



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRONICA EN CONTROL Y
REDES INDUSTRIALES

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT CARTESIANO, PARA EL MONTAJE DE TAPA Y/O PASADOR, EN EL PROCESO DE PALETIZADO.”

TESIS DE GRADO

Previa obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

PRESENTADO POR:

MARCELA ALEJANDRA JARA PÁEZ

MAYRA ALEJANDRA PACHECO CUNDURI

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en especial a la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales que junto con sus docentes de los cuales hemos recibido un apoyo incondicional para alcanzar nuestros objetivos profesionales.

A nuestros padres por apoyar cada una de nuestras iniciativas y confiar en nuestras capacidades.

A nuestros amigos por el apoyo incondicional en cada uno de los triunfos y fracasos.

Este trabajo de tesis lo dedicamos en primer lugar a dios por ser el motor de nuestra fortaleza, y a nuestros padres por el apoyo incondicional brindado a lo largo de nuestra vida estudiantil.

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTA

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes
DECANO FACULTAD INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA		
Ing. Paúl Romero
DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA ELECTRONICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES		
Ing. Diego Barba
DIRECTOR DE TESIS		
Ing. Franklin Moreno
MIEMBRO DEL TRIBUNAL		
Tlgo. Carlos Rodríguez
DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN		
NOTA DE LA TESIS:	

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

Nosotras: Marcela Alejandra Jara Páez y Mayra Alejandra Pacheco Cunduri, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta: Tesis de Grado, y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

FIRMAS

Marcela Alejandra Jara Páez

Mayra Alejandra Pacheco Cunduri

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AC	Corriente Alterna.
AFNOR	Asociación Francesa de Normalización.
AWG	Calibre de Cable estadounidense.
CAD	Computer-Aided Design.
CN	Control Numérico.
CP	Procesadores de Comunicación.
CPU	Unidad Central de Proceso.
DC	Corriente Directa.
DCS	Distributed Control System.
E/S	Entradas/Salidas.
FM	Módulos de Función.
GLD	Grado de Libertad.
HMI	Interface Humano Máquina.
I/O	Input, Output.
IFR	International Federation of Robotics.
IP	Internet Protocol.
ISO	Organización de Estándares Internacionales.
PAC	Programmable Automation Controller.
PLC	Controlador Lógico Programable.
PT	Punto Terminal.
RIA	Robot Institute of America.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

1 MARCO REFERENCIAL

1.1	Antecedentes.....	- 17 -
1.2	Justificación.....	- 19 -
1.3	Objetivos	- 21 -
1.3.1	Objetivo General.....	- 21 -
1.3.2	Objetivos Específicos.....	- 21 -
1.4	Hipótesis.....	- 22 -

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1	Introducción.....	- 23 -
2.2	Robótica	- 24 -
2.2.1	Historia de la robótica	- 24 -
2.2.2	Leyes de la robótica	- 25 -
2.2.3	Definiciones Básicas	- 26 -
2.2.3.1	Robótica.....	- 26 -
2.2.3.2	Robot	- 26 -
2.2.3.3	Robot Industrial Manipulador.....	- 27 -
2.2.3.4	Androide	- 27 -
2.2.3.5	Robot Móvil.....	- 27 -
2.2.4	Clasificación de los robots.....	- 28 -
2.2.4.1	Clasificación por su generación.	- 29 -
2.2.4.2	Clasificación por su nivel de inteligencia.....	- 30 -
2.2.4.3	Clasificación por su nivel de control.....	- 30 -
2.2.4.4	Clasificación por su nivel de Lenguaje de Programación	- 31 -
2.2.4.5	Clasificación por su configuración	- 32 -

2.2.5	Características de movimiento de un robot	- 32 -
2.2.6	Morfología de un robot.....	- 33 -
2.2.6.1	Estructura Mecánica.....	- 34 -
2.2.6.2	Grados de Libertad.....	- 35 -
2.2.6.3	Tipos de Configuraciones de un robot	- 36 -
2.3	Robótica Industrial.....	- 36 -
2.3.1	Robots cartesianos.....	- 41 -
2.3.2	Sistemas de Impulsión de un robot industrial.....	- 43 -
2.3.2.1	Sistemas de Impulsión Hidráulicos.....	- 43 -
2.3.2.2	Sistemas de impulsión Eléctricos.....	- 45 -
2.3.2.3	Sistemas de impulsión Neumáticos.....	- 47 -
2.3.3	Elementos Terminales o Efectores Finales de un robot industrial.....	- 49 -
2.4	Automatización Industrial	- 51 -
2.4.1	Introducción a la Automatización	- 51 -
2.4.2	Herramientas de la automatización	- 52 -
2.4.3	Tecnologías Empleadas en la Automatización	- 53 -
2.4.4	Sistemas de Control.....	- 54 -
2.4.4.1	Sistemas de Control en lazo Abierto	- 56 -
2.4.4.2	Sistemas de Control en lazo Cerrado	- 56 -
2.4.5	Controladores Lógicos Programables (PLC´s).....	- 56 -
2.4.5.1	Descripción de un PLC	- 57 -
2.4.5.2	Definición	- 57 -
2.4.5.3	Estructura de un PLC	- 58 -
2.4.5.4	Funcionamiento	- 58 -
2.4.5.5	Ciclo del PLC	- 59 -
2.4.5.6	Componentes del PLC.....	- 59 -
2.4.5.7	Aplicaciones de los PLC´s.....	- 60 -
2.4.6	TIA Portal V12	- 61 -
2.4.6.1	Configuración de red y de dispositivos	- 62 -
2.4.6.2	Lenguajes de programación IEC.....	- 66 -
2.4.7	Interface Humano Maquina – HMI.....	- 70 -
2.4.7.1	Generalidades	- 70 -

2.4.7.2 Agentes de la Interface..... - 71 -

2.4.7.3 Pantallas Touch SIMATIC - 72 -

CAPÍTULO III

3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1 Determinación y selección de los elementos y componentes del sistema . - 74 -

3.2 Elementos y Componentes del sistema - 75 -

3.2.1 Elementos - 75 -

3.2.1.1 Controlador lógico programable - 75 -

3.2.1.2 Módulo de entradas y salidas..... - 76 -

3.2.1.3 Interfaces entradas y salidas - 77 -

3.2.1.4 Pantalla Táctil SIMATIC - 79 -

3.2.1.5 Cables de comunicación..... - 80 -

3.2.1.5.1 Cable TSX-CDP 301..... - 80 -

3.2.1.5.2 Cable UTP categoría 5 stp..... - 81 -

3.2.2 Componentes. - 83 -

3.2.2.1 Software TIA PORTAL V12..... - 83 -

3.2.3 Sensores..... - 85 -

3.2.3.1 Óptico..... - 85 -

3.2.3.2 Magnético - 87 -

3.2.3.3 Inductivo..... - 89 -

3.2.4 Actuadores - 90 -

3.2.4.1 Cilindro Doble Efecto - 90 -

3.2.4.2 Cilindro sin Vástago..... - 91 -

3.2.4.3 Pinza Neumática - 92 -

3.2.4.4 Electroválvulas..... - 93 -

3.3 Diseño del Robot Cartesiano - 94 -

3.3.1 Diseño Mecánico..... - 94 -

3.3.1.1 Piezas que conforman la mesa de trabajo..... - 94 -

3.3.1.2 Piezas que conforman el eje X..... - 96 -

3.3.1.3 Piezas que conforman el eje Y..... - 97 -

3.3.1.4 Piezas que conforman el eje Z..... - 99 -

3.3.1.5 Elemento Terminal..... - 100 -

3.3.1.6	Componentes de la estación de Pasadores.....	- 101 -
3.3.1.7	Componentes de la estación de tapas.....	- 102 -
3.3.2	Diseño Electro-Neumático.....	- 103 -
3.3.2.1	Diseño del tablero Eléctrico.....	- 103 -
3.3.2.1.1	Módulo de entradas.....	- 104 -
3.3.2.1.2	Cableado del PLC.....	- 106 -
3.3.2.2	Simulación Electro-neumática.....	- 107 -
3.4	Configuración y Programación del Robot Cartesiano.....	- 108 -
3.4.1	Configuración PLC SIEMENS S7 1200.....	- 108 -
3.4.1.1	Crear un proyecto.....	- 108 -
3.4.1.2	Configurar el controlador.....	- 109 -
3.4.1.3	Cargar la Configuración.....	- 111 -
3.4.2	Programación en ladder.....	- 111 -
3.4.2.1	Grafcet.....	- 111 -
3.4.2.2	Programación PLC.....	- 113 -
3.4.2.3	Cargar el programa en el controlador.....	- 119 -
3.4.2.4	Prueba del programa.....	- 119 -
3.4.3	Programación HMI.....	- 119 -
3.4.3.1	Insertar Pantalla.....	- 119 -
3.4.3.2	Configuración del proyecto.....	- 120 -
3.4.3.3	Editar Pantallas.....	- 122 -
3.4.3.3.1	Carátula.....	- 122 -
3.4.3.3.2	Robot Cartesiano.....	- 122 -
3.4.3.3.3	Control Proceso.....	- 123 -
3.4.3.3.4	Monitoreo Sensores.....	- 125 -
3.4.3.3.5	Monitoreo Actuadores.....	- 126 -
3.4.3.4	Cargar Proyecto HMI al PLC.....	- 128 -

CAPÍTULO IV

4 PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1	Definición del ámbito.....	- 129 -
4.2	Pruebas Mecánicas.....	- 130 -
4.3	Pruebas Eléctricas.....	- 131 -

4.4	Pruebas de Software de Control	- 133 -
4.5	Pruebas de Control de Posición.....	- 134 -
4.6	Comprobación de la Hipótesis.....	- 136 -
4.7	Resultados	- 141 -

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

MANUAL DE USUARIO

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. II 1. Morfología de un Robot	- 34 -
Fig. II 2. Principales configuraciones de un Robot 1	- 40 -
Fig. II 3. Principales configuraciones de un Robot 2	- 41 -
Fig. II 4. Robot Cartesiano.....	- 42 -
Fig. II 5. Estructura de un PLC	- 58 -
Fig. II 6. Ciclo que sigue un PLC.....	- 59 -
Fig. II 7. Vista de red de Automatización Instalada.....	- 63 -
Fig. II 8. Vista de dispositivos instalados en un PLC	- 64 -
Fig. II 9. Vista Topológica.....	- 65 -
Fig. II 10. Lenguajes de Programación Gráficos KOP y FUP.....	- 67 -
Fig. II 11. Diagnóstico del Sistema	- 68 -
Fig. III 12. PLC-CPU 1214C AC/DC/Rly.....	- 75 -
Fig. III 13. Módulo de Expansión 6ES7 223-1PL30-OXBO	- 76 -
Fig. III 14. Interfaz ABE7H16R21.....	- 77 -
Fig. III 15. Interfaz ABE7H16R31.....	- 78 -
Fig. III 16. Pantalla Touch SIMATIC.....	- 79 -
Fig. III 17. Cable TSX-CDP 301	- 80 -
Fig. III 18. Cable UTP.....	- 81 -
Fig. III 19. Cable Cruzado	- 82 -
Fig. III 20. Cable Directo.....	- 83 -
Fig. III 21. Solución Típica Automatización	- 84 -
Fig. III 22. Sistema de Ingeniería Unitario	- 85 -
Fig. III 23. Sensor Óptico	- 87 -
Fig. III 24. Sensor Magnético	- 88 -
Fig. III 25. Sensor Inductivo	- 89 -
Fig. III 26. Funcionamiento Sensor Inductivo.....	- 90 -
Fig. III 27. Cilindro Doble Efecto.....	- 91 -
Fig. III 28. Símbolo	- 91 -
Fig. III 29. Cilindro sin Vástago	- 91 -
Fig. III 30. Símbolo Neumático	- 92 -
Fig. III 31. Pinza HFY20	- 92 -
Fig. III 32. Figura Válvula 5/2 Monoestable	- 93 -
Fig. III 33. Electroválvula Símbolo Neumático.....	- 93 -
Fig. III 34. Mesa de trabajo Robot Cartesiano.....	- 95 -
Fig. III 35. Piezas EJE X	- 96 -
Fig. III 36. Regulador de caudal.....	- 96 -
Fig. III 37. Acoples de acero inoxidable	- 97 -
Fig. III 38. Piezas EJE Y	- 97 -
Fig. III 39. Acople en forma de T eje X	- 98 -

Fig. III 40. Piezas Eje Z.	- 99 -
Fig. III 41. Elemento Terminal (Pinza).	- 100 -
Fig. III 42. Elemento Terminal 2.	- 100 -
Fig. III 43. Estación de colocación de Pasadores.	- 101 -
Fig. III 44. Estación de colocación de tapas.	- 102 -
Fig. III 45. Tablero de Control.	- 103 -
Fig. III 46. Cableado Módulos de Entradas y salidas.	- 104 -
Fig. II 47. Conexión Modulo de salidas.	- 105 -
Fig. III 48. Cableado del PLC.	- 106 -
Fig. III 49. Creación del Proyecto.	- 108 -
Fig. III 50. Selección del Controlador.	- 109 -
Fig. III 51. Selección del Módulo de expansión.	- 110 -
Fig. III 52. Configuración dirección IP.	- 111 -
Fig. III 53. Graficet del Programa.	- 112 -
Fig. III 54. Graficet del programa 2.	- 113 -
Fig. III 55. Asignación de variables en el programa 1.	- 114 -
Fig. III 56. Asignación de variables en el programa 2.	- 114 -
Fig. III 57. Asignación de variables en el programa 3.	- 115 -
Fig. III 58. Programación Timers en el programa.	- 116 -
Fig. III 59. Programación SET en el programa.	- 116 -
Fig. III 60. Programación RESET.	- 117 -
Fig. III 61. Programación Sensores.	- 118 -
Fig. III 62. Programación Actuadores.	- 118 -
Fig. III 63. Selección del Módulo de expansión.	- 120 -
Fig. III 64. Configuración de la pantalla Touch.	- 121 -
Fig. III 65. Comunicación entre PLC Y Pantalla.	- 121 -
Fig. III 66. Carátula HMI.	- 122 -
Fig. III 67. Pantalla Robot Cartesiano.	- 123 -
Fig. III 68. Pantalla Control de Proceso.	- 124 -
Fig. III 69. Control de Proceso, configuración de variables.	- 125 -
Fig. III 70. Pantalla Monitoreo de Sensores.	- 126 -
Fig. III 71. Pantalla Monitoreo de Actuadores.	- 127 -
Fig. III 72. Asignación de memorias para monitoreo.	- 127 -
Fig. IV 73. Asignación memorias virtuales para HMI.	- 134 -
Fig. IV 74. Grafica encuestas pregunta 1.	- 137 -
Fig. IV 75. Grafica encuestas pregunta 2.	- 138 -
Fig. IV 76. Grafica encuestas pregunta 3.	- 139 -
Fig. IV 77. Grafica encuestas pregunta 4.	- 140 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III I. Especificaciones Técnicas CPU 1214C AC/DC/Rly.....	- 76 -
Tabla III II. Especificaciones técnicas Módulo de E/S 6ES7 223-1PL30-OXBO.....	- 76 -
Tabla III III. Especificaciones Técnicas Interfaces E/S 1.	- 78 -
Tabla III IV. Especificaciones Técnicas Interfaces E/S 1.	- 79 -
Tabla III V. Especificaciones Técnicas Pantalla Táctil SIMATIC	- 80 -
Tabla III VI. Especificaciones Técnicas Cable TSX-CDP 301	- 81 -
Tabla III VII. Especificaciones Técnicas sensores magnéticos.	- 88 -
Tabla III VIII. Especificaciones Técnicas Pinza Neumática.	- 92 -
Tabla III IX. Especificaciones Técnicas Electroválvulas.	- 93 -
Tabla IV X. Pruebas de control de posiciones eje X y Y	- 135 -
Tabla IV XI. Características Actuator Final.	- 136 -

INTRODUCCIÓN

La Robótica y la Automatización son dos líneas de investigación fuertemente relacionadas. La Robótica representa un campo de aplicación importante para los Sistemas de Control y plantea autómatas con altos niveles de destreza y autonomía de movimiento y manipulación, lo que permite su aplicación en sistemas de producción altamente complejos, así como en tareas y servicios o asistencia en lugares de difícil acceso. La evolución de los robots industriales desde sus principios ha sido vertiginosa. En los últimos años las investigaciones y desarrollos sobre robótica industrial han permitido que los robots tomen posiciones en casi todas las áreas productivas y tipos de industria. En pequeñas o grandes fábricas, los robots pueden sustituir al hombre en aquellas áreas repetitivas y hostiles, adaptándose inmediatamente a los cambios de producción solicitados por la demanda variable.

El Presente proyecto abarca los procesos de Diseño y Construcción de un robot cartesiano para el proceso de ensamblaje de partes Tapa y/o pasador para una línea de pallets, con la habilidad de mover piezas y ubicar las mismas dentro de un espacio tridimensional.

El material utilizado principalmente es el aluminio debido a que es ligero y resistente a la vez, fue utilizado en diferentes formas tales como perfiles de aluminio estructurado, planchas y finalmente ángulos, principalmente para la construcción de la estructura y mesa de trabajo. Adicionalmente se utilizó otro tipo de materiales como nailon para piezas de soporte para colocación de pasadores. Los actuadores que se utilizaron fueron en cilindros neumáticos sin vástago para el movimiento en los ejes X y Y y para el

movimiento en el eje Z se utilizó un cilindro neumático de doble efecto el cual se encarga de proporcionar el movimiento al actuador final una pinza neumática cuya función es trasportar las piezas y colocarlas en su lugar correspondiente.

Para el proceso de ensamblaje se toma como punto de partida los datos recibidos desde el módulo de comprobación previamente existente, dichos datos le darán la instrucción al robot acerca de que tarea debe ejecutar. El software para el control del módulo está diseñado en TIA PORTAL V12.0 utilizando como HMI una pantalla Táctil desde donde se gestionan todas las entradas y salidas del sistema, es decir sensores, actuadores, etc. Para finalmente dar vida al proceso de ensamblaje

CAPÍTULO I

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

La aplicación de los robots para manejo de materiales ofrece gran potencial para librar la mano de obra de trabajos monótonos, cansados o peligrosos. Incluye la transferencia de partes entre sistemas de bandas transportadoras o líneas de procesos en los que las partes pueden ser pesadas, estar calientes, tener propiedades abrasivas o incluso ser radiactivas.

En los últimos años la humanidad ha presenciado grandes avances en el campo de la robótica, los robots cartesianos en sus varias modalidades son utilizados en diferentes tareas dentro de la industria y la tecnología para lo cual estos son usados en ubicar una posición dentro del área de trabajo y colocar algún objeto específico. El uso de robots cartesianos ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas ya que se ha observado que son útiles comúnmente para el apilamiento de estructuras de volumen

uniforme así como para aplicaciones dentro de la industria para tareas de soldadura, pintura, perforación de placas de acero, etc. Por ejemplo algunos son utilizados en diferentes tareas dentro de la industria y la tecnología para lo cual estos son utilizados para ubicar posición dentro del área de trabajo y colocar algún objeto en específico. Tareas que comúnmente robots con otras características no son capaces de realizar, de ahí la importancia de su uso y evolución en la industria.

Debido a exigencias de calidad, cada vez mayores, de los productos generados por los sistemas de producción actuales, los elementos que los componen tienen que disponer de una mayor precisión, versatilidad y fiabilidad. La robótica y manipulación son dos de las tecnologías integradas en estos sistemas con mayor proyección en nuestros días.

El aumento de la competencia y la presión sobre los precios que afecta todas las áreas de producción y proceso obliga a la máxima explotación, entre otros, de los recursos técnicos. Entre los recursos más destacados, manipuladores, así como los robots, han demostrado ser una herramienta muy eficaz en los procesos de automatización, reduciendo los tiempos de puesta en marcha, modificación y mantenimiento de sistemas automáticos.

1.2 Justificación

El montaje de los componentes mediante manipuladores o robots es una opción mucho más rentable al momento de realizar un proceso de producción debido a que los errores se ven considerablemente reducidos, o incluso eliminados, los elementos pueden situarse fácilmente en cualquier ubicación y conectarse mediante programas, proporcionando una estructura de comunicaciones ideal para aplicar los conceptos de racionalización y competitividad actuales.

Las tareas de auto diagnóstico pueden mostrarse de manera amigable para el operador, reduciendo el tiempo de mantenimiento o parada. Los protocolos de transmisión tienen rutinas de detección y corrección de errores, aumentando la fiabilidad y eficiencia de las comunicaciones. La estandarización permite que un integrador pueda escoger dispositivos de múltiples fabricantes.

La implementación de un robot cartesiano para el proceso de ensamblaje de partes resulta ser un proceso muy eficiente ya que el robot ensamblador ya existente rechaza las partes o piezas dañadas o con falla y de esta manera al implementar el robot cartesiano adjunto a dicho proceso se optimiza recursos, material, etc. El cartesiano tiene como tarea reparar o completar las piezas dañadas y así devolverlas al proceso normal de producción.

A través de la implementación de un robot cartesiano para el proceso de ensamblaje de partes se pretende causar un impacto en la automatización del sistema, en la optimización de los tiempos de proceso y en la utilización más efectiva de recursos evitando pérdidas y retardos del proceso de ensamblaje, además permitiendo a los

estudiantes que hacen uso del mismo poner en práctica sus conocimientos en automatización al manejar un equipo vanguardista.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- ✓ Diseñar e implementar un robot cartesiano, para el montaje de tapa y/o pasador, en el proceso de paletizado.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Investigar las características, dimensionamiento y componentes del robot cartesiano.
- ✓ Diseñar la estructura del robot cartesiano.
- ✓ Analizar y seleccionar los dispositivos necesarios en la implementación del robot cartesiano.
- ✓ Diseñar un panel de control e interfaz HMI que permita el control remoto del sistema.
- ✓ Implementar el robot cartesiano en el Laboratorio de Automatización Industrial FIE para el proceso de ensamblaje.

1.4 Hipótesis

Es posible diseñar e implementar un robot cartesiano, en el proceso de paletizado para el Laboratorio de Automatización Industrial FIE.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

El propósito de este capítulo es proporcionar las herramientas necesarias para el desarrollo, mantenimiento y mejoramiento del robot cartesiano para el proceso de paletizado, permitiendo determinar los requerimientos y materiales necesarios para la solución del problema propuesto.

Las etapas son plantear el problema, determinar las necesidades, plantear alternativas de solución y finalmente seleccionar los dispositivos a utilizar, tomar en cuenta las especificaciones técnicas de cada uno de los equipos y finalmente se diseña y se implementa el robot cartesiano para el proceso de paletizado.

La investigación y el análisis de los criterios propuestos en el presente capítulo apoyan a los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera y a las habilidades

adquiridas al realizar las practicas pre-profesionales, permitiendo así un óptimo desempeño al desarrollar este proyecto.

2.2 Robótica

2.2.1 Historia de la robótica

El concepto de máquinas automatizadas se remonta a la antigüedad, con mitos de seres mecánicos vivientes. Los autómatas, o máquinas semejantes a personas, ya aparecían en los relojes de las iglesias medievales, y los relojeros del siglo XVIII eran famosos por sus ingeniosas criaturas mecánicas.

Algunos de los primeros robots empleaban mecanismos de realimentación para corregir errores, mecanismos que siguen empleándose actualmente. Un ejemplo de control por realimentación es un bebedero que emplea un flotador para determinar el nivel del agua. Cuando el agua cae por debajo de un nivel determinado, el flotador baja, abre una válvula y deja entrar más agua en el bebedero. Al subir el agua, el flotador también sube, y al llegar a cierta altura se cierra la válvula y se corta el paso del agua.

El primer auténtico controlador realimentado fue el regulador de Watt, inventado en 1788 por el ingeniero británico James Watt. Este dispositivo constaba de dos bolas metálicas unidas al eje motor de una máquina de vapor y conectadas con una válvula que regulaba el flujo de vapor. A medida que aumentaba la velocidad de la máquina de vapor, las bolas se alejaban del eje debido a la fuerza centrífuga, con lo que cerraban la válvula. Esto hacía que disminuyera el flujo de vapor a la máquina y por tanto la velocidad.

El control por realimentación, el desarrollo de herramientas especializadas y la división del trabajo en tareas más pequeñas que pudieran realizar obreros o máquinas fueron

ingredientes esenciales en la automatización de las fábricas en el siglo XVIII. A medida que mejoraba la tecnología se desarrollaron máquinas especializadas para tareas como poner tapones a las botellas o verter caucho líquido en moldes para neumáticos. Sin embargo, ninguna de estas máquinas tenía la versatilidad del brazo humano, y no podía alcanzar objetos alejados y colocarlos en la posición deseada.

El desarrollo del brazo artificial multiarticulado, o manipulador, llevó al moderno robot. El inventor estadounidense George Devol desarrolló en 1954 un brazo primitivo que se podía programar para realizar tareas específicas. En 1975, el ingeniero mecánico estadounidense Victor Scheinman, cuando estudiaba la carrera en la Universidad de Stanford, en California, desarrolló un manipulador polivalente realmente flexible conocido como Brazo Manipulador Universal Programable (PUMA, siglas en inglés). El PUMA era capaz de mover un objeto y colocarlo en cualquier orientación en un lugar deseado que estuviera a su alcance. El concepto básico multiarticulado del PUMA es la base de la mayoría de los robots actuales.

2.2.2 Leyes de la robótica

Las Tres Leyes de la Robótica de Asimov aparecen formuladas por primera vez en 1942 en el relato El círculo vicioso de Asimov. En 1985, Asimov publicó un relato en la que uno de sus robots se ve obligado a herir a un ser humano por el bien del resto de la humanidad. Surge así una nueva ley, considerada la Ley Definitiva, la llamada Ley Cero, superior a todas las demás, éstas son:

- ✓ PRIMERA LEY: Un robot no puede causar daño a un ser humano ni, por omisión, permitir que un ser humano sufra daños.

- ✓ SEGUNDA LEY: Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo cuando tales órdenes entren en conflicto con la Primera Ley.
- ✓ TERCERA LEY: Un robot ha de proteger su existencia, siempre que dicha protección no entre en conflicto con la Primera o la Segunda Ley.

Las tres leyes de la robótica son las reglas de comportamiento que deberán respetar los robots cuando sean lo bastante evolucionados para vivir entre los hombres y capaces de tener razonamientos abstractos.

2.2.3 Definiciones Básicas

2.2.3.1 Robótica

La Robótica puede definirse como: El conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poli articuladas, dotados de un determinado grado de "inteligencia" y destinados a la producción industrial o a la sustitución del hombre en diversas tareas. Un sistema robótico puede describirse, como "aquél que es capaz de recibir información, de comprender su entorno a través del empleo de modelos, de formular y de ejecutar planes, y de controlar o supervisar su operación". La Robótica es una tecnología multidisciplinar. Hace uso de todos los recursos de vanguardia de otras ciencias afines, entre las que destacan la ingeniería eléctrica, la ingeniería mecánica, la ingeniería industrial, las ciencias computacionales y las matemáticas.

2.2.3.2 Robot

El término "robot" se debe a Karel Capek, quien lo utilizó aproximadamente en 1921 por primera vez para denominar a máquinas construidas por el hombre y dotadas de

inteligencia. Robot se deriva de “robotnik” que define al esclavo de trabajo. Un robot es una máquina inteligente que cuenta con una capacidad de realizar tareas que en ocasiones para el hombre son complicadas de realizar ya que son de un requerimiento de gran esfuerzo y además se consume un tiempo considerable en la realización de éstas.

2.2.3.3 Robot Industrial Manipulador

La mayoría de los robots manipuladores son de tipo de brazo articulado. De acuerdo con la RIA (Robot Institute of America), un robot industrial es robot manipulador programable multifuncional diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, mediante variados movimientos en la ejecución de distintas tareas.

2.2.3.4 Androide

Llamamos a un robot androide cuando además de imitar la apariencia de un ser humano imita algunos aspectos de su comportamiento de manera automática. Etimológicamente el termino androide es utilizado específicamente para robots que tienen apariencia masculina ya que para los robot cuya apariencia es femenina existe otro término “GINOIDES”, pero en la mayoría de los casos se suele utilizar este término para referirse a ambos casos.

2.2.3.5 Robot Móvil

Un robot móvil es una máquina automática que es capaz de proporcionar movimiento en cualquier ambiente dado. Un robot de espionaje es un ejemplo de un robot móvil capaz de movimiento en un entorno dado. Robots móviles tienen la capacidad de moverse en su entorno y no se fijan a una ubicación física. En contraste, los robots

industriales por lo general consisten en un brazo articulado (manipulador de múltiples vinculado) y pinza de montaje (o efector de extremo) que está unida a una superficie fija. Los robots móviles son un foco importante de la investigación actual y casi todas las universidades importantes tienen uno o más laboratorios que se centran en la investigación robot móvil. Los robots móviles se encuentran también en la industria, militares y entornos de seguridad. Los robots domésticos son productos de consumo, incluidos los robots de entretenimiento y los que llevan a cabo ciertas tareas domésticas, tales como pasar la aspiradora o jardinería.

2.2.4 Clasificación de los robots

Los robots pueden clasificarse de varias maneras. Una de las más conocidas formas de clasificación es la determinada por su arquitectura. Cabe decir que pese a que la clasificación anterior es la más conocida, existe otra no menos importante donde se tiene más en cuenta la potencia del software en el controlador, lo que es determinante de la utilidad y flexibilidad del robot dentro de las limitantes del diseño mecánico y la capacidad de los sensores. De acuerdo a esta posición los robots han sido clasificados de acuerdo a:

- ✓ Su Generación
- ✓ Su nivel de inteligencia
- ✓ Su nivel de control
- ✓ Su nivel de lenguaje de programación

Estas clasificaciones reflejan la potencia del software en el controlador, en particular, la sofisticada interacción de los sensores. La generación de un robot se determina por el orden histórico de desarrollos en la robótica. Cinco generaciones son normalmente

asignadas a los robots industriales. La tercera generación es utilizada en la industria, la cuarta se desarrolla en los laboratorios de investigación, y la quinta generación es un gran sueño.

2.2.4.1 Clasificación por su generación.

Al hablar de la generación de un robot hacemos referencia al momento tecnológico en el que este aparece, de esta manera se puede considerar que se pasa de una generación a la siguiente cuando se da un impulso que supone un avance significativo en las capacidades de los robots.

Primera Generación.- Adquiere información muy limitada de acuerdo a su entorno y de acorde a esta actúa, repite tareas programadas y actúa en consecuencia a los sucesos.

Segunda Generación.- Adquieren también información limitada de su entorno y el movimiento lo controla a través de una secuencia numérica almacenada en disco o cinta magnética, se utiliza en la industria automotriz y son de gran tamaño.

Tercera generación.- Son reprogramables, estos incluyen todos los avances de las 2 generaciones anteriores, utilizan las computadoras para su control y tienen cierta percepción de su entorno a través del uso de sensores, con esta generación se inicia la era de los Robots Inteligentes y aparecen los lenguajes de programación para escribir los programas de control que se le introducen a cada uno de ellos.

Cuarta Generación.- Son robots altamente inteligentes con mejores sistemas sensoriales, para entender sus acciones y captar el mundo que los rodea o entorno a

demás incorporan conceptos “modélicos” de conducta para ser capaces de actuar ante circunstancias determinadas.

Quinta Generación.- Esta actualmente en desarrollo, pero dando pasos gigantescos en este tipo de generación de robots que serán los que nos acompañen en el futuro en todas nuestras actividades cotidianas y darán paso a una nueva era.

2.2.4.2 Clasificación por su nivel de inteligencia.

De acuerdo al nivel de inteligencia los robots se clasifican en 6 grupos:

- ✓ **Dispositivos de manejo manual**, controlados por una persona.
- ✓ **Robots de secuencia arreglada.**
- ✓ **Robots de secuencia variable**, donde un operador puede modificar la secuencia fácilmente.
- ✓ **Robots regeneradores**, donde el operador humano conduce el robot a través de la tarea.
- ✓ **Robots de control numérico**, donde el operador alimenta la programación del movimiento, hasta que se enseñe manualmente la tarea.
- ✓ **Robots inteligentes**, los cuales pueden entender e interactuar con cambios en el medio ambiente.

2.2.4.3 Clasificación por su nivel de control

Los programas en el controlador del robot pueden ser agrupados de acuerdo al nivel de control que realizan.

Nivel de Inteligencia Artificial.- Donde el programa aceptará un comando como "levantar el producto" y descomponerlo dentro de una secuencia de comandos de bajo nivel basados en un modelo estratégico de las tareas.

Nivel de Modo De Control.- Donde los movimientos del sistema son modelados, para lo que se incluye la interacción dinámica entre los diferentes mecanismos, trayectorias planeadas, y los puntos de asignación seleccionados.

Niveles de Servosistemas.- Donde los actuadores controlan los parámetros de los mecanismos con el uso de una retroalimentación interna de los datos obtenidos por los sensores, y la ruta es modificada sobre la base de los datos que se obtienen de sensores externos.

Todas las detecciones de fallas y mecanismos de corrección son implementados en este nivel.

2.2.4.4 Clasificación por su nivel de Lenguaje de Programación

La clave para una aplicación efectiva de los robots para una amplia variedad de tareas, es el desarrollo de lenguajes de alto nivel. Existen muchos sistemas de programación de robots, aunque la mayoría del software más avanzado se encuentra en los laboratorios de investigación. Los sistemas de programación de robots caen dentro de tres clases:

- ✓ Sistemas guiados, en el cual el usuario conduce el robot a través de los movimientos a ser realizados.

- ✓ Sistemas de programación de nivel-robot, en los cuales el usuario escribe un programa de computadora al especificar el movimiento y el sentido.

- ✓ Sistemas de programación de nivel-tarea, en el cual el usuario especifica la operación por sus acciones sobre los objetos que el robot manipula.

2.2.4.5 Clasificación por su configuración

Se puede aplicar esta clasificación únicamente a los robots y tele robots con cadena cinemática, donde la configuración que adopta el robot es definida por el tipo de movimientos permitidos en los eslabones permitidos en la cadena, de acuerdo a esto tenemos:

- ✓ Cartesiano
- ✓ Cilíndrico
- ✓ Polar o esférico
- ✓ Articular
- ✓ Scara
- ✓ Paralelo

2.2.5 Características de movimiento de un robot

Movimiento

El movimiento es el cambio de la posición de un objeto en el transcurso del tiempo. En física hay dos disciplinas que se encargan de estudiar el tema de movimiento pro separado.

Por un lado está la Cinemática que estudia el movimiento de los cuerpos independientemente de las causas que los producen, y por otro lado está la Dinámica que se encarga de estudiar las causas que producen el movimiento.

Tipos de Movimientos

Para que un objeto que se mueve se puede distinguir al menos tres movimientos Traslación, Rotación y Vibración.

- ✓ **TRASLACIÓN.**- Un cuerpo está en traslación cuando todos los puntos que lo componen describen la misma trayectoria que puede ser rectilínea o curvilínea. Cada punto de un cuerpo rígido en traslación tiene la misma velocidad y aceleración. En el movimiento de traslación en una sola dimensión hablamos de Posición lineal, Velocidad lineal y Aceleración lineal.
- ✓ **ROTACIÓN.**- Un cuerpo está en rotación si se mueve alrededor de un eje fijo (Centro de rotación) y describe una circunferencia cuyo radio es su distancia al eje. En el movimiento de rotación en una dimensión hablamos de Posición angular, Velocidad angular y Aceleración angular.

2.2.6 Morfología de un robot.

Un Robot está constituido por 6 elementos componentes, los cuales se mencionan a continuación:

- ✓ Estructura Mecánica
- ✓ Transmisiones
- ✓ Sistema de Accionamiento
- ✓ Sistema Sensorial
- ✓ Sistema de Control
- ✓ Elementos Terminales

2.2.6.1 Estructura Mecánica

Un robot está constituido por una serie de elementos o eslabones unidos mediante articulaciones que permiten un movimiento relativo entre cada dos eslabones consecutivos. La constitución física de la gran parte de los robots industriales guarda cierta similitud con la anatomía del brazo humano, es decir, que poseen ciertas características antropomórficas, por lo que en ocasiones a los distintos elementos que componen el robot se les denomina en términos como cuerpo, brazo, codo muñeca.

Cada articulación provee al robot de al menos un ‘grado de libertad’, o bien, cada uno de los movimientos independientes que puede realizar cada articulación con respecto a la anterior, se denomina ‘grado de libertad’ (GDL).

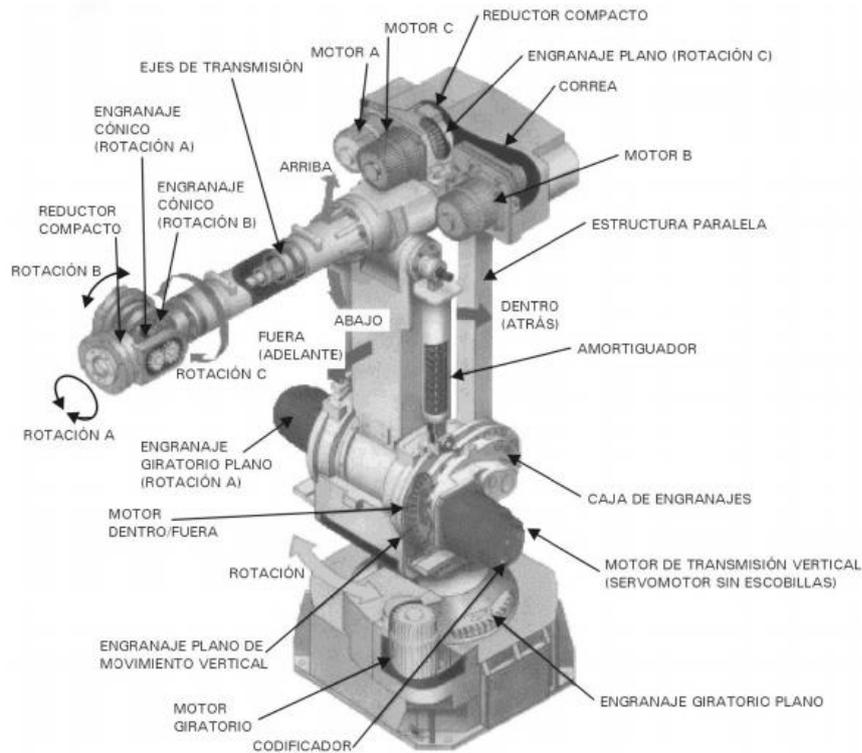


Fig. II 1. Morfología de un Robot

Fuente: Google

El movimiento de cada articulación puede ser de desplazamiento, de giro o una combinación de ambos. De este modo son posibles seis tipos diferentes de articulaciones:

- ✓ Esférica o Rótula (3 GDL)
- ✓ Planar (2 GDL)
- ✓ Tornillo (1 GDL)
- ✓ Prismática (1 GDL)
- ✓ Rotación (1 GDL)
- ✓ Cilíndrica (2 GDL)

El empleo de diferentes combinaciones de articulaciones en un robot, da lugar a diferentes configuraciones, con ciertas características tanto en el diseño y construcción del robot como en su aplicación.

2.2.6.2 Grados de Libertad

Sin duda, una de las principales características que definen a los robots lo constituye los "grados de libertad" que posea. Hablar de "grados de libertad" equivale a decir número y tipo de movimientos del manipulador.

Cada uno de los movimientos independientes que cada una de las articulaciones permite efectuar entre dos eslabones de la cadena, confiere un grado de libertad a la estructura formada. El número de grados de libertad de la estructura viene determinado así por la suma de los grados de libertad de cada una de las articulaciones y finalmente el número total de grados de libertad requeridos puede completarse por medio de la muñeca que enlaza el robot con el elemento terminal.

2.2.6.3 Tipos de Configuraciones de un robot

- ✓ **CARTESIANA.-** Configuración cartesiana: Posee tres movimientos lineales, es decir, tiene tres grados de libertad, los cuales corresponden a los movimientos localizados en los ejes X, Y y Z.
- ✓ **CILINDRICA.-** Puede realizar dos movimientos lineales y uno rotacional, o sea, que presenta tres grados de libertad.
- ✓ **POLAR.-** Tiene varias articulaciones. Cada una de ellas puede realizar un movimiento distinto: rotacional, angular y lineal.
- ✓ **ANGULAR.-** (o de brazo articulado) presenta una articulación con movimiento rotacional y dos angulares.
- ✓ **SCARA.-** Este brazo puede realizar movimientos horizontales de mayor alcance debido a sus dos articulaciones rotacionales. El robot de configuración SCARA también puede hacer un movimiento lineal (mediante su tercera articulación).

2.3 Robótica Industrial.

Entre los robots considerados de más utilidad en la actualidad se encuentran los robots industriales o manipuladores. Existen ciertas dificultades a la hora de establecer una definición formal de lo que es un robot industrial. La primera de ellas surge de la diferencia conceptual entre el mercado japonés y el euro-americano de lo que es un robot y lo que es un manipulador. Así, mientras que para los japoneses un robot industrial es cualquier dispositivo mecánico dotado de articulaciones móviles destinado a la manipulación, el mercado occidental es más restrictivo, exigiendo una mayor complejidad, sobre todo en lo relativo al control. En segundo lugar, y centrándose ya en

el concepto occidental, aunque existe una idea común acerca de lo que es un robot industrial, no es fácil ponerse de acuerdo a la hora de determinar una definición formal. Además, la evolución de la robótica ha ido obligando a diferentes actualizaciones de su definición.

La definición más comúnmente aceptada posiblemente sea la de la Asociación de Industrias de Robótica (RIA, Robotic Industry Association), según la cual:

"Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas, o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas"

Esta definición, ligeramente modificada, ha sido adoptada por la Organización Internacional de Estándares (ISO) que define al robot industrial como:

"Manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas"

Se incluye en esta definición la necesidad de que el robot tenga varios grados de libertad. Una definición más completa es la establecida por la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), que define primero el manipulador y, basándose en dicha definición, el robot:

Manipulador: mecanismo formado generalmente por elementos en serie, articulados entre sí, destinado al agarre y desplazamiento de objetos.

Es multifuncional y puede ser gobernado directamente por un operador humano o mediante dispositivo lógico.

Robot: manipulador automático servo-controlado, reprogramable, polivalente, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectorias variables reprogramables, para la ejecución de tareas variadas. Normalmente tiene la forma de uno o varios brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Normalmente su uso es el de realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.

Por último, la Federación Internacional de Robótica (IFR, International Federation of Robotics) distingue entre robot industrial de manipulación y otros robots:

"Por robot industrial de manipulación se entiende una máquina de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes que pueden posicionar y orientar materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, ya sea en una posición fija o en movimiento"

En esta definición se debe entender que la reprogramabilidad y la multifunción se consiguen sin modificaciones físicas del robot.

Común en todas las definiciones anteriores es la aceptación del robot industrial como un brazo mecánico con capacidad de manipulación y que incorpora un control más o menos complejo. Un sistema robotizado, en cambio, es un concepto más amplio.

Engloba todos aquellos dispositivos que realizan tareas de forma automática en sustitución de un ser humano y que pueden incorporar o no a uno o varios robots, siendo esto último lo más frecuente.

Los principales parámetros que caracterizan a los robots industriales son:

- ✓ Número de grados de libertad. Es el número total de grados de libertad de un robot, dado por la suma de g.d.l. de las articulaciones que lo componen. Aunque la mayoría de las aplicaciones industriales requieren 6 g.d.l., como las de soldadura, mecanizado y almacenamiento, otras más complejas requieren un número mayor, tal es el caso de las labores de montaje.
- ✓ Espacio de accesibilidad o espacio (volumen) de trabajo. Es el conjunto de puntos del espacio accesibles al punto terminal, que depende de la configuración geométrica del manipulador. Un punto del espacio se dice totalmente accesible si el PT puede situarse en él en todas las orientaciones que permita la constitución del manipulador y se dice parcialmente accesible si es accesible por el PT pero no en todas las orientaciones posibles. En la figura inferior se aprecia el volumen de trabajo de robots de distintas configuraciones.
- ✓ Capacidad de posicionamiento del punto terminal. Se concreta en tres magnitudes fundamentales: resolución espacial, precisión y repetibilidad, que miden el grado de exactitud en la realización de los movimientos de un manipulador al realizar una tarea programada.

- ✓ Capacidad de carga. Es el peso que puede transportar el elemento terminal del manipulador. Es una de las características que más se tienen en cuenta en la selección de un robot dependiendo de la tarea a la que se destine.
- ✓ Velocidad. Es la máxima velocidad que alcanzan el PT y las articulaciones.

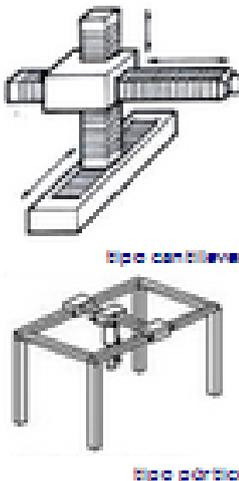
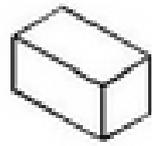
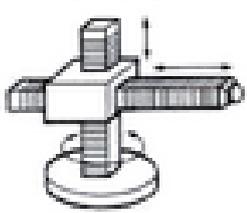
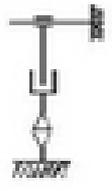
Configuración geométrica	Estructura cinemática	Espacio de trabajo	Ejemplo
<p>cartesiano</p>  <p>tipo cantilever</p> <p>tipo pórtico</p>			
<p>cilíndrico</p> 			

Fig. II 2. Principales configuraciones de un Robot 1.

Fuente: Google



Fig. II 3. Principales configuraciones de un Robot 2.

Fuente: Google

2.3.1 Robots cartesianos

Son un tipo de robot industrial cuyos tres ejes principales de control son lineales (se mueven en línea recta en lugar de rotar) y forman ángulos rectos unos respecto de los otros.

Además de otras características, esta configuración mecánica simplifica las ecuaciones en el control de los brazos robóticos.

Los robots de coordenadas cartesianas con el eje horizontal limitado y apoyado en sus extremos se denominan robots pórtico y normalmente son bastante grandes.

Una aplicación muy extendida para este tipo de robots es la máquina de control numérico (CN). Las aplicaciones más sencillas son las usadas en las máquinas de fresado o dibujo, donde un taladro o pluma se traslada a lo largo de un plano x-y mientras la herramienta sube y baja sobre la superficie para crear un preciso diseño.

Características

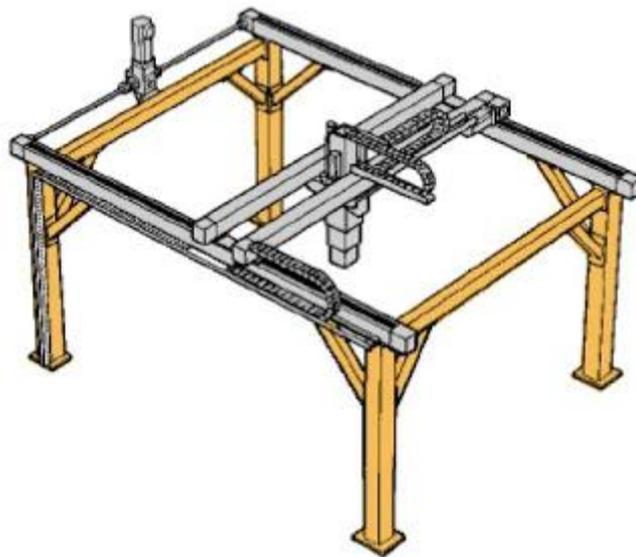


Fig. II 4. Robot Cartesiano.

Fuente: Google

- ✓ Tiene una estructura PPP.
- ✓ La especificación de un punto del espacio se efectúa mediante coordenadas cartesianas (X, Y, Z).

- ✓ La precisión es uniforme en todo el espacio operativo.
- ✓ Especialmente apta para seguir una trayectoria especificad.
- ✓ Construcción Rígida: la distribución de cargas no presenta problemas especiales.
- ✓ No resulta adecuada para acceder a puntos en espacios cerrados.

2.3.2 Sistemas de Impulsión de un robot industrial

Los sistemas de impulsión son los encargados de efectuar acciones físicas ordenadas por algún sistema de control. Esta acción física puede ser un movimiento lineal o un movimiento circular según sea el caso.

El proceso bajo control, la acción que se tiene que llevar a cabo y la velocidad con que ésta deba realizarse, son factores que influyen en la clase de actuador que se ha de utilizar.

Generalmente se consiguen tres tipos de actuadores los cuales se explican a continuación:

2.3.2.1 Sistemas de Impulsión Hidráulicos

Los actuadores hidráulicos son los que han de utilizar un fluido a presión, generalmente un tipo de aceite, para que el robot pueda movilizar sus mecanismos. Los actuadores hidráulicos se utilizan para robots grandes, los cuales presentan mayor velocidad y mayor resistencia mecánica. Para las aplicaciones que exijan una carga útil pesada (por lo general, mayor de 10 libras y tan alta como 2000 libras), el dispositivo hidráulico es el sistema a elegir. Los altos índices entre potencia y carga, la mayor exactitud, la respuesta de mayor frecuencia con un desempeño más suave a bajas velocidades y el

amplio rango de velocidad, son algunas de las ventajas del acondicionamiento hidráulicos sobre los actuadores neumáticos.

La presión es aplicada de la misma manera que la neumática en un émbolo que se encuentra dentro de un compartimiento hermético. Este se encuentra acoplado mecánicamente a un vástago que se mueve linealmente de acuerdo a la presión aplicada. Los cálculos para la fuerza ejercida por un cilindro hidráulico son las mismas que para los cilindros neumáticos.

Sin embargo, poseen una diferencia fundamental; el cilindro hidráulico del mismo tamaño que el neumático produce una mayor fuerza. Las principales aplicaciones la podemos encontrar en máquinas troqueladoras, en cargadores y en maquinarias pesada para obras civiles.

Para la aplicación de los actuadores hidráulicos, se necesita de una bomba que envíen al líquido también a presión a través de una tubería o de mangueras especiales para el transporte del mismo.

Estos actuadores son de poco uso en la industria si lo comparamos con la acogida de los actuadores neumático y eléctrico, esto se debe entre otras cosas a los grandes requisitos para el espacio de piso y las condiciones de gran riesgo provenientes del escurrimiento de fluidos de alta presión.

En esta clase de actuadores también encontramos cilindros de simple o de doble efecto y en cuanto a los elementos de control y protección son muy similares a los sistemas neumáticos.

2.3.2.2 Sistemas de impulsión Eléctricos

Se le da el nombre de impulsores eléctricos cuando se usa la energía eléctrica para que el robot ejecute sus movimientos. Los actuadores eléctricos se utilizan para robots de tamaño mediano, pues éstos no requieren de tanta velocidad ni potencia como los robots diseñados para funcionar con actuadores hidráulicos. Los robots que usan la energía eléctrica se caracterizan por una mayor exactitud y repetitividad.

Los sistemas de acondicionamiento eléctrico han llegado a ser los que más predominan en los ambientes robóticos industriales. Aunque no proporcionan la velocidad o la potencia de los sistemas hidráulicos, los dispositivos eléctricos ofrecen una mayor exactitud y repetitividad, necesitan de un menor espacio de piso y, como consecuencia, son muy adecuados para el trabajo preciso, como el ensamblaje.

Por lo general, los robots se pueden accionar con un acondicionamiento eléctrico, por medio de motores paso a paso o de los servomotores. En la actualidad, los motores paso a paso predominan en los robots “instructores” pequeños, los cuales se emplean en las instituciones educativas o en los ambientes de laboratorios automatizados.

Una salida de un motor paso a paso consiste en incrementos de movimiento angular discreto iniciado por una serie de pulsos eléctricos discretos. Los robots dirigidos por un motor paso a paso se utilizan para aplicaciones de trabajo ligero, debido a que una carga pesada puede ocasionar una pérdida de pasos y la subsecuente inexactitud.

Los servomotores DC proporcionan un control excelente con los requisitos de mantenimiento mínimos. El control del momento de torsión es posible si, respectivamente se controlan el voltaje o la corriente que se aplican al motor. Las ventajas que tales motores ofrecen incluyen un momento de torsión elevado, un tamaño

pequeño de estructura y una carga ligera, así como una curva de velocidad lineal, lo cual reduce el esfuerzo computacional.

Los actuadores de solenoide utilizan el principio de la atracción electromagnética para producir el movimiento mecánico. La mayor ventaja es su velocidad de respuesta, ya que el movimiento es casi instantáneo al flujo de corriente eléctrica. Sin embargo una de sus desventajas es su tamaño comparado con la fuerza que produce. En el momento que se energiza la bobina, el campo magnético creado por ésta, hace que la armadura se deslice hacia ella, logrando con esto, que el vástago presente un movimiento lineal igual al de la armadura. Cuando la bobina se desenergiza, el resorte hace que el vástago regrese a su posición de reposo.

Elementos de Control de los Sistemas Eléctricos:

Contactores: Son actuadores que sirven de interface entre los mandos de control y los actuadores eléctricos de mayor potencia. Por medio de la excitación eléctrica de una bobina, el magnetismo creado por ella, atrae un dispositivo mecánico que a su vez conmuta uno o varios interruptores mecánicos que pueden manejar corrientes elevadas.

Los contactores más comunes poseen bobinas de control a 110 o 220 voltios y contienen un juego de 4 interruptores conmutables, uno como auxiliar y los otros tres utilizados para las fases de la corriente trifásica utilizada comúnmente en la industria.

Relés: Son mecanismos electromagnéticos, que conmutan uno o varios contactos eléctricos por medio de la fuerza electromagnética, generada por paso de la corriente de control a través de su bobina.

Elementos de Protección:

Breakers: Son simplemente interruptores o bloqueadores, que se encargan de aislar la corriente de potencia de entrada, de los diferentes sistemas eléctricos controlados. Estos son instalados en serie con las líneas de potencia y vienen diseñados para soportar determinadas corrientes de tal manera que si sobrepasa el límite, este se activa y aísla la corriente eléctrica de potencia. Deben ser instalados en el circuito antes del contactor.

Relé Térmico: Su función es la de proteger los diferentes dispositivos a las sobrecorrientes. Deben ser instalados después del contactor, de tal manera que brinde seguridad en caso de que uno de sus contactos se quede pegado o no funcione correctamente, corriendo el riesgo de dejar solo dos fases, lo que ocasionaría grandes daños a los sistemas conectados a éste.

2.3.2.3 Sistemas de impulsión Neumáticos

Son aquellos que se valen de los actuadores neumáticos para realizar sus funciones. En los actuadores neumáticos se comprime el aire abastecido por un compresor, el cual viaja a través de mangueras. Los robots pequeños están diseñados para funcionar por medio de actuadores neumáticos.

Los robots que funcionan con actuadores neumáticos están limitados a operaciones como la de tomar y situar ciertos elementos. Los actuadores neumáticos consisten tanto en cilindros lineales como en actuadores rotatorios proveedores del movimiento. Los actuadores neumáticos son menos costosos y más seguros que otros sistemas, sin embargo, es difícil controlar la velocidad o la posición debido a la compresibilidad del aire que se utiliza. La exactitud se puede incrementar mediante paros mecánicos y los

robots accionados en forma neumática son útiles para la aplicación ligera que involucran las operaciones de recoger-colocar.

Cilindros o pistones neumáticos: En este tipo de actuador, el movimiento se transmite mediante la acción de un pistón alojado dentro de un cilindro a presión. Un cilindro está compuesto básicamente de tres partes: El compartimiento de donde realmente proviene el nombre de cilindro, el émbolo y el vástago.

Cilindro de doble vástago: Posee vástago en ambos extremos del compartimiento.

Cilindro tándem: Son dos cilindros acoplados mecánicamente, de modo que la fuerza resultante es la suma de la fuerza de cada cilindro.

Cilindro multiposicional: También son dos cilindros acoplados mecánicamente, de modo que si las longitudes de cada uno son diferentes, se pueden obtener cuatro posiciones distintas con dos señales de control.

Cilindro de impacto: Es un cilindro con dos cámaras de aire, en una de cuales se acumula una presión que luego es liberada de manera rápida sobre la cámara que contiene el émbolo. El resultado es un movimiento del vástago con velocidad tal que se transforma en un fuerte impacto.

Cilindro de giro: Estos cilindros poseen un acople mecánico, que transforma el movimiento lineal de un vástago interno en un movimiento de giro sobre una pieza circular externa.

2.3.3 Elementos Terminales o Efectores Finales de un robot industrial

Para las aplicaciones industriales, las capacidades del robot básico deben aumentarse por medio de dispositivos adicionales.

Podríamos denominar a estos dispositivos como los periféricos del robot, incluyen el herramental que se une a la muñeca del robot y a los sistemas sensores que permiten al robot interactuar con su entorno.

En robótica, el término de efector final se utiliza para describir la mano o herramienta que está unida a la muñeca. El efector final representa el herramental especial que permite al robot de uso general realizar una aplicación particular. Este herramental especial debe diseñarse específicamente para la aplicación.

Los efectores finales pueden dividirse en dos categorías: pinzas y herramientas.

- ✓ **PINZAS.-** Se utilizan para tomar un objeto, normalmente la pieza de trabajo, y sujetarlo durante el ciclo de trabajo del robot. Hay una diversidad de métodos de sujeción que pueden utilizarse, además de los métodos mecánicos obvios de agarrar la pieza entre dos o más dedos. Estos métodos suplementarios incluyen el empleo de casquetes de sujeción, imanes, ganchos, y cucharas.

- ✓ **HERRAMIENTAS.-** Se utilizan como efector final en aplicaciones en donde se exija al robot realizar alguna operación en la pieza de trabajo. Estas aplicaciones incluyen la soldadura por puntos, la soldadura por arco, a la pintura por pulverización y las operaciones de taladro. En cada caso, la herramienta particular está unida a la muñeca del robot para realizar la operación.

Los elementos de sujeción se utilizan para agarrar y sostener los objetos y se suelen denominar pinzas. Se distingue entre las que utilizan dispositivos de agarre mecánico y las que utilizan algún otro tipo de dispositivo (ventosas, pinzas magnéticas, adhesivas, ganchos, etc.)

En la elección o diseño de una pinza se han de tener en cuenta diversos factores. Entre los que afectan al tipo de objeto y de manipulación a realizar destacan el peso, la forma, el tamaño del objeto y la fuerza que es necesario ejercer y mantener para sujetarlo. Entre los parámetros de la pinza cabe destacar su peso (que afecta a las inercias del robot), el equipo de accionamiento y la capacidad de control.

El accionamiento neumático es el más utilizado por ofrecer mayores ventajas en simplicidad, precio y fiabilidad, aunque presenta dificultades de control de posiciones intermedias. En ocasiones se utilizan accionamientos de tipo eléctrico.

En la pinza se suelen situar sensores para detectar el estado de la misma (abierto o cerrado). Se pueden incorporar a la pinza otro tipo de sensores para controlar el estado de la pieza, sistemas de visión que incorporen datos geométricos de los objetos, detectores de proximidad, sensores fuerza par, etc.

Existen ciertos elementos comerciales que sirven de base para la pinza, siendo posible a partir de ellos diseñar efectores válidos para cada aplicación concreta. Sin embargo, en otras ocasiones el efector debe ser desarrollado íntegramente, constituyendo un coste un porcentaje importante dentro del total de la aplicación.

2.4 Automatización Industrial

2.4.1 Introducción a la Automatización

Automatización es el uso de sistemas de control y de tecnología informática para reducir la necesidad de la intervención humana en un proceso. En el enfoque de la industria, automatización es el paso más allá de la mecanización en donde los procesos industriales son asistidos por maquinas o sistemas mecánicos que reemplazan las funciones que antes eran realizada por animales. Mientras en la mecanización los operadores son asistidos con maquinaria a través de su propia fuerza y de su intervención directa, en la automatización se reduce de gran manera la necesidad mental y sensorial del operador. De sta forma presenta grandes ventajas en cuanto a producción más eficiente y disminución de riesgos al operador.

Las principales ventajas de aplicar automatización a un proceso son:

- ✓ Reemplazo de operadores humanos en tareas repetitivas o de alto riesgo.

- ✓ Reemplazo de operador humano en tareas que están fuera del alcance de sus capacidades como levantar cargas pesadas, trabajos en ambientes extremos o tareas que necesiten manejo de una alta precisión.

- ✓ Incremento de la producción. Al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento o desconcentración en las tareas repetitivas, el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el proceso.

La automatización de un nuevo producto requiere de una inversión inicial grande en comparación con el costo unitario del producto, sin embargo mientras la producción se mantenga constante esta inversión se recuperara, dándole a la empresa una línea de producción con altos índice de ingresos.

2.4.2 Herramientas de la automatización

Con la implementación de métodos numéricos en dispositivos de automatización el resultado es una gama de aplicaciones de rápida expansión y de enfoque especializado en la industria. La Tecnología asistida por computadora (CAx) ahora sirve de base para las herramientas matemáticas y de organización utilizada para crear sistemas complejos. Ejemplos notables de CAx incluyen el diseño asistido por computadora (CAD) y fabricación asistida por ordenador (CAM). La mejora en el diseño, análisis, y la fabricación de productos basados en CAx ha sido beneficiosa para la industria.

La tecnología informática, junto con los mecanismos y procesos industriales, pueden ayudar en el diseño, implementación y monitoreo de sistemas de control. Un ejemplo de un sistema de control industrial es un controlador lógico programable (PLC). Los PLC's están especializados sincronizar el flujo de entradas de sensores y eventos con el flujo de salidas a los actuadores y eventos. La Interfaz hombre-máquina (HMI) o interfaces hombre computadora, se suelen utilizar para comunicarse con los PLC's y otros equipos. El personal de servicio se encarga del seguimiento y control del proceso a través de los HMI, en donde no solo puede visualizar el estado actual del proceso sino también hacer modificaciones a variables críticas del proceso.

Existen diferentes tipos de herramientas para la automatización como:

- ✓ ANN - Artificial neural network

- ✓ DCS - Distributed Control System
- ✓ HMI - Human Machine Interface
- ✓ SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition
- ✓ PLC - Programmable Logic Controller
- ✓ PAC - Programmable automation controller
- ✓ Instrumentación
- ✓ Control de movimiento
- ✓ Robótica

2.4.3 Tecnologías Empleadas en la Automatización

Las tecnologías empleadas en la automatización pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- ✓ Tecnología cableada
- ✓ Tecnología programada

La tecnología cableada se realiza a base de uniones físicas de los elementos que componen la parte de control. La tecnología cableada ha sido extensamente empleada, pero presenta los siguientes inconvenientes:

- ✓ Ocupa mucho espacio
- ✓ Es poco flexible ante modificaciones o ampliaciones.
- ✓ Es difícil de mantener
- ✓ No es útil en aplicaciones en controles complejos
- ✓ Caros, debido al costo de sus componentes y a la gran cantidad de horas necesarias para el cableado.

En la tecnología programada, la parte de control se realiza mediante la confección de un programa residente en la memoria de una unidad de control. Los autómatas programables pertenecen a la tecnología programada, el cual entre sus ventajas están todos los inconvenientes de la tecnología cableada.

2.4.4 Sistemas de Control

El concepto de control es muy amplio ya que abarca desde un simple interruptor que gobierna el encendido de una lámpara eléctrica, hasta el complejo sistema de computadoras que controlan el funcionamiento de una refinería o el piloto automático de un avión. Podríamos definir al control como el manejo indirecto de las magnitudes de un sistema de producción, llamado planta o proceso, por otro sistema llamado sistema de control. Los primitivos sistemas, de los cuales derivaron los actuales, aparecieron junto con la "Revolución Industrial" del siglo XIX. El paso más grande ocurrió en los años 70 del siglo actual con la aparición de los circuitos integrados y en particular los llamados microprocesadores. El costo de los grandes computadores de esa época permitió el desarrollo de dispositivos más pequeños, y de uso más restringido, pero capaces de manejar potencias más elevadas, llamados PLC "Programable Logic Controller". En la actualidad tenemos disponibles en el mercado sistemas muy económicos y que ofrecen una amplia gama de prestaciones y compatibilidad para conectarse con otros y con computadores centrales para formar redes de control distribuido que cubren todas las necesidades de la industria. El objetivo de un sistema de control es gobernar la respuesta del sistema controlado sin que deba intervenir directamente un operario sobre los elementos de salida.

El operario manipula solamente las magnitudes de salida deseadas de ese sistema, llamadas las consignas, y el sistema de control se encarga de gobernarlas por medio de los accionamientos o actuadores correspondientes.

El concepto lleva de alguna manera implícita que el sistema de control opera con magnitudes de baja potencia, llamadas señales, y con ellas los actuadores son los que realmente controlan la energía o elementos de entrada y salida del sistema controlado. Lo expresado puede entenderse como que el sistema de control es un mero conversor amplificador de potencia que ejecuta las órdenes dadas a través de las consignas. Este tipo de control se denomina de lazo abierto porque no recibe ninguna información del comportamiento del sistema controlado, que llamaremos en adelante la planta. El operador debe verificar que la planta responde como está previsto, caso contrario deberá cambiar las consignas o recalibrar el sistema.

El control automático ha desempeñado una función vital en el avance de la ciencia. El control automático se ha vuelto una parte importante e integral de los procesos modernos industriales y de manufactura. Cuando se analiza un sistema de control se debe conocer de algunos términos que se indican:

- ✓ Variable Controlada.- Es la cantidad que se mide y controla, comúnmente es la salida del sistema.
- ✓ Variable Manipulada.- Es la cantidad que se modifica para obtener un valor deseado.
- ✓ Planta.- Se llama planta a cualquier objeto físico que se va a controlar.
- ✓ Perturbación.- Es una señal que tiende a afectar adversamente el valor de la salida de un sistema.

- ✓ Servomecanismo.- Sistema de control realimentado cuya salida es una posición mecánica.

2.4.4.1 Sistemas de Control en lazo Abierto

Un sistema de lazo abierto es aquél donde la salida no tiene efecto sobre la acción de control. La exactitud de un sistema de lazo abierto depende de dos factores:

- ✓ La calibración del elemento de control.
- ✓ La repetitividad de eventos de entrada sobre un extenso período de tiempo en ausencia de perturbaciones externas.

2.4.4.2 Sistemas de Control en lazo Cerrado

El control en lazo cerrado se caracteriza porque existe una realimentación a través de los sensores desde el proceso hacia el sistema de control, que permite a éste último conocer si las acciones ordenadas a los actuadores se han realizado correctamente sobre el proceso.

2.4.5 Controladores Lógicos Programables (PLC's)

Las empresas de hoy, que piensan en el futuro, se encuentran provistas de modernos dispositivos electrónicos en sus máquinas y procesos de control. Hoy las fábricas automatizadas deben proporcionar en sus sistemas, alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. Una de las bases principales de tales fábricas es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable. Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 y se ha sido refinando con nuevos componentes electrónicos, tales como Micro- procesadores de alta velocidad, agregándole funciones especiales para el control de proceso más complejos. Hoy los Controladores Programables son diseñados usando

lo último en diseño de Micro-procesadores y circuitería electrónica lo cual proporciona una mayor confiabilidad en su operación en aplicaciones industriales donde existen peligro debido al medio ambiente, alta respetabilidad, altas temperaturas, ruido ambiente o eléctrico, suministro de potencia eléctrica no confiable, vibraciones mecánicas etc. El Control Lógico Programable que fue diseñado y concebido para su uso en el medioambiente industrial.

2.4.5.1 Descripción de un PLC

Los Controladores Lógicos Programables, (PLC s, Programmable Logic Controller), nacieron esencialmente como tales, a finales de la década de los 60s y principios de los 70s. Las industrias que propiciaron este desarrollo fueron las empresas automotrices. Los PLC's surgen como equipos electrónicos sustitutos de los sistemas de control basados en relevadores, que se hacían más complejos y esto arrojaba ciertas dificultades en cuanto a la instalación de los mismos, los altos costos de los equipos. Los altos costos de operación y mantenimiento y la poca Flexibilidad y confiabilidad de los equipos. Los primeros PLC's se usaron solamente como reemplazo de relevadores, es decir, su capacidad se reducía exclusivamente al control On-Off (de dos posiciones) en máquinas y procesos industriales. De hecho todavía se siguen usando en muchos casos como tales. La gran diferencia con los controles por relevador fue su facilidad de instalación, ocupan menor espacio, costo reducido, y proporcionan autodiagnósticos sencillos.

2.4.5.2 Definición

El PLC es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y

aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada /salida digitales y analógicas, varios tipos de máquinas o procesos. Una computadora digital que es usada para ejecutar las funciones de un controlador programable, se puede considerar bajo este rubro. Se excluyen los controles secuenciales mecánicos. De una manera general podemos definir al controlador lógico programable a toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos sin previos conocimientos sobre informática.

2.4.5.3 Estructura de un PLC

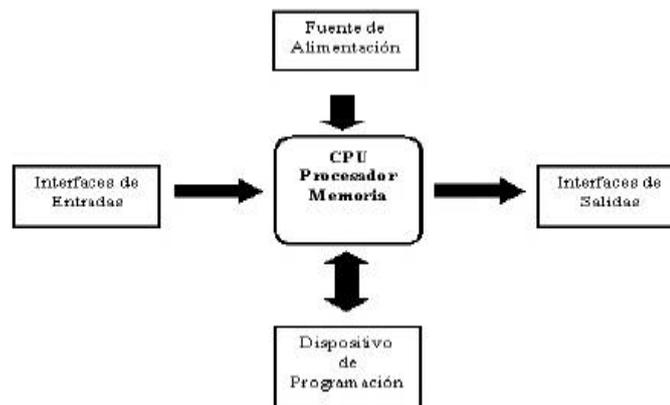


Fig. II 5. Estructura de un PLC.

Fuente: Google

2.4.5.4 Funcionamiento

Para explicar el funcionamiento del PLC, se pueden distinguir las siguientes partes:

- ✓ Interfaces de entradas y salidas
- ✓ CPU (Unidad Central de Proceso)
- ✓ Memoria

✓ Dispositivos de Programación

El usuario ingresa el programa a través del dispositivo adecuado (un cargador de programa o PC) y éste es almacenado en la memoria de la CPU. La CPU, que es el "cerebro" del PLC, procesa la información que recibe del exterior a través de la interfaz de entrada y de acuerdo con el programa activa una salida a través de la correspondiente interfaz de salida. Evidentemente, las interfaces de entrada y salida se encargan de adaptar las señales internas a niveles de la CPU. Por ejemplo, cuando la CPU ordena la activación de una salida, la interfaz adapta la señal y acciona un componente (transistor, relé, etc.)

2.4.5.5 Ciclo del PLC

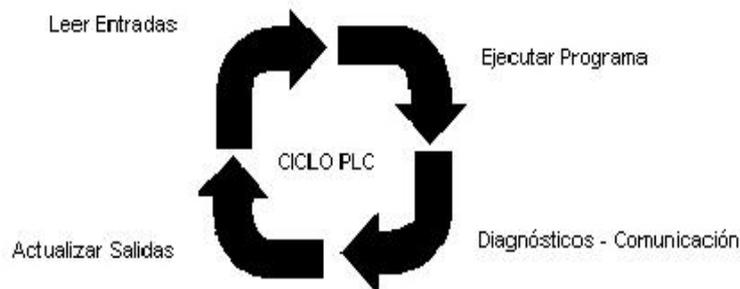


Fig. II 6. Ciclo que sigue un PLC.

Fuente: Google

2.4.5.6 Componentes del PLC

Un PLC está compuesto principalmente por:

- ✓ Unidad central de procesamiento (CPU): que constituye el "cerebro" del sistema y toma decisiones en base a la aplicación programada.
- ✓ Módulos para señales digitales y analógicas (I/O).

- ✓ Procesadores de comunicación (CP) para facilitar la comunicación entre el hombre y la máquina o entre máquinas. Se tiene procesadores de comunicación para conexión a redes y para conexión punto a punto.
- ✓ Módulos de función (FM) para operaciones de cálculo rápido.

Existen otros componentes que se adaptan a los requerimientos de los usuarios:

- ✓ Módulos de suministro de energía.
- ✓ Módulos de interfaces para conexión de racks múltiples en configuración multi-hilera.
- ✓ En los módulos de entrada pueden ser conectados:
 - ✓ Sensores inductivos, capacitivos, ópticos.
 - ✓ Interruptores.
 - ✓ Pulsadores.
 - ✓ Llaves.
 - ✓ Finales de carrera.
 - ✓ Detectores de proximidad.

2.4.5.7 Aplicaciones de los PLC's

Los autómatas programables no se limitan a funciones de control lógico sino que también permiten:

- ✓ Regular
- ✓ Posicionar
- ✓ Contar, dosificar

- ✓ Mandar válvulas y mucho más.

Para ello se ofrecen los módulos/tarjetas inteligentes adecuadas: controladas por microprocesador, realizan de forma completamente autónoma tareas especiales de tiempo crítico, y están unidas al proceso a través de canales de E/S propios. Esto alivia a la CPU de carga adicional.

2.4.6 TIA Portal V12

STEP 7 Professional es la herramienta de ingeniería más moderna para la configuración y programación de todos los controladores SIMATIC. Para las tareas sencillas de visualización con los SIMATIC Basic Panels también se incluye SIMATIC WinCC Basic.

STEP 7 V12 - es el sistema de ingeniería para cada fase del ciclo de vida de la producción que permite:

- ✓ Reducir el tiempo invertido en ingeniería gracias a las innovaciones del habla así como a las funciones integradas y a la configuración gráfica.
- ✓ Puesta en marcha rápida con la localización de errores eficiente a través del diagnóstico del sistema integrado, del seguimiento en tiempo real y las funciones en línea.
- ✓ Menor tiempo de parada gracias al mantenimiento a distancia sencillo y al diagnóstico con el servidor web y el Teleservice.
- ✓ Seguridad de las inversiones con la reutilización de componentes, las librerías y la compatibilidad.

STEP 7 V12 le ayudará a solucionar las tareas de ingeniería de forma intuitiva y eficiente. Totally Integrated Automation Portal convence en todos los pasos de trabajo y programación gracias a su claridad, a la guía inteligente del usuario y a los procesos cómodos.

Las funciones como "arrastrar y soltar", "copiar y pegar" o IntelliSense agilizan y facilitan el trabajo de forma decisiva.

Lenguajes de programación IEC - Potentes editores y compiladores de rendimiento

- ✓ Texto estructurado (SCL).
- ✓ Esquema de contactos (KOP).
- ✓ Diagrama de funciones (FUP).
- ✓ Lista de instrucciones (AWL).
- ✓ Programación secuencia (GRAPH).

Los conocidos paquetes opcionales S7-SCL, S7-GRAPH, S7-PLCSim, documentación de instalaciones y Teleservice de STEP 7 V5.5 ya están integrados en STEP 7 Professional V12 por lo que no es necesaria ninguna licencia adicional.

El propietario del servicio de actualización del software STEP 7 Professional recibe automáticamente SIMATIC STEP 7 Professional V12.

2.4.6.1 Configuración de red y de dispositivos

Con un solo editor gráfico es posible configurar toda una instalación de forma muy simple. El editor ofrece tres vistas distintas para una distinción clara entre la conexión en red y la configuración de los dispositivos:

- ✓ Vista de red – Conexiones gráficas entre los dispositivos.
- ✓ Vista del dispositivo – Parametrización y configuración de los distintos dispositivos.
- ✓ Vista topológica - Conexión real entre los dispositivos PROFINET.

Con este editor se pueden manejar de forma fácil sistemas complejos y se conserva la claridad en proyectos de gran envergadura. En el modo online se representa la información de una forma clara y gráfica.

Vista de red

Vista de redes: Presentación clara de los dispositivos de automatización de toda una instalación.

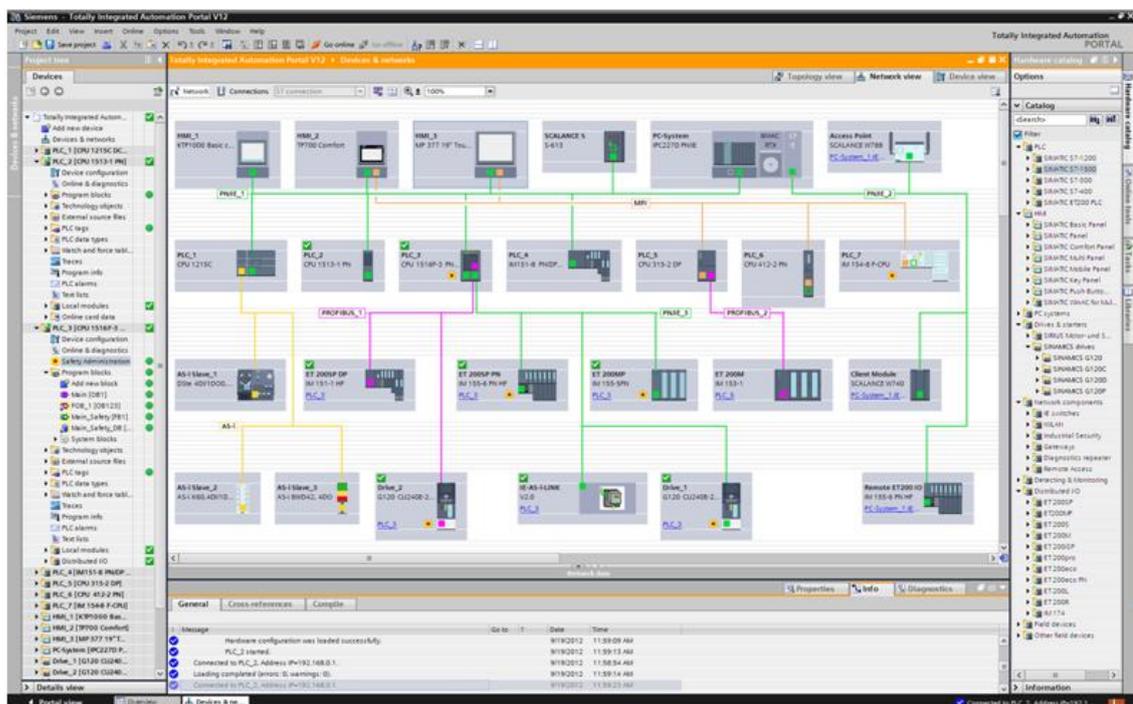


Fig. II 7. Vista de red de Automatización Instalada.

Fuente: Google

La vista de red permite configurar la comunicación en la instalación. Aquí se proyectan de forma gráfica e ilustrativa los enlaces de comunicación entre las distintas estaciones.

- ✓ Representación conjunta de todos los participantes en la red y los componentes de red.
- ✓ Proyección gráfica de las distintas estaciones.
- ✓ Conexión en red de los participantes mediante la interconexión de las interfaces de comunicación mediante la función Drag&Drop (arrastrar y soltar).
- ✓ Es posible emplear varios controladores, periféricos, dispositivos HMI, estaciones SCADA, estaciones de PC y accionamientos en un solo proyecto.
- ✓ El procedimiento en la integración de dispositivos AS-i es idéntico al zoom y la navegación de páginas de PROFIBUS/PROFINET.

Vista de dispositivo



Fig. II 8. Vista de dispositivos instalados en un PLC.

Fuente: Google

La configuración de racks, la asignación de direcciones etc., se lleva a cabo en la vista del dispositivo. Todos los dispositivos están representados de forma foto realística.

Existe la posibilidad de guardar los módulos de hardware proyectados en un "module clipboard" y de reutilizar dicho espacio de almacenamiento.

A partir de un zoom de 200 % los E/As se representan con direcciones o nombres simbólicos.

- ✓ Selección automática del hardware existente con HW-Detect.
- ✓ Búsqueda de texto completo en el catálogo de hardware.
- ✓ Posibilidad de aplicar filtros en el catálogo de hardware en relación con los grupos de componentes y módulos que se están utilizando.

Vista topológica.

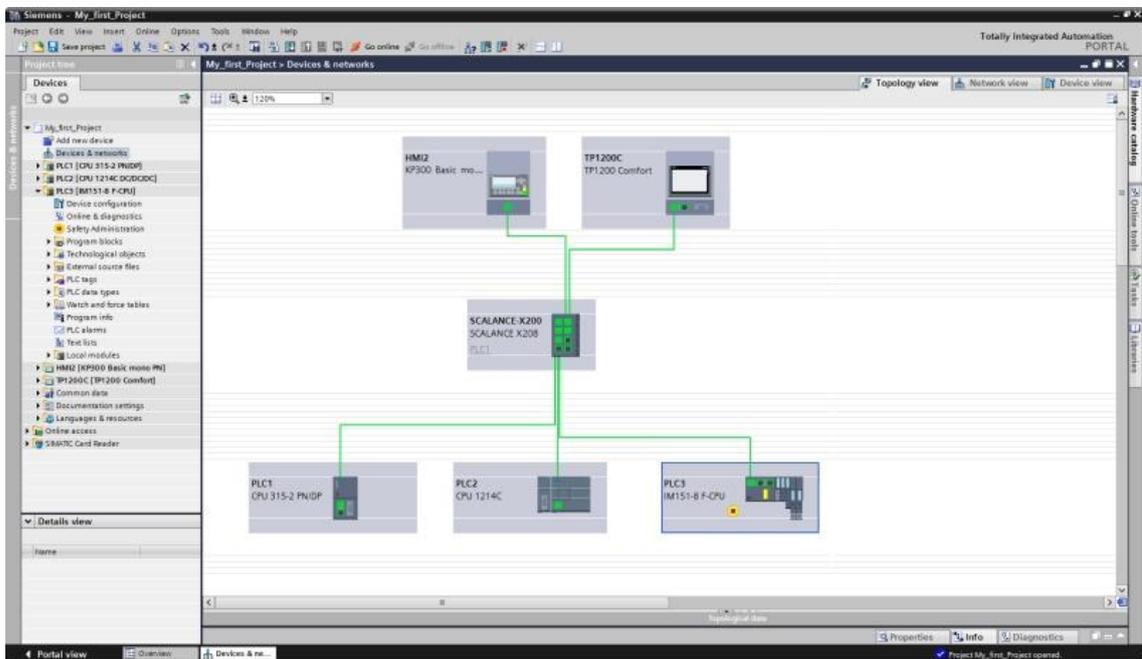


Fig. II 9. Vista Topológica

Fuente: Google

Los periféricos descentralizados en PROFINET se proyectan en la vista de red. Aquí se puede representar de forma gráfica a los controladores y los periféricos descentralizados que le están asignados. Una comparación offline/online identifica los puertos comunicantes. Mediante la determinación, representación y supervisión de las conexiones físicas entre los dispositivos de PROFINET IO el administrador es capaz de supervisar con facilidad las redes más complejas.

2.4.6.2 Lenguajes de programación IEC

Con SIMATIC STEP 7 V12 dispone de potentes editores de programación para los controladores SIMATIC S7.

- ✓ Disponible para todos los controladores: Texto estructurado (SCL), esquema de contactos (KOP) y diagrama de funciones (FUP).
- ✓ Adicionalmente para las familias de controladores S7-300, S7-400, WinCC y el nuevo S7-1500: lista de instrucciones (AWL) y programación secuencial * (GRAPH).

Para todas las tareas el usuario dispone de herramientas intuitivas tales como arrastrar y soltar, o la lista de referencias cruzadas para todo un proyecto. Con ello STEP 7 V12 le ofrece al usuario una concepción eficiente de su programa de aplicación. Los distintos lenguajes de programación de un componente se pueden transformar fácilmente.

El concepto de manejo intuitivo de STEP 7 V12 se basa en los editores de programación adaptados a las tareas y el transcurso y las actuales técnicas de Windows. La inclusión de los distintos editores en el entorno de trabajo común asegura que los datos del usuario estén a disposición de forma más consistente y que no se pierda en ningún momento la claridad y el control sobre los datos del proyecto.

Los componentes de programación se pueden almacenar en cualquier momento. La búsqueda de fallos se simplifica y acelera mediante varios recursos: una ventana Syntax muestra en una lista todos los fallos en el componente actual. De esta forma se proporciona una navegación fácil entre los distintos errores y se dispone del indicador para redes con fallos.

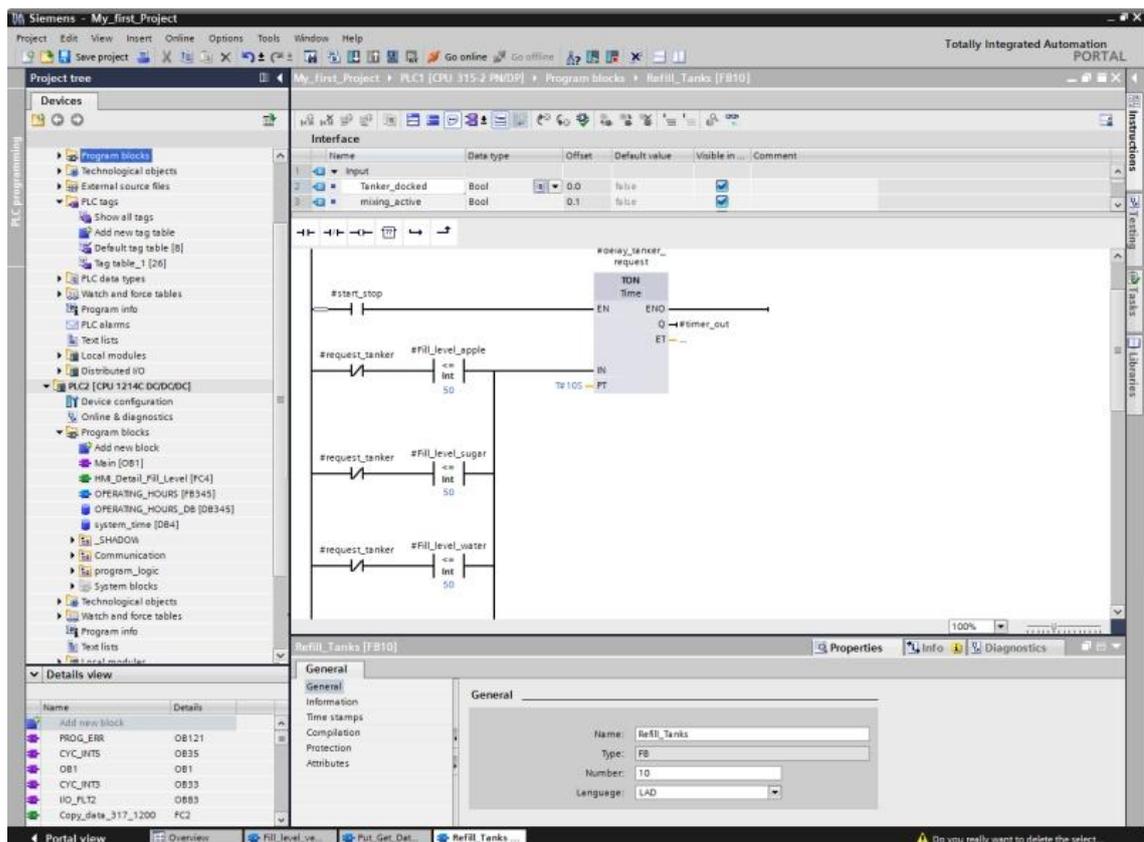


Fig. II 10. Lenguajes de Programación Gráficos KOP y FUP.

Fuente: Google

STEP 7 V12 apoya los lenguajes de programación gráficos con nuevos compiladores de alto rendimiento. Las potentes herramientas y la funcionalidad integrada como por ejemplo la programación indirecta incrementan la eficiencia de la ingeniería en la creación de los programas.

Los editores gráficos KOP y FUP ofrecen una buena vista en conjunto y una rápida navegación en el editor de los componentes.

- ✓ Abrir y cerrar de redes enteras.
- ✓ Muestra oculta los símbolos y direcciones.
- ✓ Función directa de zoom y guardar layouts.
- ✓ Numerosas accesos directos en el teclado.
- ✓ Función de lazo, copiar e insertar para determinados comandos y estructuras de comando.
- ✓ La nueva calculadora Calculate-Box permite introducir directamente las fórmulas en el S7-1200 y S7-1500.

Online y Diagnóstico

El diagnóstico de sistema es una parte integral de STEP 7 y no requiere una licencia adicional.

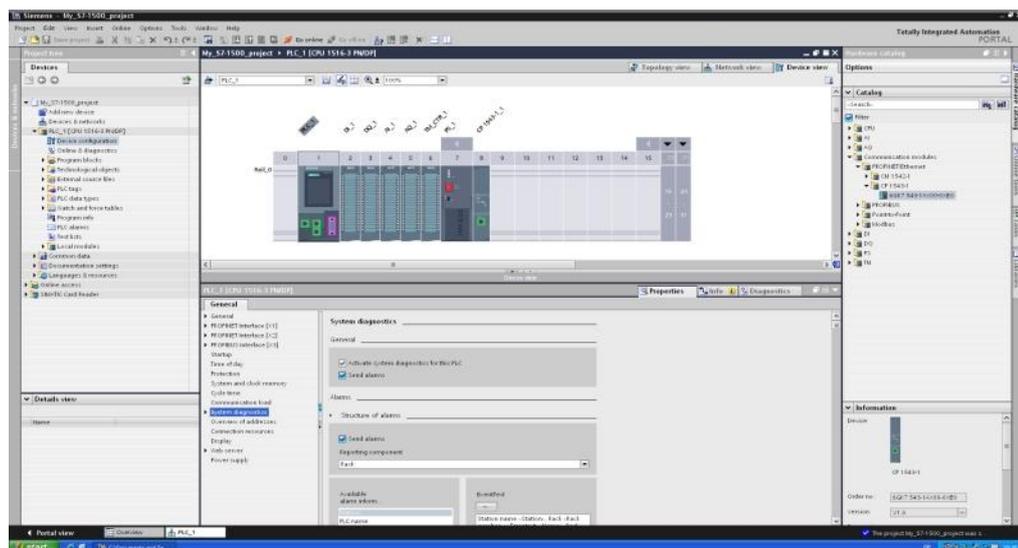


Fig. II 11. Diagnóstico del Sistema.

Fuente: Google

En la fase de ingeniería no se precisa una proyección manual del diagnóstico de sistema. La proyección del diagnóstico está integrada en el sistema para comodidad del usuario y se activa con un simple clic. A la hora de introducir nuevos componentes de HW se lleva a cabo una actualización automática de la información de diagnóstico a través del sistema de ingeniería (HWCN).

El diagnóstico de sistema proporciona toda la información relevante sobre los fallos existentes en el sistema. Dicha información se integra de forma automática en mensajes que incluyen los siguientes componentes:

- ✓ Módulo
- ✓ Texto de mensaje
- ✓ Estado de notificación

Para los controladores S7-1500 se dispone de un análisis de fallos eficaz y una rápida localización de los fallos gracias al nuevo concepto unitario de indicación. Este nuevo modo de indicación hace posible que los mensajes de error se puedan visualizar de forma idéntica como información de texto común en el TIA Portal, en los dispositivos HMI, en el servidor web y en la pantalla de las nuevas CPUs S7-1500.

Ventajas del diagnóstico de sistema integrado:

- ✓ No requiere una programación del diagnóstico de sistema.
- ✓ Rápida localización de los fallos.
- ✓ Actualización automática del diagnóstico de sistema cuando se llevan a cabo cambios en la configuración del hardware.
- ✓ Mensaje de estado transparente para los controladores, periféricos y accionamientos (mensajes de control).

- ✓ El diagnóstico de sistema viene activado por defecto para los nuevos controladores Simatic S7-1500.
- ✓ El diagnóstico de sistema también está disponible para los controladores S7-1500 en estado de parada.

Online

Con STEP 7 V12 dispone de varias funciones online. Con un solo clic online: indicación del estado de funcionamiento, claro resumen del diagnóstico mediante esquema del proyecto y comparación online/offline a nivel de los componentes:

- ✓ Rápida transmisión de todos los cambios en el programa con una descarga continua.
- ✓ Comparación de proyectos offline/offline.
- ✓ Descarga en RUN.
- ✓ Subida de los datos de configuración del HW de los controladores existentes - HW Detect.
- ✓ Subida completa del software de proyecto a un PG vacío.
- ✓ Rápido servicio sin un proyecto existente (con HW Detect y SW Upload).

2.4.7 Interface Humano Maquina – HMI

2.4.7.1 Generalidades

Es un término que se refiere a una relación dada entre el ser humano o la persona y la máquina a través de una interface. Nuestra definición está configurada en la comprensión que lleva al ser humano a realizar una extensión de sus capacidades. Por la

extensión de nuestras capacidades por medio de las máquinas se entiende las ventajas que dan al ser humano para realizar otras tareas concomitantes dejando las rutinarias o de tipo autómatas a las máquinas. Además por extensión se comprende la posibilidad de realizar tareas que comprendas a las máquinas como interface para la comunicación directa o indirecta con otros seres humanos.

En esta relación de hombres o personas y máquinas, se comprende que las interacciones en sí, se relacionan con los procesos internos automáticos del ser humano. Estos procesos internos son rutinas de procesamientos de la información, así las máquinas llevan en sí algoritmos que procuran mejorar el desempeño de la persona y aumentar su inteligencia, como asimismo sus niveles de conciencia, dado que las personas utilizan las máquinas para su uso personal.

2.4.7.2 Agentes de la Interface.

Según Henry Lieberman es un programa que puede ser considerado por el usuario como un asistente o programa que le ayuda y no se le considere una herramienta desde el punto de vista de una interfaz de manipulación directa.

El Agente de la interface lee la entrada que el usuario presenta en la interface y puede hacer cambios en los objetos que el usuario ve en la pantalla, aunque no necesariamente una-a-una con las acciones del usuario.

El agente puede observar muchas interacciones del usuario antes de hacer una acción o con una sola interacción puede lanzar una serie de acciones y actuar en determinados períodos de tiempo que le hemos fijado.

Las características de los agentes son:

- ✓ Autonomía. Trabajan en segundo plano y si no se les pide explícitamente observan al usuario y a las fuentes de información accesibles.
- ✓ Inteligencia. Actúan por su propia iniciativa y pueden trabajar en entornos heterogéneos adaptándose a múltiples situaciones (no necesariamente utilizan la misma estrategia de resolución cada vez).
- ✓ Uso personal. Se adaptan y aprenden del usuario y no insisten en una determinada solución si el usuario decide otra (la reglamentación por parte del usuario es una característica de los agentes inteligentes). Los agentes pueden tomar decisiones en situaciones que no son cómodas para el usuario, pero nunca han de forzar a tener un cierto comportamiento.
- ✓ Asistentes: Son entidades computacionales que nos asisten en el uso de las aplicaciones existentes. Los asistentes nos exponen de una manera fácil que es el que se ha de hacer y pueden entender palabras escritas o habladas o acciones gráficas e interpretarlas. Interpretar quiere decir que el asistente puede hacer acciones complejas u órdenes cortas. Un requerimiento importante para los asistentes es que han de ser muy flexibles en la manera en que reciben las instrucciones. Los asistentes son muchas veces más flexibles que los menús y las macros porque el usuario nada más dice lo que quiere hacer. Ejemplo: Asistentes de PowerPoint, wizards.

2.4.7.3 Pantallas Touch SIMATIC

La tecnología de interfaz hombre-máquina SIMATIC HMI está diseñada para satisfacer las necesidades de los procesos cada vez más complejos de sus máquinas y sistemas y todo ello recurriendo a un solo proveedor: Siemens. La interfaz SIMATIC HMI está

optimizada para satisfacer sus necesidades específicas de interfaz hombre-máquina utilizando interfaces abiertas y estandarizadas de hardware y software, que permiten una fácil integración en sus sistemas de automatización.

CAPÍTULO III

3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.

3.1 Determinación y selección de los elementos y componentes del sistema

Los elementos y componentes necesarios para la Construcción de un robot cartesiano para el proceso de ensamblaje de partes en el proceso de paletizado, fueron seleccionados de acuerdo a los requerimientos que presenta el sistema de paletizado y considerando los avances tecnológicos en lo que respecta a dispositivos de automatización y control, para así de esta manera obtener el mejor rendimiento del robot y la ejecución idónea de cada una de las tareas comandadas.

Cabe recalcar que para la adquisición de las señales provenientes de los sensores magnéticos, inductivos y ópticos y para la activación de las electroválvulas o actuadores se dispone de módulos respectivos y apropiados que se montan junto al PLC.

El PLC que procesa la información proveniente de los módulos de Entradas y Salidas se programan utilizando el software TIA Portal V12 de la familia Siemens, y a través de Una pantalla Táctil SIMATIC KTM 400 se hace la programación de la HMI para el control y monitoreo remoto del sistema.

3.2 Elementos y Componentes del sistema

A continuación se clasifican y describen los distintos elementos y componentes que se usan en el presente sistema.

3.2.1 Elementos

3.2.1.1 Controlador lógico programable



Fig. III 12. PLC-CPU 1214C AC/DC/Rly

Fuente: Google

Tabla III I. Especificaciones Técnicas CPU 1214C AC/DC/Rly.

ESPECIFICACIONES	
Interfaces	
Capacidad de expansión hasta	8 módulos
Comunicación Punto a Punto	RS232 – RS485
Comunicación PROFIBUS	PROFIBUS
Memoria Total Disponible	50 kbits
Tipo de puerto de Comunicación	Ethernet
Tipo de red	Ethernet
Tipo de Salida	Digital, relé
Tensión de alimentación, consumo, pérdidas	
Tipo de tensión / de la tensión de alimentación	DC
Tensión de alimentación / externa	24 V
✓ Mínima	20,4 V
✓ Máxima	28,8 V
Número Entradas y salidas	
✓ Entradas	16 (14 digitales, 2 analógicas)
✓ Salidas	10 (digital)
Condiciones ambientales admisibles	
Temperatura de funcionamiento	
✓ Mínima	0°C
✓ Máxima	+45°C
Dimensiones	
Anchura	110 mm
Profundidad	75 mm
Tipo de fijación	
✓ Montaje en perfil DIN 35 mm	Sí

Fuente: Google

3.2.1.2 Módulo de entradas y salidas



Fig. III 13. Módulo de Expansión 6ES7 223-1PL30-OXBO

Fuente: Google

Tabla III II. Especificaciones técnicas Módulo de E/S 6ES7 223-1PL30-OXBO.

ESPECIFICACIONES	
Tensión de alimentación, consumo, pérdidas	
Tipo de tensión / de la tensión de alimentación	DC
Tensión de alimentación / externa	24 V
✓ Mínima	20,4 V
✓ Máxima	28,8 V
Número Entradas y salidas	
✓ Entradas	16
Condiciones ambientales admisibles	
Temperatura de funcionamiento	
✓ Mínima	0°C
✓ Máxima	+45°C
Dimensiones	
Anchura	70 mm
Profundidad	75 mm
Altura	100mm
Tipo de fijación	
✓ Montaje en perfil DIN 35 mm	Sí

Fuente: Google

3.2.1.3 Interfaces entradas y salidas



Fig. III 14. Interfaz ABE7H16R21

Fuente: Google

Tabla III III. Especificaciones Técnicas Interfaces E/S 1.

ESPECIFICACIONES	
Tensión de alimentación, consumo, pérdidas	
Tipo de tensión / de la tensión de alimentación	DC
Tensión de alimentación / externa	24 V
✓ Mínima	19 V
✓ Máxima	30 V
Número de Canales	16
Número de terminales por canal	2
Número de filas horizontales	2
Led de estado	1 LED, verde para conectar la alimentación 1 LED por canal, verde para el estado del canal
Conector Tipo	HE-10
Número de Pin	20
Corriente de alimentación	<= 1.8 A
Condiciones ambientales admisibles	
Temperatura de funcionamiento	
✓ Mínima	-°C
✓ Máxima	+60°C
Dimensiones	
Anchura	125 mm
Tipo de fijación	
✓ Montaje en perfil DIN 35 mm	Sí

Fuente: Google



Fig. III 15. Interfaz ABE7H16R31

Fuente: Google

Tabla III IV. Especificaciones Técnicas Interfaces E/S 1.

ESPECIFICACIONES	
Tensión de alimentación, consumo, pérdidas	
Tipo de tensión / de la tensión de alimentación	DC
Tensión de alimentación / externa	24 V
✓ Mínima	19 V
✓ Máxima	30 V
Número de Canales	16
Número de terminales por canal	3
Número de filas horizontales	3
Led de estado	1 LED, verde para conectar la alimentación 1 LED por canal, verde para el estado del canal
Conector Tipo	HE-10
Número de Pin	20
Corriente de alimentación	<= 1.8 A
Condiciones ambientales admisibles	
Temperatura de funcionamiento	
✓ Mínima	-°C
✓ Máxima	+60°C
Dimensiones	
Anchura	125 mm
Tipo de fijación	
✓ Montaje en perfil DIN 35 mm	Sí

Fuente: Google

3.2.1.4 Pantalla Táctil SIMATIC



Fig. III 16. Pantalla Touch SIMATIC.

Fuente: Google

Tabla III V. Especificaciones Técnicas Pantalla Táctil SIMATIC

	KP 300 Basic mono PN	KTP 400 Basic mono PN	KTP 600 Basic mono PN	KTP 600 Basic color DP	KTP 600 Basic color PN	KTP 1000 Basic color DP	KTP 1000 Basic color PN	TP 1500 Basic color PN
Pantalla	STN, blanco y negro	STN, escala de grises		TFT, 256 colores				
Tamaño (en pulgadas)	3,6"	3,8"	5,7"	5,7"	5,7"	10,4"	10,4"	15,1"
Resolución	240 x 80	320 x 240	320 x 240	320 x 240	320 x 240	640 x 480	640 x 480	1024 x 768
MTBF	50.000 h	30.000 h	50.000 h					
Elementos de mando	10 teclas	Pantalla táctil y 4 teclas táctiles	Pantalla táctil y 6 teclas táctiles	Pantalla táctil y 6 teclas táctiles	Pantalla táctil y 6 teclas táctiles	Pantalla táctil y 8 teclas táctiles	Pantalla táctil y 8 teclas táctiles	Pantalla táctil
Interfaces								
PROFINET/Ethernet (RJ45)	*	*	*	-	*	-	*	*
PROFIBUS DP/MP (RS 485/422)	-	-	-	*	-	*	-	-
Funcionalidad								
Variables	250	250	500	500	500	500	500	500
Sinópticos del proceso	50							
Avisos	200							
Curvas	25							
Recetas	5 recetas, 20 registros, 20 entradas							
Memoria de recetas	Flash integrada, 40 kbytes							
Grado de protección	IP65							
Certificaciones	CE, cULus, C-Tick							
Dimensiones								
Frente (an x al)	165 x 97 mm	140 x 116 mm	214 x 158 mm	214 x 158 mm	214 x 158 mm	335 x 275 mm	335 x 275 mm	400 x 310 mm
Recorte de montaje (an x alp)	149 x 82 x30 mm	123 x 99 / 40 mm	197 x 141 / 44 mm	197 x 141 / 44 mm	197 x 141 / 44 mm	310 x 248 / 61 mm	310 x 248 / 61 mm	367 x 289 / 60 mm
Software de ingeniería	SIMATIC WinCC flexible Compact							
Referencia	6AV6647-0AH11-3AX0	6AV6647-0AA11-3AX0	6AV6647-0AB11-3AX0	6AV6647-0AC11-3AX0	6AV6647-0AD11-3AX0	6AV6647-0AE11-3AX0	6AV6647-0AF11-3AX0	6AV6647-0AG11-3AX0

Fuente: Google

3.2.1.5 Cables de comunicación.

3.2.1.5.1 Cable TSX-CDP 301

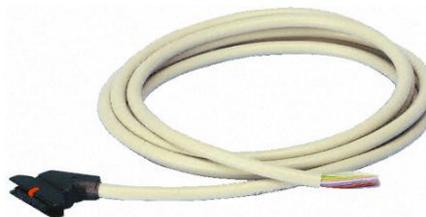


Fig. III 17. Cable TSX-CDP 301

Fuente: Google

Tabla III VI. Especificaciones Técnicas Cable TSX-CDP 301

Connecting cables for I/O modules with HE 10 connectors					
Description	Composition Use	Cross-section	Length	Reference	Weight kg
20-wire preformed cable	1 HE 10 connector and one end with color coded flying leads	0.324 mm ² (AWG 22)	3 m	TSX CDP 301	0.400
			5 m	TSX CDP 501	0.660
			10 m	TSX CDP 1001	1.210
Rolled ribbon connecting cable	2 HE 10 connectors for Modicon Telefast ABE 7 system	0.08 mm ² (AWG 28)	1 m	TSX CDP 102	0.090
			2 m	TSX CDP 202	0.170
			3 m	TSX CDP 302	0.250
Connecting cables	2 HE 10 connectors for Modicon Telefast ABE 7 system	0.324 mm ² (AWG 28)	0.5 m	TSX CDP 053	0.085
			1 m	TSX CDP 103	0.150
			2 m	TSX CDP 203	0.280
			3 m	TSX CDP 303	0.410
			5 m	TSX CDP 503	0.670
			10 m	TSX CDP 1003	1.180

Fuente: Google

3.2.1.5.2 Cable UTP categoría 5 stp

El cable de categoría 5, es un tipo de cable de par trenzado cuya categoría es uno de los grados de cableado UTP descritos en el estándar EIA/TIA 568B el cual puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps a frecuencias de hasta 100 MHz.



Fig. III 18. Cable UTP

Fuente: Google

Este tipo de cables se utiliza a menudo en redes de ordenadores como Ethernet y también se usa para llevar muchas otras señales como servicios básicos de telefonía, token ring, y ATM.

Características

- ✓ Pares trenzados sección AWG24.
- ✓ Cada par de cable esta distinguido por colores, siendo estos naranja, verde, azul y marrón.
- ✓ Aislamiento del conductor de polietileno de alta densidad, de 1,5 mm de diámetro.
- ✓ Cubierta de PVC gris.

Ventajas:

- ✓ Bajo costo en su contratación.
- ✓ Alto número de estaciones de trabajo por segmento.
- ✓ Facilidad para el rendimiento y la solución de problemas.
- ✓ Puede estar previamente cableado en un lugar o en cualquier parte.

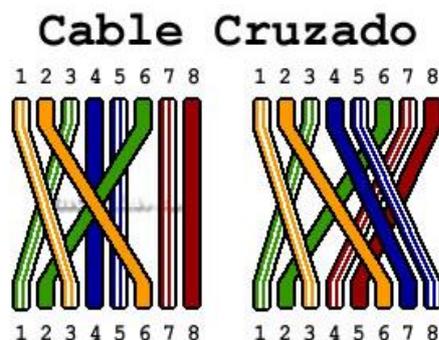


Fig. III 19. Cable Cruzado

Fuente: Google

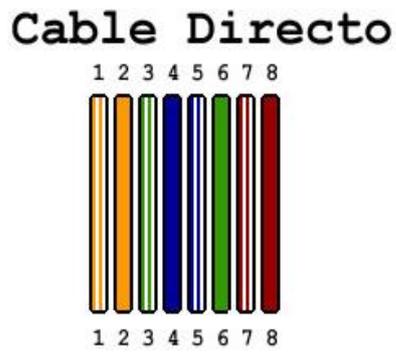


Fig. III 20. Cable Directo

Fuente: Google

3.2.2 Componentes.

3.2.2.1 Software TIA PORTAL V12

El Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) integra diferentes productos SIMATIC en una aplicación de software que le permitirá aumentar la productividad y la eficiencia del proceso. Dentro del TIA Portal, los productos TIA interactúan entre sí, ofreciéndole soporte en todas las áreas implicadas en la creación de una solución de automatización.

Una solución de automatización típica abarca lo siguiente:

- ✓ Un controlador que controla el proceso con la ayuda del programa.
- ✓ Un panel de operador con el que se maneja y visualiza el proceso.

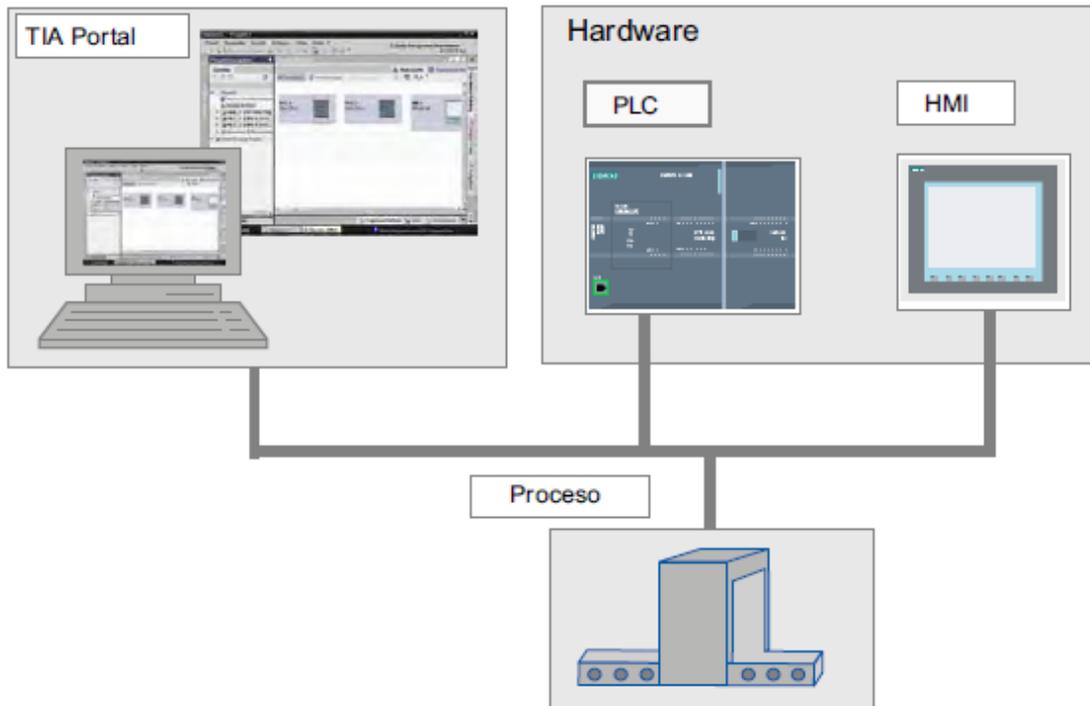


Fig. III 21. Solución Típica Automatización

Fuente: Google

Ventajas

El TIA Portal ofrece las siguientes ventajas:

- ✓ Gestión conjunta de los datos.
- ✓ Manejo unitario de los programas, los datos de configuración y los datos de visualización.
- ✓ Fácil edición mediante Drag&Drop.
- ✓ Comodidad de carga de los datos en los dispositivos.
- ✓ Manejo unitario.
- ✓ Configuración y diagnóstico asistidos por gráficos.

Con el TIA Portal se configura tanto el control como la visualización en un sistema de ingeniería unitario. Todos los datos se guardan en un proyecto. Los componentes de programación (STEP 7) y visualización (WinCC) no son programas independientes, sino editores de un sistema que accede a una base de datos común. Todos los datos se guardan en un archivo de proyecto común. Para todas las tareas se utiliza una interfaz de usuario común desde la que se accede en todo momento a todas las funciones de programación y visualización.

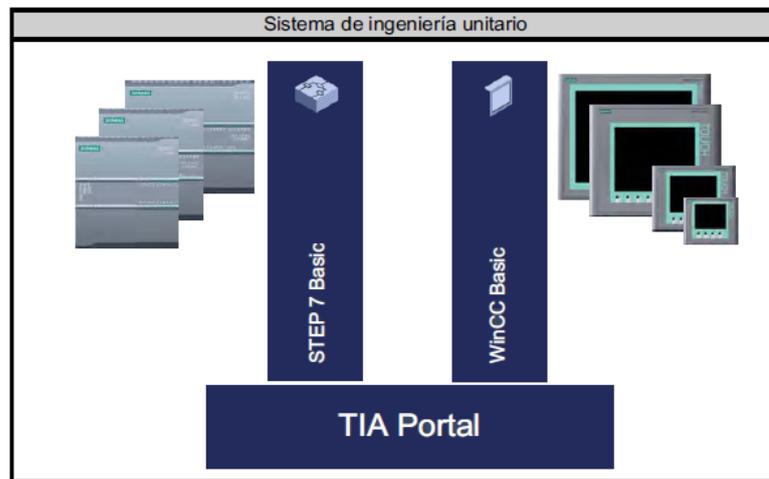


Fig. III 22. Sistema de Ingeniería Unitario

Fuente: Google

3.2.3 Sensores

3.2.3.1 Óptico

Por emisión y recepción de luz. Tanto en el emisor como en el receptor existen pequeñas lentes ópticas que permiten concentrar el haz de luz y se encuentran en un mismo encapsulado. Generalmente trabajan por reflexión de la luz, es decir, el emisor emite luz y si esta luz es reflejada por un objeto, el receptor lo detecta.

Partes

Los sensores ópticos están conformados por las siguientes partes:

- ✓ Fuente
- ✓ Receptor
- ✓ Lentes
- ✓ Circuito de Salida

Fuente

Origina un haz luminoso, usualmente con un led, que puede tener un amplio rango en el espectro (incluyendo luz visible e infrarroja). Para la mayoría de las aplicaciones se prefiere las radiaciones infrarrojas pues son las que mayor porcentaje de luz emite y disipan menos calor.

El haz de luz con frecuencia es modulado con pulsos, ya que la modulación presenta ventajas como son: mayor luminosidad en el haz, mayor vida útil del led, inmunidad del sensor a otras fuentes de luz que pueden interferir con la señal.

Receptor

El receptor recibe los pulsos de luz en sincronía con el emisor, esto permite ignorar radiaciones provenientes de otras fuentes.

Lentes

Tiene la función de dirigir el haz de luz tanto en el emisor como en el receptor para restringir el campo de visión, esto trae como consecuencia aumentar la distancia de detección.

Circuito de Salida

Existen varios tipos de salidas discretas o digitales, se denominan así por tener dos estados y los más comunes son; NPN o PNP.



Fig. III 23. Sensor Óptico

Fuente: Google

CARACTERÍSTICAS

- ✓ Sensor cilíndrico, Diámetro: 18 mm.
- ✓ Retro reflectivo.
- ✓ PNP, NA + NC
- ✓ Alimentación DC 10-30V.
- ✓ DC 3-cables, conector opcional.
- ✓ Rango de detección 3M.
- ✓ Fuerte protección anti-golpes y anti-vibración.

3.2.3.2 Magnético

Los sensores de proximidad CST/CSV tienen la función de relevar la posición del pistón del cilindro. Cuando estos sensores se encuentran dentro del campo magnético

generado por el imán del pistón del cilindro, los sensores cierran un circuito eléctrico generando una señal útil para comandar una electroválvula a través de un relé o dar una señal a una plaqueta de un PLC, el cambio de estado del sensor se hace visible mediante el encendido de un diodo del tipo LED de color amarillo.



Fig. III 24. Sensor Magnético

Fuente: Google

Tabla III VII. Especificaciones Técnicas sensores magnéticos.

ESPECIFICACIONES	
Funcionamiento	Tipo Hall
Tipo de salida	Estática o electrónica PNP
Tipo de contacto	contacto normalmente abierto
Tensión	5 – 240 V
Corriente máxima	100 Ma
Carga máxima	10 W
Grado de protección	IP 67

Fuente: Google

3.2.3.3 Inductivo

Los sensores inductivos sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos.



Fig. III 25. Sensor Inductivo

Fuente: Google

Funcionamiento

Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en los objetos de detección férricos y no férricos

El sensor consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor de nivel de disparo de la señal y un circuito de salida.

Al aproximarse un objeto “metálico” o no metálico, se inducen corriente de histéresis en el objeto. Debido a ello hay una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación. El circuito sensor reconoce entonces un cambio específico de amplitud y genera una señal que conmuta la salida de estado sólido o la posición “ON” y “OFF”.

La bobina detecta el objeto cuando se produce un cambio en el campo electromagnético y envía la señal al oscilador, luego se activa el disipador y finalmente el circuito de salida hace la transición entre abierto y cerrado.

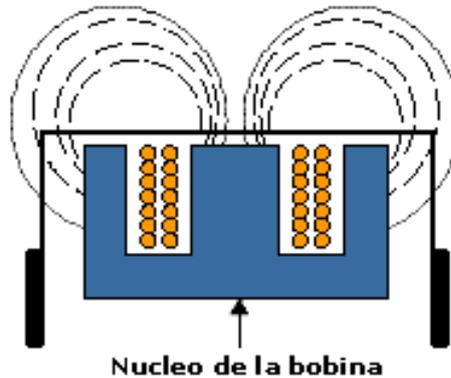


Fig. III 26. Funcionamiento Sensor Inductivo.

Fuente: Google

3.2.4 Actuadores

Los cilindros neumáticos producen un trabajo: transforman la energía neumática en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo, que consta de carrera de avance y carrera de retroceso.

3.2.4.1 Cilindro Doble Efecto

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí pueden realizar trabajo en ambos sentidos.

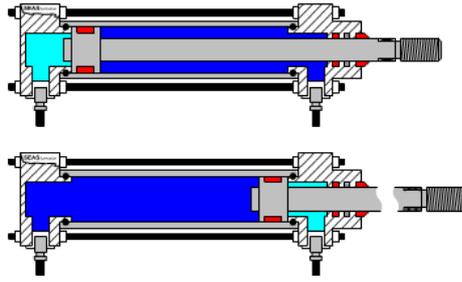


Fig. III 27. Cilindro Doble Efecto

Fuente: Google

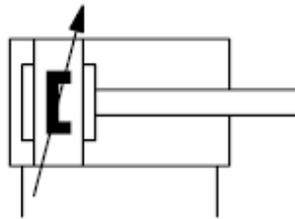


Fig. III 28. Símbolo

Fuente: Google

3.2.4.2 Cilindro sin Vástago

Cuando el espacio disponible para el cilindro es limitado, el cilindro neumático sin vástago es la elección. Puede tener una carrera relativamente larga de unos 800 mm y mayor.



Fig. III 29. Cilindro sin Vástago

Fuente: Google

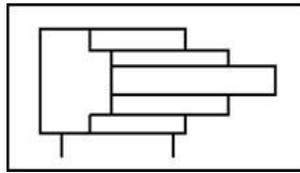


Fig. III 30. Símbolo Neumático

Fuente: Google

3.2.4.3 Pinza Neumática

Pinza neumática doble efecto con imán permanente en el émbolo.



Fig. III 31. Pinza HFY20

Fuente: Google

Tabla III VIII. Especificaciones Técnicas Pinza Neumática.

ESPECIFICACIONES	
Tipo de Actuador	Doble efecto
Aire	Debe ser filtrado por 40 μ m
Presión de operación	0.1-0.7 MPa (15-100 Psi) 1.0-7 0bar
Temperatura	20°-70°
Lubricación	Grasa
Tipo de amortiguador	Bumper
Frecuencia máxima	180 c.p.m

Fuente: Google

3.2.4.4 Electroválvulas



Fig. III 32. Figura Válvula 5/2 Monoestable

Fuente: Google

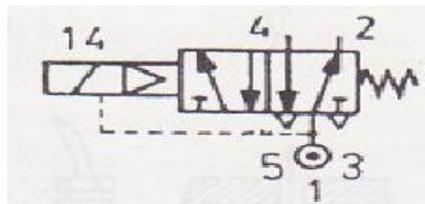


Fig. III 33. Electroválvula Símbolo Neumático.

Fuente: Google

Tabla III IX. Especificaciones Técnicas Electroválvulas.

ESPECIFICACIONES	
Modelo	4V110-06
Tipo	5 vías 2 posiciones
Presión Operacional	1.5 – 8.0 bar
Diámetro de la rosca	1/8"
Material	Metal, Plástico
Peso	110g

Fuente: Google

3.3 Diseño del Robot Cartesiano

3.3.1 Diseño Mecánico

Para esta Etapa de Diseño Mecánico se ha utilizado el software de Diseño Solidworks, Este Software permite realizar modelos virtuales de sistemas mecánicos en tercera dimensión. Se realiza el diseño de cada una de las piezas por individual y finalmente se las une utilizando un ensamble que finalmente representa una figura totalmente elaborada.

Para construir mecanismo más complejo se puede ensamblar piezas ya ensambladas, no solamente piezas individuales, es decir es posible realizar ensambles de ensambles.

Las diferentes piezas que conforman la estructura del robot fueron diseñadas en Solidworks y posteriormente ensambladas.

Cada una de las piezas ensambladas y la estructura completamente armada se presentan en el ANEXO A.

3.3.1.1 Piezas que conforman la mesa de trabajo

Como punto de partida del proyecto se empezó construyendo la mesa de trabajo ya que esta servirá de base y soporte para toda la estructura.

La mesa fue construida con aluminio estructurado con mediadas de 3 x 3 cm, todas las piezas se hallan fijadas por medio de buzones los cuales son un tipo de remaches utilizados para ensamblar aluminio estructurado. Básicamente se escogió el aluminio estructurado debido a su resistencia, bajo peso y facilidad de corte para dar forma a cada una de las piezas, además que es perfil estándar y se pueden encontrar fácilmente en el mercado de la automatización. Cabe recalcar que este robot será útil para

prácticas de automatización en una línea prototipo del proceso de paletizado, así de esta manera la estructura permanecerá fija y estable en su ambiente.

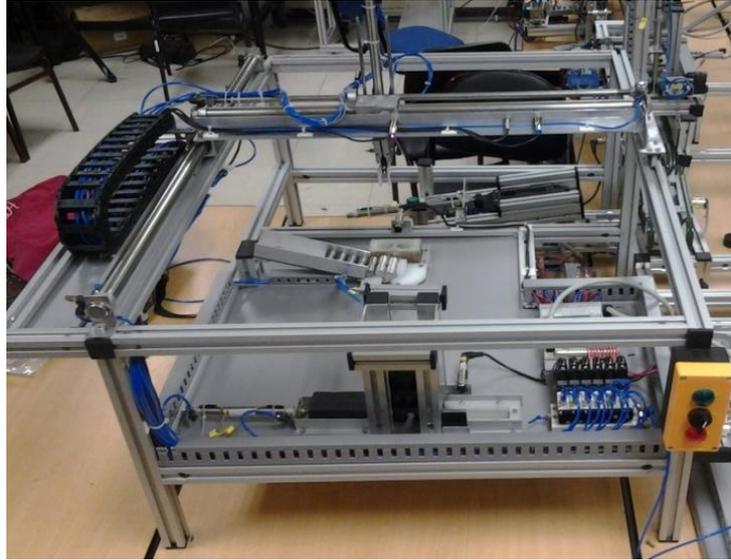


Fig. III 34. Mesa de trabajo Robot Cartesiano.

Fuente: Autores

Cabe recalcar que para el soporte de los demás elementos colocados sobre la mesa de trabajo se utilizó una plancha de aluminio compuesto, en ésta plancha se colocaron las estaciones para el proceso de ensamblaje de tapa y pasador cada uno de ellos con sus respectivos sensores y actuadores, además se encuentran ubicadas las interfaces de Entradas y Salidas en conjunto con las válvulas monoestables 5/2.

3.3.1.2 Piezas que conforman el eje X

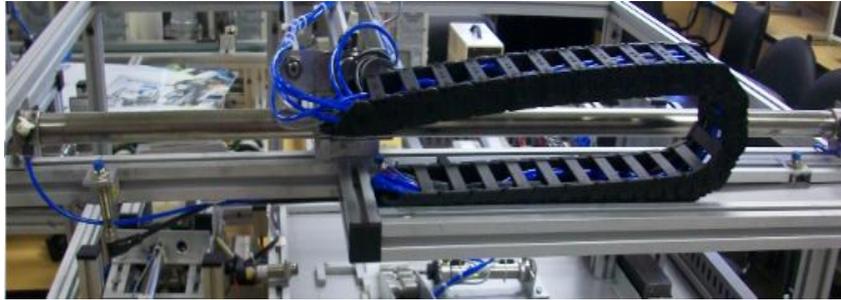


Fig. III 35. Piezas EJE X.

Fuente: Autores

Para el desplazamiento longitudinal en el eje X se seleccionó un cilindro sin vástago de 800 mm de carrera. El cilindro se encuentra fijo a la estructura de aluminio a través de ángulos de acero inoxidable sujetos con tornillos evitando así que el cilindro se mueva de su posición fija pero habilitando la posibilidad de removerlos en caso de mantenimiento.

Para el accionamiento de los cilindros se utiliza el principio de la neumática, de esta manera cada cilindro consta de racores acoplados en sus extremos para la alimentación del aire. El tipo de racores utilizados son especiales ya que cuentan con un regulador de caudal para la calibración de la velocidad con la que se mueve el cilindro.



Fig. III 36. Regulador de caudal.

Fuente: Autores

También está compuesto por una correa envolvente del cableado Eléctrico y Neumático del sistema la cual se desplaza en función del desplazamiento del eje a lo largo de un acople diseñado para su fácil movilidad.

A lo largo del eje X se encuentran distribuidos de manera uniforme tres sensores inductivos los cuales permiten que el robot se detenga en posiciones específicas para la ejecución de las tareas asignadas, estos sensores se encuentran fijados a la estructura por medio de ángulos de aluminio y tornillos para permitir su movilidad.



Fig. III 37. Acoples de acero inoxidable.

Fuente: Autores

3.3.1.3 Piezas que conforman el eje Y

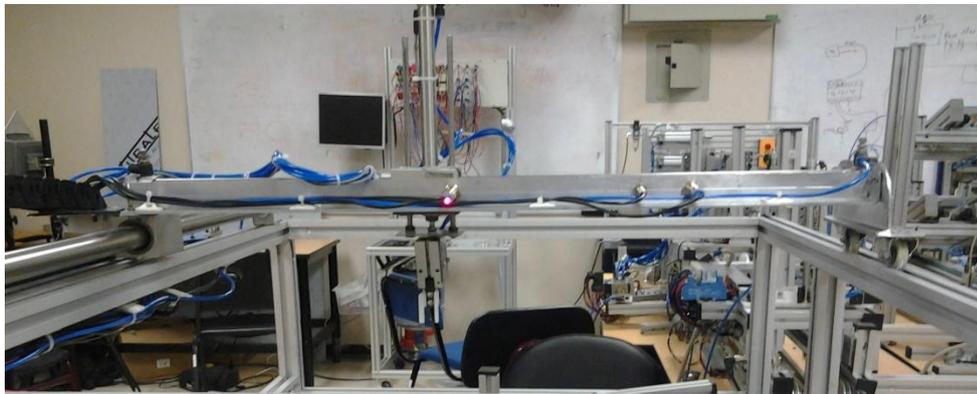


Fig. III 38. Piezas EJE Y

Fuente: Autores

Para el movimiento del robot a lo largo del eje Y se cuenta con un cilindro sin vástago de 600 mm de carrera la cual satisface la necesidad de libre movilidad dentro de la mesa de trabajo. A lo largo del eje x Se encuentra acoplado un ángulo de aluminio de 70 cm en el cual se encuentran colocados los tres sensores inductivos permitiendo así el movimiento del robot en varios puntos del eje Y.

Se encuentra acoplado además un carro diseñado de acero inoxidable con dos ruedas de nailon las cuales se deslizan a través de un canal perteneciente a la estructura y así facilitando el desplazamiento del robot.

En la misma dirección de eje se ha acoplado una gira de metal la cual está sujeta en ambos extremos del eje por medio de tuercas y rodela quedando así fijamente ubicada.

Cabe recalcar que el cilindro del eje Y fue montado sobre el carro de desplazamiento del cilindro del eje X por medio de un acople de acero inoxidable en forma de T.



Fig. III 39. Acople en forma de T eje X.

Fuente: Autores

3.3.1.4 Piezas que conforman el eje Z



Fig. III 40. Piezas Eje Z.

Fuente: Autores

El sistema de movimiento del eje Z permite la elevación del elemento final del robot Cartesiano y por ende la movilidad de la pieza sobre la que se trabaja. El eje Z está conformado por un cilindro neumático de doble efecto de 25 cm de carrera el cual está acoplado al carro del movimiento del eje Y, en conjunto a este se encuentran acopladas dos guías metálicas para mayor fijación y rigidez del movimiento, la longitud de las guías es igual a la carrera del cilindro.

Este sistema fue acoplado al eje Y por medio de una placa de acero inoxidable de 4 x 7 cm y fijado con tornillos en cuatro puntos del mismo, permitiendo así la facilidad en el mantenimiento del sistema.

3.3.1.5 Elemento Terminal

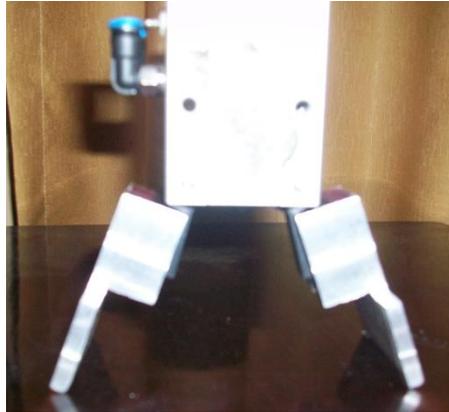


Fig. III 41. Elemento Terminal (Pinza).

Fuente: Autores

Ya que todo el sistema es neumático, el elemento final lo conforma una pinza neumática de 20 cm de diámetro de apertura.



Fig. III 42. Elemento Terminal 2.

Fuente: Autores

Debido a que la pieza que debe manipular es de 10 x5 cm, se adecuaron a la pinza terminales de aluminio fundido debido a bajo peso y facilidad de trabajo, se construyó unos acoples tomando en cuenta la forma de la pieza que va a sujetar. Permitiendo así la apertura de un máximo de 5 cm de la pinza al sujetar la pieza a lo ancho.

3.3.1.6 Componentes de la estación de Pasadores.

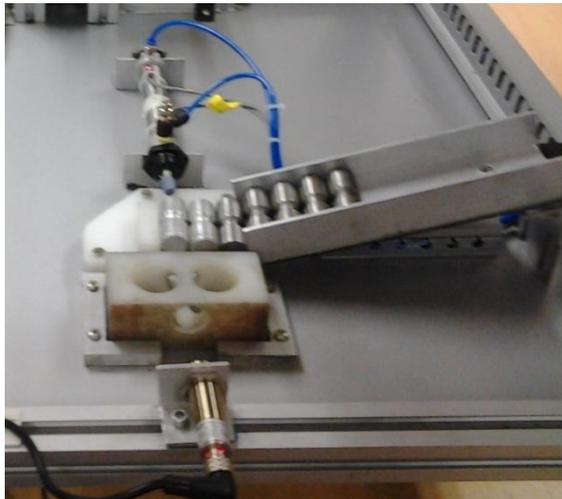


Fig. III 43. Estación de colocación de Pasadores.

Fuente: Autores

La estación encargada de colocar los pasadores a las piezas que ingresan al sistema está conformada por varios elementos como:

Una rampa de deslizamiento para proveer de pasadores al sistema, la cual fue construida utilizando perfiles de aluminio los cuales están debidamente remachados para mayor fijación y soporte. Esta rampa está acoplada a una base de material de nailon en la cual reposan los pasadores esperando ser expulsados por un cilindro neumático de doble efecto con carrera de 100 mm.

Además esta estación cuenta con un sensor óptico refractivo el cual está acoplado a la estructura por medio de un ángulo de aluminio y tuercas propias para aluminio estructurado.

La base en la cual se colocan las piezas que ingresan al sistema está elaborada de aluminio fundido con medias de 10 X 5 cm al igual que la pieza a encajar, y además están fijadas a la mesa de trabajo por tornillos.

3.3.1.7 Componentes de la estación de tapas.

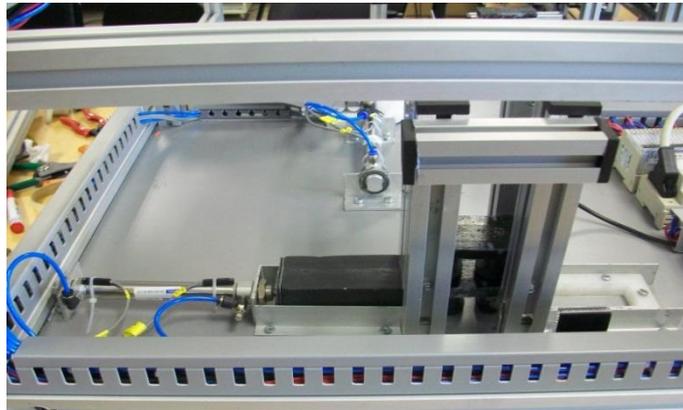


Fig. III 44. Estación de colocación de tapas.

Fuente: Autores

Esta estación está conformada por un cilindro neumático de 100 mm de carrera sujetado a la mesa de trabajo utilizando ángulos de aluminio y tornillos, quedando así completamente fijado al final del vástago del cilindro se encuentra acoplado un bloque de madera de medidas iguales a la pieza que va a sujetar 10 x 5 cm.

La estructura que provee las tapas al sistema está diseñada de aluminio estructurado acoplados con ángulos de aluminio para dar la forma cubica necesaria para el correcto deslizamiento de las tapas.

En cuanto a la parte de salida de las tapas se encuentra implementado un canal de deslizamiento con medidas similares a las de las tapas que se deslizan por él, este canal se ha elaborado utilizando material nailon y ángulos de aluminio debido a la facilidad de dar forma a las piezas que se requiera.

3.3.2 Diseño Electro-Neumático.

Luego de realizar el diseño mecánico de la estructura y una vez listo el sistema para ser controlado se realiza el diseño eléctrico y neumático del sistema utilizando las herramientas necesarias para los mismos denominada Festo Fluidsim. Ver ANEXO B.

3.3.2.1 Diseño del tablero Eléctrico



Fig. III 45. Tablero de Control.

Fuente: Autores

El diseño eléctrico no se incursionado más allá de realizar las conexiones correspondientes de los sensores a los módulos de entradas y salidas. Tomando en cuenta la configuración de los mismos.

Para el diseño eléctrico se utilizó:

- ✓ Cable flexible N° 18 AWG color (Rojo, Azul, Negro, Café, Amarillo).
- ✓ Terminales para ponchar el cable eléctrico.
- ✓ Borneras Eléctricas.
- ✓ Pinzas Ponchadoras.
- ✓ Destornilladores para borneras (Plano y Estrella).

3.3.2.1.1 Módulo de entradas



Fig. III 46. Cableado Módulos de Entradas y salidas

Fuente: Autores

Para la conexión en el módulo de entradas se debió tomar en cuenta que en el sistema existen diferentes dispositivos de sensado. Existen sensores de dos y tres hilos, para los sensores de tres hilos el cableado se lo realizó normalmente conectando el positivo a la línea de positivo del módulo, el negativo a la fila del negativo del módulo y por último la señal a la fila configurada para señal del módulo.

En el caso de los sensores de dos hilos (Magnéticos), la configuración cambia pero no notoriamente, únicamente se conectan los terminales de negativo y señal a las filas del módulo dejando sin conectar la entrada de positivo.

Módulo de salidas

En el módulo de salidas la configuración no cambia mayormente. Las salidas de nuestro sistema son las electroválvulas que son accionadas por los impulsos eléctricos accionados por el PLC a través del Módulo de salidas

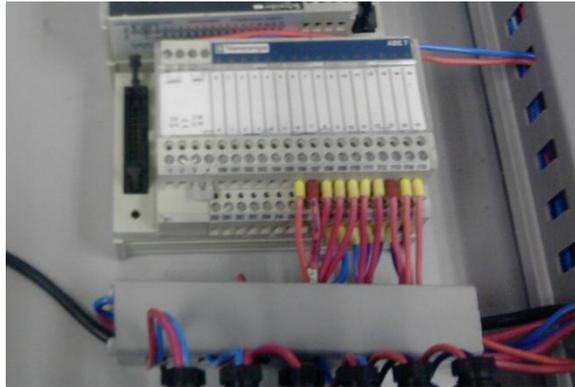


Fig. II 47. Conexión Modulo de salidas.

Fuente: Autores

Las salidas del módulo van conectadas a la electroválvula correspondiente a cada cilindro. El módulo de salida únicamente está formado por dos filas de conexión.

La fila superior es utilizada únicamente para la conexión del positivo (+) de las válvulas y la fila inferior es la correspondiente al negativo (-) en el cual se conectan las electroválvulas.

Adicionalmente se debe realizar la conexión interna en la electroválvula asegurándose de que la polaridad es la correcta al observar el foco de la misma cuando se conecta a la fuente de alimentación.

3.3.2.1.2 Cableado del PLC



Fig. III 48. Cableado del PLC.

Fuente: Autores

Es importante para el funcionamiento del sistema realizar correctamente el cableado de los dispositivos.

Un PLC SIEMENS S7 1200 requiere una fuente de alimentación de 110 v AC y 24 V DC. De esta manera se han designado dos borneras para la conexión AC. La corriente eléctrica debe atravesar por un breaker de protección de 2A (Amperios) antes de establecerse como entrada al PLC.

Para la alimentación DC del PLC se han designado 4 borneras, dos de ellas para el positivo de la fuente y las dos restantes para el negativo, se designaron de esta manera debido a que el número de entradas y salidas son muchas y una bornera no sería suficiente.

El tablero consta de 18 borneras para entradas y 8 utilizadas para salidas, las borneras transfieren la señal proveniente de los módulos de entradas y salidas de acuerdo a la

configuración de los colores de cable, los cuales están asignados específicamente para entradas o salidas. En ocasiones se puede utilizar el cable todo como salidas o todo como entradas. Esta configuración de solo entradas se la realizo en el módulo de entradas debido a que se tiene más de 15 entradas.

En cuanto al cableado de las salidas no existe mayor complicación ya que se cuenta con un módulo extenso y hay entradas sobrantes.

Finalmente se conectan las entradas y salidas correspondientes a cada dirección del PLC, cabe recalcar que el PLC necesita ser polarizado correctamente y si se utilizan módulos de expansión estos deben ser polarizados también.

La polarización de los dispositivos es muy fácil, se requiere conocer que el puerto de PLC que marque L (+) lo debo conectar a positivo y el puerto que marque M (-) lo debo polarizar negativamente.

Una vez concluido el cableado el PLC está listo para ser programado.

3.3.2.2 Simulación Electro-neumática

Para la simulación Electro-neumática se utilizó el Software para Neumática Festo Fluidsim.

Utilizando este software se pudo comprobar que el sistema está correctamente configurado neumáticamente hablando, además se pudo probar previo a la programación del software que la lógica utilizada para el accionamiento de los actuadores (Cilindros Neumáticos) es la correcta.

Esta es una gran herramienta ya que se puede simular el funcionamiento del sistema virtualmente identificando así errores, posibles mejoras a implementar, se pudo probar

las configuraciones más adecuadas para las válvulas que accionan los actuadores, además probar al mismo tiempo el accionamiento manual y eléctrico.

3.4 Configuración y Programación del Robot Cartesiano

3.4.1 Configuración PLC SIEMENS S7 1200

El PLC Siemens S7 1200 es una herramienta que nos permite el procesamiento de señales provenientes del sistema para la correcta ejecución de las tareas que el robot realizará. Es sencillo utilizar esta aplicación pero también es necesario realizar una correcta configuración de la misma para obtener los resultados deseados.

Para la configuración del PLC se deben seguir los siguientes pasos:

3.4.1.1 Crear un proyecto

Cree el proyecto "Robot_Cartesiano" en una ruta de su elección.

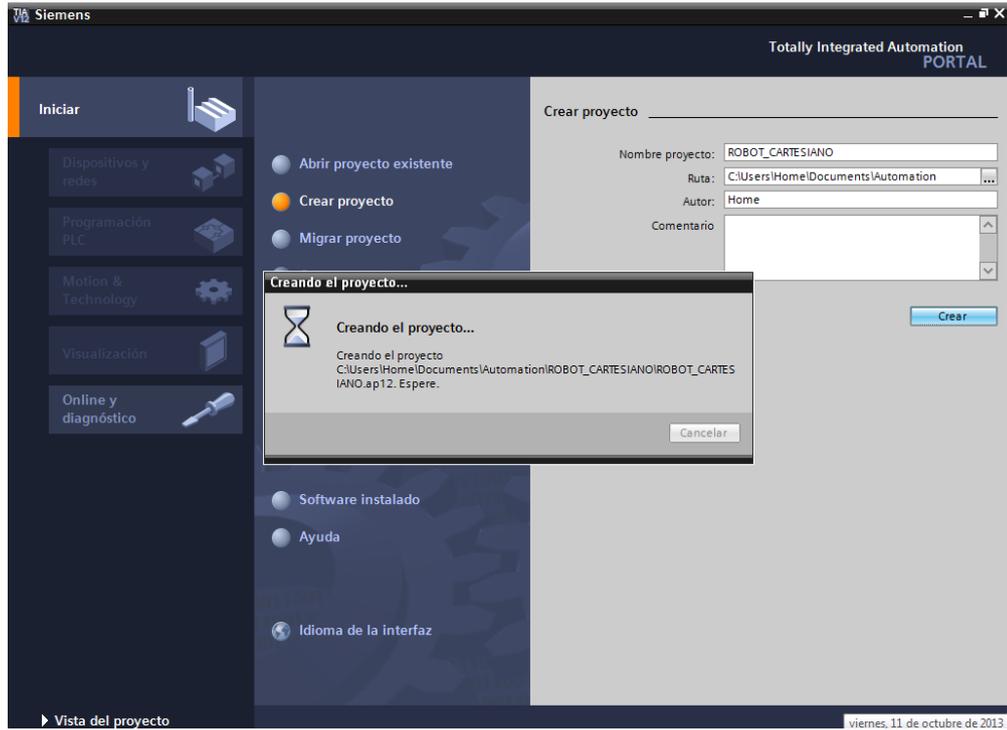


Fig. III 49. Creación del Proyecto

Fuente: TIA Portal V12

3.4.1.2 Configurar el controlador

Seleccione el controlador CPU 1214C AC/DC/Rly para este paso tener en cuenta la versión del PLC, en este caso trabajamos con la versión V1.0, además seleccionar el módulo de expansión.

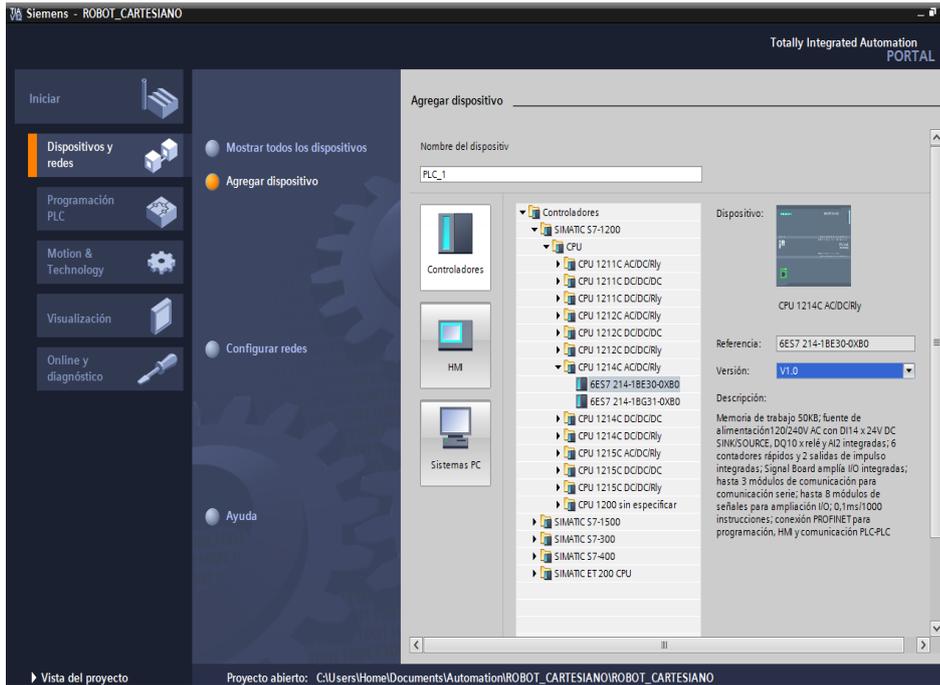


Fig. III 50. Selección del Controlador

Fuente: TIA Portal V12

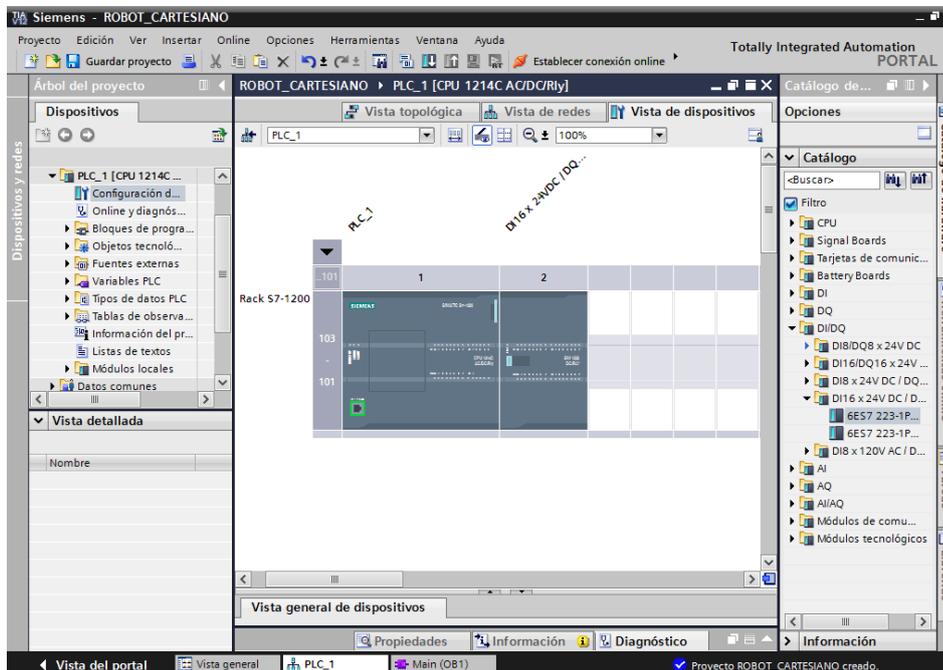


Fig. III 51. Selección del Módulo de expansión.

Fuente: TIA Portal V12

3.4.1.3 Cargar la Configuración

Para transferir la configuración seleccionamos la CPU y se nos habilita el icono  que es para transferir pero antes de esto comprobaremos la dirección IP del PC y del PLC.

Primero la IP De la PC (192.168.0.5) o la que se a del rango que no coincida ni con el PLC ni con la pantalla.

La Dirección del PLC por defecto suele ser 192.168.0.1 nosotros trabajamos con ésta dirección, pero si desea puede cambiarla.

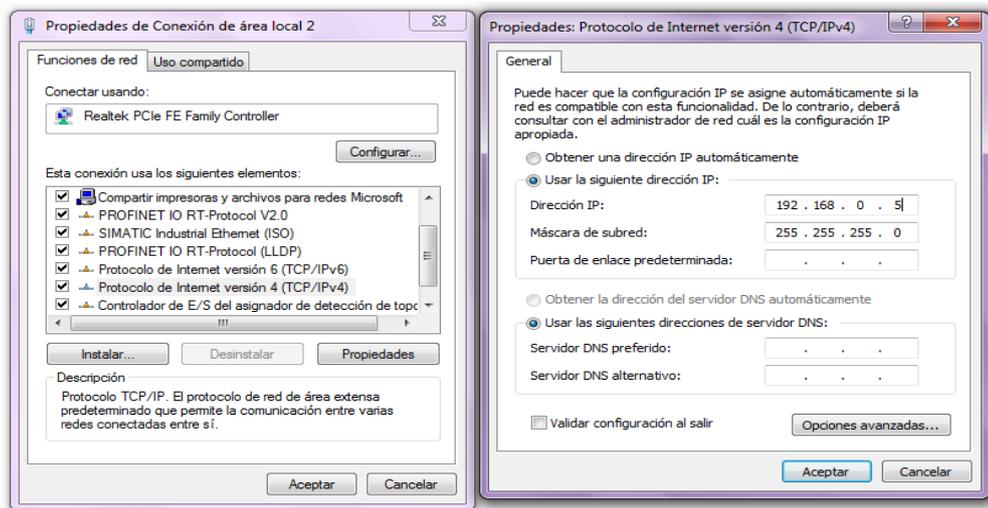


Fig. III 52. Configuración dirección IP.

Fuente: Propiedades de Conexión

3.4.2 Programación en ladder

La programación del PLC se la realizó utilizando el software TIA Portal V12.

3.4.2.1 Grafcet

Inicialmente se diseñó la secuencia de programación utilizando el método del GRAFCET conocido para la ejecución de procesos en automatización industrial. El

GRAFSET describe su secuencia de movimientos que ejecutara el robot mostrándolas por etapas y transiciones en cada uno de los cilindros del eje X, Y, Z y los cilindros correspondientes a las estaciones de pasadores y tapas.

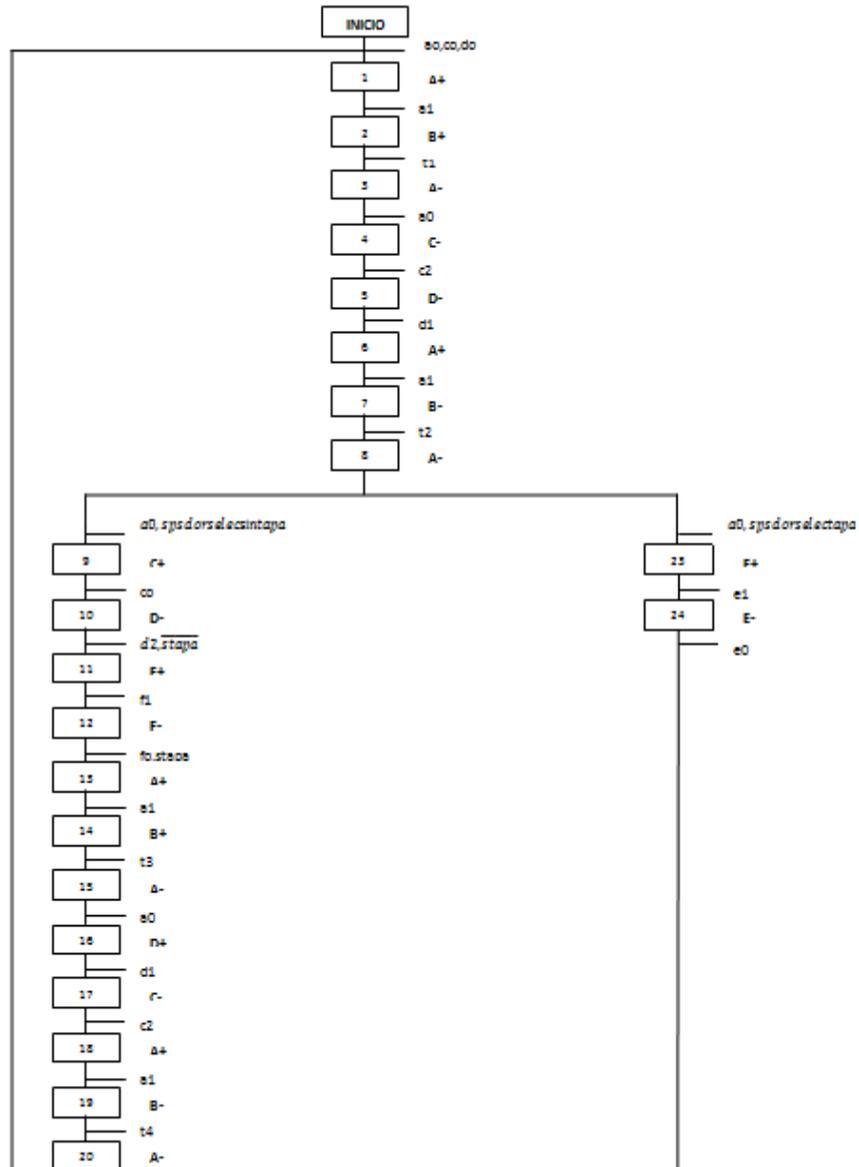


Fig. III 53. Grafset del Programa.

Fuente: Autores

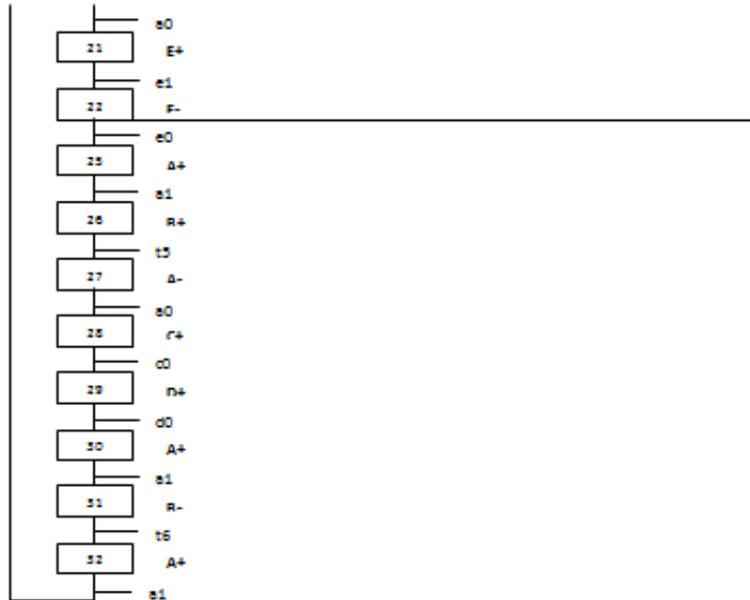


Fig. III 54. Graficet del programa 2.

Fuente: Autores

3.4.2.2 Programación PLC.

Para la programación utilizamos el software TIA PORTAL V12, Junto con el controlador, en el proyecto se crea automáticamente el bloque de organización "Main [OB1]". En dicho bloque de organización se creará a continuación el programa de usuario.

Asignación de variables

Para la asignación de variables tomamos en cuenta las entradas y salidas que tenemos. Para las entradas asignamos el inicio, paro, selector y además todos los sensores inductivos, magnéticos y ópticos, desde dirección %I0.1 hasta la %I8.5.

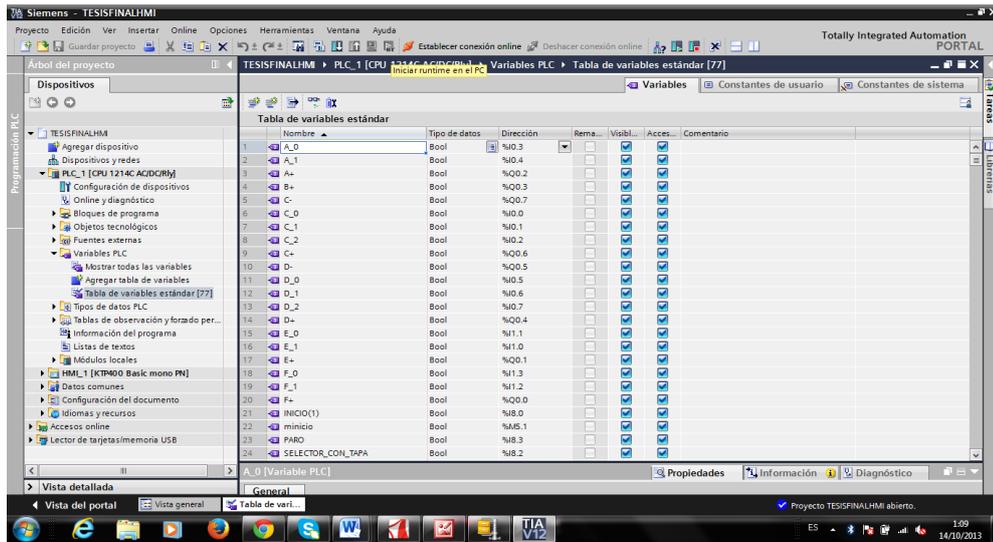


Fig. III 55. Asignación de variables en el programa 1.

Fuente: TIA Portal V12

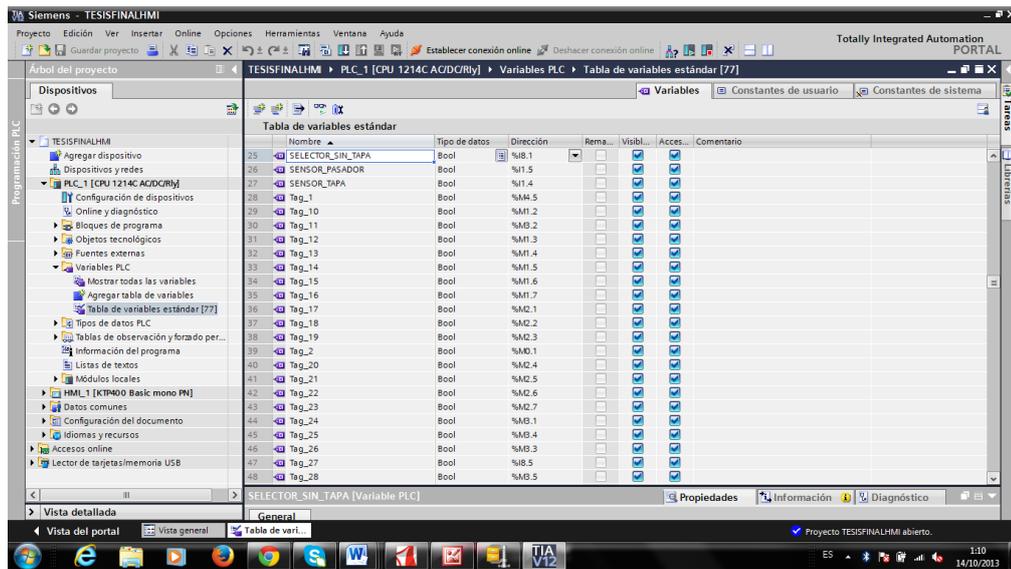


Fig. III 56. Asignación de variables en el programa 2.

Fuente: TIA Portal V12

Para las salidas asignamos los actuadores que en éste caso son todos los cilindros desde la salida %Q0.0 hasta la % Q0.7.

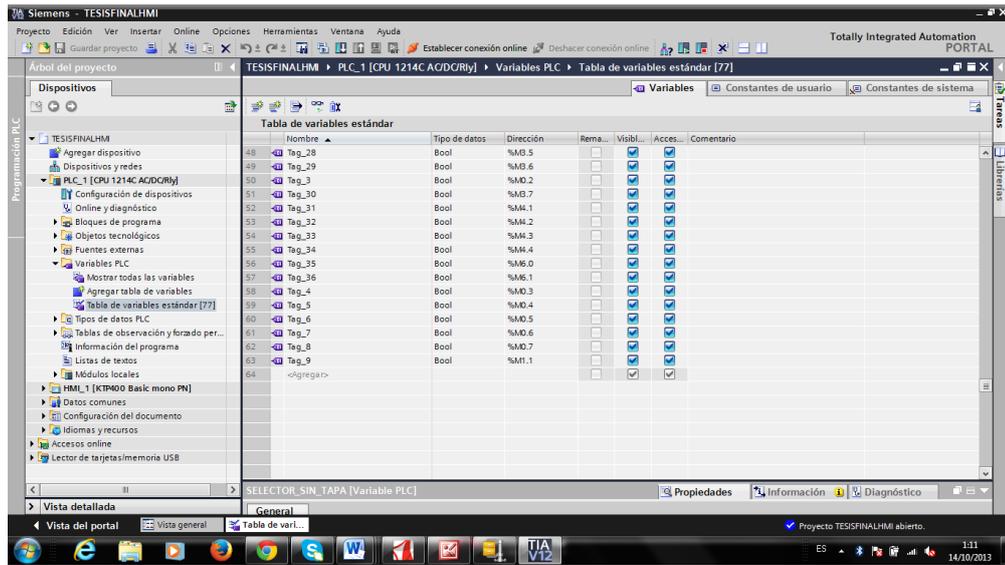


Fig. III 57. Asignación de variables en el programa 3.

Fuente: TIA Portal V12

El tipo de dato es booleano tanto para entradas como para salidas.

Después con la ayuda del Grafcet los segmentos de programación, el Grafcet se interpreta de la siguiente manera: Etapa anterior x Transición anterior + Etapa Actual x Siguiente Etapa negada. Ej.

$$M2 = M1a0 + M2\overline{M3}$$

La programación realizamos transcribiendo las ecuaciones del grafcet en cada segmento, además en cada uno está descrito el proceso que realiza. Ver ANEXO C.

✓ Programación timers

Utilizamos timers configurados con tiempo de 3 segundos para que la pinza sujete y suelte las piezas en el proceso de paletizado, ponemos en serie la memoria %M0.2 que es la que activará el timer1 y así para los cinco timers restantes que constan en el grafcet.

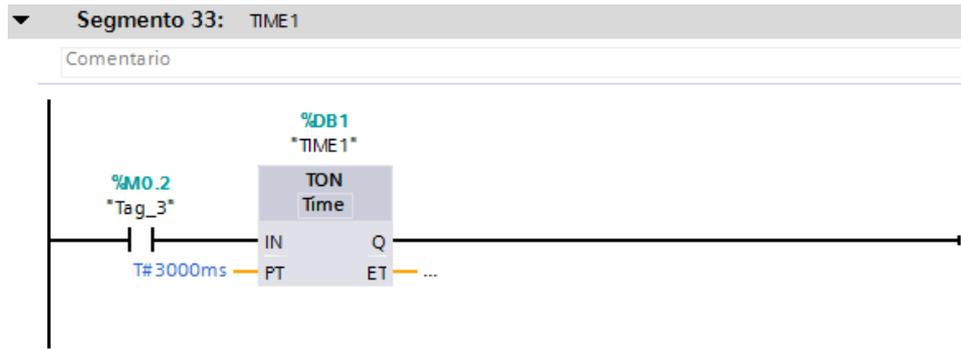


Fig. III 58. Programación Timers en el programa.

Fuente: TIA Portal V12

✓ Programación SET/RESET

Trabajamos con Set y Reset para los cilindros doble efecto ya que las válvulas son monoestables. El Set trabaja con estado 1 por lo tanto enclava la memoria hasta que se cumpla el otro estado, entonces para el cilindro B que le corresponde a la pinza las memorias %M0.2, %M1.7 y %M3.5 son las que realizarán el enclavamiento.



Fig. III 59. Programación SET en el programa.

Fuente: TIA Portal V12

El Reset trabaja con estado cero entonces las memorias %M0.7, %M2.5 Y %M4.3 desenclavarán el cilindro B.



Fig. III 60. Programación RESET.

Fuente: TIA Portal V12

✓ Programación Memorias virtuales para HMI

Una vez realizada la configuración de la pantalla táctil asignamos memorias virtuales en el programa del PLC, para el botón Inicio colocamos en paralelo un contacto abierto de la memoria %M6.0 y después el Inicio activa la memoria %M6.0, al igual que para el selector teniendo en cuenta las memorias asignadas.

El botón Paro que es un contacto cerrado colocamos en serie otro contacto cerrado de la memoria %M9.1 y después el paro activa la memoria %M9.1.

En el caso de los sensores y actuadores asignamos el contacto del sensor a una memoria virtual.



Fig. III 61. Programación Sensores.

Fuente: TIA Portal V12

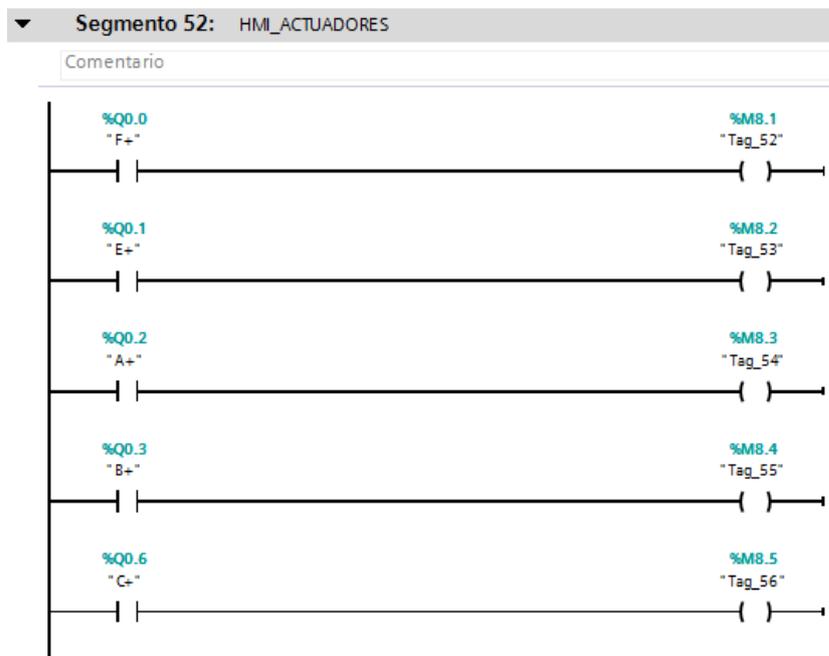


Fig. III 62. Programación Actuadores.

Fuente: TIA Portal V12

3.4.2.3 Cargar el programa en el controlador

Para cargar el programa hacemos clic en el botón transferir (seleccionando siempre la CPU sino aparecerá es icono deshabilitado), entonces aparecerá la siguiente pantalla donde seleccionamos la interface de comunicación de la PG/PC. Después de la ventana que aparecerá hacemos clic en el botón cargar.

3.4.2.4 Prueba del programa

Para probar el programa damos clic en Online  y visualizar el estado de las variables, le damos clic en el botón “establecer conexión online”, entonces se pondrá la pantalla color naranja y veremos el estado de las variables mientras corre el programa.

3.4.3 Programación HMI

En el proyecto Robot_Cartesiano se han creado pantallas para la visualización y monitoreo de los sensores y actuadores que se detalla a continuación:

3.4.3.1 Insertar Pantalla

Insertamos la pantalla que tenemos en este caso es la KTP400 Basic mono PN, tener en cuenta la versión que utilizamos es la V11.0.0.0

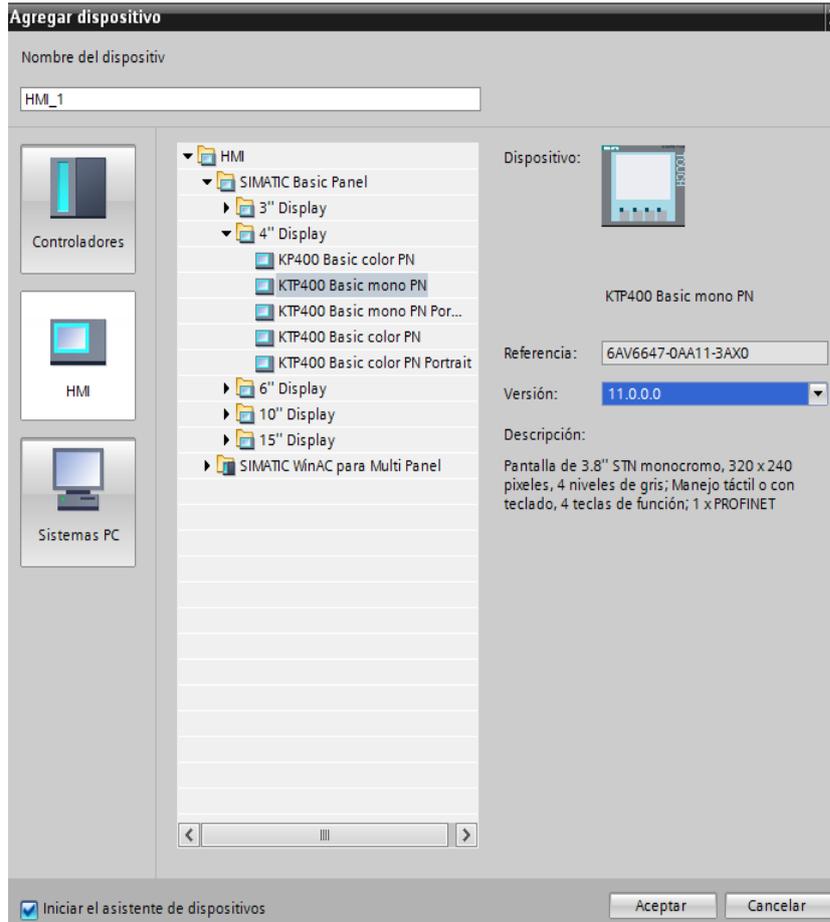


Fig. III 63. Selección del Módulo de expansión.

Fuente: TIA Portal V12

3.4.3.2 Configuración del proyecto

Una vez seleccionada la pantalla hacemos clic en el botón examinar y nos aparecerá el PLC configurado anteriormente le damos clic y se nos mostrará una pantalla como está, indicando que la conexión esta lista.

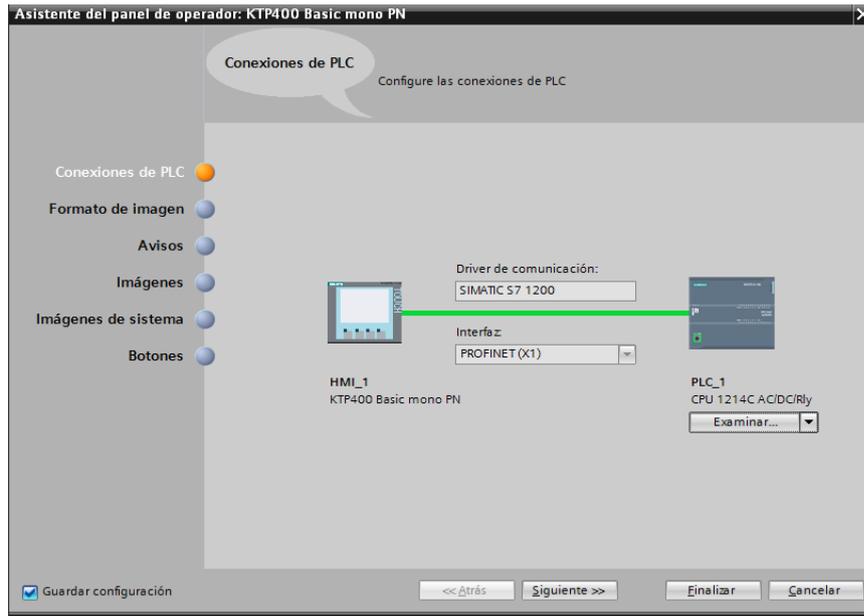


Fig. III 64. Configuración de la pantalla Touch.

Fuente: TIA Portal V12

Otro paso adicional para la conexión entre el PLC y la Pantalla es darle clic en Dispositivos y Redes y unir los dos botones verdes de cada dispositivo.

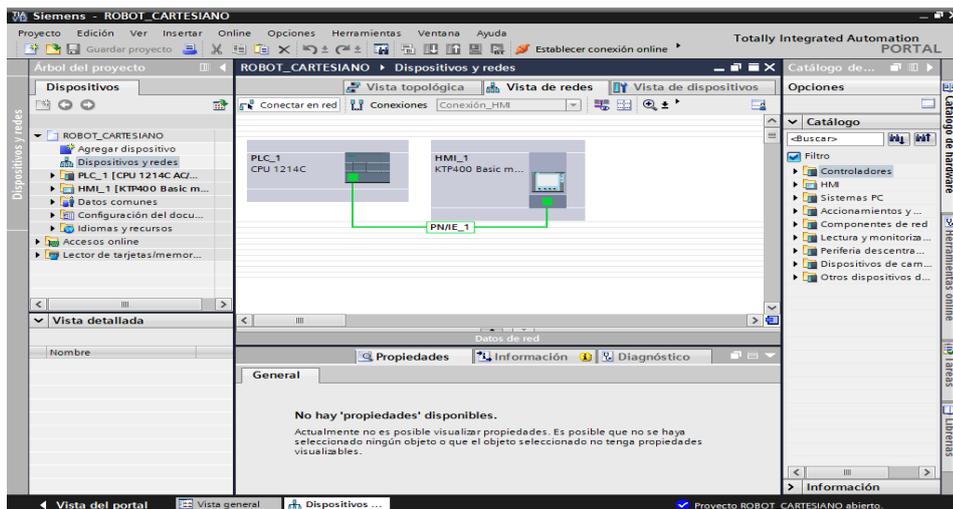


Fig. III 65. Comunicación entre PLC Y Pantalla.

Fuente: TIA Portal V12

3.4.3.3 Editar Pantallas

La configuración de las cinco pantallas existentes en el proyecto se detalla a continuación:

3.4.3.3.1 Carátula

Para la primera pantalla configurada utilizamos la opción texto para crear la carátula y algunas imágenes extraídas del internet.

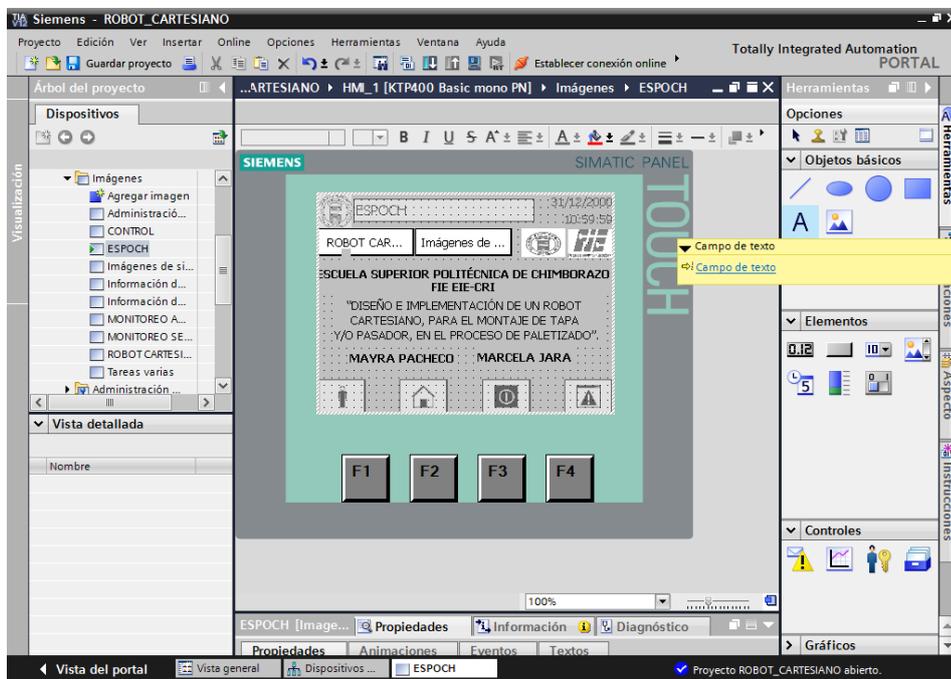


Fig. III 66. Carátula HMI

Fuente: TIA Portal V12

3.4.3.3.2 Robot Cartesiano

Hemos creado la pantalla Robot Cartesiano que nos servirá de enlace con las restantes, para la configuración de los botones de enlace damos clic en Eventos/Soltar, dentro de

la ventana soltar debemos configurar Activar Imagen, después hacemos el enlace con el nombre de la imagen CONTROL. De la misma manera para los demás botones.

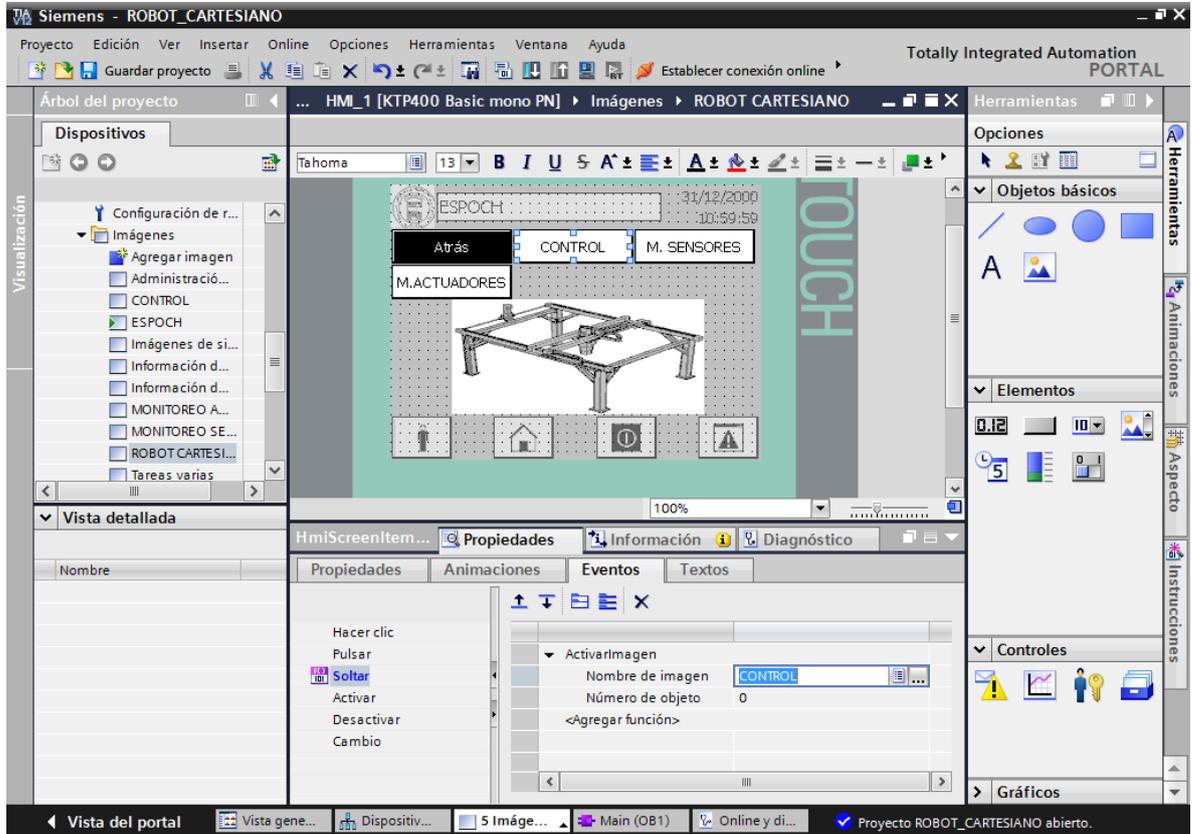


Fig. III 67. Pantalla Robot Cartesiano.

Fuente: TIA Portal V12

3.4.3.3 Control Proceso

La tercera pantalla corresponde al control de todo el proceso, consta de botones de inicio, paro, selección, el botón selector sin tapa corresponde a la primera opción del proceso y el selector tapa corresponde a la segunda opción.

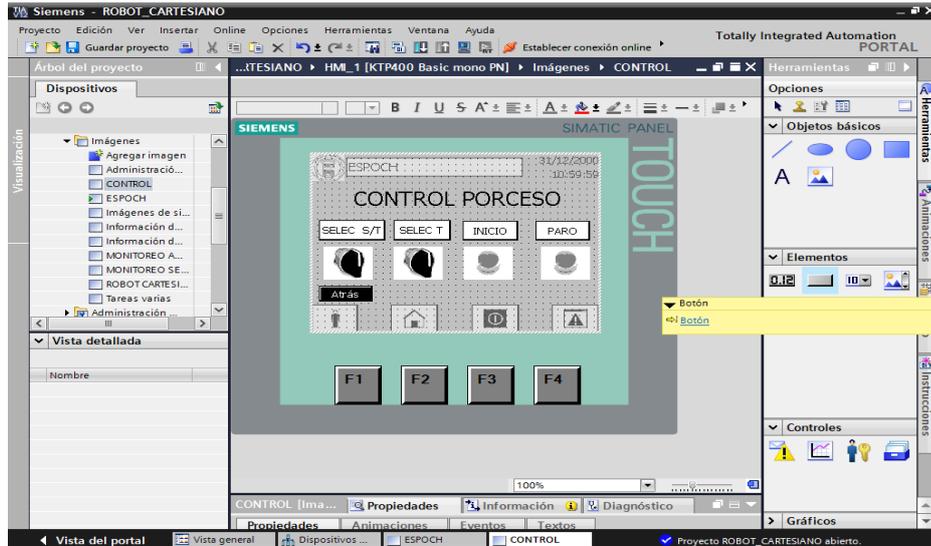


Fig. III 68. Pantalla Control de Proceso

Fuente: TIA Portal V12

Para configurar el botón INICIO escogemos la opción Eventos y en Pulsar elegimos primero la opción ActivarBit y después en la tabla de variables del PLC elegimos la memoria que le asignamos al Inicio en este caso %M6.0 para todos los botones de ésta pantalla realizamos el mismo proceso, teniendo en cuenta las memorias que utilizamos para cada uno de ellos.

Para colocar gráficos escogemos la última opción del lado derecho Gráficos y elegimos pulsadores y selectores.

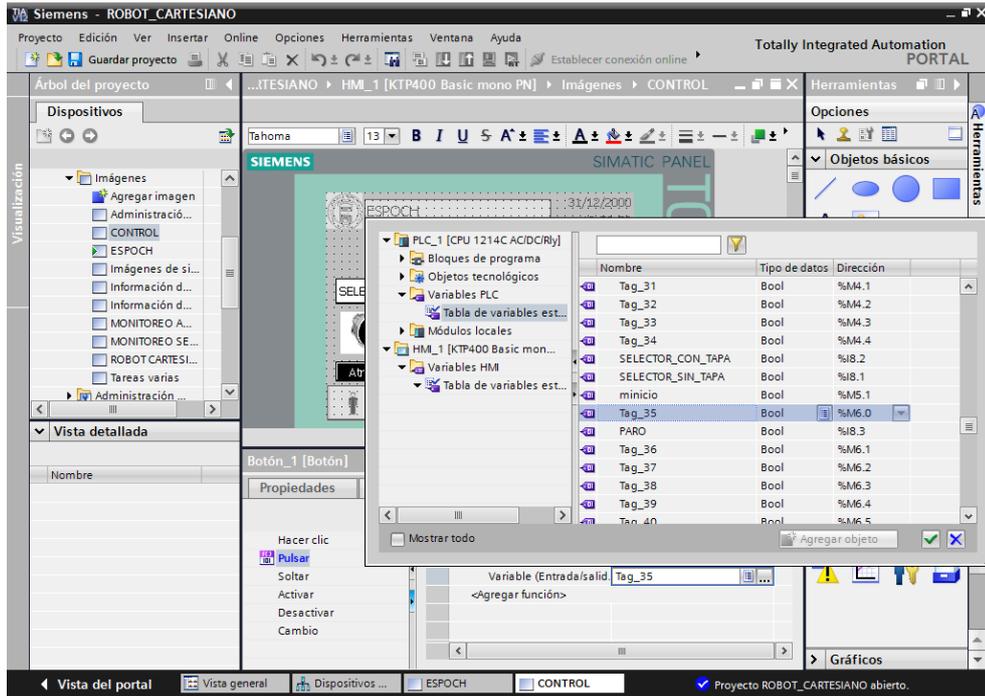


Fig. III 69. Control de Proceso, configuración de variables.

Fuente: TIA Portal V12

3.4.3.3.4 Monitoreo Sensores

Nuestro proyecto consta de 14 sensores para lo cual escogimos la opción Objetos Básicos ubicada en la parte derecha y la opción círculo, también texto para darles nombres.

Para la configuración de cada sensor elegimos Animaciones ubicado en la parte inferior, después dinamizar colores y enlazamos con la variable correspondiente al sensor C_0, en rango seleccionamos la apariencia que queremos cuando esté en 0 y en 1, en éste caso cuando se active el sensor se pondrá color negro, mientras tanto permanecerá en color blanco.

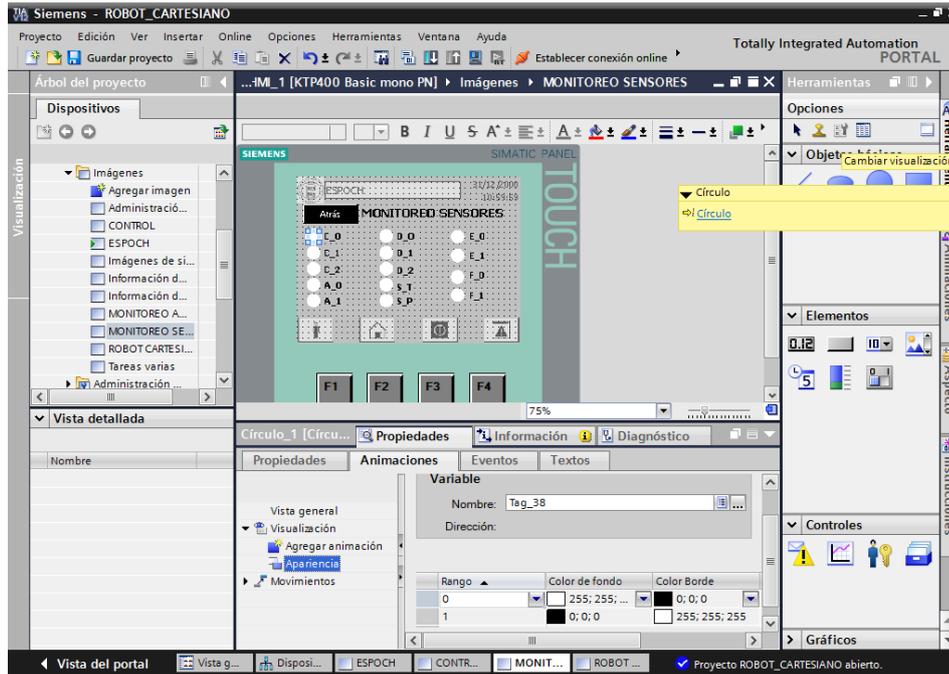


Fig. III 70. Pantalla Monitoreo de Sensores

Fuente: TIA Portal V12

3.4.3.3.5 Monitoreo Actuadores.

La última pantalla corresponde al monitoreo de actuadores para lo cual utilizamos el objeto básico rectángulo para controlar a los cilindros y al igual que hicimos con los sensores lo hacemos para los actuadores. Hay que tener muy en cuenta las memoria que les asignemos a cada uno.

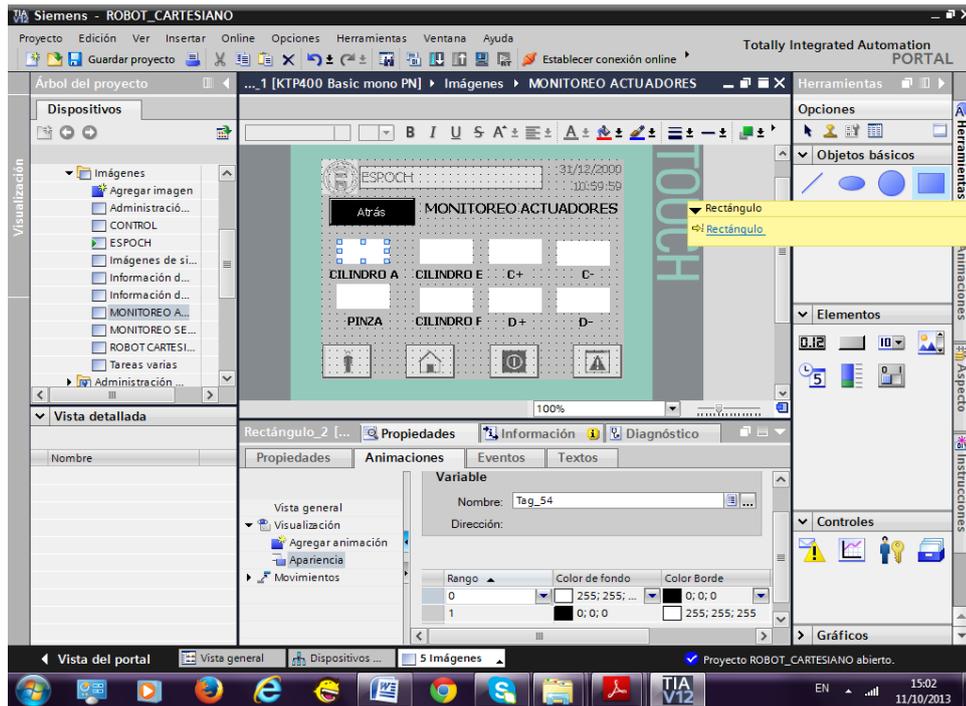


Fig. III 71. Pantalla Monitoreo de Actuadores

Fuente: TIA Portal V12

Se recomienda que al final de nuestro bloque de programación realicemos las asignaciones de memoria para cada sensor y actuador.

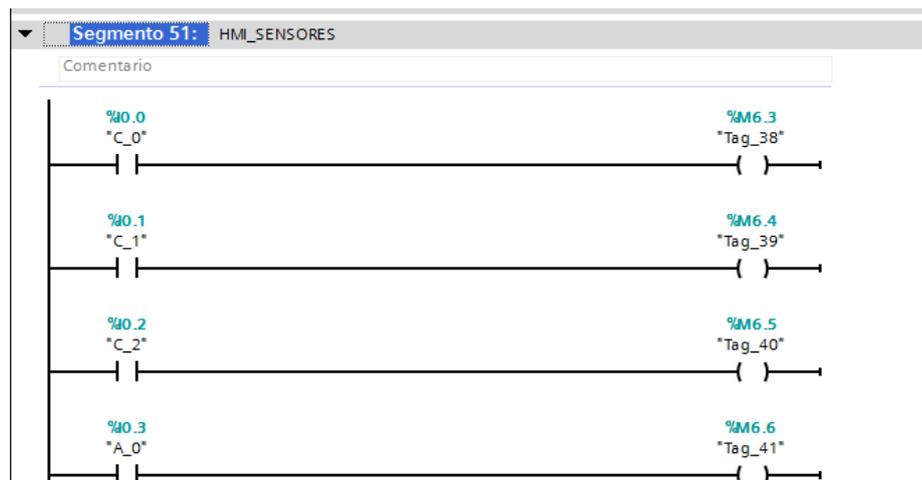


Fig. III 72. Asignación de memorias para monitoreo.

Fuente: TIA Portal V12

3.4.3.4 Cargar Proyecto HMI al PLC

Una vez creado el proyecto lo transferimos a la pantalla. Para no tener problemas nos aseguramos del lado izquierdo dentro de nuestro panel HMI en OnLine y Diagnóstico tenemos seleccionado correctamente la interface.

Por último seleccionamos la pantalla y le damos clic en el botón transferir. En la ventana que nos aparece le damos en Cargar.

CAPÍTULO IV

4 PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Definición del ámbito.

El proceso de paletizado implementado en el laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, tiene como función ensamblar piezas y llevarlas a lo largo de toda una línea de ensamblaje, pasando por estaciones de comprobación, clasificación, almacenamiento, etc.

El Diseño de un robot cartesiano se hacía necesario ya que el sistema de paletizado tiene una debilidad, parte de su línea verifica si las piezas están ensambladas correctamente entonces sí lo están las piezas continúan en el proceso normal, pero si no lo están las piezas son clasificadas y enviadas a otra estación siendo así estas desechadas.

El fin del Robot cartesiano es tomar las piezas incompletas de esta estación y llevarlas a su mesa de trabajo en la cual este procederá a re ensamblarlas correctamente y finalmente regresarlas a la estación respectiva para que continúe con el proceso normal.

El Diseño de un Robot Cartesiano además de ser una innovación en cuanto a módulos de automatización se refiere, brinda una herramienta eficiente para que los estudiantes que hacen uso de este sistema practiquen sus conocimientos en automatización, poniendo en práctica sus habilidades, destrezas y familiarizándose con equipos de tipo industrial.

4.2 Pruebas Mecánicas

Para garantizar el correcto desplazamiento del robot al momento de ser comandado por el controlador PLC, primero se debe asegurar que la estructura mecánica sobre la cual este se encuentra montado brinde la seguridad necesaria para que no existan rupturas o error en los movimientos del robot.

Se realizaron pruebas de accionamiento manual de cada una de las electroválvulas que comandan los cilindros para verificar que no existan obstrucciones en su deslizamiento a lo largo de sus respectivos ejes.

Se realizaron pruebas de regulación de caudal del aire que alimenta los cilindros del eje X y Y, mediante la regulación de caudal se puede variar la velocidad de deslizamiento del cilindro.

Para la regulación de la velocidad se aplica el siguiente principio:

$$Q = A \bar{v}$$

Dónde:

- ✓ Q = Caudal (m³/s).
- ✓ A = Área (m²).
- ✓ \bar{v} = Velocidad Lineal Promedio (m/s).

Haciendo uso de esta fórmula se pudo observar que al ir cerrando paulatinamente la válvula limitadora de caudal de cada cilindro, la velocidad de movimiento de los ejes va disminuyendo proporcionalmente al caudal. Ya que lo que se necesita es exactitud en los movimientos, se reguló las válvulas limitadoras de caudal a tal punto en el que la velocidad de ejecución no sea ni demasiado rápida ni demasiado lenta obteniendo así un equilibrio en el movimiento de los ejes X y Y.

En cuanto a las estaciones de Pasador y Tapa se realizó la prueba de accionamiento de los cilindros de doble efecto utilizando racores de configuración normal, pero se pudo observar que la velocidad con la que los cilindros actuaban era demasiado alta, entonces se decidió utilizar el mismo principio mencionado anteriormente pero en este caso se ha colocado una válvula reguladora de caudal únicamente en la entrada de aire que se encarga de hacer salir al cilindro ya que necesitamos suavidad y presión para la ubicación de la tapa y pasador.

4.3 Pruebas Eléctricas

En el tablero de control instalado se encuentra la acometida de todas las conexiones eléctricas realizadas, sensores, actuadores, breakers, borneras y fusibles. El tablero cuenta con las seguridades debidas a fin de evitar cortocircuitos, la parte de control por

PLC también cuenta con las protecciones eléctricas a fin de evitar sobretensiones.

Se realizó pruebas de continuidad en cada una de las conexiones para asegurarnos que el dispositivo ejecute las tareas eficientemente.

Verificación de que no existan cortocircuitos para asegurarnos que al alimentar con electricidad no resulte dañado alguno de los dispositivos electrónicos que conforman el tablero de control.

Se realizó pruebas de medición de voltaje en los terminales de las Interfaces de Entradas y Salidas, comprobando que estas estén correctamente alimentadas y provean la energía necesaria para alimentar sensores y válvulas.

En el módulo implementado para las salidas del sistema (electro-válvulas), se realizó pruebas de medición de amperaje debido a que al contar con un sinnúmero de actuadores es posible que el amperaje proporcionado por la fuente no abastezca el sistema causando que el accionamiento eléctrico de las válvulas falle. De esta manera se determinó que el valor de voltaje que la fuente debe proporcionar no debe ser menor a 23.5-24 V DC ya que de otra forma las electroválvulas no actuarán correctamente.

Finalmente se determinó también que el ponchado de los cables tiene que ser bastante seguro a fin de evitar desconexiones y pérdida de información. El disminuido espacio en la canaleta fue un inconveniente suscitado debido a la gran cantidad de sensores existentes en el sistema, debido a esto en ciertos elementos se decidió omitir la norma de automatización que exige se deje una longitud de cable de 40 cm más de lo necesario.

4.4 Pruebas de Software de Control

Las pruebas del Control remoto del Robot están divididas en tres secciones:

- ✓ Control (Inicio, Paro, Selector 1, Selector 2).
- ✓ Monitoreo de sensores.
- ✓ Monitoreo de Actuadores.

Se pudo determinar que el programa tiene un retraso mínimo en la lectura y envío de datos lo que no genera ninguna complicación en la ejecución de las tareas del sistema.

En cuanto a los controles de INICIO, PARO, SELECTOR 1 y SELECTOR 2 se determinó que es necesaria la asignación correcta de una memoria virtual para el accionamiento de los mismos ya que al hacer uso de los contactos configurados para el control manual del sistema el programa no responde a las órdenes dadas por el operador. De esta forma se procedió a asignar cada uno de los contactos de los controles manuales a una memoria virtual en el programa y se cambió la línea de programación, colocando un contacto de estas memorias virtuales en paralelo a las memorias reales para que así puedan actuar cualquiera de las dos según se requiera, resolviendo así el problema.

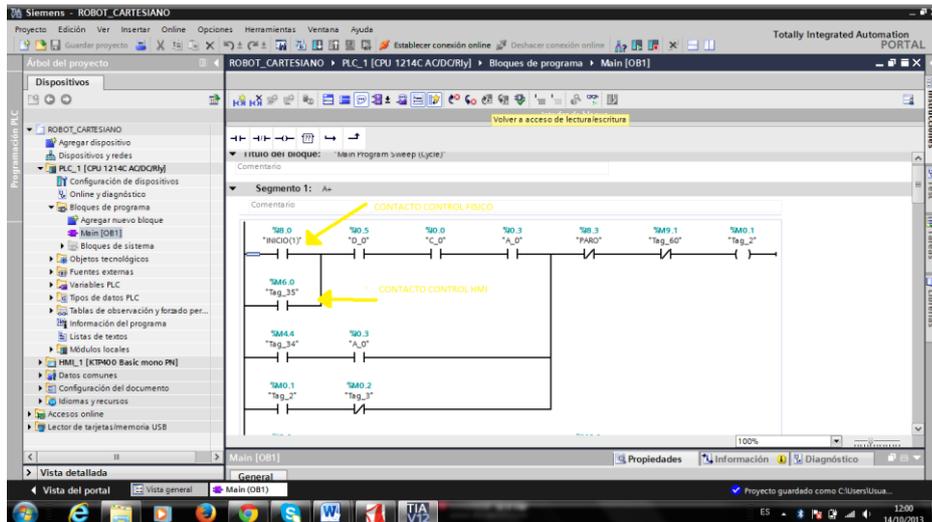


Fig. IV 73. Asignación memorias virtuales para HMI.

Fuente: TIA Portal v12

En cuanto a monitoreo de sensores y actuadores simplemente se configuró las memorias previamente mencionadas de la misma manera para el control en el sistema y se determinó que no existían errores en la lectura de los sensores y actuadores del sistema.

Así de esta forma se determina que el HMI funciona correctamente con los requerimientos planteados para el monitoreo del sistema.

4.5 Pruebas de Control de Posición.

Las pruebas de control de posición del robot se realizaron inicialmente de forma manual para verificar el correcto funcionamiento del software de control y de los actuadores.

Se pudo determinar que ocasionalmente el movimiento del eje X se veía truncado por la existencia de una desviación en el eje en el cual se desplaza el carro que facilita su movimiento, se procedió a corregir el problema nivelando el espacio de desplazamiento y se pudo observar que el movimiento recobró funcionalidad.

Control Posiciones ejes.

En cuanto a la exactitud la parada del cilindro X se puede observar que existe un 70 % de exactitud, pero en ocasiones la secuencia se afectada por este error debido a que el dispositivo no es censado correctamente a su paso por el sensor. Para corregir este error se procedió a aumentar el grosor de la base a ser censada al mismo diámetro del sensor, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV X. Pruebas de control de posiciones eje X y Y

N° Prueba	Punto exacto	Desfase Izquierda	Desfase derecha
1		X	
2	X		
3	X		
4	X		
5	X		
6		X	
7	X		
8	X		
9	X		
10	X		

Fuente: Autores

De un total de 10 pruebas realizadas se determinó que el aumentar el grosor de la placa que será censada disminuye en un 10% el error obtenido al tener una placa delgada para el censado ya que anteriormente la efectividad del sistema era de 70% y con esta corrección esta sube al 80% lo cual es aceptable para el robot.

Control Actuador final (pinza)

Para las pruebas del actuador final se utilizó dos prototipos de acoples para de esta manera escoger el más efectivo para la el movimiento de las piezas.

A continuación se detallan las características, ventajas y desventajas de cada uno de los actuadores.

Tabla IV XI. Características Actuador Final.

Acoples	Material	Nivel de Resistencia	Peso	Exactitud en la Sujeción	Numero de tareas realizadas correctamente de un número total de 10 Pruebas
Dedos	Acrílico	Débil	Ligero	75%	6
Pinzas	Aluminio	Excelente	Equilibrado	90%	8

Fuente: Autores

Mediante este análisis se determinó que el acople que cumple con la mayoría de los requerimientos fue las pinzas de aluminio las cuales han sido instaladas como parte del elemento terminal del robot.

4.6 Comprobación de la Hipótesis

La Hipótesis planteada cita “ Es posible diseñar e implementar un robot cartesiano, en el proceso de paletizado para el Laboratorio de Automatización Industrial FIE.”

Se demuestra la hipótesis con la implementación y funcionamiento del robot cartesiano, se utilizó el método de prueba y error en la calibración de los dispositivos.

La hipótesis queda demostrada una vez que realizadas pruebas de funcionamiento del sistema este es capaz de realizar correctamente el ensamblaje de partes con una eficiencia de un 80%, es decir que de un total de 20 pruebas de ensamblaje 16 de ellas fueron ejecutadas correctamente por el robot cartesiano y en 4 de ellas el sistema no ejecuto eficientemente su función, el error es de un 20%. Pero al tratarse de un robot

que será utilizado para Practicas estudiantiles este error se considera está en un rango aceptable.

Adicionalmente se realizaron encuestas a los estudiantes en las que se pretende analizar la opinión de los interesados, es decir de los futuros usuarios del Robot, obteniendo los siguientes resultados de un total de 40 estudiantes encuestados. Ver ANEXO D.

Tabulación de datos

Primera Pregunta

1. **¿Considera que la práctica es importante para fortalecer los conocimientos impartidos en clases?**

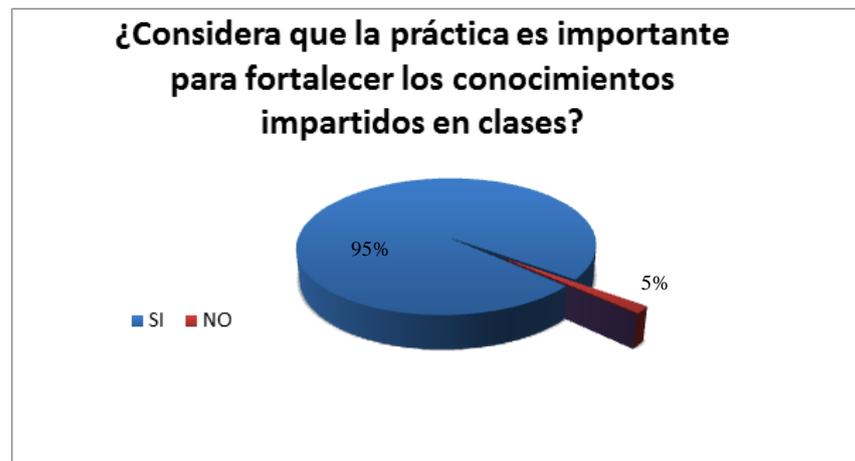


Fig. IV 74. Grafica encuestas pregunta 1.'

Fuente: Autores

El resultado refleja que el 95% de las personas participantes considera que la práctica es muy importante porque pueden manipular equipos en forma real, además de asimilar de

una mejor manera los conocimientos, adquiriendo una mejor perspectiva para posteriormente enfrentarse al campo industrial.

Segunda Pregunta

2. **Considera usted que las prácticas realizadas con el Robot Cartesiano en el Proceso de paletizado son:**

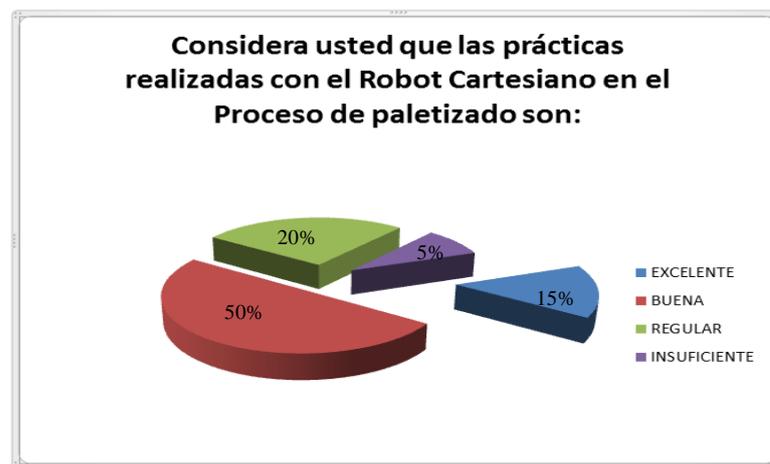


Fig. IV 75. Grafica encuestas pregunta 2.

Fuente: Autores

El rango de aceptabilidad está dentro de un 65% considerando la aceptación buena y excelente lo cual es un buen porcentaje tratándose de un módulo para prácticas.

Tercera Pregunta

3. **Conociendo el funcionamiento del sistema de paletizado sin contar con el Robot Cartesiano considera Ud. Que la implementación de un Robot cartesiano para el ensamblaje de partes sería:**

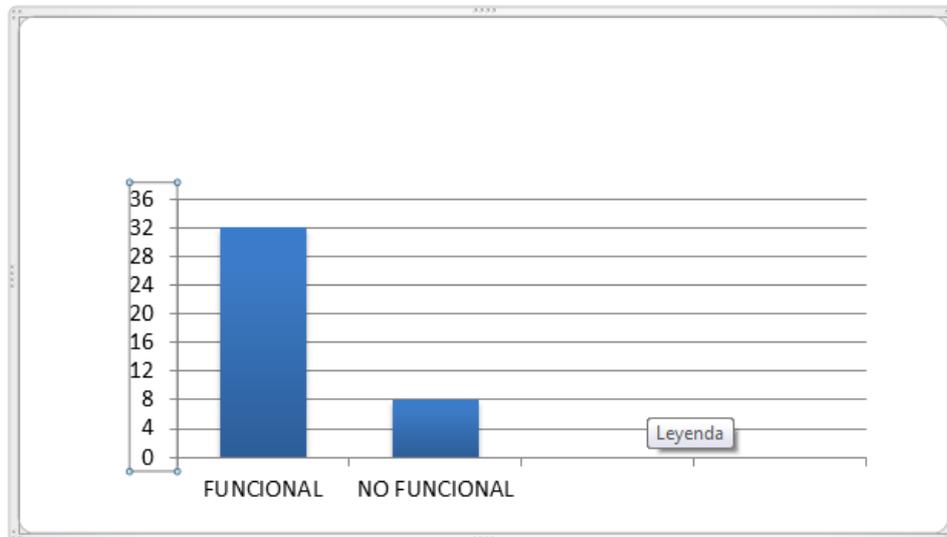


Fig. IV 76. Grafica encuestas pregunta 3.

Fuente: Autores

Se obtiene que 32 de 40 encuestados opinen que la implementación de un robot cartesiano para el proceso de ensamblaje de partes es funcional y 8 de ellos piensan que no lo es.

De esta forma podemos concluir que un 80% piensan que es posible implementar un Robot Cartesiano para el proceso de ensamblaje de partes.

Cuarta Pregunta

- 4. ¿Considera que este tipo de módulos se debe implementar en la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales?**

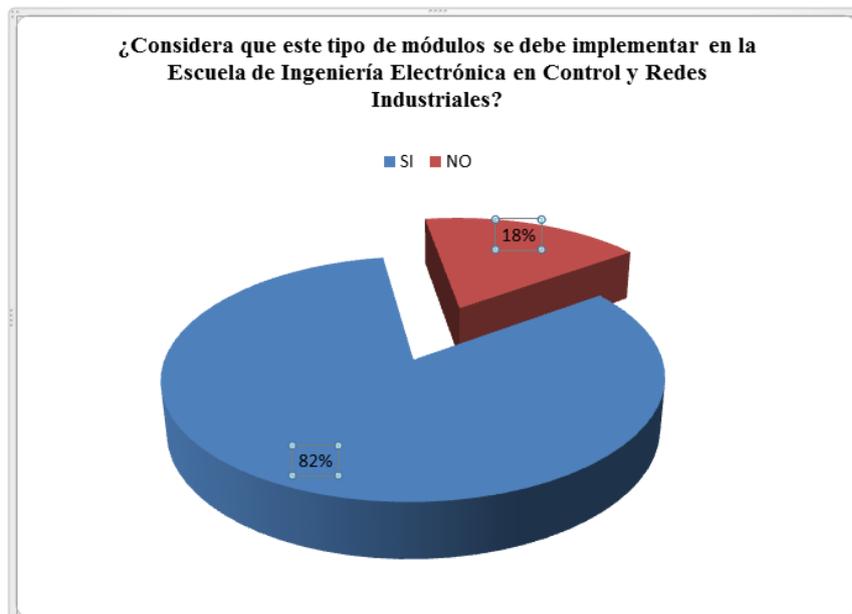


Fig. IV 77. Grafica encuestas pregunta 4.

Fuente: Autores

El 82% de encuestados opina que este tipo de módulos si deben ser implementados en la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales debido a que la automatización es una de las principales ramas de la carrera y es importante familiarizarse con el entorno industrial

Después de los resultados arrojados por las pruebas realizadas en el sistema de paletizado y las encuestas realizadas a los estudiantes que hacen uso del robot se determina que:

Es posible diseñar e implementar un robot cartesiano, en el proceso de paletizado para el Laboratorio de Automatización Industrial FIE.

4.7 Resultados

- ✓ El Robot Cartesiano implementado en el proceso de paletizado ensambla las piezas con una eficiencia del 80% lo cual es idóneo tratándose de un prototipo de un proceso.
- ✓ El Robot cartesiano complementa el proceso de paletizado al permitirle a éste contar con una estación para el re ensamblaje de piezas erradas provenientes de la estación de clasificación.
- ✓ Al haber elegido la configuración Cartesiana para el diseño del robot se facilita el proceso de ensamblaje de partes ya que este presenta rigidez estructural la cual permite levantar las piezas del sistema de medidas 10 x 5 cm con un alto grado de precisión, además son idóneos para procesos de paletizado y ensamblaje.
- ✓ El software HMI diseñado ayuda a los usuarios de este sistema a detectar las fallas en los componentes del sistema, sensores y actuadores, además es sencillo de manejar y amigable con el usuario.
- ✓ Se puede realizar dos diferentes secuencias de ensamblaje sin tener que alterar la configuración física del robot únicamente seleccionando el tipo de secuencia que se desea realizar mediante Selector 1 y Selector 2.
- ✓ El sistema puede ser controlado manualmente con los botones de Inicio, Paro, Selector 1 y Selector 2 físicamente. Pero al mismo tiempo puede ser controlado remotamente a través de la Interface HMI.
- ✓ Cuando la pieza proveniente del sistema de paletizado ingresa a la mesa del trabajo del Robot Cartesiano únicamente con pasador, el sistema presenta una

limitación ya que para la colocación de la tapa se debe retirar previamente el pasador y esa es una función que el sistema no realiza.

- ✓ Se puede mejorar la exactitud en los movimientos del robot utilizando sensores de mayor exactitud y quizá utilizando otro tipo de válvulas que reduzcan la falla en el desplazamiento aumentando así la eficiencia en más de un 90%.
- ✓ El robot cumple con las normas y parámetros reglamentados en el ámbito de la Automatización Industrial en cuanto a cableado, dimensionamiento y selección de dispositivos.
- ✓ El utilizar herramientas tecnológicas avanzadas en el diseño del Robot Cartesiano permite que los estudiantes que hacen uso de él para prácticas de Automatización Industrial se familiaricen con los sistemas propiamente implementados en las industrias.

CONCLUSIONES

1. Para la construcción de la estructura de un robot resulta conveniente en primera instancia realizar un diseño utilizando un software ya sea Solidworks o Autocad para establecer las dimensiones de cada una de las partes del mismo asegurándose que estas encajen perfectamente al momento del ensamblaje.
2. El Monitoreo de sensores y actuadores del robot a través de la HMI es una herramienta muy importante ya que al contar con 14 sensores y 8 actuadores resulta realmente eficiente para determinar errores en el sistema evitando que estos sean analizados físicamente.
3. Se eligió un sistema de manipulación cartesiano ya que ofrece rigidez estructural necesario para optimizar el proceso de ensamblaje de partes y de ésta manera aumentó la productividad y mejoró la calidad del proceso.
4. Al seleccionar el PLC S7 1200 se debe trabajar con el software TIA PORTAL V12, que es fácil de utilizar, además al tener incorporado WINCC no hace falta buscar un software compatible para la programación HMI de ésta manera contamos con las herramientas necesarias para tener un proyecto completo en el mismo software.
5. Se debe configurar el PLC, HMI Y la PC con diferente dirección Ip pero en el rango 192.168.0.xx, además tener muy en cuenta que la versión entre el PLC y

el HMI sean compatibles, generalmente la versión del PLC es V1.0 y para que la pantalla sea compatible debe tener la versión V11.0.0.

6. Cablear sensores de dos y tres hilos es diferente ya el de dos hilos tiene negativo y señal, mientras que el de tres hilos tiene positivo, negativo y señal, lo mismo ocurre con las válvulas que tienen positivo y negativo, esto se debe tomar en cuenta al momento de cablear a la interfaz.
7. El elemento efector final como lo es la pinza puede llegar a ser uno de los componentes más importantes en el proceso ya que mediante la sujeción es la encargada de transportar las partes y de ésta manera ensamblar la pieza completa.
8. El uso de un PLC S7 1200 fue una elección adecuada ya que este cuenta con una configuración de 16 entradas y salidas, lo cual es idóneo para el robot ya que contamos con una gran cantidad de las mismas y otros PLC's no abastecen las necesidades.

RECOMENDACIONES

1. Es recomendable que para el diseño de la estructura se dimensionen correctamente los elementos que conforman la estructura considerando el peso con el que se va a trabajar.
2. Se recomienda que para que el monitoreo remoto del sistema a través del HMI funcione correctamente se realice el mantenimiento preventivo de los componentes del robot cada cierto tiempo.
3. Es recomendable realizar un buen diseño mecánico ya que es una de las partes más importantes debido a que el sistema estructural requiere mucha precisión ya que realizará ciclos repetitivos para poder completar con el proceso, además realizar simulaciones para comprobar su funcionamiento y dimensionar los actuadores que intervienen en el mecanismo.
4. Es recomendable que previo a la programación en el TIA PORTAL V12 se realice el respectivo Grafset, y una tabla de variables tomando en cuenta sensores, actuadores y elementos de control como son el inicio, paro y selector, de ésta manera será más fácil realizar los segmentos del programa.
5. Se recomienda no cambiarle de dirección al PLC ya que se configura con la 192.168.0.1 por defecto al igual que la pantalla touch por defecto tiene la dirección Ip 192.168.0.2, hay que tener en cuenta que la dirección de la PC debe

estar en el mismo rango, para que no exista problemas a posterior en la comunicación.

6. Se recomienda que al hacer una prolongación de cable de los sensores primero se realicen éstas con el mismo color de cable proveniente del fabricante si el sensor tiene cable color café que corresponde al positivo se lo puede reemplazar por color rojo, además una vez hecho los empalmes deben ser soldados y protegidos con tape para reducir así los errores en cuanto a cableado se refiere.
7. Es recomendable que se realice un diseño previo a la construcción de la pinza, es importante tomar en cuenta el material del que se la va a realizar y la forma para que no interfiera con los demás componentes del proceso, se recomienda primero instalar la pinza y a continuación los demás componentes ya que si se realiza de manera inversa puede traer problemas.
8. Previa a la selección del PLC es recomendable analizar las necesidades del sistema y que este cuente o presente todas las características necesarias para el correcto funcionamiento del mismo.

RESUMEN

Diseño e implementación de un robot cartesiano, para el montaje de tapa y/o pasador, en el proceso de paletizado, el cual se encuentra implementado en el laboratorio de Automatización Industrial de la Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Se utilizó el método experimental para determinar el mejor funcionamiento y la óptima ejecución y control de precisión en el proceso. El Robot se ha implementado utilizando aluminio estructurado para su construcción, además sensores magnéticos, inductivos y ópticos los cuales trabajan en conjunto con cilindros neumáticos sin vástago permitiendo el movimiento del robot en los ejes (x, y, z), para la sujeción de las piezas se ha utilizado una pinza neumática para moverlas eficientemente. Los actuadores del sistema son comandados por electroválvulas activadas mediante la programación. Para la programación se utiliza la herramienta TIA Portal V12 Siemens conjuntamente con un PLC (Controlador Lógico Programable)., Módulos Programables de Entradas y Salidas y una pantalla táctil utilizada como Interface Humano Maquina (HMI) para el control remoto del sistema.

Mediante enuestas realizadas a los estudiantes que hacen uso de este proyecto se demostró que es factible en un 80% utilizar un robot cartesiano para el procesos de paletizado.

Se concluye que utilizar el robot en el sistema de paletizado además de optimizarlo perimirá a los estudiantes poner en práctica sus conocimientos en automatización.

Se recomienda que los estudiantes que hacen uso del robot realicen el mantenimiento de los elementos del sistema para evitar futuras complicaciones en su funcionamiento.

SUMMARY

Design and implementation of a Cartesian robot, for the cover assembly and/or pin, in the process of having palletized, which is implemented in the laboratory of Industrial Automation of the Faculty of Informatics and Electronics at the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

The experimental method was used to determine the best operation and the good execution and control of precision in the process. The Robot has been implemented using aluminum structured for its construction, also magnetic, inductive and optic sensors which work together with pneumatic cylinders without offspring allowing the robot's movement in the axes (x, y, z), for the subjection of the pieces a pneumatic clip has been used to move them efficiently. The actuators of the system are commanded by activated solenoid valves by the programming. For the programming the tool Portal TIA V12 is used Siemens jointly with a PLC (Programmable Logical Controller), Programmable Input and Output Modules and a touch screen used as Human Interface Machine (HMI) for the remote control of the system.

By means of surveys carried out students that make use of this project it was demonstrated that it is feasible in 80% to use a Cartesian robot for the processes of having palletized.

It is concluded that to use the robot in the system of having palletized besides optimizing will allow the students to put in practice their knowledge in automation.

It is recommended that the students that make the robot's use carry out the maintenance of the elements of the system to avoid future complications in its operation.

BIBLIOGRAFÍA

1. **BARRIENTOS, Y OTROS.**, *Fundamentos de Robótica.*, s.ed., Madrid-España., Interamericana de España S.A., 1997., Pp. 2-167.
2. **CREUS, A.**, *Neumática e Hidráulica.*, s.ed., DF-México., Alfaomega., 2007., Pp.37-214.
3. **KELLY, R., Y SANTIBÁÑEZ, V.**, *Control de movimiento de robots manipuladores.*, s.ed., Madrid-España., Pearson Educación S.A., 2003., Pp. 9-90.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

4. ACTUADORES NEUMÁTICOS

<http://cursos.aiu.edu>

2013-06-04

<http://es.airtac.com>

2013-06-04

5. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA NEUMÁTICA

<http://www.sapiensman.com>

2013-06-10

6. EQUIPOS SIEMENS

<http://www.swe.siemens.com>

2013-06-15

<https://www.swe.siemens.com>

2012-06-16

7. INTERFACES

<http://datasheet.octopart.com/ABE7H16R21-Schneider-Electric-datasheet-14430387.pdf>

2012-07-08

<http://datasheet.octopart.com/ABE7H16R31-Schneider-Electric-datasheet-14420956.pdf>

2012-07-08

8. PROGRAMACION HMI

<http://www.iesmigueldecervantes.com>

2012-07-20

<https://www.swe.siemens.com>

2012-07-20

9. SENSORES

<http://www.itescam.edu>

2012-08-05

<http://galia.fc.uaslp>

2013-08-11

10. VÁLVULAS

<http://www.slideshare.net>

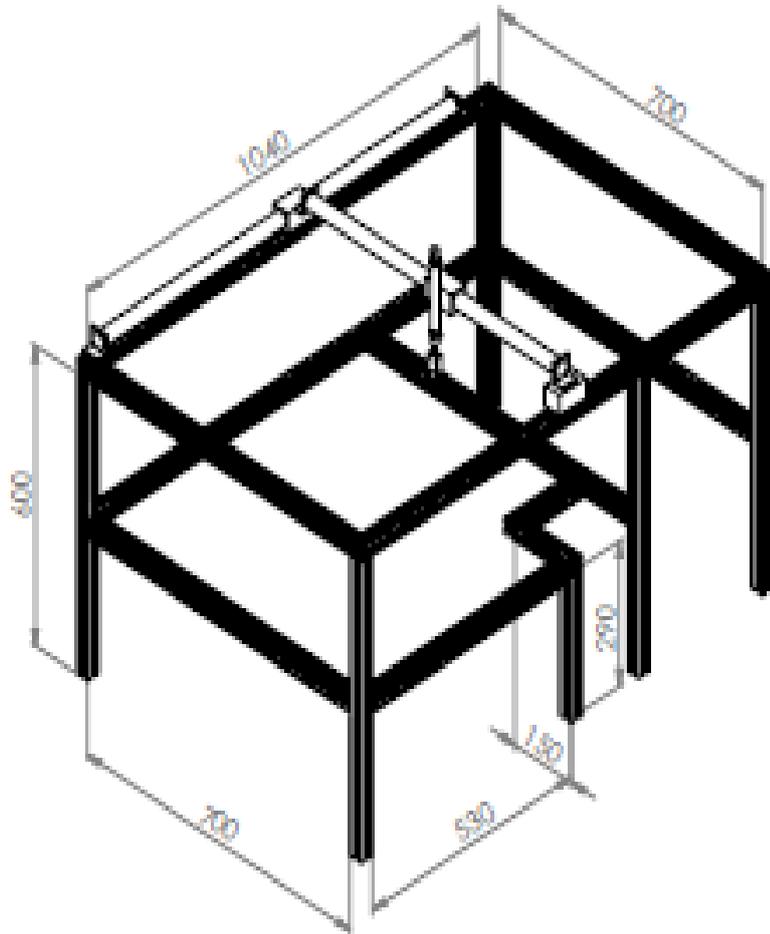
2013-09-06

<http://www.sicole.com>

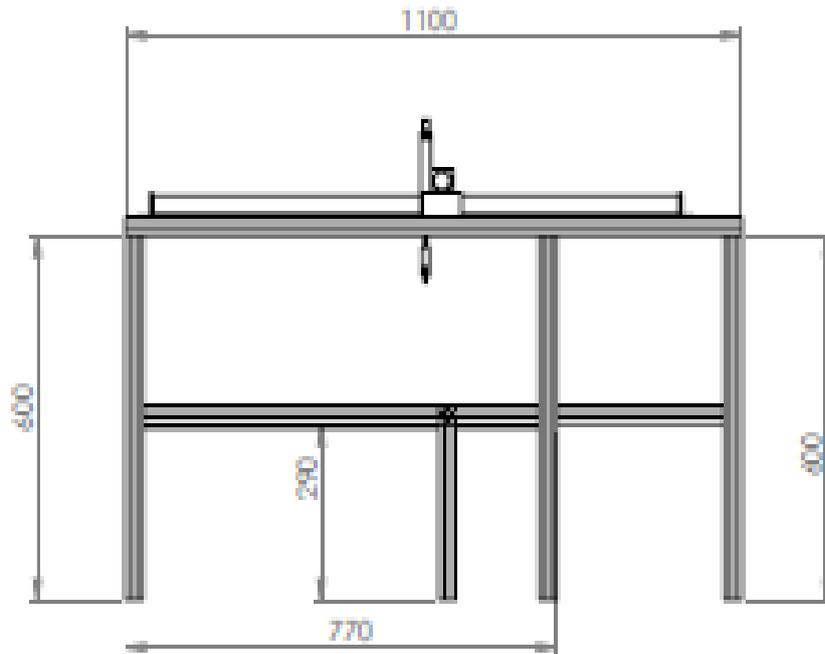
2013-09-06

ANEXOS

ANEXO A



CAD: Hoja de Cálculo de Estructuras Construcción de un edificio de 10 plantas de altura Estructura de acero		Fecha: 17 de Octubre de 2013		Autor del documento: [Nombre]		Descripción General: [Descripción]		Estado: [Estado]	
Nombre: Descripción: Materiales: Notas: C.A.		Cantidad: [Cantidad]		Costo: [Costo]		Volumen: [Volumen]		Vista Isométrica	
Materiales: [Materiales]		[Materiales]		[Materiales]		Plano No 1		A4	
[Materiales]		[Materiales]		[Materiales]		[Materiales]		[Materiales]	

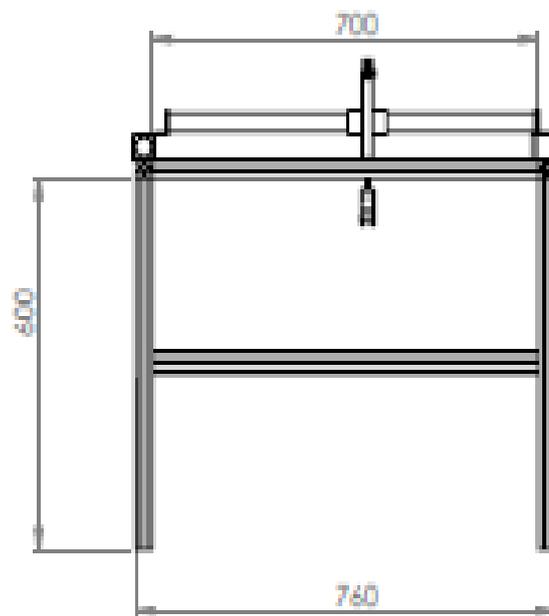


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS E METALURGIA		Data: 17 de Outubro de 2013		Folha nº 01 de 01		Identificação do Projeto:		Descrição:	
Nome:		Número:		Data:		Escala:		Título:	
Autor:		Revisor:		Data:		Escala:		Descrição:	
Data:		Revisor:		Data:		Escala:		Descrição:	
Material:		Revisor:		Data:		Escala:		Descrição:	
Material:		Revisor:		Data:		Escala:		Descrição:	
Material:		Revisor:		Data:		Escala:		Descrição:	
Material:		Revisor:		Data:		Escala:		Descrição:	

Vista Lateral

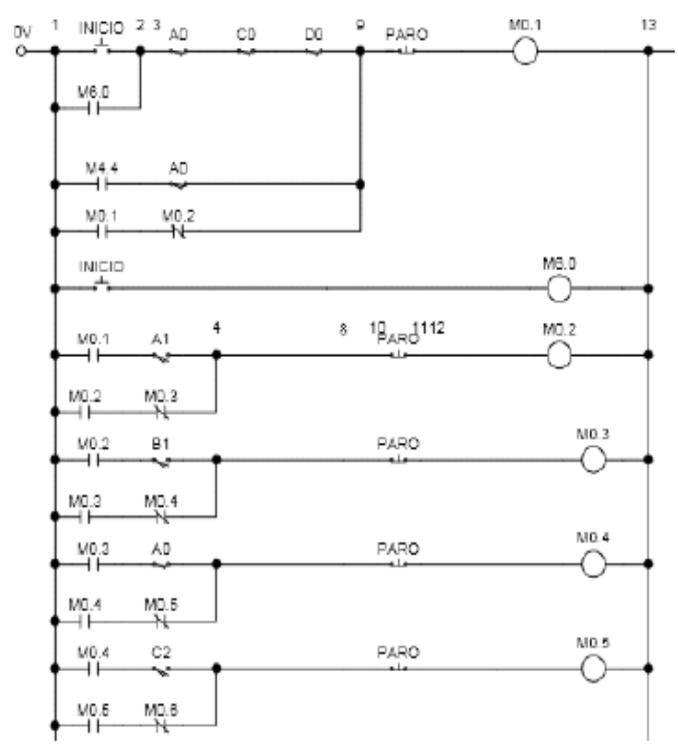
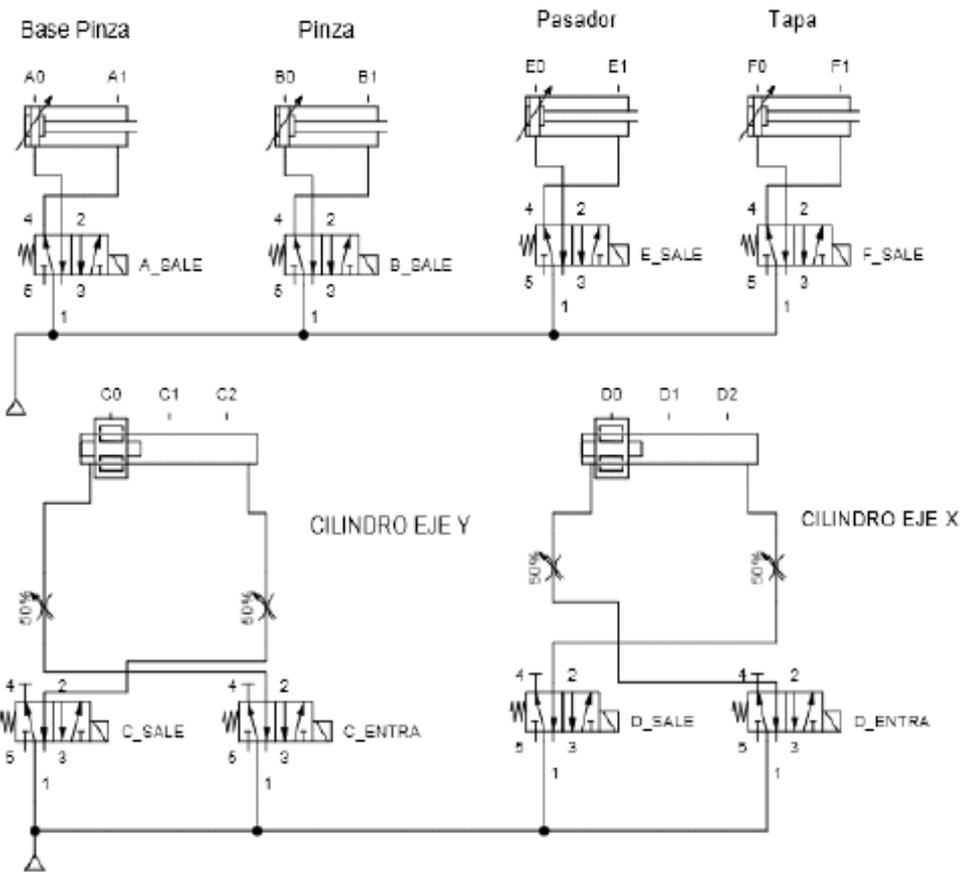
Plano No 2

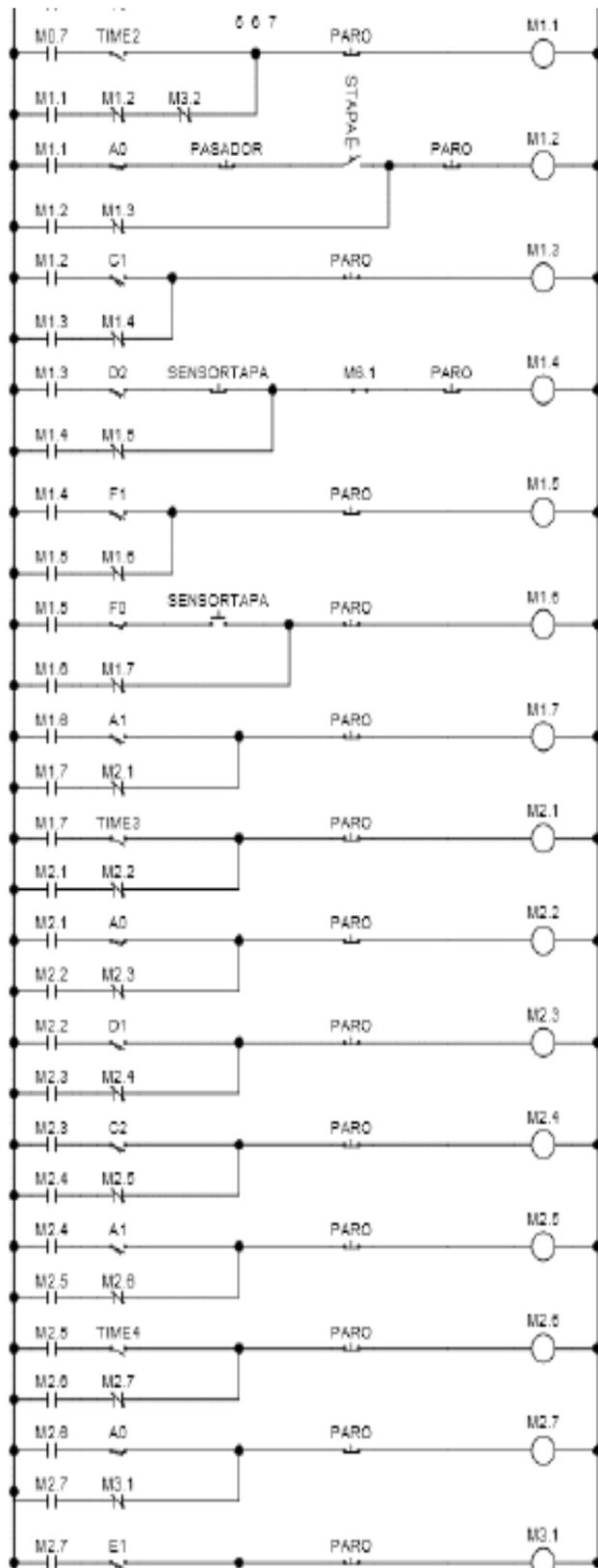
A4

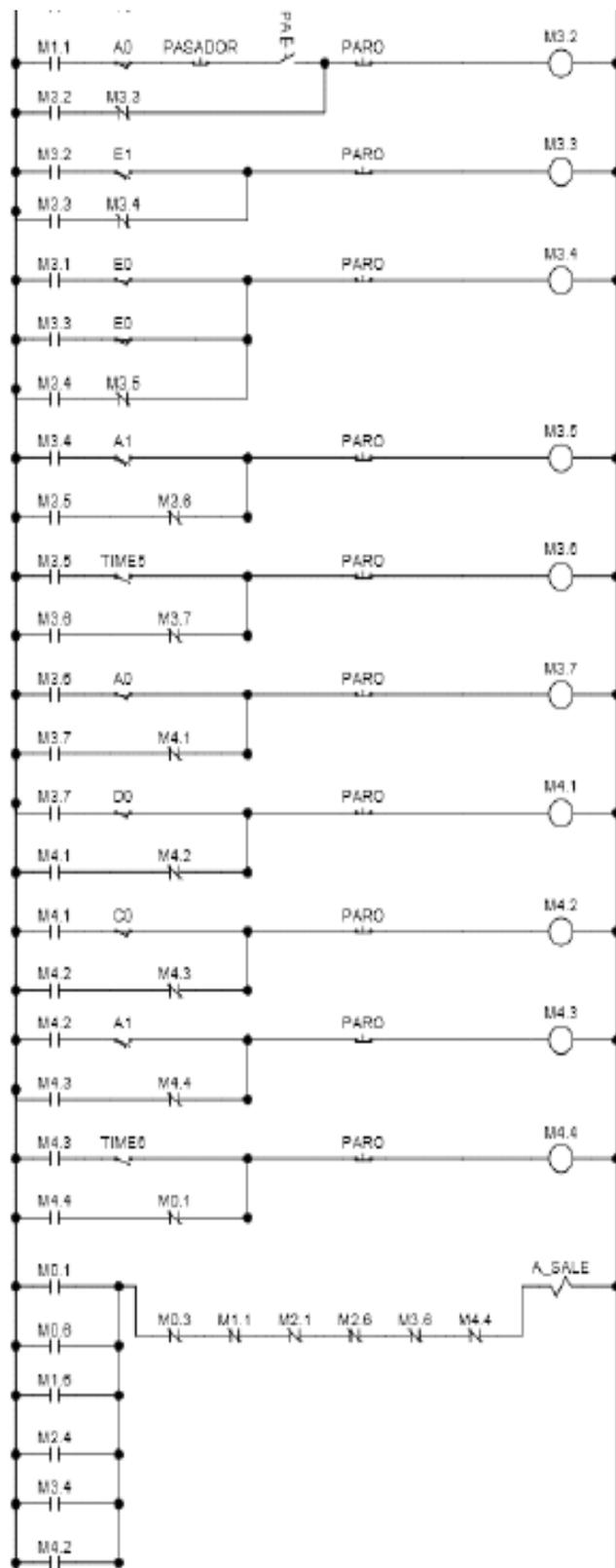


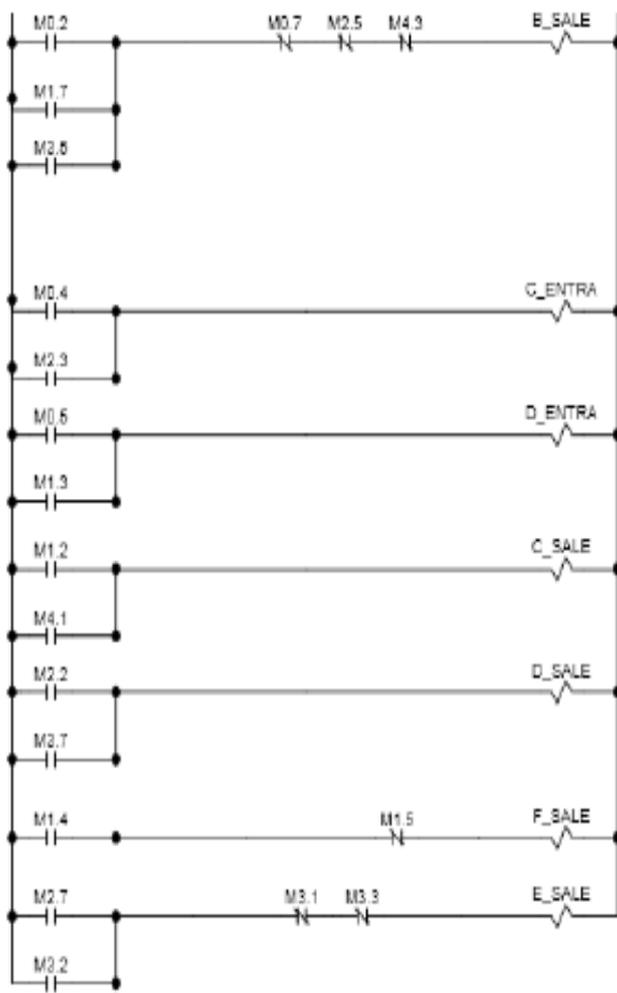
Escola Secundária de Sagres Departamento de Engenharia Curso de Engenharia Engenharia Informática		Data: 17 de Outubro de 2013		Desenho de Engenharia Desenho Técnico		Nome:	
Nome:		Matrícula:		Data:		Vista Frontal	
Curso:		Ano:		Semestre:			
Nome do Trabalho:		Data:		Local:			
Nome do Aluno:		Matrícula:		Data:			
Nome do Professor:		Matrícula:		Data:		Plano No 3	
Nome do Aluno:		Matrícula:		Data:		A4	

ANEXO B









ANEXO C

ROBOT_CARTESIANO / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

Main [OB1]

Main Propiedades

General

Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB.ProgramCycle
--------	------	--------	---	------	-----------------

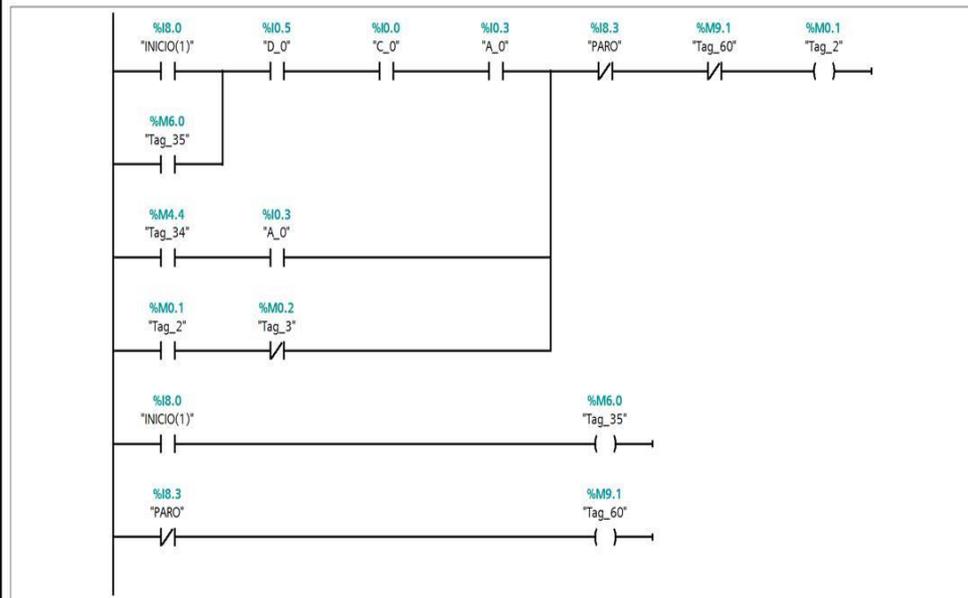
Idioma KOP

Información

Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario
Temp			

Segmento 1: A+

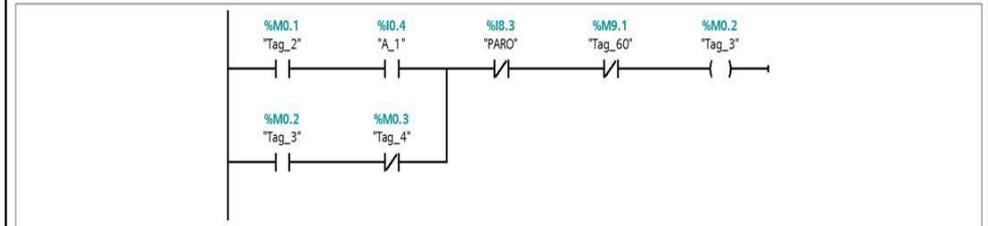


Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"D_0"	%I0.5	Bool	
"C_0"	%I0.0	Bool	
"A_0"	%I0.3	Bool	
"Tag_2"	%M0.1	Bool	
"Tag_3"	%M0.2	Bool	
"Tag_34"	%M4.4	Bool	
"INICIO(1)"	%I8.0	Bool	
"Tag_35"	%M6.0	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

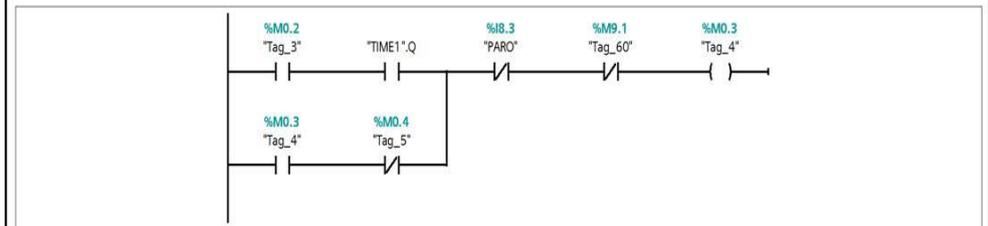
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 2: B+



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_2"	%M0.1	Bool	
"Tag_3"	%M0.2	Bool	
"A_1"	%I0.4	Bool	
"Tag_4"	%M0.3	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

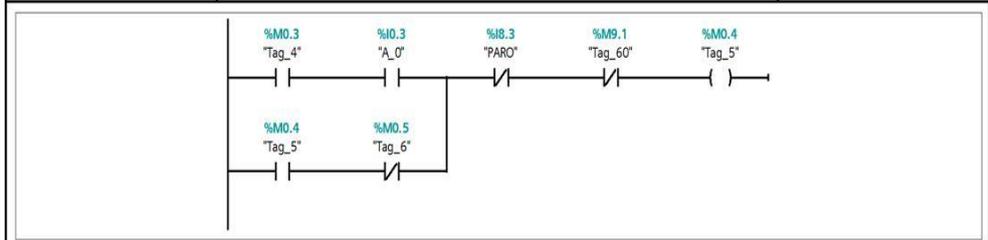
Segmento 3: A-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_3"	%M0.2	Bool	
"Tag_4"	%M0.3	Bool	
"Tag_5"	%M0.4	Bool	
"TIME1"	%DB1	IEC_Timer	
"TIME1".Q		Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

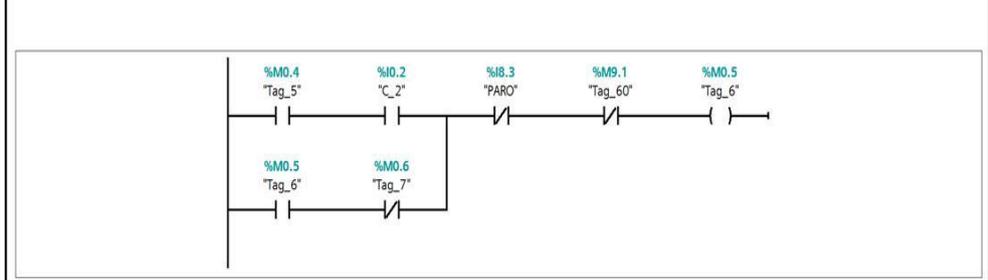
Segmento 4: C-

--	--	--



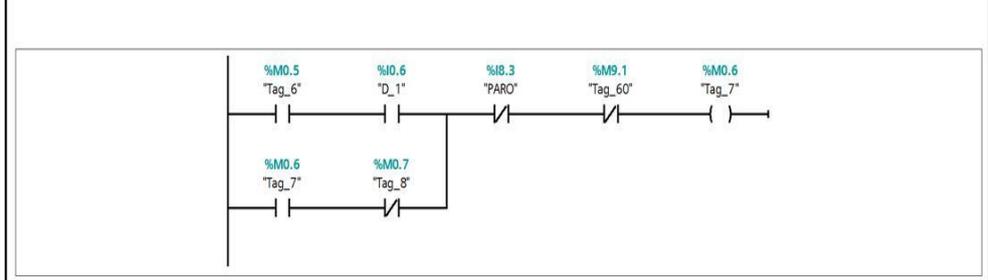
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_0"	%I0.3	Bool	
"Tag_4"	%M0.3	Bool	
"Tag_5"	%M0.4	Bool	
"Tag_6"	%M0.5	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 5: D-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_5"	%M0.4	Bool	
"Tag_6"	%M0.5	Bool	
"C_2"	%I0.2	Bool	
"Tag_7"	%M0.6	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 6: A+

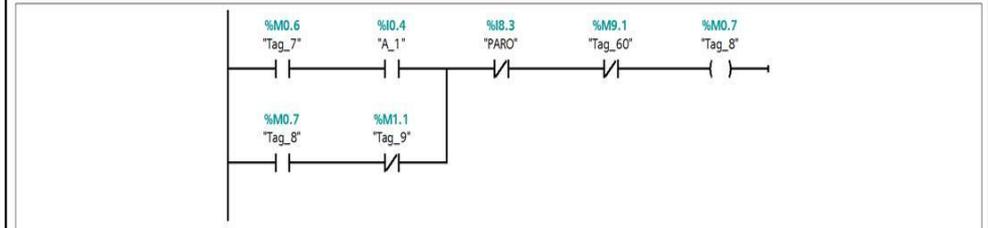


Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_6"	%M0.5	Bool	
"Tag_7"	%M0.6	Bool	
"D_1"	%I0.6	Bool	
"Tag_8"	%M0.7	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

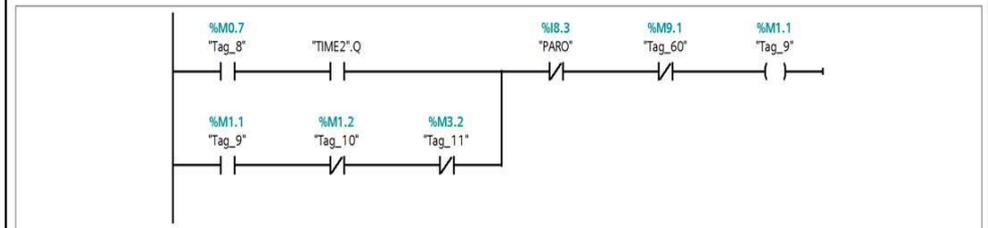
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 7: B-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_1"	%I0.4	Bool	
"Tag_7"	%M0.6	Bool	
"Tag_8"	%M0.7	Bool	
"Tag_9"	%M1.1	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

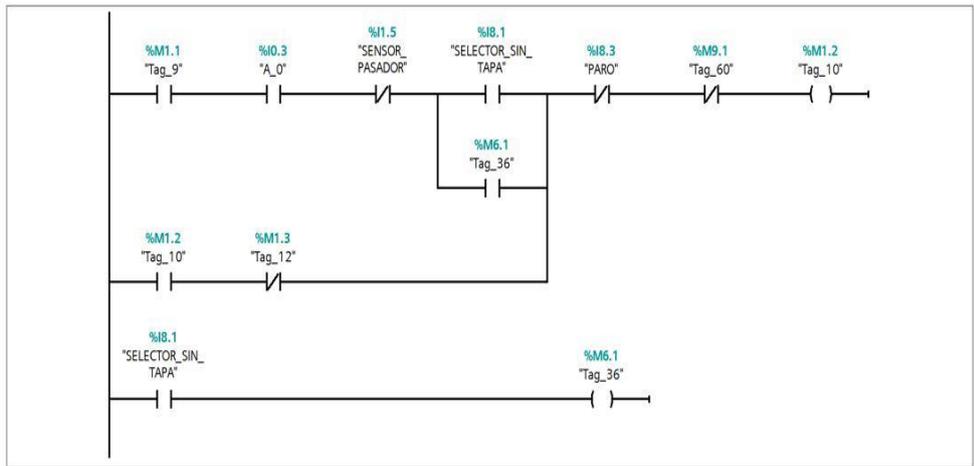
Segmento 8: A-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_8"	%M0.7	Bool	
"Tag_9"	%M1.1	Bool	
"Tag_10"	%M1.2	Bool	
"Tag_11"	%M3.2	Bool	
"TIME2"	%DB2	IEC_Timer	
"TIME2".Q		Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

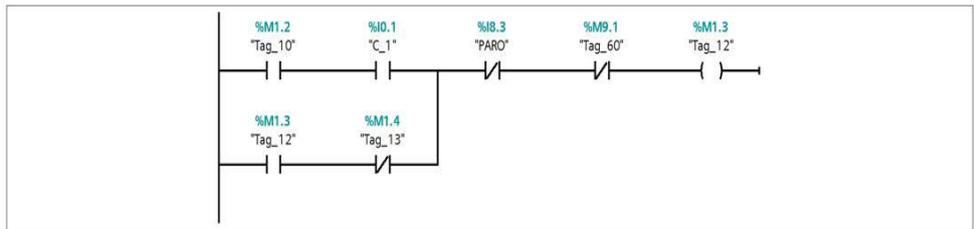
Segmento 9: C+

--	--	--



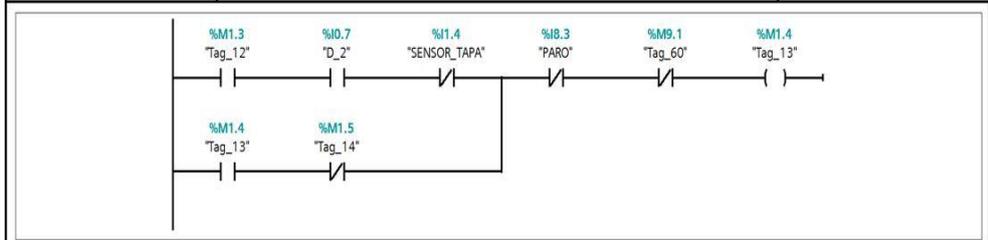
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_0"	%I0.3	Bool	
"Tag_9"	%M1.1	Bool	
"Tag_10"	%M1.2	Bool	
"SENSOR_PASADOR"	%I1.5	Bool	
"Tag_12"	%M1.3	Bool	
"SELECTOR_SIN_TAPA"	%I8.1	Bool	
"Tag_36"	%M6.1	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 10: D-



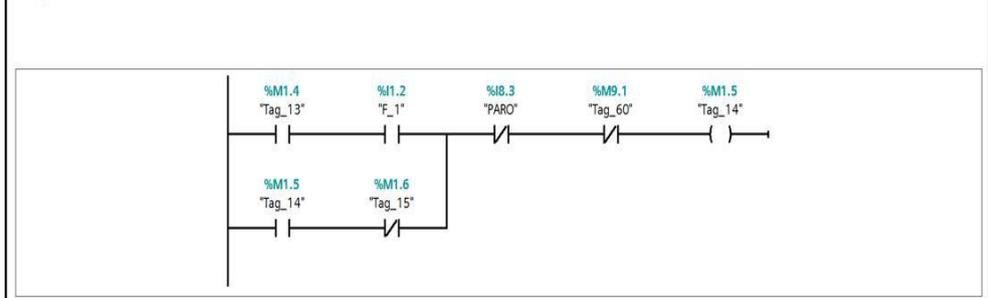
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_10"	%M1.2	Bool	
"Tag_12"	%M1.3	Bool	
"Tag_13"	%M1.4	Bool	
"C_1"	%I0.1	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 11: F+



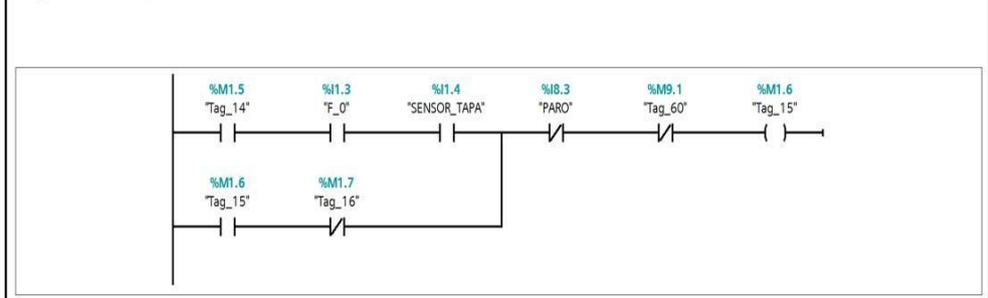
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_12"	%M1.3	Bool	
"Tag_13"	%M1.4	Bool	
"D_2"	%I0.7	Bool	
"SENSOR_TAPA"	%I1.4	Bool	
"Tag_14"	%M1.5	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 12: F-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_13"	%M1.4	Bool	
"Tag_14"	%M1.5	Bool	
"F_1"	%I1.2	Bool	
"Tag_15"	%M1.6	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 13: A+

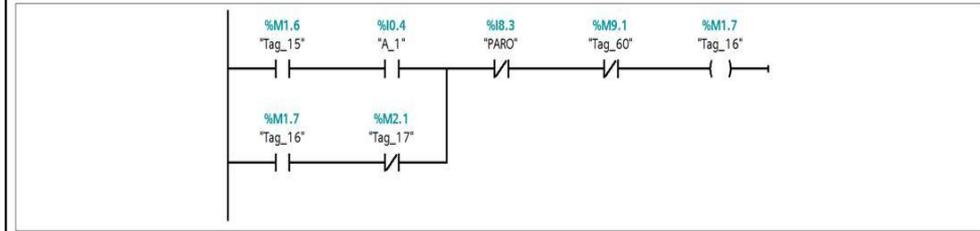


Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"SENSOR_TAPA"	%I1.4	Bool	
"Tag_14"	%M1.5	Bool	
"Tag_15"	%M1.6	Bool	
"F_0"	%I1.3	Bool	

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

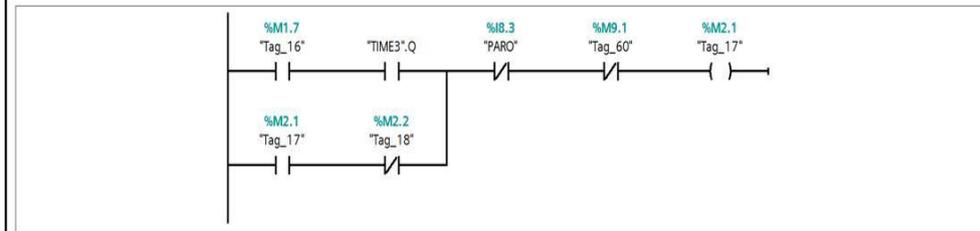
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_16"	%M1.7	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 14: B+



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_1"	%I0.4	Bool	
"Tag_15"	%M1.6	Bool	
"Tag_16"	%M1.7	Bool	
"Tag_17"	%M2.1	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

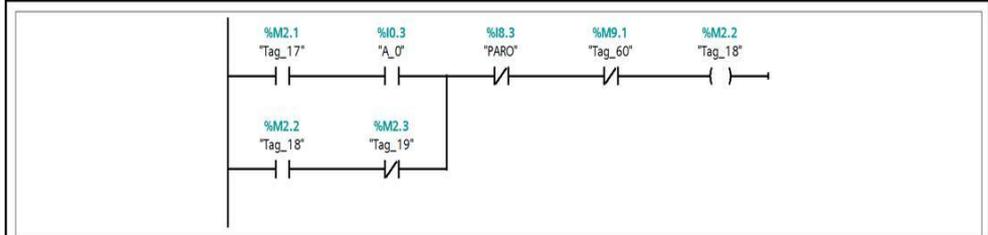
Segmento 15: A-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_16"	%M1.7	Bool	
"Tag_17"	%M2.1	Bool	
"Tag_18"	%M2.2	Bool	
"TIME3"	%DB3	IEC_Timer	
"TIME3".Q		Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

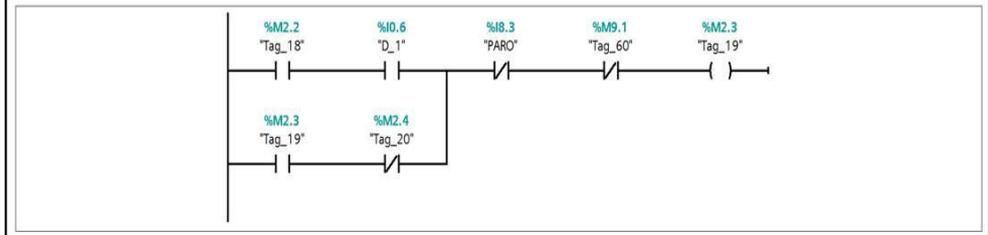
Segmento 16: D+

--	--	--



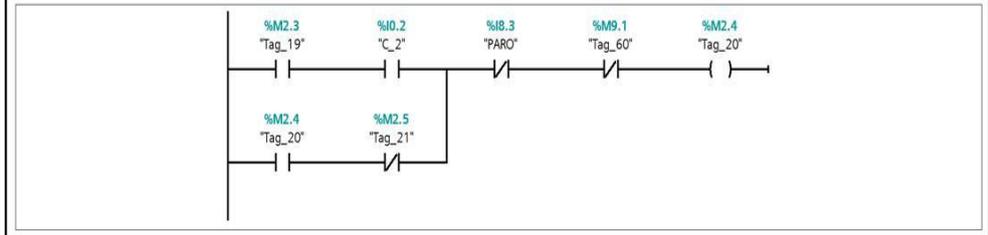
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_0"	%IO.3	Bool	
"Tag_17"	%M2.1	Bool	
"Tag_18"	%M2.2	Bool	
"Tag_19"	%M2.3	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 17: C-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"D_1"	%IO.6	Bool	
"Tag_18"	%M2.2	Bool	
"Tag_19"	%M2.3	Bool	
"Tag_20"	%M2.4	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 18: A+

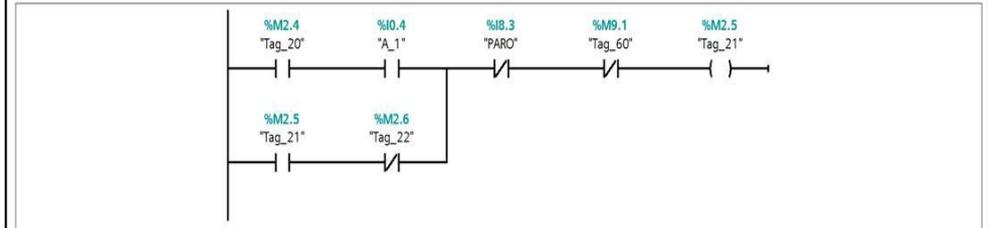


Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"C_2"	%IO.2	Bool	
"Tag_19"	%M2.3	Bool	
"Tag_20"	%M2.4	Bool	
"Tag_21"	%M2.5	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

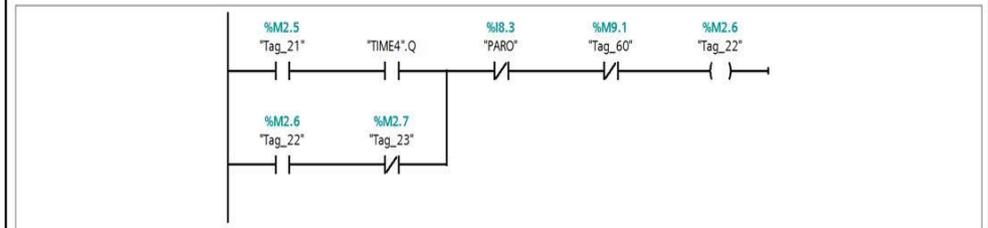
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 19: B-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_1"	%I0.4	Bool	
"Tag_20"	%M2.4	Bool	
"Tag_21"	%M2.5	Bool	
"Tag_22"	%M2.6	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

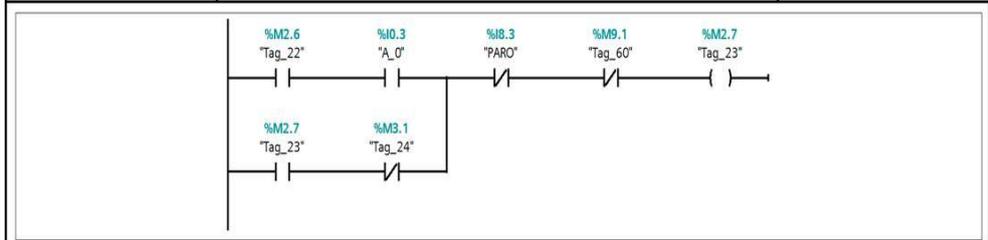
Segmento 20: A-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_21"	%M2.5	Bool	
"Tag_22"	%M2.6	Bool	
"Tag_23"	%M2.7	Bool	
"TIME4"	%DB4	IEC_Timer	
"TIME4".Q		Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

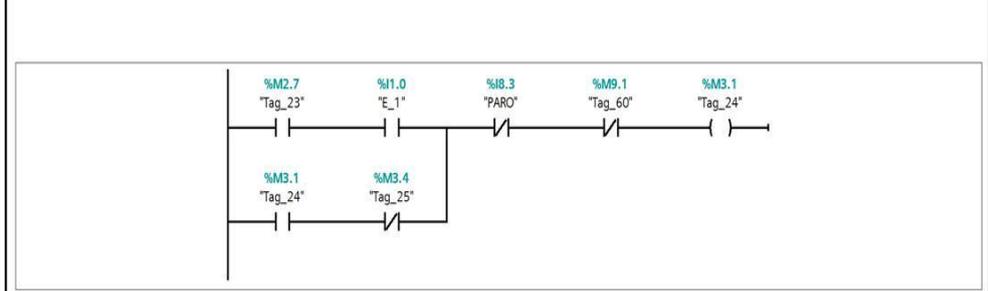
Segmento 21: E+

--	--	--



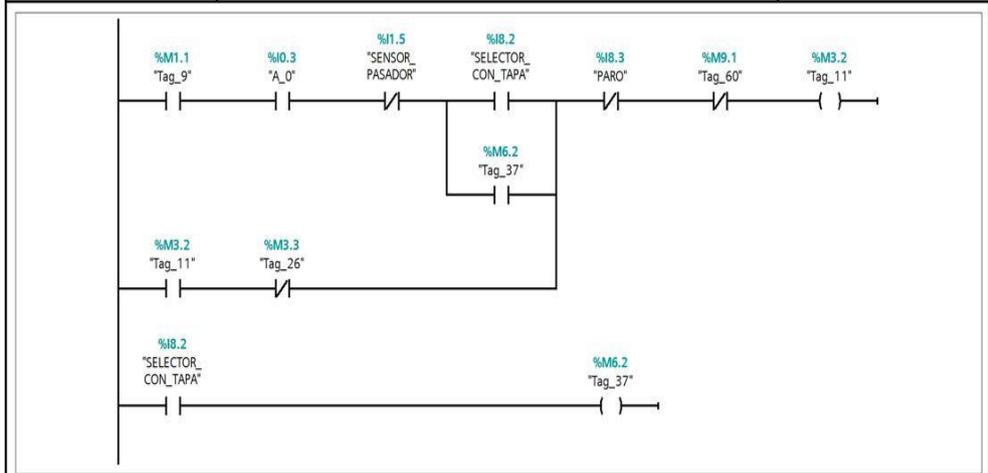
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_0"	%I0.3	Bool	
"Tag_22"	%M2.6	Bool	
"Tag_23"	%M2.7	Bool	
"Tag_24"	%M3.1	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 22: E-



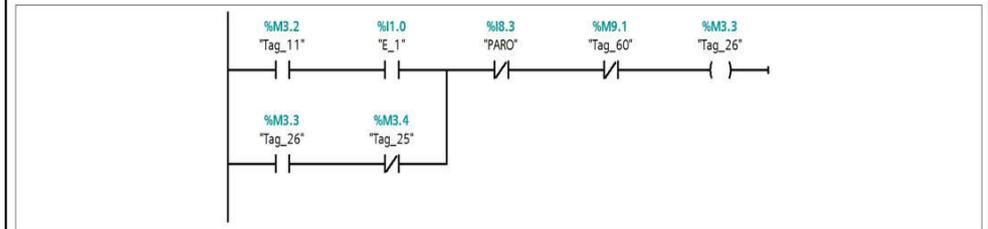
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_23"	%M2.7	Bool	
"Tag_24"	%M3.1	Bool	
"E_1"	%I1.0	Bool	
"Tag_25"	%M3.4	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 23: E+



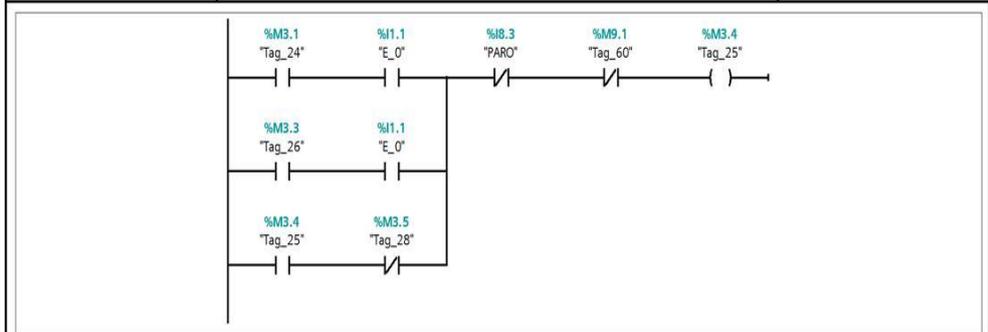
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_0"	%I0.3	Bool	
"Tag_9"	%M1.1	Bool	
"Tag_11"	%M3.2	Bool	
"SENSOR_PASADOR"	%I1.5	Bool	
"Tag_26"	%M3.3	Bool	
"SELECTOR_CON_TAPA"	%I8.2	Bool	
"Tag_37"	%M6.2	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 24: E-



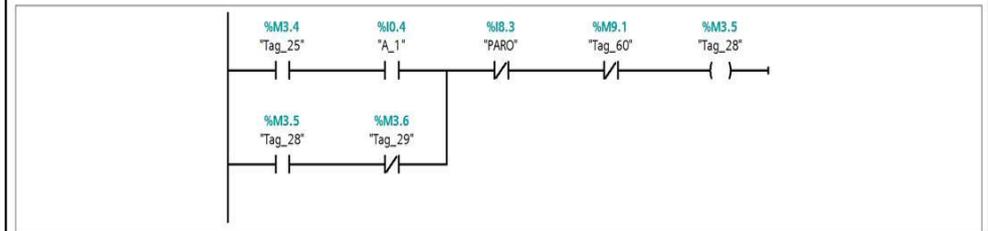
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_11"	%M3.2	Bool	
"E_1"	%I1.0	Bool	
"Tag_25"	%M3.4	Bool	
"Tag_26"	%M3.3	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 25: A+



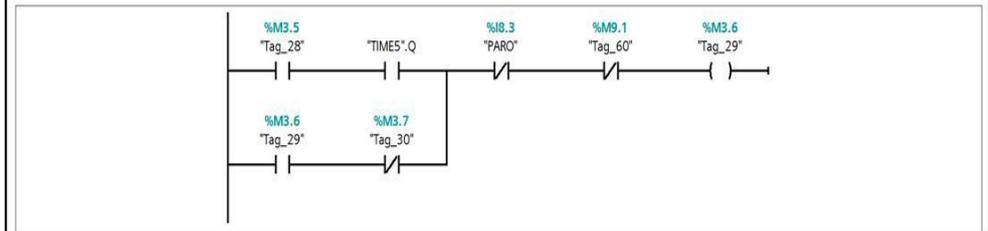
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_24"	%M3.1	Bool	
"Tag_25"	%M3.4	Bool	
"Tag_26"	%M3.3	Bool	
"E_0"	%I1.1	Bool	
"Tag_28"	%M3.5	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 26: B+



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_1"	%I0.4	Bool	
"Tag_25"	%M3.4	Bool	
"Tag_28"	%M3.5	Bool	
"Tag_29"	%M3.6	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

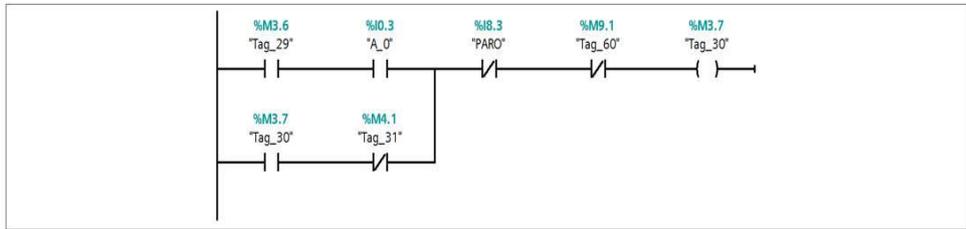
Segmento 27: A-



Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

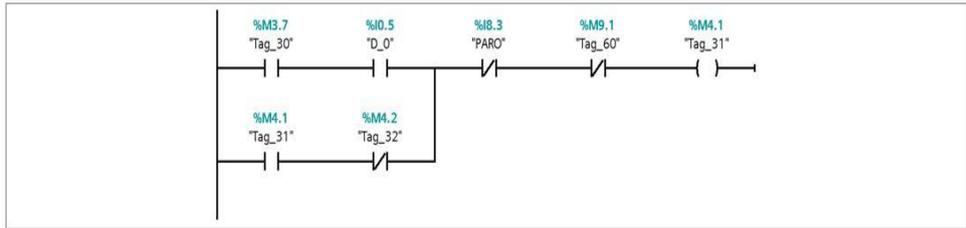
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_28"	%M3.5	Bool	
"Tag_29"	%M3.6	Bool	
"Tag_30"	%M3.7	Bool	
"TIMES"	%DB5	IEC_Timer	
"TIMES".Q		Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 28: D+



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_0"	%I0.3	Bool	
"Tag_29"	%M3.6	Bool	
"Tag_30"	%M3.7	Bool	
"Tag_31"	%M4.1	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

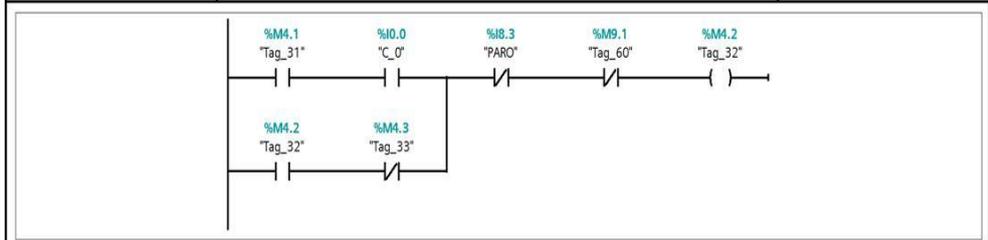
Segmento 29: C+



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"D_0"	%I0.5	Bool	
"Tag_30"	%M3.7	Bool	
"Tag_31"	%M4.1	Bool	
"Tag_32"	%M4.2	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

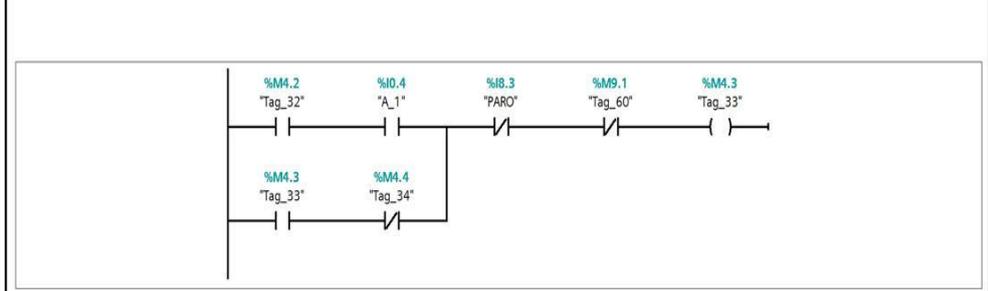
Segmento 30: A+

--	--	--



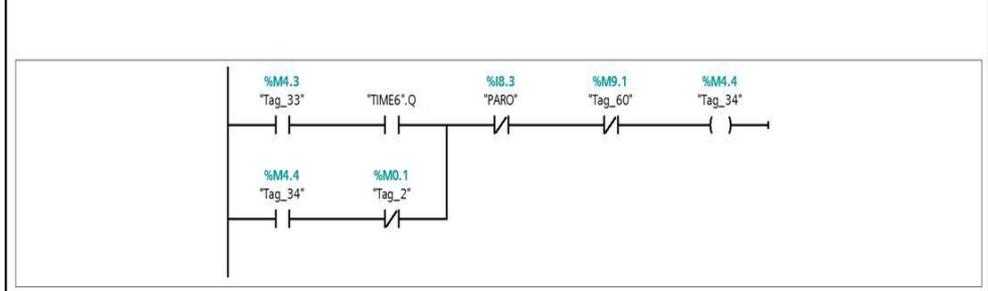
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"C_0"	%I0.0	Bool	
"Tag_31"	%M4.1	Bool	
"Tag_32"	%M4.2	Bool	
"Tag_33"	%M4.3	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 31: B-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A_1"	%I0.4	Bool	
"Tag_32"	%M4.2	Bool	
"Tag_33"	%M4.3	Bool	
"Tag_34"	%M4.4	Bool	
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 32: A-

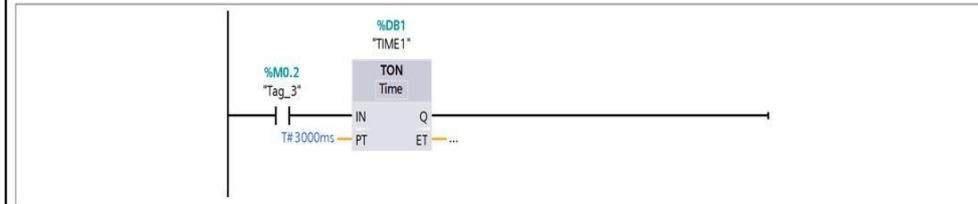


Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_2"	%M0.1	Bool	
"Tag_33"	%M4.3	Bool	
"Tag_34"	%M4.4	Bool	
"TIME6"	%DB6	IEC_Timer	
"TIME6".Q		Bool	

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

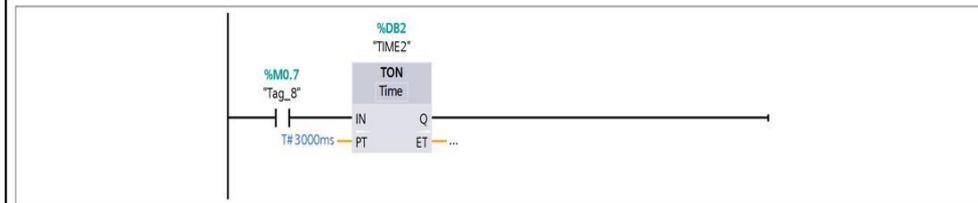
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"PARO"	%I8.3	Bool	
"Tag_60"	%M9.1	Bool	

Segmento 33: TIME1



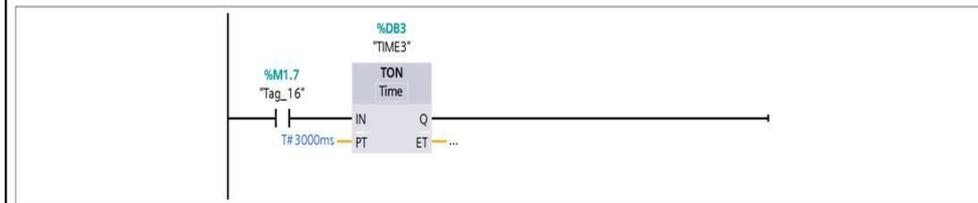
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_3"	%M0.2	Bool	
"TIME1"	%DB1	IEC_Timer	
T#3000ms	T#3000ms	Time	

Segmento 34: TIME2



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_8"	%M0.7	Bool	
"TIME2"	%DB2	IEC_Timer	
T#3000ms	T#3000ms	Time	

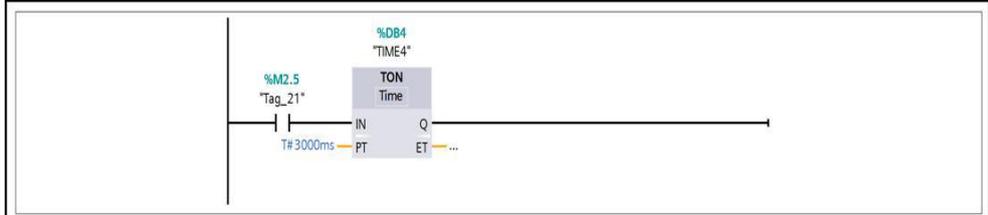
Segmento 35: TIME3



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_16"	%M1.7	Bool	
"TIME3"	%DB3	IEC_Timer	
T#3000ms	T#3000ms	Time	

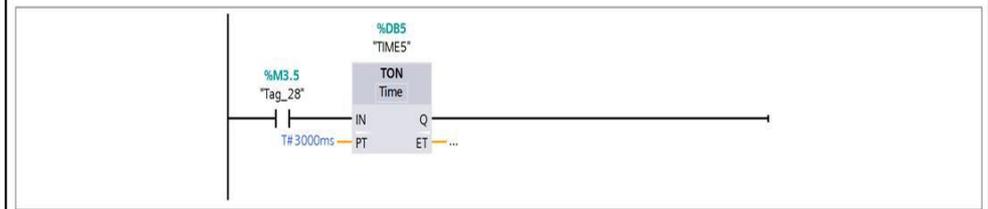
Segmento 36: TIME4

--	--	--



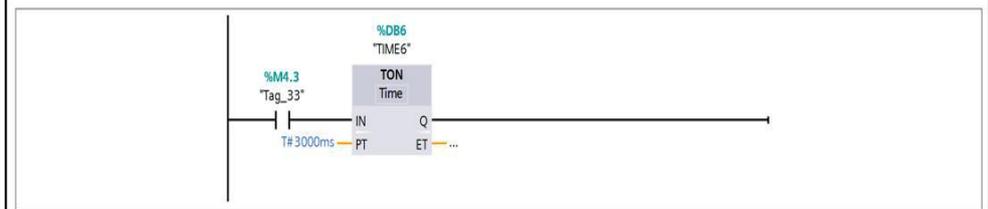
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_21"	%M2.5	Bool	
T#3000ms	T#3000ms	Time	
"TIME4"	%DB4	IEC_Timer	

Segmento 37: TIME5



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_28"	%M3.5	Bool	
T#3000ms	T#3000ms	Time	
"TIME5"	%DB5	IEC_Timer	

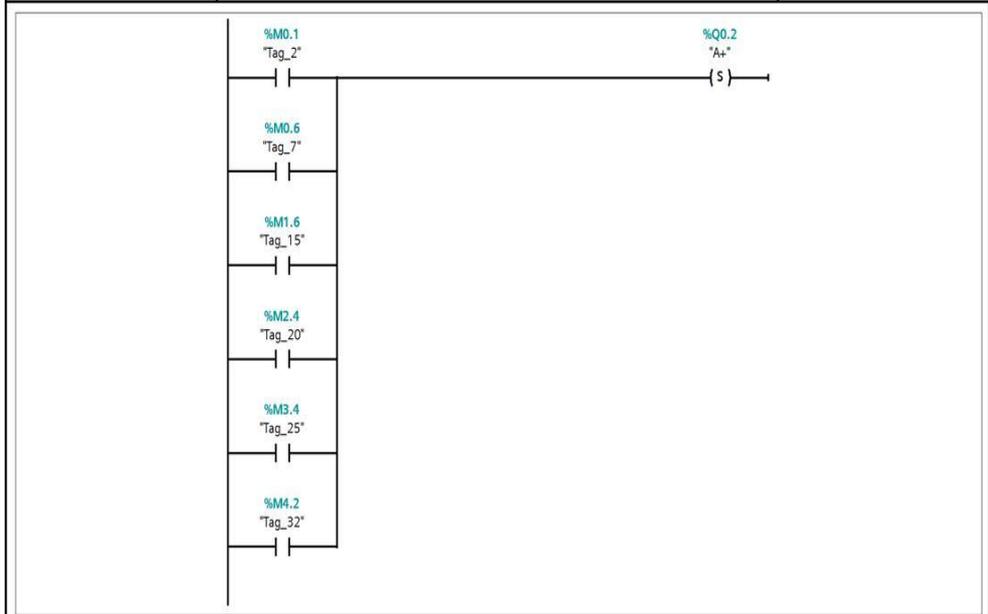
Segmento 38: TIME6



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_33"	%M4.3	Bool	
T#3000ms	T#3000ms	Time	
"TIME6"	%DB6	IEC_Timer	

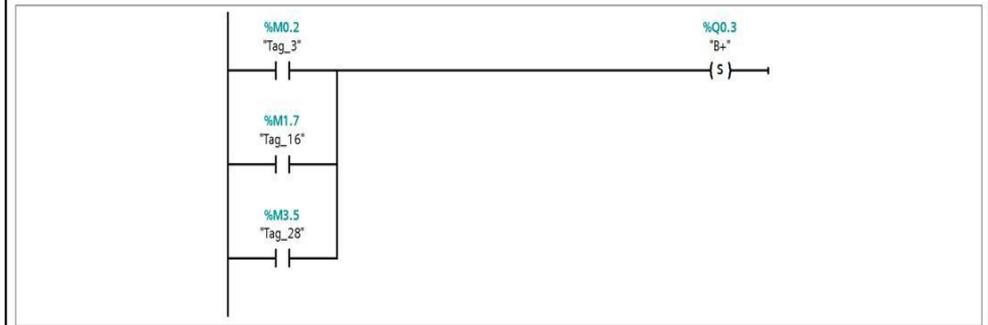
Segmento 39: SETA+





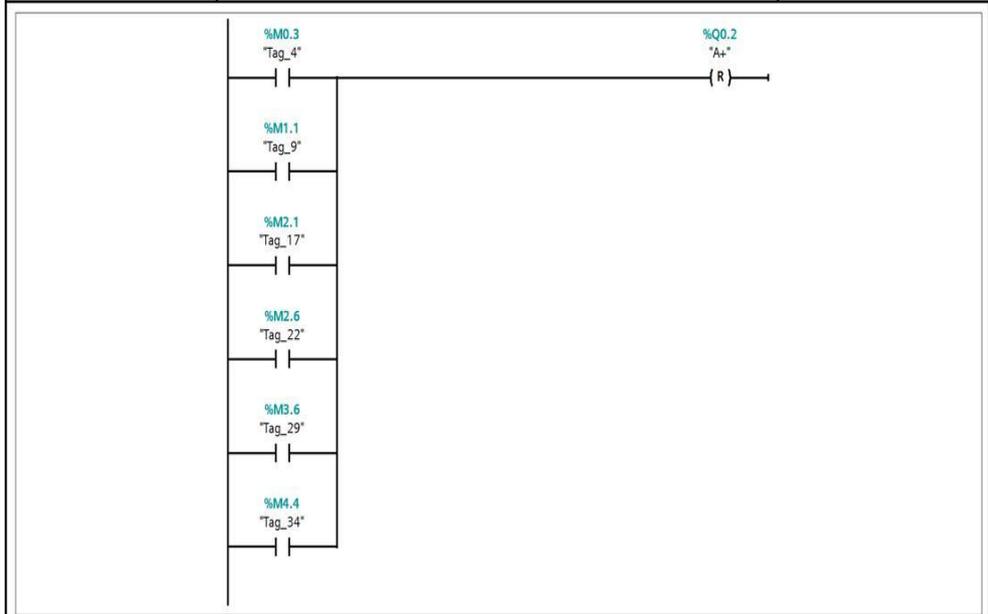
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_2"	%M0.1	Bool	
"Tag_7"	%M0.6	Bool	
"Tag_15"	%M1.6	Bool	
"Tag_20"	%M2.4	Bool	
"Tag_25"	%M3.4	Bool	
"Tag_32"	%M4.2	Bool	
"A+"	%Q0.2	Bool	

Segmento 40: SETB+



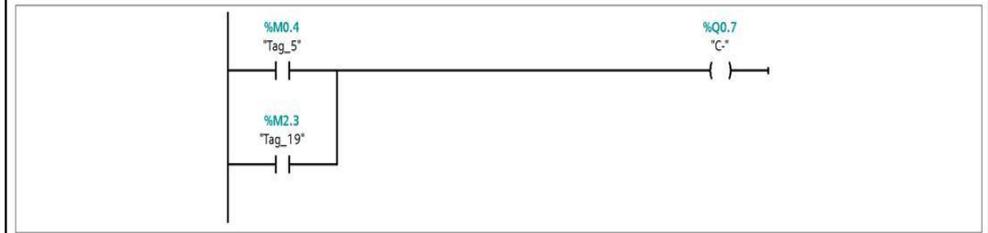
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_3"	%M0.2	Bool	
"Tag_16"	%M1.7	Bool	
"Tag_28"	%M3.5	Bool	
"B+"	%Q0.3	Bool	

Segmento 41: RESET A+



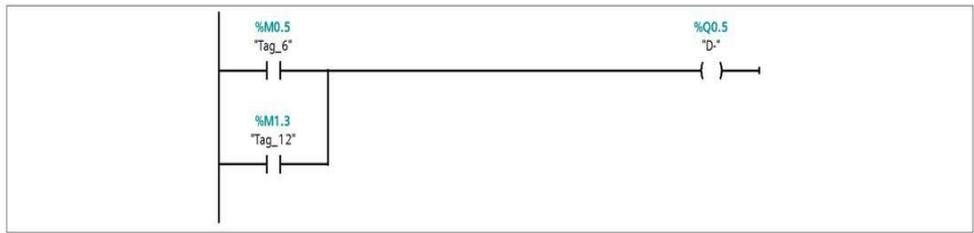
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_4"	%M0.3	Bool	
"Tag_9"	%M1.1	Bool	
"Tag_17"	%M2.1	Bool	
"Tag_22"	%M2.6	Bool	
"Tag_29"	%M3.6	Bool	
"Tag_34"	%M4.4	Bool	
"A+"	%Q0.2	Bool	

Segmento 42: C-



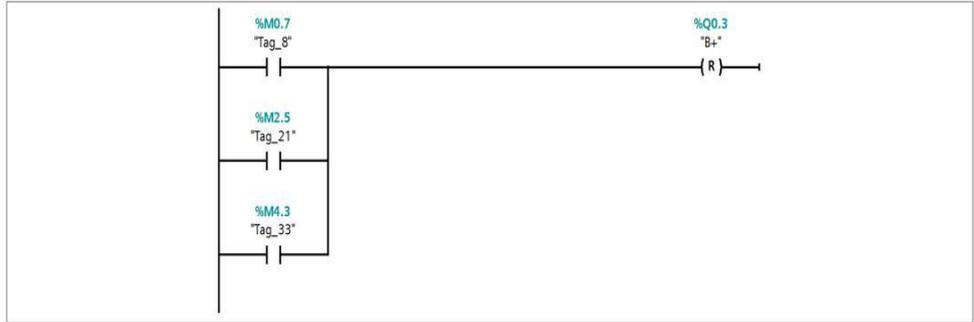
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_5"	%M0.4	Bool	
"Tag_19"	%M2.3	Bool	
"C-"	%Q0.7	Bool	

Segmento 43: D-



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_6"	%M0.5	Bool	
"Tag_12"	%M1.3	Bool	
"D-"	%Q0.5	Bool	

Segmento 44: RESET B+



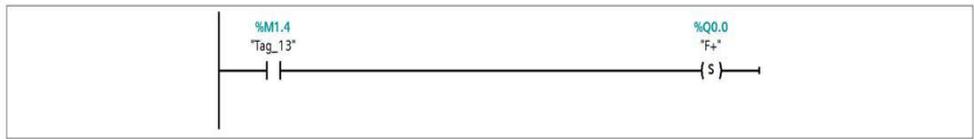
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_8"	%M0.7	Bool	
"Tag_21"	%M2.5	Bool	
"Tag_33"	%M4.3	Bool	
"B+"	%Q0.3	Bool	

Segmento 45: C+



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_10"	%M1.2	Bool	
"Tag_31"	%M4.1	Bool	
"C+"	%Q0.6	Bool	

Segmento 46: SET F+



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_13"	%M1.4	Bool	
"F+"	%Q0.0	Bool	

Segmento 47: RESET F+



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_14"	%M1.5	Bool	
"F+"	%Q0.0	Bool	

Segmento 48: D+



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_18"	%M2.2	Bool	
"Tag_30"	%M3.7	Bool	
"D+"	%Q0.4	Bool	

Segmento 49: SET E +



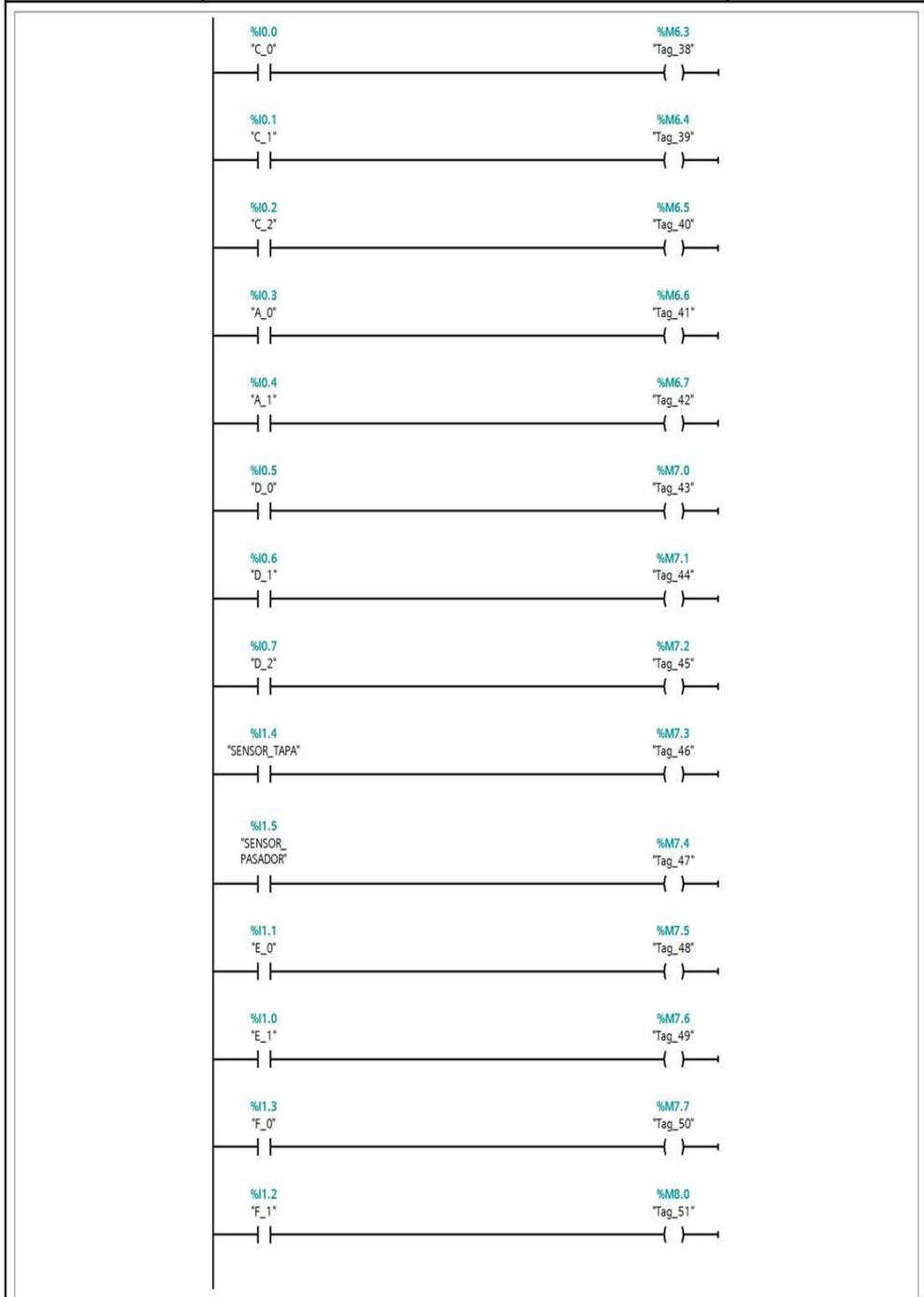
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_11"	%M3.2	Bool	
"Tag_23"	%M2.7	Bool	
"E+"	%Q0.1	Bool	

Segmento 50: RESET E +



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_24"	%M3.1	Bool	
"Tag_26"	%M3.3	Bool	
"E+"	%Q0.1	Bool	

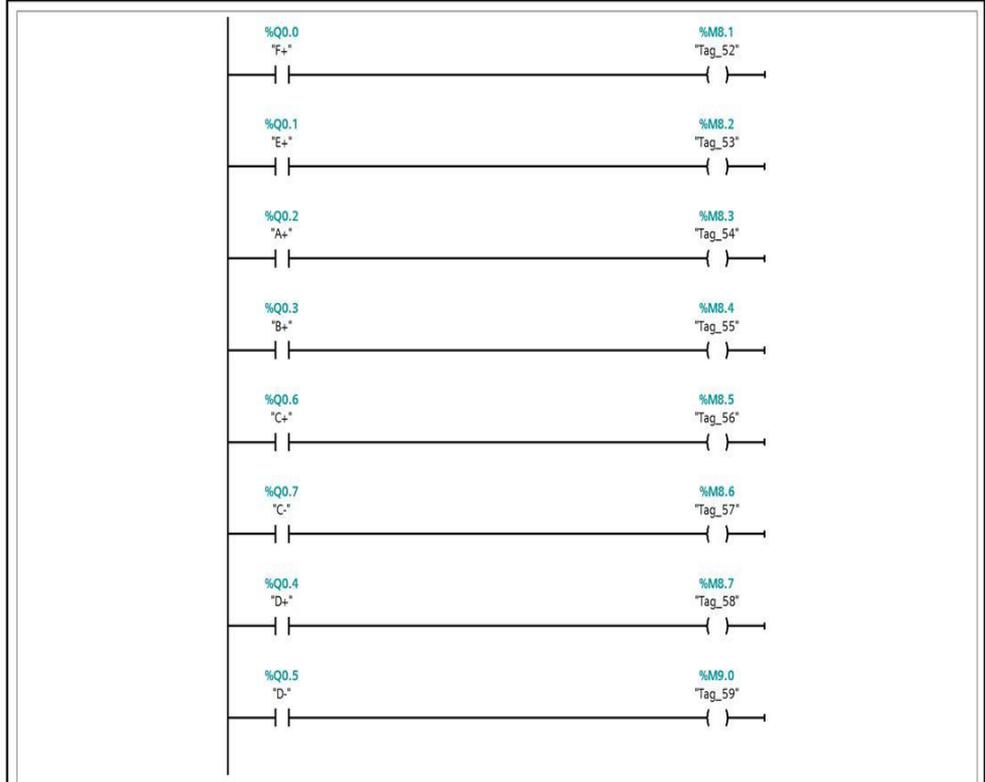
Segmento 51: HMI_SENSORES



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"D_0"	%I0.5	Bool	
"C_0"	%I0.0	Bool	
"A_0"	%I0.3	Bool	
"A_1"	%I0.4	Bool	

Totally Integrated Automation Portal			
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"C_2"	%I0.2	Bool	
"D_1"	%I0.6	Bool	
"SENSOR_PASADOR"	%I1.5	Bool	
"D_2"	%I0.7	Bool	
"SENSOR_TAPA"	%I1.4	Bool	
"F_1"	%I1.2	Bool	
"F_0"	%I1.3	Bool	
"E_1"	%I1.0	Bool	
"E_0"	%I1.1	Bool	
"C_1"	%I0.1	Bool	
"Tag_38"	%M6.3	Bool	
"Tag_39"	%M6.4	Bool	
"Tag_40"	%M6.5	Bool	
"Tag_41"	%M6.6	Bool	
"Tag_42"	%M6.7	Bool	
"Tag_43"	%M7.0	Bool	
"Tag_44"	%M7.1	Bool	
"Tag_45"	%M7.2	Bool	
"Tag_46"	%M7.3	Bool	
"Tag_47"	%M7.4	Bool	
"Tag_48"	%M7.5	Bool	
"Tag_49"	%M7.6	Bool	
"Tag_50"	%M7.7	Bool	
"Tag_51"	%M8.0	Bool	
Segmento 52: HMI_ACTUADORES			

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"A+"	%Q0.2	Bool	
"B+"	%Q0.3	Bool	
"F+"	%Q0.0	Bool	
"D-"	%Q0.5	Bool	
"E+"	%Q0.1	Bool	
"D+"	%Q0.4	Bool	
"C-"	%Q0.7	Bool	
"C+"	%Q0.6	Bool	
"Tag_52"	%M8.1	Bool	
"Tag_53"	%M8.2	Bool	
"Tag_54"	%M8.3	Bool	
"Tag_55"	%M8.4	Bool	
"Tag_56"	%M8.5	Bool	
"Tag_57"	%M8.6	Bool	
"Tag_58"	%M8.7	Bool	
"Tag_59"	%M9.0	Bool	

--	--	--

MANUAL DE USUARIO

ÍNDICE

1.- INTRODUCCION	- 3 -
2.- GENERALIDADES DEL SISTEMA	- 3 -
2.1 Requerimientos mínimos de hardware.	- 4 -
2.2 Requerimientos de software.....	- 4 -
3.- Configuración y Programación del PLC	- 4 -
3.1 Crear un proyecto	- 4 -
3.2 Configurar el controlador.....	- 5 -
3.3 Cargar la Configuración	- 7 -
3.4 Crear el programa.....	- 7 -
3.5 Cargar el programa en el controlador	- 8 -
4. MANUAL DEL HMI.....	- 10 -
4.1 Insertar Pantalla.....	- 10 -
4.2 Configuración del proyecto	- 10 -
4.3 Editar Pantallas	- 12 -
4.3.1 Carátula.....	- 12 -
4.3.2 Robot Cartesiano	- 12 -
4.3.3 Control Proceso	- 13 -
4.3.4 Monitoreo Sensores	- 15 -
4.3.5 Monitoreo Actuadores.	- 16 -
5. BOTONES DE CONTROL.....	- 18 -
5.1 BOTONES DE CONTROL FÍSICOS.....	- 18 -
5.1.1 BOTÓN INICIO.....	- 18 -
5.1.2 BOTÓN PARO	- 19 -
5.1.3 SELECTOR 1.....	- 19 -
5.1.4 SELECTOR 2.....	- 20 -
5.2 BOTONES DE CONTROL HMI	- 21 -
6. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	- 21 -
6.1 Errores Físicos del sistema	- 21 -
6.1.1 Falla de dispositivos de censado.....	- 21 -
6.1.1.1 Comprobación de las conexiones eléctricas (Cableado)	- 21 -
6.1.1.2 Revisión de la programación	- 22 -
6.1.2 Falla de actuadores	- 22 -

6.1.2.1 Electroválvulas	- 22 -
6.1.2.2 Cilindros Neumáticos.....	- 23 -
6.2 Errores PLC	- 24 -
6.2.1 Comprobar la conexión online	- 24 -
6.2.2 Eliminar errores de compilación	- 24 -
6.3 Errores en el HMI.....	- 24 -
6.3.1 Agregar Imágenes.....	- 24 -
6.3.2 Conexiones	- 24 -

1.- INTRODUCCION

En este manual se detallará la configuración y el funcionamiento del Sistema de Control y Monitoreo del Robot Cartesiano utilizado para el sistema de paletizado para el ensamblaje de partes, cuya función principal es el de controlar los actuadores del sistema que son cilindros neumáticos y a la vez monitorizar los sensores y actuadores. Permitiendo así la correcta ejecución del ensamblaje de piezas.

2.- GENERALIDADES DEL SISTEMA

El diseño y construcción del robot cartesiano busca optimizar el proceso de politizado implementado en el laboratorio de Automatización de la FIE. El sistema es capaz de reensamblar las piezas provenientes del proceso de verificación del sistema de paletizado según se requiera colocando solamente el pasador a la pieza o si ese fuera el caso colocando tapa y pasador a la pieza, posteriormente la regresa al proceso.

Una correcta programación y calibración de los sensores y actuadores es necesaria ya que esto nos permitirá obtener mayor exactitud en el proceso. El diseño de una HMI nos permite el control remoto del sistema para evitar el control manual del sistema, pero para el efecto se han implementado los dos tipos de controles el control manual y el control remoto. El HMI nos permite llevar un monitoreo de cada una de las variables del sistema, sensores en todos sus tipos y los actuadores neumáticos permitiendo así la detección oportuna en caso de errores y la toma de decisiones para el mantenimiento del sistema.

Para la programación del robot se utilizó la herramienta TIA Portal V12, la cual es un software propio de Siemens ya que el PLC que se utiliza es marca Siemens.

2.1 Requerimientos mínimos de hardware.

PC donde se ejecutará el programa

Característica	Mínimo	Recomendado
Procesador	Pentium 4 1,7 GHz	Core2 Dúo 2,2 GHz
RAM	1 GB	2 GB
Resolución de pantalla	1024 x 768 px	1400 x 1050 px

2.2 Requerimientos de software

- Sistema Operativo Microsoft Windows 7 Ultimate (64 bits o 32bits)
- TIA PORTAL V12
 - STEP 7
 - WINCC

3.- Configuración y Programación del PLC

Para la Programación y Configuración realizamos los siguientes pasos:

3.1 Crear un proyecto

Cree el proyecto "Robot_Cartesiano" en una ruta de su elección.

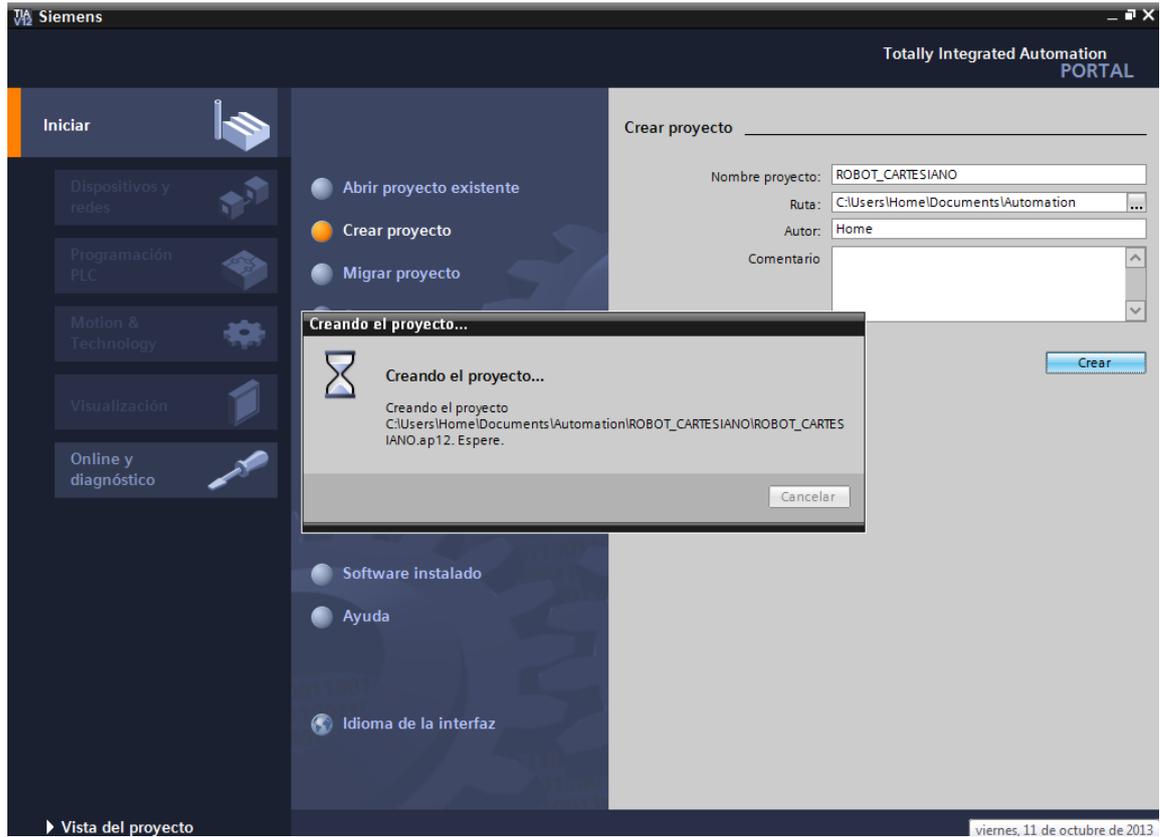


FIG.1. Creación del Proyecto

3.2 Configurar el controlador

Seleccione el controlador CPU 1214C AC/DC/Rly para este paso tener en cuenta la versión del PLC, en este caso trabajamos con la versión V1.0, además seleccionar el módulo de expansión.

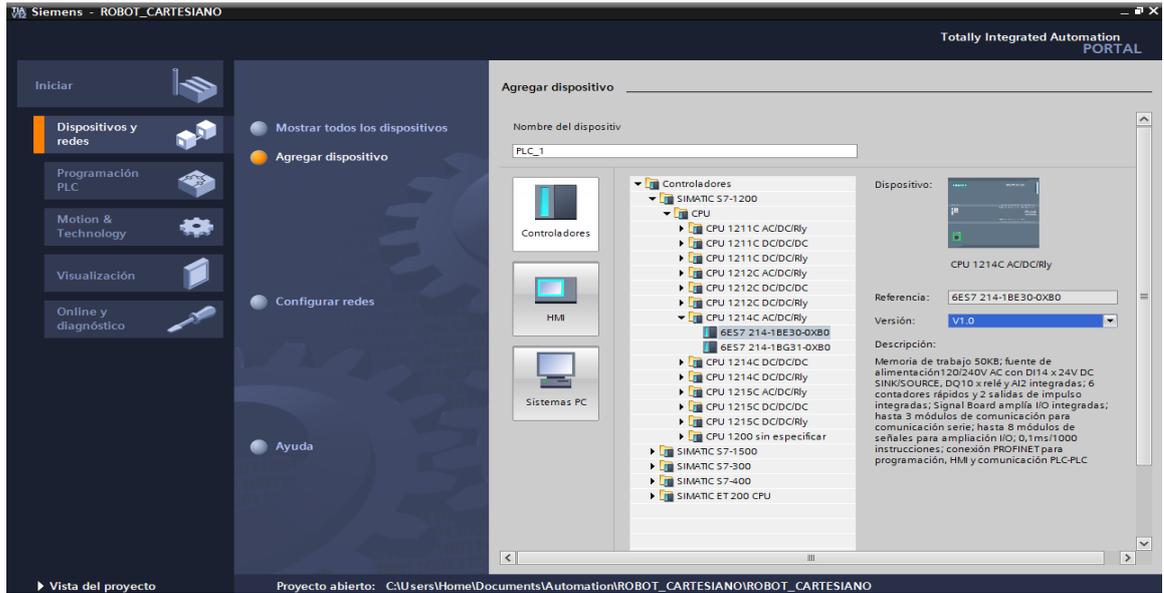


FIG.2. Selección del Controlador

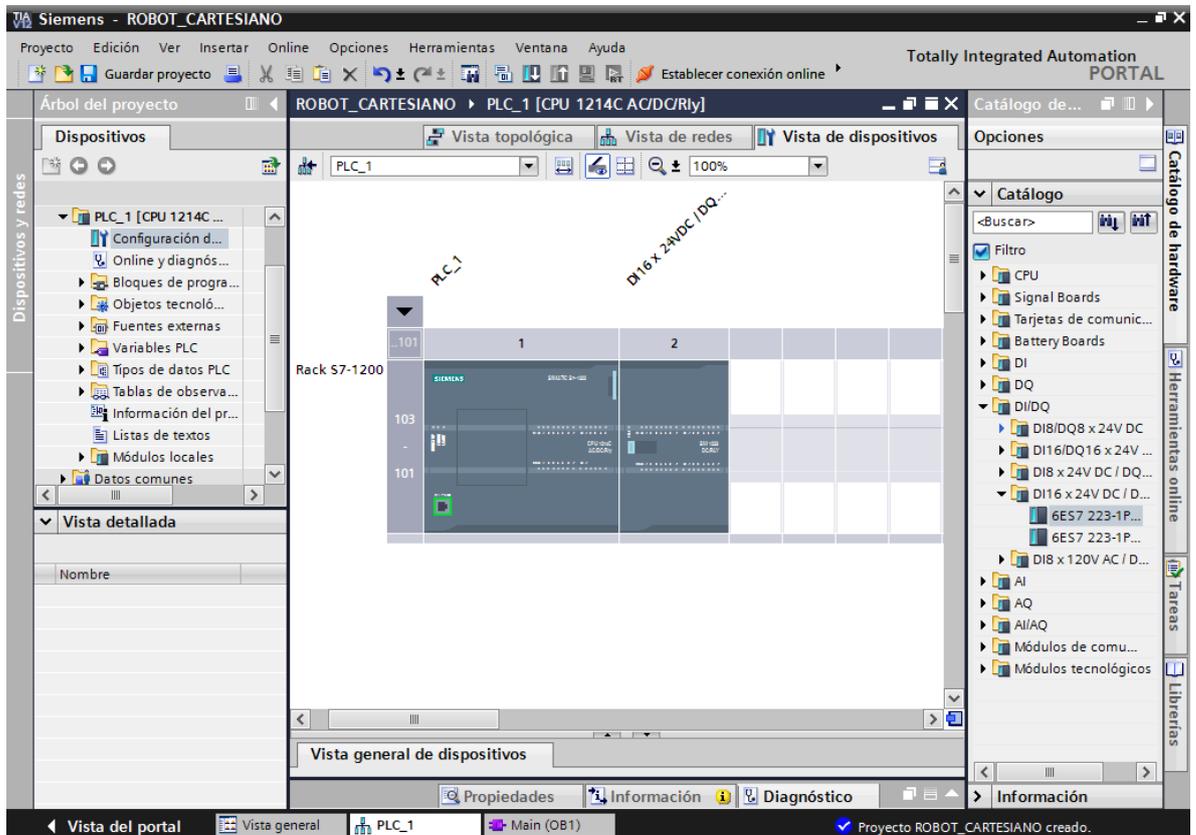


FIG.3. Selección del Módulo de expansión.

3.3 Cargar la Configuración

Para transferir la configuración seleccionamos la CPU y se nos habilita el icono  que es para transferir pero antes de esto comprobaremos la dirección IP del PC y del PLC.

Primero la IP De la PC (192.168.0.5) o la que se a del rango que no coincida ni con el PLC ni con la pantalla.

La Dirección del PLC por defecto suele ser 192.168.0.1 nosotros trabajamos con ésta dirección, pero si desea puede cambiarla.

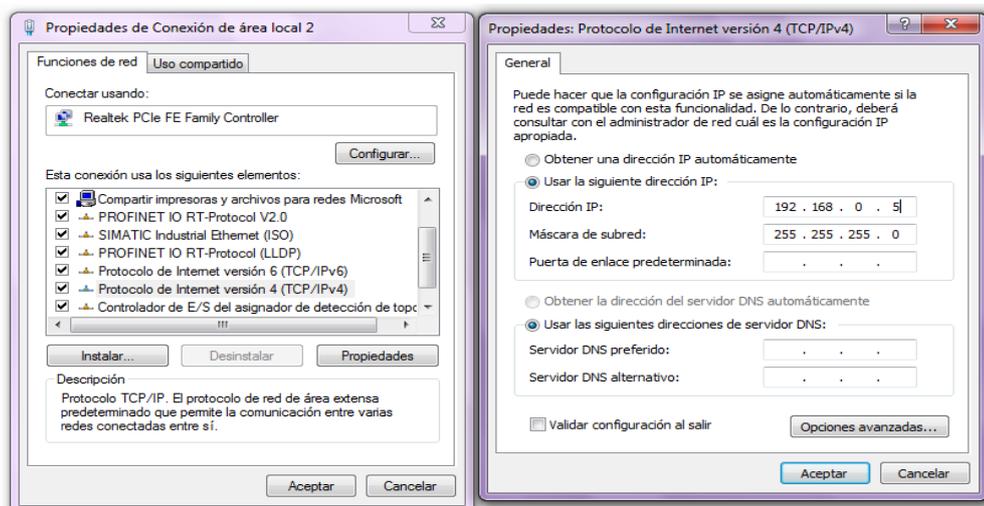


FIG.4. Configuración IP.

3.4 Crear el programa

Junto con el controlador, en el proyecto se crea automáticamente el bloque de organización

"Main [OB1]". En dicho bloque de organización se creará a continuación el programa de usuario.

Previo a la realización del programa se diseñó el respectivo GRAFCET.

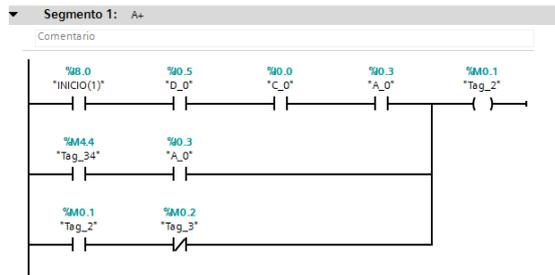


FIG.5. Bloques de programación.

3.5 Cargar el programa en el controlador

Para cargar el programa hacemos clic en el botón transferir (seleccionando siempre la CPU sino aparecerá es icono deshabilitado), entonces aparecerá la siguiente pantalla donde seleccionamos la interface de comunicación de la PG/PC. Después de la ventana que aparecerá hacemos clic en el botón cargar.

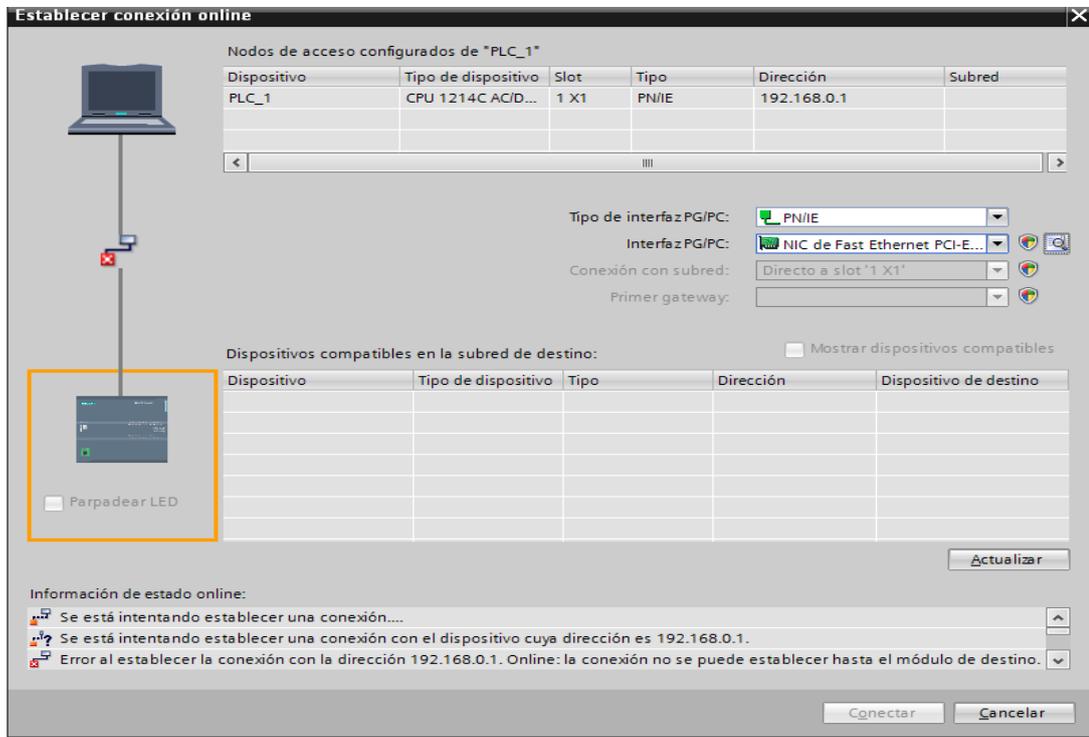


FIG.6. Tipo de interfaz PG/PC.

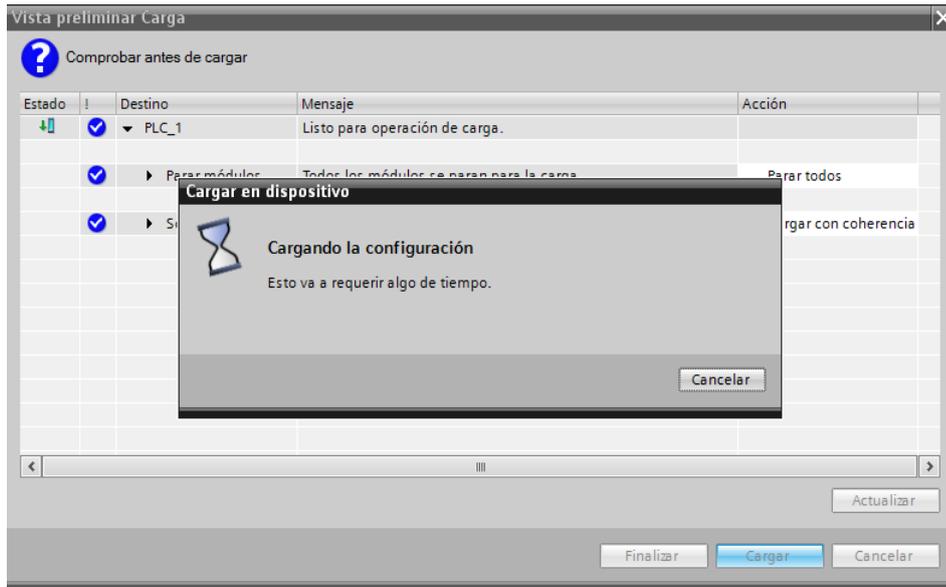


FIG.7. Cargar el programa.

3.6 Probar el programa

Para probar el programa damos clic en Online y visualizar  el estado de las variables, le damos clic en el botón “establecer conexión online”, entonces se pondrá la pantalla color naranja y veremos el estado de las variables mientras corre el programa.

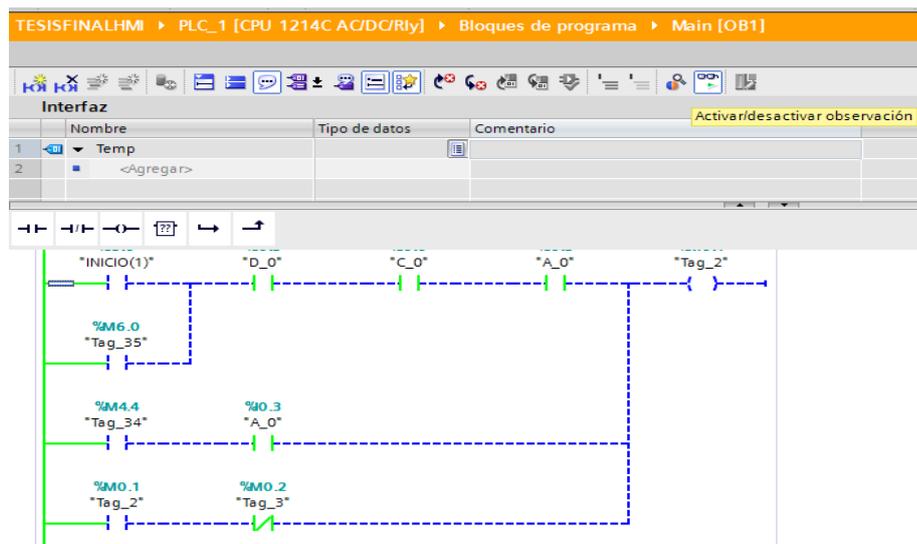


FIG.8. Probar Programa.

4. MANUAL DEL HMI

En el proyecto Robot_Cartesiano se han creado pantallas para la visualización y monitoreo de los sensores y actuadores que se detalla a continuación:

4.1 Insertar Pantalla

Insertamos la pantalla que tenemos en este caso es la KTP400 Basic mono PN, tener en cuenta la versión que utilizamos es la 11.0.0.0

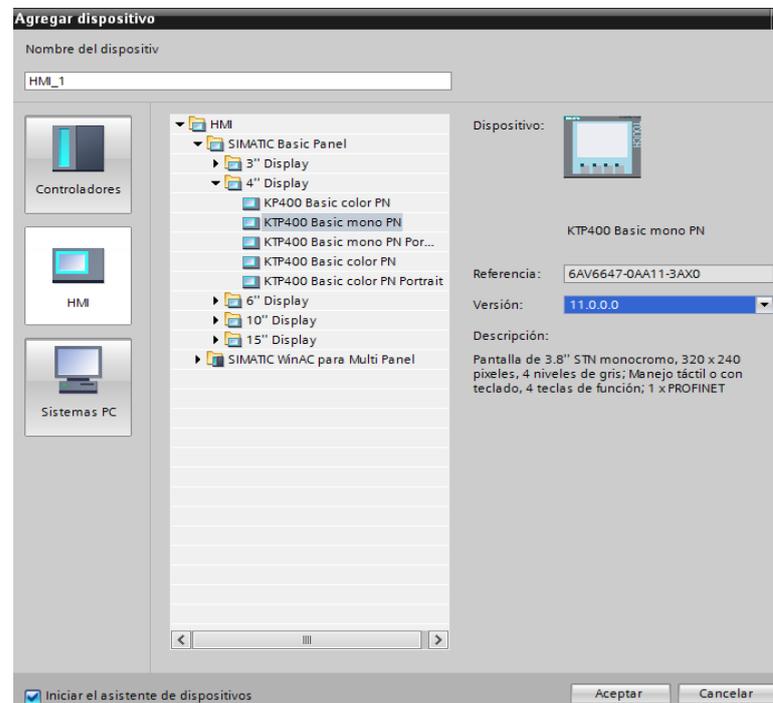


FIG.9. Selección del Módulo de expansión.

4.2 Configuración del proyecto

Una vez seleccionada la pantalla hacemos clic en el botón examinar y nos aparecerá el PLC configurado anteriormente le damos clic y se nos mostrará una pantalla como está, indicando que la conexión esta lista.

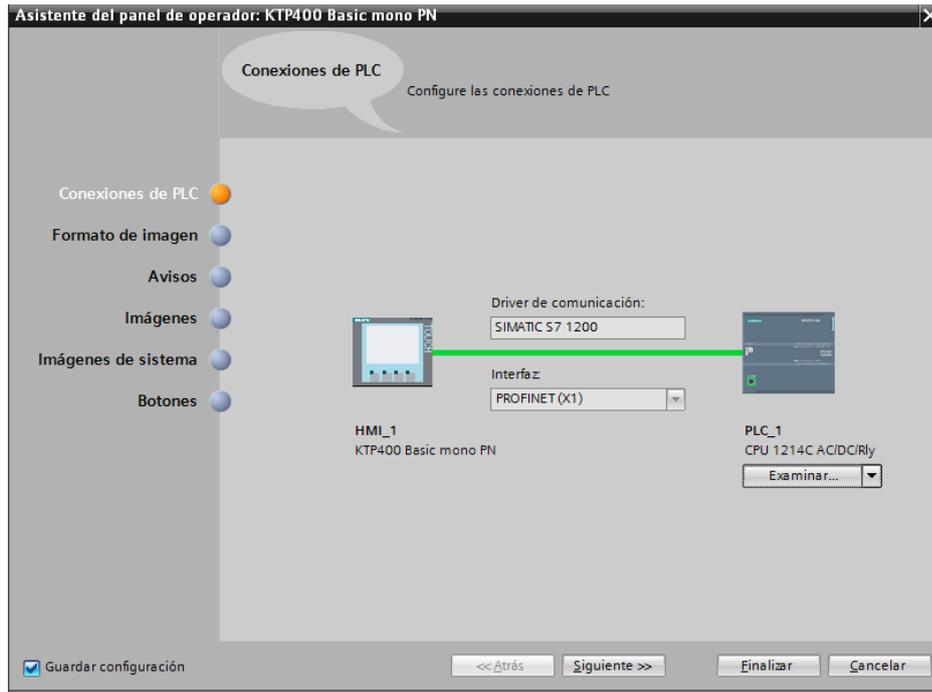


FIG.10. Configuración.

Otro paso adicional para la conexión entre el PLC y la Pantalla es darle clic en Dispositivos y Redes y unir los dos botones verdes de cada dispositivo.

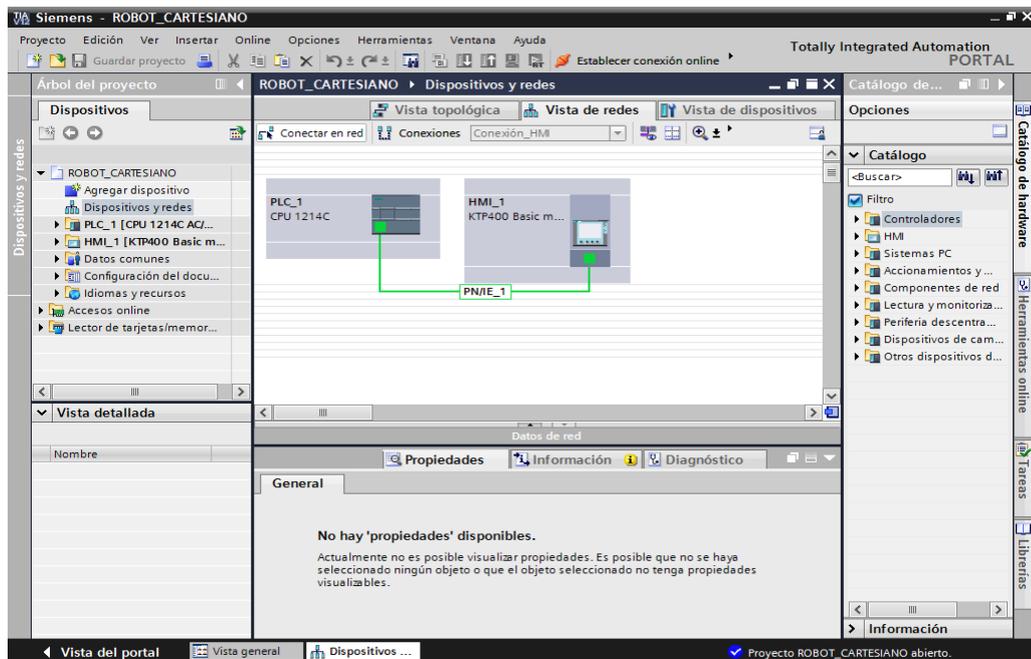


FIG.11. Comunicación entre PLC Y Pantalla

4.3 Editar Pantallas

La configuración de las cinco pantallas existentes en el proyecto se detalla a continuación:

4.3.1 Carátula

Para la primera pantalla configurada utilizamos la opción texto para crear la carátula y algunas imágenes extraídas del internet.

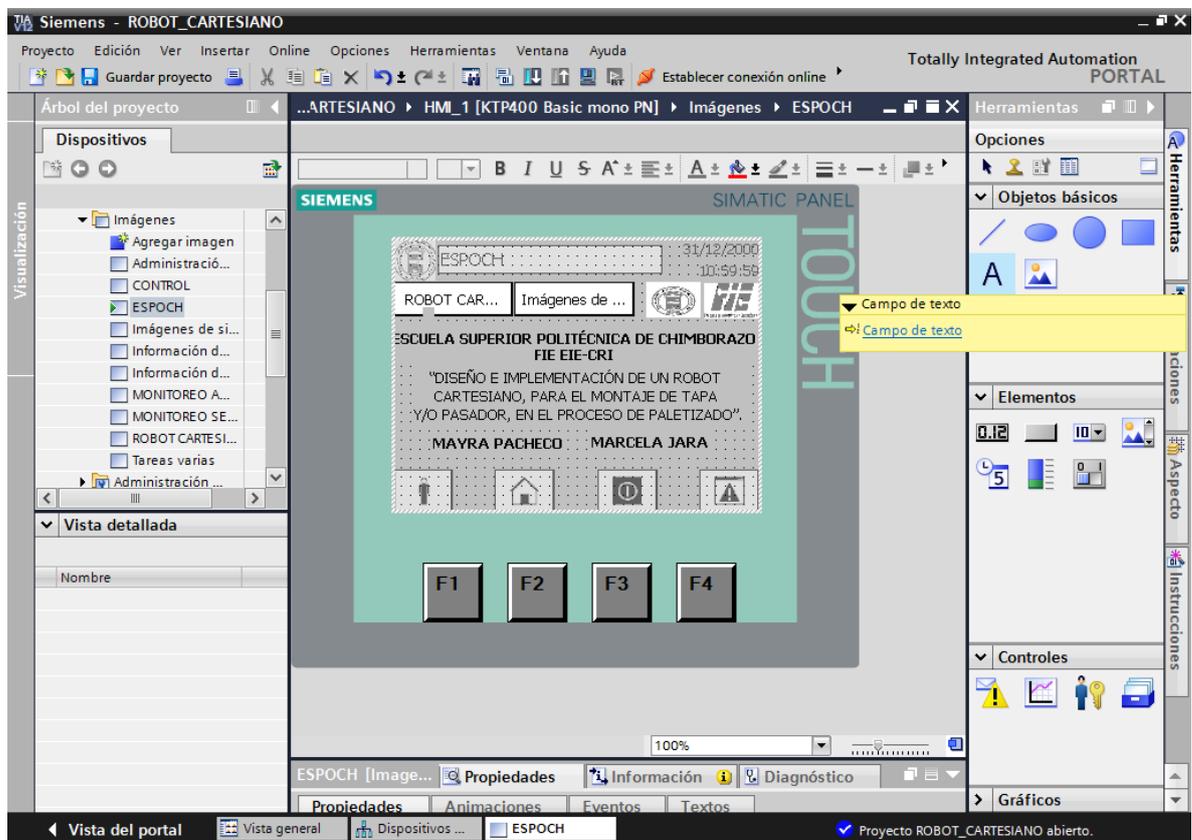


FIG.12. Carátula

4.3.2 Robot Cartesiano

Hemos creado la pantalla Robot Cartesiano que nos servirá de enlace con las restantes, para la configuración de los botones de enlace damos clic en Eventos/Soltar, dentro de

la ventana soltar debemos configurar ActivarImagen, después hacemos el enlace con el nombre de la imagen CONTROL. DE la misma manera para los demás botones.

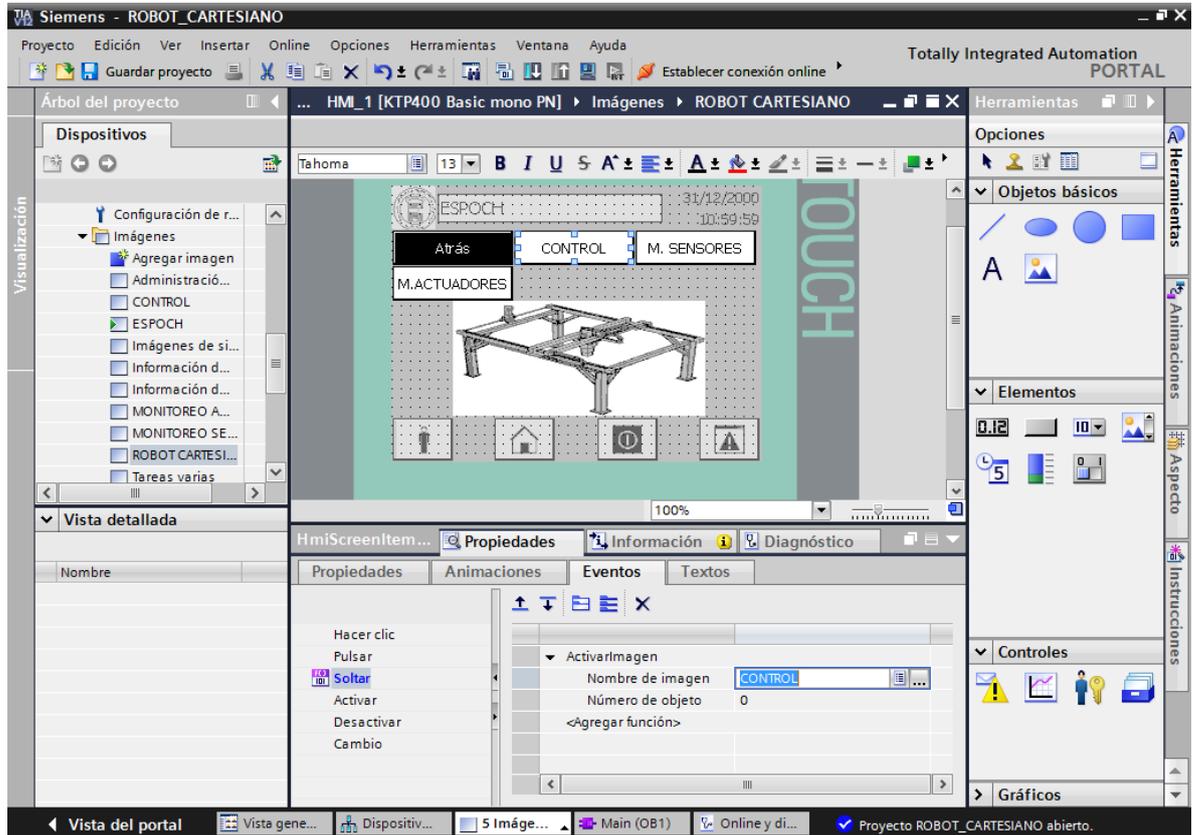


FIG.13. Pantalla de Enlace

4.3.3 Control Proceso

La tercera pantalla corresponde al control de todo el proceso, consta de botones de inicio, paro, selección, el botón selector sin tapa corresponde a la primera opción del proceso y el selector tapa corresponde a la segunda opción.

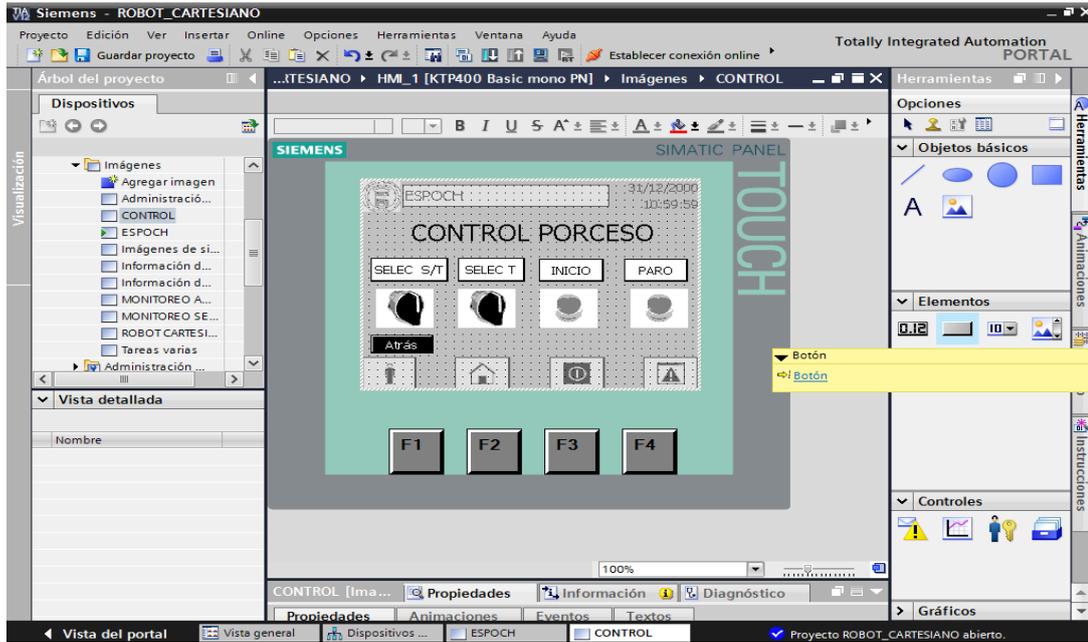


FIG.14. Control de Proceso

Para configurar el botón INICIO escogemos la opción Eventos y en Pulsar elegimos primero la opción ActivarBit y después en la tabla de variables del PLC elegimos la memoria que le asignamos al Inicio en este caso %M6.0 para todos los botones de ésta pantalla realizamos el mismo proceso, teniendo en cuenta las memorias que utilizamos para cada uno de ellos.

Para colocar gráficos escogemos la última opción del lado derecho Gráficos y elegimos pulsadores y selectores.

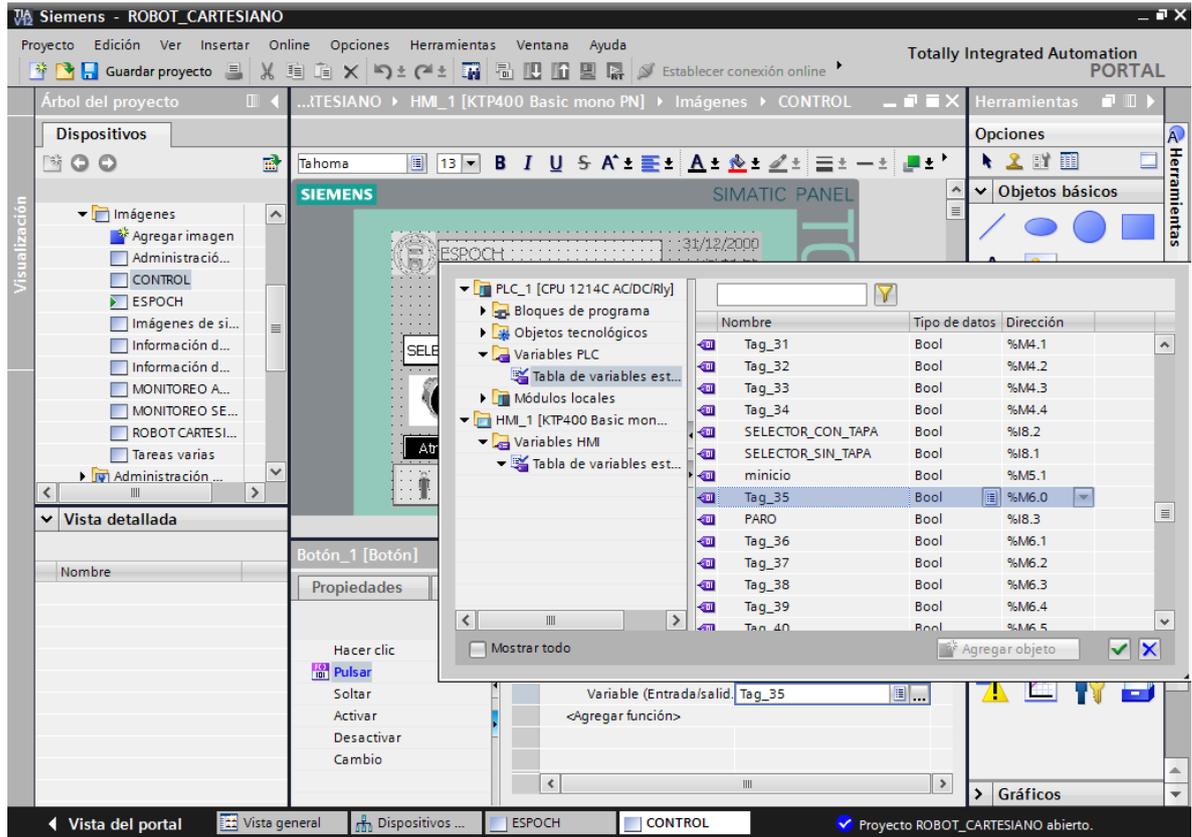


FIG.15. Control de Proceso

4.3.4 Monitoreo Sensores

Nuestro proyecto consta de 14 sensores para lo cual escogimos la opción Objetos Básicos ubicada en la parte derecha y la opción círculo, también texto para darles nombres.

Para la configuración de cada sensor elegimos Animaciones ubicado en la parte inferior, después dinamizar colores y enlazamos con la variable correspondiente al sensor C_0, en rango seleccionamos la apariencia que queremos cuando esté en 0 y en 1, en éste caso cuando se active el sensor se pondrá color negro, mientras tanto permanecerá en color blanco.

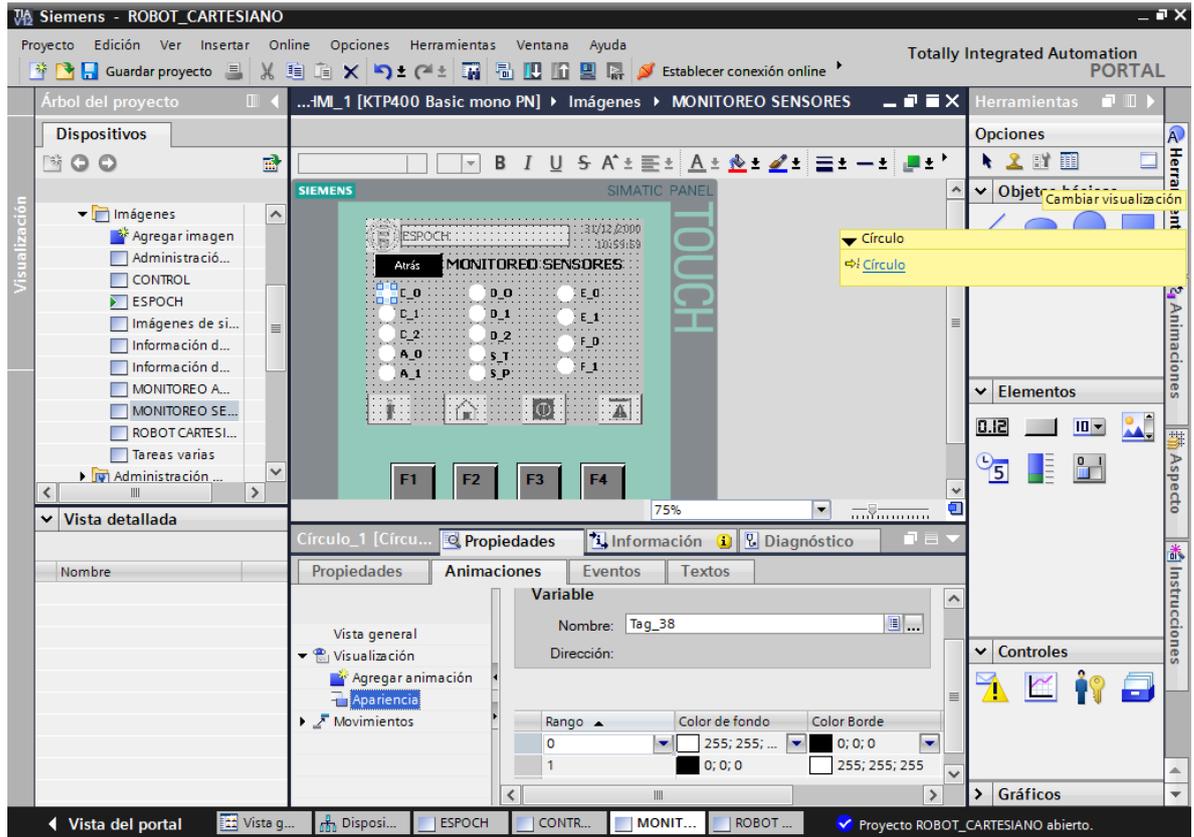


FIG.16. Monitoreo de Sensores

4.3.5 Monitoreo Actuadores.

La última pantalla corresponde al monitoreo de actuadores para lo cual utilizamos el objeto básico rectángulo para controlar a los cilindros y al igual que hicimos con los sensores lo hacemos para los actuadores. Hay que tener muy en cuenta las memoria que les asignemos a cada uno.

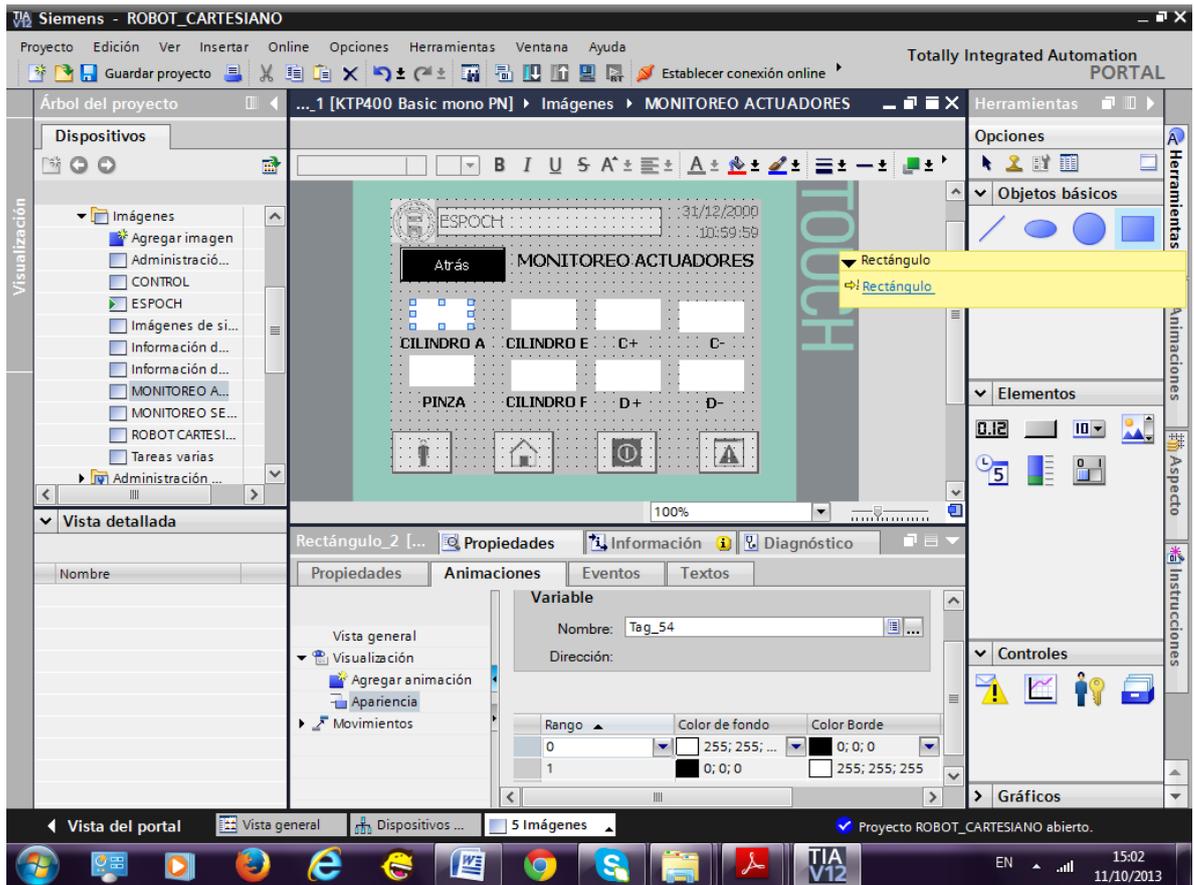


FIG.17. Monitoreo de Actuadores

Se recomienda que al final de nuestro bloque de programación realicemos las asignaciones de memoria para cada sensor y actuador.

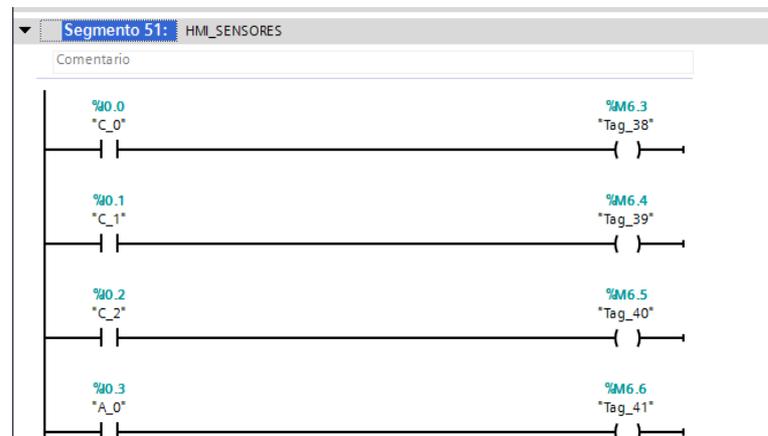


FIG.18. Asignación de Memoria

4.4 Transferir Proyecto

Una vez creado el proyecto lo transferimos a la pantalla. Para no tener problemas nos aseguramos del lado izquierdo dentro de nuestro panel HMI en OnLine y Diagnóstico tenemos seleccionado correctamente la interface.

Por último seleccionamos la pantalla y le damos clic en el botón transferir. En la ventana que nos aparece le damos en Cargar.

5. BOTONES DE CONTROL

Entre los botones de control tenemos botones de control físicos y botones de control en el HMI mediante los cuales podemos controlar y monitorear el funcionamiento del sistema.

5.1 BOTONES DE CONTROL FÍSICOS

Entre los botones de físicos que forman parte del control del robot cartesiano están: el botón inicio, paro, selector 1, selector 2 y luz de visualización.

5.1.1 BOTÓN INICIO

Por medio de éste botón se puede dar inicio al arranque del funcionamiento del robot, se pulsa una sola vez y el sistema se quedará en funcionamiento.



FIG.19. Botón Inicio

5.1.2 BOTÓN PARO

Éste botón de color rojo sirve para detener el sistema en caso de cualquier error de funcionamiento, pulsamos una sola vez para suspender la marcha y después de haber verificado el error volvemos a pulsar y el sistema arrancará desde la posición inicial.



FIG.20. Botón Paro

5.1.3 SELECTOR 1

El selector utilizado consta de tres posiciones, la posición 1 que es cuando giramos a la izquierda, entonces quiere decir que el objeto vendrá sin tapa ni pasador, entonces el sistema realiza la secuencia para colocarlos.



FIG.21. Selector 1

5.1.4 SELECTOR 2

Selector 2 es cuando lo giramos a la derecha, quiere decir que el objeto vendrá con tapa pero sin pasador, entonces el sistema realizará la secuencia para colocarlo.

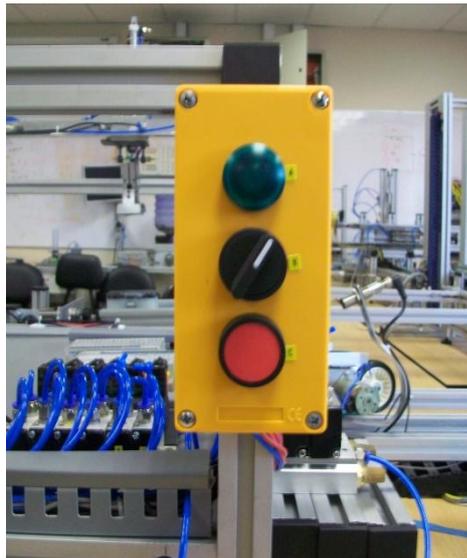


FIG.22. Selector 2

5.2 BOTONES DE CONTROL HMI

En la pantalla Control de Procesos se encuentran los botones de control inicio, paro, selector 1 y selector 2 que funcionan igual que los descritos anteriormente con la diferencia que los tenemos integrados en una pantalla touch.



FIG.23. Botones HMI

6. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

6.1 Errores Físicos del sistema

6.1.1 Falla de dispositivos de censado

6.1.1.1 Comprobación de las conexiones eléctricas (Cableado)

- Retire las canaletas que protegen el cableado del sistema.
- Identifique el cable correspondiente al sensor o sensores averiados.
- Verifique la correcta conexión del mismo a las terminales de sensor y a las terminales de la interface de Entradas y Salidas.

- Asegúrese que la entrada del sensor este correctamente cableada con la entrada del PLC.
- Finalmente verifique que la fuente de alimentación proporcione el voltaje y amperaje requeridos para el funcionamiento del sistema, (24 V dc).

6.1.1.2 Revisión de la programación

- Abra la Herramienta TIA Portal V12.
- Posteriormente abra el archivo que contenga la programación del robot.
- Seleccione Vista del Portal.
- Clic en la opción Programación del PLC.
- Revise cada una de las líneas de programación comprobando que las tareas de ejecución fueron ejecutadas correctamente.
- Ingrese a la opción variables del sistema y compruebe si las direcciones de entradas y salidas del PLC fueron configuradas correctamente.
- Finalmente compile los cambios efectuados y cargue el programa al PLC.

6.1.2 Falla de actuadores

6.1.2.1 Electroválvulas

En caso de que se identifique una falla en las electroválvulas que accionan los actuadores del Robot se debe seguir los siguientes pasos:

- Identifique la o las electroválvulas averiadas.
- Compruebe la conexión interna de cada una de ellas (Positivo con positivo y Negativo con negativo).

- Compruebe que al alimentarla el led que contiene se encienda correctamente.
- Verifique el amperaje de la fuente de energía ya que si el amperaje proporcionado por la fuente no es suficiente la electroválvula no actuara correctamente.
- Verifique que las interface de entradas y salidas funcionen correctamente.
- Finalmente conecte las salidas de aire al actuador comandado.

6.1.2.2 Cilindros Neumáticos

El sistema esta propenso a que ocasionalmente los actuadores neumáticos presenten complicaciones, así que aquí mostramos las tareas que se deben ejecutar para el mantenimiento en caso de fallas.

- Desconecte la fuente de alimentación de aire.
- Revise cada una de las conexiones de las bases en las que se encuentran montadas las Electroválvulas.
- Revise el amperaje que proporciona la fuente que alimenta las electroválvulas.
- Revise los racores de las electroválvulas, estos no deben presentar fugas de aire ya que esto afecta la funcionalidad del sistema.
- Revise los racores de cada uno de los cilindros y la correcta conexión de las mangueras de alimentación neumática.
- Al ser cilindros sin vástago estos están propensos a que el carro que contiene se desfase de su eje impidiendo así el movimiento del mismo entonces revise que el carro del cilindro este correctamente incrustado en el eje del imán.
- Finalmente compruebe todas las conexiones y proceda a encender el compresor de aire.

6.2 Errores PLC

6.2.1 Comprobar la conexión online

Si en la lista "Dispositivos accesibles en la subred de destino" no aparece ningún dispositivo, puede deberse a las causas siguientes:

- Existe un problema con la conexión hardware del controlador.
- Existe un problema con la interfaz Ethernet de la PG/el PC.
- La dirección IP del controlador no se encuentra en la misma subred que la dirección IP de la PG/del PC.

6.2.2 Eliminar errores de compilación

- Si durante la compilación se han detectado errores en el programa, en el apartado "Información > Compilar" de la ventana de inspección se muestran los errores y las indicaciones para solucionarlos.

6.3 Errores en el HMI

6.3.1 Agregar Imágenes

- Es posible modificar la representación de la imagen a posterior.
- Los ajustes realizados aquí para representar la imagen pueden modificarse más adelante en la plantilla de la imagen HMI.

6.3.2 Conexiones

- Las conexiones HMI se crean automáticamente en el TIA Portal.

Si previamente no se ha configurado ninguna conexión entre el panel de operador y el controlador, la conexión se crea automáticamente en cuanto se enlaza una variable PLC con un objeto HMI.