIX de GE Digital (General electric, s.f.). iFIX® es un componente HMI / SCADA basado en Windows de la familia de productos de automatización de software de GE. Basado en tecnología abierta basada en componentes, iFIX está diseñado para permitir una fácil integración e interoperabilidad entre la planta y los sistemas comerciales. Incluye características funcionales y arquitecturas que reducen el tiempo de diseño de los proyectos de automatización, permiten actualizaciones y mantenimiento simples del sistema, proporcionan una integración con aplicaciones de terceros y aumentan la productividad.

A medida que las soluciones requeridas por los usuarios finales y los integradores de sistemas se vuelven más complejas, se vuelve cada vez más difícil anticipar las necesidades individuales de cada cliente. Con esto en mente, se incorporan las siguientes tecnologías estándar de la industria en iFIX para proporcionar un entorno de desarrollo que puede adaptar para satisfacer sus requisitos específicos:

- OLE para control de procesos (OPC).
- Visual Basic para aplicaciones (VBA).
- ActiveX es un conjunto de tecnologías de programación creadas por Microsoft que permite que los componentes de software creados en diferentes idiomas interactúen entre sí en un entorno de red. Se desarrolló a partir del estándar de desarrollo OLE, que en los últimos años se ha expandido mucho más allá de los conceptos de vinculación e incrustación de objetos que formaban el acrónimo original. iFIX es un contenedor para controles ActiveX.

Hay que especificar que esta aplicación permite con ciertas restricciones un modo de prueba que se debe reiniciar cada dos horas. Esto lo hace interesante para personal que quiera aprender a programar en esta plataforma.

4.1.2.3 SCADA Ignition de Inductive Automation (Automation, s.f.). Ignition es una plataforma de software integrada para sistemas SCADA lanzada por Inductive Automation en enero de 2010. Se basa en una arquitectura centrada en la base de datos SQL. Ignition presenta una implementación basada en web multiplataforma a través de la tecnología Java Web Start. La plataforma Ignition tiene tres componentes principales: Ignition Gateway, Designer y clientes en tiempo de ejecución. Los módulos independientes proporcionan funciones independientes en cualquiera o en todos los componentes de la plataforma. Los módulos Ignition SCADA brindan características tales como: control de estado en tiempo real, alarmas, informes, adquisición de datos, secuencias de comandos, programación, MES y soporte móvil.

Ignition está basado en lenguajes de programación y sistemas de última generación como servidores web, bases de datos y OPC-UA. Esa combinación de tecnologías permite gran variedad de arquitecturas.

- Se puede utilizar cualquier Base de Datos SQL, los datos se almacenarán en un formato standard, abierto y fácilmente accesible. El historiador es compatible con cualquier Base de Datos SQL. El software incorpora controladores para acceso a MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle y PostgreSQL.
- Conectividad con cualquier dispositivo. OPC-UA ofrece un acceso fácil, robusto y fiable para comunicar con dispositivos industriales. La combinación Ignition y OPC permitirá obtener y supervisar datos de todos sus procesos.
- El lenguaje Python para escribir scripts permite satisfacer hasta los requisitos más individuales y complejos. Python es un lenguaje popular, fácil de leer y aprender.

4.2 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Existe una gran variedad de protocolos de comunicación para la intercomunicación de los diferentes componentes del proyecto. Hoy en día la automatización se utiliza de modo generalizado en todas las principales industrias. Mientras distintas industrias utilizan distintos dispositivos especializados, sistemas de control y aplicaciones, todas comparten un reto común que crece rápidamente, cómo compartir información entre todos estos componentes y el resto de la empresa. Antes de introducir qué es OPC y cómo resuelve una de las mayores pesadillas de la automatización, vale la pena analizar cuáles eran los problemas anteriormente. A continuación, se enumeran los factores que tradicionalmente causaban los mayores problemas al compartir información, junto a una breve explicación del impacto que ha tenido OPC sobre cada uno de ellos:

- Protocolos propietarios: los fabricantes utilizaban frecuentemente protocolos que permitían a productos de una determinada gama comunicarse entre ellos, pero requerían protocolos personalizados para comunicar con productos de otros fabricantes. Para empeorar las cosas, distintas gamas de productos del mismo fabricante frecuentemente no eran capaces de comunicar entre sí, necesitando conectores adicionales. OPC resuelve este problema haciendo innecesario que el cliente de Datos tenga que conocer cómo comunica el servidor de Datos o cómo organiza dichos datos.
- Drivers de comunicación propietarios: todas las conexiones punto a punto requerían un protocolo propietario para posibilitar la comunicación entre los extremos específicos. Por ejemplo, si un HMI necesitaba comunicar con un PLC, se requería de un driver en el HMI escrito específicamente para el protocolo utilizado por el PLC. Si los datos de este PLC necesitaban ser registrados además en un histórico de datos, el programa de registro de datos requería su propio driver porque el driver del HMI sólo se podía utilizar para el HMI y no para el software de registro histórico de datos (que necesitaría otro Driver propietario diferente). Si el driver específico para establecer la comunicación entre los dos extremos no estaba previamente desarrollado y disponible, las comunicaciones eran muy difíciles y caras de establecer. OPC elimina la necesidad de disponer de drivers específicos entre cada aplicación y la Fuente de Datos. Un único protocolo estándar de PLC puede ser compartido simultáneamente por el HMI y la aplicación de registro de datos históricos mediante un conector OPC, con el beneficio añadido de que el conector OPC requiere una única conexión con el PLC, reduciendo así la carga del procesador.
- Integración compleja: el uso habitual de protocolos propietarios para cada dispositivo significaba que, incluso con un pequeño número de dispositivos y aplicaciones, se requería rápidamente el uso de muchos protocolos. La misma aplicación HMI ejecutándose en múltiples ordenadores, comunicando con el mismo dispositivo, requería instalar y configurar múltiples instancias del mismo protocolo en cada ordenador. Si las aplicaciones HMI comunicaban a su vez con dispositivos adicionales, cada HMI requería su propio conjunto de drivers para cada uno de los dispositivos. El mantenimiento de las versiones de las

aplicaciones se convertía en una pesadilla. Utilizar OPC simplifica enormemente la integración porque, una vez que se configura un Servidor OPC para una Fuente de Datos en particular, todas las aplicaciones que utilizan OPC pueden empezar a compartir datos con esa Fuente de Datos, eliminando la necesidad de drivers adicionales.

- Carga de trabajo en el dispositivo: cada protocolo establece su propia conexión al dispositivo o controlador para el que está diseñado para comunicar. Dado el gran número de protocolos que se utilizan en una instalación típica, frecuentemente el controlador se veía bombardeado por múltiples peticiones de la misma información para cada aplicación que necesitaba comunicar con él. Además, la mayoría de los dispositivos sólo pueden aceptar un número limitado de conexiones simultáneas. Si el número de drivers tratando de conectar a un dispositivo excedía el número máximo de conexiones, había que buscar soluciones adicionales para que las aplicaciones Cliente no se quedasen sin datos. El tráfico y, por tanto, la carga de los dispositivos se reduce enormemente utilizando conectores OPC, porque un conector OPC específico para un dispositivo requiere una única conexión a la Fuente de Datos mientras que puede comunicar simultáneamente con múltiples aplicaciones para enviarles los Datos obtenidos.
- Obsolescencia de infraestructuras antiguas: a medida que los fabricantes lanzan nuevos productos, eventualmente dejan de dar soporte a los antiguos. Cuando una nueva versión de HMI o SCADA ve la luz, es posible que requiera su propio juego de protocolos que, en ocasiones, dejan de soportar comunicaciones con dispositivos con los que la anterior versión de HMI o SCADA comunicaban. OPC extiende la vida útil de sistemas antiguos porque, una vez que se ha configurado un Servidor OPC para el sistema, permite que cualquier aplicación Cliente que utilice OPC (la mayoría) pueda comunicar con el sistema antiguo, sin importar si la aplicación Cliente soporta o no de forma nativa la comunicación con dicho sistema antiguo. Por tanto, OPC permite que aplicaciones Cliente nuevas continúen comunicando con sistemas antiguos.
- Conectividad corporativa: a medida que crece la necesidad de disponer de datos procedentes de la automatización en otros niveles de la empresa, los problemas de conexión se hacen más complejos, porque las aplicaciones empresariales no están diseñadas para comunicar con dispositivos y controladores. Esto puede añadir, potencialmente, una carga extra a la infraestructura de automatización y sumar preocupaciones adicionales de seguridad. OPC hace posible de forma real que se puedan compartir datos provenientes de la automatización a lo largo de toda la red corporativa, permitiendo que aplicaciones validadas reciban datos con Fuentes de Datos de la red de automatización, eliminando la necesidad de instalar nuevos drivers de comunicación. Todo lo que se requiere es un Servidor OPC.

4.2.1.1 OPC (Interempresas, s.f.). OPC es el método de conectividad de datos basado en los estándares más populares del mundo. Es utilizado para responder a uno de los mayores retos de la industria de la automatización: cómo comunicar dispositivos, controladores y/o aplicaciones sin caer en los problemas habituales de las conexiones basadas en protocolos propietarios. OPC no es un protocolo, sino más bien un estándar para la conectividad de datos que se basa en una serie de especificaciones OPC gestionadas por la OPC Foundation. Cualquier software que sea compatible con estas especificaciones OPC proporciona a usuarios e integradores conectividad abierta e independiente tanto del fabricante del dispositivo como del desarrollador de la aplicación Cliente.

La clave del éxito de OPC en crear comunicaciones auténticamente independientes del fabricante se apoya en que OPC abstrae de los detalles de la implementación de Fuentes de Datos (i.e. PLC) y Clientes de Datos (i.e. HMI/ SCADA), con lo que los datos se pueden intercambiar entre ellos sin que tengan que saber nada de sus respectivos protocolos de comunicación nativos y de la organización interna de sus datos. Esto, en clara oposición a la aproximación basada en crear aplicaciones basadas en protocolos propietarios que, por definición, son requeridos para comunicar, de forma nativa, la Fuente de Datos con el Cliente de Datos.

Es un modelo cliente-servidor, permitiéndoles intercambiar datos sin saber nada el uno del otro.

La “abstracción de dispositivo” OPC se consigue utilizando dos componentes OPC especializados llamados Cliente OPC y Servidor OPC. Es importante resaltar que el hecho de que la Fuente de Datos y el Cliente de Datos puedan comunicar entre sí mediante OPC no significa que sus respectivos protocolos nativos dejen de ser necesarios o hayan sido reemplazados por OPC. Al contrario, estos protocolos y/o interfaces nativos siguen existiendo, pero sólo comunican con uno de los dos componentes del software OPC. Y son los componentes OPC los que intercambian información entre sí, cerrando así el círculo. La información puede viajar de la aplicación al dispositivo sin que estos tengan que hablar directamente entre sí.

A primera vista, crear un driver propietario para dos componentes OPC (Cliente OPC y Servidor OPC) puede parecer que no sea una gran mejora, pero la experiencia ha demostrado que sí lo es. A continuación, se enumeran algunos de los beneficios clave de utilizar OPC:

1. Una aplicación Cliente OPC puede comunicar libremente con cualquier Servidor OPC visible en la red sin la necesidad de utilizar ningún driver específico para la Fuente de Datos.
2. Las aplicaciones Cliente OPC pueden comunicar con tantos Servidores OPC como necesiten. No hay ninguna limitación inherente a OPC en el número de conexiones que se pueden establecer.

3. Hoy en día OPC está tan extendido que hay un Servidor OPC disponible para prácticamente todos los dispositivos nuevos o antiguos que existen en el mercado.
4. Las Fuentes de Datos (hardware o software) que utilizan OPC pueden ser intercambiadas o actualizadas sin la necesidad de actualizar los drivers utilizados por cada aplicación que comunique con ellas mediante OPC. Sólo hay que mantener actualizado el Servidor OPC para esa Fuente de Datos.
5. Los usuarios pueden elegir libremente los dispositivos, controladores y aplicaciones que mejor se ajusten a sus proyectos sin preocuparse del fabricante del que provienen o de si comunicarán entre sí... la intercomunicación se da por sentado.

Los tipos de datos más comunes transferidos entre dispositivos, controladores y aplicaciones en automatización se pueden encuadrar en tres categorías:

- Datos de tiempo real.
- Datos históricos.
- Alarmas y Eventos.

A su vez, cada una de las categorías anteriores soporta una amplia gama de tipos de datos. Estos tipos de datos pueden ser enteros, coma flotante, cadenas, fechas y distintos tipos de arrays, por mencionar algunos. OPC asume el reto de trabajar con estas distintas categorías de datos especificando de forma independiente cómo se va a transmitir cada uno de ellos a través de la arquitectura Cliente OPC - Servidor OPC. Las tres especificaciones del OPC clásico que se corresponden con las tres categorías de datos son:

1. OPC Data Access Specification (OPC DA) – utilizada para transmitir datos de tiempo real
2. OPC Historical Data Access Specification (OPC HDA) – utilizada para transmitir datos históricos
3. OPC Alarms & Events Specification (OPC A&E) – utilizada para transmitir información de alarmas y eventos.

- 4.2.1.2 OPC UA (Satoshi, 2018). OPC UA es la evolución de la tecnología OPC Clásica. Es una tecnología de comunicación industrial multiplataforma, abierta, orientada a servicios, segura y con ricos modelos de información. La tecnología es mantenida por la OPC Foundation. Como el OPC Clásico, se trata de un protocolo de comunicación pensado para comunicar datos de equipos industriales, pero su principal diferencia es que, a diferencia de éste, no se limita sólo a comunicar datos entre aplicaciones SCADA y sensores, sino que su objetivo es ir más allá y que pueda comunicarse con todas las aplicaciones de la empresa y a través de todas las capas empresariales. El mundo OPC Clásico es un mundo Windows, en el que es muy complicado llevar datos entre máquinas, y más si hay ciertas restricciones de red como Firewall's, dominios diferentes, etc. Además, por supuesto no puedes tener datos en nada que no sea Windows. OPC UA en cambio elimina todas estas restricciones de un plumazo.
- 4.2.1.3 Diferencias entre OPC y OPC UA (Satoshi, s.f.). OPC Clásico está basado en tecnología Windows, ya que utiliza COM / DCOM para mover datos entre aplicaciones. OPC UA, en cambio, se puede implementar sobre cualquier sistema operativo, ya sea Android, Linux o Windows. En OPC UA, los servidores pueden residir dentro de los mismos PLC, formando parte del hardware. En OPC Clásico, los Servidores OPC son drivers que deben instalarse sobre una máquina que se comunique directamente sobre las máquinas. A diferencia de OPC Clásico, OPC UA permite la encriptación de las comunicaciones mediante certificados de seguridad que los interlocutores deben conocer antes de empezar a comunicarse. OPC UA es amistoso con el Firewall, basta con abrir un puerto para comunicar aplicaciones. En OPC Clásico existen diferentes tecnologías para lidiar con cada tipo de fuente de datos: OPC DA para el tiempo real, OPC HDA para historización de datos y OPC A&E para alarmas y evento. Todas tecnologías que no pueden comunicarse entre sí. Este problema está resuelto con OPC UA, que combina todas ellas en una sola tecnología.

5. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

La metodología utilizada trata de extraer la mayor información posible de las estaciones de trabajo para poder aprovechar todo el potencial de la aplicación. En este caso el proyecto se va a dividir en subobjetivos para ir completando el proyecto.

En este apartado se va a comenzar especificando las diferentes estaciones de trabajo, se va a continuar con la implantación de la comunicación entre la aplicación y los PLCs, se seguirá determinando el módulo de control de producción del programa y se finalizará con el desarrollo de la parte de gestión de órdenes de trabajo para el trabajo en la planta en modo remoto.

Metodología experimental es donde deben explicarse los métodos usados, los equipos, software y procedimientos para el desarrollo de la parte experimental del proyecto.

5.1 ESTACIONES DE TRABAJO

Para poder visualizar el alcance del proyecto, se va a describir más detalladamente de que se compone la planta piloto de Festo instalada en el instituto de Automática e Informática Industrial.

5.1.1 CP-F-ASRS32-P (Festo-didactic, s.f.).

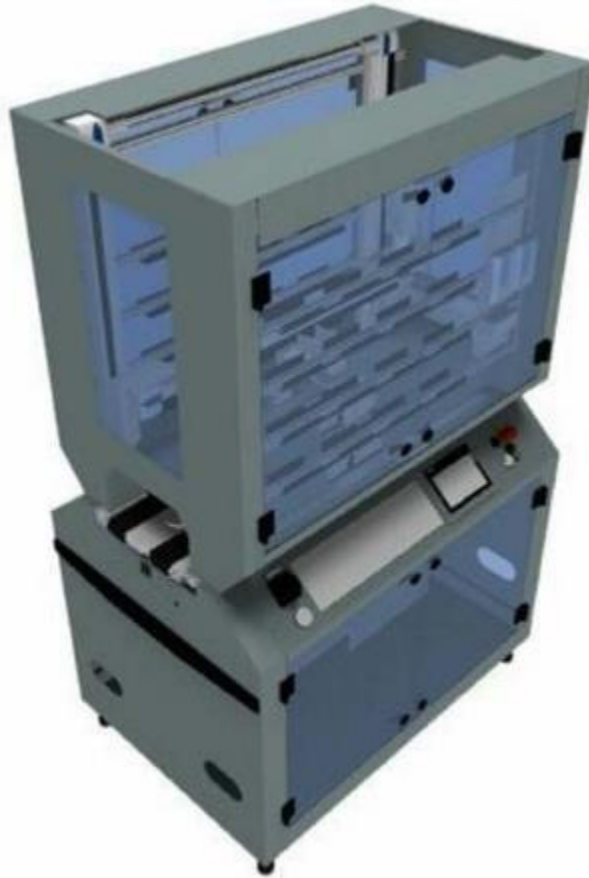
El Sistema Automático de Almacenamiento y Recuperación (ASRS) está equipado con un robot cartesiano para el almacenamiento y recuperación automática de paletas. Se pueden almacenar y recuperar hasta 32 paletas. Dos transportadores paralelos se mueven en direcciones opuestas, cada uno tiene una posición de trabajo donde los pallets se pueden recuperar o colocar en los transportadores.

La estación consta de estos componentes:

- Estructura del módulo base de acero y perfil de aluminio.
- Armario electrónico integrado:
 - o PLC.
 - o Relé de parada de emergencia.
- Dos cintas de transporte
- Dos unidades de parada neumática, con sensores inductivos y cabezal de lectura-escritura RFID.
- Panel de control:
 - o Varios botones, incluida la parada de emergencia.
 - o Pantalla táctil.
- Robot de almacenamiento:
 - o Dos servos de ejes lineales.
 - o Eje lineal neumático.

- Eje giratorio neumático.
- Pinza neumática.

Ilustración 2 CP-F-ASRS32-P.



5.1.2 CP-L-BRANCH (Festo-didactic, s.f.).

Esta estación está diseñada para hacer que el flujo de material en un sistema CP Lab sea flexible. Contiene una cinta recta, como CP-L-CONV, con un punto de unión donde se conecta a una cinta doble. Esta interfaz entre sistemas de cinta simple y doble permite transferir soportes entre CP Lab y CP Factory, CP Lab y Robotino o dos sistemas CP Lab.

La estación consta de estos componentes:

- Estructura del módulo base de acero y perfil de aluminio.
- Tres cintas de transporte.
- Tres transportadores de cinta:
 - Motor de 24 VCC.
 - Controlador de motor de CC bidireccional y velocidad lenta.

- Medición de posición incremental mediante sensor óptico.
- Sensores capacitivos en ambos extremos de la cinta para la detección de transportadores.
- PLC:
 - Siemens S7-1500 CPU 1512SP.
 - 12 entradas / 8 salidas, digitales 24 V.
 - Maestro de I / O-Link.
 - Interfaz web para interacción manual.
- Sensores de comunicación a estaciones adyacentes.
- Barra de control neumático.
- Tope del transportador en la posición de la rama:
 - Tope neumático con sensores de posición final.
 - Cuatro sensores inductivos para la detección de transportadores (y posiblemente identificación).
 - Cabezal de lectura / escritura RFID para identificación del operador, utilizando IO-Link.

Ilustración 3 CP-L-BRANCH.



5.1.3 CP-AM-CAM (Festo-didactic, s.f.).

La cámara se utiliza como sensor inteligente y universal con controlador integrado para garantizar la calidad mediante inspección óptica.

El módulo consta de estos componentes:

- Marco modular de perfiles de aluminio.
- Cámara inteligente con controlador integrado.
- Interfaz de señal.
- Paquete de software.

Ilustración 4 CP-AM-CAM.



5.1.4 CP-AM-iDRILL (Festo-didactic, s.f.).

El módulo de aplicación Drilling CPS taladra 4 taladros en la parte inferior de la carcasa. Las piezas de trabajo son reconocidas por la primera barrera de luz cuando se mueven al módulo de aplicación y el transportador se detiene. Cuando el transportador se haya detenido, se comprobará la pieza de trabajo.

La solicitud de pieza de trabajo comprueba si hay una cubierta frontal en el transportador. La solicitud de pieza de trabajo en el medio comprueba si hay una tapa trasera en la parte inferior. La solicitud de la izquierda comprueba si la cubierta frontal está en su posición correcta en el soporte.

Cuando la cubierta frontal está en su posición correcta y no tiene cubierta trasera, los dos primeros orificios de perforación se perforan en el lado izquierdo de la cubierta frontal. Luego, el eje X se mueve a la posición correcta y se perforan los dos orificios de perforación de la derecha.

Después de eso, el transportador abandona el módulo de aplicación iDrilling.

El módulo consta de estos componentes:

- Marco modular de perfiles de aluminio.
- Eje lineal controlado neumáticamente, dirección z.
- Eje lineal controlado neumáticamente, dirección x.
- Bloque de válvulas.
- Dos husillos de perforación.
- Controlador web integrado.

Ilustración 5 CP-AM-iDRILL.



5.1.5 CP-AM-MAGBACK-BLACK (Festo-didactic, s.f.).

El módulo de aplicación Almacén está alimentando un transportador con una cubierta frontal y una cubierta trasera. El transportador se reconoce por una barrera de luz y luego se detiene. Los sensores están comprobando el estado del transportador. Hay tres posibilidades:

- No hay pieza de trabajo en el transportador.
- Hay una cubierta frontal en el transportador.
- Hay una cubierta trasera en el transportador.

Según las circunstancias y la tarea, una pieza de trabajo se aísla del cargador al transportador. Posteriormente, éste se libera.

El módulo consta de estos componentes:

- Marco modular de perfiles de aluminio.
- Almacén.
- Separador.
- Bloque de válvulas.
- Interfaz de señal.

Ilustración 6 5.1.5 CP-AM-MAGBACK-BLACK.



5.1.6 CP-AM-MPRESS (Festo-didactic, s.f.).

El módulo de aplicación Muscle press está diseñado para el prensado de piezas de trabajo cúbicas. El proceso de prensado se realiza mediante un control de presión proporcional. La fuerza generada se mide con precisión mediante una célula de carga.

El módulo consta de estos componentes:

- Marco modular de perfiles de aluminio.
- Prensa de músculos neumática.
- Regulador de presión proporcional.
- Medidor de fuerza, analógico.
- Interfaz de señal.

Ilustración 7 CP-AM-MPRESS.



5.1.7 CP-AM-OUT (Festo-didactic, s.f.).

El módulo de aplicación de salida de piezas de trabajo está equipado con un sistema de manipulación de dos ejes y se utiliza para producir piezas de trabajo cúbicas en dos guías de rodillos. La salida de la pieza de trabajo del módulo de aplicación se puede utilizar como un lugar de trabajo manual para recuperar piezas de trabajo.

El módulo consta de estos componentes:

- Marco modular de perfiles de aluminio.
- Módulo de manipulación.
- Pinza neumática paralela.
- Dos rodillos correderos.
- Bloque de válvulas.
- Interfaz de señal.

Ilustración 8 CP-AM-OUT.



5.1.8 UR5 (Festo-didactic, s.f.).

La versatilidad del diseño de la fábrica es una de las principales características de Industria 4.0. Los módulos CP Lab pueden combinarse y ampliarse de múltiples formas.

La unidad frontal de un brazo robótico resulta decisiva para automatizar la toma de piezas. Tanto si se decanta por unas pinzas de compresión como por una sujeción circunferencial o por la succión de vacío: para cualquier aplicación se ofrece un conjunto modular de pinzas de robot adaptado especialmente para brazos robóticos de Universal Robots.

Ilustración 9 UR5.



5.2 COMUNICACIONES

5.2.1 Comunicación OPC UA

Para establecer las comunicaciones con los diferentes PLCs de las estaciones se han dado de alta en las conexiones OPC dentro de Ignition.

Ilustración 10 Comunicaciones OPC.

Name	Type	Description	Read Only	Status	
CODESYS OPC UA Server	OPC UA		false	Connecte d	More edit
Ignition OPC UA Server	OPC UA	A "loopback" connection to the Ignition OPC UA server running on this gateway.	false	Connecte d	More edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcASRS32	OPC UA		false	Connecte d	More edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcCam	OPC UA		false	Connecte d	More edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcMPress	OPC UA		false	Connecte d	More edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcMagBack	OPC UA		false	Connecte d	More edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcOut	OPC UA		false	Connecte d	More edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plciDrill	OPC UA		false	Connecte d	More edit

Para determinar el método de alta de una estación se van a especificar paso a paso el procedimiento seguido.

Para el PLC ASRS32 se ha seguido la siguiente actuación:

1. Se selecciona dentro del módulo de Configuración de Ignition, en el apartado de conexiones OPC la creación de una nueva conexión OPC.

Ilustración 11 Pulsador de creación de conexión OPC.

[→ Create new OPC Connection...](#)

2. En este proyecto las comunicaciones como se ha explicado en otro apartado son OPC UA, por lo tanto, se selecciona esta opción.

Ilustración 12 Selección del tipo de comunicación.

OPC UA
Connect to a device or server that supports OPC UA.

OPC-DA COM Connection
Provides access to legacy COM-based OPC-DA servers. Supports OPC-DA versions 2 and 3.

[Next >](#)

3. En esta parte de la configuración se determina el endpoint de comunicación. **Los endpoints** son las URLs de un API o un backend que responden a una petición. Los mismos endpoints tienen que calzar con un endpoint para existir. Algo debe responder para que se renderice un sitio con sentido para el visitante. Por cada endpoint esperando la visita de un usuario puede haber docenas de endpoints sirviendo los datos para llenar cada gráfico e infografía que se despliega en el endpoint. (Stackoverflow, 2017)

Ilustración 13 Entrada del Endpoint.

[→ Skip to Advanced Configuration](#)

Server Discovery

Endpoint URL

Example: *opc.tcp://localhost:62541/discovery*

Next

4. Al continuar con la configuración, realiza una búsqueda de la dirección introducida y muestra que dispositivo coincide.

Ilustración 14 Selección del Endpoint encontrado.

[→ Skip to Advanced Configuration](#)

Choose a Server

SIMATIC.S7-1500.OPC-UA Server:plcASRS32

opc.tcp://172.21.1.1:4840

Previous **Next**

5. Una vez seleccionado el endpoint, se especifica un modo de seguridad en los mensajes para conexiones y datos en tránsito entre el servidor de origen y la gateway. Este campo es la combinación de la política de seguridad OPC-UA y el modo de seguridad de mensajes. Debe elegir la misma política de seguridad y el mismo modo de seguridad de mensajes que especificó para su servidor OPC-UA. Dentro de la política de seguridad Ignition permite los siguientes tipos:

- Ninguno: La gateway no protege las conexiones al origen OPC-UA.
- Basic256.

Para la política de seguridad Basic256 se dispone de dos opciones para el modo de seguridad de mensajes:

- Firmar: los datos en tránsito entre la gateway y el origen están firmados, pero no cifrados.

- Firmar y cifrar: los datos en tránsito entre la gateway y el origen están firmados y cifrados.

En esta aplicación no se va a seleccionar ningún tipo de seguridad ya que es como está configurado el servidor en el PLC.

Ilustración 15 Modo de seguridad en los mensajes.

[→ Skip to Advanced Configuration](#)

Select Endpoint

opc.tcp://172.21.1.1:4840
Security Policy: None
Security Mode: None

opc.tcp://172.21.1.1:4840
Security Policy: Basic256
Security Mode: Sign

opc.tcp://172.21.1.1:4840
Security Policy: Basic256
Security Mode: SignAndEncrypt

Previous **Next**

6. A continuación, se muestra la configuración de la comunicación determinada durante los pasos anteriores para su confirmación.

Ilustración 16 Confirmación de configuración de la conexión OPC.

[→ Skip to Advanced Configuration](#)

Confirm Connection Settings

Discovery URL: opc.tcp://172.21.1.1:4840
Endpoint URL: opc.tcp://172.21.1.1:4840
Endpoint Host Override:
Endpoint Security Mode: None
Endpoint Security Policy: None

Previous **Finish**

- Una vez aceptada la configuración, se deben determinar unas últimas características de la conexión, así como el tipo de autenticación en el caso de que fuese necesario.

Ilustración 17 Características y configuración de la conexión OPC.

Main	
Name	SIMATIC.S7-1500.OPC-UA Server;plcAS
Description	
Enabled	<input checked="" type="checkbox"/> (default: true)
Read Only	<input type="checkbox"/> If selected, the connection to this OPC server will be read-only; all calls to write will fail. (default: false)

Authentication	
Username	
Password	
Password	Re-type password for verification.

Show advanced properties

[Create New OPC Connection](#)

Habiendo realizado todos los pasos anteriormente descritos se genera la conexión OPC para tener acceso a todas las variables del PLC.

5.2.2 Comunicación con base de datos

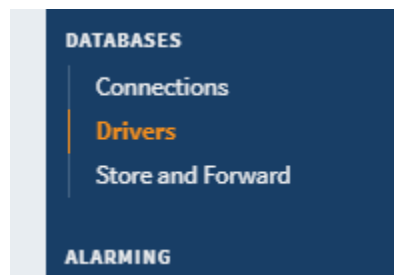
Para acceder a todas las variables que utiliza la aplicación MES de Festo es necesario realizar una comunicación con la base de datos de Access de la aplicación MES.

Es necesario realizar una serie de pasos para realizar la conexión con este tipo de base de datos ya que los drivers no están instalados por defecto.

El procedimiento es el siguiente:

- Descargar los drivers de comunicación UCanAccess-3.0.4-bin.
- Seleccionar en el menú configuración de Ignition la opción de Drivers en la sección de Databases.

Ilustración 18 Menú Drivers en la sección de Databases.



3. Seleccionar el pulsador de creación de un nuevo driver JDBC.

Ilustración 19 Botón de creación de un nuevo driver JDBC.



4. Rellenar los datos y seleccionar los drivers necesarios.

Ilustración 20 Archivos JAR seleccionados.

MSAccessDB		Generic	MSSQL	<ul style="list-style-type: none"> • hsqldb.jar • jackcess-2.1.3.jar • ucanaccess-3.0.4.jar • commons-lang-2.6.jar • commons-logging-1.1.1.jar
------------	--	---------	-------	---

Ilustración 21 Configuración del driver.

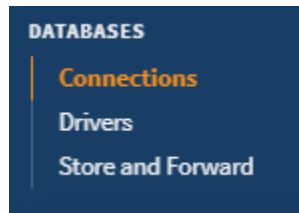
Description	
Classname	<input type="text" value="net.ucanaccess.jdbc.UcanaccessDriver"/> <p>Enter the classname that is the JDBC driver in the Jar File that you are uploading. (The classname should be easily found in t</p>
JAR File(s)	<input type="button" value="Sfoggia..."/> Nessun file selezionato. <p>Files:</p> <p>Choose new *.jar to replace the existing ones, or leave blank to keep existing *.jar files.</p>

Driver Defaults & Instructions	
Driver Type	<input type="text" value="Generic"/> <p>Choose the appropriate database type that this driver connects to.</p>
URL Format	<input type="text" value="jdbc:ucanaccess://<mdb or accdb file path>"/> <p>Provide a default value for the connect URL. This should provide a hint while adding a datasource connection as to the form: "jdbc:dbtype://host:port/database"</p>
URL Instructions	
Default Connection Properties	<input type="text"/> <p>(default:)</p>
Connection Properties Instructions	
Default Validation Query	<input type="text" value="SELECT 1 FROM DUAL"/> <p>(default: SELECT 1)</p>

SQL Language Compatibility	
Default Translator	<input type="text" value="MSSQL"/>

5. Aceptar para crear el driver.
6. Ir al menú de conexiones de la sección de Databases.

Ilustración 22 Menú conexiones de la sección de bases de datos.



7. Crear una nueva conexión con la base de datos.

Ilustración 23 Botón para crear una nueva conexión con una base de datos.

[→ Create new Database Connection...](#)

8. Configurar la comunicación para acceder a la base de datos deseada.

Ilustración 24 Configuración necesaria para la comunicación con la base de datos.

Main Properties	
Name	<input type="text" value="FestoMES"/> <p><small>Warning: Changing the name of a database connection is risky. Any projects that refer to this connection by name (instead of referring to their project default) will start causing errors trying to connect to a connection that no longer exists. Please verify that no projects refer to this connection by name, and update the ones that do.</small></p>
Description	<input type="text"/>
JDBC Driver	<input type="text" value="MSAccessDB"/> <p><small>The JDBC driver dictates the type of database that this connection can connect to. It cannot be changed once created.</small></p>
Connect URL	<input type="text" value="jdbc:ucanaccess://C:\MES4\FestoMES.accdb"/> <p><small>The Connect URL is JDBC-driver specific. It usually contains the address of the machine that the database is running on.</small></p>
Username	<input type="text"/>
Change Password?	<input type="checkbox"/> Check this box to change the existing password.
Password	<input type="password"/>
Password	<input type="password"/> <p><small>Re-type password for verification.</small></p>
Extra Connection	<input type="text"/>

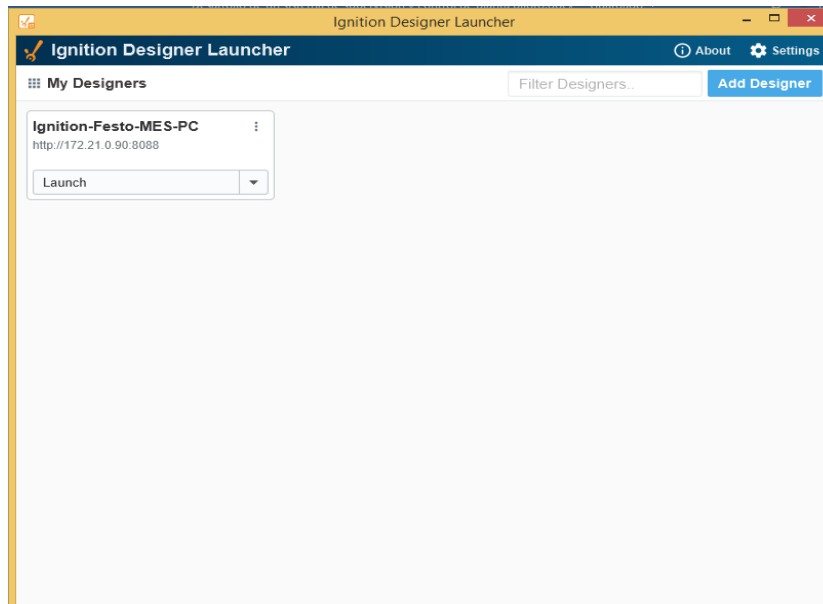
9. Aceptar la configuración.

Una vez realizados los pasos anteriores ya se tendrá acceso desde la aplicación de Ignition a la base de datos de Access.

5.3 APLICACIÓN

Para crear la aplicación, se ha utilizado el módulo Designer de Ignition online. Por lo tanto, toda la programación se ha realizado en modo remoto con la información de los proyectos originales de las estaciones de trabajo que están programadas con el software de Siemens TIA Portal.

Ilustración 25 Lanzamiento aplicación mediante Ignition Designer.

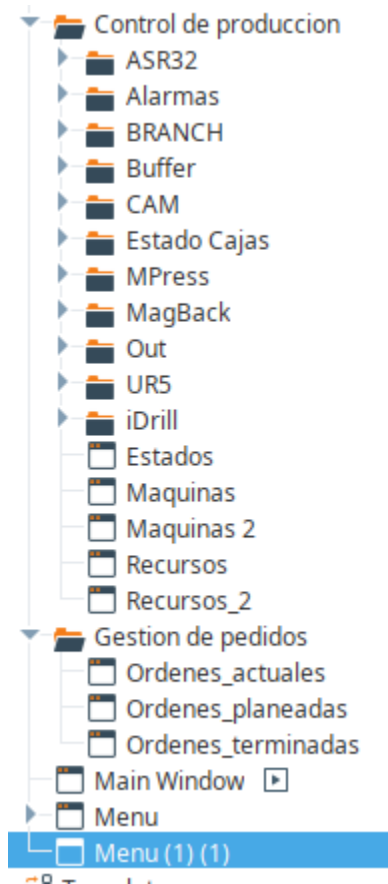


La organización del programa se ha centrado en esquematizar las pantallas para tener un orden lógico y poder encontrar cada una de ellas de una manera sencilla. El menú de las pantallas se ha dividido en las dos secciones características, el control de producción y la gestión de pedidos.

5.3.1 Control de producción.

Dentro del control de producción, se ha organizado en función del acceso desde las pantallas, los recursos que son las pantallas que hacen un resumen del estado actual de todas las estaciones de trabajo, las pantallas de máquinas, donde se visualiza la situación global específica de cada una de las máquinas, la pantalla de alarmas donde se controlan las alarmas de toda la planta, la pantalla de estados que permite supervisar la máquina en el momento actual y durante la hora anterior y las pantallas específicas a cada estación que no son compartidas por el resto.

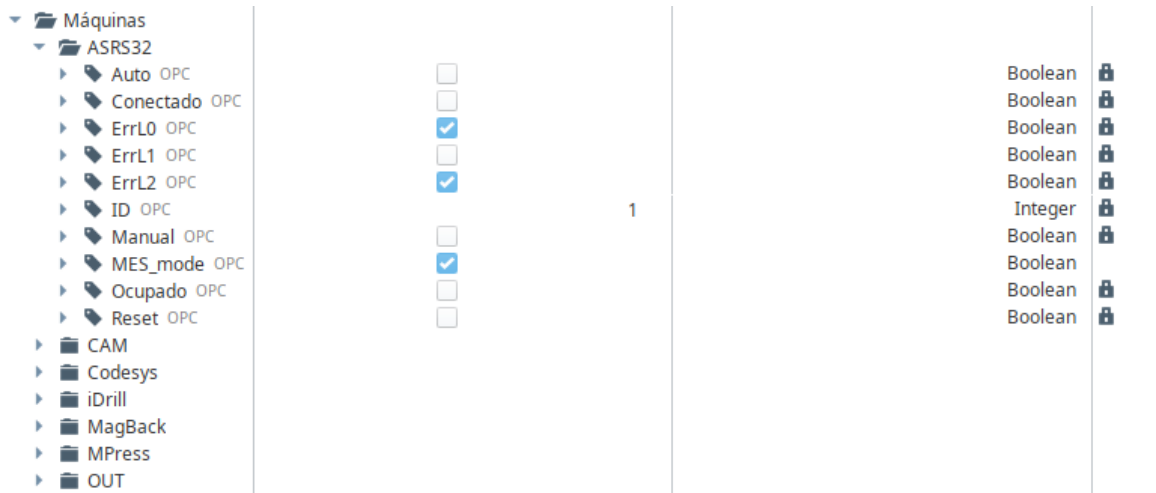
Ilustración 26 Menú de las pantallas en la aplicación.



A continuación, se va a especificar el uso y organización de las variables de cada pantalla.

Para las pantallas de recursos se ha creado una carpeta dentro de los Tags con las variables utilizadas:

Ilustración 27 Organización de las variables para la pantalla de recursos.



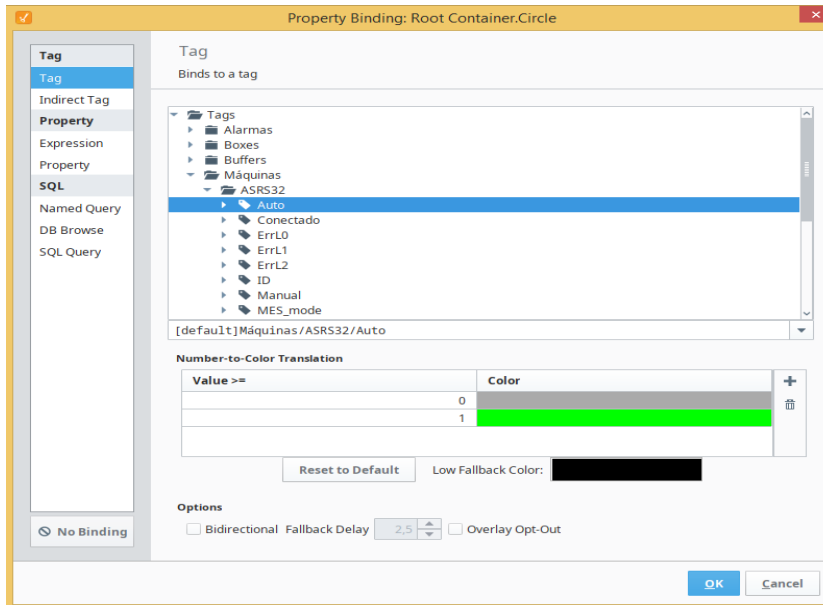
En este caso, para visualizar el estado de las variables se realiza a través de unos indicadores luminosos que determinan el estado en función del color visualizado.

Ilustración 28 Pantalla de recursos con indicadores que cambian de color.



Para apuntar a la variable que nos determina el color del círculo, se modifica la configuración del color de relleno.

Ilustración 29 Ejemplo configuración color del círculo en función de una variable.



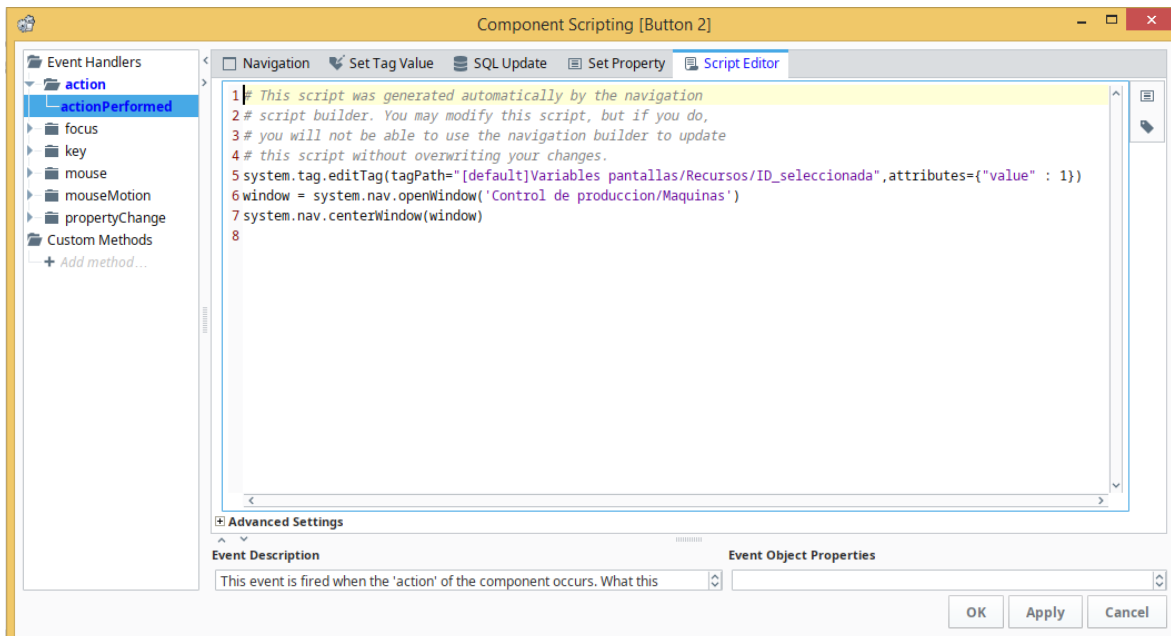
De este modo se van determinando el color de todos los círculos en función de la variable específica a la que debe hacer referencia.

Ya que se puede acceder a la pantalla de máquinas pulsando encima de la línea de la máquina, se debe determinar la máquina que se quiere visualizar en estas pantallas, esto se realiza gracias a la escritura de una variable una vez se pulsa el botón de acceso.

Ilustración 30 Pulsador de acceso a la pantalla de máquinas.



Ilustración 31 Escritura de variable que determina que máquina se quiere visualizar.



A partir de esta pantalla, para determinar las variables a las que se acceden se ha creado una carpeta de “Variables pantallas” donde se almacenan las variables que se utilizan en función de la estación seleccionada.

Ilustración 32 Variables utilizadas en la sección de recursos en el bloque de máquinas.

Variable	Estado	Tipo
Máquinas		
Variables pantallas		
Maquinas		
Aplicacion		
Btn		
Maquinas_ID		
OpMode		
App_activa Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
App_ocupado Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
App_reset Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
Auto Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
Conectado Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
ErrL0 Expression	<input checked="" type="checkbox"/>	Boolean
ErrL1 Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
ErrL2 Expression	<input checked="" type="checkbox"/>	Boolean
ID Expression		Integer
Manual Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
MES_mode Expression	<input checked="" type="checkbox"/>	Boolean
Ocupado Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
Posicion_Inicial Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
Ready Expression	<input checked="" type="checkbox"/>	Boolean
Reset Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
Start Expression	<input type="checkbox"/>	Boolean
Ordenes		
Recursos		
System		

Dentro de la carpeta de aplicación se programan las variables que se utilizan en las pantallas de máquinas en función de la estación seleccionada.

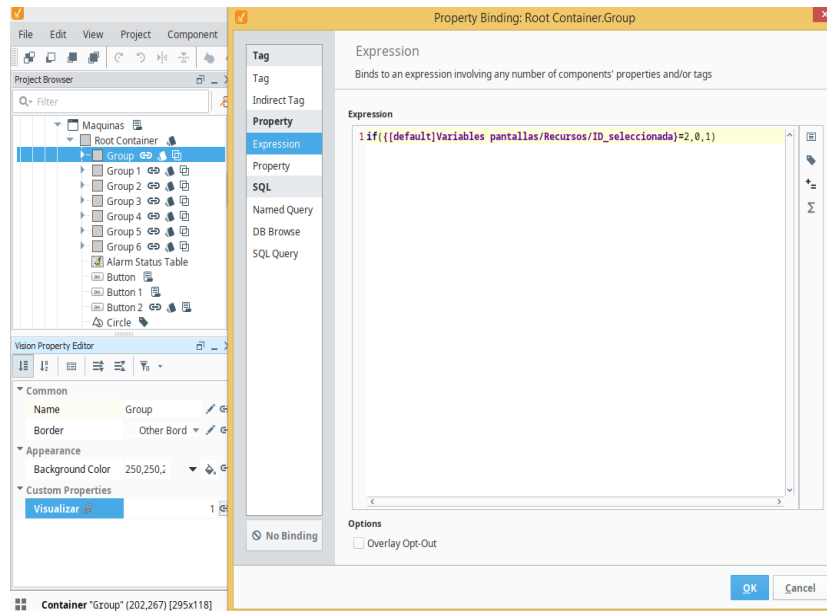
Ilustración 33 Ejemplo programación variable en función de máquina seleccionada.



Una vez dentro de la pantalla de máquinas existen dos tipos de objetos, objetos que se visualizan exclusivamente cuando la estación de trabajo adecuada está seleccionada y otros objetos que son comunes a todas las máquinas.

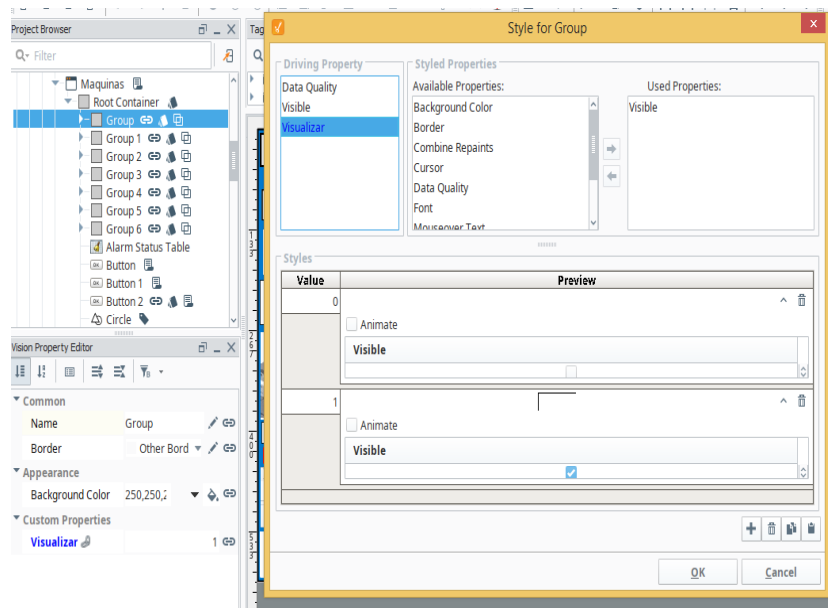
Para los que se visualizan en determinadas situaciones, se ha añadido una variable al objeto, en este caso se ha denominado Visualizar que afecta a la propiedad de visible y que en función de su estado se ve ese objeto o no. Se ha programado el valor de esa variable en función de la máquina o máquinas seleccionadas.

Ilustración 34 Activación y desactivación variable para visualizar el objeto.



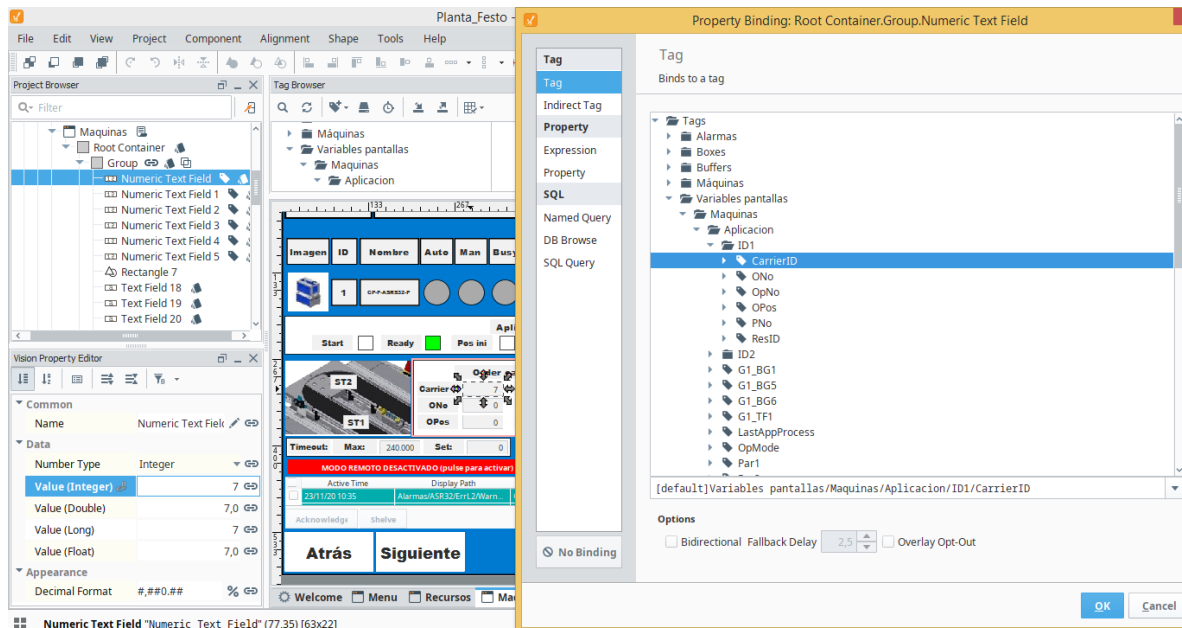
Una vez se dispone de esa variable se utiliza para configurar la visibilidad del objeto.

Ilustración 35 Configuración opciones objeto.



Una vez determinada la visualización se enlazan las variables al valor del objeto determinado.

Ilustración 36 Ejemplo de vinculación de variable a objeto.



Dentro de la segunda pantalla de máquinas se puede acceder a las pantallas específicas de cada estación y también cambiar el modo de trabajo. Los pulsadores de entrada a las pantallas específicas, tal y como se ha visto antes se

realiza mediante la activación de la visualización en función de la máquina seleccionada y una vez pulsado se activa la pantalla requerida.

Ilustración 37 Programación variable Visibilidad botones activación pantallas específicas de cada máquina.

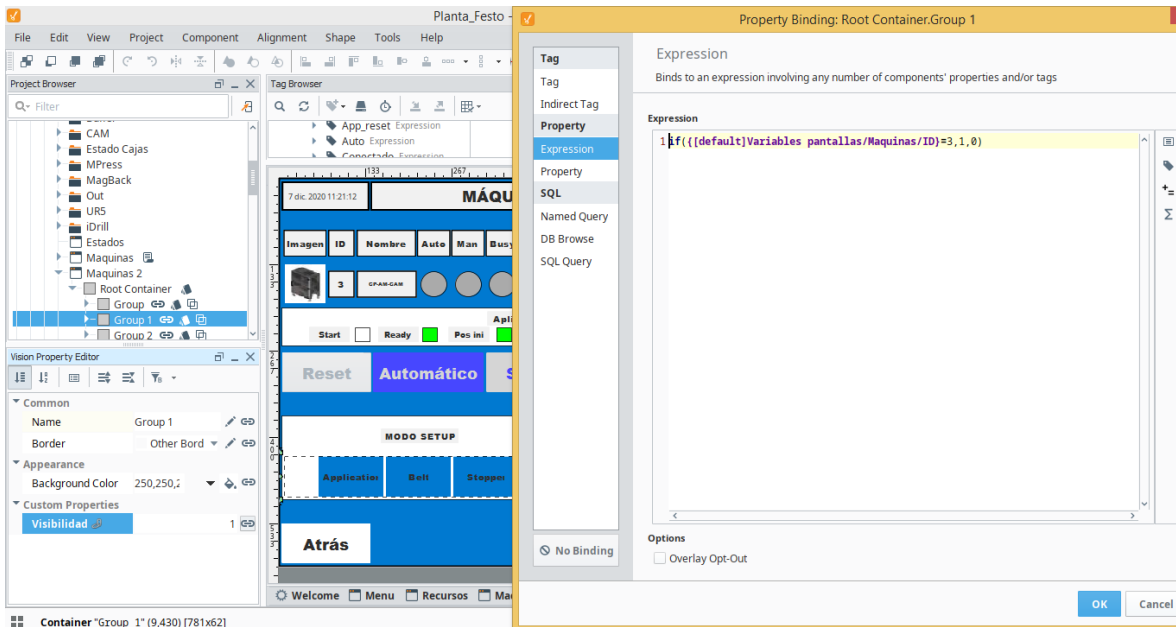
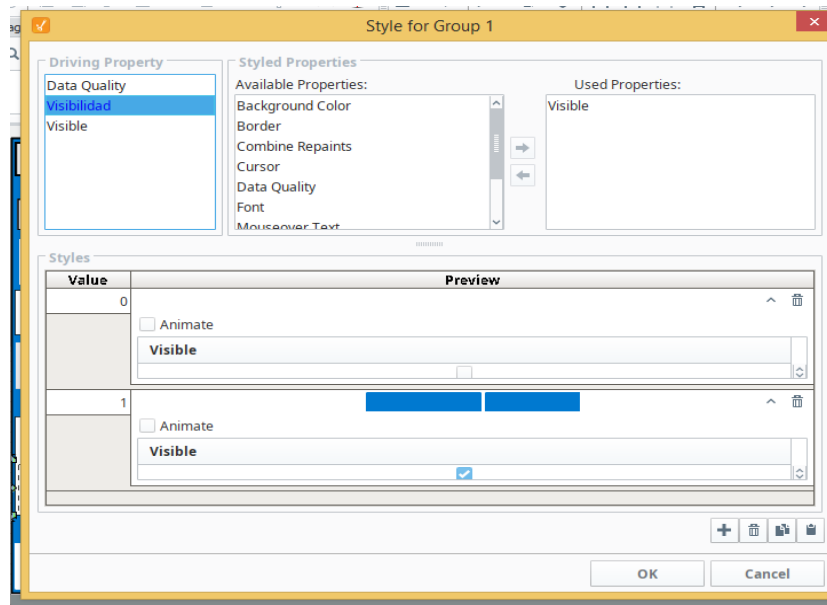
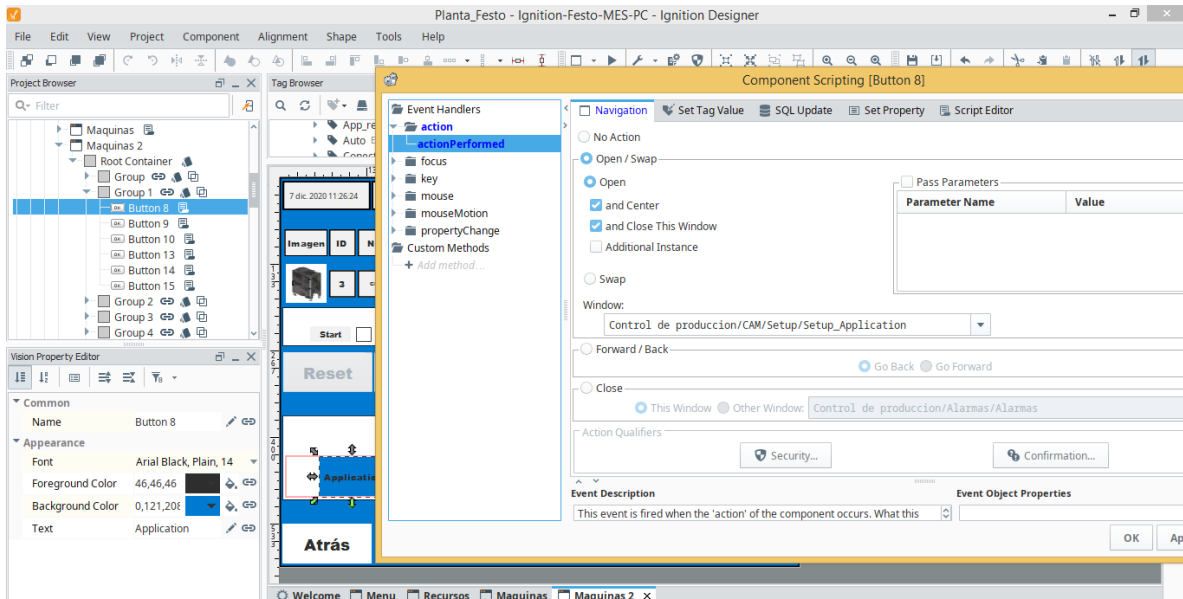


Ilustración 38 Configuración propiedad visible en función de la variable Visibilidad.



Pulsando el pulsador visible, se activa la pantalla correspondiente.

Ilustración 39 Acción programada en uno de los pulsadores de las pantallas específicas a cada estación.



Para cambiar el modo de trabajo, en función al modo que queremos ir no será posible salvo que se pase por el estado de Setup, por eso la habilitación de los botones de cambio de modo están bloqueados o no en función de la variable de modo. Se ha creado una variable de objeto llamada Habilitado para poder modificar esa propiedad en función de su valor.

Ilustración 40 Tag adherido a la variable de objeto Habilitado.

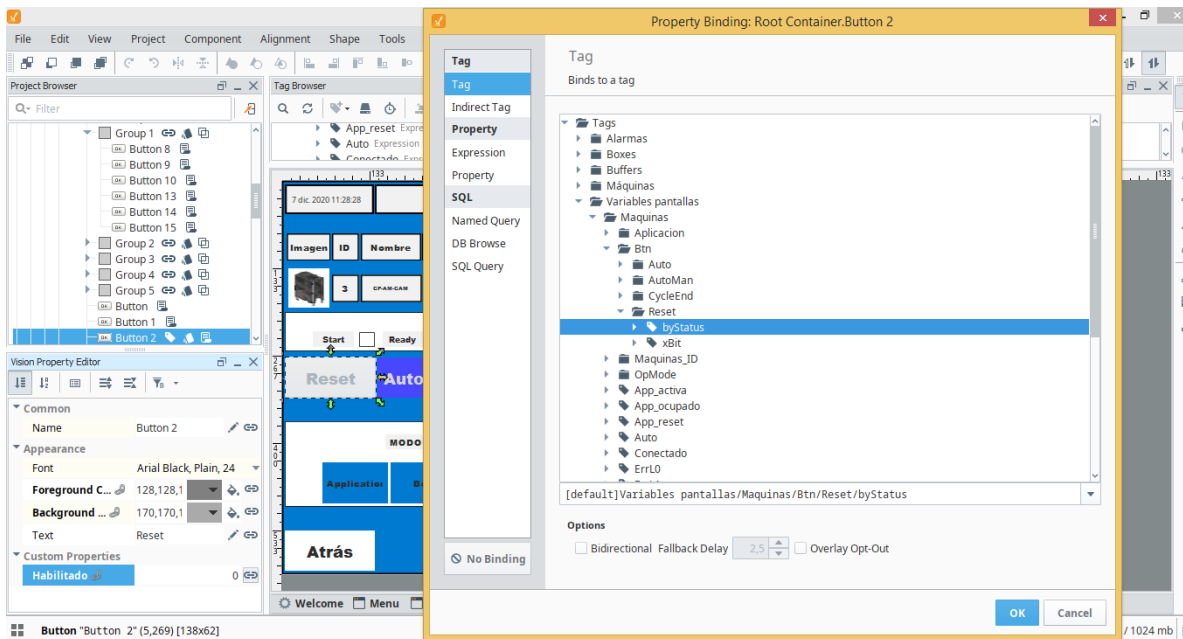
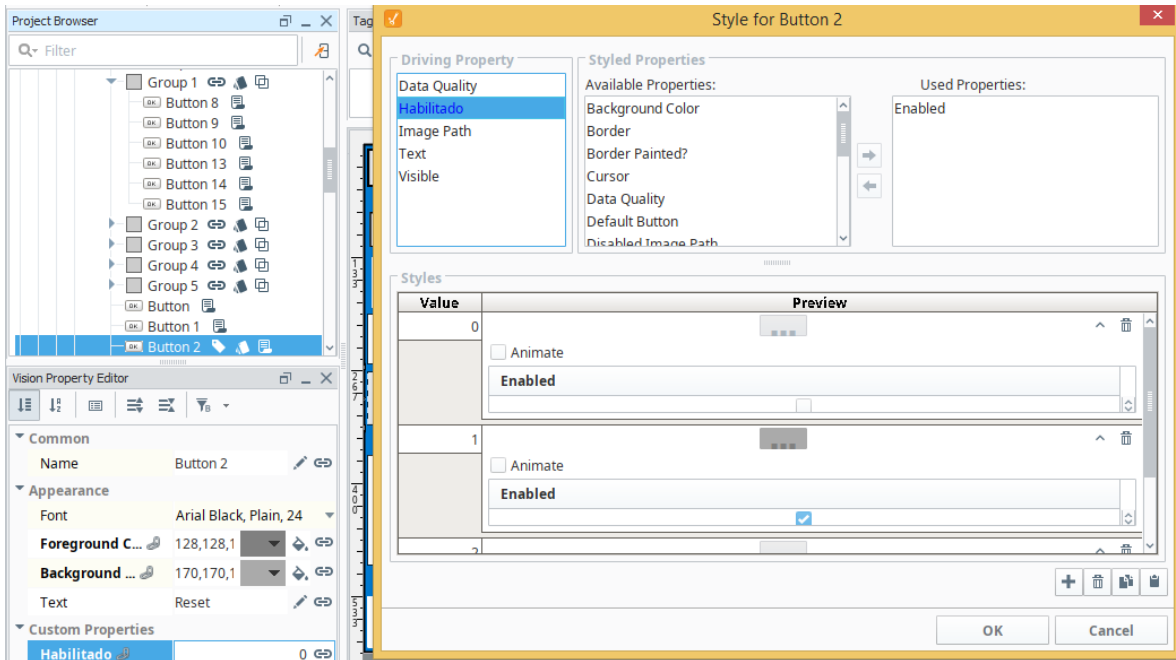


Ilustración 41 Configuración propiedad Enabled en función de la variable Habilitado.



Una vez habilitado se accede a la variable deseada mediante un Script en dos acciones de ratón. Como se precisa que cuando se pulse la variable booleana sea 1 y cuando se suelte esta variable valga 0, la programación ha sido la siguiente.

Ilustración 42 Acción cuando se pulsa el ratón encima del pulsador.

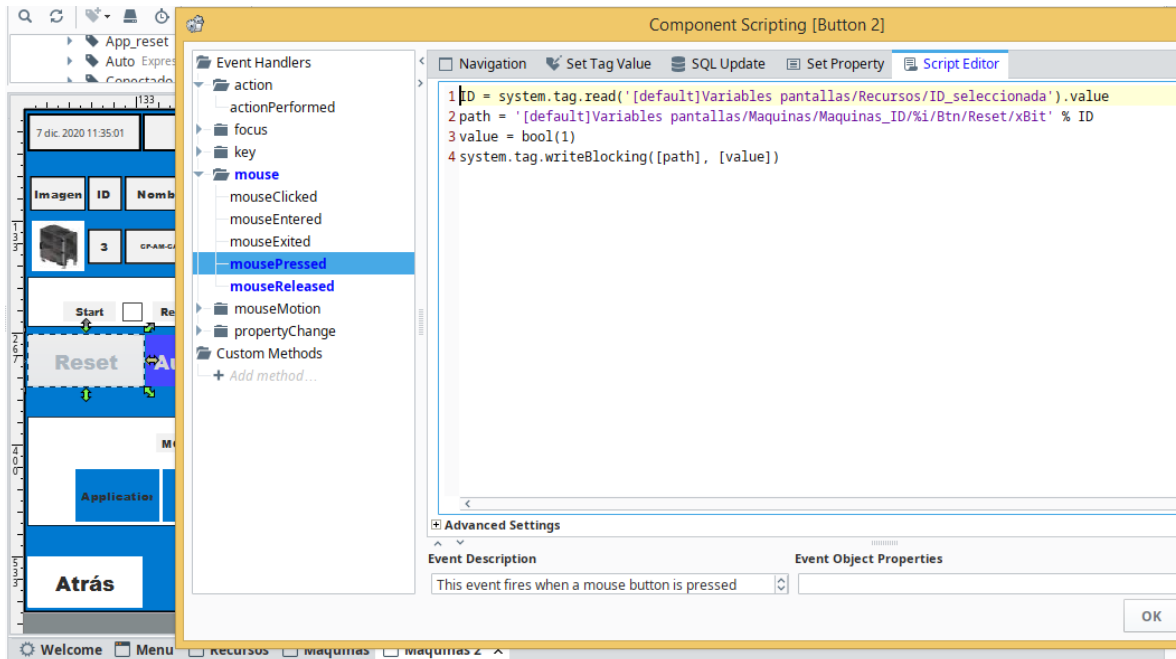
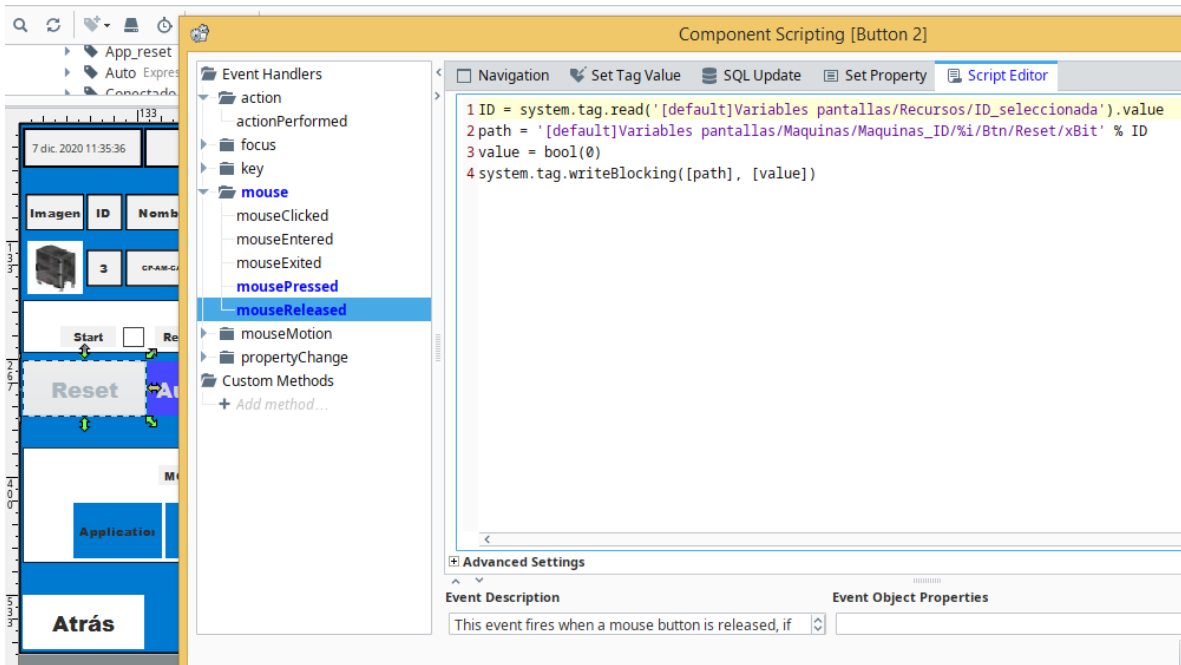
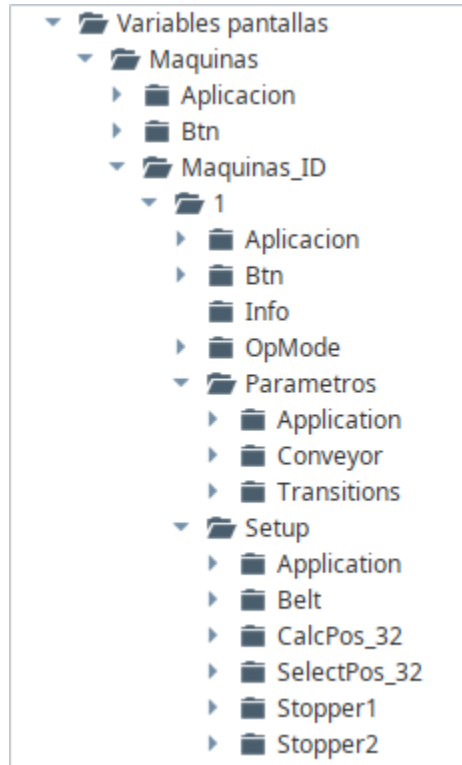


Ilustración 43 Acción cuando se libera el ratón del pulsador.



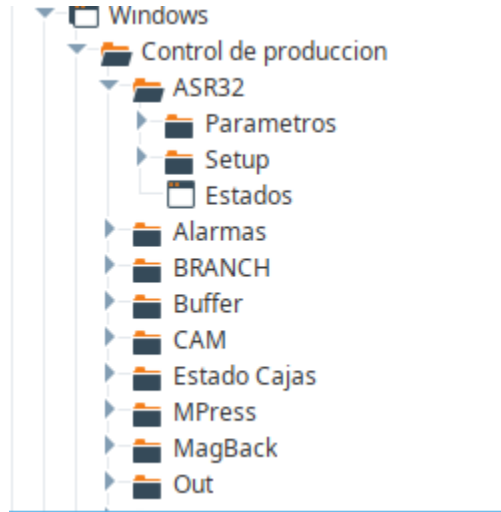
Una vez dentro de las pantallas específicas, todas las variables y acciones son susceptibles de editarse y activarse en función de las variables de modo de trabajo y de modo remoto que es una variable local utilizada para activar la posibilidad de editar valores o realizar movimientos a través de esta aplicación. Todas las variables utilizadas en estas pantallas se encuentran en la carpeta de Variables pantallas/Maquinas/Maquinas_ID y en el número de máquina requerida en dos carpetas, una para las variables de las pantallas de Setup y otra para las pantallas de Parámetros.

Ilustración 44 Organización variables de las pantallas específicas a cada estación.



Las pantallas únicas de cada estación de trabajo se encuentran en la carpeta de Control de producción dentro de cada máquina, al igual que las variables, las pantallas se dividen entre las que son de Setup y las de Parámetro.

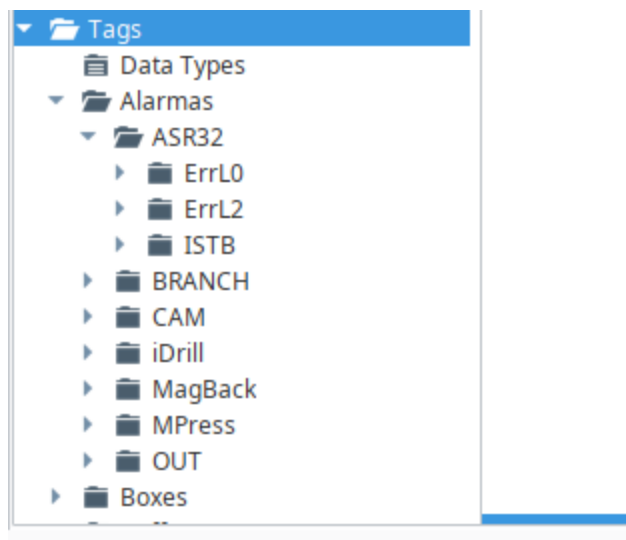
Ilustración 45 Organización pantallas específicas a cada máquina.



Para continuar con las pantallas de control de producción, se volverá a la pantalla de recursos desde la cual se tiene acceso a dos pantallas globales más, una de ellas es la pantalla de alarmas.

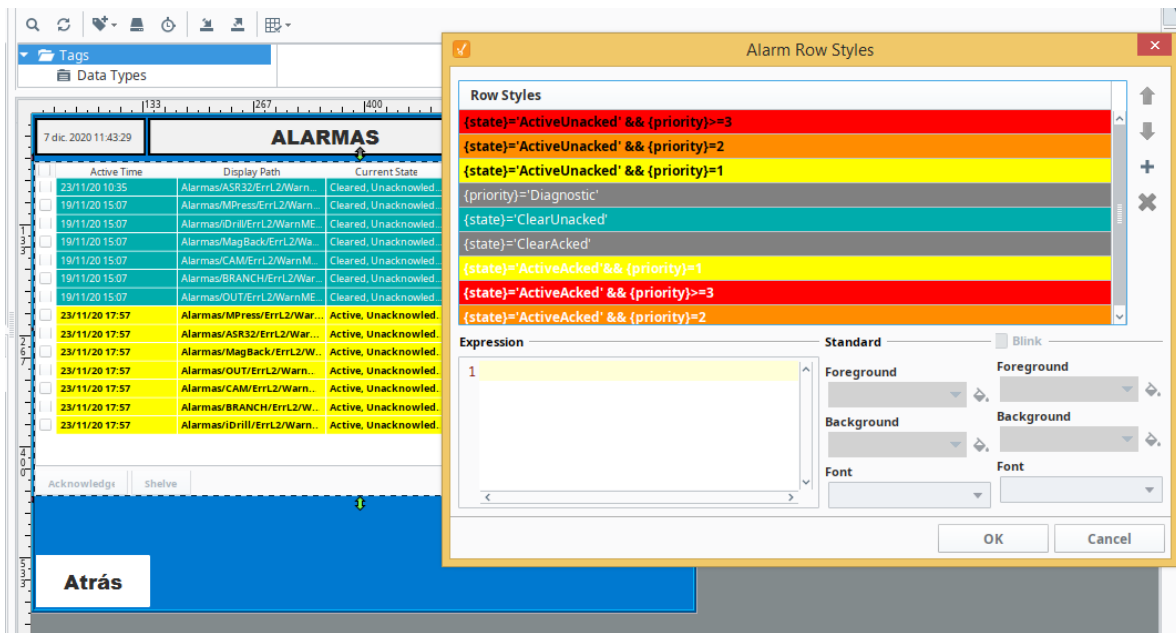
Las variables de alarmas están en una carpeta dentro de los Tags llamada alarmas, donde se pueden ver carpeta de todas las máquinas en las que se organizan las alarmas en función de su prioridad.

Ilustración 46 Variables de alarmas por máquina organizadas en función de su prioridad.



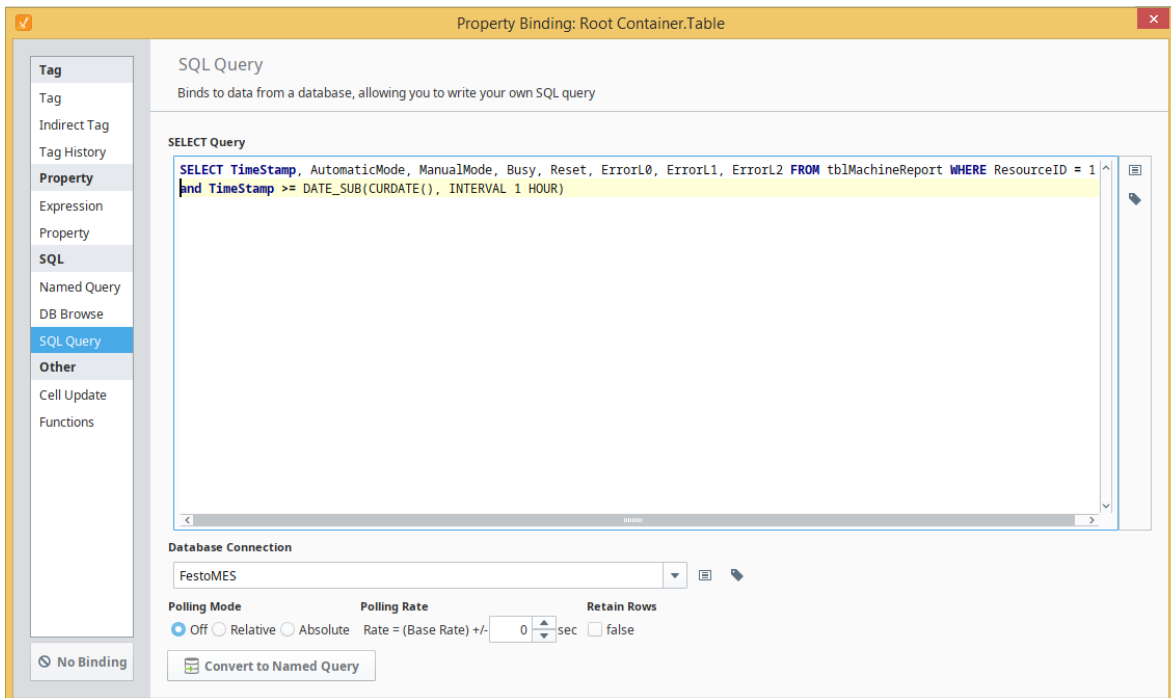
Una vez organizadas las variables, se introduce el panel de alarmas y se organiza por colores.

Ilustración 47 Pantalla de alarmas con configuración de colores en función del estado de las alarmas.



Si se pulsa la pantalla de estados se accede a una pantalla en que se seleccionada la máquina que se quiera y se activa una pantalla única para cada estación en la que se informa del estado actual y el estado durante la hora anterior. La pantalla se encuentra con las pantallas específicas y las variables de esta pantalla se encuentran directamente en la base de datos, por lo tanto, para acceder a ellas se deberá hacer mediante una consulta o query a base de datos.

Ilustración 48 Consulta a base de datos para conocer el estado de la máquina durante la última hora.



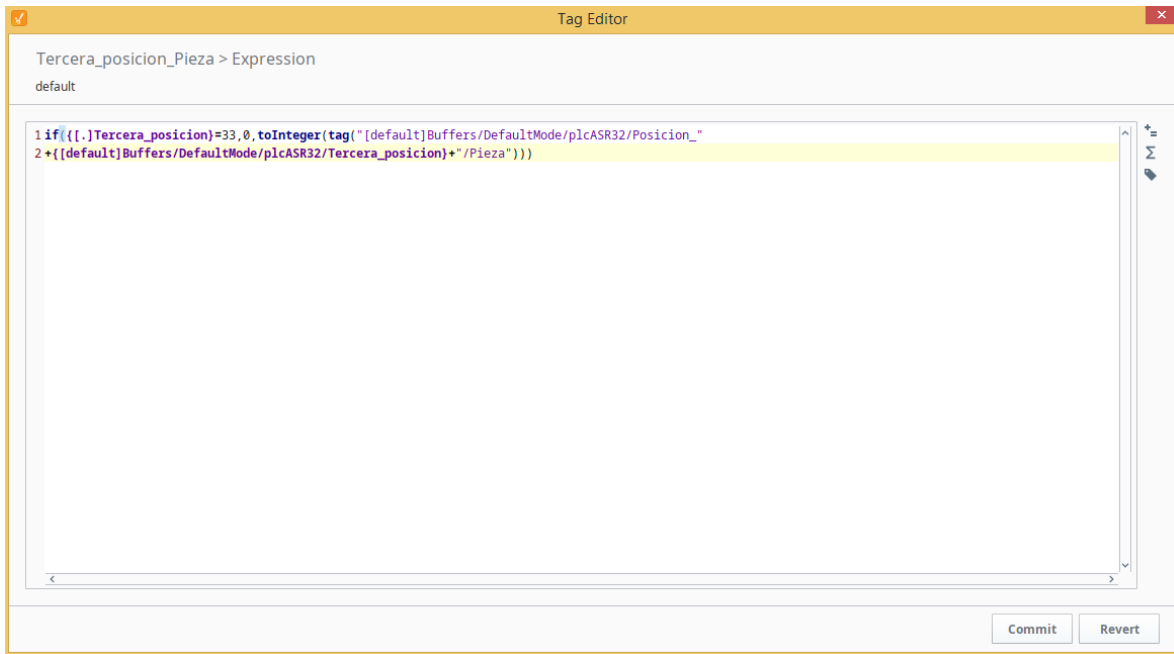
Continuando con las pantallas que se encuentran dentro de la sección de Control de producción se sigue con la pantalla de Buffers, que es la pantalla en la que se visualizan los almacenes disponibles en la planta piloto.

Dentro de éstos, el único activo actualmente es el almacén de entrada en el que se disponen todos los materiales necesarios para la producción. Hay que determinar que en función del modo de trabajo sea modo Default o modo MES se podrán editar los valores del almacén o no, por lo tanto, en función de esto también se cogerán los valores del almacén desde unas variables u otras.

Ya que se utiliza una pantalla para todas las posiciones, se han creado unas variables por posición de la pantalla en las que se determina la posición a la que hace referencia en función del número de páginas que se hayan pasado.

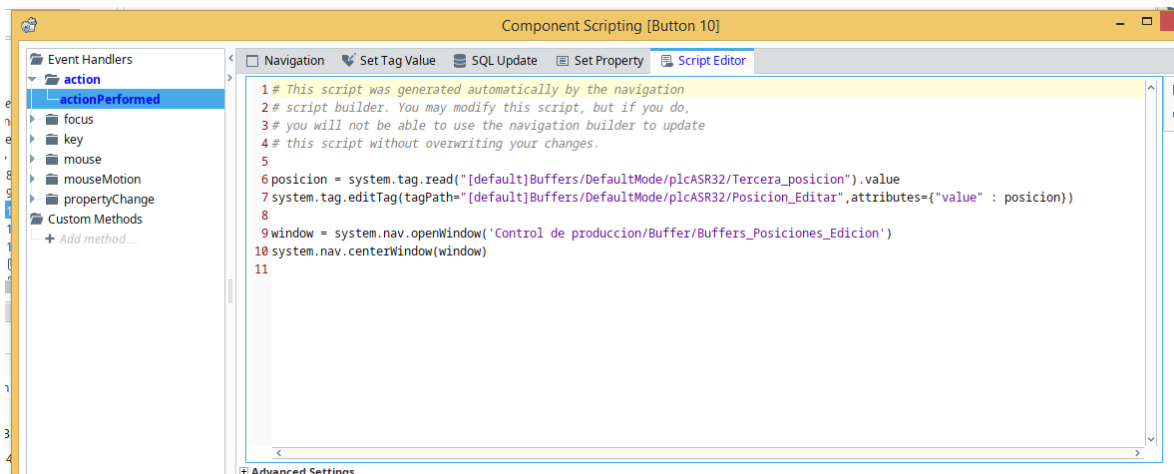
Dentro de la carpeta de Tags se ha creado una pantalla de Buffers y otras dos carpetas para el modo default o MES, dentro de estas se encuentran las variables de todas las posiciones y cinco variables donde se escriben las piezas de las posiciones activas. Como las posiciones del buffer llegan a 32 en la última página a partir de la tercera posición no se visualiza, por lo tanto, la programación de la posición quedaría de la siguiente manera.

Ilustración 49 Ejemplo de programación de posición dentro del buffer.



Para editar la posición dentro del modo Default, el modo de trabajo debe estar en Setup si no es así un mensaje se visualiza tal y como se ha mostrado en ocasiones anteriores con la variable Visualizar del objeto. De la misma manera se visualizan o no un pulsador para editar cada posición, en la que determina la posición que se quiere editar y se activa la pantalla de edición cuando se pulsa el botón correspondiente.

Ilustración 50 Programación de pulsador de edición de posición.



Dentro de la pantalla de edición se pueden ver todas las posibilidades que se pueden introducir en el almacén, para cambiar la pieza hay que seleccionar la pieza que se quiera y pulsar guardar.

Ilustración 51 Programación botón Seleccionar de la pieza que se quiere cargar.

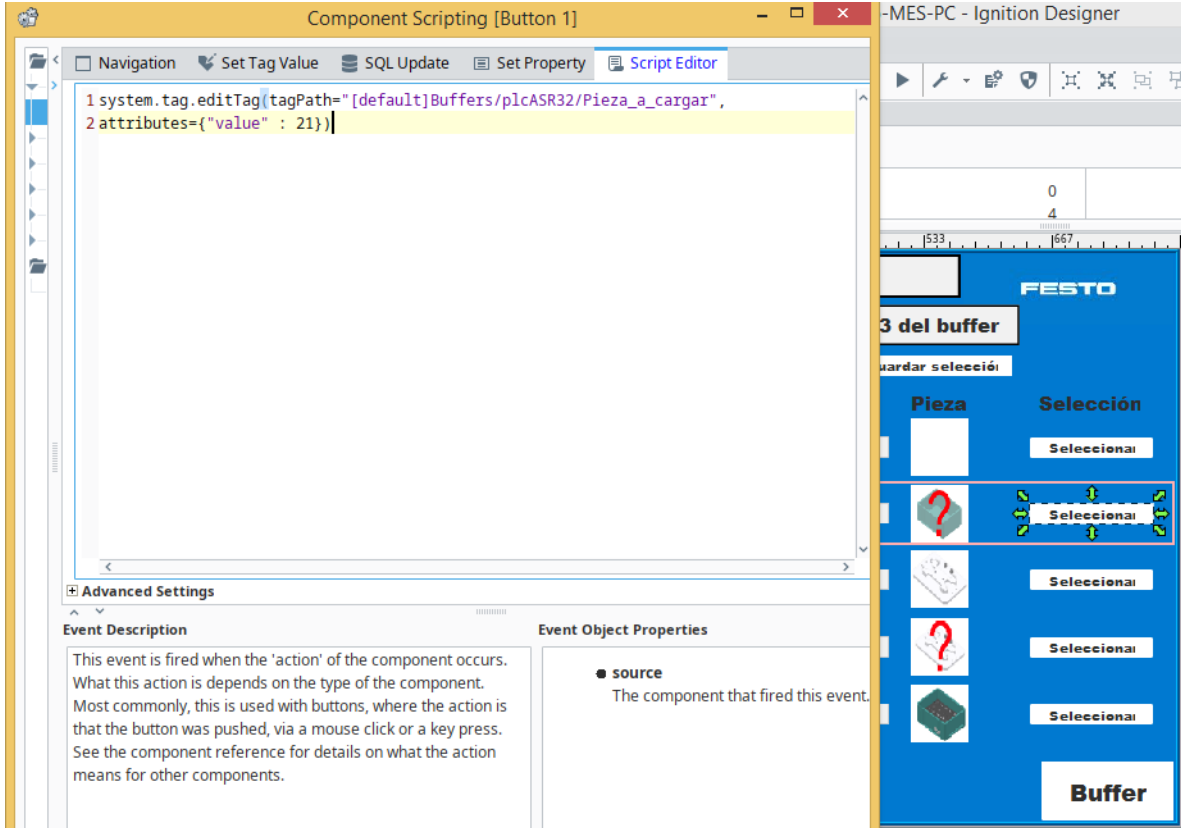
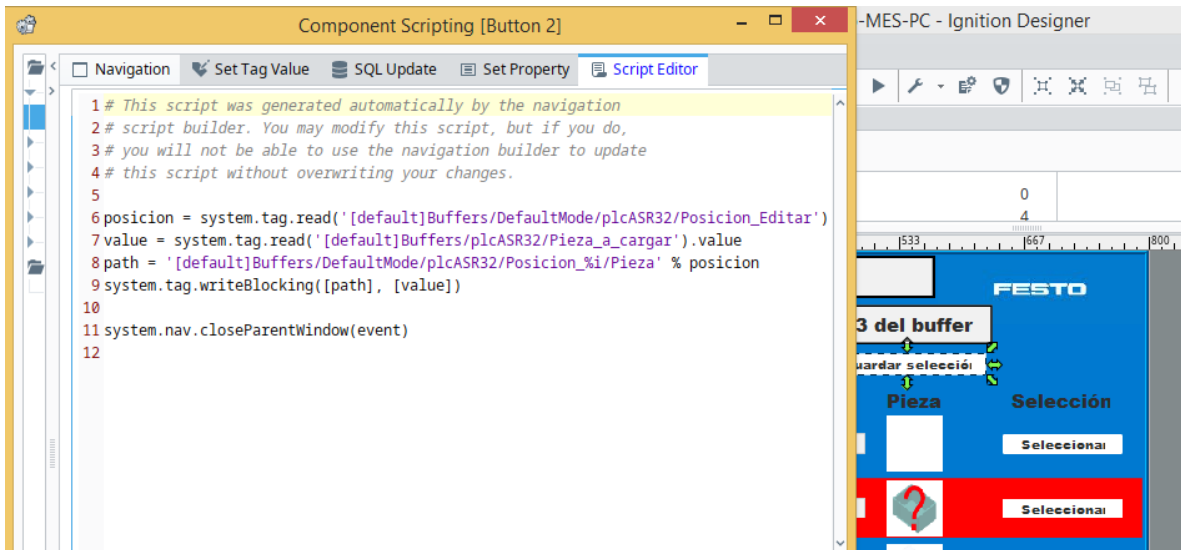


Ilustración 52 Programación pulsador guardar de la pantalla de edición del buffer.



En la pantalla de cajas de la sección de Control de producción se puede ver la información de las cajas del PLC out. Esta información se encuentra en la base de datos, así pues, habrá que realizar una consulta o query a la base de datos.

Las consultas se han realizado directamente en las variables que se encuentran en la carpeta de Tags dentro de una carpeta denominada Boxes.

Ilustración 53 Variables de la pantalla de cajas.

Alarmas			
Boxes			
OUT			
Box_1			
Box_2			
Auxiliar Memory	5	Integer	
Box_Count_Pos Expression	10	Integer	🔒
Box_ID Expression	27	Integer	🔒
Cuarta_posicion Expression	9	Integer	
Cuarta_posicion_Pieza Expression	0	Integer	
ID_Seleccionada Memory	1	Integer	
Nivel_Llenado Expression	0	Integer	
Parts_Inside Expression	0	Integer	
Primera_posicion Expression	6	Integer	
Primera_posicion_Pieza Expression	0	Integer	
Quinta_posicion Expression	10	Integer	
Quinta_posicion_Pieza Expression	0	Integer	
Segunda_posicion Expression	7	Integer	
Segunda_posicion_Pieza Expression	0	Integer	
Tercera_posicion Expression	8	Integer	
Tercera_posicion_Pieza Expression	0	Integer	

Ilustración 54 Ejemplo de consulta de posición de una de las cajas.

```

ONo > Query
default

Expression
SELECT ONo FROM tblBoxPos WHERE BoxId = 1 AND BoxPos = 1
    
```

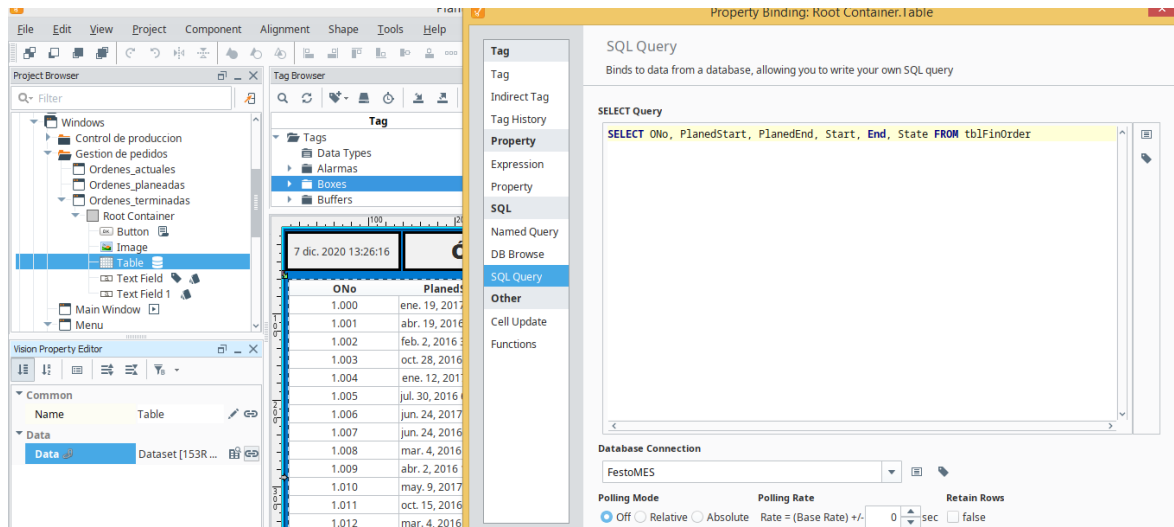
Una vez que se tiene todas las posiciones el trato de la pantalla de visualización es exactamente el mismo que en el caso del buffer.

5.3.2 Gestión de pedidos.

Dentro de esta sección se pueden controlar los pedidos terminado, planificado y en activo. Estas tres pantallas se encuentran dentro de la carpeta de Gestión de pedidos, y sus variables dentro de la carpeta de Tags/Variables pantallas/Órdenes.

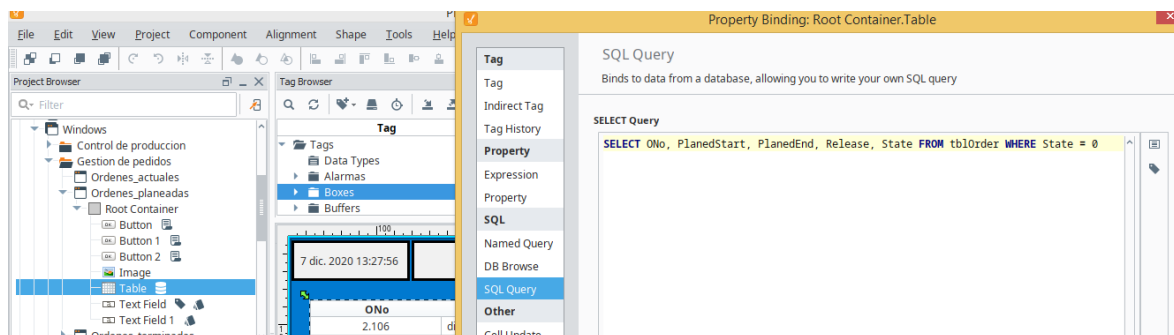
Para las ordenes terminadas se hace una consulta dentro de una tabla a la base de datos con la información que se quiere conocer dentro de la tabla de órdenes finalizadas.

Ilustración 55 Consulta a base de datos de órdenes finalizadas.



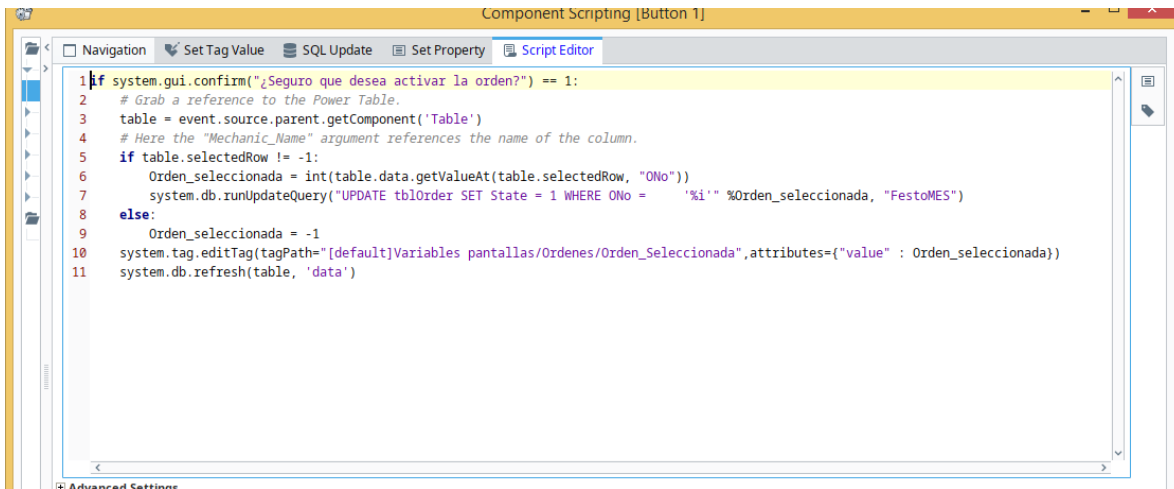
Para las órdenes planificadas, se realiza una consulta a la tabla de órdenes con el estado cero que es el estado de No empezadas.

Ilustración 56 Consulta de órdenes planificadas.



En las órdenes planificadas existe la opción de activarlas y esto se realiza seleccionando la orden que se quiere activar y pulsando activar orden.

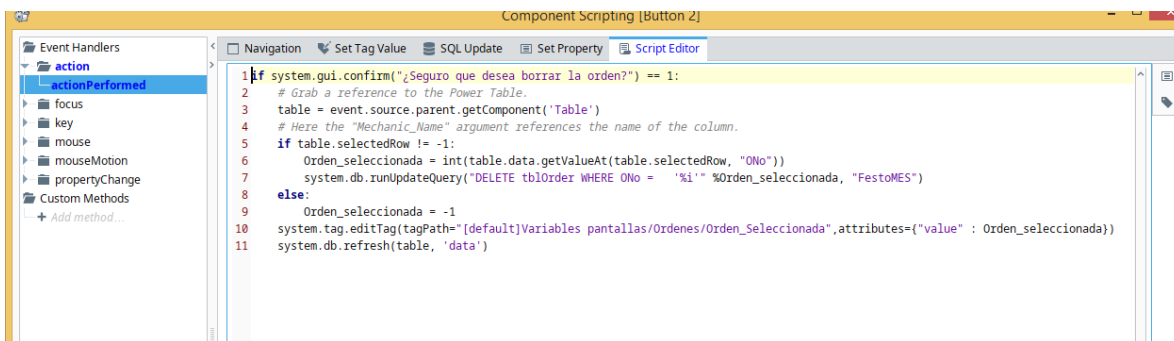
Ilustración 57 Programación para activar orden seleccionada de la tabla.



```
1 if system.gui.confirm("¿Seguro que desea activar la orden?") == 1:
2     # Grab a reference to the Power Table.
3     table = event.source.parent.getComponent('Table')
4     # Here the "Mechanic_Name" argument references the name of the column.
5     if table.selectedRow != -1:
6         Orden_seleccionada = int(table.data.getValueAt(table.selectedRow, "ONo"))
7         system.db.runUpdateQuery("UPDATE tblOrder SET State = 1 WHERE ONo = '%i'" %Orden_seleccionada, "FestoMES")
8     else:
9         Orden_seleccionada = -1
10    system.tag.editTag(tagPath="[default]Variables pantallas/Organes/Orden_Seleccionada",attributes={"value" : Orden_seleccionada})
11    system.db.refresh(table, 'data')
```

También se puede eliminar una orden seleccionando la orden deseada y pulsando borrar orden que está programado de la siguiente manera.

Ilustración 58 Programación para borrar orden seleccionada de la tabla.



```
1 if system.gui.confirm("¿Seguro que desea borrar la orden?") == 1:
2     # Grab a reference to the Power Table.
3     table = event.source.parent.getComponent('Table')
4     # Here the "Mechanic_Name" argument references the name of the column.
5     if table.selectedRow != -1:
6         Orden_seleccionada = int(table.data.getValueAt(table.selectedRow, "ONo"))
7         system.db.runUpdateQuery("DELETE tblOrder WHERE ONo = '%i'" %Orden_seleccionada, "FestoMES")
8     else:
9         Orden_seleccionada = -1
10    system.tag.editTag(tagPath="[default]Variables pantallas/Organes/Orden_Seleccionada",attributes={"value" : Orden_seleccionada})
11    system.db.refresh(table, 'data')
```

Con toda esta información se ha realizado la programación de la aplicación, gracias a la posibilidad de editar las variables de los PLCs y al acceso y edición de las variables de la base de datos.

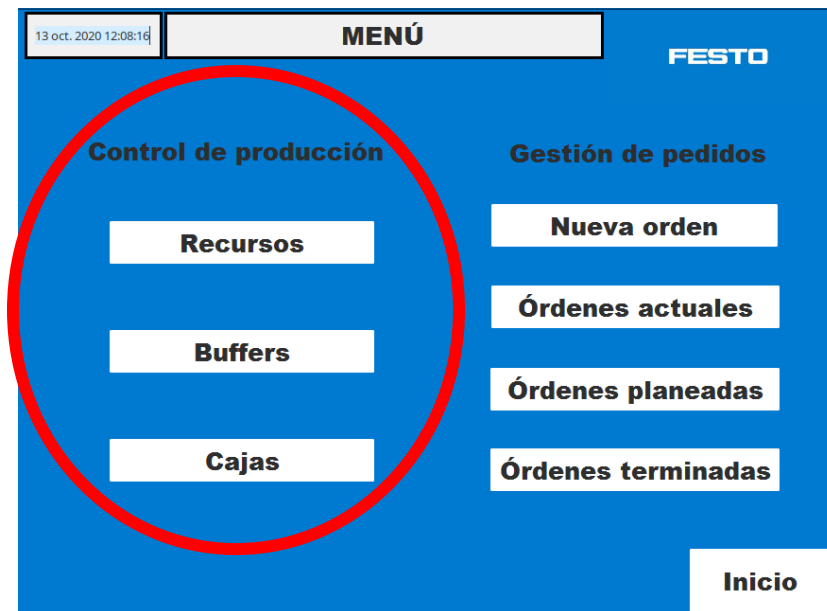
6. RESULTADOS

Los resultados obtenidos mediante el software Ignition se muestran en este apartado.

6.1 MÓDULO DE CONTROL DE LA APLICACIÓN

En esta sección se va a tratar la parte de la aplicación en la que se realiza el control de las estaciones de trabajo. Dentro de la parte de control, se ha dividido en diferentes apartados, la parte de recursos que muestra el estado de las diferentes estaciones, los buffers que determina el estado de los diferentes almacenes disponibles en la planta y la parte de cajas se refiere a las cajas que se encuentran en la máquina denominada CP-AM-OUT, donde se van depositando las piezas antes de la extracción del robot. En la pantalla de menú se puede seleccionar el apartado que se quiere visualizar.

Ilustración 59 Pantalla de menú con el control de producción remarcado.



El menú de control de producción dispone de tres pulsadores los cuales dan acceso a las diferentes pantallas de control.

6.1.1 Recursos.

Dentro de este apartado se encontrarán las diferentes estaciones que componen la planta y toda la información relevante sobre éstas.

La primera pantalla a la que se accede es la de información general:

Ilustración 60 Pantalla de recursos 1.



The screenshot shows a web interface for 'RECURSOS' (Resources) with the 'FESTO' logo. The top left corner displays the date and time: '9 nov. 2020 12:52:16'. The interface features a table with 13 columns: 'Imagen', 'ID', 'Nombre', 'Auto', 'Man', 'Busy', 'Reset', 'ErrL0', 'ErrL1', 'ErrL2', 'MES4', 'Conec', and 'IP'. Below the table are four buttons: 'Siguiete', 'Alarmas', 'Estados', and 'Menú'.

Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES4	Conec	IP
	1	CP-F-ASR632-P	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.1.1
	2	CP-L-BRANCH	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.2.1
	3	CP-AM-CAM	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.3.1
	4	CP-AM-IDRILL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.4.1
	5	MAGBACK-SLACK	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.5.1

Ilustración 61 Pantalla de recursos 2.



The screenshot shows a web interface for 'RECURSOS' (Resources) with the 'FESTO' logo. The top left corner displays the date and time: '9 nov. 2020 12:53:00'. The interface features a table with 13 columns: 'Imagen', 'ID', 'Nombre', 'Auto', 'Man', 'Busy', 'Reset', 'ErrL0', 'ErrL1', 'ErrL2', 'MES4', 'Conec', and 'IP'. Below the table are four buttons: 'Anterior', 'Alarmas', 'Estados', and 'Menú'.

Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES4	Conec	IP
	6	CP-AM-MPRES	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.6.1
	7	CP-AM-OUT	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.7.1
	8	URS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.8.1

En ellas se visualiza el estado de la estación en términos generales. Los diferentes apartados son los siguientes:

1. Imagen: muestra la máquina a la que se hace referencia.
2. ID: es el número con el que se identifica dentro de la planta.

3. Nombre: el nombre con el que se identifica la máquina dentro de la planta.
4. Auto: se marca en verde cuando la estación se encuentra en automático.
5. Manual: se marca en verde cuando la estación se encuentra en manual.
6. Reset: se marca en verde cuando se mantiene el pulsador de reset.
7. Busy: cuando la máquina se encuentra en mitad de un proceso.
8. ErrL0: se ilumina en rojo cuando existe un fallo en la máquina de alta prioridad, es decir, cuando existe un error que dificulta el correcto funcionamiento de la estación, en esta situación no se permite la continuación del trabajo.
9. ErrL1: se ilumina en naranja cuando existe un fallo en la máquina de media prioridad.
10. ErrL2: se ilumina en amarillo cuando existe un fallo en la máquina de baja prioridad, es decir, existe un fallo en la estación, pero no compromete el funcionamiento de esta.
11. MES: cuando la máquina tiene seleccionado que trabaje con las instrucciones que le determina el MES de Festo se ilumina en verde.
12. Conec: la máquina se encuentra conectada.
13. IP: Muestra la IP con la que se tiene dada de alta para la comunicación OPC UA.

Si se quiere conocer más detalles de alguna estación específica de deberá pulsar en la línea de la máquina que se haya seleccionado para entrar en un menú más extenso en el que se puede determinar toda la configuración de la máquina y controlar como si se estuviera en la planta.

Dentro de la aplicación de la máquina, se disponen una serie de pantallas desde las que se controla la estación.

6.1.1.1 ASRS32

La primera pantalla de la estación donde se encuentra la visión general de la máquina y la selección del modo remoto que permite el control desde la aplicación de Ignition es la siguiente:

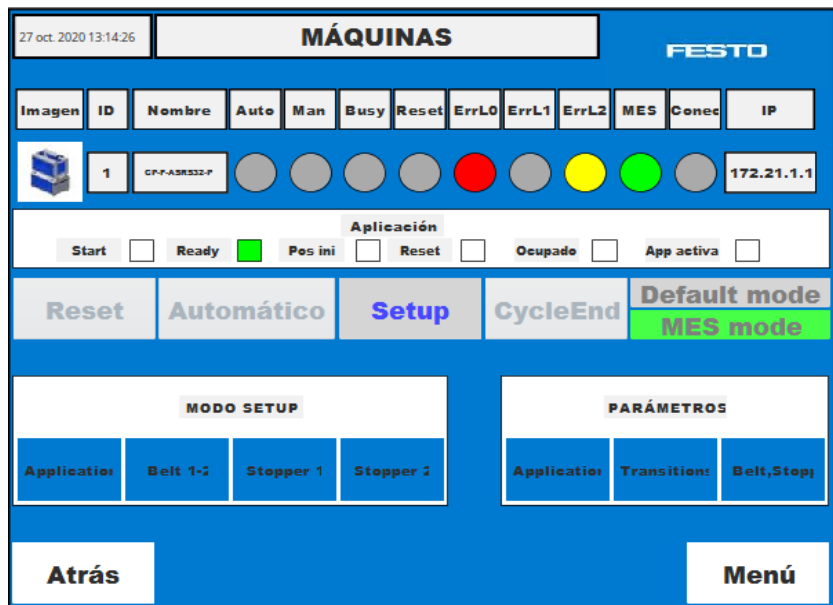
Ilustración 62 Visión general ASRS32.



En ella se puede ver el estado general de la estación y habilitar el modo remoto para controlarla desde la aplicación.

Si se accede a la página siguiente se llega al menú de la máquina para poder controlarla y parametrizarla como sea necesario.

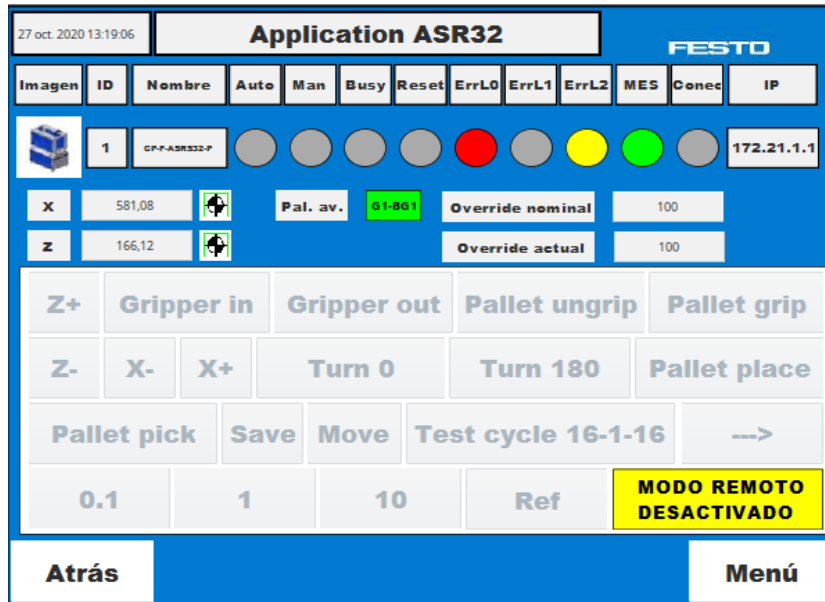
Ilustración 63 Menú ASRS32.



Dentro del menú de setup se van a mostrar las pantallas por orden.

Dentro de la pantalla de Application se pueden configurar las posiciones del almacén y realizar diferentes movimientos para ajustar en función de las necesidades.

Ilustración 64 Pantalla de setup de la aplicación.



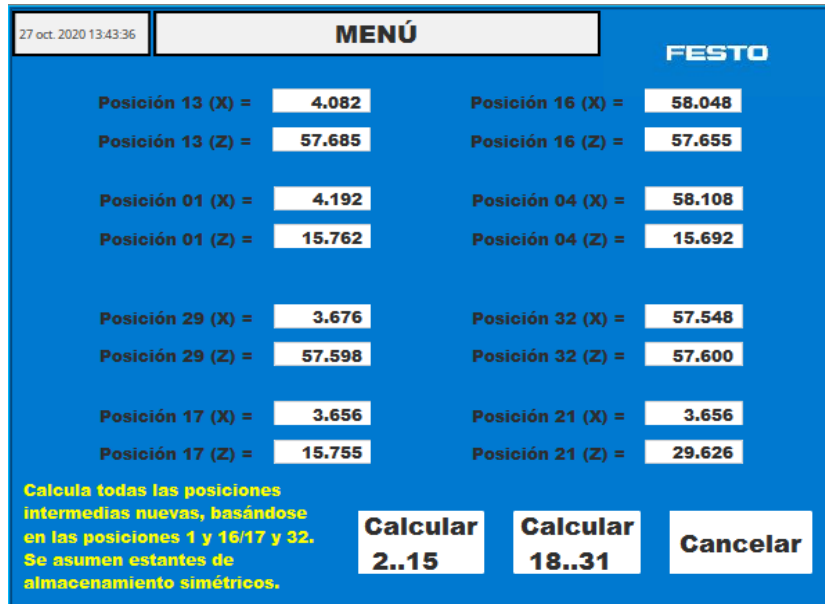
Para poder cambiar la configuración de las posiciones del buffer se pulsa el botón de Save y se accede a la pantalla de configuración de las posiciones.

Ilustración 65 Pantalla de configuración del buffer.



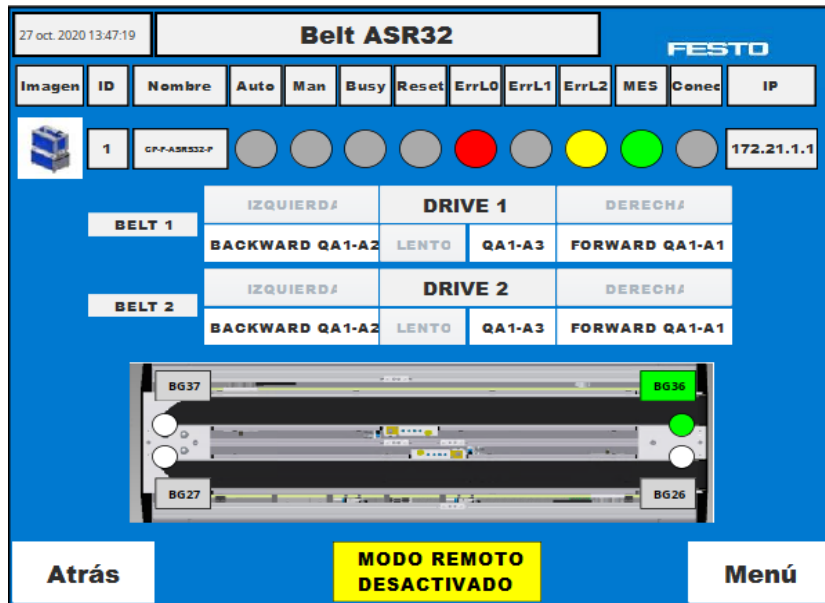
A través de esta pantalla también se accede al cálculo de la nueva posición del buffer una pulsado para Calcular posición.

Ilustración 66 Pantalla cálculo posiciones buffer.



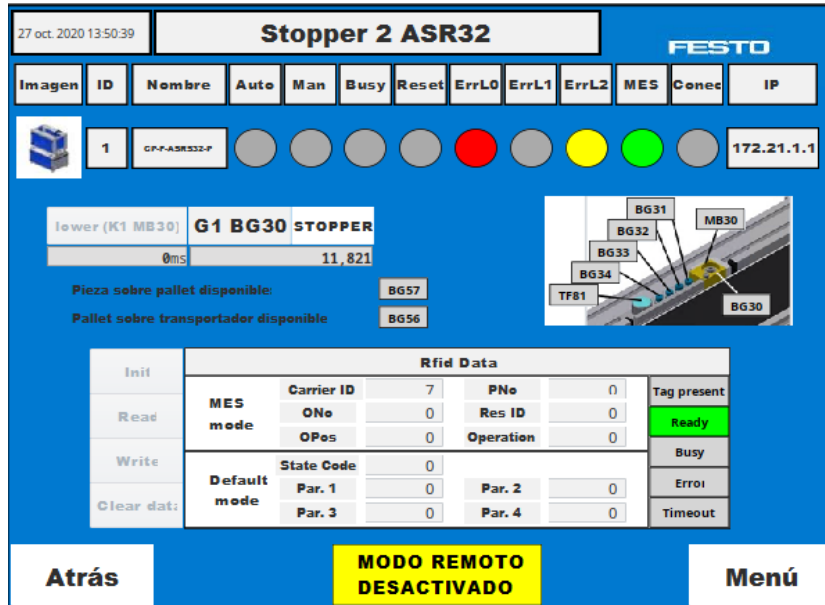
Dentro del menú de setup se encuentra el menú Belt, en esta pantalla se pueden mover los motores en manual y ver el estado de los sensores.

Ilustración 67 Pantalla correas.



En las dos pantallas restantes del menú setup, se controlan los stoppers de la estación. En esta pantalla se puede ver el estado de los sensores, así como la información dentro de los modos de trabajo. También se puede variar la información siempre y cuando la estación se encuentre en modo manual.

Ilustración 68 Pantalla Stopper.



En el menú de parámetros se varían las referencias de la aplicación. En la pantalla de aplicación se varían los datos generales.

Ilustración 69 Pantalla aplicación del menú de parámetros.



En la pantalla de transiciones se configuran todos los estados de la aplicación.

Ilustración 70 Pantalla de transiciones.

27 oct. 2020 14:00:15		Transiciones ASR32					FESTO	
No.	Condición inicial	Ejecución	Parámetros				Condición final	
			Pallets	Pallets	Pallets	Pallets	OK	NOK
Init	none	OFF	0	0	0	0	10	0
1	20	ON	110	0	0	0	20	0
2	30	ON	0	0	0	0	30	0
3	0	OFF	0	0	0	0	0	0
4	0	OFF	0	0	0	0	0	0
5	0	OFF	0	0	0	0	0	0
6	0	OFF	0	0	0	0	0	0
7	0	OFF	0	0	0	0	0	0
8	0	OFF	0	0	0	0	0	0
9	0	OFF	0	0	0	0	0	0
10	0	OFF	0	0	0	0	0	0

Atrás
MODO REMOTO DESACTIVADO
Menú

En la pantalla de transportes se seleccionan los parámetros que se atribuyen a la configuración de éstos.

Ilustración 71 Pantalla de parámetros del transporte.

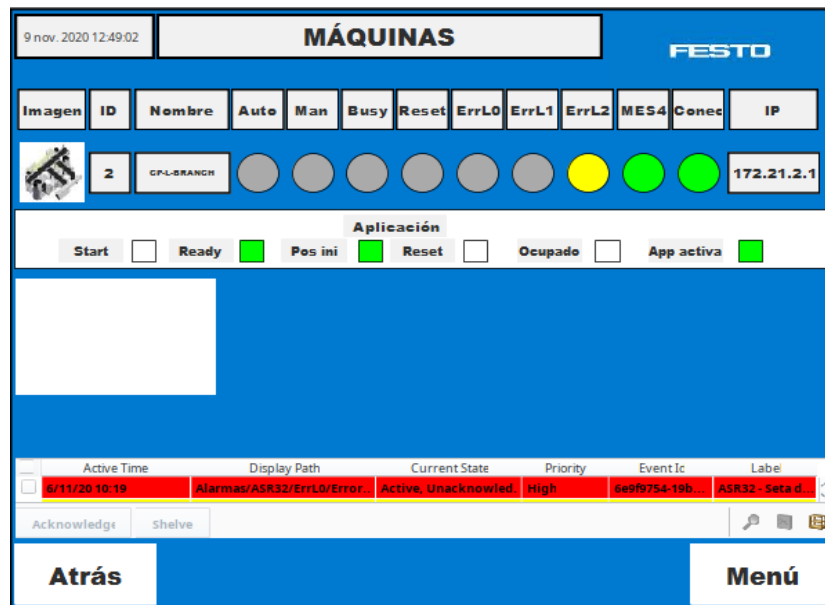
27 oct. 2020 14:03:22		Transporte, energía y stopper										FESTO	
Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES	Conec	IP	
	1	CP-F-ASR32-F	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	172.21.1.1	
Correa 1: parada/arranque por sensor:											Desactivado		
Correa 1: ahorro de energía por sensor:											Activado		
Stopper 1: comprobar atasco después del stop:											Desactivado		
Correa 1: reducir la velocidad:											Desactivado		
Correa 2: parada/arranque por sensor:											Desactivado		
Correa 2: ahorro de energía por sensor:											Activado		
Stopper 2: comprobar atasco después del stop:											Desactivado		
Correa 2: reducir la velocidad:											Desactivado		

Atrás
MODO REMOTO DESACTIVADO
Menú

6.1.1.2 BRANCH

En este caso, la máquina se controla a través de la aplicación Codesys, que es un entorno de desarrollo para la programación de controladores conforme con el estándar industrial internacional IEC 61131-3. El término CODESYS es un acrónimo y significa Sistema de Desarrollo de Controladores (Wikipedia, 2020). Este proyecto está centrado en el desarrollo de la aplicación de las estaciones programadas con TIA Portal de Siemens, por lo tanto, en este caso solo existe una pantalla de control de producción donde se puede visualizar el estado general de la máquina.

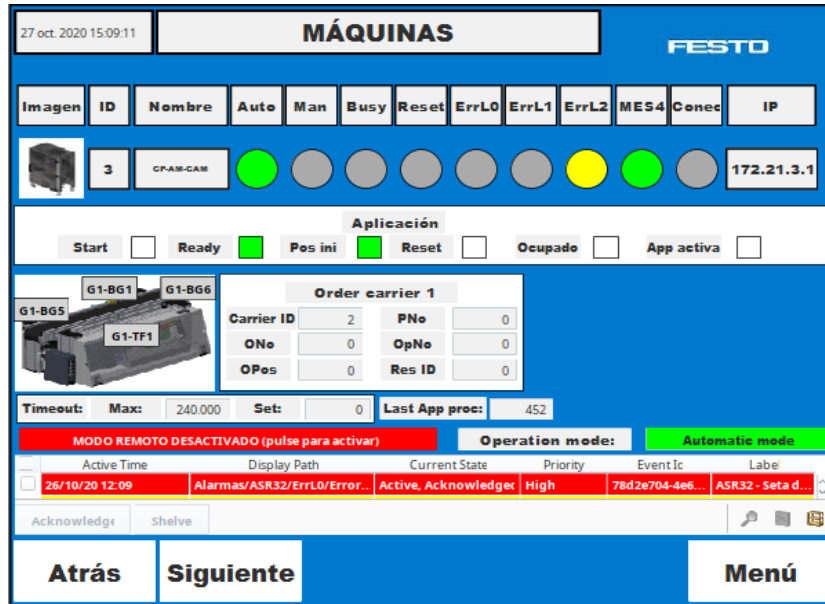
Ilustración 72 Visión general BRANCH.



6.1.1.3 CAM

La primera pantalla de la estación donde se encuentra la visión general de la máquina y la selección del modo remoto que permite el control desde la aplicación de Ignition es la siguiente:

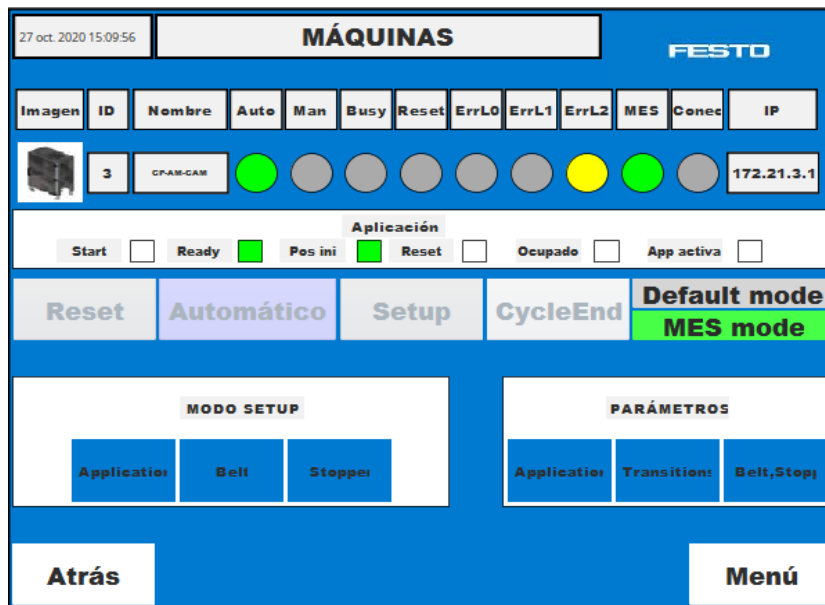
Ilustración 73 Visión general CAM.



En ella se puede ver el estado general de la estación y habilitar el modo remoto para controlarla desde la aplicación.

Si se accede a la página siguiente se llega al menú de la máquina para poder controlarla y parametrizarla como sea necesario.

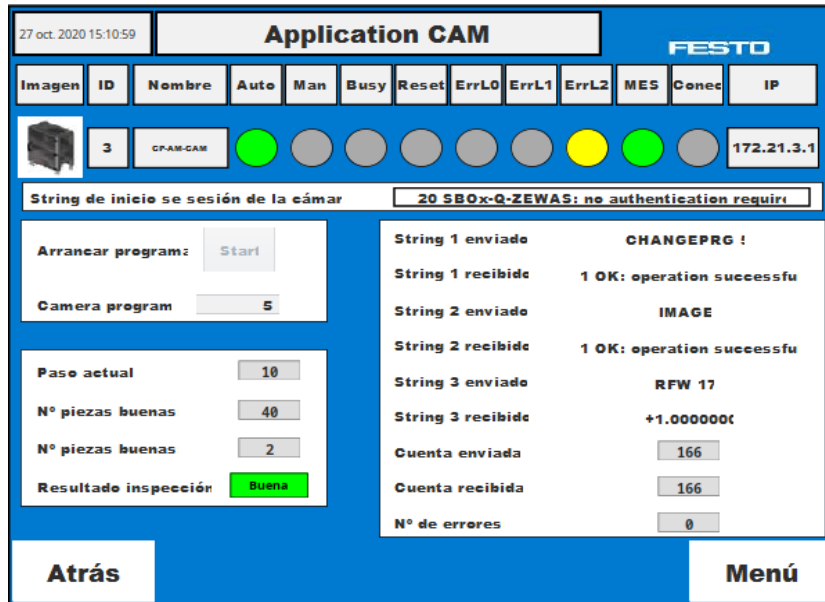
Ilustración 74 Menú CAM.



Dentro del menú de setup se van a mostrar las pantallas por orden.

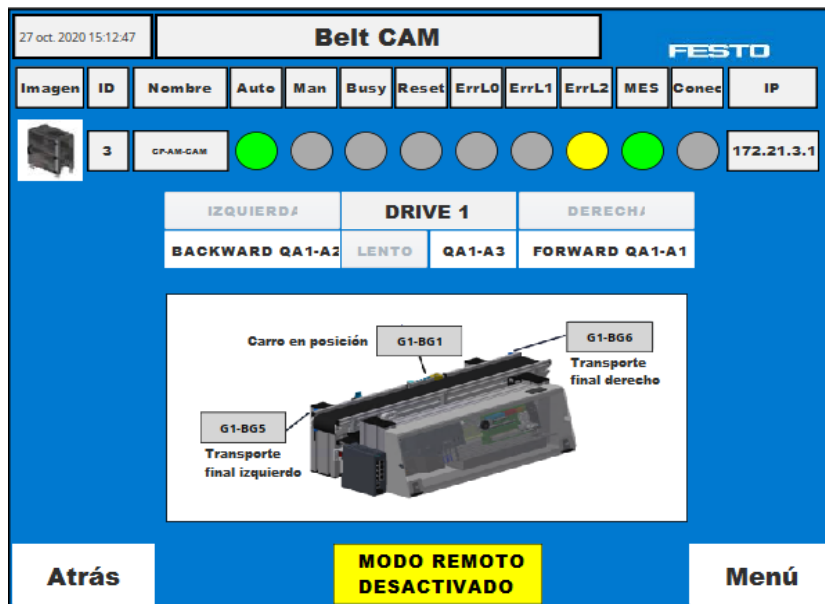
Dentro de la pantalla de Application se puede cargar un programa en la cámara y ver la información transmitida con ella, así como ver el estado de las piezas realizadas.

Ilustración 75 Pantalla de setup de la aplicación.



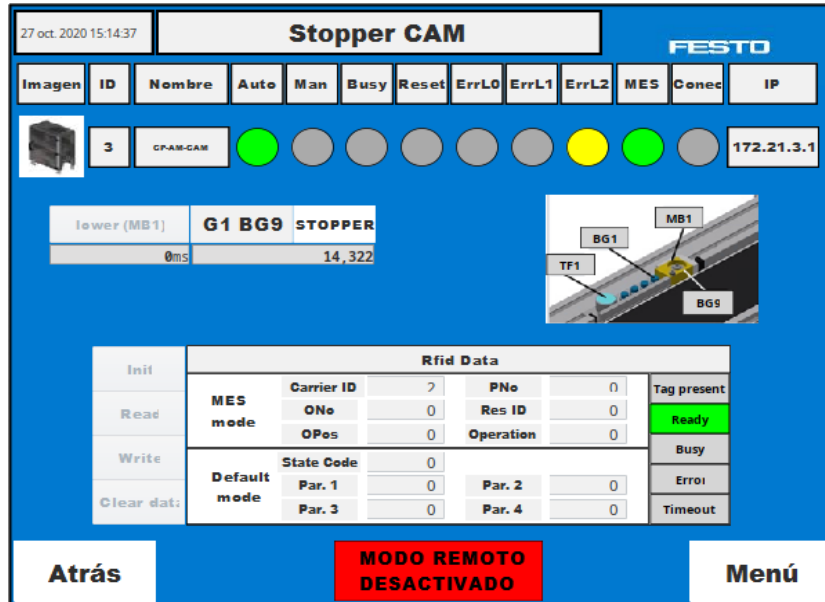
Dentro del menú de setup se encuentra el menú Belt, en esta pantalla se puede mover el motor en manual y ver el estado de los sensores.

Ilustración 76 Pantalla correas.



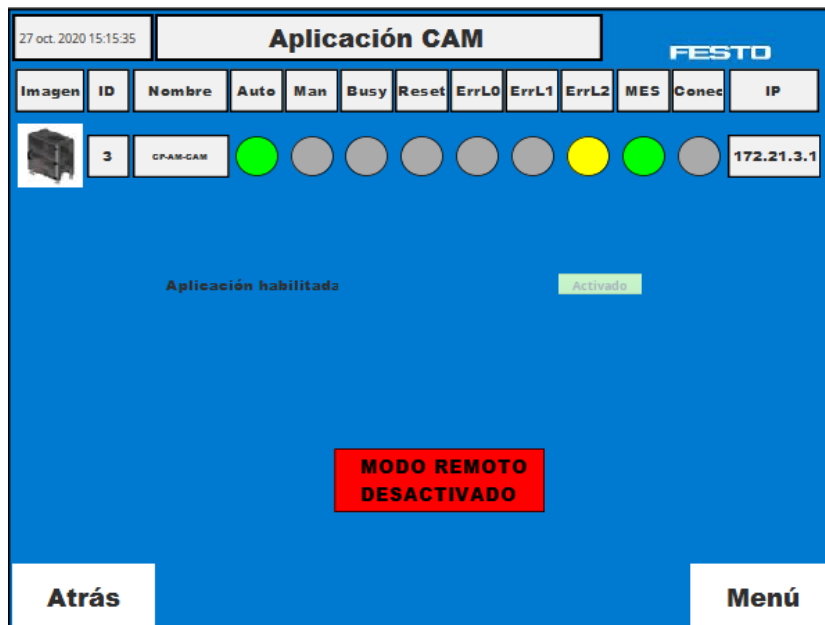
En la pantalla restante del menú setup, se controla el stopper de la estación. En esta pantalla se puede ver el estado de los sensores, así como la información dentro de los modos de trabajo. También se puede variar la información siempre y cuando la estación se encuentre en modo manual.

Ilustración 77 Pantalla Stopper.



En el menú de parámetros se varían las referencias de la aplicación. En la pantalla de aplicación se varían los datos generales. En este caso es exclusivamente la habilitación de la aplicación.

Ilustración 78 Pantalla aplicación del menú de parámetros.



En la pantalla de transiciones se configuran todos los estados de la aplicación.

Ilustración 79 Pantalla de transiciones.

27 oct. 2020 15:36:58		Transiciones CAM					FESTO	
No.	Condición inicial	Ejecución	Prog No	Parámetros			Condición final	
				Parámetro 2	Parámetro 3	Parámetro 4	OK	NOK
Init	none	ON	0	0	0	0	0	0
1	10	ON	0	0	0	0	20	0
2	0	ON	0	0	0	0	0	0
3	0	ON	0	0	0	0	0	0
4	0	ON	0	0	0	0	0	0
5	0	ON	0	0	0	0	0	0
6	0	ON	0	0	0	0	0	0
7	0	ON	0	0	0	0	0	0
8	0	ON	0	0	0	0	0	0
9	0	ON	0	0	0	0	0	0
10	0	ON	0	0	0	0	0	0

Atrás
MODO REMOTO
DESACTIVADO
Menú

En la pantalla de transportes se seleccionan los parámetros que se atribuyen a la configuración de éstos.

Ilustración 80 Pantalla de parámetros del transporte.

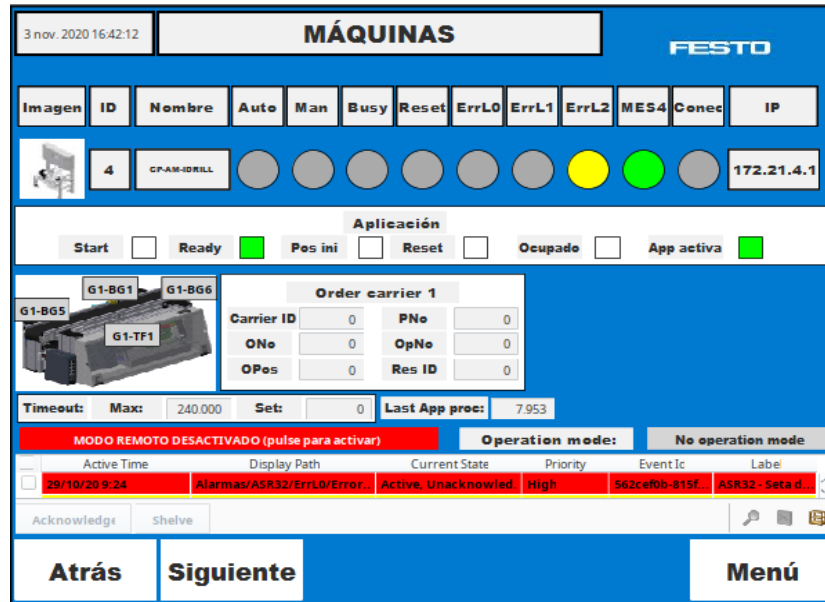
27 oct. 2020 15:17:34		Transporte, energía y stopper											FESTO
Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES	Conec	IP	
	3	CPAM-CAM	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.3.1	
Detener la correa antes de iniciar la aplicacir										Desactivado			
Correa parada/arranque por sensore										Desactivado			
Correa ahorre de energía por sensere										Activado			
Stopper comprobar atasco después del stoppi										Desactivado			
Correa reducir la velocidad										Desactivado			

Atrás
MODO REMOTO
DESACTIVADO
Menú

6.1.1.4 iDrill

La primera pantalla de la estación donde se encuentra la visión general de la máquina y la selección del modo remoto que permite el control desde la aplicación de Ignition es la siguiente:

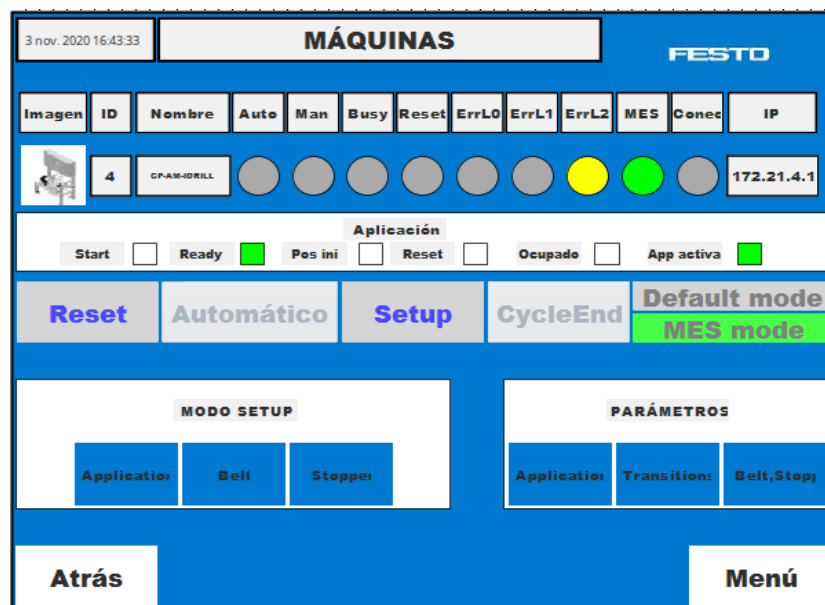
Ilustración 81 Visión general iDrill.



En ella se puede ver el estado general de la estación y habilitar el modo remoto para controlarla desde la aplicación.

Si se accede a la página siguiente se llega al menú de la máquina para poder controlarla y parametrizarla como sea necesario.

Ilustración 82 Menú iDrill.



Dentro del menú de setup se van a mostrar las pantallas por orden.

Dentro de la pantalla de Application se puede cargar un programa para realizar los taladros en las piezas y ver el estado y los mensajes de retorno del dispositivo.

Ilustración 83 Pantalla de setup de la aplicación.



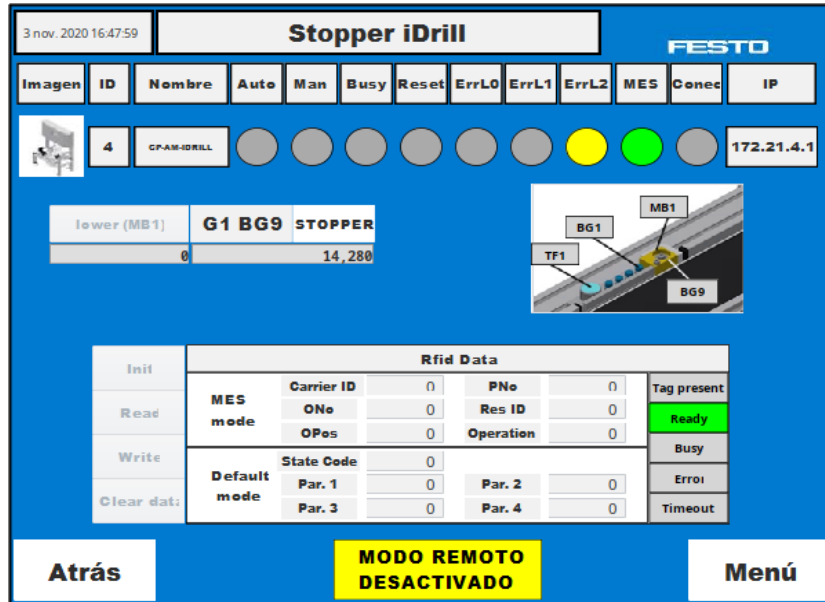
Dentro del menú de setup se encuentra el menú Belt, en esta pantalla se puede mover el motor en manual y ver el estado de los sensores.

Ilustración 84 Pantalla correas.



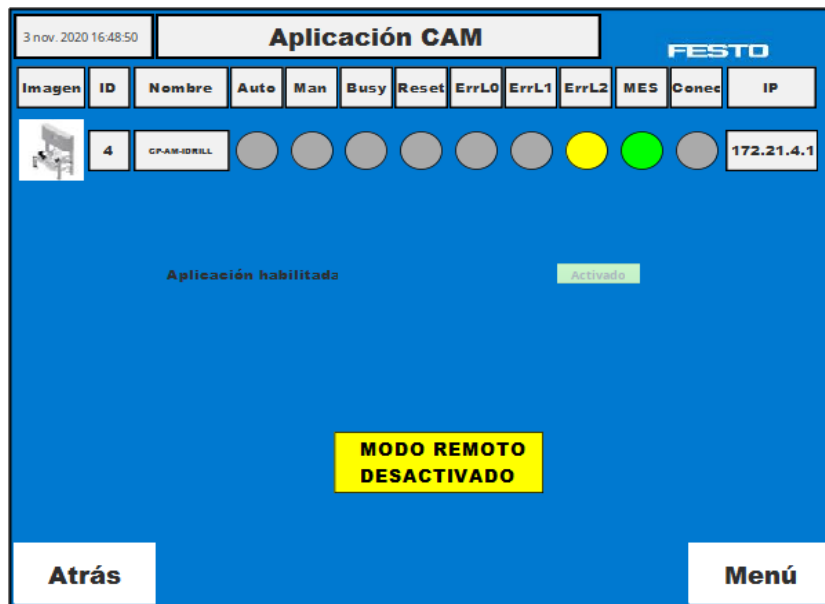
En la pantalla restante del menú setup, se controla el stopper de la estación. En esta pantalla se puede ver el estado de los sensores, así como la información dentro de los modos de trabajo. También se puede variar la información siempre y cuando la estación se encuentre en modo manual.

Ilustración 85 Pantalla Stopper.



En el menú de parámetros se varían las referencias de la aplicación. En la pantalla de aplicación se varían los datos generales. En este caso es exclusivamente la habilitación de la aplicación.

Ilustración 86 Pantalla aplicación del menú de parámetros.



En la pantalla de transiciones se configuran todos los estados de la aplicación.

Ilustración 87 Pantalla de transiciones.

3 nov. 2020 16:50:45		Transiciones iDrill					FESTO		
No.	Condición inicial	Ejecución	Preg No	Parámetros			Condición final		
				OK	NOK	
Init	none	OFF	0	0	0	0	10	0	
1	0	ON	3	0	0	0	0	0	
2	0	ON	0	0	0	0	0	0	
3	0	ON	0	0	0	0	0	0	
4	0	ON	0	0	0	0	0	0	
5	0	ON	0	0	0	0	0	0	
6	0	ON	0	0	0	0	0	0	
7	0	ON	0	0	0	0	0	0	
8	0	ON	0	0	0	0	0	0	
9	0	ON	0	0	0	0	0	0	
10	0	ON	0	0	0	0	0	0	

Atrás
MODO REMOTO DESACTIVADO
Menú

En la pantalla de transportes se seleccionan los parámetros que se atribuyen a la configuración de éstos.

Ilustración 88 Pantalla de parámetros del transporte.

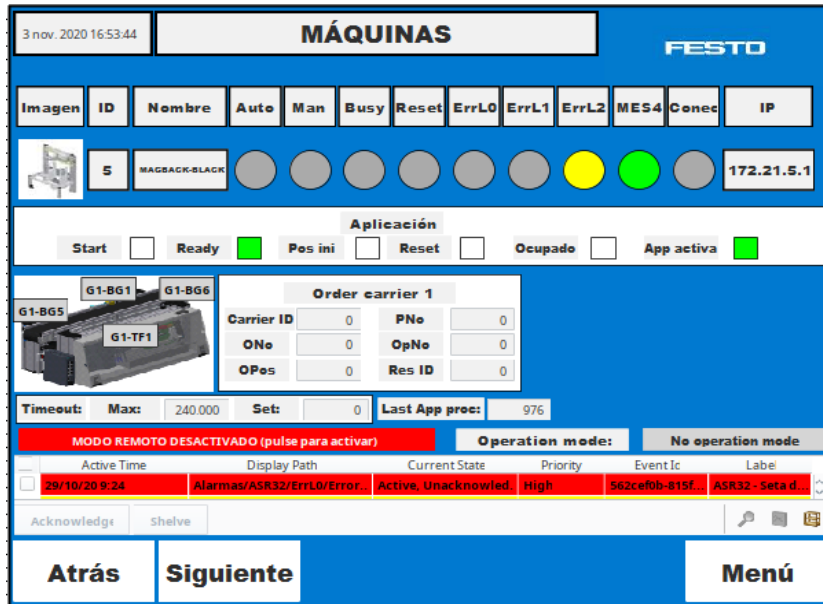
3 nov. 2020 16:51:40		Transporte, energía y stopper										FESTO	
Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES	Conec	IP	
	4	CP-AM-IDRILL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	172.21.4.1	
Detener la correa antes de iniciar la aplicaci										Desactivado			
Correa parada/arranque por sensore										Desactivado			
Correa ahorro de energía por sensore										Activado			
Stopper comprobar atasco después del stoppi										Desactivado			
Correa reducir la velocidad										Desactivado			

Atrás
MODO REMOTO DESACTIVADO
Menú

6.1.1.5 Magback

La primera pantalla de la estación donde se encuentra la visión general de la máquina y la selección del modo remoto que permite el control desde la aplicación de Ignition es la siguiente:

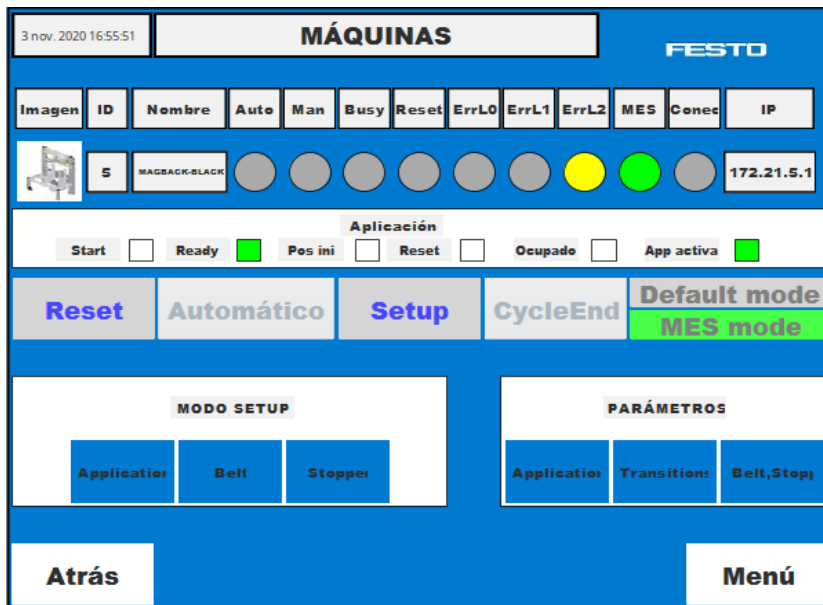
Ilustración 89 Visión general MagBack.



En ella se puede ver el estado general de la estación y habilitar el modo remoto para controlarla desde la aplicación.

Si se accede a la página siguiente se llega al menú de la máquina para poder controlarla y parametrizarla como sea necesario.

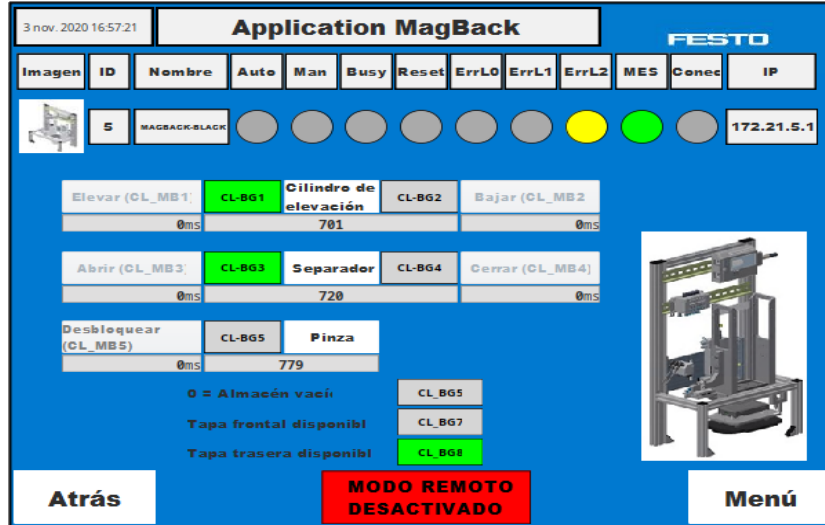
Ilustración 90 Menú MagBack.



Dentro del menú de setup se van a mostrar las pantallas por orden.

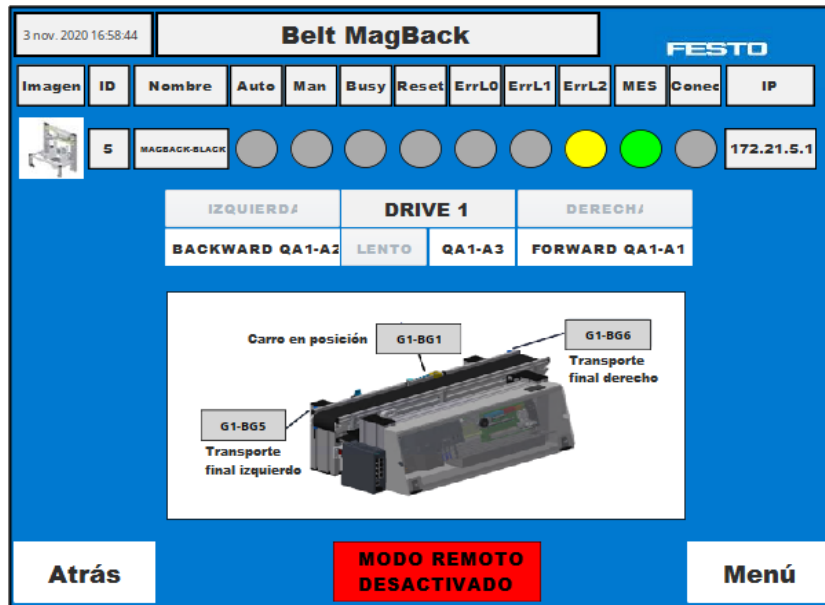
Dentro de la pantalla de Application se puede controlar la aplicación y ver el estado de los dispositivos de la máquina.

Ilustración 91 Pantalla de setup de la aplicación.



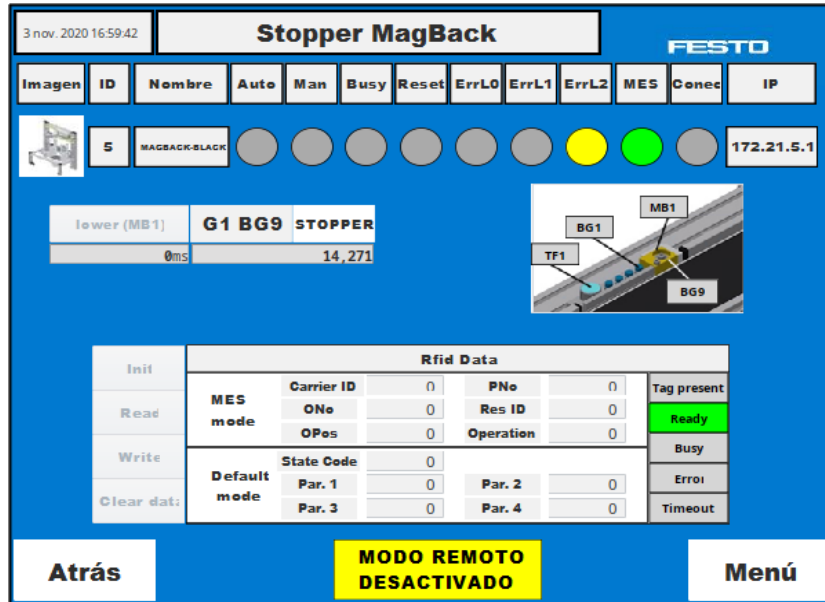
Dentro del menú de setup se encuentra el menú Belt, en esta pantalla se puede mover el motor en manual y ver el estado de los sensores.

Ilustración 92 Pantalla correas.



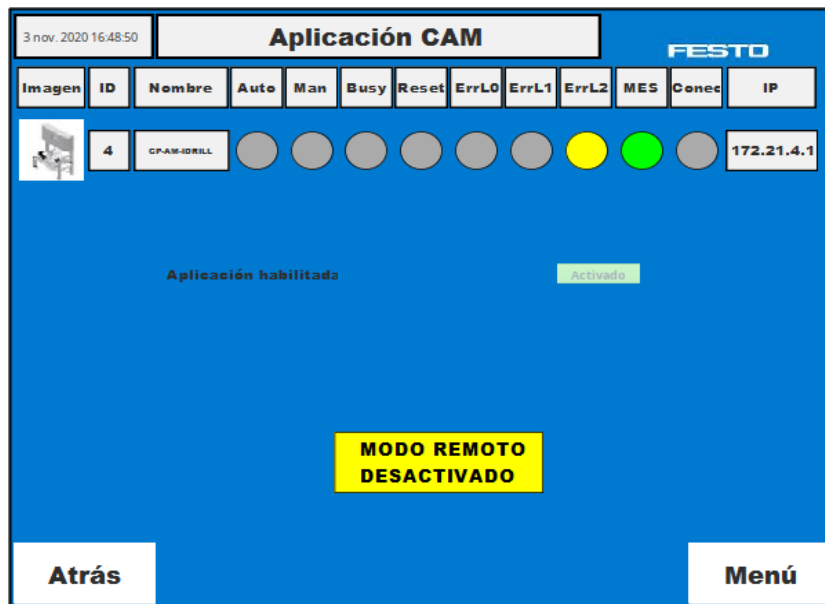
En la pantalla restante del menú setup, se controla el stopper de la estación. En esta pantalla se puede ver el estado de los sensores, así como la información dentro de los modos de trabajo. También se puede variar la información siempre y cuando la estación se encuentre en modo manual.

Ilustración 93 Pantalla Stopper.



En el menú de parámetros se varían las referencias de la aplicación. En la pantalla de aplicación se varían los datos generales. En este caso es exclusivamente la habilitación de la aplicación.

Ilustración 94 Pantalla aplicación del menú de parámetros.



En la pantalla de transiciones se configuran todos los estados de la aplicación.

Ilustración 95 Pantalla de transiciones.

3 nov. 2020 17:00:45		Transiciones MagBack					FESTO	
No.	Condición inicial	Ejecución	Parámetros				Condición final	
			Parámetro 1	Parámetro 2	Parámetro 3	Parámetro 4	OK	NOK
Init	none	ON	0	0	0	0	0	0
1	20	ON	0	0	0	0	40	0
2	0	ON	0	0	0	0	0	0
3	0	ON	0	0	0	0	0	0
4	0	ON	0	0	0	0	0	0
5	0	ON	0	0	0	0	0	0
6	0	ON	0	0	0	0	0	0
7	0	ON	0	0	0	0	0	0
8	0	ON	0	0	0	0	0	0
9	0	ON	0	0	0	0	0	0
10	0	ON	0	0	0	0	0	0

Atrás
MODO REMOTO DESACTIVADO
Menú

En la pantalla de transportes se seleccionan los parámetros que se atribuyen a la configuración de éstos.

Ilustración 96 Pantalla de parámetros del transporte.

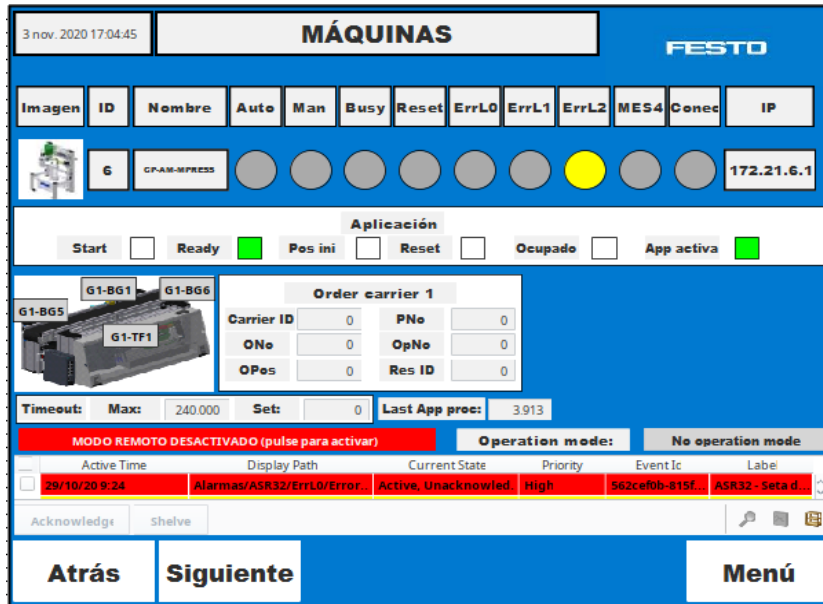
3 nov. 2020 17:01:20		Transporte, energía y stopper										FESTO	
Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES	Conec	IP	
	5	MAGBACK-BLACK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	172.21.5.1
Detener la correa antes de iniciar la aplicaci										Desactivado			
Correa parada/arranque por sensore										Desactivado			
Correa ahorro de energía por sensore										Activado			
Stopper comprobar atasco después del stoppi										Desactivado			
Correa reducir la velocidad										Desactivado			

Atrás
MODO REMOTO DESACTIVADO
Menú

6.1.1.6 MPress

La primera pantalla de la estación donde se encuentra la visión general de la máquina y la selección del modo remoto que permite el control desde la aplicación de Ignition es la siguiente:

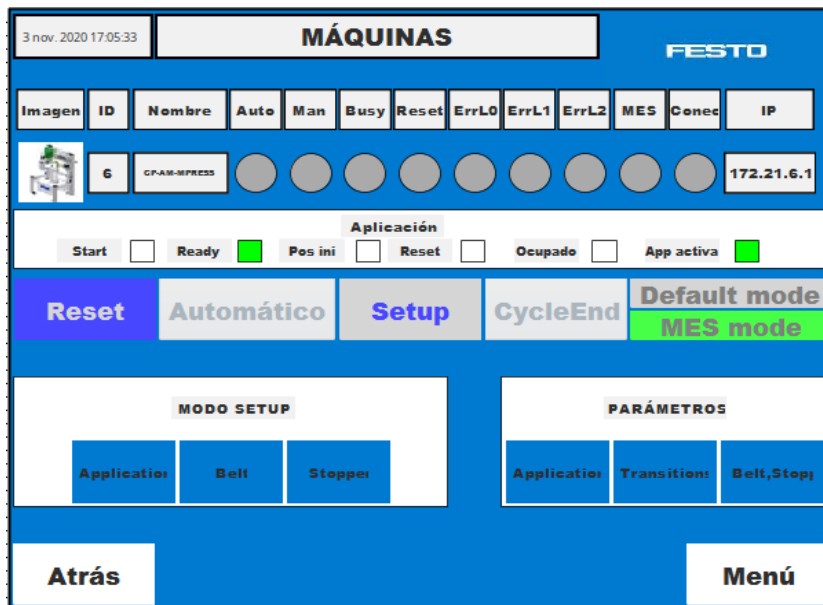
Ilustración 97 Visión general MPress.



En ella se puede ver el estado general de la estación y habilitar el modo remoto para controlarla desde la aplicación.

Si se accede a la página siguiente se llega al menú de la máquina para poder controlarla y parametrizarla como sea necesario.

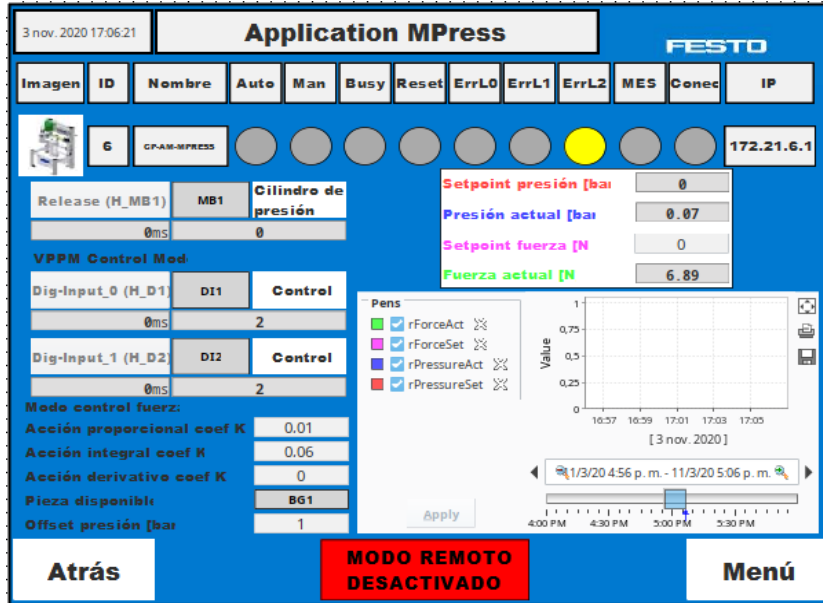
Ilustración 98 Menú MPress.



Dentro del menú de setup se van a mostrar las pantallas por orden.

Dentro de la pantalla de Application se puede controlar la aplicación y configurar las diferentes variables para el control de la fuerza ejercida.

Ilustración 99 Pantalla de setup de la aplicación.



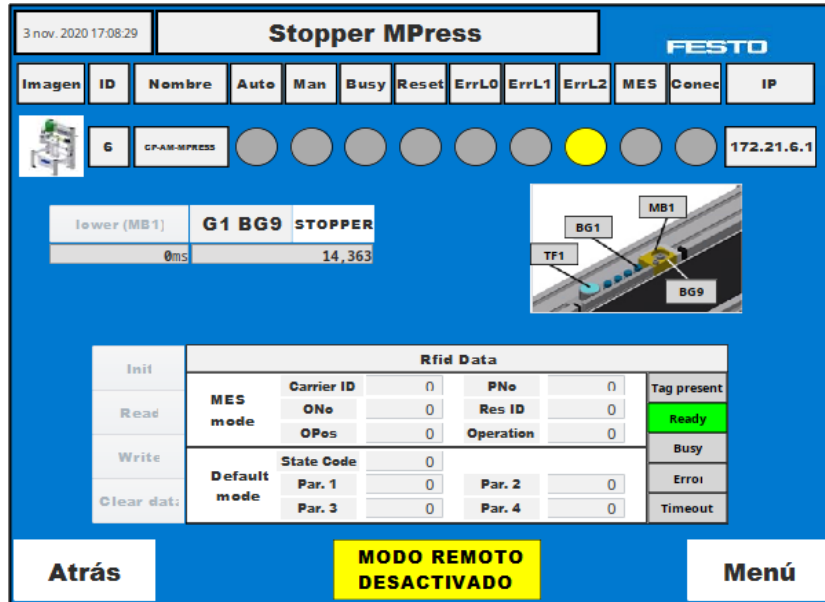
Dentro del menú de setup se encuentra el menú Belt, en esta pantalla se puede mover el motor en manual y ver el estado de los sensores.

Ilustración 100 Pantalla cintas transportadoras.



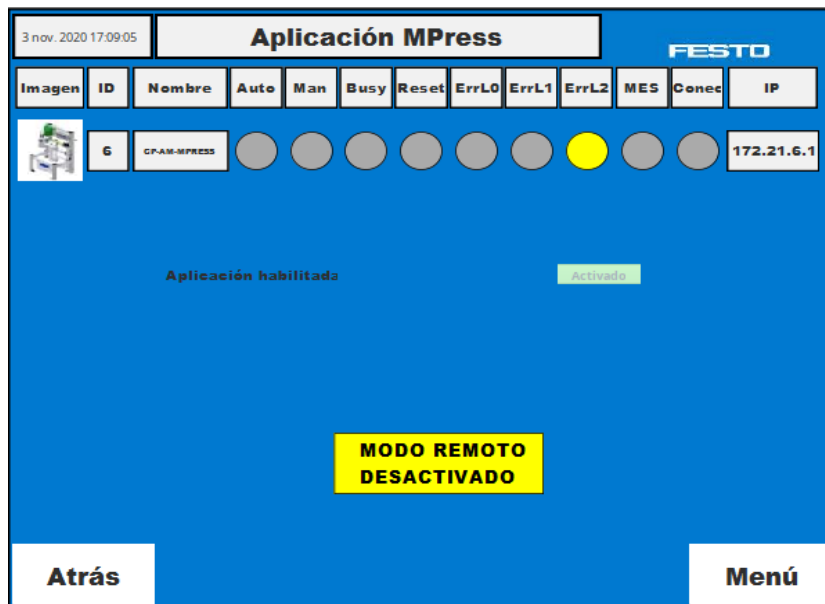
En la pantalla restante del menú setup, se controla el stopper de la estación. En esta pantalla se puede ver el estado de los sensores, así como la información dentro de los modos de trabajo. También se puede variar la información siempre y cuando la estación se encuentre en modo manual.

Ilustración 101 Pantalla Stopper.



En el menú de parámetros se varían las referencias de la aplicación. En la pantalla de aplicación se varían los datos generales. En este caso es exclusivamente la habilitación de la aplicación.

Ilustración 102 Pantalla aplicación del menú de parámetros.



En la pantalla de transiciones se configuran todos los estados de la aplicación.

Ilustración 103 Pantalla de transiciones.

3 nov. 2020 17:10:27		Transiciones MPress					FESTO	
No.	Condición inicial	Ejecución	Parámetros				Condición final	
			Presión fuerza [N]	Presión tiempo [s]	-----	-----	OK	NOK
Init	none	ON	0	0	0	0	0	0
1	40	ON	70	3	0	0	50	0
2	0	ON	0	0	0	0	0	0
3	0	ON	0	0	0	0	0	0
4	0	ON	0	0	0	0	0	0
5	0	ON	0	0	0	0	0	0
6	0	ON	0	0	0	0	0	0
7	0	ON	0	0	0	0	0	0
8	0	ON	0	0	0	0	0	0
9	0	ON	0	0	0	0	0	0
10	0	ON	0	0	0	0	0	0

Atrás
MODO REMOTO DESACTIVADO
Menú

En la pantalla de transportes se seleccionan los parámetros que se atribuyen a la configuración de éstos.

Ilustración 104 Pantalla de parámetros del transporte.

3 nov. 2020 17:11:06		Transporte, energía y stopper										FESTO	
Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES	Conec	IP	
	6	CP-AM-MPRESS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	172.21.6.1	
Detener la correa antes de iniciar la aplicaci											Desactivado		
Correa parada/arranque por sensore											Desactivado		
Correa ahorro de energía por sensore											Activado		
Stopper comprobar atasco después del stoppi											Desactivado		
Correa reducir la velocidad											Desactivado		

Atrás
MODO REMOTO DESACTIVADO
Menú

6.1.1.7 PLC OUT

La primera pantalla de la estación donde se encuentra la visión general de la máquina y la selección del modo remoto que permite el control desde la aplicación de Ignition es la siguiente:

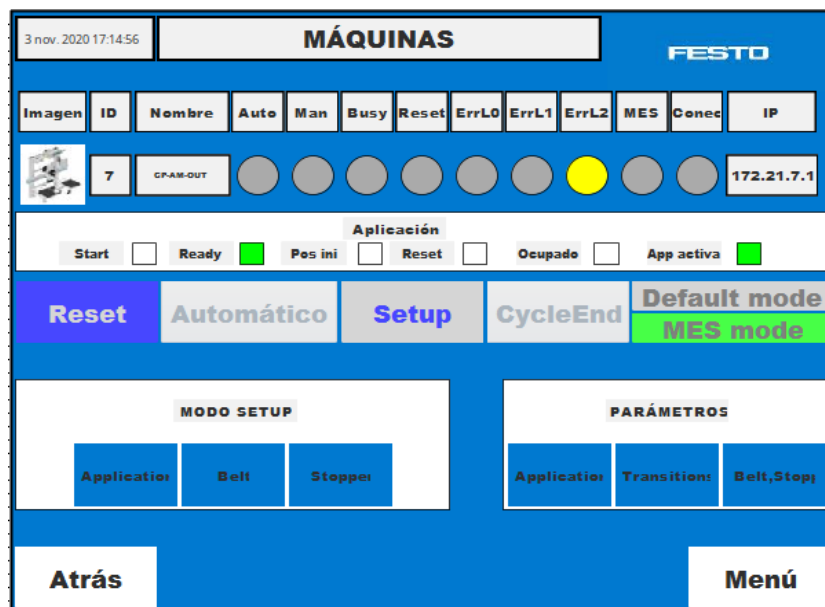
Ilustración 105 Visión general PLC OUT.



En ella se puede ver el estado general de la estación y habilitar el modo remoto para controlarla desde la aplicación.

Si se accede a la página siguiente se llega al menú de la máquina para poder controlarla y parametrizarla como sea necesario.

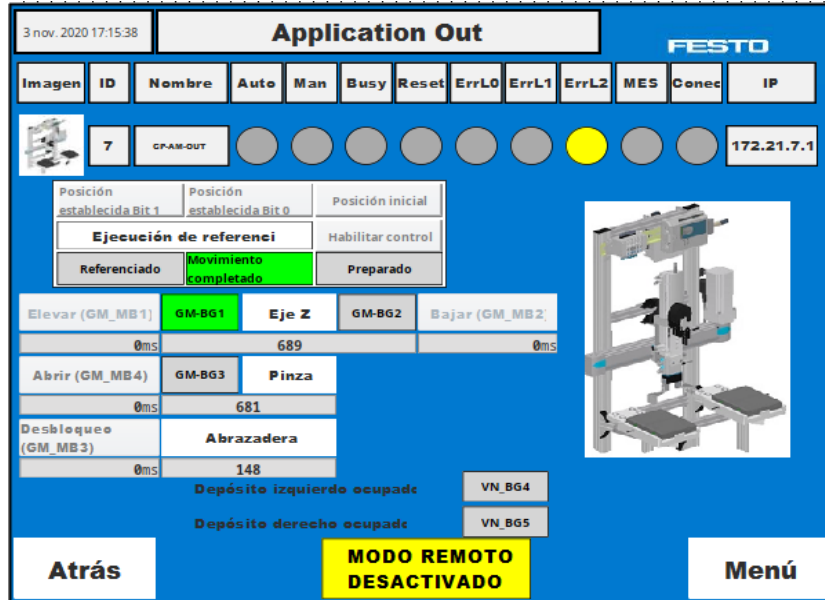
Ilustración 106 Menú PLC OUT.



Dentro del menú de setup se van a mostrar las pantallas por orden.

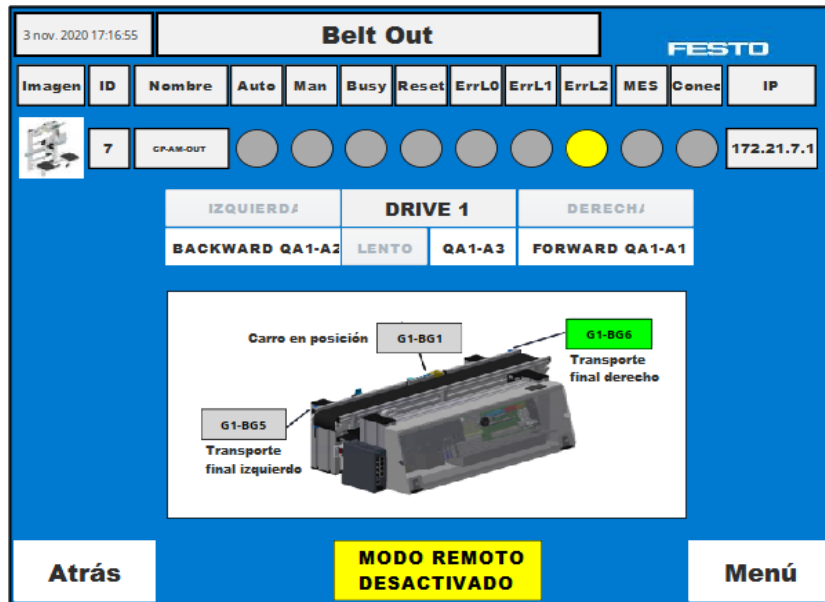
Dentro de la pantalla de Application se puede controlar la aplicación y visualizar el estado de los dispositivos y los depósitos de salida.

Ilustración 107 Pantalla de setup de la aplicación.



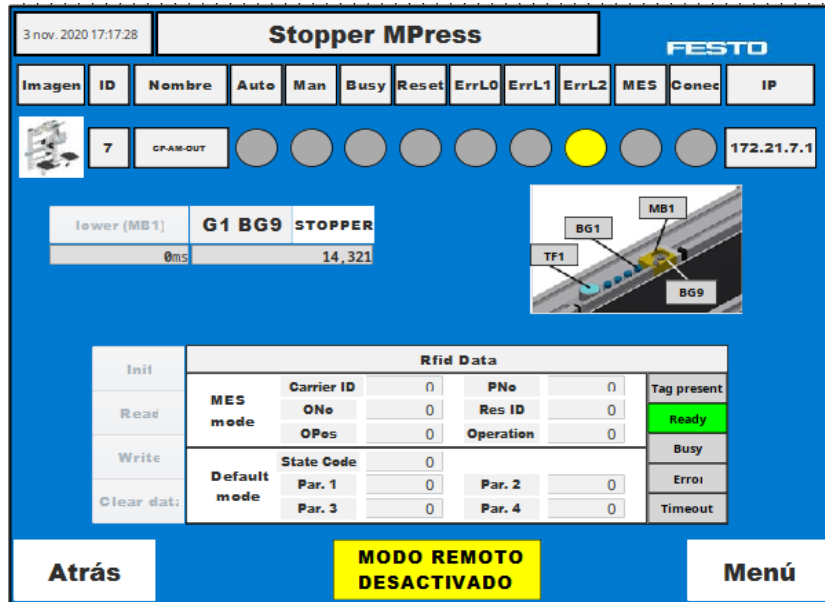
Dentro del menú de setup se encuentra el menú Belt, en esta pantalla se puede mover el motor en manual y ver el estado de los sensores.

Ilustración 108 Pantalla correas.



En la pantalla restante del menú setup, se controla el stopper de la estación. En esta pantalla se puede ver el estado de los sensores, así como la información dentro de los modos de trabajo. También se puede variar la información siempre y cuando la estación se encuentre en modo manual.

Ilustración 109 Pantalla Stopper.



En el menú de parámetros se varían las referencias de la aplicación. En la pantalla de aplicación se varían los datos generales. En este caso es exclusivamente la habilitación de la aplicación.

Ilustración 110 Pantalla aplicación del menú de parámetros.



En la pantalla de transiciones se configuran todos los estados de la aplicación.


Ilustración 111 Pantalla de transiciones.

3 nov. 2020 17:19:03		Transiciones Out					FESTO		
No.	Condición inicial	Ejecución	Pos. de salida	Parámetros			Condición final		
				-----	-----	-----	OK	NOK	
Init	none	ON	0	0	0	0	0	0	
1	50	ON	1	0	0	0	0	60	
2	60	ON	2	0	0	0	0	0	
3	0	ON	0	0	0	0	0	0	
4	0	ON	0	0	0	0	0	0	
5	0	ON	0	0	0	0	0	0	
6	0	ON	0	0	0	0	0	0	
7	0	ON	0	0	0	0	0	0	
8	0	ON	0	0	0	0	0	0	
9	0	ON	0	0	0	0	0	0	
10	0	ON	0	0	0	0	0	0	

Atrás
MODO REMOTO
DESACTIVADO
Menú

En la pantalla de transportes se seleccionan los parámetros que se atribuyen a la configuración de éstos.

Ilustración 112 Pantalla de parámetros del transporte.

3 nov. 2020 17:19:34		Transporte, energía y stopper										FESTO	
Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES	Conec	IP	
	7	CP-AM-OUT	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	172.21.7.1	
Detener la correa antes de iniciar la aplicacii											Desactivado		
Correa parada/arranque por sensore											Desactivado		
Correa ahorro de energía por sensore											Desactivado		
Stopper comprobar ataseo después del stoppi											Desactivado		
Correa reducir la velocidad											Desactivado		

Atrás
MODO REMOTO
DESACTIVADO
Menú

Con las pantallas anteriormente descritas se puede controlar y parametrizar la mayor parte de la planta. Hay que especificar que debido al tipo de control de las diferentes máquinas solo se ha realizado la programación de las máquinas con PLCs Siemens programados con el software TIA Porta. Esto quiere decir que la máquina que gestiona el flujo de trabajo CP-L-BRANCH que se encuentra programa con el software de programación Codesys y el robot de salida UR5 que se programa

con RoboDK, el robot no se encuentra dentro de la red de programación para acceder a él de forma remota.

6.1.1.8 Alarmas.

Desde las pantallas principales de recursos se puede acceder a la pantalla de alarmas donde se pueden visualizar los fallos ocurridos en la planta.

Ilustración 113 Primera pantalla de recursos con el botón de acceso a la pantalla alarmas remarcado.

Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES4	Conec	IP
	1	CP-F-ASR532-P	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.1.1
	2	CP-L-BRANCH	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.2.1
	3	CP-AM-CAM	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.3.1
	4	CP-AM-IDRILL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.4.1
	5	MAGRACK-BLACK	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.5.1

9 nov. 2020 12:55:54 **RECURSOS** FESTO

Siguiente **Alarmas** Estados Menú

Ilustración 114 Segunda pantalla de recursos con el botón de acceso a la pantalla alarmas remarcado.

Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES4	Conec	IP
	6	CP-AM-MPRES	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.6.1
	7	CP-AM-OUT	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.7.1
	8	URS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.8.1

9 nov. 2020 12:56:20 **RECURSOS** FESTO

Anterior **Alarmas** Estados Menú

A continuación, se muestra la pantalla de alarmas en la que se pueden visualizar todos los mensajes de fallos de la planta piloto.

Ilustración 115 Pantalla de alarmas.

Active Time	Display Path	Current State	Priority	Event Id	Label
6/11/20 10:19	Alarmas/ASR32/ErrL0/Error	Active, Unacknowled.	High	6e9f9754-19b...	ASR32 - Seta d.
6/11/20 10:19	Alarmas/iDrill/ErrL2/Warn...	Active, Unacknowled.	Low	82f86b31-8bff...	iDRILL - ¡¡Comu.
6/11/20 10:19	Alarmas/MPress/ErrL2/War...	Active, Unacknowled.	Low	5bada656-0cc...	MPress - ¡¡Co...
6/11/20 10:19	Alarmas/BRANCH/ErrL2/W...	Active, Unacknowled.	Low	b39297c5-891...	CAM - ¡¡Comu...
6/11/20 10:19	Alarmas/CAM/ErrL2/Warn...	Active, Unacknowled.	Low	49c67542-67a...	CAM - ¡¡Comu...
6/11/20 10:19	Alarmas/MagBack/ErrL2/W...	Active, Unacknowled.	Low	b9aeea37-5d6...	MagBack - ¡¡Co
6/11/20 10:19	Alarmas/OUT/ErrL2/Warn...	Active, Unacknowled.	Low	58a77231-756...	OUT - ¡¡Comun..

6.1.1.9 Estados.

Desde las pantallas principales de recursos se puede acceder a la pantalla de estados donde se pueden controlar los estados de la estación, tanto del momento actual como en la última hora.

Ilustración 116 Primera pantalla de recursos con el botón de acceso a la pantalla estados remarcado.

Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES4	Conec	IP
	1	CP-F-ASR532-P	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.1.1
	2	CP-L-BRANCH	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.2.1
	3	CP-AM-CAM	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.3.1
	4	CP-AM-IDRILL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.4.1
	5	MAGBACK-BLACK	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.5.1

Ilustración 117 Segunda pantalla de recursos con el botón de acceso a la pantalla estados remarcado.

Imagen	ID	Nombre	Auto	Man	Busy	Reset	ErrL0	ErrL1	ErrL2	MES4	Conec	IP
	6	CP-AM-MPRES	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.6.1
	7	CP-AM-OUT	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.7.1
	8	URS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	172.21.8.1

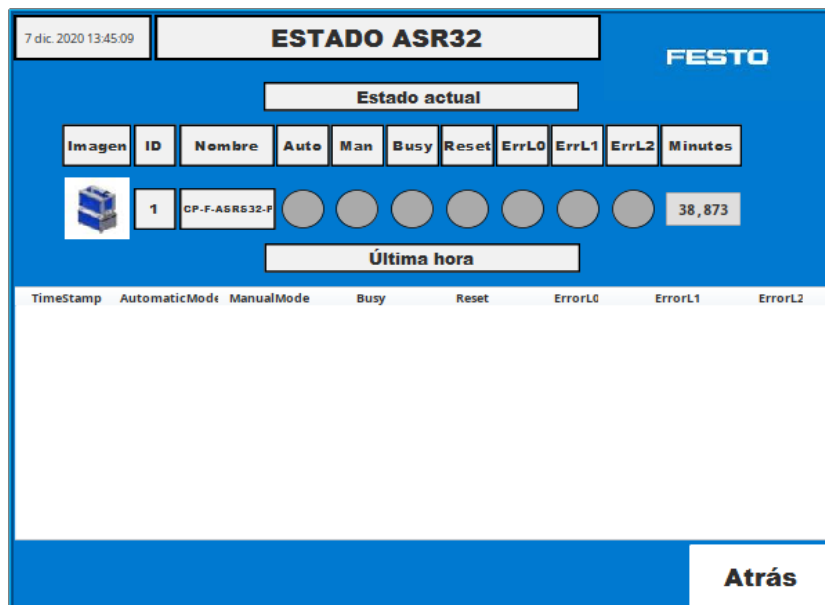
Anterior Alarmas **Estados** Menú

Una vez en la pantalla de estados se puede entrar a visualizar el estado actual y los estados ocurridos en la última hora de cada máquina.

Ilustración 118 Pantalla selección máquina para visualizar estados.



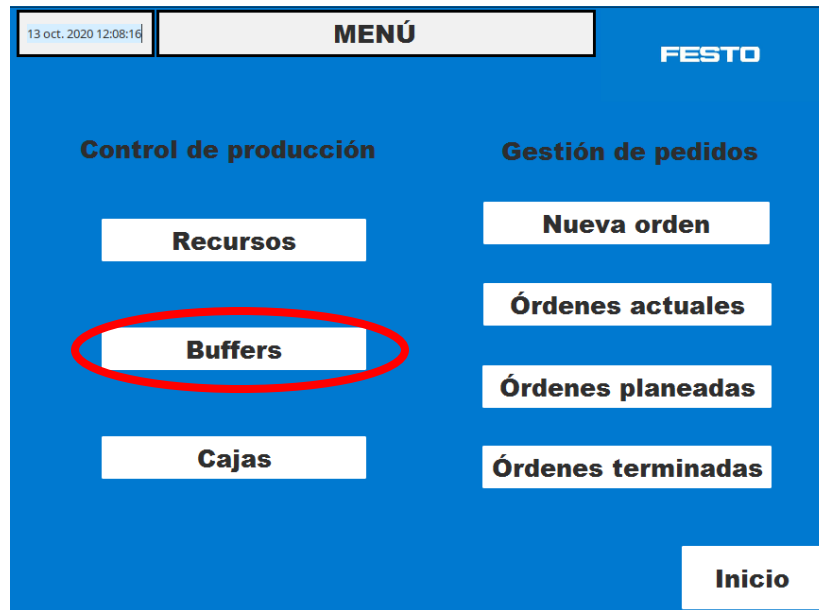
Ilustración 119 Pantalla estados ASR32.



6.1.2 Buffers.

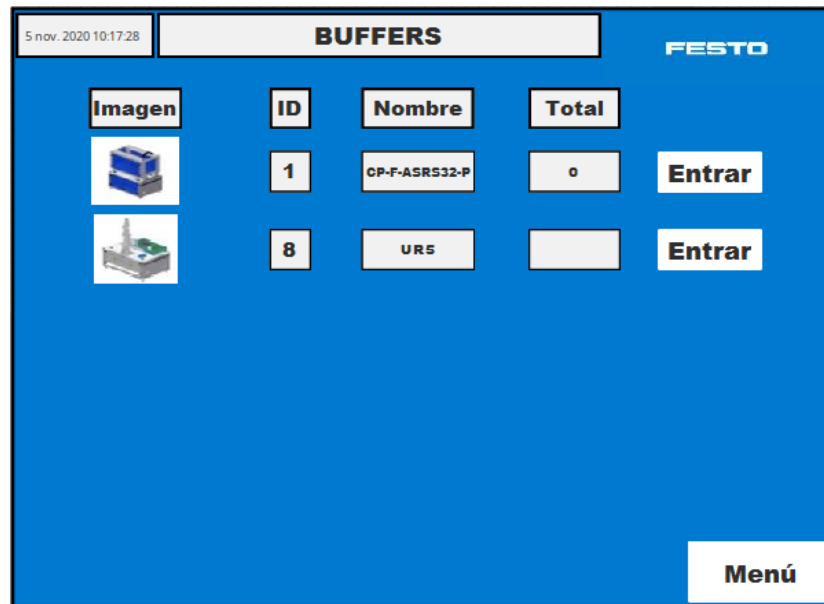
Dentro del menú se encuentran otras funcionalidades, a continuación, se va a describir la sección de Buffers, que se refiere a los almacenes de entrada y de salida de la planta. Para entrar al menú de Buffers se accionará el botón correspondiente en la pantalla de menú principal.

Ilustración 120 Menú principal con el botón de entrada a la sección de almacenes remarcado.



Seguidamente, se dispone una imagen de la pantalla de Buffers.

Ilustración 121 Pantalla principal de almacenes.



Como se puede ver en la pantalla anterior, se encuentran dos almacenes, el almacén de entrada donde se disponen todas las piezas que van a entrar en la

línea de producción y el almacén de salida en el que se encontraría las piezas finalizadas una vez extraídas de la línea. Hay que especificar que este último almacén solo se encuentra preparado para el caso en el que el conjunto robot almacén se introduzca dentro de la red, pero en estos momentos no es accesible.

Antes de entrar en el almacén se puede ver la información general de éstos. La imagen de la máquina en la que se encuentran, el ID de identificación, el nombre de la estación, el número total de piezas disponibles y por último el acceso a la pantalla donde se encuentra la información detallada.

Si se selecciona el botón de entrada al buffer se encuentra la pantalla de estado del almacén por posiciones. Hay que detallar dos estados de control del buffer, el primero de ellos es el modo MES, si se selecciona este modo en la pantalla de control de la máquina correspondiente, la edición de este almacén se podrá realizar desde la aplicación online MES4 de Festo, si por el contrario se selecciona el modo Default, el control de este almacén se podrá realizar o directamente desde la pantalla de HMI o remotamente a través de esta aplicación.

En las pantallas mostradas a continuación controlan el estado de las posiciones del buffer, en este caso el almacén se encuentra vacío, pero aun así se puede tener una idea de la visualización del almacén. Con el modo MES seleccionado las posiciones del almacén se visualizan de la siguiente manera:

Ilustración 122 Posiciones de la 1ª a la 5ª del buffer.

Posición	Pieza	Núm. pieza	Descripción
1		0	
2		0	
3		0	
4		0	
5		0	

5 nov. 2020 12:00:14 **POSICIONES BUFFER ASR32** **FESTO**

MES mode activado

Anterior **Siguiete** **Buffers**

Ilustración 123 Posiciones de la 6ª a la 10ª del buffer.

5 nov. 2020 12:00:45		POSICIONES BUFFER ASR32		FESTO
Posición	Pieza	Núm. pieza	Descripción	
6	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
7	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
8	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
9	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
10	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	

MES mode activado

Anterior Siguiete Buffers

Ilustración 124 Posiciones de la 11ª a la 15ª del buffer.

5 nov. 2020 12:03:05		POSICIONES BUFFER ASR32		FESTO
Posición	Pieza	Núm. pieza	Descripción	
11	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
12	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
13	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
14	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
15	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	

MES mode activado

Anterior Siguiete Buffers

Ilustración 125 Posiciones de la 16ª a la 20ª del buffer.

5 nov. 2020 12:04:30		POSICIONES BUFFER ASR32		FESTO
Posición	Pieza	Núm. pieza	Descripción	
16	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
17	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
18	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
19	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
20	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	

MES mode activado

Anterior **Siguiente** **Buffers**

Ilustración 126 Posiciones de la 21ª a la 25ª del buffer.

5 nov. 2020 12:05:38		POSICIONES BUFFER ASR32		FESTO
Posición	Pieza	Núm. pieza	Descripción	
21	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
22	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
23	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
24	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
25	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	

MES mode activado

Anterior **Siguiente** **Buffers**

Ilustración 127 Posiciones de la 26ª a la 30ª del buffer.

5 nov. 2020 12:12:53		POSICIONES BUFFER ASR32		FESTO
Posición	Pieza	Núm. pieza	Descripción	
26	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
27	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
28	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
29	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
30	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	

MES mode activado

Anterior Siguiete Buffers

Ilustración 128 Posiciones de la 31ª a la 32ª del buffer.

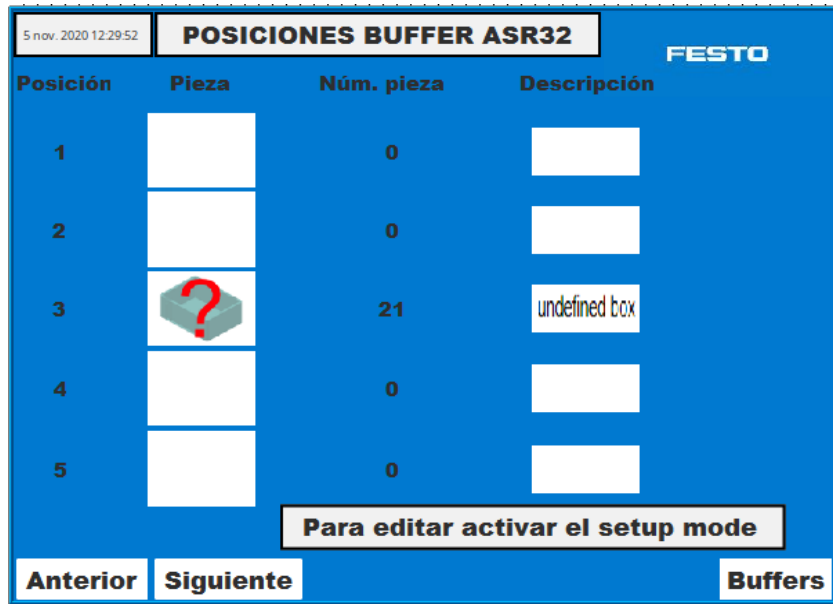
5 nov. 2020 12:13:20		POSICIONES BUFFER ASR32		FESTO
Posición	Pieza	Núm. pieza	Descripción	
31	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	
32	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	

MES mode activado

Anterior Siguiete Buffers

En el modo Default, las pantallas son prácticamente iguales a excepción de un pulsador que permite entrar a la pantalla de edición de la posición seleccionada y el cartel del modo de trabajo activado. En este caso también se debe tener en cuenta el estado de control de la máquina, para poder editar el almacén la maquina debe tener activado el modo Setup, por lo tanto, si el modo Setup no se encuentra activado se muestran las posiciones de la siguiente manera:

Ilustración 129 Pantalla de posiciones con el control en modo Default y el modo de operación No en modo Setup.



En cambio, si la máquina se encuentra en modo Setup, en la pantalla se dispone del acceso a la modificación de las posiciones:

Ilustración 130 Pantalla de posiciones con el control en modo Default y el modo de operación en modo Setup.



Si se quiere editar una posición, se debe pulsar el botón editar del hueco seleccionado, una vez activado se visualizará la pantalla de edición de esa posición.

Si por ejemplo se quiere editar la posición 1 del almacén, la pantalla de edición se mostrará de la siguiente manera:

Ilustración 131 Primera pantalla de edición de posición del almacén.

5 nov. 2020 12:35:08

BUFFERS EDICIÓN FESTO

Selección de pieza en la posición 1 del buffer

Pieza seleccionada: 21 Guardar selección

Núm. pieza	Descripción	Tipo	Pieza	Selección
0	Vacio			Seleccionar
21	Undefined box	Undefined		Seleccionar
25	Pallet	Pallet		Seleccionar
26	Undefined	Undefined		Seleccionar
27	PCB box	Box		Seleccionar

Siguiete Buffer

En la pantalla anterior se puede ver la información de la posición que se quiere editar, la pieza seleccionada, las diferentes piezas que se pueden seleccionar en el almacén y se visualiza la pieza seleccionada con un parpadeo en rojo sobre ésta. Cada pieza muestra la información necesaria para una correcta selección, esta información es el número de la pieza, la descripción, el tipo y una imagen de ésta.

Con el pulsador Siguiente se puede ir viendo todas las piezas disponibles para colocar en el buffer.

Ilustración 132 Segunda pantalla de edición de posición del almacén.

5 nov. 2020 12:39:27 **BUFFERS EDICIÓN** FESTO

Selección de pieza en la posición 1 del buffer

Pieza seleccionada: 21 Guardar selección

Núm. pieza	Descripción	Tipo	Pieza	Selección
28	Front cover box	Box		Seleccionar
30	Turn part box	Box		Seleccionar
31	Carrier	Carrier		Seleccionar
101	Black raw material	External prod		Seleccionar
102	Grey raw material	External prod		Seleccionar

Atrás Siguiente Buffer

Ilustración 133 Tercera pantalla de edición de posición del almacén.

5 nov. 2020 12:44:19 **BUFFERS EDICIÓN** FESTO

Selección de pieza en la posición 1 del buffer

Pieza seleccionada: 21 Guardar selección

Núm. pieza	Descripción	Tipo	Pieza	Selección
103	Blue raw material	External prod		Seleccionar
104	Red raw material	External prod		Seleccionar
107	Front cover red raw	External prod		Seleccionar
108	Front cover blue raw	External prod		Seleccionar
109	Front cover grey raw	External prod		Seleccionar

Atrás Siguiente Buffer

Ilustración 134 Cuarta pantalla de edición de posición del almacén.






5 nov. 2020 12:45:00

BUFFERS EDICIÓN

FESTO

Selección de pieza en la posición 1 del buffer

Pieza seleccionada:
Guardar selección

Núm. pieza	Descripción	Tipo	Pieza	Selección
111	Back cover black	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
112	Back cover grey	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
113	Back cover blue	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
114	Back cover red	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
120	PCB	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>

Atrás
Siguiente

Buffer

Ilustración 135 Quinta pantalla de edición de posición del almacén.

5 nov. 2020 12:45:28

BUFFERS EDICIÓN

FESTO

Selección de pieza en la posición 1 del buffer

Pieza seleccionada:
Guardar selección

Núm. pieza	Descripción	Tipo	Pieza	Selección
130	Fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
210	Front cover black	Prod part		<input type="button" value="Seleccionar"/>
211	Black front cover no fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
212	Black front cover front fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
213	Black front cover rear fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>

Atrás
Siguiente

Buffer

Ilustración 136 Sexta pantalla de edición de posición del almacén.





5 nov. 2020 12:46:06

BUFFERS EDICIÓN

FESTO

Selección de pieza en la posición 1 del buffer

Pieza seleccionada:
Guardar selecció

Núm. pieza	Descripción	Tipo	Pieza	Selección
310	Front cover grey	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
311	Grey front cover no fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
312	Grey front cover front fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
313	Grey front cover rear fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
314	Grey front cover both fuses	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>

Atrás
Siguiente

Buffer

Ilustración 137 Séptima pantalla de edición de posición del almacén.






5 nov. 2020 12:46:40

BUFFERS EDICIÓN

FESTO

Selección de pieza en la posición 1 del buffer

Pieza seleccionada:
Guardar selecció

Núm. pieza	Descripción	Tipo	Pieza	Selección
410	Front cover blue	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
411	Blue front cover no fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
412	Blue front cover front fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
413	Blue front cover rear fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
414	Blue front cover both fuses	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>

Atrás
Siguiente

Buffer

Ilustración 138 Octava pantalla de edición de posición del almacén.






5 nov. 2020 12:47:37

BUFFERS EDICIÓN

FESTO

Selección de pieza en la posición 1 del buffer

Pieza seleccionada: Guardar selección

Núm. pieza	Descripción	Tipo	Pieza	Selección
510	Front cover red	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
511	Red front cover no fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
512	Red front cover front fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
513	Red front cover rear fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
514	Red front cover both fuses	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>

Atrás
Siguiente
Buffer

Ilustración 139 Novena pantalla de edición de posición del almacén.


5 nov. 2020 12:48:19

BUFFERS EDICIÓN

FESTO

Selección de pieza en la posición 1 del buffer

Pieza seleccionada: Guardar selección

Núm. pieza	Descripción	Tipo	Pieza	Selección
800	Full product	Prod part		<input type="button" value="Seleccionar"/>
801	Black base	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
1210	Black customized	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
1211	Black no fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>
1212	Black front fuse	External prod		<input type="button" value="Seleccionar"/>

Atrás
Siguiente
Buffer

Ilustración 140 Décima pantalla de edición de posición del almacén.

5 nov. 2020 12:48:47

BUFFERS EDICIÓN FESTO

Selección de pieza en la posición 1 del buffer

Pieza seleccionada: 21 Guardar selección

Núm. pieza	Descripción	Tipo	Pieza	Selección
1213	Black rear fuse	External prod		Seleccionar
1214	Black both fuses	Prod part		Seleccionar
1500	Full product stored	Prod part		Seleccionar
2000	Customized	Prod part		Seleccionar

Atrás Buffer

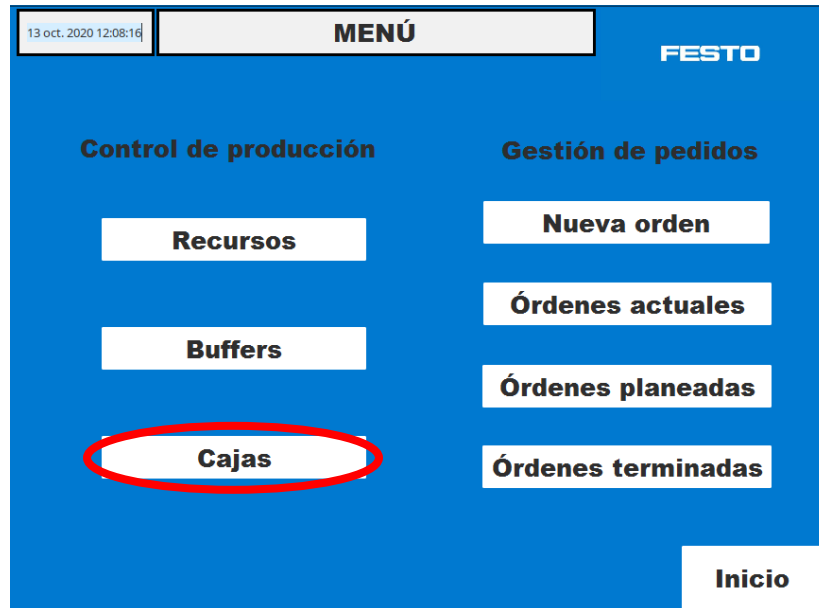
Una vez determinada la pieza a introducir, simplemente se pulsará el botón de Guardar selección y se podrá visualizar el cambio en la posición editada.

6.1.3 Cajas.

Estas pantallas son parecidas a las pantallas del almacén de piezas, a excepción de que las posiciones no son editables y que la información de éstas, a diferencia de los buffers no se coge directamente de los PLCs si no de la Base de Datos Access vinculada a la línea donde se va depositando la información una vez las piezas alcanzan esta máquina.

Para entrar en esta sección basta con pulsar el botón de cajas en el menú principal.


Ilustración 141 Menú principal con el botón de entrada a la sección de Cajas remarcado.



Una vez dentro de la sección de cajas se puede ver el estado general de las cajas.

Ilustración 142 Sección de cajas de salida de la línea.

The screenshot shows a blue interface with a top bar containing the date '5 nov. 2020 13:42:36', the title 'CAJAS', and the logo 'FESTO'. Below the title bar, there is a table with the following columns: 'Imagen', 'ID', 'Nombre', 'Piezas', 'Capacidad', and 'Nivel llenado'. The table contains two rows of data. At the bottom right, there is a button labeled 'Menú'.

Imagen	ID	Nombre	Piezas	Capacidad	Nivel llenado
	27-1	PCB Bcx	0	10	0%
	27-2	PCB Bcx	0	10	0%

En la pantalla anterior se puede ver la imagen del tipo de caja situada, el número de caja y la ubicación, la descripción del contenedor, el número de piezas existentes, la capacidad disponible y el porcentaje de llenado en cada una de ellas.

Seleccionando la línea de la caja que se quiere visualizar disponemos de la información detallada de las piezas disponibles.

Ilustración 143 Posiciones de la 1ª a la 5ª de la sección de cajas.














5 nov. 2020 13:56:12		POSICIONES CAJAS			FESTO	
Imagen	ID	Nombre	Piezas	Capacidad	Nivel llenado	
	27-1	PCB Box	0	10	0%	
Posición	Pieza	Núm. piezas	Descripción			
1		0				
2		0				
3		0				
4		0				
5		0				
Siguiente			Cajas			

Ilustración 144 Posiciones de la 6ª a la 10ª de la sección de cajas.

5 nov. 2020 13:54:24		POSICIONES CAJAS			FESTO	
Imagen	ID	Nombre	Piezas	Capacidad	Nivel llenado	
	27-2	PCB Box	0	10	0%	
Posición	Pieza	Núm. piezas	Descripción			
6		0				
7		0				
8		0				
9		0				
10		0				
Anterior			Cajas			

En cada posición se puede ver lo que se encuentra en cada posición de la caja mostrando la imagen de la pieza, el número y la descripción.

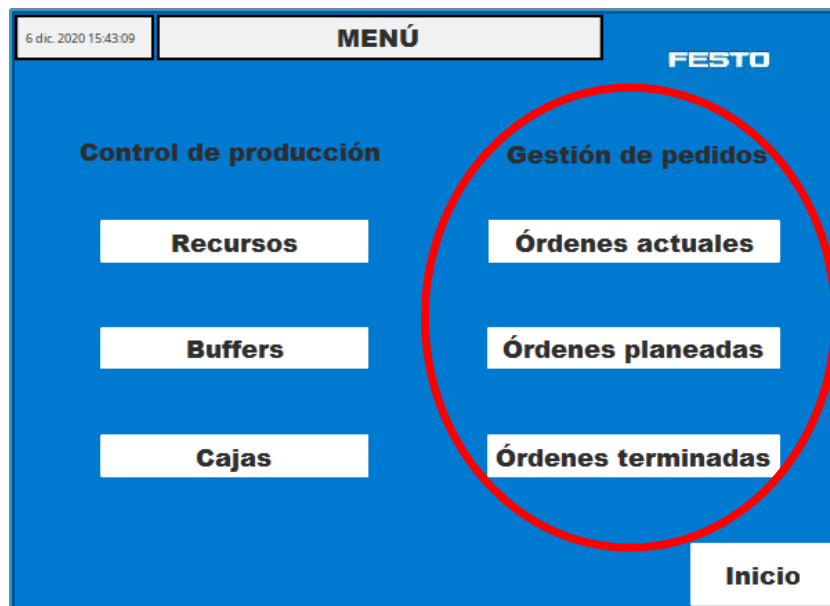
6.1.4 Resumen.

El conjunto de las pantallas anteriormente descritas permite el control y parametrización del funcionamiento de la planta. Esto permite un acceso remoto a ella pudiendo gestionar online casi todas las funciones necesarias para una operatividad desde cualquier punto del mundo.

6.2 MÓDULO DE GESTIÓN DE PEDIDOS DE LA APLICACIÓN

Este apartado trata del control de órdenes de trabajo de la planta, con esta sección se completa el funcionamiento online de las estaciones de trabajo, ya que gracias a ella se permite la activación en modo remoto de todas las variables necesarias para poder activar la marcha de cada una de las máquinas. Esta información se almacena en la base de datos Access que gestiona la aplicación MES de Festo y que se almacena en el PC del laboratorio que se accede en modo remoto.

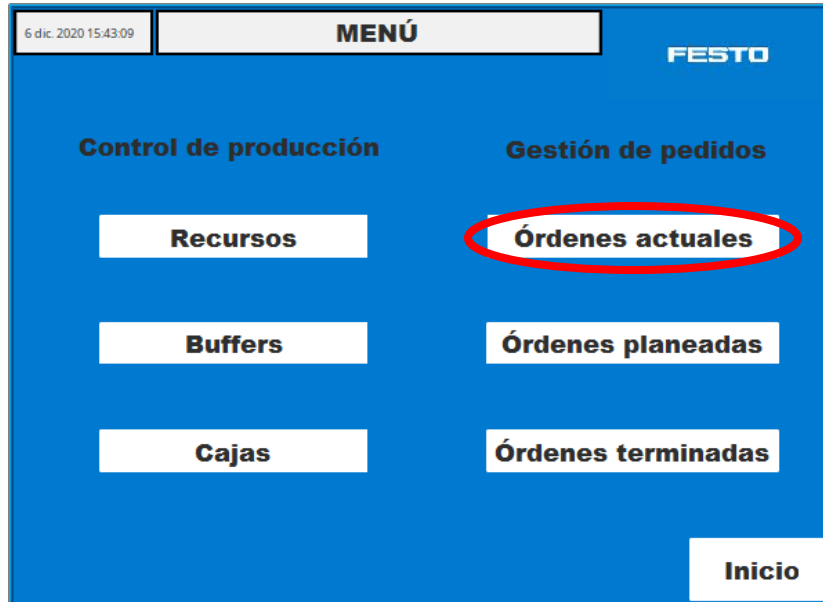
Ilustración 145 Pantalla de menú con la gestión de pedidos remarcada.



6.2.1 Órdenes actuales.

Pulsando el botón de Órdenes actuales se entrará en la pantalla que permite su visualización.

Ilustración 146 Pantalla de menú con la gestión de órdenes actuales remarcada.



En esta pantalla se visualizan las órdenes que se encuentran activas en el proceso de producción, en la tabla se verá la siguiente información:

- ONo: el número de orden.
- PlannedStart: la fecha y hora en la que se ha empezado a generar la orden.
- PlannedEnd: la fecha y hora a la que se ha finalizado la generación de la orden.
- Start: la fecha y hora en la que la orden se ha empezado a producir dentro de la planta.
- End: la fecha y hora en la que la orden se ha terminado de producir en la planta.
- State: el estado de la orden.

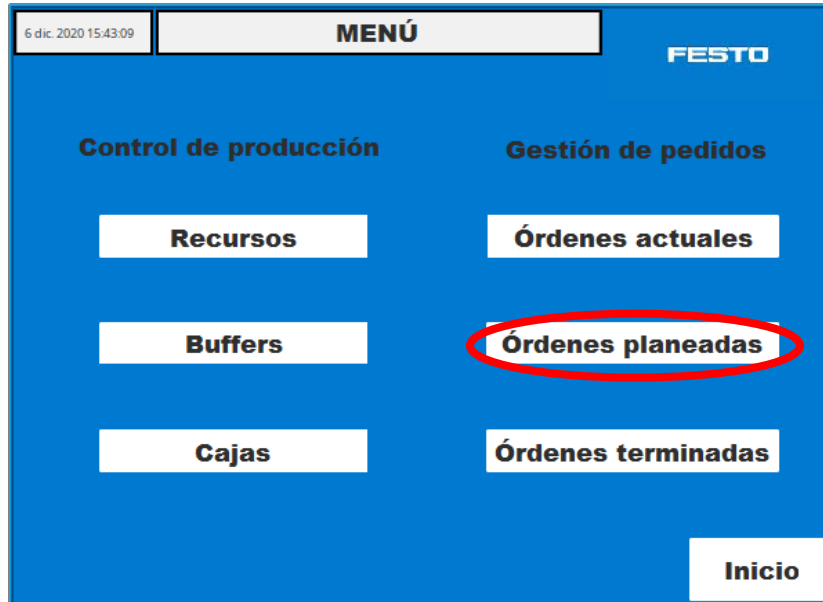
Ilustración 147 Pantalla de órdenes actuales.

ONo	PlanedStart	PlanedEnd	Start	End	State
-----	-------------	-----------	-------	-----	-------

6.2.2 Órdenes planeadas.

Pulsando el interruptor de Órdenes planeadas se abrirá la pantalla que permite el visionado de estas órdenes.

Ilustración 148 Pantalla de menú con la gestión de órdenes planeadas remarcada.



En esta pantalla se pueden controlar las órdenes generadas pero que aún no se han ejecutado y las que se pueden cambiar de estado a empezada y pendiente para empezar a producir o borrar la orden que se desee.

- ONo: el número de orden.
- PlannedStart: la fecha y hora en la que se ha empezado a generar la orden.
- PlannedEnd: la fecha y hora a la que se ha finalizado la generación de la orden.
- Release: la fecha y hora en la que la orden ha sido liberada para poder ejecutarla.
- State: el estado de la orden.

Ilustración 149 Pantalla de órdenes planeadas.



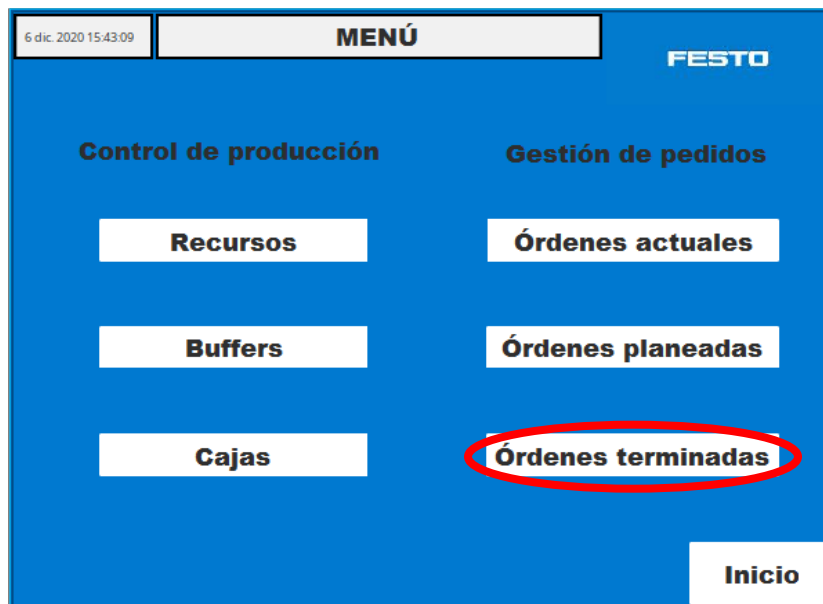
ONo	PlannedStart	PlannedEnd	Release	State
2.106	dic. 13, 2019 12:00 a. m.	dic. 13, 2019 1:00 a. m.	dic. 13, 2019 12:59 a. m.	No empezada

Buttons: **Activar orden**, **Borrar orden**, **Menú**

6.2.3 Órdenes terminadas.

Pulsando el botón de Órdenes terminadas se activará la pantalla que permite visualizar todas las órdenes que hasta la fecha han sido finalizadas.

Ilustración 150 Pantalla de menú con la gestión de órdenes terminadas remarcada.



En esta pantalla se visualizan todas las órdenes generadas y finalizadas en la planta.

- ONo: el número de orden.
- PlannedStart: la fecha y hora en la que se ha empezado a generar la orden.

- PlannedEnd: la fecha y hora a la que se ha finalizado la generación de la orden.
- Start: la fecha y hora en la que la orden se ha empezado a producir dentro de la planta.
- End: la fecha y hora en la que la orden se ha terminado de producir en la planta.
- State: el estado de la orden.

Ilustración 151 Pantalla de órdenes terminadas.

13 nov. 2020 13:24:01		ÓRDENES TERMINADAS				FESTO
ONo	PlannedStart	PlannedEnd	Start	End	State	
1.000	ene. 19, 2017 7:49 a...	ene. 19, 2017 7:49 a...	ene. 19, 2017 8:30 a...	ene. 19, 2017 9:05 a...	Terminada	
1.001	abr. 19, 2016 7:47 a...	abr. 19, 2016 7:47 a...	abr. 19, 2016 8:30 a...	abr. 19, 2016 9:05 a...	Terminada	
1.002	feb. 2, 2016 3:23 a. m.	feb. 2, 2016 3:23 a. m.	feb. 2, 2016 3:30 a. m.	feb. 2, 2016 3:45 a. m.	Terminada	
1.003	oct. 28, 2016 2:04 p. ...	oct. 28, 2016 2:04 p. ...	oct. 28, 2016 2:30 p. ...	oct. 28, 2016 2:50 p. ...	Terminada	
1.004	ene. 12, 2017 10:36 ...	ene. 12, 2017 10:36 ...	ene. 12, 2017 11:00 ...	ene. 12, 2017 1:00 p. ...	Terminada	
1.005	jul. 30, 2016 6:11 a. m.	jul. 30, 2016 6:11 a. m.	jul. 30, 2016 6:30 a. m.	jul. 30, 2016 7:10 a. m.	Terminada	
1.006	jun. 24, 2017 4:51 p. ...	jun. 24, 2017 4:51 p. ...	jun. 24, 2017 5:00 p. ...	jun. 24, 2017 5:50 p. ...	Terminada	
1.007	jun. 24, 2016 4:42 p. ...	jun. 24, 2016 4:42 p. ...	jun. 24, 2016 5:00 p. ...	jun. 24, 2016 5:20 p. ...	Terminada	
1.008	mar. 4, 2016 9:33 p. ...	mar. 4, 2016 9:33 p. ...	mar. 4, 2016 10:00 p. ...	mar. 4, 2016 10:25 p. ...	Terminada	
1.009	abr. 2, 2016 10:19 a...	abr. 2, 2016 10:19 a...	abr. 2, 2016 11:00 a...	abr. 2, 2016 1:00 p. m.	Terminada	
1.010	may. 9, 2017 9:13 a...	may. 9, 2017 9:13 a...	may. 9, 2017 9:30 a...	may. 9, 2017 10:05 a...	Terminada	
1.011	oct. 15, 2016 6:56 a...	oct. 15, 2016 6:56 a...	oct. 15, 2016 7:00 a...	oct. 15, 2016 7:45 a...	Terminada	
1.012	mar. 4, 2016 2:19 p. ...	mar. 4, 2016 2:19 p. ...	mar. 4, 2016 2:45 p. ...	mar. 4, 2016 3:50 p. ...	Terminada	
1.013	feb. 28, 2016 2:04 p. ...	feb. 28, 2016 2:04 p. ...	feb. 28, 2016 2:30 p. ...	feb. 28, 2016 2:50 p. ...	Terminada	
1.014	mar. 31, 2016 9:54 a...	mar. 31, 2016 9:54 a...	mar. 31, 2016 10:00 ...	mar. 31, 2016 10:30 ...	Terminada	
1.015	jul. 9, 2016 9:05 a. m.	jul. 9, 2016 9:05 a. m.	jul. 9, 2016 9:30 a. m.	jul. 9, 2016 9:45 a. m.	Terminada	
1.016	feb. 28, 2017 12:26 ...	feb. 28, 2017 12:26 ...	feb. 28, 2017 1:00 a...	feb. 28, 2017 1:50 a...	Terminada	
1.017	jun. 18, 2016 5:02 a...	jun. 18, 2016 5:02 a...	jun. 18, 2016 5:30 a...	jun. 18, 2016 7:00 a...	Terminada	
1.018	feb. 15, 2016 6:57 a...	feb. 15, 2016 6:57 a...	feb. 15, 2016 7:00 a...	feb. 15, 2016 7:45 a...	Terminada	
1.019	jun. 9, 2016 9:26 a. m.	jun. 9, 2016 9:26 a. m.	jun. 9, 2016 9:30 a. m.	jun. 9, 2016 10:05 a...	Terminada	
1.020	sept. 25, 2016 10:54 ...	sept. 25, 2016 10:54 ...	sept. 25, 2016 11:30 ...	sept. 26, 2016 12:10 ...	Terminada	

7. PRESUPUESTO

Al ser un proyecto de software el presupuesto se basa en las características específicas para realizar satisfactoriamente el conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos y requerimientos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, coste y recursos (UNAD, s.f.). Para llegar a visualizar el coste se ha esquematizado el proyecto diferenciando las partes necesarias para la correcta ejecución.

Para realizar este proyecto software se han seguido los siguientes pasos (pmoinformatica, 2018):

- Análisis de los requerimientos del proyecto de desarrollo de software. El primer paso es obtener las necesidades del cliente. En este caso es el control remoto de una planta piloto. Con el fin de gestionar tanto la parte productiva como la generación de órdenes de trabajo a través de una aplicación online.
- Medición del software. Uno de los requerimientos del proyecto es el software con el que se requiere el desarrollo de la aplicación (Ignition

Designer). Por otro lado, se requiere un estudio para determinar los puntos de función a desarrollar en la aplicación para cada hito, es decir, los diferentes apartados y los puntos de función de los que se compone el trabajo para la ejecución de éste. El método de puntos de función establece una cierta cantidad de puntos a asignar según el nivel de complejidad de los componentes funcionales, esta medida es relativa a unos a otros y a mayor complejidad mayor cantidad de puntos de función asignados.

- Determinación de la productividad del equipo de trabajo. Para continuar con el presupuesto del proyecto, es necesario conocer la cantidad de tiempo para realizar cada punto de función y todos los puntos de función que debe desarrollar el equipo de trabajo, esto para determinar la duración del proyecto. Sería necesario tener la información de proyectos pasados que tenga la organización, también se puede usar información de otras fuentes u otras organizaciones para determinar el tiempo necesario para cada punto. En este caso, ya que es un Trabajo Final de Grado se utilizará el tiempo utilizado para realizar cada apartado, pero es correcto especificar que en un proyecto industrial se deberá estimar el tiempo en base a la información extraída de diferentes fuentes.
- Estimación de esfuerzo y personal necesarios para el presupuesto. Para el desarrollo de esta aplicación existe un único ingeniero que ejecuta las funciones tanto de desarrollador como de tester. En consecuencia, todos los puntos de función necesarios para la correcta finalización del trabajo serán aplicados a éste.
- Costos del personal. Una vez determinado la estimación del esfuerzo del ingeniero de programación, se calculará el coste total del trabajo estimado en base a una tabla general de costes lo más actual posible.
- Presupuesto de un proyecto de software. Con toda la información necesaria solo será necesario rellenar una tabla de Excel para el cálculo automático del coste final.

7.1 ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

En este apartado se determinan las necesidades del cliente, en este caso el Instituto AI2 de la Universidad Politécnica de Valencia. Para este proyecto existen dos requerimientos, uno acerca sobre el desarrollo de la aplicación que debe tener una parte de control de la planta piloto y otra parte de gestión de órdenes de trabaja y otro requerimiento que especifica que el software con el que se debe desarrollar el proyecto ha de ser Ignition Designer, con la necesidad de comprar la licencia para el módulo de desarrollo WEB y el módulo de servidor OPC UA (Inductive automation, s.f.).

7.2 MEDICIÓN DEL SOFTWARE

Para el cálculo de los puntos de función, se va a comenzar con la designación de los diferentes apartados que componen el proyecto.

7.2.1 Apartados del proyecto.

Las diferentes secciones que componen el proyecto son las siguientes:

- Análisis:
 1. Funcionamiento de la máquina ASRS32.
 2. Software de la máquina ASRS32.
 3. Funcionamiento de la máquina BRANCH.
 4. Funcionamiento de la máquina CAM.
 5. Software de la máquina CAM.
 6. Funcionamiento de la máquina iDRILL.
 7. Software de la máquina iDRILL.
 8. Funcionamiento de la máquina MAGBACK.
 9. Software de la máquina MAGBACK.
 10. Funcionamiento de la máquina MPRESS.
 11. Software de la máquina MPRESS.
 12. Funcionamiento de la máquina OUT.
 13. Software de la máquina OUT.
 14. Base de datos gestión MES.
 15. Creación nuevas órdenes de trabajo.
- Programación:
 16. Módulo de producción: recursos.
 17. Módulo de producción recursos ASRS32.
 18. Módulo de producción: recursos BRANCH.
 19. Módulo de producción: recursos CAM.
 20. Módulo de producción: recursos iDRILL.
 21. Módulo de producción: recursos MAGBACK.
 22. Módulo de producción: recursos MPRESS.
 23. Módulo de producción: recursos OUT.
 24. Módulo de producción: recursos ALARMAS.
 25. Módulo de producción: recursos ESTADOS.
 26. Módulo de producción: buffers.
 27. Módulo de producción: cajas.
 28. Módulo de gestión de pedidos: órdenes actuales.
 29. Módulo de gestión de pedidos: órdenes planeadas.
 30. Módulo de gestión de pedidos: órdenes terminadas.
- Pruebas:
 31. Pruebas de funcionamiento.

Con la finalización de todos los apartados mencionados se concluiría el proyecto.

7.2.2 Puntos de función.

Puesto que no se tiene datos anteriores para calcular cual es la medida de un punto de función, se usará la acción más rápida dentro de los apartados anteriores, en este caso sería el punto 14 que equivale al análisis de la base de datos de gestión MES que equivaldría a 1 hora. Con esta medición realizada, se pueden asignar los puntos de función necesarios a cada actividad de la ejecución del proyecto.

Tabla 1 Puntos de función por actividad.

Número	Tipo	Actividades	Puntos de función
1	Análisis	Funcionamiento de la máquina ASRS32	10
2	Análisis	Software de la máquina ASRS32	12
3	Análisis	Funcionamiento de la máquina BRANCH	6
4	Análisis	Funcionamiento de la máquina CAM	6
5	Análisis	Software de la máquina CAM	10
6	Análisis	Funcionamiento de la máquina iDRILL	6
7	Análisis	Software de la máquina iDRILL	10
8	Análisis	Funcionamiento de la máquina MAGBACK	7
9	Análisis	Software de la máquina MAGBACK	10
10	Análisis	Funcionamiento de la máquina MPRESS	8
11	Análisis	Software de la máquina MPRESS	9
12	Análisis	Funcionamiento de la máquina OUT	10
13	Análisis	Software de la máquina OUT	12
14	Análisis	Base de datos gestión MES	1
15	Análisis	Creación nuevas órdenes de trabajo	40
16	Programación	Módulo de producción: recursos	12
17	Programación	Módulo de producción: recursos ASRS32	20
18	Programación	Módulo de producción: recursos BRANCH	16
19	Programación	Módulo de producción: recursos CAM	16
20	Programación	Módulo de producción: recursos iDRILL	16
21	Programación	Módulo de producción: recursos MAGBACK	16
22	Programación	Módulo de producción: recursos MPRESS	16
23	Programación	Módulo de producción: recursos OUT	18
24	Programación	Módulo de producción: recursos ALARMAS	2
25	Programación	Módulo de producción: recursos ESTADOS	8
26	Programación	Módulo de producción: buffers	24
27	Programación	Módulo de producción: cajas	12
29	Programación	Módulo de gestión de pedidos: órdenes actuales	2
30	Programación	Módulo de gestión de pedidos: órdenes planeadas	2
31	Programación	Módulo de gestión de pedidos: órdenes terminadas	2
32	Pruebas	Pruebas de funcionamiento	40

7.3 PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

Debido a que este proyecto es ejecutado por un ingeniero y debido a que un punto de función equivale a una hora, la productividad será 1 punto de función por hora, que teniendo en cuenta que una semana laboral cuenta con 40 horas de trabajo por persona, la productividad semanal será de 40 puntos de función por semana y debido que, a un mes con aproximadamente 21 jornadas de promedio, la productividad mensual será de 168 puntos de función por mes.

7.4 ESTIMACIÓN DE ESFUERZO Y PERSONAL NECESARIOS EN BASE A LA PRODUCTIVIDAD

Con los datos extraídos en el apartado anterior y disponiendo de 409 puntos de función a realizar, un ingeniero necesitará 51,125 jornadas para finalizar la aplicación y realizar las pruebas necesarias.

7.5 COSTOS DEL PERSONAL

Según las tablas oficiales publicadas en el BOE (BOE, 2020) el salario mínimo dentro de la categoría del Área de investigación y desarrollo, un diseñador percibiría un salario de 45,41€ por jornada de trabajo que equivale a 1381,62€ al mes que es igual a 5,18€ la hora y por lo tanto considerando 14 pagas al año un salario anual aproximado de 19343€. Por otro lado, según la media que pagan las empresas a sus empleados (skylabcoders, 2020), los sueldos de un ingeniero de software con menos de dos años de experiencia se encuentran en 30000 y 35000 €. Con estos datos en la mano, se selecciona un sueldo anual aproximado de 30000€ para sacar el coste/hora. El precio por hora calculado sería aproximadamente de 15€, y en este caso se le pondrá un incremento del 50% para pagar gastos de autónomo (Qonto, 2020), por lo tanto, el coste por hora del ingeniero de programación será de 22,25€/hora. Para redondear y disponer de unos beneficios altos, se aplicará un coste de 30€/hora.

7.6 PRESUPUESTO

Tabla 2 Presupuesto.

Proyecto : Desarrollo de un sistema de supervisión y control de una planta piloto
 Fecha de inicio: 16/07/2020

Proyecto	Mano de obra			Materiales			VIAJE	EQUIPO/ESPACIO	COSTO FIJO	OTROS	TOTAL
	Puntos función	€/PF	TOTAL	UNIDADES	€/UNIDADES	TOTAL					
Análisis requerimientos			400,00 €			0,00 €					
<i>Análisis requerimientos</i>	10,0	40,00 €	400,00 €			0,00 €					400,00 €
Análisis y programación de actividades			11.370,00 €			0,00 €					
<i>Funcionamiento de la máquina ASR32</i>	10,0	30,00 €	300,00 €			0,00 €					300,00 €
<i>Software de la máquina ASR32</i>	12,0	30,00 €	360,00 €			0,00 €					360,00 €
<i>Funcionamiento de la máquina BRANCH</i>	6,0	30,00 €	180,00 €			0,00 €					180,00 €
<i>Funcionamiento de la máquina CAM</i>	6,0	30,00 €	180,00 €			0,00 €					180,00 €
<i>Software de la máquina CAM</i>	10,0	30,00 €	300,00 €			0,00 €					300,00 €
<i>Funcionamiento de la máquina IDRILL</i>	6,0	30,00 €	180,00 €			0,00 €					180,00 €
<i>Software de la máquina IDRILL</i>	10,0	30,00 €	300,00 €			0,00 €					300,00 €
<i>Funcionamiento de la máquina MAGBACK</i>	7,0	30,00 €	210,00 €			0,00 €					210,00 €
<i>Software de la máquina MAGBACK</i>	10,0	30,00 €	300,00 €			0,00 €					300,00 €
<i>Funcionamiento de la máquina MPRESS</i>	8,0	30,00 €	240,00 €			0,00 €					240,00 €
<i>Software de la máquina MPRESS</i>	9,0	30,00 €	270,00 €			0,00 €					270,00 €
<i>Funcionamiento de la máquina OUT</i>	10,0	30,00 €	300,00 €			0,00 €					300,00 €
<i>Software de la máquina OUT</i>	12,0	30,00 €	360,00 €			0,00 €					360,00 €
<i>Base de datos gestión MES</i>	1,0	30,00 €	30,00 €			0,00 €					30,00 €
<i>Creación nuevas órdenes de trabajo</i>	40,0	30,00 €	1.200,00 €			0,00 €					1.200,00 €
<i>Módulo de producción: recursos</i>	12,0	30,00 €	360,00 €			0,00 €					360,00 €
<i>Módulo de producción: recursos ASR32</i>	20,0	30,00 €	600,00 €			0,00 €					600,00 €
<i>Módulo de producción: recursos BRANCH</i>	16,0	30,00 €	480,00 €			0,00 €					480,00 €
<i>Módulo de producción: recursos CAM</i>	16,0	30,00 €	480,00 €			0,00 €					480,00 €
<i>Módulo de producción: recursos IDRILL</i>	16,0	30,00 €	480,00 €			0,00 €					480,00 €
<i>Módulo de producción: recursos MAGBACK</i>	16,0	30,00 €	480,00 €			0,00 €					480,00 €
<i>Módulo de producción: recursos MPRESS</i>	16,0	30,00 €	480,00 €			0,00 €					480,00 €
<i>Módulo de producción: recursos OUT</i>	18,0	30,00 €	540,00 €			0,00 €					540,00 €
<i>Módulo de producción: recursos ALARMAS</i>	2,0	30,00 €	60,00 €			0,00 €					60,00 €
<i>Módulo de producción: recursos ESTADOS</i>	8,0	30,00 €	240,00 €			0,00 €					240,00 €
<i>Módulo de producción: buffers</i>	24,0	30,00 €	720,00 €			0,00 €					720,00 €
<i>Módulo de producción: cajas</i>	12,0	30,00 €	360,00 €			0,00 €					360,00 €
<i>Módulo de gestión de pedidos: órdenes actuales</i>	2,0	30,00 €	60,00 €			0,00 €					60,00 €
<i>Módulo de gestión de pedidos: órdenes planeadas</i>	2,0	30,00 €	60,00 €			0,00 €					60,00 €
<i>Módulo de gestión de pedidos: órdenes terminadas</i>	2,0	30,00 €	60,00 €			0,00 €					60,00 €
<i>Pruebas de funcionamiento</i>	40,0	30,00 €	1.200,00 €			0,00 €					1.200,00 €
Software Ignition Inductive Automation											
<i>Módulo de desarrollo WEB</i>	1,0	1.352,84 €	1.352,84 €			0,00 €					1.352,84 €
<i>Módulo de servidor OPC UA</i>	1,0	0,00 €	0,00 €			0,00 €					0,00 €
TOTAL			24.492,84 €			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		24.492,84 €
TOTAL CON IVA (21%)											29.636,34 €

8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Analizando cada parte del proyecto se va a poder analizar el resultado individualizado obtenido, ya que es necesario visualizarlo por secciones para comprobar que el funcionamiento es el deseado.

8.1 COMUNICACIÓN

La comunicación es una parte fundamental para una correcta interacción con la aplicación. En este caso se han utilizado varias comunicaciones para adaptar las herramientas utilizadas a Ignition.

8.1.1 OPC UA.

Los PLCs Siemens no dan lugar a otro tipo de comunicación en este caso, en Ignition se han configurado los diferentes servidores OPC UA de los PLCs de Siemens para tener acceso a todas las variables desde la aplicación. Se han configurado siete servidores de los que se obtiene un acceso a cada estación, la comunicación con los servidores es correcta obteniendo una respuesta prácticamente instantánea, segura y confiable para la automatización en red.

Ilustración 152 Comunicaciones OPC UA.

Name	Type	Description	Read Only	Status		
CODESYS OPC UA Server	OPC UA		false	Connected	More ▾	edit
Ignition OPC UA Server	OPC UA	A "loopback" connection to the Ignition OPC UA server running on this gateway.	false	Connected	More ▾	edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcASRS32	OPC UA		false	Connected	More ▾	edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcCam	OPC UA		false	Connected	More ▾	edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcMPress	OPC UA		false	Connected	More ▾	edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcMagBack	OPC UA		false	Connected	More ▾	edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcOut	OPC UA		false	Connected	More ▾	edit
SIMATIC.S7-1500.OPC-UAserver:plcIDrill	OPC UA		false	Connected	More ▾	edit

8.1.2 Comunicación con base de datos.

Para tener disponibilidad de los históricos de las variables, se debe disponer de acceso a una base de datos que permita almacenar la información que se obtiene de forma periódica a una frecuencia configurada en cada variable.

Por otro lado, se debe configurar el acceso a la base de datos Access donde se encuentra toda la información de la aplicación MES de Festo para poder gestionar tanto las cajas de salida como la parte de los pedidos y los estados de las diferentes estaciones a lo largo del tiempo. Hay que especificar que el acceso a esta base de

datos es muy limitado y solo permite integrar datos en el proyecto y no para almacenar datos nuevos. Es una limitación propia de la base de datos, existen otro tipo de base de datos que permitirían la adición de datos, pero en este caso la base de datos es en Access, sin tener opción a cambiarla. Aun así, la configuración seleccionada para la base de datos con los drivers instalados permite un correcto acceso a ésta.

Ilustración 153 Conexiones con bases de datos.

Name	Description	JDBC Driver	Translator	Status		
FestoMES		MSAccessDB	MSSQL	Valid	delete	edit
PostgreSQL		PostgreSQL	POSTGRES	Reconnecting	delete	edit

8.2 ESTACIONES DE TRABAJO

A continuación, se van a analizar las aplicaciones programadas de cada máquina una a una para determinar el alcance de cada una de ellas.

8.2.1 ASRS32

El Sistema Automático de Almacenamiento y Recuperación tiene una serie de características y configuraciones que tienen la necesidad de ser controladas en modo remoto para poder disponer de un control remoto efectivo.

En este caso, se ha conseguido controlar tanto la configuración de los ejes para modificar desviaciones y que no se genere ninguna colisión, el control en manual de los movimientos de los ejes, los estados de la estación actuales y durante la última hora, la configuración de todos los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación, las alarmas correspondientes a la máquina y sus comunicaciones y la administración y control del almacén.

8.2.2 BRANCH

Esta estación que está diseñada para hacer que el flujo de material en un sistema CP Lab sea flexible debido a que el control del PLC se hace mediante la aplicación Codesys se dispone de un control menor por parte de la aplicación. En este caso solo se permite la monitorización de los estados actuales y de la última hora como de las alarmas activas.

8.2.3 CAM

La instalación con la cámara que se utiliza como sensor inteligente y universal con controlador integrado para garantizar la calidad mediante inspección óptica permite una mejor aplicación que la estación anterior debido a que su control está manejado con un PLC Siemens que gracias a la comunicación OPC UA permite el acceso a todas las variables del programa. Gracias a esta configuración se ha conseguido controlar la configuración de la cámara con la comunicación del propio PLC donde se puede controlar el estado de las piezas comprobadas. También el control en manual de los movimientos de los ejes, los estados de la estación actuales y durante la última hora, la configuración de todos los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación y las alarmas correspondientes a la máquina y sus comunicaciones.

8.2.4 iDRILL

El módulo de aplicación Drilling CPS que taladra 4 taladros en la parte inferior de la carcasa permite una aplicación en la que se ha podido controlar el estado del taladro pudiendo probar los programas de éste en manual. También el control en manual de los movimientos de los ejes, los estados de la estación actuales y durante la última hora, la configuración de todos los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación y las alarmas correspondientes a la máquina y sus comunicaciones.

8.2.5 MAGBACK

En la aplicación del módulo de aplicación Almacén permite la supervisión del cilindro, el separador y la pinza pudiendo activarlos de manera manual. También el control en manual de los movimientos de los actuadores, los estados de la estación actuales y durante la última hora, la configuración de todos los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación y las alarmas correspondientes a la máquina y sus comunicaciones.

8.2.6 MPRESS

En la estación Muscle press que es una prensa que está diseñada para el prensado de piezas de trabajo cúbicas se ha realizado una aplicación donde se puede controlar los parámetros de la prensa, así como las variables del PID de control y la visualización de una gráfica con los valores parametrizados y los valores reales para una supervisión completa. También el control en manual de los movimientos de los actuadores, los estados de la estación actuales y durante la última hora, la configuración de todos los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación y las alarmas correspondientes a la máquina y sus comunicaciones.

8.2.7 PLC OUT

En esta estación de salida de piezas de trabajo que está equipado con un sistema de manipulación de dos ejes se ha realizado una aplicación donde se realiza la supervisión del Eje Z de la pinza y la abrazadera pudiendo activarlos de manera manual. También se dispone la opción de visualizar el estado de las cajas de salida con las piezas actuales en ellas y el control en manual de los movimientos de los actuadores, los estados de la estación actuales y durante la última hora, la configuración de todos los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación y las alarmas correspondientes a la máquina y sus comunicaciones.

8.2.8 UR5

En la unidad frontal de un brazo robótico solo se dispone una preprogramación de la aplicación debido a la falta de comunicación con la línea de producción.

8.3 PEDIDOS

Dentro de la parte de aplicación referido al control y supervisión de órdenes, se ha programado la visualización de las órdenes planificadas, las órdenes en activo, las órdenes terminadas y la posibilidad de generación de nuevas órdenes.

9. CONCLUSIONES

En base a los objetivos definidos para la aplicación se puede determinar que los resultados han sido satisfactorios. Se debe especificar que debido a la realidad que hoy en día se vive a nivel mundial se necesitarían algunas herramientas complementarias para el control completo en modo remoto.

Hay que ser consciente de las limitaciones existentes en esta aplicación, debido a que la programación ha sido exclusivamente en modo remoto, no se ha podido dar alcance a un control completo de la línea de producción, ya que existen una serie de controladores físicos a los que no se puede acceder ni controlar, como las setas de emergencia o a una posible avería o mala colocación de una pieza que interrumpiría el correcto funcionamiento y que al ser un control en modo remoto no se podría subsanar en este caso.

Por otro lado, tanto la aplicación BRANCH como la estación UR5 no permiten en este proyecto de un control de éstas, en consecuencia, se llega a la conclusión de que existe una parte del proyecto que debe ser mejorado con herramientas que permitan tanto la integración con la comunicación de la máquina UR5 como el estudio de la aplicación de programación Codesys para introducir un control integral a la planta piloto.

Sin embargo, con las limitaciones presentadas, se dispone de un control aceptable para el control mixto de la instalación, siendo accesible desde cualquier parte del mundo con acceso a internet y la VPN correspondiente permitiendo la supervisión casi por completo de la planta, con la posibilidad de configurar la estación con cualquier necesidad establecida.

Partiendo de los objetivos principales, se comprueba que los puntos conseguidos con los que permiten la supervisión y generación de las órdenes de trabajo y el control de las estaciones. No ha sido posible el almacenamiento y análisis de las variables debido a la falta de instalación de una base de datos en la que se pueda almacenar esta información.

10. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Para un futuro se pueden hacer una serie de modificaciones en el proyecto para poder gestionar completamente en modo remoto la instalación, como, por ejemplo, poner un robot que pueda estar en todas las estaciones para insertar las piezas necesarias para completar las órdenes de trabajo, también para realizar las reparaciones manuales dentro de la instalación. Se puede instalar cámaras para poder controlar toda la planta y tener una visión completa de las acciones que suceden en la planta.

Sería interesante introducir la generación de nuevas órdenes para completar el módulo de gestión de pedidos.

Por temas de seguridad, sería importante crear distintos usuarios con diferentes permisos para no modificar por error ciertas configuraciones que pueden dañar el funcionamiento de la aplicación, así como capar el acceso a personal no cualificado para acceder a ciertas partes del proyecto.

Por otro lado, para poder mejorar la parte de gestión, se puede instalar una base de datos en la que poder almacenar toda la información relevante para poder realizar informes que ayuden a tener un control más eficiente de las estaciones, medición del OEE (Wikipedia, 2020)(el OEE (Overall Equipment Effectiveness o Efectividad total de los Equipos en español) es una razón porcentual que sirve para medir el aprovechamiento INTEGRAL de la maquinaria industrial). La ventaja esencial de trabajar con el OEE es que mide los parámetros fundamentales de producción industrial como son la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, a través de un indicador que transforma los datos de un proceso complejo en información sencilla, visual y eficiente. Según la empresa Sistemas OEE existen otra serie de ventajas adicionales de las que disfrutan las compañías que utilizan el OEE (Sistemas OEE, 2017).

1. Mejora el retorno de inversión (ROI). Las empresas realizan grandes inversiones en maquinaria y necesitan obtener el máximo retorno de sus inversiones en el menor tiempo posible. Uno de los objetivos del OEE precisamente es obtener la máxima productividad y eficiencia de los procesos de fabricación, lo cual impacta directamente en la mejora de ROI de cualquier inversión en maquinaria.
2. Ayuda a ser más competitivo. Es fundamental disminuir las pérdidas productivas y conseguir una mayor competitividad. Por ejemplo, si una línea productiva es capaz de realizar 100 piezas a la hora, pero únicamente está produciendo 60, el OEE indica el por qué está fallando ese proceso, ayudando a aumentar la competitividad de la empresa.
3. Maximiza el rendimiento de las máquinas. Uno de los mayores beneficios de utilizar un Sistema OEE es que el rendimiento de las máquinas aumenta rápidamente. Su aplicación se adapta perfectamente tanto para exprimir nueva maquinaria como para implementarlo en otras máquinas con las que ya se esté trabajando.
4. Incrementa la calidad de los procesos. Los costes asociados a producto defectuoso suponen, en empresas de todo el mundo, una de las causas que generan mayor pérdida económica. Uniendo OEE y tecnología se consiguen sistemas de trazabilidad más eficaces que permiten hallar el origen de los descensos de calidad. Conseguir minimizar retrabajos y productos defectuosos es clave y genera un enorme ahorro de costes.

5. Perfecciona la capacidad de medir y decidir. Sólo lo que se mide se puede gestionar y mejorar. Es muy importante conocer si un proceso productivo es eficiente o ineficiente, y cómo lo podemos optimizar. El OEE permite cuantificar la eficiencia y conocer el funcionamiento real de los procesos productivos. Esta información es determinante, ya que gracias a ella se pueden tomar las decisiones adecuadas para conseguir mejorar. A su vez, el OEE es una herramienta de medición estándar que se utiliza en todo el mundo y cuyo crecimiento en la actualidad es exponencial.
6. Ayuda a descubrir tu 'fábrica oculta'. Habitualmente la eficiencia de los procesos es mucho menor de la que se presupone antes de ser medida. Descubrir este hecho denominado 'Fábrica oculta', del inglés *Hidden Factory*, es el primer paso para poder mejorar la productividad industrial: el OEE proporciona el detalle del origen de las pérdidas productivas, siendo éste el punto de partida de la mejora de productividad de la planta.
7. Facilita el trabajo de todos. Utilizar información fiable en tiempo real repercute en el personal de planta, ya que les ayuda a saber realmente cómo están trabajando, lo que posibilita activar acciones de mejora inmediata a todos los niveles. Además, aplicando tecnología para calcular el OEE permitirá acabar con los partes o bonos manuales, dotarse de sistemas de alertas, automatización de informes y reportes, etc.
8. Reduce costes de reparación de máquina. Conocer el rendimiento real de la maquinaria es sinónimo de saber si está funcionando correctamente o si por el contrario existen causas que puedan desembocar en una reparación. El disponer de un sistema OEE capaz de anticipar estos hechos (analizando paradas inesperadas, velocidades reducidas, etc.) supone un gran ahorro tanto en mantenimiento preventivo de maquinaria, cómo en los altos costes asociados al propio fallo de la máquina.
9. Es flexible y escalable. Se puede comenzar utilizando un Sistema OEE en una única máquina o proceso, e ir ampliando su implementación hasta llegar a utilizarlo en múltiples plantas productivas. Esta escalabilidad hace que se convierta en un sistema muy versátil y se pueda adaptar a cualquier tipo de empresa, independientemente de su tamaño.
10. Es puerta de entrada a la industria 4.0. Una de las principales características de las consideradas industrias 4.0 es su habilidad para digitalizarse. Contar con sistemas de medición automatizada de la

productividad y la eficiencia será siempre el primer paso de cualquier industria que quiera avanzar hacia el 4.0.

Para poder calcular el OEE de la planta se deberían realizar las siguientes operaciones:

- OEE: Eficiencia general de la planta del recurso respectivo
 $OEE = Disponibilidad * Eficiencia * Calidad$
- Disponibilidad: Disponibilidad = (tiempo en modo automático) / (tiempo total)
- Eficiencia: Eficiencia = (tiempo de operación planificado) / (tiempo de operación real)
- Calidad: Calidad = (todas las piezas - chatarra) / (todas las piezas)

Y esto sería interesante que se pudiera realizar seleccionando los tramos de tiempos deseados por la persona que vaya a analizar los datos.

También se pueden calcular los KPIs (Logicalis, 2017) (el término KPI, siglas en inglés, de Key Performance Indicator, cuyo significado en castellano vendría a ser Indicador Clave de Desempeño o Medidor de Desempeño, hace referencia a una serie de métricas que se utilizan para sintetizar la información sobre la eficacia y productividad de las acciones que se lleven a cabo en un negocio con el fin de poder tomar decisiones y determinar aquellas que han sido más efectivas a la hora de cumplir con los objetivos marcados en un proceso o proyecto concreto), así como poder anticiparse a los fallos o a la gestión de recursos necesarios.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Automation, I. (s.f.). Obtenido de <https://inductiveautomation.com/>

BOE. (13 de Mayo de 2020). Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2020/05/13/pdfs/BOE-A-2020-5006.pdf>

Festo-didactic. (s.f.). Obtenido de <https://ip.festo-didactic.com/InfoPortal/CPFactoryLab/hardware/station/details.php?model=CP-F-ASRS32-P&lang=en>

Festo-didactic. (s.f.). Obtenido de <https://festodidacticsw.azurewebsites.net/InfoPortal/CPFactoryLab/hardware/station/details.php?model=CP-L-BRANCH&lang=en>

Festo-didactic. (s.f.). Obtenido de <https://ip.festo-didactic.com/InfoPortal/CPFactoryLab/hardware/application/details.php?model=CP-AM-CAM&lang=en>

Festo-didactic. (s.f.). Obtenido de <https://ip.festo-didactic.com/InfoPortal/CPFactoryLab/hardware/application/details.php?model=CP-AM-iDRILL&lang=en>

Festo-didactic. (s.f.). Obtenido de <https://ip.festo-didactic.com/InfoPortal/CPFactoryLab/hardware/application/details.php?model=CP-AM-MAG&lang=en>

Festo-didactic. (s.f.). Obtenido de <https://ip.festo-didactic.com/InfoPortal/CPFactoryLab/hardware/application/details.php?model=CP-AM-MPRESS&lang=en>

Festo-didactic. (s.f.). Obtenido de <https://ip.festo-didactic.com/InfoPortal/CPFactoryLab/hardware/application/details.php?model=CP-AM-OUT&lang=en>

Festo-didactic. (s.f.). Obtenido de <https://www.festo-didactic.com/es-es/productos/sistemas-de-aprendizaje-para-industria-4.0/cp-lab/cp-lab-un-sistema-versatil.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjE3ODQuNTM3NTI>

General electric. (s.f.). Obtenido de https://www.ge.com/digital/documentation/ifix/version61/Subsystems/UND/content/und_introduction_to_ifix.htm

Inductive automation. (s.f.). Obtenido de <https://inductiveautomation.com/pricing/ignition>

Inductive automation. (12 de Septiembre de 2018). Obtenido de <https://www.inductiveautomation.com/resources/article/what-is-scada>

Interempresas. (s.f.). Obtenido de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/220445/Ignition-de-Inductive-Automation.pdf

Interempresas. (s.f.). Obtenido de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/220446/Guia-para-entender-la-tecnologia-OPC.pdf

ISOTools Excellence. (12 de Julio de 2018). Obtenido de <https://www.isotools.org/2018/07/12/industria-4-0-que-debemos-saber/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20podemos%20destacar%20de%20la%20nueva%20industria%204.0%3F&text=Especialmente%20este%20punto%20se%20destaca,de%20forma%20mucho%20m%C3%A1s%20eficiente>

Logicalis. (29 de Septiembre de 2017). Obtenido de <https://blog.es.logicalis.com/analytics/kpis-qu%C3%A9-son-para-qu%C3%A9-sirven-y-por-qu%C3%A9-y-c%C3%B3mo-utilizarlos>

pmoinformatica. (9 de Mayo de 2018). Obtenido de <http://www.pmoinformatica.com/2018/05/ejemplo-presupuesto-proyecto-software.html>

- Qonto.* (2020 de Septiembre de 2020). Obtenido de https://qonto.com/es/tips/freelancers/gastos-de-un-autonomo?q_campaign=ES_Search_DSA&gclid=Cj0KCQiA-rj9BRCAARIsANB_4AB89-LInfrCNSX17ZRIJeUNxkSIdgpLQvTrV5B9vggt3mdw5JA6k-caAi6gEALw_wcB
- Satoshi.* (s.f.). Obtenido de <https://www.opiron.com/2017/08/17/5-diferencias-entre-opc-ua-y-opc-clasico/>
- Satoshi.* (18 de Junio de 2018). Obtenido de <https://www.opiron.com/2018/06/18/que-es-opc-ua/>
- Siemens.* (s.f.). Obtenido de <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/wincc-unified/software.html>
- Sistemas OEE.* (17 de Mayo de 2017). Obtenido de <https://www.sistemasoe.com/10-ventajas-del-oe/#:~:text=La%20ventaja%20esencial%20de%20trabajar,informaci%C3%B3n%20sencilla%2C%20visual%20y%20eficiente.>
- skylabcoders.* (31 de Enero de 2020). Obtenido de https://www.skylabcoders.com/es/-cu%C3%A1nto-cobra-un-programador-en-2020-_42211
- Stackoverflow.* (25 de Febrero de 2017). Obtenido de <https://es.stackoverflow.com/questions/51758/qu%C3%A9-es-un-entry-point-y-un-end-point/51764#:~:text=Los%20endpoints%20son%20las%20URLs,con%20sentido%20para%20el%20visitante.>
- UNAD.* (s.f.). Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/8014/204030%20Caracter%EDsticas%20de%20un%20proyecto.pdf;jsessionid=4294A817B39283C78951C1B1F283A2C1.jvm1?sequence=1>
- Wikipedia.* (30 de 12 de 2019). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Manufacturing_Execution_System
- Wikipedia.* (28 de Junio de 2020). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/CoDeSys>
- Wikipedia.* (4 de Noviembre de 2020). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia_general_de_los_equipos#:~:text=El%20OEE%20o%20ETE%20\(Overall,centros%20de%20producci%C3%B3n%20de%20proyectos.](https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia_general_de_los_equipos#:~:text=El%20OEE%20o%20ETE%20(Overall,centros%20de%20producci%C3%B3n%20de%20proyectos.)