ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

"MEJORAMIENTO DEL MÓDULO DE TRANSPORTE CON CILINDRO SIN VÁSTAGO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH".

MENA CHAVARREA JOSÉ MIGUEL
RODRÍGUEZ LÓPEZ EDISON DANILO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-06-27

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JOSÉ MIGUEL MENA CHAVARREA

Titulada:

"MEJORAMIENTO DEL MÓDULO DE TRANSPORTE CON CILINDRO SIN VÁSTAGO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH".

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

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

Nosotros coincidimos con ésta recomendación:

Ing. Marco Santillán Gallegos
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Pablo Montalvo Jaramillo
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-06-27

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

EDISON DANILO RODRÍGUEZ LÓPEZ

Titulada:

"MEJORAMIENTO DEL MÓDULO DE TRANSPORTE CON CILINDRO SIN VÁSTAGO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH".

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

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

Nosotros coincidimos con ésta recomendación:

Ing. Marco Santillán Gallegos
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Pablo Montalvo Jaramillo
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JOSÉ MIGUEL MENA CHAVARREA

TÍTULO DE LA TESIS: "MEJORAMIENTO DEL MÓDULO DE TRANSPORTE CON CILINDRO SIN VÁSTAGO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH".
Fecha de Examinación: 2014-04-16

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Fernando González Puente PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marco Santillán Gallegos DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Pablo Montalvo Jaramillo ASESOR			

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

RECOMENDACIONES:

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

Ing. Fernando González Puente
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: EDISON DANILO RODRÍGUEZ LÓPEZ

TÍTULO DE LA TESIS: "MEJORAMIENTO DEL MÓDULO DE TRANSPORTE CON CILINDRO SIN VÁSTAGO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH".

Fecha de Examinación: 2014-04-16

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Fernando González Puente PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marco Santillán Gallegos DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Pablo Montalvo Jaramillo ASESOR			

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

RECOMENDACIONES:

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

Ing. Fernando González Puente
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 teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

José Miguel Mena Chavarrea

Edison Danilo Rodríguez López

DEDICATORIA

Ésta Investigación dedico a Dios por haber sido un pilar fundamental, y en especial a mis padres Nelson y Marina a mi hermana Estefani, que me han motivado a mantenerme con una alta autoestima para culminar exitosamente mi carrera profesional a pesar de las diversas vicisitudes y tropiezos que he tenido que afrontar, siempre me han brindado su apoyo incondicional en todo momento. A mi familia que fue un soporte importante para el logro y culminación de mi carrera.

José Mena Chavarrea

El presente trabajo está dedicado a Dios por mostrarme la luz al final del túnel, a mis padres, mis hermanos por el apoyo brindado hasta el final de mi carrera, a mis tíos por confiar en mí, y en especial al ángel guardián que está en el cielo mi abuelito Pepe López éste triunfo es por ti, aunque no pudiste acompañarme en estos momentos de felicidad sé que me guiaste por el buen camino…. Por ti abuelito promesa cumplida.

Edison Rodríguez López

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme el conocimiento y la perseverancia para cumplir las metas trazadas. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por brindarme la oportunidad de profesionalizarme. A todos los catedráticos de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, particularmente al Ing. Marco Santillán director de tesis que compartió sus experiencias, guiándome con su enfoque contemporáneo en el ámbito profesional. Al Ing. Pablo Montalvo tutor de la presente tesis por su manera amable y oportuna de asesoría. Al Ing. Fernando González Puente por su ayuda desinteresada para el desarrollo de ésta monografía.

A mis padres Nelson Mena y Marina Chavarrea por haberme apoyado y comprendido en todo momento. A mi hermana Estefani por la paciencia y generosidad. Familiares y amigos que estuvieron presentes en todo momento de quienes siempre he recibido palabras de aliento.

José Mena Chavarrea

En primer lugar darle gracias a Dios, por darme la sabiduría y fortaleza suficiente para alcanzar las metas y objetivos trazados. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por acogerme en sus aulas y permitirme prepararme para un nuevo desafío en mi vida. A las autoridades, catedráticos que a lo largo de nuestra vida estudiantil nos aconsejaron y ayudaron a seguir adelante en especial al Ing. Marco Santillán, Ing. Pablo Montalvo director y asesor respectivamente quienes impulsaron al desarrollo de la presente tesis

A mis padres Raúl Rosero y Amparo López por haberme brindado su confianza, por estar a mi lado en cada momento de mi vida; a mis hermanos Anderson y Paúl por saber comprenderme, por sus opiniones, por ser la mejor compañía que pude tener, gracias hermanos. A amigos/as por los momentos disfrutados juntos, recuerdos únicos que se valoraran por el resto de mis días.

Edison Rodríguez López

CONTENIDO

		Pág.
1.	**INTRODUCCIÓN**	
1.1	Antecedentes……	1
1.2	Justificación……	2
1.3	Objetivos……	2
1.3.1	*Objetivo general*……	2
1.3.2	*Objetivos específicos*……	3
2.	**MARCO TEÓRICO**	
2.1	Definición del software SIMATIC STEP 7 TIA PORTAL V12……	4
2.1.1	*Lenguajes de programación*……	5
2.1.1.1	*KOP (esquema de contacto*……	5
2.1.1.2	*FUP (diagrama de funciones)*……	5
2.1.1.3	*SCL (structured control language)*……	6
2.1.2	*Aplicaciones del TIA PORTAL V12*……	7
2.1.3	*Novedades del TIA PORTAL V12*……	7
2.1.4	*Indicaciones de seguridad*……	7
2.2	Análisis del PLC SIMATIC S7-1200……	7
2.2.1	*Unidades que complementan al PLC S7-1200*……	8
2.2.1.1	*Módulos de señales*……	9
2.2.1.2	*Señales integradas*……	9
2.2.1.3	*Fuente de alimentación*……	9
2.2.1.4	*Módulos de comunicación*……	9
2.2.1.5	*Módulo Switch Compacto*……	10
2.2.1.6	*Cable de expansión para módulos de señales*……	11
2.2.2	*Comunicación*……	11
2.2.2.1	*Análisis del módulo de comunicación RS232*……	12
2.2.2.2	*Comunicación Interfaz PROFINET integrada*……	13
2.2.2.3	*Comunicación PROFIBUS*……	14
2.2.2.4	*Comunicación Punto-a-Punto*……	16
2.3.2.5	*Comunicación Modbus RTU*……	17
2.2.2.6	*Comunicación de interfaz serie universal USS*……	17
2.2.2.7	*Comunicación Telecontrol*……	19
2.2.2.8	*Comunicación Teleservice*……	20
2.2.3	*Aplicaciones básicas*……	20
2.2.3.1	*Ejemplos*……	21
2.2.4	*Herramientas del programa*……	23
2.3	Análisis de pantalla táctil……	24
2.3.1	*Comunicación*……	28
2.3.1.1	*Transferencia de proyectos simplificada*……	28
2.3.1.2	*Interfaces integradas*……	29
2.3.1.3	*Modos de operación*……	29
2.3.1.4	*Transferencia*……	29
2.3.2	*Aplicaciones básicas*……	30
2.3.2.1	*Aplicación en entornos industriales*……	30
2.3.2.2	*Ejemplos de aplicación*……	30
2.3.3	*Herramientas del programa*……	32
2.3.3.1	*La máxima eficacia de configuración*……	32
2.3.3.2	*Fase de configuración*……	34

2.4 Análisis de la tarjeta Arduino……..... 34
2.4.1 *¿Qué es un microcontrolador?*…….….... 34
2.4.2 *¿Qué es Arduino?*..... 35
2.4.2.1 *Partes de la tarjeta Arduino*..... 35
2.4.2.2 *Tipos de Arduino*..... 36
2.4.2.3 *Software de desarrollo*..... 37
2.4.3 *Comunicación*..... 38
2.4.3.1 *Lenguaje de programación*..... 38
2.4.3.2 *Lenguaje Arduino*..... 39
2.4.4 *Herramientas de la tarjeta Arduino*..... 39
2.5 Sensores..... 40
2.5.1 *Sensor magnético*..... 40
2.5.2 *Sensor óptico*..... 41
2.5.2.1 *Ventajas y desventajas de los sensores ópticos*..... 42
2.5.3 *Sensor inductivo*..... 42
2.5.3.1 *Ventajas y desventajas de los sensores inductivos*..... 43
2.5.3.2 *Características de los sensores inductivos*..... 43

3. DISEÑO Y MONTAJE DEL EQUIPO
3.1 Análisis del módulo de transporte con cilindro sin vástago..... 44
3.1.1 *Análisis inicial del módulo de transporte con cilindro sin vástago*..... 44
3.1.2 *Aplicaciones del módulo de cilindro sin vástago*..... 45
3.2 Diseño del módulo de transporte con cilindro sin vástago..... 45
3.2.1 *Descripción del sistema*..... 45
3.2.2 *Partes básicas del módulo de transporte con cilindro sin vástago*……..... 46
3.2.3 *Diseño del sistema estructural*..... 50
3.2.4 *Diseño del sistema neumático*..... 54
3.2.5 *Diseño del sistema eléctrico-electrónico*..... 56
3.3 Montaje del equipo..... 57
3.3.1 *Montaje del PLC S7-1200 CPU 1212*..... 57
3.3.1.1 *Ubicación del controlador lógico programable*..... 58
3.3.1.2 *Condiciones de seguridad*..... 59
3.3.1.3 *Entradas y salidas del módulo*..... 60
3.3.1.4 *Corriente necesaria*..... 61
3.3.3 *Montaje de la fuente de poder*..... 62
3.3.4 *Montaje del Compact Switch Module CSM 1277*..... 62
3.3.2 *Instalación y desmontaje de un módulo de comunicación*..... 63
3.3.5 *Montaje de la pantalla táctil*..... 63
3.3.5.1 *Montaje y conexión del HMI*..... 63
3.3.5.2 *Ubicación del panel operador*..... 64
3.3.5.3 *Comprobar las distancias de separación en el panel operador*..... 64
3.3.5.4 *Conexión de equipotencialidad*..... 65
3.3.5.5 *Determinar la posición de montaje de la pantalla táctil*..... 65
3.3.5.6 *Conexión de la fuente de alimentación*..... 67
3.3.5.7 *Apagar el panel operador*..... 67
3.3.5.8 *Manejar el panel operador*..... 67
3.3.5.9 *Formas de conexión del Basic Panel*..... 68
3.3.6 *Montaje de la tarjeta Arduino UNO*..... 70
3.3.6.1 *Entradas y salidas del Arduino*..... 70
3.3.6.2 *Bibliotecas en Arduino*..... 70
3.3.6.3 *Creación de bibliotecas*..... 72
3.3.6.4 *Conexión en el proceso*..... 72
3.4 Elaboración de la tarjeta de conexiones..... 73
3.4.1 *Como se elabora la tarjeta de conexiones*..... 73
3.4.2 *Diseño y construcción del circuito en la tarjeta de conexión*……..... 74

3.4.3 *Tarjeta electrónica de comunicación*..... 75
3.4.4 *Tarjeta de conexión Arduino*..... 75
3.5 Realización de pruebas y calibración del equipo……..... 76
3.5.1 *Software de programación STEP 7 (TIA PORTAL V12)*……..... 77
3.5.2 *Configuración de dispositivo*……... 77
3.5.3 *Insertar una CPU*……..... 78
3.5.4 *Detección de la configuración de una CPU sin especificar*……..……... 80
3.5.5 *Configurar una dirección IP en el proyecto*…….…….…….. 81
3.5.6 *Comprobar la red PROFINET*…….…….……... 82
3.5.7 *Agregar un panel nuevo*…….…….……. 83
3.5.8. *Transferir un proyecto*…….……..….. 87

4. COMUNICACIÓN ENTRE PLC SIMATIC S7-1200 Y LA PANTALLA TÁCTIL Y GUÍA DE PRÁCTICAS
4.1 Comunicación vía Ethernet……..…… 89
4.1.1 *PROFINET en S7-1200*…… 89
4.1.2 *Comunicación con una programadora*…… 89
4.1.3 *Establecer la conexión de hardware*…… 90
4.2 Módulo de automatización transporte sin vástago……... 90
4.2.1 *Módulo de transporte sin vástago*…… 90
4.2.2 *Descripción del proceso de automatización*…….……... 90
4.2.3 *Descripción del módulo de automatización*…….……..... 92
4.2.4 *Automatización del módulo de transporte sin vástago y el módulo de automatización*……...…….. 92
4.2.5 *Diseño del GRAFCET*……..…….……... 93
4.2.5.1 *Funcionamiento del módulo de transporte sin vástago en modo automático*……..……..…… 95
4.2.5.2 *Funcionamiento del módulo de transporte sin vástago en modo manual*…….. 95
4.2.5.3 *Asignación de variables del PLC*…….……..... 96
4.2.6 *Programación mediante el software TIA PORTAL*……..……..... 97
4.2.6.1 *Creación del proyecto*…….…… 97
4.2.6.2 *Programación del S7-1200.*……... 101
4.2.6.3 *Programación de la tarjeta Arduino*…… 104
4.2.6.4 *Programación pantalla táctil HMI*…….…. 107
4.3 Pruebas y calibración de la comunicación Ethernet……..... 108
4.3.1 *Visualización del programa*……..……..... 109
4.3.2 *Test PLC*…….…….. 110
4.4 Elaboración de guías de práctica…….. 110
4.4.1 *Práctica Nro. 1*……..... 110
4.4.2 *Práctica Nro. 2*……..... 112
4.4.3 *Práctica Nro. 3*……..... 116
4.4.4 *Práctica Nro. 4*……..... 120

5. ANÁLISIS DE COSTOS ENTRE EQUIPOS DE LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS
5.1 Costos de los equipos adquiridos……..... 129
5.2 Costos de otros equipos similares…… 130
5.3 Análisis de costos…….……..... 133
5.3.1 *Análisis costos módulo didáctico*……..... 133
5.3.1.1 *Costos de producción*……... 133
5.3.1.2 *Materiales o materia prima directa*…….……..... 133
5.3.2 *Mano de obra directa*…….…….. 135
5.3.3 *Costos indirectos de fabricación*……. 136
5.4 Análisis de costos industriales……..... 137

5.4.1 *Costos de producción*..... 137
5.4.1.1 *Materiales o materia prima*..... 137
5.4.2 *Mano de obra directa*..... 139
5.4.3 *Costos indirectos de fabricación*..... 139
5.5 Resultados del análisis de los costos……... 140

6. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD
6.1 Elaboración del manual de operación del módulo……... 142
6.1.1 *Funcionamiento del módulo de transporte sin vástago en modo automático*..... 143
6.2 Elaboración del plan de mantenimiento del equipo……..... 144
6.2.1 *Organización del plan de mantenimiento*..... 144
6.2.2 *Inventario de equipos*..... 145
6.2.3 *Diagnostico mediante TIA Portal V12*..... 145
6.2.3.1 *Diagnostico PLC*..... 145
6.2.3.2 *Diagnostico pantalla táctil*..... 147
6.2.4 *Programación y homogenización del plan de mantenimiento*..... 148
6.2.5 *Tiempo de ejecución de cada tarea*..... 149
6.2.6 *Banco de tareas*..... 149
6.3 Diseño de fichas técnicas del equipo……... 156
6.4 Puntos críticos de seguridad en el equipo……... 161
6.5 Diseño de fichas de parámetros de funcionamiento del equipo…….. 162
6.6 Elaboración de técnicas de seguridad para el equipo…….. 163
6.7 Elaboración de técnicas de seguridad para el operador……..... 164

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
7.1 Conclusiones..... 165
7.2 Recomendaciones..... 166

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS
PLANOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Parámetros para el ordenador ……..……...	6
2	Partes del PLC S7-1200…….…….	8
3	Unidades complementarias de SIEMENS……..	9
4	Formas de comunicación PROFINET del PLC S7-1200……..……..	14
5	Formas de comunicación PROFIBUS del PLC S7-1200……	15
6	Indicadores con su estado……	23
7	Partes de la pantalla táctil KTP600…….	26
8	Transferencia de datos entre panel y PC…….	29
9	Características de las tarjetas Arduino……	37
10	Ejemplos válidos para una misma instrucción …….…..	40
11	Ventajas y desventajas sensores ópticos…….	42
12	Ventajas y desventajas sensores inductivos…….……...	43
13	Partes del módulo de transporte con cilindro sin vástago……..…….	48
14	Partes estructurales iniciales y complementarias del módulo…….……	51
15	Partes neumáticas iniciales y complementarias del módulo……...	55
16	Partes eléctricas-electrónicas iniciales y complementarias del módulo…….....	56
17	Montaje y desmontaje del Compact Switch Module CSM 1277……..…..	62
18	Instalación y desmontaje del módulo de comunicación……..……	63
19	Distancias de separación de todos los Basic Panels…….……...	65
20	Posiciones de montaje…….	66
21	Conexión de la fuente de alimentación……...	67
22	Funciones del teclado del Basic Panel……..……..	68
23	Formas de conexión del Basic Panel……...	69
24	Características del Arduino UNO……...	70
25	Etapas neumáticas y designación de controles eléctricos del proceso……	93
26	Entradas del PLC…….……	96
27	Salidas del PLC……..…….....	96
28	Memorias…….	96
29	Funciones de los pines del RS-232……..……...	104
30	Descripción costos SIEMENS……	129
31	Costos PLC……..	131
32	Costos pantalla táctil……...	132
33	Costos del sistema estructural……..……...	133
34	Costos del sistema neumático……..……...	134
35	Costos del sistema eléctrico-electrónico…….……	134
36	Resumen costos por sistemas…….…….	135
37	Costos indirectos de fabricación……..……...	136
38	Costos de producción…….…….	137
39	Costos del sistema estructural industrial…….……	137
40	Costos del sistema neumático industrial……..……	138
41	Costos del sistema eléctrico-electrónico industrial……..…..	138
42	Costos por sistemas…….	139
43	Costos de mano de obra……..……	139
44	Costos indirectos de fabricación industrial…….	139
45	Costos de producción industrial……..……	140
46	Codificación de los elementos…….……...	145
47	Límites de homogenización…….…...	149
48	Tiempo de ejecución de cada tarea……..…...	149

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Volumen de prestaciones de los dos productos……..…….	4
2	Lenguaje de programación KOP…….……	5
3	Lenguaje de programación FUP……..	5
4	Lenguaje de programación SCL…….…….....	6
5	Nomenclatura externa del PLC S7-1200…….……	8
6	Unidades complementarias de SIEMENS……..	9
7	Fuente de alimentación……..…….…….	10
8	CSM 1277 Compact Switch Module…….…….	10
9	Cable de expansión para módulos de señales……..……	11
10	Tipos de módulos de comunicación…….……...	11
11	Módulo de comunicación CM1241 (RS232)…….…….	12
12	Comunicación S7……..……..	13
13	Estandarización PROFINET y PROFIBUS……..……..	16
14	Comunicación punto a punto……..	16
15	Comunicación Modbus RTU……..……	17
16	Comunicación USS…….....	18
17	Requisitos para utilizar el protocolo USS……...	18
18	Comunicación Telecontrol a través de una central…..……...	19
19	Comunicación Teleservice……..	20
20	Conexión de interfaz serie……...	21
21	Ejemplo máquina clasificadora……...	22
22	Control de velocidad descentralizado……..……...	22
23	Indicadores de estado online……...	23
24	Funcionalidad de pantalla táctiles……...	25
25	Partes de la pantalla táctil KTP600…….	25
26	Control de seguidores solares con PLCs…….……	31
27	Conexión en red y cascada de accionamientos……..	32
28	Configuración del control compacto S7-1200……..……..	32
29	Proceso Arduino……..	35
30	Partes tarjeta Arduino…….……	35
31	Pulso de las E/S y PWM…….	36
32	Tipos de Arduino……	36
33	Programa Arduino……..	38
34	Tipos de lenguajes de programación……..…….	38
35	Estructura básica y código simple……...	39
36	Sensor magnético……	41
37	Tipos de sensores ópticos……	41
38	Descripción…….	41
39	Sensor inductivo……..……	42
40	Estado inicial del módulo de transporte con cilindro sin vástago…….……..	44
41	Diseño de la caja de control……..……..	52
42	Señalización y construcción de la caja de control……..…….	53
43	Nivelación y sujeción de las partes del módulo…….....	54
44	Montaje eléctrico caja de control……	56
45	Montaje en perfil DIN…….	58
46	Posición de la CPU y sus componentes……..……	59
47	Posición de montaje del PLC……..……	59
48	Entradas y salidas del autómata……..	60
49	Montaje del Basic Panel KTP 600……..	65
50	Conexión con la barra de equipotencialidad……...	66
51	Panel principal del Basic Panel……...	68

52 Tarjeta física Arduino UNO…… 70
53 Montaje de la tarjeta Arduino……. 72
54 Reductor de voltaje……. 72
55 Shields de conexión escalonadas…… 75
56 Diseño de la tarjeta para conectar al Arduino……. 76
57 Sistema de automatización……..…… 76
58 Pantalla de inicio……..……... 78
59 Selección de dispositivos y redes…… 78
60 Selección de CPU…….……... 79
61 Configuración del hardware…… 79
62 Dirección Ethernet…….. 79
63 CPU sin especificar……. 80
64 Carga de la CPU……..…… 81
65 Puerto PROFINET……..…… 81
66 Direcciones de los equipos…….. 83
67 Selección del panel KTP600 Basic PN……..……. 83
68 Selección del PLC……..……. 84
69 Seleccionar propiedades de la pantalla……... 85
70 Seleccionar las pantallas de alarmas…….…….……. 85
71 Configuración del número de pantallas……... 86
72 Seleccionar pantallas del sistema…… 86
73 Seleccionar los botones por defecto…… 87
74 Pantalla de usuario…….. 87
75 Transferir proyecto…….. 88
76 Cargar proyecto a la pantalla……... 88
77 Conexión PLC y HMI……. 90
78 Módulo de transporte sin vástago……... 91
79 Partes principales del módulo……. 91
80 Automatización del módulo de transporte sin vástago……... 93
81 Diagrama GRAFCET…….. 94
82 Crear proyecto……..……... 98
83 Información del proyecto ……..……..... 98
84 Primeros pasos……..…….. 99
85 Selección CPU (PLC)……..……... 99
86 Dirección IP……..…….. 100
87 Dispositivos accesibles…… 100
88 Interface creada……... 101
89 Editor de bloque y creación del Main……. 101
90 Instrucciones básicas y avanzadas…….. 102
91 Inicio del módulo…… 102
92 Subir_baja pinza, tomar pieza……. 103
93 Transportar y soltar pieza…… 103
94 Conexión RS-232……..….. 104
95 Comunicación punto a punto…….. 105
96 Icono Arduino……. 106
97 Programación Arduino……..…….. 106
98 Configuración IP pantalla……... 107
99 Pantalla de inicio……. 108
100 Pantalla de mandos…….. 108
101 Visualización del proyecto en OFF y ON……... 109
102 Panel de mando……... 110
103 Pulsadores de pantalla táctil…… 142
104 Modo automático……..…….. 143
105 Modo manual…….. 144
106 Formato de inventario……..…... 145

107 Diagnostico online del PLC con el TIA Portal V12……... 146
108 Opción online……..…… 147
109 Mantenimiento HMI…… 147
110 Sistema de mantenimiento HMI…….. 148
111 Programación y homogenización…….…….……..... 148
112 Homogenización del mantenimiento……... 148
113 Banco de tareas del módulo de comunicación…… 150
114 Banco de tareas del PLC-1200…… 151
115 Banco de tareas del Compact Switch……..…… 152
116 Banco de tareas de la fuente de poder ……..…….. 153
117 Banco de tareas de la pantalla táctil…… 154
118 Banco de tareas de la tarjeta Arduino…….…… 155
119 Ficha técnica Compact Switch…… 156
120 Ficha técnica fuente de poder……..…… 157
121 Ficha técnica KTP600 Basic Panel……..……... 158
122 Ficha técnica PLC S7-1200……..……... 159
123 Ficha técnica del módulo de comunicación RS-232……... 160
124 Ficha técnica tarjeta Arduino…….. 161
125 Ficha parámetros de funcionamiento…….. 162
126 Técnicas de seguridad para el equipo…….…… 163
127 Técnicas de seguridad para el operador…….. 164

LISTA DE ABREVIACIONES

PLC	Controlador lógico programable
CM	Módulo de comunicación
TIA	Automatización integrada totalmente
HMI	Interfaz hombre – máquina
KOP	Esquema de contactos
FUP	Bloques lógicos
SCL	Lenguaje de control estructurado
RAM	Memoria de acceso aleatorio
PID	Proporcional integral derivativo
CPU	Unidad central de procesamiento
E/S	Entradas/Salidas
CSM	Módulo compacto de interruptores
GPRS	Paquete general de servicio de radio
ASCII	Código estándar Estadounidense para el intercambio de información
LED	Diodo emisor de luz
UDP	Intercambio de datagrama
IP	elemento de comunicación/conexión
PtP	Punto a punto
USS	Serie universal
RTU	Unidad terminal remota
TCP	Protocolo de Control de Transmisión
WAN	Red de área amplia
GSM	Sistema Global para Móvil
SMS	Servicio de mensajes cortos
SMTP	Correo simple de transferencia de protocolo
RFID	Identificación por radiofrecuencia
PC/PPI	Computadora personal/Interfaz punto a punto
USB/PPI	Unidad de bus serial / Interfaz punto a punto
PC	Computadora personal
MCU	Unidad microcontroladora
UART	Transmisor-Receptor Asíncrono Universal
DMA	acceso directo a memoria
RxD	Recepción de datos
TxD	Transmisión de datos

EEPROM	Memoria de solo lectura borrable programable eléctricamente
SRAM	Memoria estática de acceso aleatorio
PWM	Modulación por ancho de pulsos
ARM	Ordenador con conjunto reducido de instrucciones
GPS	Sistema de posicionamiento global
LCD	Pantalla de cristal líquido
IDE	Entorno de desarrollo integrado
RTD	Detector de temperatura resistivo
NA	Normalmente abierto
NC	Normalmente cerrado
CP	Controlador programable
SCADA	Supervisión, control y adquisición de datos
AWG	Calibre de alambre estadounidense
TWI	Dos polos de interfaz
MAC	Control de acceso a los medios
LAN	Red de área local

LISTA DE ANEXOS

A	Detectores de posición
B	Relay
C	Tubo de plástico FESTO
D	Racor rápido FESTO
E	Cilindro de doble efecto
F	Válvulas solenoides 5/2 y 5/3 AIRTAC
G	Manifolds para válvulas AIRTAC
H	Silenciador en bronce AIRTAC

RESUMEN

El mejoramiento del módulo de transporte de cilindro sin vástago tiene como objetivo desarrollar conocimientos y destrezas en control y manipulación automática para que los técnicos puedan desenvolverse con tecnología de punta en áreas de automatización utilizando comunicación Ethernet.

El estudio inicia con un diagnóstico que permitió establecer el estado técnico del módulo, se determinó los cambios necesarios para actualizar el equipo. Se recomendó la utilización del autómata S7-1200, pantalla táctil, CM RS232 y tarjeta Arduino.

Con la finalidad de identificar las variables de conexión se diseñó el diagrama GRAFCET que sirvió de base en la programación, construcción y comunicación en red PROFINET entre el PLC S7-1200 y la pantalla táctil con la PC. Simultáneamente fue necesario enlazar la comunicación entre el CM RS232 y la tarjeta Arduino con la PC.

Establecidos los parámetros se utilizó el software TIA PORTAL para la programación del PLC y pantalla táctil que controlan el funcionamiento del módulo de transporte de cilindro sin vástago. Durante la prueba de funcionamiento se cumplió el objetivo de la investigación al comprobar en forma online que las variables del proceso se complementaron de forma adecuada.

El equipo posee LED`s en las tarjetas electrónicas que indican el estado de la variable del proceso, los mismos que se visualizan en la PC por medio de la conexión online. Es recomendable estar capacitado en los procesos de manejo y funcionamiento del equipo establecido en el manual de operación, seguridad y mantenimiento para poder disponer en largo tiempo del equipo automatizado que permite entrar a un nuevo proceso de enseñanza aprendizaje de calidad dirigido al mejoramiento continuo.

ABSTRACT

The objective of improving the transport module of rodless cylinder is to develop knowledge and skills about control and automatic handling for the technical staff are able to work with high-tech in areas of automation by using Ethernet.

The study starts with a diagnostic that allowed establishing the technical condition of the module. It determined necessary changes to update the equipment and it recommended the use of the automaton S7 -1200, touchscreen, CM RS232 and Arduino card.

With the porpose to identify the connection variables it designed the diagram GRAFCET that was used as a base of programming, construction and communication in the PROFINET network, among the PLC S7 -1200, touchscreen and the PC . Simultaneously it was necessary to linkup the connection among the CM RS232, the Arduino card and the PC.

After establishing the parameters it used the software TIA PORTAL for programming the PLC and touchscreen that control the operation of the transport module of rodless cylinder, and during the performance test the objective of the research was achieved when it checked out on line the variables of the processes were completed properly.

The equipment contains LED`s in the electronic cards shows the state of the variable of process that are displayed in the PC through the online connection. It is recommended to be trained in the operation and management processes of the equipment that are established in the operation, safety and maintenance manual to ensure durability of the automated equipment, which allows entering in a new quality teaching-learning process for a continuous improvement.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Antecedentes

La humanidad siempre ha tratado de facilitar el trabajo a través de la mecanización y la automatización. El nivel actual de la tecnología nos exige a seguir presentando nuevas formas de operar, manipular y mantener a todos los activos. En nuestra vida diaria nos percatamos de que los procesos productivos en las diversas ramas de la industria utilizan cada vez con mayor frecuencia, equipos complejos compuestos por sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos, los que interactúan entre sí para lograr que los sistemas productivos trabajen con mayor flexibilidad, versatilidad, seguridad y confiabilidad, así como un bajo consumo de energía; además estos equipos también deben facilitarnos la ejecución de las tareas de mantenimiento.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica cuenta con el Laboratorio de Control y Manipulación Automática, siendo éste de gran ayuda para los estudiantes permitiéndoles complementar y consolidar los fundamentos teóricos en ilustraciones prácticas.

El laboratorio de Control y Manipulación Automática desde su implementación se construyó para la realización de prácticas de los estudiantes de las escuelas pertenecientes a la Facultad de Mecánica, pero con el transcurso del tiempo los módulos, sistemas y dispositivos electrónicos van quedando obsoletos y desactualizados, en resumen dichos elementos van cumpliendo su vida útil.

Actualmente el laboratorio no está equipado con la tecnología moderna para el desarrollo y ejecución de las prácticas, ya que no cuenta con procesos automatizados y actualizados, es por eso que mediante el proceso de realización de tesis de los futuros profesionales se anhela mejorar los mecanismos de automatización del laboratorio de Control y Manipulación Automática.

1.2 Justificación

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuenta con el laboratorio de Control y Manipulación Automática donde se hallan módulos para que los estudiantes de los diferentes niveles realicen prácticas de laboratorio. Se ha comprobado la necesidad de simular procesos industriales, y con la ayuda del PLC SIMATIC S7-1200 y de la pantalla táctil; logramos de ésta manera ejecutar un verdadero proceso industrial, identificar señales y observar el comportamiento de los diferentes sistemas, haciéndolos más funcionales para los múltiples usos que se realizan en el laboratorio, desarrollando en los estudiantes mayores destrezas y habilidades.

El mejoramiento de los módulos del laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Facultad de Mecánica, permitirá brindar a los estudiantes una mejor formación académica y profesional en ésta importante área del mantenimiento. Además contribuirá a desarrollar aptitudes para poder solventar soluciones concernientes con la Confiabilidad, Manteniabilidad y Disponibilidad del módulo de transporte con cilindro sin vástago.

Dado que la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento no cuenta con los suficientes recursos para la renovación de los módulos y adquisición de los equipos para el laboratorio de Control y Manipulación Automática, resulta beneficioso que por medio de trabajos de investigación desarrollado por los estudiantes, se logren mejorar y adquirir los equipos para los módulos de automatización como aporte a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, a la Facultad de Mecánica y por ende la ESPOCH. A la vez, la implementación, mejoramiento y actualización de estos módulos permitirán enfrentar el proceso de acreditación de carreras de manera exitosa.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Mejorar el módulo de transporte con cilindro sin vástago mediante la implementación del PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil para el laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH¨.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Determinar el estado técnico actual del módulo.

Crear un interfaz hombre-máquina eficiente para el control del módulo.

Mejorar el estado del funcionamiento del módulo de transporte con cilindro sin vástago.

Establecer una comunicación del PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil.

Establecer un sistema de comunicación entre tarjeta Arduino y PLC SIMATIC S7-1200, mediante la utilización de un módulo de comunicación RS 232.

Construir una tarjeta electrónica de comunicación entre los equipos y el módulo con el fin de ahorrar espacio en el laboratorio.

Elaborar las guías de prácticas de laboratorio.

CAPÍTULO II

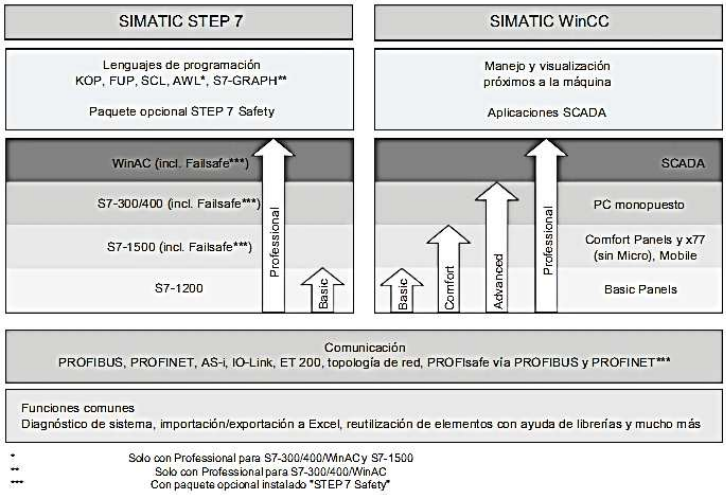
2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Definición del software SIMATIC STEP 7 TIA PORTAL V12

SIMATIC STEP 7 Basic (TIA Portal) es un subconjunto optimizado del software STEP 7 Professional Controller en el TIA Portal, apto tanto para la ingeniería de SIMATIC S7-1200 Micro Controller como para configurar SIMATIC HMI Basic Panels, puesto que WinCC Basic forma parte del paquete de software. 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. Por las funciones integradas y la configuración gráfica.
- Puesta en marcha rápida. Con la localización de errores a través del diagnóstico del sistema integrado, del seguimiento en tiempo real y las funciones online.
- Menor tiempo de parada. Por el mantenimiento a distancia, el diagnóstico con el servidor web y el Teleservice.
- Seguridad de las inversiones. Con la reutilización de componentes, librerías y la compatibilidad.

Figura 1. Volumen de prestaciones de los dos productos



Fuente: http://www.scribd.com/doc/148582354/Step-7-Basic-v12-Eses-Es-es

STEP 7 TIA PORTAL V12 ofrece un entorno cómodo que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, porque proporciona lenguajes de programación estándar que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control. (SiemensGlobalWebsite, 2014).

2.1.1 *Lenguajes de programación.* STEP 7 TIA PORTAL V12 ofrece los siguiente lenguajes de programación como:

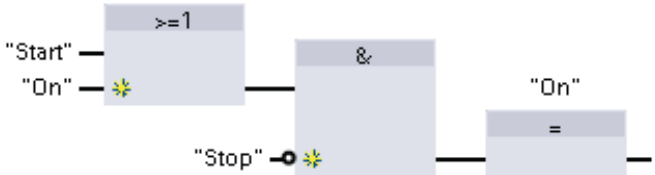
2.1.1.1 *KOP (esquema de contactos).* Es un lenguaje de programación gráfico donde su representación se basa en esquemas de circuitos. Los elementos de un esquema de circuitos se combinan para formar segmentos, para crear la lógica de operaciones complejas es posible insertar ramas para los circuitos paralelos. Las ramas paralelas se conectan directamente a la barra de alimentación.

Figura 2. Lenguaje de programación KOP

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

2.1.1.2 *FUP (diagrama de funciones).* Es un lenguaje de programación gráfico que se basa en los símbolos lógicos gráficos empleados en el álgebra booleana. Para crear la lógica de operaciones complejas, se debe insertar ramas paralelas entre los cuadros, las funciones matemáticas y otras operaciones complejas pueden representarse directamente en combinación con los cuadros lógicos.

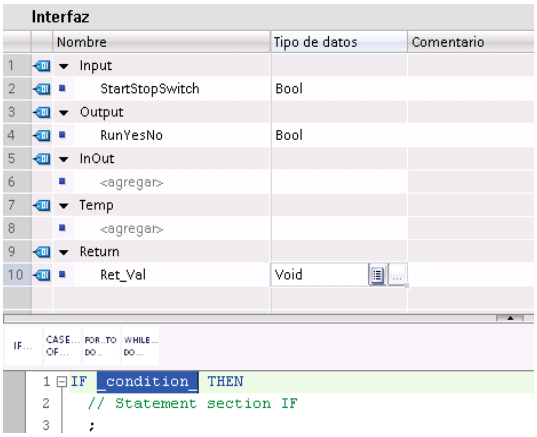
Figura 3. Lenguaje de programación FUP



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

2.1.1.3 *SCL (Structured Control Language).* El lenguaje de control estructurado es un lenguaje de programación de alto nivel basado en PASCAL para las CPU de SIMATIC S7. SCL soporta la estructura de bloques de STEP 7, también es posible incluir bloques de programa escritos en SCL con bloques de programa escritos en KOP y FUP.

Figura 4. Lenguaje de programación SCL



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

Las instrucciones de SCL emplean operadores de programación estándar, p. ej. Para funciones matemáticas (+ para suma, - para resta, * para multiplicación y / para división). SCL también utiliza operaciones de control de programa PASCAL estándar, tales como IF-THEN-ELSE, CASE, REPEAT-UNTIL, GOTO y RETURN. Para la correcta ejecución del programa STEP 7 TIA PORTAL V12 el ordenador a ser utilizado debe constar con los siguientes parámetros. (SIEMENS, 2012).

Tabla 1. Parámetros para el ordenador

Hardware/Software	Requisitos
Tipo de procesador	Pentium M, 1,6 GHz o similar
RAM	1 GB
Espacio en el disco duro	2 GB en la unidad de disco C:\
Sistemas operativos	• Windows XP Professional SP3 • Windows 2003 Server R2 StdE SP2 • Windows 7 Home Premium (solo STEP 7 Basic, no compatible con STEP 7 Professional) • Windows 7 (Professional, Enterprise, Ultimate) • Windows 2008 Server StdE R2
Tarjeta gráfica	32 MB RAM. Intensidad de color de 24 bits
Resolución de la pantalla	1024 x 768
Red	Ethernet de 20 Mbits/s o más rápido
Unidad óptica	DVD-ROM

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

2.1.2 *Aplicaciones del TIA PORTAL V12.* Siemens ofrece las siguientes aplicaciones:

- Programación del PLC: configuración y programación de controladores SIMATIC S7-1200, S7-300, S7-400, WinAC para controladores basados en PC y el nuevo S7-1500.
- La configuración del dispositivo y la red para los componentes de automatización.
- Diagnóstico y línea para todo el proyecto.
- Las funciones de movimiento y PID integrados de visualización.
- SIMATIC WinCC Basic para paneles SIMATIC Basic es parte del volumen de suministro.

2.1.3 *Novedades del TIA PORTAL V12.* Las novedades de Siemens son:

- Editores eficientes de programación, programación simbólica completa.
- Funciones en línea de fácil manejo. Detección de hardware, carga de software, ampliación de bloques durante el funcionamiento, simulación S7-1500, DL en RUN.
- Diagnóstico del sistema integrado. Concepto de visualización uniforme para STEP 7, pantalla de CPU, servidor web y HMI sin necesidad de configuración.
- Tecnología integrada. Objetos tecnológicos para las secuencias de movimiento y funciones de control PID. (SIEMENS, 2014).

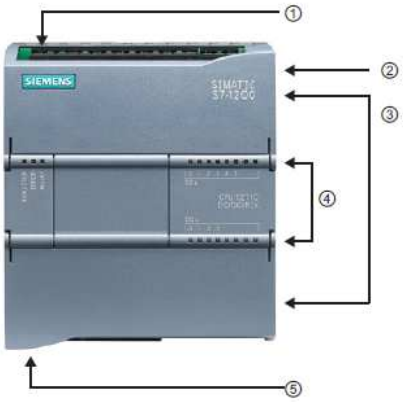
2.1.4 *Indicaciones de seguridad.* Siemens ofrece para su portafolio de productos de automatización y accionamientos, mecanismos de IT Security con el objeto de hacer más seguro el funcionamiento de la instalación o máquina. Por ello se recomienda que se realicen las actualizaciones de equipos. (SCRIBD, 2013).

2.2 Análisis del PLC SIMATIC S7-1200

El controlador Siemens S7-1200 es el sucesor del autómata S7-200 ofreciendo la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente

de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador.

Figura 5. Nomenclatura externa del PLC S7-1200



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

Tabla 2. Partes del PLC S7-1200

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

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

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 contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. (SIEMENS, 2012).

2.2.1 *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 (ver Figura 6).

2.2.1.1 *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.

Figura 6. Unidades complementarias de SIEMENS

Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

Tabla 3. Unidades complementarias de SIEMENS

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

Fuente: Autores

2.2.1.2 *Señales integradas.* Un Módulo de Señales Integradas de Siemens puede enchufarse directamente a una CPU. De éste modo pueden adaptarse individualmente las CPU, añadiendo E/S digitales o analógicas sin tener que aumentar físicamente el tamaño del controlador (ver Figura 6).

2.2.1.3 *Fuente de alimentación.* En Siemens las minifuentes de alimentación compactas alimentan módulos lógicos con entradas de 12V o 24V, ofrecen mucha potencia, el buen rendimiento en todo el rango de carga y la reducida disipación en vacío. Debido al perfil plano y escalonado como los módulos LOGO!, las fiables fuentes de alimentación pueden integrarse con gran flexibilidad (ver Figura 7).

2.2.1.4 *Módulos de comunicación.* Puede ampliarse hasta con 3 módulos de comunicación de Siemens, ésta 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. La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Con los Módulos y procesadores de

comunicaciones, puede agregar las interfaces adecuadas para satisfacer sus necesidades de comunicación.

- Los módulos de comunicación RS232 y RS485 proporcionan comunicación Punto a Punto USS y Modbus RTU, basadas en caracteres (ver Figura 6).
- El módulo de comunicación PROFIBUS permite la comunicación PROFIBUS.
- El procesador de comunicación GPRS proporciona soporte para la monitorización.

Figura 7. Fuente de alimentación

Fuente: http://www.automation.siemens.com/mcms/power-supply-sitop/es/logo-power/Pages/Default.aspx

2.2.1.5 *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. Éste conmutador de 4 puertos le permite conectar hasta 3 dispositivos adicionales de Ethernet a la estación de control S7-1200.

Figura 8. CSM 1277 Compact Switch Module

Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

2.2.1.6 *Cable de expansión para módulos de señales.* Siemens facilita el cable de expansión de 2m, donde es posible montar la CPU y los módulos de señales en dos filas separadas. Esto proporciona una mayor flexibilidad durante la configuración e instalación.

Figura 9. Cable de expansión para módulos de señales

Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

2.2.2 *Comunicación.* Los equipos de comunicación de Siemens para comunicarse con una programadora (CPU) dispone 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.

Figura 10. Tipos de módulos de comunicación

Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

La familia S7-1200 ofrece una variedad de opciones de comunicación a todos 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, 2012).

2.2.2.1 *Análisis del módulo de comunicación RS232.* El módulo de comunicación de Siemens nos ofrece:

a) Sinopsis

- Para un intercambio de datos serie rápida y eficaz a través de una conexión punto a punto.
- Protocolos implementados: ASCII, protocolo del acciona-miento USS, Modbus RTU.
- Protocolos adicionales recargables.
- Parametrización sencilla con STEP7 Basic.

Figura 11. Módulo de comunicación CM1241 (RS232).

Fuente: http://es.scribd.com/doc/74790916/Módulo-de-comunicacion

b) Diseño. Los Communication Modules CM 1241 presentan las mismas características de diseño que los equipos básicos:

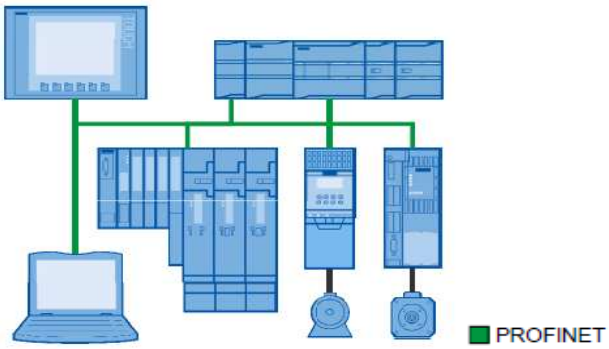
- Fijación sobre perfil normalizado. Los módulos se abrochan sobre el perfil a la derecha de la CPU.

- Fijación directa. Montaje vertical u horizontal en perfil normalizado mediante orificios de montaje integrados. Los Communication Modules disponen de LEDs de estado para la indicar "envío", "recepción" y "fallo". (SCRIBD, 2009).

2.2.2.2 *Comunicación interfaz PROFINET integrada*. 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, 2012).

Figura 12. Comunicación S7



Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

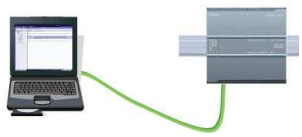
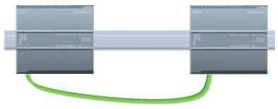
a) Diagnósticos. Los diagnósticos consistentes de PROFINET hace posible obtener una visión general del estado de una máquina o instalación en el menor tiempo posible. Toda la información se puede acceder de forma fácil y rápida, de ahí que son capaces de reducir los tiempos de parada de hasta un 50 %.

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 31,25µs con la transferencia sin restricciones de datos estándar en paralelo.

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 4. 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 PROFINET todo dispositivo debe tener también una dirección IP
Comunicación con dispositivos HMI.		Es preciso configurar direcciones IP para el HMI y la CPU.
Comunicación entre PLCs.		Una CPU puede comunicarse con otra CPU utilizando las instrucciones TSEND_C y TRCV_C.

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

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

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. (SIEMENS, 2012) (ver Tabla 5).

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. (PROFIBUS&PROFINETInternational, 2010) (ver Figura 13).

Tabla 5. Formas de comunicación PROFIBUS del PLC S7-1200

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

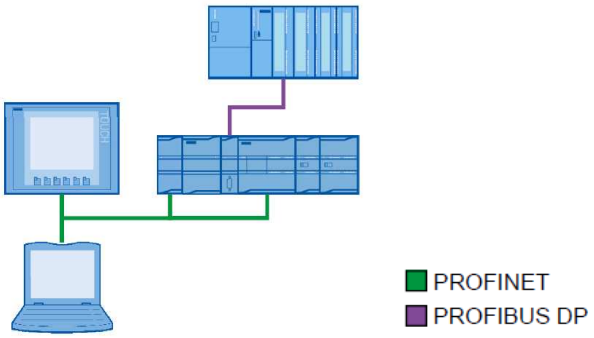
Fuente: SIMATIC Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema, Siemens AG

c) *Asignar la dirección PROFIBUS.* En Siemens una red PROFIBUS; a cada dispositivo se le asigna una dirección PROFIBUS. Ésta dirección tiene un rango de 0 a 127, con las excepciones siguientes:

- Dirección 0: Reservada para la configuración de red 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.

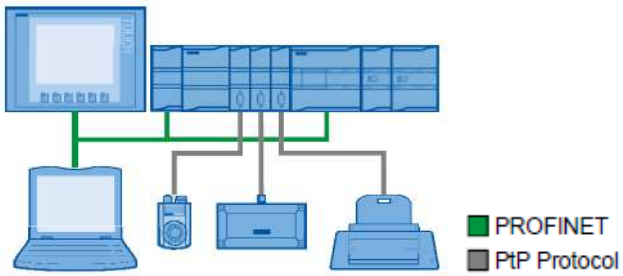
Figura 13. Estandarización PROFINET y PROFIBUS



Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

2.2.2.4 *Comunicación Punto-a-Punto.* Siemens facilita los módulos de comunicación RS232 y RS485 que soportan comunicación Punto-a-Punto (PtP) para protocolos serie basados en caracteres.

Figura 14. Comunicación punto a punto



Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

Máxima libertad y flexibilidad nos ofrece mediante las instrucciones de comunicación punto a punto en el programa de usuario. Ésta comunicación permite una gran variedad de posibilidades:

- La capacidad de enviar información directamente a un dispositivo externo.
- La capacidad de recibir información de otros dispositivos.

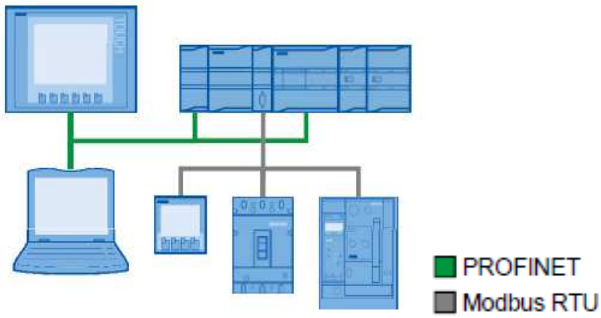
- La capacidad de intercambio de información, envío y recepción de datos, con otros dispositivos.

a) *Programar la comunicación PtP*. STEP 7 ofrece instrucciones avanzadas que permiten al programa de usuario establecer comunicaciones punto a punto utilizando un protocolo diseñado y definido en el programa de usuario. Éstas instrucciones se dividen en dos categorías, a saber:

- Instrucciones de configuración.
- Instrucciones de comunicación.

2.2.2.5 *Comunicación Modbus RTU.* Siemens presenta las instrucciones Modbus S7-1200 que puede comunicarse como maestro o esclavo Modbus con los dispositivos que soportan el protocolo Modbus RTU. Modbus RTU (Remote Terminal Unit) es un protocolo de comunicaciones en red estándar que utiliza conexiones eléctricas RS232 o RS485 para transferencia serie de datos entre dispositivos de red Modbus.

Figura 15. Comunicación Modbus RTU.



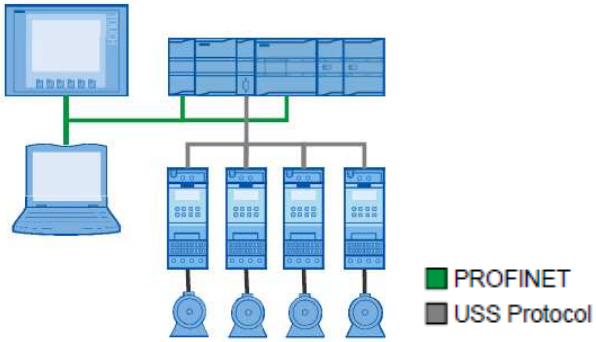
Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

a) *Comunicación Modbus TCP*. Modbus TCP (Transmission Control Protocol) es un protocolo de comunicaciones en red estándar que usa el conector PROFINET de la CPU para comunicaciones TCP/IP.

2.2.2.6 *Comunicación de interfaz serie universal USS.* Las instrucciones USS de Siemens controlan el funcionamiento de accionamientos motorizados que soportan el

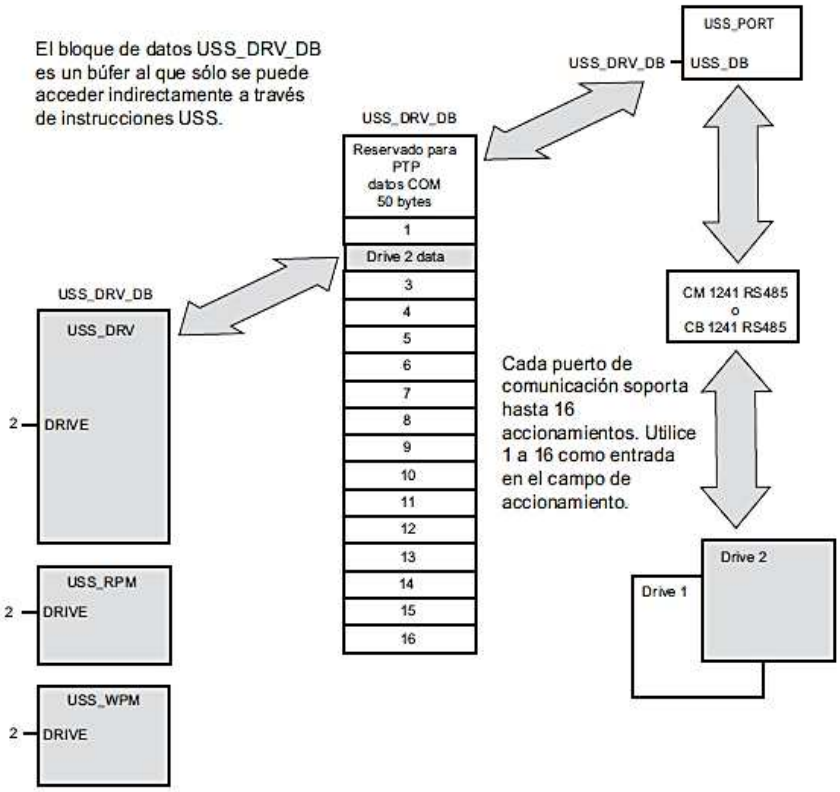
protocolo interfaz serie universal (USS). El protocolo USS utiliza una red maestro-esclavo para una comunicación vía bus serie.

Figura 16. Comunicación USS



Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

Figura 17. Requisitos para utilizar el protocolo USS



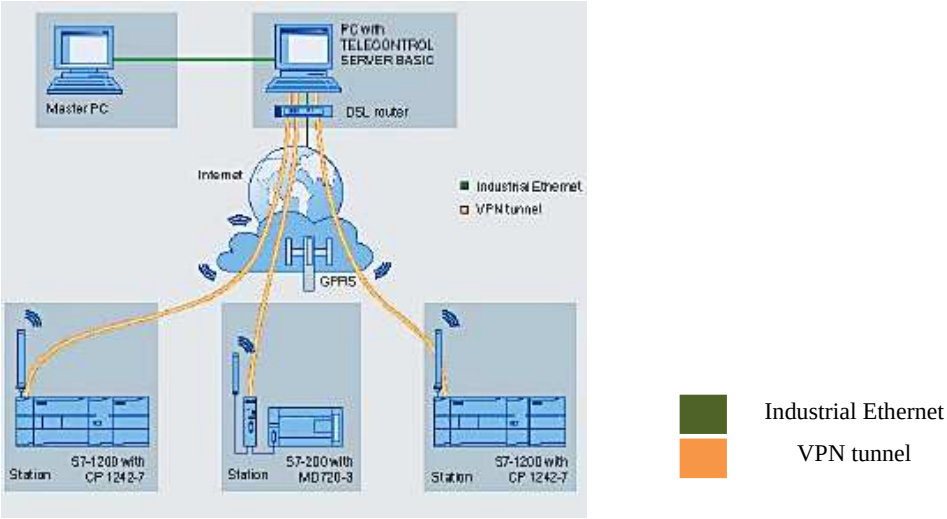
Fuente: SIMATIC Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema, Siemens AG

El maestro utiliza un parámetro de dirección para enviar un mensaje a un esclavo seleccionado. Un esclavo jamás puede transmitir sin primero haber recibido una petición correspondiente, la comunicación USS funciona en modo semidúplex.

a) *Requisitos para utilizar el protocolo USS.* Todos los accionamientos (máx. 16) conectados a un solo puerto RS485 pertenecen a una misma red USS. Todos los accionamientos conectados a otro puerto RS485 pertenecen a diferentes redes USS (ver Figura 17).

2.2.2.7 *Comunicación Telecontrol.* Junto al procesador de comunicación de Siemens (GPRS), el S7-1200 CPU soporta aplicaciones sencillas de telecontrol para el monitoreo y control de estaciones distribuidas utilizando el servicio general de radio por paquetes (GPRS).

Figura 18. Comunicación Telecontrol a través de una central



Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

a) *Comunicación WAN basada en IP a través de GPRS.* Con ayuda del procesador de comunicación CP 1242-7 se puede conectar la S7-1200 a redes GSM. El CP 1242-7 hace posible la comunicación vía WAN de estaciones remotas con una central así como la comunicación cruzada entre estaciones. La comunicación cruzada entre estaciones sólo es posible a través de la red GSM. Para la comunicación de una estación remota con un puesto de control central se tiene que disponer de un PC con conexión a Internet en la central. El CP 1242-7 da soporte a los siguientes servicios para la comunicación a través de la red GSM:

- GPRS (General Packet Radio Service). El servicio de transmisión de datos orientado a paquetes "GPRS" se desarrolla a través de la red GSM.

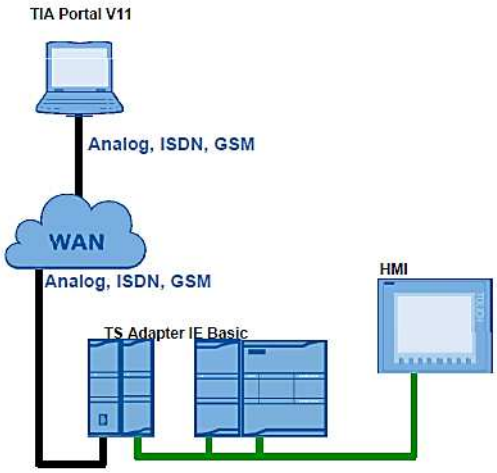
- SMS (Short Message Service). El CP 1242-7 puede recibir y enviar mensajes en forma de SMS. El interlocutor de comunicación puede ser un teléfono móvil o una S7-1200.

2.2.2.8 *Comunicación Teleservice.* El TS Adapter IE Basic de Siemens tiene una selección de TS Modules para diversas tecnologías de comunicación.

a) *La instrucción TM_MAIL.* Envía un mensaje de correo electrónico mediante SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) sobre TCP/IP a través de la conexión Industrial Ethernet de la CPU.

b) *Conexión telefónica.* Es necesario configurar los parámetros de IE del adaptador de TS para llamadas salientes con el fin de conectarse con el servidor de acceso telefónico de su proveedor de servicios de Internet. (SIEMENS, 2012).

Figura 19. Comunicación Teleservice



Fuente:https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

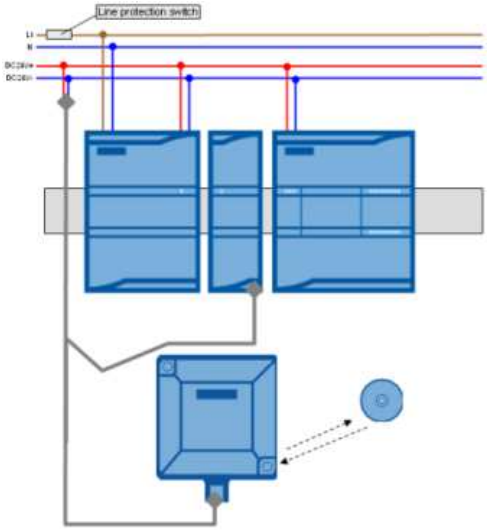
2.2.3 *Aplicaciones básicas.* El SIMATIC S7-1200 de Siemens es un controlador de lazo abierto y lazo cerrado de control de tareas en la fabricación de equipo mecánico y la construcción de la planta. Su campo de aplicación se extiende desde la sustitución de los relés y contactores hasta tareas complejas de la automatización en las redes y en las estructuras de distribución. El S7-1200 también se abre cada vez más ámbitos en los que

la electrónica especial ha sido desarrollada previamente por razones económicas. (SIEMENS, 2012).

2.2.3.1 *Ejemplos*

1. *Lectura y tratamiento de datos RFID con SIMATIC S7-1200 y un lector SIMATIC RF260 con interfaz RS422/RS232.* Un lector SIMATIC RF260 de Siemens se debe acoplar a un control SIMATIC S7-1200 a través de su interfaz serie. Con ayuda del equipo RFID, se leen y escriben informaciones en la memoria de datos móvil de los equipos. El objetivo es identificar de forma fiable objetos con portadores de datos incorporados y los datos guardados de estos objetos ponerlos a disposición de los siguientes pasos del proceso.

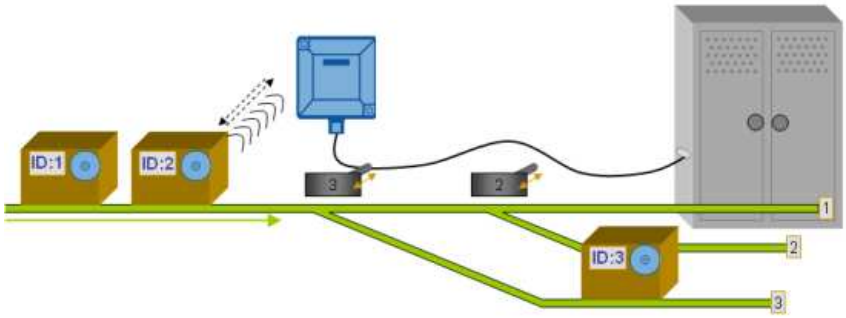
Figura 20. Conexión de interfaz serie



Fuente:http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=38471716&caller=view

Para poder mostrar mejor las funciones y características necesarias de la tarea de automatización, se utiliza un ejemplo de aplicación con una máquina clasificadora. Éste ejemplo de configuración X16 sirve de ayuda para resolver las tareas representadas. El enfoque de todo ello está en los bloques de librería disponibles, que posibilitan la comunicación entre el control S7-1200 y el equipo RFID. (SiemensGlobalWebsite, 2013) (ver Figura 21).

Figura 21. Ejemplo máquina clasificadora

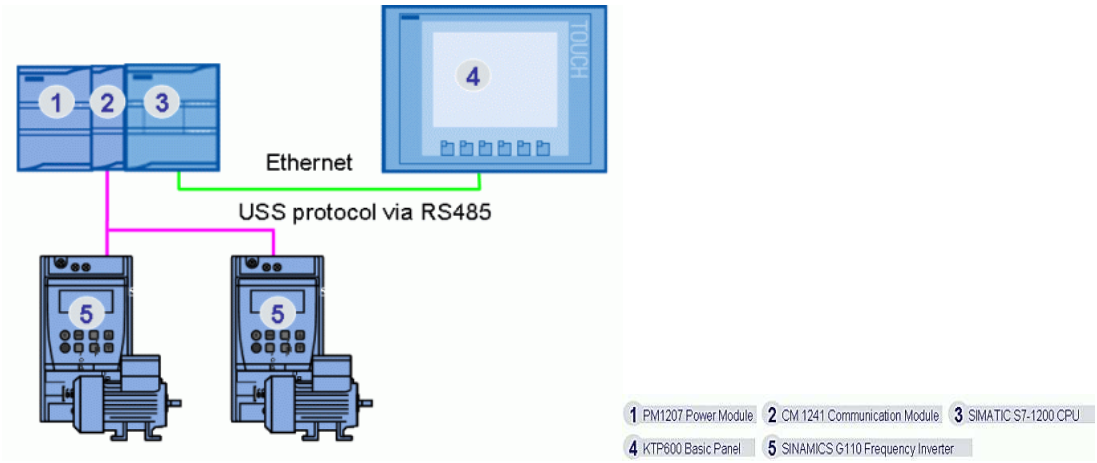


Fuente:http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=38471716&caller=view

2. *Control de velocidad descentralizado de un accionamiento mediante el protocolo USS (CE-X11).* Dos motores asíncronos, cada uno de ellos conectado a un convertidor de frecuencia SINAMICS G110, se han de controlar mediante un controlador S7-1200 a través del módulo de comunicación CM1241 (RS485). La comunicación entre el controlador y el convertidor de frecuencia se realiza por medio del protocolo USS.

Para la visualización y el funcionamiento se usa un panel táctil KTP600 que se conecta al controlador S7-1200 a través de una conexión Ethernet. STEP 7 Basic V12 se usa como herramienta de configuración para el programa de control y del HMI. (SiemensGlobalWebsite, 2012).

Figura 22. Control de velocidad descentralizado



Fuente:http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=40157517&caller=view

2.2.4 *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 (ver Tabla 6).

- 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.

Figura 23. Indicadores de estado online

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

Tabla 6. 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 diagnóstico 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. (SIEMENS, 2012) (ver Tabla 6).

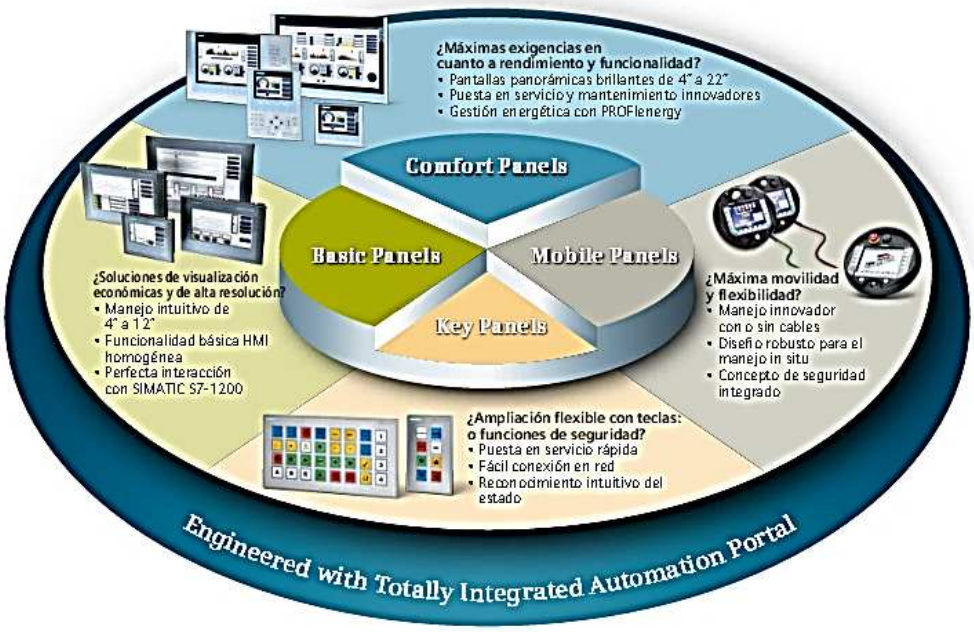
2.3 Análisis de pantalla táctil

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, 2011).

a) *Funcionalidad homogénea en todos los tamaños de pantalla.* La funcionalidad del hardware es idéntica dentro 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 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 preconfigurados y listos para montar.

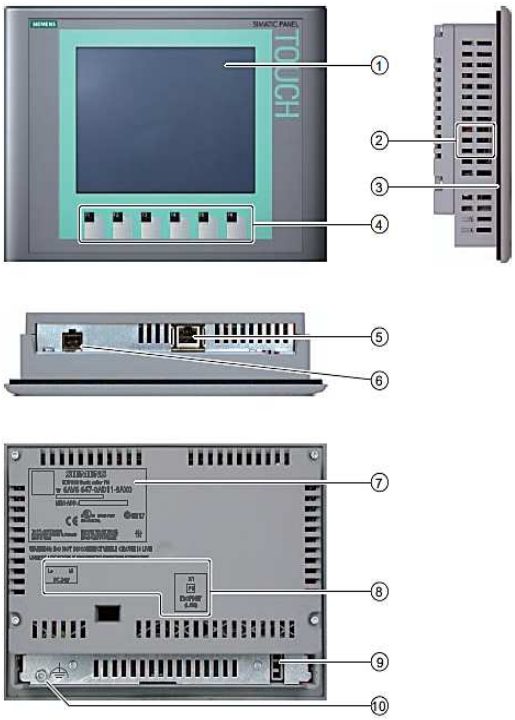
Figura 24. Funcionalidad de pantallas táctiles



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

b) *Componentes del KTP600 DP Basic.* Los paneles de control marca Siemens están conformados por:

Figura 25. Partes de la pantalla táctil KTP600



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

Tabla 7. Partes de la pantalla táctil KTP600

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

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.

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 Confort 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 intuitivos de la máquina con opciones totalmente nuevas.

4. *Funcionalidad punta en toda la gama.* Los Comfort Panels 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.

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 7in 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 DP. 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. El cable PC/PPI es necesario para actualizar el sistema operativo con la función restablecer configuración de fábrica. El cable se puede utilizar además para transferir datos.
- Cable USB/PPI. El cable 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).

2.3.1 *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 preprogramados, bloques gráficos reutilizables, herramientas inteligentes, hasta incluso la traducción de textos automatizada para proyectos multilingües.

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 los datos. Al crear un bloque lógico, se debe seleccionar el lenguaje de programación que empleará dicho bloque. El programa de usuario puede emplear bloques lógicos creados con cualquiera de los lenguajes de programación. (SIEMENS, 2011).

2.3.1.1 *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. Ésta tarjeta puede utilizarse asimismo para transferir un proyecto a otro equipo.

2.3.1.2 *Interfaces integradas.* Los Comfort Panels 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 7in disponen de un switch Ethernet de 2 puertos, a partir de 15in disponen además de una interfaz PROFINET Gigabit.

2.3.1.3 *Modos de operación.* El panel de operador puede adoptar los modos de operación siguientes:

1. *Modo de operación "Offline".* En éste modo de operación no existe comunicación entre el panel de operador y el autómata.
2. *Modo de operación "Online".* En éste modo de operación existe una conexión de comunicación entre el panel de operador y el autómata.
3. *Modo de operación "Transfer".* En éste modo de operación se puede p. ej. 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.

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

Tabla 8. Transferencia de datos entre panel y PC

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

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

2.3.1.4 *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).

2.3.2 *Aplicaciones básicas*

2.3.2.1 *Aplicación en entornos industriales.* El panel de operador está diseñado para ser utilizado en entornos industriales. Para ello cumple las siguientes normas:

- Requisitos de emisión de perturbaciones EN 61000-6-4: 2007.
- Requisitos de inmunidad a las interferencias DIN EN 61000-6-2:2005.

En caso de utilizar el panel de operador en entornos residenciales, hay que asegurar la clase de valor límite según EN 55011, en lo que respecta a la emisión de interferencias. Los productos SIMATIC a medida del cliente pueden equiparse con características adicionales para el uso en determinados sectores de la industria.

- Energías renovables.
- Industria del automóvil.
- Construcción de máquinaria en general.
- Industria de alimentación y bebidas, industria farmacéutica.
- Petróleo y gas, química y construcción naval. (SIEMENS, 2011).

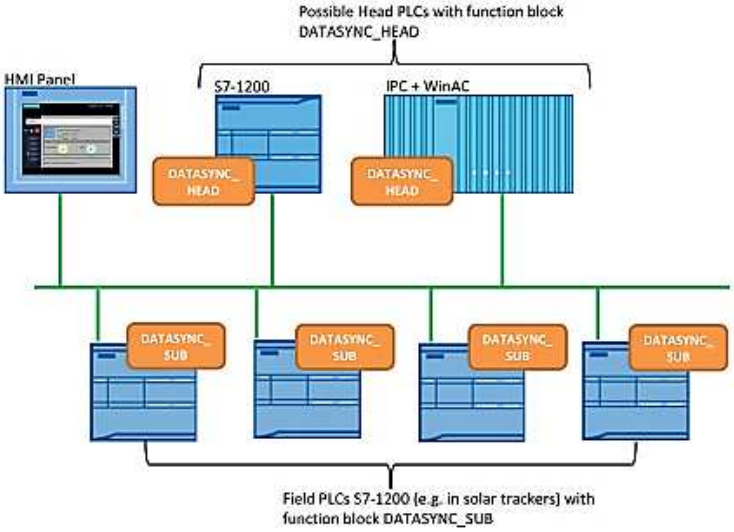
2.3.2.2 *Ejemplos de aplicación*

1. *MAESTRO-ESCLAVO: Sincronización de datos sobre comunicación abierta entre múltiples equipos de campo (S7-1200) y un PLC de cabecera (S7-1200/WinAC).* Para tareas de sincronización y el intercambio de información de estado y control entre un PLC de cabecera y varios PLCs de campo, es necesaria una comunicación cíclica de alto rendimiento.

El ejemplo de aplicación se demuestra con un modelo concreto, el control de seguidores solares. La expresión seguidor solar significa sistemas de energía solar que se pueden

posicionar conforme con la posición del sol para asegurar la mejor captura de energía posible.

Figura 26. Control de seguidores solares con PLCs



Fuente:http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=39040038&caller=view

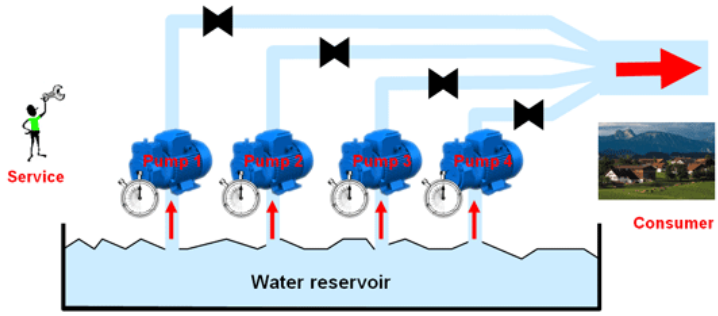
En el ejemplo, se usa una CPU S7-1200 como PLC de campo. Para el PLC de cabecera, ésta solución emplea dos tipos de equipos, un controlador S7-1200 y un S7-300/400/ IPC con WinAC. (SiemensGlobalWebsite, 2013).

2. *Conexión sencilla en red y en cascada de accionamientos*

a) *Tarea de automatización.* Un consumidor de agua debe ser suministrado con agua, en función de sus necesidades, a través de 4 bombas. 4 motores asíncronos accionan una bomba cada uno. Bajo la suposición de que cada uno puede proporcionar una potencia del 100%, si se ponen en cascada las 4 bombas se podrían disponer de una potencia del 400%.

Por medio de la conexión o desconexión de las bombas, teniendo en cuenta los tiempos de servicio, se debería disponer de una carga homogénea en las bombas. La potencia de flujo de una bomba liberada para su mantenimiento, debería ser asumida por una bomba con capacidad libre (ver Figura 27).

Figura 27. Conexión en red y cascada de accionamientos

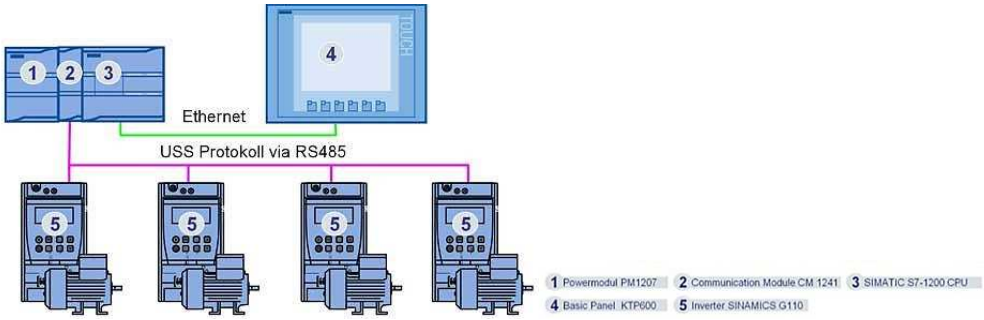


Fuente:http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=37604154&caller=view

b) *Solución de automatización*. El control de 4 motores asíncronos se realiza con un convertidor de frecuencia del tipo SINAMICS G110 cada uno.

Para minimizar el coste de cableado entre el módulo de comunicación CM 1241/S7-1200 y el convertidor de frecuencia, se seleccionó el convertidor de frecuencia SINAMICS G110 con una interface de bus integrada (RS485 con protocolo USS). De ésta forma, los 4 convertidores de frecuencia se pueden controlar a través de una CPU 1214C / S7-1200. (SiemensGlobalWebsite, 2009).

Figura 28. Configuración del control compacto S7-1200



Fuente:http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=37604154&caller=view

2.3.3 *Herramientas del programa*

2.3.3.1 *La máxima eficacia de configuración.* WinCC (TIA Portal) 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.

a) 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).

b) 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.

c) Librerías para objetos de ingeniería

- Almacenamiento de todos los objetos de ingeniería, predefinidos o de creación propia.
- Los bloques para visualización pueden componerse de forma personalizada para un cliente o proyecto a partir de objetos gráficos simples.

d) 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.

e) Migración de proyectos HMI ya existentes

- Traslado completo de datos a proyectos de WinCC flexible. (SIEMENS, 2014).

2.3.3.2 *Fase de configuración.* Para visualizar procesos de trabajo automatizados se crea un proyecto mediante configuración. La fase de configuración va seguida de la fase de control del proceso.

1. *Fase de control del proceso.* Para utilizarlo en el control del proceso, el proyecto debe transferirse al panel de operador.
2. *Transferir el proyecto al panel de operador.* Un proyecto se puede transferir a un panel de operador mediante una transferencia desde el PC de configuración o de la restauración de los datos.
3. *Primera y siguiente puesta en marcha.* La primera puesta en marcha se diferencia de las siguientes puestas en marcha en lo siguiente:

- En la primera puesta en marcha, el panel de operador no contiene ningún proyecto.
- En la siguiente puesta en marcha se sustituye un proyecto existente en el panel de operador. (SIEMENS, 2011).

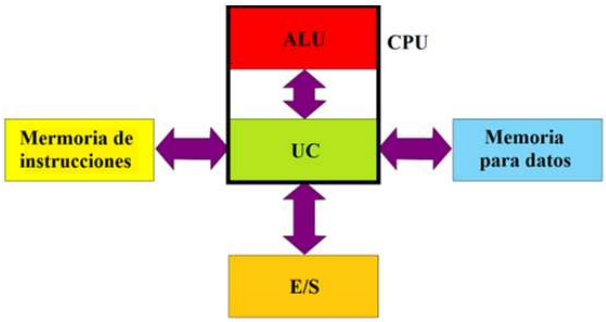
2.4 Análisis de la tarjeta Arduino

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. 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 de desarrollo Arduino (basado en Processing). El software puede ser descargado de forma gratuita, los ficheros de diseño de referencia (CAD) están disponibles bajo una licencia abierta.

2.4.1 *¿Qué es un 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 periféricos 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.), UARTs (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter). Por su versatilidad están presentes en muchos aparatos cotidianos, incluso en las máquinas y robots industriales.

Figura 29. Proceso Arduino

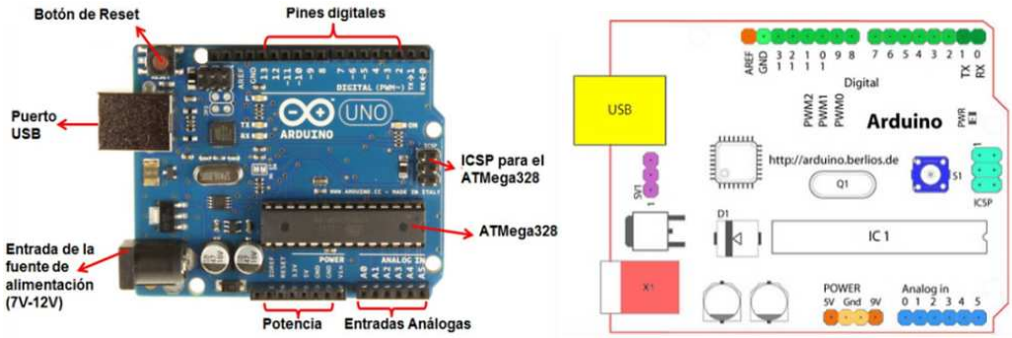


Fuente: http://architecnologia.blogspot.com.es/2013/09/curso-practico-gratuito-y-sencillo-de.html

2.4.2 *¿Qué es Arduino?.* Es una plataforma de hardware libre, en el mercado existen diversos productos. Unos son oficiales y otros son no oficiales, lo que varía de uno a otro, a parte del precio, son las características del microcontrolador, el número de plantillas digitales, entradas analógicas disponibles, cantidad de memoria, etc.

2.4.3 *Partes de la tarjeta Arduino.* Para que funcione necesitamos la placa de Arduino, un cable USB para conectarla al PC, el software de desarrollo, una fuente de alimentación y los periféricos, sean analógicos o digitales.

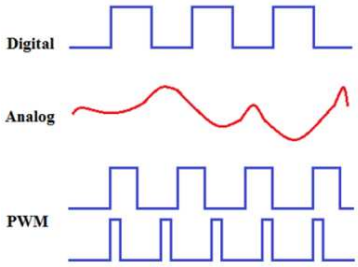
Figura 30. Partes tarjeta Arduino



Fuente: http://architecnologia.blogspot.com.es/2013/09/curso-practico-gratuito-y-sencillo-de.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 31. Pulso de las E/S y PWM

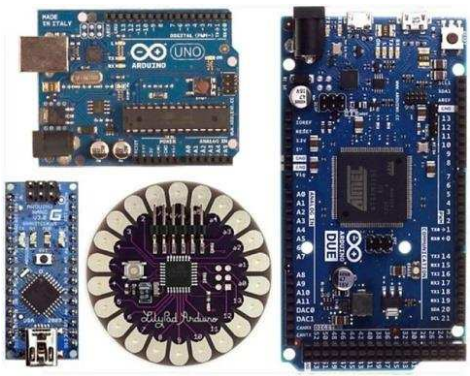


Fuente: http://architecnologia.blogspot.com.es/2013/09/curso-practico-gratuito-y-sencillo-de.html

El microcontrolador transforma esos valores en formato binario para trabajar internamente con ellos. Para ello emplea un código de 10 bits, oscilando entre 0 y 1023 para representar los posibles valores entre 0 y 5V. Otro pin es AREF, que proporciona un voltaje de referencia para los pines analógicos. Rx es para recibir y Tx para transmitir datos a través de un puerto serie TTL. Reset es capaz de resetear la memoria del microcontrolador.

2.4.3.1 *Tipos de Arduino.* Algunas de las versiones oficiales de placas son: Leonardo, Uno, Due, Mega, Flo, Nano, LilyPad, Pro, Esplora, Micro, entre las más conocidas.

Figura 32. Tipos de Arduino



Fuente: http://architecnologia.blogspot.com.es/2013/09/curso-practico-gratuito-y-sencillo-de.html

Tabla 9. Características de las tarjetas Arduino

Modelo de placa Arduino	Características
UNO	Con un microcontrolador ATmega328P a 16MHz, puerto USB, alimentación de 5 voltios, SRAM de 2Kb, 32Kb de flash, 1Kb de EEPROM, 14 pines digitales, y 6 con PWM, así como 6 salidas analógicas.
DUE	Microcontrolador AT91SAM3X8E basado en ARM a 84MHz, alimentación de 3.3 voltios, flash de 512 Kb, SRAM de 96 Kb y no contiene EEPROM. Las entradas digitales ascienden a 54, 12 con PWM y las analógicas son 12.
MEGA	Un microcontrolador ATmega 2560 a 16MHz, alimentación de 5 voltios, 4Kb de EEPROM, 8 Kb de SRAM y 256Kb de flash. Las entradas digitales son iguales al Due, solo que posee dos más con PWM y 16 analógicas.
LILYPAD	Microcontrolador ATmega328V a 8MHz, alimentación de 5.5 voltios, 16 Kb de flash, 0.5 de EEPROM y 1 de SRAM. Las entradas digitales son 14, 6 con PWM y 6 analógicas. Lo más peculiar es su reducido tamaño y que la placa es flexible.

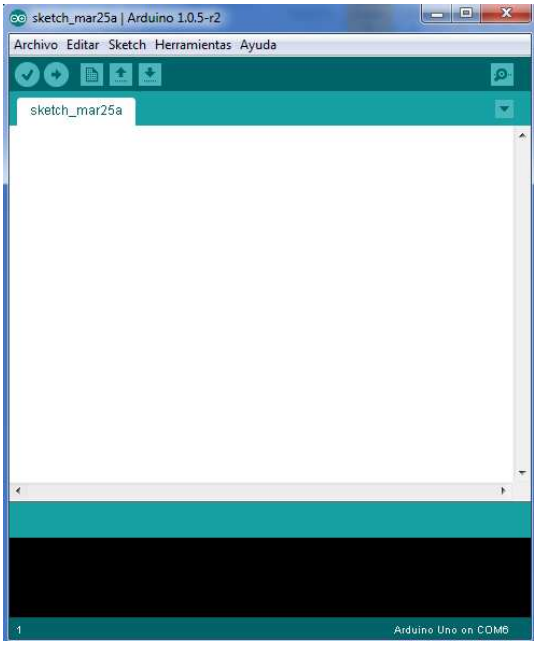
Fuente: http://architecnologia.blogspot.com.es/2013/09/curso-practico-gratuito-y-sencillo-de.html

Por otro lado también existen los accesorios (shields), que son placas o componentes para complementar la placa Arduino. Entre los shields podemos encontrar dispositivos GPS, placas Ethernet, pantallas LCD, breadboard o protoboard, tarjetas basic I/O, cámaras, bluetooth, etc (ver Tabla 9).

2.4.3.2 *Software de desarrollo.* Para que un microcontrolador cumpla las funciones, tan solo hay que crear un programa y colocarlo en la memoria del microcontrolador para que comience a ejecutarlo. Para crear éste código fuente se necesita un compilador y otros elementos que se integran en un IDE (Integrated Development Environment). El entorno de desarrollo integrado gratuito de la plataforma es Arduino IDE, compatibles con Linux, Windows y Mac OS X.

La ventana de Arduino IDE consta de la barra de menú arriba, unos botones de acceso rápido bajo el menú, la zona en blanco es el editor de texto donde se escribe el código, la zona verdosa es el área de mensajes y finalmente existe una zona negra que representa la consola. En el menú herramientas, se puede seleccionar el tipo de placa que se utiliza, así como el tipo de programador y puerto serial. Solo si se relaciona los valores adecuados, el programa o codigo fuente (sketch) se transfiere correctamente al hardware (ver Figura 33).

Figura 33. Programa Arduino



Fuente: Autores

2.4.4 *Comunicación*

2.4.4.1 *Lenguaje de programación.* Es un lenguaje artificial con el que se puede dar instrucciones o diseñar procesos. Existen lenguajes de alto nivel (Arduino, C, C++, Java, Python, etc.) y bajo nivel (ASM o ensamblador y código máquina). Los de alto nivel son más fáciles y entendibles para los humanos, ya que tienen una estructura sintáctica similar a la que empleamos en nuestro lenguaje. Los de bajo nivel ejercen un control directo sobre el hardware y están estrechamente relacionados con la estructura o arquitectura del mismo, pero son dificiles por ser representados por código binario.

Figura 34. Tipos de lenguajes de programación

Fuente: http://architecnologia.blogspot.com.es/2013/09/curso-practico-gratuito-y-sencillo-de.html

2.4.4.2 *Lenguaje Arduino.* El lenguaje Arduino (Arduino Programming Language) es un lenguaje de programación de alto nivel similar a otros lenguajes de programación, pero muy sencillo y fácil de aprender. Se basa en Wiring, una plataforma de código abierto que a su vez se apoya sobre el lenguaje de programación Processing (ver Figura 34).

2.4.5 *Herramientas de la tarjeta Arduino*

1. *Estructura de un programa.* Un programa Arduino debe constar de unas partes fundamentales, como las estructuras de preparación y ejecución, las sentencias, etc. El código fuente debe cumplir una serie de condiciones para considerarlo óptimo, que son:

- La sintaxis debe ser correcta. No debe haber errores.
- Debe estar correctamente escrito.

Figura 35. Estructura básica y código simple

```
/* ESTRUCTURA BÁSICA DE UN SKETCH*/

//Inclusión de librerías

//Definición de variables

void setup() {
    //Configuración de la placa y pines necesarios
}

void loop() {
   //Bucle principal para la ejecución periódica de instrucciones
}

void function() {
   /*Funciones personales que pueden ser llamadas desde distintos
   puntos del sketch*/
}
```

```
/*Ejemplo es un simple programa que sirve para
crear un bucle que genera una frecuencia
de 320Hz en el pin digital 8*/
void setup()     // Esta estructura es la de preparación
{
}

void loop()     //Mientras que esta es la de ejecución
{
tone(8, 320);
}
```

Fuente: http://architecnologia.blogspot.com.es/2013/09/curso-practico-gratuito-y-sencillo-de.html

- El código fuente debe ser lo más claro posible, si es necesario añadir comentarios aclarativos. Esto facilitará su lectura y desarrollo posterior (ver Tabla 10).

La eficiencia es otro punto primordial. Varios códigos pueden éstar correctos y realizar adecuadamente la tarea para la que han sido programados, pero puede que algunos no lo hagan de la forma mas eficiente. (PERALTA, 2013).

Tabla 10. Ejemplos válidos para una misma instrucción

const int botón = 2;
const int led1 = 3;
cons tint led2 = 5;
void setup() {
. . .
}

const int botón = 2; const int led1 = 3; cons tint led2 = 5;
void setup() {
. . .
}

const int botón = 2; const int led1
= 3
; cons tint led2 = 5;
void setup() {
. . .
}

Fuente: http://architecnologia.blogspot.com.es/2013/09/curso-practico-gratuito-y-sencillo-de.html

2.5 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 una 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.

2.5.1 *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 tener 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. (FERNANDEZ, 2005).

Figura 36. Sensor magnético

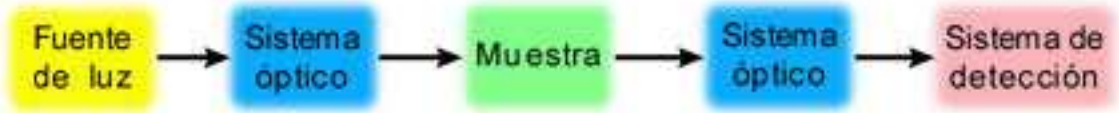
Fuente: http://es.aliexpress.com/c-trigger-switch.html

2.5.2 *Sensor óptico.* 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 colocadas pequeñas lentes ópticas que permiten concentrar el haz de luz, de modo que cuando un objeto refleja el haz de luz, el receptor lo detecta.

Figura 37. Tipos de sensores ópticos

Fuente: http://www.conycal.com/PDF/SASSIN/ACCIONAMIENTO.pdf

Figura 38. Descripción



Fuente:http://pendientedemigracion.ucm.es/info/otri/complutecno/fichas/tec_ebernabeu2.htm

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, 2005) (ver Figura 38).

2.5.2.1 *Ventajas y desventajas de los sensores ópticos*

Tabla 11. Ventajas y desventajas de los sensores ópticos

Ventajas	Desventajas
• Es un método no destructivo y no invasivo. • Ofrece posibilidades de integración en sistemas más complejos. • Bajo coste y tecnología bien establecida. • Posibilidades de control a distancia de lugares poco accesibles físicamente. • Capacidad de conformar redes espaciales de sensores para el control de parámetros en grandes superficies.	• Distancia de detección corta • Son muy sensibles a factores ambientales como la humedad • No selecciona el objeto a detectar

Fuente: Autores

2.5.3 *Sensor inductivo.* Los sensores inductivos utilizan detección sin contactos y circuitos de estado sólido para asegurar la durabilidad en los ambientes más agresivos. No existe energía mecánica que haga que el sensor cambie de estado, el sensor de proximidad depende de la energía eléctrica para cambiar de estado.

Figura 39. Sensor inductivo

Fuente:http://www.csrimport.com/catalog/product_info.php?products_id=196&osCsid=2deacfafcd631cbfdd0234d3849b8bea

Los sensores inductivos detectan objetos metálicos en áreas de exploración generalmente muy 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.

2.5.3.1 *Ventajas y desventajas de los sensores inductivos*

Tabla 12. Ventajas y Desventajas sensores inductivos

Ventajas	Desventajas
• No entran en contacto directo con el objeto a detectar. • No se desgastan. • 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	• 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: Autores

2.5.3.2 *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 empleados en aplicaciones industriales para la detección de objetos metálicos. (FERNANDEZ, 2005).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y MONTAJE DEL EQUIPO.

3.1 Análisis del módulo de transporte con cilindro sin vástago

3.1.1 *Análisis inicial del módulo de transporte con cilindro sin vástago.* Previo al análisis del módulo de transporte con cilindro sin vástago es fundamental conocer el estado de la estructura, sistema neumático, elementos sensoriales y el cableado eléctrico.

Mediante un proceso de observación notamos que el módulo no disponía de una tecnología actualizada, estaba conectada a un PLC Telamecanique, la estructura presentaba fallas puesto que tenía rayaduras, sensores que no transmitían señal, sistema neumático con elementos electromecánicos trabajando de forma confusa, borneras desgastadas por el uso continuo de los estudiantes, y cableado que no obedecida especificaciones eléctricas, como el código de colores.

Razón por la cual la falta de sistemas de control, mantenimiento, comunicaciones y monitoreo hace que no cumpla con las características de seguridad, confort y eficiencia. Por tal motivo levantamos un inventario con todos los elementos que se encontraban en perfecto estado y guardados en una base de datos.

Figura 40. Estado inicial del módulo de transporte con cilindro sin vástago

Fuente: Autores

3.1.2 *Aplicaciones del módulo de cilindro sin vástago.* El módulo de transporte es un conjunto didáctico está enfocado a:

- Comprensión del conjunto y de las secuencias individuales.
- Ensamblaje mecánico del módulo.
- Puesta en marcha/ arranque (mecánica, electricidad, neumática).
- Enlace de los módulos y estaciones para alcanzar un libre flujo de material.
- Detección de averías (mecánica, electricidad, neumática)
- Programación adquisición y proceso de señales por medio del PLC 1200, tarjeta Arduino, módulo de comunicación y pantalla táctil desde el montaje hasta la aplicación final.
- Detección de averías y eliminación de errores con el TIA Portal.
- Transferencia de piezas.
- Control por medio de sensores magnéticos.
- Clasificación de piezas de trabajo.

3.2 Diseño del módulo de transporte con cilindro sin vástago

3.2.1 *Descripción del sistema.* El módulo de transporte con cilindro sin vástago es un sistema modular conformado por una mesa de perfiles de aluminio sobre el cual se coloca una torre de apoyo que sostiene un brazo articulado sin movimiento para el montaje y posicionamiento de un bastidor horizontal donde se produce el movimiento longitudinal de las piezas de trabajo en el eje X.

Sujeto al bastidor horizontal mediante placas de aluminio se encuentra un cilindro de banda hermética y camisa ranurada cuya función es de efectuar el traslado del carro de desplazamiento, el mismo que aloja un cilindro de doble efecto de 50mm de recorrido, el cilindro mencionado está posicionado verticalmente y realiza el movimiento de la pieza de trabajo en el eje Y. Ensamblado al pistón cilindro vertical se localiza una pinza neumática la cual sujeta la pieza de trabajo.

Complementando el módulo se dispone en la parte inferior del brazo articulado una placa base para la ubicación inicial de las piezas de trabajo. Además, situadas en el

centro de la mesa un par de rampas de descarga donde se alojaran las piezas de trabajo del proceso. (CHECA, et al., 2007).

En el sistema de control se encuentra un sensor óptico que detecta las piezas de trabajo que se colocan en la placa base, a la par se colocó un sensor inductivo que diferencia el censado por tipo del elemento. Para el posicionamiento de los cilindros horizontal, vertical y el cierre de la pinza de sujeción están dispuestos seis sensores magnéticos AIRTAC.

El panel de control que se ubica en la inferior de la mesa está compuesto por tres luces de señal; una verde para señal de operación, una anaranjada para señal de sujeción de la pieza de trabajo y una roja para la señal de paro y paro de emergencia. Incluyendo en la pantalla táctil un panel de control que poseen las mismas características funcionales para controlar al módulo de transporte de cilindro sin vástago.

Encargado del arranque ésta un pulsador verde normalmente abierto (NA), como botón de paro general se tiene un pulsador rojo normalmente abierto (NA) y para completar el panel de control se encuentra un pulsador normalmente cerrado (NC) como pulsador de emergencia.

Todo el cableado eléctrico llega por medio de las tarjetas electrónicas diseñadas y montadas de una forma simétrica con borneras de conexión manipulables y cuya señal atraviesa por cables de comunicación de 25 hilos.

El sistema neumático consta de un bloque de tres electroválvulas que son las encargadas de controlar la operación del cilindro de doble efecto, del cilindro sin vástago, y de la pinza de sujeción.

3.2.2 *Partes básicas del módulo de transporte con cilindro sin vástago*

a) *Mesa.* Está constituida por perfiles de aluminio ranuradas, soportadas sobre cuatro perfiles de aluminio y es la que soporta todos los elementos que componen la estación, la unión de los perfiles es interna mediante conectores de teflón colocados en medio de dos perfiles (ver Tabla 13).

b) *Torre de apoyo.* La torre está montada sobre la mesa, constituida por perfiles de aluminio ranurado. En ésta torre se apoya el brazo articulado, además recibe toda la carga que posee el módulo (ver Tabla 13).

c) *Brazo articulado.* Se encuentra montado sobre la torre de apoyo y es el que sostiene todo el conjunto móvil del módulo de transporte. Puede ser regulado en cualquiera de los ejes gracias a sus articulaciones y su capacidad de girar sobre su propio eje, dicho brazo no posee movimiento propio necesita de fuerzas externas para poder modificar su posición (ver Tabla 13).

d) *Bastidor horizontal.* Se encuentra acoplado al brazo articulado, el mismo que aloja un cilindro de banda hermética y camisa ranurada, tres sensores magnéticos de posición. Sobre éste bastidor se produce el movimiento en el eje X (ver Tabla 13).

e) *Cilindro de banda hermética y camisa ranurada.* En los cilindros sin vástago se aplica aire a presión por ambos lados. Éste cilindro puede trabajar en ambos sentidos produciendo una fuerza de trabajo idéntica en ambos lados, además se puede regular su posición y velocidad. Ésta montado en medio del bastidor horizontal y sobre éste el carro de desplazamiento (ver Tabla 13).

f) *Pinza neumática.* Es un elemento de fijación, sujeción de la pieza de trabajo para su correcta elección hay que tener en cuenta la fuerza a realizar, la carrera necesaria y la masa. Dicha pinza está montada en el carro de desplazamiento y el cilindro de doble efecto (ver Tabla 13).

g) *Placa base de posición inicial.* Está ubicada sobre la mesa, allí son ubicadas las piezas de trabajo mediante la utilización del dispensador y el cilindro de simple efecto. Las piezas de trabajo son detectadas por el sensor óptico y el inductivo (ver Tabla 13).

h) *Rampas de descarga.* Son las encargadas de recibir y almacenar las piezas de trabajo. Se encuentran montadas sobre la mesa y su ángulo de inclinación puede ser variado de acuerdo a la posición del carro de desplazamiento (ver Tabla 13).

Tabla 13. Partes del módulo de transporte con cilindro sin vástago

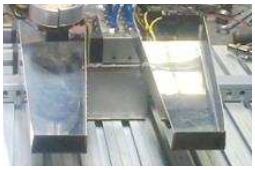
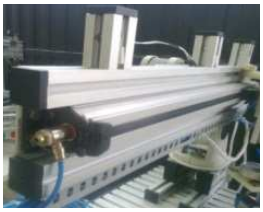
Parte	Figura
Unidad de mantenimiento	
Relé de 24V DC	
Bloque electroneumático	
Tarjetas electrónicas	
Panel de control	
Rampas de descarga	
Placa base de posición inicial	
Carro de desplazamiento	

Tabla 13 (Continuación)

Pinza neumática	
Cilindro de banda hermética y camisa ranurada (cilindro sin vástago)	
Mesa de trabajo	
Torre de apoyo	
Brazo articulado	
Bastidor horizontal	

Fuente: Autores

i) *Panel de control.* Se encuentra ubicado en un ángulo de aluminio perforado en la parte frontal inferior de la mesa. Consta de: una lámpara de señal roja, una lámpara de señal verde, dos pulsadores NA, una lámpara de señal amarrilla, y un botón tipo hongo NC (ver Tabla 13).

j) *Carro de desplazamiento.* Está montado sobre el cilindro de banda hermética y está guiada en el perfil superior del bastidor horizontal. El carro se desplaza horizontalmente y sobre éste se encuentra montado un cilindro neumático de doble efecto. Los cilindros de doble efecto son capaces de producir trabajo útil en dos sentidos, ya que disponen de una fuerza activa tanto de avance como en retroceso. Éste cilindro se encuentra acoplado a un ángulo de aluminio que sostiene la pinza neumática y produce el movimiento en el eje Y (ver Tabla 13).

k) *Tarjetas electrónicas.* Constan de dos tarjetas electrónicas la primera está ubicada en la mesa del módulo de transporte cerca el brazo articulado y la otra dentro del módulo de control (ver Tabla 13).

l) *Bloque electroneumático.* Consta de cuatro válvulas (tres de cinco vías, dos posiciones con retorno de muelle y una de cinco vías, tres posiciones bioéstables con centro cerrado). Además consta de un bloque de distribución neumática, dos silenciadores y un racor de alimentación de aire general (ver Tabla 13).

m) *Relé de 24V DC.* Nos ayuda a encender la luz de proceso (anaranjada) desde que sostiene la pinza a la pieza de trabajo hasta las rampas de descarga, esto nos ayuda a identificar que todo el proceso se realiza normalmente (ver Tabla 13).

n) *Unidad de mantenimiento.* Es el encargado de enviar el valor nominal de presión de aire para que funcione de manera adecuada el proceso, además de un correcto accionamiento de todos los elementos neumáticos, dicho valor de trabajo es de 30PSI (ver Tabla 13).

3.2.3 *Diseño del sistema estructural.* El Laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento cuenta con módulos didácticos funcionales que con el pasar de los días y del uso continuo paulatinamente se han deteriorado. El presente proyecto de tesis trata de una reingeniería de uno de los módulos de transporte que posee el laboratorio, dicho módulo didáctico contiene componentes estructurales básicos montados de una forma equitativa cuyo propósito es el de sujetar a las diferentes partes del módulo para un correcto posicionamiento. Toda

la información de las partes que componen el sistema estructural se inventarió y se guardaron en una base de datos.

Tabla 14. Partes estructurales iniciales y complementarias del módulo.

Partes estructurales iniciales	
Nro.	Elemento estructural
1	Perfiles de aluminio
2	Brazo articulado
3	Juntas transversales
4	Juntas longitudinales
5	Otros (acoples, sujetadores)
Partes estructurales complementarias	
Nro.	Elemento estructural
1	Rampas de descarga
2	Caja de control automático
3	Manijas
4	Rial DIN
5	Otros (acoples, tornillos)

Fuente: Autores

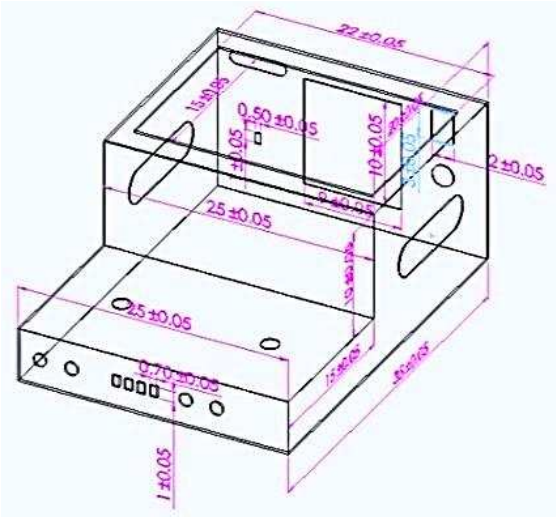
Los elementos expuestos han sido inmersos en un proceso de manteniendo mejorativo, cuya mira del proyecto es entregar un módulo funcional, actualizado y mejorado en todos los aspectos. Se aplicado para el desmontaje y montaje de los elementos estructurales un método efectivo que se maneja en el proceso del mantenimiento preventivo que es el método de las 5S japonesas.

1. *Clasificación.* Desmontado todo el módulo conseguimos separar lo innecesario de lo necesario, alcanzando identificar los elementos obligatorios que van a ser acoplados y utilizados en el área de trabajo, logramos detectar perfiles de aluminio que no justificaban su uso. Además, eliminamos juntas que no brindaban la seguridad necesaria a toda la estructura.

Al efectuar el análisis ya descrito, al repasar el inventario y de haber revisado la monografía de los profesionales que realizaron la construcción de éste módulo, determinamos que faltaban elementos estructurales que complementan el proceso, dichas partes adjuntamos para que el proceso quede completamente funcional y presto para el beneficio educacional (ver Tabla 14).

Toda la estructura desmontada fue previamente señalada para precisar y obtener después un efectivo montaje. Para la caja de control primeramente determinamos el diseño, para éste proceso se utilizó un programa de dibujo en 3D (Solid Works) en la cual dibujamos, colocamos medidas originales de los equipos que van a montarse, y seleccionamos el tipo de material con la cual se va a construir el equipo de control.

Figura 41. Diseño de la caja de control



Fuente: Autores

Por tratarse de un módulo de entrenamiento para prácticas de automatización, se selecciona la ergonomía como parte principal y concluimos que el módulo tendrá la forma de escalera debido a que se ajusta a los requerimientos didácticos establecidos por el profesor responsable del Laboratorio de Control y Manipulación Automática.

2. *Orden. Comenzamos* a separar uno por uno todos los elementos estructurales que son necesarios y que tienen una alta relación en el montaje estructural, facilitando ésta actividad usamos el método visual identificando las partes y lugares del área de trabajo donde posteriormente se va a montar, con éste proceso garantizamos una adecuada sujeción y un buen posicionamiento de todo el módulo (ver Figura 42).

En la caja después de ser construida, realizamos los respectivos agujeros para situar todos los elementos adicionales que van a complementar el módulo de control como el switch, los conectores de plástico que protegen el cableado, el portafusiles, etc.

Ubicamos ordenadamente todas las piezas que ayudan a la estética del módulo de control.

Adicionalmente realizamos los agujeros que necesitamos para las manijas y para ajustar la rial DIN a la estructura, con el objetivo de sujetar a los equipos de control como el PLC y a los demás mecanismos que complementan el sistema de control.

Figura 42. Señalización y construcción de la caja de control

Fuente: Autores

3. *Limpieza.* Identificamos y eliminamos las fuentes de suciedad, realizamos las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentren siempre en perfecto estado operativo, las acciones de limpieza que efectuamos fue la eliminación de cinta de doble fas existente en cada parte estructural por el antiguo montaje, la limpieza efectuamos con thinner aplicado a todo el módulo para eliminar impurezas, rayaduras, y accesorios que no corresponden a la nueva instalación.

En el módulo de control aplicamos una limpieza de limallas producido por la realización de los agujeros para el montaje de las partes adicionales.

4. *Estandarización*. Después de organizar, ordenar y limpiar realizamos la comprobación del estado del brazo estructural, de los acoples de unión de los perfiles de aluminio, de los perfiles de aluminio y de los elementos de sujeción del módulo estructural para detectar si son aptos para el montaje y así poder señalar anomalías de forma más eficiente.

En la caja verificamos con reglas sencillas y visibles los agujeros que se realizaron para la efectiva colocación de los elementos adicionales, analizamos forma y tamaño de las perforaciones caso contrario debíamos realizar las correcciones correspondientes para mantener un modelo de caja inapreciable.

5. *Disciplina.* Para éste punto se aplicamos el método Kaisen (mejoramiento continuo), consistió en determinar que en el proceso de montaje de los elementos tengan un correcto acoplamiento y que ayuden a la sujeción efectiva de las partes estructurales a ser ensamblados.

Figura 43. Nivelación y sujeción de las partes del módulo

Fuente: Autores

Al momento del montaje se comprobó a cada momento que exista una apropiada sujeción y una adecuada nivelación de toda la estructura para que no existan inclinaciones que entorpezcan el correcto funcionamiento del módulo.

Finalizamos pintando el módulo de control con un color similar al de los equipos adquiridos de SIEMENS, y a la vez comprobamos los agujeros con las partes adicionales para asegurar una colocación y distribución estandarizada.

3.2.4 *Diseño del sistema neumático.* El módulo previamente revisado logramos detectar que el sistema neumático inicial contaba con elementos que cumplían una función determinada, dicha información fue documentada y las partes neumáticas inventariadas.

Con la ayuda de elementos neumáticos como las válvulas podemos efectuar el proceso de automatización de manera real, la función del bloque neumático es de enviar señales de accionamiento a los elementos conectados como al cilindro de doble efecto. El módulo transporta y selecciona las piezas de trabajo y las lleva a sus rampas correspondientes, para que el proceso de transportación sea eficiente colocamos una válvula 5/3 biéstable, cuyo propósito es de brindar una trasportación del elemento segura sin recorrer cuando el carro de desplazamiento de detiene.

Tabla 15. Partes neumáticas iniciales y complementarias del módulo

Partes neumáticas iniciales	
Nro.	Elementos neumáticos
1	Válvulas 5/2 monoéstables
2	Cilindro sin vástago
3	Racores en L
4	Controles de flujo directos
5	Cilindro de doble efecto
6	Silenciadores en bronce
7	Manifold
8	Unidad de mantenimiento
9	Estranguladores neumáticos
10	Pinza neumática
11	Racor con detención tipo acople rápido
12	Mangueras en poliuretano
Partes neumáticas complementarias	
Nro.	Elementos neumáticos
1	Válvula 5/3 biéstable

Fuente: Autores

Todo el bloque neumático paso por un minuciosos proceso de mantenimiento correctivo ya que los racores de las válvulas estaban deterioradas, procedimos a cambiarlas colocando elementos nuevos para que no exista fugas de aire. Además cambiamos todas las mangueras de poliuretano porque estaban muy utilizadas y con pequeñas perforación. La presión de trabajo es de 30 PSI por lo cual el cilindro sin vástago, la pinza neumática y el cilindro de doble efecto trabajan bajo estos parámetros, todo el bloque de válvulas se encuentran distribuido ordenadamente para evitar desperfectos y tener un funcionamiento adecuado del módulo de trasporte.

3.2.5 *Diseño del sistema eléctrico-electrónico*. En la recolección de datos y revisión de la monografía de los constructores del módulo, para el nivel eléctrico constaba de una tarjeta electrónica diseñada que no brindaba la conexión adecuada y no tenía estética en el módulo, además los conectores no ayudaban a tener un buen contacto eléctrico por lo tanto las señales eran débiles y no existía comunicación entre el PLC Telemecanique y los demás elementos eléctricos, por lo que el proceso de transporte tenía sus defectos (ver Tabla 16).

Figura 44. Montaje eléctrico caja de control

Fuente: Autores

Analizando los diferentes elementos que se adquirió concluimos que necesitábamos construir tarjetas electrónicas que faciliten el cableado, a la vez construimos cables de comunicación de señales de 25 hilos para la comunicación entre tarjetas, la comunicación con la tarjeta Arduino se lo realiza mediante las señales que envía el módulo de comunicación, aplicando esos cambios hemos efectuado un mantenimiento correctivo del cableado y de equipos que complementen el trabajo para la puesta a punto del módulo. Para la mejora del módulo se montaron las siguientes partes en las cuales se incluyen los equipos de Siemens y los demás elementos electrónicos que complementan el sistema eléctrico- electrónico del módulo de transporte y de control.

Tabla 16. Partes eléctricas-electrónicas iniciales y complementarias del módulo

Partes eléctricas-electrónicas iniciales	
Nro.	Elementos eléctricos
1	Tarjeta electrónica
2	Sensores de capuchón
3	Sensor óptico
4	Botones
5	Pulsador de paro (NA)

Tabla 16 (Continuación)

6	Pulsador de inicio (NA)
7	Pulsador de emergencia
8	Selector
9	Cables
10	Canaleta
Partes eléctricas-electrónicas complementarias	
Nro.	Elementos eléctricos
1	PLC S7-1200 1212C
2	Pantalla Táctil Basic panel KTP 600
3	TIA Portal STEP7 V12
4	Fuente de poder LOGO
5	Módulo de Comunicación RS 232
6	CSM1277 Switch Industrial Ethernet
7	Conector PROFINET
8	Tarjetas electrónicas
9	Lámparas piloto
10	Pulsador de paro (NA)
11	Pulsador de inicio (NA)
12	Pulsador de emergencia
13	Relé de 24 V DC
14	Porta relé
15	Sensores magnéticos
16	Sensor Inductivo
17	Tarjeta Arduino
18	Shields Arduino
19	Cable de poder
20	Switch
21	Portafusibles
22	Fusible
23	Ventilador
24	Cable serial de 25 hilos
25	Regulador de voltaje (6)
26	DV 25 (macho hembra)
27	Cable #18
28	Conectores
30	Regulador de voltaje (Ventilador)
31	Canaleta

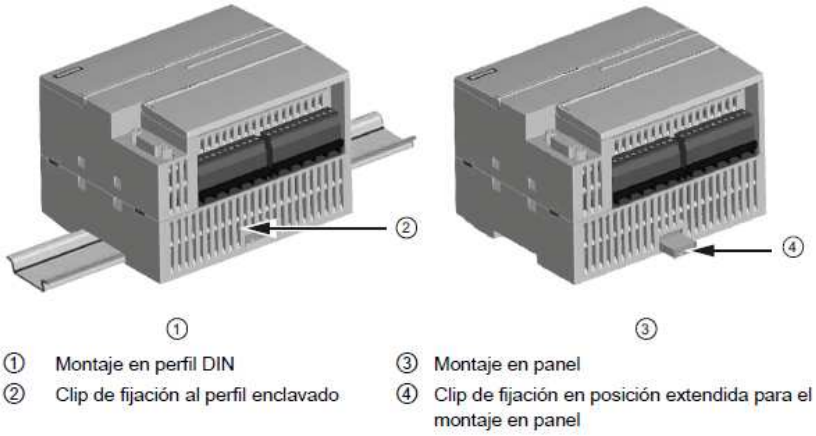
Fuente: Autores

3.3 Montaje del equipo

3.3.1 *Montaje del PLC S7-1200 CPU 1212.* Siemens nos demuestra que los equipos S7-1200 son fáciles de montar, pueden puede montarse en un panel o en un raíl DIN, dependiendo de la posición bien sea horizontal o verticalmente. El tamaño pequeño del PLC permite ahorrar espacio.

Cada CPU, SM, CM y CP admite el montaje en un perfil DIN o en un panel. Utilice los clips del módulo previstos para el perfil DIN para fijar el dispositivo al perfil. Estos clips también pueden extenderse a otra posición para poder montar la unidad directamente en un panel. Al montar las unidades en un perfil DIN o panel deben considerarse los siguientes puntos:

Figura 45. Montaje en perfil DIN



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

1. Asegúrese de que el clip de fijación superior está en la posición enclavada (interior) y que el clip de fijación inferior está extendido, tanto en la CPU como en los CMs.
2. Una vez montados los dispositivos en el perfil DIN, enclave los clips de sujeción para sujetar los dispositivos al raíl.
3. Para el montaje en un panel, asegúrese de que los clips de fijación al raíl DIN están en posición extendida. (SIEMENS, 2012).

3.3.1.1 *Ubicación del controlador lógico programable.* El PLC se lo considera como principal elemento del módulo didáctico ya que permite la automatización del proceso industrial.

El Controlador Lógico Programable por ser el elemento principal se ubicará de forma horizontal sobre una rail DIN en la parte inferior de la caja de control con lo cual facilitara una visualización clara del funcionamiento del autómata cuando éste se encuentre en modo RUN o cuando el programa está funcionando (ver Figura 46).

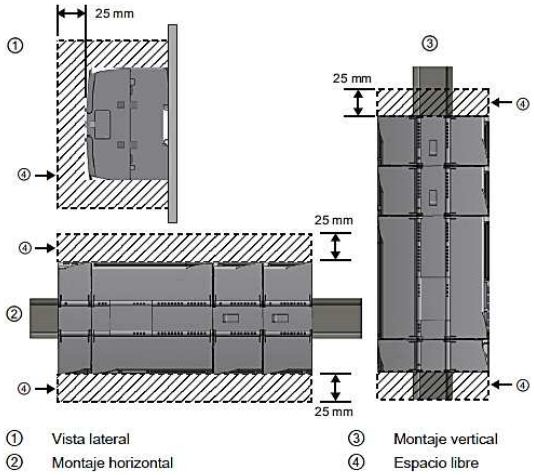
Figura 46. Posición de la CPU y sus componentes

Fuente: Autores

3.3.1.2 *Condiciones de seguridad.* Siemens nos ofrece las siguientes condiciones de seguridad para el equipo, según su posicionamiento:

- Alejar los dispositivos de fuentes de calor, alta tensión e interferencias. Los aparatos que generan altas tensiones e interferencias deben mantenerse siempre alejados de los equipos de baja tensión y de tipo lógico, como el S7-1200.
- La disposición de los equipos en el panel, se deben tomar en cuenta los aparatos que generan calor y disponer los equipos electrónicos en las zonas frías del sitio del montaje, se debe considerar la ruta del cableado.

Figura 47. Posición de montaje del PLC



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

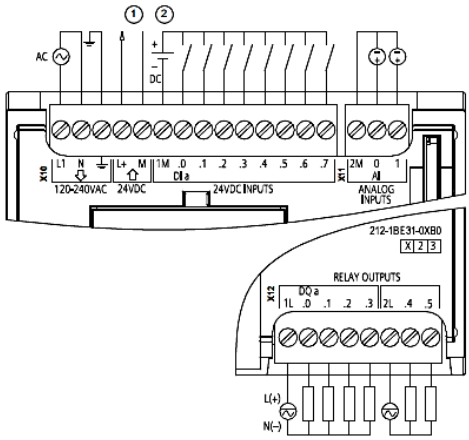
- Prever espacio suficiente para la refrigeración y el cableado. La refrigeración de los dispositivos S7-1200 se realiza por convección natural. Para la refrigeración

correcta es preciso dejar un espacio mínimo de 25 mm por encima y por debajo de los dispositivos.

- Antes de montar o desmontar cualquier dispositivo eléctrico, asegúrese que se ha desconectado la alimentación. Asegúrese también que está desconectada la alimentación eléctrica de todos los dispositivos conectados.

3.3.1.3 *Entradas y salidas del módulo.* Siemens dice que las entradas y salidas del módulo pueden ser analógicas o digitales, las entradas están conectadas a 24V DC del PLC se conectara directamente a las tarjetas electrónicas a las cuales el proceso entre tarjetas se lo efectuara por medio de cables de comunicación de 25 hilos ayudando a un correcto funcionamiento del módulo, con lo cual evitamos excesivo cableado y así tomando en cuenta factores como la ergonomía, la visualización y la estética.

Figura 48. Entradas y salidas del autómata



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

a) *Distribución de las entradas y salidas del SIMATIC S7-1200.* Al utilizar en nuestro módulo el autómata SIMATIC S7-1200 contaremos con 8 entradas y 6 salidas todas digitales. Las mismas que están distribuidas ergonómicamente además contamos con 2 entradas analógicas.

La principal razón de proponer éste diseño es para poder realizar la simulación del proceso y realizar un control SCADA sin realizar cableado excesivo, por lo que en nuestro módulo las entradas y salidas se encuentran distribuidas eficientemente por la ayuda de las tarjetas electrónicas con esto el módulo y los estudiantes ganaron nuevas

formas de cómo pueden reducir espacio sin mucho cableado eléctrico. (SIEMENS, 2012).

3.3.1.4 *Corriente necesaria.* Según Siemens la CPU dispone de una fuente de alimentación interna que suministra la corriente de 5V DC de energía eléctrica a la CPU, los módulos de señales, la Signal Board y los módulos de comunicación, así como otros consumidores de 24 V DC. La CPU ofrece una alimentación de sensores de 24 V DC que suministra a las entradas y bobinas de relé de los módulos de señales, así como a otros consumidores. Si los requisitos de corriente de 24 V DC exceden la capacidad de alimentación de los sensores, es preciso añadir una fuente de alimentación externa de 24 V DC al sistema.

a) *Directrices de puesta a tierra del S7-1200.* La mejor forma de poner a tierra la aplicación es garantizar que todos los conductores neutros y de masa del S7-1200 y de los equipos conectados se pongan a tierra en un mismo punto. Éste punto debería conectarse directamente a la toma de tierra del sistema. Todos los cables de puesta a tierra deberían tener la menor longitud posible y una sección grande, p. ej. 2 mm^2 (14 AWG).

b) *Directrices de cableado del S7-1200.* Al diseñar el cableado del S7-1200, prevea un interruptor unipolar para cortar simultáneamente la alimentación de la CPU S7-1200, de todos los circuitos de entrada y de todos los circuitos de salida. Prevea dispositivos de protección contra sobreintensidad (p. ej. fusibles o cortacircuitos) para limitar las corrientes de fallo en el cableado de alimentación.

Al cablear circuitos de entrada alimentados por una fuente externa, prevea dispositivos protectores contra sobrecorriente en estos circuitos. La protección externa no se requiere en los circuitos alimentados por la alimentación de sensores de 24 V DC del S7-1200, puesto que la alimentación de sensores ya está protegida contra sobrecorriente. Para evitar conexiones flojas, asegúrese que el conector está encajado correctamente y que el cable está insertado de forma segura en el conector. Para impedir flujos de corriente indeseados en la instalación, el S7-1200 provee límites de aislamiento galvánico en ciertos puntos. (SIEMENS, 2012).

3.3.2 *Montaje de la fuente de poder*. Se requiere una fuente de voltaje para la operación de la pantalla y de las tarjetas de comunicación. Está instalada de forma externa, y separada del PLC por protección de todos los sistemas, la razón porque el PLC posee una fuente interna y siempre va a existir sobrecargas que pueden perjudicar a los demás elementos. Todas las fuentes de alimentación LOGO!Power son equipos diseñados para montaje incorporado, que se tienen que montar verticalmente sobre una rial DIN en conjunto con todos los equipos que conforman la automatización del proceso.

El diseño de éstas mini fuentes de alimentación son de modo que el aire pueda entrar libremente desde abajo en las ranuras de ventilación situadas en el lado inferior y salir por las ranuras de ventilación en su lado superior. Para garantizar la libre convección del aire, se tienen que observar las distancias mínimas que deben quedar por encima, por debajo y a los lados de la fuente, las cuales se especifican en las correspondientes instrucciones de servicio.

3.3.3 *Montaje del Compact Switch Module CSM 1277*. Se ha previsto para el montaje sobre un rial de perfil de sombrero DIN de 35 mm. El montaje en pared también es posible asegurando los siguientes pasos:

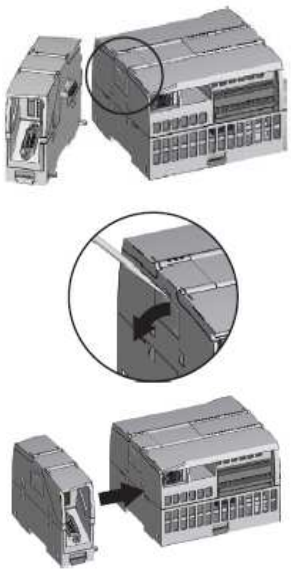
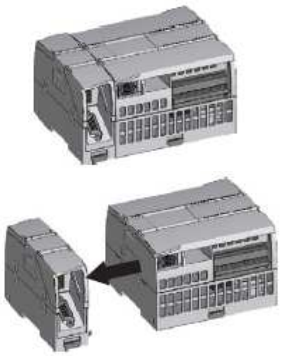
Tabla 17. Montaje y desmontaje del Compact Switch Module CSM 1277.

Montaje del Compact Switch Module CSM 1277.	
Tarea	Procedimiento
	Enganche la guía de la parte superior de la carcasa del CSM en el rial de perfil de sombrero DIN de 35mm. Presione el CSM 1277 por el extremo inferior sobre el rial de perfil de sombrero hasta que se enclave. Monte las conexiones de alimentación eléctrica. Enchufe el bloque de bornes en los conectores hembra previstos al efecto en el equipo.
Desmontaje del Compact Switch Module CSM 1277.	
Tarea	Procedimiento
	Para retirar el Compact Switch Module CSM 1277 del rial de perfil de sombrero DIN: 1. Desmonte primero todos los cables conectados. 2. Haciendo palanca con un destornillador se puede extraer ahora unos 5mm la pestaña de retención de la parte inferior del dispositivo y separar de la rial.

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

3.3.4 *Instalación y desmontaje de un módulo de comunicación*

Tabla 18. Instalación y desmontaje del módulo de comunicación

Instalación de un módulo de comunicación	
Tarea	Procedimiento
	1. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica. 2. Acople el CM a la CPU antes de montar el conjunto en forma de unidad en el perfil DIN o panel. 3. Retire la tapa de bus en el lado izquierdo de la CPU: Inserte un destornillador en la ranura arriba de la tapa y realice una palanca suave en el lado superior de la tapa. 4. Retire la tapa de bus. Guarde la tapa para poder reutilizarla. 5. Conecte el CM o CP a la CPU: – Alinee el conector de bus y las clavijas del CM con los orificios de la CPU. – Empuje firmemente una unidad contra la otra hasta que encajen las clavijas. 6. Instale la CPU y el CP en un perfil DIN o panel.
Desmontaje de un módulo de comunicación	
Tarea	Procedimiento
	Desmonte la CPU y el CM en forma de unidad del raíl DIN o panel. 1. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica. 2. Desconecte los conectores de E/S y retire el cableado y demás cable de la CPU y los CMs. 3. Para el montaje en un raíl DIN, extienda los clips de sujeción inferiores de la CPU y los CMs. 4. Desmonte la CPU y los CMs del raíl DIN o panel.

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

3.3.5 *Montaje de la pantalla táctil.* Hoy en día, la visualización es un requisito indispensable básico para el manejo de la mayoría de las máquinas y cuando se trata de máquinas pequeñas y aplicaciones compactas, el factor didáctico desempeña un papel decisivo. Para las aplicaciones de nivel básico, los paneles de mando con funciones básicas suelen ser más que suficientes.

3.3.5.1 *Montaje y conexión del HMI.* Para efectuar el montaje de los equipos, elementos y dispositivos que se requieren para la elaboración del módulo didáctico. El

diseño, la selección, distribución y montaje de los equipos y dispositivos son algunos factores a tomar en cuenta antes de proceder a la utilización y funcionamiento del módulo didáctico, que si no se llevan a cabo de manera adecuada podrían darnos complicaciones a futuro y por ende, para realizar las correcciones respectivas, perderíamos mucho tiempo y dinero.

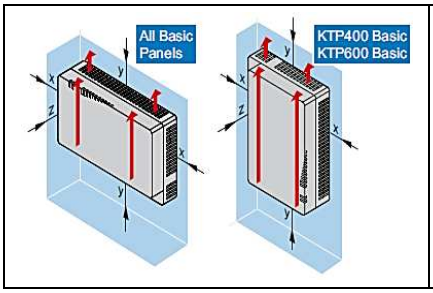
Es fundamental considerar algunos parámetros de funcionamiento y datos técnicos, que son necesarias antes de seleccionar los equipos y dispositivos a utilizarse, para luego realizar el respectivo montaje, instalación y conexiones eléctricas para poner en funcionamiento el módulo de automatización industrial. Condiciones antes de operar la pantalla táctil. Antes de montar el panel operador se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Norma, homologaciones, magnitudes características de compatibilidad electromagnética y especificaciones técnicas aplicables al panel de operador.
- Las condiciones mecánicas y climáticas del entorno en el que se utilizara el panel de operador, por lo cual dependiendo de las condiciones de circulación en el aire para la pantalla aplicamos la colocación de un ventilador para que el aire sea recorrido y no haga mucho sobreesfuerzo del Panel Basic y de las tarjetas electrónicas

3.3.5.2 *Ubicación del panel operador*. Para poder operar de manera didáctica la pantalla y visualizar los diferentes procesos que se hayan programado es importante la ubicación correcta de la misma. Las interfaces gráficas de usuario nos permitirán visualizar los objetos que se están controlando, también las interfaces táctiles como el panel de control de una pantalla la cual nos permitirá activar y desactivar botones como si se accionara un control físico (ver Figura 49).

3.3.5.3 *Comprobar las distancias de separación en el panel operador*. Alrededor del panel de operador deberán observarse las siguientes distancias para asegurar una ventilación suficiente (ver Tabla 19).

Tabla 19. Distancias de separación de todos los Basic Panels



Distancias a observar alrededor de los paneles de operador. Todas las dimensiones en mm.

	x	y	z
KP300 Basic	15	40	10
KTP400 Basic	15	40	10
KTP600 Basic	15	40	10
KTP1000 Basic	15	50	10
TP1500 Basic	15	50	10

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

Figura 49. Montaje del Basic Panel KTP 600

Fuente: Autores

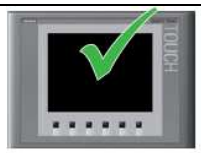
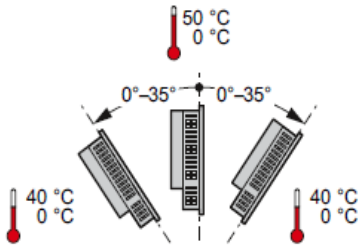
3.3.5.4 *Conexión de equipotencialidad*

a) *Diferencias de potencia*l. En partes separadas de la instalación pueden presentarse diferencias de potencial. Las diferencias de potencial pueden ocasionar altas corrientes de compensación a través de las líneas de datos y, por tanto, deteriorar sus respectivos puertos (ver Figura 50).

Las corrientes de compensación pueden ocurrir cuando se aplican las pantallas de los cables por ambos extremos y se conectan a tierra en diferentes partes de la instalación. Las causas de las diferencias de potencial pueden ser diferentes alimentaciones de red.

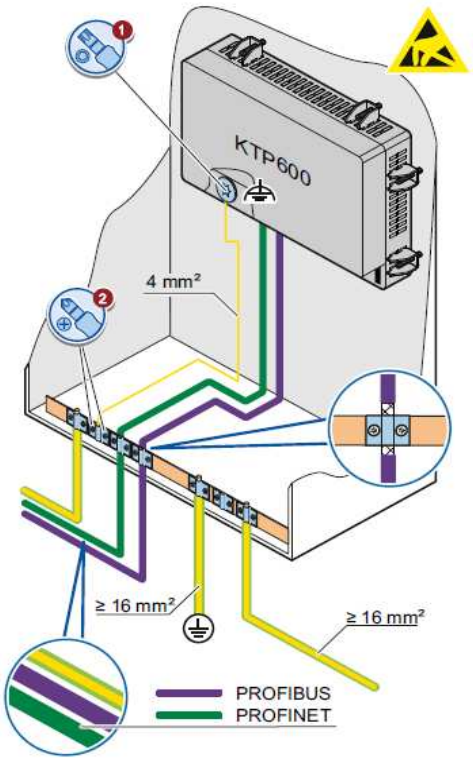
3.3.5.5 *Determinar la posición de montaje de la pantalla táctil.* Elija una de las posiciones de montaje admisibles del panel de operador. En los siguientes apartados se describen las posiciones de montaje admisibles (ver Tabla 20).

Tabla 20. Posiciones de montaje

Posiciones de montaje horizontales	
Gráfico	Descripción
	Todos los paneles de operador de la gama Basic son apropiados para el montaje horizontal.
	Los siguientes paneles de operador de la gama Basic son apropiados para el montaje vertical: KTP400 Basic y KTP600 Basic
Posiciones de montaje verticales	
	Los paneles de operador Basic se ventilan por convección natural. El montaje vertical y oblicuo es admisible en: Armarios, armarios eléctricos, paneles, pupitres, etc.

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

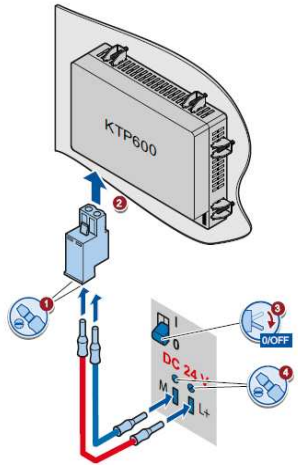
Figura 50. Conexión con la barra de equipotencialidad.



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

3.3.5.6 *Conexión de la fuente de alimentación*

Tabla 21. Conexión de la fuente de alimentación

	1. Introduzca los dos cables de la fuente de alimentación en el borne de conexión de red y fíjelos con un destornillador plano. 2. Conecte el borne de conexión de red con el panel de operador. 3. Desconecte la fuente de alimentación. 4. Introduzca los otros dos extremos de los cables en las conexiones de la fuente de alimentación y fíjelos con un destornillador plano. Vigile que la polaridad sea la correcta.

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

3.3.5.7 *Apagar el panel operador*

- Si en el panel operador se está ejecutando un proyecto, cierre el proyecto.
- Desconecte el panel operador. Existen dos posibilidades para apagarlo:

- Desconecte la fuente de alimentación
- Extraiga el borne de conexión a red del panel de operador.

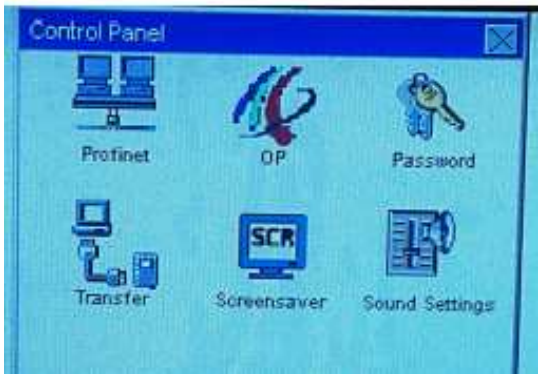
3.3.5.8 *Manejar el panel operador.* La mayoría de los paneles de operador Basic están equipados con una pantalla táctil. Algunos paneles de operador Basic poseen teclas de función. Con la pantalla táctil y las teclas de función se maneja el Control Panel o el proyecto que se está ejecutando en el panel de operador.

a) *Manejo de las teclas de función.* Las teclas de función pueden tener una asignación global o local:

- *Teclas de función con asignación global de funciones.* Una tecla de función con asignación global activará en el panel de operador o en el controlador siempre la misma acción, independientemente de la imagen que esté abierta en ese momento.

- *Teclas de función de asignación local.* Una tecla de función de asignación local es específica de la imagen en que se utiliza y, sólo tiene efecto en la imagen activa.

Figura 51. Panel principal del Basic Panel



Fuente: Autores

b) *Funciones generales del teclado de pantalla.* Las teclas están disponibles en el teclado de pantalla de todos los paneles de operador Basic con funciones táctiles.

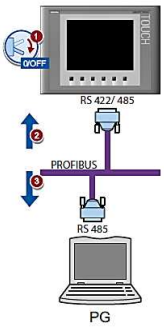
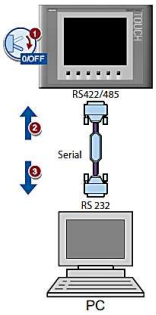
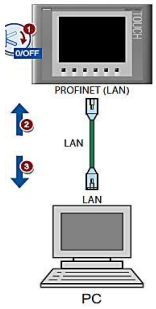
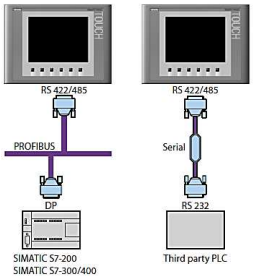
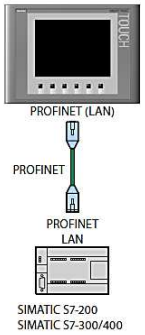
Tabla 22. Funciones del teclado del Basic Panel

←	Cursor hacia la izquierda
→	Cursor hacia la derecha
BSP	Borrar un carácter
ESC	Cancelar la entrada
↵	Confirmar la entrada
Help	Mostrar un texto de ayuda. Ésta tecla sólo aparece si se ha configurado un texto de ayuda para el objeto de control.

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

3.3.5.9 *Formas de conexión del Basic Panel.* Conectar y comprobar el panel de operador al conectar la fuente de alimentación, si no arranca del panel de operador, es posible que los cables estén intercambiados en el borne de conexión de red. Para esto se debe comprobar los conductores conectados y si no enciende proceda a cambiar su conexión (ver Tabla 23).

Tabla 23. Formas de conexión del Basic Panel

Conexión	Gráfico	Descripción
Conexión de la programadora.		
Conectar el PC de configuración.		
Conexión del PC de configuración a un Basic Panel PN.		La Seguridad de la red de datos en la comunicación vía Ethernet es la comunicación basada en Ethernet vía PROFINET
Conexión del controlador.		Si el panel de operador contiene el sistema operativo y un proyecto ejecutable, conecte el panel de operador al controlador.
Los Basic Panels PN se pueden conectar a los siguientes controladores SIMATIC.		• SIMATIC S7-200 • SIMATIC S7-300/400 • SIMATIC S7 con interfaz PROFINET. La conexión se realiza a través de PROFINET/LAN.

Fuente: Autores

3.3.6 *Montaje de la tarjeta Arduino UNO.* Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un computador.

Figura 52. Tarjeta física Arduino UNO

Fuente: Autores

3.3.6.1 *Entradas y salidas del Arduino.* Poniendo de ejemplo al módulo Diecimila, éste consta de 14 entradas digitales configurables entrada y/o salidas que operan a 5 voltios. Cada contacto puede proporcionar o recibir como máximo 40 mA. Los contactos 3, 5, 6, 8, 10 y 11 pueden proporcionar una salida PWM (Pulse Width Modulation). Si se conecta cualquier cosa a los contactos 0 y 1, eso interferirá con la comunicación USB.

Tabla 24. Características del Arduino UNO

Modelo	Microcontrolador	Voltaje de entrada	Voltaje del sistema	Entradas analógicas	Frecuencia de reloj	Digital I/O
Arduino UNO-R3	AT mega 328	7-12V	5V	6	16MHz	14
Memoria flash	Interfaz de programación					
32Kb	USB vía ATMega16U2					

Fuente: http://architecnologia.blogspot.com.es/2013/09/curso-practico-gratuito-y-sencillo-de.html

3.3.6.2 *Bibliotecas en Arduino.* Las bibliotecas estándar que ofrece Arduino son las siguientes:

- Serial. Lectura y escritura por el puerto serie.

- EEPROM. Lectura y escritura en el almacenamiento permanente. read(), write().

a) *Ethernet.* Conexión internet mediante “Arduino Ethernet Shield”. Puede funcionar como servidor que acepta peticiones remotas o como cliente. Se permiten hasta cuatro conexiones simultáneas. Los comandos usados son los siguientes:

- Servidor: Server(), begin(), available(), write(), print(), println().
- Cliente: Client(), connected(), connect(), write(), print(), println(), available(), read(), flush(), stop().

b) *Firmata.* Es una biblioteca de comunicación con aplicaciones informáticas utilizando el protocolo estándar del puerto serie.

c) *LiquidCrystal.* Control de LCDs con chipset Hitachi HD44780 o compatibles. La biblioteca soporta los modos de 4 y 8 bits.

d) *Servo.* Biblioteca para el control de servomotores. A partir de la versión 0017 de Arduino la biblioteca soporta hasta 12 motores en la mayoría de las placas Arduino y 48 en la Arduino Mega. Estos son los comandos usados: attach(), write(), writeMicroseconds(), read(), attached(), detach().

e) *Software Serial.* Comunicación serie en contactos digitales. Por defecto Arduino incluye comunicación sólo en los contactos 0 y 1 pero gracias a ésta biblioteca puede realizarse ésta comunicación con los restantes.

f) *Stepper.* Control de motores paso a paso unipolares o bipolares. Stepper (steps, pin1, pin2), Stepper (steps, pin1, pin2, pin3, pin4), setSpeed (rpm), step (steps).

g) *Wire.* Envío y recepción de datos sobre una red de dispositivos o sensores mediante Two Wire Interface (TWI/I2C).

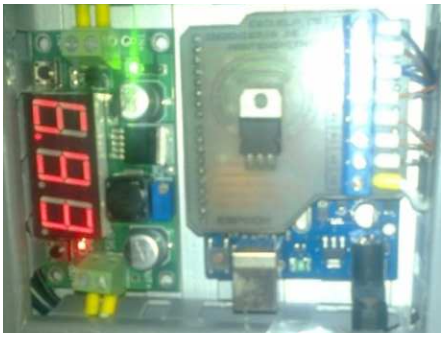
Las bibliotecas *Matrix* y *Sprite* de Wiring son totalmente compatibles con Arduino y sirven para manejo de matrices de diodos LED. También se ofrece información sobre

diversas bibliotecas desarrolladas por diversos colaboradores que permiten realizar muchas tareas.

3.3.6.3 *Creación de bibliotecas.* Los usuarios de Arduino tienen la posibilidad de escribir sus propias bibliotecas. Ello permite disponer de código que puede reutilizarse en otros proyectos, mantener el código fuente principal separado de las bibliotecas y la organización de los programas construidos es más clara.

3.3.6.4 *Conexión en el proceso.* La tarjeta Arduino que se adquirió está conectada sus entradas digitales a los sensores del cilindro de doble efecto y a la pinza, su funcionamiento es con memorias enviando señales por medio el módulo de comunicación y éste transmite las señales de funcionamiento al PLC.

Figura 53. Montaje de la tarjeta Arduino



Fuente: Autores

Figura 54. Reductor de voltaje

Fuente: Autores

Éste tipo de señales es en doble sentido por una de vía de comunicación todo éste proceso envía de la tarjeta Arduino hacia el módulo de comunicación por lo tanto las señales están en constante actualización. La fuente de alimentación extra que se colocó

para la pantalla táctil y las tarjetas electrónicas se utilizó para conectar a la tarjeta Arduino, analizamos las características de funcionamiento el voltaje de trabajo es de 5V a la vez para evitar posibles fallos a la par se conectó un reductor de voltaje con indicador electrónico que nos envía voltaje de constante de 6,93V DC (ver Figura 54).

3.4 Elaboración de la tarjeta de conexiones

La producción de circuitos impresos y montaje de los componentes puede servir para mejorar la forma de cómo va a ser automatizado un proceso, reduciendo de manera considerable el cableado, garantizando así la ergonomía y la estética de todo proceso industrial o didáctico, en nuestro caso del módulo de transporte. Esto permite que en ambientes de producción en masa, sean más económicos y confiables que otras alternativas de montaje por ejemplo para la conexión punto a punto que utilizamos pueden comunicar entre tarjetas a grandes distancias, garantizando la comunicación de señales, toda ésta información pasa a través de cables de comunicación de 25 hilos.

3.4.1 *Como se elabora la tarjeta de conexión.* Una placa virgen, consiste en una plancha base aislante (cartón endurecido, baquelita, fibra de vidrio o plástico flexible), que servirá de soporte, y sobre una de las caras o las dos, se deposita una fina lámina de cobre firmemente pegada al aislante que cubre completamente al soporte. Sobre ésta placa actuaremos para hacer desaparecer todo el cobre sobrante y que queden nada más las pistas que configuran el circuito.

El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de los caminos conductores, y sostener mecánicamente por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos. Los caminos son generalmente de cobre mientras que la base se fabrica de resinas de fibra de vidrio reforzada. Sobre la placa va ir dispuesto unos conectores en forma de escalera que se van a enlazar por los caminos de conexión de cobre a un dbm 25 hembra.

Para conectar en los conectores sólo toca aplicar una pequeña fuerza con el destornillador para colocar el cable del elemento que está conectado, para hacer la comunicación hay cable de comunicación de 25 hilos macho que se van a conectar con los dbm y van a pasar las señales hacia el módulo lógico programable.

3.4.2 *Diseño y construcción del circuito en la tarjeta de conexión*

1. Diseñamos el circuito a ser impreso sobre papel o con la ayuda de un software que definiremos todos los ductos de conexión, para ello necesitamos las dimensiones de los componentes y los componentes, ademas del esquema que vamos amontar.
2. Obtenemos los puntos donde se conectarán los terminales de los elementos.
3. Marcamos todos los taladros (pads) por donde se van a soldar los terminales.
4. Trazamos las pistas que unen a los terminales.
5. Marcamos los límites de la placa y los agujeros para sujetar la placa al chasis.
6. Pasamos a transferir el diseño a la placa virgen.
7. Cortamos un trozo de placa virgen del tamaño del diseño obtenido anteriormente.
8. Situamos la placa encima del diseño, de manera que el cobre esté en contacto con la cara de componentes. Ésta es la posición que debe tener la placa cuando esté terminada. Se sujeta al papel con cinta adhesiva o celo.
9. Se limpia el cobre de la placa dejándolo libre de todo tipo de suciedad y con un rotulador de tinta permanente resistente al ataque del ácido, se dibujan los pads o puntos de soldadura.
10. Terminados los círculos se trazan las pistas, una vez terminadas es necesario esperar al secado de las pistas.
11. A continuación se procede al atacado. Utilizamos el cloruro férrico (muy lento, pero poco corrosivo), mezclado con agua de grifo.

¡CUIDADO!: El ácido obtenido es muy corrosivo. Si no se maneja con cuidado puede provocar deterioros en la piel o la ropa, por lo que debe prestarse la máxima atención cuando se manipule. Además debe realizarse en un sitio con abundante agua y muy bien ventilado. Si, por accidente, el ácido tocará la piel, ojos o boca, lavar inmediatamente con agua y acudir urgentemente a un médico.

12. Se sitúa el ácido sobre una cubeta de plástico (¡ojo! nunca metálica) y se introduce la placa. Dejar actuar a la mezcla dando un ligero movimiento a la cubeta.
13. Una vez que ha desaparecido todo el cobre, menos el oculto por las pistas, se retira la placa con cuidado, se coloca bajo el grifo y se lava con agua abundante. El ácido puede utilizarse varias veces. Una vez que ya no es activo se diluye con mucho agua y se arroja por el desagüe.

14. Cuando ya está seca la placa, se elimina la tinta que cubre el cobre; para ello se puede utilizar disolvente o un estropajo.
15. Con esto tenemos terminada la placa con el circuito.
16. Empezaremos colocando los elementos que quedan pegados al soporte, resistencias, diodos, diacs.
17. Soldamos los terminales y los cortamos. Continuamos con el resto de elementos de mayor tamaño, hasta terminar la placa.
18. Y con esto queda terminada la placa, falta realizar las comprobaciones para asegurarse de que todo ha salido bien, después se pueden colocar los tornillos y fijarla en el chasis donde se vaya a instalar.

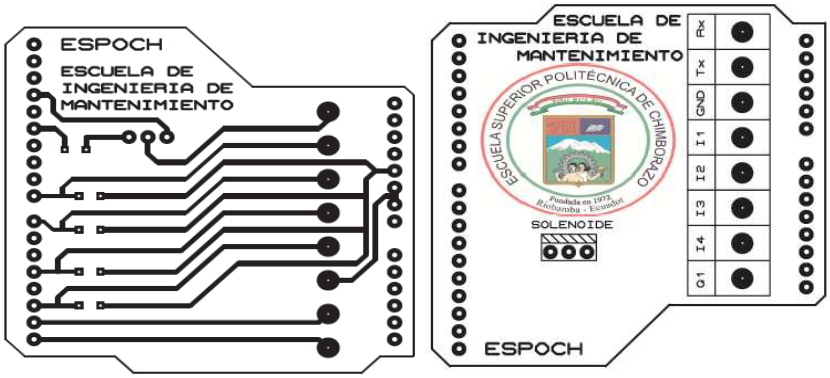
3.4.3 *Tarjeta electrónica de comunicación.* La fabricación de los shields se construyó mediante el proceso ya descrito anteriormente, éstas tarjetas electrónicas tiene una forma estética establecida, con la ayuda de conectores que van a facilitar el cableado de todo el módulo. Está montada sobre un soporte de plástico de medidas para ser montadas en una rial DIN, además cada uno de los conectores de cobre conducen a un dbm 25 hembra para que exista la comunicación entre las diferentes señales de los elementos que se encuentren conectados a las shields.

Figura 55. Shields de conexión escalonadas

Fuente: Autores

3.4.4 *Tarjeta de conexión Arduino.* Se construyó una tarjeta electrónica con el diseño con la cual se pudo montar a las entradas de la tarjeta Arduino para una mejor conexión de todos los elementos a ser enviados a las señales del módulo de comunicación, la señalización de la tarjeta corresponde a las entradas y salidas programadas para el montaje sobre el Arduino (ver Figura 56).

Figura 56. Diseño de la tarjeta para conectar al Arduino

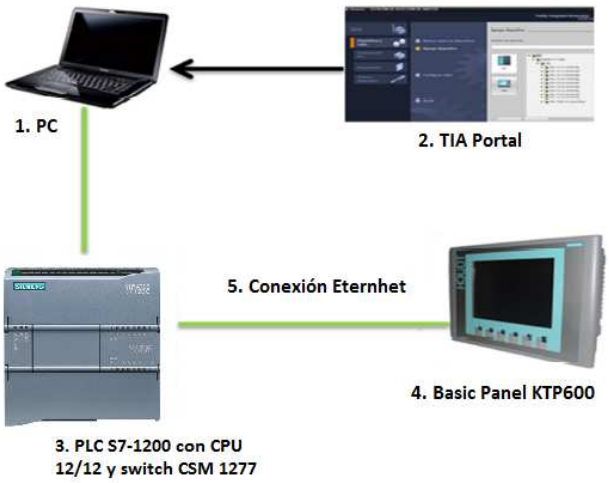


Fuente: Autores

3.5 Realización de pruebas y calibración del equipo

El sistema de automatización SIMATIC S7-1200 es un sistema de micro-PLC modular para las gamas bajas y media, existe una amplia gama de módulos para una adaptación óptima a la tarea de automatización. El controlador S7 se compone de una fuente de alimentación, una CPU y un módulo de entrada o de salida para señales digitales y analógicas. En caso necesario, se pueden utilizar también procesadores de comunicaciones y módulos de función para tareas especiales, como el módulo de comunicación RS-232, módulos de entradas/salidas, sean éstas analógicas o digitales, etc.

Figura 57. Sistema de automatización



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

El controlador lógico programable (PLC) controla y vigila una máquina o un proceso con el programa S7. A los módulos de E/S se accede en el programa S7 a través de las direcciones de entrada y reaccionan a través de las direcciones de salida. El sistema se programa con el software STEP 7.

3.5.1 *Software de programación STEP 7 (TIA Portal V12).* Es la herramienta de programación para los sistemas de automatización para los sistemas de automatización SIMATIC S7-1200, SIMATIC S7-300, SIMATIC S7-400, SIMATIC WinCC.

Dado que los procesos son cada vez más exigentes, el operador precisa una herramienta potente para controlar y vigilar las plantas de producción. Un sistema HMI (Human Machine Interface) ejerce de interfaz entre las personas (el operador) y el proceso (la máquina/instalación). Quien realmente controla el proceso es el controlador. Por consiguiente, se emplea una interfaz entre el operador y WinCC (en el panel de mando) y otra interfaz entre WinCC y el controlador.

WinCC es el software que permite realizar todas las tareas de configuración necesarias. Para aumentar la productividad, el Totally Integrad Automation Portal (TIA Portal) ofrece dos vistas diferentes de las herramientas disponibles, a saber: distintos portales orientados a tareas organizados según las funciones de las herramientas (vistas del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto). El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente.

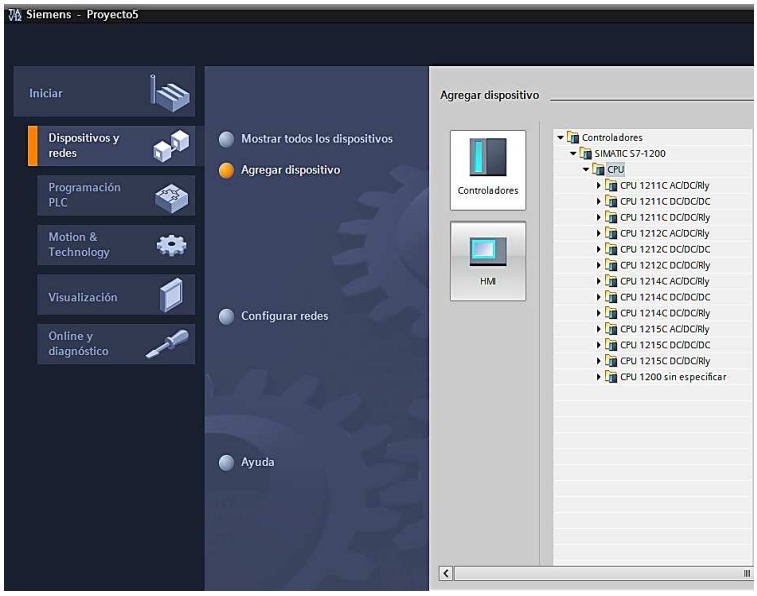
3.5.2 *Configuración de dispositivo.* Para crear las configuraciones de dispositivos del PLC es preciso agregar una CPU y módulos adicionales al proyecto. Para crear la configuración de dispositivos, agregar un dispositivo al proyecto. En la vista del portal, seleccionar “Dispositivos y redes” y haga clic en “Agregar dispositivo” (ver Figura 58).

En la vista del proyecto, bajo INICIAR damos clic en dispositivos y redes, damos clic en “Agregar Dispositivos” (ver Figura 59).

Figura 58. Pantalla de inicio.

Fuente: Autores

Figura 59. Selección de dispositivos y redes

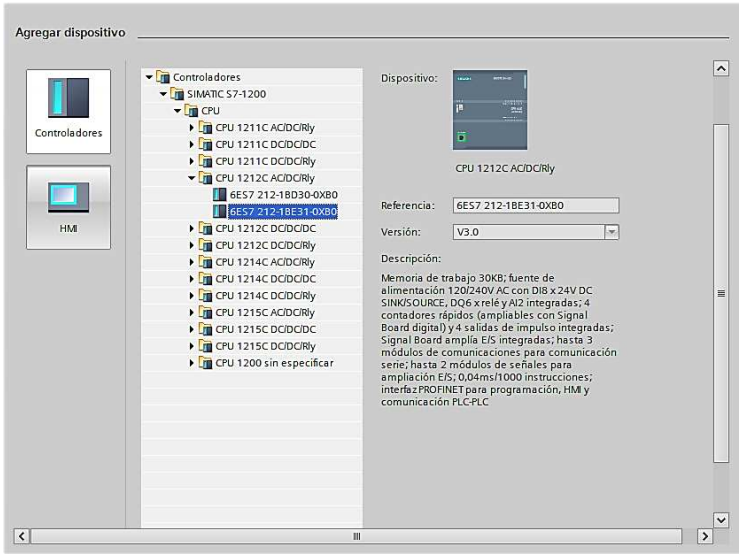


Fuente: Autores

3.5.3 *Insertar una CPU.* La configuración de dispositivos se crea insertando una CPU en el proyecto. Al seleccionar la CPU en el diálogo se depliega un cuadro que contiene los CPU de la gama S7-1200, se da clic en el CPU correspondiente. Finalmente se da clic en “Agregar” que se encuentra en la parte inferior de la pantalla (ver Figura 60).

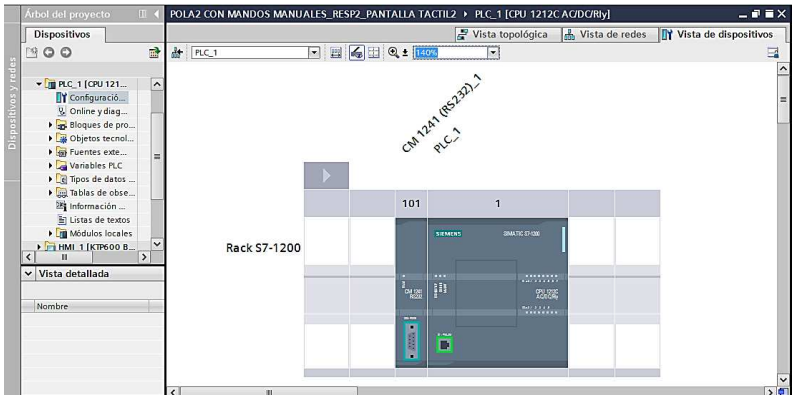
Vista de dispositivos de la configuración de hardware (ver Figura 61).

Figura 60. Selección de CPU



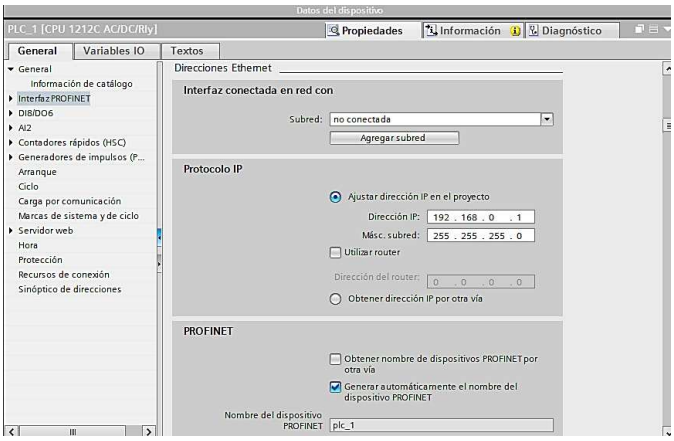
Fuente: Autores

Figura 61. Configuración de hardware



Fuente: Autores

Figura 62. Dirección Ethernet



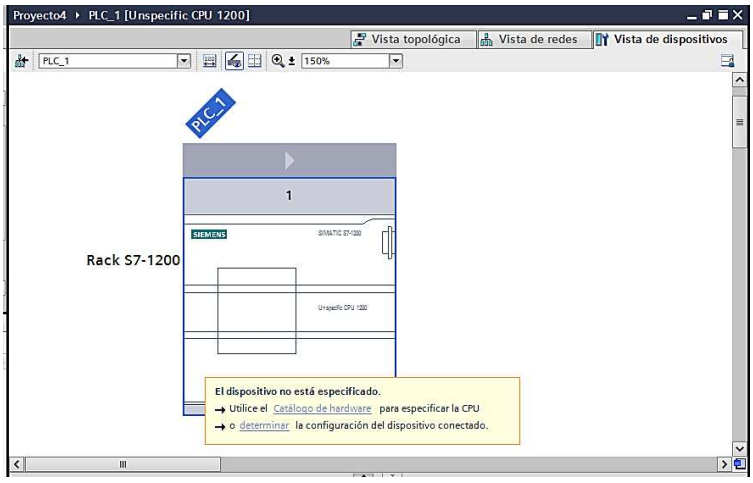
Fuente: Autores

Al visualizar la CPU en la vista de dispositivos se visualiza las propiedades de la CPU en la ventana de inspección. La CPU no tiene un dirección IP preconfigurada. La dirección IP de la CPU se debe asignar manualmente durante la configuración de dispositivos. Si la CPU está conectada a un router de la red, también es preciso introducir la dirección IP del router (ver Figura 62).

3.5.4 *Detección de la configuración de una CPU sin especificar.* Si existe una conexión con una CPU, es posible cargar su configuración en el módulo (incluidos los módulos).

Tan solo hay que crear un proyecto nuevo y seleccionar la "CPU sin especificar" en lugar de una específica. (También es posible omitir la configuración de dispositivo por completo seleccionando "Crear un programa PLC" en primeros pasos). Entonces STEP 7 Basic crea automáticamente una CPU sin especificar. En el editor de programación, seleccione el comando "Detección de hardware" del menú "Online". En el editor de configuración de dispositivos, seleccione la opción de detección del dispositivo conectado.

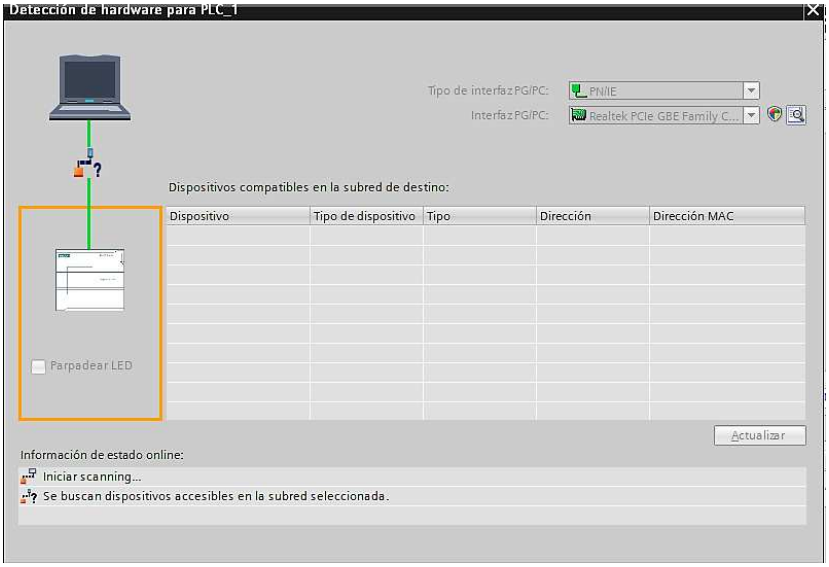
Figura 63. CPU sin especificar



Fuente: Autores

Tras seleccionar la CPU en el cuadro de diálogo online, STEP 7 Basic carga la configuración hardware de la CPU, incluyendo todos los módulos. Entonces pueden configurarse los parámetros de la CPU y de los módulos (ver Figura 64).

Figura 64. Carga de la CPU



Fuente: Autores

3.5.5 *Configuración una dirección IP en el proyecto.* Para configurar la interfaz PROFINET tras configurar la CPU, es posible configurar los parámetros de la interfaz PROFINET. A éste efecto, haga clic en la casilla ETHERNET verde en la CPU para seleccionar el puerto ETHERNET. La pestaña "Propiedades" en la ventana de inspección muestra el puerto ETHERNET.

Figura 65. Puerto PROFINET

Fuente: Autores

a) *Dirección Ethernet (MAC):* Todo dispositivo de una red ETHERNET recibe una dirección MAC (Media Access Control o control de acceso al medio) del fabricante para su identificación. Una dirección MAC consta de seis grupos de

dos dígitos hexadecimales, separados por guiones (-) o dos puntos (:), en orden de transmisión (por ejemplo 01-23-45-67-89-AB o 01:23:45:67:89:AB).

b) *Dirección IP:* Todo dispositivo debe tener también una dirección IP (Internet Protocol o Protocolo Internet). Ésta dirección permite al dispositivo transferir datos a través de una red en rutada o más compleja.

Toda dirección IP se divide en segmentos de ocho bits (octetos) y se expresa en formato decimal separados por puntos (211.154.184.16). La primera parte de la dirección IP se utiliza para la ID de red (¿en qué red se encuentra?) y, la segunda, para la ID del host (unívoca para cada dispositivo de la red). Una dirección IP 192.168.x.y es una designación estándar reconocida como parte de una red privada que no se en ruta vía Internet (ver Figura 62).

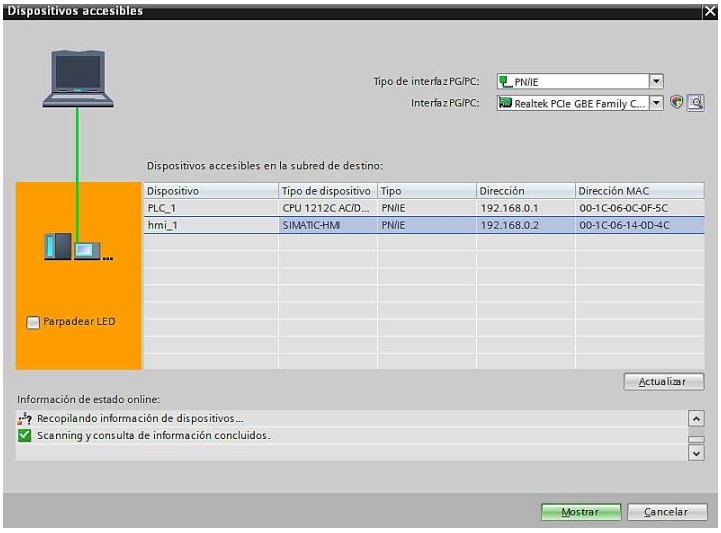
c) *Máscara de subred:* Una subred es una agrupación lógica de dispositivos de red conectados. Generalmente, los nodos de una subred están próximos físicamente en una red de área local (LAN). Una máscara define los límites de una subred IP.

Generalmente, una máscara de subred 255.255.255.0 se adecuan para una red local pequeña. Esto significa que los 3 primeros octetos de todas las direcciones IP de ésta red deberían ser iguales. Los diferentes dispositivos de la red se identifican mediante el último octeto (campo de 8 bits). Por ejemplo, es posible asignar la máscara de subred 255.255.255.0 y direcciones IP comprendidas entre 192.168.2.0 y 192.168.2.255 a los dispositivos de una red local pequeña.

3.5.6 *Comprobar la red PROFINET:* Tras finalizar la configuración, cargue el proyecto en la CPU. Todas las direcciones IP se configuran al cargar el proyecto en el dispositivo.

Cargando el programa se puede identificar en la pantalla principal del computador, todos los equipos que están conectados a la red PROFINET, exponiendo datos como tipo de dispositivo, la dirección IP a la que está conectada, el tipo de interfaz entre otras (ver Figura 66).

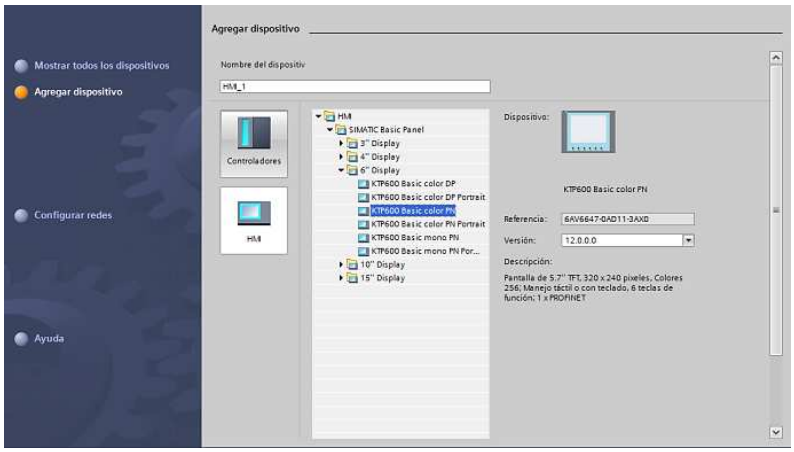
Figura 66. Direcciones de los equipos



Fuente: Autores

3.5.7 *Agregar un panel nuevo.* Una vez terminado la puesta a punto del PLC nos pondremos con la parte de la pantalla HMI. Para ello, lo primero de todo, lo que tendremos que hacer es insertar la pantalla que se haya adquirido.

Figura 67. Selección del panel KTP600 Basic PN



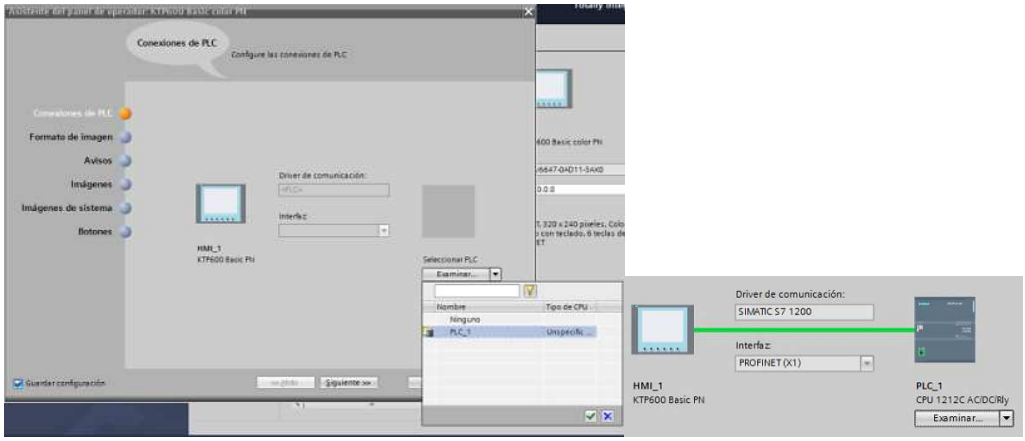
Fuente: Autores

En la ventana de árbol le daremos a insertar nuevo equipo y cuando nos salga la siguiente ventana le daremos a SIMATIC HMI teniendo que seleccionar el modelo HMI. Seleccione el panel “KTP600 Basic PN” entre las pantallas de 6in de SIMATIC HMI, active la casilla “iniciar el asistente de dispositivos” haga clic en el botón aceptar.

Seleccionaremos el PLC que tengamos en lista cabe mencionar que pueden ser algunos y seleccionamos el PLC que está conectado. Para ello le damos clic al botón seleccionar y pincharemos en nuestro PLC que habiamos configurado previamente apareciéndonos el esquema de conexión entre ambos equipos.

Inmediatamente damos clic en siguiente. Seleccionando primero "CPU 1212C AC/DC/Rly" en seleccionar el PLC nos aparecera una pantalla en donde podremos ver la conexión online que realiza internamente el software indicando una red interna entre el PLC y Pantalla HMI que nos ayudará para crear una red físicamente.

Figura 68. Selección del PLC

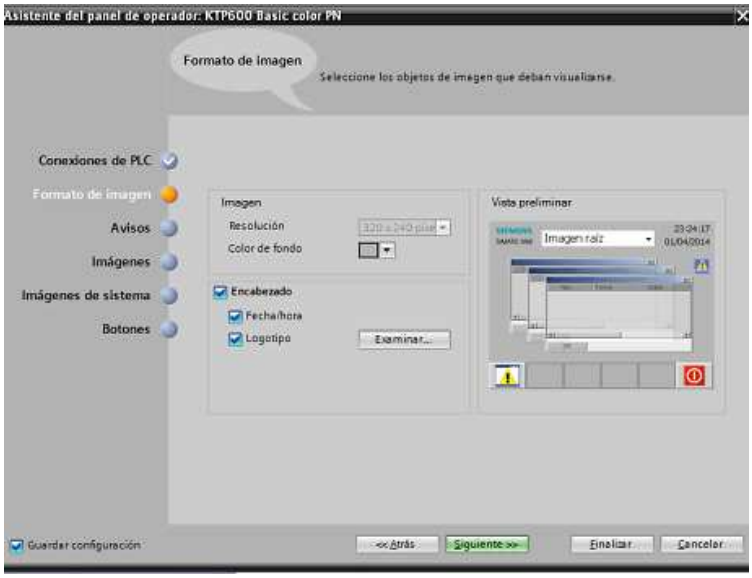


Fuente: Autores

A continuación, haga clic en el botón "Next". Al darle a siguiente, nos aparece las propiedades de las pantallas que vamos a visualizar, el color de fondo si queremos que muestre la fecha, el logo, etc.

Podemos darle la personalización de nuestra primera pantalla. Nos aparecerá la opción formato de imagen, vamos a elegir la resolución de la imagen, encabezado, color, y demás opciones para modificar nuestra pantalla principal. Con éste procedimiento podemos diferenciar la pantalla principal de las otras pantallas que se van a crear para simular el proceso, en cada una de las pantallas existentes en el proyecto posee propiedades que tenemos que modificar de acuerdo al uso en nuestro proyecto (ver Figura 69).

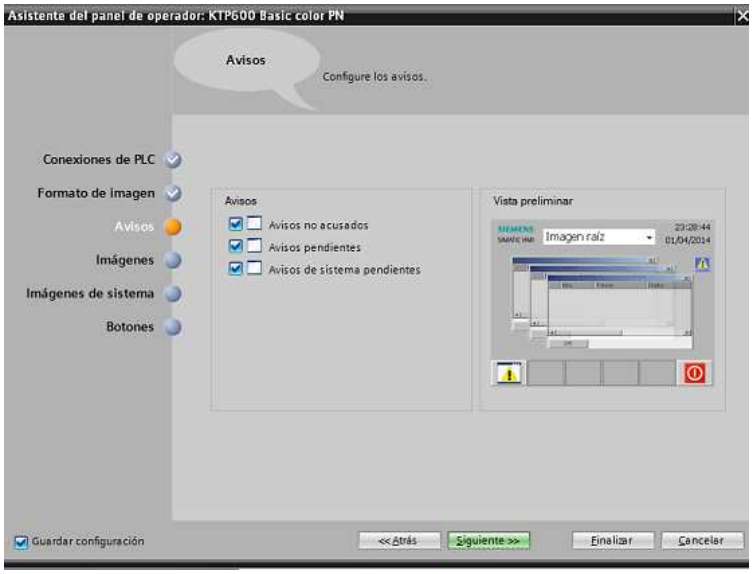
Figura 69. Seleccionar propiedades de la pantalla



Fuente: Autores

Al presionar siguiente podemos configurar las pantallas de alarmas y los demás dispositivos de inicio que se generan automáticamente en el TIA Portal.

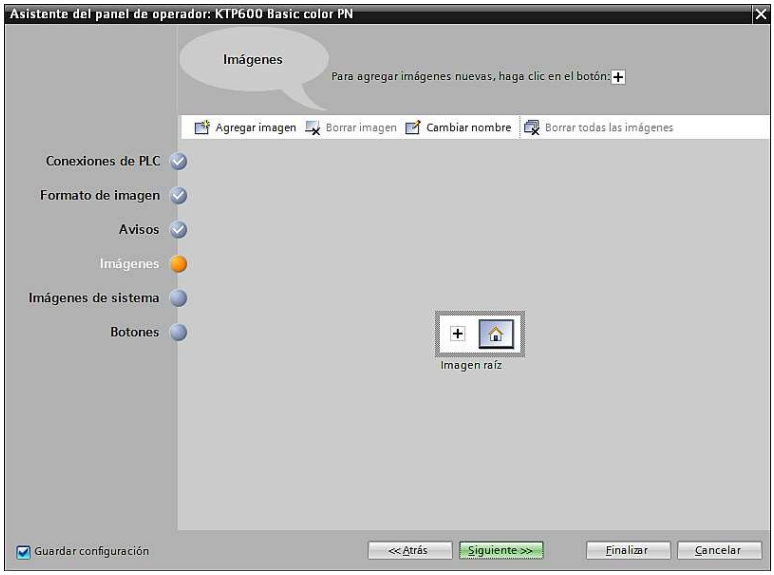
Figura 70. Seleccionar la pantalla de alarmas



Fuente: Autores

El paso siguiente es configurar el número de ventanas de usuario que se quiere tener. Aunque durante la programación éste número puede variar ya que se puede añadir o eliminar éstas ventanas (ver Figura 71).

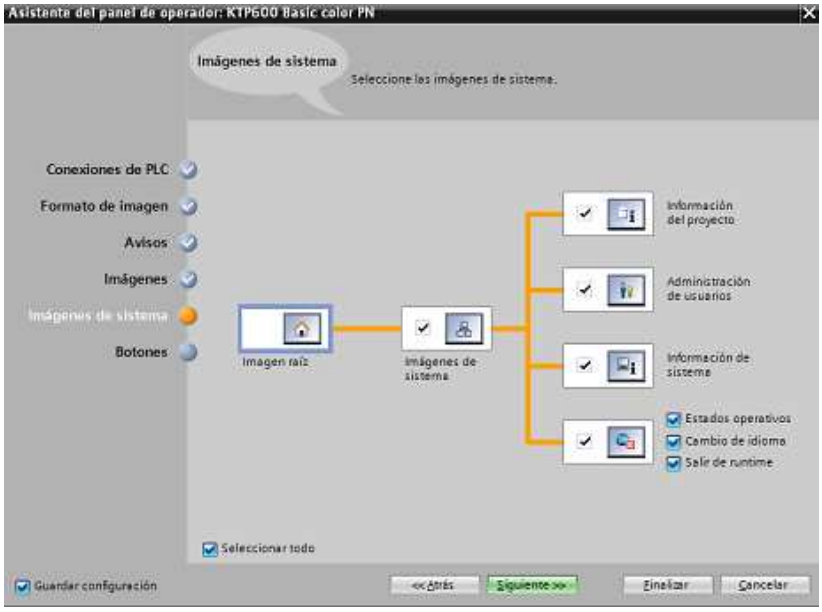
Figura 71. Configuración del número de pantallas



Fuente: Autores

En la siguiente ventana se puede configurar pantallas de sistema que se nos cree automáticamente y con las diferentes opciones.

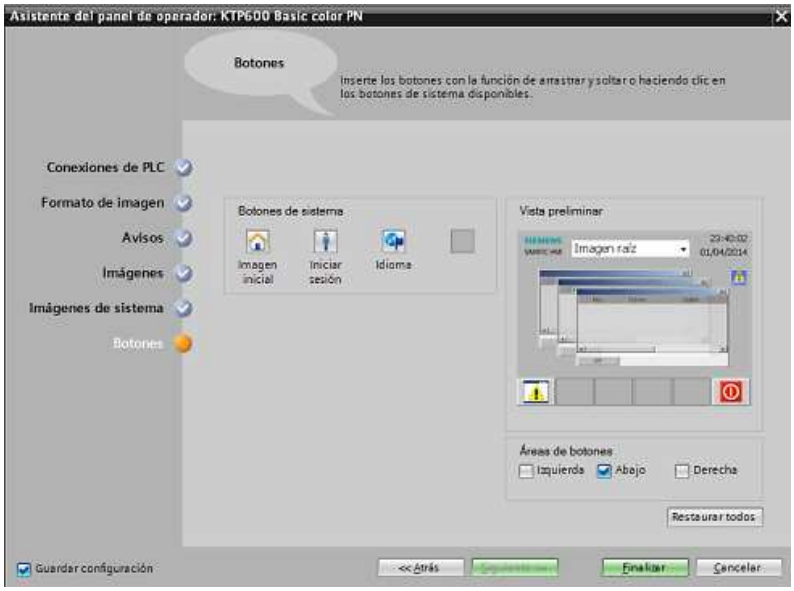
Figura 72. Seleccionar pantallas del sistema



Fuente: Autores

Por último, se puede configurar los botones que se desee encontrar en las pantallas creadas. Después le daremos a finalizar para comenzar a editar desde el editor de HMI (ver Figura 73).

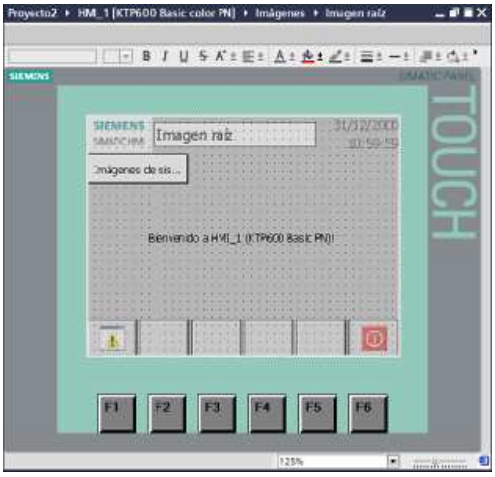
Figura 73. Seleccionar los botones por defecto



Fuente: Autores

Una vez finalizado el asistente tendremos una pantalla de inicio que creamos, ésta pantalla nos aparece según las características que anteriormente se configuro, la forma de la pantalla principal de nuestro proyecto es similar en forma y diseño a la de nuestro panel de control en forma física.

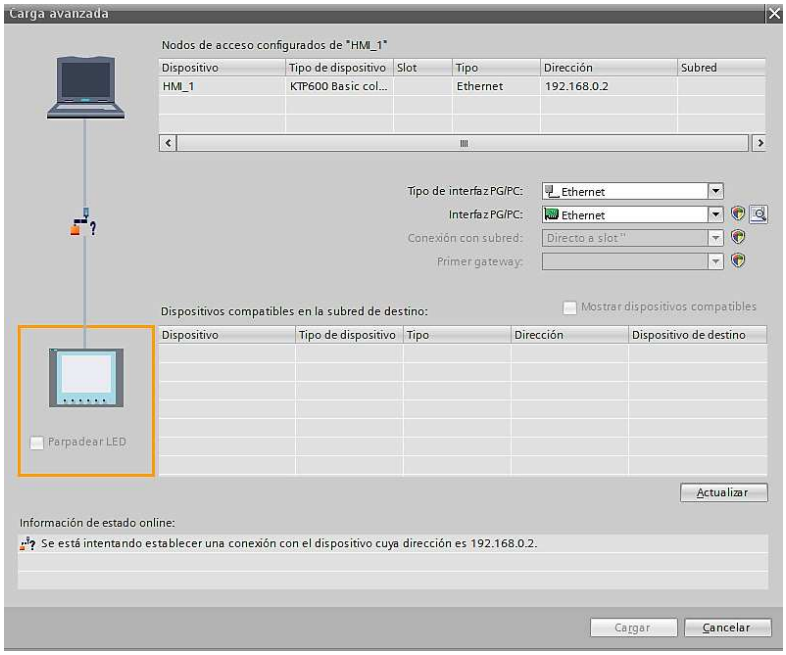
Figura 74. Pantalla de usuario



Fuente: Autores

3.5.8 *Transferir un proyecto.* Una vez que tenemos creado el proyecto lo transferimos a la pantalla, en el traspaso del programa vamos a encontrar todas las propiedades y las formas de conexión a ser utilizadas en el proyecto (ver Figura 75).

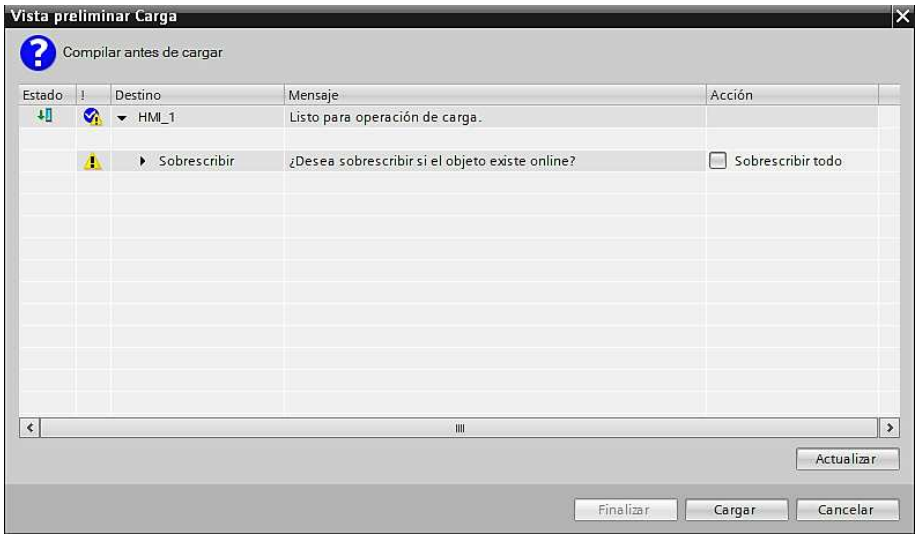
Figura 75. Transferir proyecto



Fuente: Autores

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

Figura 76. Cargar proyecto a la pantalla



Fuente: Autores

Con éste último paso se han concluido con la realización de pruebas y calibración del equipo.

CAPÍTULO IV

4. COMUNICACIÓN ENTRE PLC SIMATIC S7-1200 Y LA PANTALLA TÁCTIL Y GUIA DE PRÁCTICAS.

4.1 Comunicación vía Ethernet

El modo de comunicación establecido es el de Red Ethernet interfaz PROFINET integrada en S7- 1200.

4.1.1 *PROFINET en S7-1200.* La CPU del PLC Siemens incorpora un puerto PROFINET integrado que nos permite comunicar la CPU bajo protocolo TCP/IP. El puerto PROFINET de la CPU soporta conexiones de comunicación simultáneas:

- Conexiones para comunicación de HMI a CPU.
- Conexión para comunicación de programadora (PG) a CPU.
- 8 conexiones para comunicación del programa S7-1200 con instrucciones T-block.
- 3 conexiones para la comunicación entre una CPU S7-1200 pasiva y una CPU S7 activa. La CPU S7 activa utiliza instrucciones GET y PUT (S7-300 y S7-400) o instrucciones ETHx_XFER (S7-200). Una conexión de comunicación S7-1200 activa sólo es posible con instrucciones Tblock.

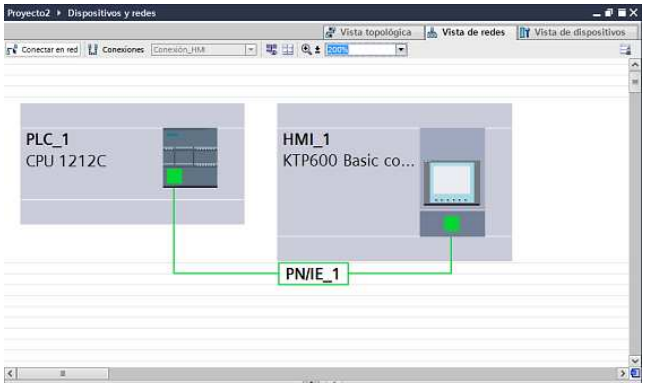
4.1.2 *Comunicación con una programadora.* Una CPU puede comunicarse con una programadora con STEP 7 Basic en una red. Al configurar la comunicación entre una CPU y una programadora debe considerarse lo siguiente:

- Configuración/instalación: Es preciso configurar el hardware (ver Figura 77).
- Para la comunicación entre dos interlocutores no se requiere un switch Ethernet.

Un switch Ethernet se requiere sólo si la red comprende más de dos dispositivos. El Switch Ethernet de 4 puertos CSM1277 de Siemens montado en un rack puede

utilizarse para conectar las CPUs y los dispositivos HMI. El puerto PROFINET de la CPU no contiene un dispositivo de conmutación Ethernet. En el portal “Dispositivos y redes”, utilice la “Vista de red” para crear las conexiones de red entre los dispositivos del proyecto.

Figura 77. Conexión PLC y HMI



Fuente: Autores

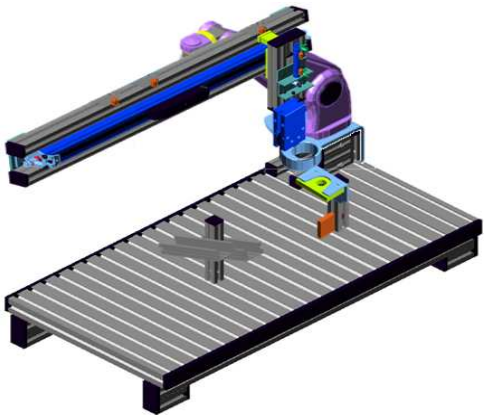
4.1.3 *Establecer la conexión de hardware.* Las interfaces PROFINET establecen las conexiones físicas entre una programadora y una CPU. Puesto que la CPU ofrece la función "Auto-crossover", es posible utilizar un cable PROFINET.

4.2 Módulo de automatización transporte sin vástago

4.2.1 *Módulo de transporte sin vástago.* El presente proyecto simulará uno de los procesos esenciales de todo proceso industrial, el transporte y distribución de objetos (materia prima, producto terminado, etc.). El módulo de transporte selecciona las piezas y las lleva a las rampas indicadas por el sensor inductivo. Para esto el sistema a utilizar es el software STEP 7, de la firma Siemens, que fue la proveedora de los equipos como la pantalla táctil KTP600 y el PLC SIMATIC S7-1200 (ver Figura 78).

4.2.2 *Descripción del proceso de automatización.* El módulo de transporte sin vástago selecciona y ubica las piezas en dos rampas. La pieza a transportar va estar ubicada en la parte superior encima del sensor óptico el cual nos va a censar y a dar la señal para que se active la electroválvula 5/3 para que el carro de desplazamiento se posicione en su posición inicial hasta el sensor magnético MAG1.

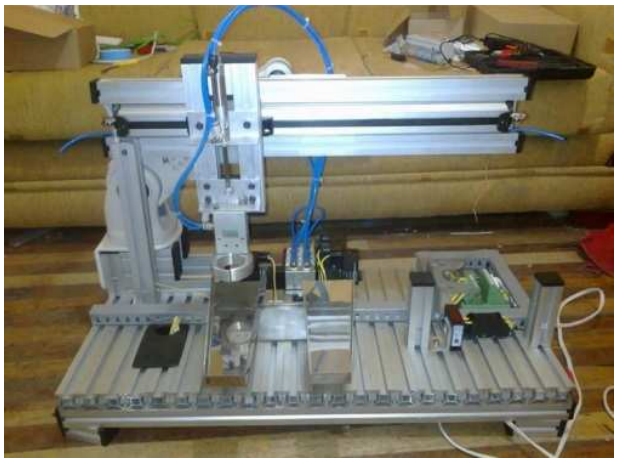
Figura 78. Módulo transporte sin vástago



Fuente: Autores

El sensor inductivo es el que clasifica a las piezas por el material y es el encargado de emitir la señal para ubicar la pieza ya sea en la rampa 1 o rampa 2. Cuando llega el carro de desplazamiento a su posición inicial el sensor magnético MAG1 manda que se active la electroválvula 5/2 del carro de desplazamiento y hace que descienda la pinza. La electroválvula 5/2 de la pinza se activa y hace que ésta se cierre. La electroválvula 5/2 del carro de desplazamiento eleva la pinza con la pieza. La electroválvula 5/3 se desplaza horizontalmente con la pieza hasta la rampa.

Figura 79. Partes principales del módulo



Fuente: Autores

Los sensores magnéticos MAG2 y MAG3 detecta la presencia del carro de desplazamiento y desactiva la electroválvula 5/3 para posicionar el carro de desplazamiento en MAG2 o MAG3. La electroválvula 5/2 del carro de desplazamiento

se activa y hace que descienda la pinza. La electroválvula 5/2 de la pinza se activa y hace que la pinza se abra para soltar la pieza en la rampa. La electroválvula 5/2 del carro de desplazamiento se activa y hace que la pinza ascienda terminando así el ciclo.

4.2.3 *Descripción del módulo de automatización.* Para describir el módulo de automatización del módulo del transporte sin vástago nos guiaremos por medio de los elementos que lo componen:

- Sensor óptico: Éste sensor nos avisa si hay o no objeto para el transporte.
- Sensor inductivo: Éste sensor nos clasifica por el tipo de material.
- Sensores magnéticos: En el módulo están ubicados seis sensores magnéticos de tal forma que envíen señales según las necesidades de la programación.
- Carro de desplazamiento. Éste conformado por la pinza neumática y un cilindro de doble efecto. El cilindro de doble efecto es controlado por una electroválvula 5/2. En su estado normal el cilindro de doble efecto se encuentra contraído.
- Pinza neumática. Se encuentra ubicada en el carro de desplazamientos, es accionada por una electroválvula 5/2.
- Cilindro sin vástago. Es accionado por la electroválvula 5/3. Es la que realiza un movimiento horizontal dando movimiento al carro de desplazamiento.
- Rampa. Se tiene dos rampas en donde se va a depositar las piezas transportadas por el carro de desplazamiento.
- Tarjeta Arduino. Está conectada al módulo de automatización por medio del RS-232, que se encuentra enviando información continuamente al PLC. Posee un regulador de voltaje.

4.2.4 *Automatización del módulo de transporte sin vástago y el módulo de automatización.* El presente proyecto de tesis plantea la demostración práctica de una automatización real que puede presentarse en la empresa que en cualquier momento y bajo cualquier circunstancia. La simulación y automatización del módulo de transporte sin vástago basado en la utilización de diferentes tipos sensores, elementos neumáticos; con un módulo de automatización adquiriendo un autómata programable Siemens de la serie SIMATIC S7-1200 y un panel operador KTP 600 Basic panel de la misma marca (ver Figura 80). La elaboración del presente proyecto se compone de dos partes:

- Realización de un diseño de GRAFCET.
- Mejoramiento y acondicionamiento del módulo del laboratorio de Control y Manipulación Automática.

Figura 80. Automatización del módulo de transporte sin vástago

Fuente: Autores

4.2.5 *Diseño del GRAFCET.* El diagrama GRAFCET se entiende como un diagrama de etapas y transiciones. Es decir se representa cada movimiento que ejecutara el módulo de transporte sin vástago y que requisitos deben haberse cumplido para realizar la siguiente etapa. La ventaja de realizar estos pasos antes de programar se traduce en la fácil detección de errores ya que se cuenta con un gráfico donde se observa puntualmente en qué etapa se produjo el error y que elementos intervienen en ella. En el funcionamiento general distinguiremos dos modos de operación: automático y manual. Se seleccionará la forma de funcionamiento mediante la pantalla táctil (ver Figura 81).

Tabla 25. Etapas neumáticas y designación de controles eléctricos del proceso

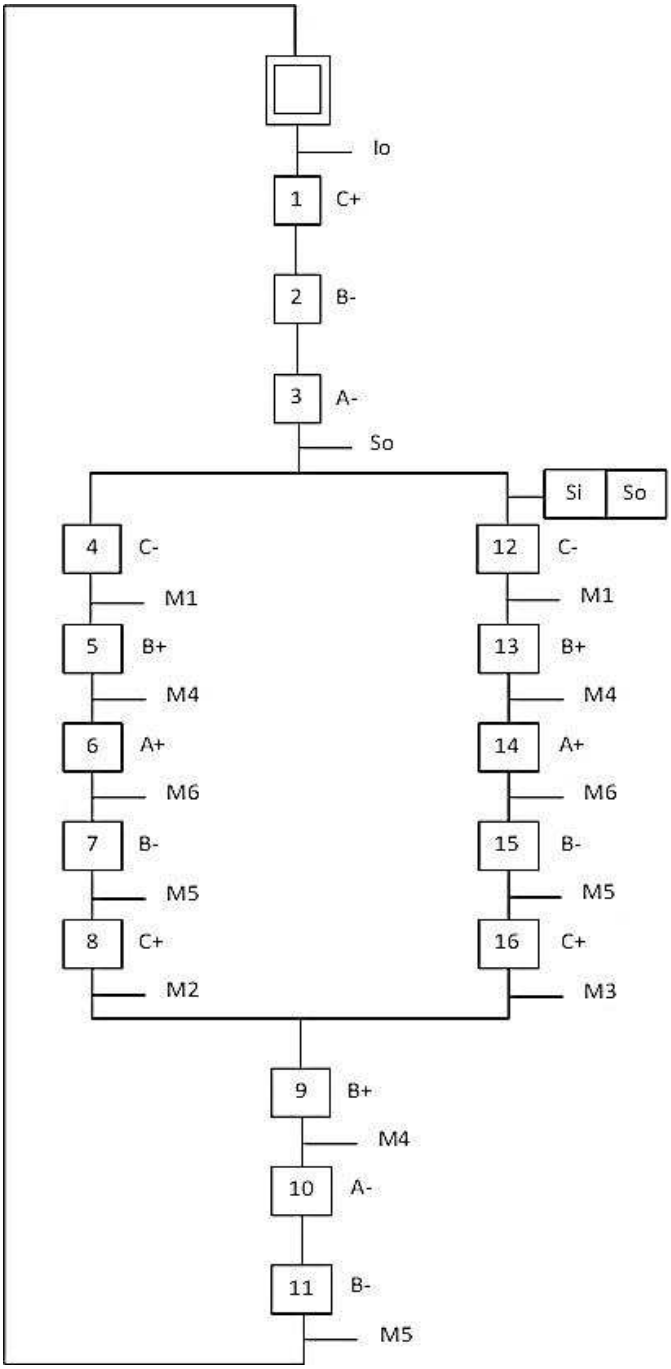
Etapas del proceso	
Designación	Significado
A+	Pinza cerrada
A-	Pinza abierta
B+	Descenso cilindro
B-	Ascenso cilindro
C+	Movimiento del cilindro lado izquierdo
C-	Movimiento del cilindro lado derecho
Controles eléctricos	
Designación	Significado
Io	Inicio del proceso
So	Sensor óptico
Si	Sensor inductivo

Tabla 25 (Continuación)

M1	Sensor magnético de posición
M2	Sensor magnético rampa 1
M3	Sensor magnético rampa 2
M4	Sensor magnético descenso
M5	Sensor magnético ascenso
M6	Sensor magnético cierre de pinza

Fuente: Autores

Figura 81. Diagrama GRAFCET



Fuente: Autores

4.2.5.1 *Funcionamiento del módulo de transporte sin vástago en modo automático.* El módulo empieza su funcionamiento cuando el botón del pulsador de arranque (botón verde) es accionado una vez y el botón de paro de emergencia (hongo) está desactivado. Luego el sensor óptico es el encargado de detectar la presencia de la pieza a transportar, éste sensor nos envía la señal para activar la electroválvula 5/3 del cilindro sin vástago y así posicionar al carro de desplazamiento en su posición inicial (pinza abierta, cilindro de doble efecto contraído). Todo éste proceso de inicialización está condicionado por el sensor magnético 1, el pulsador de inicio y por el sensor óptico. Todas estas señales están dadas por seguridad del operador.

Luego de posicionarse el carro de desplazamiento, y que las condiciones iniciales estén dadas, se activa una electroválvula 5/2 del cilindro de doble efecto la misma que hace que baje la pinza para recoger la pieza, la pinza se cierra y sube nuevamente con la ayuda de la electroválvula 5/2 destinada para la manipulación de está. Después de sujetar la pieza la pinza sube y lo lleva hacia la primera rampa o segunda rampa según lo haya determinado el sensor inductivo y con ayuda del sensor magnético 2 y magnético 3 lo harán detener, para que baje y abra la pinza para depositar la pieza de trabajo, después de finalizar el proceso reinicia nuevamente previo haya recibido una señal del sensor identificando una nueva pieza de trabajo.

4.2.5.2 *Funcionamiento del módulo de transporte sin vástago en modo manual.* Para éste modo se utilizara la pantalla táctil HMI para manejar todo el proceso, entonces de igual forma el módulo empieza su funcionamiento cuando el botón del pulsador de arranque (botón verde) es accionado una vez y el botón de paro de emergencia (hongo) está desactivado. Luego el sensor óptico es el encargado de detectar la presencia de la pieza a transportar el carro de desplazamiento se posiciona en su posición inicial (pinza abierta, cilindro de doble efecto contraído). Luego el cilindro de doble efecto baja la pinza para recoger la pieza, la pinza se cierra y sube nuevamente. Después de sujetar la pieza la pinza sube y lo lleva hacia la primera rampa o segunda rampa según lo haya determinado el sensor inductivo y con ayuda del sensor magnético 2 y magnético 3 lo harán detener, para que baje y abra la pinza para depositar la pieza.

Con éstas condiciones de funcionamiento estamos en capacidad de diseñar un GRAFCET que se adecue a todo el funcionamiento, y con ello dar inicio a la

programación requerida para el módulo de transporte sin vástago con la ayuda del GRAFCET que cumpla las condiciones del modo automático (ver Figura 81).

4.2.5.3 *Asignación de variables del PLC*

a) Asignación de entradas

Tabla 26. Entradas del PLC

Nombre	Tipos de Datos	Asignación
Mag 1	Bool	I0.0
Mag 2	Bool	I0.1
Mag 3	Bool	I0.2
Inicio	Bool	I0.3
Paro	Bool	I0.4
Emergencia	Bool	I0.5
Inductivo	Bool	I0.6
Óptico	Bool	I0.7

Fuente: Autores

b) Asignación de salidas

Tabla 27. Salidas del PLC

Nombre	Tipos de Datos	Asignación
Retorno_SV	Bool	Q0.0
Pinza	Bool	Q0.1
Baja_pinza	Bool	Q0.2
Avanza_SV	Bool	Q0.3
Lamp_paro	Bool	Q0.4
Lamp_inicio	Bool	Q0.5

Fuente: Autores

c) Asignación de memorias

Tabla 28. Memorias

Nombre	Tipos de Datos	Asignación
Mem_encla_ini	Bool	M0.0
Muestreo	Bool	M0.1
Borra_buffer	Bool	M0.2
Mag_carga	Bool	M0.3
Mem_mag1	Bool	M0.4
Mag_pinza_sube	Bool	M0.5
Mag_pinza	Bool	M0.6

Tabla 28 (Continuación)

Mem__pinza_baja	Bool	M0.7
Mem_mag_pinza	Bool	M1.0
Mem_pinza_sube	Bool	M1.1
Mem_optico	Bool	M1.2
Meg_mag2	Bool	M1.3
Mem_induc	Bool	M1.4
Mem_suelta pinza	Bool	M1.5
Reset	Bool	M1.6
Mem_mag3	Bool	M1.7
Ini_pant	Bool	M2.0
Paro_pant	Bool	M2.1
Av_pant	Bool	M2.2
Ret_pant	Bool	M2.3
Mem_descenso_pant	Bool	M2.4
Activ_descenso_pinza	Bool	M2.5
Activ_ascenso_pinza	Bool	M2.6
Activ_pinza_pant	Bool	M2.7
Reset_pulsos	Bool	M3.0
Reset_cont(1)	Bool	M3.1
Mag_pinza_baja	Bool	M4.0
Mem_activ_pinza_pant	Bool	M4.1
Desactiv_pinza_pant	Bool	M4.2
Manual_pantalla	Bool	M4.3
Mem_manual	Bool	M4.4
Automático_pantalla	Bool	M4.5
Mem_automático	Bool	M4.6

Fuente: Autores

4.2.6 *Programación mediante el software TIA PORTAL.* Presentamos el método empleado para automatizar el módulo de transporte en el entorno del S7-1200. Utilizamos el software STEP 7 Basic, como herramienta en la que vamos a configurar, administrar y programar nuestro autómata S7-1200 y la pantalla Basic Panel HMI KTP 600. El software es bastante intuitivo y además posee un soporte técnico en internet y mediante la página oficial de SIEMENS, el programa tiene una interfaz muy sencilla para entender su funcionamiento.

4.2.6.1 *Creación del proyecto.* Como ya se dijo anteriormente vamos a elaborar los pasos para crear y ejecutar el proyecto. *"Abrimos la aplicación"* Ejecutamos la aplicación de Step 7 Basic V12.

a) *"Crear Proyecto Nuevo"*. Dentro de la pantalla de inicio aparece seleccionado por defecto la opción de "Abrir proyecto existente". En la misma nos aparecera los

proyectos que hemos guardados en el PC. Se comenzará un proyecto desde cero, por lo que seleccionaremos “Crear proyecto”.

Figura 82. Crear proyecto

Fuente: Autores

b) *“Información del proyecto”* Al seleccionar ésta opción le daremos un clic para asignar información del proyecto como el nombre, quien es el autor y le damos un clic al botón de “Crear” para guardar ésta información.

Figura 83. Información del proyecto

Fuente: Autores

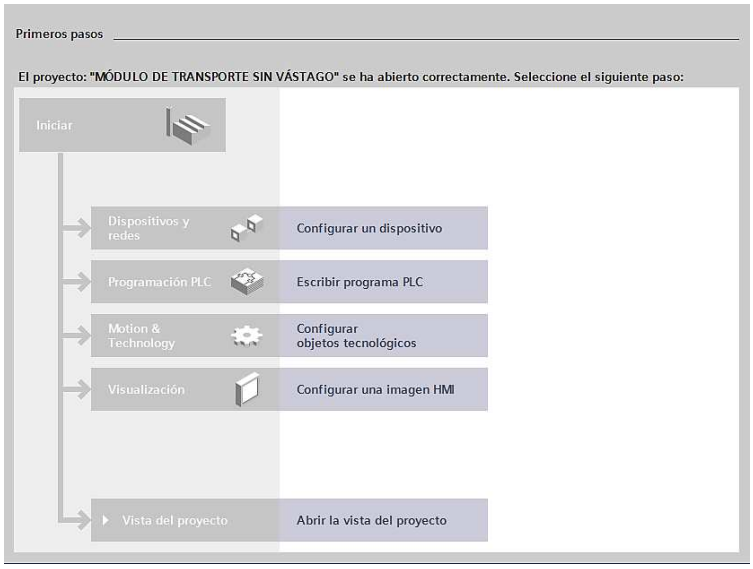
c) *“Primeros pasos”* Cuando le damos un clic a crear nos aparece la “Vista Portal” y nos selecciona por defecto “Primeros pasos” (ver Figura 84). Desde aquí tenemos las siguientes opciones:

- “Dispositivos y redes”
- “Programación PLC”

- “Motion & Technology”
- “Visualización”
- “Vista del Proyecto”

Empezaremos por lo básico configurando la dirección IP de nuestro equipo para lo que daremos un clic en configurar dispositivos.

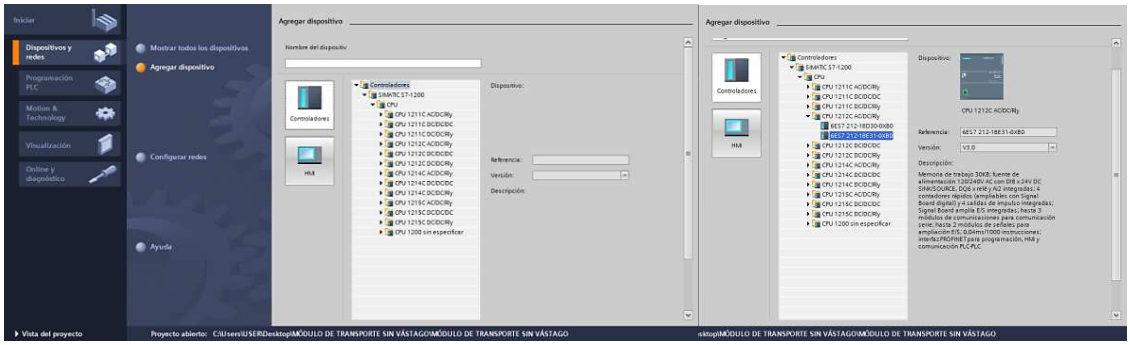
Figura 84. Primeros pasos



Fuente: Autores

d) *“Dispositivos y Redes”* . Al darle clic a “Agregar dispositivo” tendremos dos opciones: PLC o Panel HMI. Comenzarenos por el PLC. Le damos clic en el botón del PLC y nos aparecerá en la ventana de la derecha todas las CPU donde tendremos que seleccionar CPU C AC/DC/Rly. Y le daremos un clic en agregar.

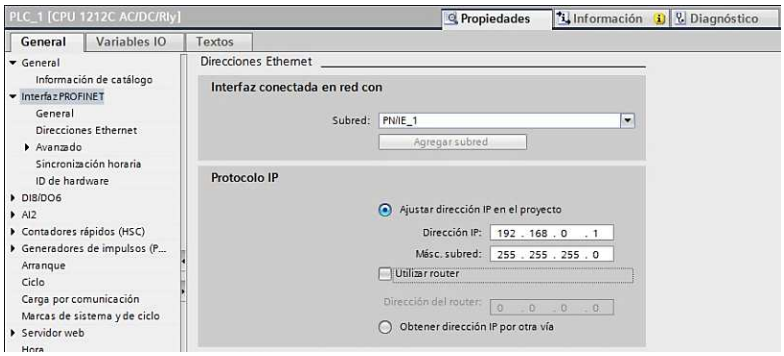
Figura 85. Selección CPU (PLC)



Fuente: Autores

e) Creamos la *"Configuración de la red Ethernet"* ésta configuración nos sirve para realizar la comunicación de la PC con el PLC se genera una dirección IP que se direcciona con el PLC ésta dirección será 198.168.0.1, de igual forma debemos crear una subred que es la que nos ayuda a crear una conexión interna y externa entre el PLC y la pantalla, ésta subred será 255.255.255.0.

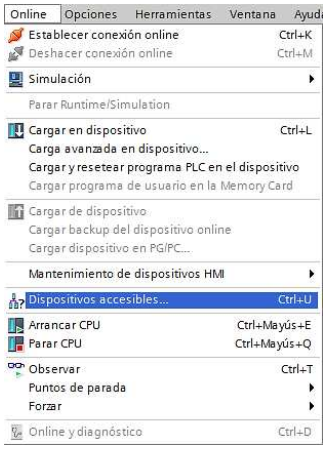
Figura 86. Dirección IP



Fuente: Autores

f) Luego comprobamos que equipos son accesibles. Desde el menú online en la opción de "Dispositivos accesibles" damos un clic y se carga automáticamente nuestra CPU de forma que está lista para la conexión.

Figura 87. Dispositivos accesibles

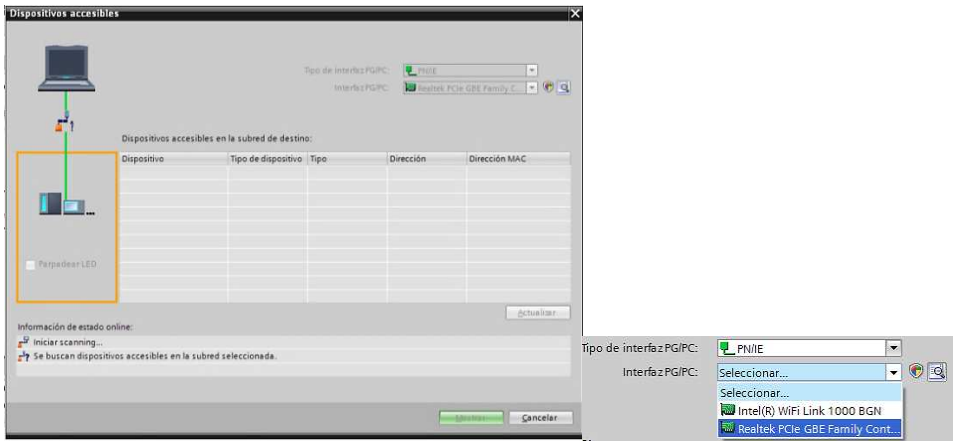


Fuente: Autores

g) Aparecerá la siguiente pantalla donde hay dispositivos se mostraran en una tabla con el tipo de dispositivos, su dirección IP y la MAC. Seleccionamos interface creada del PG/PC (ver Figura 88).

Una vez creada la comunicación entre el software y el PLC procedemos a crear la programación, éste paso es importante para que al momento de cargar el programa no tenga ningún conflicto con el PLC o software ni tampoco con otra versión de firmware.

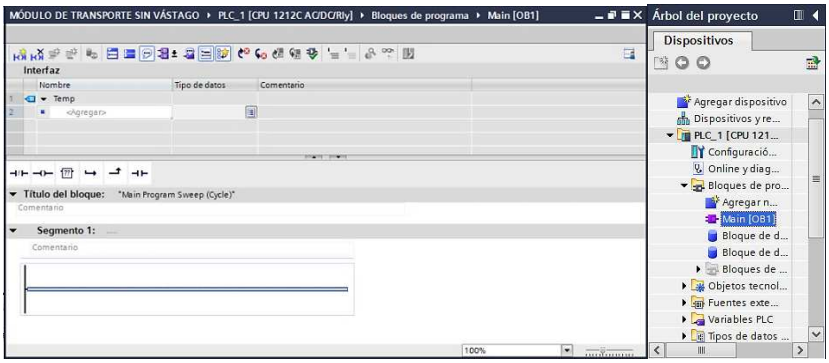
Figura 88. Interface creada



Fuente: Autores

4.2.6.2 *Programación del S7-1200.* Una vez realizado el direccionamiento, se prosigue con la parte de la programación. Nos ubicamos en el árbol de proyecto que se encuentra a la izquierda de la ventana del programa, damos clic en la carpeta de bloque de programa. Dentro de ésta carpeta tenemos ya creado un bloque por defecto que es el Main [OB1]. Seleccionamos dos veces sobre éste para editarlo. Si deseamos editar/crear otro bloque escogemos “Agregar nuevo bloque”.

Figura 89. Editor de bloque y creación del Main

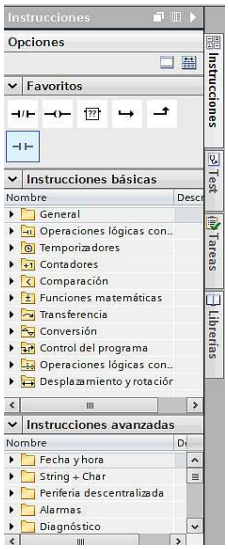


Fuente: Autores

En la parte derecha de la ventana del programa se tiene la pestaña de instrucciones en donde se puede encontrar los distintos elementos a utilizar para la programación. Se

puede definir a los más utilizados en favoritos. Las propiedades del bloque y de los elementos se los encuentran en la parte inferior de la ventana del programa.

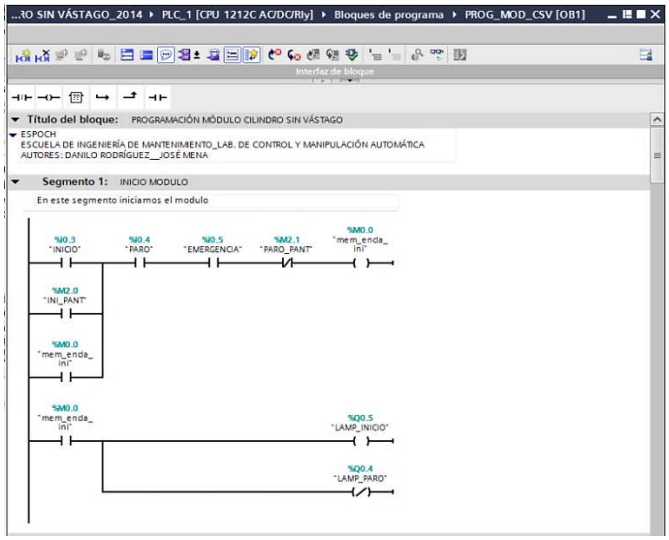
Figura 90. Instrucciones básicas y avanzadas



Fuente: Autores

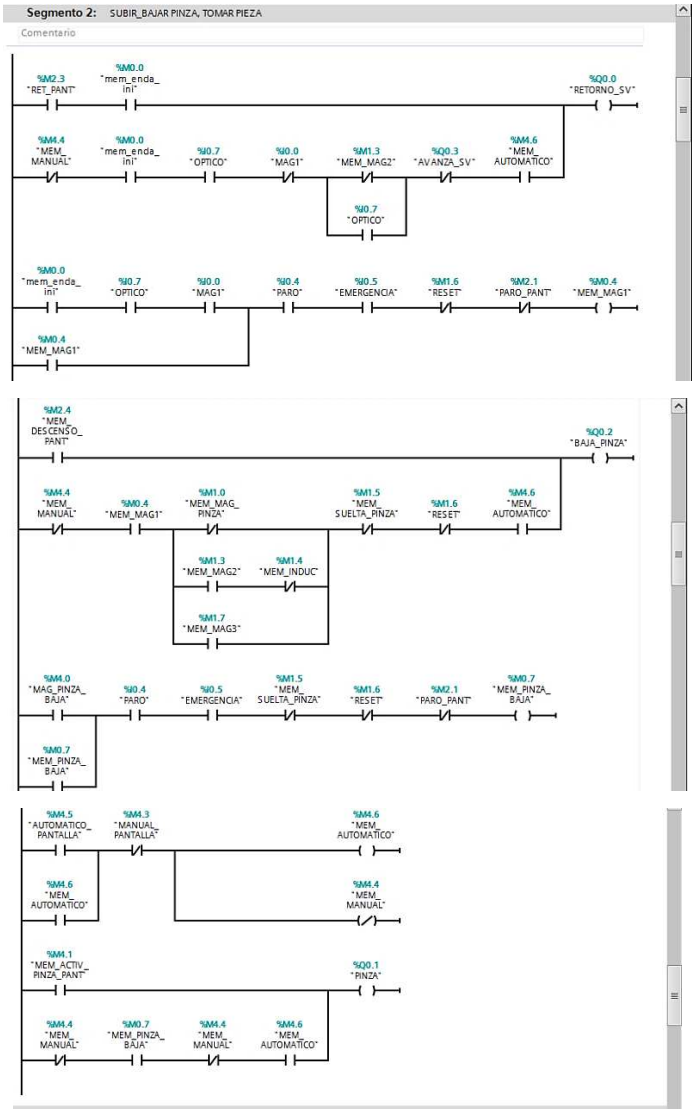
A continuación se detalla la programación que se utiliza para que el módulo de transporte de cilindro sin vástago funcione de la forma anteriormente indicada. Los gráficos indicados a continuación han sido divididos por segmentos utilizados en la programación y que hacen que la misma sea más eficaz y si acaso de haber fallas ayudaría a detectar de una forma más rápida (ver Figuras 92,93).

Figura 91. Inicio del módulo



Fuente: Autores

Figura 92. Subir_bajar pinza, tomar pieza



Fuente: Autores

Figura 93. Transportar y soltar pieza

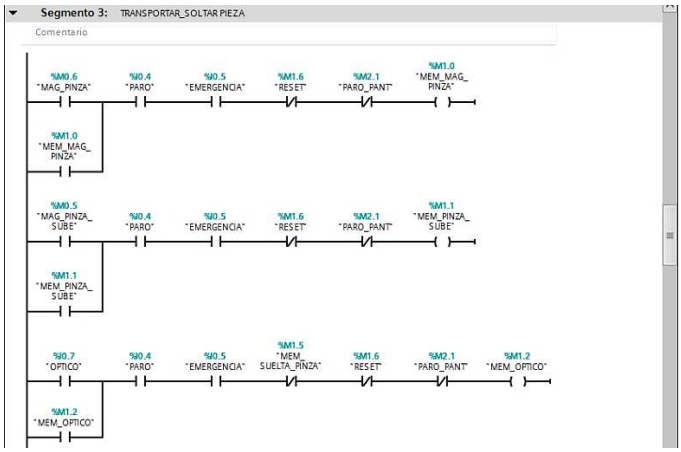
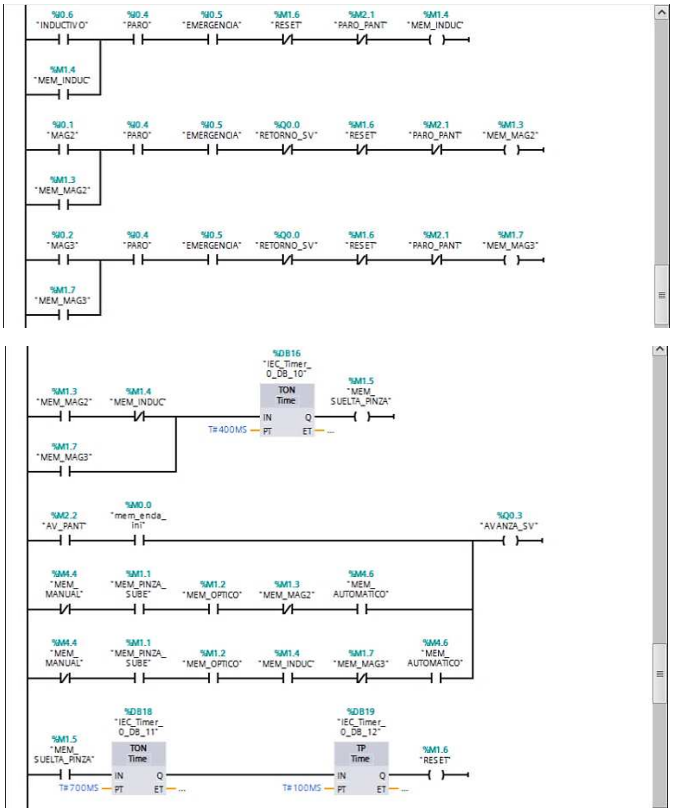


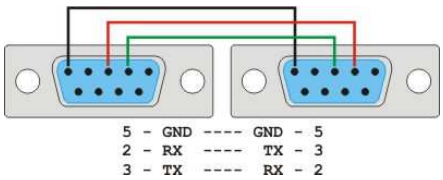
Figura 93 (Continuación)



Fuente: Autores

4.2.6.3 *Programación de la tarjeta Arduino.* El módulo de transporte consta de una tarjeta Arduino la cual se conecta con el módulo de comunicación hacia el PLC. Ésta comunicación es conocida como punto a punto, la misma que trasmite información digital en forma serial a través de un cable (ver Tabla 29).

Figura 94. Conexión RS-232



Fuente: Autores

Para receptar las señales emitidas por la tarjeta Arduino y el módulo RS-232 el programa del TIA Portal posee en la pestaña de instrucciones una carpeta llamada *"Comunicación"*, la misma que contienen opciones como por ejemplo: Servidor WEB, comunicación S7, Open user communication, procesador de comunicación, etc. Es en el

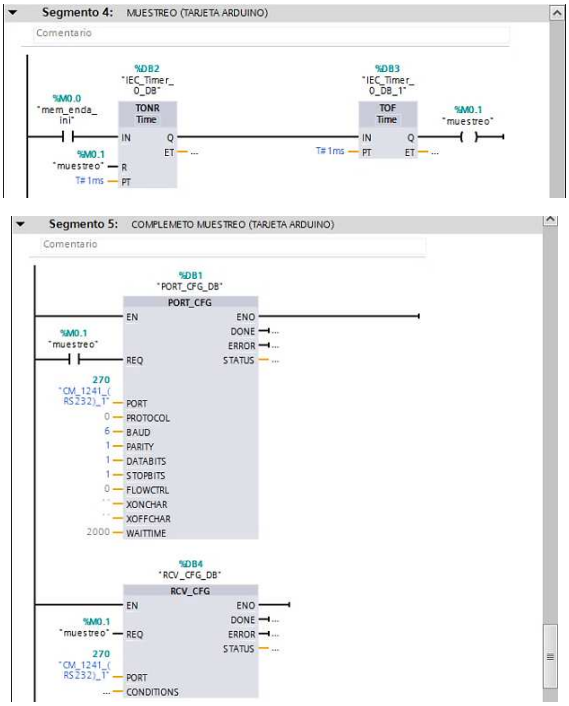
procesador de comunicación donde podemos encontrar la carpeta de punto a punto damos clic a ésta y nos aparecerá las diferentes funciones que tiene ésta carpeta, elegimos la instrucción *"PORT_CFG"*, el mismo q sirve para configurar dinámicamente los parámetros de comunicación de un puerto de comunicación punto a punto. En la programación la instrucción PORT_CFG se complementa con la instrucción *"RCV_CFG"* ésta instrucción permite configurar las condiciones que determinan el principio y fin de un mensaje a transferirse. Presentaremos la programación de la comunicación en el PLC con la ayuda del Software TIA Portal.

Tabla 29. Funciones de los pines del RS-232

DB9	Misión	División
1	DCD	Detección portadora de datos
2	RxD	Recepción de datos
3	TxD	Transmisión de datos
4	DTR	Terminal de datos listo
5	GND Signal	Circuito común
6	DSR	Dispositivo de datos listo
7	RTS	Petición de envío
8	CTS	Dispositivo de datos listo
9	RI	Indicador de llamada (ring)

Fuente: http://www.puntoflotante.net/RS485.htm

Figura 95. Comunicación punto a punto



Fuente: Autores

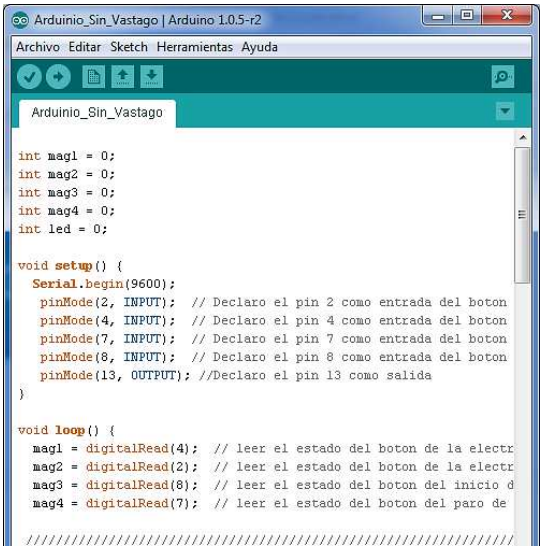
Terminada la programación el PLC procedemos a compilar para luego cargar en el dispositivo dando clic en . Lograda la transmisión y recepción de datos entre la tarjeta Arduino y el PLC procedemos a programar la tarjeta Arduino, para ello utilizamos el software ARDUINO que se puede descargar e instalarse en la PC.

Figura 96. Ícono Arduino

Fuente: Autores

Para la programación de la tarjeta Arduino damos clic en el ícono, procedemos a declarar las variables y a programar la tarjeta.

Figura 97. Programación Arduino



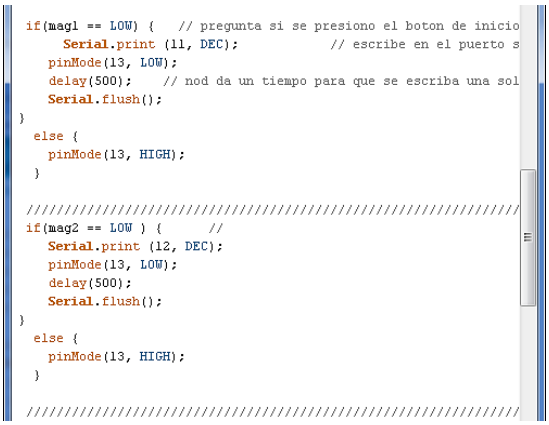
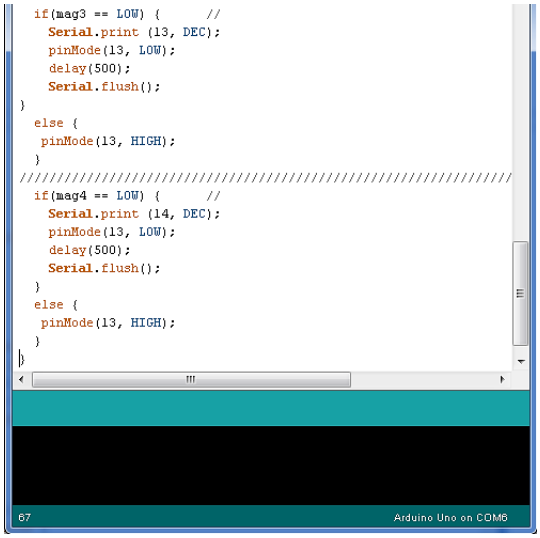


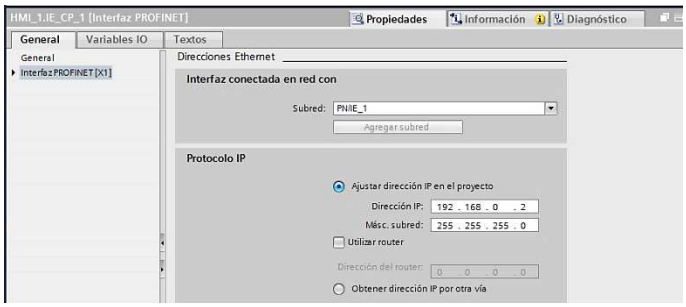
Figura 97 (Continuación)



Fuente: Autores

4.2.6.4 *Programación pantalla táctil HMI.* Una vez terminado la programación del PLC y de la tarjeta Arduino, nos enfocaremos en la programación de la pantalla táctil. Para ello realizamos los pasos previamente indicados en el anterior capítulo para tener la pantalla táctil conectada con el PLC, para la configuración de IP se tiene el código 192.168.0.2 y una subred de código 255.255.255.0 esto es muy importante para su conexión online.

Figura 98. Configuración IP pantalla



Fuente: Autores

Una vez configurada la IP procedemos a programar la pantalla táctil, en el árbol del proyecto tenemos la carpeta imágenes dando clic en la carpeta aparecerán instrucciones como por ejemplo crear imágenes etc., que al crear una carátula podemos observar a la derecha de la pantalla las herramientas en donde arrastrando y soltando podemos insertar los distintos elementos necesarios para la simulación y monitoreo del proceso,

en la ventana de propiedades se puede ir asignando eventos, cambiando colores, animaciones, etc.

Figura 99. Pantalla de inicio

Fuente: Autores

Terminada la programación de la pantalla táctil le damos clic en el botón de compilación y luego le damos clic al botón de cargar en el dispositivo, terminando así el proyecto del módulo de transporte con cilindro sin vástago con STEP 7 Basic V12.

Figura 100. Pantalla de mandos

Fuente: Autores

4.3 Pruebas y calibración de la comunicación Ethernet

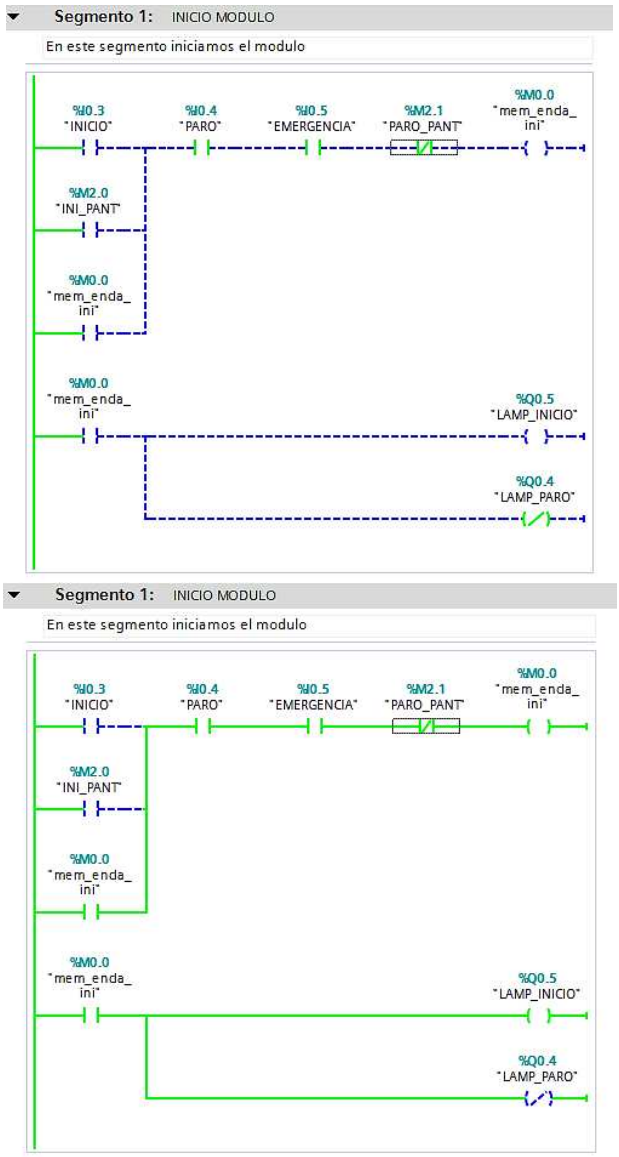
Las pruebas y calibración de la comunicación se la puede realizar por la conexión online que nos ofrece le software TIA Portal, pruebas como:

- Visualización del programa.
- Test del PLC.

4.3.1 *Visualización del programa.* Para la visualización del programa primeramente debemos establecer conexión online Establecer conexión online, y luego dar clic en el botón .

Para terminar la visualización del proyecto debemos de dar clic en el botón y luego dar clic en el botón de deshacer conexión online Deshacer conexión online.

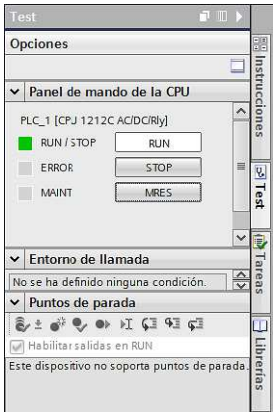
Figura 101. Visualización del proyecto en OFF y en ON



Fuente: Autores

4.3.2 *Test PLC.* Éste test permite setear al PLC, igualmente para realizar éste proceso es necesario establecer una conexión online. En la parte derecha de la ventana del software se encuentra la pestaña del Test damos clic en ésta y nos aparecerá las opciones del panel de mando de la CPU hay podemos dar clic en RUN, STOP MRES.

Figura 102. Panel de mando



Fuente: Autores

Para desactivar ésta opción damos debemos mantener al PLC en el estado RUN y luego debemos de deshacer la conexión online.

4.4 Elaboración de guías de práctica

4.4.1 *Práctica Nro. 1*

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO Práctica Nro. 1
NOMBRE (S): _____ FECHA DEL LABORATORIO: _____	
1. TEMA: Conociendo los PLCs Siemens S7-1200 y pantallas táctiles KTP 600. 2. OBJETIVOS 2.1. GENERAL: Identificar las partes del PLC Siemens S7-1200 y de la pantalla táctil.	

2.2. ESPECÍFICOS:

Ubicar físicamente todos los puertos que constituyen al PLC Siemens S7-1200.

3. LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS.

- Módulo PLC S7-1200.
- Pantalla táctil KTP 600.

4. PROCEDIMIENTO

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.

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 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 contaje 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.

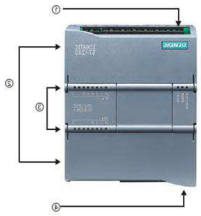
¿Cuántas entradas y salidas analógicas tiene el PLC?

_____

_____

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.

4.4.2 *Práctica Nro. 2*

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO 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

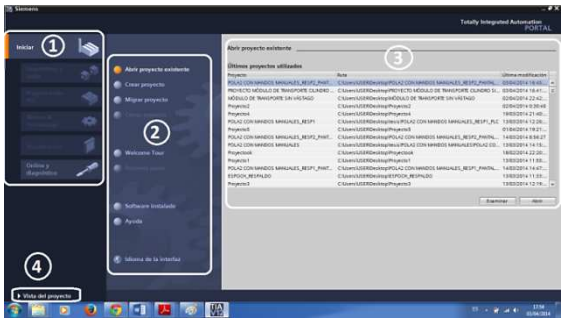
- PC, con Step 7 Basic.

4. PROCEDIMIENTO

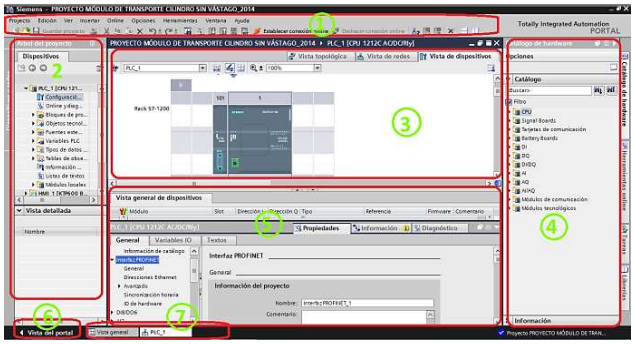
4.1. Ejecutar la aplicación TIA Portal V12 cuyo acceso directo se encuentra en el escritorio. Como indica la figura.

4.2. "Vistas del Proyecto". La 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 debe seleccionarse. Ponga atención a la figura y sus áreas:

 Portales para las diferentes tareas.
 Tareas del portal seleccionado.
 Panel de selección para la acción seleccionada.
 Cambia a 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.



 Menús y barra de herramientas.

 Árbol del proyecto.

 Área de trabajo.

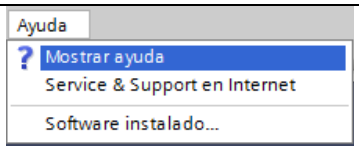
 Task Cards.

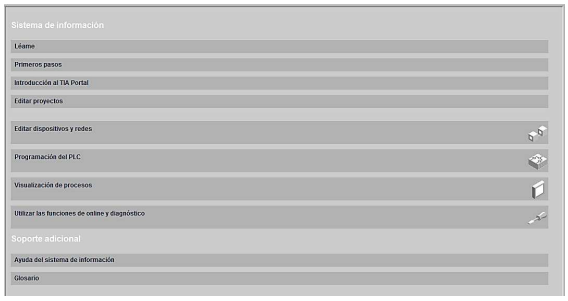
 Ventana de inspección.

 Cambia a la vista del portal.

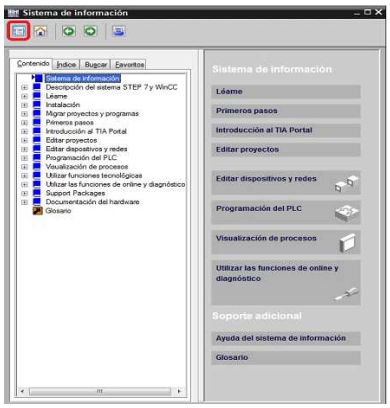
 Barra del editor.

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 (1)*, 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.

4.4.3 *Práctica Nro. 3*

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO Práctica Nro. 3

NOMBRE (S): _____

FECHA DEL LABORATORIO: _____

1. TEMA: Aprendiendo el funcionamiento del PLC Siemens S7-1200.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL: Verificar el correcto funcionamiento del PLC.

2.2. ESPECÍFICOS

Aprender las instrucciones para verificar el correcto funcionamiento del PLC.

3. LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Módulo PLC S7-1200.
- Cable gemelo AWG14, un extremo con toma corriente simple y el otro extremo pelado.
- Destornillador plano de 2.4mm.
- PC, con STEP 7 Basic.
- Cable Ethernet punto a punto.
- Simulador Siemens de entradas y salidas de 8 posiciones.
- Cámara fotográfica.

4. PROCEDIMIENTO

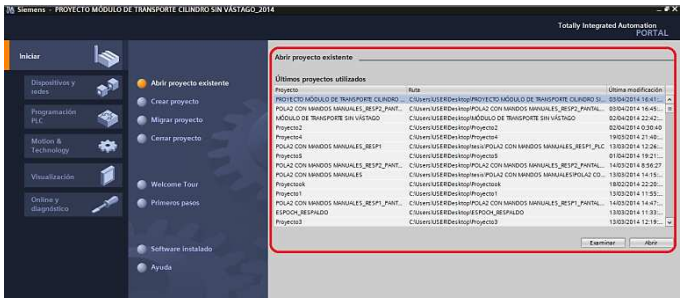
4.1. Introduzca la parte pelada del cable gemelo AWG14 al conector hembra con conexión por tornillo (L1 - N) de corriente alterna (120-240VAC) del PLC.

4.2. Conecte el otro extremo del cable gemelo al toma corrientes.

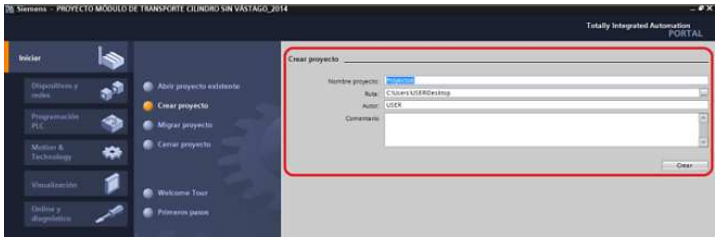
4.3. Conecte el cable de red punto a punto en los conectores RJ45 del PLC y de la PC.

4.4. En la PC ejecutar la aplicación TIA Portal V12.

4.5. Dentro de la pantalla de inicio aparece seleccionado por defecto la opción de "Abrir proyecto existente". En el lado derecho de la ventana se encuentra el listado de los proyectos guardados anteriormente.



4.6. En la ventana inicial seleccionar la opción "Crear proyecto", en donde se visualizará los campos para identificar el nuevo proyecto. Por ejemplo: quien es el autor, comentario, dirección donde quiere que se guarde el proyecto, etc. A continuación dar clic en “Crear”.

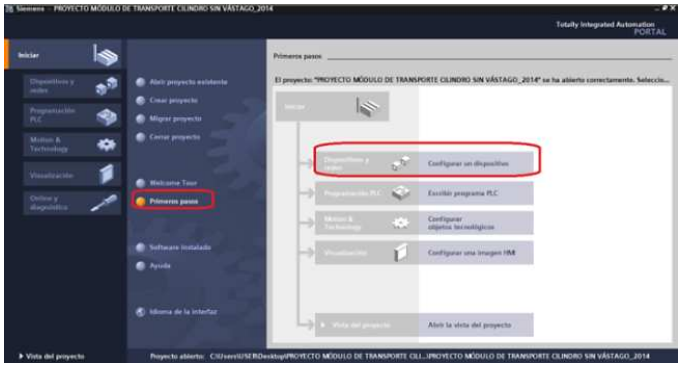


4.7. Al dar clic en “Crear” aparece la "Vista Portal" en donde por defecto seleccione la opción "Primeros pasos", en el cual hay tres opciones para poder seguir con el proyecto:

- “Configurar un dispositivo".
- "Crear un programa PLC".
- “Configurar una imagen HMI".

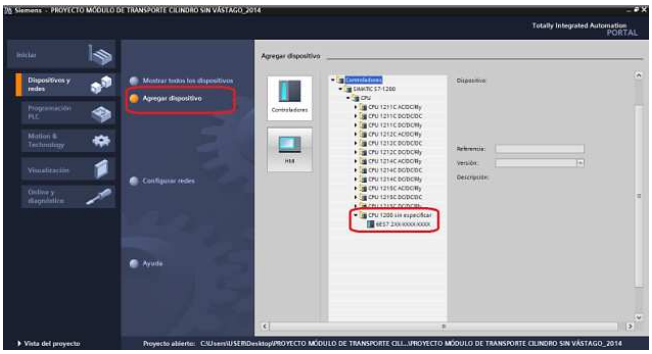
Dar clic en la opción “Configurar dispositivo” para configurar el tipo de PLC con el cual se

va a trabajar y cuáles van a ser sus características.

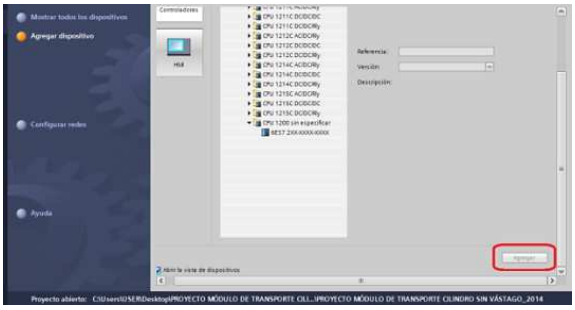


4.8. Después de haber dado clic en “Configuración de dispositivo” se visualiza una nueva ventana en donde está seleccionada por defecto la opción “Mostrar todos los dispositivos”. Ir al ícono donde dice “Agregar dispositivo”, aquí se visualizan todas las CPU con las que puede trabajar el PLC dependiendo de su configuración.

Seleccionar la “CPU 1200 sin especificar” para que al realizar la conexión con el PC, el programa reconozca las características del PLC y si fuera el caso a los módulos adicionales que estén conectados.

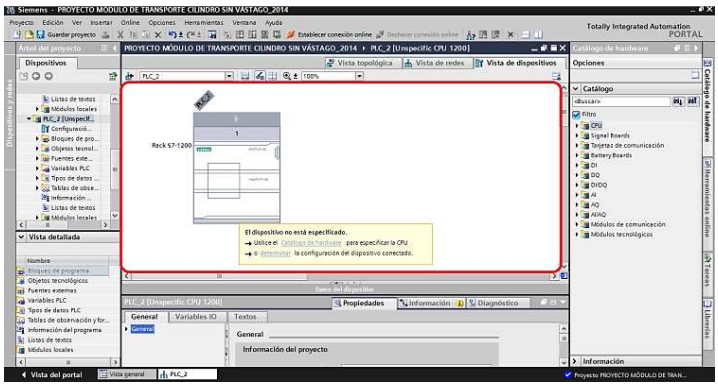


4.9. Una vez seleccionada la CPU dar clic en “Agregar”

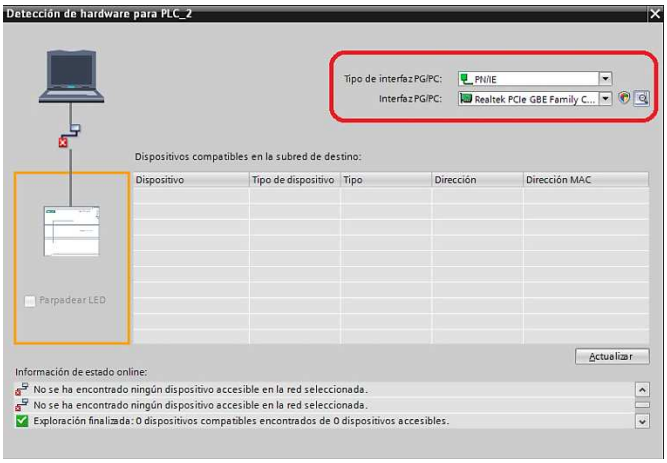


4.10. Una vez agregada la CPU se despliega la “Vista del Proyecto”. Al estar en éste entorno

se puede ver la información en color naranja a un lado de la “CPU del PLC sin especificar” la cual nos ayudará con la detección del PLC. Dar clic en “Determinar”.



4.11. Después de dar clic en “Determine” se despliega la pantalla de la siguiente figura. En la cual se va a seleccionar la tarjeta de red de la PC. En la parte superior derecha seleccionar la tarjeta de conexión Ethernet, luego de esto empieza a detectar los dispositivos que estén conectados automáticamente.



4.12. Aquí el dispositivo ya está conectado. Seleccionar el dispositivo en la lista (Dispositivo S7-1200). Para verificar su conexión existe la opción “Parpadear LED”. Al dar clic en ésta opción se observa en el PLC el parpadeo de los LEDs de estado, para finalizar dar clic en “detención” en donde se genera la imagen de los dispositivos conectados en STEP 7.

- ¿Parpadearon los LEDs? Tomar foto y adjuntarlo en el ítem anexo.

_____

_____

4.13. ¿Qué tipo de CPU detectó STEP 7?

_____

_____

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Exponga sus conclusiones respecto a la presente práctica.

5.2. Exponga sus recomendaciones respecto a la presente práctica

6. ANEXO

Se espera la fotografía tomada por el estudiante del parpadeo de los LEDs.

4.4.4 *Práctica Nro. 4*

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO Práctica Nro. 4

NOMBRE (S): _____

FECHA DEL LABORATORIO: _____

1. TEMA: Programando al PLC Siemens S7-1200.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL: Realizar un sencillo programa utilizando el STEP 7.

2.2. ESPECÍFICOS

Aprender los pasos necesarios para desarrollar un en el PLC S7-1200.

3. LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Módulo PLC S7-1200.
- Cable gemelo AWG 14, un extremo con toma corriente simple y el otro extremo pelado.

- Destornillador plano de 2.4mm.
- PC, con STEP 7 Basic.
- Cable Ethernet punto a punto.
- Simulador Siemens de entradas y salidas de 8 posiciones.
- Cámara fotográfica.

4. PROCEDIMIENTO

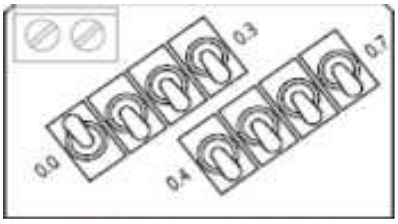
4.1. Introduzca la parte pelada del cable gemelo AWG14 al conector hembra con conexión por tornillo (L1 - N) de corriente alterna (120-240VAC) del PLC.

4.2. Conecte el otro extremo del cable gemelo al toma corrientes.

4.3. Conecte el cable de red punto a punto en los conectores RJ45 del PLC y de la PC.

4.4. En el ambiente del laboratorio es necesario simular dispositivos de entrada que indiquen eventos o cambios de estados al PLC. Para ello no se necesita más que de interruptores que den estados lógicos (ceros y unos) de acuerdo a su posición. Siemens facilita una tarjeta simuladora de entradas de 8 interruptores de palanca, que de acuerdo a su posición, indicarán cada uno de ellos un estado lógico al PLC, de acuerdo a la entrada que esté conectada a cada una de ellas. Ésta tarjeta toma el nombre de "Tarjeta Simuladora Siemens de Entradas".

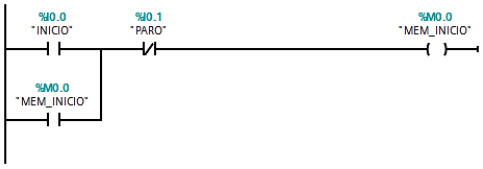
4.5. Posiciones. Introduzca la tarjeta Simuladora Siemens de entradas de 8 posiciones en el conector hembra con conexión por tornillo de corriente continua (24VDC) del PLC, de la siguiente manera: viendo de frente a los interruptores de la tarjeta simuladora inserte el pin de la izquierda en el conector de extensión que tiene la etiqueta "L+", luego de esto ajuste los tornillos.



4.6. La programación de un PLC se la realiza mediante STEP 7, el cual ofrece los siguientes lenguajes de programación estándar:

- KOP (esquema de contactos): es un lenguaje de programación gráfico. Su representación se basa en esquemas de circuitos. Los elementos de un esquema de circuitos, tales como

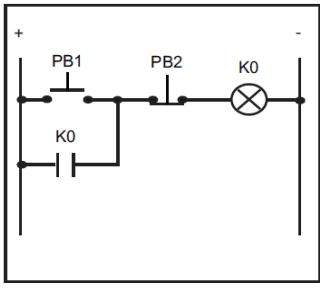
los contactos normalmente cerrados y normalmente abiertos, así como las bobinas, se combinan para formar segmentos.



Para crear la lógica de operaciones complejas, es posible insertar ramas para los circuitos paralelos. Las ramas paralelas se abren hacia abajo o se conectan directamente a la barra de alimentación. Las ramas se terminan hacia arriba. KOP ofrece instrucciones con cuadros para numerosas funciones, por ejemplo: matemáticas, temporizadores, contadores y transferencia. STEP 7 no limita el número de instrucciones (filas y columnas) de un segmento KOP. Todo segmento KOP debe terminar con una bobina o cuadro.

4.7. Se va a realizar un programa en el cual una salida K0 se activa cuando se cierra la entrada de un pulsador PB1, normalmente abierto. Puesto que es un circuito de autorretención utiliza el estado de K0.

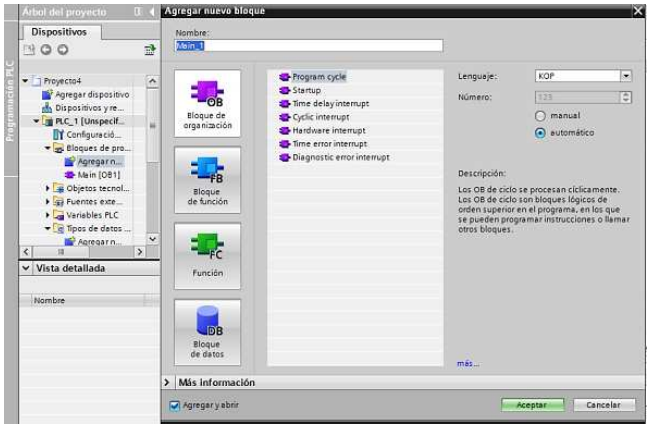
K0 permanece activo (ON) tras haberse abierto o soltado PB1. Si se acciona la entrada del pulsador normalmente cerrado PB2 se desactiva K0 (OFF). K0 permanece en OFF hasta que la entrada del pulsador PB1 se cierre o se pulse nuevamente. Si K0 se utiliza como entrada paralela a PB1, el circuito permanece "enclavado" hasta que se desactiva K0 por el pulsador PB2. Como el circuito de retención de la figura.



En la figura anterior se utilizan pulsadores para que se entienda el objetivo del programa. En STEP 7 no existen pulsadores, únicamente existen los contactores.

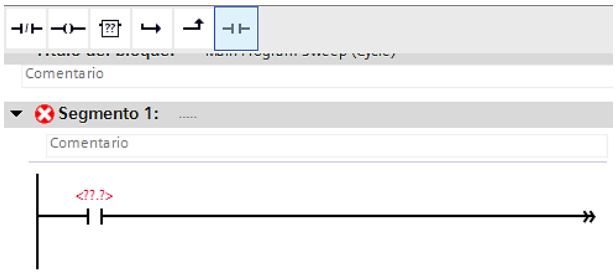
4.8. Una vez detectado el PLC ir al “Árbol del Proyecto” en donde se visualiza los dispositivos conectados. Utilice el diálogo "Agregar nuevo bloque" para crear el programa de

usuario.

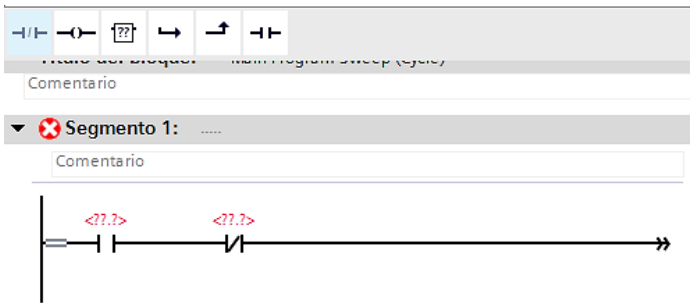


4.9. Para realizar el circuito de autorretención, utilice un contacto normalmente abierto. El contacto normalmente abierto hace que la corriente fluya al activar el interruptor.

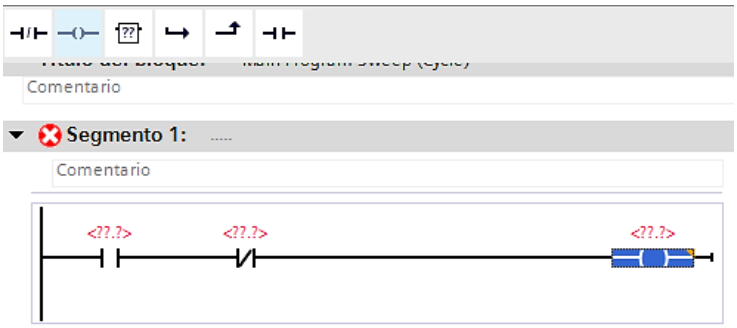
Haga clic en el “Contacto normalmente abierto” en la barra de "Favoritos" que se encuentra en el “Área de trabajo” para insertarlo en el segmento.



4.10. El contacto normalmente cerrado hace que la corriente fluya hasta que se active el interruptor. Activando un contacto normalmente cerrado se interrumpe el flujo de corriente. Haga clic en el “Contacto normalmente cerrado” en la barra de "Favoritos" que se encuentra en el “Área de trabajo” para insertarlo en el segmento.



4.11. La corriente fluye entre los dos contactos para excitar la bobina. La instrucción “Asignación” asigna el resultado lógico del operando indicado. Haga clic en la instrucción “Asignación” en la barra de "Favoritos" que se encuentra en el “Área de trabajo” para insertarlo en el segmento.



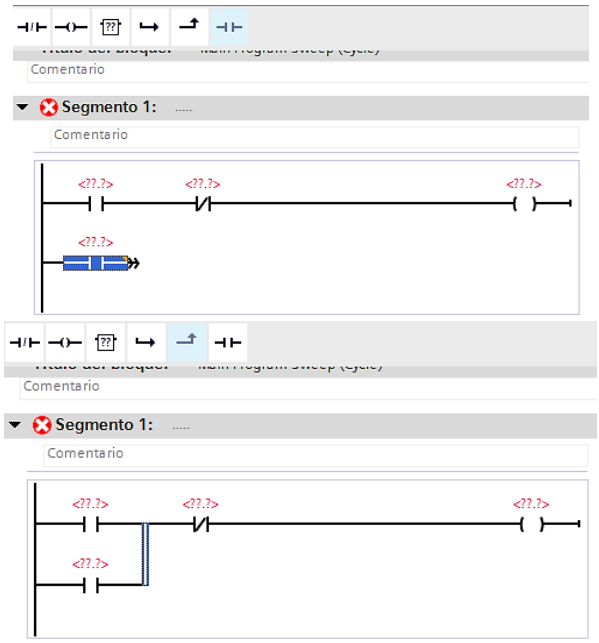
4.12. Para que la bobina permanezca activada tras desactivar el interruptor "ON" (interruptor I0.0), se crea una rama paralela.

- Seleccione la barra de alimentación del segmento.

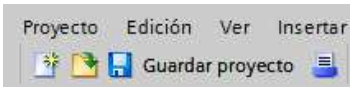
- Haga clic en "Abrir rama" en la barra de "Favoritos" para abrir una rama desde la barra de alimentación.

4.13. Al conectar la nueva rama entre los dos contactos se asegura que la corriente pueda fluir hasta la bobina, tras desactivar el primer interruptor (I0.0).

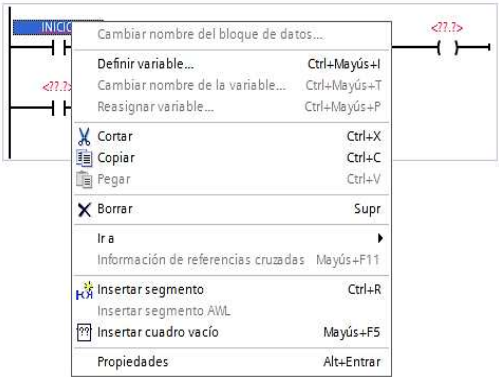
4.14. El contacto normalmente cerrado puede interrumpir el circuito y desactivar la bobina. Haga clic en “Contacto normalmente abierto” en la barra de "Favoritos" para insertarlo en la nueva rama. Cierre la rama arrastrando el final hasta el segmento.



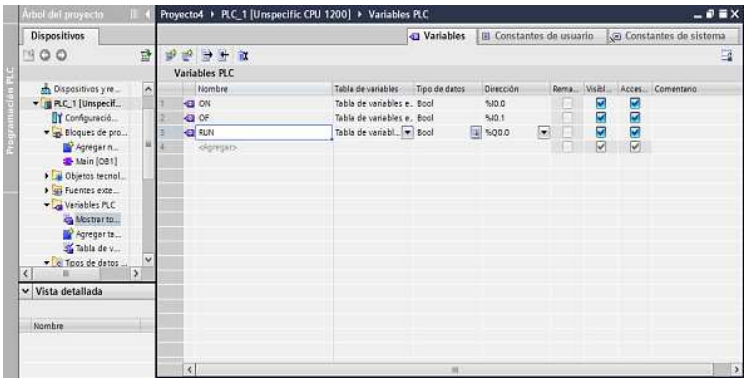
4.15. Guardar Proyecto. Haga clic en el botón "Guardar proyecto" de la barra de herramientas para guardar los ajustes realizados.



4.16. A continuación se crearán las variables para asignar las instrucciones del programa de usuario a las entradas y salidas del programa.



4.17. El siguiente paso consiste en asignar los contactos y bobinas a las entradas y salidas de la CPU. Para éstas direcciones se crean variables. Además de cambiar el nombre de una variable.



El circuito de autorretención está terminado, con los respectivos nombres de las variables.

- ¿Qué tipo de datos se utiliza en el programa?

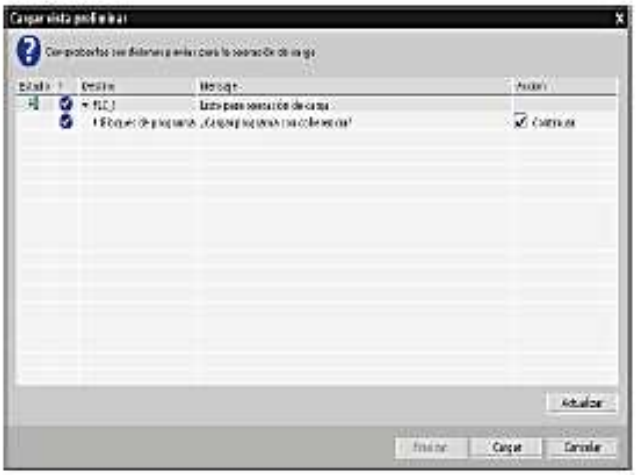
_____

_____

4.18. Guardar proyecto. Haga clic en el botón "Guardar proyecto" de la barra de herramientas para guardar los ajustes realizados.

4.19. Cargar el programa de usuario en la CPU. Abra el editor de programas y haga clic en el botón "Cargar en dispositivo" .

4.20. Tras establecer la conexión con la CPU, STEP 7 Basic muestra el diálogo "Cargar vista preliminar". Haga clic en "Cargar" para cargar el programa de usuario en la CPU. Antes de hacer clic en "Finalizar", seleccione "Arrancar todos" para asegurar que la CPU pase a estado operativo RUN.



4.21. Prueba de operación del programa de usuario.

1. Active el interruptor “ON" (I0.0). Los LEDs de estado de "ON" (I0.0) y "RUN" (Q0.0) se encienden.

2. Desactive el interruptor "ON" (I0.0). El LED de estado de "ON" (I0.0) se apaga, pero el de "RUN" (Q0.0) permanece encendido.

3. Active el interruptor "OFF" (I0.1). El LED de estado de "OFF" (I0.1) se enciende y el de "RUN" (Q0.0) se apaga.

4.22. Tomar fotografías de la práctica para comprar su funcionamiento.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Exponga sus conclusiones respecto a la presente práctica.

5.2. Exponga sus recomendaciones respecto a la presente práctica

6. ANEXOS

Se espera la fotografía tomado por el estudiante para comprobar el funcionamiento de la práctica.

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE COSTOS ENTRE EQUIPOS DE LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS.

5.1 Costos de los equipos adquiridos

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

Tabla 30. Descripción costos SIEMENS

Tipo	Descripción	Precio unitario	Precio comercial (+ 12% IVA)	Precio estudiantil (22% descuento)
6es7212-1be31-0xb0	CPU 1212C AC/DC/relé, alimentación 110/220VAC. Incorpora 8 Di a 24 VDC, 6 do tipo relé, 2 Ai (0-10VDC), memoria 50kb. Con puerto de comunicación PROFINET / industrial Ethernet rj45 10/100mbps. Capacidad de ampliación hasta 1 signal board (SB), 2 módulos de señal (SM) y 3 módulos de comunicación (CM).	$ 435,00	$ 487,20	$ 380,02
6av6647-0ad11-3ax0	SIMATIC Basic panel KTP600 PN, pantalla stn 256 colores, de 5,7”, táctil y con 6 teclas de función. Con interfaz PROFINET / industrial Ethernet. Panel para funciones básicas en aplicaciones simples y de máquina. Configurable con software TIA portal WINCC V11 Basic o superior.	$ 1.242,00	$ 1.391,04	$ 1.085,01
6es7822-0aa02-0ya5	TIA portal step7 V12 Basic para configuración, programación y diagnóstico de los controladores SIMATIC S7-1200. Incluye WINCC Basic para la configuración de los paneles SIMATIC HMI Basic panels.	$ 625,00	$ 700,00	$ 546,00
6ep1332-1sh43	Fuente de poder LOGO! Power. Entrada 110/220VAC; salida: 24VDC 2.5ª	$ 107,00	$ 119,84	$ 93,48

Tabla 30 (Continuación)

6es7241-1ah32-0xb0	CM1241 módulo de comunicación RS232. Incorpora protocolo Modbus RTU. Soporta configuración Freeport	$ 231,00	$ 258,72	$ 201,80
6gk7277-1aa10-0aa0	CSM1277 switch industrial Ethernet no gestionado, formato SIMATIC S7-1200. Con 4 puertos rj45 10/100mbps	$ 216,00	$ 241,92	$ 188,70
6es7972-0ba52-0xa0	Conector para PROFIBUS sin borne conexión a PC. Angulo de conexión 90º. Sistema de conexionado fácil fast connect	$ 83,00	$ 92,96	$ 72,51
Total		$ 2.939,00	$ 3.291,68	$ 2.567,51

Fuente:http://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/LISTA%20DE%20PRECIOS%20SIEMENS%202014.pdf (Lista precios SIEMENS 2014).

En el Ecuador existen diferentes empresas comercializadoras de 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 además de la asesoría técnica para la compra de los equipos nos ayudó con:

- Asesoramiento y capacitación de los equipos adquiridos, bajo supervisión de la empresa señalada.
- El descuento del 22% del valor total incluido IVA de la compra de cada uno de los equipos utilizados en el presente proyecto, previo al certificado presentado por los estudiantes facilitado por la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.
- Envió de los equipos sin cargos adicionales.

5.2 Costos de otros equipos similares

Se realizará una valoración económica del uso o consumo de recursos para la ejecución, elaboración del proyecto de tesis denominado “MEJORAMIENTO DEL MÓDULO DE TRANSPORTE CON CILINDRO SIN VÁSTAGO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”.

Completando dentro de estos los valores desde su inicio hacia su finalización. 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.
- Omrom.
- Fatek.

La desventaja de los PLC Siemens básicamente radica en que la licencia no es libre como lo es en los PLC de Delta, Fatek, entre otros que si tienen licencias libres e inclusive el software se los puede descargar del internet.

Tabla 31. Costos PLC

Fabricantes	Precio	Fuente
S7-1200 (CPU 1212C AC/DC/Relé), Siemens	$ 435	http://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/LISTA%20DE%20PRECIOS%20SIEMENS%202014.pdf
Twido, Schneider electric	$ 754.40	http://www.schneiderelectric.es/documents/local/soporte/tarifas/2014/enero/pdf/ESMKT02023A14_Industry_PDF_completa.pdf
Micrologix, Allen Bradley	$ 650	http://www.plc-mall.com/?gclid=CIHlxJiEsr0CFRFp7Aod3HMApg
Delta	$ 315	http://es.aliexpress.com/w/wholesale-delta-plc.html
Omrom	$ 1500	http://www.infoplc.net/descargas/157-omron/miscel%C3%A1nea/1410-tarifa-de-precios-omron-2012
Fatek	$ 890.75	http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-404508374-plc-hmi-fp4057-_JM

Fuente: Autores

Pantallas táctiles

- HMI, Siemens.
- Panel View Standard - Panel View Plus, Allen Bradley.

- Panels HMI - QuickPanel View - QuickPanel Control, Fatek.
- Pantallas Táctiles - MI4, Kloner Moller.
- HMI 800 - Panel 800, ABB.
- Touch Panels, Vipa.

Tabla 32. Costos pantalla táctil

Fabricantes	Precio	Fuente
HMI (Panel Basic KTP 600), Siemens	$ 1242	http://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/LISTA%20DE%20PRECIOS%20SIEMENS%202014.pdf
Panel View Standard - Panel View Plus, Allen Bradley.	$ 491.15	http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-444719780-allen-bradley-2711p-k7c4d1-panelview-plus-700-op4-_JM
Paneles HMI - QuickPanel View - QuickPanel Control (240E) Fatek.	$ 890,75	http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-404508374-plc-hmi-fp4057-_JM
Pantallas Táctiles - MI4, Kloner Moller.	$ 1450	http://www.moeller.es/documentacion/listas-precios.html
HMI 800 - Panel 800, ABB.	$ 1203	http://www05.abb.com/global/scot/scot354.nsf/veritydisplay/a7dc1ca53bd960e2c1257b9d003d63a0/$file/3BSE062937_E_en_System_800xA_5.1_Product_Catalog_(FP4_included).pdf
Touch Panels, Vipa.	$ 1300	http://www.vipa.com/us/products/hmi/

Fuente: Autores

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

- La necesidad o problema a automatizar.
- En función de las cantidad 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 necesitara 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.

5.3 Análisis de costos

5.3.1 *Análisis costos módulo didáctico*

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

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

5.3.1.2 *Materiales o materia prima directa.* Es el material o materiales que se emplean en la fabricación del módulo didáctico, se lo ha divido por sistemas: sistema estructural, sistema neumático y sistema eléctrico-electrónico.

- Sistema estructural. La estación de manipulación está constituida principalmente de perfiles ranurados de aluminio que puede ser montado de diferentes maneras utilizando varias formas.

Tabla 33. Costos del sistema estructural

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
2,5	Perfiles de aluminio	$ 65,00	$ 162,50
1	Brazo articulado	$ 60,00	$ 60,00
1	Rampas de descarga	$ 55,00	$ 55,00
25	Juntas longitudinales	$ 2,50	$ 62,50
50	Juntas transversales	$ 2,00	$ 100,00
1	Caja	$ 80,00	$ 80,00
2	Manijas	$ 2,40	$ 4,80
1	Rial DIN	$ 3,50	$ 3,50
	Otros	$ 50,00	$ 50,00
Total			$ 578,30

Fuente: Autores

Además de también están acoplados varios sistemas mecánicos a través de elementos como platinas, ángulos, pernos, tuercas y tornillos que ayudan a sostener todos las partes que constituyen la estación.

- Sistema neumático. La estación de manipulación está constituida principalmente por los elementos de control (bloque de electroválvulas) y los elementos de operación (cilindros de doble efecto y pinza neumática). El sistema está conectado a una alimentación general de aire que va en el bloque de válvulas.

Tabla 34. Costos del sistema neumático

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
2	Válvulas 5/2 monoéstables	$ 66,42	$ 132,84
1	Válvula 5/3 biéstable	$ 145,60	$ 145,60
1	Manifold	$ 46,70	$ 46,70
1	Unidad de mantenimiento	$ 69,18	$ 69,18
4	Silenciadores en bronce	$ 7,80	$ 31,20
2	Racores en L	$ 1,70	$ 3,40
2	Controles de flujo directos	$ 9,45	$ 18,90
6	Racor con detención tipo acople rápido	$ 11,40	$ 68,40
3	Mangueras en poliuretano	$ 0,50	$ 1,50
2	Estranguladores neumáticos	$ 13,80	$ 27,60
1	Pinza neumática	$ 200,00	$ 200,00
1	Cilindro sin vástago	$ 1.200,00	$ 1.200,00
1	Cilindro de doble efecto	$ 82,56	$ 82,56
	Otros	$ 50,00	$ 50,00
Total			$ 2.077,88

Fuente: Autores

- Sistema eléctrico-electrónico. El módulo de control está constituido principalmente de pantalla táctil, PLC, tarjetas electrónicas, tarjeta Arduino, sensores, entre otros elementos que ayudarán en el control de los sistemas anteriormente descritos.

Tabla 35. Costos del sistema eléctrico-electrónico

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
1	PLC S7-1200 1212C	$ 380,02	$ 380,02
1	HMI Basic panel KTP 600	$ 1.085,01	$1.085,01
1	TIA Portal STEP7 V12	$ 546,00	$ 546,00
1	Fuente de poder LOGO	$ 93,48	$ 93,48
1	Módulo de comunicación RS 232	$ 201,80	$ 201,80

Tabla 35 (Continuación)

1	Conector PROFIBUS	$ 72,51	$ 72,51
2	Tarjetas electrónicas	$ 80,00	$ 160,00
1	CSM1277 Switch Industrial Ethernet	$ 188,70	$ 188,70
3	Lámparas piloto	$ 2,25	$ 6,75
1	Pulsador de paro (NA)	$ 2,50	$ 2,50
1	Pulsador de inicio (NA)	$ 2,50	$ 2,50
1	Pulsador de emergencia	$ 4,00	$ 4,00
1	Relé de 24 V DC	$ 3,85	$ 3,85
1	Porta relé	$ 2,35	$ 2,35
6	Sensores magnéticos	$ 35,00	$ 210,00
1	Sensor óptico	$ 57,83	$ 57,83
1	Sensor inductivo	$ 48,25	$ 48,25
1	Tarjeta Arduino	$ 35,00	$ 35,00
1	Shields Arduino	$ 25,00	$ 25,00
1	Cable de poder	$ 4,35	$ 4,35
1	Switch	$ 0,60	$ 0,60
1	Portafusibles	$ 0,80	$ 0,80
1	Fusible	$ 0,15	$ 0,15
1	Ventilador	$ 8,00	$ 8,00
1	Cable serial de 25 hilos	$ 6,50	$ 6,50
1	Regulador de voltaje (6)	$ 40,00	$ 40,00
2	DV 25 (macho hembra)	$ 1,80	$ 3,60
30	Cable #18	$ 0,35	$ 10,50
200	Conectores	$ 0,05	$ 10,00
1	Conjunto plus	$ 2,00	$ 2,00
1	Regulador de voltaje (Ventilador)	$ 20,00	$ 20,00
1	Canaleta	$ 5,00	$ 5,00
	Otros	$ 80,00	$ 80,00
Total			$3.317,04

Fuente: Autores

Los costos totales por materiales directos se pueden visualizar de una forma resumida.

Tabla 36. Resumen costos por sistemas.

Sistema	Costo total
Estructural	$ 578,30
Neumático	$ 2.077,88
Eléctrico-electrónico	$ 3.317,04
Total	$ 5.973,22

Fuente: Autores

5.3.2 *Mano de obra directa.* Es el salario que se paga o percibe el trabajador que intervienen directamente en la fabricación del producto. Los costos generados por mano de obra en el módulo didáctico no serán cobrados porque es parte de la formación estudiantil de los presentes autores de éste proyecto y además se colabora con la Escuela

de Ingeniería de mantenimiento a modernizar su tecnología en cada uno de sus laboratorios.

5.3.3 *Costos indirectos de fabricación.* Estos costos están constituidos por: materiales indirectos, mano de obra indirecta, otros costos indirectos; todos los datos están descriptos con sus precios por lo cual tenemos:

Tabla 37. Costos indirectos de fabricación

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
2	Brocas	$ 0,60	$ 1,20
3	Lija	$ 1,25	$ 3,75
2	Limas	$ 1,50	$ 3,00
1	Pintura	$ 10,00	$ 10,00
1	Thinner	$ 1,00	$ 1,00
1	Cinta de doble faz	$ 5,46	$ 5,46
1	Taipe	$ 0,50	$ 0,50
4	Guaipe	$ 0,25	$ 1,00
1	Alquiler de compresor	$ 20,00	$ 20,00
20	Sujetadoras de cable	$ 0,10	$ 2,00
Total			$ 47,91

Fuente: Autores

Entonces se tiene que los costos de producción son:

$$CPrd = MPD + MOD + CIF \quad (1)$$

Dónde:

CPrd= Costos de producción

MPD= Material o materia prima directa

MOD= Mano de obra directa

CIF= Costos indirectos de fabricación

$$CPrd = 5973{,}22 + 0 + 47{,}91$$

$$CPrd = 6021{,}13$$

Tabla 38. Costos de producción

Descripción	Costo total
Materiales o materia prima directa	$ 5.973,22
Mano de obra directa	$ -
Costos indirectos de fabricación	$ 47,91
Total	$ 6.021,13

Fuente: Autores

5.4 Análisis de costos industriales

En los costos industriales se hace referencia al valor comercial de todos los elementos que implicaría la realización de éste módulo para la empresa ecuatoriana, además se va a incluir en éste análisis un costo adicional (costo mano de obra) que en el anterior análisis no se contempla.

5.4.1 *Costos de producción*

5.4.1.1 *Materiales o materia prima.* Son los mismos materiales mencionados en el ítem anterior con la particularidad que estos precios se han aumentado el 12% del IVA ya que los precios anteriores eran con un costo estudiantil.

- Sistema estructural (ver Tabla 39).
- Sistema neumático (ver Tabla 40).
- Sistema eléctrico-electrónico (ver Tabla 41).

Tabla 39. Costos del sistema estructural industrial

Cantidad	Descripción	Precio total	Precio (12% IVA)
2,5	Perfiles de aluminio	$ 162,50	$ 182,00
1	Brazo articulado	$ 60,00	$ 67,20
1	Rampas de descarga	$ 55,00	$ 61,60
25	Juntas longitudinales	$ 62,50	$ 70,00
50	Juntas transversales	$ 100,00	$ 112,00
1	Caja	$ 80,00	$ 89,60
2	Manijas	$ 4,80	$ 5,38
1	Rial DIN	$ 3,50	$ 3,92
	Otros	$ 50,00	$ 56,00
Total			$ 647,70

Fuente: Autores

Tabla 40. Costos del sistema neumático industrial

Cantidad	Descripción	Precio total	Precio (12% IVA)
2	Válvulas 5/2 monoéstables	$ 132,84	$ 148,78
1	Válvula 5/3 biéstable	$ 145,60	$ 163,07
1	Manifold	$ 46,70	$ 52,30
1	Unidad de mantenimiento	$ 69,18	$ 77,48
4	Silenciadores en bronce	$ 31,20	$ 34,94
2	Racores en L	$ 3,40	$ 3,81
2	Controles de flujo directos	$ 18,90	$ 21,17
6	Racor con detención tipo acople rápido	$ 68,40	$ 76,61
3	Mangueras en poliuretano	$ 1,50	$ 1,68
2	Estranguladores neumáticos	$ 27,60	$ 30,91
1	Pinza neumática	$ 200,00	$ 224,00
1	Cilindro sin vástago	$1.200,00	1.344,00
1	Cilindro de doble efecto	$ 82,56	$ 92,47
	Otros	$ 50,00	$ 56,00
Total			$ 2.327,23

Fuente: Autores

Tabla 41. Costos del sistema eléctrico-electrónico industrial

Cantidad	Descripción	Precio total	Precio (12% IVA)
1	PLC S7-1200 1212C	$ 435,00	$ 487,20
1	Basic panel KTP 600	$ 1.242,00	$ 1.391,04
1	TIA Portal STEP7 V12	$ 625,00	$ 700,00
1	Fuente de poder LOGO	$ 107,00	$ 119,84
1	Módulo de comunicación RS 232	$ 231,00	$ 258,72
1	CSM1277 Switch Industrial Ethernet	$ 216,00	$ 241,92
1	Conector PROFIBUS	$ 83,00	$ 92,96
2	Tarjetas electrónicas	$ 160,00	$ 179,20
3	Lámparas piloto	$ 6,75	$ 7,56
1	Pulsador de paro (NA)	$ 2,50	$ 2,80
1	Pulsador de inicio (NA)	$ 2,50	$ 2,80
1	Pulsador de emergencia	$ 4,00	$ 4,48
1	Relé de 24 V DC	$ 3,85	$ 4,31
1	Porta relé	$ 2,35	$ 2,63
6	Sensores magnéticos	$ 210,00	$ 235,20
1	Sensor óptico	$ 57,83	$ 64,77
1	Sensor inductivo	$ 48,25	$ 54,04
1	Tarjeta Arduino	$ 35,00	$ 39,20
1	Shield Arduino	$ 25,00	$ 28,00
1	Cable de poder	$ 4,35	$ 4,87
1	Switch	$ 0,60	$ 0,67
1	Portafusibles	$ 0,80	$ 0,90
1	Fusible	$ 0,15	$ 0,17
1	Ventilador	$ 8,00	$ 8,96
1	Cable serial de 25 hilos	$ 6,50	$ 7,28
1	Regulador de voltaje (6)	$ 40,00	$ 44,80
2	DV 25 (macho hembra)	$ 3,60	$ 4,03
30	Cable #18	$ 10,50	$ 11,76
200	Conectores	$ 10,00	$ 11,20

Tabla 41 (Continuación)

1	Conjunto plup	$ 2,00	$ 2,24
1	Regulador de voltaje (Ventilador)	$ 20,00	$ 22,40
1	Canaleta	$ 5,00	$ 5,60
	Otros	$ 80,00	$ 89,60
Total			$ 4.131,15

Fuente: Autores

Tabla 42. Costos por sistemas

Sistema	Costo total
Estructural	$ 647,70
Neumático	$ 2.327,23
Eléctrico-electrónico	$ 4.131,15
Total	$ 7.106,08

Fuente: Autores

5.4.2 *Mano de obra directa*

Tabla 43. Costos de mano de obra

Cantidad (Días)	Descripción	Precio por sistema	Precio unitario (%)	Precio total (USD)
15	Diseño sistema estructural	$ 647,70	15%	$ 97,15
15	Diseño sistema eléctrico-electrónico	$ 4.131,15	15%	$ 619,67
20	Montaje sistema estructural	$ 647,70	20%	$ 129,54
20	Montaje sistema neumático	$ 2.327,23	20%	$ 465,45
20	Montaje sistema eléctrico-electrónico	$ 4.131,15	20%	$ 826,23
15	Programación	$ 7.106,08	25%	$1.776,52
Total				$3.914,56

Fuente: Autores

5.4.3 *Costos indirectos de fabricación*

Tabla 44. Costos indirectos de fabricación industrial

Cantidad	Descripción	Precio total	Precio (12% IVA)
2	Brocas	$ 1,20	$ 1,34
3	Lija	$ 3,75	$ 4,20
2	Limas	$ 3,00	$ 3,36
1	Pintura	$ 10,00	$ 11,20
1	Thinner	$ 1,00	$ 1,12
1	Cinta de doble faz	$ 5,46	$ 6,12
1	Taipe	$ 0,50	$ 0,56
4	Guaipe	$ 1,00	$ 1,12

Tabla 44 (Continuación)

1	Alquiler de compresor	$ 20,00	$ 22,40
20	Sujetadoras de cable	$ 2,00	$ 2,24
Total			$ 53,66

Fuente: Autores

Entonces se tiene que los costos de producción industriales son:

$$CPrd = MPD + MOD + CIF \quad (1)$$

$$CPrd = 7106{,}08 + 3914{,}56 + 53{,}66$$

$$CPrd = 11074{,}30 \text{ USD}$$

Tabla 45. Costos de producción industrial.

Descripción	Costo total
Materiales o materia prima directa	$ 7.106,08
Mano de obra directa	$ 3.914,56
Costos indirectos de fabricación	$ 53,66
Total	$11.074,30

Fuente: Autores

5.5 Resultados del análisis de los costos

Analizando los costos de los equipos adquiridos de SIEMENS con otras empresas que construyen mecanismos de características semejantes, radica en las funciones que nos ofrece ésta empresa entorno a sus productos, la factibilidad y fiabilidad de realizar nuevos proyectos en un ambiente competitivo, de un alto rango de eficacia y a un costo razonable. La demanda de los equipos SIEMENS a nivel mundial es extensa en comparación con equipos de marcas diferentes, la tecnología manejada por los PLCs, pantalla táctiles y por equipos complementarios es de fácil manipulación, de costo considerando ofreciendo servicio técnico personalizado, software actualizado entre otros mejorías.

Comparando precios entre empresas de equipos de características semejantes, tenemos que los PLCs, pantallas táctiles y módulos complementarios, el costo varía según el

número de serie que poseen, la necesidad a automatizar, 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 del módulo de transporte.

CAPÍTULO VI

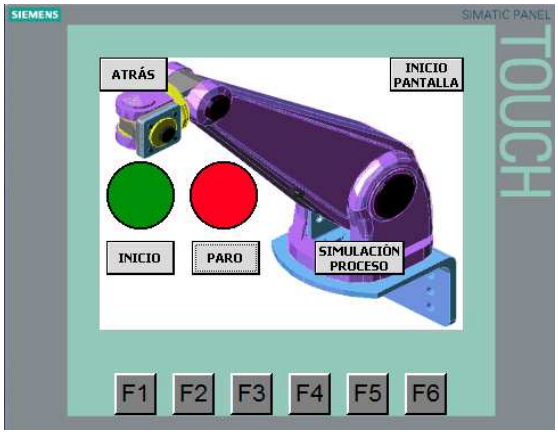
6. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

6.1 Elaboración del manual de operación del módulo

Por medio de éste manual el estudiante será capaz de manipular correctamente el módulo de transporte sin vástago a través del módulo de automatización, garantizando su debido funcionamiento.

Como primer punto para operar el módulo de automatización es necesario energizar, luego se deberá presionar el switch del módulo de automatización, una vez que estén habilitados los elementos que conforman éste módulo se tiene en la pantalla táctil botones de control "ON" del módulo de transporte. Además de los botones de la pantalla táctil se tiene botones en la parte frontal del módulo de transporte sin vástago. Al estar debidamente todo conectado entre el módulo de automatización y el módulo de transporte 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 del módulo de transporte.

Figura 103. Pulsadores de pantalla táctil

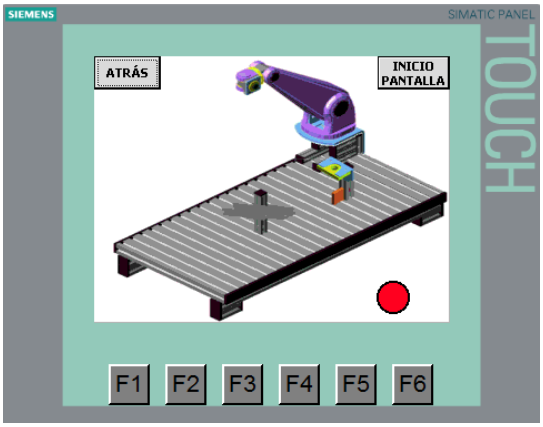


Fuente: Autores

Así mismo podremos desactivar el módulo de transporte a través del botón “OFF” o los botones de paro de emergencia que se encuentran en la parte frontal del mismo. Al usar éstas opciones, se dejará sin energía al módulo de transporte, por lo cual será necesario volver a encender “On” para que restablezca el sistema quedando en su estado inicial. El módulo de transporte sin vástago podrá ser manejado en dos modos de trabajo: manual y automático, a través de la pantalla táctil KTP 600.

6.1.1 *Funcionamiento del módulo de transporte sin vástago en modo automático.* El módulo empieza su funcionamiento cuando el botón del pulsador de arranque (botón verde) es accionado una vez y el botón de Paro de emergencia (hongo) está desaccionado. Luego el sensor óptico es el encargado de detectar la presencia de la pieza a transportar, éste sensor nos va a mandar la señal para activar la electroválvula 5/3 del cilindro sin vástago y así posicionar al carro de desplazamiento en su posición inicial (pinza abierta, cilindro de doble efecto contraído). Todo éste proceso de inicialización está condicionado por el sensor magnético 1, el pulsador de inicio y por el sensor óptico. Todas estas señales están dadas por seguridad del operador.

Figura 104. Modo automático



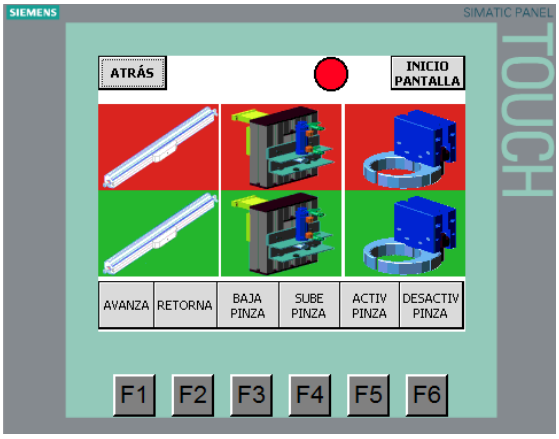
Fuente: Autores

Luego de posicionarse el carro de desplazamiento, y que las condiciones iniciales estén dadas, se activa una electroválvula 5/2 del cilindro de doble efecto la misma que hace que baje la pinza para recoger la pieza, la pinza se cierra y sube nuevamente con la ayuda de la electroválvula 5/2 destinada para la manipulación de ésta. Después de sujetar la pieza la pinza sube y lo lleva hacia la primera rampa o segunda rampa según lo haya determinado el sensor inductivo y con ayuda del sensor magnético 2 o

magnético 3 lo harán detener, para que baje y abra la pinza para depositar la pieza. El ciclo puede empezar nuevamente.

6.1.2 *Funcionamiento del módulo de transporte sin vástago en modo manual.* Para éste modo se utilizara la pantalla táctil HMI para manejar todo el proceso, entonces de igual forma el módulo empieza su funcionamiento cuando el botón del pulsador de arranque (botón verde) es accionado una vez y el botón de paro de emergencia (hongo) está desaccionado. Luego el sensor óptico es el encargado de detectar la presencia de la pieza a transportar el carro de desplazamiento se posiciona en su posición inicial (pinza abierta, cilindro de doble efecto contraído). Luego el cilindro de doble efecto baja la pinza para recoger la pieza, la pinza se cierra y sube nuevamente. Después de sujetar la pieza la pinza sube y lo lleva hacia la primera rampa o segunda rampa según lo haya determinado el sensor inductivo y con ayuda del sensor magnético 2 y magnético 3 lo harán detener, para que baje y abra la pinza para depositar la pieza.

Figura 105. Modo manual



Fuente: Autores

6.2 Elaboración del plan de mantenimiento del equipo

6.2.1 *Organización del plan de mantenimiento.* Para preservar la vida útil de los equipos que conforma el módulo de automatización se ha escogido el tipo de mantenimiento preventivo planificado. Éste 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. Éste módulo es de

tipo didáctico y no va estar en un proceso productivo y no se necesita de otro tipo de mantenimiento.

Como todos los equipos que conforman éste módulo 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.

6.2.2 *Inventarios de equipos.* Como punto de partida para la elaboración del plan de mantenimiento se tomaran en cuenta las fichas técnicas presentadas anteriormente, por ser los equipos nuevos no se tiene una bitácora de mantenimiento de los equipos. Para la codificación de los elementos del módulo de automatización seguimos el formato estandarizado que se presenta a continuación:

Figura 106. Formato de inventario

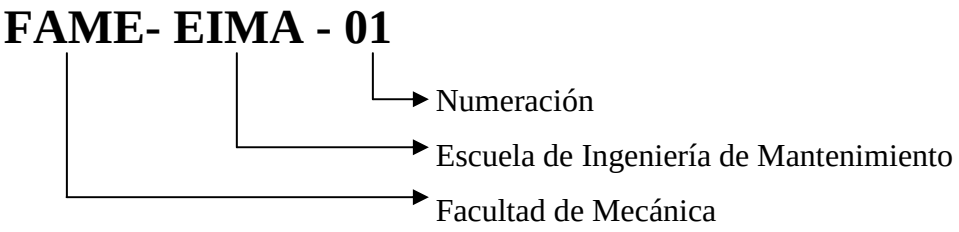


Tabla 46. Codificación de los elementos

Nro.	Elemento	Código
1	Módulo de comunicación RS-232	FEMA-EIMA-01
2	PLC Siemens	FEMA-EIMA-02
3	Módulo compact switch	FEMA-EIMA-03
4	Fuente de poder LOGO! Power	FEMA-EIMA-04
5	Pantalla táctil KTP 600	FEMA-EIMA-05
6	Tarjeta Arduino UNO	FEMA-EIMA-06

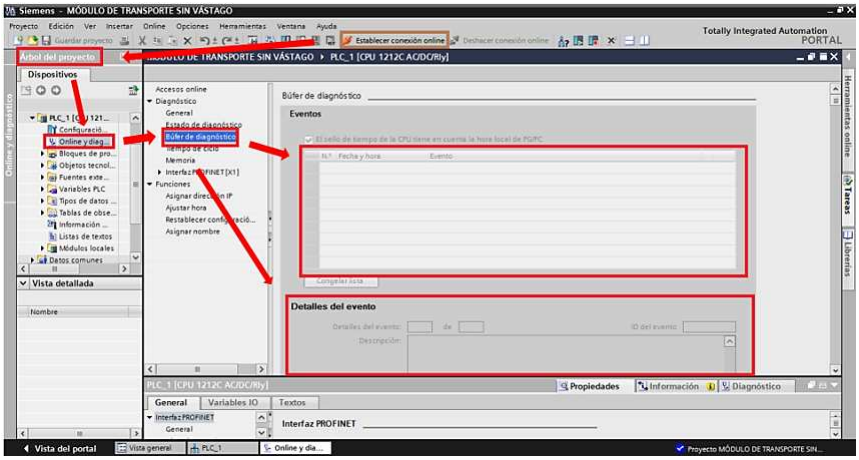
Fuente: Autores

6.2.3 Diagnóstico mediante TIA Portal V12

6.2.3.1 *Diagnóstico del PLC. En* cuanto a la herramienta de diagnóstico, el software de cada PLC sirve para diagnosticar, por ejemplo para el STEP 7 1200, puede entrar en sistema de destino/información de módulo/buffer de diagnóstico. Si el sistema tenía una falla, efectivamente la mejor forma de localizarla es con el software adecuado para cada

PLC, y seguir el funcionamiento online. Pero si no tiene fallas, puede ver el diagnóstico de la CPU, con los eventos ocurridos.

Figura 107. Diagnóstico online del PLC con el TIA Portal V12



Fuente: Autores

a) *Errores y fallas.* Debemos tener en cuenta, que si un PLC venía funcionando correctamente y deja de funcionar correctamente; es totalmente innecesario (desde el punto de vista lógico) bajar la programación que éste tiene alojada en el CPU, para ver si está mal estructurada (algún error de programación).

La primera acción, es la de recurrir al monitor de eventos desde el software del PLC (siempre y cuando tenga ésta opción) y ver la última acción disponible. De ahí en más, con la implementación del plano eléctrico de sensores y actuadores (circuito en general.), trabajaremos para ver el problema. Cuando el fallo nos da la opción de poder monitorear en alguna pantalla el código de error, acudiremos al manual o service oficial de la marca que tenemos. Recordar que la mayoría de los errores en un sistema automatizado, son por lo general, problemas de sensores y actuadores, y un mínimo de los errores, del propio PLC (yo diría que casi nunca).

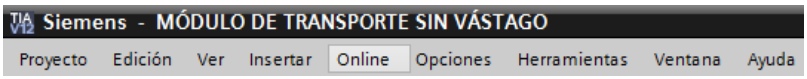
b) *Comunicación.* Generalmente, uno de los fallos más comunes que nos encontramos a la hora de programar un PLC, son las comunicaciones. Éste error muy común puede estar dado por tres razones:

- Cable de datos incorrecto, o dañado

- Falta de alimentación o desperfectos en los conversores (RS-232, RS-485, etc.)
- Falta en nuestro computador (que utilizaremos como programador) el protocolo de comunicación correcto

6.2.3.2 *Diagnóstico de la pantalla táctil.* TIA Portal ofrece una opción dentro del menú para realizar el mantenimiento de la HMI. Éste se lo realiza de la siguiente manera. Clic en la opción Online.

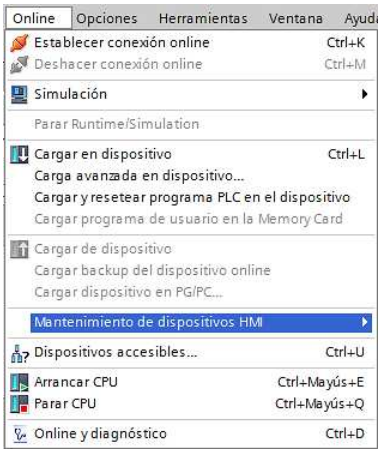
Figura 108. Opción online



Fuente: Autores

Se despliega las opciones, dentro de éstas elegimos la opción "Mantenimiento de dispositivos HMI".

Figura 109. Mantenimiento HMI

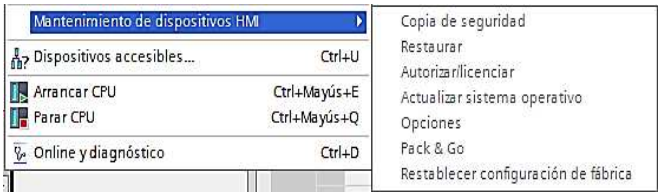


Fuente: Autores

En ésta ventana se tendrá varias opciones para realizar el mantenimiento de HMI, tales como:

- Crear copia de seguridad
- Restaurar la pantalla
- Actualizar sistema operativo
- Pack &Go.

Figura 110. Sistema de mantenimiento HMI



Fuente: Autores

El panel de operador está diseñado de manera que requiera poco mantenimiento. Sin embargo, se recomienda limpiar con regularidad la pantalla táctil y la lámina del teclado.

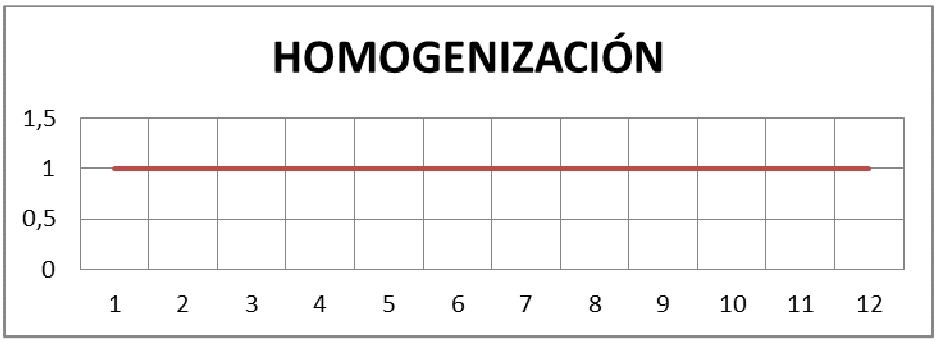
6.2.4 Programación y homogenización del plan de mantenimiento

Figura 111. Programación y homogenización

							PROGRAMACIÓN Y HOMOGENIZACIÓN							
							FACULTAD:	Mecánica						
							ESCUELA:	Ing. de mantenimiento						
							LABORATORIO:	Control y manipulación automática						
							AÑO:	2014-2015						
TAREAS DEL MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN	**FRECUENCIA**	**INICIO**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
			MAYO	**JUNIO**	**JULIO**	**AGOS.**	**SEP.**	**OCT.**	**NOV.**	**DIC.**	**ENERO**	**FEB.**	**MARZ.**	**ABRIL**
Revisión y limpieza del CM 1241	Semestral	MAY	X						X					
Revisión y limpieza del PLC 1200	Semestral	JUN		X						X				
Revisión y limpieza de la KTP 600	Semestral	JUL			X						X			
Revisión y limpieza del CSM 1277	Semestral	AGOS				X						X		
Revisión e Inspección de la FTP	Semestral	SEP					X						X	
Revisión y limpieza de la TA1	Semestral	OCT						X						X

Fuente: Autores

Figura 112. Homogenización del mantenimiento



Fuente: Autores

Tabla 47. Límites de la homogenización

Lsm:	1,2	Límite superior
Lso:	1,1	Límite óptimo
NOT:	1	Número óptimo de tareas
Lio:	0,9	Límite óptimo
Lim:	0,8	Límite inferior

Fuente: Autores

6.2.5 Tiempo de ejecución de cada tarea

Tabla 48. Tiempo de ejecución de cada tarea

Banco de tareas del módulo de automatización	Tiempo (Horas)
Revisión y limpieza del CM 1241	1
Revisión y limpieza del PLC 1200	2
Revisión y limpieza de la KTP 600	2
Revisión y limpieza del CSM 1277	1
Revisión e inspección de la FTP	1
Revisión y limpieza de la TA1	2

Fuente: Autores

6.2.6 *Banco de tareas.* Cada equipo utilizado para el proyecto de mejoramiento del módulo de transporte con cilindro sin vástago posee un banco de tareas para mantener de forma efectiva a todos los activos que conforman el módulo didáctico, éstas especifican lo siguiente:

- Cada uno de los elementos están especificados por sus nombres de fábrica, además están identificados por códigos de información.
- Contiene la tarea a realizarse y la frecuencia con la que se debe efectuar la misma.
- El gráfico permite identificar de forma efectiva el equipo al que se le va a realizar la tarea de mantenimiento.
- Posee el procedimiento que debe seguir para cumplir con la tarea, además se identifica los materiales y herramientas que se utilizaran en dicho paso.
- Las observaciones que se deben plantear para una mejora de la tarea encomendada.

Figura 113. Banco de tareas del módulo de comunicación

		BANCO DE TAREAS	
		ELEMENTO:	CM 1241 Módulo de comunicación RS 232
		LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
		FACULTAD:	Mecánica
		ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
TAREA:	Revisión y limpieza	**FRECUENCIA:**	Semestral
CÓDIGO:	FEMA-EIMA-01		

PROCEDIMIENTO:

- Quitar alimentación de todo el módulo.
- Realizar una inspección del cable serial.
- Revisión de continuidad los terminales RxD, TxD, GND
- Limpieza de del serial del módulo.

HERRAMIENTAS: • Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro	**MATERIALES:** • Guaipe • Brocha • Spray limpiador
REPUESTOS:	**OBSERVACIONES:**
EQUIPOS:	

Fuente: Autores

Figura 114. Banco de tareas del PLC-1200

		BANCO DE TAREAS	
		ELEMENTO:	PLC Simatic S7-1200 CPU 1212 C AC/DC/Rly
		LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
		FACULTAD:	Mecánica
		ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
TAREA:	Revisión y limpieza del PLC 1200	**FRECUENCIA:**	Semestral
CÓDIGO:	FEMA-EIMA-02		

PROCEDIMIENTO:

- Quitar alimentación de todo el módulo.
- Realizar un reajuste de los tornillos de las borneras de las entradas y salidas del PLC.
- Inspección visual del estado de las tarjetas electrónicas y contactos del PLC.
- Revisión de continuidad en conexiones de entradas y salidas del PLC.
- Limpieza de contactos del PLC.
- Verificación de voltajes de entrada y salida del PLC.

HERRAMIENTAS: • Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro	**MATERIALES:** • Guaipe • Brocha • Spray limpiador
REPUESTOS:	**OBSERVACIONES:**
EQUIPOS:	

Fuente: Autores

Figura 115. Banco de tareas del Compact Switch

		BANCO DE TAREAS	
		ELEMENTO:	Compact Switch CSM 1277
		LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
		FACULTAD:	Mecánica
		ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
TAREA:	Revisión y limpieza del CSM 1277	**FRECUENCIA:**	Semestral
CÓDIGO:	FEMA-EIMA-03		

PROCEDIMIENTO:

- Quitar alimentación al módulo.
- Inspección visual del estado del compact switch.
- Revisión de los puertos RJ45.
- Limpieza del compact switch.

HERRAMIENTAS: • Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro	**MATERIALES:** • Guaipe • Brocha • Spray limpiador
REPUESTOS:	**OBSERVACIONES:**
EQUIPOS:	

Fuente: Autores

Figura 116. Banco de tareas de la fuente de poder

		BANCO DE TAREAS	
		ELEMENTO:	Fuente de poder LOGO! Power
		LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
		FACULTAD:	Mecánica
		ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
TAREA:	Revisión e Inspección de la FTP	**FRECUENCIA:**	Semestral
CÓDIGO:	FEMA-EIMA-04		

PROCEDIMIENTO:

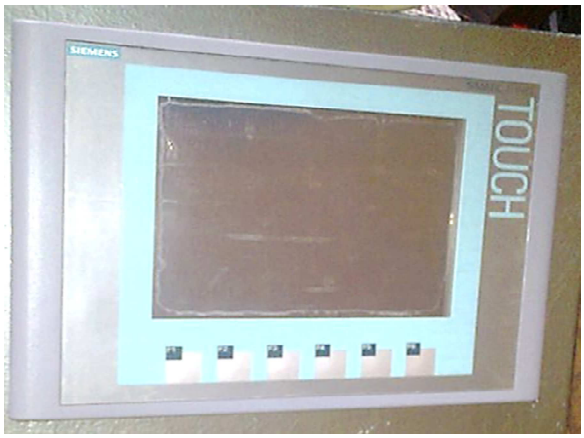
- Quitar alimentación de todo el módulo.
- Realizar un reajuste de los tornillos de las borneras de la fuente.
- Inspección visual del estado de los indicadores LEDs.
- Verificación de voltajes de entrada y salida de la fuente de poder

HERRAMIENTAS:	**MATERIALES:**
• Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro	• Guaipe • Brocha • Spray limpiador
REPUESTOS:	**OBSERVACIONES:**
EQUIPOS:	

Fuente: Autores

Figura 117. Banco de tareas de la pantalla táctil

		BANCO DE TAREAS	
		ELEMENTO:	KTP 600 Basic Color PN
		LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
		FACULTAD:	Mecánica
		ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
TAREA:	Revisión y limpieza de la KTP 600	**FRECUENCIA:**	Semestral
CÓDIGO:	FEMA-EIMA-05		



PROCEDIMIENTO:

- Quitar alimentación al módulo.
- Realizar un reajuste de los tornillos de las borneras de las entradas al Panel Operador.
- Inspección visual del estado de borneras y mordazas de plástico.
- Revisión de continuidad en conexiones de salidas del Panel Operador.
- Limpieza del display desde el borde de la pantalla hacia dentro con producto de limpieza.

HERRAMIENTAS: • Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro	**MATERIALES:** • Guaipe • Brocha • Spray limpiador
REPUESTOS:	**OBSERVACIONES:**
EQUIPOS:	

Fuente: Autores

Figura 118. Banco de tareas de la tarjeta Arduino

		BANCO DE TAREAS	
		ELEMENTO:	Tarjeta Arduino Uno
		LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
		FACULTAD:	Mecánica
		ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
TAREA:	Revisión y limpieza de la TA1	**FRECUENCIA:**	Semestral
CÓDIGO:	FEMA-EIMA-06		

PROCEDIMIENTO:

- Quitar alimentación de todo el módulo.
- Realizar un reajuste de los tornillos de las borneras de la tarjeta arduino uno.
- Inspección visual de la shield de la la tarjeta arduino uno.
- Inspección de los LEDs presente en la tarjeta arduino uno.
- Revisión de continuidad en conexiones de entradas y salidas de la tarjeta arduino.
- Inspección visual del regulador de voltaje.
- Verificación de voltajes de entrada de la tarjeta arduino uno.

HERRAMIENTAS:	**MATERIALES:**
• Destornillador de estrella • Destornillador plano • Multímetro	• Guaipe • Brocha • Spray limpiador
REPUESTOS:	**OBSERVACIONES:**
EQUIPOS:	

Fuente: Autores

6.3 Diseño de fichas técnicas del equipo

A continuación se indicarán las fichas técnicas de los elementos que constituyen el módulo de automatización.

Figura 119. Ficha técnica Compact Switch

	FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO:	Compact Switch CSM 1277
	LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
CONEXIONES		
Conexíon de terminales o componentes de las red a través de Twisted Pair		4 conectores hembr4a RJ45 con ocupación MDI-X para 10/100 Mbit/s (semiduplex), sin potencial
Conexión para alimentación de tensión		Bloque de bornes de 3 contactos, enchufables
DATOS ELÉCTRICOS		
Tensión de alimentación		• Alimentación de DC 24 V (límite: 19,2 hasta 28,8 V) • Baja tensión de seguridad (SELV) • Tierra funcional
Potencia pérdida con DC 24 V		1,6 W
Consumo de corriente con tensión nominal		70 mA
Protección contra sobreintensidad en la entrada		PTC Resetable fuse (0,5 A / 60 V)
LONGITUD DE CABLES PERMITIDOS		
Conexión a través de cables Industrial Ethernet FC TP • 0-100 m • 0-85 m		• Industrial Ethernet FC TP Standard Cable con IE FC RJ45 plug 180 • A través de Industrial Ethernet FC Outlet RJ45 con 0-90 m Industrial Ethernet FC TP • Industrial Ethernet FC TP Marine/Tralling Cable con IE FC RJ45 plug 180 • 0-75 m Industrial Ethernet FC TP Marine/Tralling Cable + 10 m TP Cord
CONDICIONES AMBIENTALES ADMISIBLES		
Temperatura de Funcionamiento		0°C hasta +60°C
Temperatura en almacén/transporte		-40°C hasta +70°C
Humedad relativa en funcionamiento		< 95% (sin condensación)
Altura en funcionamiento		• 2000 m a como máx. 56 °C de temperatura ambiente • 3000 m a como máx. 50 °C de temperatura ambiente
Inmunidad a interferencias		EN 61000-6-2
Emisión de interferencias		EN 61000-6-4
Clase de protección		IP 20
MTBF		273 años
CONSTRUCCIÓN		
Medidas (An x Al x Prof) en mm		45 x 100 x 76
Peso		150 gramos
Posibilidades de montaje		Riel de perfil de sombrero DIN de 35 mm (DIN EN 60715 TH35)

Fuente: Autores

Figura 120. Ficha técnica fuente de poder

	FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO:	Fuente de poder LOGO! Power
	LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
ENTRADA		
Tensión nominal Ue nom Rango de tensión Resistencia a sobretensiones Puenteo de fallos de red con Is nom Frecuencia nominal de red; rango		Monofásica AC o DC 100-240 V AC entrada de rango amplio 85 ... 264 V AC o 110 ... 300 V DC 2,3 × Ue nom, 1,3 ms > 40 ms con Ue = 187 V 50/60 Hz; 47 ... 63 Hz
Intensidad nominal Ie nom Limitación de intensidad de conexión (+25 °C)		1,22-0,66 A < 46 A
Fusible de entrada incorporado Magnetotérmico (IEC 898) recomendado en la línea de alimentación		Interno A partir de 16 A, curva B; a partir de 10 A, curva C
SALIDA		
Tensión nominal Us nom		Tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente 24 V DC
Tolerancia total • Comp. estática variación de red • Comp. estática variación de carga		±3 % Aprox. 0,1% Aprox. 1,5%
Ondulación residual Spikes (ancho de banda: 20 MHz)		< 200 mVpp (típ. 10 mVpp) < 300 mVpp (típ. 50 mVpp)
Rango de ajuste Indicador de funcionamiento Comportamiento al conectar/desconectar		22,2 ... 26,4 V LED verde para 24 V O.K. Sin rebase transitorio de Us (arranque suave)
Retardo/subida de tensión en arranque Intensidad nominal Is nom		< 0,5 s/típ. 10 ms 2,5 A
Rango de intensidad • Hasta + 60 °C • Derating		 0 ... 2,5 A (hasta +55 °C) 0 ... 1,75 A (hasta +70 °C)
Posibilidad de conex. en paralelo para aumento de potenc		Sí, 2 unidades

Fuente: Autores

Figura 121. Ficha técnica KTP600 Basic Panel

	FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO:	KTP 600 Basic Color PN
	LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
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, píxeles		320 x 240
Colores, representables		256
Regulación de contraste		No
Categoría de error de píxel según DIN EN ESO 13406-2		II
Retroiluminación Half Brightness Life Time, típico		CCFL 50000 h
UNIDAD DE ENTRADA		
Tipo		Pantalla táctil analógica resistiva
Teclas de función		6
Tiras rotulables		Sí
MEMORIA		
Memoria de aplicación		512 KB
INTERFACE		
1 x Ethernet		RJ45 10/100 Mbit/s
TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN		
Tensión nominal Rango, admisible		DC+24V de 19,2V a 28,8V(-20%, +20%)
Transitorios, máximo admisible		35 V (500 ms)
Tiempo entre dos transitorios, mínimo		50 s
Consumo • Típico • Corriente continua máx.		 aprox. 350 mA aprox. 550 mA
Fusible, interno		Electrónico
OTROS COMPONENTES		
Reloj de tiempo real		Sí, no respaldo

Fuente: Autores

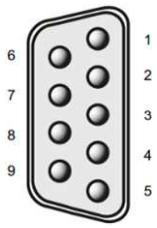
Figura 122. Ficha técnica PLC S7-1200

	FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO:	PLC Simatic S7-1200 CPU 1212 C AC/DC/Rly
	LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
ESPECIFICACIONES GENERALES		
Dimensiones (An.xAlxP. (mm)		90 x 100 x 75
Peso		420 gramos
Disipación de potencia		10 W
Intensidad disponible (5 V DC) para SM y bus CM		100 mA máx.
Intensidad disponible (24 V DC) alimentación de		300 mA máx.
Consumo de corriente de las entradas digitales (24VDC)		4 mA/entrada utilizada
PROPIEDADES DE LA CPU		
Memoria de uso • Memoria de trabajo • Memoria de carga • Memoria remanente		 50 KB 1 MB 10 KB
E/S digitales integradas		8 entradas, 6 salidas
E/S analógicas integradas		2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso • Entradas • Salidas		 1024 bytes 1024 bytes
Área de marcas (M)		4096 bytes
Memoria temporal (local)		• 16 KB para arranque y ciclo (incluyendo los FBs y FCs asociados) • 4 KB para eventos de alarma estándar, incluyendo FBs y FCs • 4 KB para eventos de alarma error, incluyendo FBs y FCs
Ampliación con módulos SM		2 SM máx.
Ampliación con SB, CB o BB		1 máx.
Ampliación con CM		3 máx.
Alarmas de flanco con SB opcional		8 crecientes y 8 decrecientes 12 crecientes y 12 decrecientes
Reloj en tiempo real • Precisión • Tiempo de retención		 ´+/- 60 segundos/mes 20 días típ/12 días mín. a 40 °C
Velocidad de ejecución • Booleano • Transferir palabra • Funciones matemáticas con números reales		 • 0,08 µs/instrucción • 12 µs/instrucción • 18 µs/instrucción
Comunicación • Transferencia de datos • Ailamiento (señal externa a lógica del PLC) • Tipo de cable		1 puerto Ethernet • 10/100 Mb/s • Aislado por transformador, 1500V DC • CAT5e apantallado
Dispositivos		• 3 HMI • 1 PG
Conexiones Ethernet		8 (activas o pasivas)

Fuente: Autores

Figura 123. Ficha técnica del módulo de comunicación RS-232

	FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO:	CM 1241 Módulo de comunicación RS 232
	LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
GENERALES		
Dimensiones		30*100*75 mm
Peso		150 gramos
TRANSMISOR Y RECEPTOR		
Tensión de salida del transmisor (mínima)		´+/-5V mín. a R=3KΩ
Tensión de salida del transmisor (máxima)		´+/-15V DC máx.
Impedancia de entrada del receptor		3KΩ mín.
Umbral/sensibilidad del receptor		0,8 V mín. bajo; 2,4 máx. alto
Tensión de entrada del receptor		´+/- 30 V DC máx.
Aislamiento Señal RS 232 a conexión a masa Señal RS 232 a logica de la CPU		500 V AC durante 1 minuto
Longitud de cable, apantallado		10 m máx.
FUENTE DE ALIMENTACIÓN		
Pérdida de potencia (disipación)		1,1 W
De +5 V DC		220 mA
CONEXIÓN DB9		

PIN	**DESCRIPCIÓN**	**CONECTOR (MACHO)**	**PIN**	**DESCRIPCIÓN**
1 DCD	Detección de portadora de datos: Entrada		6 DSR	Equipo de datos listo: Entrada
2 RxD	Datos recibidos de DCE: Entrada		7 RTS	Petición de transmitir Salida
3 TxD	Datos transmitidos a DCE: Salida		8 CTS	Listo para transmitir: Entrada
4 DTR	Terminal de datos disponibles: Salida		9 RI	Indicación de timbre (no utilizado)
5 GND	Masa lógica		SHELL	Conexión a masa

Fuente: Autores

Figura 124. Ficha técnica tarjeta Arduino

	FICHA TÉCNICA	
	ELEMENTO:	Tarjeta Arduino Uno
	LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
DATOS GENERALES		
Microcontrolador		ATmega328
Frecuencia de reloj		16 MHz
Entradas Digitales I/O		14
Interfaz de programación		USB vía ATMega16U2
Entradas analógicas		6
Memoria Flasch		32 Kb
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS		
Voltaje de entrada		5-12 V
Voltaje del sistema		5 V
PWM		6

Fuente: Autores

6.4 Puntos críticos de seguridad en el equipo

Los puntos críticos a tomar en cuenta son las conexiones presentadas en el módulo de automatización, todos sus componentes deben estar perfectamente enlazados para asegurar un óptimo funcionamiento del módulo de transporte sin vástago.

- 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 el módulo didáctico de automatización.
- Revisar la conexión que se encuentra entre los cables de comunicación de los siguientes equipos:

- Comunicación de PLC con PC.
- Comunicación de panel operador con PC.
- Comunicación de PLC con panel operador.
- Comunicación RS-232 Arduino

6.5 Diseño de fichas de parámetros de funcionamiento del equipo

A continuación se presenta la ficha de parámetros de funcionamiento.

Figura 125. Ficha parámetros de funcionamiento

	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO	
	LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento

Nombre del equipo: _____ Fecha: _____
Responsable: _____ Hora: _____

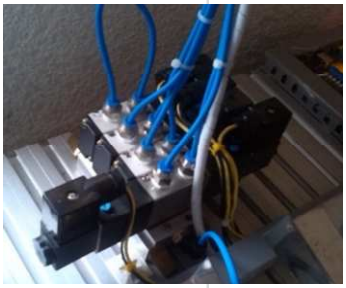
PREGUNTA	**SI**	**NO**	**OBSERVACIONES**
a) Elementos Mecánicos:			
• Fijación firme de los elementos			
PLC			
Fuente de poder			
RS-232			
Compact switch			
• Cables sueltos o rotos			
• Tornillos de borneras apretados			
b) De CPU y E/S:			
• Señal en LEDs de diagnóstico de:			
Estado operativo de la CPU			
Condición del puerto PROFINET			
Condición del RS-232			
Estado operativo de las I			
Estado operativo de las Q			
c) Codiciones ambientales:			
• Temperatura/humedad			
• Existe polvo sobre los elementos			
• Existe vibración excesiva			
d) De tensión de alimentación:			
• Tensión de alimentación			
• Corriente continua dentro del margen			
• Tensión de las E/S adecuadas			

_____	_____	**OBSERVACIONES:**
APRUEBA	**REVISADO**	

Fuente: Autores

6.6 Elaboración de técnicas de seguridad para el equipo

Figura 126. Técnicas de seguridad para el equipo

	SEGURIDAD PARA EL EQUIPO	
	ELEMENTO:	Módulo de automatización
	LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
Función	**Proceso**	**Descripción**
Al realizar la práctica con el módulo de automatización y el de transporte se debe verifivcar la presión de trabajo del sistema neumático (30 PSI) por seguridad de los equipos neumáticos y del perfecto funcionamiento del módulo.		La presión del sistema es importante para el correcto funcionamiento del módulo de transporte, ademas el valor asignado de 30 PSI ayudará a que los elementos tenga la vida útil para la que fueron construidos
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).		El sistema puede sufrir daños si se cablean pares de bornes distintos en polaridades opuestas.
Si, en condiciones nominales, la temperatura excede 70 °C en el punto de entrada del cable, o bien 80 °C en el punto de derivación de los conductores, la temperatura realmente medida deberá estar comprendida en el rango de temperatura admisible del cable seleccionado.		Se deberán tomar las medidas necesarias para impedir que se exceda la tensión nominal en más de un 40% a causa de perturbaciones transitorias.
El panel de operador está previsto 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.		No utilice el panel de operador en los siguientes lugares sin tomar medidas de precaución adicionales: en lugares con una proporción elevada de radiaciones ionizantes, en lugares con condiciones de funcionamiento extremas debidas, en instalaciones que requieren una vigilancia especial.

Fuente: Autores

6.7 Elaboración de técnicas de seguridad para el operador

Figura 127. Técnicas de seguridad para el operador

	SEGURIDAD PARA EL OPERARIO	
	ELEMENTO:	Módulo de automatización
	LABORATORIO:	Control y Manipulación Automática
	FACULTAD:	Mecánica
	ESCUELA:	Ingeniería de Mantenimiento
Función	**Proceso**	**Descripción**
El uso y manejo del módulo de automatización 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.		Una vez conectado y revisado la conexiones eléctricas como neumáticas se proceda a energizar al módulo de automatización.
Se a utilizado un cable de comunicación de 25 hilos para evitar el cableado en exceso con el objeto de evitar accidentes así como también confusión, se debera comprobar continuidad para comprobar el correcto funcionamiento del mismo		Luego de energizar el módulo procedemos a encenderlo para ello se presionara el swit4h de color rojo del módulo de automatización.
Al realizar la práctica con el módulo de transporte se sugiere verificar las conexiones de arduino con el módulo RS-232, el cable de poder y los diferentes elementos de comunicación.		Observar todas las funciones que se obtiene con el módulo de automatización y el módulo de transporte, e,l mismo que permitirá analizar y obtener propias conclusiones.
Realizar las conexiones con el módulo de automatización desactivado, activar una vez de estar seguro de que las conexiones estén seguras y luego de haber revisado.		Una vez concluida la práctica desconecte el módulo de automatizació, de igual forma la fuente de alimentación, el sistema neumático del módulo de transporte y guardar los cables de conexión.
Al concluir la práctica cerciorarse que elmódulo de automatización esté desenergizado.		

Fuente: Autores

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 Conclusiones

Se determinó el estado técnico del módulo de transporte realizando un levantamiento de datos de todos las partes que lo componen, a la vez, se analizó cada elemento a ser mejorado para el efectivo funcionamiento de todas sus piezas.

Se ensambló una pantalla KTP 600 alcanzando el control del módulo de transporte consiguiendo visualizar todas las funciones del PLC. Todos los equipos utilizados en el proceso se acoplaron en un módulo estructural donde se visualizó el óptimo funcionamiento de todos los elementos que lo conforman.

Al módulo de transporte con cilindro sin vástago se complementó su funcionamiento con sensores de alto rango de detección, elementos neumáticos aptos para el posicionamiento del carro de desplazamiento, determinando un acoplamiento ergonómico de todas sus partes.

Se utilizó la comunicación PROFINET Ethernet consiguiendo entrelazar el PLC con la pantalla logrando así el funcionamiento total de todos los sistemas que engloban el módulo, al mismo tiempo conseguimos comunicar a la PC para realizar las pruebas online por medio del Compact Switch.

Se utilizó un módulo de comunicación RS232 para lograr la comunicación entre la tarjeta Arduino con el PLC por medio de una comunicación punto a punto, se programó así todas las funciones requeridas por el módulo.

Se diseñó tarjetas electrónicas con conectores DB 25 para enlazar los equipos y el módulo, se utilizó para su comunicación cable de 25 hilos, donde por cada uno de ellos transmite una señal eléctrica de comunicación.

Se elaboró las guías prácticas para la correcta manipulación de todos los sistemas que conforman el módulo de transporte sin vástago.

7.2 Recomendaciones

Verificar minuciosamente que todos los elementos estén bien conectados antes de realizar cualquier proyecto.

Ejecutar el mantenimiento preventivo periódicamente al autómata, tarjetas electrónicas, tarjeta Arduino y al panel operador del módulo, con el propósito de precautelar la vida útil de todos los equipos.

Tener en consideración para su inicio la configuración de la red, como las direcciones de cada elemento deben estar correctamente direccionadas y no se puede repetir, además tomar en cuenta las actualizaciones de las bibliotecas de la pantalla táctil y en el PLC las funciones lógicas programables.

Tener cuidado con la superficie del panel operador y con todo el equipo en sí, el cual debe estar protegido del polvo, suciedad, humedad, temperatura y de vibraciones que pueden afectar el desempeño de todo el módulo.

Verificar el estado de conexión del software y del PLC para poder ejecutar a visualización online, previamente debe estar cargado el programa cada vez que se realiza alguna modificación de los parámetro de programación, por más mínimo que sea esto impedirá los resultados deseados.

Dar el uso adecuado al módulo didáctico de simulación, para poder sacar el máximo provecho de la tecnología actual presentada en éste proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

BERNABEU, Eusebio. 2005. Sensores. [Online] 12 18, 2005. [Cited: 12 30, 2013.] http://pendientedemigracion.ucm.es/info/otri/complutecno/fichas/tec_ebernabeu2.htm.

CHECA, Carlos Bladimir and PALADINES, Manuel Stalin. 2007. *Desarrollo e implementación de un sistema automatizado de manipulación flexible en tres ejes. TESIS.* Riobamba : Biblioteca Facultad de Mecànica, 2007. p. 134.

FERNANDEZ, Amador. 2005. Sensores magneticos e inductivos. TESIS. [Online] 10 12, 2005. [Cited: 01 22, 2014.] http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sensores%20magneticos.pdf.

PERALTA, Isaac. 2013. Curso práctico, gratuito y sencillo de Arduino, BLOG. [Online] 09 18, 2013. [Cited: 01 23, 2014.] Todo el modulo hay que descargarse. http://architecnologia.blogspot.com.es/2013/09/curso-practico-gratuito-y-sencillo-de.html.

PROFIBUS&PROFINETInternational. 2010. PROFINET. [Online] 12 13, 2010. [Cited: 12 20, 2013.] http://www.profibus.com/technology/profinet/. Tecnology - Profinet.

SCRIBD. 2009. Modulo de comunicacion SIEMENS. [Online] 04 22, 2009. [Cited: 01 22, 2014.] Publicado por: Cristobal Gomez Vergara. http://es.scribd.com/doc/74790916/Modulo-de-comunicacion.

SCRIBD. 2013. Step 7 Basic SIEMENS. [Online] 01 2013. [Cited: 01 09, 2014.] http://www.scribd.com/doc/148582354/Step-7-Basic-v12-Eses-Es-es.

SIEMENS. 2012. *SIMATIC Controlador Programable S7-1200. MANUAL DEL SISTEMA.* Nürnberg, Industry Sector Postfach 48 48 90026, Alemania : s.n., 04 2012. Referencia del documento: 6ES7298-8FA30-8DH0.

SIEMENS. 2011. *SIMATIC HMI Paneles de operador. MANUAL DE USUARIO.* Nürnberg, Industry Sector Postfach 48 48 90026, Alemania : s.n., 01 2011. Referencia del documento: A5E02421816-02.

SIEMENS, AG. 2014. Paneles HMI SIMATIC. Paneles de operador para cualquier exigencia. [Online] 01 05, 2014. [Cited: 01 20, 2014.] Referencia del documento:

E20001-A760-P810-V1-7800. http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_panels_es.pdf.

SIEMENS, AG. 2014. TIA portal SIEMENS. [Online] 01 09, 2014. [Cited: 03 11, 2014.] http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal/controller-sw-tia-portal/pages/default.aspx.

SiemensGlobalWebsite. 2014. Controladores SIEMENS. [Online] 01 04, 2014. [Cited: 02 22, 2014.] https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/s71200/Pages/S71200.aspx.

SiemensGlobalWebsite. 2009. SIEMENS Industry Online Support. [Online] 09 04, 2009. [Cited: 02 15, 2014.] http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=37604154&caller=view. Nr. de identificación (ID):37604154.

SiemensGlobalWebsite. 2012. SIEMENS Industry Online Support. [Online] 05 21, 2012. [Cited: 02 15, 2014.] http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=40157517&caller=view. Nr. de identificación (ID):40157517.

SiemensGlobalWebsite. 2013. SIEMENS Industry Online Support. [Online] 03 18, 2013. [Cited: 02 15, 2014.] http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=38471716&caller=view. Nr. de identificación (ID):38471716.

SiemensGlobalWebsite. 2013. SIEMENS Industry Online Support. [Online] 10 28, 2013. [Cited: 02 15, 2014.] http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=39040038&caller=view. Nr. de identificación (ID):39040038.