



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

AUTOMATIZACIÓN Y SUPERVISIÓN DE MÁQUINAS VIRTUALES CON FACTORY I/O

AUTOMATION AND SUPERVISION OF VIRTUAL
MACHINES WITH FACTORY I/O

Autor

Laura Salamero Ezquerria

Director

Ramón Piedrafita Moreno

Grado de Ingeniería Electrónica y Automática

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2022

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal el aprendizaje y desarrollo de la automatización de un proceso industrial utilizando un software de simulación 3D. Dicho proceso industrial está formado por distintas estaciones, cada una con una función determinada, y todas ellas se encuentran sincronizadas permitiendo una fabricación continua sin la intervención del operador. Toda la línea de fabricación se controla a través de un sistema de supervisión SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

Para la realización del proyecto se ha utilizado como entorno de trabajo el software Factory I/O. Mediante las herramientas que proporciona este software, se ha creado y controlado el proceso industrial diseñado en tiempo real.

La automatización del proceso se ha llevado a cabo mediante un autómata programable de la casa Schneider, concretamente un Modicon M340 con protocolo de comunicación Modbus Ethernet TCP/IP, programado mediante el software Unity Pro XLS.

Por último, la supervisión SCADA del proceso industrial se ha abordado mediante el software Vijeo Citect. Gracias a este sistema, es posible controlar y supervisar cada una de las estaciones que conforma el proceso industrial mediante las distintas pantallas de navegación con un sistema de seguridad configurado. El operador, puede ser capaz de establecer políticas de producción en función de la situación del proceso o supervisar, en tiempo real, los estados de actuadores y sensores de la máquina, entre otras. También existe una gestión de alarmas que ayudará a identificar al operador el origen del fallo y su posible solución.

ÍNDICE

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN.	6
1.1. OBJETIVO Y ALCANCE.....	6
1.2. SOFTWARE UTILIZADO.....	6
1.3. ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	10
Capítulo 2 DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA VIRTUAL.....	11
2.1. ESTACIONES PALETIZADORES.....	12
2.2. ESTACIONES GRUPO DE CINTAS.....	13
2.3. ESTACIÓN CONVERGER DOS CINTAS EN UNA.	14
2.4. ESTACIONES ALMACENES DE PALETS.....	14
Capítulo 3 CONTROL DE LA PLANTA VIRTUAL. IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA GEMMA.....	16
3.1. CONTROL AUTOMÁTICO.	16
3.1.1. PALETIZADOR 1 Y PALETIZADOR 2.....	17
3.1.2. GRUPO DE CINTAS 1 Y GRUPO DE CINTAS 2.....	22
3.1.3. GRUPO CONVERGER DOS CINTAS EN UNA.....	23
3.1.4. ALMACÉN 1 Y ALMACÉN 2	26
3.1.5. PLANTA VIRTUAL.....	32
3.2. CONTROL MANUAL.....	33
3.3. CONTROL TEST.....	34
3.4. GESTIÓN DE LA PARADA DE EMERGENCIA Y DEL REARME.....	35
Capítulo 4 SISTEMA DE SUPERVISIÓN SCADA.	38
4.1. ELEMENTOS GENERALES.....	38
4.2. PANTALLA DE INICIO Y PRINCIPAL DE LA PLANTA.....	40
4.3. PANTALLAS DE CONTROL DE LAS ESTACIONES.....	41
4.4. PANTALLAS DEL ESTADO DE LAS ESTACIONES.....	42
4.5. OPERACIONES DE MANDO.....	47
4.6. GESTIÓN DE ALARMAS.....	47
4.7. GENERACIÓN DE INFORMES.....	48
Capítulo 5 CONCLUSIONES.	50
5.1. VALORACIÓN GENERAL Y PERSONAL	50
Capítulo 6 BIBLIOGRAFÍA.....	51

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Símbolo Factory I/O [1] ; Símbolo Unity Pro XLS [2] ; Símbolo Vijeo Citect [3]	6
Figura 2. Creación de una nueva escena en Factory I/O.	7
Figura 3. Pantalla Principal del proyecto en Unity Pro XLS.	8
Figura 4. Protocolo de comunicación entre Factory I/O y Unity Pro XLS.....	8
Figura 5. Programas de Vijeo Citect para crear la aplicación SCADA.....	9
Figura 6. Planta Virtual.....	11
Figura 7. Estación Paletizador 1 y Estación Paletizador 2.	12
Figura 8. Estación Grupo de Cintas 1 y Estación Grupo de Cintas 2.....	13
Figura 9. Estación Converger dos cintas en una.	14
Figura 10. Estación Almacén 1 y Estación Almacén 2.	14
Figura 11. Panel de control de cualquier estación de la planta.	16
Figura 12. Grafcet funcionamiento cinta entrada cajas Paletizador 1 y Paletizador 2.....	17
Figura 13. Grafcet funcionamiento cinta entrada palés Paletizador 1 y Paletizador 2.	18
Figura 14. Grafcet funcionamiento formador capas cajas Paletizador 1 y Paletizador 2.....	19
Figura 15. Grafcet funcionamiento elevador palés Paletizador 1 y Paletizador 2	20
Figura 16. Grafcet funcionamiento cinta salida 1 y salida 2 Paletizador 1 y Paletizador 2.....	21
Figura 17. Grafcet funcionamiento posicionamiento inicial Paletizador 1 y Paletizador 2	22
Figura 18. Grafcet funcionamiento Grupo Cintas 1 y Grupo Cintas 2.....	23
Figura 19. Grafcet funcionamiento cintas entradas en Grupo converger dos cintas en una.....	24
Figura 20. Grafcet funcionamiento cintas de transferencia de cadena en Grupo converger dos cintas en una.	24
Figura 21. Grafcet funcionamiento cinta de salida en Grupo converger dos cintas en una.	25
Figura 22. Grafcet funcionamiento cinta de entrada en Almacén 1.....	26
Figura 23. Grafcet funcionamiento almacenar palés en Almacén 1.....	28
Figura 24. Grafcet funcionamiento descargar palés en Almacén 1.	29
Figura 25. Grafcet funcionamiento cinta de salida en Almacén 1.....	30
Figura 26. Control cambio de automático-manual.....	33
Figura 27. Control cambio de automático-manual-test.....	34
Figura 28. Cálculo tiempo de desplazamiento del elevador del Almacén 1 y Almacén 2.....	37
Figura 29. Plantilla predefinida de Vijeo Citect.	39
Figura 30. Pantalla de inicio del sistema SCADA.	40
Figura 31. Pantalla principal del sistema SCADA.	40
Figura 32. Alarmas desde la pantalla principal del sistema SCADA.....	41
Figura 33. Pantalla de control del Almacén 1 del sistema SCADA.....	41
Figura 34. Pantalla principal de estado del Paletizador 1.	43
Figura 35. Pantalla de estado de la cinta de entrada de cajas del Paletizador 1.	43
Figura 36. Pantalla de estado del paletizador del Paletizador 1.	43
Figura 37. Pantalla de estado del Grupo de cintas 1.	44
Figura 38. Pantalla de estado del Grupo de cintas 2.	44
Figura 39. Pantalla de estado de Converger dos cintas en una.....	45

Figura 40. Pantalla principal de estado del Almacén 1.....	45
Figura 41. Pantalla de estado de la cinta de entrada del Almacén 1.....	46
Figura 42. Pantalla de estado de las posiciones ocupadas/libres del Almacén 1.	46
Figura 43. Pantalla de estado de la cinta de salida del Almacén 1.....	46
Figura 44.Registro operaciones de mando generadas por el sistema SCADA.....	47
Figura 45. Gestión de alarmas del sistema SCADA.	47
Figura 46. Botones páginas de alarmas.....	48

ÍNDICE VÍDEOS

Posicionamiento inicial del paletizador.....	22
Modo automático paletizador.....	22
Paro en modo automático paletizador.	22
Modo automático grupo cintas.....	23
Modo automático de la estación converge. Llegan los palés a la vez.	25
Modo automático de la estación converge. Llega primero palé de la izquierda.	25
Modo automático de la estación converge. Llega primero palé de la derecha.	25
Modo automático de la estación converge. Política de prioridad 2.....	25
Modo automático de la estación converge. Política de prioridad 3.....	25
Paro en modo automático de la estación converge.	25
Modo automático de Almacén 1 y Almacén 2.	32
Modo automático. Almacén 1 lleno.	32
Paro en modo automático del Almacén 1.....	32
Modo automático funcionamiento completo de la planta.....	32
Modo manual Paletizador.....	33
Modo manual Grupo de cintas.....	33
Modo manual Converge dos cintas en una.....	33
Modo manual Almacén.....	33
Modo test Almacén.	34
Vídeo parada de emergencia y rearme paletizador.	36
Vídeo emergencia por tiempo máximo en paletizador.	36
Vídeo parada de emergencia grupo de cintas.....	36
Vídeo parada de emergencia y rearme estación converger dos cintas en una.....	36
Vídeo parada de emergencia y rearme Almacén 1.....	37

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN.

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE.

En este proyecto se ha realizado el control y la supervisión de una fábrica virtual. Todo el proyecto se ha realizado de forma simulada. Para poder abordarlo, este consta de tres partes muy diferenciadas: La creación de una planta de fábrica virtual, la realización del programa de autómatas y la elaboración del sistema SCADA para la supervisión de la planta.

Al realizarlo de forma simulada, es necesario un entorno de simulación 3D que permita crear una planta de fábrica y, con el programa de autómatas, poder simularla. Para el desarrollo de esta primera parte, se ha identificado y estudiado las máquinas virtuales que ofrece el software Factory I/O para posteriormente poder crear la escena de trabajo.

Posteriormente, se ha realizado un programa de autómatas para controlar las correspondientes estaciones de la planta virtual. Este programa se ha realizado con Unity Pro XLS mediante un autómatas Modicon de Schneider. Con un estudio previo del PLC (*Programmable Logic Controller*), se conocerán las características que son necesarias para establecer la comunicación con el entorno de simulación 3D y con la aplicación SCADA.

Por último, se ha desarrollado un sistema de supervisión SCADA de la planta. De este modo, se han estudiado las posibilidades que ofrece Vijeo Citect para sacar el máximo rendimiento que ofrece este programa y, posteriormente, se ha realizado la aplicación.

1.2. SOFTWARE UTILIZADO.

El proyecto se ha desarrollado con tres softwares distintos con el fin de poder realizar los objetivos abordados anteriormente. **Factory I/O** es el software de simulación 3D creado por Real Games con el que se ha creado la escena virtual y desde el que comprobar el funcionamiento del sistema de control implementado. **Unity Pro XLS** es el software de simulador de autómatas de Schneider Electric mediante el que se programa el autómatas utilizado en el proyecto, de la familia Modicon de Schneider. Por último, **Vijeo Citect** es el programa de Schneider Electric con el que se realiza el sistema de supervisión SCADA.



Figura 1. Símbolo Factory I/O [1] ; Símbolo Unity Pro XLS [2] ; Símbolo Vijeo Citect [3]

A continuación, se realiza una explicación más detallada de cada uno de ellos.

FACTORY I/O

El software utilizado para la simulación de la planta 3D es Factory I/O. Este software ha permitido construir y controlar la planta virtual del actual proyecto mediante los componentes y escenarios que este ofrece. Existen componentes, estaciones y escenas ya diseñadas permitiendo una combinación entre ellos para así crear una escena personalizada.

Una vez se inicia el software, se puede crear una nueva escena que aparece vacía para que el usuario pueda integrar los componentes y escenarios que desee. Como se observa en la siguiente figura, existe una biblioteca de elementos desde la que se puede arrastrar a la escena de trabajo el componente o estación que se requiera.

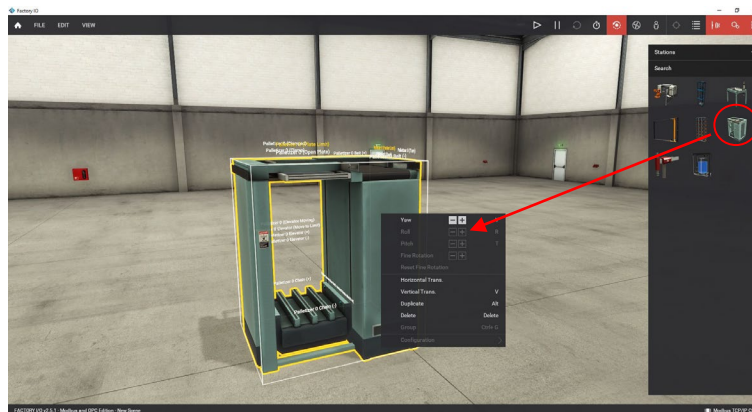


Figura 2. Creación de una nueva escena en Factory I/O.

Haciendo *click* derecho sobre el elemento, accedemos a las configuraciones que este permite. Desde el escenario, se permite la visualización continua del estado de los actuadores y sensores. También permite el cambio de estado, de forma forzada, de estos.

Mediante los controladores de E/S que dispone Factory I/O, es posible comunicarse con el PLC para poder controlar la escena. Entre ellos se encuentra el cliente Modbus TCP/IP que es el que se necesita para que pueda comunicarse con el PLC.

En el *ANEXO I. GUÍA BÁSICA FACTORY I/O. ESTACIONES INCLUIDAS EN LA ESTACIÓN* se explica con más detalle este software y como se ha implementado en este proyecto.

UNITY PRO XLS

Para la programación del sistema de control se ha utilizado Unity Pro XLS. Al iniciar este software, hay que crear un nuevo proyecto con el autómatas que se va a trabajar. En este proyecto se ha utilizado un *Modicon M340* con una *CPU 340-20 Modbus Ethernet* y un bastidor principal de 4 *slots*. Una vez configurado, aparece la pantalla principal de Unity Pro XLS.

En la siguiente figura se puede observar la pantalla principal de este proyecto con dos secciones del programa abiertas.

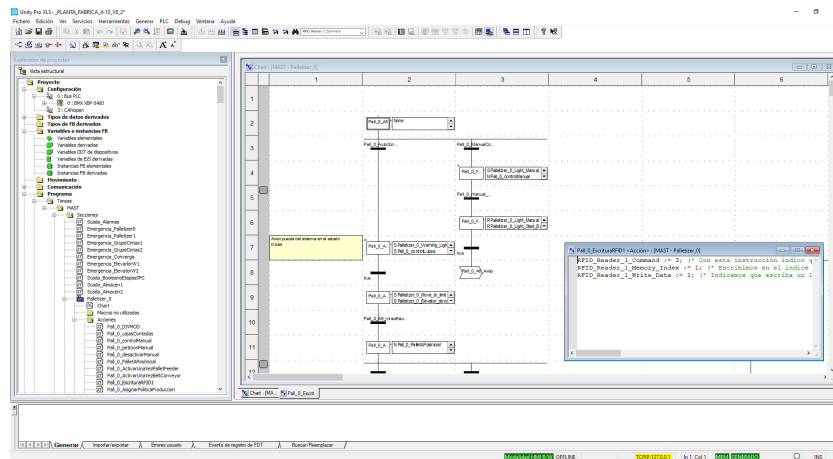


Figura 3. Pantalla Principal del proyecto en Unity Pro XLS.

Desde el *Explorador de proyectos* se accede a la configuración del bus del PLC, a las variables e instancias FB del proyecto, y al programa, entre otros. También, desde la barra superior, se puede analizar y generar el proyecto y conectar y transferir el proyecto al PLC.

En este proyecto, la estación es simulada y no real y es necesario que el autómatas se comunique con el programa de simulación 3D. Para ello, se ha definido un protocolo de comunicación Modbus Ethernet TCP/IP. Mediante este protocolo, las variables de los sensores y actuadores estarán comunicándose constantemente, siendo Unity Pro XLS el servidor y Factory I/O el cliente.

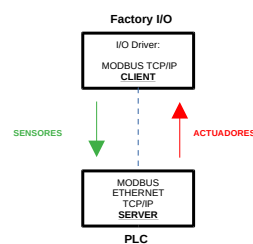


Figura 4. Protocolo de comunicación entre Factory I/O y Unity Pro XLS

La comunicación no es inmediata, es decir, en el momento que se escriben valores desde Unity están siendo escritos sobre variables de memoria que se encuentran en el autómatas y, esas variables de memoria, las tiene que leer Factory I/O.

Este software ofrece varios lenguajes de programación. Estos lenguajes son:

- Lenguaje LD (**Ladder Diagram**): Diagrama de contactos.

1.3. ESTRUCTURA DEL PROYECTO.

A continuación, se va a hacer una explicación detallada de cómo está estructurada la memoria del proyecto:

- **CAPÍTULO 1. Introducción:** Presentación del actual proyecto con una breve explicación de los objetivos que se han desarrollado y su metodología.
- **CAPÍTULO 2. Diseño y funcionamiento de la planta virtual:** Descripción de las estaciones que componen la planta con su funcionamiento.
- **CAPÍTULO 3. Control de la planta virtual con implementación de la guía gemma:** En este capítulo se explica la implementación de los distintos procesos de control que se han realizado en las estaciones de la planta
- **CAPÍTULO 4. Sistema de supervisión SCADA:** Capítulo en el que se explican las distintas pantallas y componentes que forman el sistema SCADA de la planta.
- **CAPÍTULO 5. Conclusiones:** Se realiza una valoración general del proyecto, con los resultados y objetivos que se han cumplido y con las mejoras que creo que podrían haberse aplicado. También se realiza una valoración personal del proyecto.

Se aportan cuatro anexos con información complementaria a esta memoria. Es de utilidad para saber cómo se ha desarrollado en profundidad el proyecto:

- **ANEXO I. GUÍA BÁSICA FACTORY I/O. ESTACIONES INCLUIDAS EN LA ESTACIÓN:** Explicación de herramientas básicas del software aprendidas al realizar el proyecto que puede servir de guía para la creación de otras escenas. Por otro lado, se incluye también una explicación en detalle de todos los elementos de Factory I/O que se encuentran en la planta.
- **ANEXO II. VARIABLES UTILIZADAS EN EL CONTROL DE LA PLANTA:** Todas las variables de memoria de entrada y salida utilizadas para comunicar entre Factory I/O y el programa de autómatas se exponen en este anexo.
- **ANEXO III. VIJE CITECT. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN:** Explicación del proceso de desarrollo en Vijeo Citect de toda la aplicación SCADA
- **ANEXO IV. DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO GENERADO POR UNITY PRO XLS:** Documentación de todo el programa de control de la planta desarrollado con Unity Pro XLS.

Capítulo 2 DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA VIRTUAL.

En este capítulo se va a ver el diseño y funcionamiento de la planta virtual que se ha creado mostrada en la **Figura 2**. Como se puede observar, está compuesto por:

- Paletizador 1. (1)
- Paletizador 2. (2)
- Grupo de cintas 1. (3)
- Grupo de cintas 2. (4)
- Estación Converger dos cintas en una. (5)
- Almacén 1. (6)
- Almacén 2. (7)

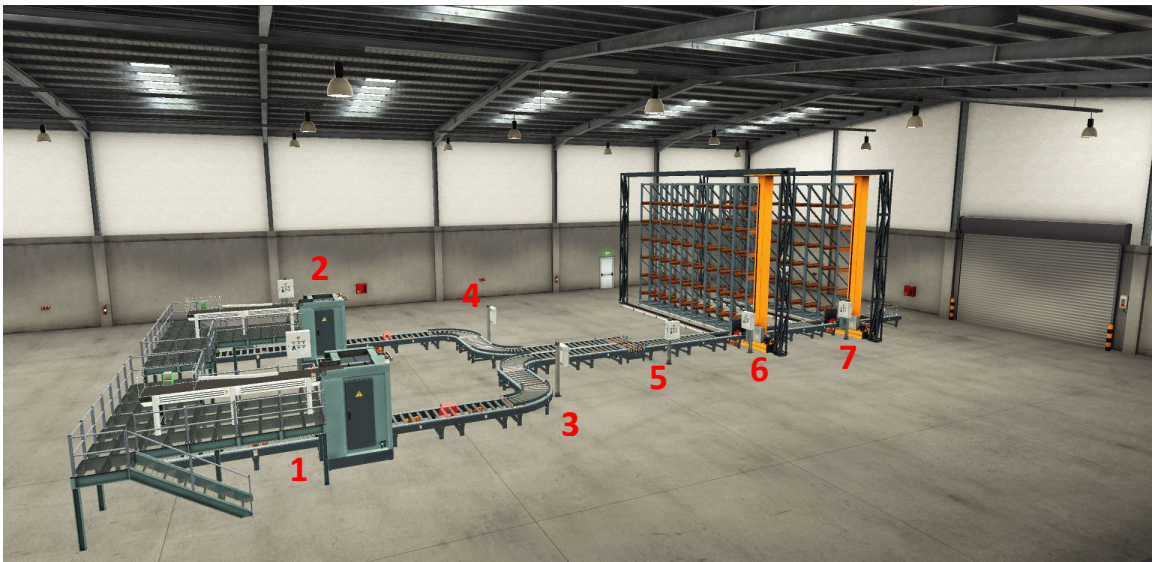


Figura 6. Planta Virtual.

En los siguientes apartados, se va a explicar cuál es el procedimiento de trabajo de cada estación. En el **ANEXO I. GUÍA BÁSICA FACTORY I/O. ESTACIONES INCLUIDAS EN LA ESTACIÓN** se puede encontrar información de cada uno de los elementos que compone la planta.

2.1. ESTACIONES PALETIZADORES.



Figura 7. Estación Paletizador 1 y Estación Paletizador 2.

Estas dos estaciones se encargan de apilar las cajas que le llegan en palés, con capacidad de realizar hasta 4 capas con 6 cajas cada una. Las cajas que llegan a cada paletizador contienen un producto distinto, aunque sean del mismo tamaño. Por ello, para poder diferenciarlas, se denominan de la siguiente manera:

- Cajas tipo A: Cajas que se encarga de paletizar el *-Paletizador 1-*.
- Cajas tipo B: Cajas que se encarga de paletizar el *-Paletizador 2-*.

Cada uno de los paletizadores consta de dos cintas de entrada que trabajan de forma simultánea. Una superior por donde llegan las cajas y otra inferior por donde llegan los palés. En función de las capas a realizar, se acumulan al final de la cinta superior dos o tres cajas y, con la acción neumática de un brazo, se juntan las cajas sobre una compuerta hasta que se forma una capa de 6 cajas.

Por otro lado, y simultáneamente, una vez puede entrar el palé al elevador del paletizador, este será elevado para posicionarse debajo de la compuerta y, una vez estén las cajas bien apiladas sobre la compuerta, esta se abrirá y las cajas caerán sobre él. Por último, hay una cinta de salida por donde sale el palé hacia la siguiente estación.

Como se ha mencionado anteriormente, la máquina puede realizar hasta 4 capas de palés. Para que el palé tenga una mayor estabilidad, las capas impares tendrán una orientación distinta a las capas pares. En la formación de las capas pares es necesario que actúe una palanca neumática para que la caja gire antes de llegar a la cinta del paletizador.

En la cinta de salida de cada paletizador hay incorporado un lector RFID encargado de escribir en la memoria RFID de cada palé. Tanto las cajas como los palés tienen unas etiquetas RFID

que permiten ser escritas y leídas con un número de serie único. Al tener palés con distinto material, se hace uso de las etiquetas de los palés para escribir información de lo que contiene cada uno.

2.2. ESTACIONES GRUPO DE CINTAS.

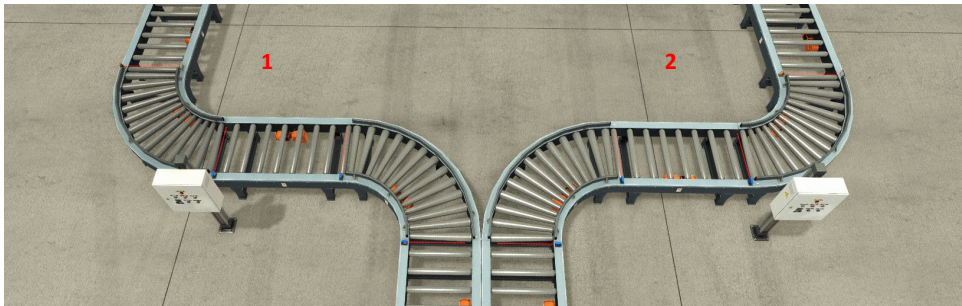


Figura 8. Estación Grupo de Cintas 1 y Estación Grupo de Cintas 2.

Estas dos estaciones se han creado como unión entre los paletizadores y la estación que converge dos cintas en una. El *-Grupo de Cintas 1-* y el *-Grupo de Cintas 2-* son las estaciones de transición entre el *-Paletizador 1-* y el *-Paletizador 2-* con la estación *-Converger dos cintas en una-* respectivamente.

En ambas estaciones, cuando la fotocélula de entrada detecta un palé, las tres cintas que conforman el grupo arrancan de forma secuencial trasladando el palé hasta el último sensor fotoeléctrico ubicado en la última cinta. Cuando la siguiente estación esté preparada, se activará la última cinta desalojando el palé.

Solo puede pasar un palé al mismo tiempo por cada estación, con el fin de evitar una sobresaturación en la línea de fabricación.

2.3. ESTACIÓN CONVERGER DOS CINTAS EN UNA.

Como el propio nombre de la estación indica, esta estación se encarga de converger dos cintas en una sola cinta que llega a la zona de almacenaje automatizado.



Figura 9. Estación Converger dos cintas en una.

Los palés llegan a través de unas cintas de rodillos paralelas, una a la otra, a unas cintas especiales de transferencia de cadena que, además de rodillos de carga, están formadas por tres pistas de cadena que permiten la traslación del palé en sentido perpendicular al movimiento continuo de las cintas. En este caso y tal como se puede observar en la **Figura 5** los palés que llegan del *-Paletizador 2-*, que corresponden a las cintas de la izquierda, tendrán que ser trasladados a la línea principal que los conduce hacia el almacén. Por otro lado, los palés que llegan del *-Paletizador 1-*, solo serán trasladados hacia adelante como en una cinta normal.

2.4. ESTACIONES ALMACENES DE PALETS.



Figura 10. Estación Almacén 1 y Estación Almacén 2.

La última parte de la planta virtual está formada por dos almacenes automatizados ubicados en batería con capacidad para 54 palés en cada almacén. El primero de ellos se encarga de almacenar y descargar los palés con cajas tipo A producidos por el *-Paletizador 1-* y el segundo almacén los palés con cajas tipo B del *-Paletizador 2-*.

Estos almacenes tienen capacidad tanto de almacenar como de descargar palés con distintas configuraciones según elija el operador a través de las políticas de producción disponibles y el modo de funcionamiento es el mismo.

En ambas estaciones existen unas cintas especiales para la carga y descarga de palés en el elevador. Los rodillos de estas cintas se encuentran en los extremos con un hueco libre en medio permitiendo que los brazos del elevador pueden extenderse a ambos lados para recoger o dejar el palé de la cinta de entrada y salida respectivamente.

En el *-Almacén 1-*, si la entrada está libre, el palé llega por la cinta de rodillos a la entrada del elevador a través de la cinta especial de entrada al elevador. Si el almacén está preparado para almacenar, el elevador cogerá el palé depositándolo en la plataforma y lo llevará al hueco del almacén que le corresponda, dejándolo ahí. En cambio, si está preparado para descargar palés, haya o no haya palé en la entrada, el elevador irá a buscar el palé correspondiente, lo cogerá y lo llevará a la cinta de salida. Entre los dos almacenes existe una cinta de rodillos de unión. Esta cinta pertenece a la estación del *-Almacén 2-*. El modo de funcionamiento de almacenar y descargar palés del *-Almacén 2-* es igual que el del *-Almacén 1-*.

En la cinta de entrada de cada almacén existen lectores RFID iguales a los de los paletizadores pero, en este caso, con la función de leer las etiquetas de los palés para saber qué tipo de cajas contienen. En la lectura RFID del *-Almacén -1-*, si el palé corresponde al otro almacén, el palé pasará hacia la otra cinta a través de la plataforma. En cambio, si corresponde a un palé tipo A, este se almacenará si hay asignada una política de producción de almacenaje. La lectura RFID del *-Almacén 2-* es igual, pero con los palés de tipo B. Todos los palés que pasan a la última cinta de salida de la planta se eliminarán mediante un *remover*.

Capítulo 3 CONTROL DE LA PLANTA VIRTUAL. IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA GEMMA.

En el presente capítulo se va a detallar el proceso de control y el programa de automatización de la planta con una implementación básica de la guía gemma con el software Unity Pro. La guía gemma es una representación organizada de todos los modos o estados en que se puede encontrar un proceso de producción automático.

Cada una de las estaciones cuenta con una producción normal automática, un control manual, posicionamiento inicial de la máquina, gestión de la parada de emergencia y del rearme y, en las estaciones de los almacenes, también un control de test de fallos.

El operador puede modificar el modo de operación de cada una a través del panel de operador local, a excepción del control de test de fallos, o a través de la aplicación SCADA. Desde esta aplicación, se permite una mayor flexibilidad puesto que en el panel de control solo se encuentran las operaciones más básicas.

En la **Figura 7**, se observan las acciones que se pueden realizar desde cualquier panel de control de la estación con su respectiva iluminación:



Figura 11. Panel de control de cualquier estación de la planta.

3.1. CONTROL AUTOMÁTICO.

El control automático es el modo de funcionamiento normal de la planta. Mediante distintas políticas de producción y de prioridad, la planta funciona de una forma automática y síncrona entre las estaciones de la línea. Cada una de las estaciones tiene su panel de operador local y su panel de control en la aplicación SCADA donde se puede establecer el funcionamiento en modo automático y los botones de marcha y paro. Con el botón de paro se consigue un paro de fin de ciclo de la máquina, es decir, cuando el operador pulsa el botón, la máquina acaba lo

que esté realizando en ese momento hasta que vuelve a su estado de reposo y la máquina para.

A continuación, se va a explicar cómo es el control automático de cada estación y por último una demostración del funcionamiento de la planta completa.

3.1.1. PALETIZADOR 1 Y PALETIZADOR 2

Cuando se pulsa automático y luego marcha desde la aplicación SCADA o desde el panel de control local de la máquina, la cinta de entrada de cajas se activa. Esta cinta debe pararse cuando se detectan dos o tres cajas si la capa que se está formando para el palé es impar o par respectivamente y se repetirá el proceso hasta tener seis cajas encima de la compuerta. A continuación, el sistema comprueba si el palé ya está listo o si le faltan capas por completar para volver a empezar el ciclo. Si el palé ya está listo, la cinta no se volverá a activar hasta que el palé haya salido del elevador ya paletizado. Si le faltan capas por completar, se volverán a realizar los mismos pasos.

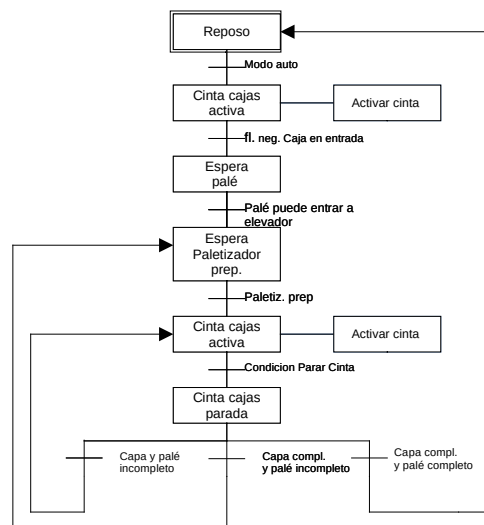


Figura 12. Grafset funcionamiento cinta entrada cajas Paletizador 1 y Paletizador 2.

La cinta de entrada de palés también se activará a la vez que la cinta de cajas. Cuando el palé llegue a la entrada del elevador, la cinta se parará y no se activará hasta que el elevador esté libre y se detecte al menos una caja en la fotocélula de la cinta de cajas.

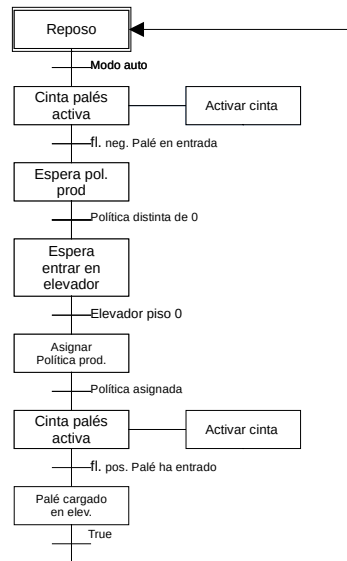


Figura 13. Graficet funcionamiento cinta entrada palés Paletizador 1 y Paletizador 2.

El paletizador lleva a cabo dos procesos paralelos:

- Por un lado, se encuentra el formador de capas de cajas. Una capa estará completa cuando un contador cuente seis cajas. Es entonces cuando las cajas en la compuerta se comprimirán y la compuerta se abrirá para que caigan al palé con la condición de que el palé se encuentre posicionado. Es necesario saber si se está formando una capa impar o par, puesto que la disposición y el conteo de las cajas no es el mismo. Para resolver esto, se ha creado una función llamada “*Pall_x_DIVMOD*”, mediante la cual dividimos el conteo de capas de cajas que lleva el palé entre dos. De esta forma, si el resto de la operación es cero, significa que la siguiente capa a realizar es de número impar, es decir, la primera capa o la tercera, mientras que, si es distinto de cero, será una capa par, la segunda o la cuarta capa. El graficet de funcionamiento es el siguiente:

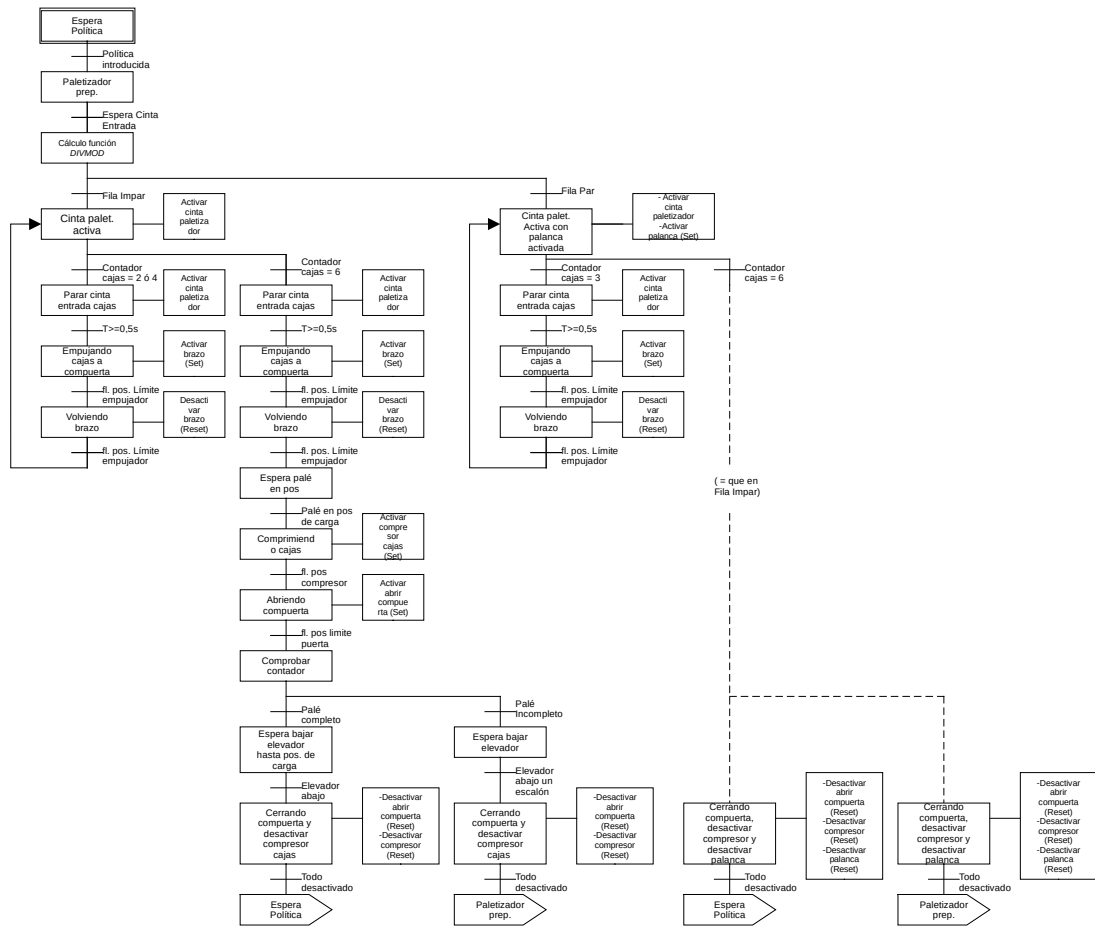


Figura 14. Grafcet funcionamiento formador capas cajas Paletizador 1 y Paletizador 2.

- Por otro lado, se encuentra el elevador de palés. Si el elevador está libre, se carga el palé que llega por la cinta y sube hasta la posición más alta. Si el palé no está completo, este deberá ir bajando escalón a escalón para que se vayan formando las capas mientras que, si está completo, deberá bajar hasta la posición inicial y el palé se descargará cuando la cinta de salida se lo permita.

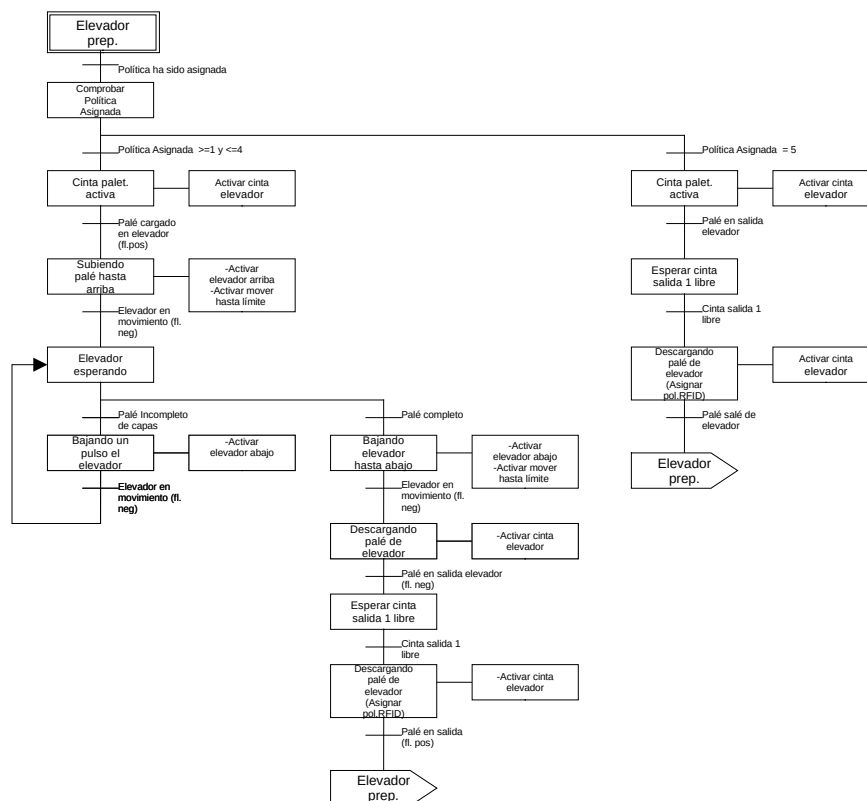


Figura 15. Graficet funcionamiento elevador palés Paletizador 1 y Paletizador 2

El operador podrá establecer el número de capas de cada palé u otras opciones mediante políticas de producción. Las políticas que han sido programadas son las siguientes:

- **Política de producción 0:** El paletizador se queda parado sin producir.
- **Política de producción 1:** El número de cajas que forma el palé completo es 1 con un total de 6 cajas.
- **Política de producción 2:** El número de cajas que forma el palé completo es 2 con un total de 12 cajas.
- **Política de producción 3:** El número de cajas que forma el palé completo es 3 con un total de 18 cajas.
- **Política de producción 4:** El número de cajas que forma el palé completo es 4 con un total de 24 cajas.
- **Política de producción 5:** No se paletiza el palé y pasa a la cinta de salida sin ninguna caja.

La configuración inicial de la política de producción es 1 y se establece una vez se pulsa el botón marcha. Si el operador quiere que sea distinta esta política, deberá establecerla desde la pantalla de operador antes de pulsar marcha o modificarla cuando la máquina se encuentre ya en marcha.

Puede darse el caso en que el operador cambie la política de producción mientras se está produciendo un palé. En ese caso, la nueva política introducida afectará al siguiente palé que entra en producción y no con el que se está trabajando. Por ello, en el programa del autómatas vamos a tener dos variables distintas.

- “Pall_x_PoliticaDeProd”
- “Pall_x_PoliticaAplDeProd”

Por tanto, cuando el palé entra en el elevador, se le asigna la política de producción, es decir “Pall_x_PoliticaAplDeProd” será igual a “Pall_x_PoliticaDeProd” y, en el programa, se trabajará con esa variable siendo x igual a 0 para el -Paletizador 1- y x igual a 1 para el -Paletizador 2-.

Cuando se acaba con el paletizado y el palé sale por la cinta de salida, se puede dar el caso que otro palé entre al elevador y la política aplicada de producción cambie. Como es necesario escribir la política de producción en la memoria RFID del palé, hay que almacenar la variable “Pall_x_PoliticaAplDeProd” en otra variable antes de que el palé abandone la zona de carga y descarga del elevador. Esta variable se ha definido como “Pall_x_PolAplRFID”. Por tanto, cuando la cinta de salida esté libre y el palé esté preparado para salir, se asignará esta política.

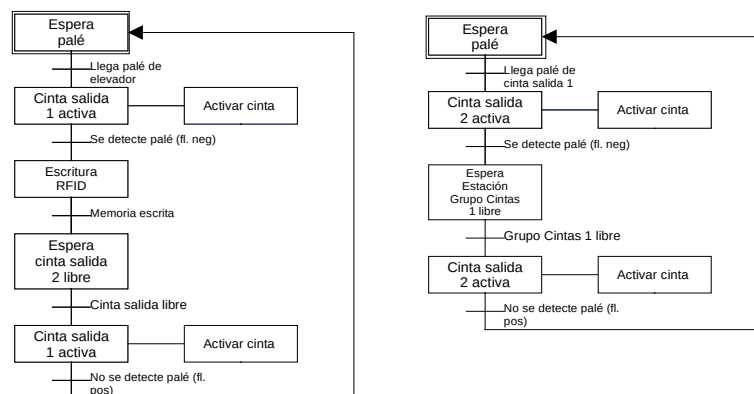


Figura 16. Grafcet funcionamiento cinta salida 1 y salida 2 Paletizador 1 y Paletizador 2

Por otro lado, hay programados contadores para que el operador esté informado en todo momento del número total de palés que han sido paletizados y del número total de cajas que

han pasado por el paletizador. Estos contadores se pueden visualizar desde la pantalla del operador.

También es imprescindible un posicionamiento inicial antes de que empiece el paletizado. Esto supone bajar el elevador a la posición inferior si este no se encontrase en dicha posición. Se ha realizado la programación según el siguiente grafctet.

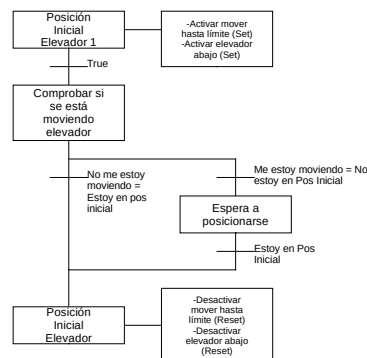


Figura 17. Grafctet funcionamiento posicionamiento inicial Paletizador 1 y Paletizador 2

Como se muestra, se realiza un set en las dos acciones de bajar el elevador hasta abajo. Si ya está abajo, se cumplirá la transición de la izquierda y se resetearán estas acciones. Si no está abajo, cambiará de etapa y se mantendrán las acciones hasta que el sensor que detecta si el elevador se está moviendo ya no de señal.

Pinchando en los siguientes enlaces se puede ver una demostración del funcionamiento de la máquina en modo automático con distintas políticas de producción.

A continuación, se adjuntan tres vídeos del modo automático del *-Paletizador 1-*:

[Posicionamiento inicial del paletizador.](#)

[Modo automático paletizador.](#)

[Paro en modo automático paletizador.](#)

3.1.2. GRUPO DE CINTAS 1 Y GRUPO DE CINTAS 2

El modo automático de estas dos estaciones es muy simple. El operador debe establecer el modo automático y pulsar marcha. Cuando llegue un palé y la máquina este libre, atravesará el grupo de cintas. Hay un sensor después de cada cinta para que el arranque de cada una de ellas sea secuencial y no estén todas las cintas encendidas a la vez. Si el operador pulsa el botón de paro y hay un palé en algunas de las tres cintas, la máquina no pasará a estar parada hasta que el palé pase a la siguiente estación.

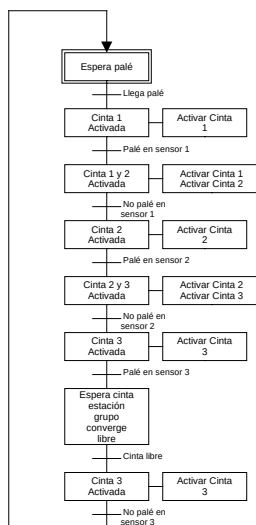


Figura 18. Grafset funcionamiento Grupo Cintas 1 y Grupo Cintas 2.

Estas dos estaciones no hay que inicializarlas en una posición, puesto que no tienen una posición inicial.

En los siguientes links se puede ver el funcionamiento en modo automático:

Se adjunta un vídeo del modo automático del *-Grupo de cintas 1-*:

[Modo automático grupo cintas.](#)

3.1.3. GRUPO CONVERGER DOS CINTAS EN UNA

Al igual que en todas las estaciones, cuando el operador pulsa automático y después marcha, la estación se pondrá en funcionamiento automático.

Una vez llegue un palé del *-Grupo de cintas 1-* o del *-Grupo de cintas 2-* o varios palés de ambas estaciones, avanzará o avanzarán hasta que lleguen a la/las cinta/s de transferencia de cadena. En función de lo que establezca el operador, se puede dar prioridad al palé de una u otra cinta, o prioridad al palé que llegue primero. Las distintas políticas de prioridad son:

- **Política de prioridad 1:** Tiene prioridad el palé que llega primero. Si llegan dos palés a la vez, tendrá preferencia el de la derecha.
- **Política de prioridad 2:** Tienen prioridad los palés que provienen del *-Paletizador 1-*. Los que provienen del *-Paletizador 2-* esperan.
- **Política de prioridad 3:** Tienen prioridad los palés que provienen del *-Paletizador 2-*. Los que provienen del *-Paletizador 1-* esperan.

Cuando el operador pulsa el botón marcha, está predefinido que la configuración inicial de la política de prioridad sea 1. Para establecer una política distinta, deberá realizarlo desde la pantalla del operador.

En la siguiente figura se muestra un graficet del funcionamiento de las cintas de entradas previas a las cintas de transferencia. Cuando llegue un palé al final de la última cinta de entrada, estas se pararán y se hará una comprobación de si están libres las cintas de transferencia y si tiene preferencia el palé.

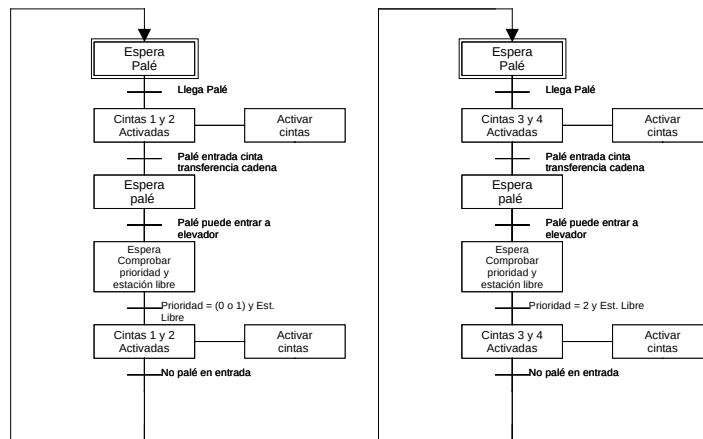


Figura 19. Graficet funcionamiento cintas entradas en Grupo converger dos cintas en una.

El modo de funcionamiento de las dos cintas de transferencia de cadena es el de la **Figura 16**.

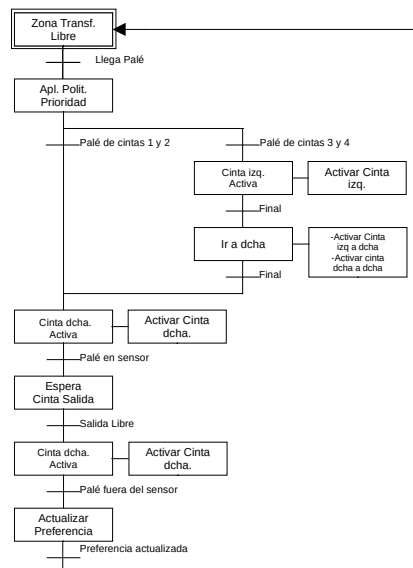


Figura 20. Graficet funcionamiento cintas de transferencia de cadena en Grupo converger dos cintas en una.

Una vez llega el palé, se comprueba cuál de las dos cintas tiene preferencia. Si es la de la derecha, se activará solo la cinta de transferencia del lado derecho desplazando el palé hacia la

cinta de salida y, si es la de la izquierda, tendrán que actuar ambas cintas para trasladar el palé de la cinta de la izquierda a la cinta de la derecha y después hacia la cinta de salida. Siempre que haya un palé en una de estas dos cintas, no podrá entrar un palé nuevo hasta que estén libres.

Con política de prioridad 1, si llega un palé a una de estas dos cintas cuando está ocupada esta zona de transferencia, se asignará en una variable del programa que esta ha llegado primero dándole preferencia. Por tanto, si llegase también otra y estuviesen las dos esperando, una vez que esté libre la zona pasaría la que llegó primero.

Cuando el palé sale de la cinta, se comprobarán estas variables y, en función de ellas, se modificará la prioridad de los siguientes palés.

En la cinta de salida el palé esperará hasta que la cinta del almacén esté libre.

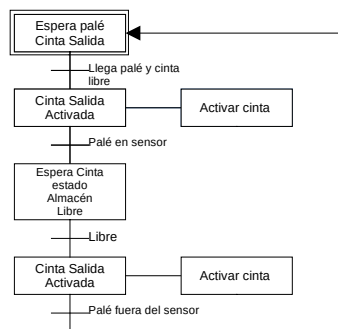


Figura 21. Grafset funcionamiento cinta de salida en Grupo converger dos cintas en una.

Al igual que en el grupo de cintas, no hay ninguna posición de situación inicial de la máquina puesto que son cintas. Si el operador pulsa el botón de paro, la máquina no pasará a estar parada hasta que todos los palés que estén en la estación pasen a la siguiente.

Se adjuntan vídeos de los posibles casos para las distintas políticas:

[Modo automático de la estación converge. Llegan los palés a la vez.](#)

[Modo automático de la estación converge. Llega primero palé de la izquierda.](#)

[Modo automático de la estación converge. Llega primero palé de la derecha.](#)

[Modo automático de la estación converge. Política de prioridad 2.](#)

[Modo automático de la estación converge. Política de prioridad 3.](#)

[Paro en modo automático de la estación converge.](#)

3.1.4. ALMACÉN 1 Y ALMACÉN 2

En este subcapítulo se va a explicar el proceso de control del *-Almacén 1-*. El proceso de control del *-Almacén 2-* es análogo al *-Almacén 1-* pero con cajas tipo B.

Al pulsar a automático y seguidamente a marcha desde la pantalla de operador o desde el panel de control del *-Almacén 1-* y/o del *-Almacén 2-*, los almacenes estarán preparados para recibir palés por sus cintas de entrada y almacenarlos.

Una vez llega el palé de la estación *-Converger dos cintas en una-* a las cintas de entrada y ambas están libres, las cintas se activarán y llegará a la posición de carga. En este punto y antes de que el elevador coja el palé, es leída la memoria RFID del palé la cual fue escrita en el *-Paletizador 1-* o en el *-Paletizador 2-*. De este modo se puede decidir si almacenarlo en un almacén u otro o no almacenarlo en ninguno.

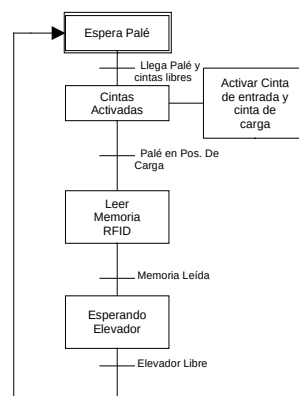


Figura 22. Graficet funcionamiento cinta de entrada en Almacén 1.

El operador al igual que en otras estaciones puede elegir distintas políticas de producción con las que trabajar. Dichas políticas son las siguientes:

- **Política de producción 0:** Elevador parado esperando orden.
- **Política de producción 1:** Almacenar automáticamente de forma creciente (de izquierda a derecha y de abajo a arriba)
- **Política de producción 2:** Almacenar automáticamente del hueco del almacén más cercano al más lejano.
- **Política de producción 3:** Almacenar automáticamente para que se produzca el menor consumo energético.
- **Política de producción 4:** Almacenar de forma manual en la posición deseada.

- **Política de producción 5:** Descargar automáticamente de forma creciente (de izquierda a derecha y de abajo a arriba)
- **Política de producción 6:** Descargar automáticamente el palé más cercano al más lejano.
- **Política de producción 7:** Descargar automáticamente para que se produzca el menor consumo energético.
- **Política de producción 8:** Descargar de forma manual la posición deseada.
- **Política de producción 9:** Palé pasa a la cinta de salida sin ser almacenado.

Está predefinido que la configuración inicial de la política de producción sea 3 una vez se pulsa marcha. Desde la pantalla de operador, puede ser modificada dicha política.

El modo de funcionamiento del elevador cuando tiene que almacenar los palés es el que se muestra en la **Figura 1**. Una vez llega el palé a la posición de carga, comprueba qué política ha establecido el operador.

Si la política de producción establecida es 1, 2 o 3, deberá cumplirse que las cajas del palé sean tipo A, haya huecos libres en el almacén y el elevador esté libre. Si esto es así, se ejecuta una acción llamada "*Almacen_ComprobarYelegirPosLibr2*" que determina la posición donde dejar el palé en función de la política. Esta variable se ha denominado "*Almacen_pos_libre*". Una vez asignada esta variable, los brazos de la plataforma del elevador cogerán el palé y lo llevarán a dicha posición almacenándolo. Una vez lo almacene, este volverá a su posición de reposo.

Si la política de producción establecida es 4, también debe cumplirse que las cajas del palé sean tipo A, haya huecos libres en el almacén y el elevador esté libre. El operador puede establecer donde almacenar el palé, el sistema comprueba si la posición que ha establecido está libre. Si no está libre, el elevador no hará nada y el operador podrá establecer otra posición o cambiar de política. Si está libre, se establecerá esa posición en la variable de memoria "*Almacen_pos_libre*" y se seguirán los mismos pasos que para las políticas de producción 1, 2 y 3.

Si la política de producción establecida es 9 o el palé contiene cajas tipo B, el palé no debe ser almacenado y debe pasar a la cinta de salida. Por ello, los brazos del elevador cogerán el palé y lo trasladarán de la entrada a la salida dirección *-Almacén 2-*.

volver a elegir otra posición. Conocida la posición el elevador estará preparado para ir a buscar el palé.

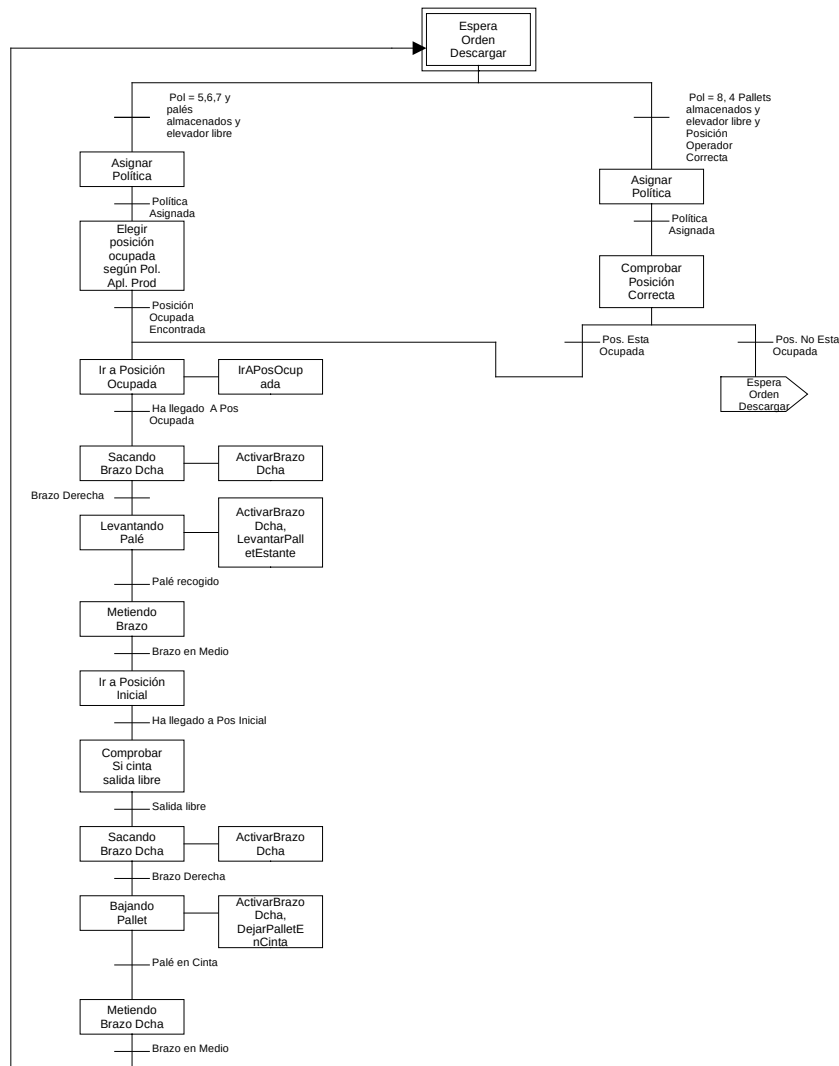


Figura 24. Graficet funcionamiento descargar palés en Almacén 1.

Para ello, como se observa en la **Figura 20**, se ordena al elevador que vaya a la posición deseada, coja el palé y vaya a la posición inicial. Se comprueba si la cinta de salida está libre y, en el momento en que lo esté, dejará el palé en dicha cinta y el elevador volverá a su posición de reposo.

La cinta de salida se comporta de la misma forma que otras cintas que se han podido ver en la planta.

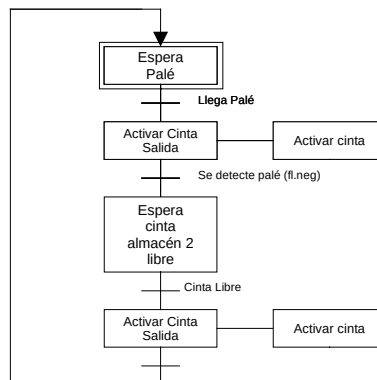


Figura 25. Graficet funcionamiento cinta de salida en Almacén 1.

Los elevadores de ambas estaciones se han configurado en modo analógico desde Factory I/O por lo que la posición objetivo y actual para cada eje se puede configurar y medir respectivamente. Mediante la acción creada “Almacen_asignarValoresTension” queda asignada la tensión que hay que aplicar a cada eje para que el elevador pueda ir hasta cada una de las posiciones del almacén. El rango de esta tensión es de 0 V para la posición en estado de reposo -es decir 0 metros- y de 10 V para la posición máxima que puede recorrer el elevador, 10.5 metros.

Conociendo la tensión del eje X y la tensión del eje Z de la posición más cercana al elevador y los sets points a aplicar en un desplazamiento entre columnas (en el eje Z) y en un desplazamiento entre filas (en el eje X), es posible calcular mediante dos funciones la tensión a aplicar para acceder a cada uno de los huecos. Las dos funciones son las siguientes:

$$V_{desplazamiento_x}(pos)(mV) = V_{(pos_x=1)}(mV) + (pos_x - 1) \times V_{distanciaEntreColumnas}(mV)$$

$$V_{desplazamiento_z}(pos)(mV) = V_{(pos_z=1)}(mV) + (pos_z - 1) \times V_{distanciaEntreFilas}(mV)$$

Siendo $x \in [1,9]$ y $z \in [1,6]$

De esta forma, con dos listas creadas en el programa llamadas “v_desplazamiento_x_pos[Almacen_i_pos]” y “v_desplazamiento_z_pos[Almacen_i_pos]”, siendo “Almacen_i_pos” la posición del almacén deseada, se accede en el programa de forma rápida a la tensión que aplicar al set point para que el elevador vaya a una posición determinada.

El código que se ha programado para obtener estas dos listas es el siguiente:

```
(* ASIGNAR VALOR DE TENCIÓN EN EJE X Y Z PARA CADA POSICIÓN EL ALMACÉN EN
v_desplazamiento_x_pos[Almacen_i_pos] Y v_desplazamiento_z_pos[Almacen_i_pos] *)

Almacen_i_pos := 1;
Almacen_m_x := 0;
Almacen_m_z := 0;

FOR Almacen_i_z:=1 TO Almacen_n_filas DO

    FOR Almacen_i_x := 1 TO Almacen_n_columnas_palletizer DO
        v_desplazamiento_x_pos[Almacen_i_pos] := v_desplazamiento_x_pos[1] + Almacen_m_x *
Almacen_v_distanciaEntreColumnas;
        v_desplazamiento_z_pos[Almacen_i_pos] := v_desplazamiento_z_pos[1] + Almacen_m_z *
Almacen_v_distanciaEntreFilas;
        Almacen_i_pos := Almacen_i_pos + 1;
        Almacen_m_x := Almacen_m_x + 1;

    END_FOR;

    Almacen_m_x := 0;
    Almacen_m_z := Almacen_m_z + 1;
END_FOR;
```

En la acción creada “*Almacen_asignarValoresTension*”, también se calcula y se almacena en distintas variables el orden de carga y descarga que tiene que realizar el elevador para las políticas de producción 2, 3, 6 y 7:

- **Política de producción 2 y 6.**

Para conseguir que el elevador almacene o descargue palés de la posición más cercana a la más lejana del almacén, se ha calculado la distancia que hay a cada posición con el Teorema de Pitágoras. Se ha supuesto que la distancia entre huecos es 1 adimensional en los dos ejes.

Se ha creado un array llamado “*Almacen_listaPosYDistancia.posicionAlmacen[]*” de dimensión 54. En cada posición se almacena otro array con la fila, columna, la distancia al origen y la posición del almacén para todos los huecos del almacén. La posición 1 del array “*Almacen_listaPosYDistancia*”, corresponde a los datos de la posición 1 del almacén, la posición 2 del array corresponde a los datos de la posición 2 y así sucesivamente.

Una vez creado este array con todas las distancias al origen, se ha ordenado en función de estas distancias en otro array llamado “*Almacen_distanciaMasCercana.posicionAlmacen[]*”. Por tanto, la posición 1 de este array corresponderá con los datos de fila, columna, la distancia al origen y la posición del almacén de la posición más cercana y la posición 54 corresponderá con la posición más lejana.

- **Política de producción 3 y 7.**

Se ha seguido el mismo procedimiento que lo descrito para el 2 y 6, pero aplicando un factor de penalización energética sobre el cálculo de la distancia. Por la ley de la gravedad, se consume mayor potencia en desplazar el palé en posición vertical que en posición horizontal. Por tanto, se ha aplicado un factor de penalización de 0.2(*) por cada desplazamiento en el eje

vertical y un factor de penalización de 0.1(*) por cada desplazamiento en el eje horizontal. Esta nueva distancia calculada contiene la penalización energética.

Nota(*) Las penalizaciones realmente aplicadas se determinarían en la puesta en marcha mediante la medición de la potencia consumida por los motores para recorrer su distancia.

De esta forma, y siguiendo los mismos pasos que en el cálculo de la política 2 y 6, se ha creado un array llamado *“Almacen_PosYDistAhorroE.posicionAlmacen[]”* que almacena en cada posición otro array con la fila, columna, distancia con penalización y posición del almacén y, por otro lado, otro array con el que se conseguirá aplicar estas políticas de producción llamado *“Almacen_listaPosYDistAhorroE.posicionAlmacen[]”* en el que se ordena el array anterior. La posición 1 corresponderá a la posición que tenga “menor distancia” con penalización y la posición 54 a la que tenga “mayor distancia” con penalización.

Se adjuntan vídeos del modo de funcionamiento de los almacenes.

[Modo automático de Almacén 1 y Almacén 2.](#)

[Modo automático. Almacén 1 lleno.](#)

[Paro en modo automático del Almacén 1.](#)

3.1.5. PLANTA VIRTUAL

En el siguiente link se puede acceder al funcionamiento completo de la planta.

[Modo automático funcionamiento completo de la planta.](#)

3.2. CONTROL MANUAL.

En el control manual, o también denominado Marchas de verificación sin orden, que corresponde al estado F4 de la guía gemma, el operador puede mover los accionadores de la máquina por medio de mandos del panel de control. Este método de control se suele utilizar para verificar el correcto funcionamiento de los accionadores y sensores de la máquina o, en algunas ocasiones, para posicionar la máquina en una posición concreta.

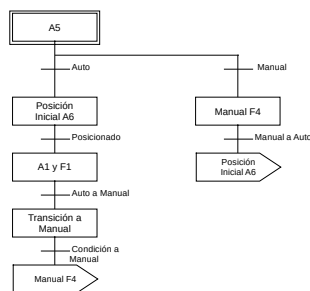


Figura 26. Control cambio de automático-manual.

El programa se ha basado en el graficet de la figura anterior. Es posible pasar de automático a manual o de manual a automático. Si se pasa de automático a manual, es imprescindible que la máquina, si se encuentra en producción, acabe su ciclo de trabajo y pueda pasar a modo manual. Esta condición se programa en la transición *condicionAManual*. En el ANEXO IV. DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO GENERADA POR UNITY PRO se encuentra la programación de estas transiciones en cada máquina.

Una vez la máquina se encuentra en el estado *Manual F4*, se ejecutará constantemente una acción. Mediante esta acción, igualamos las salidas del PLC de los actuadores con unas variables asociadas a los botones que utilizará el operador para activar dichas salidas. Si el operador quiere salir del modo manual, deberá elegir otro modo de trabajo. Al salir del modo manual, las salidas del autómata de cada actuador se igualarán a cero para que, si se queda algún botón con retención, el actuador pare.

El control manual se realizará desde la aplicación SCADA desde las pantallas de control. Por condiciones de seguridad, solo el usuario Administrador, será capaz de controlar manualmente las máquinas.

Se adjuntan vídeos del control manual de cada estación:

[Modo manual Paletizador.](#)

[Modo manual Grupo de cintas.](#)

[Modo manual Converte dos cintas en una.](#)

[Modo manual Almacén.](#)

3.3. CONTROL TEST.

En las estaciones de los dos almacenes es posible que el operador realice un control de test de fallos. Con este test, el autómatá, mediante un ciclo programado, comprueba el funcionamiento correcto de aquellos actuadores y sensores que son posibles comprobar. Este control se realizará desde el panel de control de la aplicación SCADA con el usuario Administrador.

Este ciclo consiste en activar los actuadores de la máquina de forma sincronizada esperando entre activación y activación un tiempo máximo de los sensores. Si pasado ese tiempo máximo no se detecta la señal del sensor, puede ser que haya un fallo en ese actuador o sensor. El operador, en esta situación, observará el actuador y/o sensor que ha fallado y podrá finalizar o continuar con el test de fallos.

Para pasar de automático a test o de manual a test, se ha realizado de la misma forma que en el control manual.

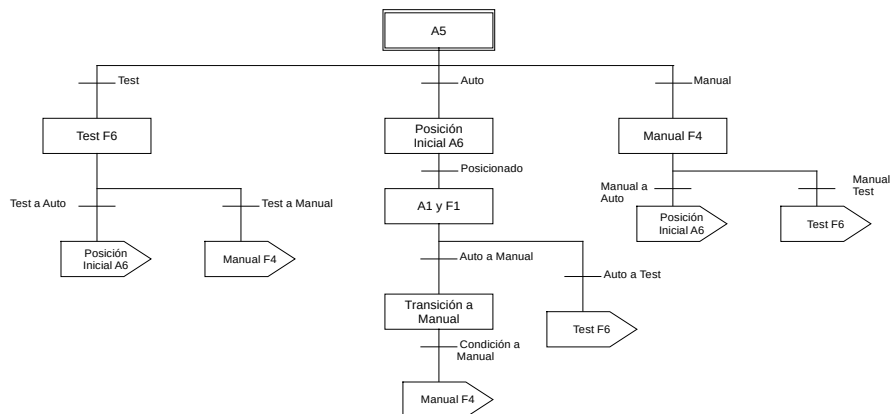


Figura 27. Control cambio de automático-manual-test.

Si se encuentra en el estado de *Test F6* y se da a marcha, primero se posicionará el elevador del almacén en su posición inicial y posteriormente comenzará a realizar el ciclo programado para comprobar su funcionamiento correcto.

Se adjunta vídeo:

[Modo test Almacén.](#)

3.4. GESTIÓN DE LA PARADA DE EMERGENCIA Y DEL REARME.

Si ocurre algún error o una situación de peligro, existe el estado de emergencia el cual implica la parada de los actuadores y es fundamental para la seguridad de la máquina y la de los operarios. Mediante las setas de emergencia ubicadas en el panel de operador de cada estación, la línea se corta y los actuadores de esta estación se paran. Esta seta tiene que ser devuelta a su posición inicial para que la línea deje de estar cortada y, una vez la máquina esté preparada para volver a operar, pulsar el botón de rearme. En la simulación esta línea no se corta, por lo que se cortará mediante programa.

Desde la pantalla de operador, el operario también puede poner en emergencia las estaciones y rearmar cada estación.

Dada la extensión del proyecto se ha decidido no realizar un rearme inteligente en las estaciones de la línea, lo que implica no memorizar el estado en el que se encontraba la máquina antes de ejecutar la parada de emergencia. Por tanto, antes de rearmarla, esta se debe encontrar sin palés para que comience un nuevo ciclo.

Para gestionar la parada de emergencia, y el rearme se ha programado para cada estación un bloque tipo *SFCCNTRL* en Unity Pro. Mediante este bloque se consigue:

- Desconectar la evaluación de las transiciones (inmovilizando la cadena)
- Desconectar el procesamiento de las acciones parando de inmediato todos los actuadores.
- Desactivar el cálculo del tiempo de cada etapa.

Cuando se ha detectado el fallo y el operador restablece la máquina con el botón rearme del panel de control o de la pantalla de operador, el bloque *SFCCNTRL* restablece todas las acciones de la cadena y el cálculo del tiempo.

Los eventos que producen la emergencia se han definido en bits de memoria como alarmas para que el operador, desde la pantalla del sistema SCADA, pueda saber a qué se ha debido el estado de emergencia de la máquina.

A continuación, se va a explicar las condiciones de emergencia para cada una de las estaciones, las alarmas que generan en el SCADA y vídeos de demostración:

PALETIZADORES

En las estaciones de los paletizadores, la parada de emergencia se puede producir por los siguientes eventos:

- Pulsación de la Seta de Emergencia en el panel de control de la máquina.

- Parada de emergencia pulsando el botón de Emergencia en la pantalla de operador.
- Detección de máximos tiempos:
 - Tiempo excesivo del brazo que empuja las cajas a la compuerta.
 - Tiempo excesivo de los brazos que presionan las cajas.
 - Tiempo excesivo en cerrar o abrir la compuerta.

En esta estación es posible realizar una detección de máximos tiempos en aquellos actuadores cuya acción es detectada por un sensor.

[Vídeo parada de emergencia y rearme paletizador.](#)

[Vídeo emergencia por tiempo máximo en paletizador.](#)

GRUPO DE CINTAS 1 Y GRUPO DE CINTAS 2

En estas dos estaciones, la parada de emergencia se puede producir por:

- Pulsación de la Seta de Emergencia.
- Parada de emergencia desde la pantalla de operador.

[Vídeo parada de emergencia grupo de cintas.](#)

ESTACIÓN CONVERGER DOS CINTAS EN UNA.

En esta estación, la parada de emergencia se puede producir por:

- Pulsación de la Seta de Emergencia.
- Parada de emergencia desde la pantalla de operador.

[Vídeo parada de emergencia y rearme estación converger dos cintas en una.](#)

ALMACENES.

En las estaciones de los almacenes, la parada de emergencia se puede producir por los eventos:

- Pulsación de la Seta de Emergencia en el panel de control de la máquina.
- Parada de emergencia pulsando el botón de Emergencia en la pantalla de operador.
- Detección de máximos tiempos:

- Tiempo excesivo en levantar o bajar el palé el elevador.
- Tiempo excesivo en sacar los brazos hacia izquierda o hacia derecha.
- Tiempo excesivo en meter los brazos desde izquierda o desde derecha.
- Tiempo excesivo en carga/descarga del elevador.

El tiempo es proporcional a la longitud, es decir, conociendo el tiempo que le cuesta al elevador llegar a la posición más lejana y a la más cercana, podemos conocer el tiempo para cualquier posición ya que es conocida la longitud a todas las posiciones del almacén. Resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones, conocemos la ecuación de la recta de la **Figura 24**:

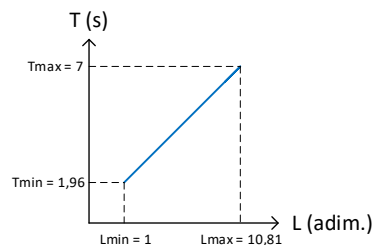


Figura 28. Cálculo tiempo de desplazamiento del elevador del Almacén 1 y Almacén 2.

$$t_{max} = m \times l_{max} + n \quad m = 0,5137 \quad y \quad n = 1,4463$$

$$t_{min} = m \times l_{min} + n$$

Siendo m la pendiente de la recta y n la ordenada al origen.

Por tanto, la ecuación que relaciona el tiempo con la longitud es la siguiente:

$$t = 0,5137 \times l + 1,4463$$

En el ANEXO IV. DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO GENERADA POR UNITY PRO se puede ver las acciones *Almacen_calculoTiempo* y *Almacen_calculoTiempoDesc* para el -Almacén 1- y *Almacen_calculoTiempo_0* y *Almacen_calculoTiempoDesc_0* para el -Almacén 2- donde se calcula este tiempo.

En una situación real, si el elevador está en movimiento y se produce una parada de emergencia, se iría la tensión de la línea y debería quedarse parado. Al ser una simulación, se ha provocado que esta situación de lugar.

[Vídeo parada de emergencia y rearme Almacén 1](#)

Capítulo 4 SISTEMA DE SUPERVISIÓN SCADA.

Uno de los objetivos de este proyecto es llevar a cabo un estudio del software Vijeo Citect 2015 para realizar un sistema de supervisión de la planta industrial creada y contar con una supervisión a través de un SCADA. En el *ANEXO III. VIJEO CITECT. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN* se describe como se ha creado esta aplicación y los distintos elementos que la componen en Vijeo Citect.

En este capítulo, se hará en primer lugar una descripción general de las configuraciones generales y de los elementos que existen en la aplicación y después se continuará a una descripción más detallada de cada parte.

4.1. ELEMENTOS GENERALES.

En primer lugar, es necesario configurar el servidor de E/S existente en el software, *IOServer1*, y crear un dispositivo de E/S externo asociado a este que será nuestro PLC y que servirá para controlar las variables compartidas con el autómatas. Al utilizar un PLC Modbus M340, el protocolo de comunicación tiene que ser Modbus/TCP con modelo Quantum. De esta forma, aquellas variables de memoria que estén almacenadas en variables de memoria del autómatas serán cargadas en el proyecto de Vijeo Citect.

Este software ofrece la posibilidad de configurar un sistema de seguridad con el que, por medio de 8 niveles de privilegios, se es capaz de configurar usuarios con ciertos privilegios que otro usuario puede no tener. Un usuario puede acceder a todas aquellas pantallas o elementos que tengan un privilegio menor al suyo.

En este sistema se han definido 3 usuarios distintos:

- **Usuario Estandar** (Contraseña: Estandar). Este usuario solo es capaz de navegar por las pantallas y visualizar los estados de las máquinas sin realizar ningún control sobre ellas. No puede visualizar ni los informes, ni la base de datos, ni pulsar el botón de la seta de emergencia. Su nivel de prioridad es 4.
- **Usuario Operador** (Contraseña Operador). El operador es capaz de navegar por todas las pantallas y puede poner las máquinas en modo automático estableciendo políticas de producción. También puede pulsar el botón de la seta de emergencia de las máquinas y restaurar contadores. Sin embargo, no puede poner ninguna máquina en modo manual o en modo test para el almacén ya que puede conllevar un riesgo para los operarios al manejar la máquina libremente en modo manual, por lo que solo puede realizar esta operación una persona más cualificada. Los informes y la base de datos no pueden ser visualizados por el operador. Su nivel de prioridad es 6.

- **Usuario Administrador** (Contraseña: Administrador). El administrador tiene privilegio máximo para ser capaz de realizar todo. Su nivel de prioridad es 8.

Por otro lado, se han definido en la aplicación distintos dispositivos de sistema. El dispositivo definido *grabar_dbf* sirve para realizar una base de datos con las operaciones de mando realizadas por el operador. En esta base de datos se observa la hora, fecha, el usuario y el botón de la pantalla de control que ha pulsado de cualquier máquina.

También se han creado unos dispositivos para poder crear informes del estado de las emergencias de las distintas estaciones de la línea. En ellos se muestra la hora, fecha, y el motivo por el que ha saltado la alarma. Dichos dispositivos corresponden a *informe_AIAIm1* para Almacén 1, *informe_AIAIm2* para Almacén 2, *informe_AIPa1* para Paletizador 1, *informe_AIPa2* para Paletizador 2, *informe_AICC1* para Grupo Cintas 1, *informe_AICC2* para Grupo Cintas 2 e *informe_AIConC* para Converge Cintas.

Tanto a los informes como a las bases de datos se accede desde la pantalla principal de la aplicación abriéndose un programa externo a Vijeo Citect para su visualización.

Para realizar las pantallas, se ha utilizado una plantilla ya predefinida estilo *Tab_style_1*. Esta plantilla ofrece algunos elementos de gran interés como se observa en la siguiente figura. Estos elementos son:

1. Cambio de Usuario.
2. Pantallas de Alarmas.
3. Fecha y hora.
4. Acceso a las distintas páginas de la aplicación. En todas las pantallas de la aplicación existen botones con los que navegar por el programa, por lo que no es necesario utilizar este acceso.

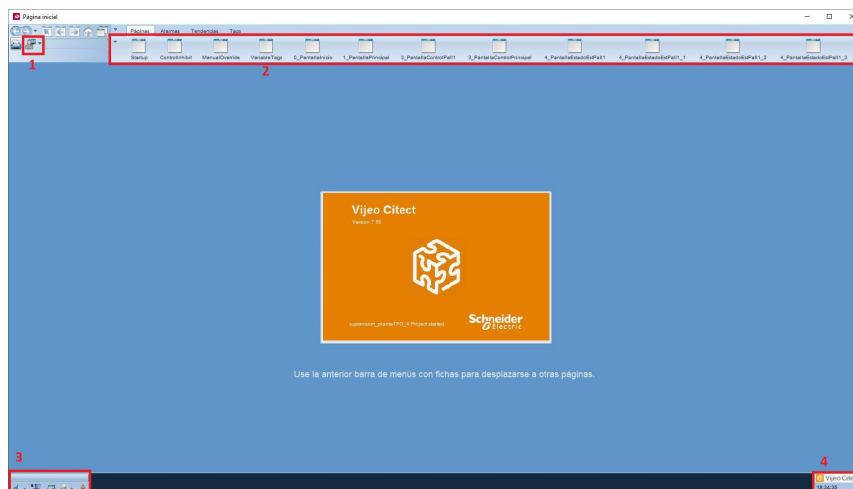


Figura 29. Plantilla predefinida de Vijeo Citect.

4.2. PANTALLA DE INICIO Y PRINCIPAL DE LA PLANTA.

Al ejecutar el programa aparece la Pantalla de Inicio, con el nombre del proyecto y una imagen general de la planta.

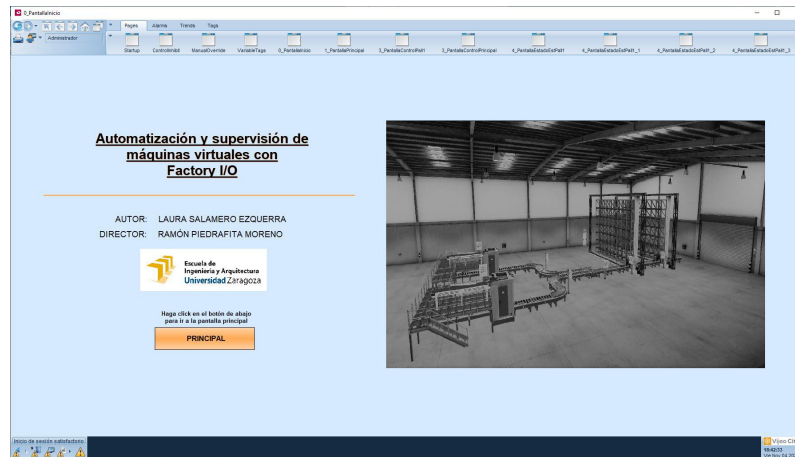


Figura 30. Pantalla de inicio del sistema SCADA.

Desde aquí se accede a la denominada Pantalla Principal. Esta pantalla expone el estado general de cada una de las estaciones de la planta, así como también un pequeño menú en el lado izquierdo con acceso a las pantallas de control y pantallas de estado. También se visualizan las operaciones de mando y los informes generados. Con el botón cerrar, que se encuentra en todas las pantallas, se retorna a la Pantalla de Inicio.

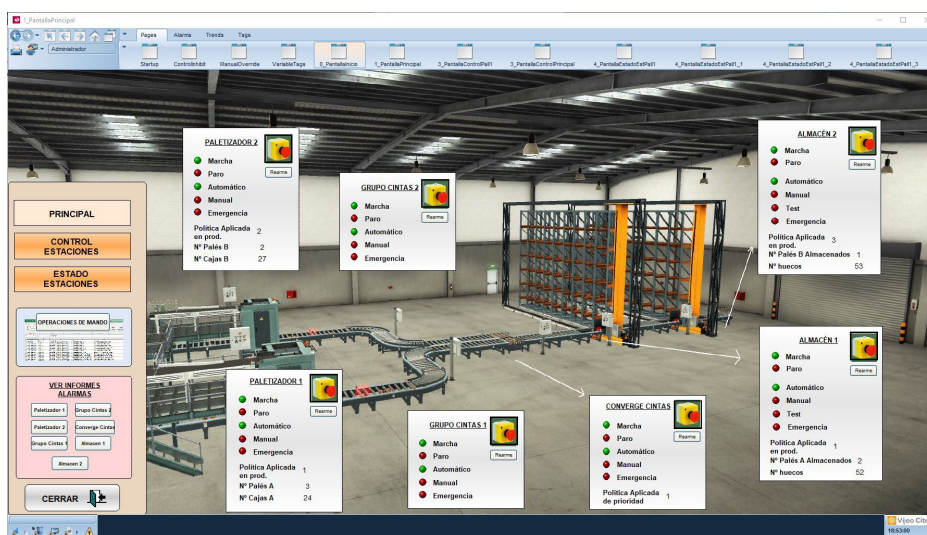


Figura 31. Pantalla principal del sistema SCADA.

Desde esta pantalla también se puede observar si salta la alarma en alguna de las estaciones, tanto por si se pulsa desde el panel de operador de la máquina como desde la pantalla.

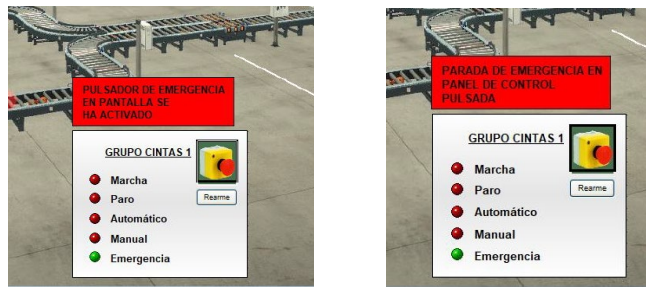


Figura 32. Alarmas desde la pantalla principal del sistema SCADA.

4.3. PANTALLAS DE CONTROL DE LAS ESTACIONES.

Este conjunto de pantallas sirve para poner en funcionamiento las estaciones así como también supervisar el estado de los sensores y actuadores. Las componen 7 pantallas de control para cada una de las estaciones con una misma estructura.

Se plantea como ejemplo la pantalla de control de uno de los almacenes para explicar que elementos las componen puesto que es una de las estaciones más completas:

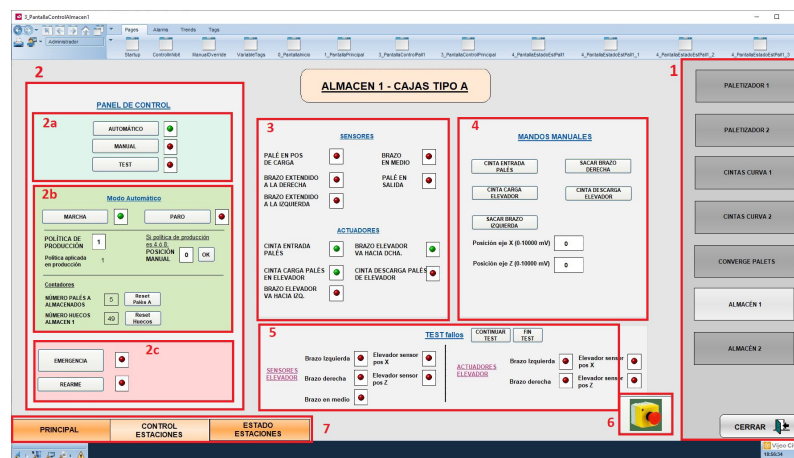


Figura 33. Pantalla de control del Almacén 1 del sistema SCADA

1. **Zona cambio de estación:** Desde aquí podemos acceder a las distintas pantallas de control para cada una de las estaciones. La primera en aparecer al pulsar el botón de Control Estaciones siempre es la pantalla del Paletizador.
2. **Zona panel de control:** Es la zona de mando del operador y, en función de la estación, estarán definidos los elementos que son necesarios para el funcionamiento de dicha estación. Está subdividida en tres partes.
 - a. Selección Modo Automático, Manual o Test (solo para los dos almacenes)

- b. Zona modo automático. Dependiendo de la estación, es necesario un control en las políticas de producción, prioridad, visualizar contadores, etc., como se ha explicado en el *Capítulo 3. Control de la planta virtual. Implementación de la guía gemma* por lo que esta zona variará de una estación a otra.
 - c. Zona Emergencia. Hay un pulsador de emergencia y rearme de la máquina. Además, si se ha pulsado la seta de emergencia o el botón de emergencia se mostrará el mensaje correspondiente a su derecha.
- 3. **Zona sensores/actuadores:** Supervisión del estado de cada uno de los sensores/actuadores que conforman la estación.
- 4. **Zona manual:** Si la máquina se encuentra en modo manual, con estos botones se fuerzan las salidas del PLC que activan los actuadores de la máquina.
- 5. **Zona Test fallos:** Si la máquina se encuentra en modo test, desde aquí se verá si ha fallado algún sensor o actuador. En el momento en que falle uno, la máquina parará y se deberá dar a continuar test o a finalizar test. Solo es posible realizar este ensayo en los almacenes, por lo que en las demás pantallas no aparecerá.
- 6. **Botón emergencia:** Desde todas las pantallas hay acceso rápido a un botón de emergencia que actúa sobre la estación que está el botón.
- 7. Zona botones para acceso a otras páginas.

4.4. PANTALLAS DEL ESTADO DE LAS ESTACIONES.

Con las pantallas de supervisión se visualiza en tiempo real sobre una imagen estática de la máquina el estado de los sensores y actuadores. Al igual que las pantallas de control, también están divididas en 7 bloques correspondientes a cada una de las estaciones y también está el botón de emergencia de la máquina en todas las pantallas.

En la **Figura 30** se observa la primera pantalla del bloque que corresponde al *-Paletizador 1-*. En este caso, al tratarse de una máquina con muchas zonas, se ha dividido en varias pantallas. Desde la primera pantalla del bloque se llega a cada una de las partes o se navega a través de sus distintas pantallas con los botones superiores.

En la **Figura 31** y **Figura 32** se contemplan dos de las cuatro pantallas que forman este bloque con los sensores y actuadores ubicados en la posición que se encuentran aproximadamente, lo que facilita al operador la tarea de supervisión. El **-Paletizador 2-** tiene la misma estructura que el **-Paletizador 1-** al contener los mismos elementos.

En la **Figura 33**, **Figura 34** y **Figura 35** se observa el bloque de **-Grupo de Cintas 1-**, **-Grupo de Cintas 2-** y **-Converge Cintas-** compuestos todos por una sola página.

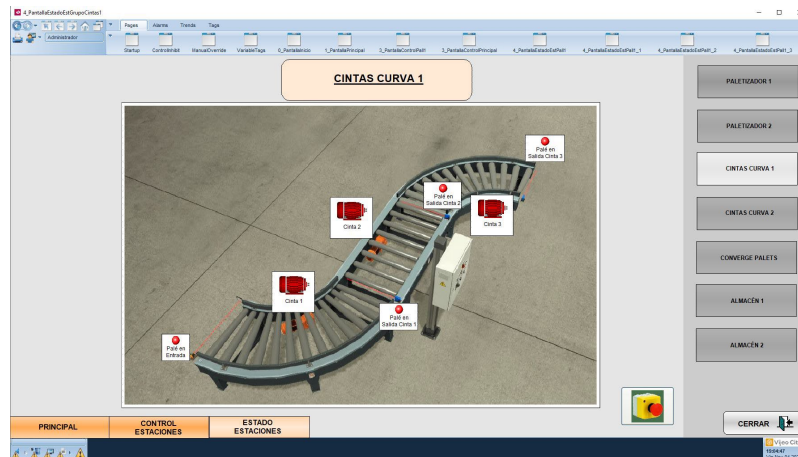


Figura 37. Pantalla de estado del Grupo de cintas 1.

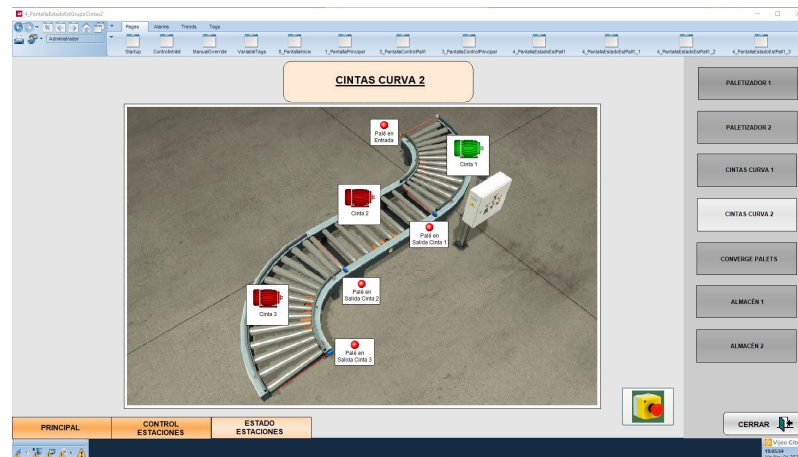


Figura 38. Pantalla de estado del Grupo de cintas 2.

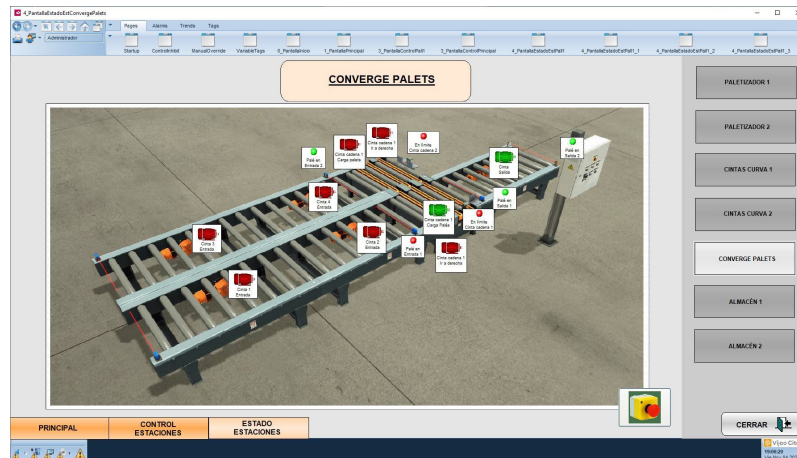


Figura 39. Pantalla de estado de Convergencia de cintas en una paleta.

La **Figura 36** corresponde a la primera pantalla del bloque del **-Almacén 1-**, que, al igual que los Paletizadores, se ha subdividido en distintas pantallas. Una para los sensores y actuadores ubicados en la entrada (**Figura 37**), otra para visualizar huecos libres y ocupados en el almacén (**Figura 38**) y la última para sensores y actuadores ubicados en la parte trasera (**Figura 39**). El **-Almacén 2-** tiene la misma estructura.

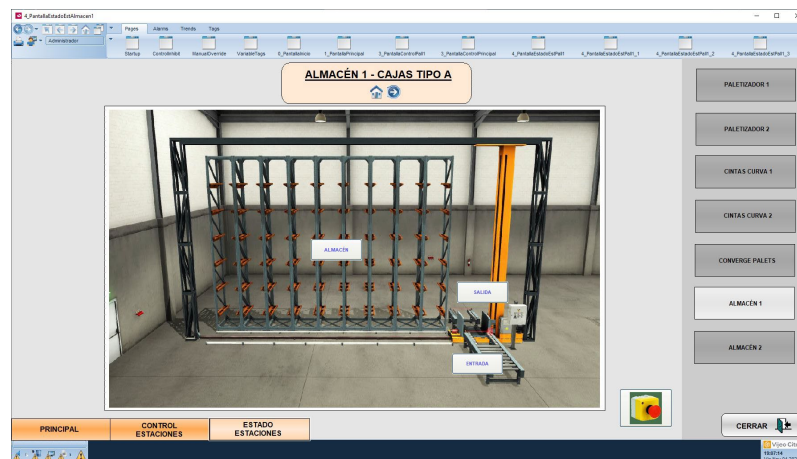


Figura 40. Pantalla principal de estado del Almacén 1.

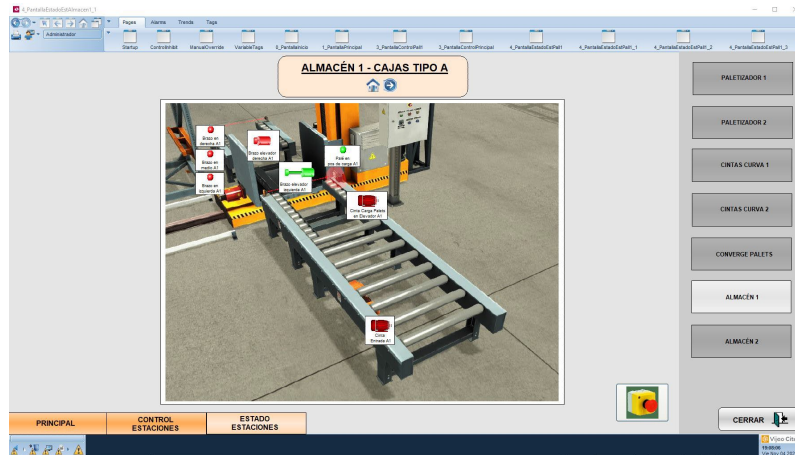


Figura 41. Pantalla de estado de la cinta de entrada del Almacén 1.

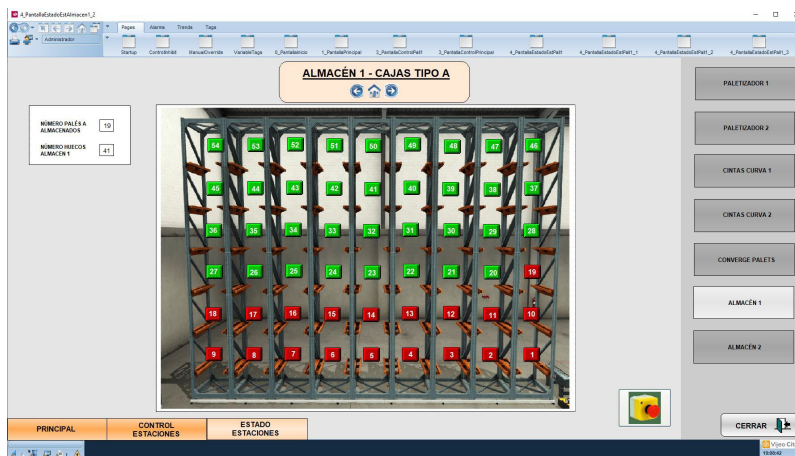


Figura 42. Pantalla de estado de las posiciones ocupadas/libres del Almacén 1.

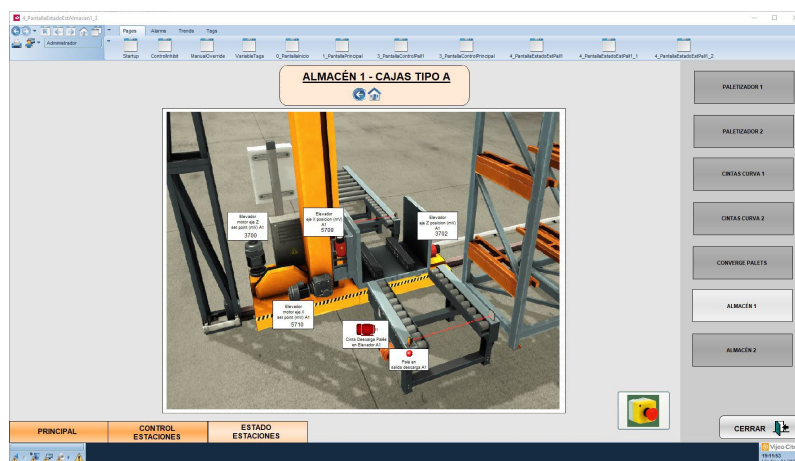


Figura 43. Pantalla de estado de la cinta de salida del Almacén 1.

4.5. OPERACIONES DE MANDO.

Es importante que las plantas de fabricación generen registros o informes con datos o estados de la maquinaria y de la fabricación con el día, hora, operador y cambios realizados. De esta forma queda registrado para ser consultado en otro momento.

Desde la pantalla principal, se accede a la base de datos generada automáticamente con las operaciones de mando realizadas por el operador. Si existiese algún problema o un operario hiciese alguna operación indebidamente, quedaría reflejado en dicha base.

A	B	C	D	E	F	G	H
UserName	TimeLong	DateLong	Page	MsgLog			
Operador	11:32:43	Sábado, 15 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal11	Puesta en marcha paletizador 1			
Administrador	17:43:16	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal11	Puesta en Auto Paletizador 1			
Administrador	17:43:22	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal11	Puesta en Marcha Paletizador 1			
Administrador	17:43:39	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal11	Cambio Política producción Pal			
Administrador	17:43:47	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal12	Puesta en Auto Paletizador 2			
Administrador	17:43:53	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal12	Puesta en Marcha Paletizador 2			
Administrador	17:43:55	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal12	Cambio Política producción Pal			
Administrador	17:44:19	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlGrupoCintas1	Puesta en Auto Grupo Cintas 1			
Administrador	17:44:20	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlGrupoCintas1	Puesta en Marcha Grupo Cintas			
Administrador	17:45:03	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlConvergePalet	Puesta en Auto Converge Palets			
Administrador	17:45:10	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlConvergePalet	Puesta en Marcha Converge Palet			
Administrador	17:45:12	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlConvergePalet	Cambio Política prioridad Conv			
Administrador	17:45:39	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlAlmacen1	Puesta en Auto Almacen 1			
Administrador	17:45:47	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlAlmacen1	Puesta en Marcha Almacen 1			
Administrador	17:45:51	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlAlmacen1	Cambio Política producción Alm			
Administrador	17:46:07	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlAlmacen1	Cambio Política producción Alm			
Administrador	17:48:16	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal12	Cambio Política producción Pal			
Administrador	17:48:10	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal12	Cambio Política producción Pal			
Administrador	17:59:23	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal12	Puesta en Auto Paletizador 2			
Administrador	17:59:37	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal12	Puesta en Marcha Paletizador 2			
Administrador	17:59:44	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal12	Cambio Política producción Pal			
Administrador	18:00:03	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlPal12	Cambio Política producción Pal			
Administrador	18:03:17	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlGrupoCintas1	Puesta en Auto Grupo Cintas 1			
Administrador	18:03:19	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlGrupoCintas1	Puesta en Marcha Grupo Cintas			
Administrador	18:03:22	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlGrupoCintas2	Puesta en Auto Grupo Cintas 2			
Administrador	18:03:23	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlGrupoCintas2	Puesta en Marcha Grupo Cintas			
Administrador	18:03:34	Domingo, 23 de Octubre de 2022	3_PantallaControlGrupoCintas2	Puesta en Marcha Grupo Cintas			

Figura 44.Registro operaciones de mando generadas por el sistema SCADA.

Por tanto, cada vez que un operador o administrador utilice el panel de control de cualquiera de las máquinas de la línea, automáticamente se guardará dicha acción en la base de datos.

4.6. GESTIÓN DE ALARMAS.

Cualquier sistema SCADA debe tener un sistema de gestión de alarmas para poder llevar a cabo una buena supervisión de la planta. Desde todas las páginas de la aplicación se pueden ver las últimas tres alarmas activas o no activas que han sucedido en la planta junto con una breve descripción.

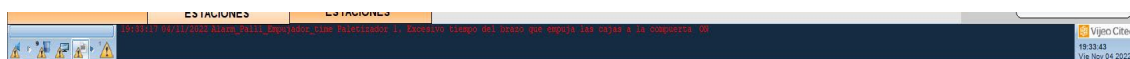


Figura 45. Gestión de alarmas del sistema SCADA.

Gracias a la categoría de alarma se ha definido una categoría en la que, si la alarma está en color rojo, significa que está activa. De esta forma, se consigue que el operador interprete de forma más rápida cual es el estado de la alarma. En el ANEXO IV se describe la forma en que se procesa y gestiona el Servidor de Alarmas de Vijeo Citect.

Desde cualquier pantalla de la aplicación, se llega a distintas pantallas para visualizar el estado de las alarmas. Los botones a los que hay que acceder son los siguientes:



Figura 46. Botones páginas de alarmas.

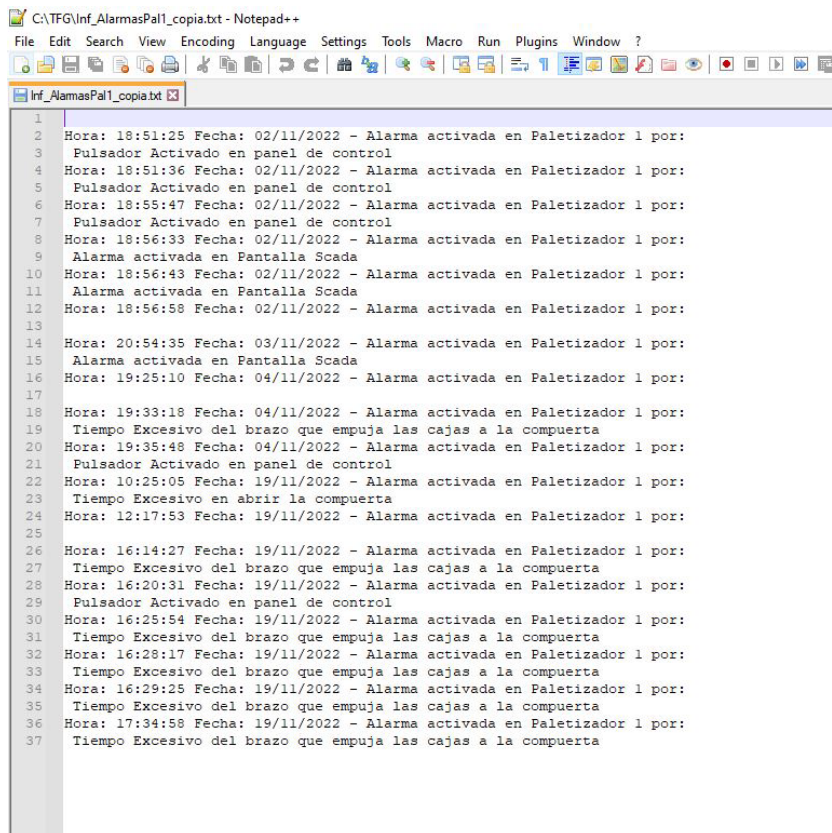
- **Botón 1. Alarmas activas:** En esta página se observan las alarmas que están activas de las estaciones. Haciendo click derecho sobre una alarma y posteriormente pulsando en información, se obtiene más información sobre dicha alarma. Para desactivar una alarma, es imprescindible iniciar sesión como Administrador. Desactivada la alarma, se elimina de esta pantalla.
- **Botón 2. Eventos históricos:** En esta página se muestra el historial de alarmas.
- **Botón 3. Alarmas de Hardware:** Esta página visualiza las alarmas tipo hardware.
- **Botón 4. Alarmas desactivadas:** Todas las alarmas que han sido desactivadas por el administrador se recopilan en esta página.

4.7. GENERACIÓN DE INFORMES.

Con los informes generados por Vijeo Citect, el administrador es capaz de conocer las condiciones en las que se encuentra la planta. Estos informes pueden ser generados de forma periódica, a una hora específica o cuando cambie el bit de una variable.

Esta aplicación realiza informes automáticos acerca del estado de emergencia de cada una de las estaciones. Son 7 informes que se generan, para cada una de las estaciones, de forma automática cada vez que salta la emergencia en la estación que le corresponde.

Como se ha mencionado, se puede acceder a estos informes desde la Pantalla Principal ejecutándose un editor de texto TXT.



```
C:\TFG\Inf_AlarmasPal1_copia.txt - Notepad++
File Edit Search View Encoding Language Settings Tools Macro Run Plugins Window ?
C:\TFG\Inf_AlarmasPal1_copia.txt
1
2 Hora: 18:51:25 Fecha: 02/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
3 Pulsador Activado en panel de control
4 Hora: 18:51:36 Fecha: 02/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
5 Pulsador Activado en panel de control
6 Hora: 18:55:47 Fecha: 02/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
7 Pulsador Activado en panel de control
8 Hora: 18:56:33 Fecha: 02/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
9 Alarma activada en Pantalla Scada
10 Hora: 18:56:43 Fecha: 02/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
11 Alarma activada en Pantalla Scada
12 Hora: 18:56:58 Fecha: 02/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
13
14 Hora: 20:54:35 Fecha: 03/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
15 Alarma activada en Pantalla Scada
16 Hora: 19:25:10 Fecha: 04/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
17
18 Hora: 19:33:18 Fecha: 04/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
19 Tiempo Excesivo del brazo que empuja las cajas a la compuerta
20 Hora: 19:35:48 Fecha: 04/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
21 Pulsador Activado en panel de control
22 Hora: 10:25:05 Fecha: 19/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
23 Tiempo Excesivo en abrir la compuerta
24 Hora: 12:17:53 Fecha: 19/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
25
26 Hora: 16:14:27 Fecha: 19/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
27 Tiempo Excesivo del brazo que empuja las cajas a la compuerta
28 Hora: 16:20:31 Fecha: 19/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
29 Pulsador Activado en panel de control
30 Hora: 16:25:54 Fecha: 19/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
31 Tiempo Excesivo del brazo que empuja las cajas a la compuerta
32 Hora: 16:28:17 Fecha: 19/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
33 Tiempo Excesivo del brazo que empuja las cajas a la compuerta
34 Hora: 16:29:25 Fecha: 19/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
35 Tiempo Excesivo del brazo que empuja las cajas a la compuerta
36 Hora: 17:34:58 Fecha: 19/11/2022 - Alarma activada en Paletizador 1 por:
37 Tiempo Excesivo del brazo que empuja las cajas a la compuerta
```

Figura 47. Informe de alarmas del Paletizador 1.

Capítulo 5 CONCLUSIONES.

5.1. VALORACIÓN GENERAL Y PERSONAL

Este proyecto se ha desarrollado para cumplir una serie de objetivos y así automatizar una planta virtual y realizar un programa SCADA de supervisión de la planta. Ahora que he finalizado el proyecto, voy a valorar los resultados obtenidos y los objetivos cumplidos.

El primer objetivo fue realizar una línea de fabricación en Factory I/O. No conocía este software y me parece de gran utilidad para personas que quieran iniciarse en la automatización mediante simulación, puesto que es muy completo e incluye muchas estaciones y elementos muy parecidos a los que existen en la realidad.

Al haber utilizado el software Unity Pro y haber programado un autómatas idéntico al que programé en la asignatura de Automatización industrial, me ha facilitado la programación del autómatas puesto que ya conocía los lenguajes de programación SFC y ST de Unity Pro y la estructura de este software.

Por otro lado, nunca había programado una aplicación SCADA y estoy contenta de haberlo realizado antes de acabar la carrera. Creo que es una herramienta muy útil para utilizar en entornos industriales.

Algunas de las mejoras que considero que se podrían haber incluido en la planta para así potenciarla son:

- Rearme inteligente en la gestión de emergencia. Con un rearme inteligente el autómatas memoriza el estado en el que se encontraba antes de que se ejecute la parada de emergencia. De esta forma no sería necesario que el operario eliminase palés de la producción para que la máquina pueda empezar un ciclo nuevo.
- Las políticas de producción y de prioridad solo pueden ser establecidas desde la pantalla de operador del sistema SCADA. Si el operador se encuentra a pie de máquina, no tiene la posibilidad de variar la política. Incluir unos botones con una pantalla en el panel de control para cambiar dichas políticas hubiese sido una buena mejora.

En general mi valoración es muy positiva y estoy muy contenta de haber realizado mi trabajo de fin de grado sobre automatización industrial. Creo que la automatización es un proceso muy importante para que cualquier industria pueda mejorar, aumentar su producción y acortar costes. Conseguimos realizar tareas muy precisas, con un gran nivel de complejidad y a una velocidad muy rápida. También conseguimos que los operarios dejen de realizar tareas repetitivas y mecánicas, muchas de ellas suponiendo un gran esfuerzo físico que empeora la salud de los operarios.

Con este proyecto y con mi trabajo actual, me ratifico en decir que cada día me gusta más este oficio. Con los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, con las prácticas extracurriculares realizadas y mi trabajo actual, he conseguido los objetivos planteados en este proyecto. Espero que a lo largo de mi vida pueda aprender muchísimo más y convertirme en una gran ingeniera.

Capítulo 6 BIBLIOGRAFÍA.

- [1] <<Factoryio>> [En línea]. Available: <https://docs.factoryio.com/manual/>
- [2] Unity Pro, <<Unity Pro Estándar Librería de bloques>>
- [3] Unity Pro, <<Unity Pro 2.2 System Block Library>>
- [4] Schneider Electric, <<Vijeo Citect. Instituto Schneider Electric de Formación>> G.COLLECT – Agosto 2007