



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA
PRODUCCIÓN DE UNA PLACA
ELECTRÓNICA CON IMPLEMENTACIÓN
MEDIANTE AUTÓMATAS SCHNEIDER M241
y TSX PREMIUM Y EVALUACIÓN CON
DISEÑO EN PLANTA MEDIANTE SOFTWARE
DE SIMULACIÓN DE PROCESOS FACTORY
I/O**

AUTOR: HÉCTOR ZARAGOZÁ PAJARÓN

TUTOR: RAÚL SIMARRO FERNANDEZ

Selección

Curso Académico: 2017-18

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por apoyarme en los momentos difíciles

A mi tutor, por su esfuerzo y dedicación en este trabajo

A mis amigos, por aguantarme y quererme estos años

RESUMEN

El siguiente TFG describe un trabajo de evaluación del diseño de la automatización de una planta industrial. Este proyecto incluye un diseño de la automatización de la planta acorde con las especificaciones del cliente, la implementación del automatismo de esta en software de programación de PLCs y la implementación de un SCADA para la supervisión de este.

Dentro del hardware se usaron 2 PLCs de fabricantes diferentes, comunicándose en el proceso de control de la planta, y dos programas de automatización distintos: Unity Pro M y SoMachine. Para la evaluación de la automatización se ha utilizado una simulación Hardware in the Loop (HIL) de la planta mediante el programa Factory I/O, que permite verificar y probar el sistema completo.

El diseño requerido por el cliente consiste en 2 partes diferenciadas: un centro de manufactura donde se crea y ensambla una placa electrónica y un centro de gestión donde estas son paletizadas y clasificadas para su almacenamiento y/o transporte

Palabras Clave: Automatización, SCADA, Monitorización, PLC, Simulación procesos.

RESUM

El següent TFG descriu un treball d'avaluació del disseny de l'automatització d'una planta industrial. Aquest projecte inclou un disseny de l'automatització de la planta d'acord amb les especificacions del client, la implementació de l'automatisme d'aquesta en software de programació de PLCs i la implementació d'un SCADA per a la supervisió d'aquest.

Dins del hardware es van usar 2 PLCS de fabricants diferents, comunicant-se en el procés de control de la planta, i dos programes d'automatització distints: Unity Pro M i SoMachine. Per a l'avaluació de l'automatització s'ha utilitzat una simulació Hardware in the Loop (HIL) de la planta mitjançant el programa Factory I / O, que permet verificar i provar el sistema complet.

El disseny requerit pel client consisteix en 2 parts diferenciades: un centre de manufactura on es crea i s'acobra una placa electrònica i un centre de gestió on aquestes són paletitzades i classificades per al seu emmagatzematge i / o transport

Paraules Clau: Automatització, SCADA, Monitorització, PLC, Simulació processos.

SUMMARY

The following TFG describes an evaluation work on the design of the automation of an industrial plant. This project includes a design of the automation of the plant according to the specifications of the client, the implementation of the automation of this in programming software of PLCs and the implementation of a SCADA for the supervision of these.

Within the hardware, 2 PLCs from different manufacturers were used, communicating in the control process of the plant, and two different automation programs: Unity Pro M and SoMachine. For the evaluation of the automation, a Hardware in the Loop (HIL) simulation of the plant has been used through the Factory I/O program, which allows to verify and test the complete system.

The design required by the client consists of 2 differentiated parts: a manufacturing center where an electronic board and a management center are created and assembled where they are palletized and classified for storage and /or transportation

Key Words: Automatization, SCADA, Monitorization, PLC, Process simulation.

ÍNDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG

- Memoria
- Presupuesto
- Planos

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Introducción	
a. Objetivo del documento	9
b. Estructura del documento	9
2. Elementos principales del trabajo	
a. Introducción	11
b. Demandas del cliente	11
c. La planta	11
d. El Hardware	15
e. El Software.....	16
3. Funcionamiento del centro de manufactura	
a. Introducción	25
b. Elementos principales de la planta de manufactura.....	25
c. Funcionamiento de la planta de manufactura	31
4. Funcionamiento del centro de gestión	
a. Introducción	36
b. Elementos principales del centro de gestión	36
c. Funcionamiento del centro de gestión	40
5. Pantalla de visualización	
a. Introducción	46
b. Supervisión del centro de manufactura	47
c. Supervisión del centro de gestión	48

6. Conclusión..... 50

BIBLIOGRAFIA.....51

ANEXOS.....52

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. Introducción y Resumen de los capítulos
 a. Introducción.....65
 b. Resumen de los capítulos.....65
2. Estado de mediciones.....66
3. Cuadros de precios.....66
4. Presupuestos parciales.....69
5. Presupuesto de ejecución Material y por contrata.70

ÍNDICE DE PLANOS

- Plano 1.....72
- Plano 2.....73
- Plano3.....74
- Plano 4.....75



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

MEMORIA DEL PROYECTO

AUTOR: HÉCTOR ZARAGOZÁ PAJARÓN

TUTOR: RAÚL SIMARRO FERNANDEZ

Selección

Curso Académico: 2017-18

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El objetivo de este trabajo es el diseño de una planta capaz de producir una placa electrónica y su posterior automatización. En la demanda se especifica que el cliente requiere de la evaluación y diseño técnico de una planta de fabricación de su producto; así como la gestión de los productos para su almacenamiento y transporte.

Por ello, este trabajo se ha dividido en diferentes fases o ámbitos que han sido necesarios para la realización de la evaluación completa, que, aunque tratados de forma integral, se pueden separar en los siguientes ámbitos:

- Transformación de las necesidades del cliente en capacidades concretas de máquinas existentes en el mercado. Se han adaptado los requisitos a soluciones técnicas que requerían de diferentes componentes para su realización.
- Implementación de estas soluciones en un diseño de la producción. Para cubrir la demanda especificada ha sido necesario que todas estas soluciones técnicas funcionen de forma conjunta.
- Diseño de la automatización en dos modelos de autómatas programables intercomunicados entre sí.
- Evaluación de la solución mediante software de simulación de procesos.
- Diseño de una pantalla de operación tipo SCADA capaz de permitir la supervisión de la planta. Aunque todo el sistema está completamente automatizado, la planta requiere de algún tipo de supervisión por operarios especializados y esta pantalla de operación es una solución de como supervisar y controlar el modo de funcionamiento de ciertos procesos.

1.2. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Primeramente, se introducirán los programas y elementos utilizados en el trabajo. Esto incluye programas, autómatas programables y otros elementos que disponen la base necesaria con la cual se ha desarrollado el trabajo.

Seguidamente, se procederá a presentar los elementos de cada una de las zonas de la planta a automatizar y se describirá su funcionamiento individual. Seguidamente se

explicará el funcionamiento en conjunto que tiene los elementos en esta planta en concreto.

Por último, se explicará el diseño seguido a la hora de crear una pantalla de visualización tipo SCADA que tiene como objetivo la supervisión general del proceso y el control de la producción.

CAPÍTULO 2: ELEMENTOS PRINCIPALES DEL TRABAJO

Parte 2.1: Introducción

En este capítulo se introducen las bases sobre las que se ha sentado el trabajo de evaluación de diseño de este TFG, y las bases que se han utilizado para llevarlo a cabo, esto es, los medios que han producido. También se hace una introducción del proceso que se lleva a cabo en la planta que; aunque no sea exactamente una base per se (ya que se diseñó en software ad hoc para este proyecto); sí que se puede considerar una base para la parte principal del proyecto, que sería el código con el que la planta está automatizada.

Parte 2.2: Demandas del Cliente

El cliente demanda el estudio de una automatización que sea capaz de producir y ensamblar placas electrónicas a una capacidad de producción de como mínimo 120,000 unidades/año. También debe ser capaz de almacenar automáticamente los componentes o de prepararlos para su transporte a diferentes puntos de venta.

Además, el sistema debe ser capaz de producir dos tipos de calidades, alta y estándar. Una vez separadas y manufacturadas; las tapas se ensamblan para evitar que los componentes en su interior sean tratados de forma deficiente. Después son embaladas y transportadas a una máquina paletizadora que las prepara para su gestión logística.

El centro de gestión logística debe ser capaz de producir palés con una sola altura por las características que tiene el almacén. Pero también debe ser capaz de producir palés con dos alturas; ya que el transporte es más sencillo de esa manera.

Adicionalmente, este trabajo se encargará de la selección y compra de los PLCs asociados a la automatización de las dos plantas. En cualquier caso, el cliente recurrirá a terceros para la instalación del PLC en la industria.

Parte 2.2: La planta

La planta que ha sido construida en el programa Factory I/O es una fábrica completamente automatizada que produce 2 tipos distintos de placas a partir de material base que obtiene de sus proveedores, estas piezas son manufacturadas, ensambladas, transportadas y empaquetadas hasta un centro de gestión y almacenaje que paletiza estos embalajes en palés y los transporta hasta un ascensor; donde los deja a la altura deseada para su almacenaje.

Primera parte: Centro de manufactura

La fábrica en cuestión se encarga de recibir material base de diferentes proveedores y transformarlo en su producto final. Sin embargo, este producto puede llegar a la fábrica por diferentes medios de transporte o ser recirculado otra vez desde el final del centro de manufactura.

Por tanto, requiere de un almacenamiento y preparación para la manufactura diferente. Esto provoca que a la entrada de la fábrica haya 3 líneas de entrada diferentes que convergen en una sola para poder tratar las diferentes piezas de diferentes orígenes de la misma forma, y ser capaces de tener una manufactura común para toda la materia prima.



Ilustración 1. Recepción en el centro de manufactura. Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, no toda la materia prima funciona igual de bien para crear productos. La planta produce dos tipos de productos acabados: alta calidad y calidad estándar. El problema es que a la hora de hacer los dos tipos de productos es necesario clasificar de forma inequívoca una materia prima que viene en principio mezclada sin distinción de la calidad. Para eso disponemos de un sensor de visión que nos proporciona la información necesaria para distinguir un tipo de material primario del otro. Este material es separado por una estación clasificadora en calidad alta (azul) y estándar (verde).

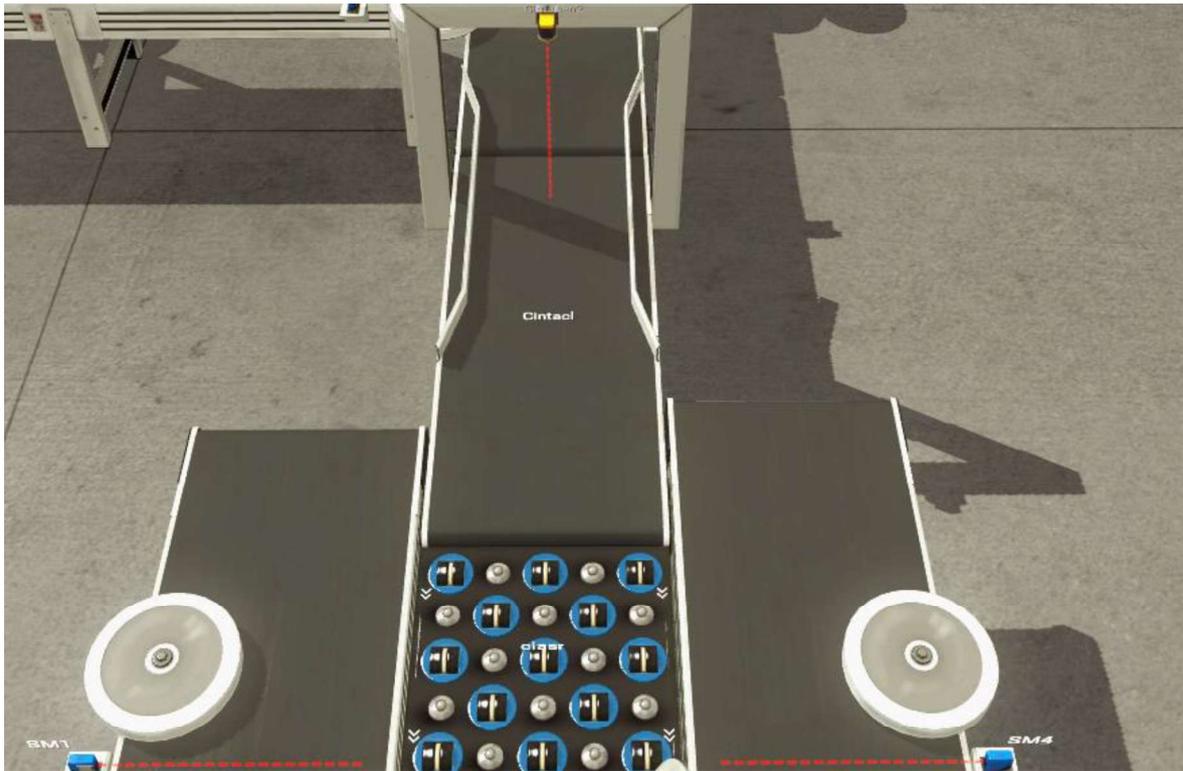


Ilustración 2. Centro clasificador. Fuente: Elaboración propia.

Una vez el material está clasificado entra en las cintas de los centros de manufactura por parte de máquinas de fabricación por coordenadas. Entran en las cintas utilizando brazos clasificadores que detectan cuando la máquina está libre, son alineadas y recogidas por la máquina.

Después de manufacturar el producto este se ensambla con una tapa. Para ello se utilizan máquinas pick and place y posicionadores que permiten a el ensamblaje preciso y perfecto de las dos piezas. Una vez finaliza este proceso, la pieza se deja caer sobre unas plataformas y es transportada a la siguiente fase del proceso.

Finalmente, la planta dispone de una recirculación al final del centro de manufactura capaz de recibir piezas que no han sido desviadas a ninguna máquina ya que estas estaban ocupadas manufacturando otras piezas. Este material es detectado, se avisa a la planta de este suceso y, finalmente; se recircula hasta el principio de la planta.

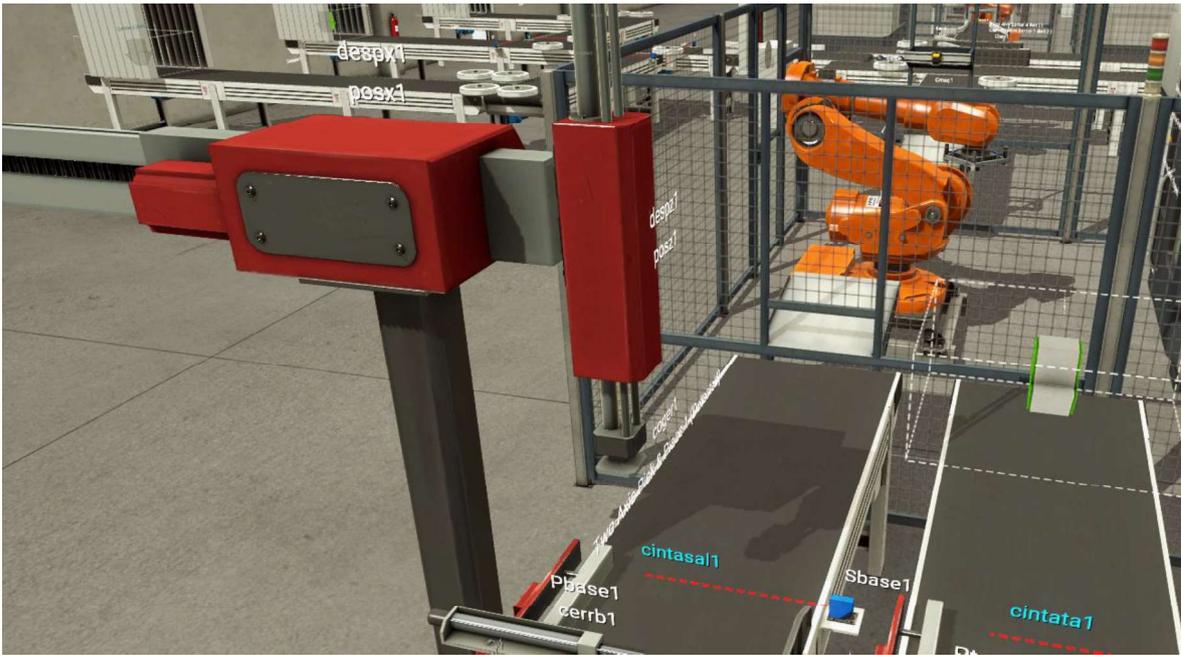


Ilustración 3. Máquina ensambladora y máquina de fabricación por coordenadas. Fuente: Elaboración propia.

Segunda parte: Centro de gestión

En el centro de gestión el producto ya ha sido empaquetado para su almacenamiento o distribución, ya que Factory I/O no tiene una estación específica para ello. Por tanto, este producto cae directamente a una estación paletizadora.

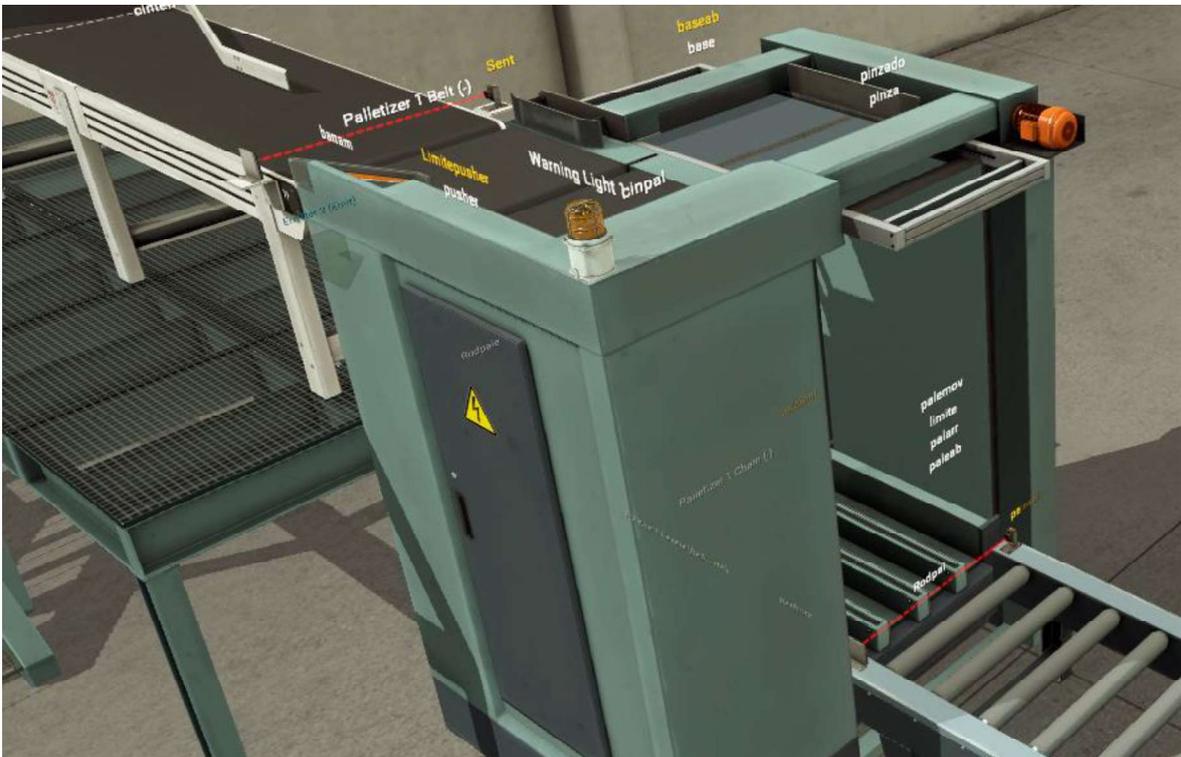


Ilustración 4. Máquina paletizadora. Fuente: Elaboración propia.

La estación paletizadora tiene dos funciones: ordenar las cajas para que se posicionen correctamente sobre el palé y elevar el pale para depositar las cajas sobre este de forma suave y ordenada. La paletizadora también es capaz de almacenar las cajas a una o dos alturas, dependiendo de la orden que se le dé.

Una vez dejan la estación paletizadora, los palés son conducidos a un sensor de altura seguido de un ascensor. El sensor evalúa la altura que tiene el palé y transmite la información al ascensor.



Ilustración 5. Entrada al ascensor. Fuente: Elaboración propia.

Una vez el palé llega hasta el ascensor, este eleva la carga a el primer piso si el palé dispone de dos alturas o al segundo si no, espera a que este salga de la plataforma y vuelve al primer piso, donde espera el siguiente palé que entre en la plataforma.

Parte 2.3: El Hardware

Los PLCs

Como dice Ramón Ferreiro (1995), se entiende por PLC a toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en un medio industrial procesos secuenciales. A la hora de controlar sistemas automatizados son muy útiles tanto por su configuración especializada para procesos cíclicos como por los lenguajes de programación que se usan para este.

Como ventaja sobre un computador común (PC) tienen que son muy estables a la hora de ejecutar el programa; es decir, no se cuelgan. Además, requieren de poco mantenimiento, tienen un tamaño pequeño y bajo coste.

Esta planta dispone de dos PLCs diferentes que controlan dos partes del proceso.

El primero es un PLC de Schneider Electric, modelo a MODICON TSX-Premium. Este PLC dispone de diversos módulos adicionales de conexión. También dispone de módulos de

Entrada/Salida de señales; tanto de tipo analógico como de tipo digital. La conexión al PC se realiza mediante un cable Ethernet.

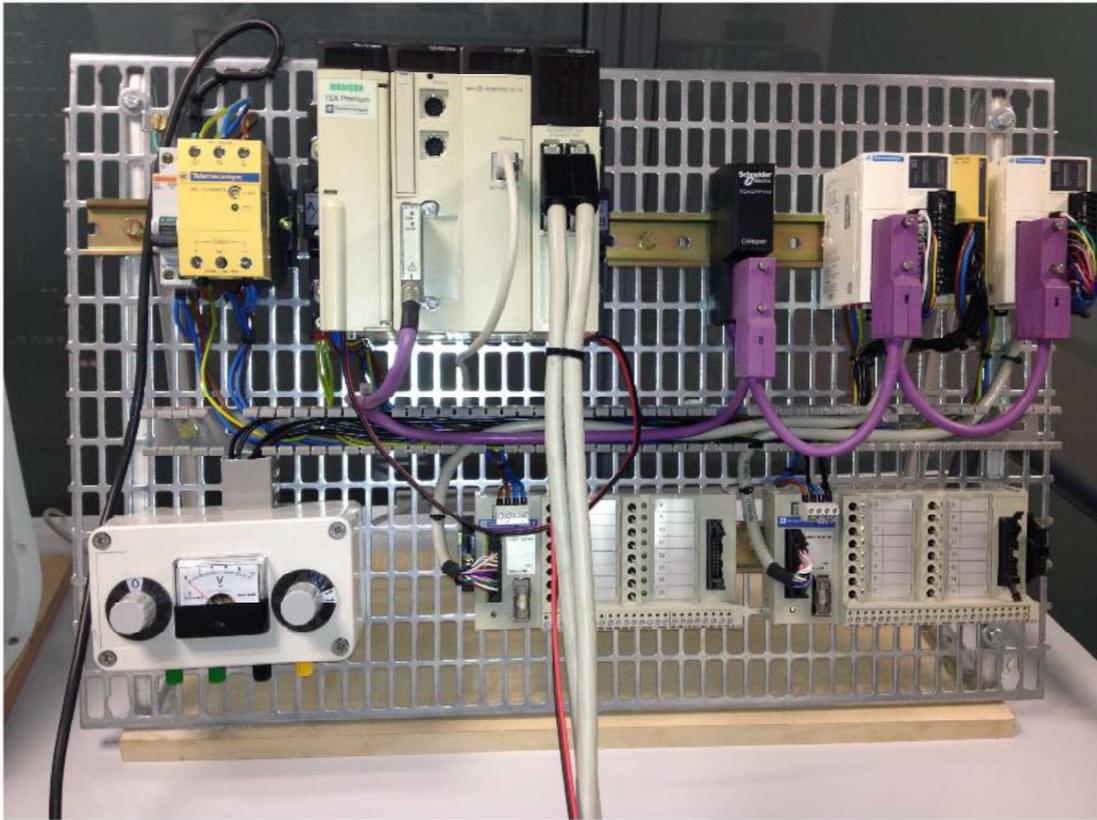


Ilustración 6. PLC MODICON TSX-Premium. Fuente: Recursos de POLIFORMAT de Laboratorio de automatización y control.

El segundo es un PLC de Schneider Electric modelo TM241CE40R con entradas y salidas de tipo relés y con conexión ethernet. Este autómatas dispone de dos bancos de memoria que, aunque no se usan en el programa en cuestión, podrían ser útiles para otro tipo de trabajos o para implementar el proceso real. Utiliza además un sistema de comunicación Modbus de tipo Cliente/Servidor.

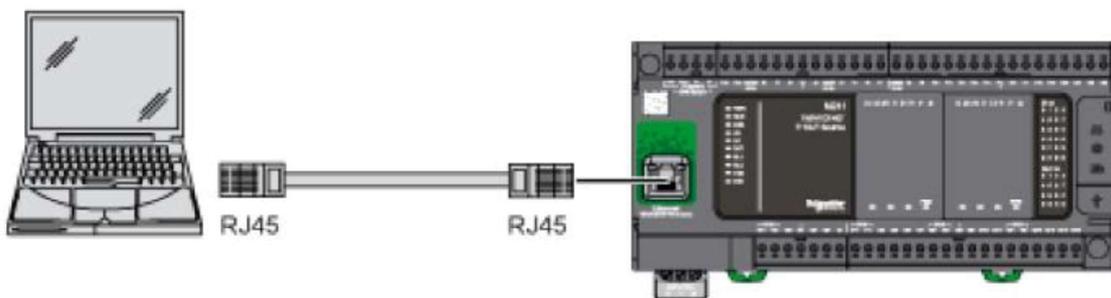


Ilustración 7. PLC TM241CE40R conectado vía Ethernet. Fuente: Catálogo de Schneider Electric

Parte 2.4: El Software

Los tres programas principales que se utilizan en este trabajo son software específico para realizar trabajos de automatización. Los dos primeros, Unity Pro M y SoMachine, son muy

similares. Ambos se usan para la programación en diferentes lenguajes de PLCs industriales; aunque sus características, rango de opciones de trabajo y sintaxis difieran ligeramente. En este trabajo se usan de forma similar: para la programación de los dos PLCs que requiere la simulación.

El tercer programa es Factory I/O. Este programa es el más importante de los tres y clave para la realización de este proyecto. Sus características, bastante novedosas en el mercado; son las que permiten haber realizado todo este estudio de evaluación de diseño. Más adelante se explicarán las razones que lo hacen tan importante.

Unity Pro M

Este programa, desarrollado por la empresa de Schneider Electric, es un software especializado en la programación de PLCs industriales de un rango concreto dentro del catálogo de la compañía. En concreto: Series de autómatas tipo Modicon Premium, Atrium y Quantum.

El programa consiste en la creación de una tarea maestro (MAST), donde se crean secciones de programación; que se pueden ver como diferentes subprogramas del programa principal. El software soporta cuatro tipos de lenguaje de programación.

- Diagrama de bloques funcionales o FBD. En este lenguaje cada uno de los bloques representa una función que el programa tiene determinadas, y está provisto de entradas y salidas que permiten a este interactuar con otros bloques funcionales para crear un programa más complejo

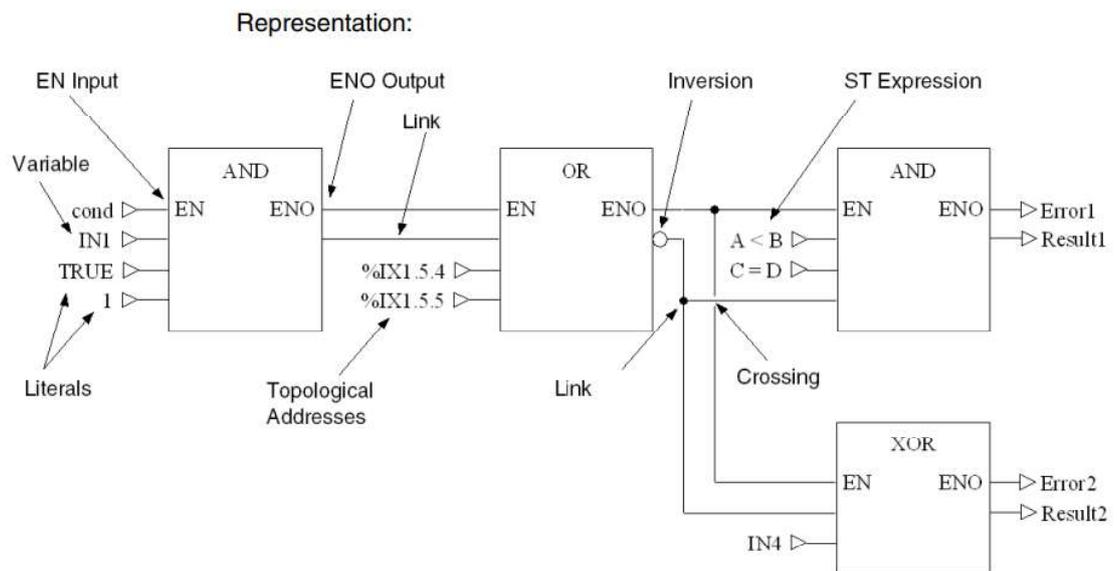


Ilustración 8: ejemplo de lenguaje FBD. Fuente: Manual de Unity Pro

- Ladder Diagram o diagrama de contactos. Este lenguaje utiliza para la representación de un programa lógico elementos más conocidos de la electrónica como Bobinas, que hacen la función de salidas; o contactos, que representan entradas. Además, dispone de bloques muy similares a los de lenguaje FBD. La mayoría de transiciones del programa de este trabajo se han hecho en este lenguaje.

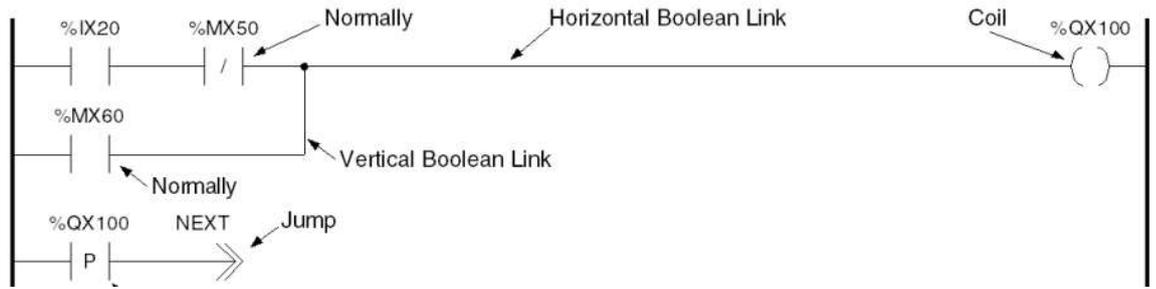


Ilustración 9: ejemplo de lenguaje LD. Fuente: Manual de Unity Pro

- Lenguaje SFC (Sequential Function Chart). Este lenguaje es un conjunto de etapas secuenciales con transiciones de paso y acciones asociadas a cada etapa. Es el lenguaje más parecido al diseño en GRAFCET y por ello es el lenguaje principal en el que se ha creado el programa.

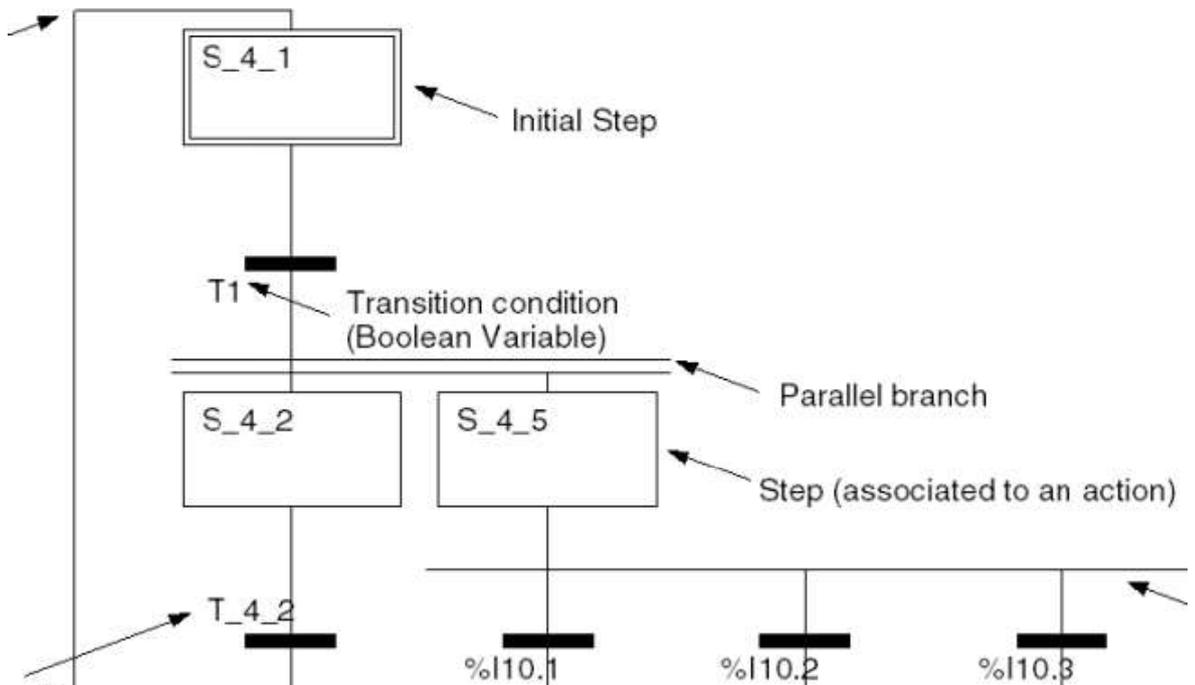


Ilustración 10. Ejemplo de lenguaje SFC. Fuente: Manual de Unity Pro

- Lista de instrucciones: Lenguaje de programación de nivel bajo similar al lenguaje ensamblador de un procesador. No se utiliza en este trabajo.

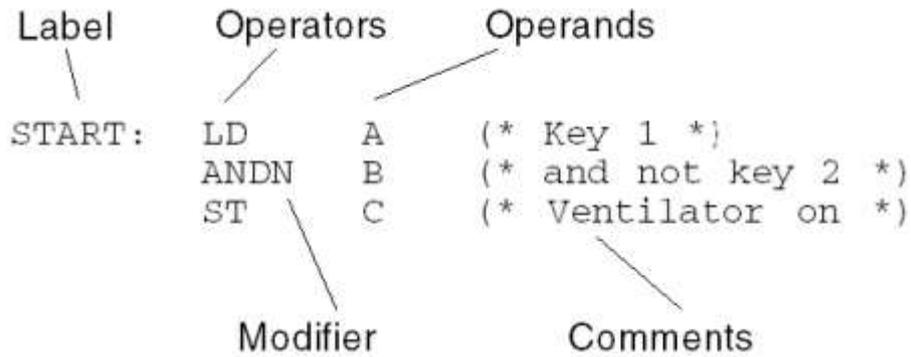


Ilustración 11. Ejemplo de lenguaje IL. Fuente: Manual de Unity Pro

- Lenguaje ST: Lenguaje de programación similar al lenguaje C que consiste en la ejecución de una secuencia de instrucciones formuladas en texto. No se utiliza en este trabajo.

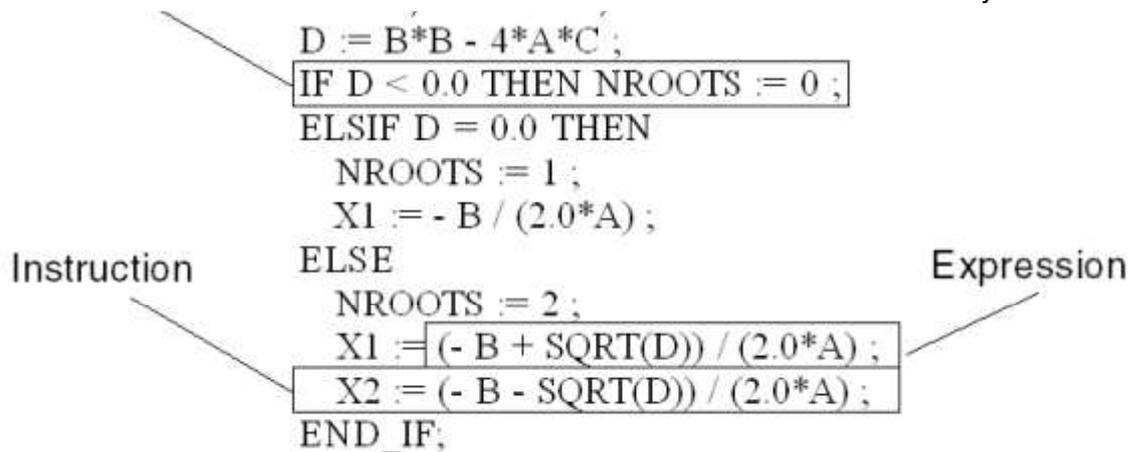


Ilustración 12. Ejemplo de lenguaje ST. Fuente: Manual de Unity Pro.

El programa que automatiza la zona de manufactura se ha programado con este software. Este programa consiste en una sección programada SFC que contiene el funcionamiento de la planta con una sección en LD para controlar los actuadores y un importante número de transiciones escritas en LD.

SoMachine

El programa SoMachine de Schneider Electric es también un software de programación de PLCs; aunque, de acuerdo con la información de sus desarrolladores, tiene otras muchas más funciones que lo hacen muy versátil. Una de ellas, usada en este trabajo, permite crear pantallas de operación para el sistema.

El programa de SoMachine permite la programación en los mismos lenguajes que Unity Pro. El único lenguaje novedoso sería CFC (Continuous Function Chart), que es similar al lenguaje FBD, pero da más libertad para posicionar los bloques de funciones. Tampoco se ha utilizado en este trabajo.

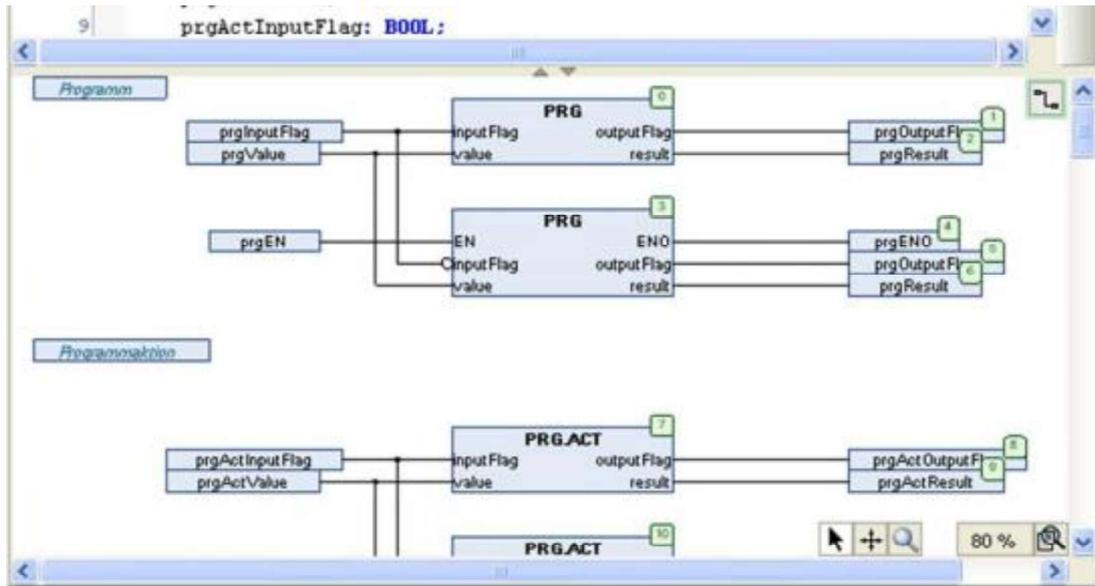


Ilustración 13. Ejemplo de lenguaje CFC. Fuente: SoMachine Manual

Como en Unity Pro, diferentes POU (secciones) del programa componen el programa principal (MAST) que es el que se ejecuta cuando el programa es conectado al PLC

Las diferencias esenciales de este programa con Unity Pro son:

- La capacidad de crear, en lenguaje SFC, transiciones de más de una variable sin necesidad de una sección de transición
- La posibilidad de añadir diversos tipos de acciones a cada etapa sin necesidad de una sección adicional
- La existencia de un pre-compilador que señala errores sintácticos de forma inmediata
- Una mayor seguridad a la hora de interrumpir la tarea que se está ejecutando en el PLC.
- Una programa más compacto e intuitivo que permite en muchos casos entender el funcionamiento a simple vista.
- En general, una notable reducción de las secciones auxiliares que necesita un programa complejo programado en SFC para ser implementado de forma correcta

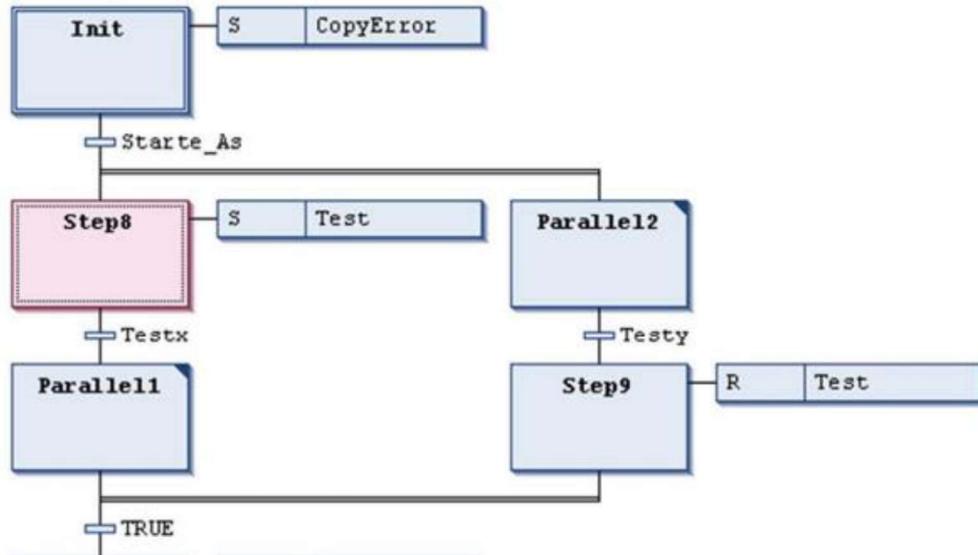


Ilustración 14. Ejemplo de SoMachine en SFC. Fuente: Manual de SoMachine

En conclusión, sería ingenuo negar que, después de tantas horas utilizando cada uno de los programas, no me haya formado mi propia opinión sobre estos. Aunque SoMachine es mucho más cómodo, compacto y versátil; Unity Pro dispone de funciones más simples y con menos complejidad, lo que puede ser una ventaja para el programador inexperto. A pesar de esto, claramente SoMachine es el programa óptimo en la mayoría de los diseños que se requiera programar.

Factory I/O y el concepto de simulación HIL

Factory I/O es el programa más importante de este trabajo de simulación por su naturaleza. Factory I/O es un programa de construcción en 3 dimensiones con elementos Industriales. Esto permite al usuario escoger diferentes elementos que el programa ofrece en su base de datos, ensamblarlos libremente para conseguir el funcionamiento deseado y automatizarlos con un PLC.

Factory I/O está pensado como un programa para entrenar a un PLC en el uso de un tipo de programa. Su función es la de servir como simulador en un sistema basado en el “Hardware in the Loop”. Como explica la empresa dedicada al control National Instruments en un artículo publicado en su página web (2017), la simulación en HIL es una técnica donde las señales reales de un controlador son conectadas a un sistema de prueba que simula la realidad, engañando al controlador para que crea que controla el producto final.

Es por este motivo que este programa es tan valioso al hacer un trabajo de consultaría en el campo de la automatización. Este programa permite estudiar la viabilidad de la automatización de diversos elementos; además de permitir el testeo de programas para descubrir errores o mejorar su comportamiento ante diferentes situaciones que se pueden dar en el proceso.

Para facilitar la comprensión del potencial de este programa, se expondrá un ejemplo de cómo se adapta este programa a el proceso real. Supongamos que se desea crear un control de un sistema sencillo. Se utilizará esta estación clasificadora según el peso del producto para hacer un seguimiento concreto.

El programa nos da una planta en blanco o nos permite cargar escenas predeterminadas para ser usadas como ejemplos prácticos o como plantillas de un sistema más complejo o diferente en algún elemento. En cualquier caso, somos capaces de añadir todo tipo de elementos manualmente; siempre que respetemos el espacio que cada uno necesita, a nuestra escena en cualquier posición o altura; siendo el programa capaz también de rotar cada elemento sobre sus 3 ejes principales.

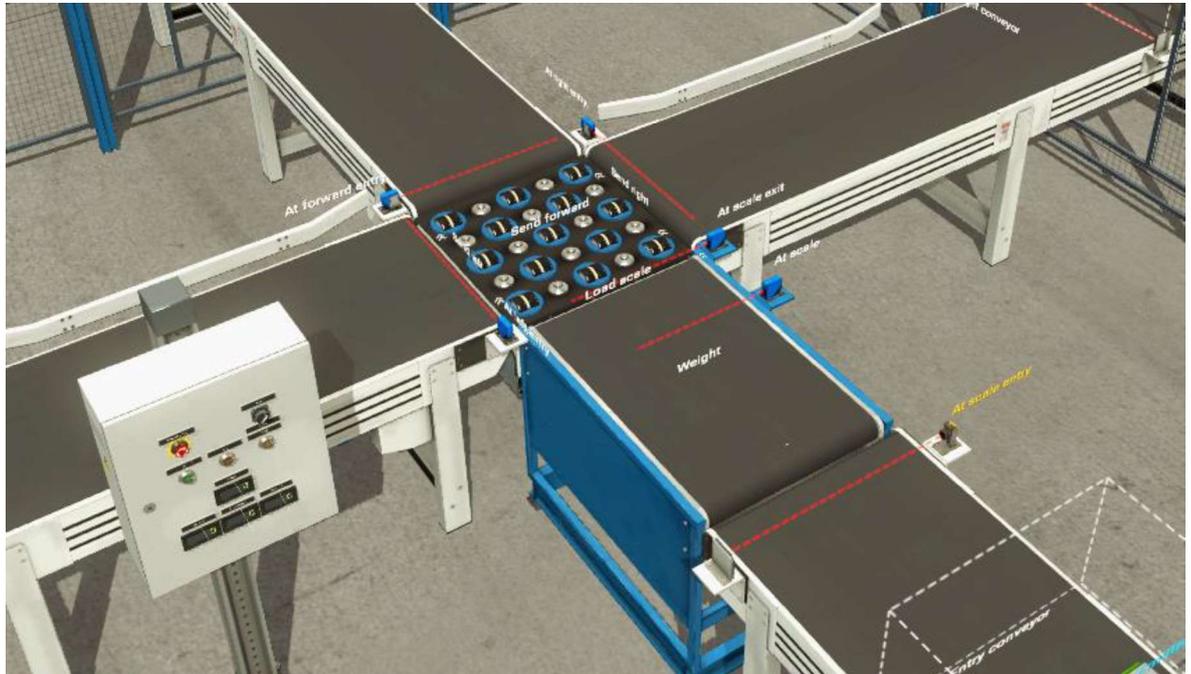


Ilustración 15. Clasificadora por peso del producto. Escena predeterminada de Factory I/O.

Mientras se unen diferentes elementos a la escena de Factory I/O; se puede comprobar que el funcionamiento es el deseado mediante la opción de forzar una variable del sistema. Esto permite el control manual antes incluso de conectar ningún tipo de controlador a la escena. También es posible simular fallos de contacto abierto o cerrado tanto como método de control manual o como prueba de estrés que el controlador debe superar como requisito para que el programa sea válido.

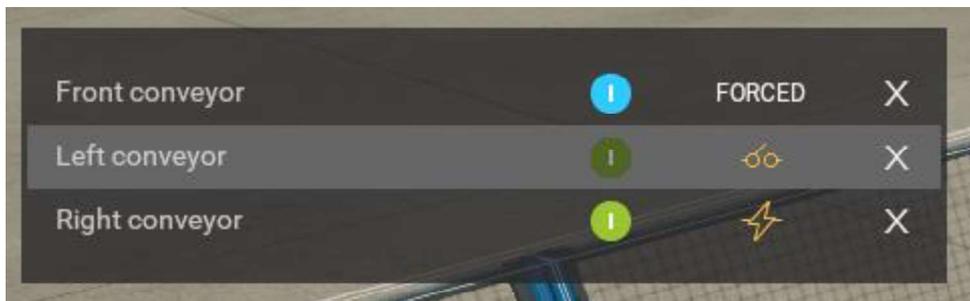


Ilustración 16. Ejemplo de variable forzada, fallo en “off” y fallo en “on”. Fuente: Elaboración propia.

Otra funcionalidad clave es la capacidad que tenemos de visualizar y personalizar las etiquetas de cada una de las variables que cada elemento añade con su presencia. Estas pueden dividirse en varios grupos: Sensores, actuadores, señales del proceso y señales de control.

- Los sensores son elementos cuyas señales que permiten la detección de la presencia o posición de un elemento en una zona concreta de la fábrica. Factory I/O permite la utilización de diferentes tipos de sensores para diferentes materiales y/o diferentes rangos de detección
- Los actuadores son señales que provocan que un elemento haga una acción. Por ejemplo: Toda cinta transportadora tiene opciones para desplazar elementos en una dirección u otra.
- Las señales del proceso son señales que indican que un proceso de un elemento está en un estado determinado. Por ejemplo: toda máquina de fabricación por coordenadas tiene señales de ocupado para indicar cuando está trabajando.
- Las señales de control son señales destinadas a que el usuario las utilice desde un panel de control dentro de la misma escena. Por ejemplo: botones de comienzo y parada de un proceso.

Una vez hemos construido el proceso deseado, se debe entrar en la opción FILE/Drivers para llegar a esta pantalla; en ella se pueden observar todas las señales de las cuales la escena dispone con el nombre que se haya configurado para estas. Factory I/O las divide en dos grupos: sensores: que es la información que da al PLC; y actuadores, que son las órdenes que recibe del PLC.

Una vez en este punto debemos configurar estas señales para que se asignen a posiciones de memoria de nuestro PLC. Una vez tengamos un código que utilice cada una de las posiciones adecuadamente; el programa se puede considerar finalizado.

Server: 172.16.191.41:502 Slave ID:1			
At scale entry	Coil 0	Input 0	Entry conveyor
At scale	Coil 1	Input 1	Load scale
At scale exit	Coil 2	Input 2	Send left
At left entry	Coil 3	Input 3	Left conveyor
At exit left	Coil 4	Input 4	Send right
At forward entry	Coil 5	Input 5	Right conveyor
At exit front	Coil 6	Input 6	Send forward
At right entry	Coil 7	Input 7	Front conveyor
At exit right	Coil 8	Input 8	Start light
Start	Coil 9	Input 9	Reset light
Reset	Coil 10	Input 10	Stop light
Stop	Coil 11	Input Reg 0	Left count
Auto	Coil 12	Input Reg 1	Forward count
FACTORY I/O (Running)	Coil 13	Input Reg 2	Right count
Weight	Holding Reg 0	Input Reg 3	Weight

Ilustración 17. Asignación de variables a posiciones de memoria. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de que, después de realizar las pruebas realizadas, se quisiera conectar el PLC al proceso real; solo deberíamos hacer la modificación de reasignar las variables a

posiciones reales de Entrada/Salida del proceso real; manteniendo el resto de la configuración. Eso significa que existe la posibilidad de evaluar los requisitos técnicos que debe tener la automatización de un proceso antes incluso de que sea necesaria la construcción o ensamblaje de la planta.

Como consecuencia; y asumiendo que la licencia de software es varios órdenes de magnitud menor que la instalación del proceso real (una asunción válida para la mayoría de procesos industriales complejos); consigue reducir el coste del proyecto de evaluación de diseño considerablemente. Por esto la popularidad de la simulación HIL crece en popularidad constantemente.

CAPÍTULO 3: FUNCIONAMIENTO DEL CENTRO DE MANUFACTURA

Parte 3.1: Introducción

En este capítulo se explicará la función que desempeñan cada elemento de la planta de manufactura y como su interacción da lugar al funcionamiento deseado de la planta en cada momento. Esta explicación no se hará exponiendo el código, ya que este será posible consultarlo en los planos; sino que se hará en lenguaje ordinario, intentando aproximarse al funcionamiento real lo máximo posible.



Ilustración 18. Esquema general del centro de manufactura. Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, sí se recomienda al lector consultar en los anexos la tabla de variables utilizadas en el proceso para disponer de una visión clara de la función, tipo y pertenecía de cada variable. Sin esta guía, la interpretación de las diferentes funciones de la planta puede resultar confusa.

Parte 3.2: Elementos principales de la planta de manufactura

Cinta transportadora

Una cinta sencilla con tamaños de 2, 4 o 6 metros de largo. Aunque pueden disponer de diversas configuraciones; en este proyecto se ha utilizado la más sencilla. Esta consiste en una sola variable digital que activa la cinta cuando su valor es TRUE.



Ilustración 19. Cinta transportadora. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O

Sensor difuso

Sensores fotoeléctricos difusos que pueden detectar cualquier objeto que se cruce en su haz. Su alcance se puede configurar para evitar la detección de “falsos positivos” de objetos que no debería ser capaz de detectar. Su única variable una BOOL que vale TRUE si detecta un objeto.



Ilustración 20. Sensor difuso. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O

Sensor de visión

Sensor especial que es capaz de reconocer objetos de diferentes tipos, y diferenciarlos para su posterior clasificación. Su alcance es de hasta 2 metros y dispone de diferente modo de funcionamiento.

- Con una variable booleana que adquiere el valor TRUE si detecta un material del tipo que ha sido configurado para ello. Es una configuración simple y limita el funcionamiento a la detección de un solo tipo de objeto, pero se puede utilizar si solo se desea separar un tipo de objetos del resto.
- Un conjunto de tres bits digitales que dan un valor determinado para cada tipo de objeto; formando un número identificativo en binario. Ejemplo: El material en bruto azul es 1 0 0.

- Una variable tipo entera que devuelve un número dependiendo del tipo de material detectado. Su valor puede variar del 0 al 6. Es una forma más compacta de trabajar que la configuración digital de 3 bits; aunque resulta más difícil de implementar.
- Una variable entera que proporciona un código identificador siempre positivo. Este es similar a un código de barras y distingue a la pieza de forma única. Útil si se desea mantener información específica sobre una pieza concreta para personalizar el proceso que esta recibe en la planta

En este trabajo se utiliza un sensor de visión configurado en modo variable entera para distinguir entre materia prima de calidad alta (material azul) y calidad estándar (material verde). EL sensor envía un uno cuando detecta el material azul y un cuatro cuando detecta el material verde.

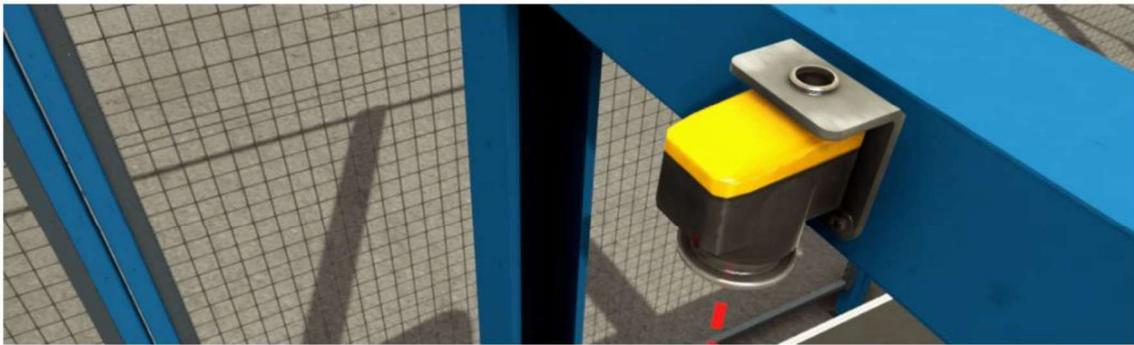


Ilustración 21. Sensor de visión. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O

Clasificador por ruedas

Este elemento consiste en una pequeña plataforma que dispone de diversas ruedas acopladas a su superficie. Estas ruedas son capaces de girar en las dos direcciones de movimiento como una cinta. Además, las ruedas son capaces de rotar 45 grados hacia la derecha o la izquierda para desviar y clasificar diferentes materiales.



Ilustración 22. Clasificadora por ruedas. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O

En este proyecto las ruedas solo disponen de una dirección de movimiento, pero pueden rotar a izquierda o derecha.

Brazo clasificador

Un elemento similar en concepto al anterior; el brazo clasificador está diseñado para desviar el curso de ciertos materiales. En este caso lo hace con una rotación del brazo que desvía la pieza de forma perpendicular. Para facilitar el cambio de dirección dispone de una cinta en este que puede rodar en las dos direcciones.

En este proyecto se utiliza una sola dirección de la cinta y la función de pivotar del brazo para clasificar.

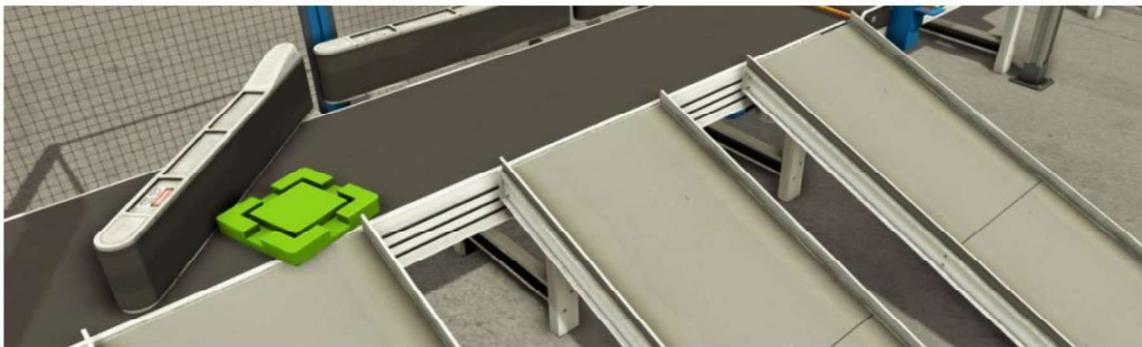


Ilustración 23. Brazo clasificador. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O

Máquina de fabricación por coordenadas

Esta estación se compone de dos partes. La primera parte consiste en un robot manipulador que traslada limpieza de la bandeja de recepción a la máquina CNC y de esta a la bandeja de salida. La segunda parte consiste en la máquina CNC que hace el proceso de transformación del material en una tapa o una base de su respectivo color.



Ilustración 24. Máquina de fabricación por coordenadas. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O

La máquina dispone de su propio panel de control con diferentes botones para interactuar con esta

- Start: Comienza la producción en la máquina en el momento en que llegue una pieza a la bandeja de entrada
- Stop: Detiene tanto el robot como la máquina CNC. Para salir de este modo se puede pulsar tanto el botón start como el botón reset
- Reset: Resetea la máquina de control por coordenadas.

La máquina también dispone de 3 luces diferentes que indican su estado.

- Luz verde: Pasiva, sin trabajar.
- Luz amarilla. Ocupada, trabajando en una pieza.
- Luz roja: ítem incorrecto a la entrada.

Las diferentes señales de las que dispone son variables que informan de su estado o proporcionan órdenes. Dentro de sus variables de estado tenemos tres variables booleanas que indican si la máquina tiene un error, está ocupada o tiene la puerta abierta, y una variable tipo entera que indica su progreso de 0 a 100.

Respecto órdenes, dispone de variables booleanas de comienzo de la producción y parada de esta. También dispone de una variable booleana que provoca que la máquina produzca tapas si su valor es TRUE, y bases en caso de que sea FALSE.

Pick and Place de 2 ejes.

Este elemento tiene la función de unir tapas y bases de forma que creen un producto completo. Como su nombre indica, dispone de dos grados de libertad, concretamente en la dirección horizontal y vertical pero no puede salir de su plano. Aunque se puede configurar de diversas formas, tanto digital como analógico como combinando los dos tipos; en este trabajo se han configurado de forma completamente digital.

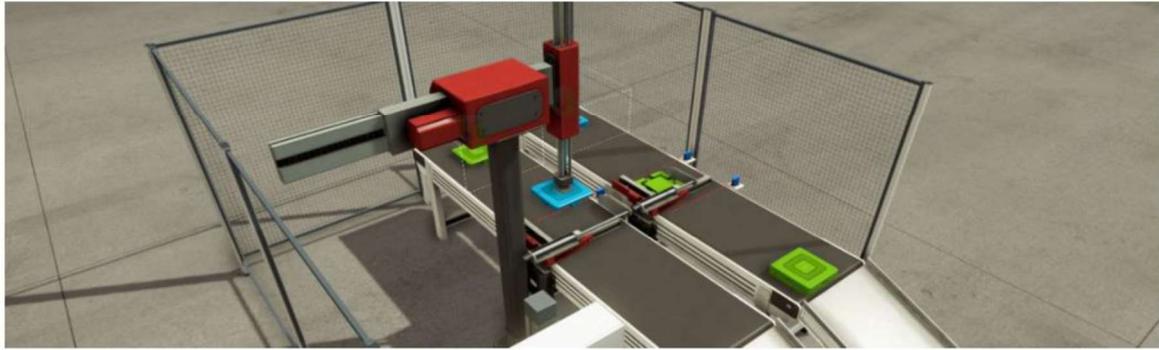


Ilustración 25. Pick and Place de 2 ejes. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O.

Dispone de tres variables de estado. Dos que indican que se está produciendo movimiento en cada uno de los ejes y una tercera que detecta material cerca de la ventosa al final del brazo.

Como actuadores disponemos de dos señales booleanas para mover el brazo en dirección horizontal o vertical y una tercera para coger material con la ventosa.

Posicionadora

Este elemento funciona en conjunto con el Pick and Place de 2 ejes. La Posicionadora permite saber exactamente en qué posición se encuentra el material que el Pick and Place debe manipular. Esto permite el encaje perfecto de las piezas en el ensamblaje.

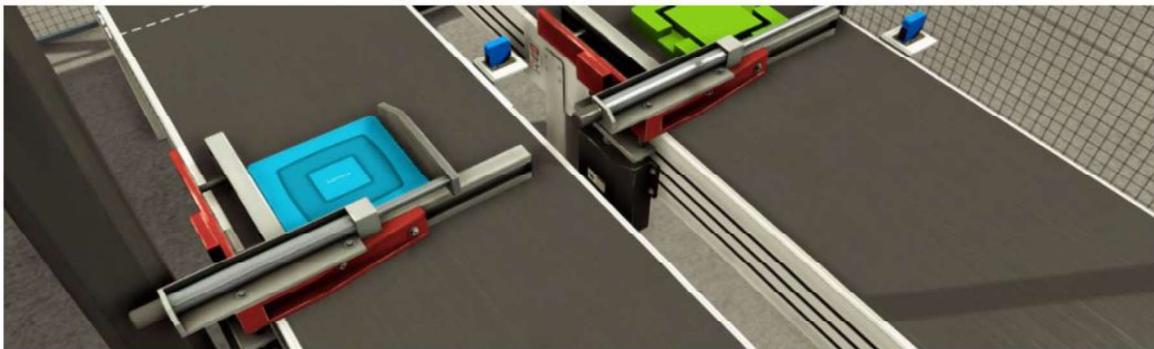


Ilustración 26. Posicionadora. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O.

La Posicionadora dispone de cuatro variables booleanas. Dos son variables de estado que indican si la pinza está cerrada y si el posicionador está levantado en su tope. Las otras dos variables controlan los actuadores que cierran la pinza que posiciona la pieza o levanta.

Elementos alineadores

Estos elementos son piezas pasivas que permiten corregir el ángulo y posición de los elementos en una cinta para que su transporte o su recepción a un actuador sea el correcto. Factory I/O dispone de una amplia gama.



Ilustración 27. Diferentes tipos de alineadores. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O.

Parte 3.3: Funcionamiento de la planta de manufactura.

De ahora en adelante se explicará el funcionamiento de la planta de manufactura de acuerdo con el funcionamiento de sus componentes explicado en la sección anterior y haciendo referencia a las variables presentadas en el anexo. Aunque no se usará el código en sí; sí se explicará su funcionamiento de forma lógica.

Recepción

La materia prima se recibe por las 3 cintas transportadoras que parten del principio de la fábrica. Las 3 cintas convergen en la central y para evitar choques disponemos de los sensores "SC1", "SC2", "SC3", "Siz" y "Sder". El funcionamiento lógico es el siguiente

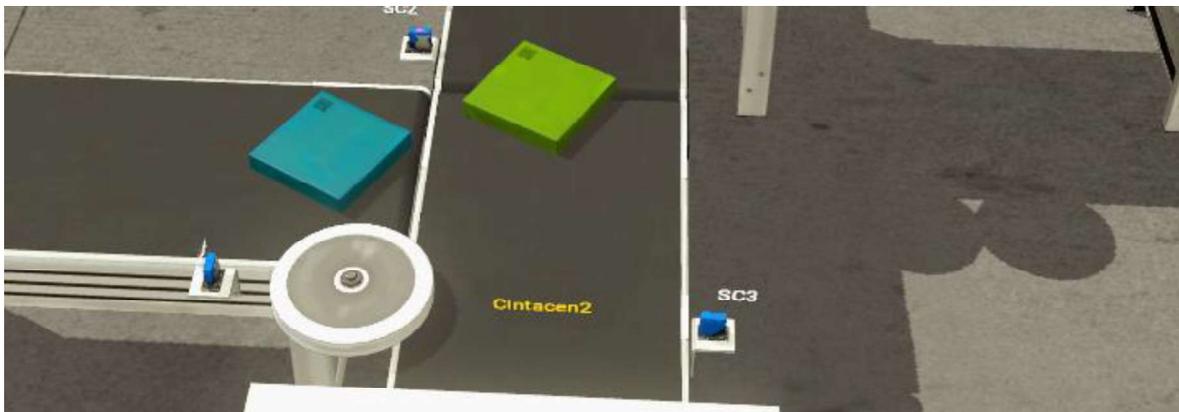


Ilustración 28. Conflicto en la recepción. Fuente: Elaboración propia

- Si "Sizq" o "Sder" detectan una pieza en el punto de convergencia con la central, y al mismo tiempo "SC1" o "SC2" detectan otra pieza, estas cintas paran
- Los 3 casos están tratados dando preferencia en central: conflicto a la izquierda, a la derecha o en las dos.
- El conflicto a la izquierda se resuelve cuando "SC2" detecta la pieza pasar. De forma similar se resuelve el de la derecha con "SC3".

Clasificación del producto

Una vez el producto deja la zona de recepción, pasa por el sensor de visión. Cuando este lee el color de la pieza, el clasificador por ruedas lo envía a la izquierda si es calidad estándar o a la derecha si es calidad alta.

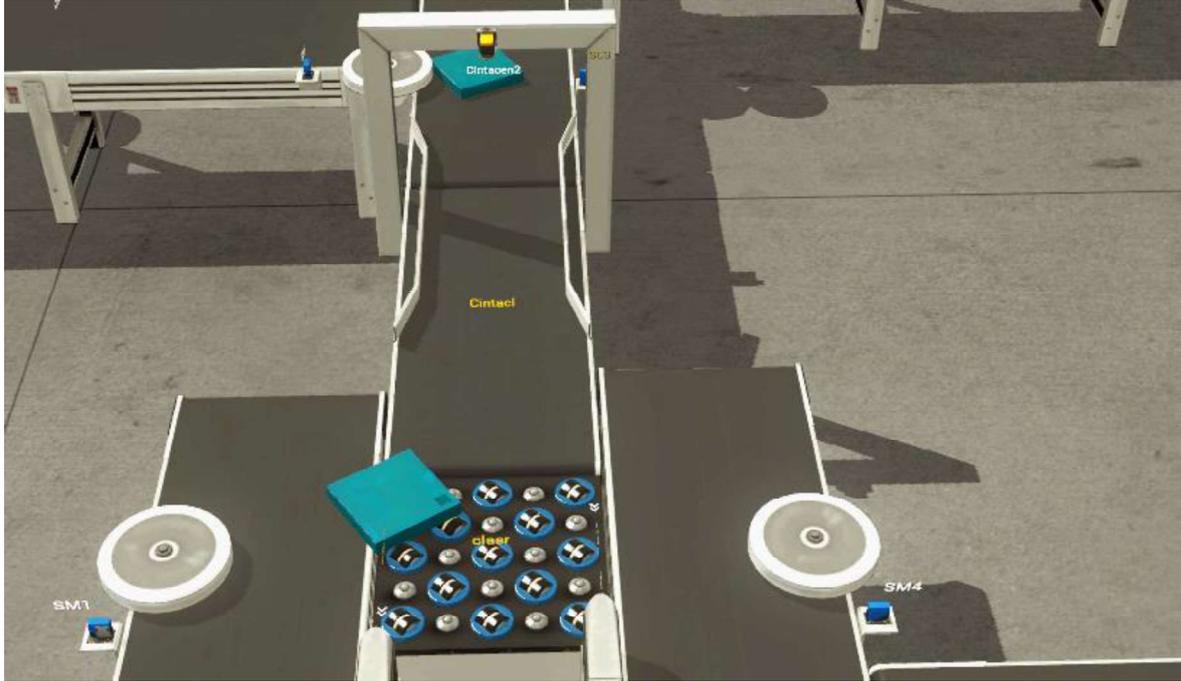


Ilustración 29. Pieza de calidad alta siendo clasificada. Fuente: Elaboración propia.

- Cuando el sensor de visión detecta una pieza de cierto color, se activa la dirección del clasificador correspondiente.
- En el caso de una pieza de calidad alta, la clasificadora mueve las ruedas hacia la derecha. En el caso de la calidad estándar, repite la misma maniobra hacia la izquierda. Las ruedas deben disponer además de la señal de rodar rectas para que las piezas se desplacen por esta.
- El sensor de visión espera hasta que esta pieza activa “SM1” o “SM4” para reanudar las clasificaciones
- Si otra pieza activa “SC3”, “Cintacen2” se detiene inmediatamente; dando tiempo a la pieza anterior a terminar de clasificarse.
- Esta última situación afecta al funcionamiento de la recepción, donde, para evitar la acumulación de cintas; detiene todas las cintas de la zona de recepción.

Máquinas de fabricación por coordenadas

A la entrada de las máquinas de fabricación por coordenadas, se dispone de dos cintas dedicadas al transporte del material hacia las máquinas de fabricación por coordenadas. Una vez allí, son alineadas para su entrada en esta.



Ilustración 30. Pieza entrando a la máquina de fabricación por coordenadas. Fuente: Elaboración propia.

El funcionamiento es el siguiente:

- Una vez clasificadas, las “Cinmaqder1” a 3 y “Cinmaqiz1” a 3 transportan las piezas a no ser que se detengan por una emergencia de la planta.
- Si es detectado por “Sm1” a 6, y la máquina está libre, se activa el brazo clasificador.
- El brazo clasificador y su cinta se activan para depositar la pieza en la cinta correspondiente.
- Después de 3 segundos, el brazo vuelve a su posición de reposo.
- Las barras alineadoras cambian la posición y el ángulo de la pieza para facilitar así su entrada en la máquina de fabricación por coordenadas, que necesita una posición concreta del material.
- EL sistema espera hasta que la pieza anterior salga de la máquina CNC para desviar otra pieza hacia la máquina de nuevo.

Ensamblaje de piezas

En la zona de ensamblaje se reciben las piezas provenientes de la máquina de fabricación por coordenadas y se unen con las tapas correspondientes. Una vez completado el ensamblaje, la pieza cae por una rampa para ser embalada y clasificada en el centro de gestión de la producción.

La máquina ensambladora funciona de la siguiente forma:

- Cuando se detecta una pieza pasando por “Sbase1” al 6 o “Stapa1” al 6, provoca que las posicionadoras se cierren sobre las piezas, fijando su lugar para la ensambladora.
- Una vez las dos posicionadoras han fijado tanto una base como una tapa, comienza la parte de ensamblaje. Las señales de los “Sbase” y “Stapa”, mantenidas por necesidad por medio de biestables, se resetean.
- Primeramente, se desplaza en horizontal el pick and place hasta llegar a la tapa.
- Manteniendo el brazo extendido, se baja la ventosa hasta el centro de la tapa.
- Se activa la señal que activa la succión de la ventosa.
- La ventosa vuelve a su posición vertical original.
- El brazo horizontal se repliega hasta posicionarse encima de la base
- La ventosa desciende hasta situar la tapa sobre la base y ensambla las piezas
- Se deja de activar el mecanismo de succión de la ventosa y alzamos esta hasta su posición original.



Ilustración 32. Salida a recirculación. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4: FUNCIONAMIENTO DEL CENTRO DE GESTIÓN

Parte4.1: Introducción

En este capítulo se explicará la función que desempeñan cada elemento del centro de gestión y como su interacción da lugar al funcionamiento deseado de la planta en cada momento.

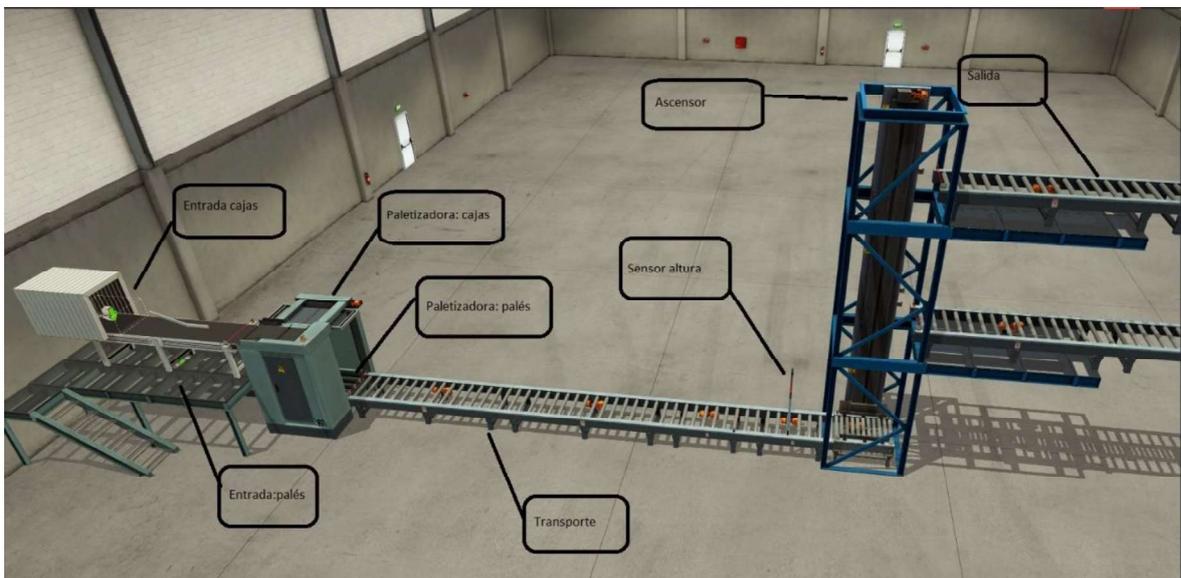


Ilustración 33. Esquema general del centro de gestión. Fuente: Elaboración propia

Se recomienda al lector consultar en los anexos la tabla de variables utilizadas en el proceso para disponer de una visión clara de la función, tipo y pertenecía de cada variable. Sin esta guía, la interpretación de las diferentes funciones de la planta puede resultar confusa.

Parte 4.2: Elementos del centro de gestión.

En esta parte se presentarán todos los elementos del centro de gestión que resulten novedosos, eso es, que no hayan sido mencionados antes en la descripción de los elementos del centro de manufactura.

Rodillos transportadores

De funcionamiento similar a la cinta transportadora pero adecuados para transportar mucha más carga que estas. Se utiliza para desplazar palés tanto vacíos como con carga. Se pueden configurar de forma analógica o digital; idénticamente que la cinta transportadora. En este proyecto se configuran con una sola variable booleana que los hace avanzar en una dirección predeterminada.



Ilustración 34. Rodillos transportadores. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O.

Sensor retroreflectivo

Este sensor está compuesto de dos partes: emisor y receptor. Es capaz de detectar cualquier tipo de material que cruce su haz, y dispone de indicadores que indican si está alineado. La variable booleana asociada a este sensor vale TRUE cuando no está interrumpido.

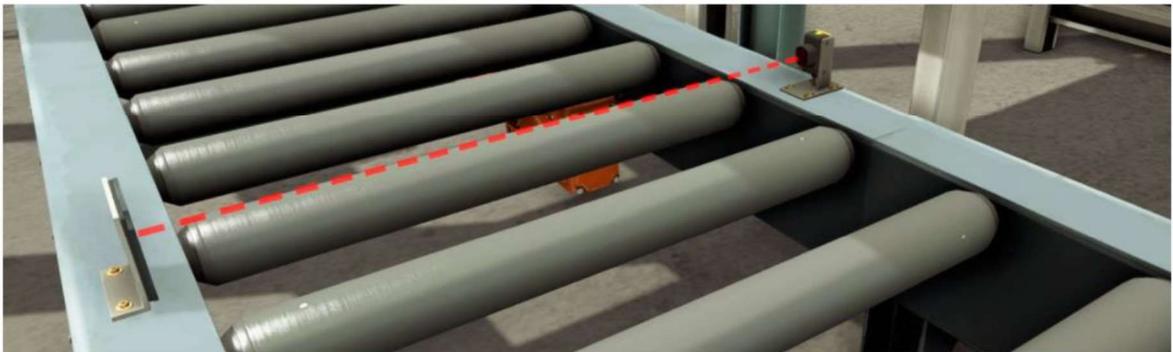


Ilustración 35. Sensor retroreflectivo. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O.

Sensor capacitivo

Sensor de proximidad capaz de detectar cualquier material cercano a él. Dispone de una configuración digital; donde la variable es TRUE si detecta un objeto, o una configuración analógica que indica la distancia con una variable entera de valor entra 0 y 10.



Ilustración 36. Sensor capacitivo. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O.

Paletizadora

Estación capaz de recoger cajas especiales para paletizar por la cinta superior, ordenarlas y disponerlas en un palé recibido por la cinta inferior. La paletizadora se puede programar para apilar cajas en diversas orientaciones y en varios pisos.



Ilustración 37. Paletizadora. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O.

En la parte superior disponemos de una cinta transportadora que puede rodar en dos direcciones usando dos variables booleanas para ello. A la entrada de la cinta disponemos de una barra para cambiar la orientación de las cajas, activada con una variable booleana. Una vez hemos acumulado suficientes cajas. Un empujador las dispone sobre la plataforma. Este empujador dispone de una variable booleana para activar el actuador y un sensor que indica cuando está en movimiento.

Una vez todas las cajas están sobre la plataforma. Disponemos en esta de unas pinzas que se activan con una variable booleana para compactar las cajas, con otra variable booleana que cambia a TRUE cuando las pinzas están actuando. Una vez están compactadas, otra variable booleana abre la plataforma para que caigan sobre el pale, mientras que una variable interna cambia su valor a TRUE cuando la base está abierta.

En la entrada inferior para palés, disponemos de un pequeño ascensor con cadenas para transportar los palés a través de la plataforma. Dos variables booleanas controlan que estas giren en una dirección o la opuesta. Para el movimiento vertical, el ascensor dispone de 4 variables. Las dos primeras son variables booleanas que desplazan el ascensor hacia arriba o hacia abajo. La tercera, al activarse, provoca que el desplazamiento vertical sea hasta el límite superior o inferior según cuál de las dos variables anteriores esté activada. Por último, disponemos de una variable de estado que vale TRUE si el ascensor se está moviendo.

Sensor de altura

Conjunto de sensores dispuestos verticalmente que permiten medir la altura de los objetos que pasan a través al evaluar el número de rayos de este cortados. Dispone de emisor y receptor y deben estar propiamente alineados.



Ilustración 38.Sensor de altura. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O.

Este sensor se puede configurar de forma digital o analógica. La configuración digital dispone de ocho variables booleanas, donde cada una representa un rayo del sensor. La configuración analógica devuelve un número entero que representa el número de rayos cortados entre 0 y 10 (haciendo la conversión de escala de 0 a 8). Una configuración alternativa es una numérica donde el sensor devuelve un entero donde cada bit de su representación binaria representa un rayo.

Ascensor

Ascensor para el transporte a diferentes alturas de palés. La plataforma dispone de sensores que controlan la entrada y la salida de cargamento de la plataforma. Dispone de configuración digital o analógica, aunque en este proyecto se usa la digital.



Ilustración 39.Ascensor. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O.

El ascensor dispone de dos variables booleanas que mueven las cadenas de la plataforma en una dirección o la opuesta. Esto le permite cargar objetos en la plataforma. Para el movimiento vertical dispone de 3 variables booleanas. Las dos primeras mueven la plataforma hacia arriba o hacia abajo; mientras que la tercera baja la velocidad del ascensor al 20 por ciento de la original. Esta última función es muy útil a la hora de llegar a la altura deseada con precisión.

Sensor Inductivo

Tipo de sensor de comportamiento especial. Diseñado especialmente para detectar exclusivamente materiales de tipo conductor. Su rango es limitado. Dispone de dos configuraciones. Una es digital en la que una sola variable booleana indica si el sensor detecta un ítem. La configuración alternativa devuelve una variable analógica con un número real entre 0 y 10 que indica la proximidad al sensor.



Ilustración 40. Sensor inductivo. Fuente: Página oficial de FACTORY I/O.

Parte 4.3: Funcionamiento del centro de gestión

En esta sección se explica el funcionamiento automatizado del centro de gestión. Como en la explicación del centro de manufactura, no se utilizarán el graficet o el código implementado para la explicación. En su lugar se presentará cada zona del centro de gestión y se explicará en lenguaje llano su funcionamiento de la forma más precisa posible.

Entrada de las cajas para paletizar

Las cajas que se van a paletizar entran por una cinta proveniente del exterior del centro y se encuentran con la parte superior de la paletizadora. Aquí son agrupadas y clasificadas para ser dispuestas sobre el palé

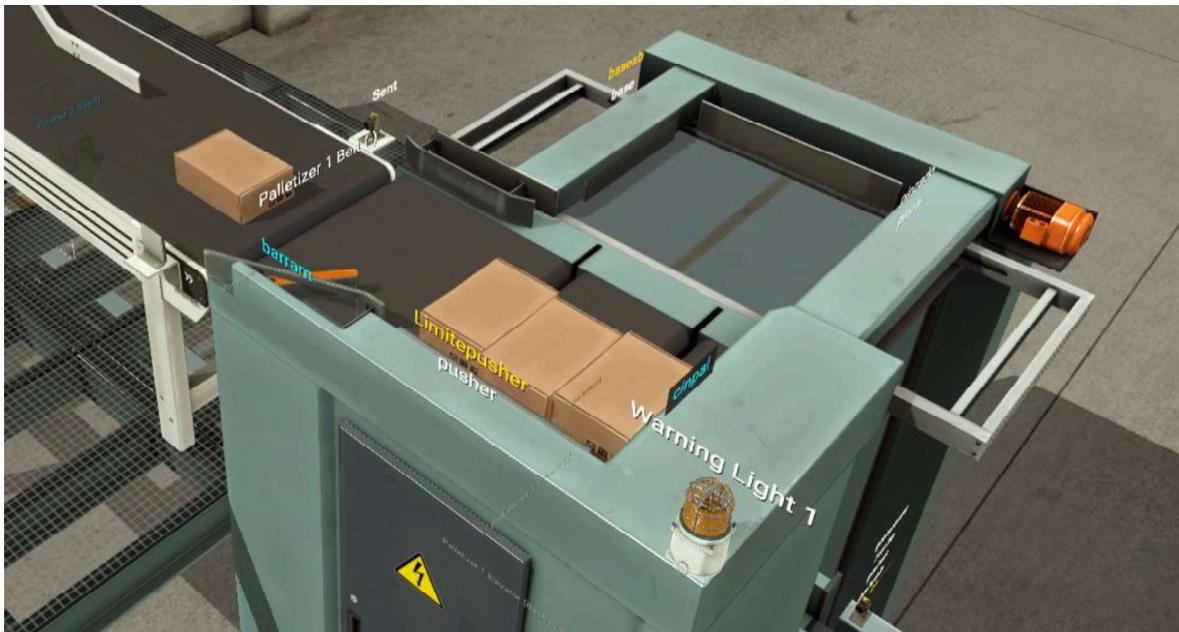


Ilustración 41. Cajas de paletizadora siendo ordenadas. Fuente: Elaboración propia

El funcionamiento es el siguiente

1. El sensor de entrada "Sent" vale FALSE cada vez que detecta una caja de paletizadora
2. El actuador "barran" mueve la caja 90 grados para que se puedan disponer de 3 en tres

3. Cuando detecta la cuarta caja, "cinten" se detiene y "pusher" empuja las 3 cajas en la plataforma sobre el palé.
4. Cuando "limitepusher" pasa de FALSE a TRUE, el pusher se repliega y se reanuda todo el proceso desde 1 para otras 3 cajas más.
5. Una vez el proceso ha detectado que ha repetido este proceso dos veces, se pregunta el estado de la variable "doble". Con esta activa, hará una segunda altura de cajas sin rotarlas 90 grados. Si esta; por el contrario, vale FALSE, la paletizadora hará solo una altura de cajas rotadas a 90 grados.
6. Una vez las cajas se han dispuesto sobre la plataforma sobre el palé. Se activa "pinza" hasta que pinzado indica que las cajas han sido compactadas unas contra otras.
7. Sin dejar de soltar las pinzas, se activa "base" para abrir la plataforma sin dejar de comprimir las cajas con la pinza.
8. Cuando "baseab" pasa de FALSE a TRUE, se sueltan las pinzas y se dejan caer las cajas sobre el palé.
9. El sistema se espera 2 segundos antes de empezar el ciclo para cajas del segundo nivel
10. Se repiten los pasos desde 1. El sensor de entrada "Sent" vale FALSE cada vez que detecta una caja de paletizadora. Las cajas no son giradas 90 grados.

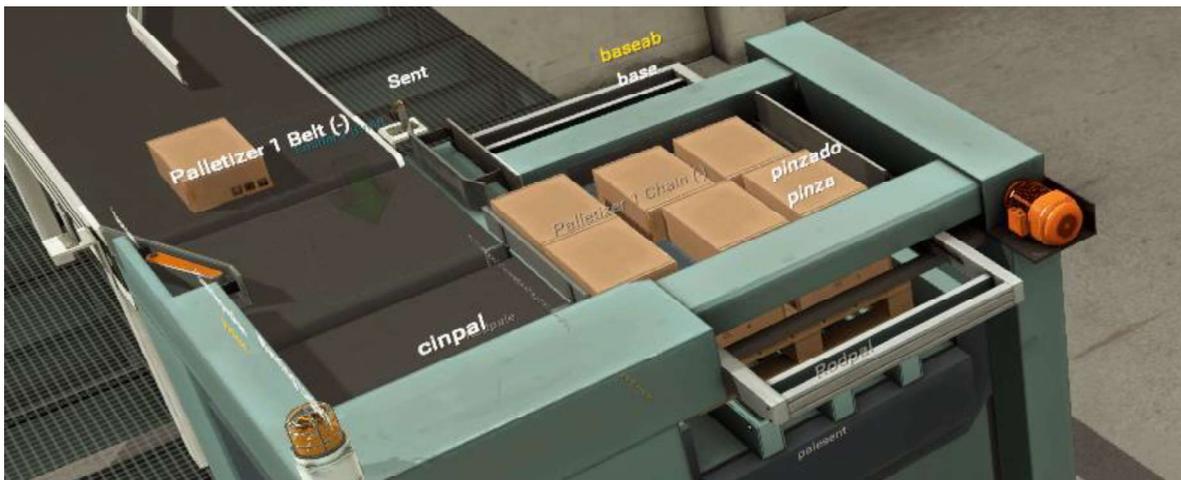


Ilustración 42. Proceso de paletización de la segunda altura. Fuente: Elaboración propia.

11. Cuando detecta la tercera caja, "cinten" se detiene y "pusher" empuja las 3 cajas en la plataforma sobre el palé.
12. Cuando "limitepusher" pasa de FALSE a TRUE, el pusher se repliega y se reanuda todo el proceso desde 1 para otras 2 cajas más, 2 veces para un total de 6 cajas.
13. Una vez las cajas se han situado sobre la plataforma del palé; el proceso entre los puntos 6 a 9 se repite
14. Se vuelve al punto 1.

Entrada de palés a la paletizadora.

Los palés de la paletizadora entran por unos rodillos transportadores que llevan los palés hasta el pequeño ascensor del cual dispone la paletizadora para recibir la carga y continuar su camino por los rodillos transportadores con las cajas que deben transportar.

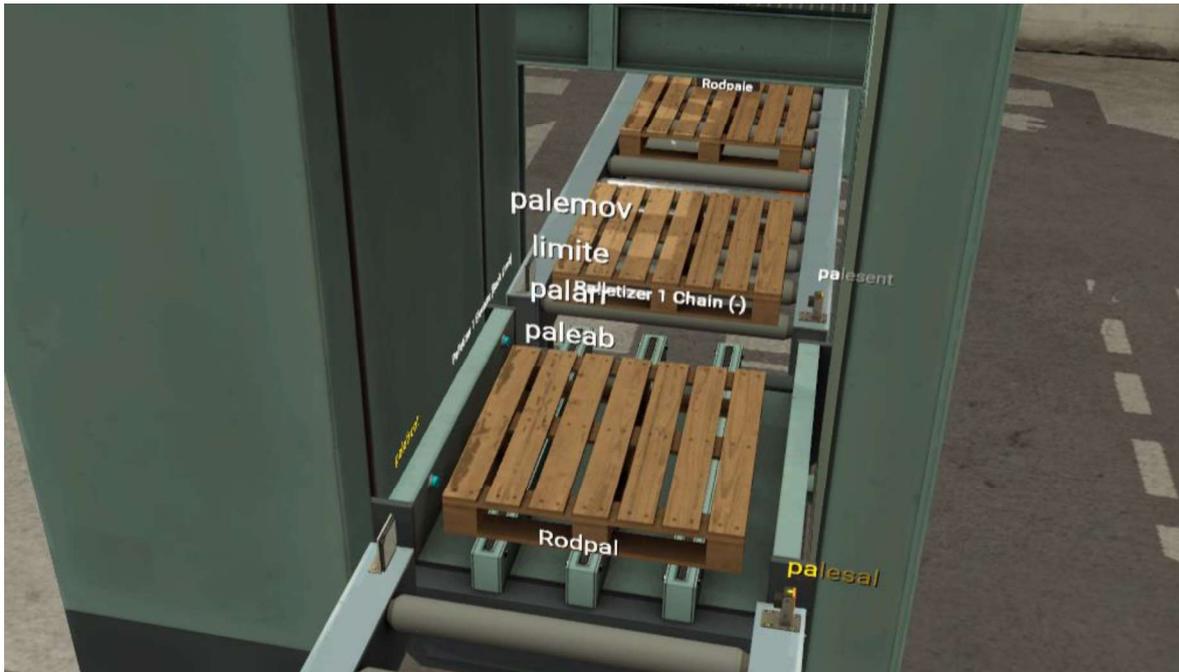


Ilustración 43. Llegada de los palés por los rodillos inferiores. Fuente: Elaboración propia.

1. Los palés van transportados por “rodpale” hasta que, después de que “palesent” detecte el paso de un primer palé y vuelva a detectar otro “rodpale” se detiene.
2. Cuando el palé es detectado por el sensor capacitivo “palefront”. La señal “Rodpal” pasa a FALSE y detiene el avance del palé.
3. Una vez en la plataforma; el palé es transportado hacia arriba completamente, hasta la plataforma donde se descargarán las cajas.
4. Una vez el programa que controla las cajas haya terminado de descargarlas, el palé es transportado hacia abajo. Se dan dos casos dependiendo del número de alturas que se necesite.
5. Con una sola altura el palé bajaría hasta los rodillos inferiores y es empujado por “Rodpal”. El ciclo se repite desde el punto 1.
6. Con dos alturas el palé baja lo mínimo para poder acomodar el segundo piso y espera a que el programa termine de paletizar y descargar el segundo piso. Después, el palé baja y es expulsado hacia el resto del proceso de forma idéntica a como ha sido descrito en el punto 5.

Rodillos transportadores.

Entre la máquina paletizadora y la zona de clasificación por altura existe una cinta transportadora que se encarga de regular el tráfico entre las dos zonas anteriores. Aunque su funcionamiento es sencillo; se debe mencionar su construcción lógica.

1. “rodtrans1” a 3 transportan los palés hacia el ascensor de forma ininterrumpida mientras no haya un exceso de palés que intenten pasar por el sensor de altura al mismo tiempo.
2. Si, mientras otro palé está siendo clasificado, el siguiente palé activa el sensor “flow”, “rodtrans1” a 3 se detienen para dar tiempo al sensor a clasificar sin problema.

3. Una vez ha desaparecido el problema, se reanuda la clasificación de forma normal.



Ilustración 44. Palé de dos pisos pasando por el sensor “flow”. Fuente: Elaboración propia.

Sensor de altura

El sensor de altura evalúa el número de alturas que tiene el palé de forma analógica y transmite esa información al ascensor. Funciona de la siguiente forma.

1. El sensor emite un número entero que se multiplica por 100 y se envía al PLC.
2. Si el número es menor que doscientos, pero mayor que cero, significa que ha pasado un palé de una altura que debe ir al segundo piso del ascensor. El sistema activa la variable piso, que el ascensor leerá próximamente.
3. Si el número es mayor de doscientos, significa que debe ir al primer piso del ascensor y no necesita que se active ninguna variable.

Ascensor

El ascensor funciona con diferentes sensores inductivos que detectan el acoplamiento del ascensor en diferentes pisos y permiten ajustar la llegada a cada planta a una velocidad adecuada. También dispone de sensores retroreflectivos a la entrada y salida de la plataforma para detectar la carga que transporta.



Ilustración 45. Palé de dos pisos llegando al primer piso. Fuente: Elaboración propia.

1. Cuando el sensor “platder” detecta un palé en la plataforma “rodascen2” se detiene y comienza el ascenso vertical según la información que proporciona el sensor de altura.
2. En el caso de un ascenso de un piso; para palés de dos alturas, el ascensor asciende hasta encontrar el sensor “Down1”, donde ralentiza su velocidad al veinte por ciento de la original.
3. La plataforma para en el momento que encuentra el sensor Up1.
4. En esta fase se activa “rodascen2” hasta que “senprimero” pasa de FALSE a TRUE, indicando al sistema que la plataforma ha dejado la carga.
5. Una vez dejado el palé, la plataforma se desplaza hacia abajo hasta dar con el sensor “pbaja”.
6. En este punto modera su velocidad y el sistema espera unos segundos antes de comenzar un nuevo ciclo.
7. En el caso de un ascenso de dos pisos, para palés de una altura, el ascensor asciende hasta encontrar el sensor “Down2”, donde ralentiza su velocidad al veinte por ciento de la original.
8. La plataforma para en el momento que encuentra el sensor Up2.
9. En esta fase se activa “rodascen2” hasta que “sensegundo” pasa de FALSE a TRUE, indicando al sistema que la plataforma ha dejado la carga.
10. La vuelta a la planta baja es idéntica a la descrita para el primer piso a partir del punto. La única variable que cambia es el tiempo que tarda la plataforma en llegar a la planta baja.

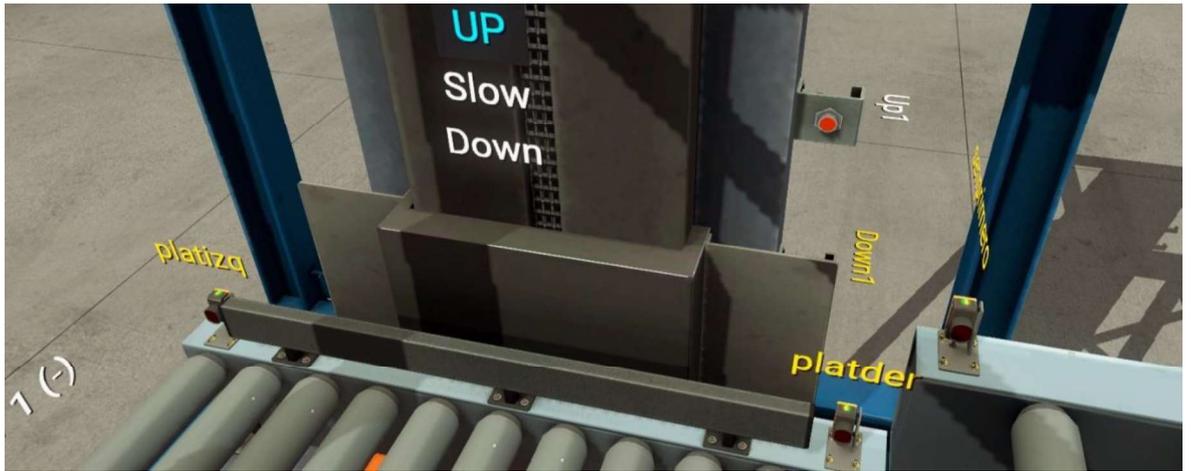


Ilustración 46. Detalle de el acoplamiento del ascensor y como interactúa con los sensores.
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5: PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

Parte 5.1: Introducción

Aunque gran parte de esta industria es automática, es necesario la supervisión y el control ocasional por parte de operadores que puedan tener control sobre aquello que sucede en la planta. Por esta razón se ha creado una pantalla de visualización en SoMachine que permite la supervisión del funcionamiento de cada uno de los elementos.

Esta pantalla no está pensada para ser el único control de la planta, sino como una forma de supervisión general de todo el proceso. Sin embargo, esta debe ser complementada tanto con otros paneles de control como con controles manuales a pie de planta.

Para conseguir que la pantalla de visualización tenga toda la información necesaria, es necesario conectar los dos PLCs mediante exploración de E/S modo cliente/servidor

Además, es una pantalla de visualización con capacidad para ser retransmitida en directo por internet; de forma que cualquier persona supervisando la fábrica es capaz de conectarse a ella.

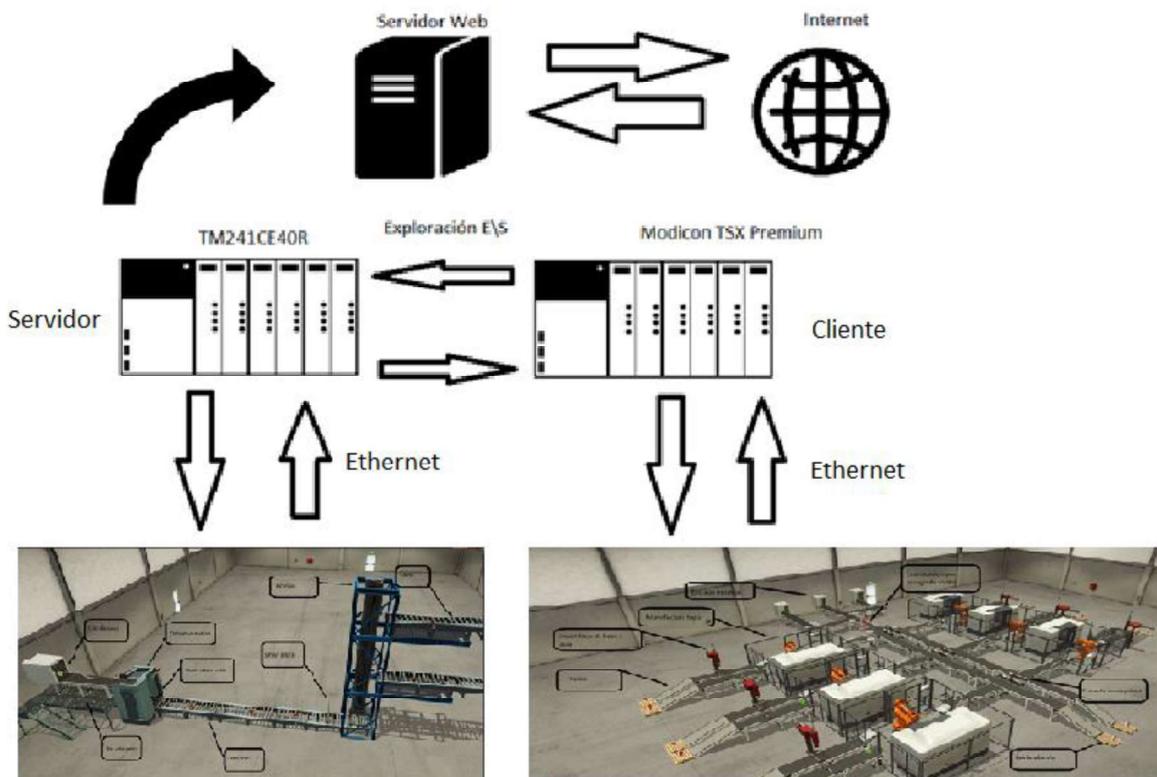


Ilustración 47. Esquema de la comunicación entre los diferentes elementos de la planta. Elaboración propia.

Parte 5.2: Supervisión de la planta de manufactura.

Es posible la supervisión del centro de manufactura desde la pantalla gracias a la capacidad de los PLCs de comunicarse entre ellos para enviar variables que informan del estado de diferentes elementos de la fábrica.

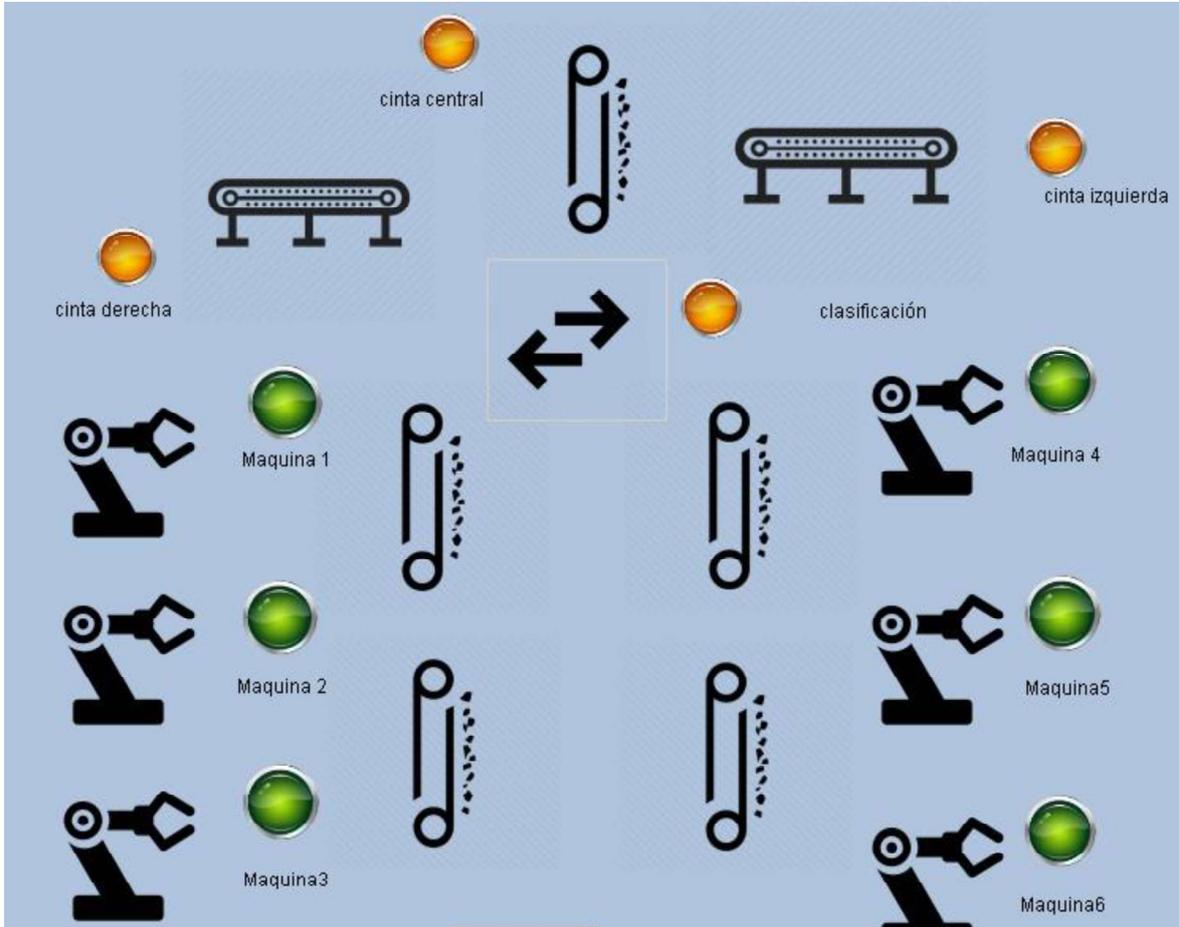


Ilustración 48. Imagen de la supervisión del centro de manufactura. Elaboración propia.

La primera parte consiste en el control del estado de las cintas de entrada; la pantalla dispone de LEDs que indican cuando están paradas por motivos de prioridad de entrada de las piezas. También indica información sobre el sensor de visión, específicamente cuando este para las cintas anteriores porque tiene piezas que intentan entrar antes de que acabe con la clasificación anterior.

Seguidamente la planta dispone de varios LEDs que indican, para cada máquina, si esta está manufacturando un componente en ese mismo momento de la operación. Esto permite al operario observar comportamientos anómalos en cualquiera de las máquinas, como por ejemplo que una de ellas no esté operativa o se haya producido un atasco en ellas.

Por último, disponemos de una tabla de contadores donde se puede observar el número de piezas fabricadas desde que se activó la operación y la cantidad de materia prima que ha sido transportada de vuelta al almacén por incapacidad logística de atender a tal cantidad de demanda.

Parte 5.3: Supervisión del centro de gestión.

La segunda parte del control es sobre el centro de gestión. El centro de gestión está programado para disponer palés de una o dos alturas según vayan a ir a almacenaje o transporte respectivamente. Esta función se activa desde el panel de control y permite el cambio de modo de funcionamiento a mitad producción. Sin embargo, si el sistema está apilando una segunda altura y se cambia de modo de funcionamiento en ese momento, el sistema terminará el palé antes de empezar un palé de una altura.

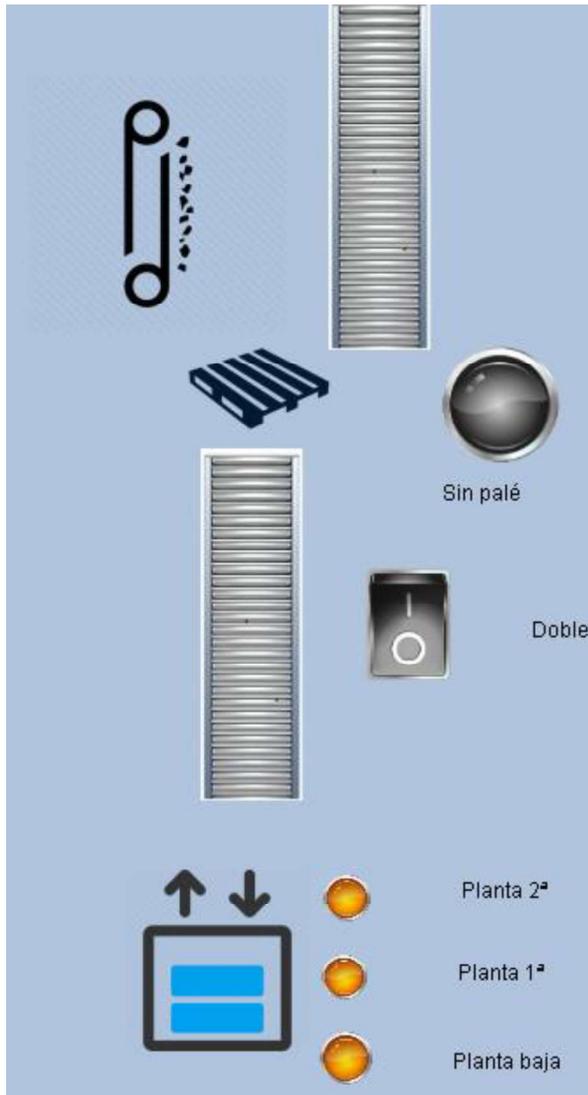


Ilustración 49. Supervisión y control del centro de gestión. Elaboración propia.

El panel también dispone de un panel de control donde es posible el seguimiento del ascensor según asciende o desciende a diferentes pisos. Este método ayuda a verificar que los palés son correctamente clasificados según la función a la que están destinados.



Ilustración 50. Detalle de los contadores de la producción tanto en el centro de manufactura como en el de gestión. Elaboración Propia

Por último; el sistema también dispone de una tabla que cuenta cada uno de los palés que son producidos, diferenciando una o dos alturas.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIÓN

Parte 6.1: Conclusión

Para concluir la memoria de el proyecto haremos un repaso a los objetivos conseguidos en este trabajo, hasta donde abarca el alcance del proyecto y como puede complementarse o ampliarse para mejorar o crear soluciones adicionales para la demanda del cliente

Los objetivos alcanzados son:

- Se ha demostrado la viabilidad de la solución del diseño de la planta con su modelo virtual en Factory I/O.
- Se han automatizado completamente sus procesos y se ha demostrado la viabilidad técnica de una automatización completa
- Se ha evaluado la solución para comprobar su rendimiento en la producción de la placa electrónica, y llegado a un diseño óptimo.
- Se ha diseñado una aplicación tipo SCADA para la visualización general mediante la web del proceso y su control y supervisión general.

Sin embargo, hay otro aspecto del trabajo que podrían ser ampliados, pero quedan fuera del alcance de este TFG. Algunos ejemplos son:

- Diseño de aplicaciones SCADA más exhaustivas para cada zona diferenciada de cada proceso.
- Diseño y automatización del embalaje del producto (Difícil en FACTORY I/O)
- Automatización de otras zonas de la fábrica: transporte, almacén....

Dicho esto, muchas de estas características podrían ser consideradas trabajo suficiente para otro o diversos TFG, y algunas son inviables con el software usado.

En conclusión, este TFG ha cumplido satisfactoriamente con las demandas y especificaciones que el cliente requería en sus demandas

Bibliografía

- Catálogo online de Schneider Electric* <https://www.schneider-electric.es/es/all-products/>
 - +Manual del programa Unity Pro de Schneider Electric: * https://www.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/31000/FA31761/es_ES/Unity%20v41%20-%20Manual%20de%20referencia.pdf
 - Manual de SoMachine, software gratuito de Schneider Electric: * https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File+Name=EIO0000000067.15.pdf&p_Doc+Ref=EIO0000000067
 - Sitios web de donde se han obtenido los iconos representativos de diferentes elementos en la comunicación y el SCADA*
<https://icons8.com/icon/932/robot>
https://www.iconfinder.com/icons/2184574/belt_conveyor_factory_machine_mining_icon#size=256
https://www.iconfinder.com/icons/1215309/belt_conveyor_factory_machine_manufacturing_plant_production_icon#size=256
<https://thenounproject.com/term/pallet/136767/>
-
- Definición del concepto de Hardware In the Loop según la empresa National Instruments “What Is Hardware-in-the-Loop?” (2017) * <http://www.ni.com/white-paper/53958/en/>
 - Página oficial de Factory I/O* <https://factoryio.com/docs/>
 - Recursos de poliformaT de la asignatura Laboratorio de Control y Automatización* https://poliformat.upv.es/portal/site/GRA_13237_2017/tool/7f6ecba8-e58a-4217-8d0d-8825611b9ee2?panel=Main
 - Proyectos: Introducción al proyecto y documentos del proyecto. María Carmen González cruz y otros (2015). Ejemplos de presupuestos han sido tomados como ejemplo para este documento.
 - Precio de la Licencia Unity Pro (Schneider Electric suele elaborar una oferta personalizada de software y hardware para cada comprador y por tanto este precio es exclusivamente orientativo) * <https://pt.rs-online.com/web/p/products/9076504/>
 - PC seleccionado durante el presupuesto para la evaluación de diseño como posible recurso que la empresa necesitaría* <https://www.overstock.com/Electronics/HP-Z440-Workstation-1-x-Intel-Xeon-E5-1603-v4-Quad-core-4-Core-2./12092266/product.html?AID=1>
 - Nociones sobre aplicación de PLCs al control de procesos industriales (1995). Ramón Ferreiro García.
- El precio de los PLCs es el mismo de los precios de compra de estos por la universidad.
*Última consulta de la bibliografía web: Julio 2018

ANEXO 1: LISTA DE VARIABLES UTILIZADAS

Parte 1: Centro de manufactura.

Tabla 9. Señales del centro de manufactura. Elaboración propia.

Nombre de variable(s)	Dirección	Tipo	Breve descripción
Cintacen1...Cintacen2	%M128, %M129	Actuador	Mueve las cintas centrales de la recepción.
Cintader1...Cintader2	%M130, %M131	Actuador	Mueve las cintas de la derecha de la recepción.
Cintaiz1...Cintaiz2	%M132, %M133	Actuador	Mueve las cintas de la izquierda de la recepción.
SC1...SC3	%M0, %M1, %M3	Sensor	Sensores de difusión que indican posición de piezas en la cinta central.
Sizq	%M3	Sensor	Indica que una pieza va a pasar de la cinta izquierda a central.
Sder	%M4	Sensor	Indica que una pieza va a pasar de cinta derecha a central.
clar	%M134	Actuador	Señal de activar las ruedas de la clasificadora por ruedas.
clarder	%M135	Actuador	Señal de girar a la derecha las ruedas de la clasificadora por ruedas.
clasis	%M136	Actuador	Señal de girar a la izquierda las ruedas de

Nombre de variable(s)	Dirección	Tipo	Breve descripción
			la clasificadora por ruedas.
Cintacl	%M137	Actuador	Controla la cinta justo después del sensor de visión.
VS	%MW7	Sensor	Devuelve un valor analógico según el objeto que detecte.
SM1...SM6	%M5...%M10	Sensor	Indica a los 6 brazos clasificadores cuando una pieza está delante de ellos.
Cmaqder...Cmaqder3	%M138...%M140	Actuador	3 cintas que transportan las piezas por los 3 brazos clasificadores de la derecha.
Cmaqiz...Cmaqiz3	%M141...%M143	Actuador	3 cintas que transportan las piezas por los 3 brazos clasificadores de la izquierda.
Cmaq1...Cmaq6	%M144...%M149	Actuador	Cada una de las 6 cintas que transportan piezas a las 6 máquinas.
Cbarr1...Cbarr6	%M156...%M161	Actuador	Cada una de las seis cintas de los seis brazos que ayudan a la pieza a desviarse
Barr1...Barr6	%M150...%M155	Actuador	Cada una de los seis brazos móviles pivota cuando se activan estas señales
Puerta1...Puerta6	%M11...%M16	Señal de proceso	Indica cuando la puerta de la máquina CNC está abierta.
cerrb1...cerrb6	%M17, %M24, %M31, %M38, %M45, %M52	Señal de proceso	Posicionadoras de las 6 bases están cerradas.

Nombre de variable(s)	Dirección	Tipo	Breve descripción
cerrt1...cerrt6	%M18, %M25, %M32, %M39, %M46, %M53	Señal de proceso	Posicionadoras de las 6 tapas están cerradas.
limlev1...limlev6	%M19, %M26, %M33, %M40, %M47, %M54	Señal de proceso	Indica cuando la Posicionadora se encuentra en su límite inferior o superior vertical.
posx1...posx6	%M20, %M27, %M34, %M41, %M48, %M55	Señal de proceso	Indica cuando los pick and place de 2 ejes están moviéndose en horizontal.
posz1...posz6	%M21, %M28, %M35, %M42, %M49, %M56	Señal de proceso	Indica cuando los pick and place de 2 ejes están moviéndose en vertical.
Sbase1...Sbase6	%M22, %M29, %M36, %M43, %M50, %M57	Sensor	Sensores que indican la proximidad de una base a las posicionadoras.
Stapa1...Stapa6	%M23, %M30, %M37, %M44, %M51, %M58	Sensor	Sensores que indican la proximidad de una tapa a las posicionadoras.
Pbase1...Pbase6	%M162...%M167	Actuador	Dan la orden de cerrar pinzas de las posicionadoras de las bases.
Ptapa1...Ptapa6	%M168...%M173	Actuador	Dan la orden de cerrar las pinzas de las posicionadoras de las tapas
despx1...despx6	%M174...%M179	Actuador	Da la orden de desplazar el pick and place en horizontal hasta el límite. Dejar de activar la señal causa su retracción
despz1...despz6	%M180...%M185	Actuador	Da la orden de desplazar el pick and place en

Nombre de variable(s)	Dirección	Tipo	Breve descripción
			vertical hasta el límite. Dejar de activar la señal causa su retracción
coger1...coger6	%M186...%M191	Actuador	Da la orden de activar la ventosa del pick and place para coger un objeto que se encuentre inmediatamente pegado al final del brazo. Dejar de activar la señal causa que la pieza se suelte
levantar1...levantar6	%M192...%M197	Actuador	Levanta la Posicionadora para permitir el paso de la pieza ya ensamblada
tapas1...tapas6	%M198...%M203	Actuador	Activa la señal para solicitar otra tapa para ensamblaje
Pierr1...Pierr2	%M59, %M60	Sensor	Estos sensores se activan cuando el sistema está completamente activo y no se puede hacer cargo de todo el material así que es transportado aquí.
Emitter1, Emitter3	%M204, %M205	Señal de control	Disponen de nuevas piezas a la recepción del producto como parte de la recirculación del material no manufacturado

Parte 2: Centro de gestión

Tabla 10. Señales del centro de gestión. Elaboración propia.

Nombre de variable(s)	Dirección	Tipo	Breve descripción
Sent	%QX0.0	Sensor	Sensor retroreflectivo normalmente en TRUE. Detecta cajas de paletizadora en la cinta de entrada.
cinten	%QX12.4	Actuador	Controla la cinta de entrada a la paletizadora.
cinpal	%QX12.5	Actuador	Mueve la cinta integrada en la paletizadora.
barram	%QX12.6	Actuador	Activa la barra capaz de rotar las cajas 90 grados.
pusher	%QX12.7	Actuador	Activa el empujador de la paletizadora para desplazar las cajas a la plataforma de carga.
limitepusher	%QX0.1	Señal de proceso	Indica cuando el empujador de la paletizadora está en su límite superior o inferior.
pinza	%QX13.0	Actuador	Activa la pinza que comprime las cajas antes de descargarlas sobre el palé.
pinzado	%QX0.2	Señal de proceso	Indica que la pinza se ha extendido al máximo.
base	%QX13.1	Actuador	Abre la plataforma de descarga para dejar las cajas sobre el palé.
baseab	%QX0.3	Señal de proceso	Indica que la

Nombre de variable(s)	Dirección	Tipo	Breve descripción
			plataforma de descarga se encuentra completamente cerrada o abierta.
Rodpale	%QX13.2	Actuador	Mueve los rodillos que transporten los palés hasta la paletizadora.
Rodpal	%QX13.3	Actuador	Mueve las cadenas del pequeño ascensor dentro de la paletizadora para
palesent	%QX0.4	Sensor	Sensor retroreflectivo normalmente en TRUE. Detecta palés a la entrada de la paletizadora.
palesfront	%QX0.5	Sensor	Sensor capacitivo que detecta la proximidad de un palé, que indica que está completamente dentro del ascensor de la paletizadora.
palarr	%QX13.4	Actuador	Transporta verticalmente el ascensor de la paletizadora una pequeña distancia hacia arriba.
paleab	%QX13.5	Actuador	Transporta verticalmente el ascensor de la paletizadora una pequeña distancia hacia abajo.
limite	%QX15.1	Actuador	Modifica palearr paleab para que el desplazamiento vertical sea hasta el límite vertical del ascensor de la paletizadora
palesal	%QX0.6	Sensor	Sensor retroreflectivo

Nombre de variable(s)	Dirección	Tipo	Breve descripción
			normalmente en TRUE. Detecta palés a la salida de la paletizadora.
rodtrans1...rodtrans3	%QX13.7, %QX14.0, %QX14.1	Actuador	Transportan los palés ya cargados desde la paletizadora hasta el ascensor.
flow	%QX0.7	Sensor	Detecta palés a punto de entrar cerca del sensor de altura.
senalt	%MW0	Sensor analógico	Devuelve un número entero según la altura que tenga el palé que pasa por él
rodascen1...rodascen2	%QX14.2, %QX14.3	Actuadores	Rodillos que transportan el palé hasta dentro de la plataforma del ascensor.
platder	%QX1.1	Sensor	Sensor retroreflectivo normalmente en TRUE. Detecta palés a la salida del ascensor.
platiz	%QX1.0	Sensor	Sensor retroreflectivo normalmente en TRUE. Detecta palés a la entrada del ascensor.
UP	%QX14.4	Actuador	Transporta la plataforma vertical del ascensor hacia arriba.
Down	%QX14.5	Actuador	Transporta la plataforma vertical del ascensor hacia abajo.
Slow	%QX14.6	Actuador	Ralentiza la velocidad de las señales UP o Down al 20% de la velocidad original.
Down1	%QX1.2	Sensor	Sensor inductivo de proximidad que detecta la cercanía de la

Nombre de variable(s)	Dirección	Tipo	Breve descripción
			plataforma antes de llegar a la segunda altura
Down2	%QX1.3	Sensor	Sensor inductivo de proximidad que detecta la cercanía de la plataforma antes de llegar a la segunda altura
Up1	%QX1.4	Sensor	Sensor inductivo de proximidad que detecta la cercanía de la plataforma al llegar a la primera altura
Up2	%QX1.5	Sensor	Sensor inductivo de proximidad que detecta la cercanía de la plataforma al llegar a la segunda altura
senprimero	%QX1.6	Sensor	Sensor retroreflectivo normalmente en TRUE. Detecta palés a la salida de la plataforma del ascensor a la primera altura.
sensegundo	%QX1.7	Sensor	Sensor retroreflectivo normalmente en TRUE. Detecta palés a la salida de la plataforma a la segunda altura.
pbaja	%QX2.0	Sensor	Sensor inductivo de proximidad que detecta la cercanía de la plataforma al llegar a la planta baja

Parte 3: Comunicación.

Tabla 11. Señales implicadas en la comunicación entre autómatas. Elaboración propia.

Nombre de variable(s)	Dirección	Tipo	Breve descripción
Producción[0,1]		Señal de proceso	Vector que cuando se produce una pieza en el centro de manufactura y de qué tipo
producción_pales[0,1]		Señal de proceso	Vector que indica cuando un palé ha sido clasificado en el centro de gestión y a que altura
produp		Señal de proceso	Señal que indica cuando se ha producido



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

AUTOR: HÉCTOR ZARAGOZÁ PAJARÓN

TUTOR: RAÚL SIMARRO FERNANDEZ

Selección

Curso Académico: 2017-18

INTRODUCCIÓN Y RESUMEN DE LOS CAPÍTULOS

Parte 1: Introducción

Siendo este trabajo un proyecto de evaluación de diseño, es necesario calcular el importe que se cobrará al cliente por este. Como dicen María Carmen González cruz y otros (2015), el presupuesto es el documento que refleja el coste del proyecto, es decir, la inversión necesaria para llevarlo a cabo. Para reflejar el coste de este en una evaluación de diseño se ha llevado a cabo este documento, donde se supone que se han realizado dos meses de trabajo con equipo de hardware a amortizar en un lustro. Recordemos que los PLCs son parte del proyecto y se cobran al cliente enteramente porque se le entregan junto con la evaluación de diseño.

Este presupuesto ha supuesto una evaluación de diseño especializada en proyectos de automatización y que dispone de antemano del software que se ha utilizado para el estudio del proyecto. También se ha considerado que en este proyecto han trabajado 2 ingenieros contratados; aunque el trabajo de fin de grado sea individual.

Parte2: Resumen de los capítulos

Además del capítulo introductorio, este presupuesto dispone de:

- Un capítulo del listado de unidades de obra con su respectivo estado de mediciones para determinar la cantidad de cada unidad de obra que necesitaremos en el proyecto.
- Cada uno de los cuadros de precios que dispone el presupuesto para la estimación del coste total del proyecto.
- Los presupuestos parciales para cada unidad de obra de acuerdo con el estado de mediciones
- El presupuesto de ejecución material, el presupuesto de ejecución por contrata y el presupuesto base de licitación.

ESTADO DE MEDICIONES

Tabla 1. Estado de mediciones. Elaboración propia.

Unidad de obra	Medición
Gastos de personal del proyecto de evaluación de diseño.	2 ingenieros
Licencias de software para la simulación y programación.	2 meses de licencia
Hardware utilizado en el proceso de realización del proyecto.	1 unidad

CUADROS DE PRECIOS

Cuadro de precios nº 1: Jornales

Tabla 2. Cuadro de precios nº 1. Elaboración propia.

Categoría del empleado	Jornal
Ingeniero industrial	1800€/mes

Cuadro de precios nº 2: Precio de los materiales.

Tabla 3. Cuadro de precios nº 2. Elaboración propia.

Material utilizado	Precio
PC HP Z440 Workstation	1412,91€/unidad
Licencia Factory I/O Modbus edition	144€/año
Licencia Unity Pro	2261,82€/año
Licencia SoMachine	Gratuito
MODICON TSX-Premium	1543,47€/unidad
Componete1	104,62€/unidad
Componente 2	232,98€/unidad
Componente 3	1205,87€/unidad
PLC TM241CE40R	184,8€/unidad

Cuadro de precios nº 4: Precios descompuestos

Tabla 4. Mes de programación y diseño del sistema automático. Elaboración Propia

Descripción	Precio	Rendimiento	Importe
Licencia Factory I/O	144€	1/12	12€
Licencia Unity Pro	2261,82€	1/60	39,7€
Licencia SoMachine	Gratuito	Gratuito	Gratuito
Costes directos complementarios	2%		1,04€
Costes Indirectos	3%		1,59€
Total			54,33€/mes

Tabla 5. Unidad de hardware utilizado para simulación tipo “Hardware in the Loop”.

Elaboración Propia

Descripción	Precio	Rendimiento	Importe
PC modelo HP Z440 Workstation	1412,91€	2 unidades *2 meses/60 meses	94,2€
PLC MODICON TSX- Premium	1543,47€	1 unidad	1543,47€
PLC TM241CE40R	184,8€	1 unidad	184,8€
Costes directos complementarios	2%		36,45€
Costes Indirectos	3%		55,77€
Total			1914,69€/unidad

Cuadro de precios nº 3: Precios unitarios

Tabla 6. Cuadro de precios nº 3. Elaboración Propia

Unidad de Obra	Precio Unidad de Obra
Mes de programación y diseño del sistema automático	54,33€/mes
Unidad de hardware utilizado para simulación tipo “Hardware in the Loop”.	1914,69€/unidad

PRESUPUESTOS PARCIALES

Tabla 7. Presupuestos parciales. Elaboración propia.

Unidad de Obra	Importe	Medición	Total
Mes de programación y diseño del sistema automático	54,33€/mes	2	108,66€
Unidad de hardware utilizado para simulación tipo "Hardware in the Loop".	1914,66€/unidad	1	1914,69€
Total			2023,35€

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL Y POR CONTRATA

Tabla 8. PEM, PEC y PBL. Elaboración Propia.

Presupuesto de Ejecución Material	2023,35€
20% de Gastos Generales	404,67€
Suma	2428,02€
6% Beneficio Industrial	145,68€
Presupuesto de ejecución por contrata	2573,71€
IVA (21%)	540,48€
Presupuesto Base de Licitación	3114,19€



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

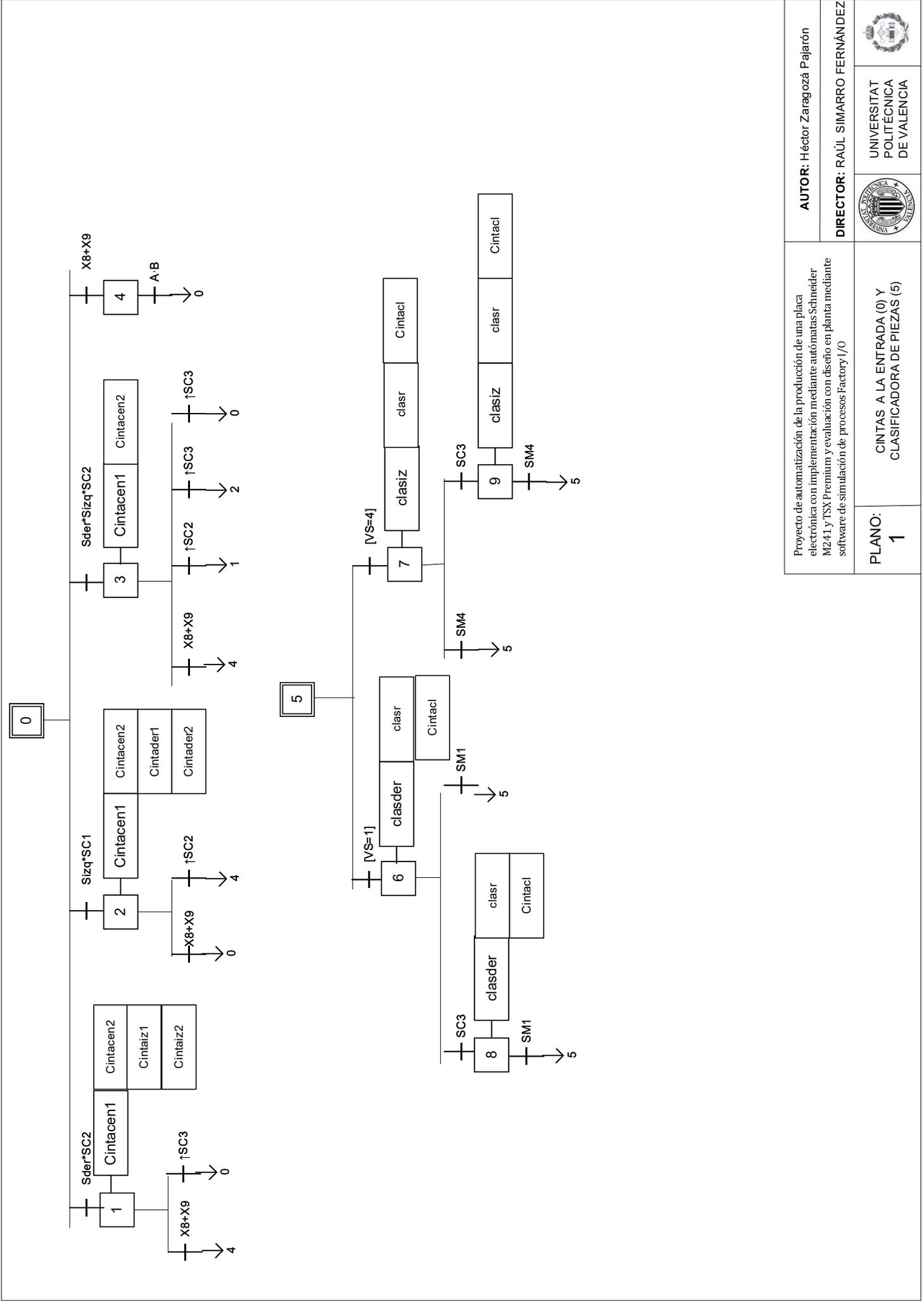
PLANOS DEL PROYECTO

AUTOR: HÉCTOR ZARAGOZÁ PAJARÓN

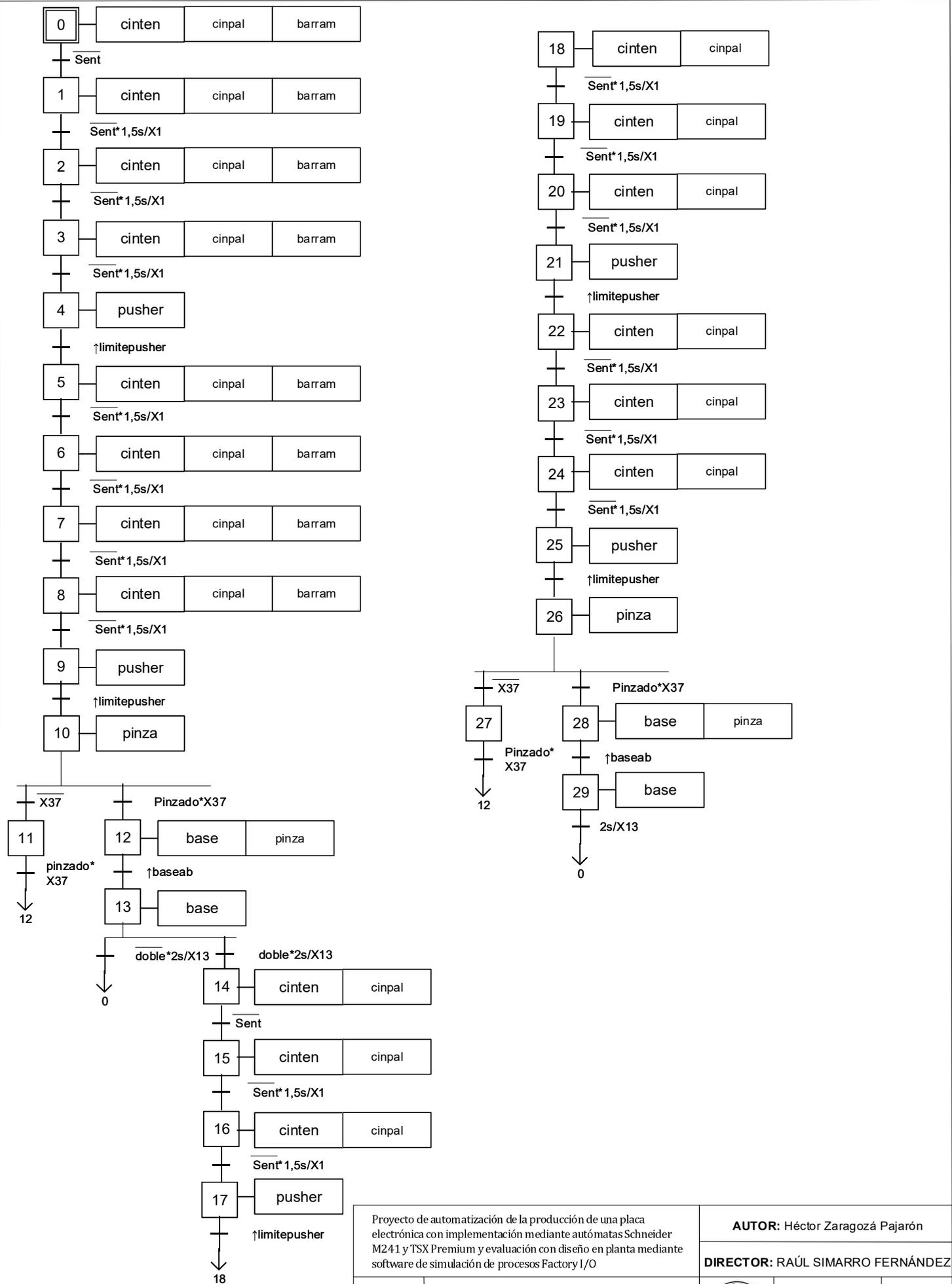
TUTOR: RAÚL SIMARRO FERNANDEZ

Selección

Curso Académico: 2017-18



<p>AUTOR: Héctor Zaragoza Pajarón</p>	<p>Proyecto de automatización de la producción de una placa electrónica con implementación mediante autómatas Schneider M241 y TSX Premium y evaluación con diseño en planta mediante software de simulación de procesos Factory I/O</p>
<p>DIRECTOR: RAÚL SIMARRO FERNÁNDEZ</p>	<p>PLANO: 1</p>
 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	<p>CINTAS A LA ENTRADA (0) Y CLASIFICADORA DE PIEZAS (5)</p>



Proyecto de automatización de la producción de una placa electrónica con implementación mediante autómatas Schneider M241 y TSX Premium y evaluación con diseño en planta mediante software de simulación de procesos Factory I/O		AUTOR: Héctor Zaragoza Pajarón	
PLANO: 4		DIRECTOR: RAÚL SIMARRO FERNÁNDEZ	
PARTE SUPERIOR DE LA PALETIZADORA, ENTRADA DE LAS CAJAS(0)			