



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

Máster en Informática Industrial

MASTER EN INFORMÁTICA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Simulación de una instalación de un proceso industrial.
PLC, Robot e IHM, mediante OPC

Autor: Rocío Pérez Fernández
Tutor: D. Eduardo Moya de la Torre y Alberto Herreros López
Tutor: D. David Rebordinos García

Valladolid, Junio, 2016



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

Máster en Informática Industrial

MASTER EN INFORMÁTICA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Simulación de una instalación de un proceso industrial.
PLC, Robot e IHM, mediante OPC

Autor: Rocío Pérez Fernández
Tutor: D. Eduardo Moya de la Torre y Alberto Herreros López
Tutor: D. David Rebordinos García

Valladolid, Junio, 2016

Palabras clave:

Simulación, OPC (OLE for Process Control), STEP 7, Totally Integrated Automation (TIA) Portal, RobotStudio, ABB, Siemens, controlador lógico programable (PLC), interface hombre máquina (IHM)

Resumen.

El objetivo del presente proyecto es la realización de una instalación de un proceso industrial y la simulación del mismo.

Se dispone de una isla robotizada con los siguientes elementos: tres cintas transportadoras, cinco topes y un robot.

Para programar el funcionamiento de la isla y la simulación de su comportamiento se dispone de STEP 7 y TIA Portal para la programación del PLC y del simulador respectivamente y del IHM del operador

El simulador posee las opciones para configurar el tipo de pieza, puede ser pieza buena o mala, y se puede configurar su código de pieza para controlar dos, tres o cuatro taladros de la pieza. A través del simulador se puede iniciar el ciclo completo de simulación o sin el ciclo activo simular las presencias de los elementos y los defectos posibles de la instalación.

A través del IHM se puede observar el estado del ciclo automático, el número de piezas no trabajadas, buenas o malas, configurar el número de ciclo de cada pieza con su trabajo, visualizar los defectos entre otras opciones.

Keywords: Simulación, OPC, Step 7, TIA Portal, RobotStudio, ABB, Siemens.

Abstract.

The objective of this Project is carrying out an industrial process system and simulate it. We have a robotic cell formed by: three transporters, five blocks and one robot.

Step 7 is used to program the cell operation and to simulate its performance, RobotStudio software is used to program the robotic operation, we use Step 7 software to program the PLC and TIA Portal is used to program the simulator and the HMI.

The simulator has the options to configure the type of part: good part, bad part or no-work part. Also it is possible to configure its part code to control 2, 3 or 4 drills.

Using the simulator the complete cycle of the simulation can be started or without the active cycle it is possible to simulate the presence of the elements one by one and all the possible defects of the installation.

In the HMI we can view the state of the automatic cycle, count number of good part, bad part or no-work part, to configure the part's number whit it is working, to see defects and many more options.

ÍNDICE CONTENIDOS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
1. Introducción y objetivos.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Objetivos.....	2
1.4. Estructura de la memoria.....	3
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN Y ESTADO DE LA TÉCNICA.	5
1. Concepto simulación.....	7
2. Ventajas e inconvenientes de la simulación.	8
3. Tecnología OPC.....	9
3.1. ¿Qué es la tecnología OPC?	9
3.2. Funcionamiento.	10
3.3. OPC interconexión entre TIA Portal, Step7 y RobotStudio.	11
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO Y ESTUDIO DE LA SOLUCIÓN	21
1. Proyecto de simulación.	23
2. Estudio ingeniería software de la isla.....	24
2.1. Requisitos.	24
2.2. Casos de uso.....	27
2.3. Descripción casos de uso.....	28
2.4. Diagramas de flujos	37
4. Estudio ingeniería software de simulación IHM.....	39
4.1. Requisitos.	39
4.2. Casos de uso.....	42
4.3. Descripción casos de uso.....	43
5. Estudio de seguridad.....	50
5.1. Seguridad y riesgos.....	50
5.2. Elementos de seguridad.....	50
5.3. Software PASCAL.	51
5.4. Creación del proyecto de seguridad de la isla robotizada.	51
5.5. Informe de la seguridad de la isla con software PASCAL	56

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	57
1. Programación en Step 7.....	59
1.1. Introducción.....	59
1.2. Descripción del entorno.....	60
1.3. Estructura de programa y diseño.....	63
2. Programación en TIA Portal.....	65
2.1. Introducción.....	65
2.2. Descripción del entorno.....	65
2.3. Configuración y estructura del proyecto en TIA Portal.	69
3. Programación en RobotStudio.....	77
3.1. Introducción.....	77
3.2. Descripción del entorno.....	77
CAPÍTULO V: RESULTADOS	83
1. Resultados.....	85
CAPÍTULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO	93
1. Estudio económico.....	95
1.1. Introducción.....	95
1.2. Costes directos	95
1.2.1. Coste de personal	95
1.2.2. Costes de materiales no amortizables.....	97
1.2.3. Costes directos totales.....	97
1.2.4. Costes de materiales amortizables	98
1.2.5. Costes directos totales	99
1.3. Costes indirectos	99
1.4. Costes totales.....	99
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....	101
1. Conclusiones y líneas futuras.....	103
1.1. Conclusiones	103
1.2. Líneas futuras.....	104
CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXO I: ESTUDIO SEGURIDAD	109

ÍNDICE FIGURAS

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN Y ESTADO DE LA TÉCNICA. 5

<i>Imagen 2-1. Conexión programas cliente-servidor</i>	11
<i>Imagen 2-2. Captura de pantalla icono PLCSim</i>	12
<i>Imagen 2-3. Configuración y estado del simulador PLCSim</i>	12
<i>Imagen 2-4. Creación nueva conexión OPC RobotStudio</i>	13
<i>Imagen 2-5. Pantalla búsqueda servidores OPC RobotStudio</i>	13
<i>Imagen 2-6. Creación conexión OPC RobotStudio</i>	14
<i>Imagen 2-7. Start OPC RobotStudio</i>	14
<i>Imagen 2-8. Opción Crear controlador RobotStudio</i>	15
<i>Imagen 2-9. Creación controlador</i>	15
<i>Imagen 2-10 Opciones controlador</i>	15
<i>Imagen 2-11. Opción OPC del controlador de RobotStudio</i>	16
<i>Imagen 2-12. Inicialización controlador RobotStudio</i>	16
<i>Imagen 2-13 Pantalla creación variables simuladas RobotStudio</i>	17
<i>Imagen 2-14 Arranque en caliente controlador RobotStudio</i>	17
<i>Imagen 2-15 Pantalla creación variables RobotStudio</i>	18
<i>Imagen 2-16 Configuración variables OPC RobotStudio</i>	18
<i>Imagen 2-17. Opción conexiones TIA Portal</i>	19
<i>Imagen 2-18 Conexión TIA Portal con PLC</i>	19
<i>Imagen 2-19 Configuración IP's conexiones</i>	20
<i>Imagen 2-20. Conexión TIA Portal con RobotStudio</i>	20

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO Y ESTUDIO DE LA SOLUCIÓN 21

<i>Imagen 3-1. Diagrama de flujo isla</i>	37
<i>Imagen 3-2. Diagrama flujo robot</i>	38
<i>Imagen 3-4.Caso de uso simulación</i>	41
<i>Imagen 3-4. Nivel PLr elementos móviles</i>	50
<i>Imagen 3-5. Nivel PLr riego aplastamiento</i>	50
<i>Imagen 3-6. Creación estudio seguridad</i>	51
<i>Imagen 3-7. Nivel riesgo parada emergencia</i>	52
<i>Imagen 3-8. Elemento parada emergencia</i>	52
<i>Imagen 3-9. Elementos relés y contactores</i>	53
<i>Imagen 3-10. Configuración autodiagnóstico</i>	53
<i>Imagen 3-11. Configuración CCF</i>	53
<i>Imagen 3-12. Resultado PLr parada emergencia</i>	54
<i>Imagen 3-13. Plr puerta seguridad</i>	54
<i>Imagen 3-14. Elementos relés y contactores</i>	55
<i>Imagen 3-15. Configuración autodiagnóstico</i>	55
<i>Imagen 3-16. Configuración CCF</i>	55
<i>Imagen 3-17. Resultado PLr puerta de acceso</i>	56

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS. 57

<i>Imagen 4-1. Estructura PLC, fuente Siemens</i>	59
<i>Imagen 4-2. Entorno SImatic Manager</i>	60
<i>Imagen 4-3. Árbol proyecto PLC</i>	60
<i>Imagen 4-4. Opción hardware</i>	61
<i>Imagen 4-5. Visualización online</i>	61
<i>Imagen 4-6. Boques de programación</i>	61
<i>Imagen 4-7. Configuración símbolos</i>	62

<i>Imagen 4-8. Icono PLCSim</i>	62
<i>Imagen 4-9. Ajuste tipo comunicación PLC</i>	62
<i>Imagen 4-10. Pantalla inicial</i>	66
<i>Imagen 4-11. Árbol proyecto</i>	67
<i>Imagen 4-12. Configuración hardware TIA Portal</i>	67
<i>Imagen 4-13. Opciones TIA Portal</i>	68
<i>Imagen 4-14. Icono simulación pantalla IHM operador</i>	68
<i>Imagen 4-15. Icono simulación Simulador</i>	69
<i>Imagen 4-16. Configuración hardware pantalla operador I</i>	69
<i>Imagen 4-17. Configuración hardware pantalla operador II</i>	70
<i>Imagen 4-18. Configuración hardware pantalla operador III</i>	70
<i>Imagen 4-19. Configuración hardware pantalla simulador I</i>	71
<i>Imagen 4-20. Configuración hardware pantalla simulador I</i>	71
<i>Imagen 4-21. Configuración hardware pantalla simulador II</i>	72
<i>Imagen 4-22. Configuración hardware plc proxy I</i>	72
<i>Imagen 4-23. Actualización plc proxy I</i>	73
<i>Imagen 4-24. Actualización plc proxy II</i>	73
<i>Imagen 4-25. Actualización plc proxy III</i>	73
<i>Imagen 4-26. Conexión hardware I</i>	74
<i>Imagen 4-27. Conexión hardware II</i>	74
<i>Imagen 4-28. Conexión hardware II</i>	74
<i>Imagen 4-29. Conexión hardware III</i>	74
<i>Imagen 4-30. Conexión hardware VI</i>	75
<i>Imagen 4-31. Conexión hardware V</i>	75
<i>Imagen 4-32. Conexión hardware VI</i>	76
<i>Imagen 4-33. Conexión hardware VII</i>	76
<i>Imagen 4-34. Página inicial RobotStudio</i>	77
<i>Imagen 4-35. Insertar nuevo Robot</i>	78
<i>Imagen 4-36. Insertar nuevo controlador RobotStudio</i>	78
<i>Imagen 4-37. Opciones RobotStudio</i>	79
<i>Imagen 4-38. Configuración y opciones componentes inteligentes.</i>	79
<i>Imagen 4-39. Propiedades componentes inteligentes I</i>	79
<i>Imagen 4-40. Propiedades componentes inteligentes II</i>	80
<i>Imagen 4-41. Diseño componentes inteligentes</i>	80
<i>Imagen 4-42. Iconos simulación RobotStudio</i>	80
<i>Imagen 4-43. Flexpendant</i>	81
<i>Imagen 4-44. Pantalla programación robot</i>	81

CAPÍTULO V: RESULTADOS 83

<i>Imagen 5-1. Pantalla Simulador</i>	85
<i>Imagen 5-2. Pantalla panel de control de simulación</i>	86
<i>Imagen 5-3. Pantalla defectos panel operador</i>	86
<i>Imagen 5-4. Pantalla panel de control simulación en marcha</i>	87
<i>Imagen 5-5. Pantalla configuración ciclo pieza IHM</i>	88
<i>Imagen 5-6. Pantalla sinóptico estado simulación</i>	88
<i>Imagen 5-7. Pantallas simulación estado ciclo automático</i>	89
<i>Imagen 5-8. Pantalla simulación estado elementos</i>	89
<i>Imagen 5-9. Simulación RobotStudio ciclo automático</i>	90
<i>Imagen 5-10. Pantallas simulación detectores</i>	90
<i>Imagen 5-11. Pantalla IHM operador, estado máquina</i>	91

ÍNDICE TABLAS

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO Y ESTUDIO DE LA SOLUCIÓN 21

<i>Tabla 3-1. Casos de uso 1 isla</i> _____	29
<i>Tabla 3-2. Casos de uso 2 isla</i> _____	30
<i>Tabla 3-3. Caso de uso 3 isla</i> _____	31
<i>Tabla 3-4. Caso de uso 4 isla</i> _____	32
<i>Tabla3-5. Caso de uso 5 isla</i> _____	33
<i>Tabla 3-6. Caso de uso 6 isla</i> _____	34
<i>Tabla 3-7. Caso de uso 7 isla</i> _____	35
<i>Tabla 3-8. Caso de uso 8 isla</i> _____	36
<i>Tabla 3-9. Caso de uso 1 simulación</i> _____	43
<i>Tabla 3-10. Caso uso 2 simulación</i> _____	44
<i>Tabla 3-11 .Caso uso 3 simulación</i> _____	45
<i>Tabla 3-12. Caso uso 4 simulación</i> _____	46
<i>Tabla 3-13 Caso uso 6 simulación</i> _____	48

CAPÍTULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO 93

<i>Tabla 6-1. Horas efectivas por año</i> _____	94
<i>Tabla 6-2. Sueldo anual</i> _____	95
<i>Tabla 6-3. Coste por hora</i> _____	95
<i>Tabla 6-4. Tiempo dedicado a cada actividad</i> _____	95
<i>Tabla 6-5. Sueldo total del personal</i> _____	96
<i>Tabla 6-6. Total costes no amortizables</i> _____	96
<i>Tabla 6-7. Coste total directos</i> _____	96
<i>Tabla 6-8. Estimación de costes del material amortizable</i> _____	97
<i>Tabla 6-9. Total costes de amortización</i> _____	97
<i>Tabla 6-10. Costes total directos</i> _____	98
<i>Tabla 6-11. Total de gastos indirectos</i> _____	98
<i>Tabla 6-12. Coste total del proyecto</i> _____	98

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. Introducción y objetivos.

1.1. Introducción.

La simulación es un acto que consiste en imitar o fingir la realización de ciertas actividades aunque realmente no se estén llevando a cabo.

En el ámbito de la industria existe la simulación de procesos industriales. Es la imitación de la realidad de procesos que más adelante estarán implantados. Se realiza mediante varias herramientas de manera que se simplifique el proceso y se haga más entendible.

Los fabricantes poseen varias herramientas para poder simular el funcionamiento de sus dispositivos, de manera que se pueda probar su funcionamiento, su forma de encender el dispositivo, de programarlo sin la necesidad de tenerlo físicamente. Una vez probado en simulación se vuelve más fácil trabajar con dichos dispositivos.

En la industria se pueden encontrar diversas herramientas de simulación, ya sean para simulación de procesos completos, como para herramientas o dispositivos específicos, como por ejemplo, VirtualPlant, PlantSimulation, Factory I/O RobotStudio, SafeConfig, Flexsim, LabView entre otros.

La simulación es en una ciencia basada principalmente en la tecnología de los ordenadores, por ello, los continuos avances informáticos y tecnológicos de los elementos que componen los computadores, hace que los sistemas de simulación sean cada día más potentes y rápidos, así como más fáciles de programar por personas que no tengan un gran conocimiento sobre todos los software de simulación.

Por este motivo cada día se utilizan más la simulación de los procesos industriales antes de su implantación, contribuyendo así al ahorro de tiempo en el momento del montaje y puesta en marcha de la instalación, corrigiendo errores de programación que no se podrían ver sin poner en marcha la máquina y mejorando el proceso.

Con todo esto se consigue un aumento de la productividad, de la calidad de la programación de la instalación y que el coste de puesta en funcionamiento de una instalación se reduzca, además de conseguir mejoras en la funcionalidad.

Además de en el ámbito de la industria, la simulación tiene grandes beneficios en el ámbito de la educación. Se pueden utilizar las diversas herramientas existentes para enseñar a los alumnos a programar y a comprobar el buen o mal funcionamiento de lo programado mediante simulación, en el caso de no poseer de las herramientas físicas para poder realizarlo.

Como se ve en el presente proyecto, se pueden interconectar las diversas herramientas de simulación de distintos fabricantes, de manera que se pueda realizar la programación de una instalación completa y comprobar su funcionamiento sin la necesidad de tenerla físicamente, de manera que facilita y contribuye al aprendizaje.

El presente proyecto se centra en la simulación de una instalación, compuesta por un controlador PLC, una pantalla operador IHM y un manipulador Robot, y en la programación del funcionamiento de la misma. Esta simulación se puede aplicar a un proyecto real de la industria así como para la enseñanza de los alumnos, tanto para programar como para determinar cómo está estructurado un proyecto completo y las partes que lo componen.

1.2. Antecedentes

Actualmente, en el ámbito de la industria, la simulación se aplica sobre todo para procesos de gran envergadura mediante herramientas específicas que facilitan los fabricantes que integran todos los elementos de la instalación. La simulación de los procesos antes de la puesta en marcha no se suele realizar en muchas ocasiones ni en los proyectos pequeños, en éstos se prueban y se ponen en marcha en el taller y se van depurando y mejorando la programación a pie de obra. Algunos de los motivos por los que no se utiliza la simulación de procesos son por el coste elevado de tiempo que antes suponía la simulación de una instalación y por la imposibilidad de comunicar virtualmente todas las herramientas de diferentes fabricantes.

En el ámbito académico se enseña la programación de las diversas interfaces de cada marca y la simulación con las mismas, pero no la simulación de un proceso completo con la integración de todas las partes. Esto es debido a que cada asignatura se centra en una herramienta en concreto que no dispone de todas las posibilidades para realizar una simulación completa.

1.3. Objetivos.

Los objetivos del presente proyecto son los siguientes:

- Conectar las herramientas de programación más habituales y más utilizadas en la industria para la realización de una instalación completa. Estas herramientas tienen su propia interfaz y lenguaje de programación, así como su propia simulación. Se va a realizar la simulación conjunta de todas las herramientas.
- Programar el funcionamiento de la instalación de manera que quede estructurado y se pueda mantener en los distintos lenguajes de programación.
- Estudio y desarrollo de los requisitos de un proyecto industrial.

Este proyecto se puede integrar en cualquier asignatura del presente máster que incluya la simulación de procesos, de manera que los programas tratados en asignaturas anteriores se conecten y conformen un proceso, así como realizar la simulación en diferentes entornos de programación utilizando la misma tecnología que se explica a continuación.

También puede ser utilizado para que los alumnos ensayen con un proceso real a través de la simulación, interactúen en los distintos elementos y mejoren la programación del mismo.

Se realiza mediante la programación de varios programas:

- STEP 7 Siemens, donde se programará el funcionamiento del autómatas, que será el maestro dentro de la red de la instalación.
- Rapid RobotStudio ABB, donde se programará el funcionamiento del robot.
- TIA Portal Siemens, donde se programará el funcionamiento de la pantalla de operador IHM y se realizará la simulación.

La elección de los programas se ha realizado en función del alto grado de utilidad en trabajos de industria, son software que poseen un lenguaje de programación sencillo y simple, poseen herramientas que facilitan la utilización y entendimiento, y su interfaz es fácilmente comprensible.

Además son software que están en continuo desarrollo, ampliando sus capacidades y técnicas de innovación para facilitar el proceso de programación.

Para poder interconectar los distintos simuladores y herramientas de programación se utilizan las siguientes técnicas:

- La conexión entre TIA Portal y RobotStudio se realiza mediante tecnología OPC. TIA Portal se comporta como cliente OPC del servidor OPC de RobotStudio.
- La conexión entre TIA Portal y STEP 7 se realiza mediante conexión entre el simulador PLCSim que actúa como servidor OPC y TIA Portal que es cliente OPC. La conexión con las variables de STEP 7 se realiza mediante conexión PLC Proxy como se explica más adelante.

A continuación se realiza el estudio de ingeniería del software de la isla completa y se realiza el estudio de ingeniería del software del simulador.

También se realiza una introducción a la herramienta y al tipo de programación de cada interfaz y la programación de cada parte por separado.

Para finalizar y comprobar los objetivos se realiza la simulación del proceso.

1.4. Estructura de la memoria.

El proyecto está dividido en dos partes fundamentales, estas son:

- 1- La parte de estudio de ingeniería del software, tanto de la parte de programación del funcionamiento de la isla, como la parte de programación de funcionamiento del simulador.
- 2- La parte realización de la programación de los dos sistemas y la conexión entre ellos.

La estructura de este proyecto está organizada de manera resumida de la siguiente manera:

Capítulo I: Introducción y Objetivos. Se expone una pequeña introducción del tema a desarrollar en el proyecto, así como los objetivos a alcanzar tras la realización del mismo y la estructura seguida.

Capítulo II: Descripción y estado de la técnica. Simulación, tecnología OPC. Se explica el concepto de simulación de una forma genérica. Se realiza una descripción de la tecnología a utilizar para la realización de simulaciones. Se detallan las ventajas y los inconvenientes del uso de simulación tanto en el ámbito académico como industrial.

Capítulo III: Planteamiento y estudio de la solución. Está centrado en el estudio y desarrollo de un proyecto de simulación industrial, es decir, en el análisis de ingeniería del

software de la parte de la isla. Se exponen los requisitos a conseguir, los diagramas de flujo del sistema, el diseño, la estructura entre otros.

Capítulo IV: Metodología utilizada y herramientas utilizadas. Se centra en la parte de programación. Se realiza una pequeña introducción a las herramientas de simulación y su entorno de desarrollo y finalmente se realiza la programación de los sistemas

Capítulo V: Resultados .Se realiza una explicación de los resultados obtenidos y las pruebas realizadas para la puesta en marcha y utilización del software, verificando que la isla y la simulación cumplen los objetivos propuestos.

Capítulo VI: Estudio económico. Se realiza una estimación de los costes económicos derivados de la realización de este proyecto.

Capítulo VII: Conclusiones y líneas futuras. Se exponen las conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto, las futuras líneas de actuación para mejorar el presente proyecto.

Capítulo VII: Bibliografía. Se detalla las fuentes consultadas para la realización del proyecto.

Anexo I: Documentación del proyecto.

Se adjunta al presente proyecto, en formato electrónico en el CD la documentación de la memoria y su resumen.

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN Y ESTADO DE LA TÉCNICA.

1. Concepto simulación.

El concepto de simulación tiene varias definiciones, un conjunto de alguna de ellas es:

Herramienta que se utiliza para imitar el comportamiento de un sistema cuando se provoca en él cambios o estímulos exteriores. Se pretende ejecutar un modelo de un sistema real para observar su respuesta y su funcionamiento antes de implementarlo realmente.

Se llama sistema a cualquier objeto o conjunto de objetos de los cuales se desea estudiar sus propiedades, características, respuestas a estímulos y ejecución. Se compone de varios elementos que se relacionan entre ellos y con el entorno de manera que se obtiene un resultado u objetivo final.

Estas simulaciones se pueden desarrollar en diferentes plataformas o de diferentes maneras, ya sea con la creación de un sistema de maqueta, o con las diversas herramientas de programas software.

En el presente proyecto se realiza una simulación de un proceso industrial mediante software.

La simulación es una parte importante en el desarrollo de un sistema ya que si no se dispone del sistema real en el momento que se está programando el sistema, la simulación es la única técnica capaz de analizar el correcto funcionamiento o extraer fallos, aceptando introducir conductas externas aleatorias.

Gracias a la simulación se pueden obtener datos sobre los mecanismos del sistema, observar el comportamiento en diversas situaciones, mejorar el proceso, evitar errores...etc.

En el caso de la simulación del proceso industrial de este proyecto se va a realizar una simulación de un sistema de eventos discretos es decir, las variables que definen su estado cambian en un conjunto discreto de instantes de tiempo.

Dentro de la simulación se encuentran los siguientes elementos, que se asociarán a los elementos reales del proyecto:

- Entidades: Conjunto de objetos que constituyen o fluyen por el sistema. Existen entidades permanentes, aquellas que están presentes en el modelo durante la duración completa del experimento y entidades temporales, que entran en el modelo en un instante determinado, pasan a través de él, y le dejan algún tiempo más tarde

Robot, Cinta transportadora, Tope, Centraje, Pieza, Operario...

- Atributos: Características de las entidades, los adjetivos.
 - Robot: velocidad, tiempo de ciclo...
 - Cinta transportadora: velocidad, averías, longitud...
 - Tope: posición, presión,...
 - Pieza: tamaño, color, posición...
 - Operario: tiempo de reacción, tiempo de mantenimiento...
- Actividades: Acciones que realizan las entidades. Para poder realizar las actividades se suelen necesitar el trabajo conjunto de dos o más entidades. Estas actividades están estructuradas entre dos eventos, el que le precede y le da paso a su realización, y el que origina la finalización de la actividad. Transportar pieza, coger pieza, dejar pieza, subir posición, bajar posición...
- Eventos. Acciones que pueden cambiar el estado del sistema. Éstos pueden ser condicionales, si dependen de unas condiciones anteriores, o incondicionales, si suceden en un momento sin necesidad de condiciones exteriores. Estos eventos conllevan un cambio en el sistema con el cual se obtiene unas post-condiciones. Los eventos suelen dar paso al comienzo o al final de una actividad.
- Colas. Estados pasivos de una entidad que suceden mientras no tiene las condiciones para cambiar de estado. En la simulación de este tipo de sistemas son colas finitas, es decir la cola se llena con un número determinado. Se debe configurar el tiempo de espera y el número de entidades en ellas.
- Estado. Conjunto de variables para describir los aspectos de una entidad o sistema en un instante de tiempo, las condiciones de la entidad o del sistema que verifica si las acciones pueden ser realizadas o si se puede elegir entre varias posibles acciones.

Los estados cambian cuando suceden eventos. Mientras está realizándose una actividad el estado de ésta no cambia.

2. Ventajas e inconvenientes de la simulación.

Dentro de la simulación se pueden encontrar ventajas e inconvenientes de su utilización.

- Ventajas.
 - Ayudan a la toma de decisiones de la estructura y del funcionamiento del sistema.
 - Permiten experimentar con el sistema antes de implantarle físicamente, evitando así posibles operaciones o condiciones peligrosas, o realización de pruebas que conlleven un gran coste.

- Ahorro del coste de pruebas y tiempo en el sistema real.
 - Se analizan diferentes escenarios que se puede encontrar el sistema de una manera rápida y sencilla.
 - Se puede estudiar el funcionamiento en continuo de la máquina, el rendimiento obtenido y el tiempo de ejecución aproximado, tanto de la máquina global como de algunos de los componentes por separado.
 - Ayuda en la mejora del proceso del sistema.
 - Se pueden visualizar los resultados obtenidos con el sistema.
- Inconvenientes.
- Cuando se realiza una simulación se obtiene un resultado impreciso, nunca se puede realizar una simulación 100% realista.
 - Las simulaciones que se realizan con software son costosos tanto en dinero como en tiempo de desarrollo y testeo.
 - Después de desarrollar un simulador se debe realizar una gran cantidad de tests para garantizar su correcto funcionamiento y encontrar las soluciones deseadas al sistema.
 - Se tienen largos tiempos de desarrollo del simulador.
 - Cada modelo de simulación es único, aunque se puede encontrar parecido y se puede reutilizar partes en sistemas que tengan partes comunes.
 - Existen variables externas al sistema que no pueden ser simuladas y no se puede prever su efecto en el sistema.
 - La toma de decisiones valiéndose simplemente de la simulación puede ser peligrosa, ya que el simulador puede no estar validado al 100%.

3. Tecnología OPC.

3.1. ¿Qué es la tecnología OPC?

Las siglas OPC significan OLE for Process Control. Es un estándar de comunicación y de conectividad de datos en el campo de control y supervisión de procesos industriales, la cual utiliza una interfaz común de comunicación con la que se consigue la interconexión e intercambio de datos entre diferentes herramientas software. Está gestionada por OPC Foundation.

Esta tecnología se utiliza para evitar el problema de la industria de la automatización de la comunicación de dispositivos, controladores o aplicaciones sin utilizar protocolos propietarios de cada herramienta.

Es una capa intermedia entre la fuente y el cliente, que se intercambian datos los unos con los otros sólo con la información de las variables a intercambiar, sin necesidad de más configuración.

Utiliza la arquitectura cliente-servidor de manera que el servidor es la fuente de datos y el cliente puede acceder a este servidor para leerlos o escribirlos.

Los beneficios de utilizar esta tecnología para comunicación de dispositivos de diferentes propietarios son:

- Cualquier aplicación con arquitectura cliente OPC se puede conectar e intercambiar información con un servidor OPC visible en su red, sin necesidad de configurar ningún protocolo de comunicación.
- Se pueden comunicar varios clientes con un solo servidor, así como varios servidores con un solo cliente.
- Si se actualizan los elementos software o hardware del sistema no es necesario actualizar la comunicación y conexión OPC.

3.2. Funcionamiento.

La tecnología OPC tiene una estructura de maestro esclavo, en la que, como su nombre indica, se tiene dos papeles:

- Maestro: Es el controlador de la comunicación, el que se encarga de emitir, generar la información a transmitir.
- Esclavo: Es el receptor, el dispositivo que recibe la información del maestro y ejecuta las instrucciones que se determinen.

Es decir que un servidor OPC sólo escribe o lee una variable o dato si el cliente OPC se lo pide como se ve a continuación.

En este tipo de conexión pueden existir varios dispositivos conectados a la vez.

Esta tecnología OPC explicada anteriormente, tiene como estructura la arquitectura Cliente-Servidor OPC que funciona de la siguiente manera:

- Servidor OPC.

Es una aplicación software estandarizada encargada de conectar varios clientes OPC o herramientas software de proveedores diferentes.

Un servidor OPC puede leer y escribir en un cliente OPC, tiene el papel de esclavo, es decir se comporta como el receptor de la información y la trata o la vuelve a transmitir.

- Cliente OPC.

Es una aplicación software estandarizada encargada de comunicarse con un servidor OPC a través de un tipo de mensajería estandarizada.

El cliente OPC es un sistema donde se tiene los datos que se van a comunicar con el Servidor OPC. El cliente toma el papel de maestro, es el controlador de la comunicación, es el encargado de iniciar y controlar la comunicación con el servidor, le envía unos datos y recibe los devueltos por el Servidor.

Típicamente, los Clientes OPC están embebidos en aplicaciones como IHMs, SCADAs, graficadores, Historiadores o generadores de informes, convirtiéndolos en aplicaciones compatibles OPC.

En el caso de la aplicación del presente proyecto se tiene la siguiente configuración cliente-servidor.

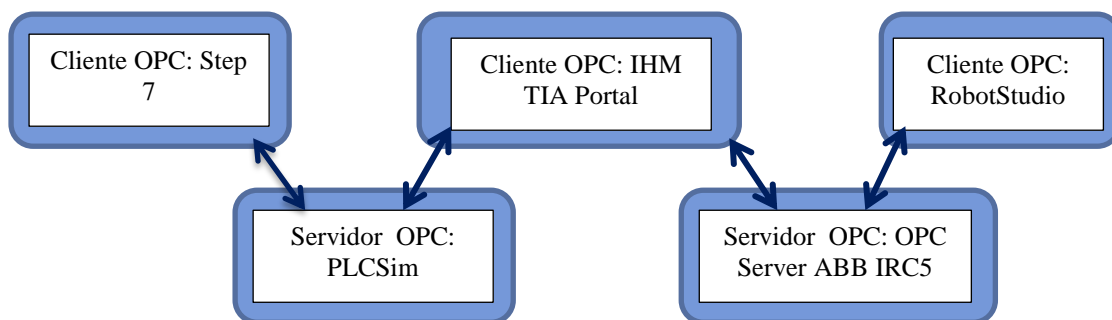


Imagen 2-1. Conexión programas cliente-servidor

3.3. OPC interconexión entre TIA Portal, Step7 y RobotStudio.

Como se ha descrito anteriormente cada proveedor de software tiene instalado un sistema OPC.

En el caso de STEP 7 se tiene el simulador PLCSim que trabaja como un servidor OPC, para RobotStudio se tiene IRC5 Servidor OPC y en TIA Portal se tiene la simulación de la parte del runtime, que se comporta como cliente servidor.

Descritos los elementos OPC de los que consta el sistema, se pasa a su conexión.

Los servidores OPC envían información al Cliente OPC, y se deben parametrizar y ejecutar de la siguiente forma:

- STEP 7

En la página principal de Step7 se tiene el icono de simulación de PLCSim:

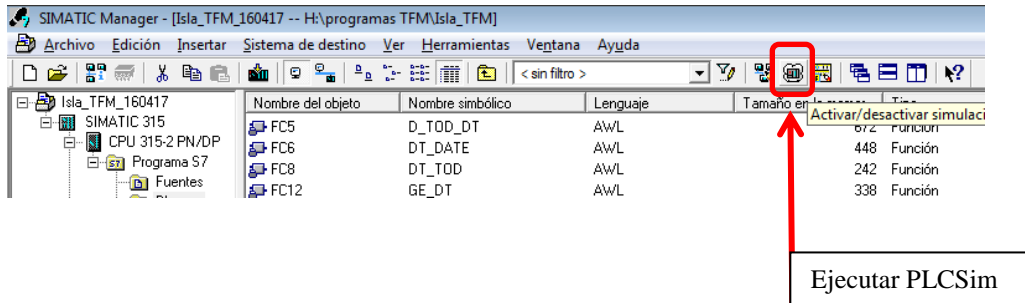


Imagen 2-2. Captura de pantalla icono PLCSim

A continuación se abre la pantalla del Servidor OPC de Siemens PLCSim, donde se puede simular también las entradas, salidas, y estado del PLC. Para que tenga un correcto funcionamiento se debe configurar la conexión PLCSim TCP/IP y se debe activar el estado del PLC a Run-P.

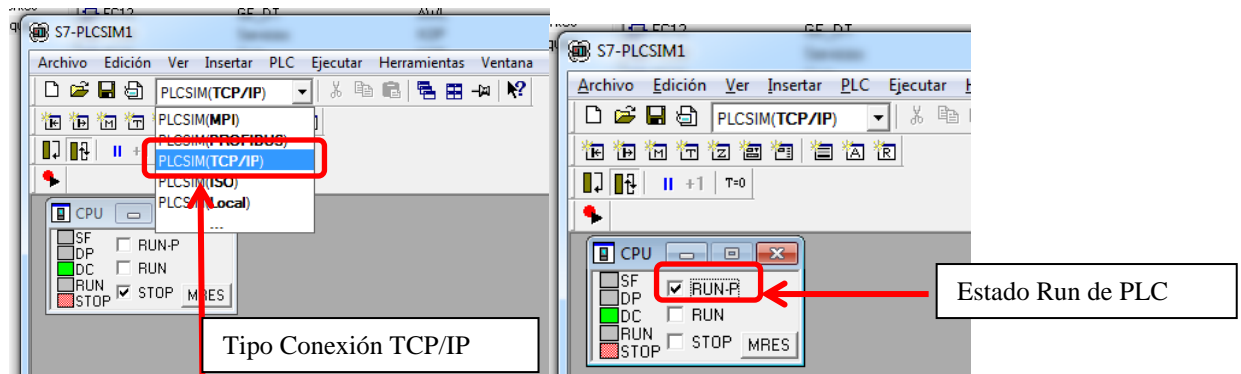


Imagen 2-3. Configuración y estado del simulador PLCSim

Esta aplicación se debe dejar ejecutándose en segundo plano, ya que es el servidor OPC encargado de conectarse con el cliente OPC para intercambiar datos.

De esta manera se pueden leer y escribir todas las variables del PLC, sin tener que configurar nada más.

- RobotStudio.

Para configurar el Servidor OPC de RobotStudio hay que realizar varios pasos.

1) Primero se debe activar el sistema ServerOPC de RobotStudio:

Se ejecuta el sistema ABB IRC5 OPC Configuration, a continuación se añade un nuevo Alias, es decir una nueva conexión.

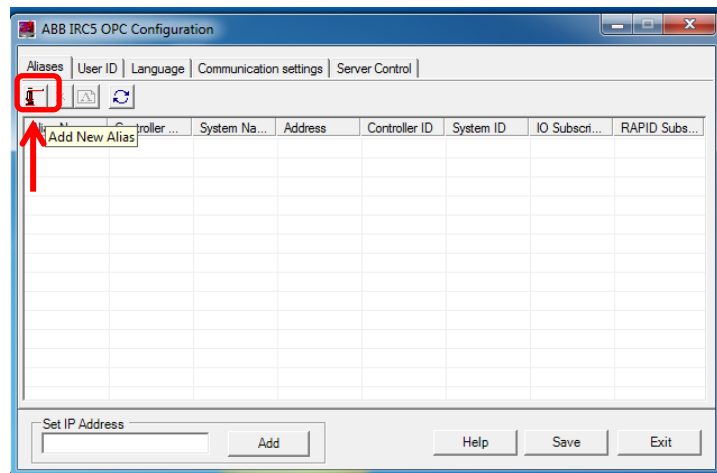


Imagen 2-4. Creación nueva conexión OPC RobotStudio

2) Se debe encontrar el sistema OPC de RobotStudio, para ello se pulsa el icono Scan

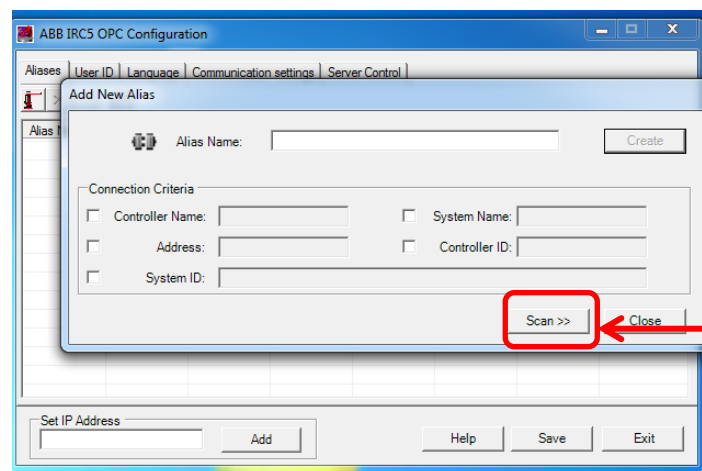


Imagen 2-5. Pantalla búsqueda servidores OPC RobotStudio

- 3) Tras buscar las conexiones aparece la que interesa en este caso con lo que se selecciona y se pulsa a crear.

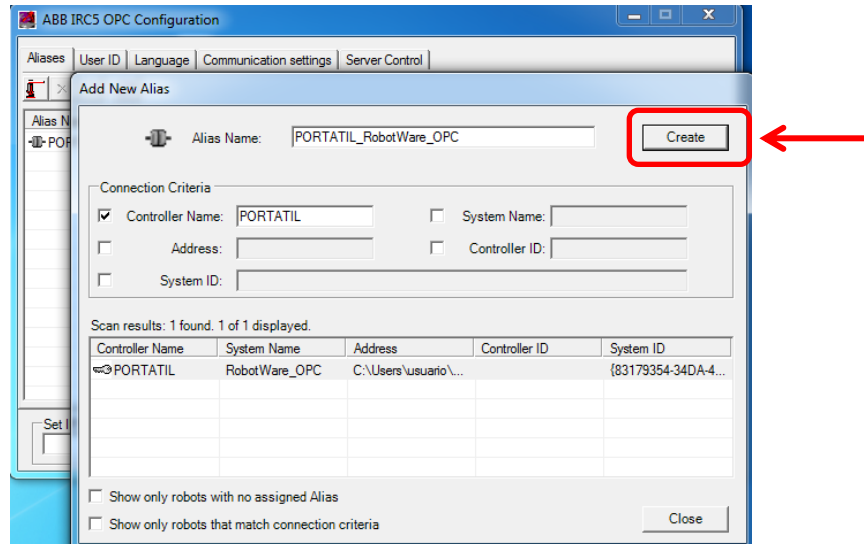


Imagen 2-6. Creación conexión OPC RobotStudio

- 4) Por último para que se ejecute la conexión se debe arrancar esta, para ello en la pestaña Server Control se pulsa el botón Start.

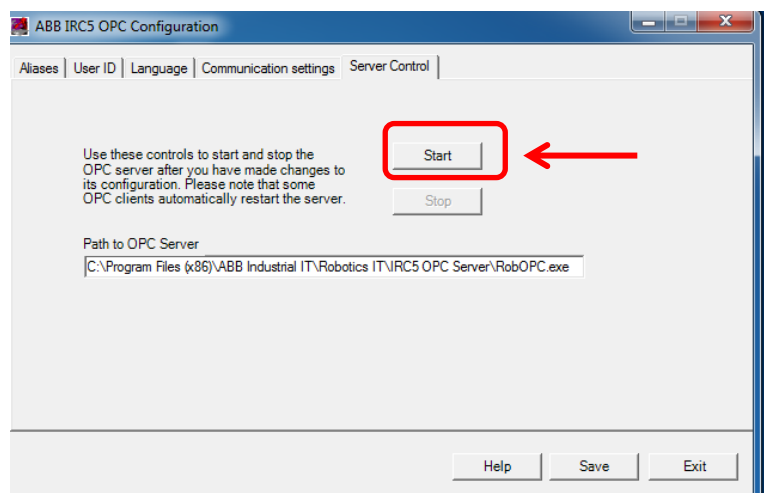


Imagen 2-7. Start OPC RobotStudio

Una vez ejecutados estos pasos ya se tiene configurado el Servidor OPC de RobotStudio, pero para que puedan gestionar las variables que se leen por el servidor se debe configurar también la herramienta RobotStudio de la siguiente forma.

En RobotStudio se inserta el robot de la isla y seguidamente se añade el controlador, momento en el que se configura el servidor OPC.

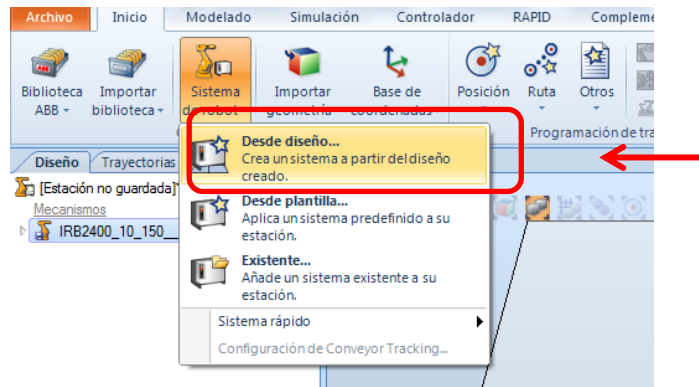


Imagen 2-8. Opción Crear controlador RobotStudio

Con esta opción se puede diseñar y configurar el controlador del robot.

Se le adjudica el nombre que se desee al controlador con la versión RobotWare que corresponda al robot y se pulsa siguiente.

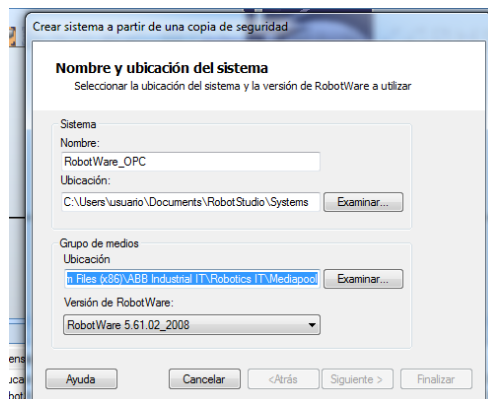


Imagen 2-9. Creación controlador

Cuando se llega a la configuración de las opciones, trae unas por defecto, para poder activar el servidor OPC se debe realizar de la siguiente forma:

Se pulsa el botón de opciones, a continuación aparecen todas las opciones existentes en el controlador.

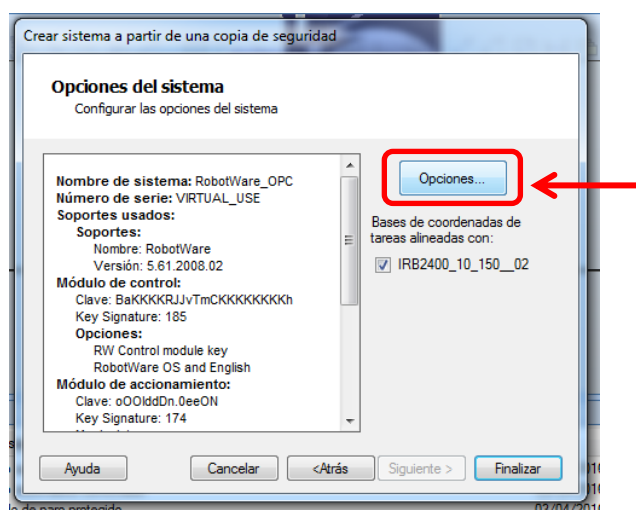


Imagen 2-10 Opciones controlador

Se busca la opción PC-Interface y se activa, de ésta manera ya se activa la opción OPC.

Una vez seleccionada pulsar aceptar, momento en el que se vuelve a la pantalla anterior de configuración.

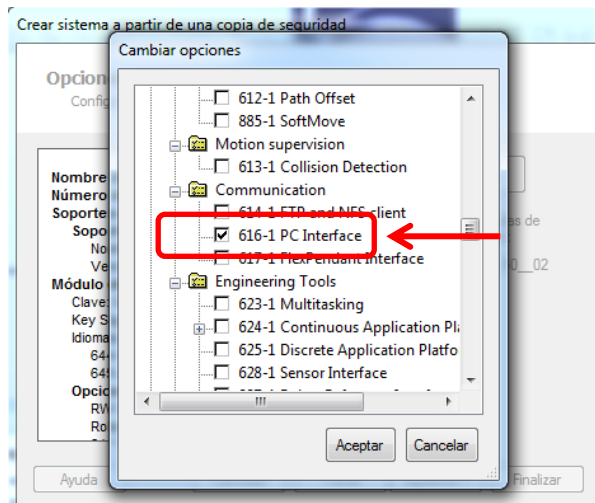


Imagen 2-11. Opción OPC del controlador de RobotStudio

Al pulsar finalizar se comienza a ejecutar el controlador configurado en el robot.

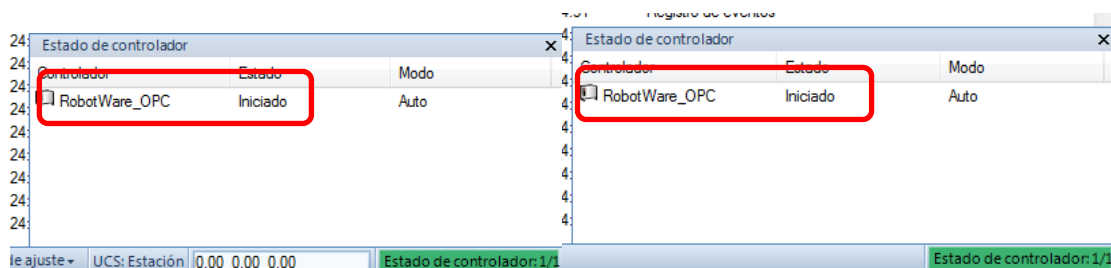


Imagen 2-12. Inicialización controlador RobotStudio

De esta manera ya se tiene funcionando y configurado el servidor OPC en la herramienta RobotStudio.

A continuación se debe determinar las variables que van a ser leídas por el sistema OPC, esto se realiza de la siguiente forma.

En la pantalla del controlador, en Entradas/Salidas (I/O) se configura un nuevo grupo de señales que serán las que interactúen con el sistema OPC.

Para ello se crea este nuevo grupo en la parte de Unit. Se le asigna un nombre y se conecta con el tipo de Bus Virtual:

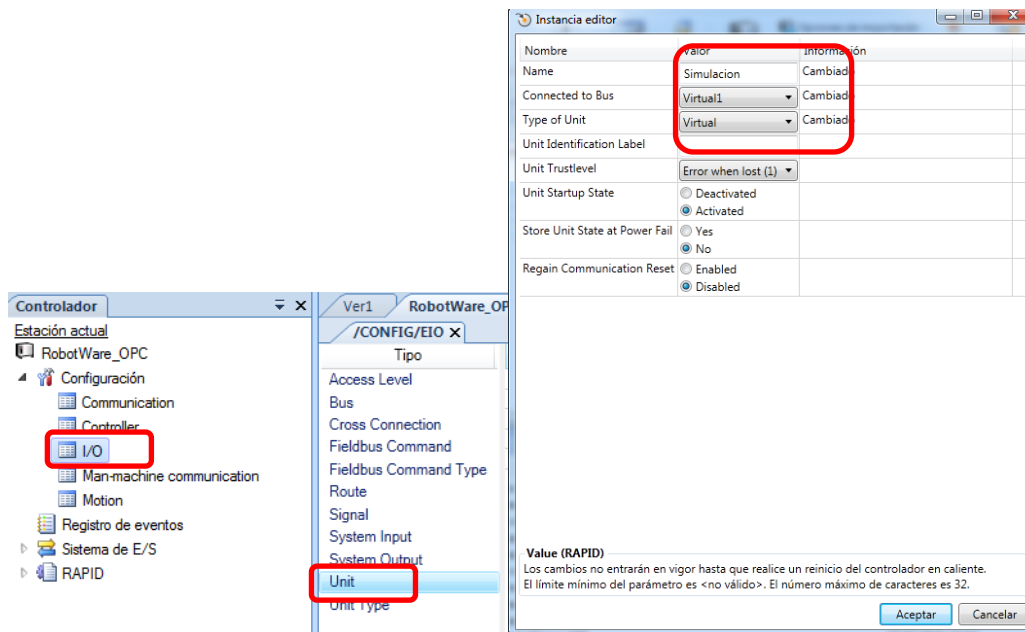


Imagen 2-13 Pantalla creación variables simuladas RobotStudio

Cuando se confirma la creación de cualquier nueva variable, grupo de variables...etc. aparece el siguiente mensaje:

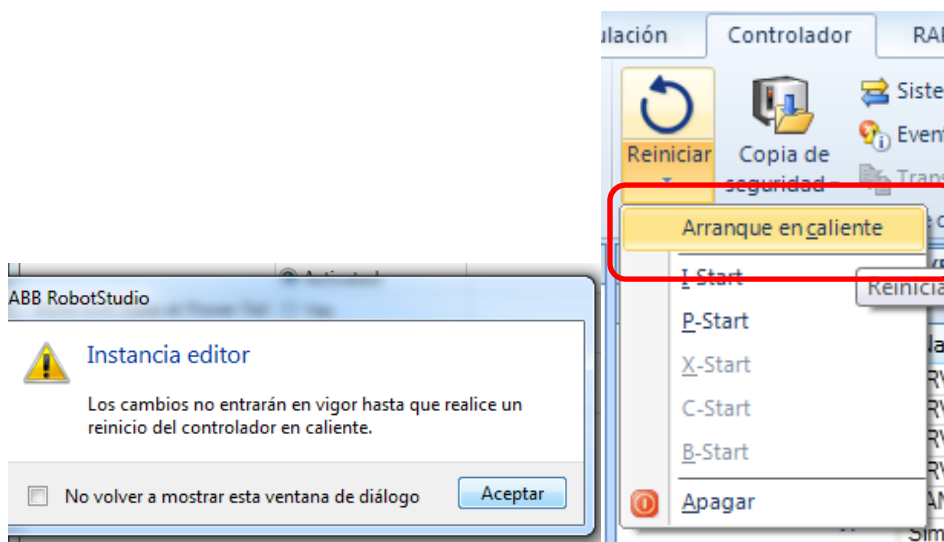


Imagen 2-14 Arranque en caliente controlador RobotStudio

Por lo tanto para verificar los cambios y que sean apreciables en el robot se debe realizar el reinicio del controlador en caliente de la manera que se muestra en la imagen anterior.

El último paso es configurar y definir las variables, para ello en la parte de Signal se crean las señales que se van a comportar como entradas o salidas:

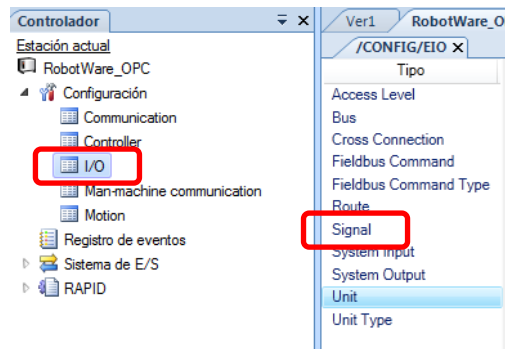


Imagen 2-15 Pantalla creación variables RobotStudio

Cuando se creen nuevas variables se tiene que volver a reiniciar el controlador y el servidor OPC antes configurado, de la manera que se realizó su arranque Start anteriormente.

Se configuran las señales en función de lo que se desee, entradas, salidas, digitales, analógicas...y como Unit asignado el que se creó anteriormente de Simulación, así como asignar el bit, la posición a la que corresponde la señal. Además para poder leer y escribir esas variables el nivel de acceso tiene que ser All.

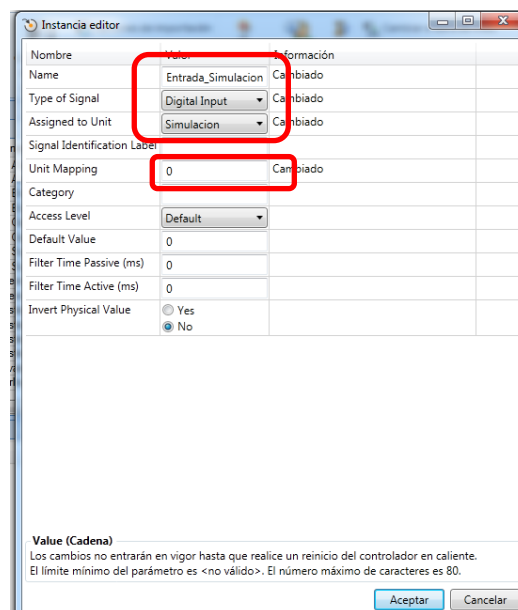


Imagen 2-16 Configuración variables OPC RobotStudio

- TIA Portal.

Una vez configurada los servidores OPC del sistema se debe interconectar estos con el cliente OPC.

Para ello se debe realizar de la siguiente forma:

- Dentro del árbol del programa se entra en la parte de conexiones.

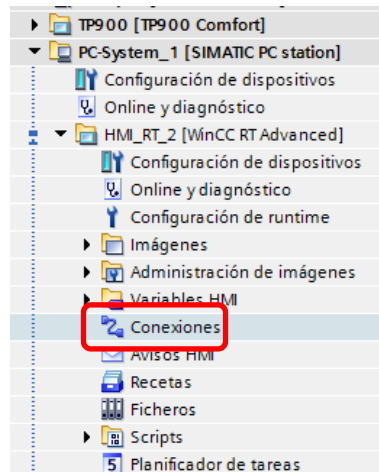


Imagen 2-17. Opción conexiones TIA Portal

Se crea una nueva conexión con el PLC y otra con el Robot.

- a) Para la creación de la conexión PLC:

Se selecciona la conexión SIMATIC S7 S300/S400, con una conexión mediante interfaz Ethernet y se debe configurar la dirección IP de la CPU del PLC.

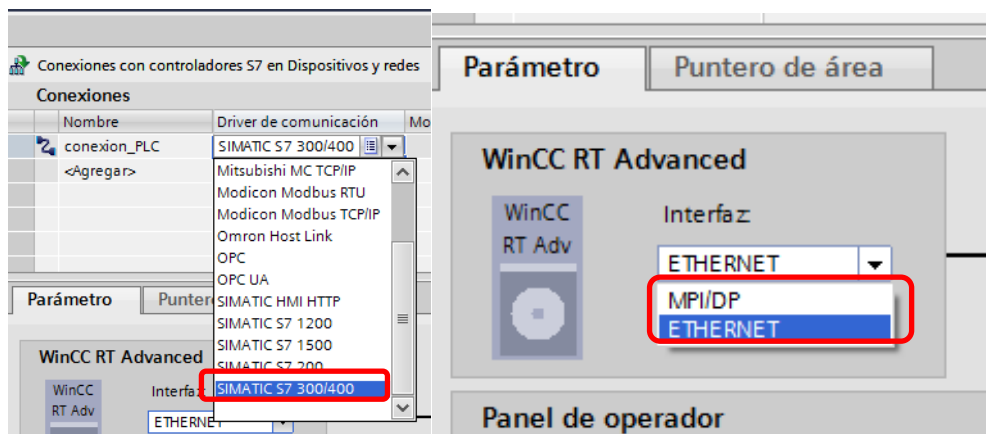


Imagen 2-18 Conexión TIA Portal con PLC

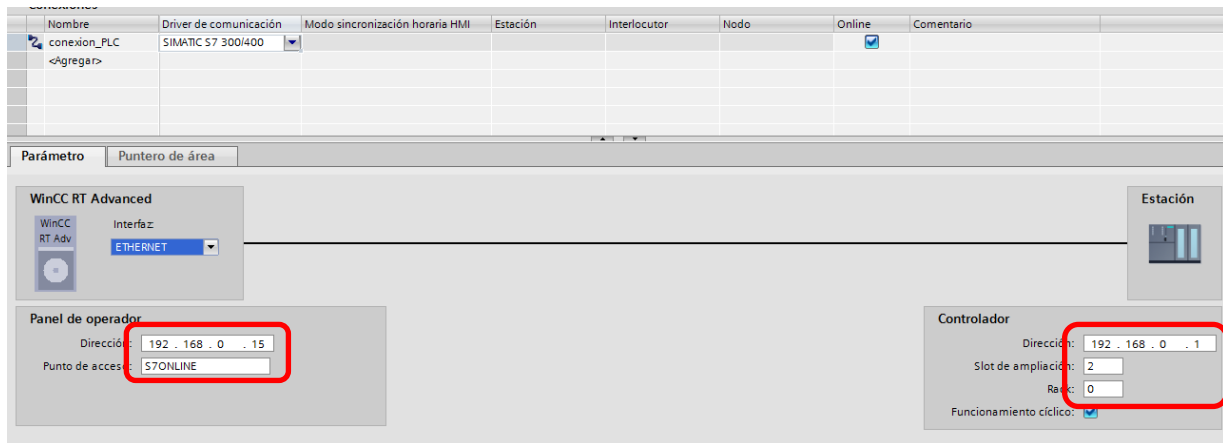


Imagen 2-19 Configuración IP's conexiones

b) Para la conexión con Robot

Se selecciona el tipo de conexión OPC y dentro de la lista de servidores OPC existentes se selecciona el de RobotStudio.

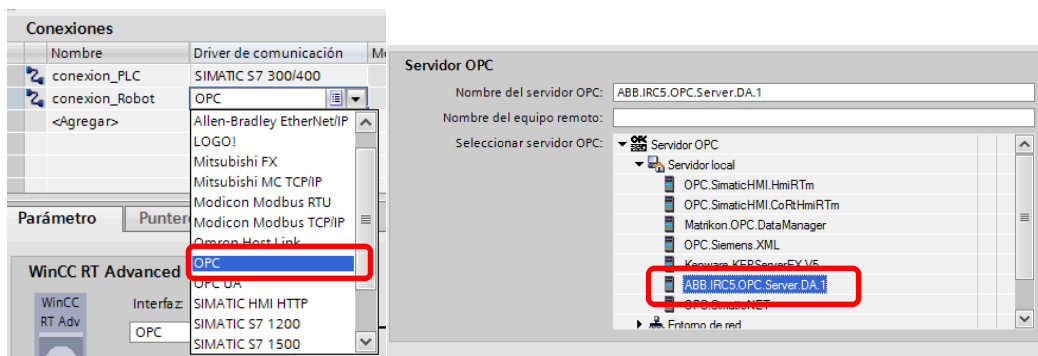


Imagen 2-20. Conexión TIA Portal con RobotStudio

Una vez realizado estos pasos se tiene la conexión de todas las herramientas mediante tecnología OPC, de manera que permite poder simular los programas

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO Y ESTUDIO DE LA SOLUCIÓN

1. Proyecto de simulación.

Una vez descrita la tecnología a utilizar en el proyecto, se debe estructurar como se va a desarrollar el proyecto.

Ciclo de vida de un proyecto industrial de simulación:

1- Descripción del problema y requisitos de la isla y de la simulación.

En esta etapa se fijan las características que se van a cumplir en el proyecto, los objetivos finales a cumplir, el funcionamiento de la aplicación o sistema...

Y en la parte de la simulación o IHM, lo que se va a simular, las partes configurables del sistema que va a existir...etc.

2- Estudio de seguridad de la isla.

En esta etapa se establecen los elementos de seguridad que debe poseer la isla. Para ello, junto con la información obtenida del punto anterior se fija un nivel de seguridad a cumplir y se verifica si con los elementos determinados lo cumple.

3- Diseño del sistema y estructura.

Primera implementación del funcionamiento del sistema, las etapas del programa, los diferentes diagramas de flujo, las interconexiones existentes, los modos de funcionamiento.etc

4- Recogida de datos.

En esta etapa del ciclo del proyecto se recogen los datos que deben existir en el programa, por ejemplo entradas, salidas, diferentes cartas de entradas y salidas, elementos de la isla...etc.

5- Implementación del sistema.

Una vez fijado los requisitos y los funcionamientos, se comienza a la programación en TIA Portal, RobotStudio y STEP 7, éste último gobernará el funcionamiento del sistema.

6- Verificación y validación

Una vez implementado los funcionamientos y la gestión del sistema se establecen los test a realizar para confirmar el correcto funcionamiento del sistema de simulación y del propio funcionamiento del sistema de la isla.

7- Análisis

Una vez implementado y probado el sistema, se analizan los datos obtenidos y con ello se mejora el funcionamiento del sistema y se corrigen posibles errores.

8- Documentación

Finalmente se documentan todos los pasos realizados, se realiza el manual de usuario, la ayuda al mantenimiento y la descripción del código de programa para quedar todo bien documentado y se pueda mantener y reutilizar el código de programa.

9- Implementación

Por último se implementa el sistema en el sistema físico para que el que se diseñó.

2. Estudio ingeniería software de la isla.

2.1. Requisitos.

- La isla consta de un robot (R), tres cintas transportadoras (cinta de entrada C1, cinta de salida piezas buenas C2 y cinta de salida piezas malas C3), cuatro topes (Tope de entrada, tope de la isla, tope salida piezas buenas y tope salida piezas malas).
- En la cinta de entrada se tienen dos puntos de parada, en la posición dentro de la isla donde se trabaja la pieza y en la posición anterior a la entrada a la isla, donde espera la pieza si existe una dentro de la isla.
- Todos los elementos de que consta la isla, topes, centradores, robot... son gobernados por el PLC.
- La entrada de piezas viene gobernada por el PLC, es el que permite que los topes se abran o se mantengan cerrados en función de las autorizaciones y seguridades.
- Cuando llega una pieza al inicio del transportador de entrada, ésta se detiene en el primer tope, tope de entrada, en ese momento el PLC autoriza o no la entrada de la pieza a la isla.
- Si no hay pieza en el tope de la isla, el PLC autoriza la entrada de la pieza a la isla, por lo tanto manda la orden de apertura al tope de entrada.

- La pieza avanza hasta el tope de la isla, momento en que el PLC recoge la información del tipo de pieza que se trata. Entre estos datos están los de si se trabaja la pieza o no en esa isla, y si la pieza se trabaja que tipo de pieza es y que trabajos tiene que realizar.
- Si la pieza no se trabaja en la isla, el PLC manda la orden de apertura al tope de la estación que se abre y deja pasar la pieza hasta el final del transportador.
- Si la pieza si se trabaja, el PLC manda la orden de indexar la pieza, para que cuando se realice los trabajos, ésta siempre se encuentre en la misma posición.
- Una vez que la pieza ha sido fijada en su posición el PLC manda la información al robot R de la existencia de una pieza para trabajar. A su vez el PLC envía al robot R el tipo de pieza de que se trata.
- Si el robot R no tiene pieza cogida, se aproxima a la posición de trabajo de control de taladros de la pieza de ese tipo.
- Cuando el PLC le autoriza a realizar el trabajo, el robot R se posiciona en los puntos donde controla los taladros realizados, en función del tipo de pieza.
- Mediante un palpador existente en la herramienta del robot se determina si están o no todos los taladros realizados, informando el robot al PLC del resultado obtenido.
- Una vez finalizado los controles el robot se posiciona en el punto de aproximación de trabajo, a la espera de la contestación del PLC.
- El PLC determina si el trabajo realizado es bueno o malo, en función de la información recibida del robot.
- Esta información de pieza buena o pieza mala se la envía el PLC al robot.
- Cuando el PLC le dice al robot que puede coger la pieza, éste la coge y le contesta al PLC que tiene cogida la pieza, momento en que el PLC le autoriza que se vaya con la pieza cogida.
- En función del tipo de pieza informado al robot:
 - o Si es pieza buena, éste se aproxima al punto de dejada en la cinta transportadora de salida de piezas buenas C2.

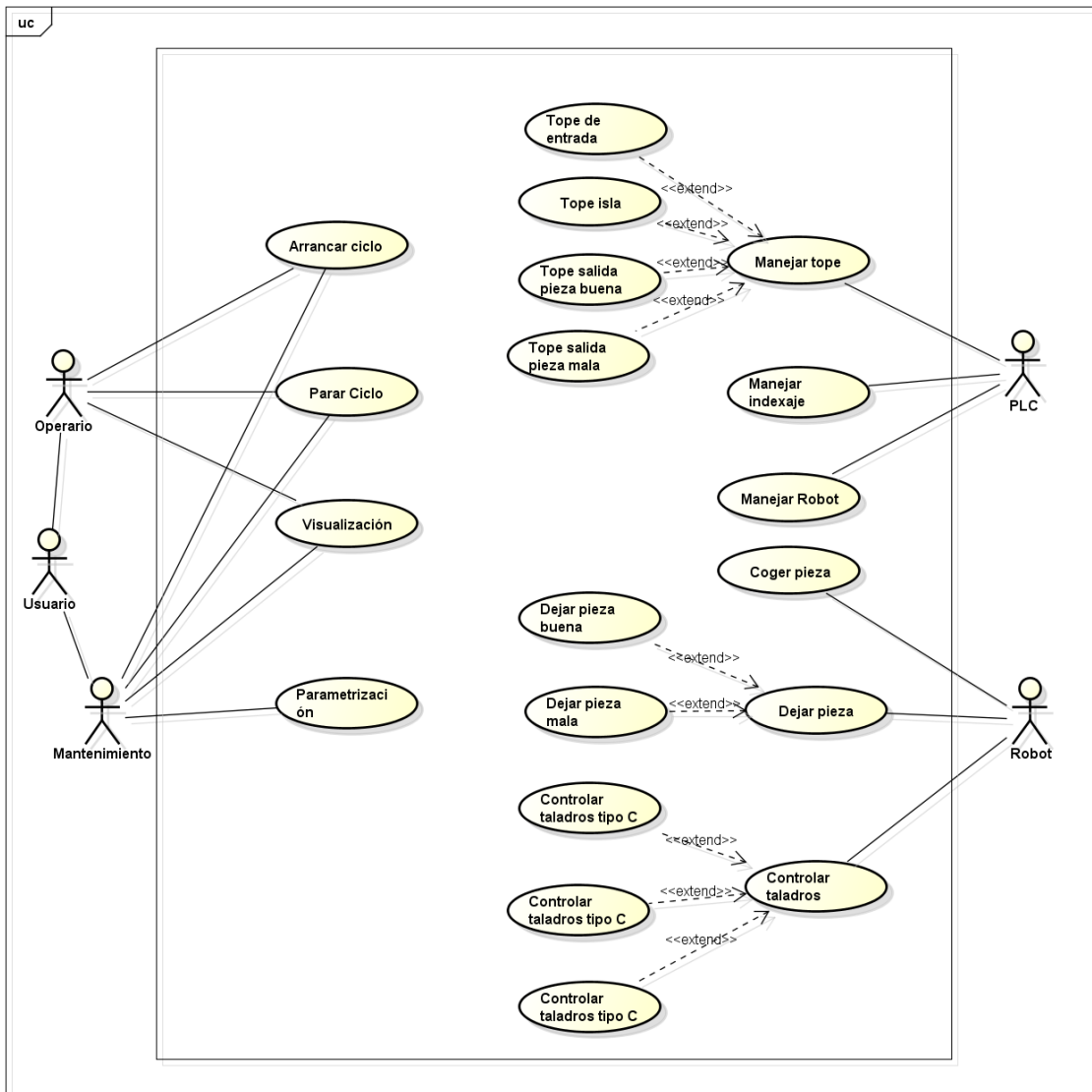
Ésta aproximación del robot a la cinta de salida de piezas buenas se realiza siempre y cuando el PLC de la autorización y la información de que no existe pieza en la posición de dejada de la cinta de salida de piezas buenas.

- Si es pieza mala, éste se aproxima al punto de dejada en la cinta transportadora de salida de piezas mala C3.

La aproximación del robot a la cinta de salida de piezas malas se realiza siempre y cuando el PLC dé la autorización y la información de que no existe pieza en la posición de dejada de la cinta de salida de piezas malas.

- Una vez el robot se aproxima a la cinta de salida y tiene la autorización de dejar la pieza, éste posiciona la pieza en su lugar e informa al PLC, momento en el que el PLC le debe dar la autorización de retroceso de posición.
- Cuando el robot ha salido de la zona de aproximación, manda al PLC la señal de fuera zona, de seguridad. Cuando el PLC recibe esta señal, manda la orden de apertura del tope de salida (de piezas buenas o malas, el tope que corresponda), iniciando la pieza el movimiento por la cinta transportadora correspondiente.
- Una vez terminado el retroceso del robot, éste se posiciona de nuevo en la posición de origen, salvo que el PLC le haya enviado la información de un tipo nuevo de pieza y su código de programa, momento en el que se vuelve a repetir todo el proceso descrito anteriormente.

2.2. Casos de uso.



powered by Astah

Imagen 3-4. Casos de uso de la instalación

2.3. Descripción casos de uso

Los casos de uso son una descripción de los pasos o las actividades que se deben realizar para llevar a cabo algún proceso. Los personajes o entidades que participarán en un caso de uso se denominan actores. Es decir un caso de uso es una secuencia de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema.

Actores:

Usuario -- > Operario, Mantenimiento.

PLC

Robot

Casos de uso:

Manejar Tope → tope de entrada+ tope isla

Manejar centraje

Coger pieza.

Dejar pieza.

Manejar robot R

Controlar taladros → controlar taladros tipo A + controlar taladros tipo B +
controlar taladros tipo C

A continuación se explica en tablas cada caso de uso, con la descripción y las secuencias de cada uno detallados.

RF 1	Manejar Tope: tope de entrada+ tope isla + tope salida buenas + tope salida malas	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El tope se cierra o se abre en función del estado del sistema.	
Precondición	Tener pieza en el tope.	
Secuencia	Paso	Acción
Normal	1	El tope está cerrado cuando no hay pieza.
	2	El tope se abre cuándo el PLC envía la señal de apertura
	3	
	4	
	n	
Pos condición		
Excepciones	Paso	Acción
	1	
	2	Si hay defecto de parada inmediata se detiene el movimiento del tope
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
	2	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-1. Casos de uso 1 isla

RF 2	Manejar centraje	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El centraje avanza o retrocede en función del estado del sistema y de la señal de PLC	
Precondición	Tener pieza en el tope a trabajar.	
Secuencia	Paso	Acción
Normal	1	El centraje está retrocedido cuando no hay pieza.
	2	El indexaje está avanzado cuando el PLC envía la señal de subida.
	3	El índice está retrocedido con pieza cuando ha finalizado el trabajo.
	4	
	5	
	n	
Pos condición	Pieza trabajada en tope con centraje retrocedido	
Excepciones	Paso	Acción
	1	
	3	
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-2. Casos de uso 2 isla

RF 3	Coger pieza.	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El robot R coge la pieza del punto origen y la lleva al punto destino.	
Precondición	Tener una pieza en el punto origen con trabajo finalizado. Robot R sin pieza.	
Secuencia Normal	Paso	Secuencia Normal
	1	El PLC envía señal recogida pieza.
	2	El robot se mueve hacia la posición de origen donde se encuentra la pieza.
	3	El robot R indica al PLC que ha cogido pieza
	4	El PLC da la señal de permiso retirarse al robot R.
	5	El robot R se retira.
	6	Cuando el robot R está en posición segura envía señal a PLC para que pueda introducir una nueva pieza.
	n	
Pos condición	Robot R con pieza en la pinza. Origen sin pieza	
Excepciones	Paso	Excepciones
	1	
Rendimiento	Paso	Rendimiento
	1	
Frecuencia esperada	1/día	

Tabla 3-3. Caso de uso 3 isla

RF 4	Dejar pieza.	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El robot R deja la pieza en el punto de destino cuando el PLC le da permiso y se retira sin ella	
Precondición	Tener una pieza cogida por robot R. Destino de dejada sin pieza	
Secuencia	Paso	Acción
Normal	1	El PLC envía señal de autorización dejada pieza en el destino.
	2	El robot R se mueve hacia la posición de destino y deja la pieza.
	3	El PLC da la señal de permiso retirarse al robot R.
	4	El robot R da la señal de seguridad de retroceso al PLC.
	n	
Pos condición	Robot R sin pieza en garra. Destino con pieza	
Excepciones	Paso	Acción
	1	
	2	
	3	
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-4. Caso de uso 4 isla

RF 5	Manejar robot R	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El robot coge y deja la pieza en función de estado del sistema.	
Precondición	Sistema en automático. Presencia pieza origen	
Secuencia	Paso	Acción
Normal	1	Cuando tenemos presencia pieza en origen, el PLC manda la orden de realizar ciclo correspondiente al tipo pieza al robot R.
	2	El robot R ejecuta el caso de uso 3.
	3	El robot R ejecuta el caso de uso 4.
	4	
Pos condición		
Excepciones	Paso	Acción
	2,3	Si el robot R pierde la pieza por el camino se para.
	2	
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla3-5. Caso de uso 5 isla

RF 6	Controlar taladros : controlar taladros tipo A + tipo B + tipo C	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El robot controla los taladros correspondientes a cada pieza	
Precondición	Pieza a trabajar en tope de la isla, autorización trabajo.	
Secuencia	Paso	Acción
Normal	1	Cuando tenemos presencia pieza en tope el PLC envía el código al robot R.
	2	El robot se aproxima a la pieza.
	3	El robot se posiciona en los puntos de los taladros de la pieza A
	4	El robot se posiciona en los puntos de los taladros de la pieza B
	5	El robot se posiciona en los puntos de los taladros de la pieza C
	6	El robot R ejecuta el caso de uso coger.
	7	El robot R ejecuta el caso de uso dejar.
Pos condición		
Excepciones	Paso	Acción
	6,7	Si el robot R pierde la pieza por el camino se para.
	3,4,5	Si no tiene el código correspondiente no se posiciona en esos puntos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
Frecuencia	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-6. Caso de uso 6 isla

RF 7	Parametrización	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El usuario a través del IHM configura los parámetros de la isla y de las piezas	
Precondición		
Secuencia	Paso	Acción
Normal	1	El usuario entra en la pantalla de Gestión → Fichas
	2	El usuario selecciona los parámetros a cambiar
	3	El usuario introduce los nuevos parámetros
	4	El usuario pulsa el botón validación para cambio de parámetros
	5	
	n	
Pos condición	Parámetros cambiados	
Excepciones	Paso	Acción
	2	
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
	2	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-7. Caso de uso 7 isla

RF 8	Visualización
-------------	---------------

Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El usuario a través del IHM visualiza el estado de la isla	
Precondición		
Secuencia	Paso	Acción
Normal	1	El usuario selecciona defectos
	2	El usuario visualiza los defectos
	3	El usuario selecciona histórico
	4	El usuario visualiza el histórico de los defectos
	5	El usuario selecciona estado maquina
	n	El usuario visualiza el estado de la máquina y la etapa de funcionamiento
Pos condición		
Excepciones	Paso	Acción
	2	
	3	
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-8. Caso de uso 8 isla

2.4. Diagramas de flujos

Diagrama Flujo Sistema

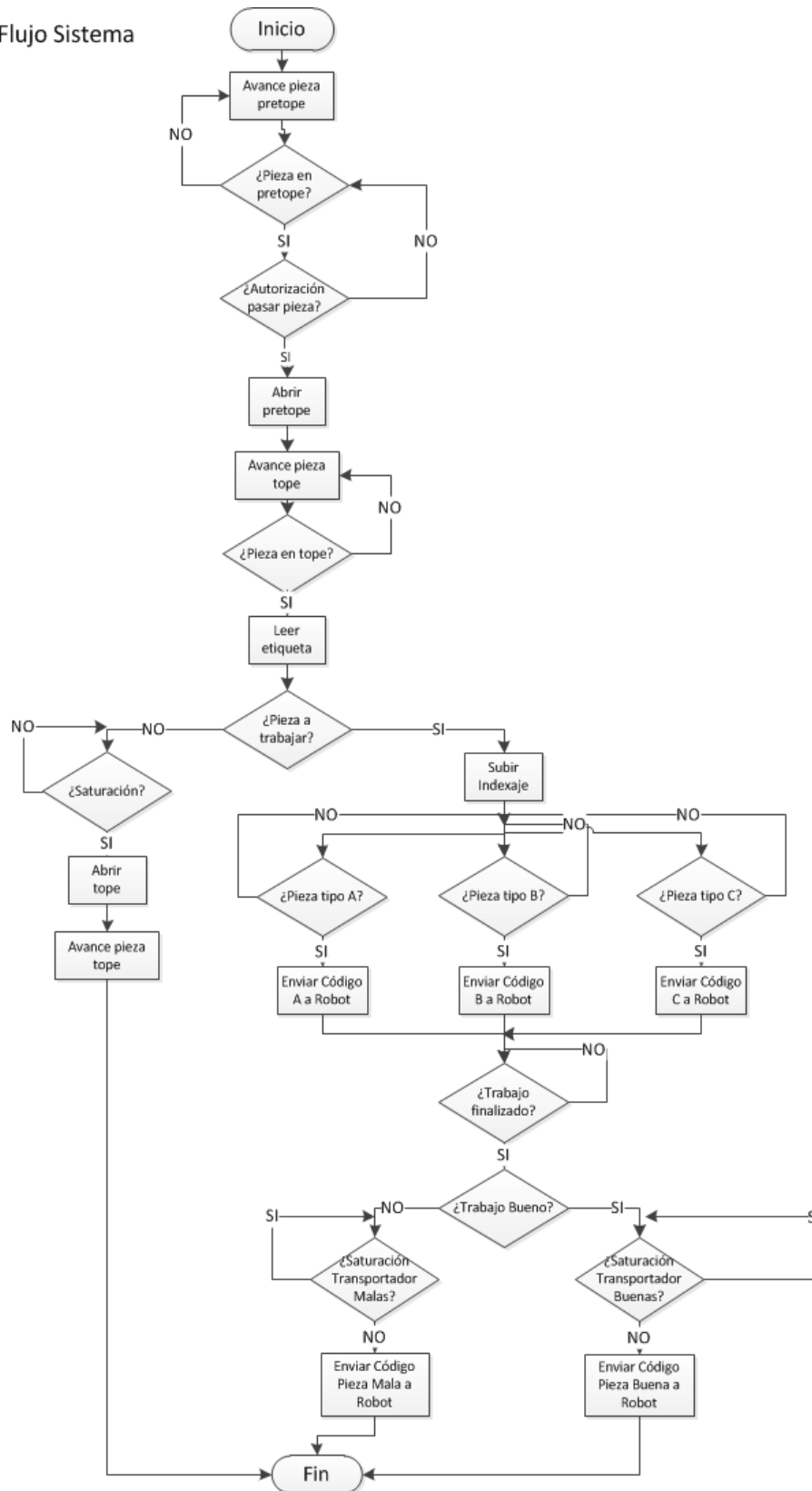


Imagen 3-1. Diagrama de flujo isla

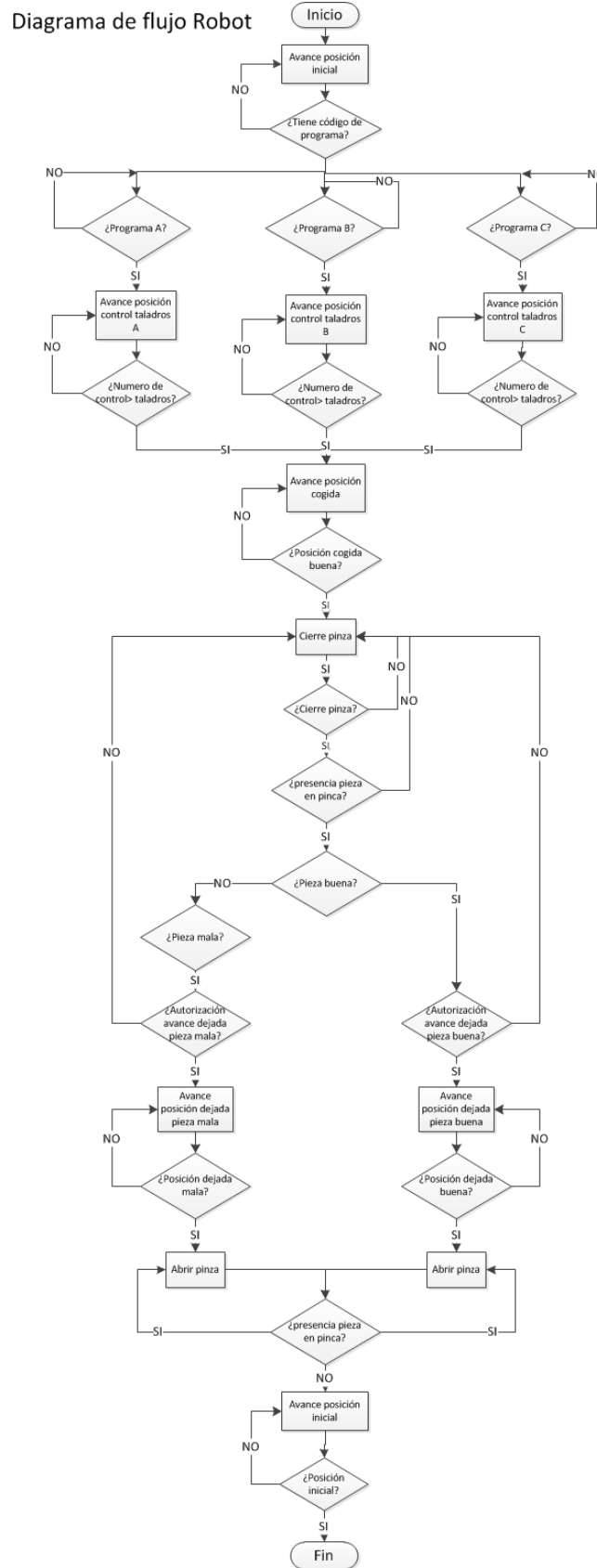


Imagen 3-2. Diagrama flujo robot

4. Estudio ingeniería software de simulación IHM.

4.1. Requisitos.

Consta de las siguientes pantallas:

- Panel de control.
- Detectores de presencias.
- Armario de la isla.
- Simulación defectos.
- Sinóptico isla.

Con la simulación se pretende simular las señales de las entradas del sistema, de manera que se pueda visualizar el funcionamiento del sistema sin tenerlo físicamente.

Dentro de cada pantalla descrita anteriormente se tienen los siguientes elementos con la siguiente funcionalidad.

- Pantalla de simulación de panel de control.

Se puede pulsar los distintos controles de la isla como son:

- Selector de modo automático y modo manual. Mediante la selección de un modo u otro la máquina se puede poner en modo automático y permite dar a marcha ciclo, o si está en modo manual no permite dar a marcha ciclo.
- Pulsador de puesta en servicio. Con este pulsador se consigue la puesta en servicio de la instalación, es decir se consigue la activación del presostato general de la isla.
- Pulsador de fuera de servicio. Con este pulsador se consigue la desactivación del aire general de la isla.
- Pulsador de marcha ciclo. Este botón solo está activo en el momento en el que se autorice la marcha ciclo, es decir cuando la instalación se encuentre en modo automático y tenga las seguridades para comenzar el ciclo auto
- Pulsador de paro ciclo. Este pulsador detendrá el ciclo automático. Si algún movimiento se encontraba en tránsito, éste finalizará y a continuación se detendrá el ciclo.
- Pulsador de anulación de defectos. Se activará el pulsador en el momento en que exista algún defecto en la isla. Con la pulsación del mismo se anulan los defectos existentes, siempre y cuando el motivo por el que ocurrieron haya desaparecido.
- Pulsador de parada de emergencia. Con este botón se consigue la parada inmediata de la estación, de cualquier movimiento, de la acometida de aire, y de la acometida eléctrica.

- Pulsador de origen. Con este pulsador se consigue que la estación vuelva al estado inicial de origen.
- Baliza (Verde, Naranja y Roja). Mediante la visualización del color de la baliza se sabe el estado de la isla. Verde=ciclo automático en marcha. Naranja=Avisos activos. Rojo= Isla en defecto.

➤ Pantalla de simulación de detectores.

En esta pantalla se visualiza el sinóptico de la isla, junto con las entradas de los distintos detectores existentes en ella. Todos estos detectores se puede seleccionar, de manera que se activen como si se tratara de una detección real. Para poder simular cualquier detector se debe seleccionar y a continuación pulsar sobre el botón “Forzar Valor” existente en la misma pantalla.

➤ Pantalla de simulación del armario con los elementos eléctricos.

En ella se visualiza el nombre de los disyuntores, los relés...que existen en la isla acompañados de un botón cada uno, de manera que se pueda seleccionar el disyuntor que se desea activar.

➤ Pantalla de simulación de defectos.

Se visualizan algunos de los posibles defectos que puedan aparecer en la isla, los que puedan ser simulados. Cada defecto está acompañado de un botón, de manera que se pueda seleccionar el defecto a simular. Para llevarlo a cabo se debe pulsar a continuación el botón “Forzar”

➤ Pantalla de simulación de sinóptico isla.

En esta pantalla se visualiza las distintas partes que componen la isla. Se visualizan los movimientos que suceden durante el ciclo, así como el estado de cada componente.

Existen varias opciones para configurar antes de realizar una simulación completa desde dicha pantalla:

- Pieza buena, pieza mala. Para determinar el resultado del trabajo.
- Código de programa. Campo de entrada para introducir el número de pieza con el que se decodifica los trabajos.
- Crear o no pieza. Para comenzar la creación de una pieza nueva en el ciclo.

Todo el simulador se realiza de la siguiente manera:

Se tiene el botón de selección, cada uno correspondiente con la entrada específica que acompañe al texto, a través de la pulsación del botón “Forzar” que corresponda con la validación por parte del usuario a realizar lo indicado.

Este traspaso de información del simulador al autómatas se realiza a través de un scrip en lenguaje Visual Basic de TIA Portal.

Se determina una matriz, que corresponda a un bloque de datos (DB) del autómatas, que corresponda a cada entrada del PLC, de manera que al activar cada elemento de la matriz, se active la entrada adecuada.

También se tiene la opción de simular un ciclo completo de la instalación con una pieza.

Se puede elegir simular una pieza buena o mala y se puede seleccionar si simular una pieza tipo A, tipo B o tipo C.

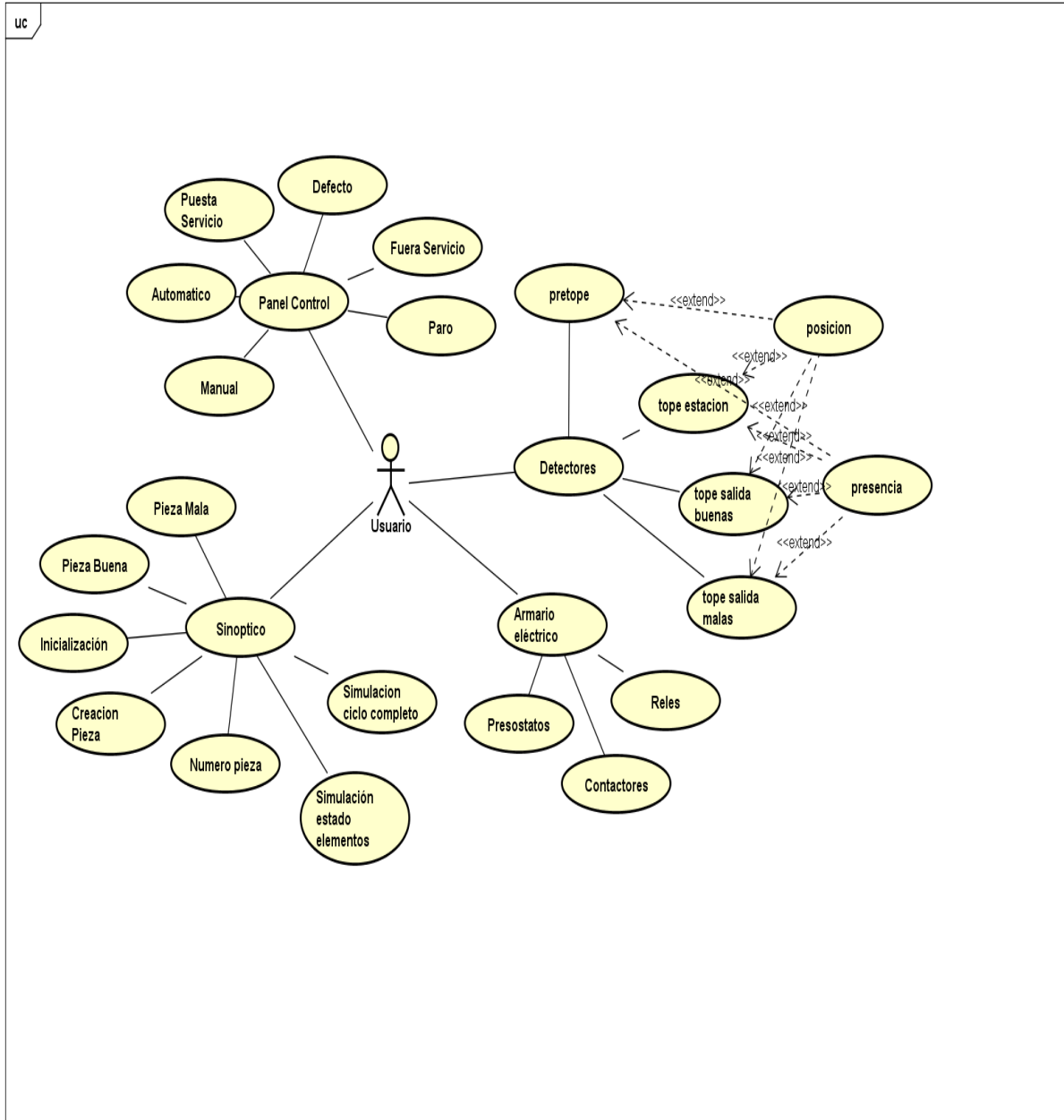
➤ Simulación RobotStudio

Además de las pantallas de simulación en TIA Portal, se realiza la simulación conjunta en RobotStudio a través de los componentes inteligentes.

Los requisitos de ésta son los siguientes:

- La simulación consta de tres transportadores, cuatro topes, un robot, un centrador.
- Las piezas aparecen en la simulación, siempre y cuando se active el botón “Crear Pieza” descrito anteriormente en la pantalla Simulación Sinóptico.
- Las piezas se introducen en el simulador por el lado derecho del transportador de entrada, se detiene en el tope de entrada y cuando tenga la autorización de entrada a la isla este tope se abre, pasando la pieza por encima del tope.
- A continuación la pieza se detiene al lado del tope de la isla que se encuentra cerrado, si la pieza no se trabaja, se abre y pasa por encima del tope, desapareciendo al final de la cinta, si la pieza se trabaja el tope se mantiene, y el centrado sube.
- El robot una vez fijada la pieza comienza a moverse y a realizar el trabajo.
- El robot retrocede, cuando tiene le permiso de coger la pieza, lo hace y la lleva al transportador que corresponda, si es mala al transportador de la izquierda, y si es buena al transportador de la derecha.
- El robot posiciona la pieza en el transportador que adecuado al tipo, estando la pieza parada por el tope del transportador correspondiente.
- Una vez el robot se retira a la posición inicial o de origen, el tope se abre y la pieza comienza a deslizarse por el transportador, desapareciendo cuando llega al final de este.

4.2. Casos de uso.



powered by Astah

Imagen 3-4. Casos de uso simulación

4.3. Descripción casos de uso.

Los casos de uso son una descripción de los pasos o las actividades que se deben realizar para llevar a cabo algún proceso. Los personajes o entidades que participarán en un caso de uso se denominan actores. Es decir un caso de uso es una secuencia de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema.

Actores:

Usuario.

Casos de uso:

Simular panel control isla.

Simular detectores.

Simular funcionamiento

Simular Armario eléctrico.

Simular sinóptico

Simular pieza

Simular ciclo completo

A continuación se explica en tablas cada caso de uso, con la descripción y las secuencias de cada uno detallados.

RF 1	Simular panel control	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El simulador TIA Portal realiza la acción seleccionada dependiendo del estado del sistema	
Precondición	Tener ejecutando PLCSim. Tener las condiciones que autorizan la acción, tener la isla en modo adecuado (automático o manual)	
Secuencia	Paso	Acción
Normal	1	Usuario pulsa botón en pantalla de panel de control
	2	Selección acción indicada
	3	Envío información a PLC
	4	PLC ejecuta acción
	5	
	n	
Pos condición	Selector o botón activado o desactivado	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Sólo se selecciona la acción si hay autorización
	4	Sólo ejecuta la acción el PLC si hay autorización y condiciones de seguridad para esa acción.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-9. Caso de uso 1 simulación

RF 2	Simular detectores y presencias	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El simulador TIA Portal activa o desactiva el detector en función de la selección dentro de la pantalla de simulación.	
Precondición	Tener ejecutando PLCSim.	
Secuencia	Paso	Acción
Normal	1	Usuario selecciona pantalla
	2	Usuario selecciona el detector a simular o deselecciona el detector que no quiere simular en la pantalla.
	3	Selección o de-selección detector indicado
	4	Usuario pulsa botón “Forzar Valores”
	5	Envío información del Simulador al PLC
	n	PLC ejecuta acción
Pos condición	Detector seleccionado o des-seleccionado	
Excepciones	Paso	Acción
	2	
	4	
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
	2	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-10. Caso uso 2 simulación

RF 3	Simular armario eléctrico	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El simulador TIA Portal activa o desactiva el relé o relés, térmicos o presostatos en función de la selección dentro de la pantalla de simulación.	
Precondición	Tener ejecutando PLCSim.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	Usuario selecciona el relé/s, magneto térmicos... a simular o deselecciona el que no quiere simular en la pantalla.
	2	Selección o de-selección relé/s indicado
	3	Envío información del Simulador al PLC
	4	PLC ejecuta acción
	n	
Pos condición	Elementos eléctricos activados o desactivados	
Excepciones	Paso	Acción
	2	
	4	
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
	2	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-11. Caso uso 3 simulación

RF 4	Simular sinóptico	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El simulador TIA Portal mueve los elementos en función del estado del sistema. El simulador muestra el estado de los elementos, elemento arriba, abajo, abierto, cerrado... etc.	
Precondición	Tener ejecutando PLCSim.	
	Paso	Acción
	1	El simulador ejecuta ciclo lectura estado elementos PLC.
	2	El simulador almacena estado elementos
	3	El simulador ejecuta movimientos a los elementos en función del estado almacenado de los mismos
	4	El simulador actualiza el estado de los elementos en función del estado almacenado de los mismos
	n	
Pos condición	Pieza creada y en movimiento	
Excepciones	Paso	Acción
	1	
	5	
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-12. Caso de uso 4 simulación

RF 5	Simular pieza y movimiento pieza. Ciclo automático	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	En el simulador RobotStudio crea una pieza nueva en la simulación y la mueve en función del estado del sistema. El simulador TIA Portal es el encargado de validar la creación de la pieza.	
Precondición	Tener ejecutando PLCSim. Tener ejecutando Robot Studio. No tener pieza ya creada en el tope de entrada. Tener ciclo en automático.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	Usuario presiona el botón de “Crear Pieza” del simulador TIA Portal
	2	El simulador envía la información de crear pieza a RobotStudio
	3	RobotStudio crea una pieza al inicio de la cinta
	4	La pieza comienza a moverse.
	5	Se realiza el ciclo en automático
Postcondición	Pieza creada y en movimiento	
Excepciones	Paso	Acción
	1	El botón “Crear Pieza” del simulador no está habilitado cuando no tenga la autorización de pasar nueva pieza a la entrada de la isla
	5	Si no se tiene el ciclo en automático no se realizan los trabajos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

RF 6	Simular robot y movimiento robot	
Versión	30/03/2016	
Autores	Rocío Pérez	
Descripción	El simulador RobotStudio posee un robot que en función del programa y los puntos programados se mueve para verificar las trayectorias.	
Precondición	Tener ejecutando PLCSim. Tener ejecutando Robot Studio.	
Secuencia	Paso	Acción
Normal	1	El Simulador TIA Portal envía la señal de autorización de movimiento al Robot RobotStudio.
	2	El Robot RobotStudio le envía una señal de realizando movimiento al Simulador TIA Portal
	3	El robot RobotStudio envía información fin de movimiento al Simulador TIA Portal
	4	El Simulador TIA Portal envía información autorización retroceso.
	5	El robot RobotStudio envía información posición retroceso al Simulador TIA Portal
	6	El robot RobotStudio envía información seguridad al Simulador TIA Portal
Pos condición		
Excepciones	Paso	Acción
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	1	
Frecuencia esperada	1/día	
Comentarios		

Tabla 3-13. Caso de uso 6 simulación

5. Estudio de seguridad.

Una vez descrito todos los requisitos tanto de la instalación como del proceso de funcionamiento de la isla se pasa a realizar y a determinar los sistemas de seguridad y el nivel PLr que se cumple en la isla robotizada.

5.1. Seguridad y riesgos.

Existen riesgos materiales y riesgos personales. Los primeros se deben evitar o minimizar con la utilización adecuada de los elementos. Los riesgos personales, aparte de evitarlos con la correcta utilización de los elementos, se evitan con la integración de elementos de seguridad en la isla. Son los riesgos a los que está sometido el operario que maneja la máquina.

En este proyecto se estudian los elementos de seguridad para evitar los riesgos personales.

5.2. Elementos de seguridad.

Estos últimos riesgos y elementos son los que se pasan a describirse y calcular su nivel de seguridad con el software PAScal.

Los elementos de seguridad que se instala en la planta son los siguientes:

- 1 Valla que rodea el recinto.
- 2 Puertas de acceso al recinto. Para poder acceder a la isla desde dos lugares diferentes y poder acceder a toda la isla.
- 2 Pulsadores de emergencia. Para cubrir la parte que da acceso las dos puertas.
- 4 Relés de seguridad. Dos para la parada de emergencia y otro para la puerta de seguridad
- 4 contactores, dos para cada elemento de seguridad.

Antes de determinar por software el nivel de seguridad que se va a obtener con los elementos, se debe determinar manualmente el nivel de seguridad que se requiere teóricamente, para ello se determina el nivel de riesgo a través de la pirámide de seguridades.

En el caso de riegos de atrapamiento con elementos móviles, como las cintas, el robot o por las piezas:

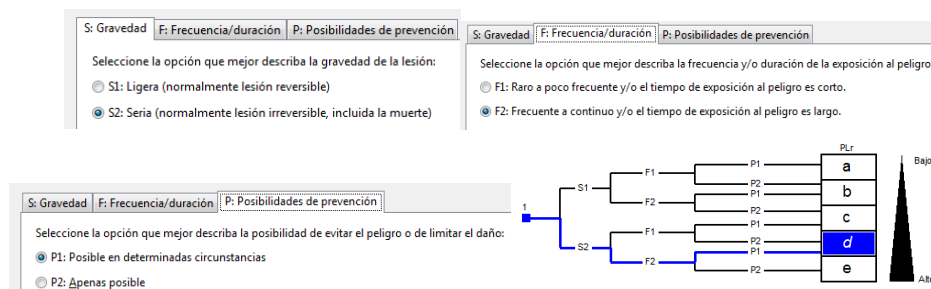


Imagen 3-4. Nivel PLr elementos móviles

PLr para este riesgo: PL D

En el caso de riesgo de aplastamiento por caída de la carga del robot:

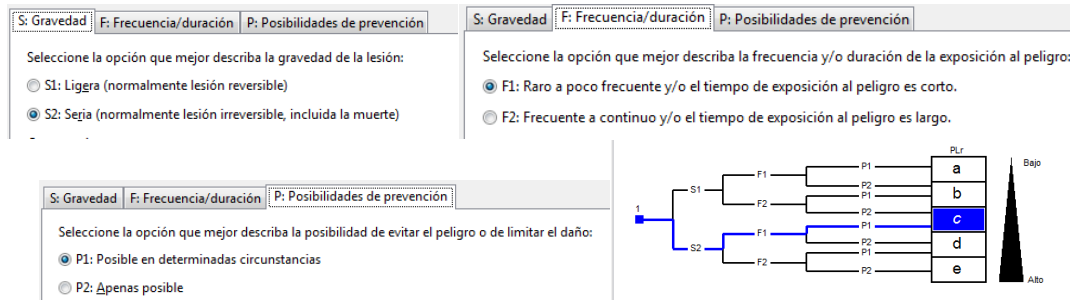


Imagen 3-5. Nivel PLr riesgo aplastamiento

PLr para este riesgo: PL C

Una vez determinado en cada caso el PLr, se observa que en un caso es PLC y en otro PLD, por lo tanto el nivel de seguridad requerido con los elementos descritos anteriormente es el nivel de mayor seguridad de entre los dos, es decir PL D.

5.3. Software PASCAL.

El Safety Calculator PASCAL, según se describe en la página oficial de Pilz, calcula el PL (nivel de prestaciones) y SIL (nivel de integridad de la seguridad) de funciones de seguridad de las máquinas y las instalaciones en función de los componentes utilizados. El resultado se verifica cotejando con el PL y SIL requerido según EN ISO 13849 y EN/IEC 62061, respectivamente, y la herramienta indica si se requieren medidas.

Los elementos y la información de estos viene proporcionada por la propia biblioteca de elementos Pilz o mediante las bibliotecas de los proveedores de elementos de seguridad compatibles

5.4. Creación del proyecto de seguridad de la isla robotizada.

Se ejecuta el programa PASCAL, una vez arrancado el sistema se pasa a crear un proyecto de seguridad de la simulación de la isla.

Primeramente se deben añadir los elementos de los que va a constar la seguridad de esta isla.

En la ventana de la izquierda del software se pulsa el botón derecho y se añade un nuevo elemento para la puerta de acceso y otro para la parada de emergencia.

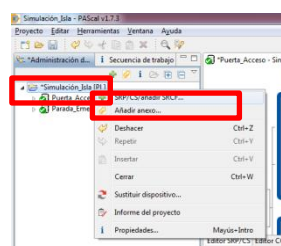


Imagen 3-6. Creación estudio seguridad

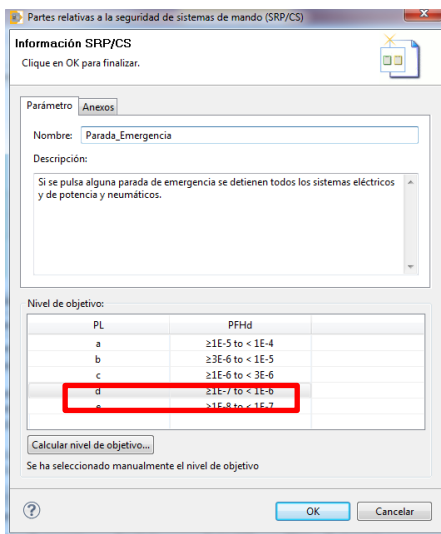
Una vez añadidos los sistemas de seguridad, estos aparecen en la parte izquierda, en el árbol del proyecto.

Se debe determinar los elementos que posee cada uno.

- Parada de emergencia.
 - Pulsador.
 - Relé de seguridad.
 - Contactor.
- Puerta de seguridad.
 - Cerrojo.
 - Relé de seguridad.
 - Contactor.

A continuación se desarrolla los pasos y las características de cada bloque y elementos de los que consta cada sistema de seguridad, parada de emergencia y puerta de seguridad.

➤ Parada de emergencia.



Cuando se crea el elemento de seguridad, en este caso la parada de emergencia se debe seleccionar o calcular el PL requerido teóricamente y que debe cumplir con los elementos.

Imagen 3-7. Nivel riesgo parada emergencia

El valor de PL se determina a partir de los bloques de los que conste este elemento.

Se deben añadir, arrastrando a la ventana principal los elementos. La parada de emergencia consta del pulsador de emergencia, de dos relé de seguridad y de dos contactores. Ya que al ser elementos de seguridad debe poseer doble canal

Se añade primeramente el elemento del pulsador, se busca el elemento en la ventana de la derecha y se arrastra a la ventana principal.

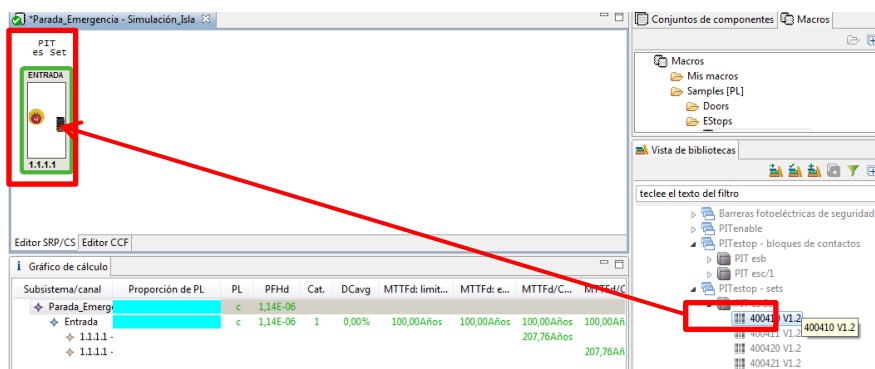


Imagen 3-8. Elemento parada emergencia

Seguidamente se añade los dos relés de seguridad para obtener el doble canal de seguridad. Y por último se añaden los dos contactores de seguridad.

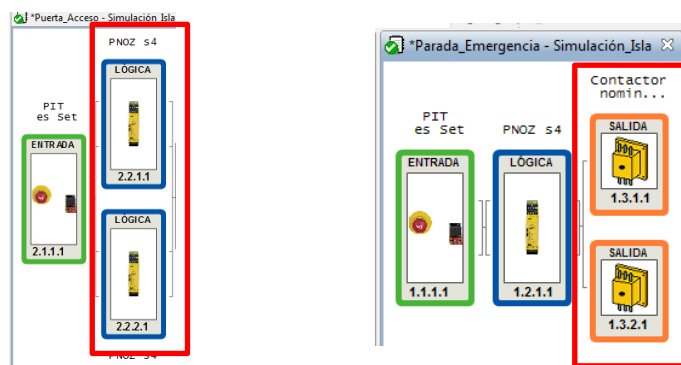


Imagen 3-9. Elementos relés y contactores

Para configurar tanto el pulsador como los contactores se tiene la siguiente pantalla de propiedades:

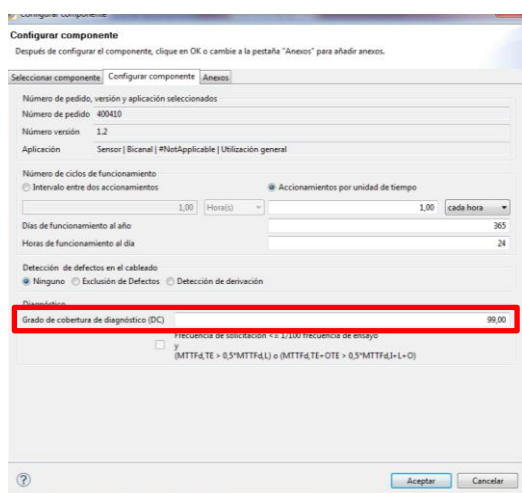


Imagen 3-0-10. Configuración autodiagnóstico

La capacidad de autodiagnóstico de los elementos debe ser de mínimo 95%, en este caso se determina que es del 99%.

Para evaluar y evitar los fallos de causa común, CCF, se puede, o introduciendo el valor mínimo requerido, 65, o rellenando una lista de condiciones que cumple o no el sistema.

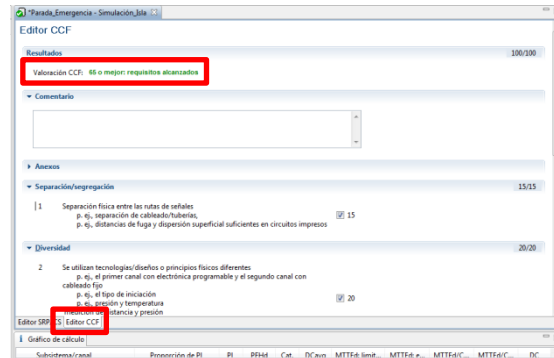


Imagen 3-11. Configuración CCF

Una vez acabado de rellenar todos los datos de los sistemas, de los elementos de que consta se actualiza en la parte inferior del proyecto de seguridad el valor del riesgo y los requisitos cumplidos o no cumplidos en los elementos.

Subsistema/canal	Proporción de PL	PL	PFHd	Cat.	DCavg	MTTFd: limit...	MTTFd: e...	MTTFd/C...	MTTFd/C...	DC	C
Parada_Emergencia		e	5,17E-08								
Entrada		e	2,47E-08	4	99,00%	100,00Años	100,00Años	100,00Años	100,00Años		1
↳ 2.1.1.1 - PIT es Set											
↳ 2.1.1.1 - PIT es Set								207,76Años	207,76Años	99,00%	
↳ 2.2.1.1 - PNOZ s4 / PNOZ s4		e	2,31E-09	4							
Salida		e	2,47E-08	4	99,00%	100,00Años	100,00Años	100,00Años	100,00Años	99,00%	1
↳ 2.3.1.1 - Contactor nominal lo											
↳ 2.3.2.1 - Contactor nominal lo								2283,11Años	2283,11Años	99,00%	

Sistema/módulo	PL requerido	Resultado	Factor CCF	PFHd	PL alcanzado
Puerta_Acceso	c	Objetivo alcanzado	Objetivo alcanzado	3,11E-08	e
Parada_Emergencia	d	Objetivo alcanzado	Objetivo alcanzado	5,17E-08	e

Imagen 3-12. Resultado PLr parada emergencia

➤ Puerta de seguridad.

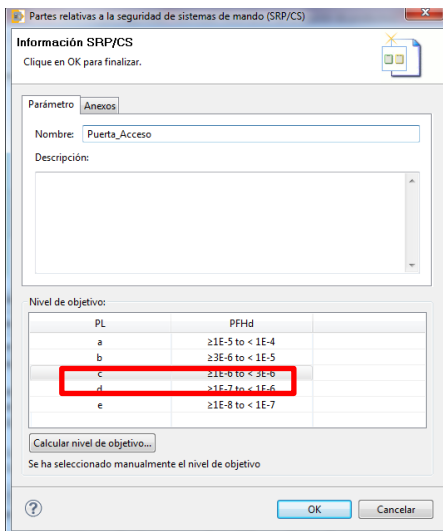


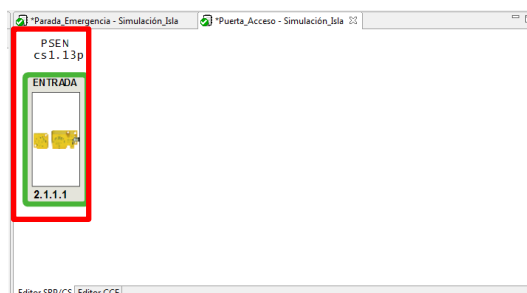
Imagen 3-13. Plr puerta seguridad

Cuando se crea el elemento de seguridad, en este caso la parada de emergencia se debe seleccionar o calcular el PL requerido teóricamente y que debe cumplir con los elementos.

El valor de PL se determina a partir de los bloques de los que conste este elemento.

Se deben añadir, arrastrando a la ventana principal los elementos. La parada de emergencia consta del pulsador de emergencia, de dos relés de seguridad y de dos contactores ya que al ser elementos de seguridad debe poseer doble canal.

Se añade primeramente el elemento del cierre, se busca el elemento en la ventana de la derecha y se arrastra a la ventana principal.



Seguidamente se añaden los dos relés de seguridad para obtener el doble canal de seguridad. Y por último se añaden los dos contactores de seguridad.

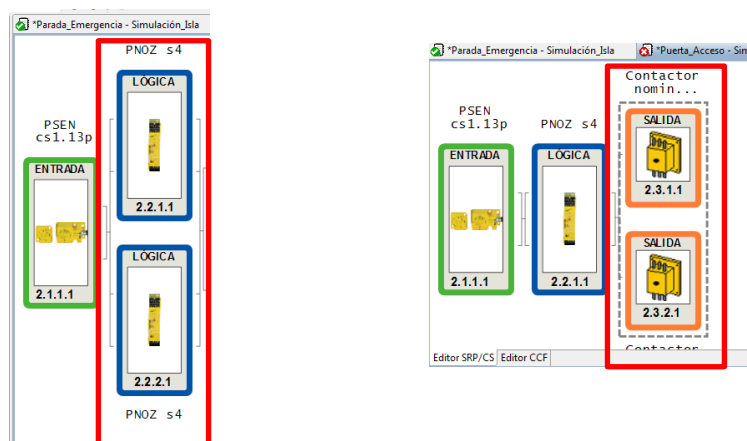


Imagen 3-14. Elementos relés y contactores.

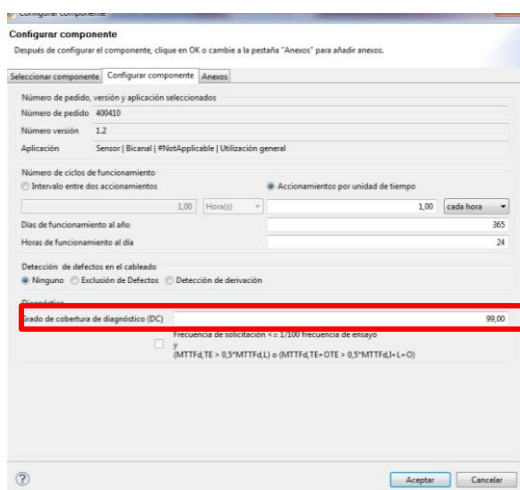


Imagen 3-15. Configuración autodiagnóstico

Para configurar tanto el pulsador como los contactores se tiene la siguiente pantalla de propiedades.

La capacidad de autodiagnóstico de los elementos debe ser de mínimo 95%, en este caso se determina que es del 99%.

Para evaluar y evitar los fallos de causa común, CCF, se puede, o introduciendo el valor mínimo requerido, 65, o rellenando una lista de condiciones que cumple o no el sistema.

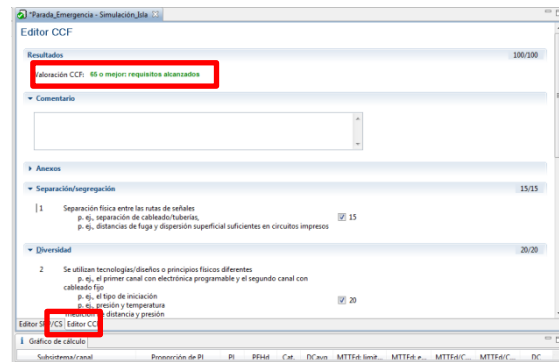


Imagen 3-16. Configuración CCF

Una vez acabado de rellenar todos los datos de los sistemas, de los elementos de que consta se actualiza en la parte inferior del proyecto de seguridad el valor del riesgo y los requisitos cumplidos o no cumplidos en los elementos.

Subsistema/canal	Proporción de PL	PL	PPHd	Cat.	DCavg	MTTfB limit...	MTTfB e...	MTTfB/C...	MTTfB/C...	DC
Puerta_Acceso		e	3,11E-08							
1.1.1.1 - PSEH est.13p		e	4,10E-09	4						
1.1.1.1 - PNOZ H / PNOZ J4		e	2,31E-09	4						
Salida		e	2,47E-08	4	99,00%	100,00Años	100,00Años	100,00Años	100,00Años	99,00%
1.3.1.1 - Contactor nominal lo		e						2283,11Años		99,00%
1.3.2.1 - Contactor nominal lo		e						2283,11Años		99,00%

Sistema/módulo	PL requerido	Resultado	Factor CCF	PPHd	PL alcanzado
Puerta_Acceso	c	Objetivo alcanzado	Objetivo alcanzado	3,11E-08	e
Parada_Emergencia	d	Objetivo alcanzado	Objetivo alcanzado	3,17E-08	e

Imagen 3-17. Resultado PLr puerta de acceso

Con todo esto se determina que el sistema está correctamente implantado y se consigue el nivel de seguridad adecuado.

5.5. Informe de la seguridad de la isla con software PASCAL

Una vez obtenido todo el sistema completo y asegurado el nivel de seguridad deseado, se extrae un informe donde se determina todos los datos desarrollados en el software.

Para ello se exporta de la siguiente forma:

Proyecto → Generar → Informe del proyecto.

Obteniendo de esta manera el informe de seguridad de la isla, que se adjunta en los anexos del presente proyecto.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.

1. Programación en Step 7.

1.1. Introducción.

Dentro de la configuración y programación de un autómata programable, PLC, existen diversas herramientas de programación, según sea el fabricante, incluso está apareciendo herramientas estándar que pueden ser aplicadas para varias marcas de autómatas.

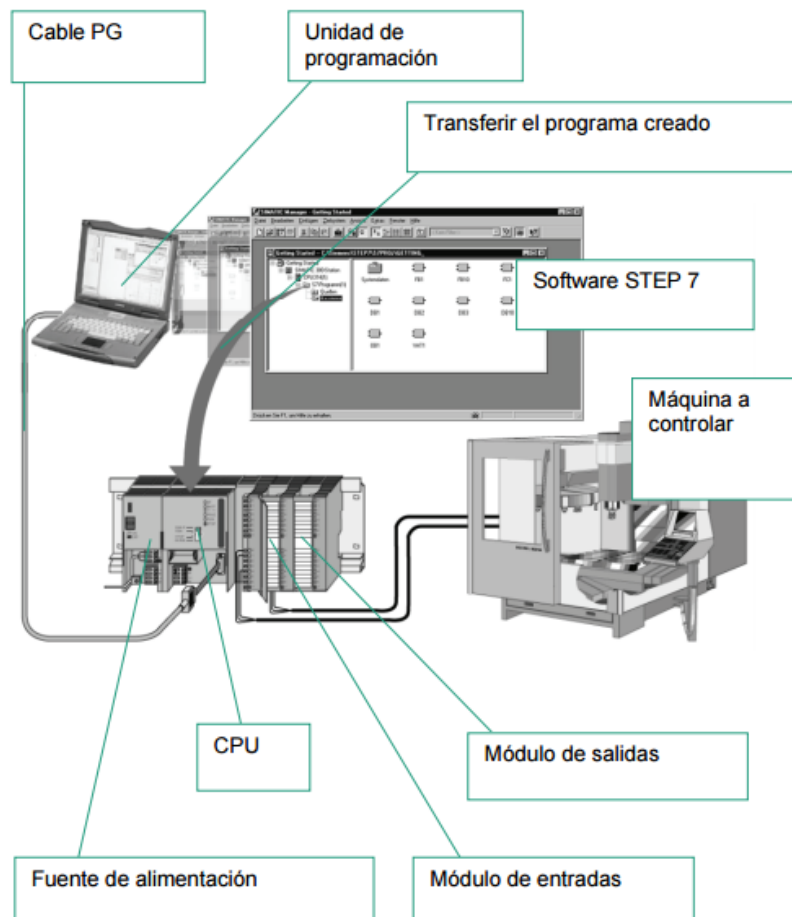


Imagen 4-1. Estructura PLC, fuente Siemens

En este caso se va a programar un autómata Siemens, por ello la herramienta de aplicación que proporciona Siemens es STEP 7 Simatic.

Siemens proporciona documentación variada para entender y aprender a programar con su software, un resumen de la estructura de la herramienta se explica a continuación.

STEP 7 es el software estándar para configurar y programar los sistemas de automatización SIMATIC. STEP 7 forma parte del software industrial SIMATIC.

1.2. Descripción del entorno

El software de STEP 7 de Siemens gestiona todos los datos necesarios para realizar un proyecto de automatización de autómatas programables. Parte de los datos y parametrización debe ser realizada por el usuario y parte la lleva integrada Simatic de manera automática.

El entorno de la herramienta Simatic Manager es la siguiente:

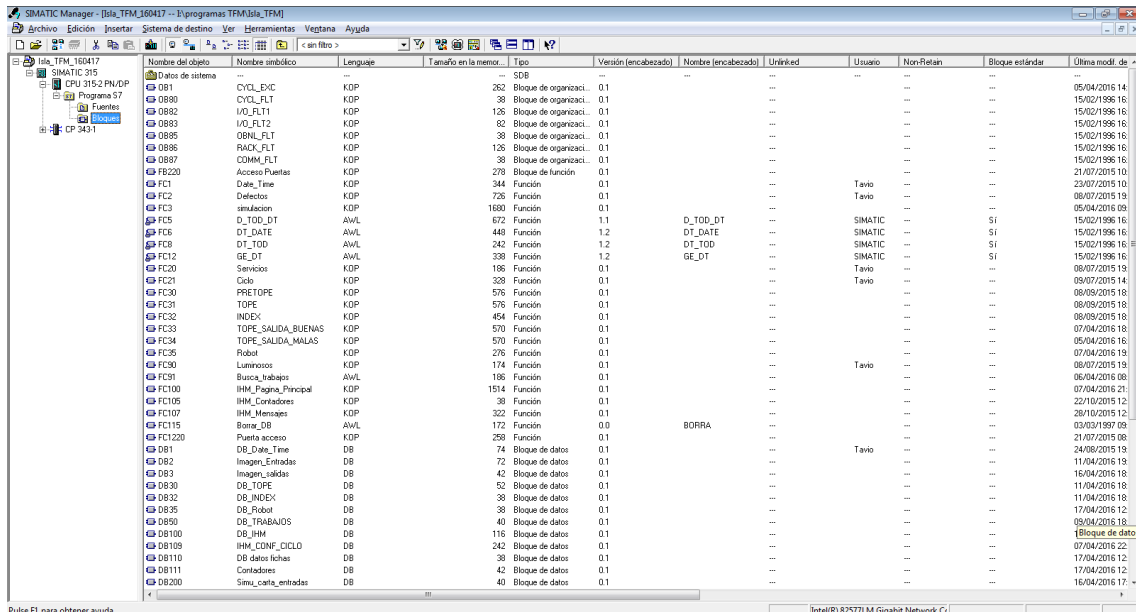


Imagen 4-2. Entorno Simatic Manager

Se va a describir las partes de que consta el software y a continuación se realiza una explicación paso a paso de la implementación y configuración del presente proyecto.

Dentro de la herramienta se tiene lo siguiente:

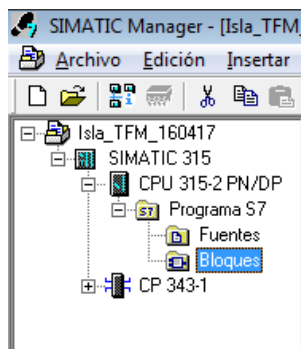


Imagen 4-3. Árbol proyecto PLC

El árbol del proyecto donde se alberga la configuración del hardware del autómata, los módulos del sistema de entrada y salidas, los símbolos que se utilizan, los bloques de funciones, de datos, etc. de que consta el proyecto.

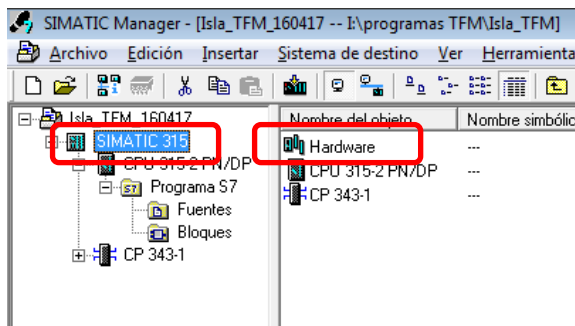


Imagen 4--4. Opción hardware

En la parte de SIMATIC se tiene la opción de configuración Hardware. Haciendo doble click en ella se puede determinar los componentes físicos de los que consta el autómata y los diversos módulos que cuelgan de la CPU. Para comenzar a parametrizar y configurar el hardware primeramente hay que introducir los bastidores necesarios (racks). Se puede parametrizar propiedades de la CPU como puede ser el comportamiento tras un arranque en caliente, los db's remanentes, el tiempo de ciclo...

Además de la configuración hardware existe un diagnóstico de hardware disponible cuando se ha cargado el sistema en el autómata o en el simulador para determinar el estado de la CPU y de los módulos configurados. Una vez observando el diagnóstico se puede visualizar los mensajes de ayuda y restado dando doble clic en el elemento.

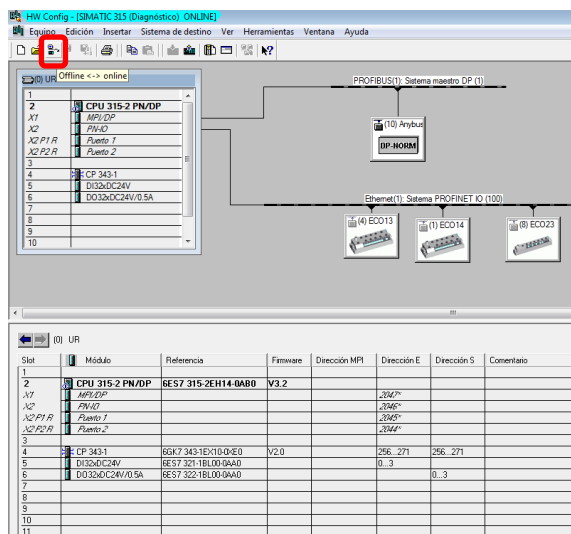


Imagen 4-5. Visualización online

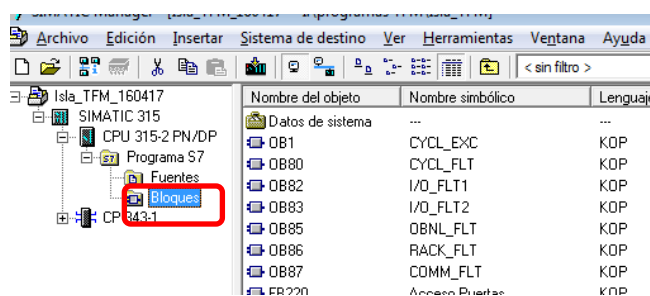


Imagen 4-6. Boques de programación

La parte de la derecha es donde se ubican los bloques de funciones y de datos que contiene el proyecto. Estos bloques se encuentran en la carpeta bloques.

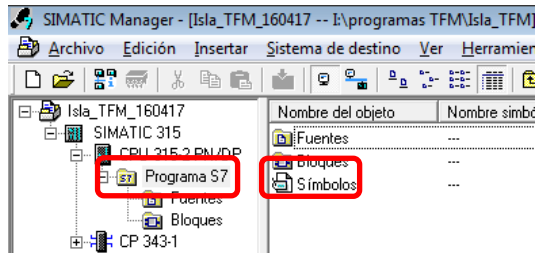


Imagen 4-7. Configuración símbolos

Seleccionando la carpeta Programa S7 se tiene un documento Símbolos, en él se encuentran las variables globales utilizadas en el programa automático junto con su definición y mnemónico. Dentro del apartado símbolos se puede definir nuevos y poner o modificar los comentarios de las variables, las entradas y salidas, las marcas, las funciones, los temporizadores...etc. Estas variables se actualizan automáticamente al entrar en la opción si ha sido modificado algún parámetro.

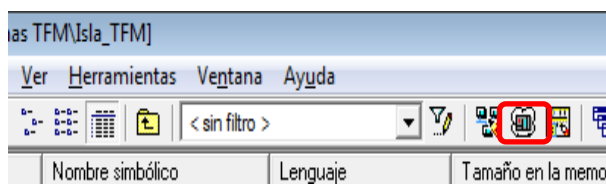


Imagen 4-8. Icono PLCSim

El icono de simulación, STEP 7 posee un simulador propio donde pueden forzarse las variables del automático. Éste simulador es el que hace la función de conexión con el simulador que se va a crear en TIA Portal.

Para poder cargar el programa hay que determinar la vía en la que se va a realizar. En este caso como se va a simular y se va a realizar mediante PLCSim, icono de la imagen 4-8, y la configuración es:

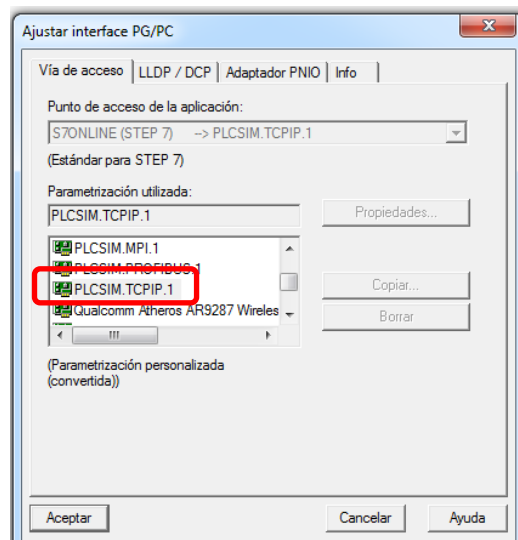
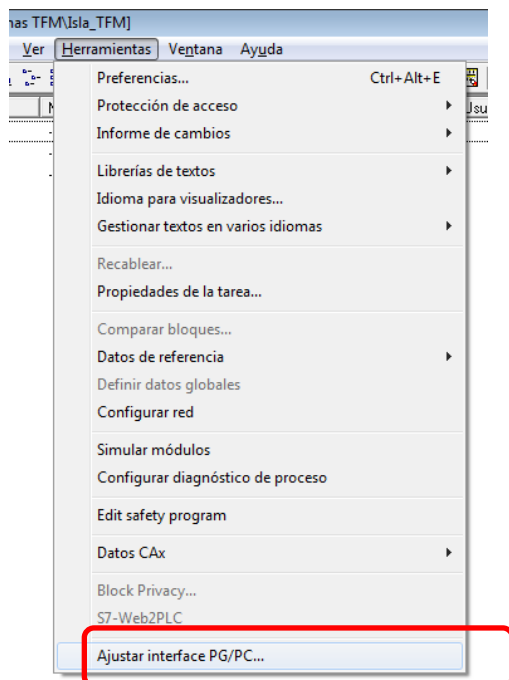


Imagen 4-9. Ajuste tipo comunicación PLC

➤ Tipo de lenguaje.

La herramienta de programación STEP 7 contiene tres tipos de lenguajes de programación: KOP, AWL y FUP.

- KOP: Lenguaje de contactos, es un lenguaje gráfico. Su escritura es a través de contactos, que simulan entradas, memorias internas, palabras... así como a través de bobinas para simulación de salidas... etc., tiene orientación a ser lo más similar posible a un esquema eléctrico.
- AWL: Lista de instrucciones. Lenguaje de programación más complejo, se realiza una programación textual con orientación a la máquina. Las instrucciones son los pasos que debe seguir la CPU para ejecutar su programa.
- FUP: Diagrama de funciones. Lenguaje gráfico. Utiliza la lógica booleana para programación.

1.3. Estructura de programa y diseño.

Una vez determinado los requisitos en el capítulo III en el apartado 2 y 3, hay que estructurar el diseño del programa autómatas teniendo en cuenta que Siemens proporciona los siguientes elementos:

- Estructura de memoria.
 - Imágenes de E/S. Señales de entradas y salidas de módulos acoplados en el bastidor que se utilizan en el programa. No son los valores instantáneos.
 - E/S de periferia. Señales de entrada y salida de los dispositivos que cuelgan de la periferia del sistema y que se utilizan dentro del programa. Estos valores tampoco son valores instantáneos, pero se pueden leer y escribir también de manera instantánea accediendo a un byte, una palabra o una doble palabra.
 - Marcas. Son variables globales e internas al programa STEP 7. Pueden ser de varios tipos, bool, int, real, Word... etc. Se les puede dar un mnemónico y un comentario. Los valores de estas marcas se pueden borrar o no cuando se apaga el PLC. Para acceder a ellas se puede hacer a través de un bit, de una palabra, o de un ancho indeterminado.
 - Temporizadores. Existen dos tipos: por software (IEC), su limitación viene determinada por la memoria disponible, y temporizadores S7, éstos son temporizadores hardware y son limitados dependiendo de la CPU (por ser hardware).
 - Contadores. Elementos usados para contar o descontar cantidades.
 - Módulos de datos (DB) áreas de memoria que están definidas por el usuario. Pueden ser de longitudes dispares y con contenidos de todo tipo. Las variables contenidas en los DB son remanentes al apagado del PLC.
- Estructura de módulos de funciones.
 - Módulos de organización (OB). Éstos sólo sirven para lo que han sido diseñados y es el autómatas el que gestiona y llama a este tipo de bloques.

Algunos de estos tipos de bloques son:

- OB1, es el bloque principal que se ejecuta de forma recurrente y es desde donde se empiezan las llamadas a los bloques FC o FB.
- OB100-102, se utilizan en el arranque del autómatas dependiendo del tipo de arranque, por ejemplo OB100 es el bloque de organización de arranque completo, que se ejecuta una única vez en el arranque del autómatas y luego pasa al bloque principal OB1.
- Funciones (FC). Bloques que pueden ser llamados desde OB, FC o FB y se usan para estructurar el código y este el programa modulado, que no sea todo el código escrito en el OB1. En estas funciones se tiene una condición con la cual se puede ejecutar la función, o dejar esta condición siempre activa. Se tiene también unas variables o valores de entrada y unos valores de salida, que son el resultado de lo que ocurra internamente. Internamente se pueden definir variables temporales internas al bloque FC para ejecutar el código interno, pero que sólo puede ser utilizado en ese bloque y no son remanentes.
- Bloques de función (FB). Tienen variables internas llamadas estáticas que dan remanencia de ciclo a ciclo, esto se consigue con la asociación de un bloque de memoria (DB) al bloque de función. Estos DB se llaman de remanencia.
- Bloques de memoria (DB). Los datos pueden ser de tipo global o de instancia. Los de instancia son necesarios para la ejecución de los FB y toman la estructura de la declaración de las variables del propio FB. Los DB globales son módulos declarados por el usuario y pueden contener variables de todo tipo definiendo estructuras complejas
- Módulos de sistema (SFC, SFB, SDB). Existen una serie de FC y FB que están integrados en el propio sistema operativo del PLC. Pueden ser llamados y consultados para obtener o tratar información. Los SFB necesitan de su correspondiente SDB.

Éstas son las estructuras que nos da el proveedor Siemens para gestionar y crear el programa que gestiona el sistema o la isla.

En función de estas estructuras, de los requisitos y funcionamiento determinado en el capítulo III se estructuran los bloques y funciones de que va a constar el programa.

Una vez descrito la interfaz de la herramienta, las opciones de las que se dispone para realizar la simulación y la isla, se pasa a determinar la estructura de diseño de PLC de que se va a tratar el programa de la isla.

La estructura que se va a implementar está destinada a una programación reutilizable, es decir que se va a dividir la isla en zonas y elementos, que se gestiona por separado, de manera que existan funciones de cada elemento y de cada zona. Así el código es mantenible y reutilizable.

2. Programación en TIA Portal.

2.1. Introducción.

El software TIA Portal es una herramienta destinada a la programación tanto de autómatas como de pantallas de operador.

Tiene la parte de configuración y programación de autómatas, donde, como ocurre en STEP 7, se puede configurar los elementos que tienen los hardware del PLC, las variadas funciones y variables que componen el programa para el correcto funcionamiento del autómata.

Tiene la parte de configuración y programación de paneles de operador, se puede configurar el tipo de pantalla que se va a utilizar. Existen diferentes tipos de interfaz hombre máquina, están los definidos para la configuración del panel operador de Siemens, y también se encuentran las distintas estaciones PC que se pueden configurar para interactuar con el PLC.

En éste proyecto se va a utilizar TIA Portal como un entorno de interfaz hombre máquina.

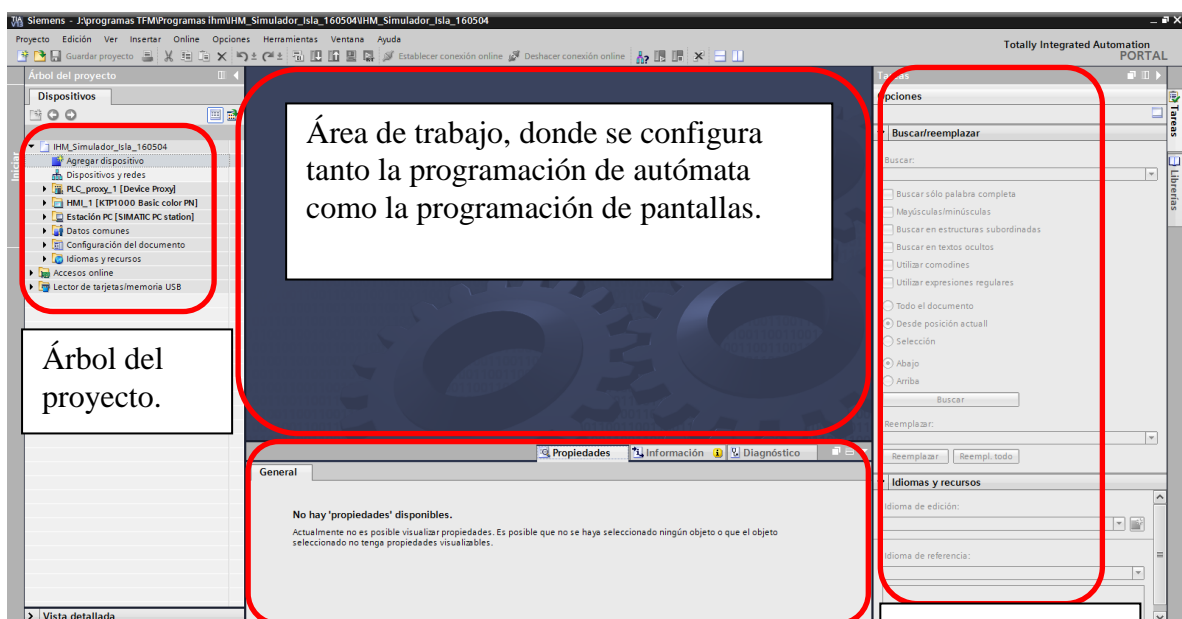
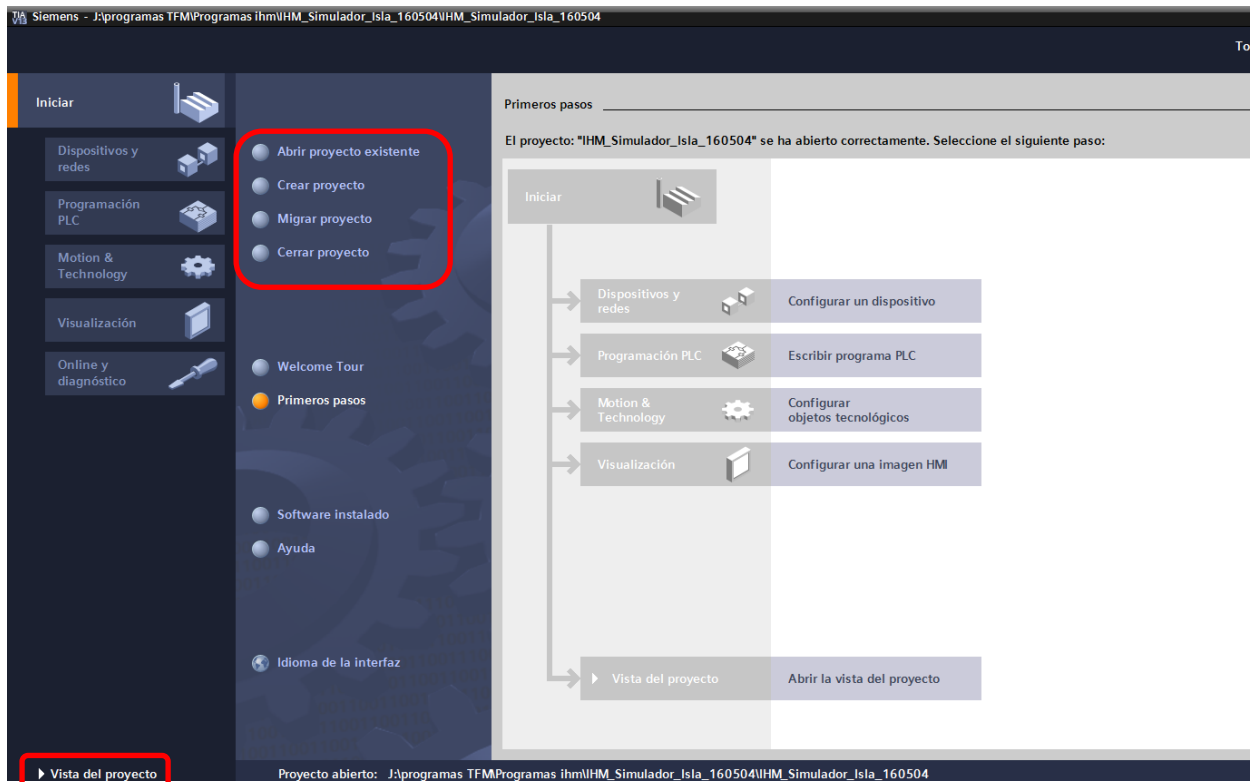
Va a existir dos tipos de interfaces, el panel operador IHM, que representa la pantalla IHM que existe en la propia instalación, y otro panel IHM que toma el papel de simulador, un SCADA donde se puede visualizar el estado de la instalación y en este caso como se va a realizar la simulación desde el mismo, se pueden forzar los valores de los sensores, válvulas y botones que existen en el campo en la instalación.

2.2. Descripción del entorno

El software de TIA Portal de Siemens gestiona todos los datos necesarios para realizar un proyecto de automatización de autómatas programables y de programación de pantallas operador IHM.

Se puede realizar varios tipos de proyectos, ya sean con los dos elementos, PLC e IHM, también sólo la programación de PLC o simplemente la programación del IHM.

La pantalla inicial, donde se puede seleccionar crear un nuevo proyecto, abrir uno existente, iniciar un tutorial inicial a TIA Portal, etc.



Árbol del proyecto.

Área de trabajo, donde se configura tanto la programación de autómatas como la programación de pantallas.

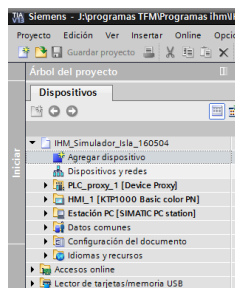
Ventana de propiedades y configuración de las distintas partes de que se compone el proyecto.

Herramientas para la configuración y modelado de la visualización del proyecto.

Imagen 4-10. Pantalla inicial

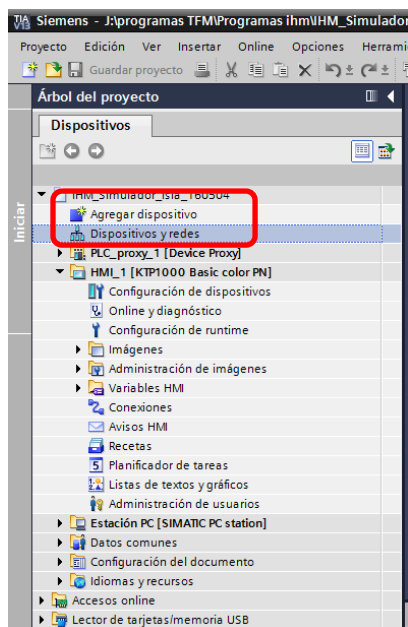
Se va a describir las partes de que consta el software y a continuación se realiza una explicación paso a paso de la implementación y configuración del presente proyecto.

Dentro de la herramienta se tiene lo siguiente:



El árbol del proyecto donde se alberga la configuración de los dispositivos que consta el proyecto. En este caso se encuentra la pantalla IHM, el PC de simulación y el dispositivo de conexión de la pantalla con el programa autómatas de STEP 7, PLC_proxy. Dentro de cada pantalla se encuentran las distintas pantallas de las que constan los paneles, las variables que se van a usar para la visualización y las distintas conexiones existentes en el proyecto.

Imagen 4-11. Árbol proyecto



Se puede configurar el hardware que se tiene en el proyecto. Con la opción agregar dispositivo se puede seleccionar entre los distintos elementos compatibles, cpu de autómatas, elementos de entrada y salida...así como las distintas pantallas de siemens.

En la opción de Dispositivos y redes se puede visualizar los elementos existentes en el proyecto e interconectarlos unos con los otros.

Imagen 4-12. Configuración hardware TIA Portal

Como en el presente proyecto se va a utilizar TIA portal como elemento de configuración de pantallas de operador se agrega los dispositivos de: Pantalla KTP1000 Basic y una estación PC.

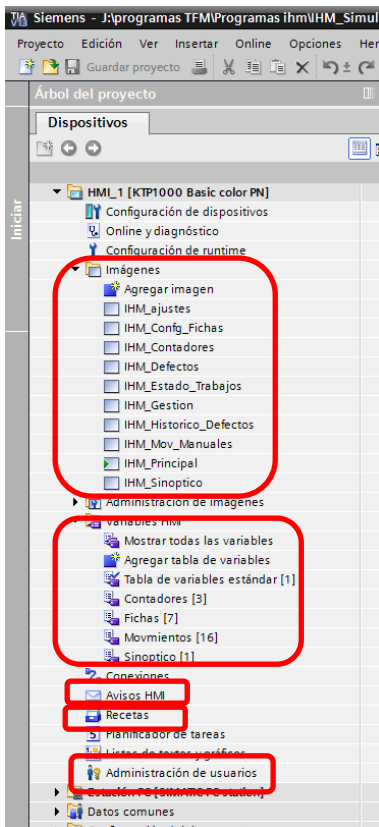


Imagen 4-13. Opciones TIA Portal

Para la configuración de las pantallas se tiene la parte donde se ubican las distintas pantallas diseñadas en la carpeta Imágenes.

Carpeta Variables IHM donde se agrupan las variables que se utilizan para la visualización y control del IHM.

Opción Conexiones, donde se ubican las distintas conexiones entre los dispositivos del proyecto.

Avisos IHM donde se almacenan y configuran los defectos que aparecen en la pantalla de operador.

Administración de usuarios, que es donde se configuran los distintos usuarios que tienen permiso de entrada en las pantallas y sus contraseñas.

Una vez configuradas y programadas todas las pantallas del proyecto se pasa a simular las mismas. Para ello se debe realizar lo siguiente:

- Se debe seleccionar el elemento a simular y a continuación pulsar la opción iniciar simulación. En ese momento se ejecutará el runtime del proyecto seleccionado.

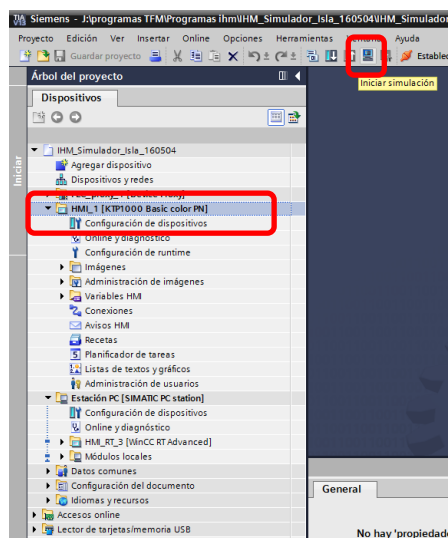


Imagen 4-14. Icono simulación pantalla IHM operador

- Para simular el otro elemento se selecciona éste y a continuación se pulsa la opción iniciar simulación

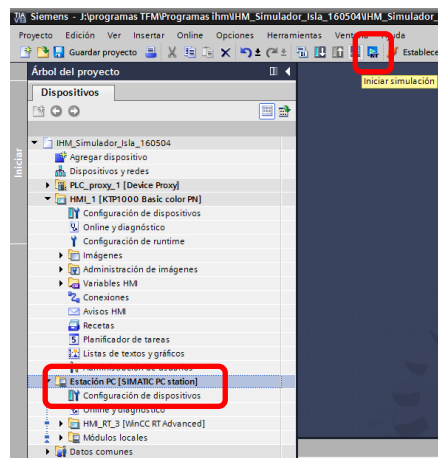


Imagen 4-15. Icono simulación Simulador

2.3. Configuración y estructura del proyecto en TIA Portal.

Creación del proyecto y conexión de TIA Portal:

Se crea un proyecto nuevo en TIA Portal, asignándole un nuevo nombre y una ruta donde guardar el proyecto.

A continuación se debe agregar los dispositivos de los que va a estar formado el sistema, en este caso se tiene:

- La pantalla operador IHM

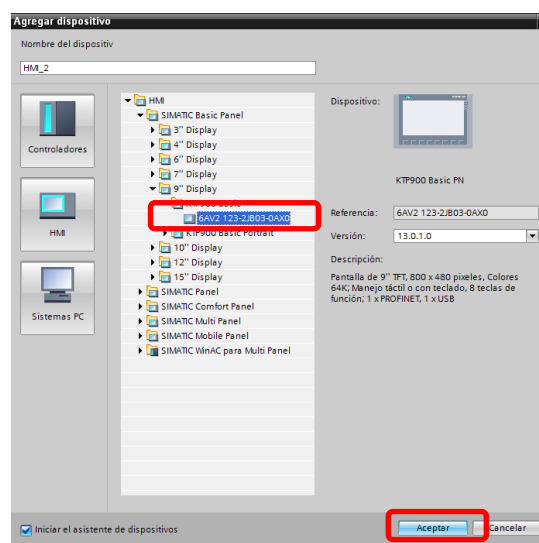


Imagen 4-16. Configuración hardware pantalla operador I

Una vez agregada la pantalla se debe configurar los siguientes pasos:

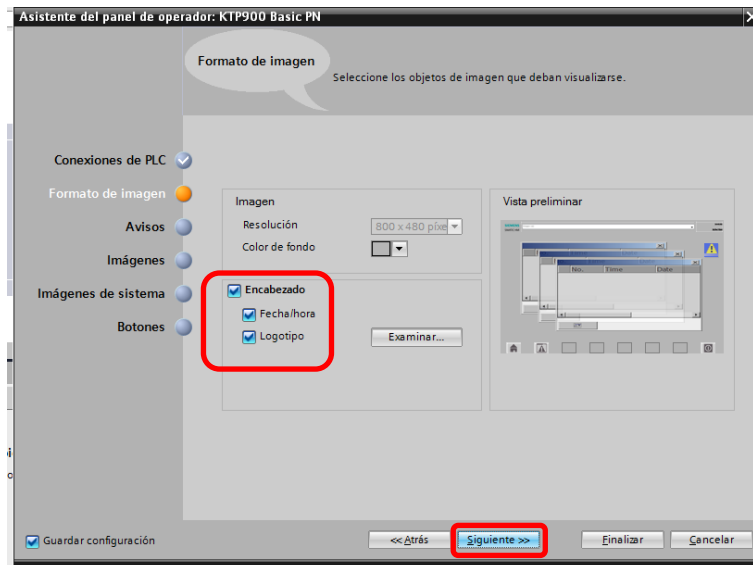


Imagen 4-17. Configuración hardware pantalla operador II

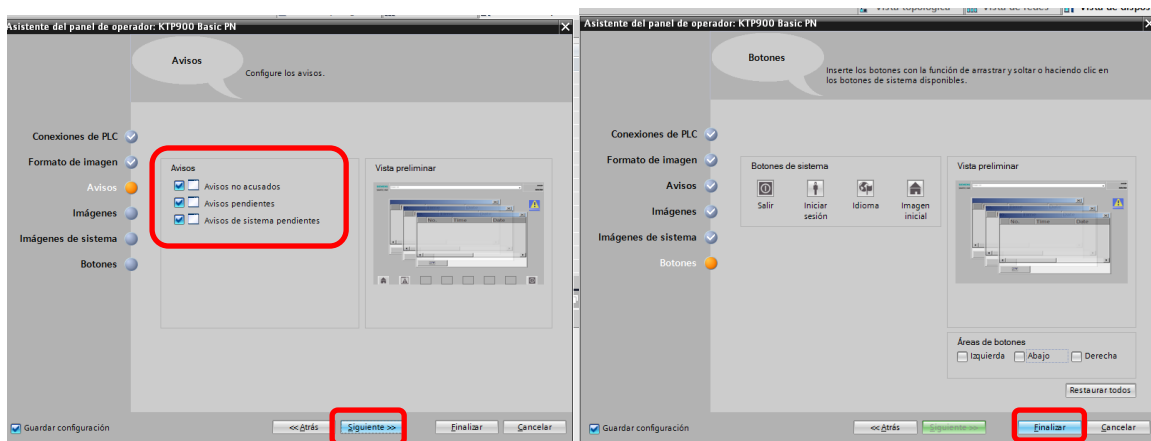


Imagen 4-18. Configuración hardware pantalla operador III

Así se tiene ajustada la pantalla con las configuraciones que se deseen. Luego, una vez creada, se pueden añadir más opciones o cambiar la configuración.

- El Scada que se encuentra en un ordenador aparte como simulador.

Para crear el SCADA que juega el papel de simulador en este proyecto se debe agregar un PC al sistema de la siguiente forma:

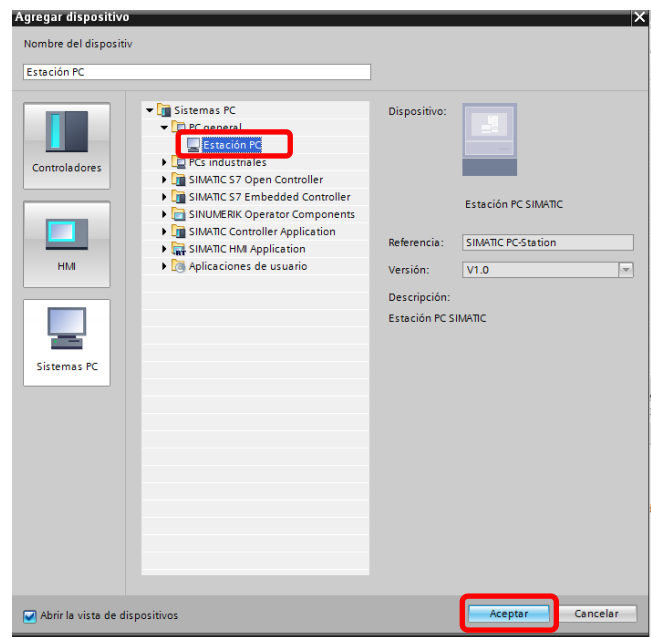


Imagen 4-19. Configuración hardware pantalla simulador I

Una vez agregado al proyecto, en los dispositivos en red que se tiene el proyecto, aparece el PC agregado. A este dispositivo se le debe configurar para que comunique con la pantalla IHM y con el simulador PLC.

Para ello se debe agregar al dispositivo PC un módulo de comunicación, en este caso un módulo Profinet/Ethernet del tipo IE general. Para agregarle basta con arrastrar hasta la posición del PC o dar doble clic en el árbol para agregarle.

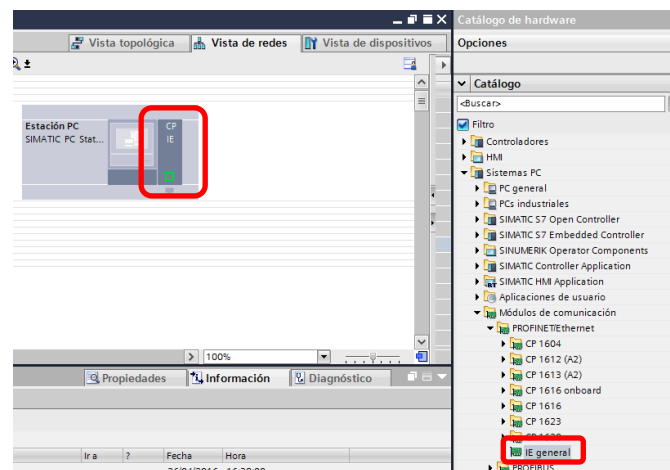


Imagen 4-20. Configuración hardware pantalla simulador I

A continuación hay que asignar el Runtime para la simulación y visualización del SCADA, para ello en el mismo árbol que anteriormente se selecciona en SIMATIC HMI Application, Wincc RT Advance, de esta manera, arrastrando hasta el PC o dando doble clic, como anteriormente, se agrega el dispositivo en la estación PC. Esta aplicación es la que se encarga del control remoto del sistema, simulación.

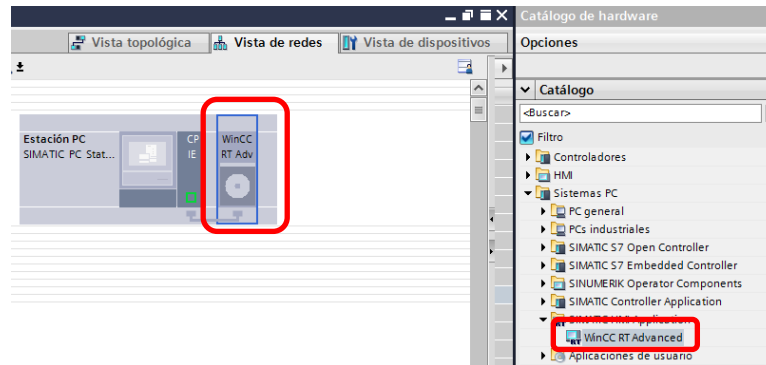


Imagen 4-21. Configuración hardware pantalla simulador II

- Device PLC Proxy.

PLC_Proxy se utiliza para poder crear un proyecto de autómatas con Step7 y la configuración IHM con el software WinCC TIA Portal, a través de PLC_Proxy se conectan los dos programas.

Con la utilización del sistema de conexión device plc proxy se consigue un acceso directo al controlador Simatic en STEP 7 y a su configuración. Con ello se consigue también un acceso directo a las variables del proyecto de automatismos a través de los nemónicos, a los distintos bloques de datos (DB) del proyecto, a los defectos y alarmas.

De esta manera si se modifica o se quiere introducir nuevas variables del PLC en la parte de IHM simplemente con actualizar el device plc proxy se podrán acceder a estas variables.

Para el uso en el presente proyecto se debe agregar y poner en marcha de la siguiente manera.

- Se selecciona en agregar dispositivo.

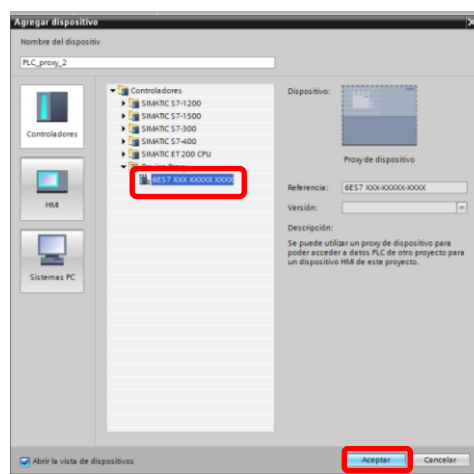


Imagen 4-22. Configuration hardware plc proxy I

A continuación se debe conectar el dispositivo PLC_Proxy con el programa automático que se desea, para ello hay dos opciones, con el botón derecho encima del nombre en el arbol de la izquierda, y dar a inicializar proxy de dispositivo, o en la vista de redes, pinchando en el dispositivo con el botón derecho, dando a la misma opción inicializar proxy dispositivo, las dos opciones hacen lo mismo.

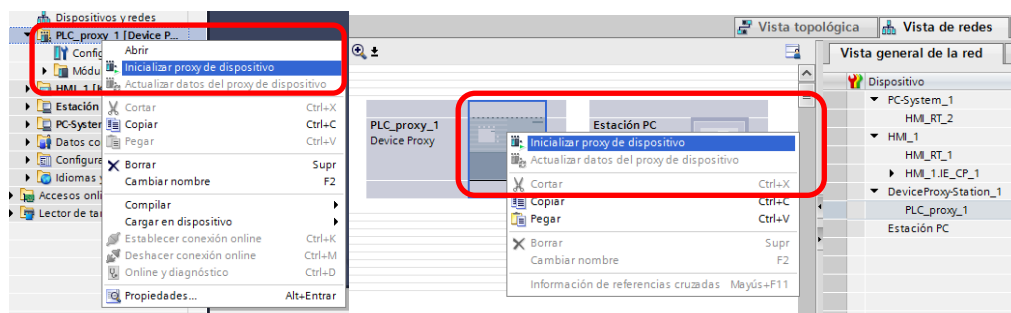


Imagen 4-23. Actualización plc proxy I

A continuación se debe seleccionar el programa automático de donde se quieren importar las variables que se desean pasar a la simulación o scada.

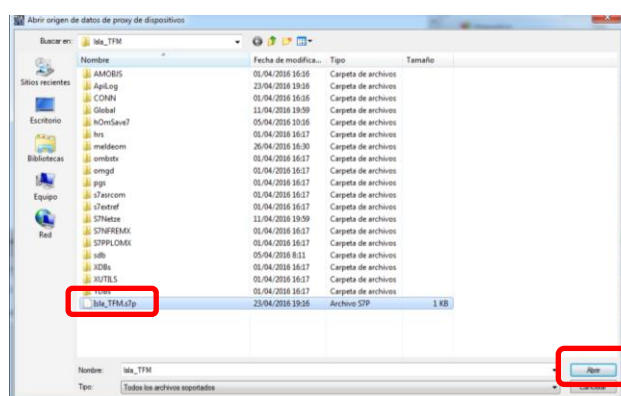


Imagen 4-24. Actualización plc proxy II

Una vez seleccionado el programa de PLC, hay que seleccionar que se desea importar a TIA Portal, en este caso se selecciona todo lo existente en el proyecto de Siemens, los bloques, los símbolos y los avisos.

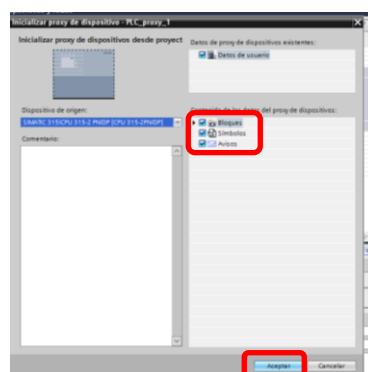


Imagen 4-25. Actualización plc proxy III

Conexionado PLC_Proxy con el programa autómatas se obtiene el siguiente dispositivo, que se conecta con los demás elementos del sistema.

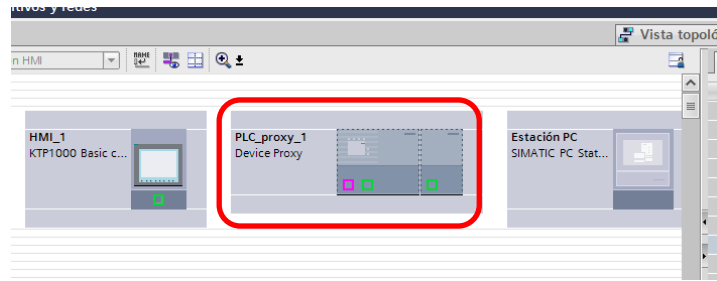


Imagen 4-26. Conexión hardware I

Terminado de crear todos los elementos se deben conectar mediante la red Ethernet de la siguiente manera:

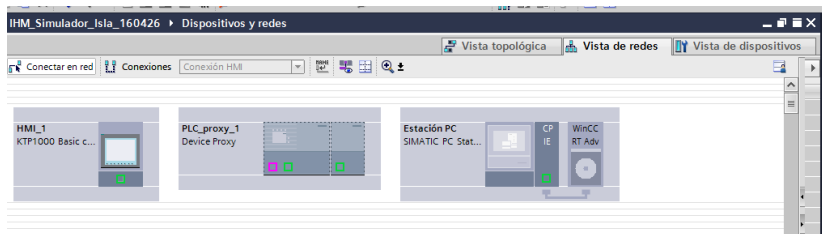


Imagen 4-27. Conexión hardware II

Se selecciona el puerto de Ethernet PN/IO de la pantalla y se conecta con el puerto correspondiente de PLC_Proxy.

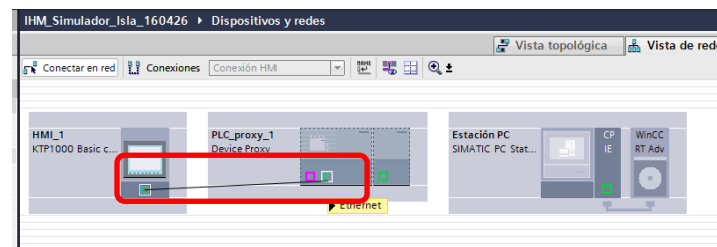


Imagen 4-28. Conexión hardware II

La conexión con la estación PC se realiza cómo se muestra en la siguiente imagen:

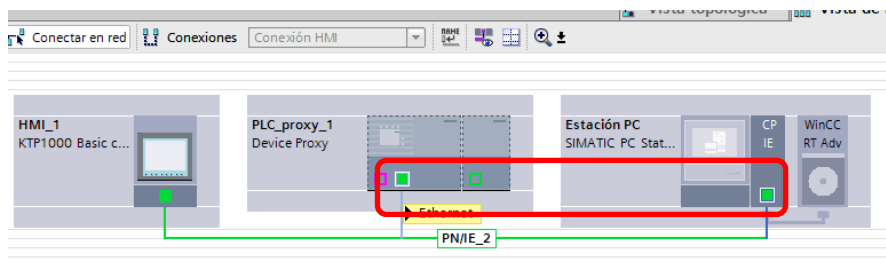


Imagen 4-29. Conexión hardware III

De esta manera se obtiene tres dispositivos conectados entre ellos por la misma red, en este caso PN/IE_2.

Seguidamente hay que crear la conexión real entre ellos, para ello en la misma vista de redes se selecciona la opción Conexiones. Con esta opción se visualiza “online” las conexiones existentes entre los distintos dispositivos.

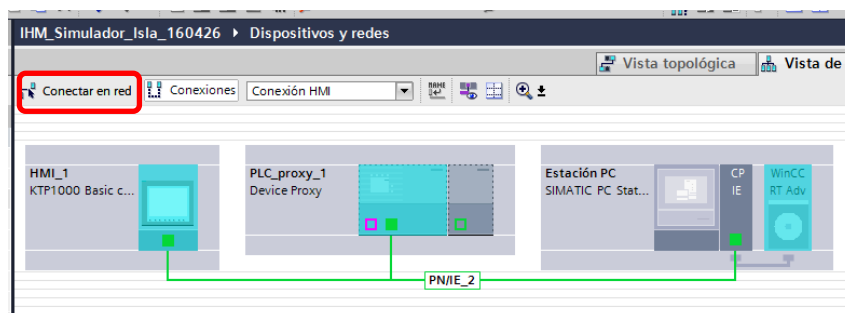


Imagen 4-30. Conexión hardware VI

Se pasa a crear la conexión entre los dispositivos, para ello se debe hacer clic con el botón derecho, tanto en la pantalla IHM como en la Runtime de la estación PC, y seleccionar la opción Crear conexión.

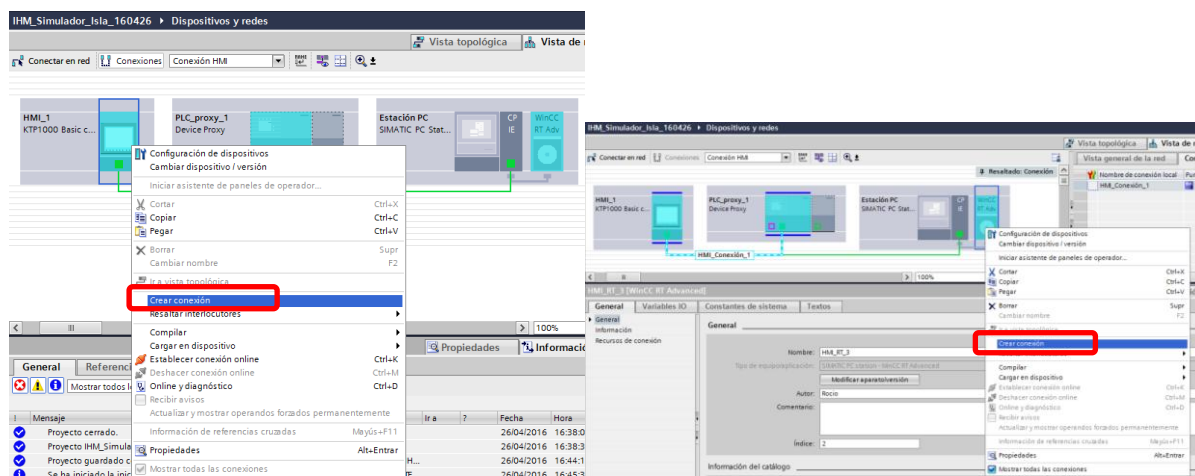


Imagen 4-31. Conexión hardware V

En cada caso se abre una pantalla donde se selecciona el dispositivo con el cual se quiere crear la conexión, en ambos casos es el dispositivo PLC_Proxy. Se selecciona el dispositivo, momento en el que aparece en la pantalla de la derecha y para crear la conexión se pulsa el botón Agregar.

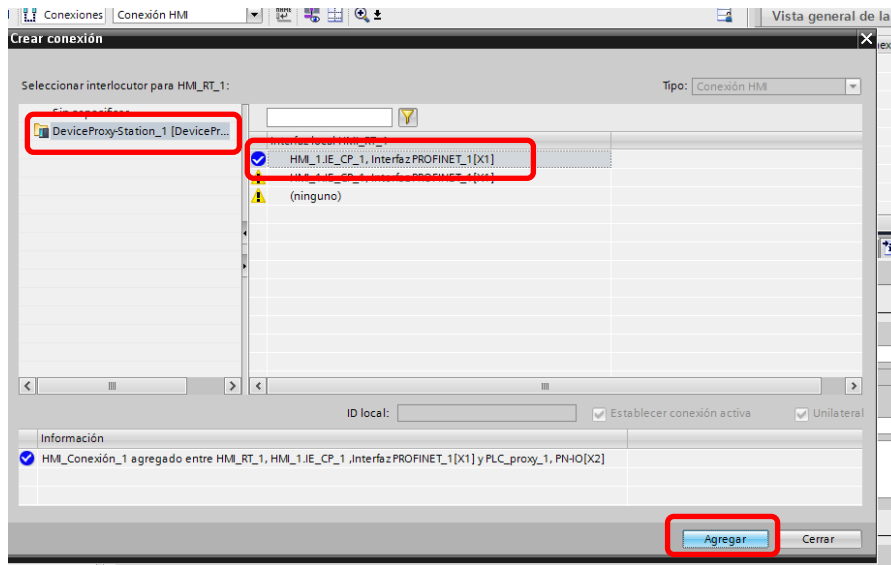


Imagen 4-32. Conexión hardware VI

Una vez creada las dos conexiones se obtiene la conexión realizada entre los dispositivos, la cual ya se puede utilizar para las variables en TIA Portal, que funcionan a través de los nemónicos de las variables.

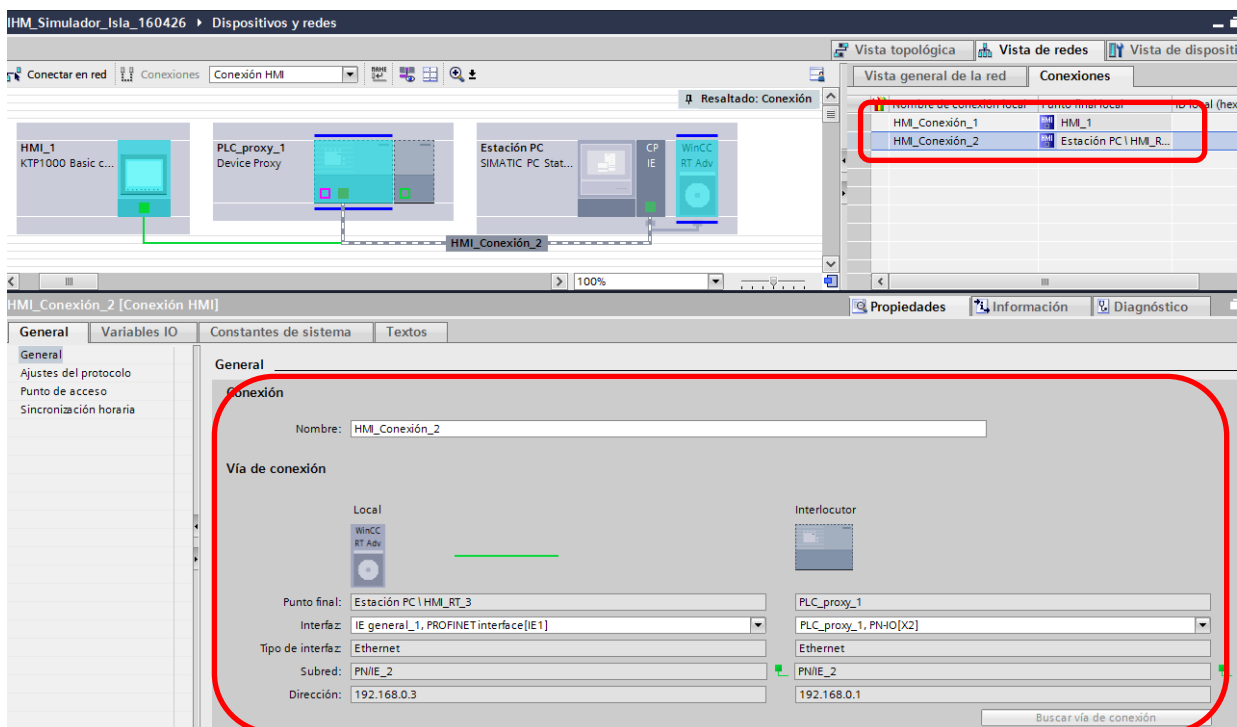


Imagen 4-33. Conexión hardware VII

3. Programación en RobotStudio.

3.1. Introducción.

El software RobotStudio es una herramienta destinada a la programación fuera de línea de Robots ABB.

Tiene la parte de configuración y programación de robots ABB de diferentes tipos y la parte de simulación de movimientos y elementos del sistema de la isla.

En el software se puede configurar las distintas cartas de programación que se tiene en el Robot, las señales que se envían y se reciben del PLC para el funcionamiento...etc.

Proporciona las herramientas para incrementar la rentabilidad de su sistema robotizado mediante tareas como formación, programación y optimización, sin afectar la producción, lo que proporciona numerosas ventajas, como reducción de riesgos, arranque más rápido, transición más corta e incremento de la productividad.

Además con la configuración y simulación de los componentes totales que contiene la isla robotizada se puede observar el comportamiento aproximado que tendrá la isla en la implementación real.

En éste proyecto se utiliza RobotStudio como una visualización del movimiento real que se tendría en la isla física, tanto del robot como de la evolución de la pieza dentro de cada paso del ciclo.

3.2. Descripción del entorno

El software de RobotStudio de ABB gestiona todos los datos necesarios para realizar un proyecto de robótica y simulación del propio robot, sus movimientos, los diferentes tipos de herramientas...así como la programación y simulación de los elementos de la isla como cintas transportadoras, piezas y movimientos de estas, barreras de seguridad...etc.

La primera pantalla es la inicial, donde se puede seleccionar crear un nuevo proyecto, abrir uno existente, guardar el proyecto...etc.



Imagen 4-34. Página inicial RobotStudio

Teniendo creado el proyecto nuevo ya se puede agregar el tipo de robot que se va a utilizar y el tipo de controlador:

Dentro de la pestaña Inicio en la opción Biblioteca ABB se selecciona el tipo de Robot de la estación, en este caso un robot ABB IRB120.

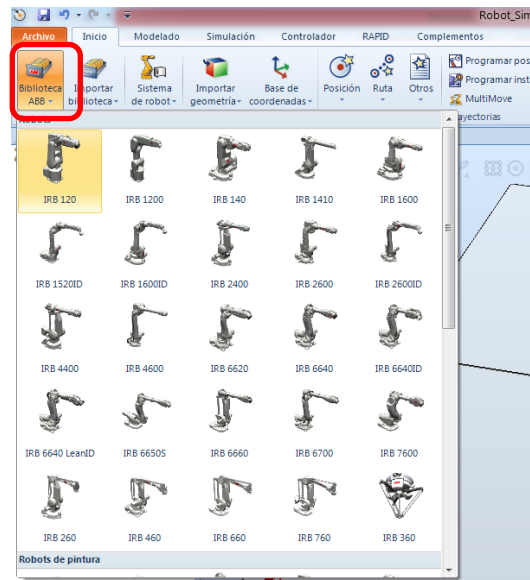


Imagen 4-35. Insertar nuevo Robot

Agregado el robot, se debe agregar el sistema de controlador, para ello en la opción Sistema de Robot, se puede seleccionar el controlador desde diseño, desde plantilla o ya existente. En este caso se elige la opción Existente, ya que se ha creado un controlador con la opción de OPC que se explicó en el capítulo II en el punto 3.3.

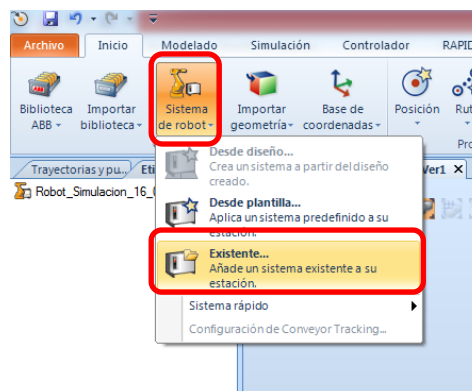


Imagen 4-36. Insertar nuevo controlador RobotStudio

En la pestaña Modelado se tiene las distintas opciones para crear sólidos, que se pueden comportar como piezas, cintas transportadoras, herramientas para el robot...

También se pueden crear las herramientas del robot, componentes inteligentes para poder animar los objetos de la isla, diseñar base de coordenadas de los elementos....etc.

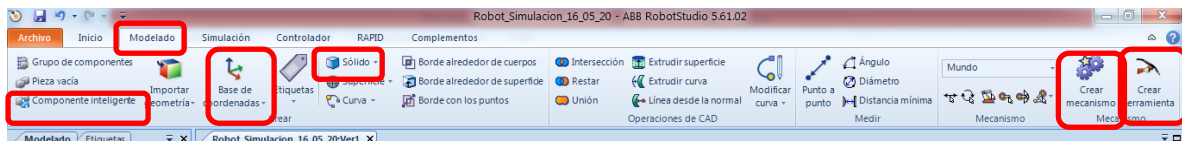


Imagen 4-37. Opciones RobotStudio

Para la configuración de los componentes inteligentes se tiene las siguientes pantallas:

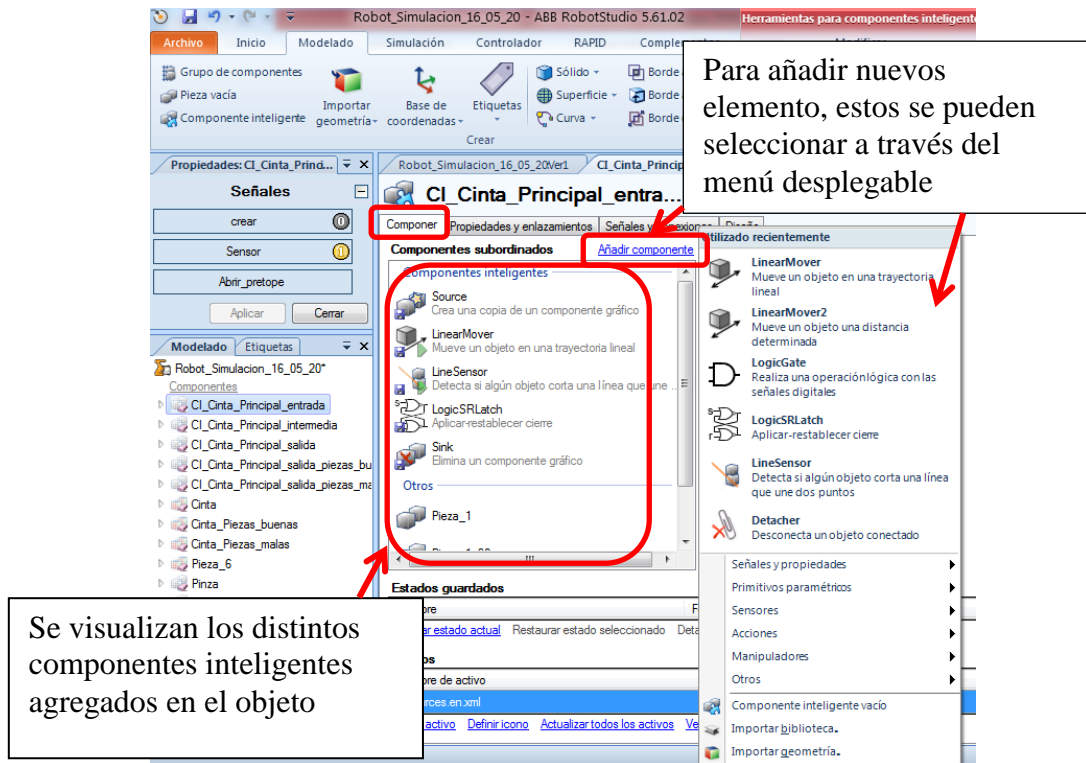


Imagen 4-38. Configuración y opciones componentes inteligentes.

Una vez agregados los elementos se pueden configurar las conexiones entre ellos y las acciones que se desarrollarán.

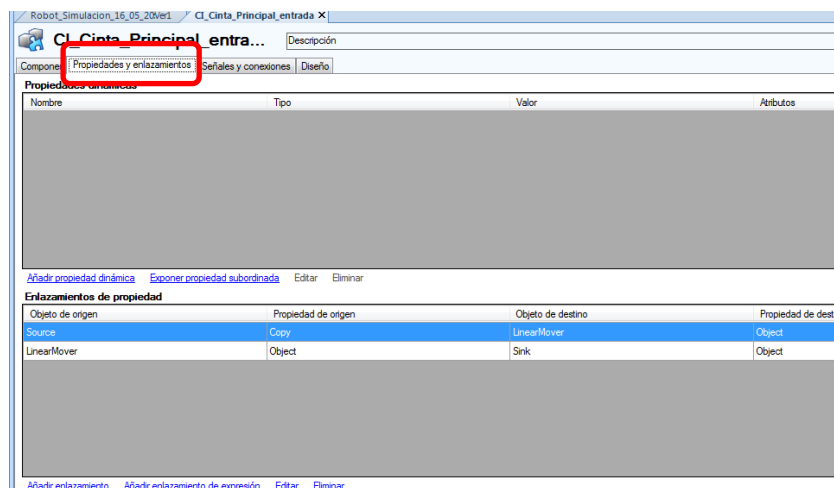


Imagen 4-39. Propiedades componentes inteligentes I

También se configuran las señales de entrada y salida con las cuales se acciona el movimiento y la señal de salida cuando se produce el movimiento

Nombre	Tipo de señal	Valor
crear	DigitalInput	0
Sensor	DigitalOutput	1
Abrir_pretepe	DigitalInput	0

Objeto de origen	Señal de origen	Objeto de destino	Señal de destino
CI_Cinta_Principal_entrada	crear	Source	Execute
CI_Cinta_Principal_entrada	crear	LineSensor	Active
LogicSRLatch	Output	LinearMover	Execute
CI_Cinta_Principal_entrada	crear	LogicSRLatch	Set
LineSensor	SensorOut	LogicSRLatch	Reset
LogicSRLatch	InvOutput	CI_Cinta_Principal_entrada	Sensor
CI_Cinta_Principal_entrada	crear		Execute
CI_Cinta_Principal_entrada	Abrir_pretepe	Sink	Execute

Imagen 4-40. Propiedades componentes inteligentes II

Por último se visualiza las distintas conexiones entre los elementos de forma gráfica.

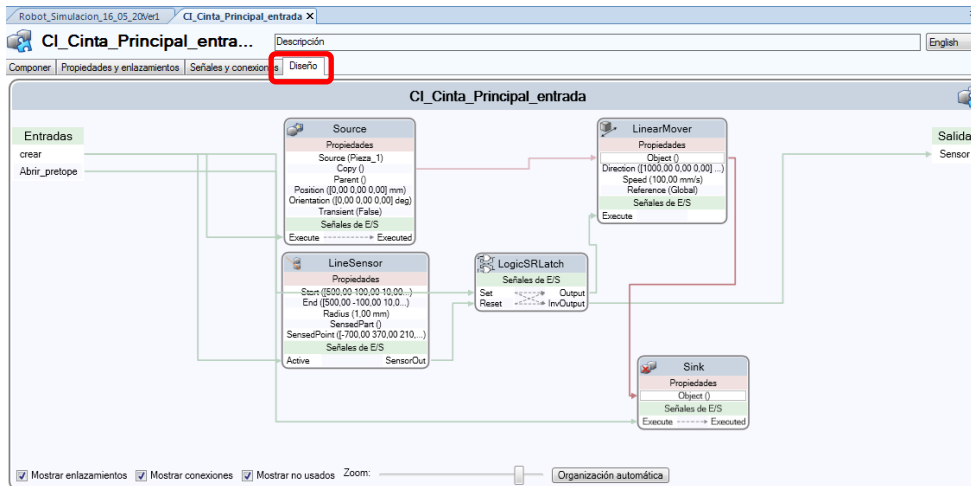


Imagen 4-41. Diseño componentes inteligentes

Para la simulación del programa de robot, se debe conocer las siguientes pantallas:

En la pestaña de simulación se tiene la opción de Reproducir, pulsándola se pone en marcha el ciclo, Pausar, Parar, Restablecer...etc. Se tiene también el Simulador de E/S, donde se visualizan y se pueden forzar los valores de las entradas y salidas para su simulación.

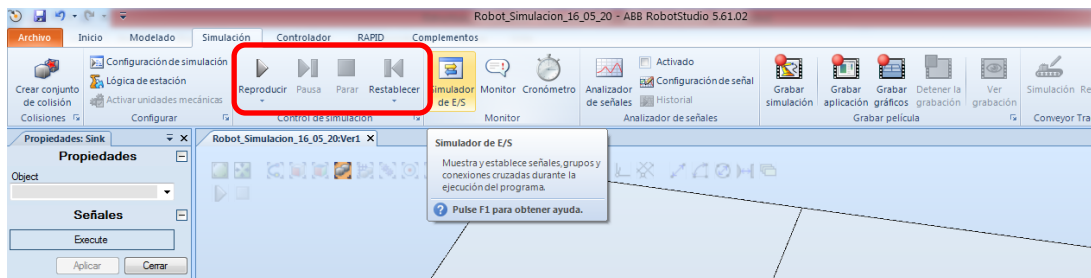


Imagen 4-42. Iconos simulación RobotStudio

En la pestaña de Controlador para la opción de simulación se tiene el Flexpendant virtual, donde se puede mover y controlar el robot como si se tratase del Flexpendant real.

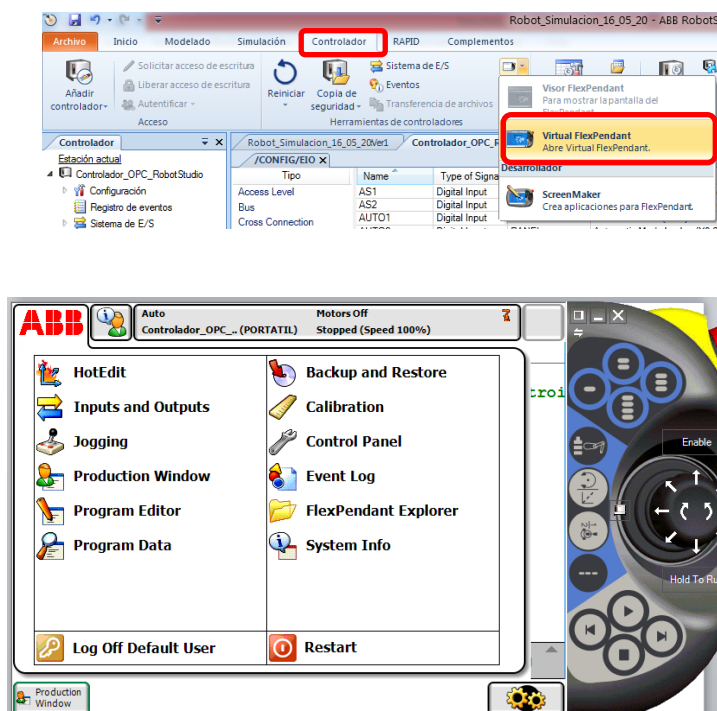


Imagen 4-43. Flexpendant

Y como se comentó en el capítulo II, punto 3.3 se tiene también en la opción de Controlador en I/O las opciones para configurar las variables de entrada y salidas del robot para su funcionamiento, teniendo en cuenta que se tienen que localizar en la unidad OPC o Virtual que es la configurada para poder simular las señales vía OPC.

En la pestaña Rapid se tiene las opciones para configurar el programa de Robot, en el árbol de la izquierda se tiene el programa principal Main, y los distintos módulos de que se compone el programa, en la ventana de la derecha se tiene el editor de Textos donde se programa el funcionamiento del robot.

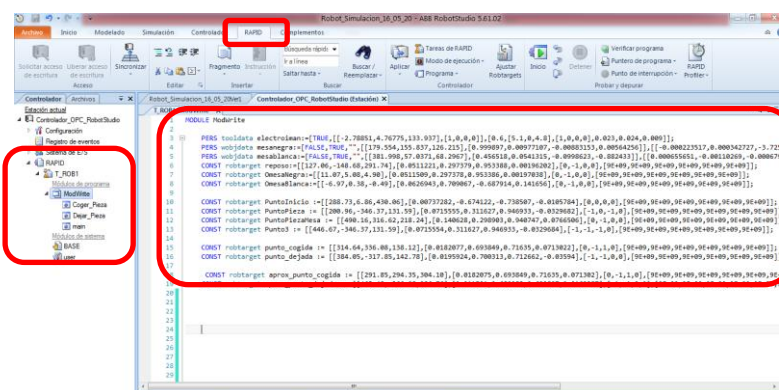


Imagen 4-44. Pantalla programación robot



CAPÍTULO V: RESULTADOS

1. Resultados.

Se tiene configurada y programada la isla al completo, con el simulador para poder probar el funcionamiento y visualizar los movimientos y trabajos que se van a realizar en la isla.

Para la puesta en funcionamiento y simulación del software hay que seguir los siguientes pasos.

1. Abrir el simulador PLCSim de Step7.
2. Cargar el programa en el simulador.
3. Abrir el ServidorOPC de RobotStudio y activarle.
4. Abrir el simulador de RobotStudio.
5. Activar la simulación en RobotStudio.
6. Abrir el simulador de la pantalla IHM de TIA Portal.
7. Abrir el simulador de la pantalla scada de Simulación de TIA Portal.

Una vez abiertos los distintos software de simulación y activadas las conexiones entre ellos ya se puede poner en funcionamiento la simulación.

Para poder activar los ciclos y mover elementos en la instalación se tiene que tener todos los elementos eléctricos correctos y la neumática activada, para ello en el simulador se debe activar todos los magnetotérmicos del armario. En el armario también se pueden forzar los distintos relés existentes y los presostatos del circuito de neumática.

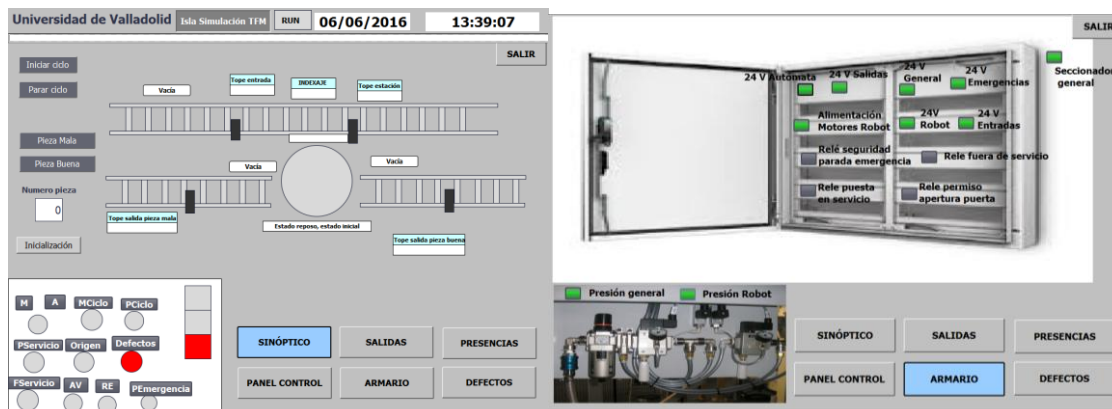


Imagen 5-1. Pantalla Simulador

En la simulación del panel de operador se activa la puesta en potencia de la instalación, rearme de relés de seguridad y activación del aire.

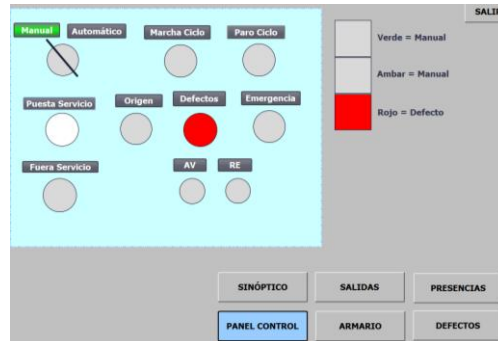


Imagen 5-2. Pantalla panel de control de simulación

Se pulsa el botón de anulación defectos para anular los defectos que existan en la máquina, si por un casual algún defecto persiste, se puede visualizar el defecto en la pantalla operador.

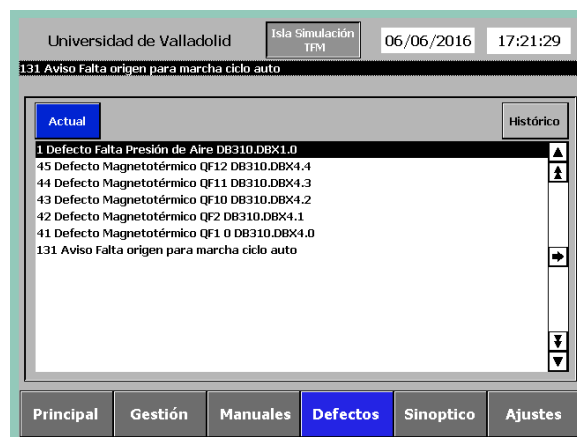


Imagen 5-3. Pantalla defectos panel operador

Una vez activada la electricidad y la neumática de la máquina, se puede inicializar la posición inicial de la instalación o posición de origen.

Para tener la máquina en origen, como inicialmente no están simulados los elementos del campo se debe seleccionar el botón: Inicializar o el botón de origen, de esta manera quedarán los elementos en el estado inicial.

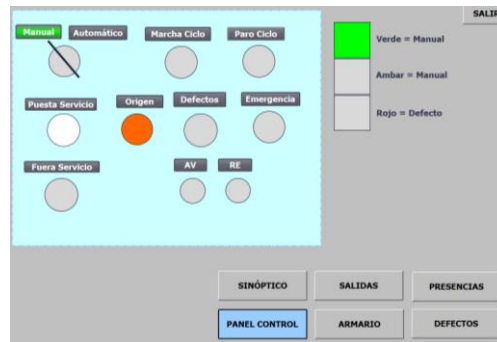


Imagen 5-4. Pantalla panel de control simulación en marcha

Se selecciona el modo manual en el selector Manu/Auto, dependiendo del modo en que se quiera la máquina, en modo manual se podrán realizar movimientos manuales de algunos elementos de la isla, resetear defectos...etc. En modo automático, siempre y cuando no existan defectos se puede activar el ciclo de la isla.

- Simulación de un ciclo en automático completo:

Con el selector en modo manual se anulan defectos, se ve como la baliza de defectos se apaga el botón y la baliza roja y se ilumina parpadeando la baliza verde, permitiendo comenzar ciclo automático en este modo.

Para simular un ciclo en automático se debe tener en correcto funcionamiento la isla y en automático con el ciclo arrancado.

Una vez obtenido esto, en la página principal del simulador se pulsa el botón de Iniciar ciclo, de esta manera comienza a ejecutarse un scrip donde se van actualizando los valores de los elementos a través de la comunicación OPC con RobotStudio y la pieza va moviéndose a través de la cinta, esto se visualiza tanto en el simulador de TIA Portal como en el de RobotStudio.

Antes se debe seleccionar el número de programa de la pieza que se ha configurado previamente en el panel de operador y si la pieza a simular es buena o mala.

El número de programa de la pieza se configura en la siguiente pantalla del IHM antes de comenzar el ciclo:



Imagen 5-5. Pantalla configuración ciclo pieza IHM

Una vez configurado el tipo pieza se pasa a simular el proceso. Se selecciona el número 1 de ciclo de programa y pieza buena.

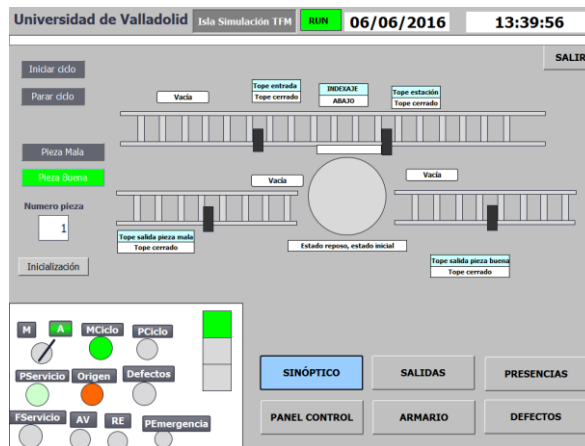


Imagen 5-6. Pantalla sinóptico estado simulación

Se observa cómo va pasando por los topes, como el robot realiza las tareas correspondientes y una vez finalizada posiciona la pieza en la cinta de salida correspondiente, dependiendo si es pieza buena o mala.

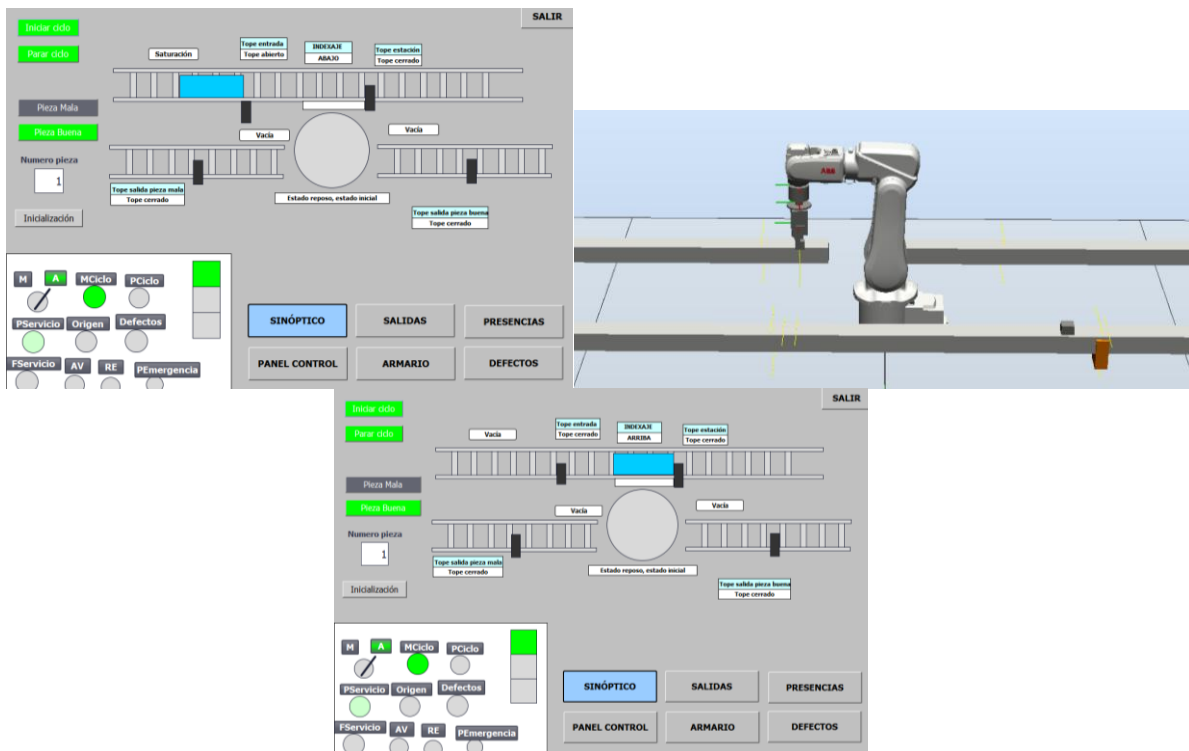


Imagen 5-7. Pantallas simulación estado ciclo automático

La pieza continúa el ciclo y sale por la cinta correspondiente, desapareciendo cuando acaba la cinta.

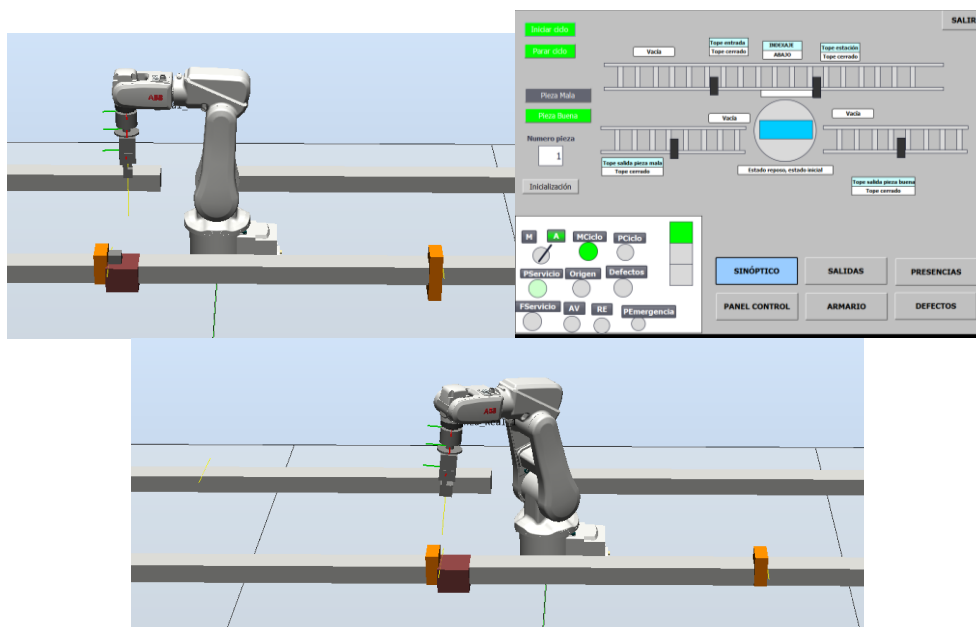


Imagen 5-8. Pantalla simulación estado elementos

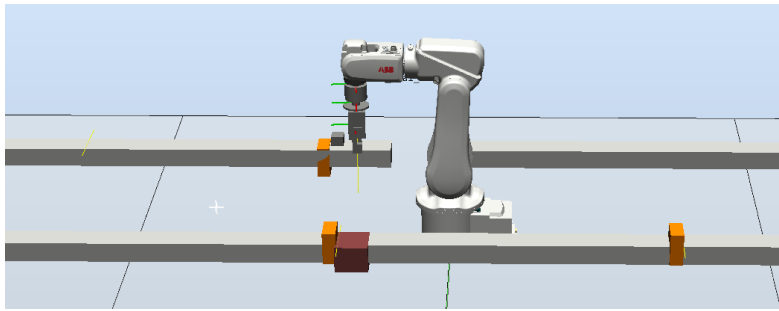


Imagen 5-9. Simulación RobotStudio ciclo automático

- Simulación detectores.

No es necesario tener los elementos de potencia y neumática correctamente, ya que no se va a simular el funcionamiento, sino los detectores físicos que existirían en la isla.

Para simular la posición de los elementos, topes, centradores...etc. y la posición de la pieza dentro de la isla. Se debe seleccionar el elemento o elementos a modificar su posición y pulsar Forzar Valor para que se cambie el valor de los elementos. Así se puede ir reproduciendo el ciclo forzando el estado de los elementos por el usuario.

Se pueden simular las posiciones de los elementos, topes, centradores...etc. y la posición de la pieza dentro de la isla. Se debe seleccionar el elemento o elementos a modificar su posición y pulsar Forzar Valor para que se cambie el valor de los elementos. Así se puede ir reproduciendo el ciclo forzando el estado de los elementos por el usuario.

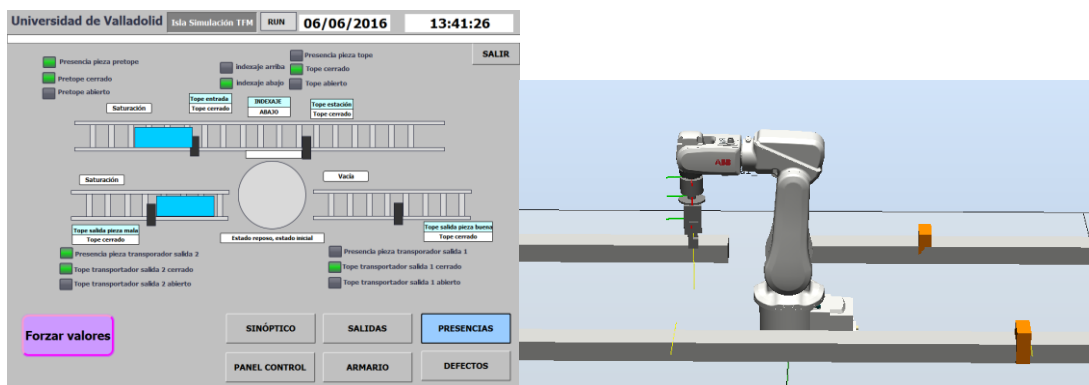
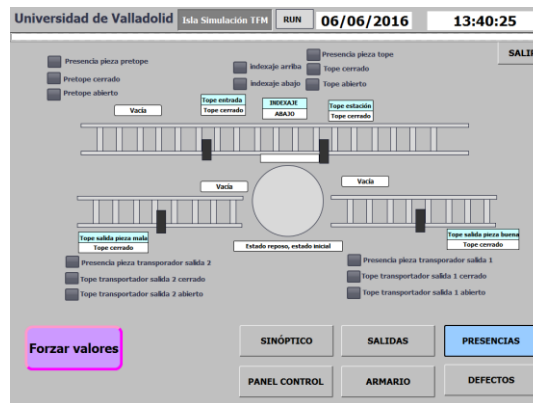


Imagen 5-10. Pantallas simulación detectores

Para volver a inicializar los elementos al estado de origen, en la pantalla principal se tiene la opción del botón: Origen o Inicialización.

Con esta simulación de detectores también se puede simular un ciclo paso a paso, cambiando en cada ocasión los detectores en el lugar indicado.

- Simulación de defectos de la isla.

Para poder observar que ocurre cuando se produce un defecto, en la pantalla de simulación existe el botón Defectos, dentro hay una lista de los defectos que pueden ocurrir durante su funcionamiento. Para simularlo se debe seleccionar el botón del defecto que se quiere simular y pulsar Forzar Valor. De esta manera se provoca el defecto y se visualiza por la pantalla IHM.

- Simulación de pantalla de operador.

Durante la simulación o cuando está en estado de reposo la isla, en la pantalla de operador IHM se puede visualizar el estado de la etapa en la que se encuentra la instalación o el ciclo, el número de piezas que ha pasado por la estación, los defectos existentes o los que han ocurrido en la estación, incluso se puede configurar el tipo de piezas que van a pasar por la estación.

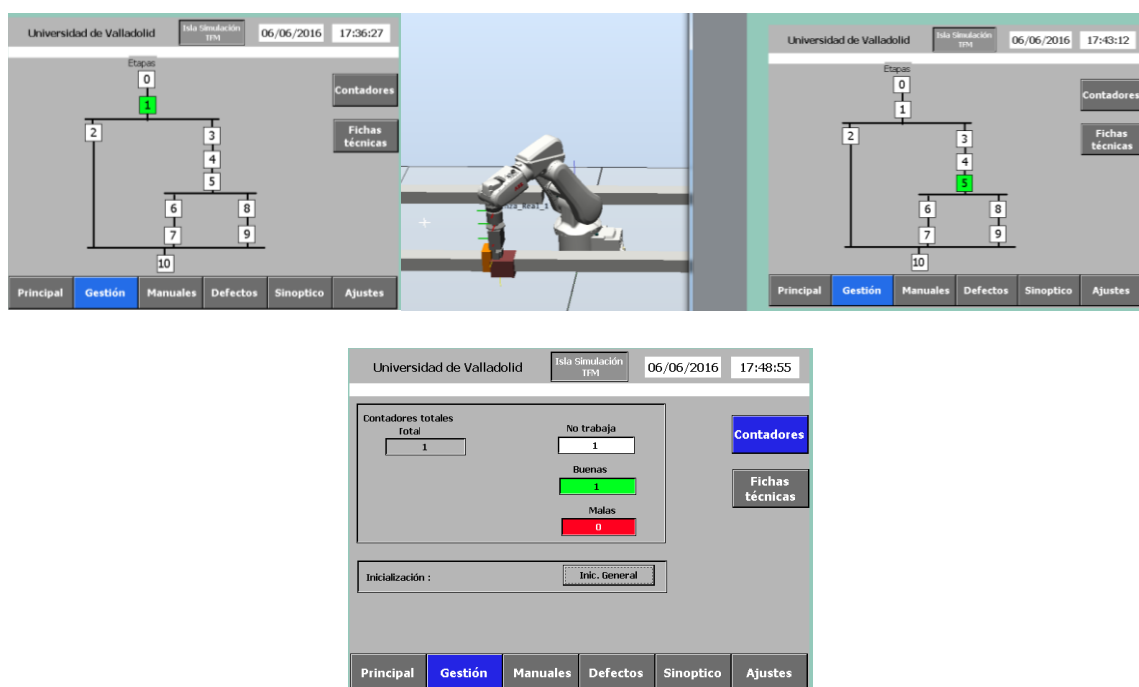


Imagen 5-11. Pantalla IHM operador, estado máquina



CAPÍTULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO

1. Estudio económico

1.1. Introducción

En este capítulo se elabora un estudio de los costes económicos asociados a la elaboración de este proyecto.

Se incluyen tanto los precios del material empleado como el tiempo dedicado al mismo y al desarrollo de los programas necesarios para la resolución de la simulación y del funcionamiento del ciclo de la isla.

Se realiza un estudio económico relativo a los costes ocasionados por este proyecto ya que forman parte del total de inversión necesaria para la realización del mismo, si se considera que ha sido realizado por un ingeniero técnico industrial ajeno a la universidad.

A continuación se realiza un desglose de todos los costes asociados al proyecto en función de su naturaleza.

1.2. Costes directos

En los costes directos se va a considerar los relativos al personal, materiales y maquinaria.

A continuación se detallan los costes económicos directos que conllevan la realización del proyecto, costes de personal, de materiales amortizables y no amortizables y costes directos totales.

1.2.1. Coste de personal

Estos costes se calculan en función del número de horas empleadas por el ingeniero técnico industrial y del coste por hora de trabajo, además se incluye otros elementos como Seguridad Social e incentivos.

Primero se necesita calcular el número de horas trabajadas en un año, para poder hacer una estimación del coste horario del ingeniero.

En la siguiente tabla se muestra el total de horas efectivas trabajadas como mínimo en un año.

Horas efectivas por año	
Días por año	365 días
Días de vacaciones	- 31 días
Sábados y domingos $(365-31)*2/7$	- 95 días
Días festivos	- 13 días
Días de petición extraordinarios	- 6 días
Total días efectivos/año	220 días/año
Horas trabajo /DIA	8 horas/día
Total horas/año efectivas	1760 horas

Tabla 6- 1. Horas efectivas por año.

El coste anual del trabajador, viene determinado por el sueldo bruto más incentivos, al que hay que sumar un 35 % del sueldo bruto como coste adicional a abonar a la Seguridad Social.

Concepto	Importe
Sueldo bruto + incentivos	40.000,00 €
Seguridad social (35%)	14.000,00 €
Total coste persona/año	54.000,00 €

Tabla 6- 2. Sueldo anual.

Seguidamente calculamos el coste horario utilizando la fórmula:

$$\text{Coste horario} = \frac{\text{Coste anual}}{\text{Horas anuales trabajadas}}$$

Coste por hora

Total coste persona/año	54.000,00 €
Número de horas de trabajo	1760 horas
Total coste /hora	30,68 €/hora

Tabla 6- 3. Coste por hora.

Se hace un desglose del tiempo dedicado en cada actividad desarrollada en la elaboración del proyecto en la tabla 6-4.

Concepto	Horas
Investigación y documentación	80 horas
Desarrollo de los requisitos	56 horas
Programación de las soluciones	208 horas
Elaboración de la documentación	40 horas
Total horas invertidas	384 horas

Tabla 6- 4. Tiempo dedicado a cada actividad.

Una vez calculadas las horas empleadas y con el coste de cada hora de trabajo que se estipula, se calcula el coste total del personal.

Costes de personal

Coste persona/hora	30,68 €
Total número de horas de trabajo	384 horas
Total costes de personal	11.781,12 €

Tabla 6- 5. Sueldo total del personal.

1.2.2. Costes de materiales no amortizables

Son los referidos a material de oficina tangible, como papel, fotocopias, almacenamiento de programas, etc.

Concepto	Importe
Material de oficina	50,00€
Papel, fotocopias, encuadernación, etc.	180,00€
Consumibles (discos, tina de impresora, etc.)	70,00€
Total costes de otros materiales	300,00 €

Tabla 6- 6. Total costes no amortizables

1.2.3. Costes directos totales

En la tabla 6-7 se muestra el total de los costes directos, la suma de los gastos antes calculados, costes de personal, amortización de programas de equipos, y material empleado.

Concepto	Importe
Costes de personal	11.781,12 €
Costes de material de oficina	300,00 €
Total costes directos	12.081,12 €

Tabla 6- 7. Coste total directo.

1.2.4. Costes de materiales amortizables

Son los correspondientes a los equipos informáticos y software utilizados en la elaboración del proyecto. Se aplica un periodo de amortización de 3 años tanto para el software como para el hardware, por lo que el factor de amortización es el 33,3% sobre el importe de la inversión realizada.

Concepto	Importe	Amortización 33,3%
STEP 7 Siemens Simatic	3.800	1.266,67
RobotStudio ABB	4.200	1.398
TIA Portal v13 Siemens Simatic	4.000	1.332
Sistemas operativo WINDOWS 7	155,80	51,88
Paquete informático MICROSOFT OFFICE 2010	678	225,774
Total material oficina	12.833,8€	4.274,32€

Tabla 6- 8. Estimación de costes del material amortizable

En la tabla 6-9 se calculan el total de costes imputables al hardware y software en base al tiempo de amortización de 3 años, multiplicando el importe del gasto por el 33,3%.

Coste de amortización de las aplicaciones informáticas

Coste de amortización de las aplicaciones	4.274,32€
Total número de horas trabajadas por año	1.760 horas/año
Coste del equipo por hora	1,07 €/hora
Número de horas del proyecto	384 horas
Total coste de amortización de las aplicaciones	410,88€

Tabla 6- 9. Total coste de amortización.

1.2.5. Costes directos totales

En la tabla 6-10 se muestra el total de los costes directos, la suma de los gastos antes calculados, costes de personal, amortización de programas de equipos, y material empleado.

Concepto	Importe
Costes de personal	12.081,12 €
Costes de amortización	4.274,32€
Costes de material de oficina	300,00€
Total costes directos	16.655,44€

Tabla 6- 10. Coste total directo.

1.3. Costes indirectos

En este punto se incluyen los gastos ocasionados en la elaboración del proyecto distintos de los anteriores y que no pueden ser incluidos en ellos.

Son gastos que no están directamente relacionas con el proyecto, pero que deben ser tenidos en consideración, por ejemplo el consumo eléctrico, servicios administrativos...

Concepto	Importe
Consumo eléctrico (estimado)	120,00€
Gastos administrativos	50,00€
Transporte	50,00€
Consumo telefonía + Internet (estimado)	120,00€
Total gastos indirectos	390,00 €

Tabla 6- 11. Total de gastos indirectos

1.4. Costes totales

El coste total del proyecto es la suma de los costes directos e indirectos calculados, en definitiva asciende a **17.045,44€** como puede apreciarse en la tabla 6-11.

Concepto	Importe
Total costes directos	16.355,44€
Total costes indirectos	390,00
Coste total del proyecto	17.045,44€

Tabla 6- 12. Coste total del proyecto.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

1. Conclusiones y líneas futuras

1.1. Conclusiones

La finalidad de este proyecto es la elaboración de un programa de simulación para observar el funcionamiento de una isla robotizada y de las partes que lo compone, de manera que se pueda interactuar con el sistema como si se tratara del sistema real y poder probar el funcionamiento y los posibles defectos y errores tanto de funcionamiento como de programación antes de implementarlo en la isla real.

Tras estudiar y observar los diferentes tipos de software que se utilizan en la industria se opta por la utilización y programación del simulador con los programas STEP 7 de Siemens, TIA Portal de Siemens y RobotStudio de ABB, ya que en la industria son los programas de autómatas y robots más utilizados. Son programas que poseen lenguajes de programación fáciles y rápidos de aprender. Cuentan también con las ventajas de velocidad, potencia y alcance funcional a la hora de desarrollar este tipo de aplicaciones.

Se ha elaborado los requisitos de cada sistema por separado. Por una parte se ha determinado los requisitos a cumplir en el funcionamiento de la isla, lo que sería el funcionamiento real de ésta, por la otra se determinó los requisitos a cumplir en la simulación del proceso de la isla robotizada.

De esta manera se determinó que para crear un simulador lo más real posible se tenía que componer de los programas reales siguientes:

- Programa automático que controla el ciclo de la isla, posee el papel de controlador principal.
- Programa de la pantalla de operario IHM, que es el panel que existe en la isla real a través del cual el operador puede visualizar los datos y estado de los elementos y realizar movimientos manuales en la isla.
- Programa de robot, con el que se realiza los trabajos en las distintas piezas que atraviesan la isla.

Para crear el simulador completo se determinó que a través de un sistema scada se pudiese visualizar el estado de los elementos reales de la estación así como poder forzar los valores o estados de estos elementos y poder ejecutar un proceso completo de la isla paso a paso automáticamente.

Se ha realizado un desarrollo de los casos de uso de los requisitos de cada parte del sistema por separado, es decir cada sistema tiene su estudio propio de casos de uso.

Junto con este estudio de casos de uso se ha desarrollado una descripción de cada uno de ellos determinando las precondiciones necesarias para su cumplimiento, así como estados o pasos.

Se ha elaborado un estudio y la configuración que se debe realizar entre los distintos software de manera que se puedan conectar vía OPC para poder realizar la simulación.

Este desarrollo se ha realizado de manera que sea lo más aproximado a la realidad que se encuentra en la industria o en cualquier empresa, y así se entienda el funcionamiento real de una máquina o isla robotizada, y se estructure el desarrollo de un proyecto de automatización y robotización industrial.

Al utilizar estos tipos de programas de programación de autómatas y robots, se aprende a manejar este entorno y a desarrollar algoritmos de programación para una aplicación industrial, en unos entornos que, una vez concluido sus estudios el alumno, le sea de utilidad para incorporarse al entorno laboral.

Con la realización del presente proyecto se ha conseguido los objetivos fijados, es decir, programar el funcionamiento de una isla robotizada cumpliendo los objetivos y requisitos fijados, y simular su funcionamiento como si se tratara de la prueba física del sistema.

1.2. Líneas futuras

Los programas utilizados para la realización del proyecto como ya se ha comentado anteriormente han sido STEP 7 de Siemens, TIA Portal de Siemens y RobotStudio de ABB, por su elevada utilización en la industria así como su fácil manejo y programación.

Una de las posibles líneas futuras a mejorar o modificar con respecto a la simulación de islas o máquinas son los diferentes tipos de software de programación tanto para autómatas como para robots.

Por ejemplo, para la programación de autómatas más modernos que están siendo desarrollados e incorporados en la industria se programan a través de TIA Portal, con lo que en un futuro la programación del ciclo se podría implementar en este software.

Con respecto a la programación y tipo de Robot utilizado se puede utilizar otro tipo de software de diferente marca que posea un simulador de movimiento y configuración OPC para la conexión entre los distintos software.

Para la simulación del ciclo y de los elementos de campo, en el presente proyecto se ha optado por TIA Portal porque es un software que te permite implementar un scada en un ordenador a distancia y tiene un lenguaje sencillo, pero para futuras ocasiones se podría desarrollar este simulador en diferentes lenguajes, como por ejemplo visual Basic.

Además se podría implementar un software donde cada elemento correspondería a una clase tipo, el cual poseería unas características genéricas y una parte de programación estándar, de manera que si la isla a simular posee dos elementos de ese tipo, con un cuestionario previo de la cantidad de elementos existentes en la isla, el propio software crearía un elemento con las características, los movimientos y la parte de programación correspondiente. De esta manera se automatizaría la creación de programas industriales estándar.

Los procesos de producción y control de la industria están en constante avance, progreso y desarrollo, introduciendo nuevas técnicas de control, de manera que se deben desarrollar programas más complejos con nuevas herramientas demandadas por las empresas para la mejora de la calidad de producción, por lo que en futuras ocasiones de creación de simuladores se puede añadir mayor complejidad a la isla robotizada o incluso introducir simuladores de control de visión artificial, ya que es un campo que está en continuo desarrollo y auge en el ámbito de la industria para el control.

En los últimos tiempos el campo de la automatización industrial ha evolucionado y mejorando la tecnología de sus componentes, así como aumentando el campo de actuación, por lo que es probable que en un futuro aparezcan nuevas y numerosas aplicaciones y nuevos software de programación, así los programas de simulación y programación se deberán adaptar a estos nuevos cambios e incluso ampliar con nuevas líneas de investigación.

CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

Universidad de Valladolid. E.I.I. Máster en Informática Industrial. Asignatura de Programación de entornos Robotizados, año 2014/2015, apuntes.

Universidad de Valladolid. E.I.I. Máster en Informática Industrial. Asignatura de Programación de autómatas y scadas, año 2014/2015, apuntes.

Universidad de Valladolid. E.I.I. Máster en Informática Industrial. Asignatura de Simulación de procesos industriales, año 2015/2016, apuntes.

Universidad de Valladolid. E.I.I. Máster en Informática Industrial. Asignatura de Ingeniería del software en entornos industriales, año 2015/2016, apuntes.

Universidad de Valladolid. E.I.I. Máster en Informática Industrial. Asignatura de Gestión de proyectos industriales, año 2015/2016, apuntes.

ÁVILA HERRERO, JUAN ANTONIO. "Modelado de una célula robótica con fines educativos usando el programa Robot-Studio.". Universidad de Valladolid, 2015.

Tutorial de RobotStudio [Consultado 7 junio 2016]. Disponible en Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=-T8YE9S8bHg>

Tutorial de RobotStudio [Consultado 7 junio 2016]. Disponible en Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=gSQcvkKY9HU>

Tutorial de conexión OPC RobotStudio [Consultado 07 junio 2016]. Disponible en Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=rYYVDdOm2QE>

VIMA S.L. Manuales de funcionamiento programas STEP 7, RobotStudio y TIA Portal.

ANEXO I: ESTUDIO SEGURIDAD

Estudio seguridad

nombre de proyecto	Simulación_Isla
Norma de seguridad	EN ISO 13849-1:2006 + COR:2009 + EN ISO 13849-2:2012
Autor	Rocío Pérez
Nombre de la empresa	
Dirección de la empresa	Versión
Fecha de creación	20 de mayo de 2016 23:17:46 CEST
Última fecha de almacenamiento	20 de mayo de 2016 23:17:46 CEST
Pilz PASCAL	Versión v1.7.3 Build2

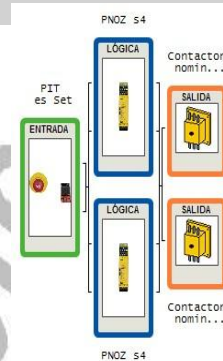
Se ha utilizado la versión 3.2 del algoritmo de cálculo según EN ISO 13849-1

Se ha utilizado la versión 3.1 del algoritmo de cálculo según EN/IEC 62061

SRP/CS-Vista general

Sistema/módulo	PL requerido	Resultado	Factor CCF	PFHd	PL
Parada_Emergencia	d	Objetivo alcanzado	Objetivo alcanzado	5,17E-08	e
Puerta_Acceso	e	Objetivo alcanzado	Objetivo alcanzado	3,11E-08	e

Detalles: Parada_Emergencia



Nombre	Parada_Emergencia
Comentario	Si se pulsa alguna parada de emergencia se detienen todos los sistemas eléctricos y de potencia y neumáticos.
PL_requerido	d
Resultado	Objetivo alcanzado
FactorCCF	Objetivo alcanzado
PFHd	5,17E-08
PLalcanzado	e

SRP/CS-Advertencias

- Para el PL "e" se necesita una exclusión de fallos o detección de derivación. No es necesario, sin embargo, para el PL requerido en este caso.
- Para un subsistema con configuración bicanal, el valor más pequeño de los componentes se utiliza para calcular los dos canales.

Resultado CCF

Separación/segregación	Punto(s):15/15
1	Sí (15)
Diversidad	Punto(s):20/20
2	Sí (20)
Diseño/aplicación/experiencia	Punto(s):20/20
3.1	Sí (15)
3.2	Sí (5)

Evaluación/Análisis	Punto(s):5/5
4	Sí (5)
Competencia/formación	Punto(s):5/5
5	Sí (5)
Entorno	Punto(s):35/35
6.1	Sí (25)
6.2	Sí (10)

licencia no obtenida

Detalles del subsistema: Parada_Emergencia

Subsistema	Autor	Tipo	Número de elementos físicos/canales	Cat.	Grado de cobertura de diagnóstico [%]
Subsistema 1		Entrada	Uno	Arquitectura de PASCAL calculada	Generada a partir de DC de los elementos contenidos
Subsistema 2		Lógica	Dos	Arquitectura de PASCAL calculada	Generada a partir de DC de los elementos contenidos
Subsistema 3		Salida	Dos	Arquitectura de PASCAL calculada	Generada a partir de DC de los elementos contenidos

Dispositivo	Subsistema	Horas de funcionamiento al día	Días de funcionamiento al año	Intervalo entre dos accionamientos	Número calculado de accionamientos [por hora]	Periodo de uso [años]	Detección de defectos en el cableado	Grado de cobertura de diagnóstico [%]	Frecuencia de solicitud $\leq 1/100$ frecuencia de test (categoría 2)	MTTFd [años]
1.1.1.1 - PIT es Set[1] [***]	Subsistema 1	24	365	1,00 Hora(s)	1,00	20,00	Ninguno	99,00	No	207,76
1.2.1.1 - PNOZ s4[2] [***]	Subsistema 2	-	-	-	-	20,00	Ninguno	-	No	-
1.2.2.1 - PNOZ s4[2] [***]	Subsistema 2	-	-	-	-	20,00	Ninguno	-	No	-
1.3.1.1 - Contactor nominal load[3] [***]	Subsistema 3	24	365	1,00 Hora(s)	1,00	20,00	Ninguno	99,00	No	2283,11
1.3.2.1 - Contactor nominal load[3] [***]	Subsistema 3	24	365	1,00 Hora(s)	1,00	20,00	Ninguno	99,00	No	2283,11

[***]Cambie el componente después del número de años indicado. Anótelos en el manual de usuario.

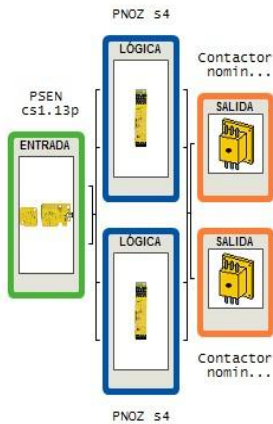
[Número] : Para detalles, ver datos de componentes

Datos de cálculo PL/PFHd

Subsistema/canal	PL	PFHd	Cat.	DCavg	MTTFd: limitado	MTTFd: equil.	Valores MTTFd para canal 1	Valores MTTFd para canal 2	DC	CCF
Parada_Emergencia	e	5,17E-08								
Entrada	e	2,47E-08	4	99,00%	100,00 Años	100,00 Años	100,00 Años	100,00 Años		100
1.1.1.1 - PIT es Set							207,76 Años		99,00%	
1.1.1.1 - PIT es Set								207,76 Años	99,00%	
1.2.1.1 - PNOZ s4 / PNOZ s4	e	2,31E-09	4							
Salida	e	2,47E-08	4	99,00%	100,00 Años	100,00 Años	100,00 Años	100,00 Años		100
1.3.1.1 - Contactor nominal load							2283,11 Años		99,00%	
1.3.2.1 - Contactor nominal load								2283,11 Años	99,00%	



Detalles: Puerta_Acceso



Nombre	Puerta_Acceso
PLrequerido	e
Resultado	Objetivo alcanzado
FactorCCF	Objetivo alcanzado
PFHd	3,11E-08
PLalcanzado	e

SRP/CS-Advertencias

Para un subsistema con configuración bicanal, el valor más pequeño de los componentes se utiliza para calcular los dos canales.

Resultado CCF

Separación/segregación	Punto(s):15/15
1	Sí (15)
Diversidad	Punto(s):20/20
2	Sí (20)
Diseño/aplicación/experiencia	Punto(s):20/20
3.1	Sí (15)
3.2	Sí (5)
Evaluación/Análisis	Punto(s):5/5
4	Sí (5)
Competencia/formación	Punto(s):5/5
5	Sí (5)
Entorno	Punto(s):35/35
6.1	Sí (25)
6.2	Sí (10)


Detalles del subsistema: Puerta_Acceso

Subsistema	Autor	Tipo	Número de elementos físicos/canales	Cat.	Grado de cobertura de diagnóstico [%]
Subsistema 1		Entrada	Uno	Arquitectura de PASCAL calculada	Generada a partir de DC de los elementos contenidos
Subsistema 2		Lógica	Dos	Arquitectura de PASCAL calculada	Generada a partir de DC de los elementos contenidos
Subsistema 3		Salida	Dos	Arquitectura de PASCAL calculada	Generada a partir de DC de los elementos contenidos

Dispositivo	Subsistema	Horas de funcionamiento al día	Días de funcionamiento al año	Intervalo entre dos accionamientos	Número calculado de accionamientos [por hora]	Periodo de uso [años]	Detección de defectos en el cableado	Grado de cobertura de diagnóstico [%]	Frecuencia de solicitud <= 1/100 frecuencia de test (categoría 2)	MTTFd [años]
2.1.1.1 - PSEN cs1.13p [4] [***]	Subsistema 1	-	-	-	-	20,00	Ninguno	-	No	-
2.2.1.1 - PNOZ s4[5] [***]	Subsistema 2	-	-	-	-	20,00	Ninguno	-	No	-
2.2.2.1 - PNOZ s4[5] [***]	Subsistema 2	-	-	-	-	20,00	Ninguno	-	No	-
2.3.1.1 - Contactor nominal load[3] [***]	Subsistema 3	24	365	1,00 Hora(s)	1,00	20,00	Ninguno	99,00	No	2283,11
2.3.2.1 - Contactor nominal load[3] [***]	Subsistema 3	24	365	1,00 Hora(s)	1,00	20,00	Ninguno	99,00	No	2283,11

[***]Cambie el componente después del número de años indicado. Anótelos en el manual de usuario.

[Número] : Para detalles, ver datos de componentes

Datos de cálculo PL/PFHd

Subsistema/canal	PL	PFHd	Cat.	DCavg	MTTFd: limitado	MTTFd: equil.	Valores MTTFd para canal 1	Valores MTTFd para canal 2	DC	CCF
Puerta_Acceso	e	3,11E-08								
2.1.1.1 - PSEN cs1.13p	e	4,10E-09	4							
2.2.1.1 - PNOZ s4 / PNOZ s4	e	2,31E-09	4							
Salida	e	2,47E-08	4	99,00%	100,00 Años	100,00 Años	100,00 Años	100,00 Años		100
2.3.1.1 - Contactor nominal load							2283,11 Años		99,00%	
2.3.2.1 - Contactor nominal load								2283,11 Años	99,00%	

Datos de componentes

Número	Tipo de componente	Nombre	PL	PFHd [por hora]	B10d	MTTFd [años]
1	Input	PIT es Set	-	-	182.000	-
	Dispositivo seleccionado	400410 V1.2				
	Limitaciones seleccionadas	Sensor Bicanal #NotApplicable Utilización general				
2	Logic	PNOZ s4	e	2.31E-9	-	-
	Dispositivo seleccionado	750104 V1.0				
	Limitaciones seleccionadas	Función lógica Bicanal Salida de relé Retardo, sin				
3	Output	Contactador nominal load	-	-	2.000.000	-
	Dispositivo seleccionado	Contactador nominal load				
	Limitaciones seleccionadas	#ConstraintsNotAvailable				
4	Input	PSEN cs1.13p	e	4.1E-9	-	-
	Dispositivo seleccionado	540005 V1.3				
	Limitaciones seleccionadas	Sensor Bicanal OSSD Utilización general				
5	Logic	PNOZ s4	e	2.31E-9	-	-
	Dispositivo seleccionado	750134 V1.0				
	Limitaciones seleccionadas	Función lógica Bicanal Salida de relé Retardo, sin				

ID	Grupo	Pregunta
1	Separación/ segregación	Separación física entre las rutas de señales p. ej., separación de
2	Diversidad	Se utilizan tecnologías/diseños o principios físicos diferentes p. ej., el primer canal con electrónica programable y el segundo canal con cableado fijo p. ej., el tipo de iniciación p. ej., presión y temperatura medición de distancia y
3.1	Diseño/aplicación/ experiencia	Protección contra sobretensión, sobrepresión, sobreintensidad, etc.
3.2		Utilización de componentes de eficacia probada.
4	Evaluación/Análisis	¿Se han tenido en cuenta los resultados de un tipo de fallo y de un análisis de efectos para evitar los fallos de causa
5	Competencia/ formación	¿Se ha enseñado a los ingenieros de proyectos/instaladores a identificar las razones y los efectos de fallos de causa
6.1	Entorno	Protección contra la suciedad y perturbaciones electromagnéticas (CEM), contra CCF de acuerdo con las normas correspondientes Sistemas de fluidos: Filtrado del medio comprimido, prevención de la entrada de suciedad, deshidratación del aire comprimido en consonancia, p. ej., con los requisitos del fabricante en cuanto a la pureza del medio comprimido. Sistemas eléctricos: ¿Se ha verificado la inmunidad electromagnética del sistema según se especifica, p. ej., en las
6.2		Otros factores perturbadores: ¿Se han tenido en cuenta todos los requisitos en relación con la resistencia a las condiciones ambientales relevantes como temperatura, golpes, vibraciones, humedad (según se especifica,

Questionario sobre el análisis de riesgos (EN ISO 13849-1)

Parámetros del riesgo	Consideración	Evaluation
Gravedad	Gravedad de la lesión	Ligera (normalmente lesión reversible) Seria (normalmente lesión irreversible, incluida la muerte)
Frecuencia/ duración	Frecuencia y/o tiempo de exposición al peligro	Raro a poco frecuente y/o el tiempo de exposición al peligro es corto. Frecuente a continuo y/o el tiempo de exposición al peligro es largo.
Posibilidades de prevención	Posibilidad de evitar o limitar el peligro o de limitar el daño	Posible en determinadas circunstancias Apenas posible

Explicación de la categoría (EN ISO 13849-1)

Los resultados del cálculo valen solamente si se cumplen también los siguientes requisitos.

Categoría	Suma de requisitos	Comportamiento del sistema
B	SRP/CS(en) y/o su dispositivo de seguridad y sus componentes se deberán diseñar, construir, seleccionar, ensamblar y combinar de acuerdo con las normativas pertinentes de forma que resistan las influencias esperadas. Deben utilizarse los principios de seguridad básicos.	La aparición de un defecto puede conducir a la pérdida de la función de seguridad.
1	Deben cumplirse los requerimientos de "B". Han de utilizarse componentes y principios de seguridad de eficacia probada.	La aparición de un defecto puede conducir a la pérdida de la función de seguridad, pero la probabilidad de que ocurra es menor que en la
2	Han de cumplirse los requisitos de B y la utilización de principios de seguridad de eficacia probada. El sistema de mando de la máquina ha de comprobar periódicamente la función de seguridad.	La aparición de un fallo puede conducir a la pérdida de la función de seguridad entre los ensayos. El ensayo detecta la pérdida de la función de seguridad.
3	Han de cumplirse los requisitos de B y la utilización de principios de seguridad de eficacia probada. Las partes relativas a la seguridad se diseñarán de manera que: - un solo defecto en cada una de estas partes no conduzca a la pérdida de la función de seguridad y que - siempre que pueda realizarse de manera razonable, se detecte el defecto aislado.	Si se produce un solo defecto, se mantiene siempre la función de seguridad. Se detectan algunos defectos, pero no todos. Una acumulación de defectos no detectados puede conducir a la pérdida de la función de seguridad.
4	Han de cumplirse los requisitos de B y la utilización de principios de seguridad de eficacia probada. Las partes relativas a la seguridad se diseñarán de manera que: - un solo defecto en cada una de estas partes no conduzca a la pérdida de la función de seguridad y que - el defecto aislado se detecte antes o durante la siguiente sollicitación de la función de seguridad. Si no es posible la detección, la acumulación de fallos no detectados no debe conducir a la pérdida de la función de seguridad.	Si se produce un solo defecto, se mantiene siempre la función de seguridad. La detección de acumulaciones de fallos reduce la probabilidad de pérdida de la función de seguridad (DC alto). Los defectos se detectan a tiempo para evitar la pérdida de la función de seguridad.

DECLARACIÓN DE RENUNCIA DEL USUARIO FINAL DE PASCAL

La herramienta de cálculo PAScal facilita la determinación del Performance Level según EN ISO 13849-1 y del

SIL según EN/IEC 62061. Cualesquiera otros requisitos de las normas (p. ej., requisitos del software de seguridad y de la integridad de la seguridad de los sistemas) deben considerarse por separado. Para la utilización de la herramienta es necesario, por tanto, el conocimiento y la aplicación correcta de las normas y directivas pertinentes, en particular EN ISO 13849-1, EN/IEC 62061 e IEC 61508. Si los daños se deben a la inobservancia de las instrucciones de uso, se utilizan bibliotecas no actualizadas o si el usuario del software no dispone de los conocimientos adecuados, se perderán los derechos de garantía y de reclamación de responsabilidades.

Los cálculos se han realizado según el mejor saber y entender de acuerdo con el estado actual de la normativa. Sin embargo, debido a la imposibilidad de evitar totalmente la aparición de errores pese al cuidado con que se han elaborado los datos no podemos responsabilizarnos, salvo negligencia grave por nuestra parte, de la exactitud e integridad de los mismos. Hacemos hincapié en que los resultados no tienen la calidad legal de garantías o propiedades garantizadas. Por consiguiente, será necesario validar la plausibilidad de los resultados.

Para calcular las funciones de seguridad se utilizan las siguientes bibliotecas:

Fabric	Bib	Versión
Pilz	pilz	3.0.0
ISO and IEC	ISO13849-1	2.0.0

Utilice siempre bibliotecas procedentes de fuentes de confianza. Compruebe el origen de las bibliotecas utilizadas. Compruebe los datos del dispositivo mediante la documentación y los certificados del fabricante.

Tenga en cuenta: las últimas versiones de las bibliotecas con formato PAScal están disponibles en: [www.pilz.com/ PAScal_Lib](http://www.pilz.com/PAScal_Lib)

Las bibliotecas con otros formatos están disponibles normalmente en la página web del fabricante del dispositivo.

PAScal es una herramienta fabricada por Pilz

Pilz GmbH & Co. KG, Sichere Automation

Felix-Wankel-Straße 2

73760 Ostfildern

Alemania

Tel.: +49 711 3409-0

Fax: +49 711 3409-133

Web: www.pilz.es

