



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE
POSICIONAMIENTO EN TRES EJES CON PROBETAS DE DISTINTOS
MATERIALES Y TAMAÑOS CON PLC PARA EL LABORATORIO DE
CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA
FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”**

**DENNYS FABRICIO NAVARRETE MACHADO
HERNÁN VINICIO LÓPEZ MOROCHO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-12-23

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

DENNYS FABRICIO NAVARRETE MACHADO

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE POSICIONAMIENTO EN TRES
EJES CON PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CON PLC PARA EL
LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE
LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Santillán Gallegos.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Ing. Ángel Silva Conde.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Lenin Aguirre.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-12-23

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

HERNÁN VINICIO LÓPEZ MOROCHO

Titulada:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE POSICIONAMIENTO EN TRES EJES CON PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CON PLC PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Santillán Gallegos.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Ing. Ángel Silva Conde.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Lenin Aguirre.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: DENNYS FABRICIO NAVARRETE MACHADO

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE POSICIONAMIENTO EN TRES EJES CON PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CON PLC PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”

Fecha de Exanimación: 2015-02-23

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Ángel Silva Conde. DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Lenin Aguirre. ASESOR DE TESIS			

* 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. Marco Santillán Gallegos.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: HERNÁN VINICIO LÓPEZ MOROCHO

TÍTULO DE LA TESIS:“ DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE POSICIONAMIENTO EN TRES EJES CON PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CON PLC PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”

Fecha de Exanimación: 2015-02-23

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Ángel Silva Conde. DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Lenin Aguirre. ASESOR DE TESIS			

* 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. Marco Santillán Gallegos.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado 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.

Dennys Fabricio Navarrete Machado

Hernán Vinicio López Morocho

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios pues me sorprende hasta donde me ha traído y cumplido sus promesas pues su amor nunca podrá apartarse de mi vida.

A mis padres, Heriberto Bolívar López Cáceres y Eva Marina Morocho Palacios que con mucho esfuerzo han sido la bendición y apoyo para mi vida, pues con sus consejos que han guiado mi camino.

A mi hermano Bolívar, por su apoyo incondicional y el mejor regalo que me ha dado, mi sobrina preciosa Emily Ariana. A mi hermana Patricia que con su vida ha sido la amiga que me ha acompañado en cada una de mis victorias y caídas.

Hernán Vinicio López Morocho

El presente trabajo de tesis se lo dedico a Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera. A mis queridos padres, Ignacio Navarrete Villacís y Magda Machado Vinueza porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo.

A mi hermana Carla Andrea Navarrete, por sus palabras y compañía, porque ha sido la persona que me ha acompañado en toda mi vida.

A mis abuelitos Gonzalo, Fanny, José, María, más que mis abuelos fueron las personas después de mis padres que se preocupaban por mí.

A mi demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera profesional. A mi hermosa enamorada Adriana Illanes por sus palabras y confianza, por su amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme.

Dennys Fabricio Navarrete Machado

AGRADECIMIENTO

A Dios pues hasta aquí me ha ayudado y sin él nada lo hubiera logrado, a mi familia, a mis padres pues su ejemplo de vida me ha servido para esforzarme día a día y alcanzar las metas que me propuesto. A mi hermano que me ha acompañado en cada lucha de mi vida, a mi hermana que con su apoyo me ha infundido el aliento para el arduo esfuerzo en cada batalla librada pues ha sido mi madre espiritual que junto con sus consejos he salido adelante.

A la Facultad de Mecánica por haberme permitido realizar mi formación profesional como Ingeniero Mecánico y por todo el conocimiento que adquirido.

Hernán Vinicio López Morocho

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

A mis padres porque fueron fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida y más aún en mis duros años de carrera profesional. A Mi Padre, por creer en mí e impulsarme con el ejemplo, por su paciencia, humildad, y sabiduría, y por estar a mi lado a pesar de la distancia, atento de mi bienestar. A Mi Hermana, quienes con su cariño, apoyo y comprensión incondicional, estuvo siempre con una palabra de aliento en los momentos difíciles, aclarando mi camino hacia la meta. A Mi Abuelita Fanny por su amistad afecto y voluntad.

A la Facultad de Mecánica por haberme abierto las puertas para mí formación profesional como Ingeniero Mecánico.

Dennys Fabricio Navarrete Machado.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Generalidades	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación técnico – económica	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	
2.1 Automatización industrial.....	5
2.1.1 <i>Herramientas de la automatización</i>	6
2.1.2 <i>Sistemas de control</i>	6
2.1.3 <i>Sistemas de control en lazo abierto</i>	7
2.1.4 <i>Sistemas de control de lazo cerrado</i>	7
2.2 Análisis del sistema de ubicación y posicionamiento de piezas.	8
2.2.1 <i>Características de movimiento</i>	8
2.3 Morfología del sistema de posicionamiento	10
2.3.1 <i>Estructura mecánica</i>	10
2.3.2 <i>Grados de libertad</i>	11
2.3.3 <i>Tipos de configuración</i>	12
2.4 Sistemas cartesianos.	13
2.4.1 <i>Sistemas de impulsión hidráulicos</i>	14
2.4.2 <i>Sistemas de impulsión eléctricos</i>	15
2.4.3 <i>Sistemas de impulsión neumáticos</i>	17
2.4.4 <i>Elementos terminales</i>	18
2.5 Características y aplicaciones del software TIA PORTAL V13.....	20
2.5.1 <i>Características del software TIA PORTAL V13</i>	20
2.5.2 <i>Lenguajes de programación IEC</i>	21
2.5.3 <i>Configuración de red y de dispositivos</i>	22
2.5.4 <i>Lenguajes de programación IEC</i>	24
2.5.5 <i>Online y diagnóstico</i>	26
2.6 Características de funcionamiento del PLC SIMATIC S7-1200	28
2.6.1 <i>Nomenclatura externa del PLC S7-1200</i>	29
2.6.2 <i>Unidades que complementan al PLC S7-1200</i>	30
2.6.3 <i>Comunicación. Un PLC SIMATIC S7-1200</i>	32
2.6.4 <i>Herramientas del programa</i>	37
2.7 Interface hombre máquina (HMI).....	39
2.7.1 <i>Funciones de un software HMI</i> :	39
2.7.2 <i>Tareas de un software de supervisión y control</i>	40

2.7.3	<i>Pantallas táctiles HMI.</i>	41
2.7.4	<i>Comunicación</i>	44
2.7.5	<i>Herramientas del programa.</i>	46
2.8	Conexión de la tarjeta Arduino en la estación.	47
2.8.1	<i>Microcontrolador.</i>	48
2.8.2	<i>¿Qué es Arduino?</i>	48
2.8.3	<i>Partes de la tarjeta Arduino.</i>	48
2.9	Sensores.	50
2.9.1	<i>Sensor magnético</i>	50
2.9.2	<i>Sensor inductivo</i>	50
2.9.3	<i>Sensores ópticos.</i>	52
2.10	Sistemas de selección por materiales	53
2.11	Sistemas de selección por tamaños	54
3.	DISEÑO Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA LA ESTACIÓN.	
3.1	Diseño.	56
3.2	Características y componentes de la estación.	69
3.2.1	<i>Parámetros de la estación.</i>	71
3.3	Estación de posicionamiento en tres ejes.	72
3.4	Control de la estación por radio frecuencia.	73
3.5	Elaboración de la tarjeta de interfaz entre PLC y la estación.	76
3.6	Conexiones de la estación de posicionamiento en tres ejes.	77
3.7	Circuito neumático	78
3.8	Montaje y calibración de los elementos y equipos.	78
4.	PROGRAMACIÓN PLC, PANTALLA TÁCTIL Y CONTROL INALÁMBRICO	
4.1	Configuración del TIA Portal V13 con el PLC y HMI	81
4.1.1	<i>Licencia.</i>	81
4.2	Nuevo proyecto	81
4.3	Programación del PLC S7-1200	84
4.4	Programación HMI	90
4.5	Programación Arduino uno	92
5.	MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS.	
5.1	Manual de funcionamiento de los equipos.	95
5.1.1	<i>Manual de operación de la estación.</i>	97
5.2	Manual de mantenimiento.	99
5.2.1	<i>Inventarios de equipos.</i>	101
5.2.2	<i>Diagnóstico mediante TIA Portal V13</i>	102
5.2.3	<i>Programación del plan de mantenimiento.</i>	103
5.2.4	<i>Tiempo de ejecución de cada tarea</i>	103

5.2.5	<i>Banco de tareas.</i>	104
5.3	Diseño de fichas técnicas del equipo	109
5.4	Elaboración de métodos de seguridad para los equipos.	113
5.4.1	<i>Seguridad.</i>	113
5.4.2	<i>Puntos críticos de seguridad en el equipo.</i>	114
5.4.3	<i>Sistema de seguridad del sistema de posicionamiento.</i>	114
5.4.4	<i>Normas de seguridad.</i>	115
5.5	Elaboración de técnicas de seguridad para el equipo.	116
5.6	Elaboración de técnicas de seguridad para el operador	117
5.7	Elaboración de guía práctica de laboratorio.	119
6.	ANÁLISIS DE COSTOS	
6.1	Costos de los equipos adquiridos.	126
6.2	Costos de otros equipos similares	128
6.3	Análisis de costos.	130
6.3.1	<i>Análisis de costos de la estación de posicionamiento didáctico.</i>	130
6.4	Resultados de análisis de los costos.	134
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
7.1.	Conclusiones	135
7.2.	Recomendaciones.	135

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Partes de PLC S7-1200.	30
2 Parte complementaria del PLC.....	31
3 Formas de comunicación PROFINET del PLC S7-1200.....	34
4 Formas de comunicación PROFIBUS del PLC S7-1200.....	36
5 Indicadores con su estado.....	38
6 Partes de la pantalla táctil KTP 600 PN.....	42
7 Transferencia de datos entre panel y PC.....	46
8 Ventajas y desventajas de los sensores inductivos.....	52
9 Terminales entradas y salidas.....	77
10 Actividades de mantenimiento en el sistema mecánico.	99
11 Actividades de mantenimiento en el sistema eléctrico.....	100
12 Actividades de mantenimiento en el sistema neumático.....	100
13 Codificación de elementos.....	101
14 Programación del mantenimiento.	103
15 Tiempo de ejecución de cada tarea.	103
16 Equipos de automatización siemens.....	126
17 Costos de PLCs.	128
18 Costos pantalla táctil.	129
19 Costos de la parte estructural.	131
20 Costos de la parte neumática.....	131
21 Costos de la parte eléctrica.....	132
22 Costos de materia prima.....	133
23 Costos indirectos de fabricación.	133
24 Costos de producción.	134

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Manipulador cartesiano de tres ejes de posicionamiento neumático.	1
2 Proceso a controlar.	6
3 Sistema de control de lazo abierto.	7
4 Ciclo de lazo cerrado.	8
5 Movimiento.	9
6 Tipos de configuración.	13
7 Robot cartesiano.	14
8 Vista de red de automatización instalada.	22
9 Vista de red de automatización instalada.	23
10 Vista de red de automatización instalada.	24
11 Lenguajes de programación gráficos KOP y FUP.	25
12 Diagnóstico del sistema.	26
13 PLC SIMATIC S7-1200.	28
14 Controlador lógico programable.	29
15 Unidades complementarias de SIEMENS.	31
16 Unidades complementarias de SIEMENS.	31
17 CSM 1277 Compact Switch Module.	32
18 Tipos de módulos de comunicación.	32
19 Comunicación S7.	33
20 Estandarización PROFINET y PROFIBUS.	37
21 Interface del HMI.	39
22 Funcionalidad de pantallas táctiles.	41
23 Partes de la pantalla táctil KTP600 PN.	42
24 Partes de una tarjeta Arduino.	48
25 Pulso de las E/S y PWM.	49
26 Arduino uno.	49
27 Sensor magnético.	50
28 Sensor inductivo.	51
29 Sensor óptico OMRON E3H-DS5B13.	53
30 Selección por materiales.	54
31 Selección por tamaños.	55
32 Selección por tamaños.	56
33 Diámetro.	56

34	Tornillo de Potencia.....	57
35	Diagrama de fuerzas.....	57
36	Fuerzas tornillo	57
37	Fuerzas tornillo mediano.....	59
38	Masas eje pequeño.....	61
39	Fuerza eje Medio.....	61
40	Fuerzas tornillo grande.....	63
41	Masa eje medio.....	64
42	Fuerzas diagrama medio	64
43	Probetas.....	71
44	Estación.....	72
45	Mando de la estación.....	73
46	Módulos de radiofrecuencia.....	73
47	Módulo emisor.....	74
48	Módulo receptor.....	75
49	Tarjeta de conexiones de la caja de programación.....	76
50	Tarjeta de la estación.....	76
51	Estación.....	78
52	Mando	79
53	Mando inalámbrico.....	80
54	Automation license manager.....	81
55	Crear proyecto.....	82
56	Agregar PLC.....	82
57	Determinar PLC.....	83
58	Asignar IP HMI.....	83
59	Asignar HMI.....	84
60	Asignar variables.....	84
61	Inicio programación.....	85
62	Posición cero.....	85
63	Memoria de paro	87
64	Selección de Proceso.....	87
65	Proceso activación.....	87
66	Proceso grande.....	88
67	Imagen raíz.....	91
68	Posición cero.....	91
69	Manual.....	92
70	Posición cero.....	92

71	Emisor programación.....	93
72	Receptor programación.....	94
73	Pantalla táctil.....	98
74	Control inalámbrico.....	98
75	Formato de inventario.....	101
76	Diagnóstico pantalla táctil.....	102
77	Banco de tareas PLC.....	104
78	Banco de tareas CSM 1277.....	105
79	Banco de tareas fuente de poder LOGO! Power.....	106
80	Banco de tareas pantalla táctil.....	107
81	Banco de tareas tarjeta Arduino uno.....	108
82	Ficha técnica compact switch.....	109
83	Ficha técnica fuente de poder.....	110
84	Ficha técnica KTP 600 basic panel.....	111
85	Ficha técnica PLC S7-1200.....	112
86	Ficha técnica tarjeta Arduino.....	113
87	Técnicas de seguridad para el equipo.....	116
88	Técnicas de seguridad para el operador.....	117

SIMBOLOGÍA

CMP	Costos de materia prima	Mcal
Cc	Calor de combustión	Kcal
A	Área	m ²
M	Numero de grados de libertad	unidades
J_p	Número total de uniones principales	unidades
J_h	Número total de uniones de orden superior	unidades
n	Número total de uniones de orden superior	unidades
F	Fuerza	Newton
T	torque	Nm
P	Potencia	W
σ	Esfuerzo	Pa

LISTA DE ABREVIACIONES

TIA	Automatización integrada totalmente
PLC	Controlador lógico programable
HMI	Interfaz hombre - máquina
RAM	Memoria de acceso aleatorio
CPU	Unidad central de procesamiento
E/S	Entradas/Salidas
LED	Diodo emisor de luz
RTU	Unidad terminal remota
PC	Computadora personal
SCADA	Supervisión, control y adquisición de datos
PLC	Controlador lógico programable
LAN	Red de área local
MAC	Control de acceso a los medios
PLC	Controlador lógico programable
AWG	Calibre de alambre estadounidense
TxD	Transmisión de datos
RxD	Recepción de datos
PC/PPI	Computadora personal/ Interfaz punto a punto
USB/PPI	Unidad de bus serial/ Interfaz punto a punto
WAN	Red de área amplia
PtP	Punto a punto
USS	Serie universal
TCP	Protocolo de control de transmisión
KOP	Esquema de contactos
CM	Módulo de comunicación
SCL	Lenguaje de control estructurado
CSM	Módulo compacto de interruptores
IP	Elemento de comunicación/conexión
EEPROM	Memoria de solo lectura borrrable programable eléctricamente
PWM	Modulación por ancho de pulsos
NA	Normalmente abierto
NC	Normalmente cerrado
WinCC	Sistema de supervisión sobre PC
RS-232	Estándar Recomendado 232

FUP	Diagrama de funciones
AWL	Lista de instrucciones
GRAPH	Programación secuencia
GDL	Grados de libertad
ANN	Artificial neural network
DCS	Distributed Control System
PAC	Programmable automation controller
AWL	Lista de instrucciones
CNC	Control numérico computarizado
A/D	Conversión Analógica – Digital
D/A	Conversión Digital – Analógica
CMP	Costos de materia prima
CMO	Costos de mano de obra
CIF	Costos indirectos de fabricación

LISTA DE ANEXOS

A	Perfiles de Aluminio
B	Valores orientativos para coeficiente de fricción
C	Motor eje
D	Motor eje largo
E	Propiedades de aluminio
F	Parámetros de factores
G	Sensor AIRTAG
H	SIMATIC HMI Panels
I	Controlador Lógico Programable (PLC) SIMATIC S7-1200
J	Cilindro Compacto AIRTAC serie ACQ
K	Silenciador de Bronce
L	Ejecutores de Vacio

RESUMEN

Se diseñó una estación de posicionamiento en tres ejes con probetas de distintos materiales y tamaños con PLC para el laboratorio de Control y Automatización de Procesos Industriales de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, ya que como estación didáctica proporcionará un medio muy importante para el aprendizaje de los estudiante pues un equipo de este tipo tiene un costo elevado para su adquisición.

Se construyó la estación utilizando tres ejes de movimiento con tornillos sin fin de aluminio, utilizando motores de 24V. Se utilizó perfiles de aluminio para la estructura,.

En la construcción del mando que se realizó con chapa metálica de 1 mm, se colocará dentro de ella el PLC S7-1200, el HMI, el switch, la fuente y las tarjetas de entradas y salidas, además del interruptor de encendido, el fusible. Se utilizan cables DB-25 que interconectan los dispositivos.

Además se realizó un mando inalámbrico para el manejo de la estación. Se programó en el Software TIA Portal para realizar tres traslaciones ubicando a las probetas en posiciones indicadas para el proceso.

Se desarrolló un manual de operación que nos permitirá no solo dar un buen manejo a la estación además de un mantenimiento controlado. Recomendamos que se programe conociendo la ubicación espacial para que no exista daño en la estructura o en los equipos eléctricos por un movimiento inesperado. Esta estación ayudará a los estudiantes en su desarrollo profesional.

ABSTRACT

A positioning station was designed in three axes with samples of different materials and sizes with PLC for laboratory of the Industrial Process Automation and Control of the Mechanical Engineering Faculty at the ESPOCH, as a teaching station will provide an important means for students learning, because this equipment is costly to purchase.

The station was built using three motion axes with aluminum worm gears, using 24V motors. For the structure were used the aluminum profiles.

The design of the control was made with 1 mm metallic sheet, will be placed within in the S7-1200 PLC, HMI, switch, power supply and input and output card, besides the power switch and the fuse. DB-25 cables were used to interconnect the devices.

In addition, a wireless controller for handling station was performed. It was programmed in the TIA Portal software in order to make the three movements by placing the sampling tubes in specified positions for the process.

An operating manual was developed which will allow us not only giving a good management of the station, but also a controlled maintenance. We recommend to program by knowing the spatial location so that there is no structural or electrical equipment damage by an unexpected movement. This station will help to students in their professional development.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

En la industria mundial actual se ha desarrollado un gran impulso en la automatización y control de procesos. Gran cantidad de equipos para procesos industriales son ofertados por empresas reconocidas a nivel mundial que han puesto en el mercado tecnologías innovadoras pero al mismo tiempo costosas que están al alcance en gran medida únicamente para las empresas con gran capacidad económica para adquirir estos equipos.

Figura 1. Manipulador cartesiano de tres ejes de posicionamiento neumático.



Fuente. <http://www.festo-didactic.com/>

El campo de la Automatización en su desarrollo e innovación ha tenido un avance vertiginoso, tomando una posición indispensable en innumerables áreas y tipos de industria; reemplazando al hombre en actividades repetitivas o peligrosas, aumentando la productividad de un determinado proceso. En la construcción del conocimiento se requiere de personal que posea un amplio y muy bien fundamentado conocimiento de todos los procesos industriales modernos, así como de las estaciones didácticas necesarios para realizar las prácticas de los mismos.

El presente proyecto abarca los procesos de Diseño y Construcción de un sistema de posicionamiento en tres ejes para la traslación de probetas de distintos tamaños y materiales. El Software para el control de la estación está diseñado en TIA PORTAL V13.0 utilizando HMI que permite una interfaz más amigable con el usuario.

1.2 Antecedentes

A nivel mundial los sistemas automatizados permiten que se evite utilizar al hombre en trabajos monótonos, cansados y peligrosos, los cuales entre líneas de procesos tenían que transportar elementos pesados, calientes, abrasivos o radioactivos

A través de los años, la industria ha presenciado un avance notable en el campo de la automatización, control de procesos, robótica, y en nuestro caso los sistemas de posicionamiento de tres ejes son utilizados en innumerables tareas dentro de producción como puede ser ubicar una posición dentro un área de trabajo y colocar un elemento específico; la utilización de estos equipos han aumentado en gran medida durante la última década pues ayudan al apilamiento de estructuras de volumen uniforme así como para procesos de perforación, soldadura, pintura, etc.

En nuestro país existen muchos procesos industriales que van necesitando personal capacitado en el diseño, mantenimiento y funcionamiento de equipos automatizados, en la producción a gran escala se los utiliza para apilar, ubicar o posicionar durante un intervalo de una línea de proceso el producto o para separar según las necesidades o características establecidas, de esa manera este principio se utiliza para una gran cantidad de aplicaciones.

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la Facultad de Mecánica, en el área complementaria, en el laboratorio de la cátedra de Control y Automatización de Procesos Industriales deben existir equipos que son imprescindibles en la industria actual, lo que servirá para la formación teórica y práctica de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Por lo expuesto los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica tienen como objetivo complementar el conocimiento adquirido en las diversas cátedras. Con una aplicación práctica, obteniendo así una familiarización del estudiante imprescindible en

la industria actual, conociendo que un equipo importado de este tipo llega a tener un costo muy elevado.

1.3 Justificación técnico – económica

La utilización de equipos de posicionamiento en un proceso es rentable ya que se puede eliminar errores al momento de ubicar, posicionar, almacenar un elemento o producto que se necesitará para otra línea de proceso. Por ejemplo en los procesos de ensamblaje de partes resulta ser un proceso muy eficiente, pues el robot ensamblador rechaza las partes o piezas dañadas o con falla, a lo que el sistema de posicionamiento en tres ejes nos permite reemplazar estas unidades dañadas al proceso para que no exista interrupción en la línea de procesos; optimizando los recursos, materiales y tiempo.

El laboratorio de Control y Automatización de Procesos Industriales que pertenece a la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, no posee las suficientes estaciones que permiten realizar prácticas en las áreas formativas de la carrera. En consecuencia el requerimiento de realizar prácticas de implementación y simulación de procesos con equipos y software de última tecnología como es la utilización de SIMATIC S7-1200, pantallas táctiles y demás componentes la cual nos obliga a realizar un completo estudio de simulación y recolección de datos en un proceso para poder alcanzar un nivel funcional óptimo en el desenvolvimiento y la adquisición de destrezas y habilidades en los estudiantes.

Con la implementación de la estación para el laboratorio de Control y Automatización de Procesos Industriales de la Facultad Mecánica, nos permitirían brindar a los estudiantes un mejor entorno de aprendizaje en esta área de conocimiento.

Como estudiantes encontramos la necesidad de implementar nuevas y modernas estaciones de prácticas, ya que la Facultad de Mecánica está incursionando en las áreas formativas de la carrera en el desarrollo de la mecatrónica que nos permita estar acorde a un alto nivel de competitividad en este conocimiento con las demás Universidades y con el desarrollo tecnológico actual, para que éstos ayuden al desarrollo investigativo de

los estudiantes además de realizar un aporte a la Facultad de Mecánica, y por lo tanto a la ESPOCH.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general.* Diseñar e implementar una estación de posicionamiento en tres ejes con probetas de distintos materiales y tamaños con PLC para el laboratorio de control y automatización de procesos industriales de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

1.4.2 *Objetivos específicos:*

Aplicar conocimientos de automatización de procesos, apoyándose mediante la utilización de software.

Construir una estación de posicionamiento en tres ejes con probetas de distintos materiales y tamaño.

Establecer mediante PROFINET una comunicación con el PLC.

Elaborar una tarjeta de interfaz entre los equipos de control y la estación.

Manejar software CAD para la implementación mecánica.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Automatización industrial

La Automatización usa sistemas de control y tecnología informática que en un proceso disminuyen la interferencia del hombre. Dentro de la industria, la automatización en gran medida podemos decir que ha reemplazado las actividades que realizaban los animales. Se puede observar que la maquinaria que es manejada por personas estas es más propensas a fallos pues el hombre no está exento a sus limitaciones físicas por lo que si lo comparamos con equipos automatizados se puede observar la eficiencia en todo sentido, desde la productividad hasta los costos. Las principales ventajas de aplicar automatización a un proceso son:

- En las secciones de fabricación automatizada se necesitan menos operarios. (EBEL, y otros, 2008 pág. 17)
- Gracias a la automatización, los operarios no tienen que hacer trabajos monótonos, pesados y peligrosos o nocivos para la salud. (EBEL, y otros, 2008 pág. 17)
- En términos generales, las máquinas cometen menos errores que los humanos, por lo que los productos tienen un alto y constante nivel de calidad. (EBEL, y otros, 2008)

Pero a pesar de las grandes ventajas ofrecidas también existen muchas desventajas que son apreciables y entre varias mencionares las siguientes:

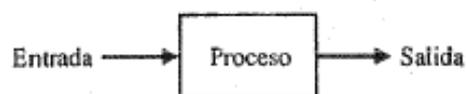
- Eliminación de puestos de trabajo, especialmente aquellos que pueden ocupar trabajadores de bajo nivel de cualificación (en vez de 10 trabajadores no cualificados, se necesita un solo operario cualificado, encargado del servicio técnico). (EBEL, y otros, 2008 pág. 17)
- Los costos originados por un sistema automático tienen como consecuencia que los individuos asumen una mayor responsabilidad en relación con el éxito de la empresa. (EBEL, y otros, 2008 pág. 17)

2.1.1 Herramientas de la automatización. Los métodos numéricos han sido de gran ayuda para el desarrollo de la maquinaria, dispositivos que nos permiten desarrollar nuevas tecnologías. Entre los principales a mencionar son los siguientes han sido de gran ayuda del avance en la industria que han dado pasos gigantescos para mejorar la automatización de procesos.

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

2.1.2 Sistemas de control. Un sistema de control es una interconexión de componentes que forman una configuración del sistema que proporcionará una respuesta deseada. La base para el análisis de un sistema es el fundamento proporcionado por la teoría de los sistemas lineales, que supone una relación entre causa y efecto para sus componentes. Por tanto un componente o proceso que vaya a ser controlado puede representarse mediante un bloque tal como se muestra en la figura 2 , la relación entrada-salida representa la relación entre causa y efecto del proceso, que a su vez representa un procesamiento de la señal de entrada para proporcionar una señal de salida, frecuentemente con una amplificación de potencia. (DORF, y otros, 2005 pág. 2)

Figura 2. Proceso a controlar.



Fuente: Dorf, R. C.; Bishop, R. H., Sistemas de Control Moderno

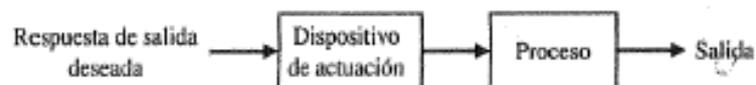
Este concepto nos adentra en la inmensa variedad y la amplitud a la cual podemos aplicar estas ideas, como sabemos todo proceso puede ser controlado según su tipo o la manera en la que deseemos que sea manejado.

Un sistema de control está formado por subsistemas y procesos (o plantas) unidos con el fin de controlar las salidas de los procesos. Por ejemplo, un horno produce calor como resultado del flujo de combustible. En este proceso, los subsistemas, llamados válvulas de combustible y actuadores de válvulas de combustible, se usan para regular la temperatura de una habitación al controlar la salida de calor del horno. Otros subsistemas, por ejemplo los termostatos que funcionan como sistemas detectores, miden la temperatura de la habitación. (NISE, 2006 pág. 2)

2.1.3 *Sistemas de control en lazo abierto.* Un sistema de control de lazo abierto utiliza un dispositivo de actuación para controlar el proceso directamente sin emplear realimentación. (DORF, y otros, 2005 pág. 2)

Podemos observar en la figura 3 como se muestra un sistema de control de lazo abierto, donde se utiliza un actuador para obtener la respuesta deseada.

Figura 3. Sistema de control de lazo abierto.



Fuente: Dorf, R. C.; Bishop, R. H., Sistemas de Control Moderno

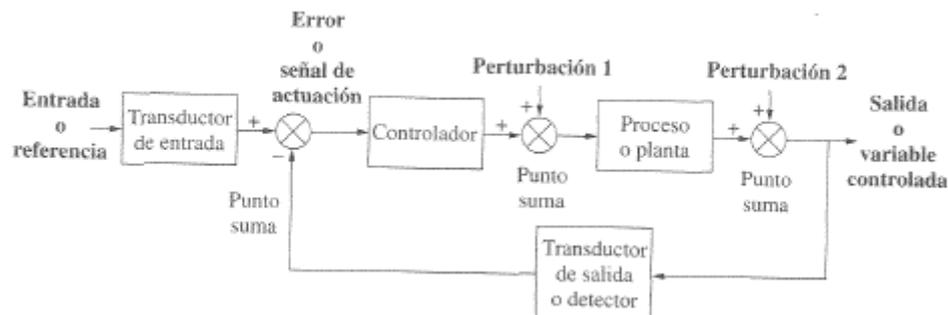
La estación que estamos construyendo tiene las características de este tipo pues nuestro controlador que va a ser el PLC va a recibir señales eléctricas que son de los sensores y van a salir señales hacia los actuadores que van a realizar su función según la programación que se establecerá para el funcionamiento de la estación.

2.1.4 *Sistemas de control de lazo cerrado.* Las desventajas de los sistemas en lazo abierto, por ejemplo la sensibilidad a perturbaciones e incapacidad para corregirlas, pueden ser superadas en los sistemas en lazo cerrado.

Como puede ser observado en la figura 4. El transductor de entrada convierte la forma de entrada a la forma empleada por el controlador. Por ejemplo, si el controlador utiliza señales eléctricas para manejar las válvulas de un sistema de control de temperatura, la

posición de entrada y la temperatura de salida son convertidas en señales eléctricas. La posición de entrada puede convertirse por medio de un potenciómetro, o resistor variable, y la temperatura de salida puede ser convertida en voltaje por medio de un termistor, o dispositivo cuya resistencia eléctrica cambia con la temperatura. (NISE, 2006 pág. 12)

Figura 4. Ciclo de lazo cerrado.



Fuente: Nise, Norman S., Sistemas de Control Para Ingeniería.

2.2 Análisis del sistema de ubicación y posicionamiento de piezas.

Existen una gran cantidad de métodos y sistemas que podemos utilizar para la ubicación y posicionamiento en 3 ejes entre los cuales mencionamos algunos como son:

- Cartesiano
- Cilíndrico
- Polar o Esférico
- Articular
- Scara
- Paralelo

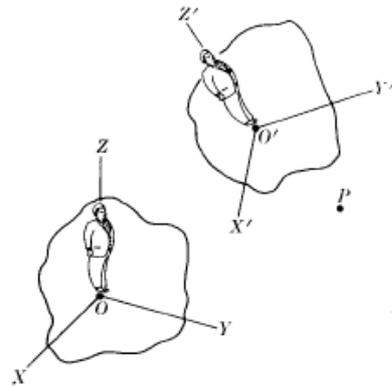
2.2.1 Características de movimiento.

Movimiento

Decimos que un objeto se encuentra en movimiento relativo con respecto a otro cuando su posición, medida relativa al segundo cuerpo, está cambiando con el tiempo. Por otra parte, si esta posición relativa no cambia con el tiempo, el objeto se encuentra en reposo

relativo. Tanto el movimiento como el reposo son conceptos relativos; esto es, dependen de la condición del objeto con relación al cuerpo que se usa como referencia. (ALONSO, y otros, 1967 pág. 86)

Figura 5.Movimiento.



Fuente: Alonso, Marcelo; Finn, Edward J., Física.

En la estación construida tendrá su sistema de referencia fija la posición cero que en consecuencia será el punto donde se coloque las probetas a trasladar.

Nivel de lenguaje de programación

En la industria se ha integrado los lenguajes de programación con las máquinas por lo que la evolución de la automatización depende en gran manera del tipo de lenguaje que se utiliza para su manejo. Varios de estos sistemas de programación son de acceso limitado o restringido ya que son desarrollados exclusivamente por centro de investigación. Los lenguajes de programación se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Sistemas guiados, donde el usuario dirige el robot a través de los movimientos a ser realizados.
- Sistemas de programación de nivel-mecanismo, donde el usuario escribe un programa de computadora al especificar el movimiento y el sentido.
- Sistemas de programación de nivel-tarea, en el cual el operario especifica la tarea por sus acciones sobre los objetos que el robot manipula.

Tipos de Movimiento

Se puede distinguir al menos tres movimientos Traslación, Rotación y Vibración.

- **TRASLACIÓN.** Un cuerpo tiene traslación cuando todos los puntos que lo componen describen la misma trayectoria donde puede ser rectilínea, o curvilínea. En cuerpo rígido todos sus puntos tienen la misma velocidad y aceleración. Cuando nos referimos a una traslación lineal hablamos de la misma manera de aceleración y velocidad lineal.
- **ROTACIÓN.** Se denomina que un cuerpo se encuentra en rotación cuando gira alrededor de un eje, sus puntos o de otra manera sus partículas trazan trayectorias circulares en planos perpendiculares al eje.
- **VIBRACIÓN.** La vibración es la propagación de ondas elásticas produciendo deformaciones y tensiones, también se puede decir que es un movimiento repetitivo alrededor de una posición específica de equilibrio.

2.3 Morfología del sistema de posicionamiento

Nuestro sistema de posicionamiento está constituido por las siguientes partes:

- Estructura Mecánica
- Transmisiones
- Sistemas de Accionamiento
- Sistema Sensorial
- Sistema de Control

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

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

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

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

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

2.3.2 Grados de libertad. Las principales características que definen a estos sistemas lo constituyen los "grados de libertad" que posea. Hablar de "grados de libertad" equivale a decir número y tipo de movimientos del manipulador.

Cada uno de los movimientos independientes que cada una de las articulaciones permite efectuar entre dos eslabones de la cadena, confiere un grado de libertad a la estructura formada. El número de grados de libertad de la estructura viene determinado así por la suma de los grados de libertad de cada una de las articulaciones. También se lo llama movilidad que es importante en el análisis de mecanismo.

El grado de libertad es el número de entradas independientes requeridas para posicionar para posicionar con exactitud todos los eslabones de un mecanismo respecto al suelo. (MYSZKA, 2012 pág. 8).

De una manera sencilla el número de actuadores necesarios para que pueda funcionar un mecanismo. Un mecanismo actuador entere los tantos podemos mencionar como ejemplos al movimiento de un eslabón de forma manual de una posición a otra, la

conexión de un motor al eje de un eslabón o el empuje del pistón de un cilindro hidráulico. (MYSZKA, 2012 pág. 8).

Para saber cuántos son los grados de libertad utilizamos la ecuación de Gruebler:

$$M = \text{grados de libertad} = 3(n - 1) - 2j_p - j_h$$

Donde:

n = Número total de eslabones en el mecanismo

j_p = Número total de uniones principal (uniones de pernos o de correderas)

j_h = Número total de uniones de orden superior (uniones de levas o engranes)

2.3.3 Tipos de configuración.

Cartesiana.

Ya que tenemos que ubicar la probeta en cualquier espacio en las tres dimensiones se podría utilizar una combinación de ambos rotación o traslación pero en nuestro caso utilizaremos traslación, eligiéndola según sus ventajas.

La configuración en traslación más confiable es la cartesiana, ya que existen diferentes mecanismos por los cuales podemos trasladar a las probetas. Siendo tres grados de libertad correspondientes a los movimientos en los ejes X, Y, y Z.

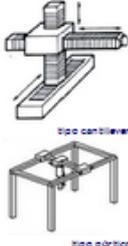
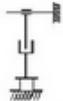
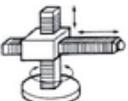
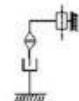
Cilíndrica. Puede realizar dos movimientos lineales y uno rotacional, o sea, que presenta tres grados de libertad.

Polar. Tiene varias articulaciones. Cada una de ellas puede realizar un movimiento distinto: rotacional, angular y lineal.

Angular. (o de brazo articulado) presenta una articulación con movimiento rotacional y dos angulares.

SCARA. Este brazo puede realizar movimientos horizontales de mayor alcance debido a sus dos articulaciones rotacionales. El robot de configuración SCARA también puede hacer un movimiento lineal (mediante su tercera articulación).

Figura 6. Tipos de configuración.

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

Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/>

2.4 Sistemas cartesianos.

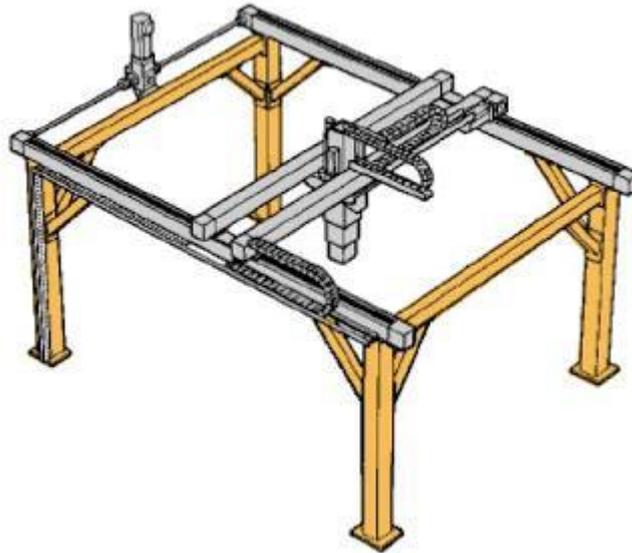
Son un tipo de sistemas industrial cuyos tres ejes principales de control son lineales (se mueven en línea recta en lugar de rotar) y forman ángulos rectos unos respecto de los otros. Además de otras características, esta configuración mecánica simplifica las ecuaciones en el control de los brazos robóticos. Los mecanismos de coordenadas cartesianas con el eje horizontal limitado y apoyado en sus extremos se denominan robots pórtico y normalmente son bastante grandes.

Una aplicación muy extendida para este tipo de robots es la máquina de control numérico (CNC). Las aplicaciones más sencillas son las usadas en las máquinas de fresado o dibujo,

donde un taladro o pluma se traslada a lo largo de un plano x-y mientras la herramienta sube y baja sobre la superficie para crear un preciso diseño.

Características

Figura 7. Robot cartesiano.



Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/>

- La especificación de un punto del espacio se efectúa mediante coordenadas cartesianas (X, Y, Z).
- La precisión es uniforme en todo el espacio operativo.
- Especialmente apta para seguir una trayectoria especificad.
- Construcción Rígida: la distribución de cargas no presenta problemas especiales.
- No resulta adecuada para acceder a puntos en espacios cerrados.

2.4.1 *Sistemas de impulsión hidráulicos.* Los actuadores hidráulicos son los que han de utilizar un fluido a presión, generalmente un tipo de aceite, para que el robot pueda movilizar sus mecanismos.

Los actuadores hidráulicos se utilizan para robots grandes, los cuales presentan mayor velocidad y mayor resistencia mecánica. Para las aplicaciones que exijan una carga útil

pesada (por lo general, mayor de 10 libras y tan alta como 2000 libras), el dispositivo hidráulico es el sistema a elegir. Los altos índices entre potencia y carga, la mayor exactitud, la respuesta de mayor frecuencia con un desempeño más suave a bajas velocidades y el amplio rango de velocidad, son algunas de las ventajas del acondicionamiento hidráulicos sobre los actuadores neumáticos.

La presión es aplicada de la misma manera que la neumática en un émbolo que se encuentra dentro de un compartimiento hermético. Este se encuentra acoplado mecánicamente a un vástago que se mueve linealmente de acuerdo a la presión aplicada. Los cálculos para la fuerza ejercida por un cilindro hidráulico son las mismas que para los cilindros neumáticos. Sin embargo, poseen una diferencia fundamental; el cilindro hidráulico del mismo tamaño que el neumático produce una mayor fuerza. Las principales aplicaciones la podemos encontrar en máquinas troqueladoras, en cargadores y en maquinarias pesada para obras civiles. Para la aplicación de los actuadores hidráulicos, se necesita de una bomba que envíen al líquido también a presión a través de una tubería o de mangueras especiales para el transporte del mismo.

Estos actuadores son de poco uso en la industria si lo comparamos con la acogida de los actuadores neumático y eléctrico, esto se debe entre otras cosas a los grandes requisitos para el espacio de piso y las condiciones de gran riesgo provenientes del escurrimiento de fluidos de alta presión. En esta clase de actuadores también encontramos cilindros de simple o de doble efecto y en cuanto a los elementos de control y protección son muy similares a los sistemas neumáticos.

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

Los sistemas de acondicionamiento eléctrico han llegado a ser los que más predominan en los ambientes robóticos industriales. Aunque no proporcionan la velocidad o la potencia de los sistemas hidráulicos, los dispositivos eléctricos ofrecen una mayor

exactitud y repetitividad, necesitan de un menor espacio de piso y, como consecuencia, son muy adecuados para el trabajo preciso, como el ensamblaje. Por lo general, los robots se pueden accionar con un acondicionamiento eléctrico, por medio de motores paso a paso o de los servomotores. En la actualidad, los motores paso a paso predominan en los robots “instructores” pequeños, los cuales se emplean en las instituciones educativas o en los ambientes de laboratorios automatizados.

Una salida de un motor paso a paso consiste en incrementos de movimiento angular discreto iniciado por una serie de pulsos eléctricos discretos. Los robots dirigidos por un motor paso a paso se utilizan para aplicaciones de trabajo ligero, debido a que una carga pesada puede ocasionar una pérdida de pasos y la subsecuente inexactitud. Los servomotores DC proporcionan un control excelente con los requisitos de mantenimiento mínimos. El control del momento de torsión es posible si, respectivamente se controlan el voltaje o la corriente que se aplican al motor. Las ventajas que tales motores ofrecen incluyen un momento de torsión elevado, un tamaño pequeño de estructura y una carga ligera, así como una curva de velocidad lineal, lo cual reduce el esfuerzo computacional. Los actuadores de solenoide utilizan el principio de la atracción electromagnética para producir el movimiento mecánico.

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

- ***Elementos de control de los sistemas eléctricos:***

Contadores: Son actuadores que sirven de interface entre los mandos de control y los actuadores eléctricos de mayor potencia. Por medio de la excitación eléctrica de una bobina, el magnetismo creado por ella, atrae un dispositivo mecánico que a su vez conmuta uno o varios interruptores mecánicos que pueden manejar corrientes elevadas. Los contactores más comunes poseen bobinas de control a 110 o 220 voltios y contienen un juego de 4 interruptores conmutables, uno como auxiliar y los otros tres utilizados para las fases de la corriente trifásica utilizada comúnmente en la industria.

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

- **Elementos de Protección:**

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

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

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

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

- **Cilindros o pistones neumáticos:** En este tipo de actuador, el movimiento se transmite mediante la acción de un pistón alojado dentro de un cilindro a presión.

Un cilindro está compuesto básicamente de tres partes: El compartimiento de donde realmente proviene el nombre de cilindro, el émbolo y el vástago.

- **Cilindro de doble vástago:** Posee vástago en ambos extremos del compartimiento.
- **Cilindro tándem:** Son dos cilindros acoplados mecánicamente, de modo que la fuerza resultante es la suma de la fuerza de cada cilindro.
- **Cilindro multiposicional:** También son dos cilindros acoplados mecánicamente, de modo que si las longitudes de cada uno son diferentes, se pueden obtener cuatro posiciones distintas con dos señales de control.
- **Cilindro de impacto:** Es un cilindro con dos cámaras de aire, en una de cuales se acumula una presión que luego es liberada de manera rápida sobre la cámara que contiene el émbolo. El resultado es un movimiento del vástago con velocidad tal que se transforma en un fuerte impacto.
- **Cilindro de giro:** Estos cilindros poseen un acople mecánico, que transforma el movimiento lineal de un vástago interno en un movimiento de giro sobre una pieza circular externa.

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

Podríamos denominar a estos dispositivos como los periféricos del robot, incluyen el herramental que se une a la muñeca del robot y a los sistemas sensores que permiten al robot interactuar con su entorno. En robótica, el término de efector final se utiliza para describir la mano o herramienta que está unida a la muñeca. El efector final representa el herramental especial que permite al robot de uso general realizar una aplicación particular. Este herramental especial debe diseñarse específicamente para la aplicación. Los efectores finales pueden dividirse en dos categorías: pinzas y herramientas.

- **Pinzas.** Se utilizan para tomar un objeto, normalmente la pieza de trabajo, y sujetarlo durante el ciclo de trabajo del robot. Hay una diversidad de métodos de

sujeción que pueden utilizarse, además de los métodos mecánicos obvios de agarrar la pieza entre dos o más dedos. Estos métodos suplementarios incluyen el empleo de casquetes de sujeción, imanes, ganchos, y cucharas

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

Los elementos de sujeción se utilizan para agarrar y sostener los objetos y se suelen denominar pinzas. Se distingue entre las que utilizan dispositivos de agarre mecánico y las que utilizan algún otro tipo de dispositivo (ventosas, pinzas magnéticas, adhesivas, ganchos, etc.). En la elección o diseño de una pinza se han de tener en cuenta diversos factores. Entre los que afectan al tipo de objeto y de manipulación a realizar destacan el peso, la forma, el tamaño del objeto y la fuerza que es necesario ejercer y mantener para sujetarlo. Entre los parámetros de la pinza cabe destacar su peso (que afecta a las inercias del robot), el equipo de accionamiento y la capacidad de control.

El accionamiento neumático es el más utilizado por ofrecer mayores ventajas en simplicidad, precio y fiabilidad, aunque presenta dificultades de control de posiciones intermedias. En ocasiones se utilizan accionamientos de tipo eléctrico. En la pinza se suelen situar sensores para detectar el estado de la misma (abierto o cerrado). Se pueden incorporar a la pinza otro tipo de sensores para controlar el estado de la pieza, sistemas de visión que incorporen datos geométricos de los objetos, detectores de proximidad, sensores fuerza par, etc.

Existen ciertos elementos comerciales que sirven de base para la pinza, siendo posible a partir de ellos diseñar efectores válidos para cada aplicación concreta. Sin embargo, en otras ocasiones el efector debe ser desarrollado íntegramente, constituyendo un coste un porcentaje importante dentro del total de la aplicación. En nuestra tesis utilizamos una ventosa de succión para poder trasladar las probetas según la posición que hemos establecido en la programación, siendo un cilindro de doble efecto el que mueve el vástago activada por una válvula neumática.

2.5 Características y aplicaciones del software TIA PORTAL V13.

El software TIA Portal V13 es la clave para liberar todo el potencial de la automatización totalmente integrada. El software optimiza todos sus procedimientos de procesamiento, operación de máquinas y planificación. Con su intuitiva interfaz de usuario, la sencillez de sus funciones y la completa transparencia de datos es increíblemente fácil de utilizar. Los datos y proyectos preexistentes pueden integrarse sin ningún esfuerzo, lo cual asegura su inversión a largo plazo.

2.5.1 Características del software TIA PORTAL V13

1. No funciona con Windows XP
2. Funciona con W8 Profesional
3. Funciona con W7 32 y 64 bits.
4. Siemens recomienda Procesador Intel Core i-5, RAM 8GB y 64bits.
5. Incluye WinCC Basic V13
6. Es compatible con la instalación de STEP 7 V11, V12, V5.4 o V5.5, STEP 7 Micro/WIN, WinCC flexible (2008 y superior) y WinCC (V7.0 SP2 y superior).
7. STEP 7 Basic V13. Solo para SIMATIC S7-1200 y SIMATIC Basic Panels.
8. STEP 7 Professional V13. Para SIMATIC S7-1500, S7-1200, S7-300, S7-400, WinCC y ET 200 CPUs. (Amalero)

SIMATIC STEP 7 Basic es la herramienta de ingeniería más moderna para la configuración y programación de todos los controladores SIMATIC. Para las tareas sencillas de visualización con los SIMATIC Basic Panels también se incluye SIMATIC WinCC Basic. (Siemens Corporation, 2014)

STEP 7 (TIA Portal) - es el sistema de ingeniería para cada fase del ciclo de vida de la producción que permite:

Reducir el tiempo invertido en ingeniería: Gracias a las innovaciones del habla así como a las funciones integradas y a la configuración gráfica

Puesta en marcha rápida: Con la localización de errores eficiente a través del diagnóstico del sistema integrado, del seguimiento en tiempo real y las funciones en línea.

Menor tiempo de parada: Gracias al mantenimiento a distancia sencillo y al diagnóstico con el servidor web

Seguridad de las inversiones: Con la reutilización de componentes, las librerías y la compatibilidad. (Siemens Corporation, 2014)

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

Las funciones como "arrastrar y soltar", "copiar y pegar" o IntelliSense agilizan y facilitan el trabajo de forma decisiva. (Siemens Corporation, 2014)

2.5.2 Lenguajes de programación IEC - Potentes editores y compiladores de rendimiento.

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

Los conocidos paquetes opcionales S7-SCL, S7-GRAPH, S7-PLCSim, documentación de instalaciones y Teleservice de STEP 7 V5.5 ya están integrados en STEP 7 Basic (TIA Portal) por lo que no es necesaria ninguna licencia adicional. (SIMATIC STEP 7 en el Totally - Software SIMATIC, 2012)

SIMATIC STEP 7 Basic ofrece las mismas prestaciones que el STEP 7 Profesional de software de ingeniería gracias a su integración en el sistema de ingeniería TIA Portal, por ejemplo, el diagnóstico en línea directa, fácil creación de objetos tecnológicos y también el concepto de biblioteca para el ahorro de tiempo, el trabajo eficiente y componentes de programación reutilizar. (Siemens Corporation, 2014). STEP 7 Basic (TIA Portal) es compatible con la norma IEC lenguajes de programación KOP

(esquema de contactos) y FUP (Diagrama de bloques de funciones) y SCL (texto estructurado). (Siemens Corporation, 2014)

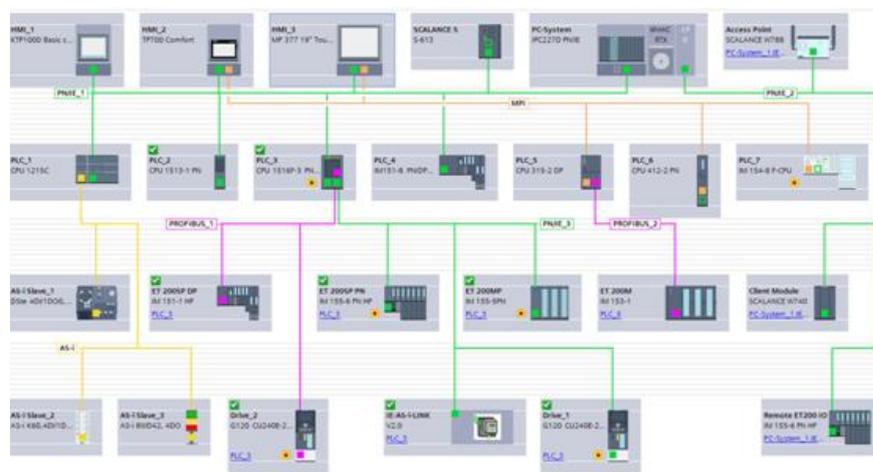
2.5.3 Configuración de red y de dispositivos. Con un solo editor gráfico es posible configurar toda una instalación de forma muy simple. El editor ofrece tres vistas distintas para una distinción clara entre la conexión en red y la configuración de los dispositivos:

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

Con este editor se pueden manejar de forma fácil sistemas complejos y se conserva la claridad en proyectos de gran envergadura. En el modo online se representa la información de una forma clara y gráfica. (Siemens Corporation, 2014)

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

Figura 8. Vista de red de automatización instalada.



Fuente: <https://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal>.

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

- Representación conjunta de todos los participantes en la red y los componentes de red.

- Proyección gráfica de las distintas estaciones.
- Conexión en red de los participantes mediante la interconexión de las interfaces de comunicación mediante la función Drag&Drop (arrastrar y soltar).
- Es posible emplear varios controladores, periféricos, dispositivos HMI, estaciones SCADA, estaciones de PC y accionamientos en un solo proyecto.
- El procedimiento en la integración de dispositivos AS-i es idéntico al zoom y la navegación de páginas de PROFIBUS/PROFINET. (Siemens Corporation, 2014)

2.5.3.2 Vista del dispositivo.

Figura 9. Vista de red de automatización instalada.



Fuente: <https://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal>.

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

Existe la posibilidad de guardar los módulos de hardware proyectados en un "module clipboard" y de reutilizar dicho espacio de almacenamiento. (SIMATIC STEP 7 en el Totally - Software SIMATIC, 2012)

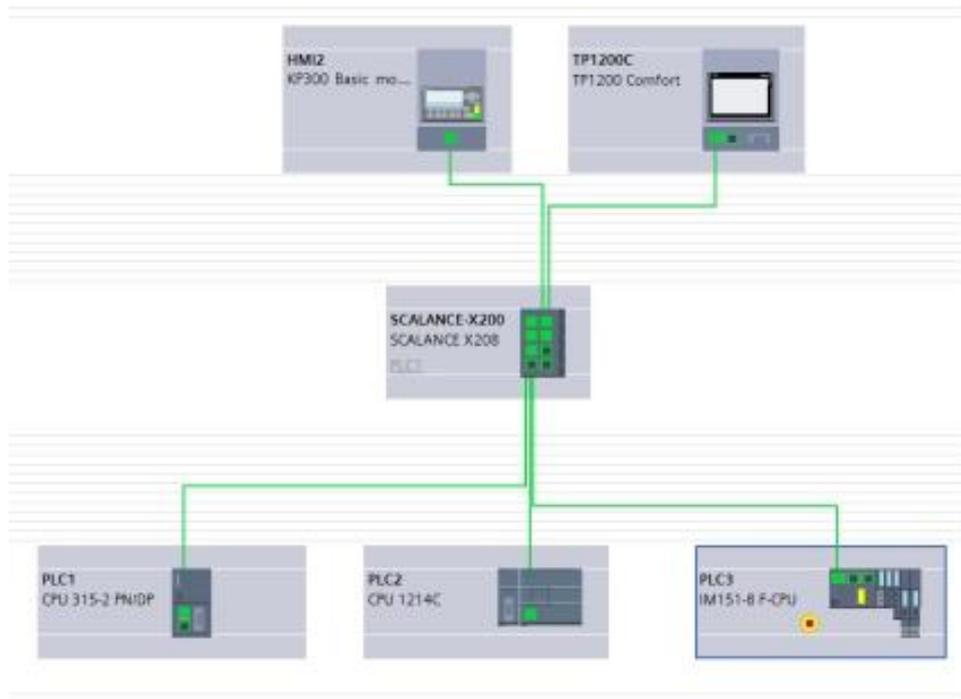
A partir de un zoom de 200 % los E/As se representan con direcciones o nombres simbólicos.

- Selección automática del hardware existente con HW-Detect.

- Búsqueda de texto completo en el catálogo de hardware.
- Posibilidad de aplicar filtros en el catálogo de hardware en relación con los grupos de componentes y módulos que se están utilizando.

2.5.3.3 Vista topológica.

Figura 10. Vista de red de automatización instalada.



Fuente: <https://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal>.

Los periféricos descentralizados en PROFINET se proyectan en la vista de red. Aquí se puede representar de forma gráfica a los controladores y los periféricos descentralizados que le están asignados. Una comparación offline/online identifica los puertos comunicantes. Mediante la determinación, representación y supervisión de las conexiones físicas entre los dispositivos de PROFINET IO el administrador es capaz de supervisar con facilidad las redes más complejas. (Siemens Corporation, 2014)

2.5.4 Lenguajes de programación IEC. Con SIMATIC STEP 7 V13 dispone de potentes editores de programación para los controladores SIMATIC S7. (SIMATIC STEP 7 en el Totally - Software SIMATIC, 2012)

- Disponible para todos los controladores: Texto estructurado (SCL), esquema de contactos (KOP) y diagrama de funciones (FUP).

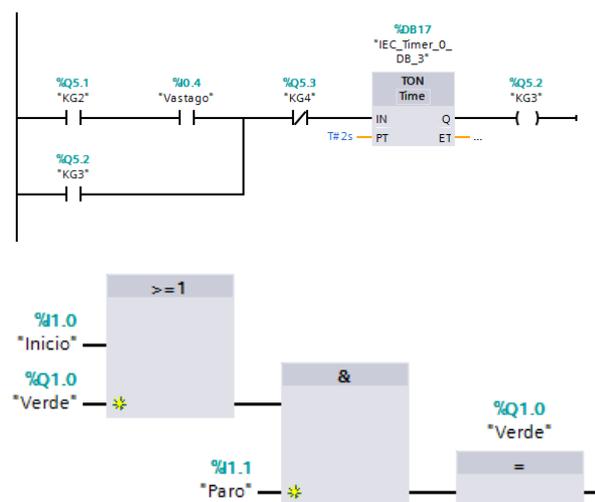
- Adicionalmente para las familias de controladores S7-300, S7-400, WinCC y el nuevo S7-1500: lista de instrucciones (AWL) y programación secuencial * (GRAPH).

Para todas las tareas el usuario dispone de herramientas intuitivas tales como arrastrar y soltar, o la lista de referencias cruzadas para todo un proyecto. Con ello STEP 7 V13 le ofrece al usuario una concepción eficiente de su programa de aplicación. Los distintos lenguajes de programación de un componente se pueden transformar fácilmente.

El concepto de manejo intuitivo de STEP 7 V12 se basa en los editores de programación adaptados a las tareas y el transcurso y las actuales técnicas de Windows. La inclusión de los distintos editores en el entorno de trabajo común asegura que los datos del usuario estén a disposición de forma más consistente y que no se pierda en ningún momento la claridad y el control sobre los datos del proyecto. (Siemens Corporation, 2014)

Los componentes de programación se pueden almacenar en cualquier momento. La búsqueda de fallos se simplifica y acelera mediante varios recursos: una ventana Syntax muestra en una lista todos los fallos en el componente actual. De esta forma se proporciona una navegación fácil entre los distintos errores y se dispone del indicador para redes con fallos. (Siemens Corporation, 2014)

Figura 11. Lenguajes de programación gráficos KOP y FUP.



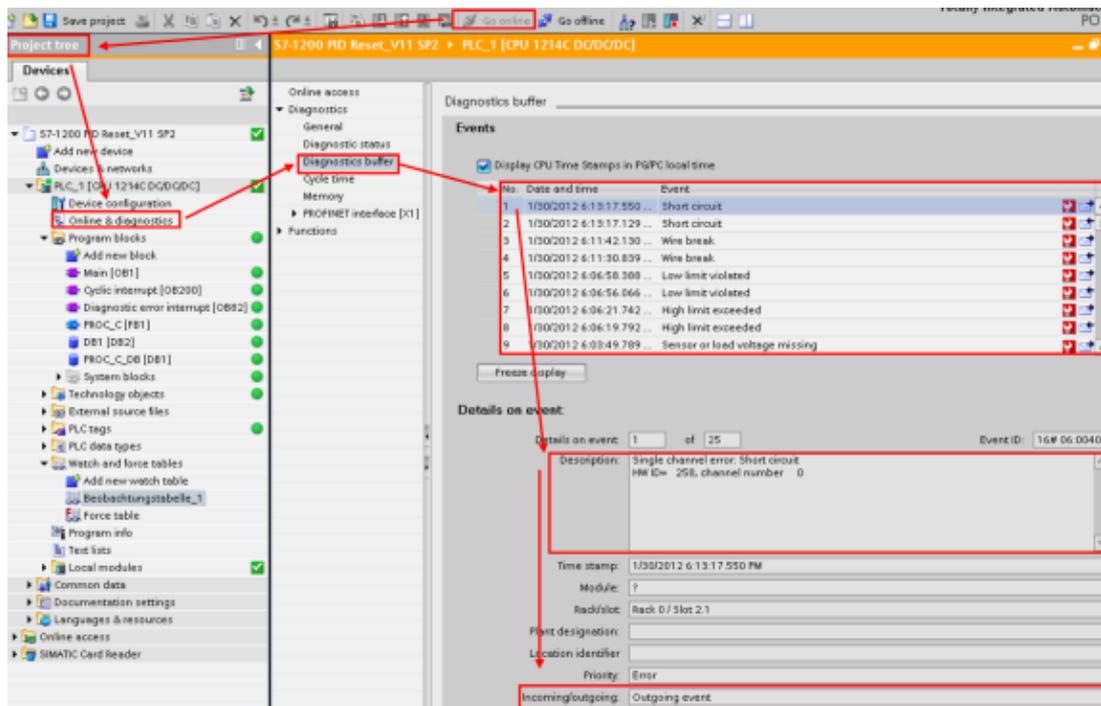
Fuente: <http://www.industry.siemens.com>

STEP 7 V13 apoya los lenguajes de programación gráficos con nuevos compiladores de alto rendimiento. Las potentes herramientas y la funcionalidad integrada como por ejemplo la programación indirecta incrementan la eficiencia de la ingeniería en la creación de los programas. (SIMATIC STEP 7 en el Totally - Software SIMATIC, 2012) Los editores gráficos KOP y FUP ofrecen una buena vista en conjunto y una rápida navegación en el editor de los componentes.

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

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

Figura 12. Diagnóstico del sistema.



Fuente: <https://support.automation.siemens.com>

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

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

- Módulo
- Texto de mensaje
- Estado de notificación

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

Ventajas del diagnóstico de sistema integrado:

- No requiere una programación del diagnóstico de sistema.
- Rápida localización de los fallos.
- Actualización automática del diagnóstico de sistema cuando se llevan a cabo cambios en la configuración del hardware.
- Mensaje de estado transparente para los controladores, periféricos y accionamientos (mensajes de control).
- El diagnóstico de sistema viene activado por defecto para los nuevos controladores Simatic S7-1500.
- El diagnóstico de sistema también está disponible para los controladores S7-1500 en estado de parada.

El diagnóstico online tiene como característica fundamental que nos permite evaluar si existe algún fallo en el sistema o en el dispositivo, sea en nuestro caso el PLC o el HMI.

2.5.5.1 Online. Con STEP 7 V13 dispone de varias funciones online. Con un solo clic online: indicación del estado de funcionamiento, claro resumen del diagnóstico mediante esquema del proyecto y comparación online/offline a nivel de los componentes:

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

2.6 Características de funcionamiento del PLC SIMATIC S7-1200

Figura 13. PLC SIMATIC S7-1200.



Fuente:

<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

El PLC Siemens S7-1200, es un controlador modular para tareas de automatización sencillas. Tiene una gama de paneles que se integran en un software de desarrollo. El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Es el sucesor del S7-200 y está disponible desde junio del 2009. Gracias a su diseño

compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. La CPU incorpora un puerto PROFINET¹ para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232. (CATEDU)

- Ventajas

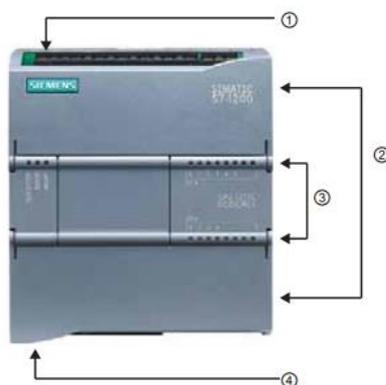
Interfaz Profinet Integrada es el estándar abierto de Industrial Ethernet (TCP/IP) Esta interfaz permite la programación y la comunicación con los paneles HMI Basic Panels, haciendo un entorno sencillo y flexible que promete una fácil integración con equipos de otros fabricantes.

- Desventajas.

A diferencia de S-300, Logo! , este PLC, no ofrece la simulación en su ambiente de desarrollo.

2.6.1 Nomenclatura externa del PLC S7-1200.

Figura 14. Controlador lógico programable.



Fuente: SIMATIC Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema, Siemens AG

¹ PROFINET: Es el estándar Ethernet abierto que cumple la especificación para la automatización industrial. PROFINET permite conectar equipos desde el nivel del campo (PLCs y otros dispositivos) hasta el nivel de gestión (sistemas informáticos e internet).

Tabla 1. Partes de PLC S7-1200.

Parte	Designación
1	Conector de corriente.
2	Conectores extraíbles para el cableado de usuario detrás de las tapas).
2	Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior).
3	LEDs de estado para las E/S integradas.
4	Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

Fuente: SIMATIC Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema, Siemens AG

Su campo de aplicación se extiende desde la sustitución de los relés y contactores hasta tareas complejas de la automatización de las redes y en las estructuras de distribución. El S7-1200 es el controlador de lazo abierto y lazo cerrado de control de tareas en la fabricación de equipos mecánicos y la construcción de la planta. (Siemens Corporation, 2009)

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. 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 conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. (SIEMENS, 2014)

2.6.2 *Unidades que complementan al PLC S7-1200.* La familia Siemens S7-1200 ofrece diversos módulos para ampliar las capacidades de la CPU con E/S adicionales y otros protocolos de comunicación.

2.6.2.1 *Módulos de señales.* Con los módulos de señales Siemens fácilmente se puede ampliar el número de E/S del controlador para adaptarse a los requisitos de aplicación, los módulos digitales proveen canales digitales de E/S adicionales.

Según sea la necesidad existente en un proceso se debe dimensionar previamente el CPU necesario para la programación, optimizando las entradas y salidas por ejemplo del PLC y evitar la compra de un módulo de señales.

Figura 15. Unidades complementarias de SIEMENS.



Fuente: SIMATIC Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema, Siemens AG

Tabla 2. Parte complementaria del PLC.

Nro.	Parte complementaria
1	Módulos de comunicación.
2	Módulos de señales.
3	Señales integradas.

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

2.6.2.2 Señales integradas. Puede enchufarse directamente a una CPU un Módulo de Señales Integradas de Siemens. De éste modo pueden adaptarse individualmente las CPU, añadiendo E/S digitales o analógicas sin tener que aumentar físicamente el tamaño del controlador.

El diseño del PLC SIMATIC S7-1200 garantiza que siempre se podrá modificar el controlador para adaptarlo perfectamente función que necesitemos.

2.6.2.3 Fuente de alimentación. La entrada de alimentación al PLC es de 12V o 24V, dan mucha potencia, y tiene un buen rendimiento en todo el rango de carga.

Figura 16. Unidades complementarias de SIEMENS.



Fuente: <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

2.6.2.4 Módulo switch compacto. Con la CSM 1277 (Compact Switch Module) de Siemens, se puede configurar fácilmente una red de distribución uniforme o mixta consistente en línea, árbol o estrella topologías y reducir al mínimo el cableado en red. Este conmutador de 4 puertos le permite conectar hasta 3 dispositivos adicionales de Ethernet a la estación de control S7-1200. (SIMATIC S7-1200 - La Interacción hace la diferencia, 2014)

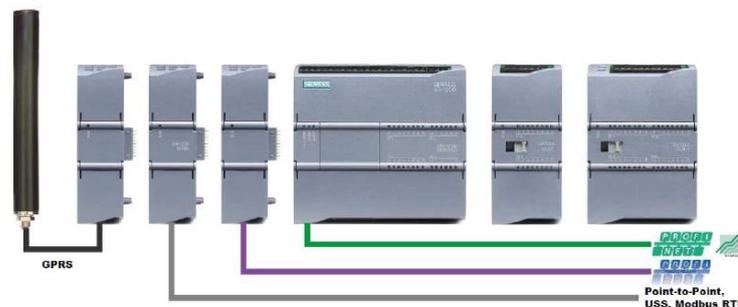
Figura 17.CSM 1277 compact switch module.



Fuente: Autores

2.6.3 Comunicación. Un PLC SIMATIC S7-1200 puede ampliarse hasta con 3 módulos de comunicación. Los equipos de comunicación de Siemens para comunicarse con un CPU disponen de un puerto PROFINET integrado. La CPU puede comunicarse con paneles HMI o una CPU diferente en la red PROFINET, hay disponibles módulos adicionales para la comunicación en redes PROFIBUS, GPRS, RS485 o RS232. (Siemens Corporation, 2009)

Figura 18.Tipos de módulos de comunicación.



Fuente:<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/s71200/Pages/S7-1200.aspx>

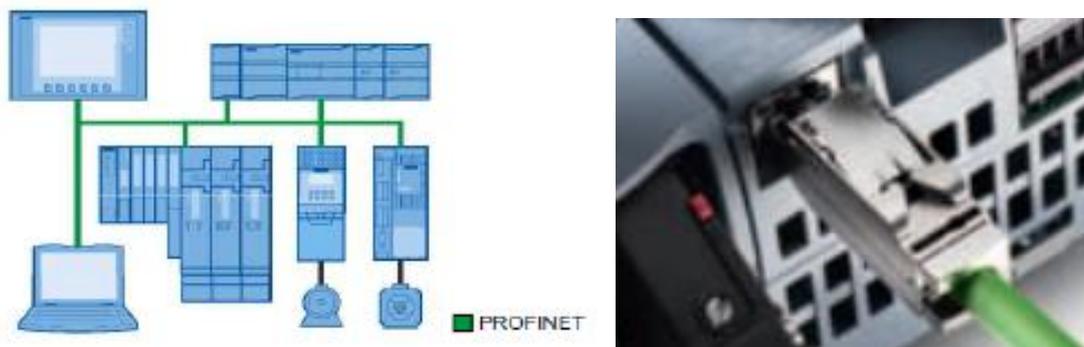
Esta comunicación se programa y configura con sencillas instrucciones, o bien con las funciones de librerías para protocolo maestro y esclavo USS Drive y Modbus RTU, que están incluidas en el sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 Basic. La familia S7-1200 ofrece una variedad de opciones de comunicación a todos los niveles para satisfacer todas sus necesidades de red:

- PROFINET
- PROFIBUS
- Punto a Punto (PtP) Communication
- Universal Serial Interface (USS)
- Modbus RTU (Modbus TCP/IP en proceso)
- Comunicación Telecontrol (SIEMENS, 2014).

2.6.3.1 Comunicación interfaz PROFINET integrada. El PROFINET IO-Controller posibilita la conexión de equipos PROFINET. La interfaz PROFINET integrada puede usarse indistintamente para la programación o para la comunicación HMI o de CPU a CPU. PROFINET se usa para intercambiar datos a través del programa de usuario con otros interlocutores vía Ethernet:

- Comunicación S7.
- Protocolo User Datagram Protocol (UDP).
- La CPU ofrece éste soporte para PROFINET y PROFIBUS. (SIEMENS, 2014).

Figura 19. Comunicación S7.

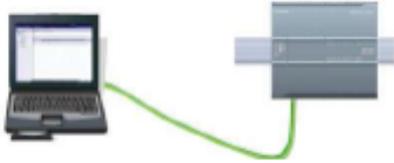


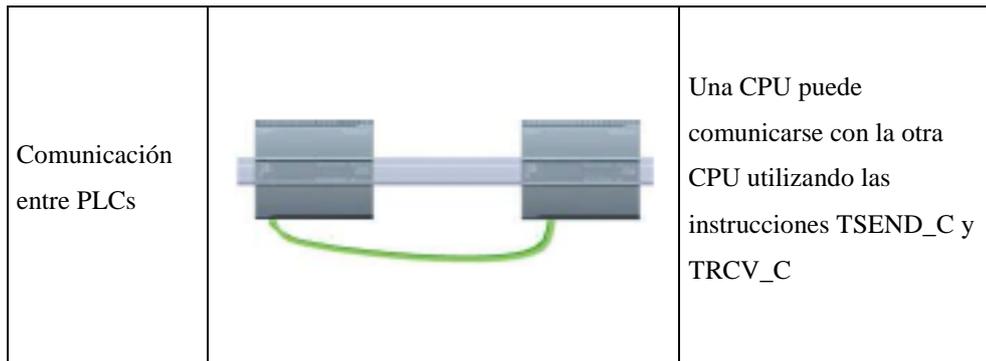
Fuente:

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200%20-%20Folleto0411.pdf>

- a) Diagnósticos. Los diagnósticos consistentes de PROFINET hace posible obtener una visión general del estado de una máquina o instalación en el menor tiempo posible. Toda la información se puede acceder de forma fácil y rápida, de ahí que son capaces de reducir los tiempos de parada de hasta un 50%. (Siemens Corporation, 2009)
- b) Rendimiento. PROFINET combina de forma única el rendimiento más alto con el más alto grado de apertura. Los mecanismos, Fast Forwarding, Dynamic Frame Packing y Fragmentation se han definido como una actualización de rendimiento para PROFINET, lo que permite tiempos de ciclo hasta 31,25 μs con la transferencia sin restricciones de datos estándar en paralelo. (SIMATIC S7-1200 - La Interacción hace la diferencia, 2014)
- c) Seguridad. Se deben tomar medidas adecuadas para proteger las máquinas y sistemas. (PROFIBUS&PROFINETInternational, 2010).
- d) Formas de comunicación. El CPU S7-1200 puede comunicar.

Tabla 3. Formas de comunicación PROFINET del PLC S7-1200.

Comunicación	Gráfico	Descripción
Comunicación con una programadora PG.		La comunicación puede efectuarse con STEP 7 en una red. En una red de PROFINET todo dispositivo debe tener también una dirección IP.
Comunicación con dispositivos HMI.		Es necesario configurar direcciones IP para el HMI y la CPU.



Fuente: SIMATIC Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema, Siemens AG.

2.6.3.2 *Comunicación PROFIBUS.* Siemens nos ofrece un sistema PROFIBUS que utiliza un maestro de bus para consultar dispositivos esclavos descentralizados según el sistema MULTIDROP en bus serie RS485. Un esclavo PROFIBUS es cualquier dispositivo que procese información y envíe su salida al maestro.

Gracias a la nueva conexión de S7-1200 con el estándar de bus de campo PROFIBUS, la potente red con tiempos de reacción cortos, en el futuro será posible una comunicación unificada desde el nivel de campo hasta el nivel de control. Con esto damos respuesta a una de las necesidades más importantes ahora también en la gama de potencia de la automatización compacta.

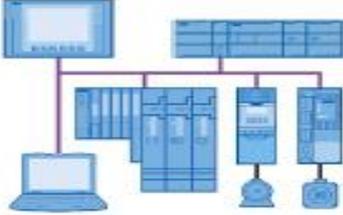
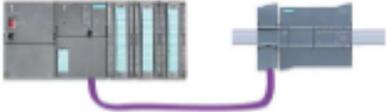
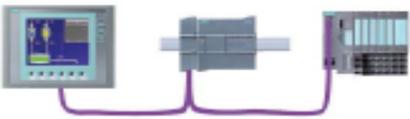
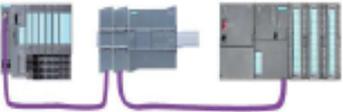
A. Formas de conexión PROFIBUS.

- Comunicación cíclica (CM 1242-5 y CM 1243-5). Ambos módulos PROFIBUS son compatibles con la comunicación cíclica para la transmisión de datos de proceso entre esclavo DP y maestro DP. De la comunicación cíclica se encarga el sistema operativo de la CPU, para ello no se necesitan bloques de software.
- Comunicación acíclica (sólo CM 1243-5). El módulo maestro DP es compatible asimismo con la comunicación acíclica mediante bloques de software.

B. Estandarización.

El perfil PROFIBUS incluye muchas funciones que hacen que el manejo de los dispositivos de campo sea aún más fácil. Cuando se intercambia un dispositivo de campo el nuevo dispositivo toma automáticamente sobre el papel del dispositivo predecesor.

Tabla 4. Formas de comunicación PROFIBUS del PLC S7-1200

Comunicación	Gráfico	Descripción
<p>Un maestro PROFIBUS conforma una "estación activa" en la red</p>		<p>Un maestro clase 1 procesa comunicación normal o intercambia datos con los esclavos que tienen asignados. Un maestro de clase 2 es un dispositivo especial utilizado principalmente para poner en marcha esclavos y para fines de diagnóstico.</p>
<p>El S7-1200 se conecta a una red PROFIBUS como esclavo DP con el módulo de comunicación CM 1242-5</p>		
<p>El S7-1200 se conecta a una red PROFIBUS como esclavo DP con el módulo de comunicación CM 1242-5</p>		<p>Una CPU puede comunicarse con la otra CPU utilizando las instrucciones TSEND_C y TRCV_C</p>
<p>Si un CM 1242-5 y un CM 1243-5 están instalados conjuntamente.</p>		<p>Un S7-1200 puede ejecutar ambos simultáneamente.</p>

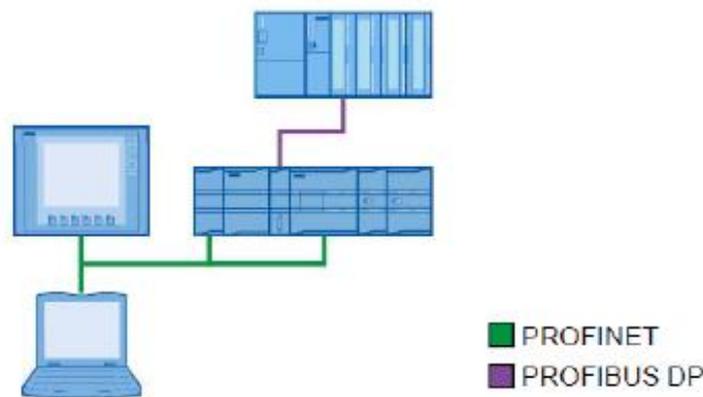
Fuente: SIMATIC Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema, Siemens AG.

C. Asignar la dirección PROFIBUS.

En Siemens una red PROFIBUS; a cada dispositivo se le asigna una dirección PROFIBUS. Esta dirección tiene un rango de 0 a 127, con las excepciones siguientes:

- Dirección 0: Reservada para la configuración de re y/o herramientas de programación asignadas al bus.
- Dirección 1: Reservada por Siemens para el primer maestro.
- Dirección 126: Reservada para dispositivos de fábrica que no disponen de un ajuste por interruptor y deben ser predireccionados a través de la red.
- Dirección 127: Reservada para transmitir mensajes a todos los dispositivos de la red y no puede ser asignada a dispositivos operativos.

Figura 20. Estandarización PROFINET y PROFIBUS.



Fuente:

<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

2.6.4 Herramientas del programa. Siemens con sus equipos presenta las siguientes herramientas de programa:

A. LEDs de estado en la CPU.

La CPU y los módulos de E/S utilizan LEDs para indicar el estado operativo del módulo o de las E/S. La CPU incorpora los siguientes indicadores de estado. La CPU incorpora asimismo dos LEDs que indican el estado de la comunicación PROFINET.

- Link (verde) se enciende para indicar una conexión correcta.

- Rx/Tx (amarillo) se enciende para indicar la actividad de transmisión.

La CPU y todos los módulos de señales (SM) digitales incorporan un LED I/O Channel para cada una de las entradas y salidas digitales. El “Panel de control de la CPU “muestra el estado operativo (STOP o RUN) de la CPU online. También indica si la CPU tiene un error o si se están forzando valores. La Task Card de las herramientas online es accesible siempre que la CPU esté online. (Siemens Corporation, 2009)

Tabla 5. Indicadores con su estado.

Descripción (color de led)	STOP/RUN Amarillo/Verde	ERROR ROJO	MAINT Amarillo
Alimentación desconectada	Off	Off	Off
Arranque, autotest o actualización de firmware	Parpadeo (alternando entre amarillo y verde)	-	Off
Estado operativo STOP	On (amarillo)	-	-
Estado operativo RUN	On (verde)	-	-
Extracción de la Memory Card	On (amarillo)	-	Parpadeo
Error	On (amarillo o verde)	Parpadeo	-
Mantenimiento solicitado	On (amarillo o verde)	-	On
Hardware averiado	On (amarillo)	On	Off
Test de LEDs o firmware de la CPU defectuoso	Parpadeo (alternando entre amarillo y verde)	Parpadeo	Parpadeo

Fuente: SIMATIC Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema, Siemens AG

B. Establecer una conexión online con una CPU.

Es necesaria una conexión online entre la programadora y la CPU para cargar programas y datos de ingeniería del proyecto. Los marcos de color naranja indican una conexión online. Ahora, se pueden usar las herramientas online y de diagnóstico del árbol de proyectos.

C. Visualizar los eventos de diagnósticos de la CPU.

El búfer de diagnóstico permite consultar las actividades recientes de la CPU. El búfer de diagnóstico es accesible desde “Online y diagnóstico” para una CPU online en el árbol

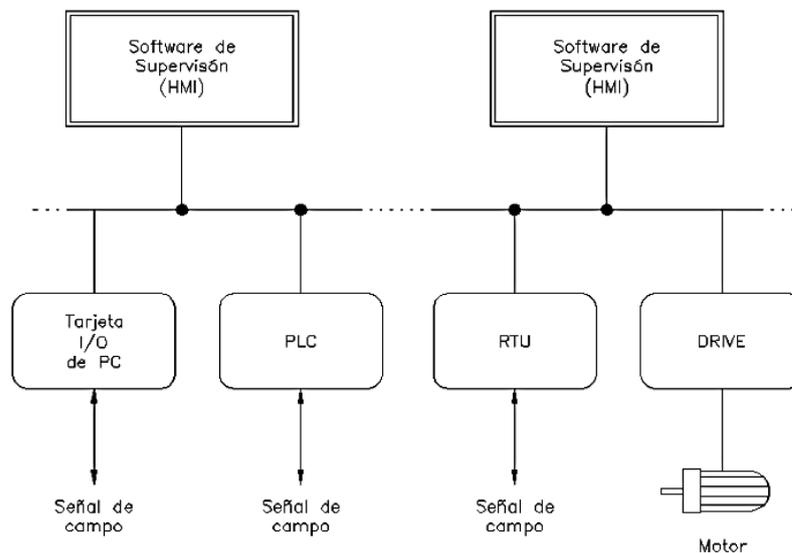
del proyecto. Toda entrada del búfer de diagnóstico incluye la fecha y hora de registro del evento, así como una descripción. El número máximo de entradas depende de la CPU, se soportan 50 entradas como máximo.

2.7 Interface hombre máquina (HMI).

La sigla HMI es la abreviación en ingles de Interfaz Hombre Máquina. Los sistemas HMI podemos pensarlos como una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora. Los sistemas HMI en computadores se los conoce también como software HMI (en adelante HMI) o de monitoreo y control de supervisión. (IACI, 2014)

Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC's (Controladores lógicos programables), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVE's (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI. (IACI, 2014)

Figura 21. Interface del HMI.



Fuente: <http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>

2.7.1 Funciones de un software HMI:

- Monitoreo. Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real.

- Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.
- Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.
- Supervisión. Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.
- Alarmas. Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos basadas en límites de control pre-establecidos.
- Control. Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.
- Históricos. Es la capacidad de mostrar y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia

2.7.2 *Tareas de un software de supervisión y control*

- Permitir una comunicación con dispositivos de campo.
- Actualizar una base de datos “dinámica” con las variables del proceso.
- Visualizar las variables mediante pantallas con objetos animados (mímicos).
- Permitir que el operador pueda enviar señales al proceso, mediante botones, controles ON/OFF, ajustes continuos con el mouse o teclado.
- Supervisar niveles de alarma y alertar/actuar en caso de que las variables excedan los límites normales.
- Almacenar los valores de las variables para análisis estadístico y/o control.
- Controlar en forma limitada ciertas variables de proceso.

2.7.3 *Pantallas táctiles HMI.* Siemens indica que la mayoría de las máquinas ofrecen la visualización de forma estándar, especialmente en las máquinas de menor tamaño y en las aplicaciones sencillas donde el factor coste juega un papel decisivo.

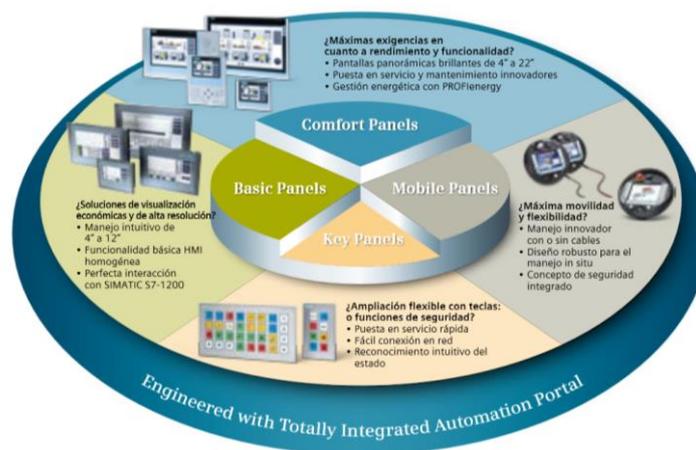
Para las aplicaciones básicas se consideran totalmente suficientes los paneles de operador SIMATIC Basic Panels con funciones básicas, por la facilidad que brinda satisfacer las exigencias de cada día en el campo industrial, gracias a tener una relación perfecta de rendimiento/precio. (Siemens, 2009).

a) Funcionalidad homogénea en todos los tamaños de pantalla.

La funcionalidad del hardware es idéntica de cada familia de equipos. El usuario puede escoger el tamaño de pantalla idóneo para su aplicación y la modalidad de manejo con pantalla táctil y/o teclado. La funcionalidad de los tamaños de pantalla va a constar de:

- SIMATIC HMI Comfort Panels: La opción ideal para aplicaciones exigentes.
- SIMATIC HMI Basic Panels: Funciones básicas para aplicaciones HMI sencillas.
- SIMATIC HMI Mobile Panels: Máxima movilidad en el manejo y visualización.
- SIMATIC HMI Key Panels: Paneles de mando pre configurados y listos para montar.

Figura 22. Funcionalidad de pantallas táctiles.

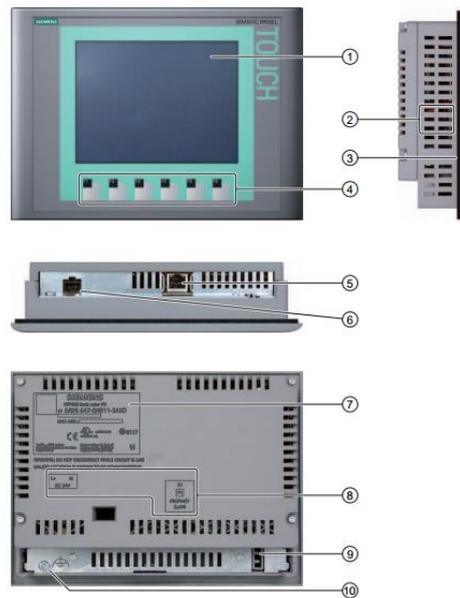


Fuente: http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_panels_es.pdf

b) Componentes del KTP 600 PN Basic.

Los paneles de control marca Siemens están conformados por:

Figura 23. Partes de la pantalla táctil KTP600 PN.



Fuente:

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

Tabla 6. Partes de la pantalla táctil KTP 600 PN

Parte	Designación
1	Pantalla/ pantalla táctil
2	Escotaduras para mordazas de fijación
3	Junta de montaje
4	Teclas de función
5	Interfaz PROFINET
6	Conexión para la fuente de alimentación
7	Placa de características
8	Nombre del puerto
9	Guía para tiras rotulables
10	Conexión para tierra funcional

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

c) Eficiencia de ingeniería totalmente innovadora.

Los paneles SIMATIC HMI se configuran intuitivamente en el TIA Portal con el software escalable SIMATIC WinCC. Se obtiene una elevada eficiencia de ingeniería al utilizar otros componentes de la gama de la Totally Integrated Automation garantizando una máxima coherencia. (Siemens, 2009)

d) Seguridad de la inversión a largo plazo.

Los productos SIMATIC aseguran sus inversiones a largo plazo. Los proyectos creados se migran directamente al producto sucesor.

e) Distintos tamaños de pantalla:

1. Idéntica funcionalidad.

Todos los Comfort Panels de SIMATIC HMI ofrecen la misma funcionalidad punta en toda la gama. Gracias a las pantallas panorámicas de alta resolución de 4 a 22 in, con manejo táctil o teclado, pueden adaptarse perfectamente a cualquier aplicación y a la vez ofrecen numerosas innovaciones.

2. Pantallas flexibles de alta resolución.

Con una superficie de visualización hasta un 40% mayor, el formato widescreen ofrece opciones de visualización ampliadas para sinópticos complejos. La alta resolución de 16 millones de colores permite una visualización del proceso con gran detalle y ofrece una legibilidad óptima en combinación con un amplio ángulo de visión.

3. Innovadora interfaz de usuario gráfica.

La innovadora interfaz de usuario gráfica permite un manejo y visualización de la máquina con opciones totalmente nuevas.

4. Funcionalidad de punta en toda la gama.

Los Comfort Panel de SIMATIC HMI se caracterizan por un alto rendimiento. Independientemente del tamaño de la pantalla, todos los equipos ofrecen ficheros, scripts en VB y distintos visores para visualizar la documentación de la instalación como PDF y páginas de Internet. (Siemens, 2009)

5. Seguridad total de los datos en caso de un corte de corriente.

La función de seguridad en ausencia de tensión de los Comfort Panels asegura la protección de todos los datos de manera económica y sin necesidad de suministro de energía ininterrumpido.

6. Idóneos para entornos rudos.

Los robustos Comfort Panels de SIMATIC HMI poseen una serie de homologaciones para el uso en diferentes países y en sectores con exigencias aumentadas. Los equipos a partir de 7 in están equipados con frentes de aluminio inyectado de una larga vida útil.

f) Montaje y mantenimiento flexibles.

Los equipos se pueden instalar de forma estándar en sistemas de brazo suspendido. Ello permite emplearlos en máquinas para cualquier aplicación, para el manejo ergonómico en distintos puntos de la instalación. Para un mantenimiento sencillo, el lado posterior puede desmontarse con facilidad, incluso con el equipo montado en la máquina. Los paneles de operador pueden adaptarse con facilidad a las más diversas exigencias mediante unidades de ampliación modulares. (SIEMENS, 2014).

g) Accesorios.

- Convertidor RS 422 - RS 232. El convertidor se requiere para conectar controladores de otros fabricantes a Basic Panels PN. El convertidor transforma las señales de entrada en señales RS232.
- Conector de bus PROFIBUS. Se recomienda utilizar conectores de bus PROFIBUS rectos.
- Cable PC/PPI y USB /PPI es necesario para actualizar el sistema operativo con la función restablecer configuración de fábrica. El cable se puede utilizar además para transferir datos.
- Adaptador acodado de 90°. Para el montaje en espacios reducidos es posible conectar un adaptador acodado a la interfaz RS 422 – RS 485.
- Marco de fijación. Con el fin de reforzar el recorte de montaje si el grosor del material no es suficiente, se puede adquirir un marco de fijación. (SIEMENS, 2012)

2.7.4 Comunicación. Siemens con el software de ingeniería WinCC flexible permite la configuración homogénea de todos los paneles SIMATIC hasta los puestos de visualización basados en PC. WinCC flexible es sinónimo de máxima eficiencia en configuración: librerías con objetos pre programados, bloques gráficos reutilizables, herramientas inteligentes, hasta incluso la traducción de textos automatizada para proyectos multilinguaje.

Una gran cantidad de objetos dinámicos y escalables, con los que pueden ensamblarse bloques faceplate, forman parte de WinCC flexible. Esto no sólo ahorra tiempo, sino que también garantiza la coherencia de datos. Al crear un bloque lógico, se debe seleccionar el lenguaje de programación que se empleará dicho bloque. El programa de usuario puede

emplear bloques lógicos creados con cualquiera de los lenguajes de programación. (Siemens Corporation, 2014)

2.7.4.1 *Transferencia de proyectos simplificada.* Siemens indica que para la carga de proyectos HMI vía PROFINET/Ethernet o USB se pueden utilizar cables estándar, no se requieren cables especiales. Los ajustes del equipo se realizan durante la configuración, no es necesario hacerlo directamente en el equipo. Los datos del proyecto y los ajustes del equipo se almacenan en una tarjeta del sistema ubicada en el equipo y se actualizan automáticamente. Esta tarjeta puede utilizarse asimismo para transferir un proyecto a otro equipo.

2.7.4.2 *Interfaces integradas.* Los Comfort Panel de SIMATIC HMI se integran a la perfección en redes PROFINET y PROFIBUS, y disponen de interfaces para la conexión a periféricos USB. Los equipos a partir de 7 in disponen de un switch Ethernet de 2 puertos a partir de 15 in disponen además de una interfaz PROFINET Gigabit.

2.7.4.3 *Modos de operación.*

El panel de operador puede adoptar los modos de operación siguientes:

1. Modos de operación “OFFLINE”.

En éste modo de operación no existe comunicación entre el panel de operador y el automático.

2. Modo de operación “ONLINE”.

En éste modo de operación existe una conexión de comunicación entre el panel de operador y el automático.

3. Modo de operación “TRANSFER”.

En éste modo de operación se puede por ejemplo transferir un proyecto del PC de configuración al panel de operador.

Los modos de operación “OFFLINE” y “ONLINE” pueden ajustarse tanto en el PC de configuración como en el panel de operador.

Las posibilidades de transferir datos entre el panel de operador y el PC de configuración. (SIEMENS, 2012).

Tabla 7. Transferencia de datos entre panel y PC.

Tipo	Canal de datos	Basic Panel PN
Crear una copia de seguridad/restaurar. Actualizar el sistema operativo, transferir el proyecto.	Serie	-
	MPI/PROFIBUS DP	-
	PROFINET	Si
Actualizar el sistema operativo restableciendo la configuración de fábrica	Serie	-
	MPI/PROFIBUS DP	-
	PROFINET	Si

Fuente: SIMATIC Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema, Siemens AG

2.7.4.4 Transferencia. El proyecto ejecutable se transfiere desde el PC de configuración al panel de operador. Los datos transferidos se escriben directamente en la memoria Flash interna del panel de operador. Para la transferencia se utiliza un canal de datos que debe parametrizarse antes de transferir los datos. (SIEMENS, 2011).

2.7.5 Herramientas del programa.

2.7.5.1 La máxima eficacia de configuración. WinCC (TIA Porta) permite utilizar datos de configuración independientes del dispositivo en diferentes sistemas de destino sin necesidad de conversión. La interfaz se adapta a las posibilidades funcionales del dispositivo de destino. Además, para las configuraciones HMI se dispone de un asistente en función del dispositivo, que permite crear rápida y fácilmente la estructura básica de la visualización.

- b) Editor de imágenes para una configuración de imágenes rápida y eficiente.
 - Creación de objetos gráficos interconectados usando la función “arrastrar y soltar”
 - Definición de plantillas de imágenes y funciones.
 - Sistema de niveles (máx 32).

- c) Gestión de datos orientada a objetos
 - Cómodas opciones de búsqueda y modificación
 - Configuración de avisos y ficheros directamente en la variable HMI.
 - Lista de referencias cruzadas con acceso directo a todos los objetos.
- d) Librerías para objetos de ingeniería
 - Almacenamiento de todos los objetos de ingeniería, predefinidos o de la creación propia.
 - Los bloques para visualización pueden componerse de forma personalizada para un cliente o proyecto a partir de objetos gráficos simples.
- e) Soporte para test y puesta en marcha
 - Simulación de proyectos HMI en el PC de ingeniería.
 - Marcado de configuraciones incompletas o erróneas.
 - Salto a la causa del error desde los avisos del compilador.
- f) Migración de proyectos HMI ya existentes
 - Traslado completo de datos a proyectos de WinCC flexible. (SIEMENS. 2014).

2.8 Conexión de la tarjeta Arduino en la estación.

Arduino es una herramienta para hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de tu ordenador personal. Es una plataforma de desarrollo de computación física, de código abierto, basada en una placa con un sencillo microcontrolador y un entorno de desarrollo para crear software (programas) para la placa. (Robótica)

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores.

El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno Arduino (basado en Processing). El software se puede descargar de forma gratuita, los ficheros de diseño de referencia (CAD) están disponibles bajo una licencia abierta.

2.8.1 Microcontrolador. Un microcontrolador llamado MCU (Micro Controller Unit), es básicamente un ordenador integrado en un solo chip. Un microcontrolador tiene en su interior las tres unidades básicas de un ordenador, es decir, memoria, CPU y periférico E/S.

La mayoría de los microcontroladores modernos pueden llegar a tener muchas más partes: memoria RAM, memorias flash, temporizadores, decodificadores, conversores A/D y D/A, controladores (DMA, USB, Ethernet, PCI, etc.). Por su versatilidad están presentes en muchos aparatos cotidianos, incluso en las máquinas y robots industriales.

2.8.2 ¿Qué es Arduino? Ahora en la actualidad en el mercado existen diversos productos. Unos son oficiales y otros no lo son, lo que varía de cada uno a parte del precio son las características del microcontrolador, el número de plantillas digitales, entradas analógicas disponibles, cantidad de memoria, etc.

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada, para esto toda una gama de sensores puede ser usada y puede efectuar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. (Robótica)

2.8.3 Partes de la tarjeta arduino. El Arduino Uno consta de las siguientes partes como son: puerto USB para conexión a PC, el software de instalación, una fuente de alimentación y los periféricos, sean analógicos o digitales.

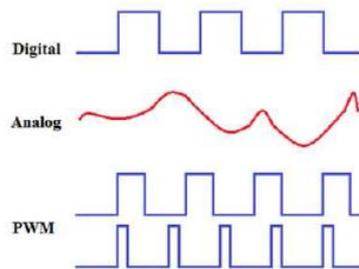
Figura 24. Partes de una tarjeta Arduino.



Fuente: <http://solorobotica.blogspot.com/2012/07/arduino-plataforma-electronica-abierta.html>

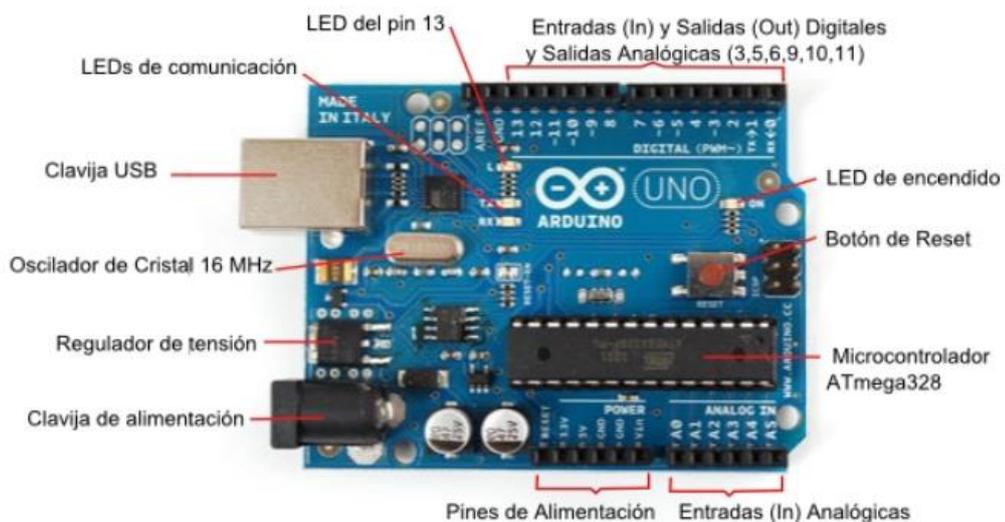
Las conexiones analógicas de la placa permiten trabajar con valores intermedios, ya que el sistema digital solo reconoce un valor bajo (interpretando como cero) o el valor alto (interpretado como 1), todo dependerá del umbral de voltaje de la familia lógica empleada por el chip. En cambio, las conexiones analógicas son capaces de identificar todos los posibles valores que pueda haber entre el voltaje máximo y el mínimo.

Figura 25. Pulso de las E/S y PWM.



Fuente: <http://solorobotica.blogspot.com/2012/07/arduino-plataforma-electronica-abierta.html>

Figura 26. Arduino uno.



Fuente:

http://educacionadistancia.juntadeandalucia.es/profesorado/pluginfile.php/2882/mod_resource/content/1/Apuntes_ARDUINO_nivel_PARDILLO.pdf

2.9 Sensores.

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en un RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc. (Robótica)

2.9.1 Sensor magnético. Los sensores magnéticos detectan una variación en el campo magnético en respuesta a la variación de alguna magnitud física. Están basados en el efecto Hall, por lo que se conocen como sensores de efecto Hall. Se caracterizan principalmente por ser dispositivos de estado sólido, no tienen partes móviles, compatibilidad con otros circuitos analógicos y digitales, margen de temperatura amplio, buena repetitividad y frecuencia de funcionamiento alta (100 kHz).

Se utilizan principalmente como sensores de posición, velocidad y corriente eléctrica. Los sensores de proximidad magnéticos son caracterizados por la posibilidad de distancias grandes de la conmutación. El campo de aplicaciones de los sensores magnéticos es extremadamente amplio. (Robótica)

Figura 27.Sensor magnético.

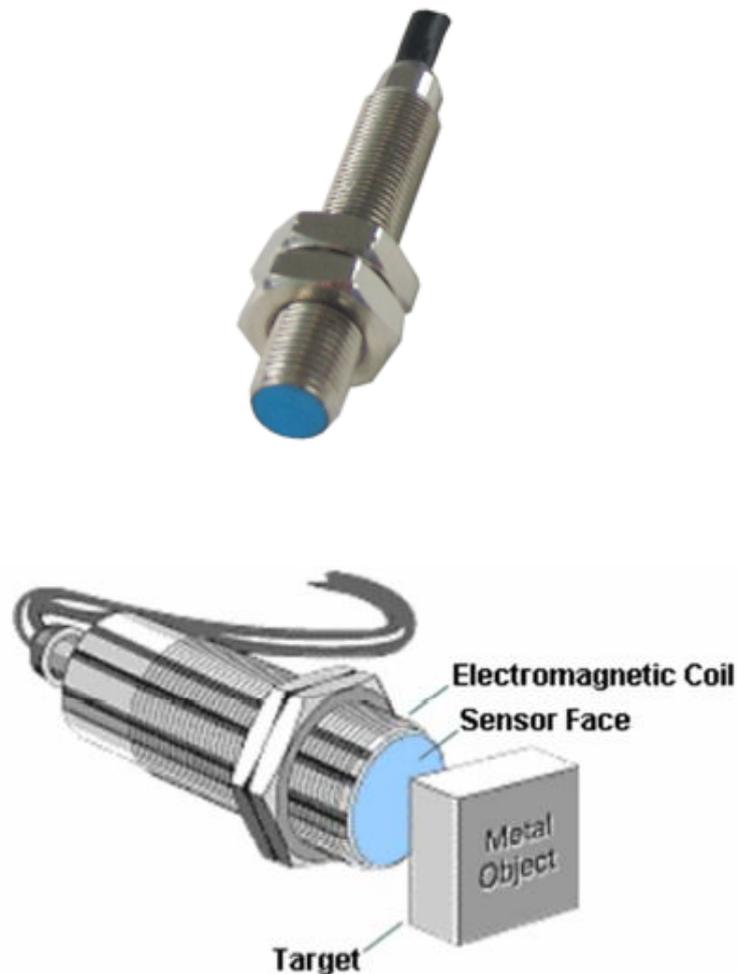


Fuente: <http://en.airtac.com/upload/201402280315061906.PDF>

2.9.2 Sensor inductivo. Este tipo de sensores incorporan una bobina electromagnética que es usada para detectar la presencia de un objeto de metal conductor, ignoran los objetos no metálicos.

Son utilizados principalmente en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en determinados contextos (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo). (Robótica)

Figura 28.Sensor inductivo.



Fuente: <http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/inductivo.html>

Los sensores inductivos detectan objetos metálicos en áreas de exploración generalmente pequeñas. El diámetro del sensor es el factor decisivo para la distancia de conmutación, que con frecuencia es de sólo unos cuantos milímetros, dada esa condición los sensores inductivos son rápidos, precisos y extremadamente resistentes.

Cabe indicar que el aluminio puede ser detectado ya que es un material metálico que posee un spin magnético que es detectado cuando está cerca del sensor.

2.9.2.1 Ventajas y desventajas de los sensores inductivos.

Tabla 8. Ventajas y desventajas de los sensores inductivos.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• No entran en contacto directo con el Objeto a detectar.• Tienen un tiempo de reacción muy reducido.• Tiempo de vida largo e independiente del número de detecciones.• Son insensibles al polvo y a la humedad.• Incluyen indicadores LED de estado y tienen una estructura modular.	<ul style="list-style-type: none">• Solo detectan la presencia de objetos metálicos.• Pueden verse afectados por campos electromagnéticos.• El margen de operación es más corto en comparación con otros sensores.

Fuente: <http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/inductivo.html>

2.9.2.2 Características de los sensores inductivos.

- Detección de objetos metálicos.
- Medidas todas o nada.
- Muy utilizados a nivel industrial.
- Alcance máximo de detección.
- Desde algunos mm a varios de cm.
- Pueden manejar una carga tipo relé.
- Los detectores de proximidad son dispositivos que detectan una distancia crítica y la señalizan mediante una salida del tipo todo – nada.
- Los detectores de proximidad inductivos son muy empleadas en aplicaciones industriales para la detección de objetos metálicos. (FERNÁNDEZ, 2005).

2.9.3 Sensores ópticos. Los sensores de proximidad ópticos utilizan medios ópticos y electrónicos para la detección de objetos. Para ello se utiliza luz roja o infrarroja.

El principio básico del funcionamiento de los sensores ópticos consiste en la emisión y recepción de luz. Tanto en el emisor como en el receptor se encuentran en el mismo encapsulado, y en ambos son colocados pequeños lentes ópticos que permiten concentrar el haz de luz, de modo que cuando un objeto refleja el haz de luz, el receptor lo detecta.

Figura 29. Sensor óptico OMRON E3H-DS5B13.



Fuente: http://www.ebay.at/itm/Omron-OMRON-Lichtschrinke-E3H-DS5B13-12-24V-OVP-/110830311535?pt=Sensores_Regler&hash=item19ce00586f

Un sensor óptico se basa en el aprovechamiento de la interacción entre la luz y la materia para determinar las propiedades de ésta. Una mejora de los dispositivos sensores, comprende la utilización de la fibra óptica como elemento de transmisión de la luz. (Bernabeu, 2014)

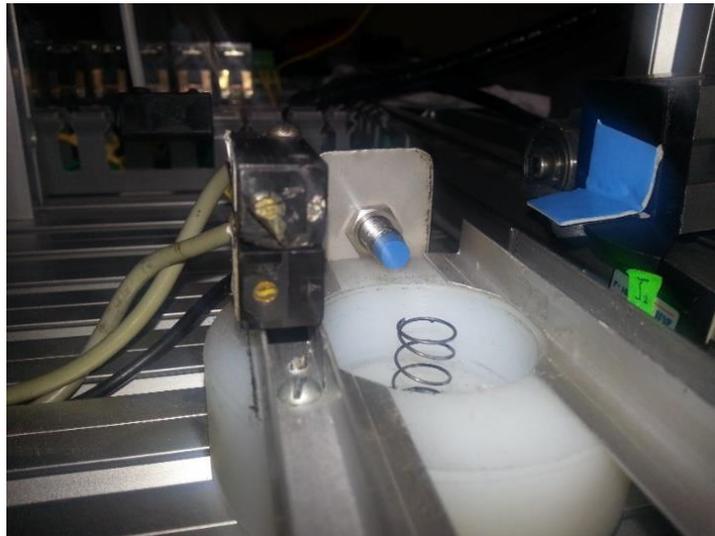
2.10 Sistemas de selección por materiales

Para la selección por materiales utilizaremos un sensor inductivo que nos ayudará a distinguir si el material es de nylon o aluminio, para ello vamos a colocar en la parte delantera de la base que se construyó para colocar la pieza.

Esto lo podemos observar en la siguiente imagen, donde observamos la base ya mencionada donde irán colocadas las piezas en este caso va a ser una probeta cilíndrica pequeña de aluminio.

Al ser un sensor inductivo nos permite detectar materiales metálicos ferrosos, donde al ser un paramagnético el aluminio podemos detectar ya que en el caso de este tipo de material permiten alinearse sus momentos libres magnéticos a un campo magnético pero si se retira este, vuelven a su posición original. En la programación que establecemos es indiferente si es un material ferromagnético o aluminio; llevará a la misma posición los materiales correspondientes al proceso que hemos designado para su ubicación.

Figura 30. Selección por materiales.



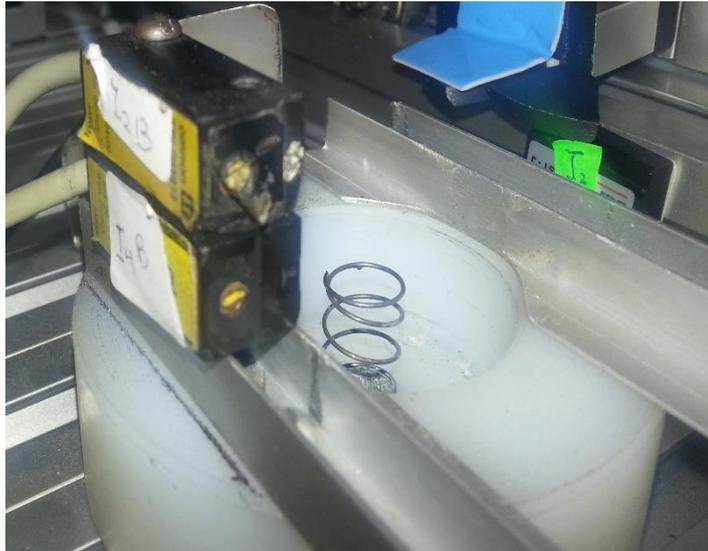
Fuente: Propia

2.11 Sistemas de selección por tamaños

Para este sistema vamos a ubicar dos sensores ópticos uno encima de otro para que podamos identificar según el tamaño el correspondiente para trasladarlo a la ubicación correspondiente que se programará según las necesidades. En consecuencia, al ser las probetas de nylon de 2 tamaños diferentes pero del mismo radio que nos permiten utilizar la misma base, lo único que hemos realizado en la estructura es colocar un resorte que nos da la posibilidad de comprimirlo con el cilindro que lleva la pieza de un lugar a otro.

En la programación nos lleva a realizar la traslación hacia los puntos que hemos establecido para probetas pequeñas y la siguiente posición para las probetas de nylon de mayor altura. Este sistema nos ayuda al proceso identificando las piezas por su altura.

Figura 31. Selección por tamaños.



Fuente: Propia

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA LA ESTACIÓN.

3.1 Diseño

El conocimiento de nuestra estación nos lleva a conocer sus grados de libertad.

$$M = \text{grados de libertad} = 3(n - 1) - 2j_p - j_h \quad (1)$$

Conociendo que:

$n = 3$ eslabones.

$j_p = 3$ uniones principales (tornillos sin fin que se consideran correderas)

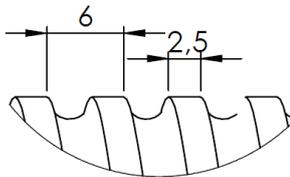
$j_h = 0$

$$M = 3(4 - 1) - 2(2) - 0$$

$$M = 3$$

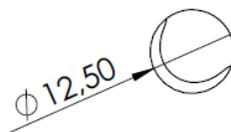
Analizamos la estructura para encontrar el torque mínimo para poner en movimiento cada uno de los ejes. Consideramos para cada eje la misma configuración.

Figura 32. Selección por tamaños.



Fuente: Autores

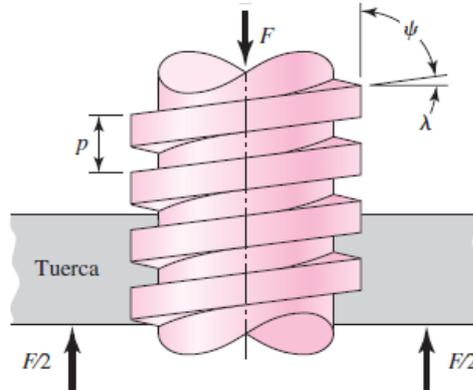
Figura 33. Diámetro



Fuente: Autores

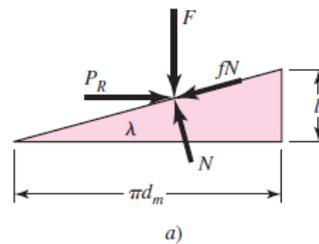
Para el movimiento de las cargas debemos considerar que se va a necesitar esa fuerza para mover la distancia requerida venciendo la fricción.

Figura 34. Tonillo de potencia.



Fuente: BUDYNAS , y otros, 2008 pág. 401

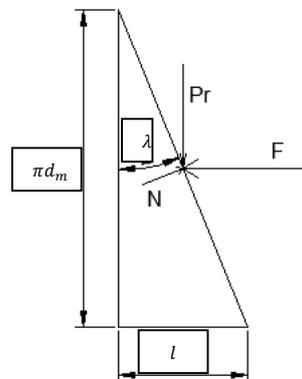
Figura 35. Diagrama de fuerzas.



Fuente: BUDYNAS , y otros, 2008 pág. 401

Eje pequeño

Figura 36. Fuerzas tornillo



Fuente: Autores

$$F = ma \quad (2)$$

Asumimos una velocidad de traslación.

$$v = \frac{d}{t} \quad (3)$$

La distancia de recorrido del eje va a ser 0,13 m en un tiempo de 0,53 s

$$v = \frac{0,13 \text{ m}}{0,53 \text{ s}}$$

$$v = 0,245 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Debemos entender que la aceleración es durante unos segundos hasta que alcanza la velocidad constante a la que hemos determinado anteriormente.

$$a = \frac{v}{t} \quad (4)$$

$$a = \frac{0,245}{0,2}$$

$$a = 1,225 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F = ma + fr \quad (5)$$

$$m(\text{cilindro} + \text{probeta}) = 0,5 \text{ Kg}$$

$$F = (0,5 \text{ kg}) \left(1,225 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) + 0,5 \times 9,8 \times 0,2 \text{ N}$$

$$F = 2,705 \text{ N}$$

El valor del coeficiente de fricción entre nylon que es nuestro collarín que va a transportar cada eje es de:

$$f = 0,20$$

Además sabemos que:

$$\lambda = 6^\circ$$

$$\pi d_m = \pi(12,5) = 39,27$$

Para ellos utilizamos la fórmula siguiente:

$$P_R = \frac{F(\text{sen } \lambda + f \text{cos } \lambda)}{\text{cos } \lambda - f \text{sen } \lambda} \quad (6)$$

Como consecuencia podemos calcular el valor del Torque necesario, que es al valor de P_r multiplicarlo por el radio medio

$$T_R = \frac{Fdm}{2} \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - fl} \right) \quad (7)$$

$$T_R = \left(\frac{2,705 \times 12,5}{2} \right) \left(\frac{6 + \pi \times 0,2 \times 12,5}{\pi \times 12,5 - 0,2 \times 6} \right)$$

$$T_R = 16,9063 \text{ N mm} \left(\frac{13,85}{38,07} \right)$$

$$T_R = 6,15 \text{ Nmm} \approx 0,006152 \text{ J}$$

Para determinar la potencia debemos calcular la velocidad angular, sabiendo que el avance es igual a:

$$A = v \text{ lineal} = w * n$$

$$n = \frac{v}{p} \quad (8)$$

$$n = \frac{0,245 \frac{m}{s}}{0,006 \frac{m}{rev}}$$

$$n = 40,83 \frac{rev}{s}$$

$$w = 256,54 \frac{rad}{s}$$

Multiplicamos este valor con el resultado de T_R

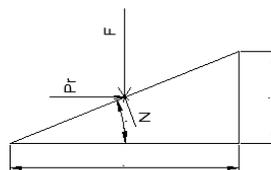
$$P = T w \quad (9)$$

$$P = 0,006152 \times 256,54$$

$$P = 1,58 \text{ W}$$

Eje mediano

Figura 37. Fuerzas tornillo mediano.



Fuente: Autores

$$F = ma$$

Asumimos una velocidad de traslación.

$$v = \frac{d}{t}$$

La distancia de recorrido del eje va a ser 0,27 m en un tiempo de 3 s

$$v = \frac{0,27 \text{ m}}{2 \text{ s}}$$

$$v = 0,135 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Debemos entender que la aceleración es durante unos segundos hasta que alcanza la velocidad constante a la que hemos determinado anteriormente.

$$a = \frac{v}{t}$$

$$a = \frac{0,135}{0,5}$$

$$a = 0,27 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Masa del tornillo

$$m = \rho \times V \tag{10}$$

$$V = \frac{\pi \times d^2}{4} \times L \tag{11}$$

$$V = \frac{\pi \times 0,014^2}{4} \times 0,2 \text{ m}$$

$$V = 0,000031 \text{ m}^3$$

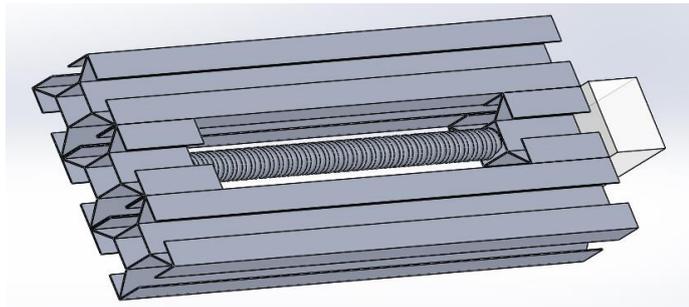
$$m = 2690 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0,000031 \text{ m}^3 = 0,083 \text{ Kg}$$

Masa de los perfiles

$$m(\text{perfiles}) = (0,0778 \text{ Kg} \times 2) + (0,01285 \text{ Kg} \times 2)$$

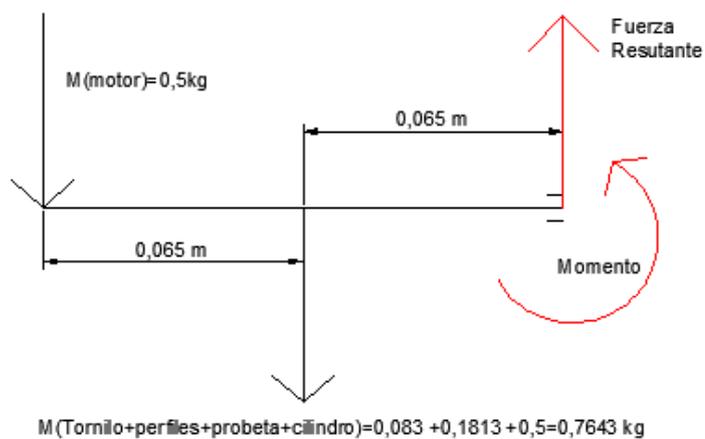
$$m(\text{perfiles}) = 0,1813 \text{ kg}$$

Figura 38.Masas eje pequeño.



Fuente: Autores

Figura 39.Fuerza eje medio.



Fuente: Autores.

Tenemos como resultado de la masa = 1,2643 Kg

$$F = ma + fr$$

$$F = (1,2643 \text{ kg}) \left(0,27 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) + 1,2643 \times 9,8 \times 0,2 \text{ N}$$

$$F = 2,82 \text{ N}$$

El valor del coeficiente de fricción entre nylon que es nuestro collarín que va a transportar cada eje es de:

$$f = 0,20$$

Además sabemos que:

$$\lambda = 6^\circ$$

$$\pi d_m = \pi(12,5) = 39,27$$

Para ellos utilizamos la fórmula siguiente:

$$P_R = \frac{F (\text{sen } \lambda + f \cos \lambda)}{\cos \lambda - f \text{sen } \lambda}$$

Como consecuencia podemos calcular el valor del Torque necesario, que es al valor de P_R multiplicarlo por el radio medio

$$T_R = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - f l} \right)$$

$$T_R = \left(\frac{2,82 \times 12,5}{2} \right) \left(\frac{6 + \pi \times 0,2 \times 12,5}{\pi \times 12,5 - 0,2 \times 6} \right)$$

$$T_R = 17,625 \text{ N mm} \left(\frac{13,85}{38,07} \right)$$

$$T_R = 6,412 \text{ Nmm} \approx 0,0064 \text{ J}$$

Para determinar la potencia debemos calcular la velocidad angular, sabiendo que el avance es igual a:

$$A = v \text{ lineal} = w * n$$

$$n = \frac{v}{p}$$

$$n = \frac{0,135 \frac{m}{s}}{0,006 \frac{m}{rev}}$$

$$n = 22,5 \frac{rev}{s}$$

$$w = 141,37 \frac{rad}{s}$$

Multiplicamos este valor con el resultado de T_R

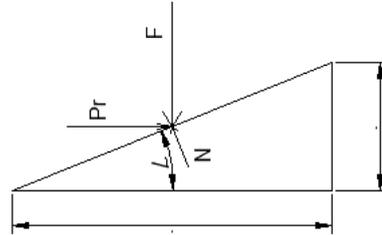
$$P = T w$$

$$P = 0,0064 \times 141,37$$

$$P = 0,905 \text{ W}$$

Eje grande

Figura 40. Fuerzas tornillo grande.



Fuente: Autores

$$F = ma$$

Asumimos una velocidad de traslación.

$$v = \frac{d}{t}$$

La distancia de recorrido del eje va a ser 0,27 m en un tiempo de 3 s

$$v = \frac{0,144 \text{ m}}{1,5 \text{ s}}$$

$$v = 0,096 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Debemos entender que la aceleración es durante unos segundos hasta que alcanza la velocidad constante a la que hemos determinado anteriormente.

$$a = \frac{v}{t}$$

$$a = \frac{0,096}{0,5}$$

$$a = 0,192 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Masa del tornillo

$$m = \rho \times V$$

$$V = \frac{\pi \times d^2}{4} \times L$$

$$V = \frac{\pi \times 0,014^2}{4} \times 0,40 \text{ m}$$

$$V = 0,000062 \text{ m}^3$$

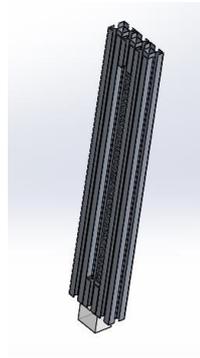
$$m = 2690 \frac{Kg}{m^3} \times 0,000031 m^3 = 0,1656Kg$$

Masa de los perfiles

$$m(\text{perfiles}) = (0,128 Kg \times 2) + (0,01285 Kg \times 2)$$

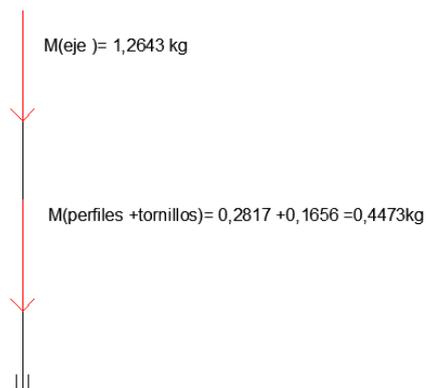
$$m(\text{perfiles}) = 0,2817 kg$$

Figura 41.Masa eje medio.



Fuente: Autores.

Figura 42.Fuerzas diagrama medio



Fuente: Autores.

La masa resultante es de = 1,7116 Kg

$$F = ma + fr \quad (2.0)$$

$$F = (1,7116 kg) \left(0,192 \frac{m}{s^2}\right) + (1,7116 \times 9,8 \times 0,2)$$

$$F = 3,68 N$$

El valor del coeficiente de fricción entre nylon que es nuestro collarín que va a transportar cada eje es de:

$$f = 0,20$$

Además sabemos que:

$$\lambda = 6^\circ$$

$$\pi d_m = \pi(12,5) = 39,27$$

Para ellos utilizamos la fórmula siguiente:

$$P_R = \frac{F (\text{sen } \lambda + f \cos \lambda)}{\cos \lambda - f \text{sen } \lambda}$$

Como consecuencia podemos calcular el valor del Torque necesario, que es al valor de P_R multiplicarlo por el radio medio

$$T_R = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - f l} \right)$$

$$T_R = \left(\frac{3,68 \times 12,5}{2} \right) \left(\frac{6 + \pi \times 0,2 \times 12,5}{\pi \times 12,5 - 0,2 \times 6} \right)$$

$$T_R = 23,02 N \text{ mm} \left(\frac{13,85}{38,07} \right)$$

$$T_R = 8,37 N \text{ mm} \approx 0,0084 J$$

Para determinar la potencia debemos calcular la velocidad angular, sabiendo que el avance es igual a:

$$A = v \text{ lineal} = w * n$$

$$n = \frac{v}{p}$$

$$n = \frac{0,096 \frac{m}{s}}{0,006 \frac{m}{rev}}$$

$$n = 16 \frac{rev}{s}$$

$$w = 100,53 \frac{rad}{s}$$

Multiplicamos este valor con el resultado de T_R

$$P = T w$$

$$P = 0,0084 \times 100,53$$

$$P = 0,84 \text{ W}$$

Resistencia del eje considerando las fuerzas.

Eje pequeño

El esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{16T_R}{\pi d_r^3} \quad (12)$$

$$\tau = \frac{16(0,0062J)}{\pi(0,010)^3}$$

$$\tau = 31,6 \text{ KPa}$$

Esfuerzo axial nominal

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d_r^2} \quad (13)$$

$$\sigma = \frac{4(2,705 \text{ N})}{\pi(0,010)^2}$$

$$\sigma = 34,4 \text{ KPa}$$

Esfuerzo flexionante

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \quad (14)$$

$$\sigma = \frac{6F}{\pi d_r n_t p}$$

$$\sigma = \frac{6(2,705)}{\pi(0,01)(6)(0,006)}$$

$$\sigma = 14,4 \text{ KPa}$$

Esfuerzo de Von mises

$$\sigma_x = 14,4 \text{ KPa}$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\sigma_z = 34,4 \text{ KPa}$$

$$\tau_{xy} = 0$$

$$\tau_{yz} = 31,6 \text{ KPa}$$

$$\tau_{zx} = 0$$

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (15)$$

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} [(14,4 - 0)^2 + (0 - 34,4)^2 + (34,4 - 14,4)^2 + 6(31,6^2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma' = 62,38 \text{ KPa}$$

Siendo la resistencia del aluminio 213,7 MPa y comparándolo con el esfuerzo de Von Mises existe un valor de 62,38 KPa podemos decir que el tornillo resiste de manera suficiente a las cargas que se efectúan en el sistema

Eje Mediano

El esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{16T_R}{\pi d_r^3}$$

$$\tau = \frac{16(0,00649J)}{\pi(0,010)^3}$$

$$\tau = 33,1 \text{ KPa}$$

Esfuerzo axial nominal

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d_r^2}$$

$$\sigma = \frac{4(2,82 \text{ N})}{\pi(0,010)^2}$$

$$\sigma = 35,91 \text{ KPa}$$

Esfuerzo flexionante

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

$$\sigma = \frac{6F}{\pi d_r n_t p}$$

$$\sigma = \frac{6(2,82)}{\pi(0,01)(6)(0,006)}$$

$$\sigma = 15 \text{ KPa}$$

Esfuerzo de Von mises

$$\sigma_x = 15 \text{ KPa}$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\sigma_z = 35,91 \text{ KPa}$$

$$\tau_{xy} = 0$$

$$\tau_{yz} = 33,1 \text{ KPa}$$

$$\tau_{zx} = 0$$

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} [(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} [(15 - 0)^2 + (0 - 35,91)^2 + (35,91 - 15)^2 + 6(33,1^2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma' = 65,29 \text{ KPa}$$

Siendo la resistencia del aluminio 213,7 MPa y comparándolo con el esfuerzo de Von Mises existe un valor de 65,29 KPa podemos decir que el tornillo resiste de manera suficiente a las cargas que se efectúan en el sistema

Eje grande

El esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{16T_R}{\pi d_r^3}$$

$$\tau = \frac{16(0,0084J)}{\pi(0,010)^3}$$

$$\tau = 42,781 \text{ KPa}$$

Esfuerzo axial nominal

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d_r^2}$$

$$\sigma = \frac{4(3,68 N)}{\pi(0,010)_r^2}$$

$$\sigma = 46,855 KPa$$

Esfuerzo flexionante

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

$$\sigma = \frac{6F}{\pi d_r n_t p}$$

$$\sigma = \frac{6(3,68)}{\pi(0,01)(6)(0,006)}$$

$$\sigma = 19,5 KPa$$

Esfuerzo de Von mises

$$\sigma_x = 19,5 KPa$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\sigma_z = 46,855 KPa$$

$$\tau_{xy} = 0$$

$$\tau_{yz} = 42,781 KPa$$

$$\tau_{zx} = 0$$

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[(19,5 - 0)^2 + (0 - 46,855)^2 + (46,781 - 19,5)^2 + 6(42,781^2) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma' = 84,56 KPa$$

Siendo la resistencia del aluminio 213,7 MPa y comparándolo con el esfuerzo de Von Mises existe un valor de 84,56 KPa podemos decir que el tornillo resiste de manera suficiente a las cargas que se efectúan en el sistema

3.4. Características y componentes de la estación.

La estación va estar construido enteramente con perfiles de aluminio utilizando bulones para posicionar las partes de la estructura. La facilidad de estos perfiles nos permitirá la

modificación que es útil para la enseñanza de los estudiantes. La estación de posicionamiento posee para su movimiento motores de voltaje de corriente continua de 24 V, que con un sistema de poleas que sirven para que junto al empotrar al bastidor de la estructura permita transmitir el movimiento del motor al eje del tornillo sin fin, el mismo que provocará la traslación lineal, estos tonillos sin fin van a estar ubicados en cadena, es decir que el anterior tornillo soporta al siguiente.

Para la estación utilizamos tres motores, además utilizamos sensores magnéticos para identificar las posiciones y para el cilindro neumático, dos válvulas de doble efecto, que nos van a permitir el desplazamiento del vástago, y de la succión de la ventosa para poder tomar la pieza de un lugar a otro.

Para colocar la pieza vamos utilizar tres posiciones, dos superiores soportados por dos perfiles de aluminio y la tercera se colocará en la parte inferior. Estas posiciones restringen el movimiento ya que al ser el área de trabajo en la parte inferior del brazo de succión de la probeta no se puede realizar movimientos inferiores horizontales, lo que conlleva a realizar movimientos superiores horizontales.

La parte eléctrica va ser colocada en la parte inicial de la base de la estación, donde van a ir colocadas las tarjetas de entradas y salidas; el cableado va colocarse en las canaletas para mejorar la estética de la estación. Para las piezas donde van a ir colocadas vamos a utilizar una base que nos permitirá colocar las probetas que van a ser de 40 mm de diámetro y 20 – 35 mm de altura, siendo las menores de 20 mm transportadas a una posición y así mismo la posición determinada para las de diferente material, las podemos mirar en la figura. 36. Dos tarjetas de entradas y salidas que van a estar conectadas a los sensores magnéticos, los sensores ópticos y el sensor inductivo, además de las salidas que van a ir conectados a 6 relés que van a servir para realizar el cambio de giro de los motores.

En la parte frontal de la estación se ubican tres botones, inicio (normalmente abierto), paro (normalmente cerrado) y paro de emergencia (normalmente cerrado), siendo normalmente cerrado los botones antes mencionados nos permiten conectarlos en serie para que podamos utilizar una sola entrada para estos dos. Este ahorro nos permite utilizar una entrada para el mando inalámbrico. El mando mencionado va a ser colocado junto a

las tarjetas, vamos a realizar la radiofrecuencia con dos arduinos los mismo que van a enviar las señales y recibirlas con dos módulos.

Figura 43.Probetas.



Fuente: Autores.

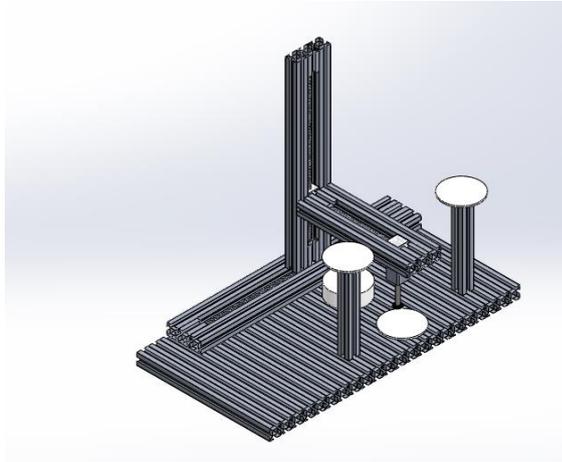
3.4.1. Parámetros de la estación. La estación va a estar ubicado sobre una base se perfiles de aluminio de una longitud de 350 mm ubicados uno a continuación de otro, lo que nos permitirá colocar sobre estas la parte eléctrica del proyecto y los demás elementos necesarios para el mismo. El sistema consta de 3 grados de libertad, el eje inferior en este caso el más largo con una longitud de recorrido de 500 mm llamaremos a este eje x el cual va a ser por medio de un tornillo sin fin me con la ayuda de un motor de corriente continua con poleas y una banda circular.

El eje y, el vertical que va a estar sobre el eje x moviéndose igualmente por un motor de corriente continua con un recorrido aproximado de 440 mm siendo, finalmente el eje z que estará situado sobre el eje y que tendrá un recorrido aproximado de 130 mm. En este eje se va a acoplar un cilindro neumático de un recorrido de 25 mm. Cada uno de los tornillos sin fin son fabricado de ejes de aluminio 6061, y las carreras de los ejes con perfiles de aluminio.

Los tornillos van a ser accionados con motores de corriente continua de 24 V que se unirán con poleas y correas circulares para transmitir la potencia. La tarjeta Arduino que va colocada en la estación, tiene tres salidas que vienen del mando inalámbrico, estas salidas van a mandar tres señales diferentes hacia los relés de 5V. Donde el relé del botón de inicio va a conectarse a la entrada de la tarjetas de entradas y salidas, esto hará que cuando se active el mencionado relé, se conecten los 24V y reciba el PLC la señal de

inicio. En cambio los relés de paro y paro de emergencia van a conectarse en serie que nos permitirá desconectar la entrada que constantemente está recibiendo 24V.

Figura 44.Estación.



Fuente: Autores.

Cada una de las probetas que se van a transportarse con la estación se ubicarán en un soporte que se colocó en el punto central del eje x en la parte inferior, así serán de diferente tamaño y material, controlado con 3 sensores, dos ópticos y un inductivo, que será controlado con la programación realizada en TIA Portal, siendo ubicados en 3 posiciones diferentes, que son de perfiles de aluminios colocados verticalmente.

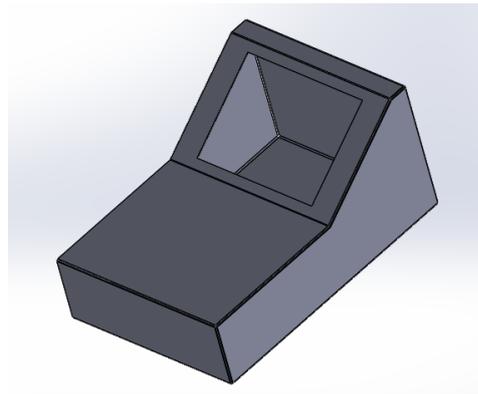
3.5. Estación de posicionamiento en tres ejes.

Se va trasladar las probetas de una posición hacia la indicada según se coloquen los sensores magnéticos que nos van a dar las ubicaciones que junto con la programación que se realizará en el programa TIA Portal nos ofrece un medio muy importante para la práctica de los estudiantes en el laboratorio de control y automatización de procesos.

La estación de programación donde se va encontrar el PLC, y las tarjetas de entradas y salidas, el switch de interconexión entre los dispositivos, y la fuente.

En anexos se encuentran los planos del mando ya que se realizó en plancha de acero de 1 mm y luego pintada, dentro se encuentra el interruptor de encendido, fusible. La caja podemos observarla en la figura 38.

Figura 45. Mando de la estación



Fuente: Autores.

Las tarjetas están conectadas hacia el PLC y estas van a conectarse hacia la estación por medio de cables DB 25 que permiten la transmisión de las señales. Todos los dispositivos están conectados por medio del switch que conectará el PLC, el HMI y la computadora para poder programar simultáneamente entre los elementos.

3.6. Control de la estación por radio frecuencia.

Para el control de la estación por radiofrecuencia vamos a utilizar el lenguaje utilizado por Arduino, siendo su programa de código abierto nos permitimos en utilizar sus tarjetas, además de la utilización de módulos de radiofrecuencia de 433 MHz, mostrados, abajo.

Figura 46. Módulos de radiofrecuencia.



Fuente: Google

Las características del emisor y receptor son las siguientes.

EMISOR (FS1000A)

- Voltaje de trabajo: 3V – 12 V
- Corriente de trabajo: Max ≤ 40 mA(12V)

$$\text{Min} \leq 9 \text{ mA (3V)}$$

- Modo Resonancia: Sound Wave Resonance (SAW)
- Frecuencia de trabajo: 433.92 MHz
- Poder de transmisión: 25 MW
- Error Frecuencia: 150 KHz(max)
- Velocidad: ≤ 10 KPS
- SELF-OWNED CODES: NEGATIVE

RECEPTOR (CDR03 A)

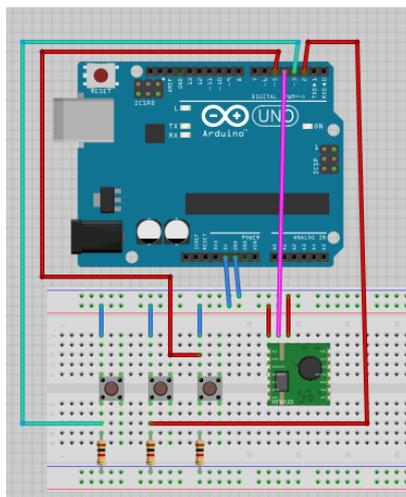
- Voltaje de trabajo: 5V DC + 0.5V
- Corriente de trabajo: ≤ 5.5 mA(12V)

$$\text{Min} \leq 9 \text{ mA (3V)}$$

- Principio de Funcionamiento: Single Chip Superregeneration Receiving
- Método de trabajo: OOK/ASk
- Frecuencia de trabajo: 433.92 MHz
- Ancho de Banda: 2 Mhz
- Sensibilidad:Excel-100DBM(50 Ω)
- Velocidad de transmisión: < 9.6 KBPS

Emisor

Figura 47.Módulo emisor.



Fuente: Propia

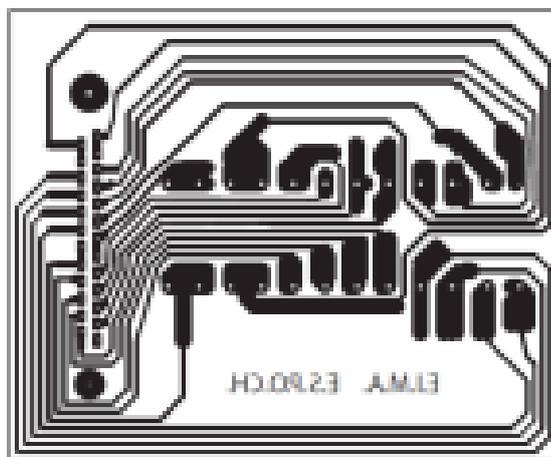
3.7. Elaboración de la tarjeta de interfaz entre PLC y la estación.

Tomando en cuenta los modelos de la compañía Festo, OMRON, se realizó un diseño de la tarjeta para poder utilizarla en la estación didáctica.

Las tarjetas van montadas en el módulo así como en la caja que contiene el PLC, cuya principal función es mediante borneras receptor y emitir señales entre estas partes.

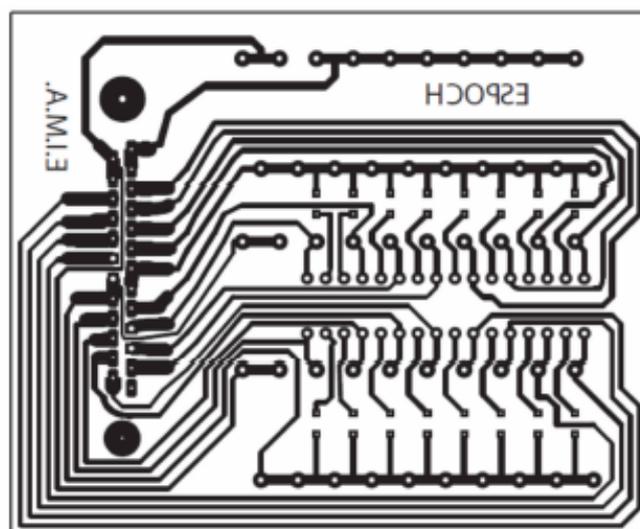
Uno de sus objetivos es eliminar el cableado excesivo que existe en el PLC en las entradas y salidas

Figura 49. Tarjeta de conexiones de la caja de programación.



Fuente: Propia

Figura 50. Tarjeta de la estación.



Fuente: Propia

3.8. Conexiones de la estación de posicionamiento en tres ejes.

La estación y el mando tienen una conexión mediante cables DB-25, y cada terminal del PLC entradas y salidas se identificó su posición y se estableció la siguiente tabla, con la podemos programar en el TIA- Portal con mayor facilidad.

Tabla 9. Terminales entradas y salidas.

Terminal	Entradas y salidas.
I0.0	Posición Pequeño Izquierda
I0.1	Posición Largo Derecha
I0.2	Posición Largo Medio
I0.3	Posición Medio Arriba
I0.4	Vástago Salida (posición)
I0.5	Posición Largo Izquierda
I0.6	Posición Medio Arriba
I0.7	Posición Pequeña Derecha
I1.0	Inicio
I1.1	Paro
I1.2	Sensor Óptico Superior
I1.3	Sensor Inductivo
I1.4	Sensor Óptico Inferior
I1.5	Inicio Inalámbrico
Q0.0	Motor Medio Abajo
Q0.1	Motor Medio Arriba
Q0.2	Motor Pequeño Izquierdo
Q0.3	Motor Pequeño Derecho
Q0.4	Motor Largo Izquierda
Q0.5	Motor Largo Derecha
Q0.6	Válvula(Salida del vástago)
Q0.7	Succión

Fuente: Propia

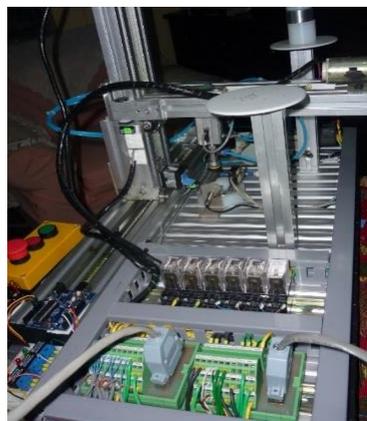
3.9. Circuito neumático

Vamos a utilizar un cilindro de una carrera de 25 mm de doble efecto con un vástago de unos 20 mm que posee una ventosa para succionar las piezas y colocar en la posición dependiendo el material y tamaño. Una unidad de mantenimiento que nos ayuda para filtrar el aire de impurezas que provengan del compresor. Utilizamos manguera azul número 4.

3.10. Montaje y calibración de los elementos y equipos.

Poseemos tres equipos interconectados entre sí, el mando (figura 60), la estación (figura 59) y el control inalámbrico (figura 61). Para la calibración del mando a distancia debemos en la programación establecer el tiempo de espera ya que el ciclo que se establezca para la conexión entre los módulos de radiofrecuencia. Para el inicio de la programación procedemos a identificar a que entradas y salidas corresponden los sensores y los motores para lo cual procedimos a energizar la estación y junto con un imán, ir verificando cuáles son sus respectivas señales. En cambio para los motores lo que procedimos a realizar es, crear un programa simple en el software TIA Portal con el cual nos permitiera encender una salida que permita el movimiento del motor lo que nos mostraría cual es el que está moviéndose, por ejemplo iniciar el movimiento del motor presionando el botón de inicio; este procedimiento los repetimos hasta saber cuáles son las salidas con su correspondiente sentido de giro de motor en consecuencia nos proporcionará la dirección de los ejes de la estación.

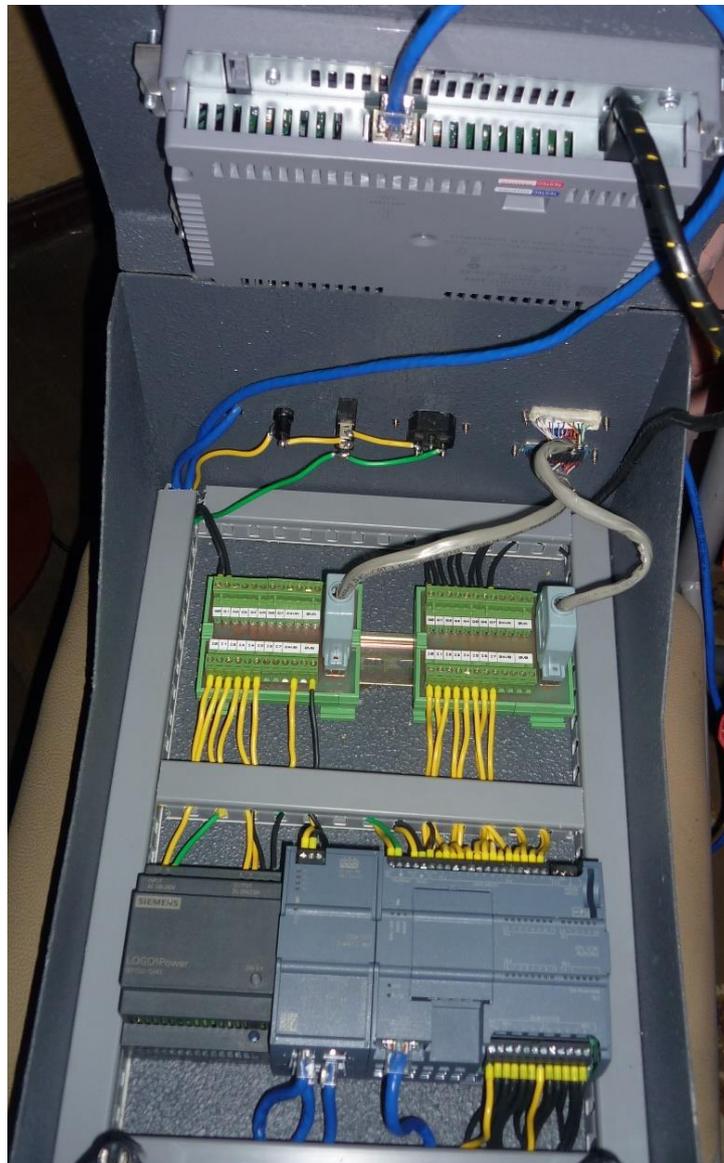
Figura 51.Estación



Fuente: Autores

Para el mando manual hemos considerado de antemano que la pantalla HMI se coloque en la tapa superior. El mecanismo es simple ya que nos proponemos que se abra mediante dos bisagras, y esta tapa va estar soportada por dos dispositivos magnéticos de cierre que nos permitirán asegurar la misma. Ubicadas horizontalmente las tarjetas de entradas y salidas sobre riel DIN el mismo donde se colocará la fuente, el switch y el PLC. Obtenemos energía alterna correspondiente a 120 V de la alimentación y es transportada por el botón de encendido hacia el fusible y luego hacia la fuente LOGO Power! , de esta vamos a distribuir hacia el HMI 24V y hacia el PLC 24V, este mismo voltaje se proporciona a las tarjetas de entradas y salidas.

Figura 52.Mando



Fuente: Autores

El mando inalámbrico lo realizamos con una botonera de tres orificios, dentro de ella luego de colocar los botones procedemos a conectar hacia el Arduino que vamos a colocar dentro del mismo. Va a poseer una batería de 9V que junto a un interruptor de palanca nos permite apagar o encender el mando. El módulo emisor va a colocarse dentro con una antena que atravesará un orificio lateral de la botonera.

Figura 53.Mando inalámbrico.



Fuente: Autores

La interconexión y calibración se realiza ya con la programación de la tarjeta Arduino para poder verificar si existe o no fallos en la emisión o recepción de las señales.

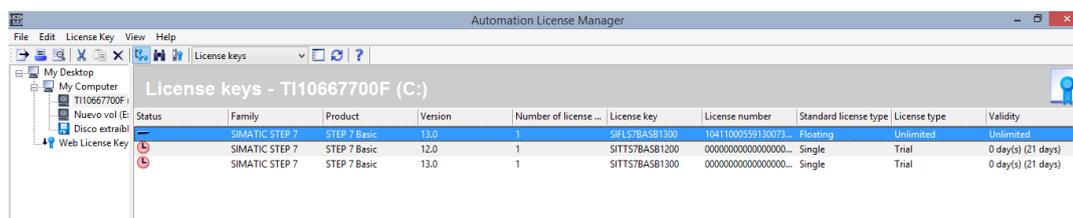
CAPÍTULO IV

4. PROGRAMACIÓN PLC, PANTALLA TÁCTIL Y CONTROL INALÁMBRICO

4.1 Configuración del TIA Portal V13 con el PLC y HMI

4.2 Licencia. En primer lugar tenemos que tener instalado el software, luego debemos conectar a nuestra computadora el dispositivo USB donde se encuentra la licencia, para que luego de iniciar el programa: Automation License Manager, lo que tenemos que hacer es abrir el dispositivo extraíble y trasladar el archivo único existente hacia la carpeta que se abrió anteriormente, y quedará de la siguiente manera.

Figura 54.Automation license manager.



The screenshot shows the 'Automation License Manager' window. The title bar reads 'Automation License Manager'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'License Key', 'View', and 'Help'. The main area displays a table titled 'License keys - T110667700F (C:)'. The table has the following columns: Status, Family, Product, Version, Number of license ..., License key, License number, Standard license type, License type, and Validity. There are three rows of data:

Status	Family	Product	Version	Number of license ...	License key	License number	Standard license type	License type	Validity
	SIMATIC STEP 7	STEP 7 Basic	13.0	1	SF1S7BASB1300	10411000569130073...	Floating	Unlimited	Unlimited
	SIMATIC STEP 7	STEP 7 Basic	12.0	1	SITTS7BASB1200	000000000000000000...	Single	Trial	0 day(s) (21 days)
	SIMATIC STEP 7	STEP 7 Basic	13.0	1	SITTS7BASB1300	000000000000000000...	Single	Trial	0 day(s) (21 days)

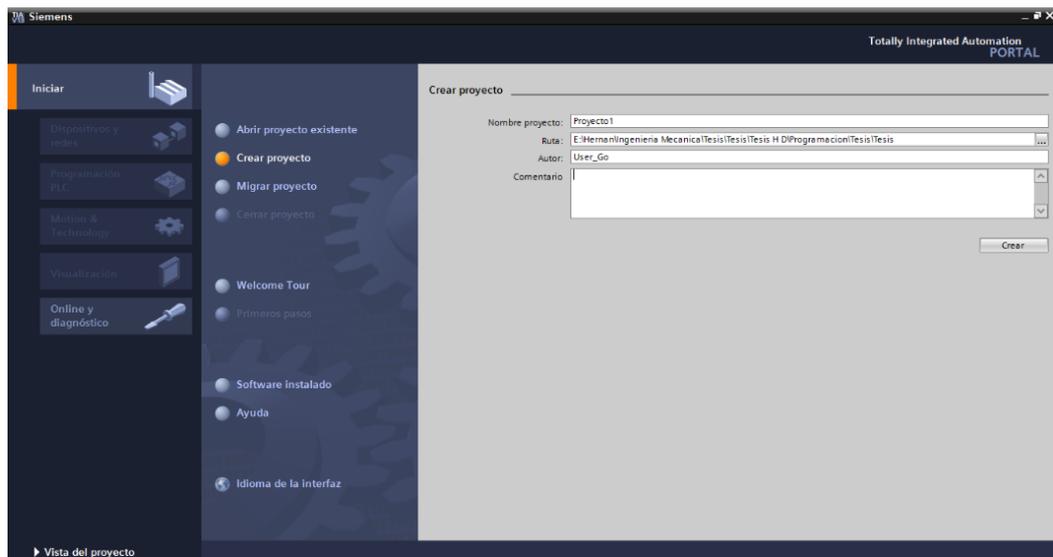
Fuente: Propia

4.3 Nuevo proyecto

Abrimos el programa TIA PORTAL V13, seleccionamos crear nuevo proyecto, donde especificamos el nombre, la ruta donde va a ser guardado el archivo, el autor del mismo así como un comentario referente al proyecto, para luego seleccionar crear.

Para la creación de un nuevo proyecto debemos especificar la ruta de guardado así como el nombre y la descripción del proyecto que quiere decir un comentario de que estamos programando. Siempre debemos tomar en cuenta que esta interfaz nos es amigable pero podemos ir directamente a la vista del proyecto y configurar de acuerdo a lo deseado.

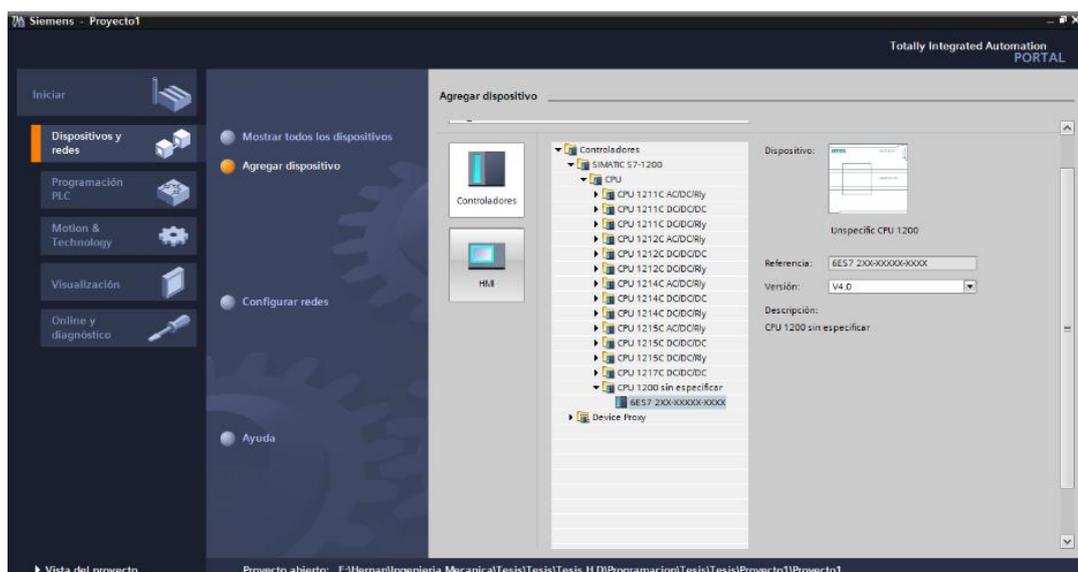
Figura 55. Crear proyecto



Fuente: TIA PORTAL V13

Luego de crear el nuevo proyecto podemos observar en la siguiente imagen, que debemos seleccionar agregar dispositivo, abrir la pestaña de CPU y seleccionar CPU 1200 sin especificar, primeramente conectando los dispositivos en el switch para que exista comunicación entre ellos, habiendo aquello asegurado podemos seleccionar agregar y en consecuencia se creará este dispositivo en el panel del software con lo cual podremos establecer conexión fácilmente con el equipo.

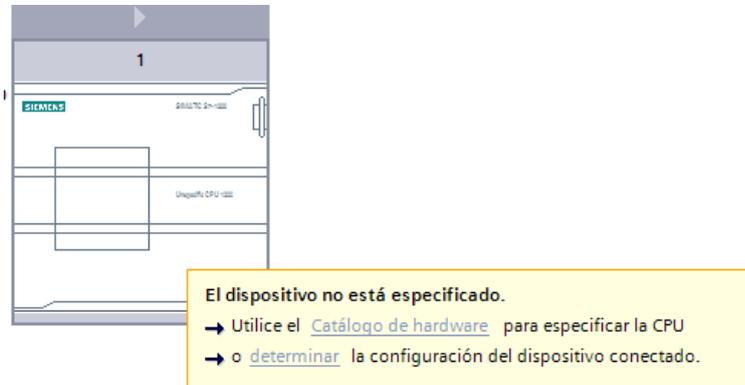
Figura 56. Agregar PLC.



Fuente: TIA PORTAL V13

En el siguiente paso seleccionamos determinar para que el mismo software identifique cual es nuestro dispositivo.

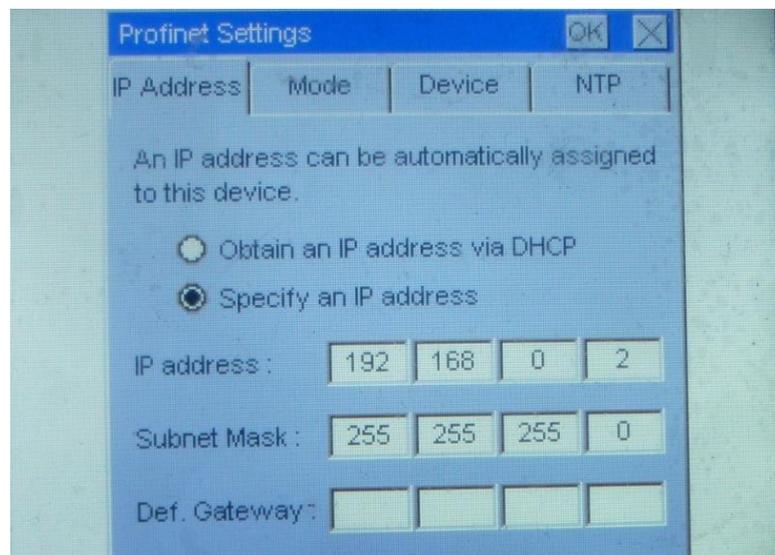
Figura 57.Determinar PLC



Fuente: TIA PORTAL V13

Para el HMI debemos ingresar a la pantalla del mismo para determinar la dirección IP, además de la calibración de la pantalla.

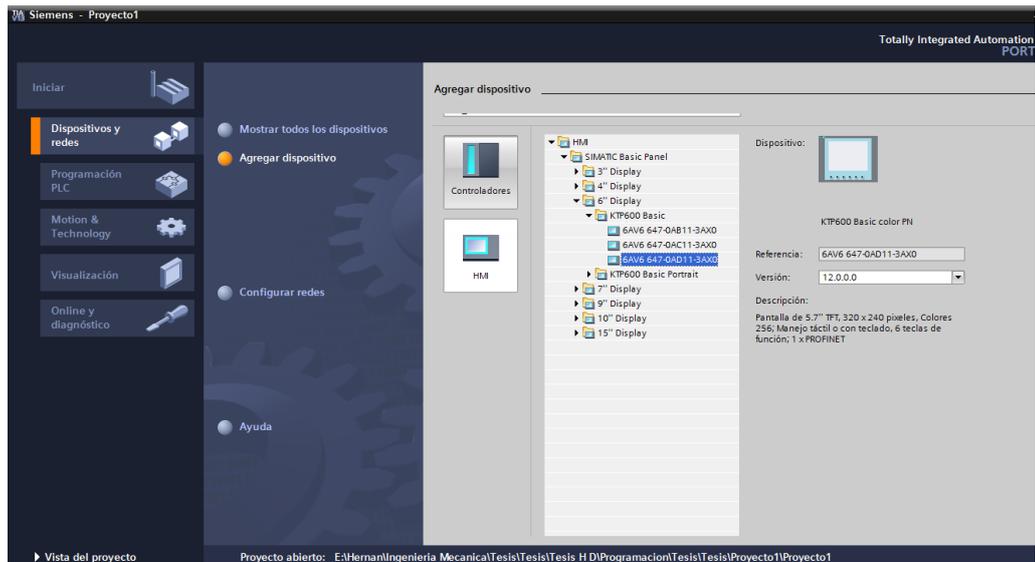
Figura 58.Asignar IP HMI.



Fuente: Propia.

Luego en la computadora nos dirigimos hacia agregar dispositivo y en este momento damos lugar a la selección del tipo de pantalla que en nuestro caso es 600 Basic Panel y para finalizar agregamos el dispositivo.

Figura 59. Asignar HMI.

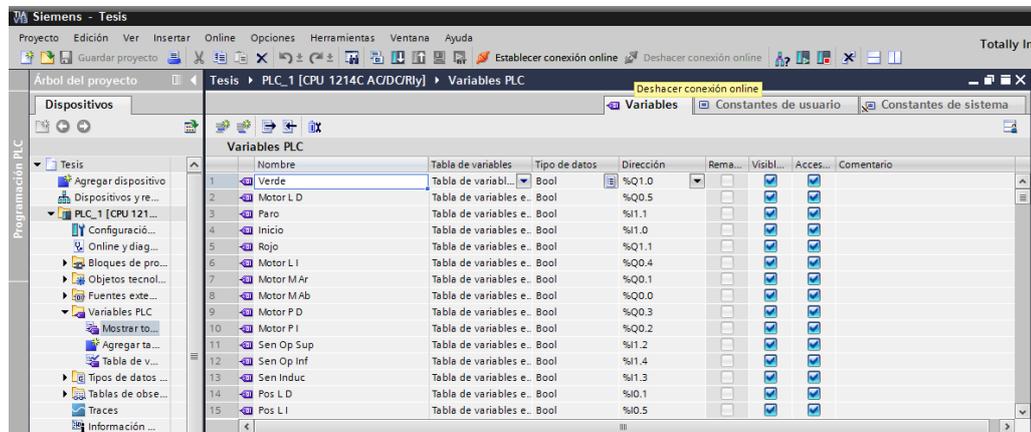


Fuente: TIA PORTAL V13

4.4 Programación del PLC S7-1200

Después de haber configurado el PLC y la conexión entre los mismos procedemos a declarar las variables que vamos a necesitar para la programación, así como determinar la programación que vamos a realizar para realizar el proceso de la clasificación por tamaño y materiales. Como podemos observar en la siguiente imagen como se fue estableciendo las variables. En la pestaña de PLC, la abrimos para luego desplegar variables PLC y finalmente en mostrar todas las variables.

Figura 60. Asignar variables.

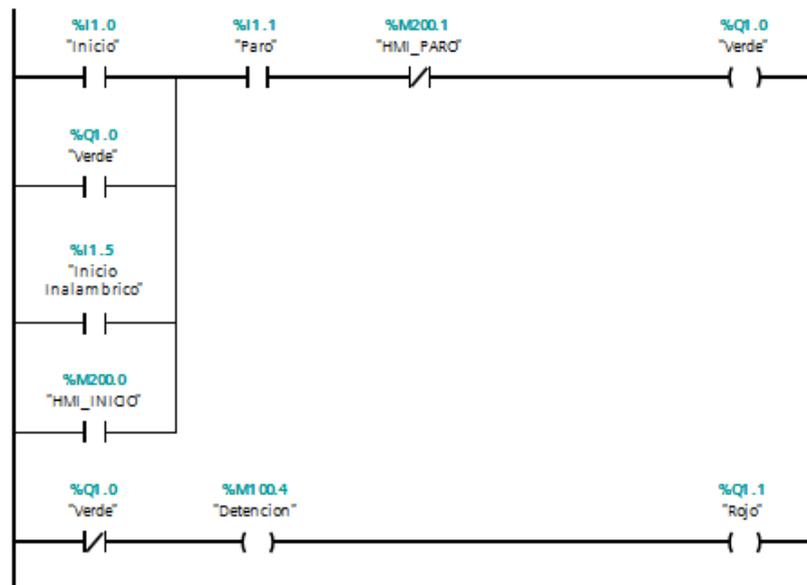


Fuente: TIA PORTAL V13

Para la programación debemos considerar que vamos a realizar 3 procedimientos principales que son en este caso, el traslado de una pieza pequeña de nylon de un diámetro de 40 mm y de altura 20 mm; la pieza grande solo varía en la altura, y una probeta de aluminio, con similares medidas. Establecido que son probetas para diferentes posiciones, determinamos que para que no existan golpes en el transporte sean las probetas de posición alta en los extremos y la probeta de aluminio, la posición baja.

Para ello debemos realizar una parte del proceso de programación que cuando se encuentre en una posición diferente a la posición cero, esta se traslade a la misma, lo cual se observa en el siguiente gráfico.

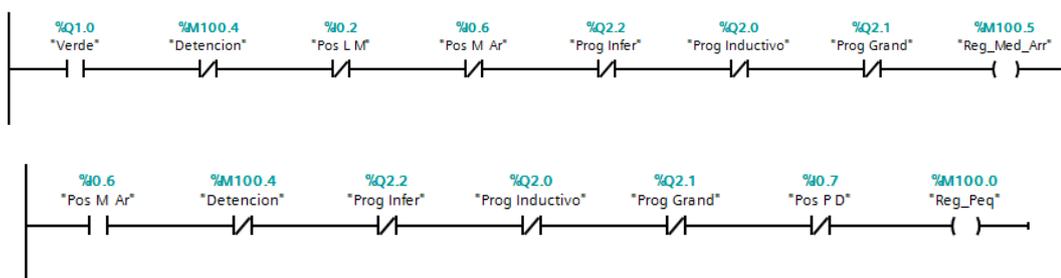
Figura 61. Inicio programación.

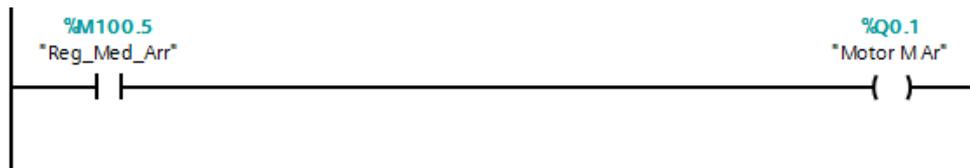
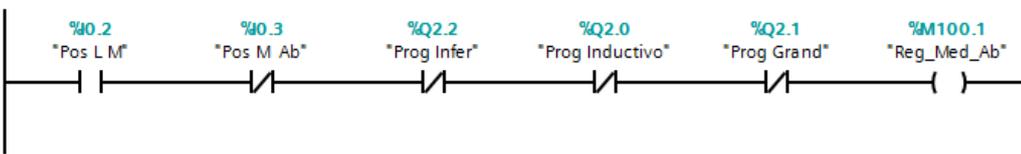
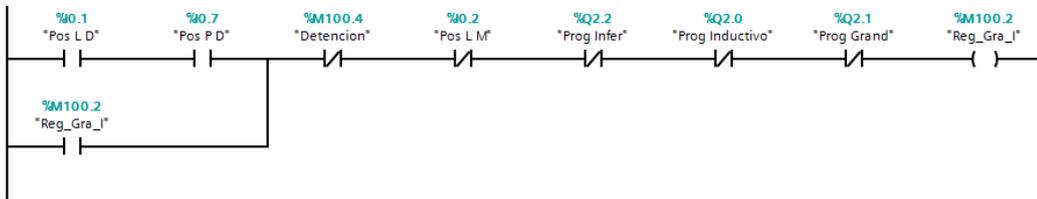
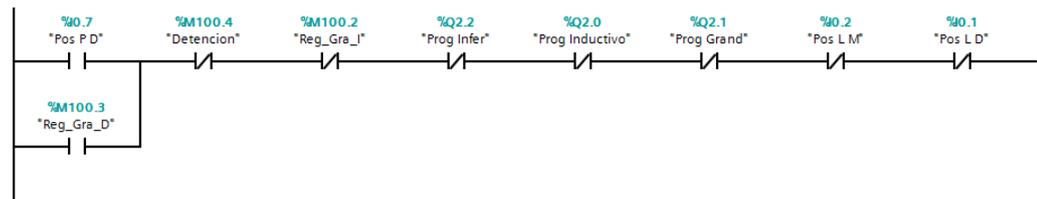


Fuente: Autores

Posicionamiento antes de iniciar el proceso.

Figura 62. Posición cero.



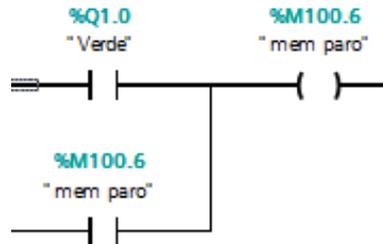


Fuente: Autores

Este posicionamiento es fundamental ya que en caso de encontrarse en una posición diferente a la del punto cero, nos permite llevar hacia la posición ya dicha cuando se energice y no exista un proceso en movimiento.

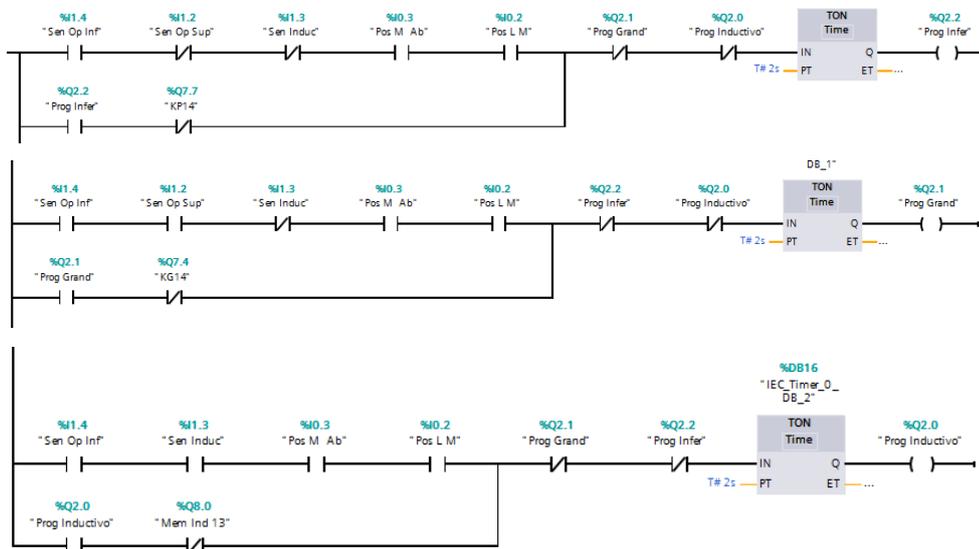
En las siguientes imágenes podemos ver como se selección

Figura 63. Memoria de paro



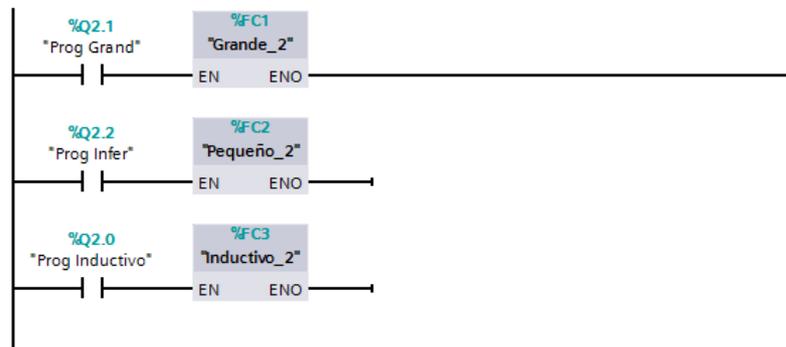
Fuente: Autores

Figura 64. Selección de Proceso.



Fuente: Autores

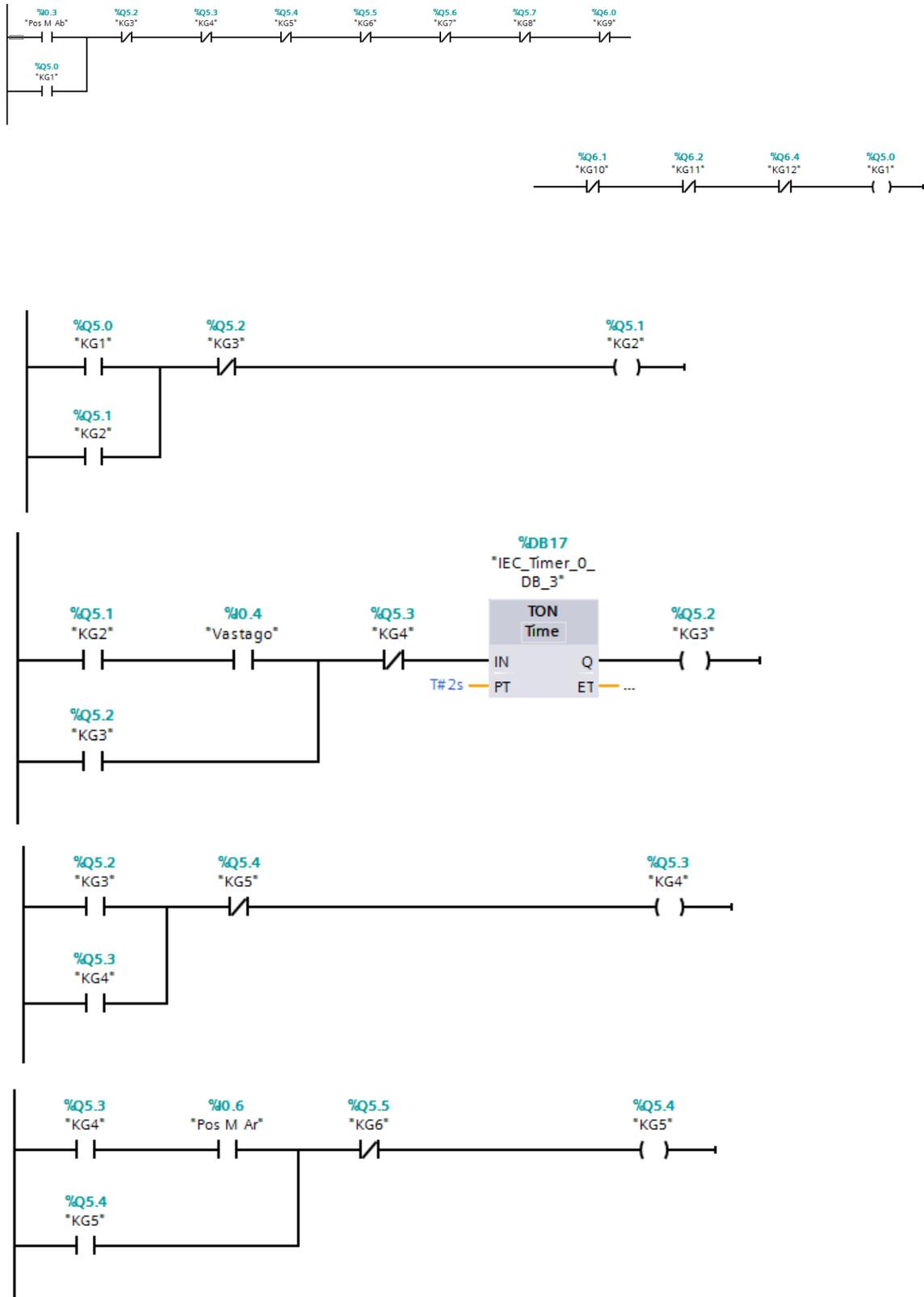
Figura 65. Proceso activación.

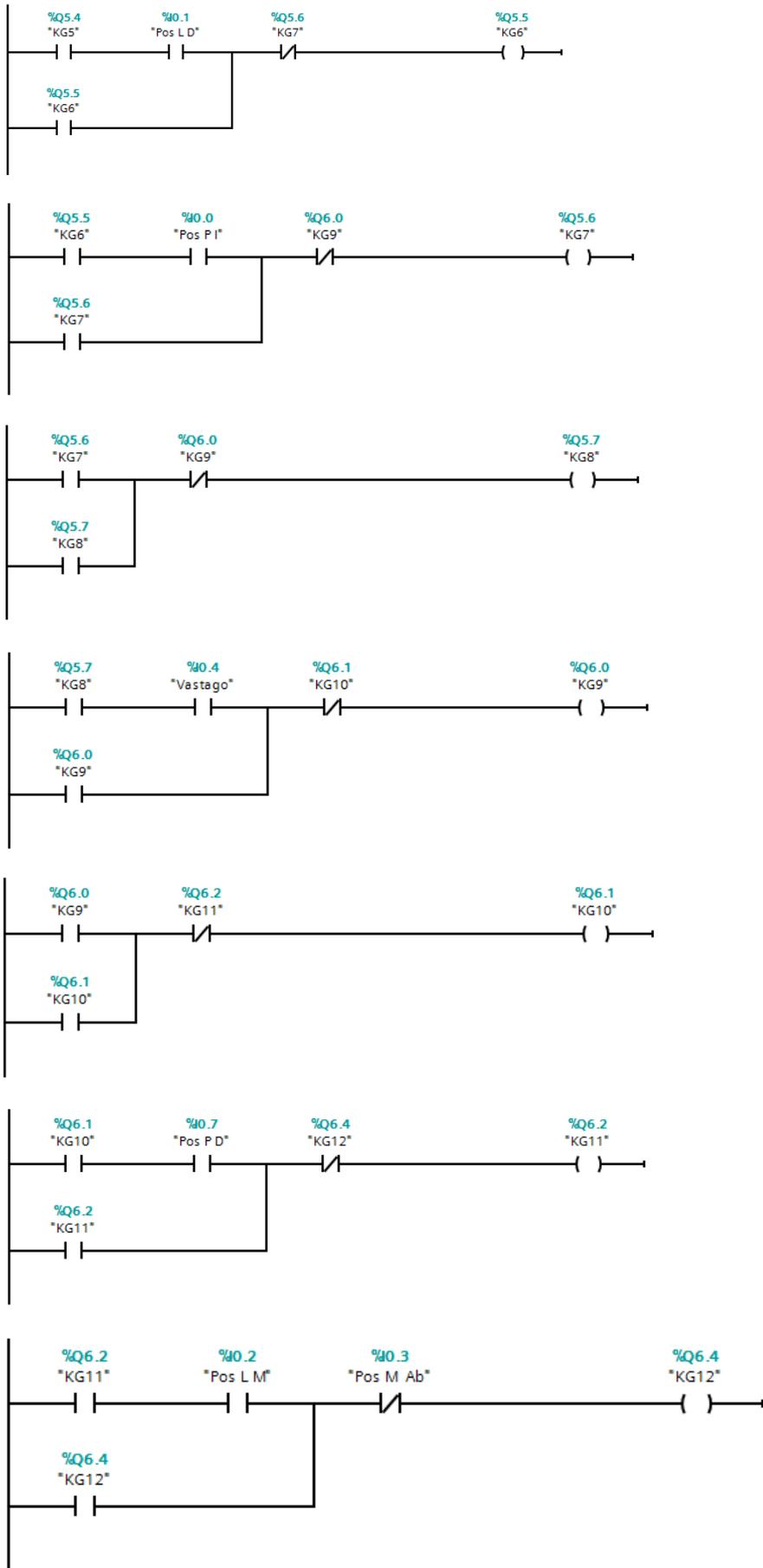


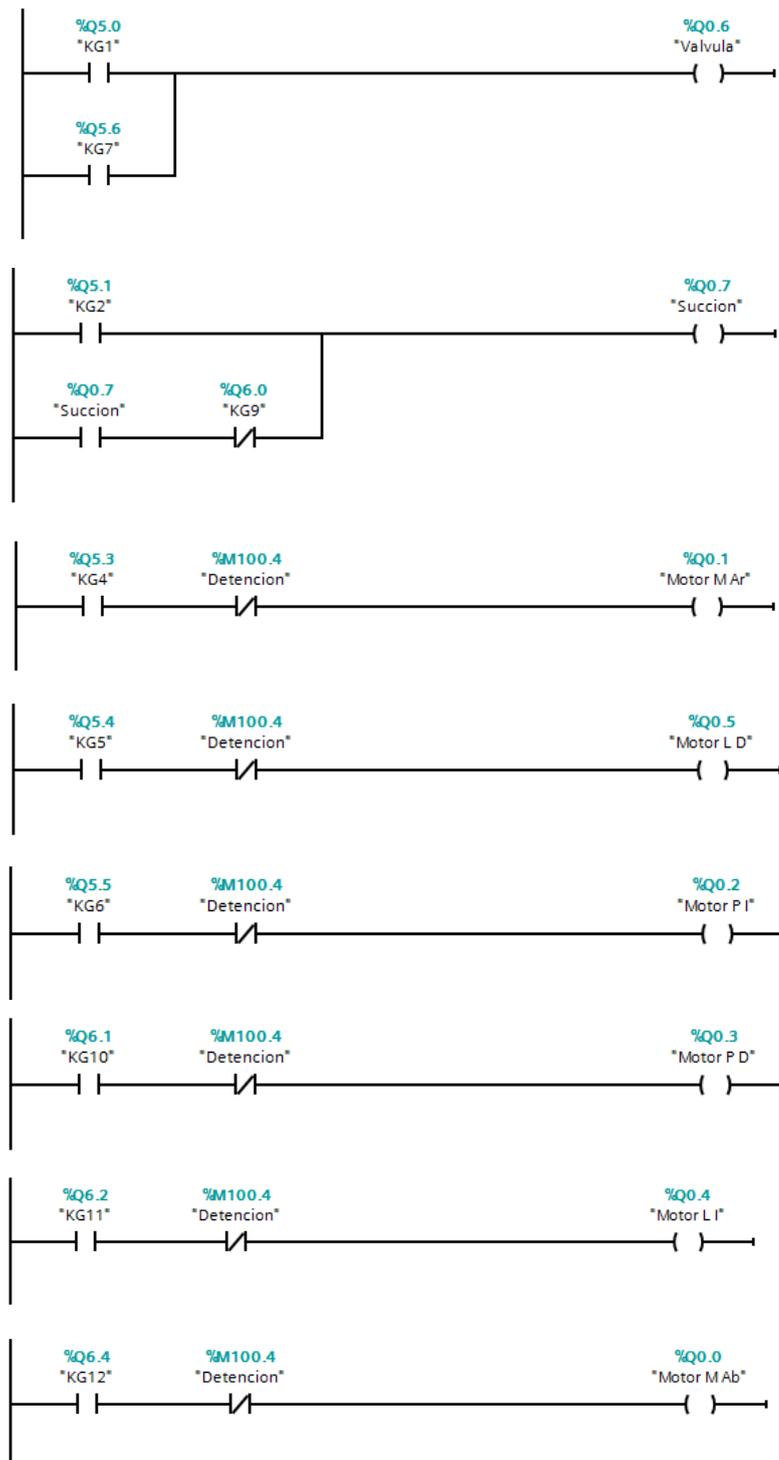
Fuente: Autores

Los bloques anteriores fueron realizados en Main, y los bloques función, cada uno de ellos realizan el proceso de traslado de una posición a otra.

Figura 66. Proceso grande.







Fuente: Autores

4.5 Programación HMI

Después de haber establecido la conexión entre los dispositivos, se procede a la programación en el mismo, del proceso según las especificaciones de los procesos necesarios para el traslado de piezas, que en nuestro caso vamos a crear imágenes donde

colocaremos botones que vinculando con la programación del PLC podremos controlar la estación de diversas maneras.

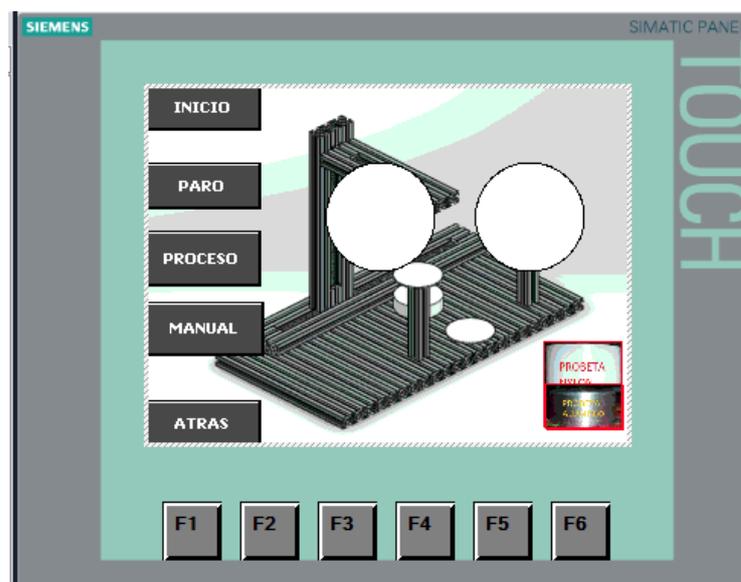
Figura 67. Imagen raíz.



Fuente: Autores.

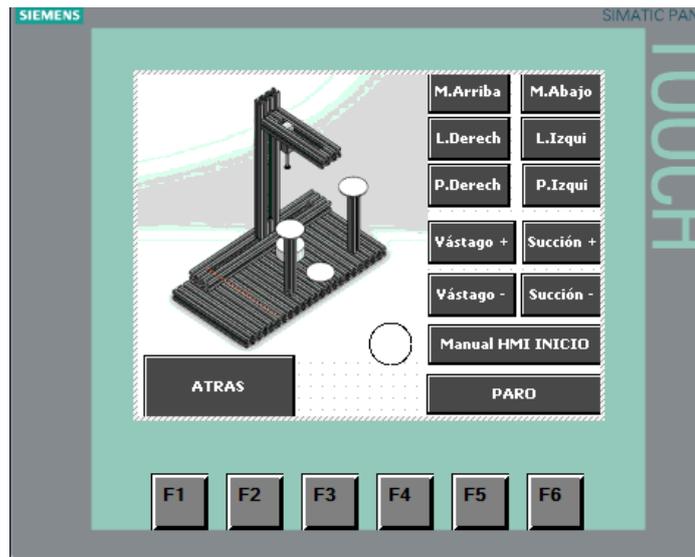
De la siguiente imagen podemos iniciar, ver el proceso en qué posición se encuentra la probeta si pulsamos proceso y manual podemos mover el brazo de la estación según la necesidad

Figura 68. Posición cero.



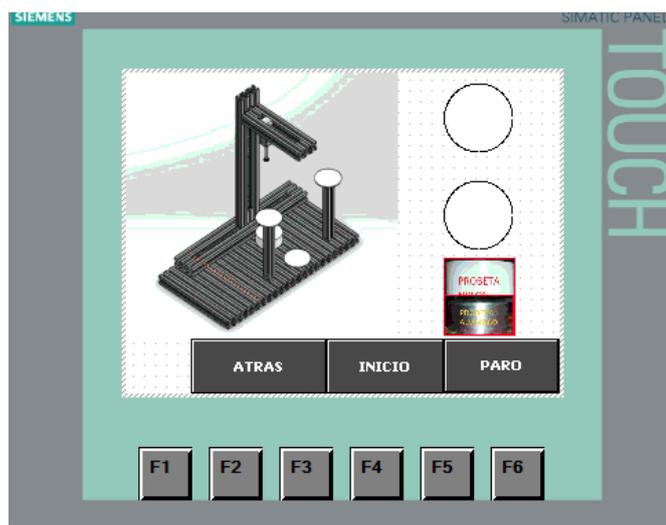
Fuente: Autores.

Figura 69.Manual.



Fuente: Autores.

Figura 70.Posición cero.



Fuente: Autores.

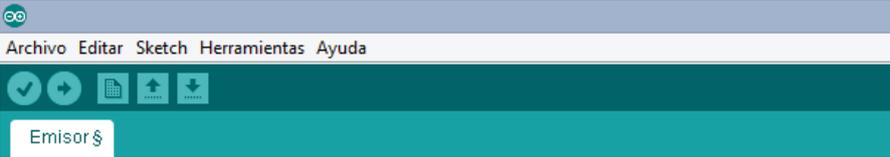
4.6 Programación Arduino uno

El lenguaje de programación que utilizado en el dispositivo es C/C++, para ello debemos tener conocimientos del tema. Así mismo debemos establecer el procedimiento ya que vamos a controlar la estación con tres botones, paro de emergencia, paro e inicio. Para la programación debemos entender el funcionamiento de radiofrecuencia y al mismo tiempo establecemos que vamos a transmitir a cada 200ms una señal por medio del emisor y

recibido por el receptor que junto con el Arduino se activará los relés según el orden en que se realizó la programación.

- **Emisor**

Figura 71. Emisor programación.



```
#include <VirtualWire.h>

int pinRojo = 2;
int pinVerde = 3;
int pinParo = 5;
int pinTx = 4;

void setup(){
  pinMode(pinRojo,INPUT);
  pinMode(pinVerde,INPUT);
  pinMode(pinParo,INPUT);
  vw_set_tx_pin(pinTx);
  vw_setup(2000);

  Serial.begin(9600);
} //setup

void loop(){
  delay(500);

  int estadoRojo = digitalRead(pinRojo);
  int estadoVerde = digitalRead(pinVerde);
  int estadoParo = digitalRead(pinParo);
  char *mensaje = "VACIO";

  if ( (estadoRojo == LOW) && (estadoVerde == HIGH) && (estadoParo == LOW) ){
    mensaje = "A";
  } else if ( (estadoRojo == HIGH) && (estadoVerde == LOW) && (estadoParo == HIGH) ){
    mensaje = "N";
  } else if ( (estadoRojo == LOW) && (estadoVerde == LOW) && (estadoParo == HIGH) ){
    mensaje = "R";
  } else if ( (estadoRojo == HIGH) && (estadoVerde == HIGH) && (estadoParo == HIGH) ){
    mensaje = "V";
  } else if ( (estadoParo == LOW) && (estadoVerde == LOW) && (estadoRojo == HIGH) ){
    mensaje = "P";
  }

  else if ( (estadoParo == LOW) && (estadoVerde == HIGH) && (estadoRojo == HIGH) ){
    mensaje = "B";
  } else if ( (estadoParo == LOW) && (estadoVerde == LOW) && (estadoRojo == LOW) ){
    mensaje = "C";
  } else if ( (estadoParo == HIGH) && (estadoVerde == HIGH) && (estadoRojo == LOW) ){
    mensaje = "D";
  }

  Serial.print("Enviado -> ");
  Serial.println( mensaje );

  vw_send( (uint8_t *) mensaje , strlen(mensaje) );
} //loop
```

Fuente: Autores

- Receptor

Figura 72.Receptor programación.



```

Recepcion$
#include <VirtualWire.h>

int pinRojo = 2;
int pinVerde = 3;
int pinParo =8;
int pinRx = 4;

void setup(){
  pinMode(pinRojo,OUTPUT);
  pinMode(pinVerde,OUTPUT);
  pinMode(pinParo,OUTPUT);

  Serial.begin(9600);

  vw_set_rx_pin(pinRx);
  vw_setup(2000);
  vw_rx_start();
}

void loop(){
  if (vw_get_message( mensaje , &longitud ) ){

    Serial.print("Recibido -> ");
    Serial.println( mensaje[0] );

    if( mensaje[0] == 'A' )&&(mensaje[0] !='R')&&(mensaje[0] !='V')&&(mensaje[0] !='N') {
      digitalWrite( pinRojo , HIGH );
      digitalWrite( pinVerde , HIGH );
      digitalWrite( pinParo , HIGH );
    }else if( mensaje[0] == 'R' )&&(mensaje[0] !='A')&&(mensaje[0] !='V')&&(mensaje[0] !='N')){
      digitalWrite( pinRojo , HIGH );
      digitalWrite( pinVerde , LOW );
      digitalWrite( pinParo , LOW );
    }else if( mensaje[0] == 'V' )&&(mensaje[0] !='R')&&(mensaje[0] !='A')&&(mensaje[0] !='N')){
      digitalWrite( pinRojo , LOW );
      digitalWrite( pinVerde , HIGH );
      digitalWrite( pinParo , LOW );
    }else if( mensaje[0] == 'N' )&&(mensaje[0] !='R')&&(mensaje[0] !='V')&&(mensaje[0] !='A')){
      digitalWrite( pinRojo , LOW );
      digitalWrite( pinVerde , LOW );
      digitalWrite( pinParo , LOW );
    }else if( mensaje[0] == 'P' )&&(mensaje[0] !='R')&&(mensaje[0] !='V')&&(mensaje[0] !='A')){
      digitalWrite( pinParo , HIGH );
      digitalWrite( pinRojo , LOW );
      digitalWrite( pinVerde , LOW );
    }else if( mensaje[0] == 'B' )&&(mensaje[0] !='R')&&(mensaje[0] !='V')&&(mensaje[0] !='A')){
      digitalWrite( pinParo , LOW );
      digitalWrite( pinRojo , HIGH );
      digitalWrite( pinVerde , HIGH );
    }else if( mensaje[0] == 'C' )&&(mensaje[0] !='R')&&(mensaje[0] !='V')&&(mensaje[0] !='A')){
      digitalWrite( pinParo , HIGH );
      digitalWrite( pinRojo , HIGH );
    }

    }else if( mensaje[0] == 'D' )&&(mensaje[0] !='R')&&(mensaje[0] !='V')&&(mensaje[0] !='A')){
      digitalWrite( pinParo , LOW );
      digitalWrite( pinRojo , HIGH );
      digitalWrite( pinVerde , HIGH );
    }

    // if de caso de mensaje
  } //if de he recibido un mensaje
} //loop

```

Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5 MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS.

5.1 Manual de funcionamiento de los equipos.

A continuación se presenta la ficha de parámetros de funcionamiento

Ficha parámetros de funcionamiento

	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO		
	LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos	
	FACULTAD:	Mecánica	
ESCUELA	Ingeniería Mecánica		
Integrantes: _____ Fecha: _____ Responsable: _____ Hora: _____			
PREGUNTA	SI	NO	OBSERVACIONES
a) Elementos Mecánicos: <ul style="list-style-type: none"> • Fijación firme de los elementos: 			
PLC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Fuente de Poder	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
RS-232	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Compact Switch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Cables sueltos o rotos

--	--

Tornillos de borneras apretados

--	--

g) CPU y E/S:

- Señal de LEDs de diagnóstico de:

Estado operativo de la CPU

Condición del puerto Profinet

Condición del RS-232

Estado Operativo de las I

Estado Operativo de las Q

h) Condiciones Ambientales

Temperatura/Humedad

--	--

Existe polvo sobre los elementos

--	--

Existe vibración excesiva

--	--

i) Tensión de alimentación			
Tensión de alimentación	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; height: 30px;"></td> <td style="width: 50px; height: 30px;"></td> </tr> </table>		
Corriente continua dentro del margen	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; height: 30px;"></td> <td style="width: 50px; height: 30px;"></td> </tr> </table>		
Tensión de las E/S adecuadas	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; height: 30px;"></td> <td style="width: 50px; height: 30px;"></td> </tr> </table>		
<hr style="width: 30%; margin: 0 auto;"/> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="text-align: center; width: 45%;"> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>APRUEBA</p> </div> <div style="text-align: center; width: 45%;"> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>JEFE DEL GRUPO</p> </div> </div>			

5.1.1 *Manual de operación de la estación.* Con este manual el estudiante será capaz de manipular correctamente la estación de posicionamiento de piezas de distintos tamaños y materiales a través de la caja de control garantizando el funcionamiento respectivo.

Como primer paso para operar la estación de automatización es necesario energizar, luego se deberá presionar el switch de la caja de control, una vez que estén habilitados los elementos que conforman ésta estación se tiene en la pantalla táctil botones de control “ON” de la estación de posicionamiento.

Al estar debidamente todo conectado entre la caja de control y la estación se podrá proceder a presionar cualquiera de los dos botones de inicio que se tiene, activando al

conjunto de electroválvulas de aire necesarias para el funcionamiento de la estación de posicionamiento.

Figura 73. Pantalla táctil.



Fuente: Autores

Así mismo podremos desactivar la estación a través del botón “OFF” que tenemos en la pantalla o los botones de paro de emergencia que se encuentran en la parte frontal del mismo. Al usar estos botones se dejará sin energía a la estación, por lo cual es necesario volver a presionar “ON” para que se restablezca el sistema quedando en su estado inicial. La estación de posicionamiento podrá ser manejado en dos modos de trabajo: manual y automático, a través de la pantalla táctil KTP 600. La estación de posicionamiento también puede ser manejado mediante un control de forma inalámbrica en el cual tenemos tres botones: Paro de emergencia, On y Off.

Figura 74. Control inalámbrico.



Fuente: Autores

5.2 Manual de mantenimiento.

Para preservar la vida útil de los equipos que conforma la estación de automatización se ha escogido el tipo de mantenimiento preventivo planificado. Este tipo de mantenimiento se escogió por las siguientes razones: el mantenimiento preventivo es la base de todos los mantenimientos existentes, pues cuando los equipos son nuevos no necesitamos otro tipo de mantenimiento donde el control de fallas y daños son más estrictos. Esta estación es de tipo didáctico y no va a estar en un proceso productivo y no se necesita de otro tipo de mantenimiento.

El plan de mantenimiento de la estación se desarrolla con el objetivo principal de mejorar su efectividad, con tareas necesarias y oportunas, y de definir los procedimientos para cada actividad.

Como todos los equipos que conforman éste m de laboratorio son nuevos, vamos a concluir que el estado técnico de los mismos es bueno y por ende el tipo de servicio de mantenimiento que vamos a dar es de revisión por lo general.

Tabla 10. Actividades de mantenimiento en el sistema mecánico.

Inspección del Sistema Mecánico	
Procedimiento	Frecuencia / Semanas
Revisión y limpieza de la estructura de aluminio.	4
Revisar todos los soportes de fijación y pernos, reapretarlos.	15
Detección de ruidos anormales en el motor y en los tornillos sin fin	10
Verificar el estado de las poleas y de las bandas	12
Equipos: Ninguno	
Herramientas: Caja de Herramientas.	
Materiales: Brocha Franela Grasa	

Aceite
Franela
Repuestos: Ninguno

Fuente: Autores

Tabla 11. Actividades de mantenimiento en el sistema eléctrico.

Inspección del Sistema Eléctrico	
Procedimiento	Frecuencia / Semanas
Controlar la correcta alimentación de voltaje al PLC.	2
Revisar y verificar el correcto funcionamiento de los sensores de la estación.	2
Limpieza de contactos del relé y tarjetas de comunicación.	3
Revisar ajustes en las borneras, entradas y salidas del PLC.	3
Verificar el estado de los cables de conexión.	2
Limpieza de sensores.	1
Equipos: Multímetro.	
Herramientas: Caja de Herramientas.	
Materiales: Brocha Franela Grasa Aceite Franela	
Repuestos: Ninguno	

Fuente: Autores

Tabla 12. Actividades de mantenimiento en el sistema neumático.

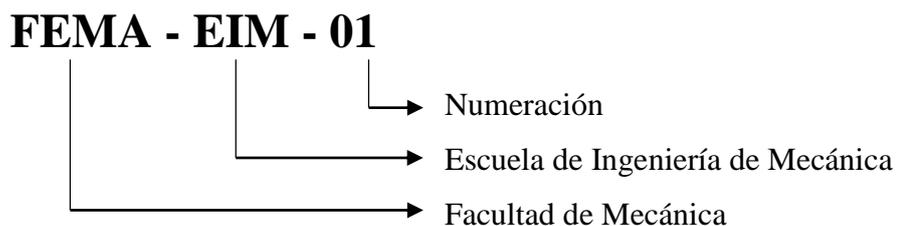
Inspección del Sistema Neumático	
Procedimiento	Frecuencia / Semanas

Inspeccionar y detectar fugas de aire en racores y mangueras	2
Revisión y limpieza del cilindro neumático.	2
Comprobar el funcionamiento correcto de las válvulas.	3
Revisión y limpieza de la unidad de mantenimiento.	3
Comprobar el funcionamiento del generador de vacío	2
Revisión y limpieza de la Ventosa	3
Equipos: Compresor de aire.	
Herramientas: Caja de Herramientas.	
Materiales: Brocha Franela Grasa Aceite Franela	
Repuestos: Racores, mangueras flexibles.	

Fuente Autores.

5.2.1 Inventarios de equipos. Utilizaremos el estándar de codificación estandarizado que se presenta a continuación.

Figura 75. Formato de inventario.



Fuente: Autores.

Tabla 13. Codificación de elementos

Nro.	Elemento	Código
1	PLC Siemens	FEMA-EIM-01
2	Módulo compact switch	FEMA-EIM-02
3	Fuente de poder LOGO! Power	FEMA-EIM-03
4	Pantalla táctil KTP 600	FEMA-EIM-04

5	Tarjeta Arduino UNO	FEMA-EIM-05
---	---------------------	-------------

Fuente: Autores.

5.2.2 Diagnóstico mediante TIA Portal V13

5.2.2.1 Diagnóstico del PLC. Si el sistema posee una falla la mejor manera de localizarla es con el software adecuado para cada PLC, y seguir el funcionamiento online. En el caso del STEP 7 12000, puede entrar en sistema destino/información de módulo/buffer de diagnóstico. Pero si no tiene fallas puede ver el diagnóstico de la CPU, con los eventos ocurridos.

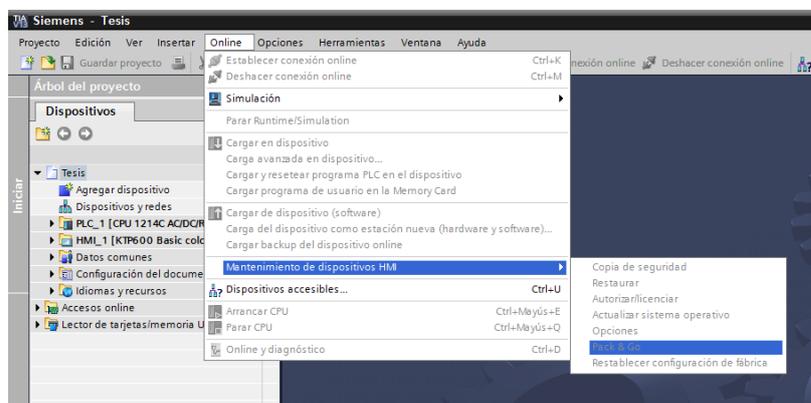
a) Errores y fallas. Cabe indicar en un procedimiento erróneo típico es que si el PLC estaba funcionando de manera correcta, se baje la programación para observar si existe un mal funcionamiento en la programación.

Lo primero que debemos hacer es recurrir al monitor de eventos desde el software del PLC (siempre y cuando se posea esa opción) y observar la última acción. Después de esto con la implementación del plano eléctrico de sensores y actuadores (circuito general) buscaremos el problema. Comunicación. Generalmente, uno de los fallos más comunes que nos encontramos a la hora de programar un PLC, son las comunicaciones, entre los principales podemos diferenciar.

- Cable de datos incorrecto, o dañado.
- Desperfecto en los convertidores (RS-232, DB-25, etc.)
- Falta del protocolo de comunicación correcto en nuestro computador.

5.2.2.2 Diagnóstico de la pantalla táctil

Figura 76. Diagnóstico pantalla táctil.



Fuente: Autores

Podemos observar que al desplegarse esta opción podemos realizar el Mantenimiento de dispositivos HMI.

- Crear copia de seguridad
- Restaurar
- Actualizar sistema operativo
- Opciones
- Restablecer configuración de fábrica

5.2.3 Programación del plan de mantenimiento.

Tabla 14. Programación del mantenimiento.

			PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO										
			FACULTAD						Mecánica				
			ESCUELA						Ing. Mecánica				
			LABORATORIO						Control y Automatización de procesos				
			AÑO						2015				
TAREAS DE LA ESTACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN	FRECUENCIA	INICIO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			Abril	Mayo	Julio	Agos	Sept	Octu	Novi	Dici	Ener	Febrer	
Revisión y limpieza del PLC 1200	Semestral	Abril	X						X				
Revisión y limpieza del KPT 600	Semestral	Mayo		X						X			
Revisión y limpieza del CSM 1277	Semestral	Julio			X						X		
Revisión y limpieza de Fuente Logo	Semestral	Agosto				X						X	
Revisión y limpieza de Tarjeta Arduino	Semestral	Septiem						X				X	

Fuente: Autores.

5.2.4 Tiempo de ejecución de cada tarea

Tabla 15. Tiempo de ejecución de cada tarea.

Banco de la estación de posicionamiento	Tiempo (horas)
Revisión y limpieza del PLC 1200	1
Revisión y limpieza del KPT 600	1
Revisión y limpieza del CSM 1277	1
Revisión y limpieza de Fuente Logo	1
Revisión y limpieza de Tarjeta Arduino	1

Fuente: Autores.

5.2.5 *Banco de tareas.* La estación de posicionamiento posee varios elementos que tienen su respectivo banco de tareas.

Figura 77. Banco de tareas PLC

		BANCO DE TAREAS	
		ELEMENTO:	PLC Simatic S7-1200 CPU 1214 AC/DC/Rly
		LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos
		FACULTAD:	Mecánica
		ESCUELA:	Ingeniería Mecánica
TAREA:	Revisión y Limpieza del PLC 1200	FRECUENCIAS:	Semestral
CÓDIGO:	FEMA-EIM-01		
			
PROCEDIMIENTO:			
<ul style="list-style-type: none"> • Quitar alimentación de toda la estación. • Realizar una inspección de los tornillos de las borneras de las entradas y salidas del PLC. • Verificación de continuidad de los terminales. • Limpieza de los contactos del PLC • Comprobación de los voltajes de entrada y salida del PLC 			
HERRAMIENTAS:		MATERIALES:	
<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro 		<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe • Brocha • Spray limpiador 	
REPUESTOS:		OBSERVACIONES:	
_____		_____	
EQUIPOS:		_____	
_____		_____	

Fuente: Autores

Figura 78. Banco de tareas CSM 1277.

BANCO DE TAREAS			
 	ELEMENTO:	Compac Switch CSM 1217	
	LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos	
	FACULTAD:	Mecánica	
	ESCUELA:	Ingeniería Mecánica	
TAREA:	Revisión y Limpieza CSM 1217	FRECUENCIAS:	Semestral
CÓDIGO:	FEMA-EIM-02		
			
<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quitar alimentación de toda la estación. • Verificación visual del estado del compact switch. • Inspección de los puertos RJ45 • Limpieza del Compact Switch. 			
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro 		<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaipe • Brocha • Spray limpiador 	
<p>REPUESTOS:</p> <p>_____</p>		<p>OBSERVACIONES:</p> <p>_____</p>	
<p>EQUIPOS:</p> <p>_____</p>		<p>_____</p>	

Fuente: Autores.

Figura 79. Banco de tareas fuente de poder LOGO! Power.

		BANCO DE TAREAS	
		ELEMENTO:	Fuente de poder LOGO! Power
		LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos
		FACULTAD:	Mecánica
		ESCUELA:	Ingeniería Mecánica
TAREA:	Revisión y Limpieza de la FTP	FRECUENCIAS:	Semestral
CÓDIGO:	FEMA-EIM- 03		
			
PROCEDIMIENTO:			
<ul style="list-style-type: none"> • Quitar alimentación de toda la estación. • Reajustar los tornillos de la bornera de la fuente. • Verificación visual de los indicadores LEDs. • Comprobación de voltajes de entrada y salida de la fuente de poder. 			
HERRAMIENTAS:		MATERIALES:	
<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro 		<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe • Brocha • Spray limpiador 	
REPUESTOS:		OBSERVACIONES:	
_____		_____	
EQUIPOS:			
_____		_____	

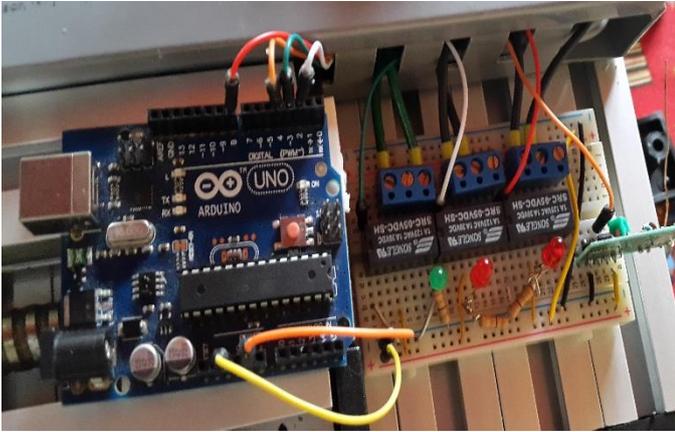
Fuente: Autores.

Figura 80. Banco de tareas pantalla táctil.

		BANCO DE TAREAS	
		ELEMENTO:	KTP 600 Basic Color PN
		LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos
		FACULTAD:	Mecánica
		ESCUELA:	Ingeniería Mecánica
TAREA:	Revisión y Limpieza de la KTP 600	FRECUENCIAS:	Semestral
CÓDIGO:	FEMA-EIM-04		
			
PROCEDIMIENTO:			
<ul style="list-style-type: none"> • Quitar alimentación de toda la estación. • Reajustar los tornillos de la bornera de la fuente. • Inspección visual del estado de borneras y mordazas del Panel Operador. • Limpieza del display desde el borde de la pantalla hacia dentro con productos de limpieza. 			
HERRAMIENTAS:		MATERIALES:	
<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro 		<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe • Brocha • Spray limpiador 	
REPUESTOS:		OBSERVACIONES:	
_____		_____	
EQUIPOS:			
_____		_____	

Fuente: Autores.

Figura 81. Banco de tareas tarjeta Arduino uno.

 		BANCO DE TAREAS		
		ELEMENTO:	Tarjeta Arduino UNO	
		LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos	
		FACULTAD:	Mecánica	
ESCUELA:	Ingeniería Mecánica			
TAREA:	Revisión y Limpieza de la TA1	FRECUENCIAS:	Semestral	
CÓDIGO:	FEMA-EIM-05			
				
PROCEDIMIENTO:				
<ul style="list-style-type: none"> • Quitar alimentación de toda la estación. • Reajustar los tornillos de la bornera de los relés. • Inspección visual de la shield de la tarjeta Arduino uno. • Inspección de los LEDs presente en la tarjeta Arduino • Verificación de la continuidad en las conexiones 				
HERRAMIENTAS:		MATERIALES:		
<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro 		<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe • Brocha • Spray limpiador 		
REPUESTOS:		OBSERVACIONES:		
_____		_____		
EQUIPOS:		_____		
_____		_____		

Fuente: Autores.

5.3 Diseño de fichas técnicas del equipo

A continuación se indicarán las fichas técnicas de los elementos que constituyen la estación de posicionamiento.

Figura 82.Ficha técnica compact switch.

FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO: Compact Switch CMS 1277
	LABORATORIO: Control y Automatización de Procesos
	FACULTAD: Mecánica
	ESCUELA: Ingeniería Mecánica
CONEXIONES	
Conexión de terminales o componentes de la red a través de Twisted Pair	4 conectores hembra a RJ45 con ocupación MDI-X para 10/100 Mbits/s, sin potencial.
Conexión para alimentación de tensión	Bloque de bornes de 3 contactos, enchufables
DATOS ELÉCTRICOS	
Tensión de alimentación	a) Alimentación de DC 24 V (de 19,2 V a 28,8V) b) Baja tensión de seguridad (SELV) c) Tierra funcional
LONGITUD DE CABLES PERMITIDOS	
Conexión a través de cables Industrial Ethernet FC TP a) 0 - 100 m b) 0 - 85 m	a) Industrial Ethernet FC TP Standard Cable con IE FC RJ45 plug 180 b) A través de Industrial Ethernet FC Outlet RJ45 con 0-90 mm Industrial Ethernet FC TP c) Industrial Ethernet FC TP Marine/Tralling Cable con IE FC RJ45 plug 180 d) 0-75m Industrial Ethernet FC TP Marine/Tralling Cable + 10m TP Cord
CONDICIONES AMBIENTALES ADMISIBLES	
Temperatura de funcionamiento	0°C hasta +60°C
Temperatura de almacén/transporte	menos 40°C hasta +70°C
Humedad relativa en funcionamiento	< 95% (sin condensación)
Altura de funcionamiento	a) 2000 0 a como máx 56°C de temp ambiente b) 3000 m a como máx 50°C de temp ambiente
Inmunidad a interferencias	EN 61000-6-2
Emisión de interferencias	EN 61000-6-4
Clase de protección	IP 20
CONSTRUCCIÓN	
Medidas (An x A1 x Prof) en mm	45 x 100 x 76
Peso	150 gramos
Posibilidad de montaje	Riel de perfil de sombrero DIN de 35mm (DIN EN 60715 TH35)

Fuente: Autores

Figura 83. Ficha técnica fuente de poder.

	FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO:	Fuente de poder LOGO! Power
	LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería Mecánica
ENTRADA		
Tensión nominal U_e nom	Monofásica AC o DC 100-240 V AC entrada de rango amplio	
Rango de tensión	85.... 264 V AC o 110.... 300 V DC	
Resistencia a sobretensión	2,3 x U_e nom, 1.3 ms	
Punteo de fallos de red	> 40 ms con $U_e = 187$ V	
Frecuencia nominal de red, rango	50/60 Hz; 47.....63 Hz	
Intensidad nominal I_e nom	1,22 - 0,66 A	
Limitación de intensidad de conexión	< 46 A	
SALIDA		
Tensión nominal U_s nom	Tensión continua estabilizada y asilada 24 V DC	
Tolerancia total	$\pm 3\%$	
a) Comp. estática variación de red	Aprox. 0,1%	
b) Comp. estática variación de carga	Aprox. 1,5%	
Ondulación residual	< 200 mVpp (tip. 10mVpp)	
Spik es (ancho de banda: 20 MHz)	<300 mVpp (tip. 50mVpp)	
Rango de ajuste	22,2.... 26,4 V	
Indicador de funcionamiento	LED verde para 24 V O.K	
Comportamiento al conectar/desconectar	Sin rebase transitorio de U_s (arranque suave)	
Retardo/subida de tensión en arranque	< 0,5 s/tip. 10 ms	
Intensidad nominal I_s nom	2,5 A	
Rango de intensidad	0 ... 2,5 A	
a) Hasta +60°C	(hasta +55°C)	
b) Derating	0 ... 1,75 A (hasta +70°C)	
Conex en paralelo para aumento de potencia	Si, 2 unidades	

Fuente: Autores

Figura 84.Ficha técnica KTP 600 basic panel.

	FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO:	KTP 600 Basic Color PN
	LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería Mecánica
PESO		
Peso sin embalaje	Aprox. 1070 gramos	
PANTALLA		
Tipo	LCD - TFT	
Área de la pantalla, activa	115,2 mm x 86,4 mm (5,7")	
Resolución, pixeles	320 x 240	
Colores, representables	256	
Regulación de contraste	No	
Categoría de error de pixel según DIN EN ISO 13406-2	II	
Retroiluminación HalfBrightness Life Time, típico	CCFL 50000 h	
UNIDAD DE ENTRADA		
Tipo	Pantalla táctil analógica resistiva	
Teclas de función	6	
Tiras rotulables	Si	
MEMORIA		
Memoria de aplicación	512 KB	
INTERFACE		
1 x Ethernet	RJ45 10/100 Mbits/s	
TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN		
Tensión nominal Rango, admisible	DC +24 V de 19,2 V a 28,8 V (-20%, +20%)	
Transitorios, máximo admisible	35 V (500ms)	
Tiempo entre dos transitorios, mínimo	50 s	
Consumo		
a) Típico	Aprox. 350 mA	
b) Corriente continua máx.	Aprox. 550 mA	
Fusible, interno	Electrónico	
TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN		
Reloj de tiempo real	Sí, no respaldo	

Fuente: Autores

Figura 85.Ficha técnica PLC S7-1200.

FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO: PLC Simatic S7-1200 CPU 1214C AC/SC/Rly
	LABORATORIO: Control y Automatización de Procesos
	FACULTAD: Mecánica
	ESCUELA: Ingeniería Mecánica
ESPECIFICACIONES GENERALES	
Dimensiones (An x Al x P) (mm)	90 x 100 x 75
Peso	420 gramos
Disipación de potencia	10 W
Intensidad disponible (5 V DC) para SM	100 mA máx
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 VDC)	4 mA/entrada utilizada
PROPIEDADES DE LA CPU	
Memoria de uso:	
a) Memoria de trabajo	50 KB
b) Memoria de carga	1 MB
c) Memoria remanente	10 KB
E/S digitales integradas	8 entradas, 6 salidas
E/S analógicas integradas	2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	
a) Entradas	1024 bytes
b) Salidas	1024 bytes
Área de marcas (M)	4096 bytes
Memoria temporal (local)	a) 16KB para arranque y ciclo b) 4KB para eventos de alarma estándar c) 4KB para eventos de alarma error
Ampliación con módulos SM	2 SM máx
Ampliación con SB, CB o BB	1 máx
Alarmas de flanco con SB opcional	8 crecientes y 8 decrecientes 12 crecientes y 12 decrecientes
Reloj en tiempo real	
a) Precisión	± 60 segundos/mes
b) Tiempo de retención	20 días tip/12 min a 40°C
Velocidad de ejecución	
a) Booleano	a) 0,08 µs/instrucción
b) Transferir palabra	b) 112 µs/instrucción
c) Funciones matemáticas con números reales	c) 18 µs/instrucción
Comunicación	1 puerto Ethernet
a) Transferencia de datos	10/100 Mb/s
b) Aislamiento (señal externa a lógica del PLC)	Aislado por transformador, 1500V DC
c) Tipo de cable	CAT5e apantallado
Conexiones Ethernet	8 (activas o pasivas)

Fuente: Autores

Figura 86.Ficha técnica tarjeta Arduino.

	FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO:	Tarjeta Arduino Uno
	LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería Mecánica
DATOS GENERALES		
Microcontrolador	90 x 100 x 75	
Frecuencia de reloj	420 gromos	
Entradas Digitales I/O	10 W	
Interfaz de programación	100 mA máx	
Entradas analógicas	6	
Memoria Flasch	32 Kb	
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS		
Voltaje de entrada	5-12V	
Voltaje del sistema	5V	
PWM	6	

Fuente: Autores

5.4 Elaboración de métodos de seguridad para los equipos.

5.4.1 Seguridad. Se debe observar siempre las recomendaciones y normas fundamentales sobre seguridad.

Cualquier persona que trabaje con la estación de posicionamiento de piezas de distintos materiales y tamaños, se debe observar con especial atención a las recomendaciones de seguridad. Además debe respetarse las normas de regulaciones sobre prevención de accidentes aplicables en el laboratorio. El responsable del funcionamiento se compromete en asegurar que la estación de posicionamiento sea utilizado solamente por personas que:

- Estén familiarizados por las normas básicas relacionados con la seguridad operativa y prevención de accidentes.
- Hayan recibido instrucciones en el manejo de la estación.

- Estén mediantemente habituados en trabajar con las normas de seguridad.

5.4.2 *Puntos críticos de seguridad en el equipo.* Los puntos críticos a tomar en cuenta son las conexiones presentadas en la estación de automatización, todos sus componentes deben estar perfectamente enlazados para asegurar un óptimo funcionamiento de la estación de posicionamiento de piezas de distintos materiales y tamaños.

- En el conexionado de los distintos elementos se debe tener un circuito especial debido a que al conectar incorrectamente los elementos se puede producir un daño en los mismos.
- Se debe tener cuidado con los equipos durante la realización de prácticas debido a su delicadez, evitando con esto su posible daño y por ende mal funcionamiento de la aplicación.
- Verificar el estado de las conexiones de las diferentes entradas (sensores, pulsadores, tarjetas electrónicas, etc.) ya que de encontrarse en mal estado podrían ocasionar fallas en la estación didáctica de automatización.
- Revisar la conexión que se encuentra entre los cables de comunicación de los siguientes equipos:
 - Comunicación de PLC con PC.
 - Comunicación del panel operador con PC.
 - Comunicación de PLC con panel operador.
 - Comunicación RS-232 Arduino.

5.4.3 *Sistema de seguridad del sistema de posicionamiento.* La estación de posicionamiento de piezas de distintos materiales y tamaños está equipado con un pulsador de emergencia tipo hongo, este elemento eléctrico bloquea el sistema de maniobra de la máquina, mediante la pulsación elimina cualquier función haciendo que ésta retorne a la posición de partida, después de la actuación, no volverá a poder accionarse la máquina hasta que lo desbloqueen.

Los cilindros neumáticos de simple efecto son accionados por electroválvulas provistas con accionamiento manual, que permiten realizar cualquier maniobra fuera de la programación del PLC.

5.4.4 *Normas de seguridad.*

5.4.4.1 *Normas de seguridad antes, durante y después de la práctica.* Ubicado la estación de posicionamiento en el lugar de trabajo, es importante un correcto funcionamiento y seguridad del equipo, y la verificación de los siguientes aspectos:

- Los alumnos solo deben trabajar en la estación bajo la supervisión de un docente.
- Observar las indicaciones que se encuentran en las guías de laboratorio.
- Verificar el estado de la estación por materiales y tamaños. De presentarse averías avisar al encargado.
- Control de interruptores de paso de corriente y el pulsador de emergencia se encuentren desbloqueados.
- Verificar el estado del fusible.
- Verificar el voltaje requerido para el buen funcionamiento de la estación, esto es de 24 voltios de corriente continua.
- Controlar la presión del aire en el sistema, entre 3 y 6 bares como máximo.
- No aplicar aire comprimido hasta que se haya establecido y asegurado todas las uniones con la tubería adecuada para la estación.
- Identificar fugas de aire en racores, válvulas y mangueras flexibles, en caso de presentarse desconectar la línea de alimentación de entrada al equipo.
- Verificar que los mandos manuales neumáticos de electroválvulas accionen correctamente sin energía eléctrica.
- No desconectar conductos de aire que estén bajo presión.
- Hay que tener especial cuidado al aplicar aire comprimido. El cilindro puede avanzar o retroceder tan pronto se aplique aire comprimido.
- Montar todos los componentes en la placa de forma segura.
- Durante las prácticas comprobar el funcionamiento de los programas en los simuladores, para posteriormente cargar en el PLC, tomar en cuenta los elementos que se dispone en la estación.
- No retirar las protecciones instaladas, evitar la manipulación excesiva del cableado de los sensores para evitar averías.
- Evitar el ajuste de terminales de borneras cuando el equipo esté en funcionamiento.

- Al inicio y al final de la práctica debe realizarse la limpieza de la estación de posicionamiento, evitar la presencia de polvo y partículas extrañas que puedan afectar al sistema de sensores, eléctrico y neumático

5.5 Elaboración de técnicas de seguridad para el equipo

Figura 87. Técnicas de seguridad para el equipo.

		FICHA TÉCNICA	
		ELEMENTO:	Estación de posicionamiento
		LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos
		FACULTAD:	Mecánica
		ESCUELA:	Ingeniería Mecánica
		<p>La presión del sistema es importante para el correcto funcionamiento de la estación de transporte, además el valor asignado de 30 PSI ayudará a que los elementos tenga la vida útil para los que fueron construidos.</p>	
<p>Al realizar la práctica con la estación de posicionamiento se debe verificar la presión de trabajo del sistema neumático (30PSI) por seguridad de los equipos neumáticos y del perfecto funcionamiento.</p>			
<p>Se suministra circuitería de protección contra inversión de polaridad en cada par de bornes de alimentación de +24 V DC o de alimentación de entrada de usuario para CPUs, módulos de señales (SM) y Signal Boards (SB).</p>		<p>El sistema puede sufrir daños si se cablean pares de bornes distintos en polaridades opuestas.</p>	

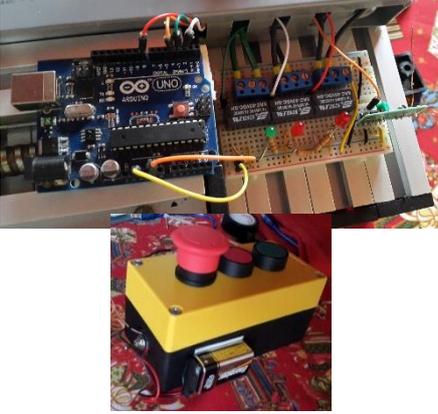
<p>Si, en condiciones nominales, la temperatura excede 70°C en el punto de entrada del cable, o bien 80°C en el punto de la derivación de los conductores, la temperatura realmente medida deberá estar comprendida en el rango de temperatura admisible del cable seleccionado.</p>		<p>Se deberán tomar las medidas necesarias para impedir que se exceda la tensión nominal en más de un 40% a causa de perturbaciones transitorias.</p>
<p>EL panel de operador está provisto para ser utilizado en entornos protegidos contra la intemperie. Las condiciones de empleo cumplen las exigencias contempladas por la norma DIN IEC 60721-3-3</p>		<p>No utilice el panel del operador en los siguientes lugares sin tomar medidas de precaución adicionales, en los lugares con una proporción elevada de radiaciones ioinizantes, en lugares con condiciones de funcionamiento extremas debidas, en instalaciones que requieren una vigilancia especial.</p>

Fuente: Autores

5.6 Elaboración de técnicas de seguridad para el operador

Figura 88. Técnicas de seguridad para el operador.

		FICHA TÉCNICA	
		ELEMENTO:	Estación de posicionamiento
		LABORATORIO:	Control y Automatización de Procesos
		FACULTAD:	Mecánica
ESCUELA:	Ingeniería Mecánica	El uso y manejo de la estación de	

<p>posicionamiento es de mucha responsabilidad, por el mismo hecho de que se maneja corriente eléctrica, lo que podría causar un accidente en caso de no seguir las recomendaciones.</p>		<p>eléctricas como neumáticas se procede a energizar a la estación de posicionamiento.</p>
<p>Se ha utilizado un cable de comunicación de 25 hilos para evitar el cableado en exceso con el objetivo de evitar accidentes así como también confusión, se deberá probar continuidad para comprobar el correcto funcionamiento del mismo.</p>		<p>Luego de energizar la estación procedemos a encenderlo para ello se presiona el switch de color rojo de la estación de posicionamiento.</p>
<p>Al realizar la práctica con la estación de posicionamiento se sugiere verificar las conexiones del Arduino, el cable de poder y los diferentes elementos de comunicación</p>		<p>Observar todas las funciones que se obtiene con la estación de posicionamiento, el mismo que permitirá analizar y obtener propias conclusiones.</p>
<p>Realizar las conexiones con la estación de posicionamiento desactivado, activar una vez de estar seguro de que las conexiones estén seguras. Al concluir la práctica cerciorarse que la estación de posicionamiento esté desenergizada.</p>		<p>Una vez concluida la práctica desconecte la estación de posicionamiento, de igual forma la fuente de alimentación, el sistema neumático y guardar los cables de conexión.</p>

Fuente: Autores

5.7 Elaboración de guía práctica de laboratorio.

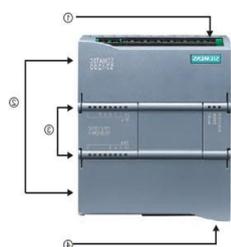
 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MECÁNICA Práctica Nro. 1</p>
<p>NOMBRE (S): _____</p> <p>FECHA DEL LABORATORIO: _____</p>	
<p>1. TEMA: Conociendo el PLC Siemens S7-1200 y pantallas táctiles KTP 600.</p> <p>2. OBJETIVOS</p> <p>2.1. GENERAL.</p> <p>Identificar las partes del PLC Siemens S7-1200 y de la pantalla táctil.</p> <p>2.2. ESPECÍFICOS:</p> <p>Ubicar físicamente todos los puertos que constituyen al PLC Siemens S7-1200.</p> <p>3. LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS.</p> <ul style="list-style-type: none">• Módulo PLC S7-1200.• Pantalla táctil KTP 600. <p>4. PROCEDIMIENTO.</p> <p>4.1. Tome y analice el PLC. Considere que el controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.</p> <p>La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET (Red LAN) integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente</p>	

controlador. La CPU contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. 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 conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Para comunicarse con una programadora, la CPU incorpora un puerto PROFINET integrado. La CPU puede comunicarse con paneles HMI (Interacción humano – máquina) o una CPU diferente en la red PROFINET. Para garantizar seguridad en la aplicación, todas las CPUs S7-1200 disponen de protección por contraseña, que permite configurar el acceso a sus funciones.

¿Cuántas entradas y salidas analógicas tiene el PLC?

4.2. Abrir las tapas frontales del PLC e identifique los nombres de los conectores hembras con conexión por tornillo, conocidos como conectores extraíbles. En la siguiente figura ubique todas las partes que constituyen el PLC.

Figura	Nro.	Parte
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

4.3. ¿Cuántas entradas y salidas digitales tiene el PLC S7-1200?

4.4. ¿Qué tipo de CPU utiliza? Y ¿es el más potenciado de su familia?

4.5. ¿Puede ser utilizada la pantalla táctil en situaciones ambientales extremas?

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Exponga sus conclusiones respecto a la presente práctica.

5.2. Exponga sus recomendaciones respecto a la presente práctica.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MECÁNICA
Práctica Nro. 2

NOMBRE (S): _____

FECHA DEL LABORATORIO: _____

1. TEMA: Conociendo el entorno de Programación de STEP 7.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL.

Familiarizar al estudiante con STEP 7 Basic.

2.2. ESPECÍFICOS:

Conocer cada una de las áreas del entorno gráfico que posee STEP 7 Basic.

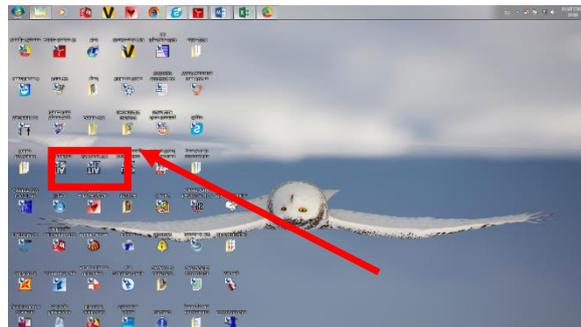
3. LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS.

- PC, con Step 7 Basic.

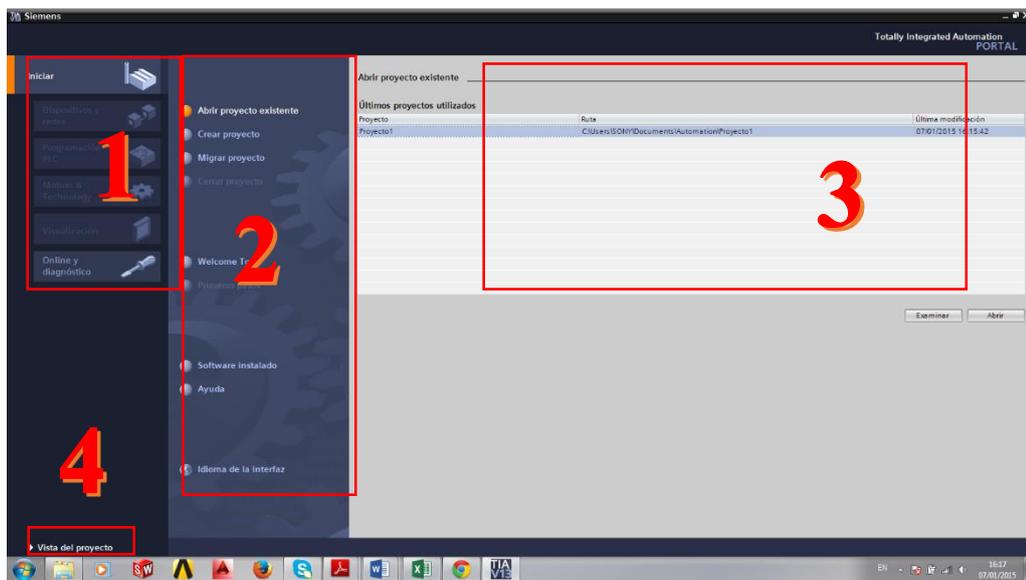
4. PROCEDIMIENTO.

4.1. Ejecutar la aplicación TIA PORTAL V12 cuyo acceso directo se encuentra en el escritorio.

Como indica la figura.

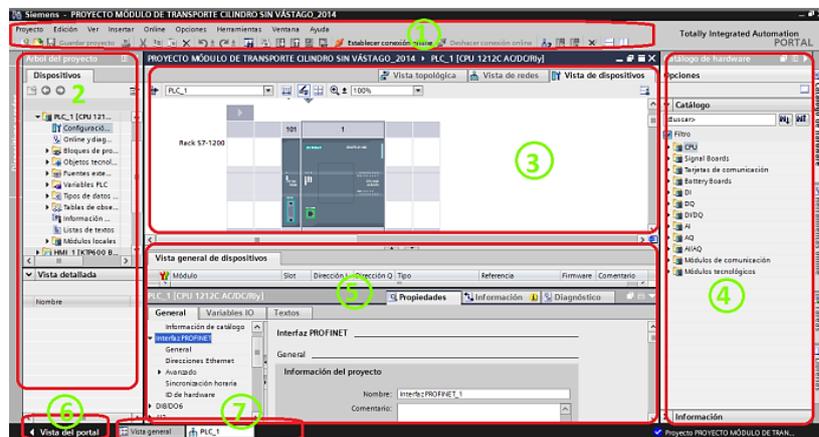


4.2. “Vistas del Proyecto. La primera Vista del Proyecto proporciona una vista funcional de las tareas del proyecto y organiza las herramientas de acuerdo con la tarea que se va a realizar. Es posible determinar fácilmente el procedimiento y la tarea que se debe seleccionarse.



1. Portales para las diferentes tareas.
2. Tareas del portal seleccionadas.
3. Panel de selección para la acción seleccionada.
4. Cambia la vista del proyecto.

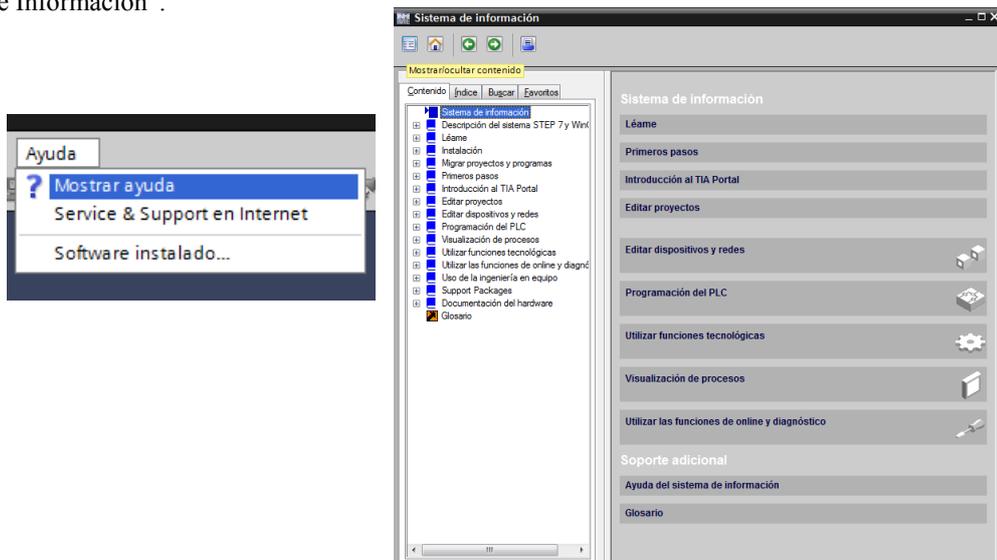
4.3. Dar clic en el numeral 4 “Vista del Proyecto”. La vista del proyecto proporciona acceso a todos los componentes del proyecto. Observe cada una de las partes.



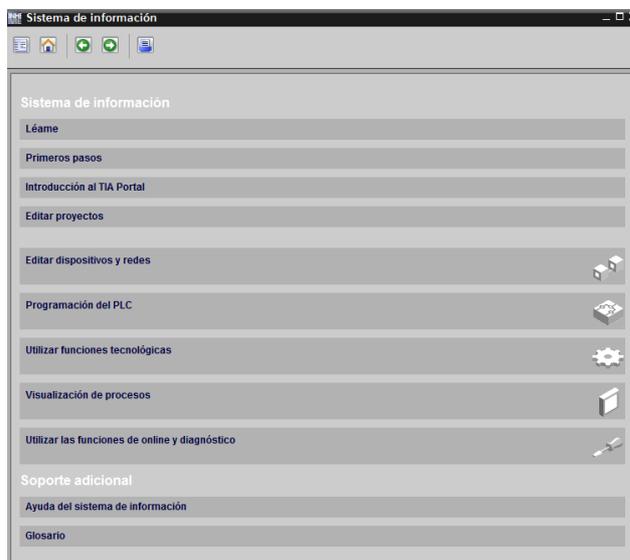
1. Menú y barra de herramientas.
2. Arbol del proyecto.
3. Área de trabajo.
4. Tarjetas de tareas.
5. Ventana de inspección.
6. Cambia a la vista del portal.
7. Barra del editor.

4.4. “Vista del panel de Ayuda”. STEP 7 Basic provee un completo sistema de información y ayuda en pantalla, en el que se describen todos los productos TIA SIMATIC que se han instalado. El sistema de información se abre en una ventana que no oculta las áreas de trabajo.

En Menús y barra de herramientas, haga clic en “Ayuda” y se desplegará la ventana del “Sistema de Información”.



En la barra de herramientas, dar un clic en el botón “Mostrar/Ocultar contenido” del sistema de información para ver el contenido de la ventana de ayuda. Al ser una ventana se puede maximizar, minimizar y cambiar su tamaño. En la siguiente figura observa el contenido de la ventana de ayuda.



4.5. Regrese a la ventana “Vista de un Proyecto”. ¿Qué muestra la ventana de inspección?

4.6. ¿Para qué sirve la barra de editores?

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Exponga sus conclusiones respecto a la presente práctica.

5.2. Exponga sus recomendaciones respecto a la presente práctica.

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE COSTOS

6.1 Costos de los equipos adquiridos.

Tras el análisis profundo que realizamos de los costos de los diferentes equipos de las marcas reconocidas a nivel mundial de PLCs, se decidió adquirir los equipos de la marca SIEMENS por la facilidad, versatilidad, confiabilidad, flexibilidad, costo y por sus características técnicas.

Tabla 16. Equipos de automatización siemens.

ÍTEM	CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO(USD)	TOTAL(USD)
1	1	<p>Paquete SIMATIC S7-1200</p> <p>SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, COMPACT CPU, AC/DC/RLY, ONBOARD I/O. 14 DI 24 DC; 10 DO RELAY 0,5 A; 2AI 0 - 10V DC, POWER SUPPLY; AC 85- 264 V AC @ 47-63Hz, PROGRAM/DATA MEMORY: 50 KB</p> <p>SIMATIC S7, STEP 7 BASIC V11 SP2, SINGLE LICENSE, E-SW, SW AND DOCU, ON DVD, CLASS A, 2 LANGUAGES(GE, EN), EXECUTABLE UNDER WINDOWS XP (32BITS)/ WINDOWS 7 (32/64 BITS)</p> <p>SIMATIC NET INDUSTRIAL ETHERNET TP XP CORD RJ45/RJ45, CAT 6, CROSSED TP CABLE 4X2, PREASSEMBLED WITH 2 RJ45 CONNECTORS, LENGTH M</p> <p>SIMATIC S7-1200, SIMULATOR MODULE, 8 CHANNEL SIMULATOR DC INPUT SWITCHES</p> <p>SIMATIC S7-1200, ANALOG OUTPUT SB 1232, 1 AO, +/- 10V DC (12 BIT RES) OR 0 - 20 MA</p>	536,76	536,76

Tabla 14. Continuación

		Paquete HMI KTP BASIC		
		COMPACT SWITCH MODULE CSM 1277 CONNECTION SIMATIC S7-1200 AND UP TO 3 ADDITIONAL DEVICES TO INDUSTRIAL ETHERNET WITH 10/100 MBITS/S UNMANAGED SWITCH, 4 RJ45 PORTS, EXT. 24V DC POWER SUPPLY LED DIAGNOS, S7-1200 MODULE.		
2	1	SIMATIC KTP 600 BASIC COLOR PN 5,7" TFT DISPLAY, 256 COLORS ETHERNET INTERFACE; CONFIGURATION FROM WINCC FLEXIBLE 2008 COMPACT SP1 OR WINCC BASIC V10,5 CONTAINS OPEN	892,08	892,08
		SIMATIC NET INDUSTRIAL ETHERNET TP XP CORD RJ45-RJ45, CAT 6, CROSSED TP CABLE 4X2, PREASSEMBLED WITH 2 RJ45 CONNECTORS, LEGTH 6M		
3	1	FUENTE PARA LOGO POWER 24VDC /2,5A 6EP1332-1SH43	74,4	74,4
			SUBTOTAL	1503,24
			12% IVA	180,3888
			TOTAL	1683,6288

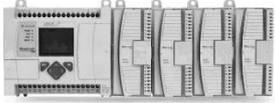
Fuente: Autores.

En el Ecuador existen diferentes empresas que comercializan los equipos Siemens como por ejemplo: INASEL Cía. Ltda., INGELCOM, entre otras.

Cada empresa tiene políticas de colaboración hacia los estudiantes, por la facilidad prestación de servicio y de entrega de equipos se eligió a INASEL Cía. Ltda. Porque nos dio una asesoría técnica excelente para la compra de los equipos.

6.2 Costos de otros equipos similares

Tabla 17. Costos de PLCs.

Fabricantes	Imagen	Precio(USD)	Fuente
SIMATIC S7-1200, CPU 1214C AC/DC/RELÉ		690	http://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/Lista%20de%20precios%202014%20v%20oct%20.pdf
Twido, Schneider Electric		754	http://www.schneider-electric.com/products/es/es/3900-pac-plcs--plc--para-maquinas-comerciales/533-twido/
Micrologix, Allen Bradley 110		754	http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/1761-br006_-esp.pdf
Delta DVP32ES00T2		260	http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/control_plc_main.asp
Omron		860	http://industrial.omron.es/es/products/catalogue/automation_systems/programmable_logic_controllers/modular_plc_series/default.html

Fuente: Autores.

Se realizará una valoración económica del uso o consumo de recursos para la ejecución, elaboración del proyecto de tesis denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE POSICIONAMIENTO EN TRES EJES CON PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CON PLC PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”

La orientación comercial, hoy en día, amplía los criterios de selección de un PLC, nuevas estrategias de marketing y desarrollo tecnológico han evolucionado el giro de este negocio. Dentro del mercado de la automatización existen diferentes marcas del PLC y pantallas táctiles entre las más conocidas se puede decir que son:

PLC S7-1200:

- S7-1200, Siemens.
- Twido, Schneider Electric.

- Micrologix, Allen Bradley
- Delta
- Omron
- Fatek
- Hitachi
- Festo

Pantallas táctiles

- HMI, Siemens.
- Panel View Standard – Panel View Plus, Allen Bradley.
- Panels HMI – QuickPanel Control, Fatek.
- Pantallas Táctiles – MI4, Kloner Moller.
- HMI 800 – Panel 800, ABB.
- Touch Panels, Vipa.

Tabla 18. Costos pantalla táctil.

Fabricantes	Precio(USD)	Fuente
HMI (Panel Basic KTP 600), Siemens	1.242	https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/.../HMI%20KTPs.pdf
Panel View Standard - Panel View Plus, Allen Bradley	491,15	http://ab.rockwellautomation.com/Graphic-Terminals/2711P-PanelView-Plus-7-Terminals
Panel HMI - QuickPanel View - QuickPanel Control (240E) Fatek	890,75	http://global.pro-face.com/product/soft/gpproex/driver/plc.html
Pantallas Táctiles - MI4, Kloner Moller	1.450	www.moeller.es/documentacion/catalogos.html
HMI 800 - Panel 800, ABB.	1.203	HMI 800 - Panel 800, ABB.
Touch Panels, Vipa.	1.300	http://www.vipa.co.uk/products/hmi/touch-panels/

Fuente: Autores

Para la elección del PLC y las pantallas táctiles se deben tener en consideración los siguientes puntos:

- La necesidad o problema a automatizar.
- En función de las cantidades de entradas/salidas digitales o analógicas que se necesiten en la automatización.

- De acuerdo al proceso a realizar verificar las limitaciones en cuanto a la cantidad de variables internas con que cada PLC puede operar.
- De acuerdo a la velocidad de variación de los procesos a monitorear o controlar a veces se requieren velocidades altas de proceso por lo cual se necesitan un PLC más rápido o con módulos de entrada rápido.
- Tensiones de alimentación disponible.
- Capacidad de ampliación del mismo.
- Capacidad de comunicación y drivers incluidos para comunicación con otros dispositivos.
- Simplicidad para la programación del mismo, distintos tipos de programación y acceso a diferentes niveles.

6.3 Análisis de costos.

6.3.1 Análisis de costos de la estación de posicionamiento didáctico.

6.3.1.1 Costos de producción. Los elementos que conforman el costo de producción son:

- Materia prima directa
- Mano de obra directa
- Costos indirectos de fabricación

6.3.1.2 Materia prima directa. Es el material o materiales que se emplean en la fabricación de la estación de posicionamiento didáctico, se lo ha dividido por partes: parte estructural, parte neumática y parte eléctrica.

a) Parte Estructural.

La estación de posicionamiento está constituida principalmente de perfiles de aluminio que está colocado de acuerdo a su utilización.

Además cada una de los ejes de posicionamiento poseen estos perfiles para que junto con los tornillos son fin permiten el movimiento en las 3 dimensiones.

Tabla 19. Costos de la parte estructural.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario(USD)	Precio Total(USD)
1	Base de aluminio de la estación de posicionamiento.	186	186
1	Diseño de los 3 tornillos sin fin	950	950
	Perfiles de Aluminio		
	3 Poleas y Correas		
2	Canaleta ranurada gris 25X25 mm	3,19	6,38
1	Riel Din 1 metro	2,23	2,23
1	Diseño y Construcción de la caja de control	60	60
	Otros	10	10
Total			1.215

Fuente: Autores

b)Parte Neumática.

La estación de posicionamiento está constituido principalmente por lo elementos de control (Conjunto de electroválvulas) y los elementos de operación (cilindro de simple efecto, ventosa, generador de vacío). Es sistema está conectado a una alimentación general de aire que va en el conjunto de las electroválvulas.

Tabla 20. Costos de la parte neumática

Cantidad	Descripción	Precio Unitario(USD)	Precio Total(USD)
1	Cilindro compacto ACQ D 20mm C 25mm	54,88	54,88
2	Válvula 3x2 de doble efecto	640	640
3	Racores		
1	Cilindro de doble efecto		
1	Unidad de Mantenimiento		
2	Silenciadores		
1	Racor Hembra 1/4 x 8 mm		
1	Tapón 1/4	2,00	2,00
1	Racor Recto 1/4x 4mm	1,20	1,20
1	Racor Recto M5x 4mm	\$ 1,10	1,10

3	Reducción Recta 6-4	1,80	5,40
4	Manguera 4mm Poliuretano	0,50	2,00
1	Manguera 6mm Poliuretano	0,70	0,70
	Otros	10	10
Total			665

Fuente: Autores.

c) Parte eléctrica.

La estación de posicionamiento está constituido principalmente de la pantalla táctil, PLC, tarjetas electrónicas, tarjeta Arduino, sensores, entre otros elementos que ayudarán en el control de los sistemas anteriormente descritos.

Tabla 21. Costos de la parte eléctrica.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario(USD)	Precio Total(USD)
1	Paquete de entrenamiento Simatic S7-1200	536,76	536,76
1	Paquete de entrenamiento Simatic Basic Panel	892,08	892,08
1	Fuente para Logo Power 24V DC/2,5 A	74,40	74,40
1	Caja CSC 3 Elemento 22mm	2,79	2,79
1	Pulsador paro de emergencia	2,58	2,58
1	Pulsador paro de inicio	1,52	1,52
1	Pulsador de paro	1,52	1,52
4	Tarjetas Electrónicas	80	320
5	Cable flexible 18 AWG GPT	0,16	0,80
10	Plaquetas adhesivas	0,18	1,80
1	Amarras 10cm blancas	0,69	0,69
1	Terminal tipo puntera blanco 20 AWG	2,68	2,68
8	Sensor Magnético	30	240
2	Sensor Óptico	101	101
1	Sensor Inductivo		
1	Tarjeta Arduino	35	35
1	Cable de poder	2	2
4	Baterías	2	8
1	Módulo Receptor	12	12
1	Módulo Transmisor		
1	Switch	3	3
1	Fusible	2	2
Total			2.240,62

Fuente: Autores

Los costos directos de materia prima totales presentamos en la siguiente tabla.

Tabla 22. Costos de materia prima.

Parte	Costo Total(USD)
Estructural	1.215
Neumático	665
Eléctrico	2.240,62
Total	4.120

Fuente: Autores

6.3.1.3 Mano de obra directa. Es el salario que se paga o percibe el trabajador que intervienen directamente en la fabricación de la estación. Los costos generados por mano de obra en la estación de posicionamiento didáctico no serán cobrados porque es parte de la formación estudiantil de los presentes autores de éste proyecto.

6.3.1.4 Costos indirectos de fabricación. Estos costos están constituidos por: materiales indirectos, mano de obra indirecta, otros costos indirectos.

Tabla 23. Costos indirectos de fabricación.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario(USD)	Precio Total(USD)
1	Thinner	1	1
1	Guaípe	0,50	0,50
1	Taípe	0,50	0,50
3	Brocas	0,70	2,10
2	Lijas	1	2
1	Pintura	10	10
1	Cinta de doble faz	5,46	5,46
Total			22

Fuente: Autores

Por lo tanto los costos de producción es la suma de los costos de materia prima directa, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación.

$$\text{Costos de Producción} = \text{CMP} + \text{CMO} + \text{CIF}$$

CMP= Costos de materia prima

CMO= Costos de mano de obra

CIF= Costos indirectos de fabricación

$$\text{Costos de Producción} = \$4120 + \$0 + \$22 = \$4142.$$

Tabla 24. Costos de producción.

Descripción	Costo total(USD)
Materia Prima directa	4.120
Mano de Obra directa	0
Costos indirectos de fabricación	22
Total	4.142

Fuente: Autores.

6.4 Resultados de análisis de los costos.

La demanda de los equipos SIEMENS a nivel mundial es extensa en comparación con equipos de marcas diferentes, la tecnología manejada por los PLCs, pantallas táctiles y por equipos complementarios es de fácil manipulación, de costo considerado ofreciendo un excelente servicio técnico, software actualizado entre otras mejorías.

Con la elaboración del análisis de costos se llegó a implementar los equipos propuestos de SIEMENS, ya que son de mayor uso en la industria, la seguridad que presentan dichos equipos, su reconocimiento a nivel mundial de la fábrica mencionada por los productos fabricados, hacen que el usuario adquiera equipos garantizados para poner en funcionamiento en cada una de las instituciones. Siemens es el compañero tecnológico ideal para un desarrollo industrial sostenible y eficiente gracias a soluciones integrales en automatización, software industrial, soluciones de eficiencia energética y un amplio conocimiento de los mercados verticales y servicios asociados.

Comparando precios entre empresas de equipos de características semejantes, tenemos que los PLCs, pantallas táctiles y módulos complementarios, el costo varía según la cantidad de entradas y salidas, el número de variables internas, velocidad de monitoreo, capacidad de ampliación, comunicación, programación, etc. Por todos los aspectos señalados podemos indicar que la decisión tomada por adquirir equipamiento SIEMENS es la adecuada por que engloba todas las características de uso y de programación que necesitamos para la construcción de la estación de posicionamiento.

CAPÍTULO VII

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. Conclusiones

Se ha diseñado e implementado la estación de posicionamiento en tres ejes con probetas de distintos materiales y tamaños con PLC para el laboratorio de control y automatización de procesos de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

Se construyó con tres ejes de tornillos sin fin para transportar las probetas de nylon y aluminio, apoyándonos en los conocimientos de automatización de procesos que con la ayuda del programa TIA Portal se estableció el proceso.

Se logró tener la conexión entre el PLC S7- 1200 y la pantalla táctil KTP600 PN vía PROFINET además de usar cables DB-25 que permiten la comunicación entre la estación y el mando mediante tarjetas de comunicación dándonos versatilidad para la programación y facilidad de búsqueda de fallas o modificaciones según sea necesario.

Se elaboraron tarjetas de entradas y salidas que nos permiten la conexión más eficiente, eliminando el cableado en demasía entre la estación y el control del mando, esto nos ayudará a la conexión rápida y que no se desgasten las borneras del PLC.

7.2. Recomendaciones

Procurar que al programar cuidar que la trayectoria que se estableció según la necesidad no tenga ningún choque con las bases donde se debe colocar las piezas. Para ello debemos mantenernos prestos a cortar la corriente o parar el movimiento, ya que puede provocar daños en la estructura, en la fuente, o en los motores.

Vigilar que durante el movimiento de los tornillos no exista nada obstaculizando su camino ya que puede provocar de igual manera que la corriente aumente y provocar el daño de equipos eléctricos o estructurales.

Engrasar los tornillos sinfín para eliminar la fricción lo que en consecuencia evitar el ruido y desgaste.

Cuidar que los sensores magnéticos que se encuentran al final de la carrera de los ejes, detecten los imanes para que se detengan los motores, caso contrario puede causar serios daños.

Utilizar imanes que se utilizan en sistemas de amplificación de sonido ya que tienen una magnetización suficiente para que detecten los sensores.

Verificar que las tarjetas estén conectadas entre sí con sus respectivos cables, para que no existan errores en la ejecución del programa.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, Marcelo y FINN, Edward J. 1967.** *Física*. Massachusetts : Addison-Wesley Publishing Company, 1967.
- Amalero.** Amalero. Ingeniería - Consultoría - Formación. *Amalero*. [En línea] Amalero. [Citado el: 15 de Septiembre de 2014.] <http://www.amalero.com/recursos/instalaciones-electrot%C3%A9cnicas/step-7-tia-portal-v-13/>.
- Bernabeu. 2014.** [En línea] 2014.
http://pendientedemigracion.ucm.es/info/otri/complutecno/fichas/tec_ebernabeu2.htm.
- CATEDU.** CARACTERISTICAS Y MONTAJE DEL SIMULADOR S7-1200. *Centro de tecnologías para la educación*. [En línea] [Citado el: 1 de Octubre de 2014.]
<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>.
- DORF, R. C. y BISHOP, R. H. 2005.** *Sistemas de Control Moderno*. Madrid : PEARSON EDUCACIÓN, S.A., 2005. 84-205-4401-9.
- Ebay.** [En línea] http://www.ebay.at/itm/Omron-OMRON-Lichtschrinke-E3H-DS5B13-12-24V-OVP-/110830311535?pt=Sensores_Regler&hash=item19ce00586f.
- EBEL, F, y otros. 2008.** Festo AG & Co. KG. [En línea] enero de 2008. [Citado el: 11 de enero de 2015.] www.festo-didactic.com.
- IACI. 2014.** Introduccion a HMI. [En línea] 2014.
<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>.
- MYSZKA, David H. 2012.** *Máquinas y mecanismos*. México : PEARSON, 2012. 978-607-32-1215-1.
- NISE, Norman S. 2006.** *Sistemas de Control para Ingeniería*. México : GRUPO PATRIA CULTURAL, S.A. DE C.V., 2006. 0-471-36601-3.
- Robótica, Aprender.** www.aprenderobotica.com. *www.aprenderobotica.com*. [En línea] [Citado el: 1 de Noviembre de 2014.]
<http://www.aprenderobotica.com/group/eslaprimera vez/page/principiantes-arduino>.
- Robótica, Tienda de.** Guia Básica de Arduino. *Guia Básica de Arduino*. [En línea] [Citado el: 5 de Noviembre de 2014.]
http://www.tiendaderobotica.com/download/Libro_kit_Basico.pdf.

Siemens Corporation. 2009. SIMATIC Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema, Siemens AG. [En línea] Noviembre de 2009.

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>.

—. **2014.** SIMATIC STEP 7 Professional. *Siemens*. [En línea] Siemens, 2014. [Citado el: 15 de Septiembre de 2014.] <http://www.industry.siemens.com>.

Siemens. 2009. SIMATIC HMI. [En línea] Enero de 2009.

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/HMI%20KTPs.pdf>.

SIMATIC S7-1200 - La Interacción hace la diferencia. **Siemens. 2014.** s.l. : Siemens, 2014.

SIMATIC STEP 7 en el Totally - Software SIMATIC. **Siemens Corporation. 2012.** s.l. : 2012, 2012.

ANEXOS

PLANOS