



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CONTROL Y
MONITOREO CON ROBOT INDUSTRIAL EN ENSAMBLAJES
MULTIPROPÓSITO PARA EL LABORATORIO DE
AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA
ESPOCH”**

**JIMÉNEZ GARCÍA BAYARDO ANDRÉS
NINABANDA QUINABANDA BENJAMÍN CORNELIO**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

**RIOBAMBA – ECUADOR
2017**

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-05-16

Yo recomiendo que el trabajo de Titulación preparado por:

**JIMÉNEZ GARCÍA BAYARDO ANDRÉS
NINABANDA QUINABANDA BENJAMÍNCORNELIO**

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CONTROL Y
MONITOREO CON ROBOT INDUSTRIAL EN ENSAMBLAJES
MULTIPROPÓSITO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE
LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos Santillán
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Santillán
DIRECTOR

Ing. Pablo Montalvo
ASESOR

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JIMÉNEZ GARCÍA BAYARDO ANDRÉS

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CONTROL Y MONITOREO CON ROBOT INDUSTRIAL EN ENSAMBLAJES MULTIPROPÓSITO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: 2017-01-13

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Cesar Astudillo PRESIDENTE TRIB.DEFENSA			
Ing. Marco Santillán DIRECTOR			
Ing. Pablo Montalvo ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Cesar Astudillo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: NINABANDA QUINABANDA BENJAMÍN CORNELIO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CONTROL Y MONITOREO CON ROBOT INDUSTRIAL EN ENSAMBLAJES MULTIPROPÓSITO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: 2017-01-13

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Cesar Astudillo PRESIDENTE TRIB.DEFENSA			
Ing. Marco Santillán DIRECTOR			
Ing. Pablo Montalvo ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Cesar Astudillo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Jiménez García Bayardo Andrés

Ninabanda Quinabanda Benjamín Cornelio

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Jiménez García Bayardo Andrés y Ninabanda Quinabanda Benjamín Cornelio, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Jiménez García Bayardo Andrés
Cédula de identidad:150065370-2

Ninabanda Quinabanda Benjamín Cornelio
Cédula de Identidad: 020190380-4

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a todo el esfuerzo y apoyo brindado por mis padres para que yo pueda culminar con éxito mis estudios en especial a mi padre quien con esfuerzo y sacrificio me ayudó en esta etapa de mi vida.

Además, a todo el esfuerzo que he puesto en mí trabajo para alcanzar una de mis metas que es la culminación de mi carrera.

Jiménez García Bayardo Andrés

El presente trabajo lo dedico para aquellas personas que son mi luz guía en mi vida mis padres que con su apoyo incondicional he podido lograr mis objetivos, Dylan, Darío, Natividad y Verónica, son las personas que siempre me han apoyado, y doy gracias por haberme regalado el tiempo que debía pasar con ustedes y por estar siempre junto a mí, con sus consejos y comprensión los que me fortalecieron para el cumplimiento de esta meta.

Ninabanda Quinabanda Benjamín Cornelio

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por estar siempre conmigo, brindándome fortaleza para enfrentar cada reto en mi vida.

A mis padres y hermana que siempre me supieron dar su aliento de apoyo para que yo siga a delante.

Agradezco a todos mis profesores de la Escuela de Ecoturismo por guiarme con sus conocimientos a lo largo de mi carrera, en especial al Msc. Ángel Silva Conde

Un agradecimiento especial al amor de mi vida Estefanía Padilla, por ser parte de mi vida y brindarme todo tu amor y apoyo incondicional cuando más lo he necesitado.

Jiménez García Bayardo Andrés

Mi agradecimiento a Dios por haberme brindado la sabiduría, por guiarme en cada decisión a tomar y por ser mi fortaleza en los momentos más difíciles y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y felicidad. A mis padres y mi hijo personas que me han dado el apoyo incondicional en cada decisión a tomar y poder culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por haberme brindado la oportunidad de recibir los conocimientos en sus aulas los mismos que me servirá para mi vida profesional.

También quiero agradecer al Msc. Ángel Silva Conde, por su valiosa orientación y el apoyo para la culminación del trabajo de titulación.

Ninabanda Quinabanda Benjamín Cornelio

CONTENIDO

Pág.

1	INTRODUCCIÓN	
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	<i>Objetivo general.</i>	3
1.3.2	<i>Objetivos específicos:</i>	3
2	MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO	
2.1	Generalidades de sistemas automatizados.....	4
2.1.1	<i>Sistema automatizado.</i>	4
2.1.1.1	<i>Parte operativa.</i>	4
2.1.1.2	<i>Parte de mando.</i>	4
2.1.2	<i>Términos básicos.</i>	5
2.1.2.1	<i>Procesos.</i>	5
2.1.2.2	<i>Sistemas.</i>	5
2.1.2.3	<i>Sistemas de control en lazo cerrado</i>	5
2.1.2.4	<i>Sistemas de control en lazo abierto.</i>	5
2.1.3	<i>Componentes de un sistema automatizado.</i>	6
2.1.3.1	<i>Sensores.</i>	6
2.1.3.2	<i>Controlador.</i>	6
2.1.3.3	<i>Actuadores.</i>	6
2.2	Robots industriales	6
2.2.1	<i>Morfología del robot</i>	7
2.2.1.1	<i>Parámetros que lo caracterizan a los robots industriales puma.</i>	8
2.2.1.2	<i>Robot industrial Kawasaki RS03N.</i>	8
2.2.1.3	<i>Base.</i>	8
2.2.1.4	<i>Hombro.</i>	9
2.2.1.5	<i>Codo.</i>	9
2.2.1.6	<i>Muñeca.</i>	9
2.2.2	<i>Ventajas del robot Kawasaki RS03N.</i>	9
2.2.3	<i>Control E 70 con unidad manual de servicio.</i>	9
2.2.4	<i>Programación del robot KAWASAKI RS03N</i>	10
2.2.4.1	<i>Monitor</i>	10
2.2.4.2	<i>Editor.</i>	10
2.2.4.3	<i>Playback.</i>	10
2.2.4.4	<i>Lenguaje AS.</i>	10
2.2.4.5	<i>Convenciones.</i>	11
2.2.4.6	<i>Mandos principales.</i>	11
2.2.4.7	<i>Mandos en modalidad monitor.</i>	11
2.2.4.8	<i>Mandos en modalidad editor.</i>	11
2.3	Controlador lógico programable (PLC).....	11
2.3.1	<i>Campos de aplicación</i>	12
2.3.1.1	<i>Ventajas</i>	12
2.3.1.2	<i>Desventajas.</i>	13
2.3.2	<i>Controlador lógico programable PLC (S7 1500).</i>	13

2.3.2.1	<i>Señales integradas, módulos de señales y módulos de comunicación</i>	14
2.3.2.2	<i>Señales integradas</i>	14
2.3.2.3	<i>Funciones de salidas de alta velocidad</i>	14
2.3.2.4	<i>Funciones de entradas de altas velocidad para conteo y medición</i>	15
2.4	Controlador Lógico Programable PLC S7 1200	15
2.4.1	<i>Controlador Lógico Programable (PLC)</i>	15
2.4.2	<i>Características</i>	15
2.4.3	<i>Controlador lógico programable PLC S7 1200</i>	16
2.4.3.1	<i>Señales integradas, módulos de señales y módulos de comunicación</i>	16
2.4.3.2	<i>Señales integradas</i>	16
2.5	TIA Portal	17
2.5.1	<i>STEP 7 TIA Portal V13</i>	17
2.5.2	<i>Lenguaje de programación STEP 7 TIA Portal V13</i>	18
2.5.2.1	<i>Esquema de Contactos (KOP)</i>	18
2.5.3	<i>Diagrama de funciones (FUP)</i>	18
2.6	Mecanismos de transporte en procesos de ensamblaje	19
2.7	Sistemas electropneumáticos	20
2.7.1	<i>Compresor</i>	20
2.7.2	<i>Motor eléctrico</i>	20
2.7.3	<i>Presostato</i>	20
2.7.4	<i>Válvula anti-retorno</i>	20
2.7.5	<i>Purga automática</i>	20
2.7.6	<i>Manómetro</i>	21
2.7.7	<i>Válvula de seguridad</i>	21
2.7.8	<i>Secador de aire refrigerado</i>	21
2.7.9	<i>Filtro de línea</i>	21
2.7.10	<i>Sistemas de consumo de aire</i>	21
2.7.10.1	<i>Purga automática</i>	21
2.7.10.2	<i>Unidad de acondicionamiento del aire</i>	21
2.7.10.3	<i>Actuador</i>	21
2.7.10.4	<i>Controladores de velocidad</i>	21
2.7.10.5	<i>Válvula reguladora de caudal o flujo</i>	21
2.7.10.6	<i>Electroválvulas (solenoides)</i>	21
2.7.10.7	<i>Cilindros de doble efecto</i>	22
2.7.10.8	<i>Unidad de mantenimiento</i>	23
2.7.10.9	<i>Lubricador del aire a presión</i>	23
2.8	Sistemas de medición en procesos de ensamblaje	23
2.8.1	<i>Paso 1 Identificar los aspectos de preocupación en la medición</i>	24
2.8.2	<i>Paso 2 Identificar el equipo</i>	24
2.8.3	<i>Paso 3 Diagrama de flujo del sistema y del proceso de medición</i>	24
2.8.4	<i>Paso 4 Planear-Hacer-Estudiar-Actuar</i>	24
2.8.5	<i>Paso 5 Posible solución y prueba de la corrección</i>	24
2.8.6	<i>Paso 6 Institucionalizar el cambio</i>	24
3	DISEÑO Y MONTAJE DE ELEMENTOS	
3.1	Recomendaciones que se deben tomar en cuenta para el montaje de elementos eléctricos en los tableros	25
3.2	Diseño del tablero de control y sus elementos eléctricos y electrónicos	26
3.2.1	<i>Montaje del PLC S7 1500, seguridad, características y alimentación</i>	26
3.2.1.1	<i>Montaje del perfil de 530 mm y sus respectivas canaletas ranuradas</i>	28

3.2.1.2	<i>Montaje de fuente de alimentación del sistema(PM).</i>	28
3.2.1.3	<i>Montaje de la CPU.</i>	29
3.2.1.4	<i>Montaje de los módulos de entradas y salidas digitales</i>	29
3.2.2	<i>Montaje del variador de frecuencia SINAMICS G110CPM110AM.</i>	30
3.2.3	<i>Montaje del PLC S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RELAY.</i>	32
3.2.3.1	<i>Montaje del CPU del PLC S7 1200.</i>	33
3.2.3.2	<i>Montaje del módulo de salidas analógicas (Signal Board) SB1232AQ</i>	33
3.2.4	<i>Montaje del módulo de Switch Compacto.</i>	34
3.2.5	<i>Montaje de la pantalla táctil HMI KTP 600 Basic.</i>	35
3.2.6	<i>Elementos de protección eléctrica.</i>	36
3.2.6.1	<i>Guardamotor SIEMENS SIRIU 3R (Interruptores Automáticos).</i>	36
3.2.7	<i>Cables para conexión ETHENET.</i>	37
3.2.8	<i>Tarjeta SysLink.</i>	37
3.3	Diseño y montaje del robot industrial KAWASAKI RS03N y sus respectivos componentes	38
3.3.1	<i>Brazo.</i>	38
3.3.1.1	<i>Base.</i>	38
3.3.1.2	<i>Hombro.</i>	38
3.3.1.3	<i>Codo.</i>	39
3.3.1.4	<i>Muñeca.</i>	39
3.3.1.5	<i>Rotador.</i>	39
3.3.1.6	<i>Girador.</i>	40
3.3.1.7	<i>Pinza neumática.</i>	40
3.3.2	<i>Componentes requeridos para el movimiento del brazo robótico.</i>	41
3.3.3	<i>Instalación de líneas neumáticas para la pinza.</i>	41
3.4	Diseño y montaje de la banda transportadora y sus elementos mecánicos y neumáticos	41
3.4.1	<i>Montaje del segmento de la curva de 180 grados de cinta transportadora.</i>	42
3.4.2	<i>Montaje del segmento de cinta doble transportadora pasivo.</i>	42
3.4.3	<i>Montaje del motorreductor.</i>	44
3.4.3.1	<i>Pasos para el montaje del motorreductor.</i>	45
3.5	<i>Diseño y montaje de la torre de almacenamiento para la materia prima.</i>	46
4	PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA ESTACIÓN DE ENSAMBLAJE	
4.1	<i>Representación del tablero de control en diagrama unifilar</i>	48
4.2	<i>Programación del robot Kawasaki RS03N mediante Teach Pendant.</i>	49
4.3	Programación y comunicación del tablero de control y el proceso de ensamblaje	51
4.3.1	<i>Configuración del software TIA Portal V13.</i>	51
4.3.1.1	<i>Creación de un nuevo proyecto para la programación.</i>	52
4.3.1.2	<i>Agregar el PLC S7 1500 con un CPU 1511 – 1PN.</i>	52
4.3.1.3	<i>Agregar los módulos de entradas y salidas digitales.</i>	53
4.3.2	<i>Agregar el PLC S7 1200 con un CPU 1214C AC/DC/RELAY.</i>	54
4.3.2.1	<i>Agregar el módulo de salida analógica SB1232AQ.</i>	54
4.3.3	<i>Programación de los equipos del tablero de control.</i>	55
4.3.3.1	<i>Programación del PLC S7 1500 y el PLC S7 1200 con el software.</i>	55
4.3.4	<i>Agregar una pantalla HMI KTP600 Basic.</i>	58
4.3.4.1	<i>Programación del HMI KTP600.</i>	59
4.4	<i>Descripción del proceso de ensamblaje</i>	61

4.4.1	<i>Descripción de la forma en que se realiza el proceso de ensamblaje.....</i>	61
4.4.1.1	<i>Posición inicial del robot RS03N.</i>	62
4.4.1.2	<i>Descripción del proceso para levantar de la base.</i>	62
4.4.1.3	<i>Descripción del proceso de ensamblaje de la base.</i>	62
4.4.1.4	<i>Descripción del proceso de ensamblaje de la tapa.</i>	63
4.4.1.5	<i>Descripción del proceso de ensamblaje del pasador.</i>	63
4.4.2	<i>Descripción del proceso del vaciado del pallet.....</i>	64
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones.....	65
5.2	Recomendaciones	65

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. Características del PLC S7 1500 y sus componentes	27
2. Variador de frecuencia SINAMICS G110CPM110AM.....	30
3. Disipación de Potencia del convertidor SINAMICS G110 (230V).....	31
4. Montaje del PLC S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RELEY.....	32
5. Montaje de pantalla Táctil HMI KTP 600 Basic	35
6. Montaje del guardamotor SIRIUS 3R	36
7. Componentes del brazo robótico	41
8. Componentes de la banda transportadora	42
9. Cilindro compacto.....	43
10. Funciones y características del motorreductor.....	45
11. Descripción de las funciones para el proceso de ensamblaje	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. Control en lazo cerrado.....	5
2. Control en lazo abierto.....	6
3. Robot Industrial RS03N y Teach Pendant.....	9
4. PLC S7 - 1500 CPU AC/DC.....	14
5. PLC S7- 1200 CPU 1214c AC/DC/RELAY.....	16
6. Lenguaje de programación KOP.....	18
7. Lenguaje de programación FUP.....	18
8. Sistema de transporte en líneas de ensamblaje.....	19
9. Sistemas neumáticos.....	22
10. Cilindro de doble efecto.....	22
11. Unidad de mantenimiento.....	23
12. Tablero de control.....	26
13. Montaje de canaletas ranuradas.....	28
14. Montaje de fuente de alimentación del sistema (PM).....	28
15. Montaje de la CPU.....	29
16. Módulos de entradas y salidas digitales.....	29
17. Montaje del variador de frecuencia Sinamics G110CPM110AM.....	32
18. Montaje del PLC S7 1200 con CPU 1214C.....	34
19. Módulo de Switch compacto.....	34
20. Pantalla táctil HMI KTP 600.....	35
21. Elementos de protección eléctrica.....	36
22. Cable de conexión Ethernet.....	37
23. Tarjeta SysLink.....	37
24. Base.....	38
25. Hombro.....	39
26. Codo.....	39
27. Muñeca.....	39
28. Rotador.....	40
29. Girador.....	40
30. Pinza neumática.....	40
31. Robot KAWASAKI RS03N.....	41
32. Curva de 180 grados de cinta transportadora.....	42

33.	Segmento de cinta doble transportadora pasivo.	43
34.	Banda transportadora	43
35.	Cilindro compacto.....	44
36.	Electroválvula 5/2 AIRTAC 4V210-08.....	44
37.	Montaje del motorreductor	46
38.	Torre de almacenamiento.....	46
39.	Implementación de la estación de ensamblaje	47
40.	Diagrama unifilar	49
41.	Panel operativo del controlador	50
42.	Selección de programa de ensamblaje	50
43.	Coordenadas de los movimientos	51
44.	Creación del nuevo proyecto	52
45.	Selección del dispositivo	52
46.	Determinar la configuración del dispositivo.....	53
47.	Inserción de los módulos de entradas y salidas digitales.....	53
48.	Selección del dispositivo S7-1200.....	54
49.	Insertar el módulo de salida analógica.....	54
50.	Conexión de los elementos	55
51.	Controles para la manipulación de la estación de ensamblaje.....	56
52.	Inicio del proceso de ensamblaje	57
53.	Programación del PLC S7 1200 que controla las salidas analógicas para el control del variador de frecuencia	57
54.	Agregar dispositivo HMI KTP 600 Basic Panel PN.....	58
55.	Inserción de pantalla Touch KTP 600	58
56.	Pantalla de inicio del ensamblaje.....	59
57.	Ventana de proceso manual	60
58.	Posición inicial del robot	62
59.	Proceso de elevación de la base	62
60.	Primer proceso de ensamblaje	63
61.	Segundo proceso de ensamblaje	63
62.	Tercer proceso de ensamblaje.....	64
63.	Colocación en la banda indexadora	64

LISTA DE ABREVIACIONES

PT	Punto terminal
PLC	Controlador Lógico Programable
CPU	Unidad Central de Proceso
PID	Proporcional Integral Derivativo
gdl	Grados de libertad
TIA	Totally Integrated Automation
ROM	Memoria de solo lectura
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio
HMI	Interface hombre máquina
KTP	Panel de teclas táctiles
kHz	Kilohertzio
IP	Protocolo de Internet
Mb	Mega bytes
Kb	Kilo bytes
I	Entradas digitales
Q	Salidas digitales
AI	Entradas analógicas
AQ	Salidas analógicas
BOP	Operación básica de panel
SB	Tarjeta de señal (Signal Board)
PMW	Salida con modulación de ancho de pulso
SRAM	Memoria estática de acceso aleatorio

LISTA DE ANEXOS

- A. Datos técnicos del PLC S7 1500 CPU 1511 – 1PN.
- B. Datos técnicos del módulo de entradas digitales.
- C. Datos técnicos del módulo de salidas digitales.
- D. Datos técnicos del PLC S7 1200.
- E. Datos técnicos de la Signal Board analógica.
- F. Datos técnicos de la pantalla táctil HMI KTP 600 Basic Color PN.
- G. Datos técnicos de Switch CSM 1277.
- H. Variador de frecuencia G110.
- I. Tabla de variables de programación.
- J. Programación PLC S7 1500 y PLC S7 1200.
- K. Manual de uso de Robot Kawasaki.
- L. Manual de mantenimiento de la estación de ensamblaje.
- M. Manual de operaciones y recomendaciones.
- N. Guía de prácticas con la estación de ensamblaje multipropósito.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación corresponde al diseño e implementación de una estación de control y monitoreo con robot industrial en ensamblajes multipropósito para el Laboratorio de Automatización de la facultad de mecánica de la ESPOCH”, la cual fue diseñada para el desarrollo de nuevas destrezas de los estudiantes, también cabe destacar que el presente trabajo se encarga de ensamblar elementos, este proceso se logra con la ayuda de un robot Kawasaki RS03N, la cual cuenta con seis grados de libertad definidos por articulaciones de tipo rotacional con lo que se logra alta precisión y mayor velocidad, también para este proceso contamos con equipos PLC S7 1500, PLC S7 1200 y el variador de frecuencia SINAMICS G110 las mismas que son fabricadas por SIEMENS y son componentes encargados de recibir y enviar señales para el proceso de ensamblaje, la metodología utilizada para el ensamblaje es la de cumplir con procedimientos que indica SIEMENS, y para el proceso de programación de los equipos SIEMENS se utilizó el software TIA Portal V13 el que nos ayudará a cumplir con las secuencias y rutinas específicas de cada elemento para el proceso de ensamblaje. La unión de los elementos, dispositivos y equipos se realizó mediante las necesidades que requería la estación de ensamblaje, ya que estos elementos son de mucha importancia para el proceso. Se recomienda el uso de la estación de ensamblaje según las recomendaciones de los manuales de usuario, mantenimiento que garanticen el manejo y mantención de la estación de ensamblaje.

PALABRAS CLAVES: <CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)>. <INGENIERÍA DE CONTROL AUTOMÁTICO>, <TECNOLOGÍA DEL DISEÑO>, <PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO (PID)>, <PROTOCOLO DE INTERNET (IP)>, <AUTOMATIZACIÓN TOTALMENTE INTEGRADA (TIA)>, <INTERFAZ HUMANO MAQUINA (HMI)>, <INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)>.

ABSTRACT

The current research work corresponds to the design and implementation of a control station and monitoring with industrial robot in multipurpose assemblies for the automation laboratory of mechanic faculty at ESPOCH, which was designed for the development of new student skills, It is distinguish that the present work is responsible for assembling elements, this process is achieved with the help of a robot Kawasaki RS03N, which it has six degrees of freedom defined by rotational type joints; thus we get high precision and higher speed, and also for this process we have equipment PLC S7 1500, PLC S7 1200 and the SINAMICS G110 frequency inverter which were manufactured by SIEMENS and they are components responsible for receiving and sending signals for the assembly process, the methodology used for the assembly is to accomplish with procedures that SIEMENS indicates, and for the programming process of SIEMENS equipment was used the TIA PORTAL V13 software which will help us to accomplish with the sequences and specific routines of each element for the assembly process. The union of elements, devices and equipment was made by the needs that the assembly station according to the recommendations of the user manuals, maintenance that guarantees the handling and maintenance of the assembly station.

Key Words: <PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)>, <AUTOMATIC CONTROL ENGINEERING>, <DESIGN TECHNOLOGY>, <PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID)>, <INTERNET PROTOCOL (IP)>, <TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION (TIA)>, <HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)>, <ECUADORIAN STANDARIZATION INSTITUTE (INEN)>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo es una institución líder en la Educación Superior y en formar profesionales de Mantenimiento idóneos, competitivos, emprendedores, conscientes de su identidad, lo cual se ha logrado a través de la generación, transmisión y aplicación del conocimiento científico y tecnológico en el área de mantenimiento y así poder contribuir al desarrollo sustentable del país. Por esta razón se propone el diseño e implementación de una estación de control y monitoreo con robot industrial en ensamblajes multipropósitos para el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

Con la propuesta Tecnológica que se presentó, se ayudará al proceso de enseñanza - aprendizaje en los conocimientos de los futuros Ingenieros de Mantenimiento con lo que estarán a la par con el avance tecnológico, en el campo de la automatización, por lo tanto, es de mucha importancia tener conocimientos de la automatización y de los robots industriales, ya que con ello se tendrá un proceso productivo eficaz y eficiente, también cabe indicar que de ello dependerá el crecimiento de las industrias.

En el campo industrial la automatización y el avance tecnológico es cada día más importante para la producción de cualquier producto que se lo realiza en las empresas, por lo tanto, con una estación de ensamblajes multipropósito ayuda a la productividad de la empresa, es por ello que esta propuesta ayudará al método de enseñanza – aprendizaje para que en el campo profesional se desenvuelvan de mejor manera en lo que se refiere a la automatización y optimización de la producción.

Por ello cabe destacar que el rol del Ingeniero de Mantenimiento es aportar en el desarrollo de nuevas tecnologías que sean de beneficio para la sociedad y para las empresas que requieran del desarrollo de tecnologías, con lo que se sustenta en la acción del análisis, planificación, programación de los sistemas eléctricos y electrónicos con lo que se indica que el tema está dentro del perfil del Ingeniero de Mantenimiento.

1.2 Justificación

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a lo largo de los años ha formado eficientes profesionales en el campo del Mantenimiento Industrial, pero dicho ámbito está en constante modernización en temas relacionados a la automatización en las líneas de ensamblaje, lo cual representa una oportunidad para los nuevos profesionales que en su formación sigan actualizando dichos conocimientos, ya que el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica brinda todas las facilidades para poder alcanzar los objetivos antes mencionados, por ello con la implementación de la estación de control y monitoreo con robot industrial para que los procesos multipropósitos contribuya al continuo crecimiento socio económico y productivo del país.

Por esta razón nos vemos motivado a diseñar e implementar la estación de ensamblaje robotizado mediante redes industriales para disponer de un medio semejante al que se maneja en procesos industriales que sirva como experiencia para los estudiantes que cursen la cátedra y permitan elevar el nivel de conocimientos de los estudiantes y a la vez mejorar su perfil profesional que aportará a la Facultad de Mecánica con lo que se logrará ser líder en dicho campo.

Se pretende que el desarrollo del presente proyecto sea utilizado como una herramienta para mejorar la productividad de las empresas optimizando la calidad, los costos y el tiempo de fabricación del producto, lo cual contribuirá a elevar la utilidad económica de las empresas y la estabilidad de las mismas a nivel local y nacional.

La aplicación de nuevas tecnologías en la Ingeniería de Mantenimiento es de beneficio para los futuros Ingenieros de Mantenimiento ya que con los conocimientos adquiridos en las aulas y Laboratorios ayudarán al crecimiento de las industrias, también con la aplicación de la automatización con robots se conseguirá a la optimización de los procesos productivos en la que se desempeña cada industria.

Para los futuros Ingenieros de Mantenimiento estas tecnologías en las industrias dentro de los procesos productivos no representarán un reto más bien significará que el mismo deba actualizar sus saberes para que esté listo a prestar sus servicios cuando así requieran las industrias.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Diseñar e implementar una estación de control y monitoreo con robot industrial en ensamblajes multipropósito en el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Diseñar la estación de ensamblaje multipropósito utilizando software de simulación para identificar los respectivos componentes.

Construir la estructura física de la estación de ensamblaje mediante la instalación de elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos para el funcionamiento de la misma.

Programar el robot industrial con rutinas específicas mediante el uso de Teach Pendant para el proceso de ensamblaje.

Comprobar el funcionamiento de la estación de ensamblaje del banco de pruebas a través de una red industrial para verificar y corregir los posibles defectos.

Elaborar guías de operaciones y de mantenimiento de la estación de ensamblaje, detallando el funcionamiento de la misma.

CAPÍTULO II

2. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

2.1 Generalidades de sistemas automatizados

Las industrias automatizadas deben proporcionar en sus sistemas: confiabilidad y eficiencia, ya que ésta es la base principal de un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable (PLC). Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 y fue evolucionando con nuevos componentes electrónicos, tales como microprocesadores de alta velocidad. (VALLEJO, 2005).

Dentro de la producción industrial, la automatización ha pasado de ser una herramienta de trabajo deseable a una herramienta indispensable para competir en el mercado globalizado. Ningún empresario toma a la ligera la automatización de sus procesos para aumentar la calidad de sus productos, reducir los tiempos de producción, realizar tareas complejas, reducir los desperdicios y aumentar la rentabilidad. (RUEDAS, 2014).

En la actualidad las industrias están automatizadas mediante robots industriales ya que con ello se tiene mayor efectividad y eficacia en los procesos productivos, por lo tanto, la aplicación de los robots en la industria es de suma importancia, para lo cual se debe conocer los siguientes términos y así poder conocer su principio de funcionamiento.

2.1.1 *Sistema automatizado.* Es donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos, las cuales constan de dos partes principales.

2.1.1.1 *Parte operativa.* Actuadores directos sobre la máquina, elementos que hacen mover las máquinas. Elementos que forman la parte operativa son los actuadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores, sensores y finales de carrera.

2.1.1.2 *Parte de mando.* Autómatas programables, utilizadas antiguamente reveladores electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos, también este sistema debe ser capaz de comunicarse con todos los sistemas automatizados. (CANTO, 2014).

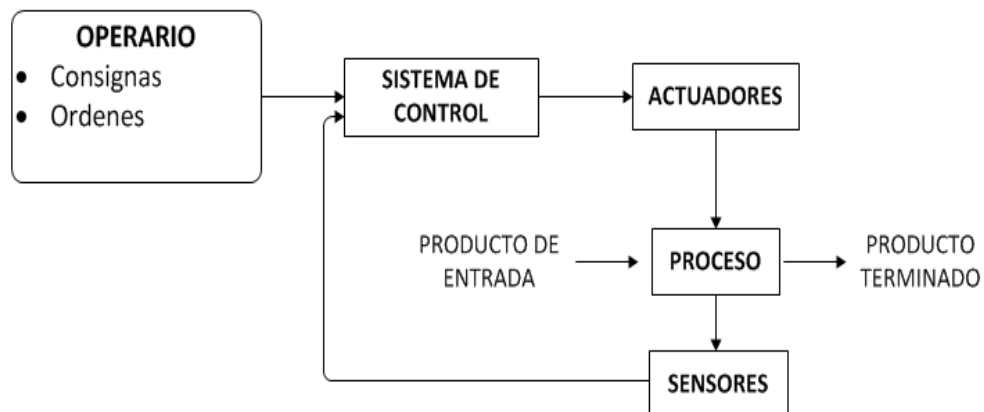
2.1.2 *Términos básicos.* Para los sistemas automáticos es necesario conocer los términos como:

2.1.2.1 *Procesos.* Es una operación o un desarrollo natural progresivamente continuo, marcado por una serie de cambios graduales que suceden uno al otro en una forma relativamente fija y que conducen a un resultado y así poder cumplir con todos los procedimientos necesarios al momento de cumplirlo.

2.1.2.2 *Sistemas.* Combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado, y que con la ayuda de cada elemento que constituye un sistema pueda cumplir la función requerida del proceso en que se esté utilizando.

2.1.2.3 *Sistemas de control en lazo cerrado.* Los sistemas de control en lazo cerrado o también conocido como los términos control realimentado estos se usan indistintamente. En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente. Y esto se usa en una acción de control realimentado para reducir el error del sistema.

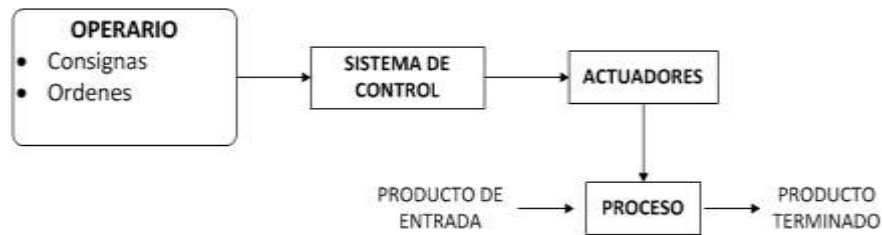
Figura 1.Control en lazo cerrado



Fuente: ROMERA Pedro. Automatización problemas resueltos con autómatas programables

2.1.2.4 *Sistemas de control en lazo abierto.* La salida no afecta la acción de control se denominan sistemas de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada. Por tanto, a cada entrada de referencia le corresponde una condición operativa fija; como resultado, la precisión del sistema depende de la calibración. (ROMERA, 2001).

Figura 2. Control en lazo abierto



Fuente: ROMERA Pedro. Automatización problemas resueltos con autómatas programables.

2.1.3 *Componentes de un sistema automatizado.* Es un conjunto de elementos que interactúan con el fin de posibilitar que un sistema cumpla con sus objetivos.

2.1.3.1 *Sensores.* Dispositivos que detectan parámetros de los sistemas físicos y envían esta información a un controlador para que puedan controlar cualquier variable del proceso que se esté realizando.

2.1.3.2 *Controlador.* Además de almacenar información, recibe información de los sensores, procesa información y envía órdenes a los actuadores para que accionen sobre el sistema en vista a lograr sus objetivos que se han programado.

2.1.3.3 *Actuadores.* Son dispositivos que reciben las órdenes por parte del controlador y accionan o actúan sobre un sistema para controlarlo.

2.2 Robots industriales

En los procesos de producción modernos son eficientes y automatizados, donde los robots desempeñan una función importante. Es por esta razón que un robot industrial es conocido como manipulador multifuncional reprogramable.

Los robots industriales tienen su clasificación como son:

- Robots manipuladores.
- Robots de repetición y aprendizaje.
- Robots con control por computador.
- Robots inteligentes y micro-robots.

Cada uno de estos robots cumple una función específica dentro de la industria, ya que cada tipo de robots pueden ser manipuladores o multifuncionales por lo que cada uno de ellos sirve para cada campo industrial específico, por ello para este caso de la propuesta tecnológica lo tomamos el robot industrial Kawasaki RS03N.

2.2.1 *Morfología del robot.* Dependiendo de los tipos de articulaciones que posee un robot, se puede definir su clasificación y podemos decir que, existen articulaciones rotacionales los cuales generan un solo movimiento rotacional y los prismáticas o lineales son los que generan desplazamientos longitudinales y el conjunto de estas puede definir el tipo de robot industrial entre Antropomórfico, que tienen un mínimo de 3 articulaciones rotacionales, SCARA de dos articulaciones rotacionales y una prismática, Esférico de dos articulaciones rotacionales y una prismática, Cilíndricos con una articulación rotacional y dos prismáticas y los Cartesianos de tres articulaciones prismáticas. Y de ello depende el posicionamiento del robot en el espacio tridimensional en la que se establece entre coordenadas cartesianas, articulares y su orientación se denomina cinemática directa.

Cuando se habla de morfología del robot se hace referencia a la descripción de los componentes, partes y estructura mecánica, básicamente un robot es un sistema que permite realizar una gran variedad de actividades, como traslado de objetos, operaciones de pintura, procesos de soldadura, ensamble de piezas, entre otras. En esencia un robot está compuesto por una serie consecutiva de eslabones y articulaciones que forman una cadena cinemática abierta.

Un robot está constituido por una primera articulación que conforma la base; seguida por una sucesión de eslabones y articulaciones y al final hay espacio para colocar una herramienta, que permite llevar a cabo determinadas labores, lo que indica que el extremo final no está conectado a la base. Cada una de las articulaciones define un grado de libertad y son las encargadas de transmitir la energía para producir movimiento a cada uno de los eslabones que se haya conectado, los eslabones se constituyen de barras acopladas mecánicamente al rotor de una articulación y al estator de la siguiente.

El espacio de trabajo de un robot, está definido como el lugar donde el sistema puede realizar todos sus posibles movimientos, determinado por la geometría del robot y el tipo de articulaciones que lo conforman. (CORKE, 2011).

2.2.1.1 *Parámetros que lo caracterizan a los robots industriales puma:*

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, las más complejas requieren mayor g.d.l, como en el caso de montajes.

Espacio de accesibilidad o espacio (volumen) de trabajo. Conjunto de puntos del espacio accesibles al punto terminal, que depende de la configuración geométrica del manipulador. Un punto del espacio es accesible si el Punto Terminal puede situarse en todas las orientaciones que permita la constitución del manipulador y es parcialmente accesible si es accesible por el Punto Terminal, pero no en todas las orientaciones.

Capacidad de posicionamiento del punto terminal. Se concreta en tres magnitudes: 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.

Velocidad. Es la máxima velocidad que alcanzan el PT y las articulaciones.

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. (BLANCO, y otros, 2004).

2.2.1.2 *Robot industrial Kawasaki RS03N.*

El brazo robótico Kawasaki RS03N cuenta con 6 grados de libertad definidos por articulaciones de tipo rotacional y cuenta con todas las características de los robots más grandes, sin embargo, su peso es de 20 kg y este robot es de alta velocidad y consta frenos en todos los ejes, incorpora líneas neumáticas internas, mientras que su tamaño compacto permite que sea montado directamente en una mesa y por ello se indica que este robot consta de seis eslabones: (KAWASAKI, 2013).

2.2.1.3 *Base.* Constituye el soporte de todo el sistema, definido como eslabón fijo, alrededor del cual se mueven los demás elementos del brazo robótico, este elemento posee la primera articulación.

2.2.1.4 *Hombro*. Segundo eslabón del conjunto, cuenta con una articulación de tipo rotacional, que por la ubicación es el elemento que más trabajo desarrolla de todos los eslabones del sistema, ya que sobre su servo se ejercen fuerzas producto del resto de los eslabones del brazo.

2.2.1.5 *Codo*. Constituye el cuarto eslabón del sistema, posee una articulación de tipo rotacional, lo que ayudará a los movimientos requeridos.

2.2.1.6 *Muñeca*. Está constituida por tres ejes rotacionales, uno en la muñeca, otro en el rotador y en el elemento giratorio. (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas, 2013).

Figura 3. Robot Industrial RS03N y Teach Pendant



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

2.2.2 *Ventajas del robot Kawasaki RS03N.*

- Robot industrial de alta precisión.
- Manejo del robot industrial o sin necesidad de tomar medidas de seguridad tales como puerta de protección o barrera luminosa.
- Programación cercana a la industria, basada en textos y con una extensa funcionalidad.
- Programación gráfica de gran claridad visual.
- Conexión y comunicación sencillas con un controlador lógico programable.
- Transición e introducción sencillas al robot industrial.

2.2.3 *Control E 70 con unidad manual de servicio.*

- Arquitectura abierta de bus de 32 bits VME con función multitarea.
- Número de ejes: 6 ejes servo digitales.

- Teach Pendant con monitor de colores (6,5 pulgadas LCD) con panel táctil, parada de emergencia, interruptor de seguridad “dead man”, interruptor de bloqueo “Teach-lock”, 58 teclas de mando.
- Conexión Ethernet estándar, conexión InterBus-S y Profibus-DP opcional.
- Memoria RAM soportada por batería para programas y datos.
- Alojamiento PCMCIA para tarjetas SRAM y tarjetas Flash ATA.
- Lenguaje de programación de bloques funcionales.
- Interfases: USB, RS232, Ethernet.
- Conector D-Sub 25-pines para la comunicación con hardware externo.
- Entrada D-Sub 9-pines para la conexión de componentes de seguridad industrial.
- Memoria de trabajo: 1 MB (útil para aprox. 5.000 pasos).
- Señales de entrada: 32 canales.
- Señales de salida: 32 canales.

2.2.4 *Programación del robot KAWASAKI RS03N.* Se realiza mediante la consola con el command AS y son accionados por un software llamado AS. Como en el sistema puede introducir comandos o ejecutar programas utilizando el lenguaje de AS y el sistema AS se inicia automáticamente cuando el controlador es alimentado con el Ethernet. Y, para acceder a la consola se utiliza el programa KRterm, proporcionado por Kawasaki.

Y el sistema AS puede encontrar en varias modalidades de funcionamiento:

2.2.4.1 *Monitor.* Es el modo básico y es donde existe la conexión con KRterm, es donde se puede controlar comandos o cambiar al modo editor y la reproducción.

2.2.4.2 *Editor.* Es la modalidad que permite la creación y modificación de los programas, los únicos mandos ejecutables son aquellos de tipo editor.

2.2.4.3 *Playback.* En esta modalidad durante la ejecución de un programa, se pueden usar algunos de los mandos de control.

2.2.4.4 *Lenguaje AS.* El lenguaje AS es utilizado para ejecutar comandos en la consola del sistema AS y por la escritura de los programas del robot, y los comandos disponibles son visibles en dos secciones principales:

- Monitorean los comandos que se utilizan en el modo de monitor del sistema AS.
- Comandos de programa que se utilizan para programar el robot.

2.2.4.5 *Convenciones.* El lenguaje tiene características especiales y convenciones. La siguiente es una breve lista que contiene algunos de los detalles:

- Comandos de longitud máxima de 128 caracteres.
- Máximo de 15 caracteres nombres de las variables entre mayúsculas y minúsculas.
- Vectores de tamaño máximo de 9999.
- Indica las variables de cadena, por ejemplo. Prueba \$, \$ test = "hola mundo".
- Las variables reales no tienen el carácter anterior ejemplo. hola = 5, hola = x + L.
- Por lo que se utilizan las variables # para mover los valores conjuntos, los valores de transformación XYZOAT de lo contrario se emplean.

Todas las informaciones requeridas sobre convenciones, tipología de variables y operadores se encuentran en el manual del lenguaje AS.

2.2.4.6 *Mandos principales.* Mandos más frecuentes son abreviados por comodidad de empleo, pero se tiene la facilidad de poder interactuar el hombre y la maquina mediante estos mandos simplifica todo el proceso de programación del robot.

2.2.4.7 *Mandos en modalidad monitor.* Estos mandos pueden ser utilizados cuando el sistema está en modalidad monitor y sirven para el control del robot en el sistema AS.

2.2.4.8 *Mandos en modalidad editor.* Son para el uso del modo de edición para escribir programas en lenguaje de AS a través de la consola.

2.3 Controlador lógico programable (PLC)

Un Controlador Lógico Programable, o P.L.C. (Programmable Logic Controller) es un computador especialmente diseñado para automatización industrial, para el control de una máquina o proceso industrial.

Un PLC no tiene teclado, pantalla ni ratón, tampoco tienen disco duro ni Sistema operativo. Pero internamente si es un computador, con su hardware: procesadores,

memoria, puertos de comunicación, etc. y con su software: un sistema operativo (que le llaman Firmware), y una programación, específica para la aplicación o el caso particular en que se está usando.

La principal diferencia entre un PC y un PLC, es que el PLC contiene múltiples canales para medir distintas señales provenientes de sensores instalados en la máquina o proceso que controlan. Y también tienen canales de salida de señal que actúan sobre la máquina o proceso que controlan. (DAHL-SKOG, 2012).

2.3.1 *Campos de aplicación.* Por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso y la constante evolución del hardware y software de este campo, sirve para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización es en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control y señalización. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales. (MORENO, 2014)

Sus reducidas dimensiones, y la facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación, hace que su eficacia se aprecie principalmente en procesos en que se producen necesidades.

Sabemos que no todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Por ello se debe referirse a las ventajas y desventajas.

2.3.1.1 *Ventajas.*

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos, debido a que no es necesario dibujar previamente el esquema de contactos, es preciso simplificar las ecuaciones lógicas.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.

- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómeta.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso.

2.3.1.2 *Desventajas.*

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido. Esta capacitación puede ser tomada en distintos cursos, inclusive en universidades.
- El costo inicial.

2.3.2 *Controlador lógico programable PLC (S7 1500).* El SIMATIC S7 es el perfeccionamiento de los sistemas automatizados S7-300 y S7-400, ya que mediante la integración de numerosas características de rendimiento, el sistema de automatización S7-1500 ofrecen al usuario una excelente manejabilidad y el máximo rendimiento, con lo que tiene las nuevas características de rendimiento como son: funcionabilidad Motion Control Integrado, Ethernet OI IRT, Pantalla integrada para el manejo y diagnóstico a pie de máquina, innovaciones de lenguaje STEP 7 manteniendo las funciones probadas.

La CPU ejecuta el programa de usuario y, con la fuente de alimentación del sistema integrada, alimenta la electrónica de los módulos agregados a través del bus de fondo. También se debe tener en cuenta otras características y funciones de la CPU.

Los módulos de periferia constituyen la interfaz entre el controlador y el proceso y mediante los sensores y actuadores conectados, el controlador detecta el estado actual del proceso y dispara las reacciones correspondientes.

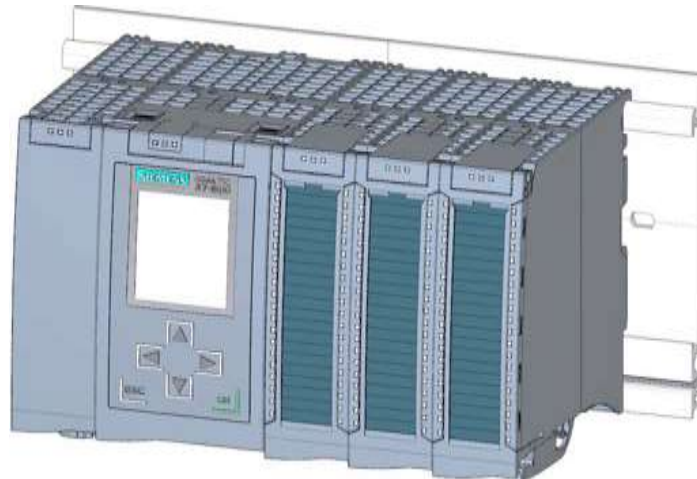
También tiene una fuente de alimentación de carga la que se encarga de la alimentación del sistema de automatización S7-1500 a través de un conector frontal de la CPU, y ésta no incluye en el diagnóstico del sistema, y ésta se puede configurar a través de STEP 7.

Las nuevas características de la configuración son:

- Sencilla ampliación del sistema mediante la conexión de fuentes de alimentación del sistema adicionales.

- Cuenta con 16 módulos de salidas digitales.
- Cuenta con 8 módulos de entradas analógicas.
- Mayor rendimiento del sistema.
- Pantalla integrada para el manejo y diagnóstico a pie de máquina.
- Innovaciones de lenguaje STEP 7 manteniendo las funciones probadas.
- Velocidades de transmisión de hasta 45 Megabits por segundo.
- Modem PLC.
- Transmisión simultánea de voz y datos.
- Reducción de la emisión de perturbaciones y optimización de la inmunidad a perturbaciones.

Figura 4. PLC S7 - 1500 CPU AC/DC



Fuente: Siemens AG, 2014

2.3.2.1 *Señales integradas, módulos de señales y módulos de comunicación.* En el sistema SIMATIC S7-1500 CPU sus funciones se pueden ampliar a través de los diferentes módulos de ampliación dependiendo de la necesidad del servicio.

2.3.2.2 *Señales integradas.* Se conectan directamente a un lado PLC y a través de enchufes se conectan a los CPU añadiendo entradas y salidas analógicas y digitales no se aumenta con estos accesorios el tamaño del controlador. (GARCÍA, 2013).

2.3.2.3 *Funciones de salidas de alta velocidad.* Integran dos salidas de alta velocidad que pueden funcionar como salidas de tren de pulsos (PTO) o como salidas con modulación de ancho de impulsos 8PWM9. Su configuración como PTO, ofrecen una

secuencia de impulsos con un factor de trabajo de 0% y hasta 100kHz, para la regulación controlada de velocidad, posición de motores paso a paso. (MONTALVO, 2011 pág. 47).

2.3.2.4 *Funciones de entradas de altas velocidad para contaje y medición.* El SIMATIC S7-1200 posee como límite 6 contadores de alta velocidad. Tres entradas principales son de 100kHz y las otras tres de 30kHz integrados para las funciones de contaje y medición. Permiten lecturas precisas de los acordes incrementales, contajes de frecuencia y la captura rápida de eventos de proceso. (MONTALVO, 2011 pág. 47).

2.4 Controlador Lógico Programable PLC S7 1200

2.4.1 *Controlador Lógico Programable (PLC).* Es un dispositivo encargado de controlar un proceso o equipo a través de programación previamente ingresada consta con módulos de salida y, de entrada. Los terminales de salida son los que proporcionan los comandos para la conexión de muchos equipos que se distinguen por su uso de salida mediante ellos se podrá realizar la configuración requerida del dispositivo para la aplicación en un proceso.

Los terminales de entrada son los que reciben señales de realimentación o sea elementos que sirven para la entrada de señales sean analógicas o digitales.

Los PLCs tienen en su estructura cuatro unidades importantes:

- Memoria programable: Donde son ingresadas las instrucciones para la secuencia de control lógico.
- Memoria de datos: donde los datos son almacenados como la información de procesos.
- Elementos de salida: controles de hardware/software para los procesos industriales.
- Dispositivos de entrada: Son los sensores de los procesos industriales.

2.4.2 *Características.*

- Velocidades de transmisión de hasta 45 Megabits por segundo.
- Toma única de alimentación, voz y datos, transmisión simultánea de voz y datos.
- Conexión activa las 24 horas.
- Acople de tarjeta analógica.

2.4.3 *Controlador lógico programable PLC S7 1200.* Es uno de los más usados para automatizaciones industriales y telemetría, modelo compacto con funciones simples. Este equipo es adecuado para la automatización porque usa para su programación TIA Portal.

La CPU incorpora un microprocesador, fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, Ethernet integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas. Una vez descargado el programa, la CPU contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, y comunicación con otros dispositivos. (MONTALVO, 2011 pág. 47).

Figura 5. PLC S7- 1200 CPU 1214c AC/DC/RELAY



Fuente: (SIEMENS, 2009)

2.4.3.1 *Señales integradas, módulos de señales y módulos de comunicación.* En el sistema SIMATIC S7-1200 CPU 1214c sus funciones se pueden ampliar a través de los diferentes módulos de ampliación dependiendo de la necesidad del servicio.

2.4.3.2 *Señales integradas.* Se conectan directamente a un lado PLC y a través de enchufes se conectan al CPU añadiendo entradas y salidas analógicas y digitales no se aumenta con estos accesorios el tamaño del controlador.

2.4.3.3 *Control PID (Ganancia proporcional P, Integral I y Derivativo D).* El control PID es un mecanismo de control que a través de un lazo de retroalimentación permite regular la velocidad, temperatura, presión y flujo entre otras variables. (GARCÍA, 2013).

2.4.3.4 *Funciones de salidas de alta velocidad.* Integran salidas de alta velocidad que pueden funcionar como salidas de tren de pulsos (PTO) o como salidas con modulación de ancho de impulsos 8PWM9. Y se configura como PTO, ofrecen una secuencia de impulsos con un factor de trabajo de 0% y hasta 100kHz, para la regulación controlada de la velocidad y posición de motores paso a paso. (MONTALVO, 2011).

2.4.3.5 *Funciones de entradas de altas velocidades para funciones de conteo y medición.* El SIMATIC S7-1200 posee como límite 6 contadores de alta velocidad. Las tres entradas principales son de 100kHz y las otras tres de 30kHz integrados perfectamente para las funciones de conteo y medición. Permiten lecturas precisas, conteos de frecuencia y la captura rápida de eventos de proceso. (MONTALVO, 2011).

2.5 TIA Portal

Portal de Automatización Totalmente Integrada es el software que integra productos de SIMATIC, y permite aumentar la eficiencia y productividad en los procesos.

- Permite disminuir los tiempos.
- Rápida puesta en marcha debido a que localiza errores a través de un diagnóstico del sistema integrado, seguimiento en el tiempo real.
- Disminución de tiempos de paradas, se realiza tareas de mantenimiento a distancia.

El TIA Portal ayuda a la creación de soluciones para automatización, y sus pasos son:

- Crear un proyecto.
- Configurar el hardware.
- Programar el controlador.
- Configuración de la visualización.
- Cargar los datos de la configuración.

2.5.1 *STEP 7 TIA Portal V13.* Es la herramienta líder en la automatización industrial y pieza clave para liberar todo el potencial de Totally Integrated Automation. Software que optimiza los procedimientos de planificación y procesos. Con una interfaz intuitiva y fácil de usar para el usuario con funciones simples, y su completa transparencia de datos, es

fácil de usar. Datos y proyectos preexistentes pueden integrarse sin esfuerzo, lo que garantiza la seguridad de la inversión. (SIEMENSGLOBALWEBSITE, 2015).

2.5.2 Lenguaje de programación STEP 7 TIA Portal V13.

2.5.2.1 *Esquema de Contactos (KOP)*. Lenguaje de programación que se representa en esquemas de circuitos en forma de contactos, no se añade bloques lógicos, la lógica booleana se establece por contactos en serie o paralelos, por ello debe ser usuarios familiarizados con esquemas eléctricos.

Figura 6. Lenguaje de programación KOP



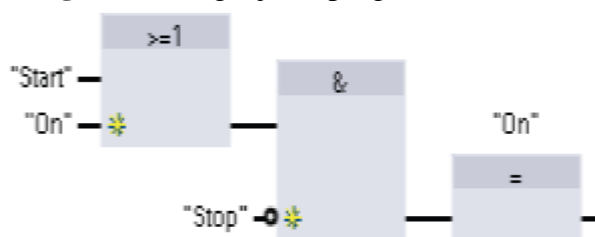
Fuente: (SIEMENS, 2009)

Se tiene que tener en cuenta las siguientes reglas para la creación de segmentos KOP:

- Programación de controles combinatoriales.
- Utilización de lenguajes de programación conocidos como ladder.
- Se debe terminar con una bobina o cuadro.
- Simplifica la programación utilizando bloques.

2.5.3 *Diagrama de funciones (FUP)*. Lenguaje de programación, basada en símbolos lógicos del Algebra booleana, se crean lógicas de operaciones, se insertan ramas paralelas a los cuadros. Todas las operaciones se representan en combinación con los cuadros lógicos y por ello debemos familiarizar con la simbología del Algebra de Bool.

Figura 7. Lenguaje de programación FUP.



Fuente: (SIEMENS, 2009)

2.6 Mecanismos de transporte en procesos de ensamblaje

Sistema dispuesto de ensamble basados en pallet inteligente que relaciona el flujo de información y que asegura un servidor y el flujo del proceso en el ensamblaje para que los mecanismos cumplan con lo requerido. Sistemas que incluyen módulos como: celdas automatizadas, estaciones de trabajo, transportadores, almacenador intermedio dinámico y estantes de piezas obteniendo con ello la calidad del producto asegurada.

Una cinta transportadora automatizada para una línea de ensamble, es posible hacer diferentes tipos de pruebas de funcionalidad. Los procesos de manufactura es una de las características del avance de la tecnología y ahora en día el corto ciclo de vida de un producto lleva consigo varias versiones que se pueden producir simultáneamente.

El atractivo que se obtiene de un sistema de transporte de ensamblaje automatizado es que se incrementa la productividad en la línea de ensamble y obteniendo así una capacidad de cambios de versiones en un corto tiempo.

Los nuevos diseños de sistemas de transportadores deben orientarse a dar valor agregado a los procesos. Deben maximizar la productividad, optimizar el espacio, ayudar a controlar los inventarios en proceso, mejorar la accesibilidad y ergonomía. Los clientes requieren esas soluciones localmente capaces de llenar sus expectativas.

Figura 8. Sistema de transporte en líneas de ensamblaje



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/jungheinrich/product-1078>

El sistema de transporte de ensamblaje tiene presencia en diferentes industrias como: automotriz, electrónica, agrícola, alimenticia y empaque.

Ventajas de los sistemas de ensamblaje automatizados.

- Son muy flexibles y fácil reconfiguración.
- Es muy práctico introducir nuevas aplicaciones.
- Reduce espacio en la planta.
- Incrementa el flujo de producción.
- El pallet y el sistema están ligado en todos los pasos del proceso.
- Fácil diseño y construcción.
- Disminuye tiempos de producción.

Los conjuntos de pallets de plástico los cuales pueden tener procesos de ensamble manual o automático con sus diferentes tipos de pruebas eléctricas \ electrónicas propias del producto. Este concepto modular permite simplificar la ingeniería y el ordenamiento del proceso de producción dándole un valor agregado al producto. (CABRERA, ALTAMIRANO, P. y JIMÉNEZ, NAVA, P., 2009).

2.7 Sistemas electroneumáticos

En los sistemas de producción de aire se puede contar con los siguientes componentes y sus funciones principales son:

2.7.1 *Compresor.* El aire tomado a presión atmosférica se comprime y entrega a presión más elevada al sistema neumático.

2.7.2 *Motor eléctrico.* Ayuda a comprimir un fluido que pueda generar presión de aire para la alimentación de las líneas neumáticas.

2.7.3 *Presostato.* Elemento de maniobra eléctrica que hace la función de un interruptor y controla el encendido y apagado del motor eléctrico detectando la presión en el depósito.

2.7.4 *Válvula anti-retorno.* Deja el aire comprimido del compresor al depósito e impide su retorno cuando el compresor está parado.

2.7.5 *Purga automática.* Purga toda el agua que se condensa en el depósito sin necesidad de supervisión.

2.7.6 *Manómetro*. Indica la presión del depósito.

2.7.7 *Válvula de seguridad*. Expulsa el aire comprimido si la presión en el depósito sube encima de la presión permitida.

2.7.8 *Secador de aire refrigerado*. Enfría el aire comprimido hasta pocos grados por encima del punto de congelación y condensa la mayor parte de la humedad del aire.

2.7.9 *Filtro de línea*. Al encontrarse en la tubería principal, este filtro debe tener una caída de presión mínima y la capacidad de eliminar el aceite lubricante en suspensión, sirve para mantener la línea libre de polvo, agua y aceite.

2.7.10 *Sistemas de consumo de aire*. Estos sistemas tienen una vital importancia en la industria y en el sector de automoción por aperturas y cierres neumáticos.

2.7.10.1 *Purga automática*. Cada tubo descendiente debe tener una purga en su extremo inferior. El método más eficaz es una purga automática por que impide que el agua se quede en el tubo en el caso en que se descuide la purga manual.

2.7.10.2 *Unidad de acondicionamiento del aire*. Acondiciona el aire comprimido para suministrar aire limpio a una presión óptima y ocasionalmente añade lubricante para alargar la duración de los componentes del sistema neumático que necesitan lubricación.

2.7.10.3 *Actuador*. Transforma la energía potencial del aire comprimido en trabajo mecánico.

2.7.10.4 *Controladores de velocidad*. Permiten una regulación fácil y continua de la velocidad de movimiento del actuador.

2.7.10.5 *Válvula reguladora de caudal o flujo*. Son utilizadas para el control de velocidad de los cilindros neumáticos, actuadores, así como también para la obtención de efectos de retardo de señales neumáticas.

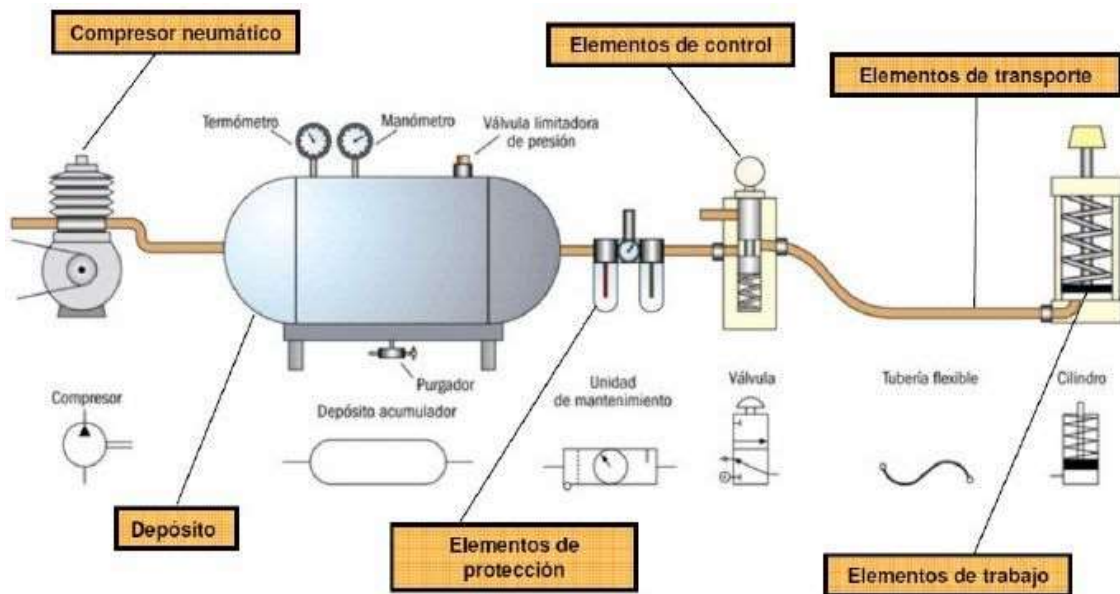
2.7.10.6 *Electroválvulas (solenoides)*. Las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire de un sistema neumático por medio de

una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas. (CARVALLO P. y VARGAS R., 2003).

La automatización en las industrias establece aplicaciones de neumática, por ello lo más común en las instalaciones es la incorporación de las electroválvulas en todas sus formas.

Todos los componentes se ilustrarán con más detalle en la Figura 9, y es imprescindible para comprender qué pasa en un sistema neumático. (CONTRERAS, 2009).

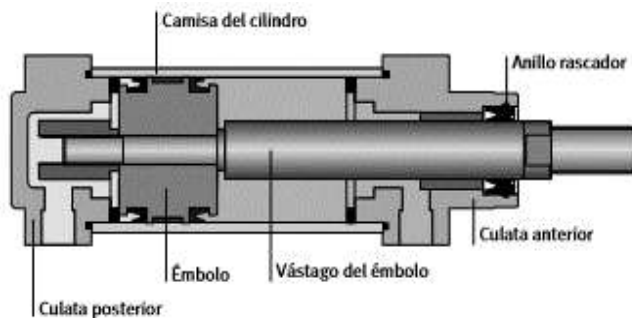
Figura 9. Sistemas neumáticos



Fuente: NEUMATICA.htm

2.7.10.7 *Cilindros de doble efecto.* El cilindro de doble efecto es accionado en ambos sentidos por aire a presión. Este tipo de cilindro puede ejecutar trabajos en ambos sentidos de movimiento. (FESTO, 2000).

Figura 10. Cilindro de doble efecto



Fuente: www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/095246_leseprobe_es.pdf

2.7.10.8 *Unidad de mantenimiento.* La unidad de mantenimiento combina los siguientes elementos:

- Filtro de aire comprimido.
- Regulador de aire comprimido.
- Lubricador de aire comprimido.
- Manómetro indicador de la presión.

La combinación correcta, el tamaño y el tipo de estos elementos son determinados por la aplicación concreta y por las exigencias que se planteen al sistema. Para garantizar la calidad del aire necesaria en cada aplicación, se instalan unidades de mantenimiento en todos los sistemas de control de la red neumática.

Figura 11. Unidad de mantenimiento



Fuente: www.electricasbc.com/detalles/unidades-fri/3482-85012

2.7.10.9 *Lubricador del aire a presión.* Este tiene la función de agregar aceite al aire en determinado tramo del sistema de distribución de aire, en caso de que el funcionamiento del sistema neumático así lo requiera. (MENDOZA, 2012).

2.8 Sistemas de medición en procesos de ensamblaje

Este sistema es utilizado, para tomar la decisión en un proceso de manufactura donde las mediciones de datos, se compara con los límites de control estadísticos del proceso, y si la comparación indica que el proceso está fuera de control, entonces se realiza algún tipo de ajuste. Otro uso de la medición de datos es determinar si existe una relación significativa entre dos o más variables. Esa posible relación pudiera ser estudiada mediante la utilización de un procedimiento estadístico llamado análisis de regresión para comparar las mediciones de la dimensión crítica con las dimensiones de la temperatura.

El beneficio de utilizar un procedimiento basado en datos está determinado por la calidad de la medición de los datos utilizados. Si la calidad de los datos es baja, el beneficio del procedimiento será bajo, si la calidad de los datos es alta, el beneficio también será alto. Para ello se debe cumplir cada uno de los pasos en el sistema de medición en procesos.

2.8.1 *Paso 1 Identificar los aspectos de preocupación en la medición.* Es importante definir el problema o preocupaciones. En el caso de preocupaciones de medición, pueden tomar la forma de exactitud, variación, estabilidad, etc. Lo importante a hacer es tratar de aislar la variación de la medición y su contribución, de la variación del proceso.

2.8.2 *Paso 2 Identificar el equipo.* El equipo de solución de problemas, dependerá de la complejidad del sistema de medición y el problema. Un sistema de medición simple sólo requerirá unas cuantas personas, pero si se vuelve más complejo la cantidad aumentará.

2.8.3 *Paso 3 Diagrama de flujo del sistema y del proceso de medición.* El equipo revisará cualquier diagrama de flujo histórico del sistema de medición y del proceso. También puede provocar una discusión sobre información conocida y desconocida sobre la medición y su interrelación con el proceso.

2.8.4 *Paso 4 Planear-Hacer-Estudiar-Actuar.* Esto es una forma de estudio científico. Se planean experimentos, se recolectan datos, se realizan hipótesis y se prueban hasta que se encuentra una solución apropiada.

2.8.5 *Paso 5 Posible solución y prueba de la corrección.* Los pasos y la solución son documentados para rango de la decisión. Se ejecuta un estudio preliminar para validar la solución. Puede ser hecho utilizando alguna forma de diseño de experimento para validar la solución.

2.8.6 *Paso 6 Institucionalizar el cambio.* La solución final es documentada en el reporte, entonces el departamento y funciones apropiadas cambian el proceso para que no se repita el problema en el futuro. Esto tal vez requiera cambios en procedimientos, estándares, y materiales de capacitación. (REYES AGUILAR, 2007).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y MONTAJE DE ELEMENTOS

En el presente capítulo se diseñará los elementos electrónicos y los elementos de la estación de ensamblaje, y para ello se realizó un previo análisis para la selección de los elementos electrónicos en la que se consideró las características necesarias ya que con ellos se montará el tablero de control de la estación de ensamblaje y todo esto contribuirá a entender el funcionamiento del sistema.

3.1 Recomendaciones que se deben tomar en cuenta para el montaje de elementos eléctricos en los tableros

Los tableros eléctricos son unidades que congregan elementos que sirven para protección y maniobra o comando, los mismos que permite proteger y controlar una instalación o una parte de ella. Debido que en ellas se maneja energía eléctrica, es necesario tomar algunas medidas necesarias de seguridad.

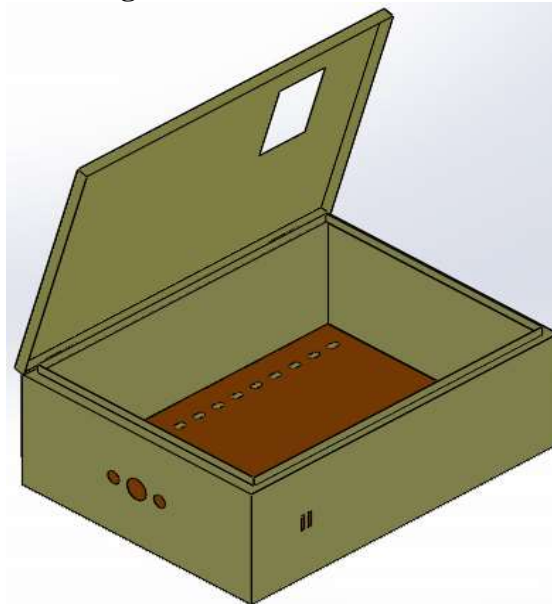
Para el montaje de elementos de los tableros eléctricos se debe tomar muy en cuenta los siguientes aspectos.

- Grados de protección IP del tablero.
- Distancias de aislamiento.
- Protección contra descarga eléctrica o puesta a tierra.
- Integridad de los circuitos de protección.
- Instalación de dispositivos y componentes de maniobra.
- Circuitos y conexiones eléctricas internas.
- Conexión de cables de Ethernet.
- Cableado del conjunto.
- Marcación del tablero con etiquetas.
- Terminales para conductores externos.
- Funcionamiento mecánico.
- Características referentes al rendimiento.
- Tensión soportada a impulsos.

3.2 Diseño del tablero de control y sus elementos eléctricos y electrónicos

El tablero que se va a utilizar para el montaje de los elementos eléctricos y electrónicos es un tablero de marca BEACOCUOP de las siguientes medidas de alto 80cm, ancho 60cm y de profundidad de 40cm, en la que se ensamblará los elementos requeridos por la estación de ensamblaje multipropósito. Para la cual antes del montaje de cualquier elemento electrónico se debe acondicionar con los orificios requeridos, en este caso se requiere una entrada de fuente de alimentación de 120V y una de 220V también se realizó la adecuación para dos salidas de conectores DB25.

Figura 12. Tablero de control



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Luego de las adecuaciones que se lo realizó al tablero se efectuará el montaje de cada elemento electrónico con sus características necesarias para que el proceso de ensamblaje se cumpla de acuerdo a lo establecido. Y por ello se detalla las características de cada uno de los elementos electrónicos y su requerimiento para el montaje.

3.2.1 *Montaje del PLC S7 1500, seguridad, características y alimentación.* Para el montaje adecuado del PLC y sus componentes se consideró las especificaciones técnicas que el fabricante recomienda en el manual, en la que indica que debería manipular en el montaje desconectada de la fuente de alimentación, ya que con ello evitaríamos alguna descarga eléctrica lo cual podría poner en peligro al operario y al mismo elemento electrónico con du deterioro definitivo.

Tabla 1. Características del PLC S7 1500 y sus componentes

Componente	Función	Característica
Perfil soporte	Soportar el portamódulos del sistema de automatización S7-1500 y sus diferentes componentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil soporte, 530 mm. • 6ES7590-1AF30-0AA0.
Fuente de alimentación del sistema (PM)	Una Fuente de alimentación se encarga de la alimentación del sistema de automatización S7-1500 a través de un conector frontal del CPU, y no incluye en el diagnóstico del sistema y esta fuente se puede configurar a través de STEP 7.	<ul style="list-style-type: none"> • 6EP1333-4BA00. • PM 190W 120/230V AC. • Tensión de salida 120/230 V AC, con conmutación automática. • Tensión de salida 24V DC. • Intensidad nominal de salida 8 A. • Consumo eléctrico 213 W.
CPU	Ejecuta el programa de usuario y con, la fuente de alimentación del sistema integrado, alimenta la electrónica de los módulos agregados a través del bus de fondo.	<ul style="list-style-type: none"> • 6ES7511-1AK00-0AB0. • CPU 1511-1PN. • Tensión de salida 24 V DC – 28,8 V DC • Número de bloques 2000. • Memoria de trabajo para datos 1Mbyte. • Memoria de trabajo para código 150 Kbytes. • Interfaces 1 x Ethernet. • Número de puertos Ethernet 2.
Módulo de entrada digital	Constituyen la interfaz entre el controlador y el proceso a través de los sensores y actuadores conectados, el controlador detecta el estado actual del proceso y dispara las reacciones correspondientes.	<ul style="list-style-type: none"> • 6ES7521-1BH00-0AB0 • DI 16x24VDC HF • Número de entradas 16 • Número de grupos de potencia 1 • Tensión nominal de entrada 24 V DC • Modo isócrono soportado • Retardo a la entrada 0,05 ms - 20 ms
Módulo de salidas digitales		<ul style="list-style-type: none"> • 6ES7522-1BH00-0AB0 • DQ 16x24VDC/0.5A ST • Número de entradas 16 • Tipo transistor • Número de grupos de potencia 2 • Tensión nominal de salida 24 V DC • Intensidad nominal de salida 0.5 A • Alarma de diagnóstico • Modo isócrono soportado

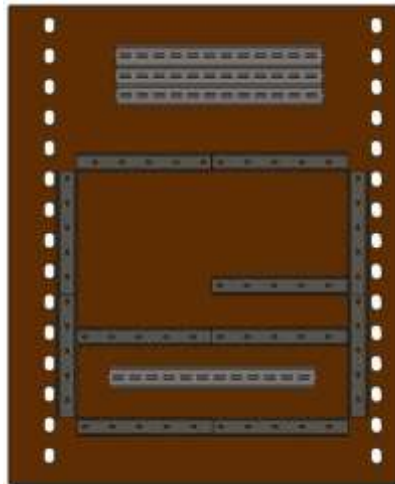
Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Después de la verificación de las características que deben tener el PLC y sus componentes se procede al montaje de cada elemento, pero se debe tomar en cuenta las recomendaciones que indica el fabricante, también para un montaje adecuado se debe cumplir con el siguiente procedimiento:

3.2.1.1 Montaje del perfil de 530 mm y sus respectivas canaletas ranuradas.

- Atornillar el perfil de 530 mm al tablero dejando sus respectivos espacios para el montaje de elementos.
- Montaje de canaletas ranuradas en la parte inferior del tablero.
- Distribución del espacio para los elementos que se ensamblará en el tablero.

Figura 13. Montaje de canaletas ranuradas



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.2.1.2 Montaje de fuente de alimentación del sistema (PM).

- Enganche de la fuente de alimentación de carga en el perfil de soporte.
- Girar la fuente de alimentación de carga hacia atrás.
- Desenchufar el conector de red de la fuente de alimentación de carga.

Figura 14. Montaje de fuente de alimentación del sistema (PM)



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.2.1.3 Montaje de la CPU.

- Insertar un conector U en la parte posterior derecha de la CPU.
- Enganche de la CPU en el perfil soporte y deslizar hasta la fuente de alimentación.
- Asegurar de que el conector U esté enchufado a la fuente de alimentación del sistema.

Figura 15. Montaje de la CPU

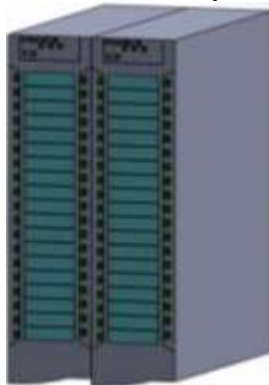


Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.2.1.4 Montaje de los módulos de entradas y salidas digitales.

- Enchufar el conector U en la parte posterior derecha del módulo de periferia o módulo de entradas digitales.
- Enganchar el módulo de periferia en el perfil soporte y deslice hasta el módulo izquierdo.
- Girar el módulo de periferia hacia atrás.
- Procedimientos que se realizan para las entradas y salidas digitales por su similitud de los módulos de periferia.

Figura 16. Módulos de entradas y salidas digitales



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Haber colocado el PLC S7 1500 y sus componentes se ejecuta al montaje de los demás componentes que ayudará para el montaje de la estación de ensamblaje multipropósito con el robot Industrial.

3.2.2 *Montaje del variador de frecuencia SINAMICS G110CPM110AM.* Luego de haber colocado el PLC S7 1500 y la canaleta con su respectiva distribución se procede al montaje del convertidor SINAMICS G110, para la cual el cual se detalla las características y su respectiva información que será de mucha importancia para su montaje y el arranque requerido para su montaje y el arranque requerido para la estación de ensamblaje multipropósito.

Tabla 2. Variador de frecuencia SINAMICS G110CPM110AM

COMPONENTE	FUNCIÓN	CARACTERÍSTICA
Convertidor SINAMIC G110	<ul style="list-style-type: none"> • Regulador de la velocidad en motores trifásicos y también ofrecen una protección excelente al motor. • Parámetros del variador se pueden modificar con el panel básico de operaciones BOP (Basic Operator Panel) o mediante la interface en serie universal (USS). • Tiempo de respuesta a señales de mando rápido. • Limitación rápida de corriente para funcionamiento seguro sin desconexiones por fallo Freno combinado. • Freno por inyección de corriente continua integrado. • Frecuencias fijas. • Función de potenciómetro motorizado. • Tiempos de aceleración y deceleración ajustables con redondeo parametrizable. • Rearranque automático después de cortes de red. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño robusto en cuanto a EMC • Puede funcionar en redes de alimentación IT. • 1 entrada digital con separación galvánica • 3 entradas digitales sin separación galvánica • 1 entrada analógica AIN: 0 – 10 V (solo en la variante analógica) se puede utilizar como cuarta entrada digital. • Altas frecuencias de pulsación para funcionamiento silencioso del motor • BOP opcional con funcionalidad de copia de parámetros para juegos de los mismos • Interface interna RS485 (solo en la variante USS) • Kit de conexión para el enlace PC-convertidor (RS232). • Protección sobretensión / subtensión. • Protección de sobre temperatura para el convertidor. • Protección de defecto a tierra. • Protección de cortocircuito. • Protección contra la pérdida de estabilidad (vuelco) del motor.

Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Después de la verificación de las características que deben tener el variador de frecuencia y sus componentes se procede al montaje de cada elemento y para ello se debe tomar en cuenta los siguientes factores para la instalación:

Disipación de potencia: La siguiente tabla de pérdidas son aplicables a equipos de conexión apantallados de hasta 25 m.

Tabla 3. Disipación de Potencia del convertidor SINAMICS G110 (230V)

Tamaño constructivo.	Potencia de salida (kW)	Pérdidas (W)
A	0.12	22
A	0.25	28
A	0.37	36
A	0.55	43
A	0.75	54

Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Condiciones para el servicio del variador de frecuencia:

- La temperatura debe ser de: -10°C hasta + 50°C.
- La humedad relativa ≤ 95 % sin condensación.
- No instalar cerca de fuentes de radiación electromagnética.
- No instalar cuando exista contaminaciones atmosféricas como: polvo, gases, corrosión.
- Evitar la instalación en lugares donde puedan presentarse humedad y condensado excesivo.
- Evitar instalar el variador en sitios donde exista vibraciones excesivas.
- Dimensionar adecuadamente las protecciones eléctricas para evitar sobrecargas en los elementos eléctricos.

Tomando en cuenta todos los factores se procede al montaje del variador SINAMICS G110 (230V) el que ayudará a controlar la velocidad del motor, ya que con ello se controlará la velocidad de la banda transportadora para todo el proceso de ensamblaje con el robot industrial y sus diferentes elementos mecánicos y electroneumáticos instalados en la estación de ensamblaje multipropósito.

Figura 17. Montaje del variador de frecuencia Sinamics G110CPM110AM



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.2.3 *Montaje del PLC S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RELAY.* Para el montaje del PLC S7 1200 se tomó en cuenta las características necesarias y las recomendaciones del fabricante que debe cumplir el PLC para que al momento del arranque no presente ningún tipo de inconvenientes.

Tabla 4. Montaje del PLC S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RELEY

COMPONENTE	FUNCIÓN	CARACTERÍSTICA
Perfil soporte	Soportar el portamódulos del sistema de automatización S7-1200 y sus diferentes componentes. Como el CPU, el módulo de salidas analógicas y el módulo de comunicación.	
CPU	El CPU provee las áreas de memorias siguientes para alcanzar el programa de usuario, los datos y la configuración, también la memoria de carga permite almacenar de forma no volátil el programa de usuario los datos y la configuración. Y un proyecto cargado en la CPU.	6ES7 214-1BG31-0XB0 El PLC S7-1200 CPU 1214C AD/DC/RLY Potencia: 12W Intensidad disponible: 400 mA. Memoria de usuario: 50 KB memoria de trabajo/2MB de memoria de carga/2KB de memoria remanente. E/S digitales integradas: 14 entradas/10 salidas. Tamaño de la memoria imagen de proceso: 1024 bytes de entrada.
Módulos de salidas analógicas (Signal Board) SB1232AQ.	Un signal Board puede enchufarse directamente a un CPU, de este modo pueden adaptarse individualmente las CPU añadiendo E/S digitales o analógicas sin tener que aumentar físicamente el tamaño del controlador. El signal board se lo conecta en el frente de la CPU	Intensidad de alimentación 25 mA Rango de temperatura 0 °C a 55 °C montaje horizontal 0 °C a 45 °C montaje vertical. Presión atmosférica permitida de 1080 a 660 hPa

Módulo de comunicación	La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación. Dentro del montaje de los módulos de comunicación estos se acoplan al CPU en conjunto en el rail.	AQ 1x12 BIT +/- 10VDC 0-20 Ma 6ES7 232-4HA30.0XB0 Disipación de potencia: 1,5 W Intensidad: 0,5 A
------------------------	---	--

Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Después de la verificación de cada uno de las características que debe tener el PLC S7 1200 y cada uno de los componentes que se debe montarse en el tablero para el proceso que se requiere en la estación de ensamblaje multipropósito.

3.2.3.1 Montaje del CPU del PLC S7 1200.

- Montaje de rail de 75 mm en el tablero con sus respectivos espacios para el montaje del CPU y sus elementos.
- Antes de montar o desmontar cualquier dispositivo eléctrico se debe asegurar que este desconectado la alimentación eléctrica de los dispositivos.
- Extraer el clip de fijación en el lado inferior del CPU de manera que se asome por encima del perfil.
- Enganche del CPU del PLC S7 1200 por el lado superior del perfil y fijar al perfil con el clip de fijación comprimida.

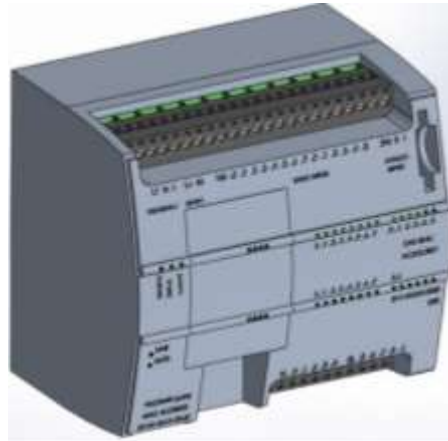
Después del montaje del CPU del PLC S7 1200 se procede al montaje del módulo de salidas analógicas para la cual a continuación se detalla todo el procedimiento como se debe llevar a cabo.

3.2.3.2 Montaje del módulo de salidas analógicas (Signal Board) SB1232AQ.

- Asegurar de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica.
- Retirar las cubiertas de bloque de terminales superior e inferior de la CPU.
- Insertar un destornillador en la ranura arriba de la CPU en el lado posterior de la tapa.
- Haga palanca suavemente para levantar la tapa y retírela de la CPU.
- Coloque el módulo recto en su posición de montaje en el lado superior de la CPU.
- Presione firmemente el módulo hasta que encaje en su posición.
- Coloque nuevamente las tapas de los bloques de terminales.

Para proceder al montaje del módulo de comunicación se debe tomar en consideración cada uno de las recomendaciones y lo que indica el manual, con lo que se lograra un montaje adecuado para evitar cualquier tipo de inconvenientes.

Figura 18. Montaje del PLC S7 1200 con CPU 1214C



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.2.4 Montaje del módulo de Switch Compacto.

- Retirar la tapa del conector en el lado derecho de la CPU
- Insertar un destornillador en la ranura arriba de la tapa
- Hacer palanca suavemente en el lado superior de la tapa y retírela
- Colocar el SM junto a la CPU
- Enganche el SM por el lado superior del perfil DIN
- Colocar un destornillador junto a la lengüeta en el lado superior del SM y luego se procede al desplace de la lengüeta por completo hacia la izquierda para extender el conector de bus hacia la CPU.

Figura 19. Módulo de Switch compacto



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.2.5 *Montaje de la pantalla táctil HMI KTP 600 Basic.* El montaje de la pantalla se realiza de manera horizontal en el tablero en la que se tiene montado los elementos necesarios para que este tablero cumpla con todas las condiciones para la estación de ensamblaje multipropósito.

Tabla 5. Montaje de pantalla Táctil HMI KTP 600 Basic

COMPONENTE	FUNCIÓN	CARACTERÍSTICA
Pantalla táctil HMI KTP600 BASIC COLOR	Con la pantalla táctil y las teclas de funciones se maneja el control panel de cualquier proceso	6AV6647-0AD11-3AX0 Pantalla táctil de 6 teclas de funciones. Operación Tecla/Táctil Pantalla LCD TFT de 5,7” y 256 colores

Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Para el montaje se detalla a continuación las dimensiones de la pantalla KTP600 Basic en la que tiene en x de 15mm en y de 40mm y en z de 10mm, para el montaje de la pantalla en el panel del módulo de comunicación se debe tomar en cuenta que el ancho de la pantalla es de 197mm y el alto de 141mm.

Al momento del montaje de la pantalla en el tablero se debe tener en cuenta que para sujetar la pantalla se debe usar 6 mordazas como lo indica el fabricante, la pantalla se debe alimentar con 24 V de DC porque con una alimentación inadecuada puede dañar el equipo, por ello se debe identificar la polaridad en las borneras.

Para la transferencia del programa se usa la unidad de comunicación integrada en el equipo con la conexión Ethernet lo cual ayudará para poder comunicar y poder controlar y monitorear el proceso de ensamblaje, ya que en esta pantalla se simulará el proceso que se lo realice.

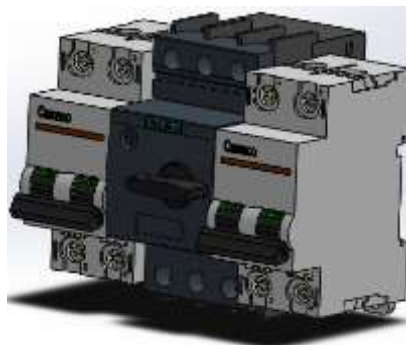
Figura 20. Pantalla táctil HMI KTP 600



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.2.6 *Elementos de protección eléctrica.* Toda instalación eléctrica debe tener elementos de seguridad para disminuir el riesgo de accidentes, como los causados por cortocircuitos, sobrecargas, ya que con ello se protege la integridad del operario y de todos los elementos en caso de tener cualquier percance. Por esta razón se optó por los siguientes elementos de protección para el tablero, los cuales se detallarán y se especificarán las características de cada uno de los elementos de protección eléctrica.

Figura 21. Elementos de protección eléctrica



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.2.6.1 *Guardamotor SIEMENS SIRIUS 3R (Interruptores Automáticos).* Con el interruptor automático instalado en el tablero podemos decir que son aparatos limitadores de corriente optimizados para derivación a motor, los mismos que son utilizados para la protección y maniobra de motores trifásicos y otras cargas, mediante los rangos normalizados protegen a los motores con temperaturas ambientes ≤ 60 °C utilizando el interruptor adecuado.

Tabla 6. Montaje del guardamotor SIRIUS 3R

COMPONENTE	FUNCIÓN	CARACTERÍSTICA
Guardamotor SIEMENS SIRIUS 3R	Protección contra sobrecargas Protección contra cortocircuitos Sensibilidad a la pérdida de fase	Referencia del fabricante: 3RV1021-1GA10. Clase de disparo: clase 10 Clase de protección IP/frontal: IP 20 Tensión de servicio 690 V Corriente de servicio: 6,3 A

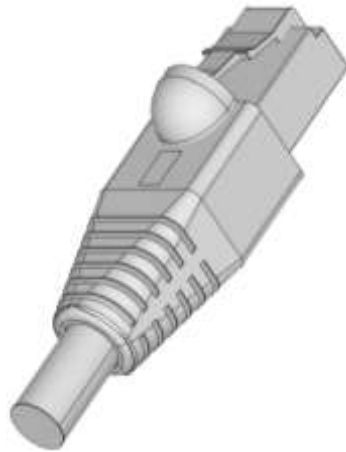
Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Después de la verificación de todas las funciones que cumple cada uno de los elementos de protección eléctrica y sus respectivas características que lo requiere la estación de ensamblaje multipropósito se procede al montaje de los elementos como el guardamotor y los dos breakers los cuales ayudará a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos,

con estos elementos de protección se logra evitar el deterioro prematuro del motor y el variador, para evitar lo mencionado anteriormente las protecciones distintas para los equipos se estiman según el consumo energético de los equipos, y con ello se tiene una protección adecuada para cada elemento eléctrico y electrónico.

3.2.7 *Cables para conexión ETHERNET.* Para la comunicación entre la pantalla táctil, el PLC 1500 y el PLC 1200 se utiliza cables especiales, los cuales están comunicados mediante un switch el que consta de cuatro puertos de Ethernet y mediante ellos se realiza la comunicación de los elementos indicados anteriormente.

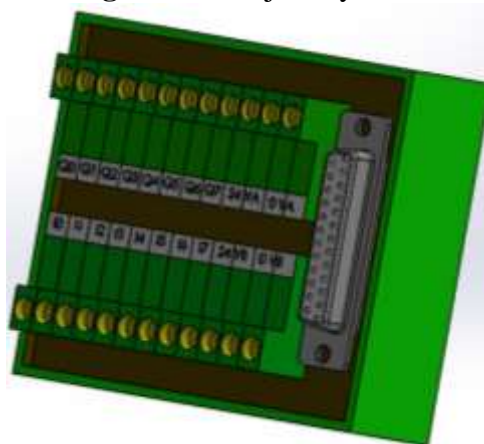
Figura 22. Cable de conexión Ethernet.



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.2.8 *Tarjeta SysLink.* Es un circuito que simplifica las conexiones entre el PLC y el robot con lo que se facilita la comunicación para poder enviar las señales de entrada y salida.

Figura 23. Tarjeta SysLink



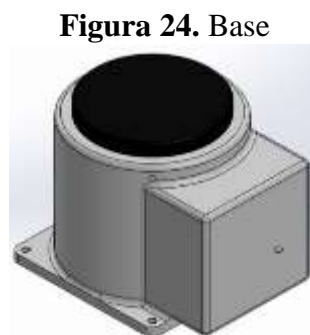
Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.3 Diseño y montaje del robot industrial KAWASAKI RS03N y sus respectivos componentes

El robot ayudará al proceso de ensamblaje es un robot industrial KAWASAKI RS03N el cual consta de algunos componentes y elementos mecánicos, neumáticos y electrónicos los que son necesarios para el correcto funcionamiento del mismo y para poder ordenar movimientos según como se lo requiera para un proceso específico porque se lo puede utilizar en sus diversas aplicaciones por los grados de libertad y los movimientos que tiene este robot, y para un montaje adecuado se debe tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante, también se debe conocer las funciones que realiza cada elemento dependiendo las características.

3.3.1 *Brazo*. Para el diseño del brazo robótico se realiza la toma de medidas de cada uno de los elementos que lo constituye el brazo robótico, y con ello tendremos las medidas exactas para el diseño del mismo con la ayuda de un software CAD. También cabe indicar que el brazo robótico KAWASAKI RS03N cuenta con 6 grados de libertad de tipo rotacional, los mismos que realizan el movimiento a través de 6 servomotores, y a continuación se indicará cada uno de los elementos que constituyen el brazo robótico.

3.3.1.1 *Base*. La base está considerada como el soporte de todo el sistema y también se denomina como un eslabón fijo por que alrededor de ella se mueve los demás elementos del brazo, también considera como la primera articulación.



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.3.1.2 *Hombro*. Este elemento está constituido como el segundo eslabón del robot y es una articulación de tipo rotacional y es el elemento que más trabajo debe desarrollar de todos los eslabones del sistema porque sobre su servo se ejercen fuerzas producto del resto de eslabones que realizan su trabajo.

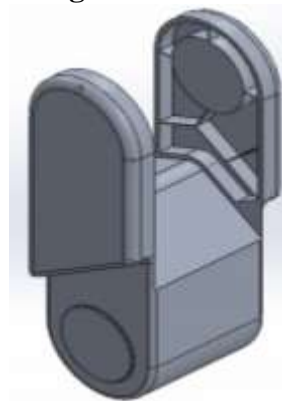
Figura 25. Hombro



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.3.1.3 *Codo*. El siguiente elemento está considerado como el tercer eslabón del robot de igual manera tiene una articulación de tipo rotacional.

Figura 26. Codo



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.3.1.4 *Muñeca*. Este elemento constituye tres ejes rotacionales, uno en la muñeca (ver figura 27), en el rotador (ver figura 28), y el otro rotador (ver figura 29) y también cuenta con los elementos de la pinza neumática (ver figura 30).

Figura 27. Muñeca



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.3.1.5 *Rotador*. El elemento rotador es un elemento que se requiere para poder girar en sus 180 grados, ya que con ello se trata de cumplir con los movimientos requeridos para el proceso.

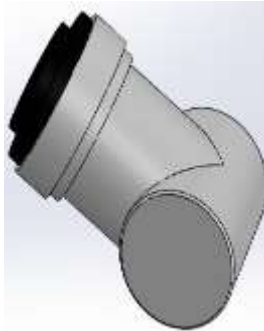
Figura 28. Rotador



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.3.1.6 *Girador*. El presente elemento se requiere para los movimientos requeridos y posicionar sobre el objeto a mover, también en este elemento estará acoplado una pinza neumática para poder coger el elemento a mover.

Figura 29. Girador



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.3.1.7 *Pinza neumática*. Elemento que sirve para el desplazamiento de los elementos a mover y con este elemento se puede realizar el proceso de ensamblaje según los requerimientos del proceso.

Figura 30. Pinza neumática



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Para el diseño de los elementos que lo componen el robot se utilizó el software Solidworks en la que se diseñó cada uno de los elementos y con el mismo software se realiza el ensamblaje de los elementos diseñados del brazo robótico que se indica en la figura 30.

Figura 31. Robot KAWASAKI RS03N



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.3.2 *Componentes requeridos para el movimiento del brazo robótico.* A continuación, se detallará los componentes y equipos que requiere el brazo robótico para poder realizar el movimiento según lo requiera el proceso.

Tabla 7. Componentes del brazo robótico

Componente	Función	Característica
Manipulador del control Industrial	Esta caja consta de los componentes que se ocupa de la comunicación con el robot mediante el cableado que existe en el interior.	
Teach Pendant	Elemento de comunicación principal con el robot, también es la interfaz hombre-maquina	
Compresor silencioso.	Elemento generador de aire comprimido mediante motocompresor, interruptor térmico e interruptor de presión automático.	Potencia: 0,34kW Capacidad de absorción: 50 ltr./min Presión: 8 bar Capacidad del recipiente: 15 ltr Tensión de servicio: 230V AC

Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.3.3 *Instalación de líneas neumáticas para la pinza.* Las instalaciones de las líneas neumáticas nos ayudan a que la pinza paralela del robot industrial mueva los dedos de la pinza combinados para poder mover material redondo o cuadrangular el mismo que tiene un desplazamiento de 20 mm para la cual consta de mangueras y materiales de montaje los mismos que estarán conectados para poder manipular según lo requerido.

3.4 Diseño y montaje de la banda transportadora y sus elementos mecánicos y neumáticos

Después del montaje de la banda transportadora se puede simular instalaciones industriales automatizadas con diferentes niveles de complejidad en la que este sistema de montaje de aplicación flexible tiene la facilidad de una continua ampliación y este

sistema puede adaptarse al conocimiento continuo, también con esta banda transportadora por su simulación el aprendizaje es más rápido, y para el montaje adecuado de la banda transportadora a continuación se detallaran las funciones y características que cumplen cada uno de los elementos de la banda transportadora.

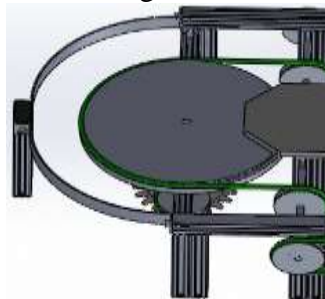
Tabla 8. Componentes de la banda transportadora

Componente	Función	Característica
Curva de 180° para segmento de cinta transportadora	Segmento para la conexión de sistemas parciales y para el montaje de sistemas mecatrónicos de mayor complejidad, al igual que de sistemas continuos.	Angulo: 180 grados Carril: 120mm Radio: 250 mm
Segmento de cinta doble transportadora pasivo	Módulo mecatrónico básico sin accionamiento propio, apto para la extensión de banda transportadora.	Longitud: 600mm Ancho: 160mm Carril: 120mm Correa de transmisión

Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.4.1 *Montaje del segmento de la curva de 180 grados de cinta transportadora.* Luego de haber conocido las características de los elementos de la banda transportadora se procede al montaje cada uno de los segmentos de banda transportadora en que se comenzara con el segmento de la curva de 180 grados para el segmento de cinta transportadora el que se acoplara una rueda dentada y luego se acoplara a la mesa donde también esta acoplado el robot industrial y la torre de almacenamiento de materia prima para el proceso de ensamblaje.

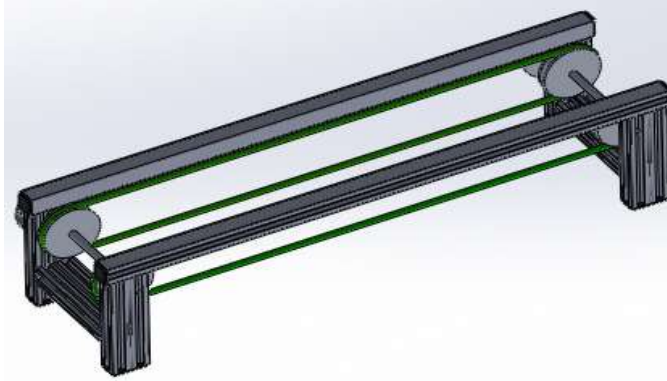
Figura 32. Curva de 180 grados de cinta transportadora



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

3.4.2 *Montaje del segmento de cinta doble transportadora pasivo.* Para continuar con el montaje del segmento de cinta doble transportadora pasivo se debe confirmar que la curva de 180 grados para segmentos de cinta transportadora debe estar bien acoplada a la mesa ya que de ello depende el ensamblaje de los dos segmentos de cinta doble transportadora pasivo y al otro extremo se ensamblaje la otra curva de 180 grados para segmento de cinta transportadora.

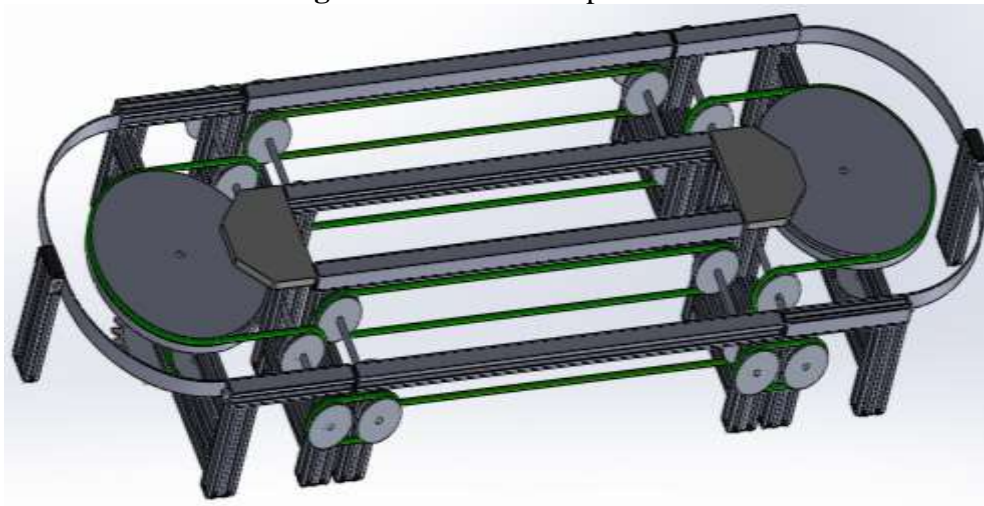
Figura 33. Segmento de cinta doble transportadora pasivo.



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Luego de haber realizado el montaje de todos los segmentos de la banda transportadora se deberá realizar también el montaje de los tres cilindros compactos los que ayudarán a detener el pallet para que no siga su curso en lugares donde detecte el sensor óptico, y en ese momento el brazo robótico comenzara con el proceso de ensamblaje de cada elemento que consta el proceso de ensamblaje. También a continuación se detallarán las características de los cilindros compactos y se realizará el respectivo montaje de los cilindros en sus lugares respectivos.

Figura 34. Banda transportadora



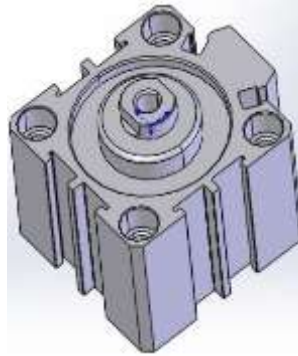
Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Tabla 9. Cilindro compacto

Componente	Función	Característica
Cilindro Compacto	Elevar el pallet para que esta no continúe su curso en la banda trasportadora y así permitir que el robot coloque su respectivo elemento para el ensamble	Fácil de colocar en espacios reducidos. Fabricados en aluminio. Presión de trabajo: 1 – 9 Bar Fluido: aire comprimido no lubricado

Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

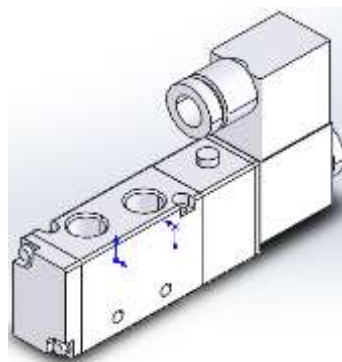
Figura 35. Cilindro compacto



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Haber logrado el montaje de segmentos de la banda transportadora, los cilindros compactos y los respectivos sensores también se llevará a cabo el montaje de las electroválvulas 5/2 las mismas que ayudarán a controlar el paso o la restricción de aire comprimido lo cual sirve para que los cilindros puedan realizar su acción según los requerimientos del proceso y para su mejor funcionamiento se encuentran montadas en el manifold y todas las acciones que lo realicen va dependiendo de las señales que envíe el sensor inductivo.

Figura 36. Electroválvula 5/2 AIRTAC 4V210-08



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Para que el proceso sea completamente también se realizará el montaje del motorreductor el que ayudará al movimiento de la cinta transportadora y aprovechando este movimiento realizaremos el proceso de ensamblaje.

3.4.3 *Montaje del motorreductor.* El montaje del motorreductor se lo realiza en la parte inferior de la mesa para que el motorreductor proporcione un movimiento adecuado y controlado la misma que estará conectada mediante una cadena entre el motorreductor y la banda transportadora, y para ello a continuación se detallarán las funciones y las

características del motorreductor, también se deberá tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante para un adecuado montaje del motorreductor.

Tabla 10. Funciones y características del motorreductor

Componente	Función	Característica
Motorreductor WEG	Sistemas formados por engranajes que hacen que los motores eléctricos funcionen a distintas velocidades, elemento necesario para toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que precisan reducir de forma segura su velocidad. Y están creados a base de engranajes, mecanismos circulares o serrados con geometrías diferentes, según su tamaño y la función en cada motor eléctrico.	Potencia: 0,18 kW (0,28 Hp) Tensión: 220V – 440V Frecuencia: 60 Hz Temperatura: 40°C Amperaje: 1,14A / 0,57 A Velocidad: 1710 rpm Factor de potencia (Cos ϕ): 0,67

Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Luego de haber verificado las características del motorreductor se realiza el montaje del motorreductor, para luego realizar el montaje de la transmisión de la banda transportadora, ya por ello se vio la necesidad de emplear un motorreductor trifásico factor de reducción I40 que permita el control sensible de su velocidad por medio de un variador de frecuencia, el tipo de transmisión empleado fue cadena y catarina debido a distancia corta entre los ejes ya que ésta no permite deslizamientos y pérdida de transmisión a comparación de la polea y banda.

3.4.3.1 Pasos para el montaje del motorreductor:

- Encajar y fijar el motorreductor en la meza con pernos y arandelas.
- Fijar la banda transportadora por medio de soporte anclados a la mesa.
- Medir y reducir la cadena a la medida requerida en el sistema de transmisión.
- Tensar y centrar la cadena para una mejor transmisión de potencia.
- Diseñar y fabricar la guarda que cubra el sistema de transmisión con el fin de evitar lesiones físicas a las personas que manipulan la estación.
- Conexiones eléctricas con todas sus protecciones eléctricas del motor.
- Programación del variador de frecuencia ingresando datos nominales de la placa del motor como la frecuencia, voltaje, revoluciones por minuto, corriente y factor de potencia.
- Pruebas de velocidad con el variador de frecuencia.

Figura 37. Montaje del motorreductor



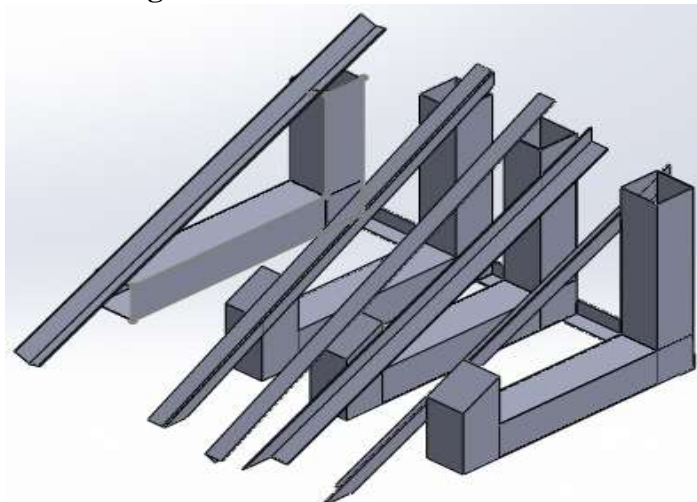
Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Después del montaje del motorreductor con sus respectivos anclajes se debe realizar la respectiva adecuación para la catarina que está conectado al motorreductor y mediante ella se conectara con la otra catarina mediante una cadena para poder transmitir el movimiento a la banda transportadora y poder tener el movimiento requerido de la banda transportadora según lo requiera el proceso, para que el movimiento de la banda sea según lo requerido se optó por la cadena ya que con aquel elemento no se tiene ninguna pérdida.

3.5 Diseño y montaje de la torre de almacenamiento para la materia prima

Se diseñó y se construyó la torre de almacenamiento mediante los perfiles de aluminio los mismos que ayuda a llevar la materia prima al lugar donde comienza el proceso de ensamblaje, luego de aquello el brazo robótico lo tomará con la pinza y realizará el movimiento programado para su proceso de ensamblaje.

Figura 38. Torre de almacenamiento

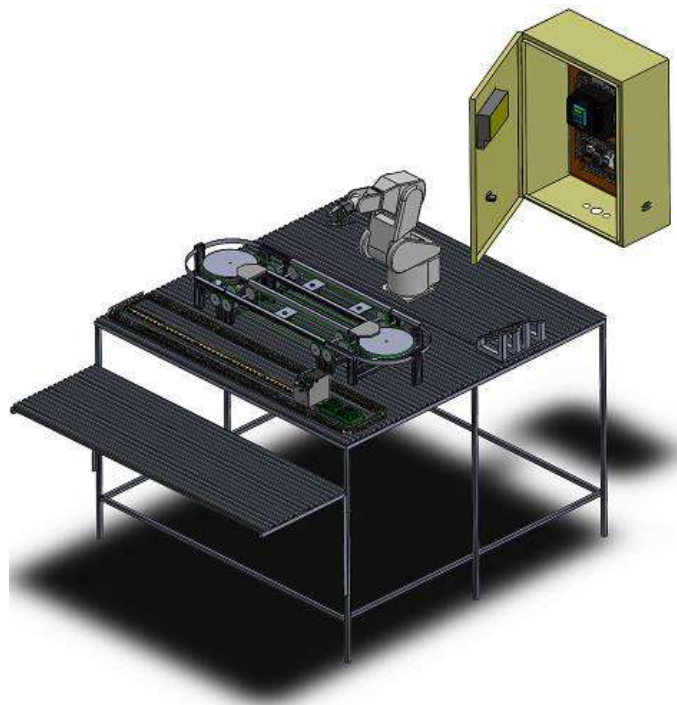


Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Después del montaje de la banda transportadora y sus elementos correspondientes se procede a la conexión del variador de frecuencia con el motorreductor y luego se controlará mediante el variador de frecuencia según lo requerido por el proceso de ensamblaje ya que de aquello se encargará el PLC para su óptimo ensamblaje, para que todo aquello se cumpla el fabricante recomienda ingresar los datos de la placa del motor los mismo que ayudarán para un adecuado funcionamiento del motorreductor, y los datos que se debe ingresar al convertidor son la frecuencia, potencia, velocidad, tensión, amperaje.

En el montaje final de nuestra estación de ensamblaje se puede apreciar cada uno de los elementos que se diseñó con sus características antes especificadas, las mismas que ya se encuentran ensambladas y montadas en el puesto de trabajo, ya que con este diseño y montaje que se realizó podemos realizar las respectivas programaciones que requiere el tablero de control y sus componentes de la estación de ensamblaje.

Figura 39. Implementación de la estación de ensamblaje



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

CAPÍTULO IV

4. PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA ESTACIÓN DE ENSAMBLAJE

Para la sistematización del proceso de ensamblaje se debe diseñar, codificar, depurar y mantener el código fuente escrito en un lenguaje de automatización secuenciales con el propósito de crear programas que muestren un comportamiento deseado para el proceso industrial para ello se debe tener en cuenta ciertos aspectos:

- Identificar el trabajo que realiza cada uno de los equipos de programación dentro del proceso de la estación de ensamblaje multipropósito.
- Desarrollar esquemas de conexión de control y potencia con el que cuenta la estación.
- Montaje y conexión eléctrica de los dispositivos utilizados para la estación.
- Establecer las secuencias de control para cada uno de los procesos de ensamblaje.
- Programación de los equipos PLC's, variador de frecuencia y controlador del robot.
- Verificar la disponibilidad y operatividad de la estación de ensamblaje.

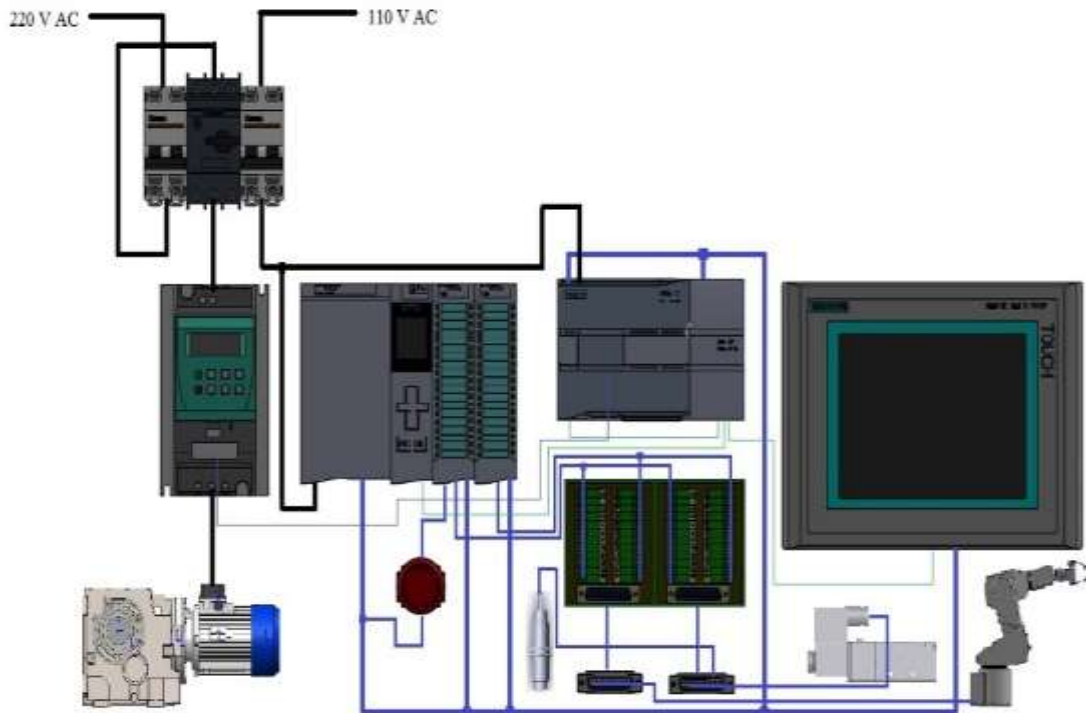
Entre otras actividades que se deben realizar son:

- Selección de equipos programables según la necesidad de la estación de ensamblaje.
- Modificación y adaptación de programas de control acorde al proceso de ensamblaje.
- Desarrollar programas eficientes de control que ayude a disminuir recursos.
- La verificación del funcionamiento de la automatización y de los sistemas para la estación de ensamblaje.

4.1 Representación del tablero de control en diagrama unifilar

En el diseño del diagrama unifilar se tomó en cuenta la norma de representación de esquemas eléctricos el que permitirá entender como está realizada las conexiones eléctricas tanto de potencia, control, Ethernet y mando que conforman el sistema de control para el proceso. También brinda una ayuda para realizar mantenimientos en las redes eléctricas, y las de comunicación que se tiene mediante el Ethernet.

Figura 40. Diagrama unifilar



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.2 Programación del robot Kawasaki RS03N mediante Teach Pendant

Para comenzar con la programación del brazo robótico se debe considerar la conexión física que debe existir entre la salida del controlador del robot y la entrada digital que cuenta el PLC 1500, la misma que recibirá las órdenes para la ejecución del siguiente paso del proceso y estas funciones se cumplirán a la par con la banda transportadora, para que puedan cumplir cada uno de los pasos primeramente se debe programar el brazo robótico, pero para ello se debe cumplir algunos pasos en la que se indicara la rutina para el cumplimiento del proceso.

- Para cualquier acción con el robot se debe mantener presionado el interruptor de seguridad la misma que se encuentra en la parte posterior del Teach Pendant.
- Crear un programa con el Pulso A + Programa en la pantalla táctil e introducir un valor entre 0 y 999; si ya se tiene el programa se seleccionará para poder activar en modo automático para que pueda cumplir con el proceso.
- En el Teach Pendant se activará el robot (RUN) y los motores (MOTOR ON), a continuación, se seleccionará el modo de aprendizaje con el movimiento del botón de bloque y enseñanza.

- Mover el robot a la posición inicial y establecer cada uno de las posiciones para guardar cada movimiento pulsando el botón REC.

Para el montaje de cada uno de las piezas se debe realizar la misma rutina, pero ubicando los puntos respectivos ya que el montaje de cada pieza se lo realiza en diferentes partes de la banda, para complementar lo anteriormente indicado a continuación se observará imágenes obtenidas en el proceso de la programación del robot.

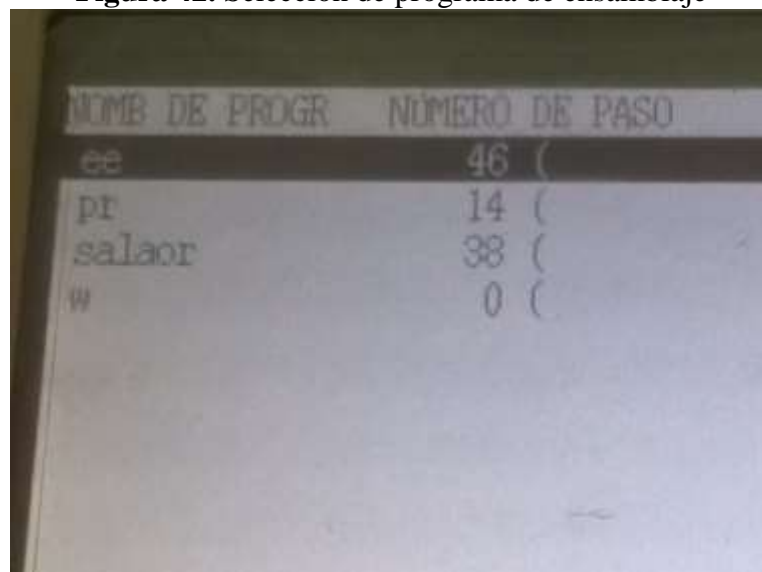
Figura 41. Panel operativo del controlador



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Como se puede observar cada uno de los componentes del controlador del robot, ya que de ellos dependerá que robot se encuentre en modo de enseñanza o en modo automático, pero para una mejor comprensión se puede informar en el anexo (ver Anexo I)

Figura 42. Selección de programa de ensamble



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

En la imagen anterior se puede observar la selección del programa en la que ya se encuentra grabado cada uno de los movimientos y con sus velocidades ya que esto debe estar acorde a la velocidad de banda transportadora para un proceso de ensamblaje adecuado, y continuación en la imagen se puede observar las coordenadas de cada movimiento.

Figura 43. Coordenadas de los movimientos

INTERP	VED	PRE	TMR	HIA	APRIETA	J/E	SALIDA	ENTRADA
PORE.E	9	1	0	1				1
1 PORE.E	9	1	0	1				1
2 PORE.E	9	1	0	1				
3 PORE.E	9	1	0	1				
4 PORE.E	9	1	0	1				
5 PORE.E	9	1	0	1	1			
6 PORE.E	9	1	0	1	1			
7 PORE.E	9	1	0	1	1			

Coor. de los ejes	X	Y	Z	O	A	T
JT 1 :	-88,572	X : -309,447				
JT 2 :	-3,210	Y : 108,991				
JT 3 :	-6,367	Z : 563,314				
JT 4 :	0,872	O : 179,444				
JT 5 :	-86,667	A : 90,413				
JT 6 :	-0,386	T : -90,329				

Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Como podemos observar en la imagen anterior cuando el robot está en modo automático el Teach Pendant indica cada movimiento que realiza con sus respectivas coordenadas de los ejes, este proceso se repetirá hasta que el robot reciba una señal indicando que ya no existe elementos para el proceso de ensamblaje. Para que el proceso de ensamblaje se cumpla debe existir una comunicación entre el tablero y el robot.

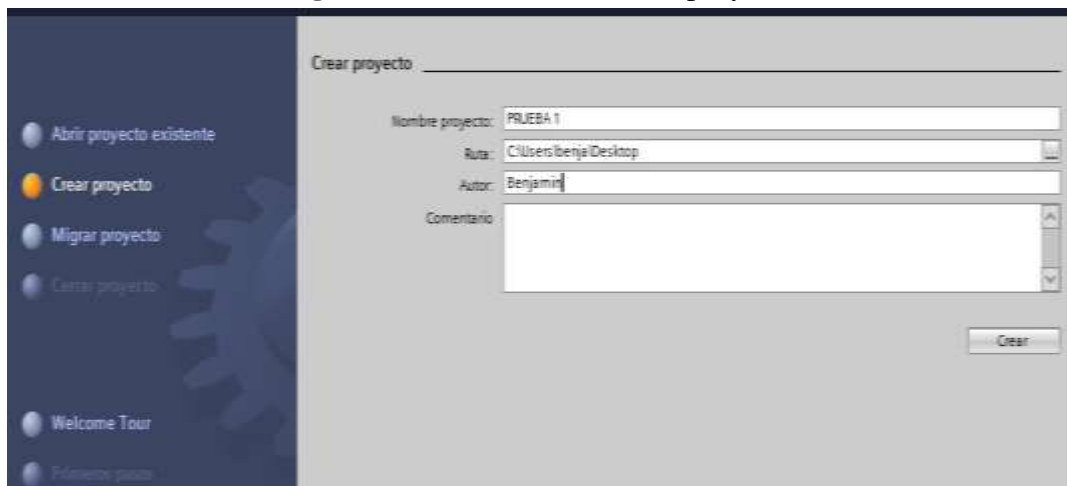
4.3 Programación y comunicación del tablero de control y el proceso de ensamblaje

4.3.1 *Configuración del software TIA Portal V13.* Para comenzar con la programación se debe realizar una instalación adecuada del software y luego realizar la configuración correcta con su respectiva licencia, ya que con la licencia se puede encontrar los elementos que se debe programar para el proceso de ensamblaje multipropósito que se realizará durante todos los trabajos de programación que se ejecutará en la estación.

4.3.1.1 Creación de un nuevo proyecto para la programación.

- Se ejecuta el TIA Portal V13 para crear un nuevo proyecto iremos dando forma según como se maneje el proceso.
- El paso siguiente será la asignación del nombre al nuevo proyecto.
- Seleccionar adecuadamente el CPU de cada uno de los dispositivos.

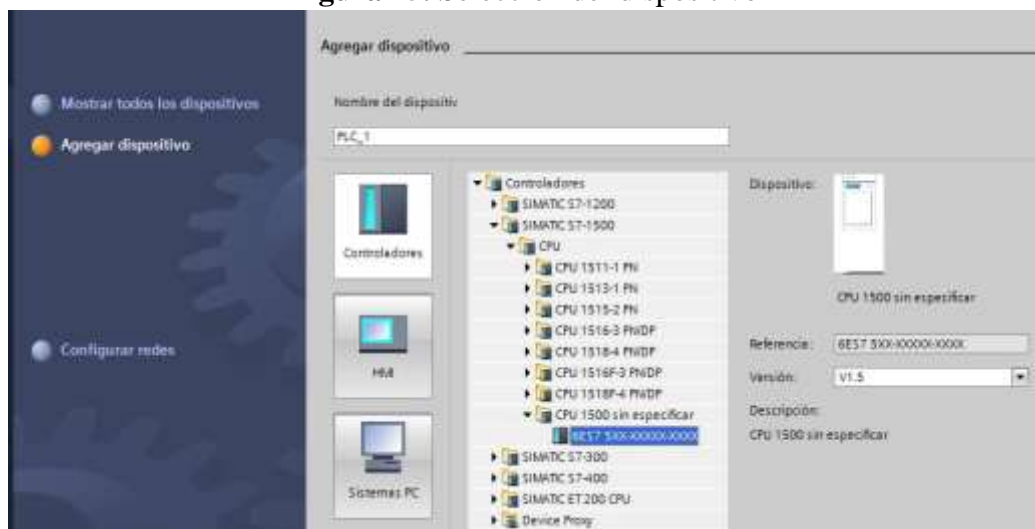
Figura 44. Creación del nuevo proyecto



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.3.1.2 *Agregar el PLC S7 1500 con un CPU 1511 – 1PN.* Luego de haber creado un nuevo proyecto se agrega un nuevo dispositivo S7-1500 sin especificar donde el software detectará automáticamente a través de la conexión PC-CPU del PLC, la misma que tendrá sus respectivos módulos.

Figura 45. Selección del dispositivo



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Siguiendo con el proceso de configuración de los dispositivos que se van a utilizar en el proyecto se observa los diferentes módulos conectados al PLC, pero antes de obtener la imagen del PLC con los módulos (ver figura 47) se debe determinar la configuración del dispositivo (ver figura 46).

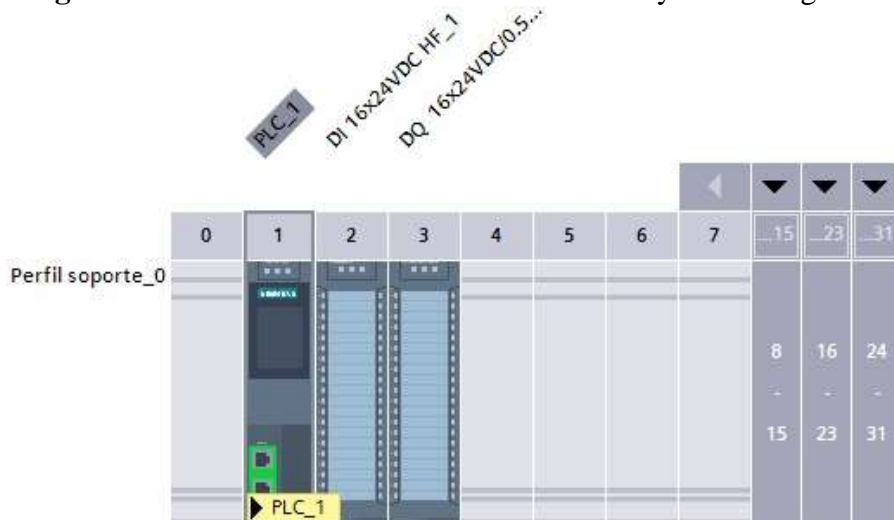
Figura 46. Determinar la configuración del dispositivo



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.3.1.3 *Agregar los módulos de entradas y salidas digitales.* Los módulos de entradas y salidas digitales se observan después de la configuración del PLC ya que después de la configuración el software automáticamente lo reconoce los módulos que esté conectado, en este caso tenemos un módulo de entrada digital y un módulo de salida digital como se puede ver en la figura 36.

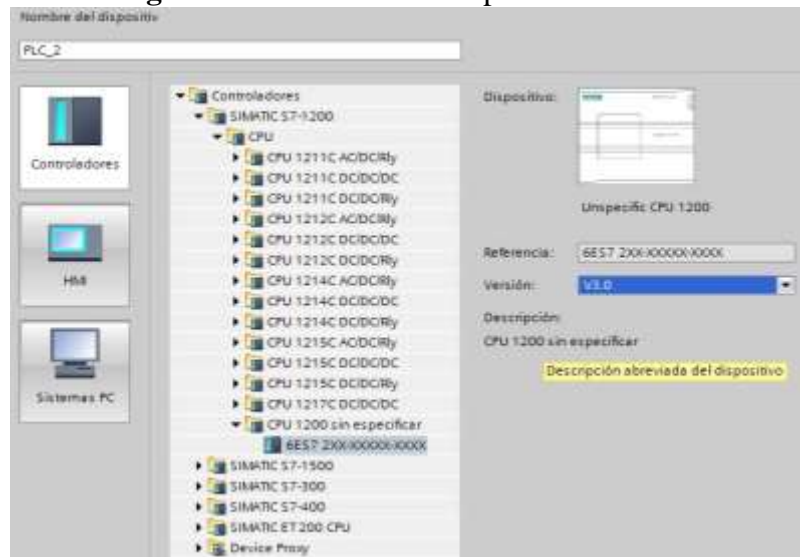
Figura 47. Inserción de los módulos de entradas y salidas digitales



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.3.2 *Agregar el PLC S7 1200 con un CPU 1214C AC/DC/RELAY.* Para completar la configuración también debemos agregar un nuevo dispositivo S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RELAY de igual manera desde la selección del CPU 1200 sin especificar donde el software va a detectar el dispositivo automáticamente a través de la conexión del PC – CPU del PLC.

Figura 48. Selección del dispositivo S7-1200

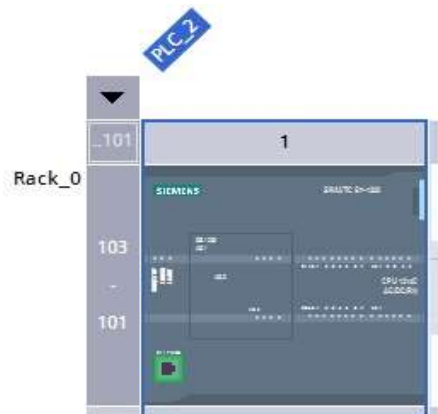


Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Para agregar los componentes del S7-1200 se repite los procedimientos para agregar cada componente que tenga dicho dispositivo.

4.3.2.1 *Agregar el módulo de salida analógica SB1232AQ.* Después de la conexión física del módulo de salida analógica se procede a la identificación del módulo mediante el software la misma que ayudará para el proceso de ensamblaje.

Figura 49. Insertar el módulo de salida analógica



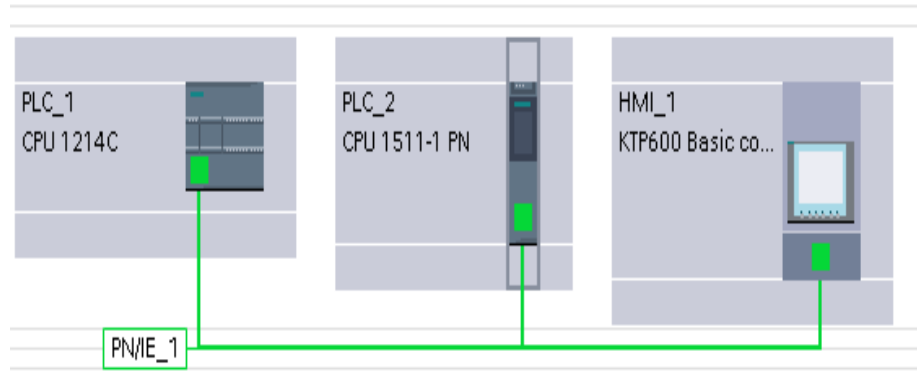
Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.3.3 *Programación de los equipos del tablero de control.* Para la programación de los equipos (PLC S7 1500) y PLC (PLC S7 1200) y la pantalla táctil HMI se debe tener una conexión ethernet y luego de ello se debe realizar la programación de los elementos según el requerimiento del proceso para el cual seguiremos un procedimiento adecuado y sencillo.

4.3.3.1 *Programación del PLC S7 1500 y el PLC S7 1200 con el software.* La programación del PLC S7 1500 y el PLC S7 1200 va depender del proceso de ensamblaje que se lo llevará a cabo, en este proceso se establecerá la programación para el uso del sensor inductivo, sensor óptico los mismos mediante él envió de señales al PLC S7 1500 y al PLC S7 1200 los mismos que dan ordenes de realizar el movimiento de la banda transportadora y del brazo robótico donde estos elementos trabajarán a la par ya que de estos elementos también dependerá la secuencia de salida de los vástagos de cilindros los mismos que están ubicados en el banda transportadora, estos elementos ayudan a detener el pallet que se utiliza para el ensamblaje.

Para la conexión en RED de los equipos PLC S7 1500, PLC S7 1200 y pantalla táctil HMI se lo realiza mediante el deslizamiento desde el módulo switch CSM 1277 al cada uno de los PLC's, este procedimiento se realiza en modo vista de red en el software TIA Portal V13 la misma que se demuestra en la imagen que se ve a continuación.

Figura 50. Conexión de los elementos

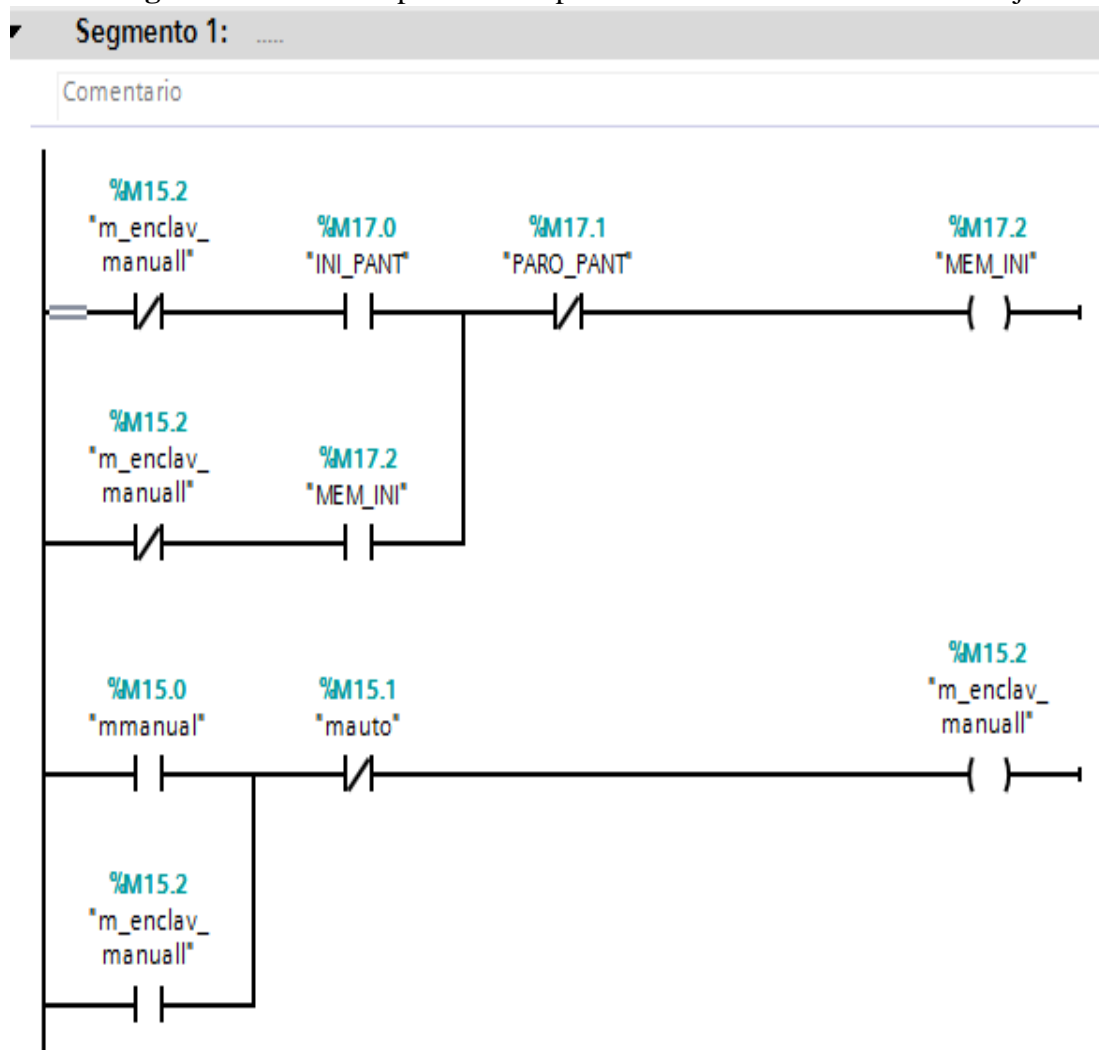


Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Como se puede ver que la línea de color verde es característico de la conexión a una red Ethernet, como se indica en la figura 49 se muestra la conexión de cada uno de los dispositivos como el PLC 1500, PLC 1200 y la Pantalla HMI las mismas que están conectadas mediante una red Ethernet que controlarán el proceso de ensamblaje.

Para proceder con la programación de los dispositivos realizaremos mediante variables los mismos que se declararan en el proceso de programación de cada bloque (las variables declaradas se especificaran en el Anexo I), los que ayudarán para enviar y recibir señales al tablero de control, estas señales se recibirán de los sensores, cilindros, brazo robótico y el variador de frecuencia G110 Siemens la misma que enviara una señal para arrancar el motorreductor y por la conexión que tiene el motorreductor mediante dos catarinas y la cadena realizará el movimiento de la banda transportadora lo cual es parte del proceso para poder ensamblar.

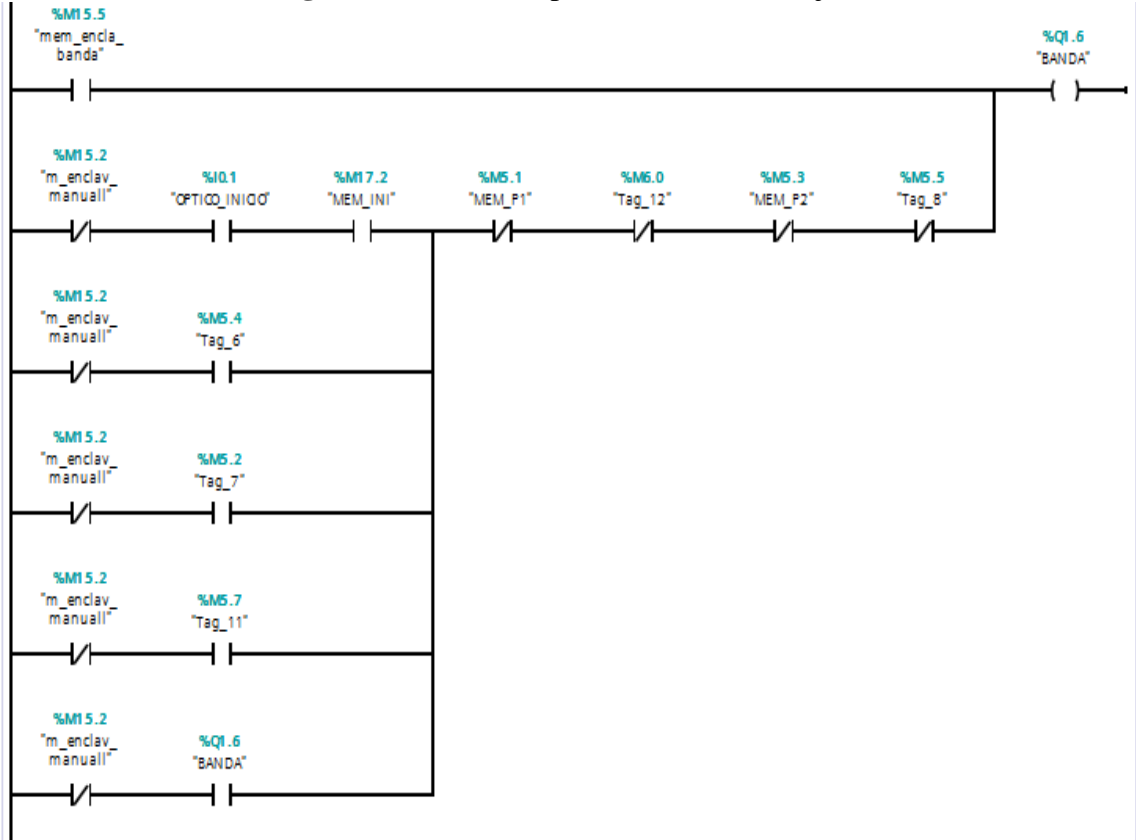
Figura 51. Controles para la manipulación de la estación de ensamblaje



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

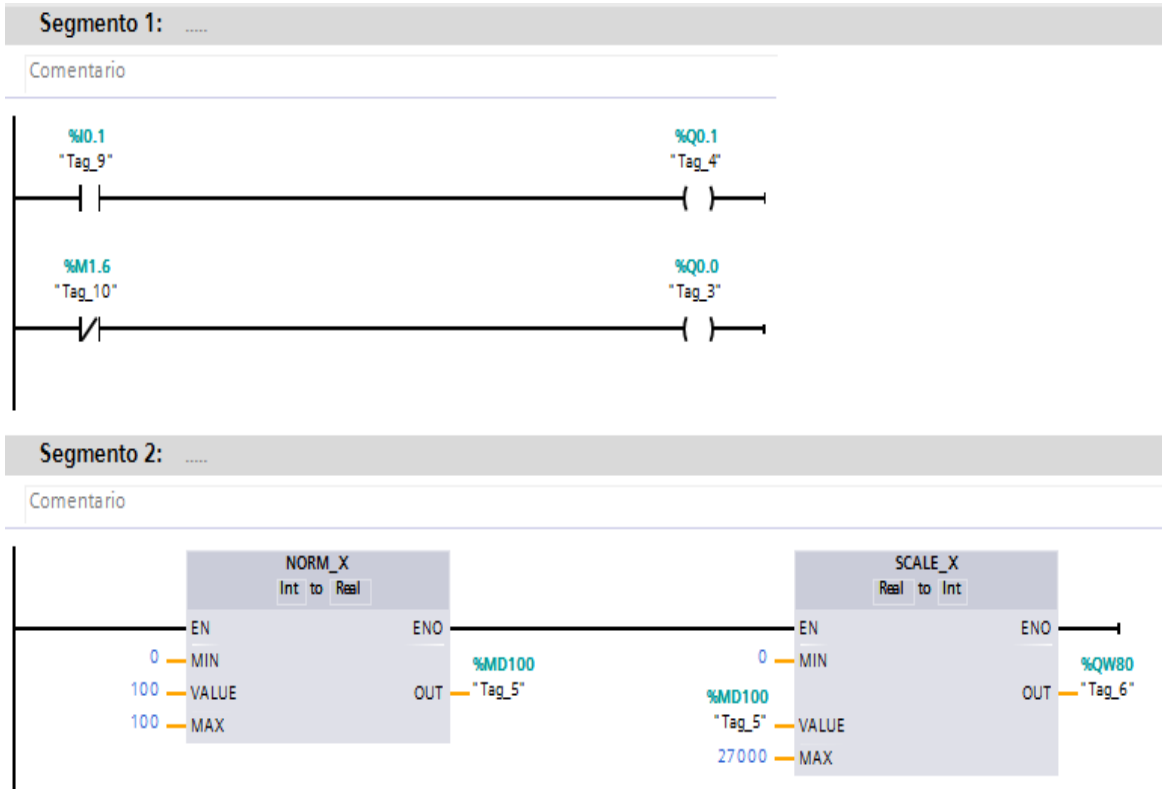
En la figura 54 se puede observar que la programación del PLC S7 1500 se lo realiza acorde a las necesidades del usuario y las teclas de mando que se colocaran en la pantalla HMI, ya que todo el proceso de ensamblaje se manejara mediante la pantalla para su mayor seguridad y comodidad del operario, detalles de la programación (ver Anexo J).

Figura 52. Inicio del proceso de ensamblaje



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Figura 53. Programación del PLC S7 1200 que controla las salidas analógicas para el control del variador de frecuencia

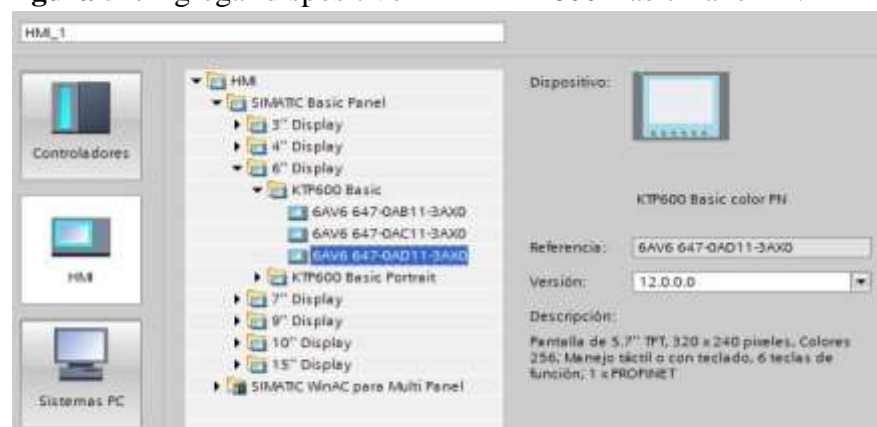


Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.3.4 *Agregar una pantalla HMI KTP600 Basic.* X Al momento de agregar el HMI se le asigna una dirección IP a la pantalla la misma que se registrara a la hora de registrar el dispositivo en el proyecto creado para el proceso de ensamblaje. También a continuación se detallará los pasos que se realiza para agregar el HMI en el proyecto.

- Después de haber agregado los PLCs también realizamos los procedimientos similares para agregar el HMI.
- Ingresamos a la función agregar dispositivo donde seleccionamos la opción HMI, donde se desplegará una lista de HMIs y tenemos que escoger el HMI KTP 600 Basic Panel PN con su respectiva referencia.
- Luego de haber realizado este procedimiento se podrá verificar que esta pantalla táctil está habilitada para la programación requerida.

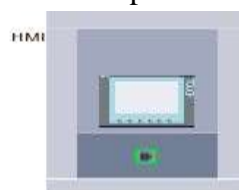
Figura 54. Agregar dispositivo HMI KTP 600 Basic Panel PN



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

A continuación, se muestra como queda registrada la pantalla dentro del software TIA Portal V13 lo que indica que queda listo para realizar la programación y cumplir con las funciones que lo requiera el proceso de ensamblaje y con ello también podemos visualizar el proceso que se llevara a cabo mediante esta pantalla el proceso de ensamblaje y podemos contabilizar cuantos ensamblajes se lleva a cabo en un cierto tiempo.

Figura 55. Inserción de pantalla Touch KTP 600



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Como se puede ver en la figura anterior la pantalla táctil queda registrada en el software TIA Portal V13 en la que se encuentra lista para poder programar y así poder cumplir con todos los requerimientos y cumplir con las funciones.

4.3.4.1 *Programación del HMI KTP600.* La conexión del HMI ya se realizó anteriormente con los elementos de la red como se puede observar en la figura 53 donde indica que la pantalla Touch está conectada al PLC S7 1500 a través de la red Ethernet.

También cabe indicar que en la pantalla se realizó las imágenes de visualización y los diferentes botones los que ayudará al proceso de ensamblaje, la imagen que a continuación se mostrara se realizó en el Programa TIA Portal V13 en la que se utilizó imágenes y botones para su inicio.

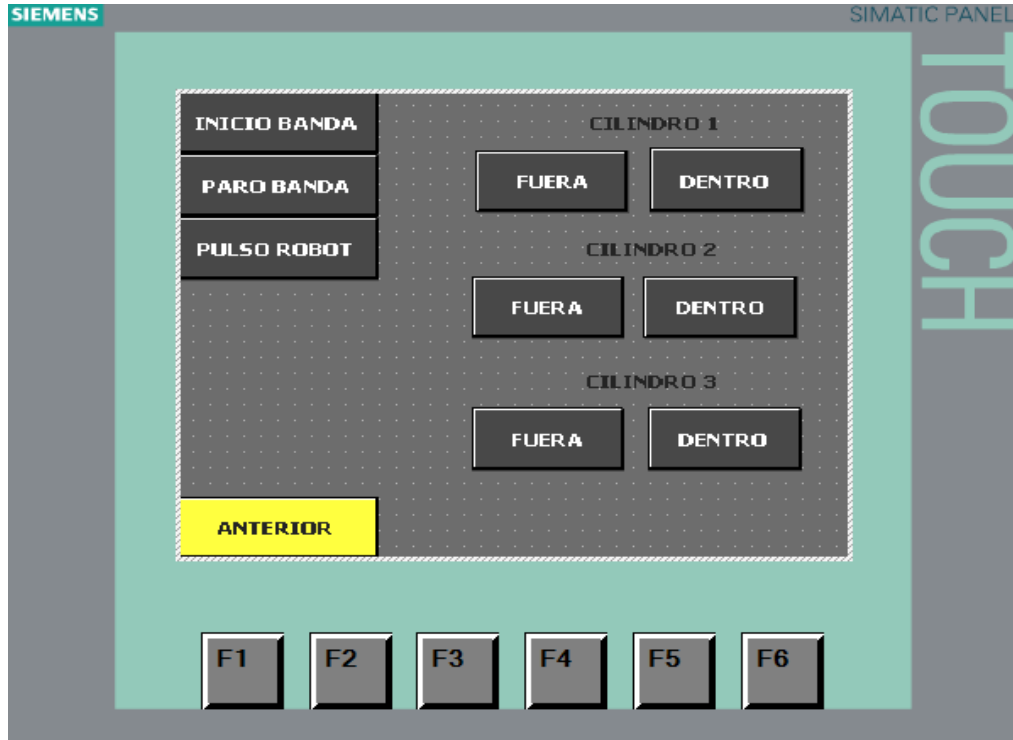
Figura 56. Pantalla de inicio del ensamblaje



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Como se puede observar en el inicio de la pantalla táctil se tiene dos botones como son el inicio automático y el inicio manual, con ello se puede manipular la estación de ensamblaje de forma automática y manual en la forma automática el proceso cumplirá todas sus funciones sin la intervención alguna, pero en la forma manual al momento de presionar el botón manual se desplegará algunas los mismos realizarán el movimiento requerido por el operario o por el proceso.





Figura 57. Ventana de proceso manual












Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Para poder tener conocimiento de cada uno de los botones a continuación se detallan las funciones que servirán para el control del proceso de ensamblaje, también se detallan las variables que se utilizó para poder realizar la programación de los PLC's y la pantalla táctil HMI.

Tabla 11. Descripción de las funciones para el proceso de ensamblaje

Imagen	Variables	Función
	Manual	Desactiva la función automática del proceso y permite controlar cada uno de las funciones manualmente para controlar paso a paso cada uno de los procesos.
	Automático	Controla automáticamente todo el proceso de ensamblaje la misma que sería un proceso repetitivo sin interacción manual.
	Inicio de proceso	Este botón es un interruptor paralelo al sensor que simula la orden del inicio del proceso.
	Paro de Proceso	Este elemento abre la programación manual y automática para poder detener el proceso.

	Inicio de banda transportadora	Función manual que permite el enclavamiento del motorreductor para que la función de la banda sea continua.
	Paro de banda transportadora	Esta función permite el desencajamiento del motorreductor para poder detener la banda transportadora.
	Avance paso a paso del robot	Esta función da una señal al robot para que ésta continúe paso a paso en cada uno de los procesos
	Activación Cilindro 1	Función manual que permite la salida del vástago en el proceso 1 para evitar el avance del pallet.
	Desactivación cilindro 1	Función manual que permite el ingreso del vástago en el proceso 1 para permitir el avance del pallet.
	Activación cilindro 2	Función manual que permite la salida del vástago en el proceso 2 para evitar el avance del pallet.
	Desactivación cilindro 2	Función manual que permite el ingreso del vástago en el proceso 2 para permitir el avance del pallet.
	Activación cilindro 3	Función manual que permite la salida del vástago en el proceso 3 para evitar el avance del pallet.
	Desactivación cilindro 3	Función manual que permite el ingreso del vástago en el proceso 3 para permitir el avance del pallet.

Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

Con los botones detallados anteriormente el proceso se puede realizar de una forma manual para el cual se debe presionar según lo requerido para poder cumplir el proceso.

4.4 Descripción del proceso de ensamblaje.

4.4.1 *Descripción de la forma en que se realiza el proceso de ensamblaje.* La línea de ensamblaje en un proceso donde las partes o añadiduras conforman el ensamblaje semi-terminado el cual se mueve de la estación de trabajo a estación de trabajo en donde las partes son agregadas en secuencia hasta que se produzca el ensamblaje final.

4.4.1.1 *Posición inicial del robot RS03N.* El robot se encuentra en la posición inicial del proceso esperando recibir una señal del sensor inductivo.

Figura 58. Posición inicial del robot



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.4.1.2 *Descripción del proceso para levantar de la base.* En esta parte comienza el proceso de ensamblaje, pero para un inicio del proceso el pallet debe pasar por el sensor inductivo para su detección el pallet cuenta en sus extremos magnéticos los que ayuda a que mediante esa detección el sensor envíe una señal para que el robot realice su movimiento adecuado para el levantamiento de la misma, también al mismo tiempo se eleva el cilindro uno para detener al pallet.

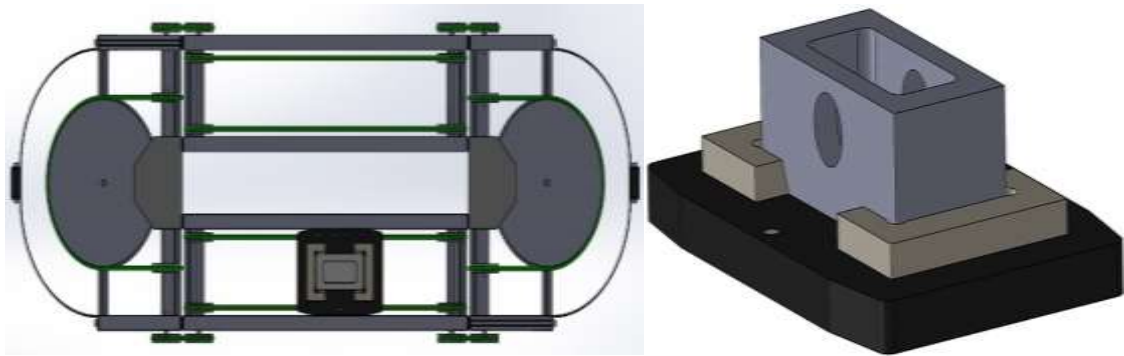
Figura 59. Proceso de elevación de la base



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.4.1.3 *Descripción del proceso de ensamblaje de la base.* En este proceso el robot ya elevó la base y el pallet está listo para recibir la base luego de haber dejado la base el robot se desactiva el cilindro 1 y la banda tiene un cierto tiempo para poder llegar al otro punto de ensamblaje, cabe indicar al momento de desactivar el cilindro 1 se activó el cilindro 2.

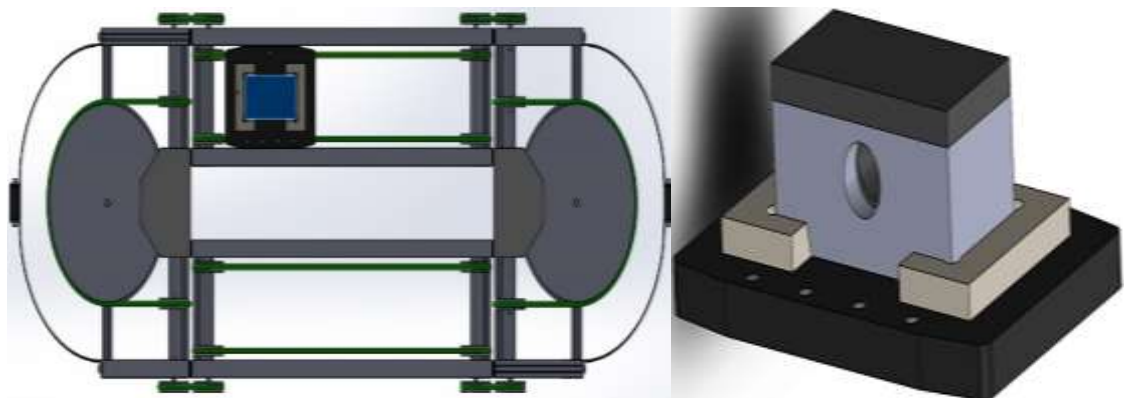
Figura 60. Primer proceso de ensamblaje



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.4.1.4 *Descripción del proceso de ensamblaje de la tapa.* Finalizado la primera etapa del proceso como ya recibió una señal que el robot cumplió el primer proceso se activa el cilindro 2 y el robot se traslada a la torre de almacenamiento para elevar y trasladar el segundo elemento para su ensamblaje, también la banda transportadora comienza su recorrido durante un tiempo el cual se controla mediante un timer y se detendrá hasta poder ensamblar la tapa, donde después de haber cumplido este proceso se desactivará el cilindro 2 y dará la señal al robot y a la banda transportadora para su siguiente proceso en la que el cilindro 3 debe estar activo para poder detener al pallet.

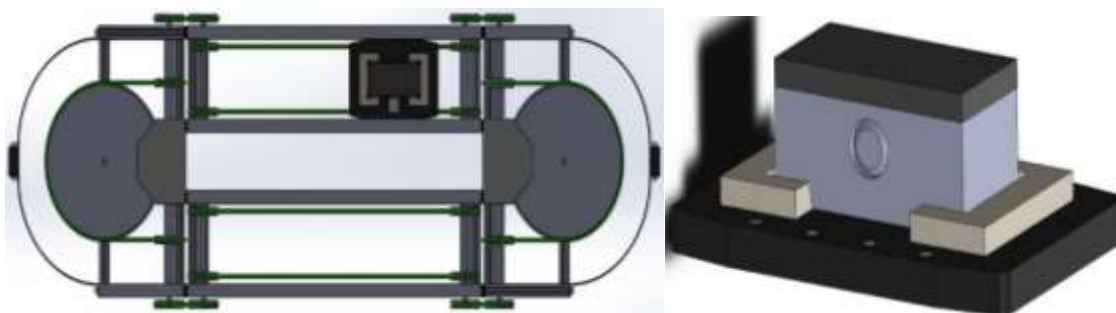
Figura 61. Segundo proceso de ensamblaje



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.4.1.5 *Descripción del proceso de ensamblaje del pasador.* Haber cumplido la segunda etapa del proceso como ya se activó el cilindro 3, el robot está en proceso de la elevación y traslado del último elemento desde su torre de almacenamiento, y después de recorrer un cierto tiempo la banda transportadora se detendrá en el cilindro 3 hasta que el robot pueda insertar el último elemento del proceso.

Figura 62. Tercer proceso de ensamblaje



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

4.4.2 *Descripción del proceso del vaciado del pallet.* Luego de haber completado el proceso de ensamblaje el robot recibirá una señal que indica que el mismo robot debe retirar el producto final o la pieza ensamblada del pallet para luego elevar el elemento ensamblado y poder transportar a una banda indexadora donde quedará colocada para que luego un proceso a continuación de la nuestra pueda realizar el proceso de almacenamiento.

Figura 63. Colocación en la banda indexadora



Fuente: Jiménez Bayardo y Ninabanda Benjamín

También el cilindro 3 recibirá la señal para desactivar y la misma señal enviará una orden para que la banda transportadora recorra durante un tiempo y le detecte nuevamente el sensor para su segundo ensamblaje, para la cual el robot habrá dejado el producto final y tendrá opción para un nuevo proceso. También cabe destacar que el proceso en cualquier etapa puede ser modificado su rutina mediante las funciones que se encuentran disponibles en el panel táctil HMI y se puede realizar todas las acciones que se encuentran detalladas en el apartado de la tabla 11 que se explica detalladamente cuáles son sus funciones específicas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La estación de ensamblaje se diseñó con la ayuda del software de diseño Solidworks para tener una mejor visión de su estructura y poder ubicar cada uno de los dispositivos, para su implementación se realizó con dispositivos Siemens los mismos que brindan una garantía de los equipos.

Se estableció la estación de ensamblaje con materiales ligeros como el aluminio la selección se dio por su aspecto, en cuanto al control y manipulación de los procesos se empleó el PLC S7 1500, PLC S7 1200, variador de frecuencia, una pantalla HMI KTP 600, banda transportadora, y robot Kawasaki RS03N con los que se podrán realizar las diferentes prácticas para la simulación de ensamblajes.

Se realizó la programación del brazo robótico con el uso del Teach Pendant mediante la grabación de las posiciones de los ejes en cada una de las etapas de los procesos, para finalmente terminada la grabación y poner la llave del controlador en posición automática para que el proceso sea cíclico.

Se realizaron las pruebas de cada uno de los elementos de la estación de ensamblaje y pudiendo obtener resultados satisfactorios sin detectarse errores en el proceso.

Se elaboraron; un manual de usuario, de mantenimiento y las guías prácticas de laboratorio mismas que garantizaron su buen uso.

5.2 Recomendaciones

Si a futuro se requiere realizar cambios o mejoras en la estación de ensamblaje la mejor forma de hacerlo es utilizando las herramientas adecuadas.

Se establecieron materiales ligeros como el aluminio para dar un mejor aspecto, ya que no son demasiado rígidos y en caso de colisión con el robot no causen daño al brazo

robótico, evitando también construir estructuras que ocupen demasiado espacio y reduzcan el área de trabajo del robot.

Para la manipulación del brazo robótico es necesario que al momento de realizar prácticas esté presente un técnico para una previa inducción y supervisión en cada una de las prácticas que lo realicen los estudiantes y así poder conservar la funcionalidad de la estación de ensamblaje.

Se debe realizar la verificación después de cada rutina de programación de la estación de ensamblaje tanto de los PLC's como del robot en la que se debe constatar la existencia de errores poniendo en marcha al sistema sin carga y a bajas velocidades para facilitar la corrección de anomalías en la programación.

Para el desarrollo de las prácticas de los estudiantes en el Laboratorio con la estación de ensamblaje es necesario utilizar las guías de prácticas con el motivo de saber cuáles serán las rutinas a seguir y los recursos necesarios.

BIBLIOGRAFÍA

BLANCO, Santiago & GONZÁLEZ, Víctor R. *Programación y Control de Procesos*. [En línea] México: Universidad de Guadalajara, 2004. [Consultado: 11 Junio de 2016]. Disponible: http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/Tema_5.4.htm

CANTO, Carlos. *Automatización: Conceptos Generales*. [En línea] México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2003. [Consultado: 11 Junio de 2016]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1049/1/T-UTC-1272.pdf>

CONTRERAS, Carlos. *Sistemas Electroneumáticos* [En línea] México: universidad de Guadalajara 2009. [Consultado: 20 Junio de 2016].

CORKE, P.I. *Robots, Vision y Control*. s.l. [En línea] Ecuador: Escuela Politécnica Nacional , 2011. [Consultado: 13 Junio de 2016]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8693/1/CD-5831.pdf>

DAHL-SKOG, Rolf. *Introducción a la programación del (PLC)*. [En línea]. [Consultado: 13 Junio de 2016]. Disponible en: http://www.tese.edu.mx/documentos2004/5554_CNYAWPL.pdf

FESTO, didactic. *Fundamentos de Electroneumática*. [En línea] 2000. Disponible en: www.festo.com/didactic.

GARCÍA, Pamela.. *Noticias del Mercado*. [En línea]. 2013. [Consultado: 5 de Marzo de 2016.] <https://franklinlinkmx.wordpress.com/2013/09/05/que-es-el-control-pid/>.

RODRIGUEZ PEREZ, Carlos Andres. *Diseño de un Robot Antropomórfico de Propósito General* [En línea] Perú: Instituto Nacional de Tecnologías Educativas, y de Formación del Profesorado. 2013. [Consultado: 15 Junio de 2016]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4354/629892R696.pdf?sequence=1>.

KAWASAKI. *Support Industry Kawasaki* [En línea] [Consultado: 13 Junio de 2016]. Disponible en: <https://robotics.kawasaki.com/en1/>

MENDOZA. 2012. *Sistemas de sensores y actuadores*. [En línea] 2012. [Consultado: 13 Junio de 2016]. http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores/sistemas_de_sensores_y_actuadores_05.pdf.

MONTALVO, José Luis & MOROCHO Wilian. 2011. *Diseño e implementación de un sistema scada para control del proceso de un modulo didáctico de montaje festo utilizando PLCy una pantalla HMI, caso práctico: en el laboratorio de automatización de la fie*. Riobamba : s.n., 10 de julio de 2011.

MORENO, M. *Automación Micromecánica s.a.i.c.* [En línea] 2014 [Consultado: 13 Junion de 2016]. Disponible en: www.micro.com.ar.

REYES AGUILAR, Primitivo. *Sistemas de medición en procesos de ensamblaje* 2007. [En línea] 2007. [Consultado: 13 Junion de 2016]. Disponible en www.icicm.com/files/MSA_3th_ed.doc.

ROMERA, Pedro. *Automatización problemas resueltos con automatatas programables.* [En línea] Argentina: Universidad San Juan, 2009. [Consultado: 13 Junion de 2016]. Disponible en: <http://dea.unsj.edu.ar/control1b/teoria/unidad1y2.pdf>

RUEDAS, Carlos. *Automatización Industrial: Áreas de Aplicación para Ingeniería.* [En línea] Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 2014. [Consultado: 13 Junion de 2016]. Disponible en: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_10_MEC01.pdf.

SIEMENS. *Support Industry Siemens.* [En línea] [Consultado: 10 de 08 de 2016.]. Disponible en: <https://support.industry.siemens.com/cs/products/6av6647-0ac11-3ax0/simatic-hmi-ktp600-basic-color-dp?ps=50&pid=326210&ntp=Manual&ml=es&mlfb=6AV6647-0AC11-3AX0&mf=ps&lc=es-WW>.

SIEMENS. *PLC S7-1200.* [En línea] 05 de 2012. [Citado el: 01 de 08 de 2016.]. Disponible en: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/36932465/simatic-s7-controlador-programable-s7-1200?dti=0&lc=es-WW>.

SIEMENSGLOBALWEBSITE. *SIEMENSGLOBALWEBSITE.* [En línea] 2 de Febrero de 2015. [Consultado: 5 de Marzo de 2016.] [https://support.industry.siemens.com/cs/document/106448872/descarga-del-simatic-step-7-\(TIA-Portal\)-v13-sp1-trial?dti=0&lc=es-ES](https://support.industry.siemens.com/cs/document/106448872/descarga-del-simatic-step-7-(TIA-Portal)-v13-sp1-trial?dti=0&lc=es-ES).

VALLEJO, Horacio D. *PLC y Robótica.* [En línea] México: Quark SRL, 2005. Vol. 5. [Consultado: 10 Junion de 2016]. Disponible en: <http://www.todopic.com.ar/utiles/plc.pdf>.