



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE
LABORATORIO PARA SIMULACIÓN Y
AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS
INDUSTRIALES MEDIANTE UN AUTÓMATA,
PANEL OPERADOR, SOFTWARE SCADA Y UN
PROTOTIPO FABRIL A ESCALA.”**

**LÓPEZ TELENCHANA LUIS STALIN
TENE LÓPEZ ALEX ROLANDO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Julio, 12 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

LUIS STALIN LÓPEZ TELENCHANA

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE LABORATORIO PARA
SIMULACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES
MEDIANTE UN AUTÓMATA, PANEL OPERADOR, SOFTWARE SCADA Y
UN PROTOTIPO FABRIL A ESCALA.”**

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Santillán G.
DIRECTOR DE TESIS

Dr. Marco Haro M.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Luis Stalin López Telenchana

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE LABORATORIO PARA SIMULACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES MEDIANTE UN AUTÓMATA, PANEL OPERADOR, SOFTWARE SCADA Y UN PROTOTIPO FABRIL A ESCALA.”

Fecha de Examinación: 12 Julio 2012.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Hernán Samaniego S. (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Marco Santillan G. (DIRECTOR DE TESIS)			
Dr. Marco Haro M. (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.

f) Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Julio, 12 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ALEX ROLANDO TENE LÓPEZ

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE LABORATORIO PARA
SIMULACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES
MEDIANTE UN AUTÓMATA, PANEL OPERADOR, SOFTWARE SCADA Y
UN PROTOTIPO FABRIL A ESCALA.”**

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Santillan G.
DIRECTOR DE TESIS

Dr. Marco Haro M.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Alex Rolando Tene López

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE LABORATORIO PARA SIMULACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES MEDIANTE UN AUTÓMATA, PANEL OPERADOR, SOFTWARE SCADA Y UN PROTOTIPO FABRIL A ESCALA.”

Fecha de Examinación: 12 Julio 2012.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Hernán Samaniego S. (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Marco Santillan G. (DIRECTOR DE TESIS)			
Dr. Marco Haro M. (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.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

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

f) Luis Stalin López Telenchana

f) Alex Rolando Tene López

DEDICATORIA

El presente trabajo de va dedicado a Dios, a mis padres Sr. Luis López, Sra. María Telenchana quienes con su esfuerzo y amor han permitido mi superación académica y personal, a mis hermanas Carolina y Cristina que son mi aliento de superación y fortaleza, y a mi enamorada Jessica por todo su amor y comprensión.

Luis Stalin López Telenchana

Este logro se lo dedico a mi familia, a mis padres Luis Humberto Tene y Gloria López, por ser ejemplos de sacrificio, constancia y dedicación, a mis hermanos Amanda, Edgar, Edwin, Jenny, Erika y en especial a mi hija Adriana y mi esposa Paola, recordándoles mi admiración y orgullo por ellos, pues son quienes a través de mucho esfuerzo, perseverancia y amor han hecho posible mis logros actuales.

Alex Rolando Tene López

AGRADECIMIENTO

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

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas. A la vez agradecemos por la oportunidad y confianza brindada por las autoridades de nuestra Facultad encabezadas por el Ing. Geovanny Novillo, para realizar el II Congreso Internacional de Mantenimiento, evento que marcó nuestra vida estudiantil.

Luis Stalin López Telenchana

Aprovecho este espacio para agradecer en primer lugar a Dios por haberme acompañado siempre. Es un placer para mí expresar mi gratitud a mi familia por la confianza, por el aliento de fuerza que me han dado en todo momento. Gracias a mis tutores por su siempre buena disposición y apoyo durante el desarrollo de la presente tesis.

Y por último, agradezco a todas aquellas personas que de una u otra manera me han ayudado durante el transcurso de mi carrera; profesores, compañeros, amigos y familiares.

Alex Rolando Tene López

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Aspectos generales.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Procesos industriales.....	5
2.1.1 <i>Clasificación de procesos industriales</i>	6
2.2 Control de procesos industriales.....	7
2.3 Topología del control industrial.....	7
2.3.1 <i>Variable controlada</i>	7
2.3.2 <i>Sistemas</i>	8
2.3.3 <i>Perturbaciones</i>	8
2.3.4 <i>Sistemas de lazo abierto</i>	8
2.3.5 <i>Sistemas de lazo cerrado (sistema automático de control)</i>	8
2.4 Automatización de procesos industriales.....	9
2.4.1 <i>Ventajas de aplicar automatización</i>	12
2.4.2 <i>Pirámide de la automatización</i>	12
2.5 Fases para la puesta en marcha de un proyecto de automatización.....	12
2.5.1 <i>Automatización</i>	14
2.5.2 <i>Supervisión</i>	15
2.5.3 <i>Interacción</i>	15
2.5.4 <i>Implementación</i>	16
2.5.5 <i>Pruebas</i>	16
2.6 Herramientas de la automatización.....	17
2.7 Sistemas de control distribuido (DCS).....	18
2.8 Los autómatas programables.....	19
2.8.1 <i>Reseña histórica</i>	19
2.8.2 <i>Definición del autómata programable</i>	20
2.8.3 <i>Estructura externa</i>	21
2.8.4 <i>Estructura interna</i>	21
2.9 <i>Campos de aplicación de los autómatas programables</i>	25
2.9.1 <i>Ventajas de los autómatas programables</i>	25
2.9.2 <i>Inconvenientes de los autómatas programables</i>	25
2.10 Interfaz hombre máquina (HMI).....	26
2.10.1 <i>Tipos de interfaz hombre máquina (HMI)</i>	26
2.10.2 <i>Funciones de un software HMI</i>	27
2.10.3 <i>Partes de un software HMI</i>	28
2.11 Control SCADA.....	29
2.11.1 <i>Aplicaciones de los sistemas SCADA</i>	31
2.11.2 <i>Elementos de un sistema SCADA</i>	33
2.12 Mecatrónica.....	34
2.12.1 <i>Introducción a la Mecatrónica</i>	34
2.12.2 <i>Estructura de un sistema mecatrónico</i>	34
2.12.3 <i>Funcionamiento de un sistema mecatrónico</i>	36
2.13 Neumática.....	37
2.13.1 <i>Ventajas del aire comprimido</i>	37
2.13.2 <i>Inconvenientes del aire comprimido</i>	38

2.14	Elementos neumáticos de trabajo.....	38
2.14.1	<i>Elementos neumáticos de movimiento rectilíneo</i>	38
2.14.2	<i>Cilindros de simple efecto</i>	39
2.14.3	<i>Electroválvulas</i>	40
2.15	Sensores.....	41
2.15.1	<i>Clasificación de los sensores</i>	41
2.15.2	<i>Sensores de proximidad</i>	42
2.15.3	<i>Sensores con contacto</i>	42
2.15.4	<i>Sensores sin contacto</i>	43
2.15.5	<i>Sensores ópticos difusos</i>	43
2.15.6	<i>Sensores de proximidad capacitivos</i>	44
2.15.7	<i>Sensores de proximidad inductivos</i>	46
3.	MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN	
3.1	Introducción.....	47
3.2	Paquete de entrenamiento Siemens.....	48
3.3	Paquete de entrenamiento SIMATIC S7-1200.....	48
3.3.1	<i>El autómata programable S7-1200 CPU 1214C</i>	49
3.3.2	<i>Características generales del S7-1200</i>	50
3.3.3	<i>Tipos de datos soportados por el S7-1200</i>	51
3.3.4	<i>Interfaz PROFINET (Ethernet) integrada del S7-1200</i>	51
3.3.5	<i>Áreas de memoria y direccionamiento del S7-1200</i>	52
3.4	Manejo y visualización de procesos industriales.....	53
3.5	Panel operador SIMATIC HMI KTP 600 PN Basic.....	55
3.5.1.	<i>Parámetros y componentes del KTP 600 PN Basic</i>	56
3.5.2	<i>Conexión del PC de configuración mediante el cable PC/PPI</i>	57
3.6	Totally integrated automation (TIA portal).....	61
3.6.1	<i>Framework para una ingeniería más eficiente</i>	62
3.7	Software de programación SIMATIC Step7 Basic.....	64
3.7.1	<i>Vista de portal</i>	65
3.7.2	<i>Vista de redes</i>	66
3.7.3	<i>Vista de dispositivos</i>	66
3.7.4	<i>Vista de topología</i>	67
3.8	SIMATIC WinCC.....	68
3.8.1	<i>Entrar al WinCC</i>	69
3.8.2	<i>Imágenes y plantillas en WinCC</i>	70
3.9	SIMATIC WinCC V11, un software para HMI y SCADA.....	70
3.10	Descripción del sistema Step7 y WinCC.....	72
3.11	Acoplamiento del módulo de automatización.....	72
3.11.1	<i>Requisitos para el montaje de los equipos S7-1200</i>	72
3.11.2	<i>Descripción del montaje mecánico</i>	73
3.11.3	<i>Descripción del montaje eléctrico</i>	76
3.11.4	<i>Dimensiones del equipo</i>	78
3.11.5	<i>Materiales utilizados</i>	78
3.11.6	<i>Herramientas utilizadas</i>	79
3.12	Diagrama de cableado del S7-1200.....	80
3.13	Ensamble del módulo de laboratorio para la simulación de procesos industriales.....	80
3.14	Entradas y salidas del módulo.....	83
3.15	Consideraciones sobre el montaje del módulo.....	87
3.15.1	<i>Pautas para el montaje mecánico</i>	87
3.15.2	<i>Pautas para el montaje eléctrico</i>	87
3.15.3	<i>Prescripciones para el funcionamiento del módulo</i>	88
3.15.4	<i>Medidas contra interferencias</i>	88

4.	PROTOTIPO FABRIL	
4.1	Introducción.....	89
4.2	Fundamento teórico.....	90
4.2.1	<i>Descripción de la planta</i>	90
4.2.2	<i>Objetivos didácticos</i>	92
4.3	Implementación del prototipo fabril y el módulo de automatización.....	93
4.4	Diseño GRAFCET.....	94
4.5	Programación con totally integrated automation.....	96
4.6	Programación del S7-1200.....	105
4.7	Programación de la pantalla HMI.....	109
4.8	Mantenimiento en sistemas automatizados	115
4.9	Plan de mantenimiento para el módulo de automatización.....	116
4.9.1	<i>Mantenimiento preventivo para la HMI</i>	116
4.9.2	<i>Procedimiento</i>	116
4.9.3	<i>Mantenimiento preventivo para lo PLC</i>	117
4.9.4	<i>Diagnósticos</i>	117
4.9.5	<i>Errores y fallas</i>	118
4.9.6	<i>Comunicación</i>	118
4.10	<i>Instrucciones para la realización de una práctica</i>	119
4.11	Dinámica de la automatización de procesos industriales.....	119
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones.....	121
5.2	Recomendaciones.....	122

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
BIBLIOGRAFÍA
LINKOGRAFÍA
ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Tipos de datos soportados por el S7-1200.....	51
2 Áreas de memoria y direccionamiento.....	53
3 Dimensiones de la estructura modular.....	78
4 Materiales utilizados para el montaje.....	78

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Diagrama de flujo de un proceso industrial.....	5
2 Diagrama de control industrial.....	6
3 Control lazo abierto.....	7
4 Control lazo cerrado.....	8
5 Ejemplo de sistema de control.....	9
6 Ejemplo de control de procesos industriales.....	9
7 Industria robótica.....	10
8 Ejemplo de tecnología informática.....	10
9 Pirámide de la automatización.....	11
10 Fases para la puesta en marcha de un proyecto de automatización.....	12
11 Esquema GRAFCET de primer y segundo nivel.....	13
12 Representación gráfica de la guía GEMMA.....	14
13 Rol de la tarea del operario.....	15
14 Herramientas para la automatización.....	16
15 Sistemas de control distribuido.....	17
16 Automatas programables.....	18
17 Aplicación industrial del PLC.....	19
18 Partes fundamentales del PLC.....	20
19 Ciclo de trabajo de un autómata.....	20
20 Áreas que puede almacenarse en la memory card.....	22
21 Partes de un autómata.....	23
22 Sistema HMI.....	24
23 Estructura general del software HMI.....	26
24 Diagrama de bloques en cadena.....	27
25 Ejemplo de un sistema HMI.....	28
26 Ejemplo de control SCADA.....	29
27 Ejemplo de aplicación SCADA.....	30
28 Esquema de los elementos de un sistema SCADA.....	31
29 Naturaleza inter disciplinada de la Mecatrónica.....	33
30 Sistema típico mecatrónico.....	34
31 Comportamiento de un sistema mecatrónico.....	35
32 Elementos neumáticos.....	36
33 Cilindro neumático.....	37
34 Cilindro simple efecto.....	38
35 Partes de un cilindro simple efecto.....	39
36 Cilindro de doble efecto.....	39
37 Esquema de funcionamiento general de un sensor.....	40
38 Sensores de proximidad.....	41
39 Sensor de contacto.....	42
40 Sensores sin contacto.....	42
41 Sensores ópticos difusos.....	43
42 Sensor light on (activación por luz).....	43
43 Sensor dark on (activación por oscuridad).....	44
44 Sensores de proximidad capacitivos.....	44
45 Aplicaciones del sensor de proximidad capacitivo.....	45
46 Sensores de proximidad inductivos.....	45
47 Bloque de un sensor inductivo.....	46
48 Módulo de automatización.....	46
49 Paquete de entrenamiento Siemens.....	47
50 Paquete de entrenamiento SIMATIC S7-1200.....	48
51 Vista general de una CPU1214C.....	49

52	Vista general de módulos de señales y signal boards.....	49
53	Vista general de la interfaz PROFINET (Ethernet).....	50
54	Vista general de paneles móviles y estacionarios.....	52
55	Paquete de entrenamiento Simatic Basic panel.....	54
56	Componentes frontales del KTP 600 PN Basic.....	54
57	Componentes posteriores del KT P600 PN Basic.....	55
58	Vista general de la KTP 600 Basic PN.....	56
59	Conexión del PC de configuración a un Basic Panel PN.....	57
60	Conectar y probar el panel de operador.....	58
61	Vista del loader.....	58
62	Campo E/S.....	59
63	Funciones TIA portal.....	60
64	Arrastrar y colocar entre distintos editores.....	61
65	Transparencia de datos.....	62
66	Vista de redes con todos los dispositivos del proyecto de automatización.....	63
67	SIMATIC Step7 en el TIA portal.....	63
68	Interfaz auto explicativa.....	64
69	Vista de redes.....	65
70	Vista de dispositivos.....	66
71	Vita de topología.....	67
72	SIMATIC WinCC.....	68
73	Entrar al WinCC.....	68
74	Imágenes y plantillas en WinCC.....	69
75	Step7 y WinCC: la interacción perfecta.....	70
76	Volumen de prestaciones de Step7 y WinCC.....	71
77	Montaje de los equipos S7-1200.....	72
78	Vista de la estructura del módulo de automatización industrial.....	72
79	Proceso de construcción de la estructura del módulo.....	73
80	Espacio necesario para el montaje de los elementos.....	74
81	Vista de los elementos montados en el módulo.....	75
82	Herramientas de montaje.....	75
83	Alimentación DC de sensores.....	76
84	Diagrama de cableado del S7-1200.....	77
85	Vista del módulo didáctico ensamblado.....	80
86	Vista frontal de la ubicación del autómeta.....	81
87	Vista lateral del PLC.....	82
88	Espacio para ubicar el panel operador.....	82
89	Entradas conectadas a interruptores de dos posiciones.....	83
90	Entradas conectadas a pulsadores NA.....	84
91	Entradas disponibles para señales.....	84
92	Salidas conectadas a lámparas de señalización.....	85
93	Salidas disponibles para actuadores.....	85
94	Salidas de 24v del módulo.....	86
95	Estación de selección.....	86
96	Rampas de la estación de selección.....	89
97	Sensores a la entrada de la cinta transportadora.....	90
98	Desviadores neumáticos.....	91
99	Puesta a punto del prototipo.....	91
100	Implementación de los módulos.....	92
101	Grafcet propuesto para controlar el prototipo.....	93
102	Ejecutar aplicación.....	95
103	Dar al botón de crear proyecto nuevo.....	96
104	Rellenar información del proyecto.....	97
105	Clic en configurar equipo.....	98
106	Clic en SIMATIC PLC.....	98

107	Seleccionar CPU.....	99
108	S7-1200 módulos de expansión.....	99
109	Slots para insertar los módulos del proyecto.....	100
110	Insertar módulos.....	100
111	Ver propiedades de direccionamiento.....	101
112	Dar dirección IP.....	101
113	Dar dirección IP al S7-1200.....	102
114	Ver estaciones accesibles.....	102
115	Estaciones accesibles PG/PC.....	103
116	Acceso online del equipo.....	103
117	Transferir configuración.....	104
118	Ventana de aceptación.....	104
119	Bloques de programa.....	105
120	Editor de bloques.....	105
121	Insertar instrucciones.....	106
122	Transferir el programa.....	106
123	Ventana de aceptación.....	107
124	Ponernos en online.....	107
125	Crear una tabla de observación.....	108
126	Clic en SIMATIC HMI.....	109
127	Seleccionar pantalla HMI.....	109
128	Seleccionar la CPU con la que comunica.....	110
129	Seleccionar propiedades de las pantallas.....	110
130	Seleccionar pantalla de alarmas.....	111
131	Indicar número de pantallas de usuario.....	111
132	Seleccionar pantallas de sistema.....	112
133	Seleccionar los botones por defecto.....	112
134	Editar pantallas de usuario.....	113
135	Seleccionar variables del PLC.....	113
136	Configurar el acceso online a la pantalla.....	114
137	Cargar proyecto a la pantalla.....	114
138		115

LISTA DE ABREVIACIONES

A	Área
API	Autómata programable industrial
CAD	Diseño asistido por computadora
CAM	Monitoreo asistido por computadora
CM	Módulo de comunicación
CPU	Unidad central de procesos
E/S	Entradas y salidas
GRAF CET	Gráfico de estados y transiciones
HMI	Interfaz hombre máquina
PC	Consola de programación
PLC	Controlador lógico programable
SCADA	Control, supervisión y adquisición de datos
RTU	Unidad remota
TIA	Automatización total integral

LISTA DE ANEXOS

- A Representación gráfica de la guía GEMA
- B Plano del módulo de automatización para el montaje mecánico
- C Especificaciones de los materiales utilizados
- D Hardware recomendado para el uso de Step7
- E Dimensiones y directrices del PLC
- F Datos técnicos de la CPU 1214C
- G Datos técnicos del cilindro
- H Datos técnicos de las electroválvulas

RESUMEN

Se realizó el Diseño y Construcción de un Módulo de Automatización Mediante un Autómata y Panel Operador, para el Laboratorio de Control Industrial de la Facultad de Mecánica con la finalidad de potencializar este laboratorio con nueva tecnología, logrando que los estudiantes adquieran conocimientos útiles en su formación profesional.

Se investigó las características técnicas y el funcionamiento del autómata y panel operador. Como etapa preliminar para realizar el diseño y construcción más adecuada del módulo, facilitando el montaje de estos equipos, mismos que son utilizados en el desarrollo y análisis de Sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) dentro de un contexto experimental.

Se utilizó el software STEP 7 Micro/WIN en el autómata y el software WinCC Flexible en el panel operador para realizar la codificación de comunicación entre estos equipos, con la ayuda del software *Totally Integrated Automation Portal* (TIA Portal), se realizó la programación que cumpla las condiciones de funcionamiento del prototipo fabril, y posteriormente se transfirió la programación hacia los equipos mediante el protocolo de comunicación Ethernet industrial.

Se describe el acoplamiento del módulo de automatización con un prototipo fabril mostrando la flexibilidad de la estructura del software SCADA utilizado, así como la gama de aplicaciones que podemos obtener manipulando estos equipos.

Se desarrolló guías prácticas de laboratorio y un plan de mantenimiento preventivo a fin de conservar el estado óptimo de los diversos equipos y dispositivos que constituyen el módulo propuesto.

ABSTRACT

It was made the Design and Construction of a Module of Automation by means of an Automaton and Operator Panel for Industrial Control Laboratory of the Faculty of Mechanics with the purpose of promoting this laboratory with new technology, making the students acquire useful knowledge in their professional training.

It was investigated the technical characteristics and operation of the PLC and operator panel. As preliminary stage to make the design and construction of the most appropriate module, by facilitating the assembly of these teams, which are used in the development and analysis of SCADA Systems (Supervisory Control And Data Acquisition) within an experimental context.

STEP 7 Micro software / WIN was used in the PLC and the software Win CC Flexible on the Operator Panel to perform the coding of communication between these teams, with the help of Portal Totally Integrated Automation (TIA Portal) software, was carried out the programming that meets the conditions of operation of the prototype manufacturing, and later the programming was transferred towards the equipments by means of the Ethernet communication protocol.

At the same way it was described the connection of the module of automation with an industrial prototype showing the flexibility of the structure of SCADA software used and the range of applications that we can obtain manipulating these equipments.

Practical guides of laboratory and preventive maintenance plan were also developed in order to preserve the optimal state of various machines and devices that make up the proposed module.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Aspectos generales

Dentro del campo de la producción industrial, desde los inicios de la era industrial hasta la actualidad, la automatización ha pasado de ser una herramienta de trabajo deseable a ser una herramienta indispensable para competir en el mercado globalizado.

Ningún empresario puede omitir la automatización de los procesos de su industria si su objetivo es aumentar la calidad de sus productos, reducir los tiempos de producción, realizar tareas complejas, reducir los desperdicios o las piezas fabricadas de manera errónea y especialmente si desea ampliar la rentabilidad de la empresa.

Mediante la implementación del módulo de laboratorio con un prototipo fabril a escala pretendemos simular y automatizar diversos procesos industriales, estos módulos cumplen con todas las especificaciones necesarias para su implementación, es así como se realiza un análisis de los diferentes tipos de procesos industriales y de los diferentes sistemas de control, partiendo de lo más básico hasta lo más moderno como es el control SCADA, de tal manera que en base a este conocimiento se pueda definir el montaje de la parte mecánica, neumática, eléctrica así como su automatización.

Ante estos requerimientos, se proyecta diseñar y construir un módulo de laboratorio provisto de una pantalla táctil, que nos permita realizar el monitoreo y control de procesos industriales que se encuentran programados en un PLC, en el prototipo fabril a escala se ensamblan los dispositivos encargados de realizar la adquisición de las variables del proceso que pueden ser los diferentes tipos de sensores, complementados por los mandos como son los actuadores, solenoides, etc.

1.2 Antecedentes

El avance vertiginoso de la tecnología obliga a las distintas Industrias a contar con entes activos, por lo cual se ha vuelto indispensable para Mantenimiento ir actualizando los diversos conocimientos que encierra el campo de la automatización, enfocados en ser más eficientes sin que esto se limite a obtener mayor producción, sino también a mejorar y optimizar los diferentes recursos tecnológicos y humanos, necesarios para garantizar un grado de calidad superior, logrando de esta manera mitigar el conjunto de problemas que afectan la competitividad de las industrias.

La innovación de la producción se logra cuando se perfecciona la unión entre los sistemas electrónicos y los sistemas mecánicos, lo cual es esencial en diversas aplicaciones de manufactura avanzada y sistemas de producción donde la inteligencia artificial, los sistemas expertos y la potencialización de los recursos crearán la nueva generación de herramientas a ser utilizadas en las industrias del futuro. La tecnificación de la producción y de la fabricación es, por consiguiente, un factor prioritario para la competitividad. Esta realidad nos ha obligado a utilizar al máximo la capacidad productiva de las máquinas y equipos.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo posee el laboratorio de Control Industrial que no ha tenido una continua actualización tecnológica que ayude en la implementación de métodos funcionales para los docentes, por lo cual surge la necesidad de contar con equipos didácticos que admitan simular la automatización de procesos y aplicaciones reales que encontramos en la industria, mismos que permitirán al estudiante estar a nivel de las exigencias del sector productivo de nuestro país, que se encuentra en un proceso de adquisición y desarrollo tecnológico.

En esta etapa de transición tecnológica la formación constante de los profesionales y estudiantes con laboratorios modernos y actualizados en tecnología, permitirán que la automatización no sea un campo desconocido, asegurando el funcionamiento óptimo de los distintos sistemas productivos convirtiendo así a nuestra escuela en un referente de Educación Superior.

1.3 Justificación

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo tiene como propósito formar ingenieros con solvencia técnica, científica y humanística, por lo que es imprescindible potencializar el conocimiento tecnológico mediante la implementación de innovaciones funcionales que suministren al docente métodos prácticos de enseñanza para simular la automatización en procesos industriales con la ayuda de software, autómatas y paneles operadores que contribuyan al desarrollo sustentable de destrezas, habilidades y capacidades de los estudiantes.

La construcción y la puesta a punto del módulo de laboratorio compuesto por el panel operador KTP600 PN Basic y el autómata S7 1200 que en conjunto con un prototipo fabril permita al docente tener diversas variables de proceso mejorará el entendimiento de los estudiantes sobre el amplio campo de la automatización, el monitoreo, el control y adquisición de datos de supervisión (SCADA) en el sector industrial.

Al acoplar el módulo de laboratorio propuesto con el prototipo fabril se pretende conseguir una aplicación práctica de la automatización de los diversos equipos en la industria, permitiendo así al estudiante mejorar su formación académica con el objetivo de aumentar su desempeño profesional, ya que el estudiante deberá realizar la programación del autómata y del panel operador, además deberá acondicionar las instalaciones para el funcionamiento del prototipo con el fin de poder realizar el control y supervisión del proceso (SCADA), teniendo en cuenta las distintas variables de dicho proceso, pudiendo con este adiestramiento enfrentarse a nuevos retos tecnológicos aplicados en la industria.

La programación de estos equipos permitirá que los estudiantes adquieran conocimientos para realizar un correcto ensamblaje y un buen funcionamiento de dichos equipos. Con esta implementación el estudiante adquirirá conocimientos más profundos sobre la automatización industrial enfocados en facilitar las labores cotidianas, optimizar tiempos, costos de operación y mantenimiento.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general.* Diseñar y construir un módulo de laboratorio para simulación y automatización de procesos industriales mediante un autómatas, panel operador, software SCADA y un prototipo fabril a escala.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Relacionar los tipos de industrias con la automatización.
- Analizar la puesta en marcha de un proyecto de automatización.
- Entender la configuración de los autómatas programables y sus diversas aplicaciones.
- Analizar los sistemas de control y adquisición de datos de supervisión (SCADA).
- Configurar el panel operador táctil abordando las distintas comunicaciones.
- Adaptar un prototipo fabril del laboratorio de mecatrónica que muestre a simple vista como transcurre un proceso industrial.
- Desarrollar una guía práctica de laboratorio para la automatización, el monitoreo y el control SCADA en el campo industrial
- Elaborar un plan de mantenimiento y de normas de seguridad para el módulo de laboratorio.

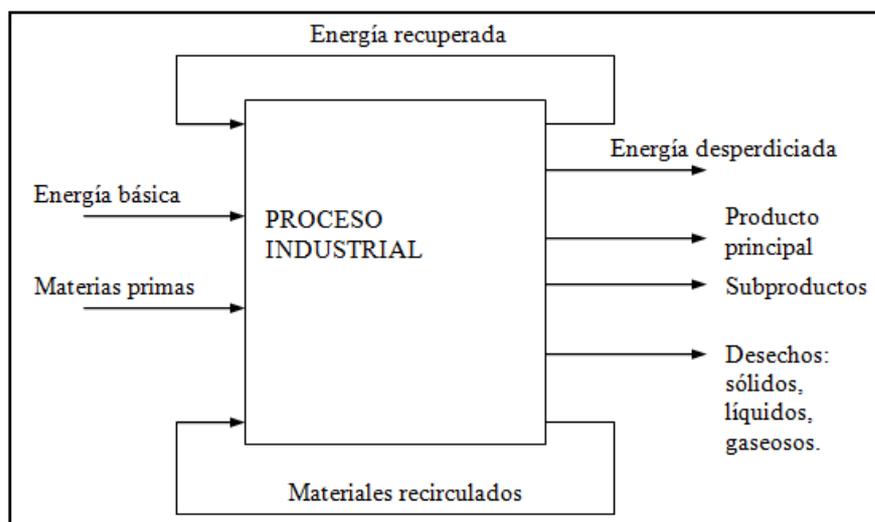
CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Procesos industriales.

Procesos industriales son aquellos que transforman materias primas en productos útiles a la comunidad, mismos que generan beneficios a los colaboradores y dueños de las industrias. Estos productos se emplean como bienes de consumo y como productos intermedios para modificaciones químicas y físicas en la elaboración de productos de consumo masivo.

Figura 1. Diagrama general de un proceso



Fuente: www.ferg.es/ProcesoIndustrial.htm

Un proceso industrial, técnicamente hablando, es el término en que se agrupan una serie de transformaciones físicas, químicas y biológicas, económicamente rentables, realizadas a materias primas dadas para convertirlas en productos requeridos, con la posibilidad de que se obtengan subproductos. [1]

En los procesos rara vez hay una conversión completa (uno a uno) de materias primas en productos finales deseados; ya que en esta conversión se forman tanto productos intermedios (o secundarios) como materiales de desecho, simultáneamente. El objetivo principal al diseñar todo proceso industrial es el de minimizar los productos secundarios de bajo valor y reducir los productos de desecho a un mínimo.

Figura 2. Diagrama de flujo de un proceso industrial



Fuente: www.ferg.es/ProcesoIndustrial.htm

Podemos decir que proceso son *las funciones colectivas realizadas en y por el equipo, en el cual la variable es controlada*. El término *proceso* incluye cualquier cosa que afecte la variable controlada sin tomar en cuenta al controlador automático. [2]

2.1.1 Clasificación de procesos industriales. Los procesos industriales se clasifican como procesos continuos, procesos discretos y procesos *batch*.

Los *procesos continuos* se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad.

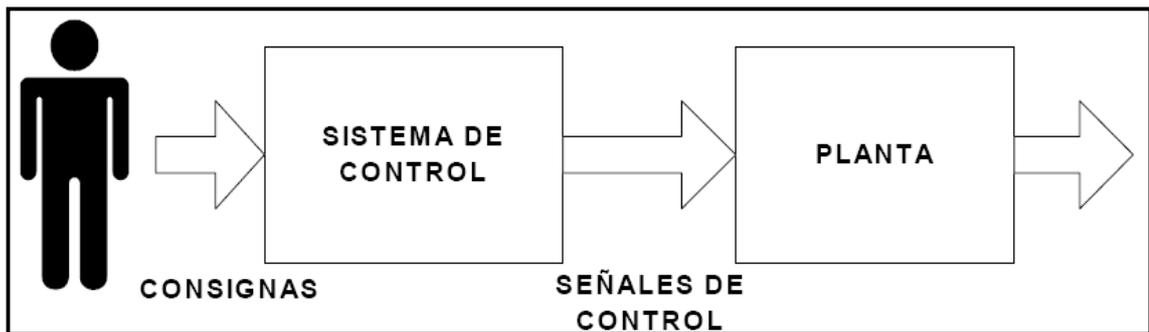
Los *procesos discretos* contemplan la salida del proceso en forma de unidades o número finito de piezas, siendo el ejemplo más relevante la fabricación de automóviles.

Finalmente, los *procesos batch* son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material, como por ejemplo la fabricación de productos farmacéuticos o la producción de cerveza. [3]

2.2 Control de procesos industriales. [4]

Se puede definir control como “la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema llamado planta a través de otro sistema llamado sistema de control, para que su comportamiento sea el deseado”

Figura 3. Diagrama control industrial



Fuente: www.cpi.efn.uncor.edu/info/ControldeProcesos.pdf

Ciñéndonos a los algoritmos de control presentes en las industrias, la teoría de control se relaciona con los conceptos de control secuencial y la regulación continua.

El control secuencial, propone estados (operaciones a realizar para la transformación de la materia prima en producto) y transiciones (información relativa a sensores o elementos lógicos como temporizadores o contadores) en una secuencia ordenada que identifica la evolución dinámica del proceso controlado.

En la regulación continua, mediante la estructura de control clásica, se aborda la acción de control proporcional, la acción de control derivativo o la acción de control integral, respecto al error (diferencia entre la consigna y la medida de la variable de salida del proceso) para conseguir una regulación adecuada de la variable (caudal, nivel, etc.).

2.3 Topología del control industrial. [5]

Los principales puntos a considerar en la topología del control industrial son los utilizados para establecer el correcto funcionamiento y puesta a punto de la maquinaria. A continuación se detallara cada uno de estos.

2.3.1 Variable controlada. Es la variable que se debe mantener o controlar dentro de algún valor deseado; esta variable es la cantidad o condición modificada por el controlador, al fin de apretar la variable controlada. Normalmente esta variable es la

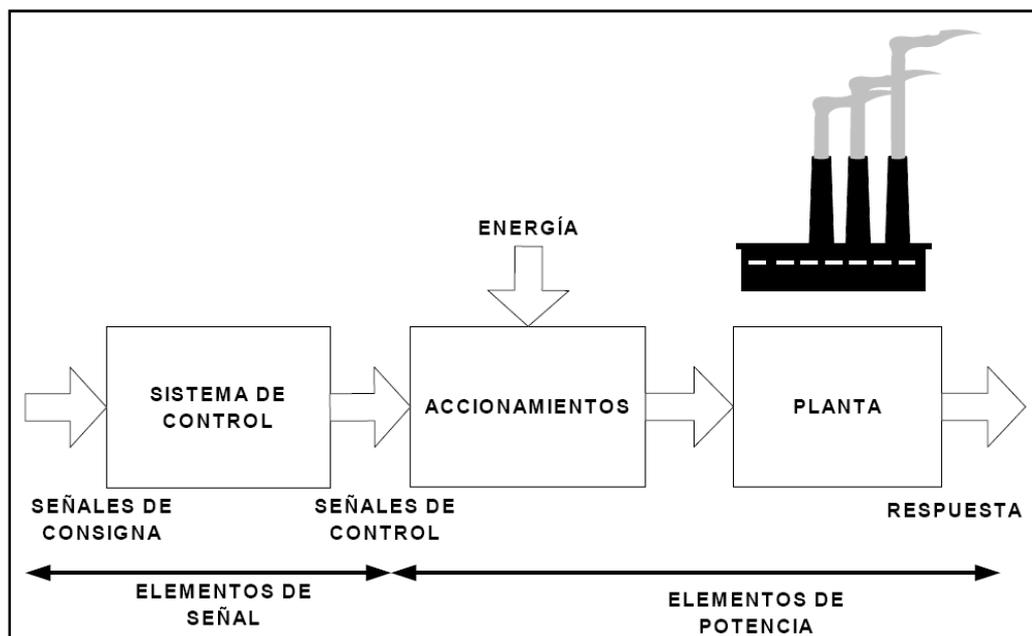
salida del sistema. Control significará medir el valor de la variable controlada y aplicar al sistema la variable manipulada, para corregir o limitar la desviación del valor del medio respecto al valor deseado.

2.3.2 *Sistemas.* Es un conjunto de entidades, atributos, propiedades y relaciones que pertenecen a un objeto de estudio definido, para el cual está también definido su medio ambiente. El sistema concluye un todo, y como tal tiene propiedades que no se podrán reducir a la suma de las propiedades de sus entidades.

2.3.3 *Perturbaciones.* Es una señal que tiende a afectar inversamente el valor de una salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se la denomina interna, caso contrario es una perturbación externa.

2.3.4 *Sistemas de Lazo Abierto.* Este sistema de control no recibe información (realimentación) del comportamiento de la planta. El conjunto sistema de control convierte y amplifica las señales de consigna en las acciones de control de proceso.

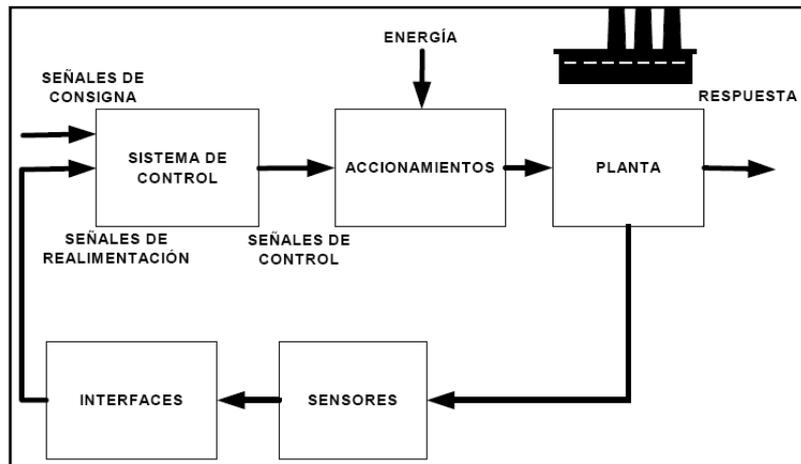
Figura 4. Control "Lazo abierto"



Fuente: www.upcommons.upc.edu/pfc/bitstream.pdf

2.3.5 *Sistemas de Lazo Cerrado (Sistema automático de control).* Sistema que se realimentan determinadas variables de la planta. Uso de sensores e interfaces (acondicionadores de señal). El autómata programable cumple las funciones del sistema de control y en forma total o parcial la interface con el proceso.

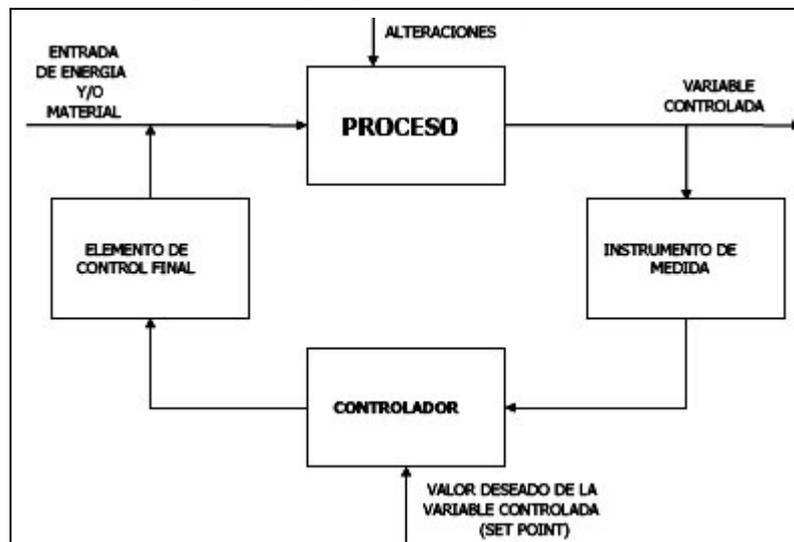
Figura 5. Control "Lazo cerrado"



Fuente: www.upcommons.upc.edu/pfc/bitstream.pdf

En forma general todo sistema de control automático consta de dos componentes básicos, el proceso y el controlador automático. El controlador automático es un aparato que contiene un mecanismo que mide la variable y corrige la desviación con respecto al valor que deseamos tener (punto de ajuste, *set point*) y que ajustamos previamente al instrumento. El término controlador automático involucra tanto a los medios de medición como a los de control. [6]

Figura 6. Ejemplo de sistema de control.



Fuente: www.cifopecuador.org/?id_scontrol.

2.4 Automatización de procesos industriales. [7]

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la *automática* como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas

y mentales previamente programadas. De este enunciado se desprende la definición de *automatización* como la aplicación de la *automática* al control de procesos industriales.

Figura 7. Ejemplo de control de procesos industriales



Fuente: www.automatizacionindustria.com.mx

El uso de robots junto con los sistemas de diseño asistidos por computadora (CAD), y los sistemas de fabricación asistidos por computadora (CAM), son la última tendencia y luego se cargaban en el robot inicia en automatización de los procesos de fabricación.

Figura 8. Industria robotiza



Fuente: www.automatizacionindustria.com

2.4.1 Clases de automatización industrial. Hay tres clases amplias de automatización industrial: Automatización fija, automatización programable, y automatización flexible.

Automatización fija. La automatización fija se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.

Automatización programable. La automatización programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad en la producción. En este caso el diseño es elaborado para adaptarse a la variaciones de configuración del producto; ésta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

Automatización flexible. Por su parte la automatización flexible es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación, controlados por una computadora. [8]

Podemos concluir que *la automatización es el uso de sistemas de control y de tecnología informática para manipular equipos o maquinaria reduciendo la necesidad de la intervención humana en procesos industriales.* [9]

Figura 9. Ejemplo de tecnología informática.



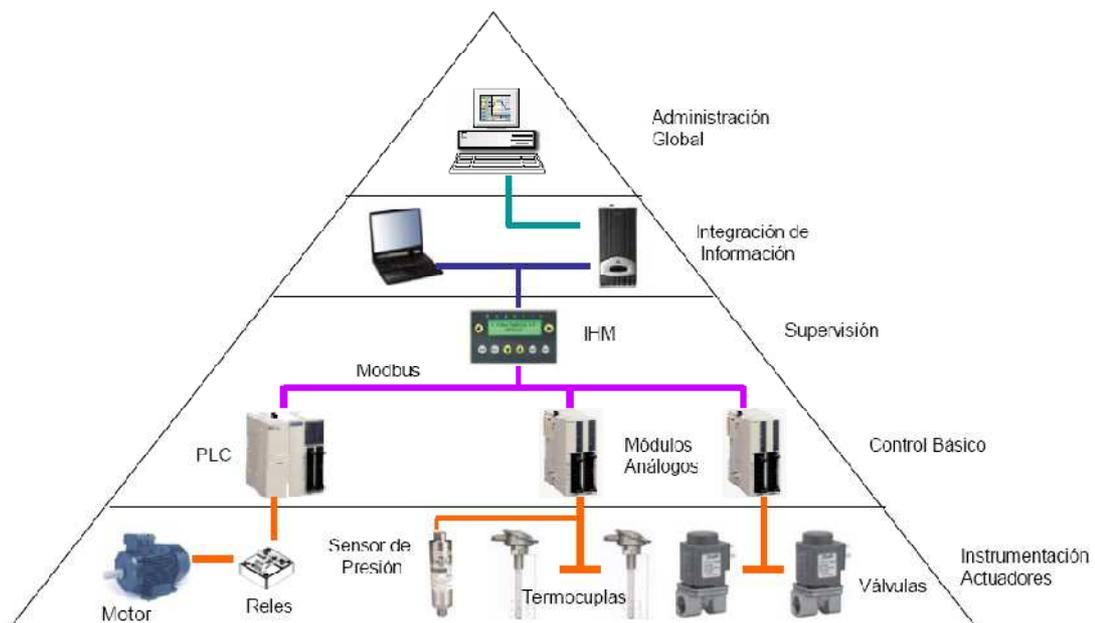
Fuente: www.support.automation.siemens.com

2.4.2 Ventajas de aplicar automatización. Las principales ventajas de aplicar automatización a un proceso son:

- Reemplazo de operador humano en tareas que están fuera del alcance de sus capacidades como levantar cargas pesadas, trabajos en ambientes extremos, tareas que necesiten manejo de una alta precisión o de alto riesgo.
- Incremento de la producción. Al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento o desconcentración en las tareas repetitivas, el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el tipo.

2.4.3 Pirámide de la automatización. Los componentes coordinados para soluciones de exitosas se reparte en todos los niveles de gestión de un sector empresarial, la pirámide de la automatización es parte integrante de este entorno. Esto procura ventajas decisivas. Así, la triple homogeneidad a nivel de configuración, programación, gestión de datos y comunicaciones reduce sensiblemente los costes de automatización. [10]

Figura 10. Pirámide de la automatización



Fuente: www.control-engineering.at

2.5 Fases para la puesta en marcha de un proyecto de automatización. [11]

Existen complejos procesos de automatización que requieren de la colaboración entre los diversos departamentos de una empresa.

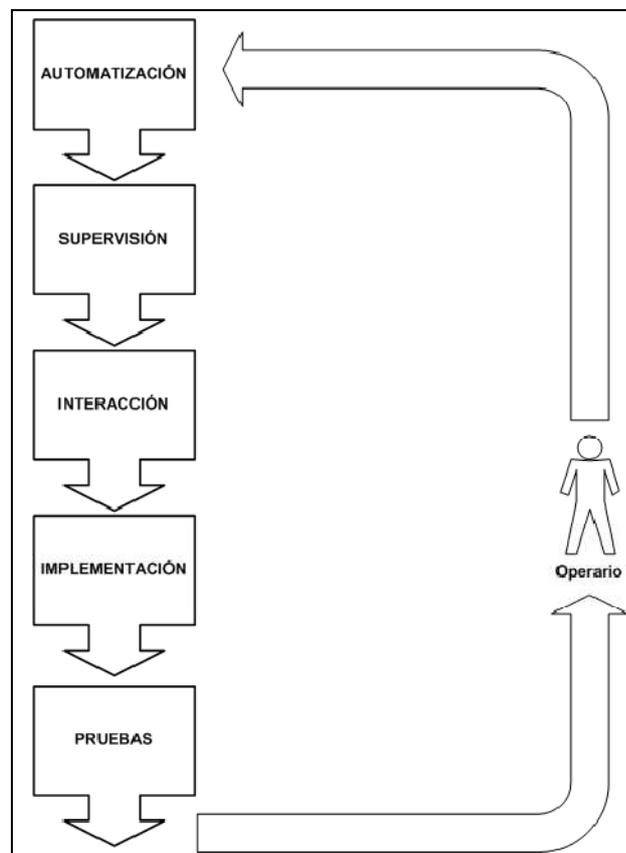
El marco metodológico para la puesta en marcha de un proyecto de automatización consta de las fases siguientes:

- Automatización
- Supervisión
- Interacción
- Implementación
- Pruebas

En el caso de llevar a la práctica un proyecto de automatización, es necesario seguir las fases de la metodología presentada, así como indicar el tipo de operario o grupo de ellos encargados de llevar a cabo las fases por separado o el conjunto de ellas.

La siguiente figura ilustra la secuencia ordenada de fases. Es decir, si la metodología quiere llevarse a la práctica hay que seguir paso a paso el método de forma secuencial. Cabe destacar el rol del operario en este esquema. El operario lleva a cabo cada una de las fases hace la transición entre una fase y la siguiente.

Figura 11. Fases para la puesta en marcha de un proyecto de automatización



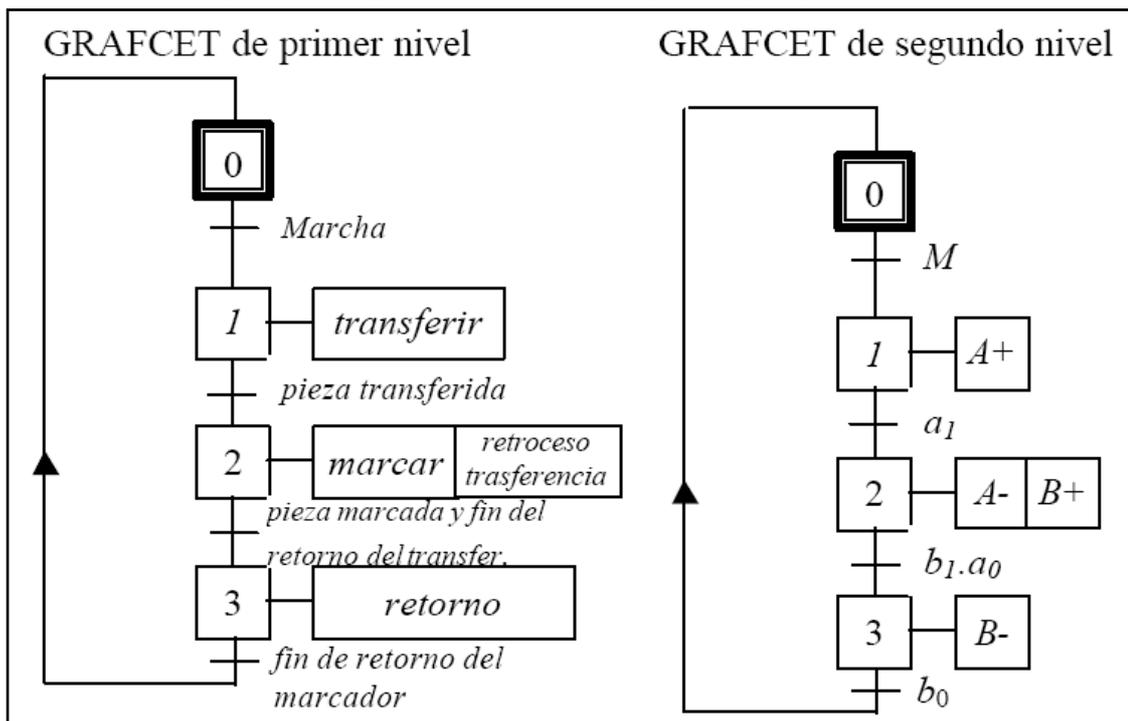
Fuente: www.mtas.es/insht/ntp

Las fases que aparecen en el marco metodológico no son conceptos puntuales, cada una de ellas puede tratarse en profundidad. A continuación, se presenta un breve resumen de cada una de las fases, ya que lo que se quiere constatar es la relación entre las fases y los aspectos dinámicos de cada fase.

2.7.1 Automatización. En esta fase elemental hay que desarrollar los pasos siguientes relacionados con el GRAFCET (Gráfico de estados y transiciones) y la puesta en marcha de automatismos:

- Observación del proceso a controlar y generación del GRAFCET de primer nivel en su descripción funcional.
- Selección del automatismo (autómata programable, regulador autónomo).
- Selección y cableado físico de sensores y actuadores, con las secciones de entradas y salidas del automatismo.
- Generación del GRAFCET de segundo nivel en su descripción tecnológica.

Figura 12. Esquema GRAFCET de primer y segundo nivel



Fuente: www.mtas.es/insht/ntp

En estas líneas, la fase de automatización coincide con todas las propuestas que hacen las referencias bibliográficas básicas de automatización y autómatas programables. En la fase de automatización aparecen diversas tecnologías, entre ellas la sensorica y la neumática, supeditadas a su conexión física con el automatismo

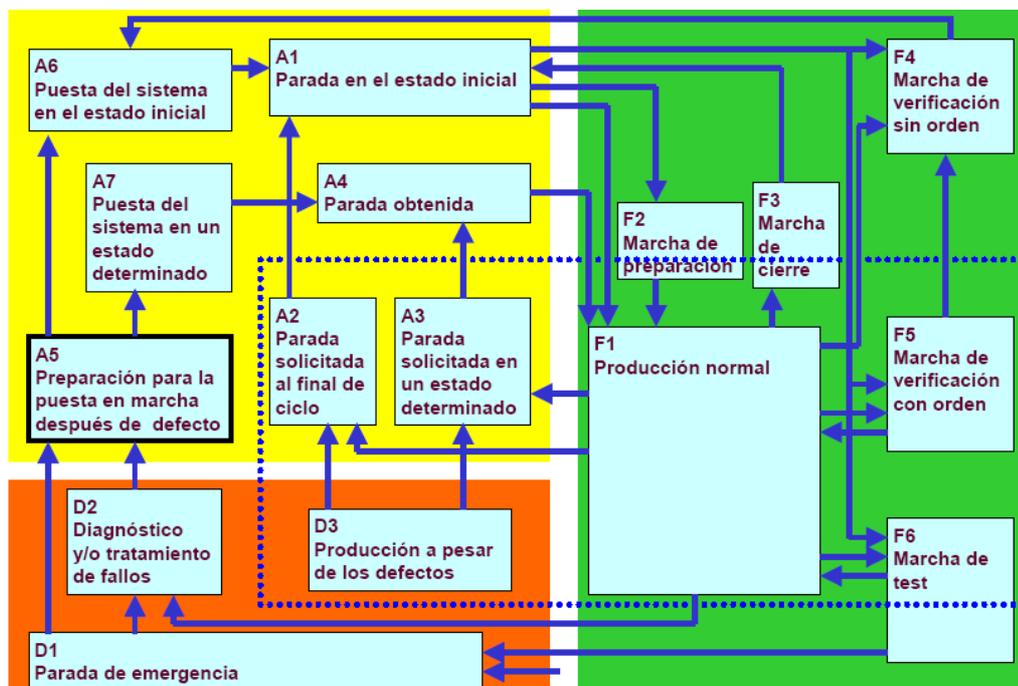
2.7.2 Supervisión. En esta segunda fase, hay que desarrollar los pasos siguientes:

- Hay que reunir el máximo de especificaciones sobre los estados posibles en las que se puede encontrar una máquina o un proceso, según la experiencia del agente encargado de la automatización o según las peticiones del cliente.
- Hay que definir los módulos a utilizar según la complejidad del problema seguridad, marcha, producción y representar gráficamente el caso de estudio.
- Para cada módulo, hay que generar un GRAFCET parcial. Cabe destacar que el GRAFCET de producción ya se ha generado en la fase de automatización, de manera que aquí se debe establecer la relación con el resto de módulos.

La guía GEMMA muestra la presencia de las acciones del operario humano en forma de estados de parada, funcionamiento y fallo.

2.7.3 Interacción. En la interacción entre la supervisión humana llevada a cabo por el operario y el proceso controlado por parte del automatismo, hay que concretar la intervención del operario mediante el diseño del panel de mando en función de las acciones físicas sobre dispositivos y la recepción de señales informativas visuales.

Figura 13. Representación gráfica de la guía GEMMA



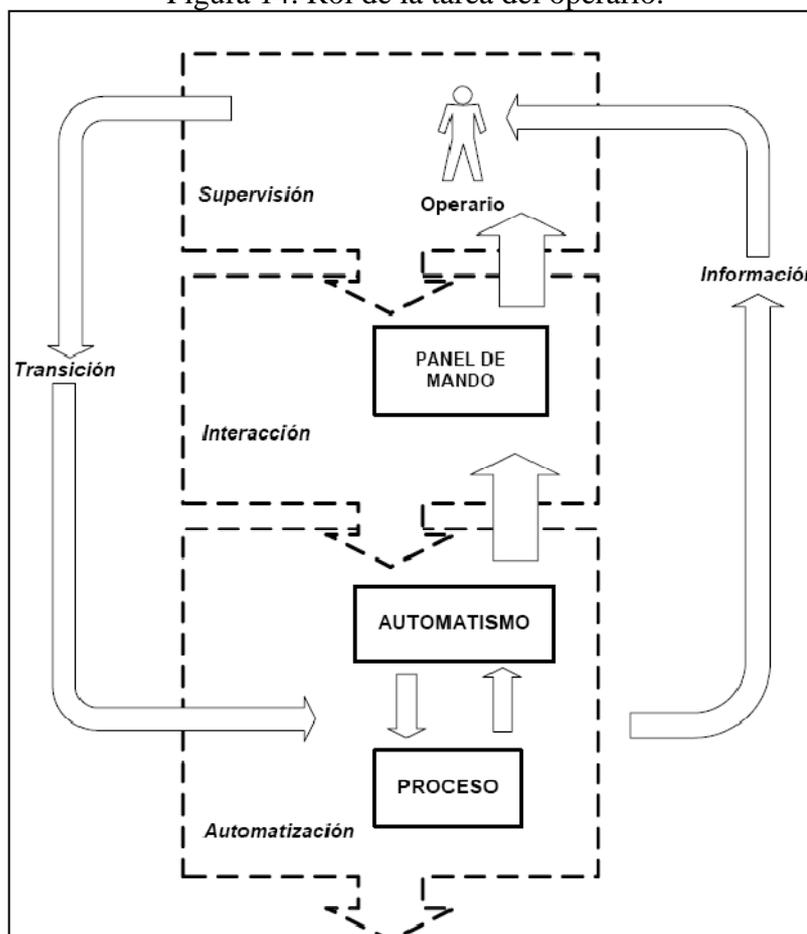
Fuente: www.mtas.es/insht/ntp

2.7.4 Implementación. Los pasos más significativos en la fase de implementación son los siguientes:

- Selección del lenguaje de programación del automatismo.
- Traducción de GRAFCET a lenguaje de programación.

2.7.5 Pruebas. Una vez implementado el algoritmo general sobre el automatismo, el operario puede verificar dicho algoritmo por partes; vigilar la evolución del proceso o interactuar con el proceso controlado mediante el panel de mando e incluso puede emular situaciones de emergencia para analizar cómo responde el sistema automatizado. Frente a situaciones problemáticas, el operario puede depurar los algoritmos parciales, o añadir más estados que inicialmente no se habían tomado en consideración y rehacer el algoritmo general.

Figura 14. Rol de la tarea del operario.



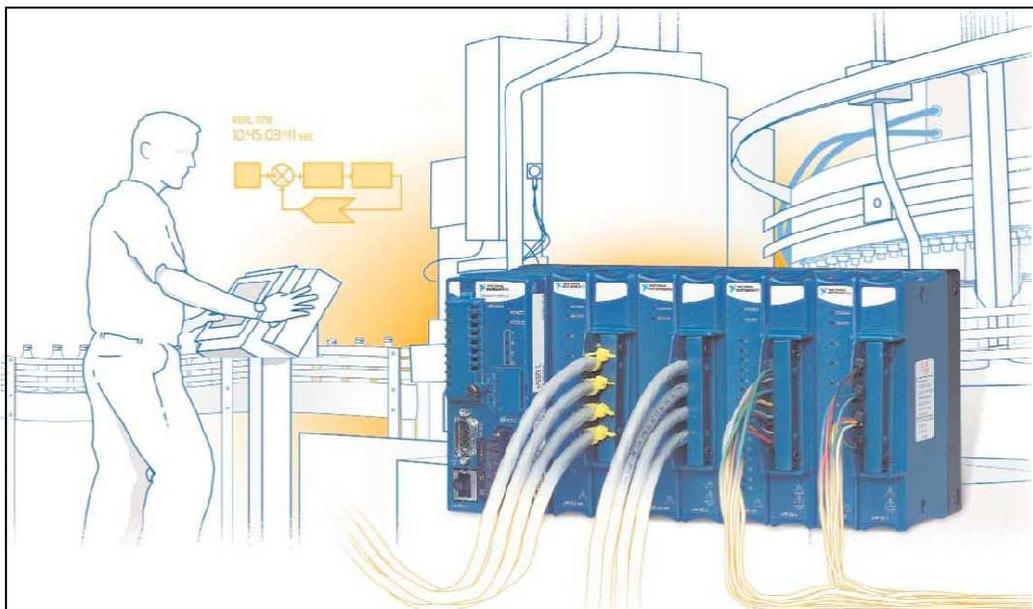
Fuente: www.mtas.es/insht/ntp

2.6 Herramientas de la automatización. [12]

La tecnología informática, junto con los mecanismos y procesos industriales, pueden ayudar en el diseño, implementación y monitoreo de sistemas de control. Un ejemplo de un sistema de control industrial es un controlador lógico programable (PLC). Los PLC's están especializados sincronizar el flujo de entradas de sensores y eventos con el flujo de salidas a los actuadores y eventos.

La Interfaz hombre-máquina (HMI) o interfaces hombre computadora, se suelen utilizar para comunicarse con los PLC's y otros equipos. El personal de servicio se encarga del seguimiento y control del proceso a través de los HMI, en donde no solo puede visualizar el estado actual proceso sino también hacer modificaciones a variables críticas.

Figura 15. Herramientas para la automatización.



Fuente: www.europages.es/herramientas-de-automatizacion-industrial.html

Existen diferentes tipos de herramientas para la automatización como:

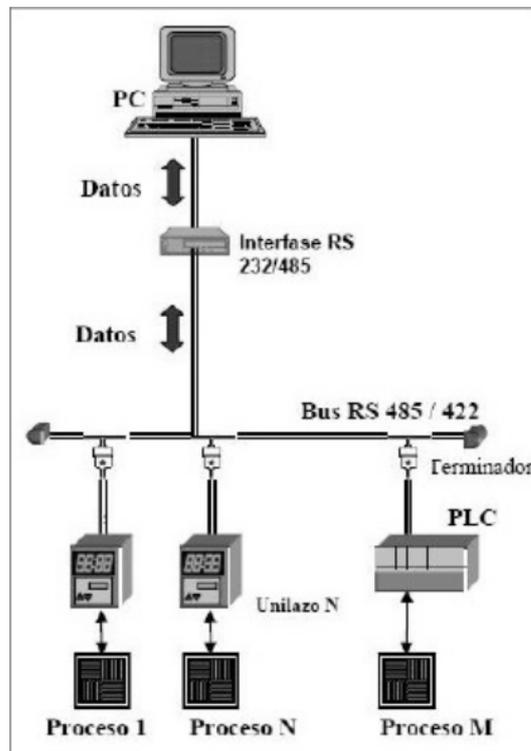
- DCS - *Distributed Control System*
- PLC - *Programmable Logic Controller*
- HMI - *Human Machine Interface*
- SCADA - *Supervisory Control and Data Acquisition*

2.7 Sistemas de Control Distribuido (DCS)

Los sistemas de control distribuido, son redes descentralizadas para el manejo y gestión administrativa del elemento central o servidor de la red. Estos sistemas distribuidos utilizan un controlador para uno o unos pocos lazos de regulación y han sustituido un vasto sistema de comunicaciones por un único canal muy rápido.

Estos sistemas son destinados al control de grandes o pequeñas plantas de procesos, fundamentalmente de tipo continuo, con capacidad de llevar a cabo el control integral de la planta. Se caracterizan por un fuerte componente informático y una estructura jerarquizada. [13]

Figura 16. Sistemas de Control Distribuido



Fuente: www.slideshare.net//sistemas-de-control-distribuidos

Si bien se permite la total integración de las señales analógicas y las digitales, estos sistemas no suelen estar concebidos para realizar control digital que necesite alta velocidad de respuesta. Ello hace que en algunas aplicaciones del DCS se complemente para realizar esta tarea. Su ventaja es la gran integración que poseen los distintos componentes, la facilidad de diagnóstico que ofrece a los operadores, desarrollo del sistema en base a módulos en hardware, software y redundancia en los equipos.

2.8 Los autómatas programables. [14]

2.8.1 Reseña histórica. Los PLC's (*Programmable Logic Controller*) se introdujeron por primera vez en la industria en la década de 1960. La razón principal fue la necesidad de eliminar el alto coste que se producía al reemplazar el sistema de control basado en relés y contactores.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería un mantenimiento planificado. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

Figura 17. Autómatas programables

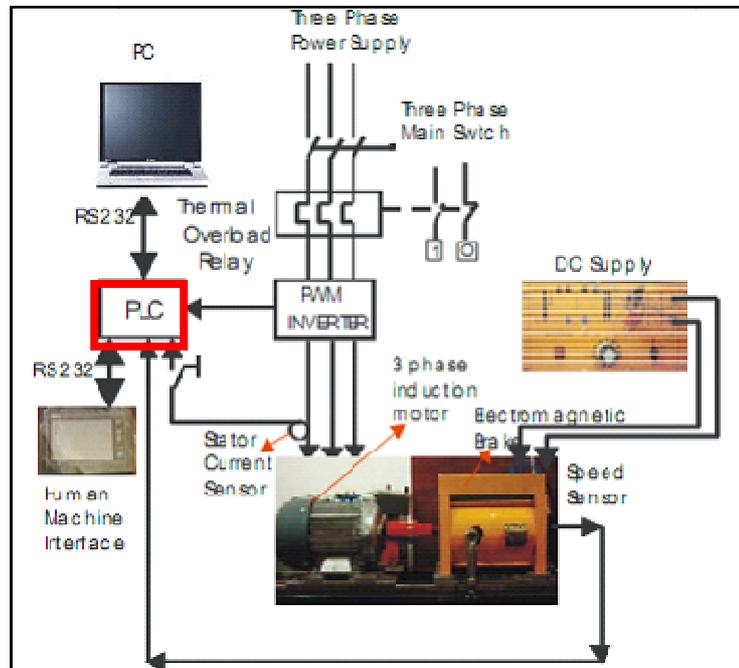


Fuente: www.olmo.pntic.mec.es//automatas//auto.htm

Los nuevos controladores debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. La solución fue el empleo de una técnica de programación familiar y reemplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido. Se redujeron las dimensiones del PLC y se pasó a programar con lenguajes simbólicos a de ordenadores personales en vez de los clásicos terminales de programación. Ahora disponemos de PLC's que pueden ser programados en diagramas de bloques, lista de instrucciones y texto estructurado al mismo tiempo.

2.8.2 Definición del autómata programable. Podemos definir al autómata programable como el sistema de control que utiliza un hardware estándar, con capacidad de conexión directa a las señales de campo y programable por el usuario que hace de unidad de control incluyendo total o parcialmente las interfaces con las señales de proceso. [15]

Figura 18. Aplicación industrial del PLC.



Fuente: www.herrera.unt.edu.ar//Automatas%20Programables.pdf

Básicamente un PLC es el cerebro de un proceso industrial de producción o fabricación, reemplazando a los sistemas de control de relés y temporizadores cableados. El PLC, tiene dos partes fundamentales: el Hardware y el software.

Figura 19. Partes fundamentales del PLC.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

El *hardware* que es la parte física o tangible del ordenador y del autómatas. El *software* es la parte que no es tangible: es el programa o programas que hacen que el ordenador o el autómatas hagan un trabajo determinado.

2.8.3 Estructura externa. En cuanto a su estructura, todos los autómatas programables se clasifican en:

1. Compactos: en un solo bloque están todos los elementos.
2. Modulares: separan por unidades las distintas partes operativas. Se distingue entre:
 - Estructura americana: separa las E/S del resto del autómatas.
 - Estructura europea: cada módulo es una función (fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.).

Para el caso de una estructura modular se dispone de la posibilidad de fijar los distintos módulos en raíles (o *racks*) normalizados, para que el conjunto sea compacto y resistente.

2.8.4 Estructura interna. Los elementos esenciales, que todo autómatas programable posee son:

1. *Sección de entradas:* se trata de líneas de entrada, las cuales pueden ser de tipo digital o analógico. En ambos casos tenemos unos rangos de tensión característicos, los cuales se encuentran en las hojas de características del fabricante. A estas líneas conectaremos los sensores.
2. *Sección de salidas:* son una serie de líneas de salida, que también pueden ser de carácter digital o analógico. A estas líneas conectaremos los actuadores.

Generalmente vamos a disponer de dos tipos de E/S:

- Digital.
- Analógica.

Las E/S digitales se basan en el principio de todo o nada. Estas E/S se manejan a nivel de bit dentro del programa de usuario. Pueden ser de tipo relé o de tipo diodo.

Las E/S analógicas pueden poseer cualquier valor dentro de un rango determinado especificado por el fabricante. Se basan en conversores A/D y D/A aislados de la CPU (ópticamente o por etapa de potencia).

Estas señales se manejan a nivel de byte o palabra (8/16 bits) dentro del programa de usuario. Las E/S son leídas y escritas dependiendo del modelo y del fabricante, es decir pueden estar incluidas sus imágenes dentro del área de memoria o ser manejadas a través de instrucciones específicas de E/S.

3. *Unidad central de proceso (CPU)*: se encarga de procesar el programa de usuario que le introduciremos. Para ello disponemos de diversas zonas de memoria, registros, e instrucciones de programa. Adicionalmente, en determinados modelos más avanzados, podemos disponer de funciones ya integradas en la CPU, como reguladores PID, control de posición, etc. La CPU es el corazón del autómatas programable. Es la encargada de ejecutar el programa de usuario mediante el programa del sistema.

Las principales funciones que cumple la CPU son:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no excede un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo).
- Ejecutar el programa de usuario.
- Actualizar los contadores y temporizadores programados.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no accede directamente a dichas entradas.

Para ello el autómatas va a poseer un ciclo de trabajo, que ejecutará de forma continua:

Figura 20. Ciclo de trabajo de un Autómatas



Fuente: www.support.automation.siemens.com

4. *Memoria:* Es la encargada de contener el programa de usuario y de trabajo. En los autómatas está separada en diversas áreas según su función o datos que debe contener. Las imágenes de salidas y entradas se hacen en memoria. Vamos a disponer de un área de memoria, la cual emplearemos para diversas funciones:

Memoria del programa de usuario: aquí introduciremos el programa que el autómata va a ejecutar cíclicamente.

Memoria interna: contiene datos intermedios de los cálculos realizados así como variables internas y una imagen de las entradas y salidas.

Memoria de datos: se suele subdividir en zonas según el tipo de datos (como temporizadores, contadores, etc.).

Memoria del sistema: aquí se encuentra el programa en código máquina que monitoriza el sistema (programa del sistema o firmware). Este programa es ejecutado directamente por el microprocesador/microcontrolador que posea el autómata. La memoria puede ser accesible bit a bit o en palabras de 8 o 16 bits.

Figura 21. Áreas que puede almacenarse en la Memory Card.

	S7-200	S7-1200
Programa	✓	✓
Datos	✓	✓
Datos de sistema	✓	✓
Recetas	✓	previsto
Registro de datos	✓	previsto
Archivos	✓	✓
Proyectos	✓	✓



**MC
opcional**



**SIMATIC MC
opcional**

Fuente: www.support.automation.siemens.com

Cada autómata divide su memoria de esta forma genérica, haciendo subdivisiones específicas según el modelo y fabricante.

5. *Bus interno:* Se conoce como bus interno al conjunto de líneas y conexiones que permiten la unión eléctrica entre la unidad de control, las memorias y las interfaces de entrada y salida.

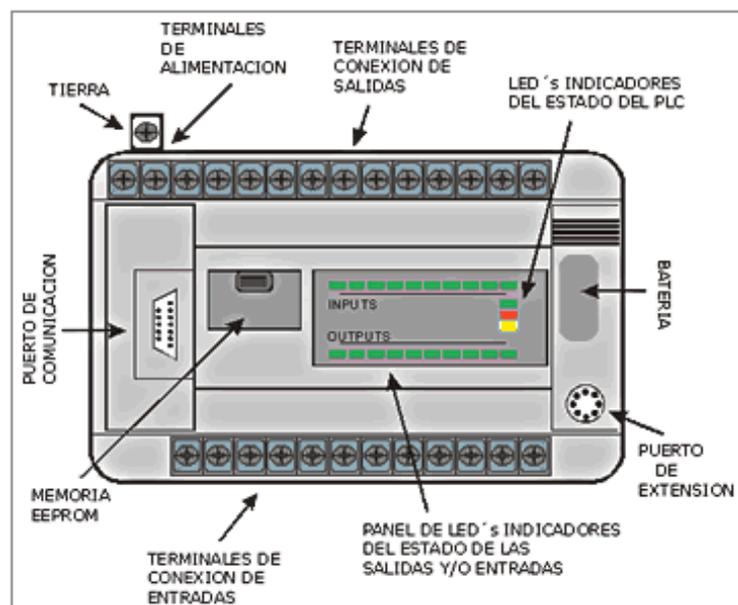
Un bus se compone de un conjunto de líneas utilizadas para intercambiar datos u órdenes (por ejemplo las instrucciones de la unidad de control). Permite minimizar el número de conexiones entre subsistemas y el acceso de los dispositivos al mismo es controlado por la unidad de control.

Los tres buses característicos de un sistema digital son:

- Bus de datos, por el que tienen lugar las transferencias de datos del sistema,
- Bus de direcciones, a través del cual se direccionan la memoria y el resto de los periféricos.
- Bus de control, constituido por todas las conexiones destinadas a gobernar los intercambios de información, se reunifican en el autómatas en uno sólo, que recibe el nombre de bus interno.

El número de líneas del interno depende de cada fabricante. Se considera también como bus del autómatas cualquier conexión entre bloques o módulos que no necesite de procesadores específicos de comunicaciones en sus extremos. [16]

Figura 22. Partes de un autómatas



Fuente: www.es.scribd.com/doc/Partes-de-un-automata-programable.htm

2.9 Campos de aplicación de los autómatas programables.

Un autómata programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Utilización en ambientes exigentes o agresivos.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.

Esto se refiere a los autómatas programables industriales, dejando de lado los pequeños autómatas para uso más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de una cochera o las luces de la casa).

2.11.1 *Ventajas de los autómatas programables.* Entre las ventajas de utilizar los autómatas frente a los sistemas cableados podemos citar:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin coste añadido en otros componentes.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.

2.11.2 *Inconvenientes de los autómatas programables.* Los inconvenientes de utilizar los autómatas frente a los sistemas cableados podemos citar:

- Necesidad de personal técnico.
- Coste.
- Constante capacitación.

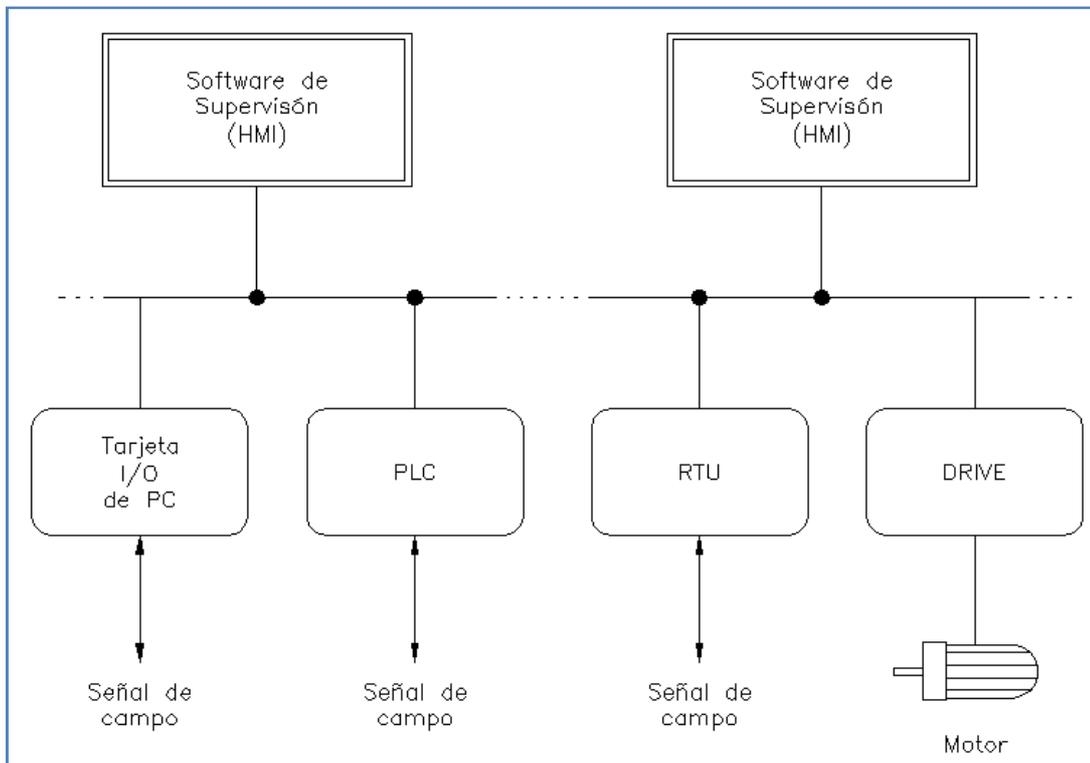
Hoy en día los inconvenientes se han minimizado, ya que la formación previa del personal suele incluir la automatización como una de sus asignaturas. En cuanto al costo no hay problema, ya que hay autómatas para todas las necesidades y a precios ajustados.

2.10 Interfaz Hombre Máquina (HMI). [17]

La sigla HMI proviene de la abreviación en ingles de *Human Machine Interface* (Interfaz Hombre Maquina). Los sistemas HMI podemos pensarlos como una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora.

Las señales del procesos son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC’s o RTU (Unidades remotas). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

Figura 23. Sistema HMI



Fuente: www.iaci.unq.edu.ar/materias//Introduccion%20HMI.pdf

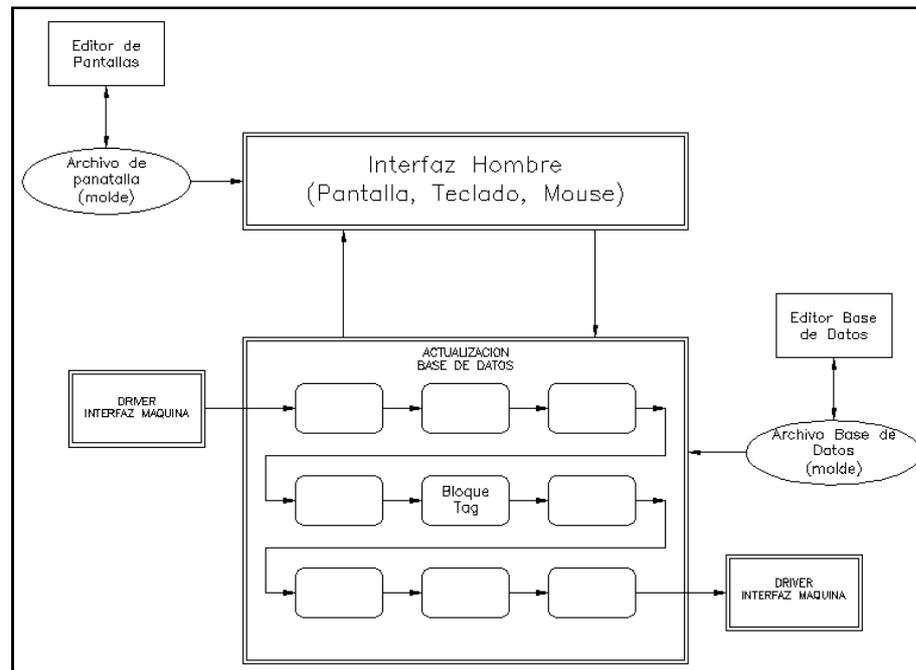
2.12.1 Tipos de Interfaz Hombre Máquina (HMI). Para tipificar los HMI tomamos en cuenta como ha sido desarrollado, por lo que podemos citar:

1. Desarrollos a medida. Se desarrollan en un entorno de programación gráfica como VCC, Visual Basic, Delphi, etc.
2. Paquetes enlatados HMI. Son paquetes de software que contemplan la mayoría de las funciones estándares de los sistemas SCADA. Ejemplos son FIX, WinCC, etc.

2.12.2 Funciones de un Software HMI. Las principales funciones de un software HMI es el monitorear, supervisar, alarmar y controlar en tiempo real el proceso para el cual fue desarrollado, mismas que describimos a continuación:

1. Monitoreo. Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.
2. Supervisión. Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.
3. Alarmas. Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control.
4. Control. Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites.

Figura 24. Estructura general del software HMI



Fuente: www.es.scribd.com//doc/HMIdescription.pdf

Los HMI están compuestos por un conjunto de programas y archivos. Hay programas para diseño y configuración del sistema y otros que son el motor mismo del sistema. En la figura se muestra cómo funcionan algunos de los programas y archivos más importantes. Los rectángulos representan programas y las elipses representan archivos.

Los programas que están con recuadro simple representan programas de diseño o configuración del sistema, los que tienen doble recuadro representan programas que son el motor del HMI.

Con los programas de diseño, como el “editor de pantallas” se crean moldes de pantallas para visualización de datos del proceso. Estos moldes son guardados en archivos “Archivo de pantalla” y almacenan la forma como serán visualizados en las pantallas.

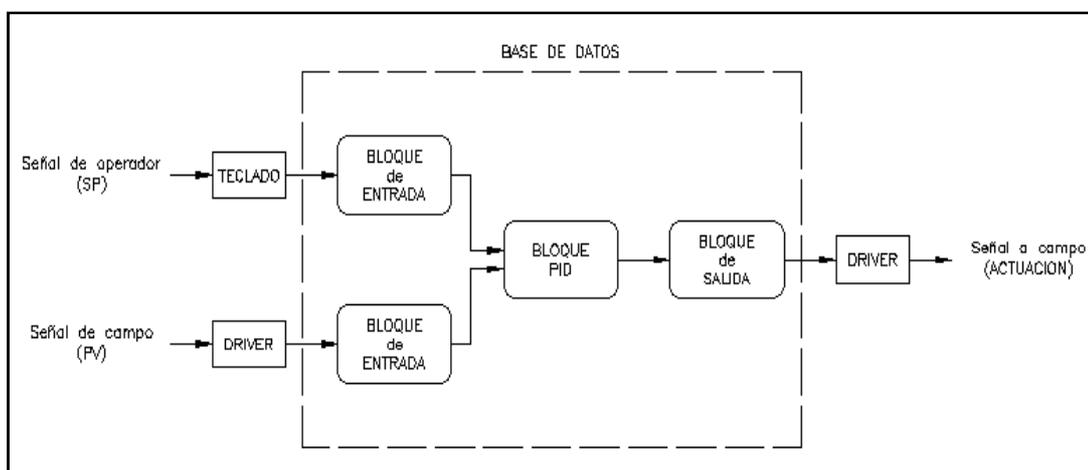
2.12.3 Partes de un Software HMI. Las principales partes que componen un software HMI son descritas continuación:

Base de datos: Es un lugar de la memoria de la computadora donde se almacenan los datos requeridos del proceso. Estos datos varían en el tiempo según cambien los datos del proceso, por esta razón se denomina “base de datos dinámica”. La base de datos está formada por bloques que pueden estar interconectados.

Driver: La conexión entre los bloques de la base de datos y las señales de los procesos se realiza por medio de drivers. Estos drivers manejan los protocolos de comunicación entre el HMI y los distintos dispositivos de campo. Los drivers son entonces la interfaz hacia la máquina.

Bloques (tags): Como ya mencionamos, la base de datos está compuesta por bloques. Para agregar o modificar las características de cada bloque se utiliza el editor de la base de datos.

Figura 25. Diagrama de bloques en cadena



Fuente: www.es.scribd.com//doc/HMIdescription.pdf

Los bloques pueden recibir información de los drivers u otros bloques y enviar información hacia los drivers u otros bloques.

Las funciones principales de los bloques son:

- Recibir datos de otros bloques o al driver.
- Enviar datos a otros bloques o al driver.
- Establecer enlaces (links) a la pantalla (visualización, teclado o mouse)
- Realizar cálculos de acuerdo a instrucciones del bloque.

Los bloques pueden estructurarse en cadenas para procesar una señal

Figura 26. Ejemplo de un sistema HMI



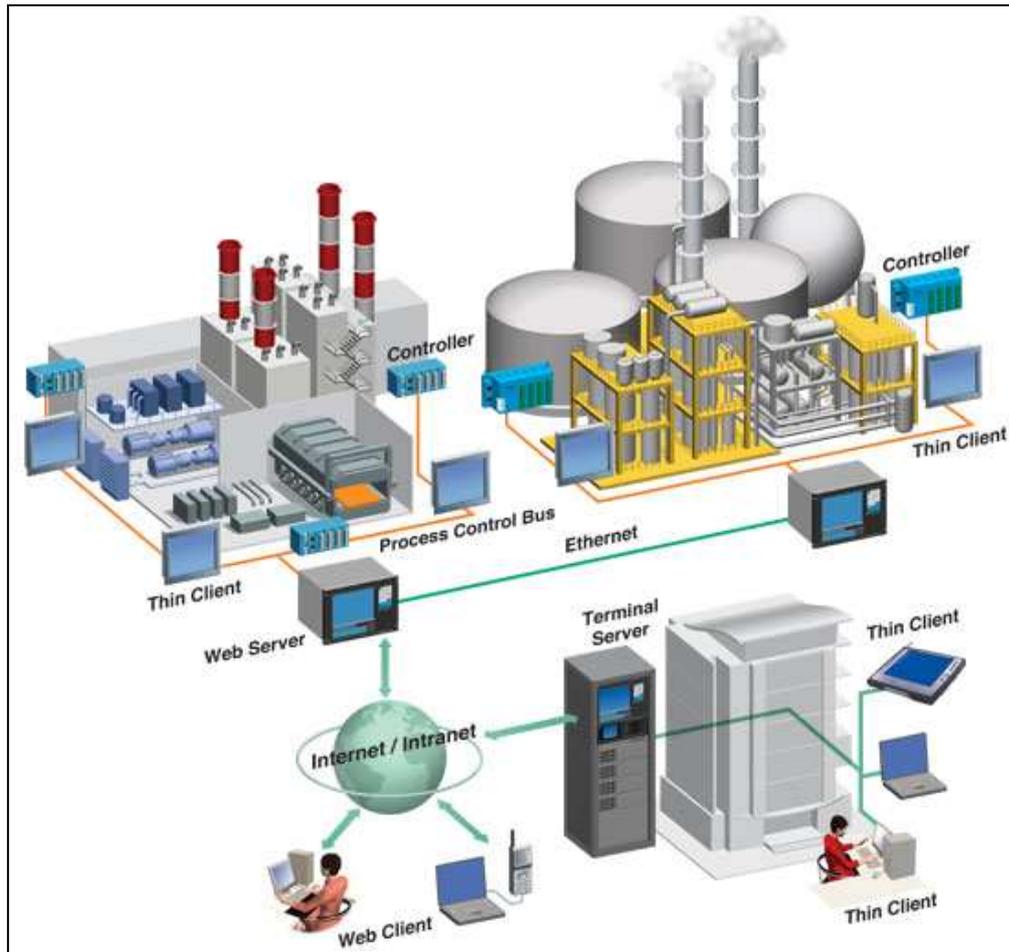
Fuente: www.es.scribd.com/doc/HMIdescription.pdf

2.11 Control SCADA. [18]

SCADA es un acrónimo por *Supervisory Control And Data Acquisition* (control y adquisición de datos de supervisión). Los sistemas SCADA utilizan tecnologías de comunicación para automatizar el monitoreo y control de procesos industriales.

Estos sistemas son partes integrales de la mayoría de los ambientes industriales complejos o muy geográficamente dispersos ya que pueden recoger la información de una gran cantidad de fuentes muy rápidamente y la presentan a un operador en una forma amigable. Los sistemas SCADA mejoran la eficacia del proceso de monitoreo y control proporcionando la información oportuna para poder tomar decisiones operacionales apropiadas.

Figura 27. Ejemplo de control SCADA



Fuente: www.etitudela.com/downloads/controldeprocesos.pdf

Los primeros SCADA eran simplemente sistemas de telemetría que proporcionaban reportes periódicos de las condiciones de campo vigilando las señales que representaban medidas y/o condiciones de estado en ubicaciones de campo remotas. Estos sistemas ofrecían capacidades muy simples de monitoreo y control, sin proveer funciones de aplicación alguna. Tiempo después fueron altamente modificados con programas de aplicación específicos para atender a requisitos de proyectos en forma particular.

La mayoría de los sistemas SCADA que son instalados hoy se está convirtiendo en una parte integral de la estructura de generación de la información corporativa. Estos sistemas ya no son vistos por la gerencia simplemente como herramientas operacionales, sino como un recurso importante de información. En este papel continúan sirviendo como centro de responsabilidad operacional, pero también proporcionan datos a los sistemas y usuarios fuera del ambiente del centro de control que dependen de la información oportuna en la cual basan sus decisiones cotidianas.

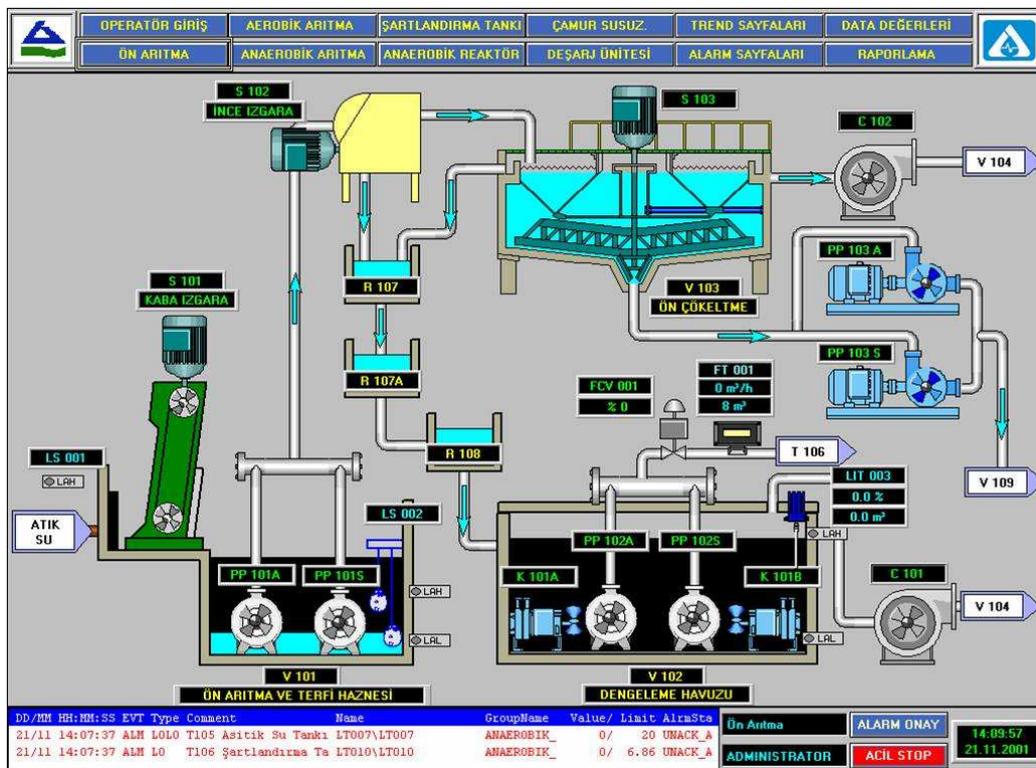
Esta arquitectura proporciona la transferencia automática de la responsabilidad del control de cualquier ordenador que pueda llegar a ser de difícil acceso por cualquier razón, a una computadora de reserva en línea, sin interrupción significativa de las operaciones.

2.11.1 Aplicaciones de los sistemas SCADA. Los sistemas SCADA son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos.

Se trata de una aplicación de software, especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora. [19]

Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la empresa, es decir, que permite la participación de otras áreas por ejemplo el control de calidad, supervisión, y mantenimiento.

Figura 28. Ejemplo de aplicación SCADA



Fuente: www.tecmes.com/scada.htm

Estos sistemas actúan sobre los dispositivos instalados en la planta, como controladores, autómatas, sensores, actuadores, registradores, etc. Además permiten manipular el proceso desde una estación remota, para ello el software brinda una interfaz gráfica que muestra el comportamiento del proceso en tiempo real.

Generalmente se vincula el software al uso de una computadora o de un PLC, la acción de control es realizada por los controladores de campo, pero la comunicación del sistema con el operador es necesariamente vía computadora. Sin embargo el operador puede gobernar el proceso en un momento dado si es necesario. Un software SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de datos históricos de las señales de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómata, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Existen diversos tipos de sistemas SCADA dependiendo del fabricante y sobre todo de la finalidad con que se va a hacer uso del sistema, por ello antes de decidir el más adecuado hay que tener presente si cumple o no ciertos requisitos básicos:

1. Todo sistema debe tener arquitectura abierta, es decir, debe permitir su crecimiento y expansión, así como deben poder adecuarse a las necesidades futuras del proceso.
2. La programación e instalación no debe presentar mayor dificultad, debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso.
3. Deben permitir la adquisición de datos de todo equipo, así como la comunicación a nivel interno y externo (redes locales y de gestión).
4. Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables para el usuario.

2.13.2 Elementos de un sistema SCADA. Un sistema SCADA está conformado por:

Interfaz Operador Máquinas: Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.

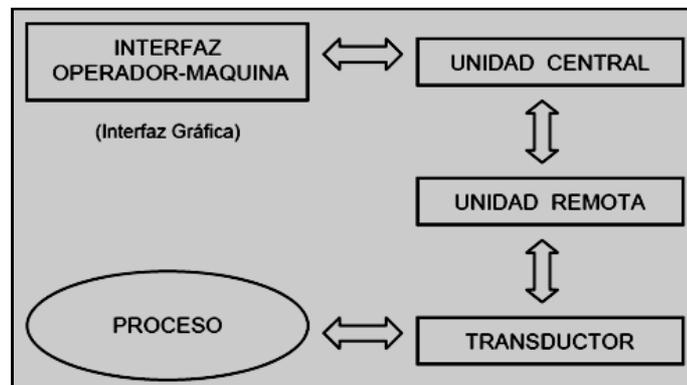
Unidad Central (MTU): Conocido como Unidad Maestra. Ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas.

Unidad Remota (RTU): Lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central. Es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta.

Sistema de Comunicaciones: Se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación.

Transductores: Son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica (y viceversa).

Figura 29. Esquema de los elementos de un sistema Scada



Fuente: www.tecmes.com/scada.htm

Los requerimientos de mantenimiento para un sistema SCADA no son muy diferentes de los requerimientos de mantenimiento de otra alta tecnología de sistemas de control.

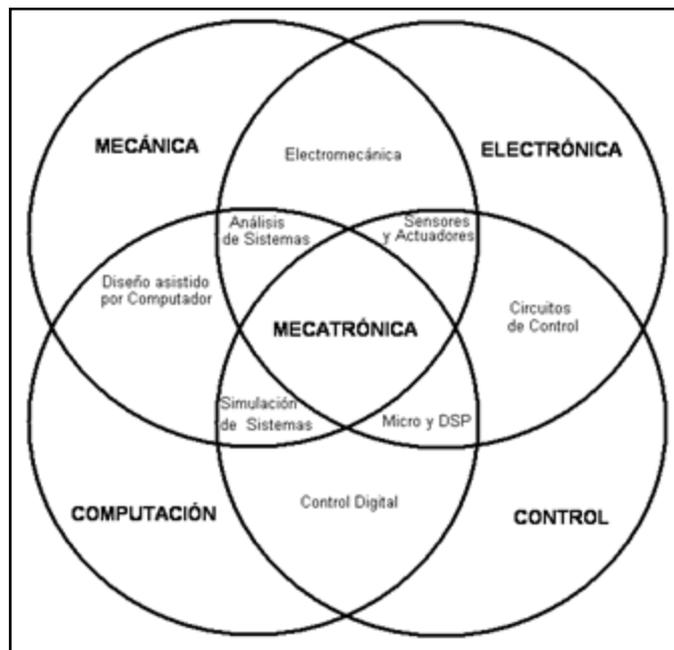
Los equipos de comunicación, módems y drivers de protocolo necesitan mantenimiento, siendo necesarios la calibración, limpieza e inspección de estos equipos por lo que es necesario capacitar al personal. Este tipo de mantenimiento genera cierto gasto mismo que debe ser proyectado en el plan de mantenimiento de la empresa. [20]

2.12 Mecatrónica. [21]

2.12.1 Introducción: Las nuevas tendencias tecnológicas impulsaron al desarrollo de redes de datos para construir sistemas de manufactura descentralizados, además de sistemas inteligentes, orientados a sistemas electromecánicos para el diseño y la manufactura.

La Mecatrónica integra los clásicos campos de la ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, ingeniería de ordenadores y mantenimiento, para establecer los principios básicos para una metodología contemporánea de diseño de ingeniería. Esta disciplina tecnológica es cada vez más frecuente en el diseño, fabricación y mantenimiento de innumerable variedad de productos y procesos de la ingeniería.

Figura 30. Naturaleza interdisciplinada de la Mecatrónica



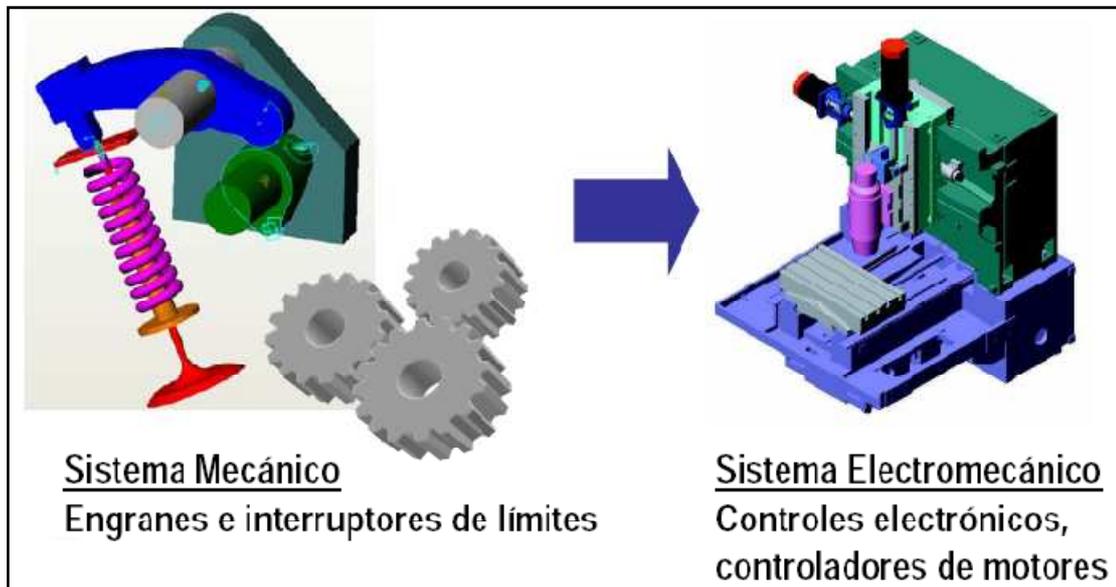
Fuente: www.ubicate.org/pdfs_profesiones/ingenieria_mecatronica.pdf

Básicamente la Mecatrónica está centrada en mecanismos, componentes electrónicos y módulos de computación, los cuales combinados hacen posible la generación de sistemas más flexibles, versátiles, económicos, fiables y simples.

2.12.2 Estructura de un sistema mecatrónico. Un típico sistema mecatrónico consiste de un esqueleto mecánico, actuadores, sensores, controladores, reconocimiento de señales, hardware y software, dispositivos de interface y fuentes de poder. Diferentes formas de usar sensores, transferencia y adquisición de información están envueltas

entre todos estos tipos de componentes. Por ejemplo, un servomotor, que es un motor con la capacidad de retroalimentarse por medio de sensores para generar movimientos complejos y precisos, consiste de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos.

Figura 31. Sistema típico mecatrónico



Fuente: www.sistemamecatronico.blogspot.com

Es importante destacar que un sistema mecatrónico es cerrado e “inteligente”. Por ello, necesita sensores para medir los valores físicos y actuadores para intervenir en las cantidades físicas de un proceso físico/técnico. Las preguntas decisivas son cómo intervenir y cómo realizar esta tarea en un ordenador por medio de un programa. [22]

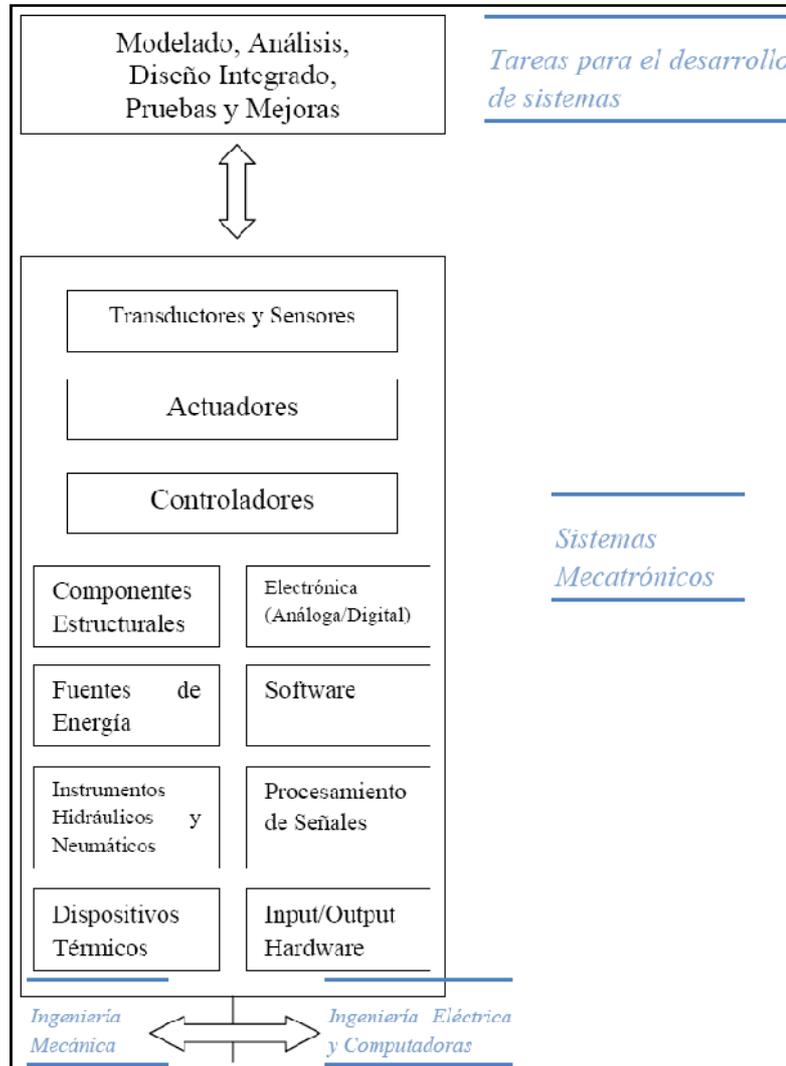
Un sistema mecatrónico debe ser tratado como un sistema de control, que consiste de una planta (la cual es el proceso, máquina, dispositivo o sistema a ser controlado), actuadores, sensores, interfaces y estructuras de comunicación, dispositivos para la modificación de señales, controladores y compensadores.

La función del sistema mecatrónico se centra principalmente en la planta. Actuadores, sensores y los dispositivos de modificación de señales deberán integrarse a la planta, o deberán ser necesitados como componentes que son externos a la planta, para una apropiada operación de todo el sistema mecatrónico.

El controlador es una parte esencial del sistema mecatrónico. Este genera las señales de control a los actuadores para operar la planta de la manera deseada. Las señales registradas pueden ser utilizadas para sistemas de monitoreo y control de

retroalimentación. Dependiendo del entorno industrial, se definen consecuentemente los procesos físico/técnicos. Estos pueden ser procesos químicos, eléctricos, mecánicos, etc.

Figura 32. Comportamiento de un sistema mecatrónico.



Fuente: www.sistemamecatronico.blogspot.com

2.12.3. Funcionamiento de un sistema mecatrónico. En este tipo de sistemas por lo general se emplean autómatas programables para el control y sensores electrónicos que obtienen información de las entradas y salidas mecánicas, que a través de actuadores llegan a los sistemas mecánicos.

La mecatrónica adopta un enfoque concurrente y participativo de entre estos tres sistemas en vez del enfoque tradicional clásico de: primero la parte mecánica, luego la parte electrónica y después el control. Así al fusionar estos tres sistemas, se alcanzan diseños de menor costo, más confiables, flexibles y compatibles con el medio ambiente.

2.13 Neumática. [23]

El aire comprimido fue utilizado como energía desde principios de la revolución industrial. La *neumática* nace por la necesidad de su aplicación en el campo de la automatización y la racionalización del trabajo. Se puede definir la neumática como la técnica de aplicación y utilización racional del *aire comprimido*. En neumática se utiliza como herramienta de trabajo lo referente a cilindros neumáticos accionados con la ayuda de aire comprimido.

Figura 33. Elementos neumáticos



Fuente: www.euskalnet.net/neumatica.htm

Las características que han contribuido a la gran aplicación del aire comprimido se exponen a continuación, con sus ventajas y sus inconvenientes.

2.13.1 Ventajas del aire comprimido. Las principales ventajas de la utilización del aire comprimido son:

Abundante. Es ilimitado y se encuentra disponible gratuitamente en cualquier lugar. No precisa conductos de retorno. El aire utilizado pasa de nuevo a la atmósfera.

Transportable. El aire puede ser fácilmente transportado por medio de tuberías simples que no requieren grandes exigencias.

Almacenaje. Almacenado y comprimido en acumuladores o depósitos, puede ser transportado y utilizado donde y cuando se precise.

2.13.2 Inconvenientes del aire comprimido. Entre los inconvenientes principales citamos:

Preparación. Es preciso eliminar impurezas (óxidos, aceite del compresor, polvo, etc.), puesto que estos producirán un desgaste prematuro de los elementos neumáticos.

Velocidad. Debido a su gran compresibilidad, no se obtienen velocidades pequeñas ni uniformes en los elementos de trabajo.

Esfuerzos. El aire comprimido es económico solo hasta cierta fuerza, su límite está también en función de la carrera y la velocidad.

2.14 Elementos neumáticos de trabajo

La energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro.

2.14.1 Elementos neumáticos de movimiento rectilíneo. Los cilindros neumáticos realizan trabajo con movimiento rectilíneo gracias a la energía del aire comprimido que entra en una cámara y se transforma en una fuerza que actúa sobre un embolo que junto con un vástago son empujados en forma rectilínea produciendo el trabajo indicado.

Figura 34. Cilindro Neumático



Fuente: www.euskalnet.net/neumatica.htm

2.14.2 Cilindros de Simple Efecto. En estos cilindros el aire comprimido ingresa por un solo lado del cilindro y la presión del aire ejerce una fuerza sobre el émbolo empujando al vástago con movimiento lineal, para el retorno se utiliza la fuerza de un resorte que se a comprimido cuando el embolo era empujado por la fuerza del aire, el retorno también se puede realizar por una fuerza externa ejercida sobre el vástago.

Figura 35. Cilindro Simple Efecto

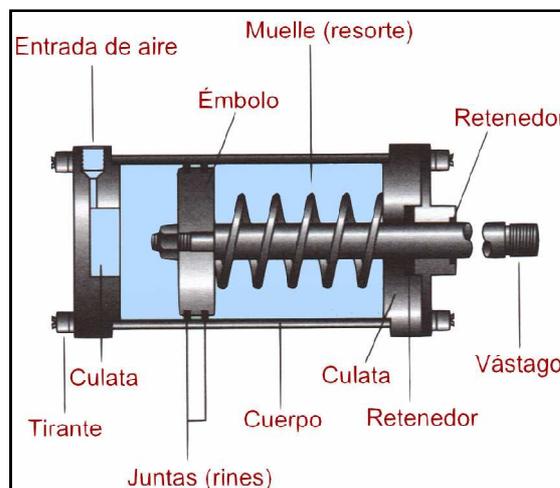


Fuente: www.euskalnet.net/neumatica.htm

En estos cilindros el aire comprimido ingresa por un solo lado del cilindro y la presión del aire ejerce una fuerza sobre el émbolo empujando al vástago con movimiento lineal, para el retorno se utiliza la fuerza de un resorte que se a comprimido cuando el embolo era empujado por la fuerza del aire.

En estos cilindros hay que tener en cuenta que el esfuerzo que pueden realizar es menor al final de su carrera que al principio, pues a medida que avanza el vástago se va comprimiendo el muelle, teniendo que vencer una mayor fuerza antagonista del mismo.

Figura 36. Partes de un cilindro simple efecto



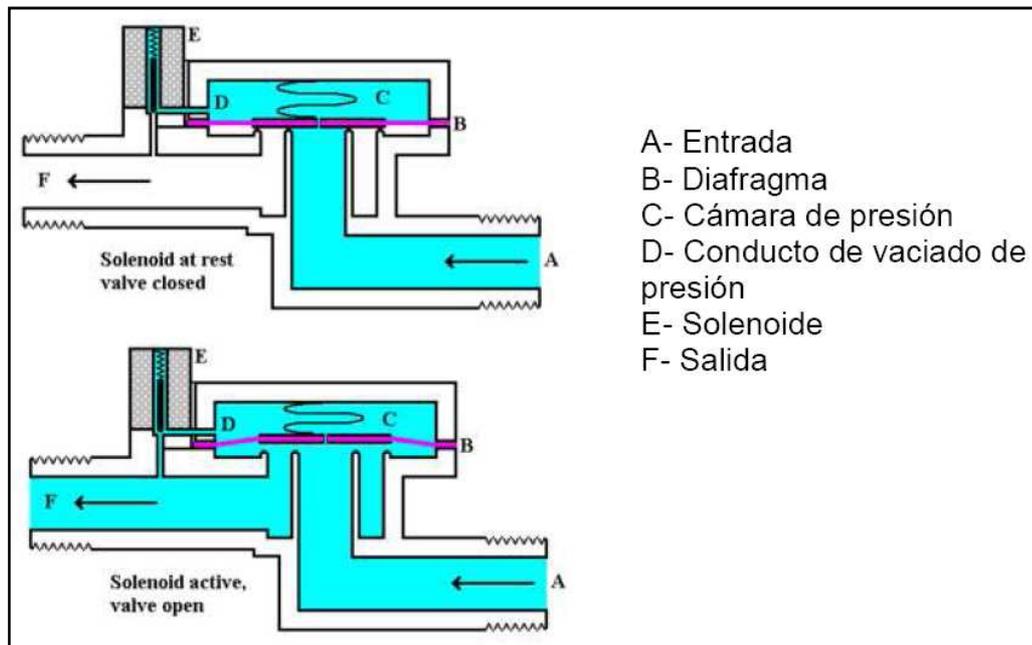
Fuente: www.euskalnet.net/neumatica.htm

2.14.3 Electroválvulas. Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el caudal de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería, manguera, etc, con la ayuda de una señal de tipo eléctrica para su activación.

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, cuando se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias largas o cortas y tiempos de conexión muy bajos. Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: *el solenoide* y *la válvula*.

El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es normal que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle.

Figura 37. Partes de una electroválvula.



Fuente: www.proton.ucting.udg.mx//automatizacion.pdf

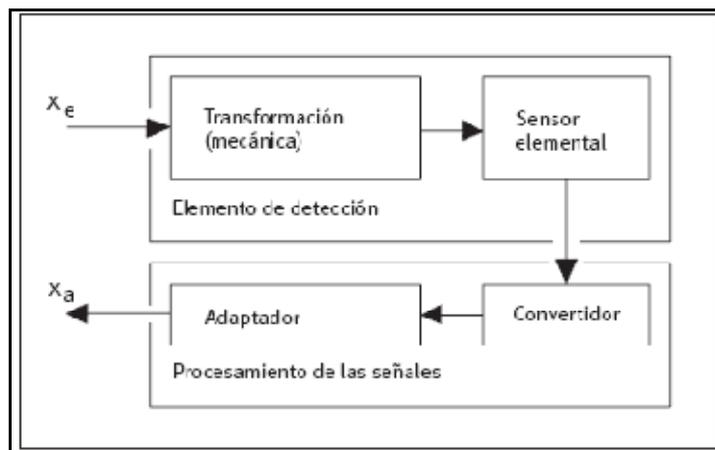
Las electroválvulas pueden ser *cerradas en reposo* o *normalmente cerradas* lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo *abiertas en reposo* o *normalmente abiertas* que quedan abiertas cuando no hay alimentación. [24]

2.15 Sensores. [25]

El concepto “sensor” proviene del latín “**sensus**” que significa sentir o percibir y señalar una condición de cambio, es decir, la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). Los sensores son dispositivos que se utilizan para medir magnitudes físicas o electroquímicas y transformarlas en señales eléctricas inconfundibles. También, es capaz de medir una cantidad como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica). Esta información, o salida del sensor, es la base del proceso de monitoreo y control de un proceso de fabricación.

Sin sensores, los sistemas automáticos no pueden reaccionar, las maquinas sin sensores son ciegas, sordas y carecen de relación con su entorno. Esta necesidad explica el auge que la técnica de los sensores experimento en el transcurso de los últimos 20 años.

Figura 38. Esquema de funcionamiento general de un sensor



Fuente: www.isa.cie.uva.es//sensores.pdf

La figura muestra un esquema que explica el funcionamiento general de un sensor. Se puede apreciar que, por regla general, es necesario procesar de alguna manera las señales (procesamiento previo) antes de que la información llegue a un sistema ejecutor constituido por actuadores.

2.15.1 Clasificación de los sensores. Se suele clasificar a los sensores de acuerdo a la magnitud medida; se habla de sensores de temperatura, presión, humedad, caudal, proximidad, aceleración, velocidad, fuerza, etc. Sin embargo, esta clasificación difícilmente puede ser exhaustiva por la cantidad de magnitudes físicas existentes. Para nuestro estudio clasificaremos a los sensores según la proximidad.

2.15.2 Sensores de proximidad. En el amplio aspecto de aplicaciones industriales que existen, una de las principales informaciones que es necesario extraer de un proceso determinado es la presencia o ausencia de un objeto, al paso por un punto determinado, el contaje de número de piezas que pasan, el verificar la completitud de un lote, etc. Es decir, detectar la presencia o proximidad de un objeto determinado. En este criterio se agrupan los sensores bajo la denominación de sensores de proximidad.

Figura 39. Sensores de proximidad



Fuente: www.kmsomerinca.com.ve

Existen dos formas principales en que un objeto actúa sobre un sensor, que se diferencian por la existencia o no de contacto entre ambos:

1. Sensores con contacto: son sensores en los que el objeto toca físicamente al sensor y cierra o abra uno a más circuitos eléctricos.
2. Sensores sin contacto: son sensores que detectan la presencia de un objeto sin necesidad de que exista un contacto físico entre el objeto y dicho sensor.

2.15.3 Sensores con contacto. En múltiples sistemas de control es necesaria la utilización de sensores detectores de objetos sencillos, robustos, fiables y de coste reducido. Pueden ser de dos tipos microrruptores y finales de carrera

Figura 40. Sensor de contacto



Fuente: www.tecnosim.com.mx/manualtecnicosensores.htm

2.15.4 *Sensores sin contacto.* Conforman un grupo de sensores muy amplio. Como su nombre lo indica, la característica principal es el hecho de que permiten detectar el objeto sin que se necesario el contacto físico. Esto confiere una capacidad de maniobra mucho mayor y además permite mantener inalterable el sistema de control. [26]

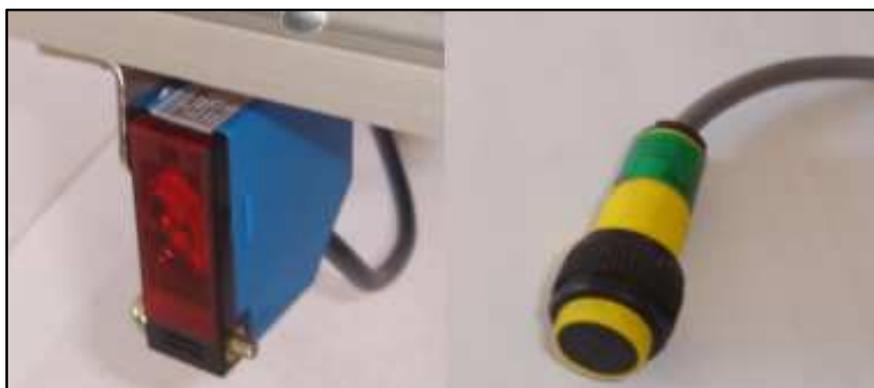
Figura 41. Sensores sin contacto



Fuente: www.dte.uvigo.es//Sensores_Proximidad.html

2.15.5 *Sensores ópticos difusos.* Son sensores que entregan una señal eléctrica de acuerdo a la luminosidad que estén recibiendo. Esta luminosidad incluye distintas longitudes de onda del espectro, tales como la infrarroja, ultravioleta, etc. La propiedad utilizada por este tipo de sensores, consiste en la excitación que sufren los electrones libres de determinados materiales cuando son expuestos a la luz.

Figura 42. Sensores ópticos difusos

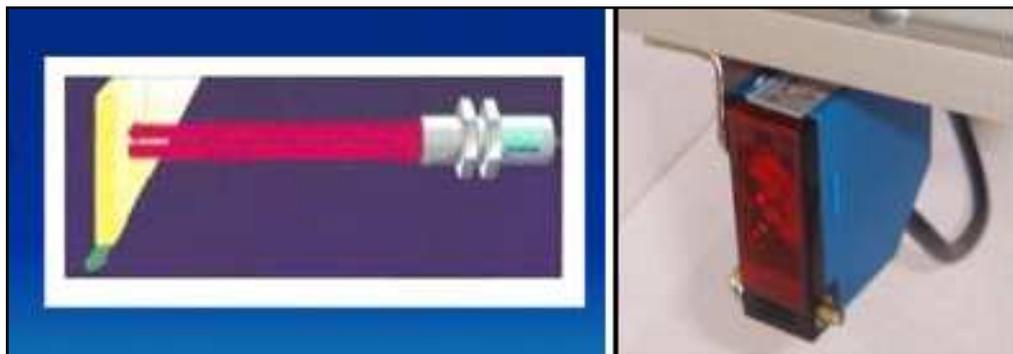


Fuente: www.tecnosim.com.mx//manualtecnicosensores.htm

Este tipo de sensores es de gran uso en la industria, para detectar el paso de algún elemento por medio de la obstrucción de un haz de luz.

Modos de detección de los sensores fotoeléctricos: Este tipo de sensores generalmente incorporan un circuito que permite la activación de sensores por la presencia o por la ausencia del objeto, a estos modos se les denomina Light ON (activación por luz) y Dark ON (activación por oscuridad).

Figura 43. Sensor Light ON (Activación por Luz)



Fuente: www.dte.uvigo.es//Sensores_Proximidad.html

El objeto por si mismo debe reflejar el haz de luz al lente del receptor.

Figura 44. Sensor Dark ON (Activación por Oscuridad)



Fuente: www.dte.uvigo.es//Sensores_Proximidad.html

El objeto debe romper o disminuir un haz de luz existente entre la fuente de luz y el lente receptor.

2.15.6 Sensores de proximidad capacitivos. Los sensores de proximidad capacitivos se diseñan para trabajar generando un campo electrostático y detectando cambios en dicho campo a causa de un objeto que se aproxima a la superficie de detección. En ausencia de objetos el oscilador se encuentra inactivo.

Cuando se aproxima un objeto, el oscilador aumenta la capacitancia del condensador que hace de detector. Al superar la capacitancia un umbral predeterminado se activa el oscilador, el cual dispara el circuito de salida para que cambie entre “on”(encendido) y “off”(apagado).

Figura 45. Sensores de proximidad capacitivos

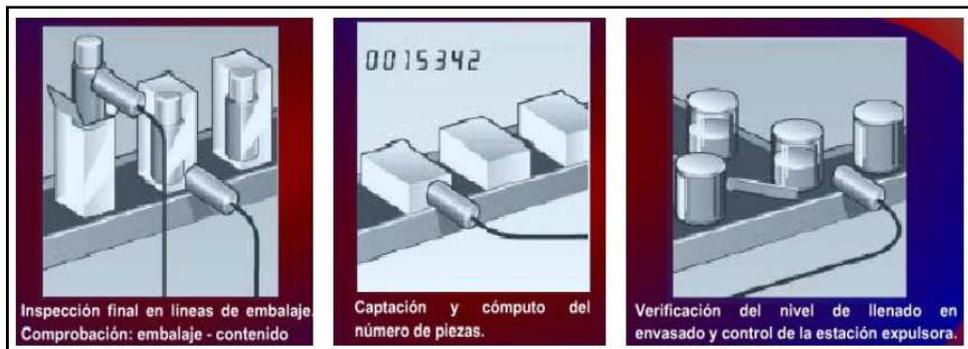


Fuente: www.tecnosim.com.mx/manualtecnicosensores.htm

La capacitancia de detección viene condicionada por el tamaño del objeto a detectar, por la constante dieléctrica y por la distancia de este al sensor. A mayor tamaño y mayor constante dieléctrica de un objeto, mayor el incremento de la capacitancia.

Gracias a su capacidad de reaccionar con una gama amplia de materiales, el sensor de proximidad capacitivo es el más universal en aplicaciones que el inductivo, pero este tipo de sensores es más sensible a perturbaciones, por ejemplo, su sensibilidad con respecto a la humedad es muy elevada.

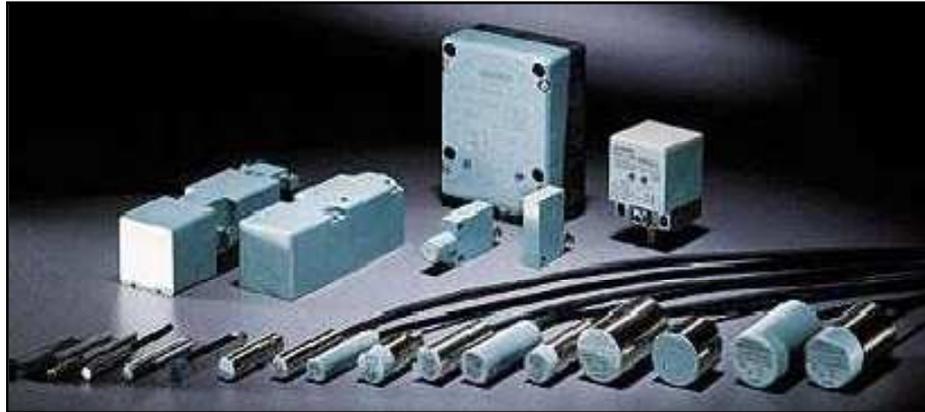
Figura 46. Aplicaciones del sensor de proximidad capacitivo



Fuente: www.dte.uvigo.es/Sensores_Proximidad.html

2.15.7 Sensores de proximidad inductivos. Los sensores inductivos hacen uso de las propiedades magnéticas de diversos materiales y de las variaciones de diferentes parámetros asociados a los circuitos magnéticos (longitudes o secciones de núcleos), para alterar la inductancia de bobinas fijas, consiguiendo variar la geometría del circuito magnético, permitiéndole detectar la presencia de objetos metálicos.

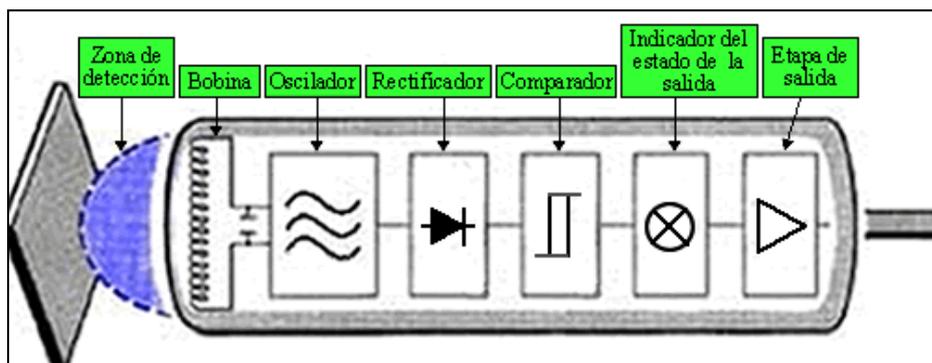
Figura 47. Sensores de proximidad inductivos



Fuente: www.dte.uvigo.es//Sensores_Proximidad.html

Cuando un objeto o placa metálica se mueve dentro de un campo magnético, genera corrientes eléctricas conocidas como corrientes de Eddy. Este es el principio que usan los sensores inductivos empleados en la industria. En ellos la bobina sensora está provista de un núcleo descubierto hacia el lado de detección, al aplicar tensión al sensor, la bobina produce un campo magnético de alta frecuencia, dirigido al lado sensible.

Figura 48. Bloque de un sensor inductivo



Fuente: www.dte.uvigo.es//Sensores_Proximidad.html

Estos son los bloques que habitualmente constituyen un sensor inductivo, aunque en algunos modelos el amplificador puede estar implementado en otro dispositivo con carcasa independiente, para reducir el tamaño del sensor.

CAPÍTULO III

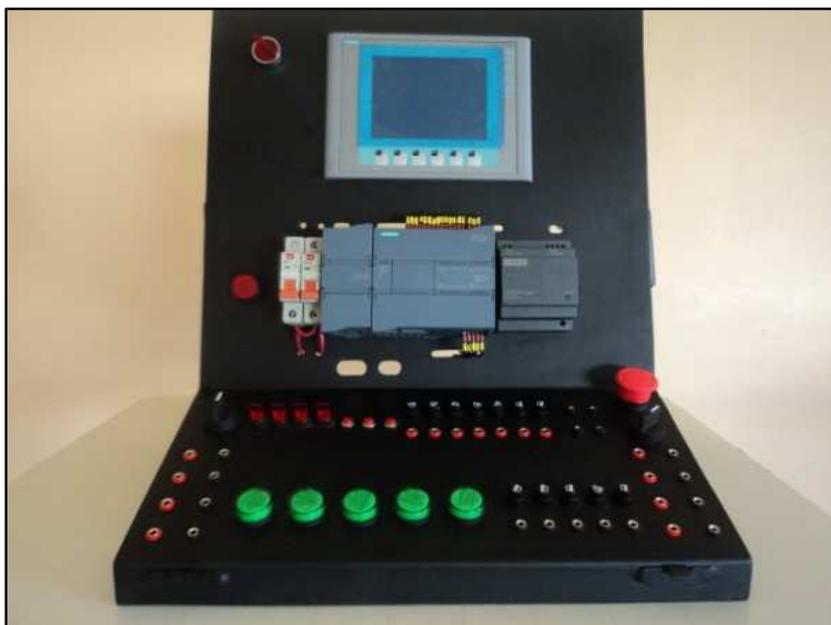
3. MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN

2.15 Introducción

El uso intensivo de la ciencia de la automatización es producto de una evolución constante como consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control. El control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de automatización. Además hay muchas ganancias intangibles, como la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado.

El modulo de automatización ha sido desarrollado para que cumpla las expectativas de los estudiantes y docentes en el campo de la automatización, teniendo en cuenta aspectos importantes como la estética y la ergonomía enfocados en el continuo desarrollo tecnológico y estructural de la automatización.

Figura 49. Módulo de automatización



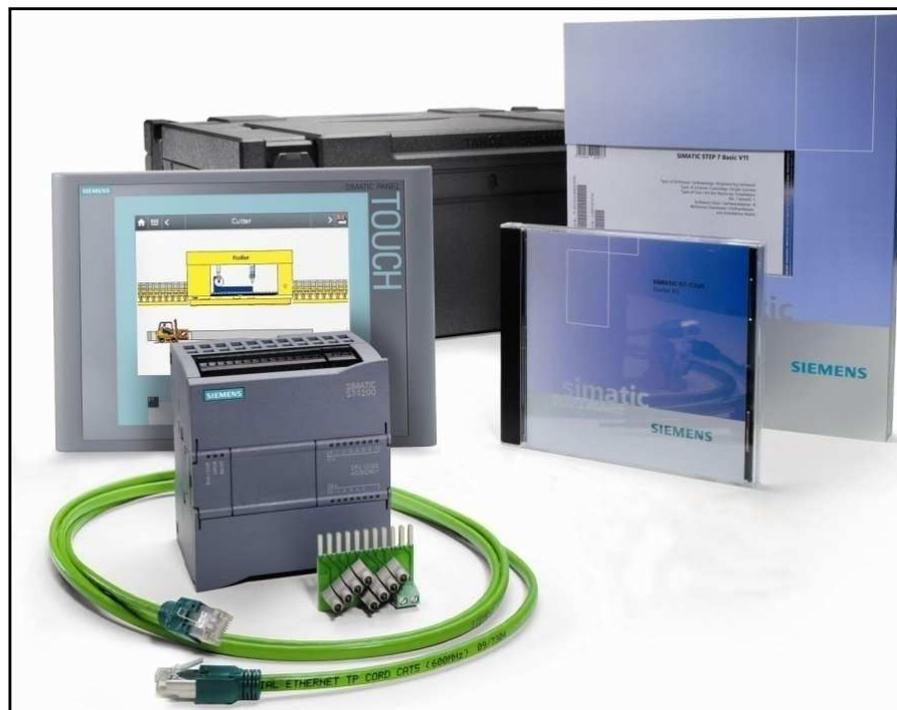
Fuente: Autores

El módulo está provisto de un paquete de entrenamiento SIMATIC S7-1200 y un paquete SIMATIC Basic Panel KTP 600 PN de la marca SIEMENS.

2.16 Paquete de entrenamiento SIEMENS. [27]

La división *Industry Automation* de Siemens desarrolló el microcontrolador Simatic S7-1200, un micro-PLC que destaca por su versátil y flexible configuración aunada a alto rendimiento y tamaño muy compacto. El nuevo sistema de ingeniería Simatic Step 7 Basic permite configurar tanto el controlador como los paneles básicos para HMI (interfaz hombre-máquina). Esto garantiza actividades de programación, conectividad en red y puesta en marcha particularmente rápidas y simples.

Figura 50. Paquete de entrenamiento SIEMENS.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Juntos, el nuevo controlador, los paneles de la línea Basic Panels y el nuevo software contribuyen a la actualización tecnológica del laboratorio de control, pues estos equipos constituyen una oferta coordinada para tareas de automatización compactas.

2.17 Paquete de entrenamiento SIMATIC S 7-1200. [28]

El micro-PLC Simatic S7-1200 es un nuevo controlador modular para aplicaciones compactas en la gama baja inferior. Durante el desarrollo del controlador y el software se ha prestado particular cuidado a una integración sin costuras y una perfecta interacción del controlador, el panel HMI y el software.

Figura 51. Paquete de entrenamiento SIMATIC S7-1200

SIEMENS

Paquete de entrenamiento SIMATIC S7-1200

SIMATIC S7-1200 – Paquete de Entrenamiento

Incluye:

- 6x S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC o AC/DC/RLY
- 6x Cable Ethernet Preensamblado de 6m de Longitud
- 6x Software de Programación SIMATIC STEP7 BASIC
- 6x Simuladores de Entradas para S7-1200 CPU 1214C
- 6x Signal Board con 1 salida analógica

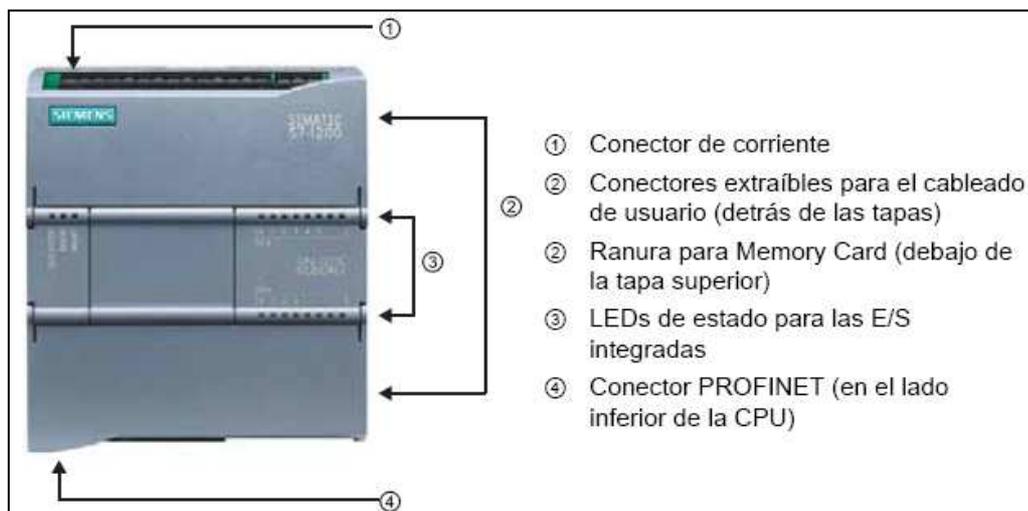


Requerimientos del Sistema: XP Home SP3, XP Prof. SP3, Vista 32 Bit Home Premium SP2, Vista 32 Bit Business SP2, Vista 32 Bit Ultimate SP2

Fuente: www.swe.siemens.com//simatic//S7200ManualSistema.pdf

3.3.1 *El autómata programable S7-1200 cpu 1214c.* Para el proyecto utilizamos el autómata programable S7-1200, de modelo CPU 1214 AC/DC/Relé. Pues nos 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, es idóneo para controlar las diversas variables de procesos industriales. [29]

Figura 52. Vista general de una CPU1214C



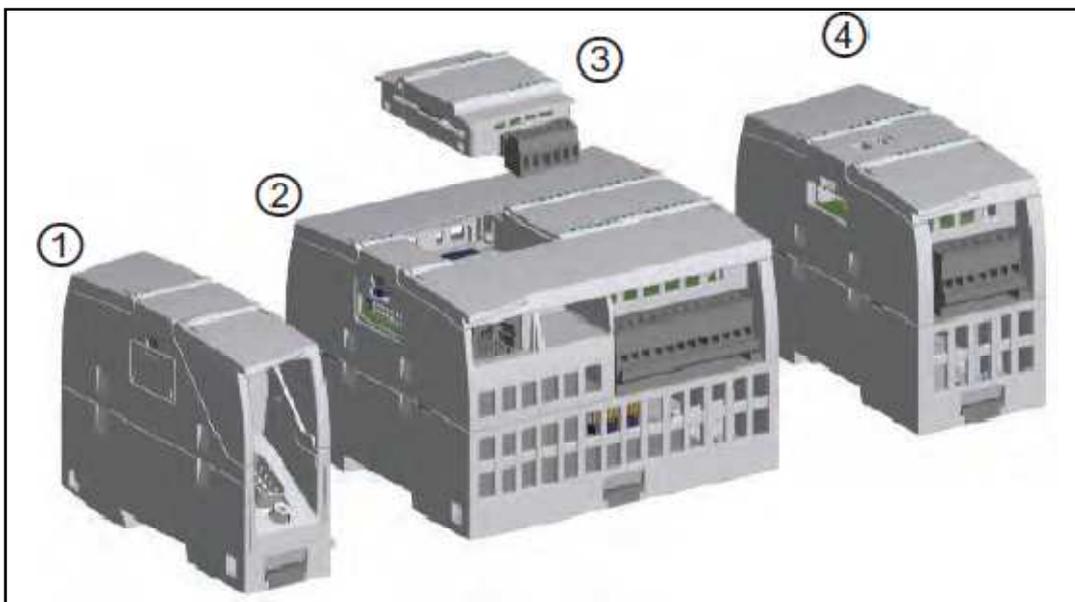
Fuente: www.support.automation.siemens.com

3.3.2 Características generales del S7-1200. 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.

Una vez descargado el programa, la CPU contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Para comunicarse con una programadora, la CPU incorpora un puerto PROFINET integrado. La CPU puede comunicarse con paneles HMI o una CPU diferente en la red PROFINET. El microcontrolador Simatic S7-1200 es versátil en su aplicación y es idóneo para la automatización racional de pequeñas máquinas, transportadores y otros equipos de manutención al igual que el calidad de componentes distribuido de regulación dentro de sistemas de mayor jerarquía.

Figura 53. Vista general de módulos de señales y signal boards.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. Módulo de comunicación (CM) | 3. Signal Board (SB) |
| 2. CPU | 4. Módulo de señales (SM) |

3.3.3 Tipos de datos soportados por el S7-1200. Los tipos de datos se utilizan para determinar el tamaño de un elemento de datos y cómo deben interpretarse los datos. Todo parámetro de instrucción soporta como mínimo un tipo de datos. Algunos parámetros soportan varios tipos de datos. Sitúe el cursor sobre el campo de parámetro de una instrucción para ver qué tipos de datos soporta el parámetro en cuestión.

Tabla 1. Tipos de datos soportados por el S7-1200

Tipo de datos	Tamaño (bits)	Rango	Ejemplos de entrada de constantes
Bool	1	0 a 1	TRUE, FALSE, 0, 1
Byte	8	16#00 a 16#FF	16#12, 16#AB
Word	16	16#0000 a 16#FFFF	16#ABCD, 16#0001
DWord	32	16#00000000 a 16#FFFFFFFF	16#02468ACE
Char	8	16#00 a 16#FF	'A', 't', '@'
Sint	8	128 a 127	123, -123
Int	16	32.768 a 32,767	123, -123
Dint	32	-2.147.483.648 a 2.147.483.647	123, -123
USInt	8	0 a 255	123
UInt	16	0 a 65.535	123
UDInt	32	0 a 4.294.967.295	123
Real	32	+/-1,18 x 10 ⁻³⁸ a +/-3,40 x 10 ³⁸	123,456, -3,4, -1,2E+12, 3,4E-3
LReal	64	+/-2,23 x 10 ⁻³⁰⁸ a +/-1,79 x 10 ³⁰⁸	12345.123456789 -1,2E+40
Time	32	T#-24d_20h_31m_23s_648ms to T#24d_20h_31m_23s_647ms Almacenado como: -2,147,483,648 ms to +2,147,483,647 ms	T#5m_30s 5#-2d T#1d_2h_15m_30x_45ms
String	Variable	0 a 254 caracteres en tamaño de byte	'ABC'
DTL ¹	12 bytes	Mínima: DTL#1970-01-01-00:00:00.0 Máxima: DTL#2554-12-31-23:59:59.999 999 999	DTL#2008-12-16-20:30:20.250

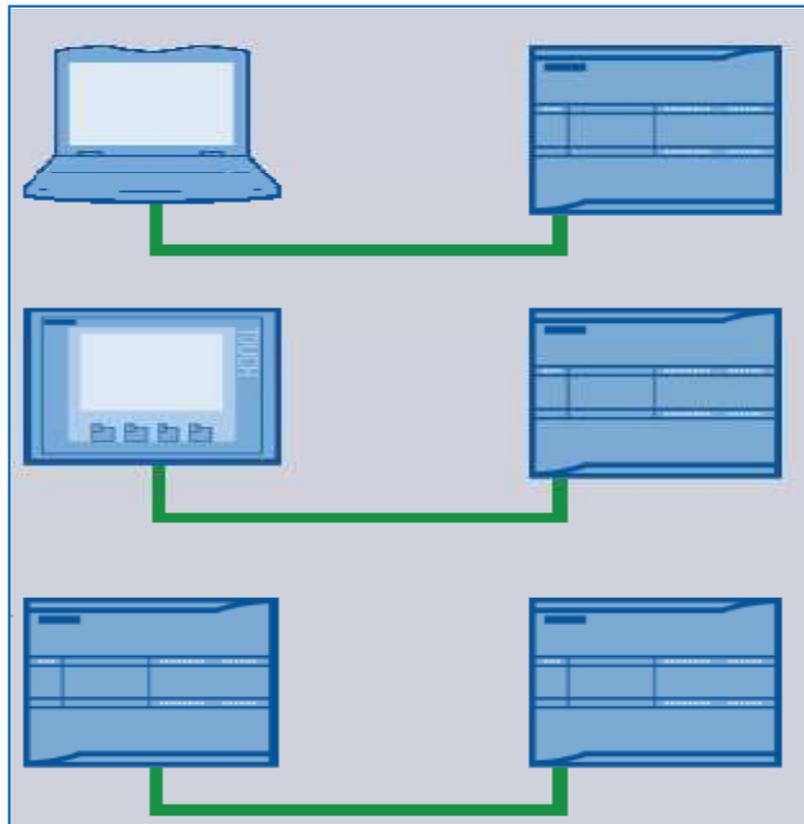
Fuente: www.support.automation.siemens.com

3.3.4 Interfaz PROFINET (Ethernet) integrada del S7-1200. Las interfaces Ethernet del S7-1200 se denominan PROFINET. Las CPU S7-1200 utilizan una conexión PROFINET con STEP 7 Basic, CPUs S7-1200 y paneles HMI. Para la comunicación Ethernet es necesario añadir un módulo de ampliación Ethernet para la comunicación con el software STEP 7 Basic, se procede:

- Configuración hardware de la CPU

- Descarga de proyectos
- Observación y forzado de variables online
- Forzado permanente de los estados E/S online

Figura 54. Vista general de la Interfaz PROFINET (Ethernet)



Fuente: www.eb.automation.siemens.com

El puerto PROFINET de la CPU soporta conexiones de comunicación simultáneas:

- 3 conexiones para comunicación de HMI a CPU
- 1 conexión para comunicación de programadora (PG) a CPU
- 8 conexiones para comunicación del programa S7-1200 con instrucciones

3.3.5 Áreas de memoria y direccionamiento del S7-1200. STEP 7 Basic facilita la programación simbólica. Se crean nombres simbólicos o "variables" para las direcciones de los datos, ya sea como variables del PLC asignadas a direcciones de memoria y E/S o como variables locales utilizadas dentro de un bloque lógico.

La CPU ofrece varias opciones para almacenar datos durante la ejecución del programa de usuario:

- Memoria global: La CPU ofrece distintas áreas de memoria, incluyendo entradas (I), salidas (Q) y marcas (M). Todos los bloques lógicos pueden acceder sin restricción alguna a esta memoria.
- Bloque de datos (DB): Es posible incluir DBs en el programa de usuario para almacenar los datos de los bloques lógicos. Los datos almacenados se conservan cuando finaliza la ejecución del bloque lógico asociado.
- Memoria temporal: Cada vez que se llama un bloque lógico, el sistema operativo de la CPU asigna la memoria temporal o local (L) que debe utilizarse durante la ejecución del bloque.

Toda posición de memoria diferente tiene una dirección relacionada. El programa de usuario utiliza estas direcciones para acceder a la información de la posición.

Tabla 2. Áreas de memoria y direccionamiento

Área de memoria	Descripción	Forzado permanente	Remanente
I Memoria imagen de proceso de las entradas	Se copia de las entradas físicas al inicio del ciclo	No	No
I:P ¹ (entrada física)	Lectura inmediata de las entradas físicas de la CPU, SB y SM	Sí	No
Q Memoria imagen de proceso de las salidas	Se copia en las salidas físicas al inicio del ciclo	No	No
Q:P ¹ (salida física)	Escritura inmediata en las salidas físicas de la CPU, SB y SM	Sí	No
M Área de marcas	Control y memoria de datos	No	Sí (opcional)
L Memoria temporal	Datos locales temporales de un bloque	No	No

Fuente: www.support.automation.siemens.com

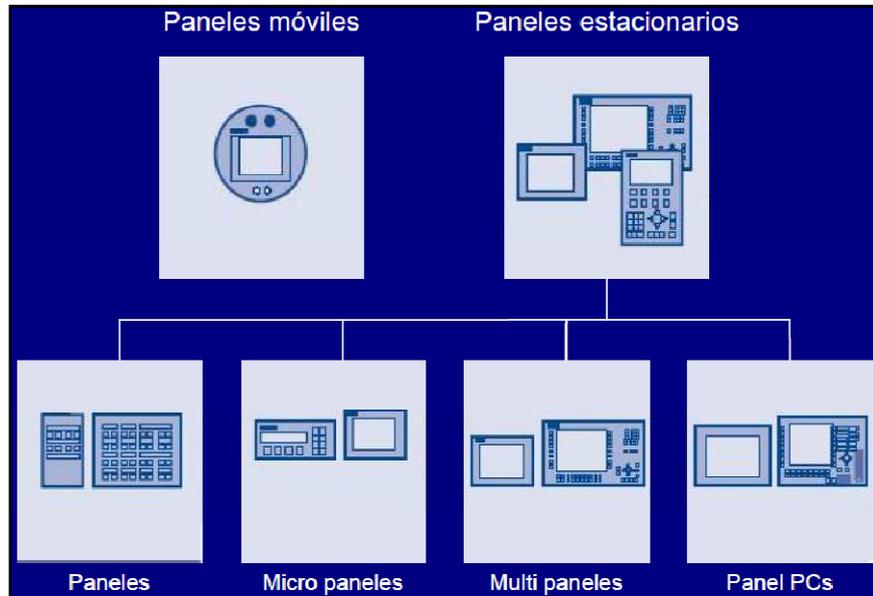
3.4 Manejo y visualización de procesos industriales. [30]

Las HMI *human-machine interfaces* destinadas a la automatización industrial se pueden clasificar en dos grupos: de supervisión de procesos basadas en SCADA y las de manejo y visualización a nivel de máquina basadas en paneles.

A su vez las HMI de manejo y visualización a nivel de maquina se subdividen en dos grupos:

- paneles móviles y
- estacionarios.

Figura 55. Vista general de paneles móviles y estacionarios.



Fuente: www.automation.siemens.com//brochure_panels_es.pdf

Figura 56. Paquete de entrenamiento SIMATIC Basic Panel.

SIMATIC Basic Panel KTP600PN

SIMATIC BASIC PANEL – Paquete de Entrenamiento

Incluye:

- 6x Switch Industrial Ethernet Compacto con 4 puertos RJ45 10/100Mbps
- 6x Simatic Basic Panel KTP600PN táctil de 5,7" color
- 12x Cable Ethernet Pre-ensamblado de 6m de Longitud

Requerimientos del Sistema: XP Home SP3, XP Prof. SP3, Vista 32 Bit Home Premium SP2, Vista 32 Bit Business SP2, Vista 32 Bit Ultimate SP2

Fuente: www.swe.siemens.com//HMI%20KTPs.pdf

La gama de los paneles SIMATIC está claramente estructurada, dos familias de equipos permiten cubrir la mayor parte de las aplicaciones de HMI:

- Los Basic Panels de SIMATIC HMI ofrecen funciones básicas para aplicaciones HMI sencillas.
- Los SIMATIC HMI Confort Panels están pensados para aplicaciones complejas.

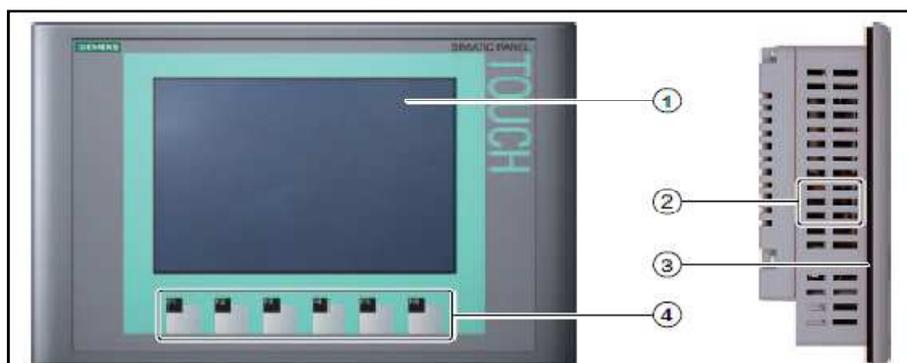
Estos nuevos paneles ofrecen la configuración a través de SIMATIC WinCC V11. Este software forma parte del marco de ingeniería *Totally Integrated Automation Portal*.

3.5 Panel operador SIMATIC HMI KTP 600 PN. [31]

Hoy en día, la visualización es un requisito 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. Es exactamente ese hueco el que cubrimos con los SIMATIC HMI KTP 600 Basic Panels.

Los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels se configuran con el innovador software de ingeniería SIMATIC WinCC Basic. Si cambian los requisitos, lo proyectos creados para un Basic Panel pueden migrarse sin problemas a paneles de otra serie.

Figura 57. Componentes frontales del KTP 600 PN Basic



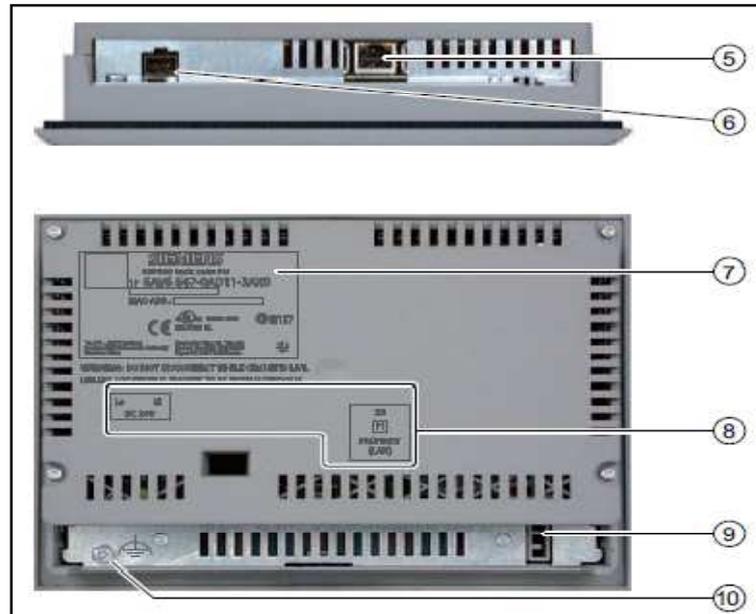
www.support.automation.siemens.com

☐ Pantalla/pantalla táctil

☐ Teclas de función rotulables

☐ Junta de montaje

Figura 58. Componentes posteriores del KTP 600 PN Basic



Fuente: www.support.automation.siemens.com

☐ Interfaz PROFINET

☐ Conexión para la fuente de alimentación

☐ Placa de características

3.5.1. Parámetros y componentes del KTP 600 PN Basic. La visualización permite mejorar considerablemente la calidad del proceso incluso en máquinas compactas o aplicaciones de pequeño alcance. Hasta ahora muchas veces se renunciaba a esta posibilidad de manejo y visualización por razones de precio.

Los Basic Panels KTP 600 PN de SIMATIC ofrecen funciones HMI básicas a un precio muy interesante, lo que abre nuevas posibilidades para el sector industrial y educativo, a la vez sus características y componentes han ayudado a que estos equipos sean difundidos de forma masivas haciéndose su utilización muy común.

Los Basic Panels PN son compatibles con los siguientes tipos de comunicación:

- Funciones básicas PROFINET para la puesta en marcha y el diagnóstico
- Comunicación Ethernet estándar

Todos los equipos permiten utilizar el sistema de alarmas, la administración de recetas, las funciones de curvas, tendencias y cambio de idioma siendo sus principales parámetros:

- Ideal para tareas de visualización de pequeño alcance
- La misma funcionalidad en todos los tamaños de pantalla
- Pantallas con funciones táctiles para el manejo intuitivo
- Teclas de libre configuración con respuesta táctil
- Variantes para la conexión a PROFINET o PROFIBUS
- Proyectos transferibles a Confort Panels de SIMATIC HMI con compatibilidad hacia arriba.

Puesto que la visualización se está convirtiendo cada vez más en un componente estándar de la mayoría de las máquinas, los Basic Panels SIMATIC HMI ofrecen dispositivos con pantalla táctil para tareas básicas de control y supervisión.

Figura 59. Vista general de la KTP 600 Basic PN

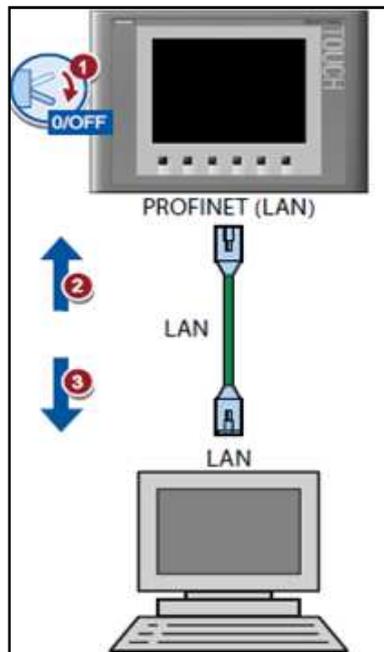


Fuente: www.support.automation.siemens.com

3.5.2 Conexión del PC al Basic Panel PN mediante el cable LAN. El panel operador se configura mediante el diseño y la construcción de una red de comunicación Ethernet.

Con la comunicación basada en Ethernet vía PROFINET, el usuario final es responsable de la seguridad de su red de datos, ya que por ejemplo en intrusiones selectivas que provocan una sobrecarga del equipo, no está garantizado el funcionamiento correcto.

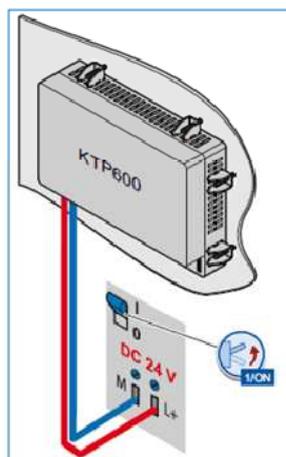
Figura 60. Conexión del PC de configuración a un Basic Panel PN



Fuente: www.industry.siemens.com

Conectar y probar el KTP600 PN Basic. Durante el arranque La pantalla se ilumina y se visualiza la barra de progreso. Si no arranca el panel de operador, es posible que los cables estén intercambiados en el borne de conexión de red.

Figura 61: Conectar y probar el panel de operador



Fuente: www.automation.siemens.com//brochure_panels_es.pdf

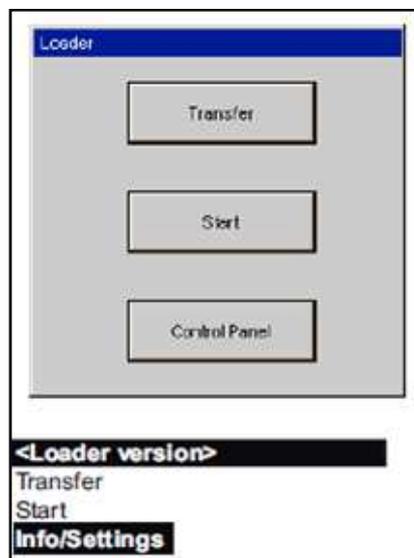
Al arrancar el sistema operativo se visualiza el Loader que describimos a continuación:

1. Paneles táctiles: El Loader se maneja con los botones de la pantalla táctil

2. Paneles con teclas: El menú Loader se maneja con las teclas con flecha. Con la tecla INTRO se ejecuta un comando de menú o se cambia a un submenú.

- Con el botón o el comando de menú "Transfer" se conmuta el panel de operador al modo "Transfer".
- El modo de operación "Transfer" sólo se puede activar si está activado por lo menos un canal de datos para la transferencia.
- Con el botón o el comando de menú "Start" se inicia el proyecto existente en el panel de operador.
- Con el botón "Control Panel" o el comando de menú
- "Info/Settings" se inicia el Control Panel del panel de operador.

Figura 62. Vista del Loader



Fuente: www.industry.siemens.com

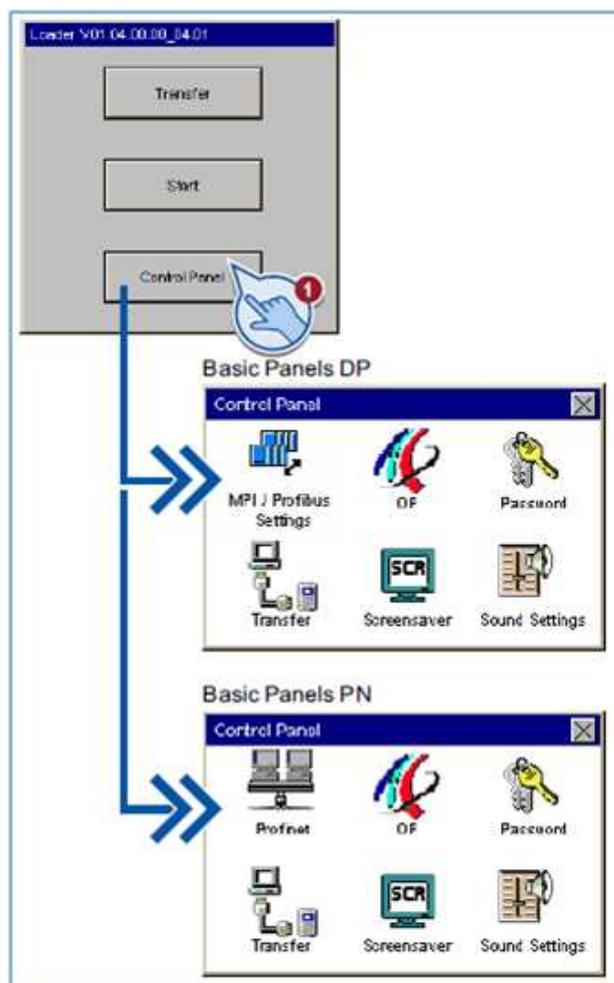
Manejo del KTP600 PN Basic. Un proyecto puede contener acciones de operador que exigen amplios conocimientos de la instalación por parte del operador. Es recomendable de que la instalación sólo pueda ser operada por personal técnico especializado.

En cuanto el panel de operador detecta que se ha tocado un objeto, reacciona con una respuesta óptica. La respuesta óptica no depende de la comunicación con el controlador. Por tanto, la respuesta no es ningún indicio de que la acción deseada se llevará a cabo.

Botones invisibles. De forma estándar, el foco de los botones invisibles no aparece marcado al seleccionarlos. En este caso no hay respuesta óptica. No obstante, el ingeniero de configuración puede configurar los botones invisibles de manera que sus contornos puedan verse en forma de línea al tocarlos.

Campos de E/S. Al tocar un campo E/S, como respuesta óptica aparece un teclado de pantalla, por ejemplo., para introducir una contraseña. Dependiendo del panel de operador y del objeto configurado se visualizan distintos teclados de pantalla que permiten introducir valores numéricos o alfanuméricos.

Figura 63. Campo E/S



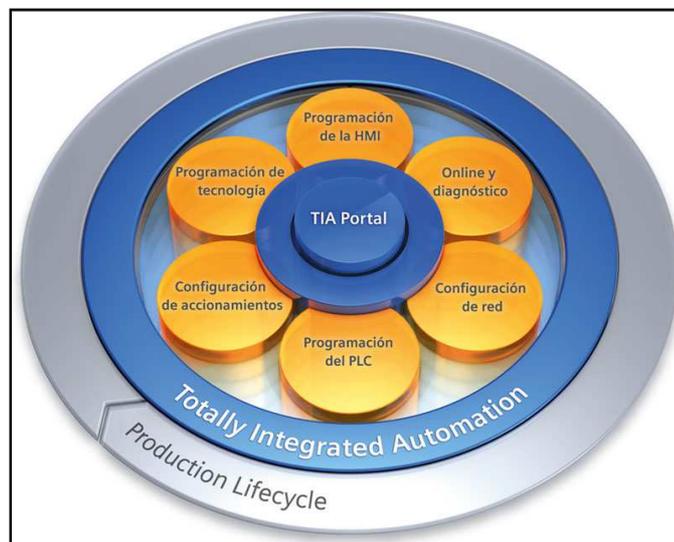
Fuente: www.industry.siemens.com

3.6 Totally Integrated Automation (TIA Portal). [32]

Para la ingeniería de un sistema de automatización se ha popularizado varias herramientas de configuración. Gracias al framework de ingeniería que ofrece el Portal de *Totally Integrated Automation* (TIA Portal) prácticamente desaparecen las fronteras entre estos productos de software.

En el futuro, este framework será la base de todos los sistemas de ingeniería para la configuración, programación y puesta en marcha de autómatas/controladores (PLC), sistemas de supervisión / pantallas y accionamientos incluidos en *Totally Integrated Automation*.

Figura 64. Funciones TIA Portal



Fuente: www.automation.siemens.com//brochure_simatic-step7_tia-portal_en.pdf

Su intuitiva interfaz de usuario, su eficiente navegación y su probada tecnología hacen del TIA Portal la solución más innovadora en numerosas áreas. Desde el desarrollo hasta el montaje y la puesta en marcha, pasando por el mantenimiento y la ampliación de los sistemas de automatización, el framework ahorra tiempo, costes y trabajo de ingeniería.

Todos los editores de software del TIA Portal comparten las características básicas de diseño y el método de navegación. Sea para configurar un hardware, realizar una programación lógica, parametrizar un convertidor de frecuencia o diseñar una pantalla de HMI, todos los entornos poseen editores con el mismo diseño, concebido para un

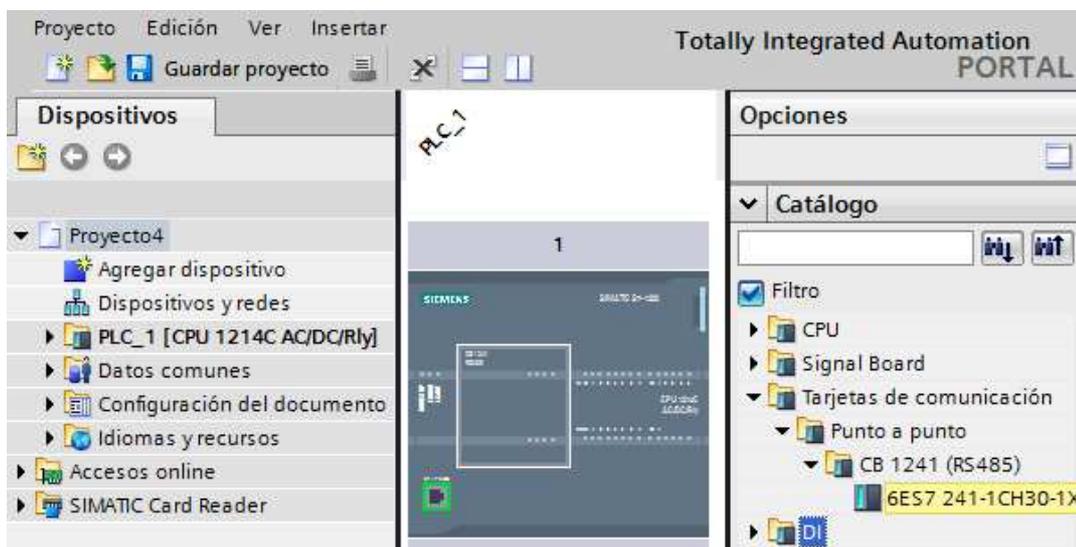
manejo intuitivo que ahorra tiempo y dinero. Las funciones y propiedades se muestran automáticamente en su vista más, según cuál sea la actividad que se desee llevar a cabo.

3.6.1 Framework para una ingeniería más eficiente. Describimos las características principales del framework así:

Apariencia homogénea: El framework de ingeniería común en el que están integrados los productos de software unifica todas las funciones comunes, incluso en lo relativo a su representación en la pantalla. La unificación del manejo de distintos editores facilita la tarea de aprendizaje y permite al usuario concentrarse en lo esencial de su trabajo.

Inteligencia integrada: Editores inteligentes muestran de modo contextualizado justo lo que el usuario necesita en el momento para la tarea que esté realizando: funciones, propiedades, librerías, etc. El método de la pantalla partida permite tener abiertos varios editores a la vez e intercambiar datos entre ellos. Este intercambio de datos se ejecuta con facilidad mediante la función "Arrastrar y colocar".

Figura 65. "Arrastrar y colocar" entre distintos editores

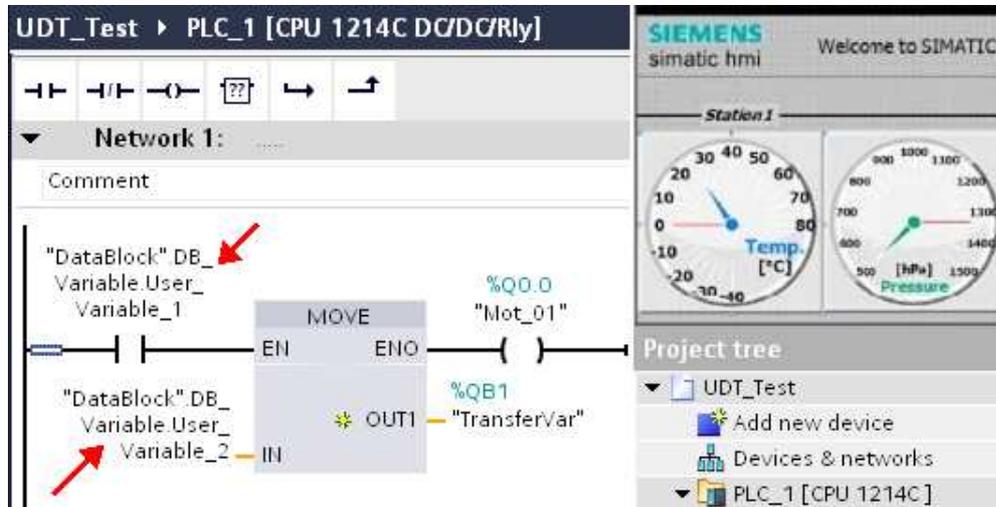


Fuente: www.eb.automation.siemens.com

Máxima transparencia de los datos. Sólo es necesario introducir una vez los datos cuando se utilizan en distintos editores y para sistemas de destino diferentes. Gracias a la gestión de datos centralizada y orientada al objeto que ofrece el TIA Portal, los datos de aplicación modificados se actualizan automáticamente para todos los equipos (PLC y HMI) implicados en el proyecto.

La base de datos compartida garantiza una consistencia absoluta en todo el proyecto. Así se reduce la probabilidad de que aparezcan errores y se crean proyectos compactos.

Figura 66. Transparencia de datos

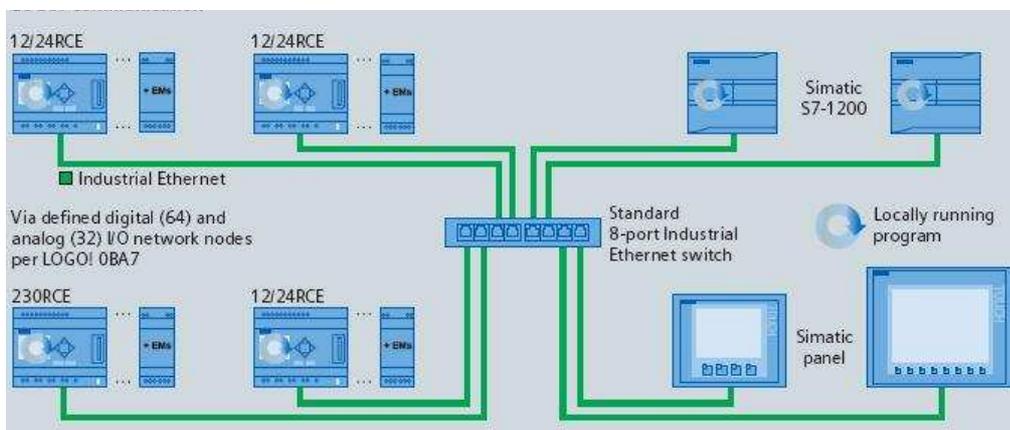


Fuente: www.support.automation.siemens.com

Soluciones reutilizables: En librerías claramente estructuradas se administran bloques de programa creados por el usuario, así como equipos y módulos ya configurados. Estos datos se pueden reutilizar en todo momento, ya sea dentro de un proyecto, en librerías locales o en las librerías globales para todos los proyectos.

El TIA Portal integra la ingeniería de *Totally Integrated* en un framework común. Gracias a la apariencia idéntica y a funciones homogéneas, desaparecen las fronteras entre STEP 7 y los demás productos de software, como el software SIMATIC WinCC.

Figura 67. Vista de redes con todos los dispositivos del proyecto de automatización



Fuente: www.automation.siemens.com

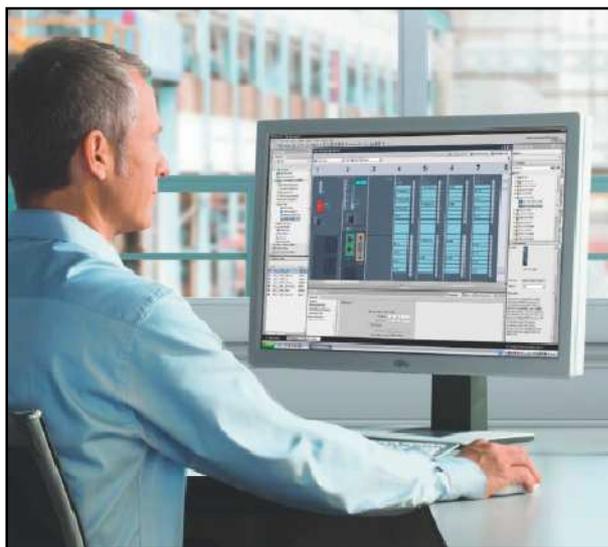
3.7 Software de programación SIMATIC STEP7 BASIC. [33]

SIMATIC STEP 7 es parte integrante del framework de ingeniería central del portal *Totally Integrated Automation*. Ofrece un concepto de manejo homogéneo para todas las tareas de automatización con servicios comunes (por ejemplo la configuración, comunicación y diagnóstico) y la coherencia automática de los datos.

Los proyectos de automatización exigen un máximo de eficiencia. El software para controladores SIMATIC ofrece un entorno de ingeniería integrado, con herramientas de primera calidad para los más diversos modos de funcionamiento y tareas. Estas herramientas se estructuran sobre un sistema básico homogéneo, ofrecen interfaces abiertas, crean bloques reutilizables y, en consecuencia, permiten ahorrar tiempo. Con un gran número de cómodas funciones, SIMATIC STEP 7 garantiza una eficiencia claramente superior en todas las tareas de automatización. Ya sea para configurar el hardware, definir la comunicación o programar, o a la hora de efectuar pruebas, una puesta en marcha o asistencia técnica. Este software marca la pauta en su sector.

STEP 7 permite configurar y programar no sólo PLC, sino también sistemas de automatización basados en PC. De este modo el usuario tiene libertad para elegir su hardware y puede utilizar el mismo software, aunque trabaje con configuraciones mixtas.

Figura 68. SIMATIC STEP 7 en el TIA Portal



Fuente: www.swe.siemens.com/simatic/software/Default.aspx

STEP 7 (TIA Portal) es el software de ingeniería para configurar las familias de controladores programables SIMATIC S7-1200, S7-300/400 y Win CC. STEP 7 (TIA Portal) está disponible en 2 ediciones distintas en función de las familias de controladores configurables:

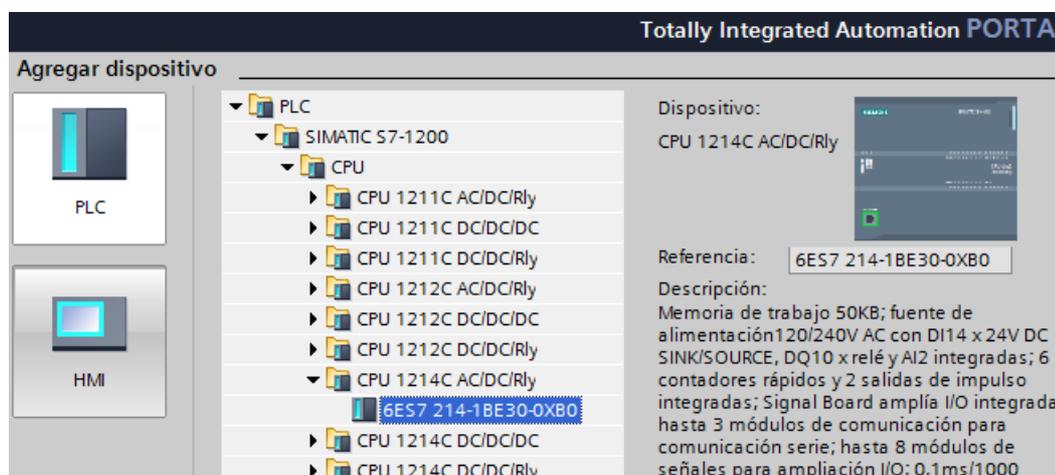
- STEP 7 Basic para la configuración del S7-1200
- STEP 7 Professional para la configuración del S7-1200, S7-300/400 y Win CC

SIMATIC STEP 7 es el software de programación más conocido del mundo y el más utilizado en la automatización industrial. Con este software el usuario puede configurar, programar, probar y diagnosticar controladores modulares, controladores basados en PC y Basic Panels SIMATIC HMI. Las Características principales del software son:

3.7.1 Vista de portal: Con la vista de portal, el usuario tiene a su disposición de un vistazo todos los editores necesarios para un proyecto de automatización, como los de programación de controladores, visualización, configuración de la conexión de red o acceso online. Con la vista de proyecto, el usuario tiene a la vista las estructuras jerárquicas de todo el proyecto en el árbol del proyecto.

Esto permite un acceso rápido e intuitivo a los parámetros y datos de proyecto. Gracias a la gestión de datos centralizada y orientada del TIA Portal, las modificaciones de datos de aplicación realizadas en un proyecto se actualizan automáticamente para todos los dispositivos, por ejemplo, los controladores y los paneles de mando.

Figura 69. Interfaz auto explicativa

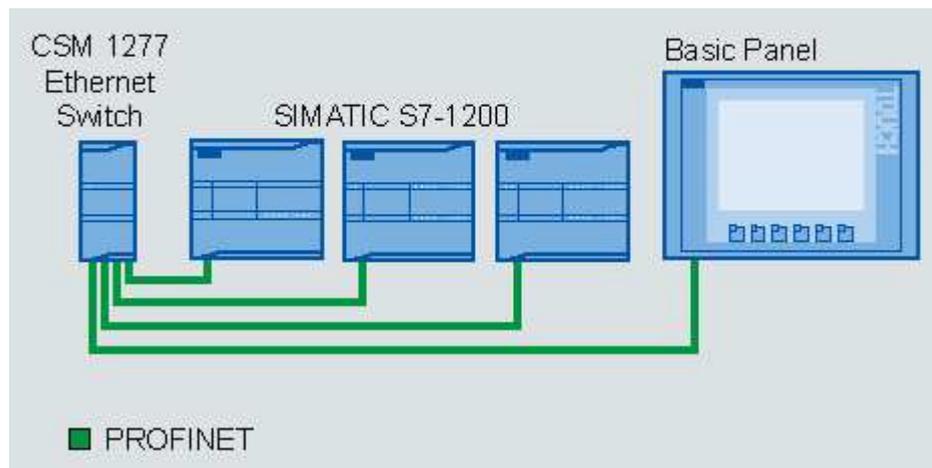


Fuente: www.support.automation.siemens.com

La vista de portal facilita la creación y parametrización de dispositivos. Con un solo editor gráfico puede configurarse fácilmente una instalación completa. Para diferenciar claramente entre las tareas de interconexión y de configuración de dispositivos, el editor ofrece tres vistas:

3.7.2 Vista de redes. Las conexiones entre dispositivos pueden crearse de modo gráfico en la vista de redes.

Figura 70. Vista de redes



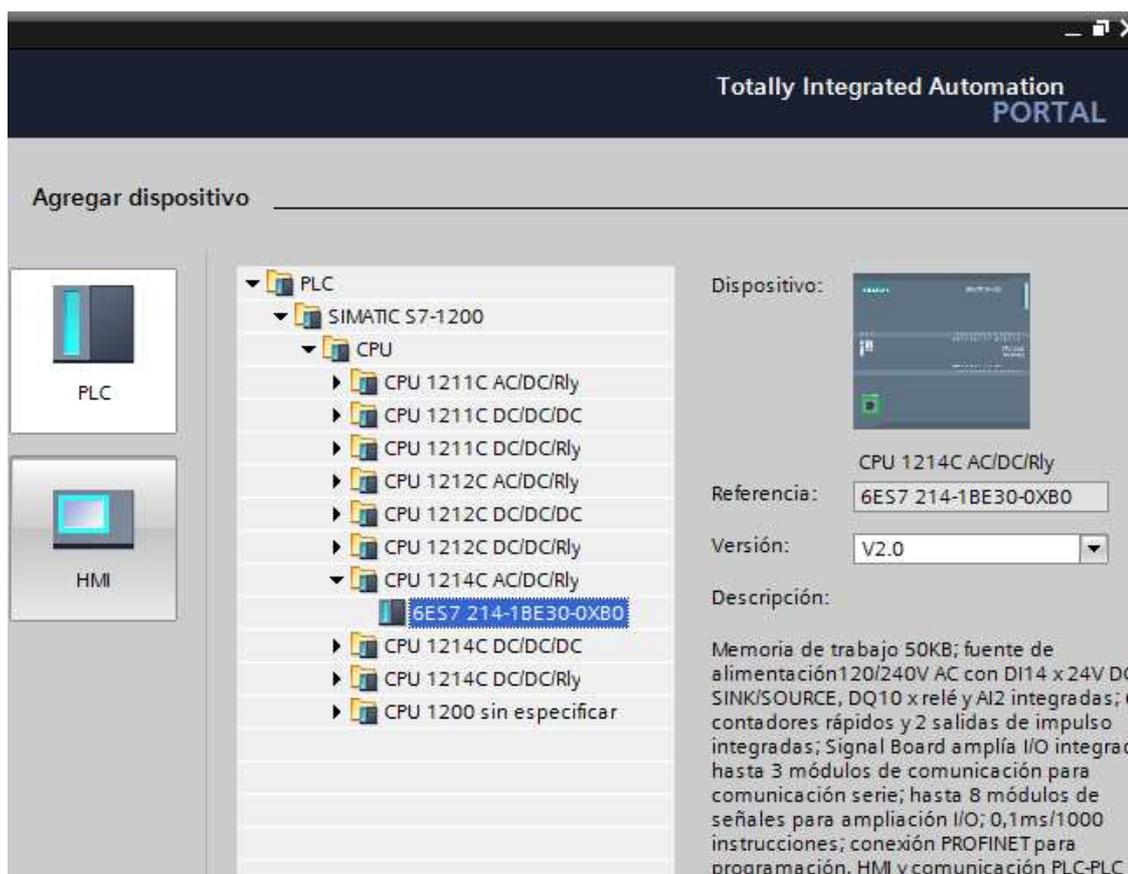
Fuente: www.industry.siemens.com

La vista de redes permite configurar la comunicación de la instalación. Aquí se configuran de una forma gráfica y muy clara los enlaces de comunicación entre las diferentes estaciones. Sus principales características son:

- Representación conjunta de todas las estaciones y componentes de la red
- Configuración totalmente gráfica de las distintas estaciones
- Vista en varias líneas de todos los componentes del proyecto
- Interconexión de estaciones conectando las interfaces de comunicación con un clic.
- Posibilidad de integrar en un proyecto varios controladores, dispositivos HMI, estaciones SCADA y estaciones PC
- Copiar/pegar estaciones enteras con su configuración incluida, o módulos de hardware individuales

3.7.3 Vista de dispositivos. Los distintos dispositivos se parametrizan y configuran en la vista de dispositivos.

Figura 71. Vista de dispositivos



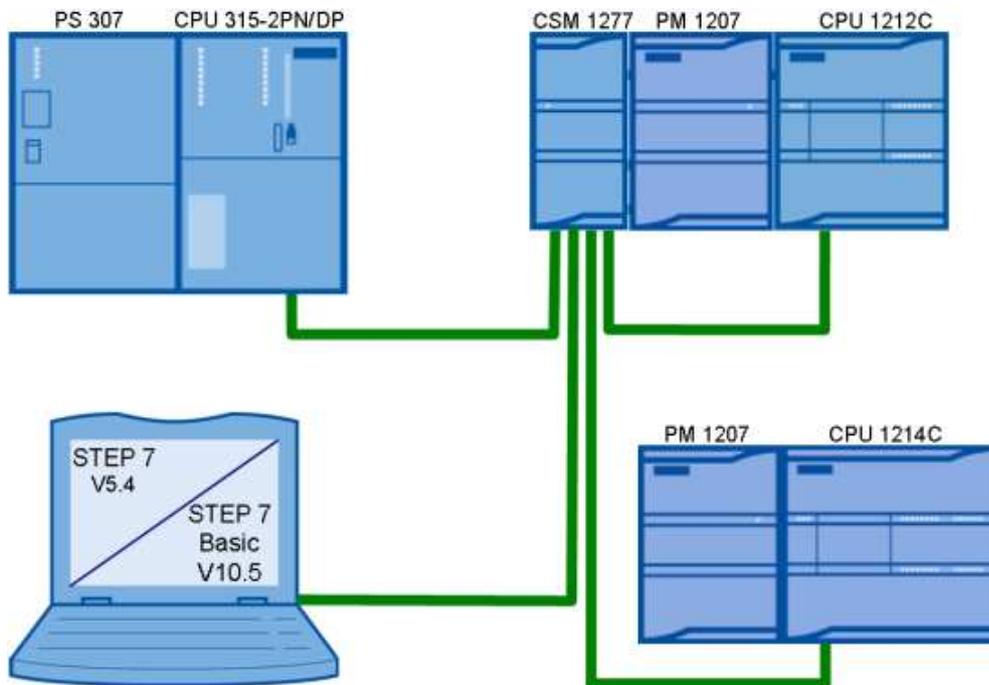
Fuente: www.support.automation.siemens.com

Vista de dispositivos permite configurar de hardware en simulación realista. Siendo sus características fundamentales:

- Almacenamiento intermedio de módulos de hardware configurados y reutilización en otro controlador.
- A partir de un nivel de zoom de 200%, las E/S se muestran con sus nombres simbólicos o sus direcciones.
- Lectura automática del hardware existente
- Búsqueda de texto completo en el catálogo de hardware
- Posibilidad de filtrar el catálogo de hardware en los módulos utilizables en cada momento
- Todos los parámetros y datos de configuración se muestran de modo jerárquico y sensible al contexto

3.7.4 Vista de topología. En la Vista de topología se muestra la interconexión real de los dispositivos PROFINET.

Figura 72. Vista de topología



Fuente: www.support.automation.siemens.com

La periferia descentralizada conectada a PROFINET se configura en la vista de redes. En este caso se visualizan de modo gráfico los controladores y la periferia descentralizada asignada a ellos. Esto simplifica el manejo de sistemas complejos y evita perder la perspectiva en los proyectos de gran envergadura.

3.8 Simatic WinCC. [34]

El paquete de software Simatic WinCC constituye el entorno de desarrollo de Siemens en el marco de los SCADA para visualización y control de procesos industriales.

Figura 73. Paquete de software WinCC



Fuente: www.automation.siemens.com/simatic-wincc-flexible.pdf

Sus características más importantes se pueden resumir en:

1. Arquitectura de desarrollo abierta (programación en C)
2. Soporte de tecnologías Active X
3. Comunicación con otras aplicaciones vía OPC
4. Comunicación sencilla mediante drivers (código que implementa el protocolo de comunicaciones con un determinado equipo inteligente) implementados
5. Programación online: no es necesaria detener la runtime del desarrollo para poder actualizar las modificaciones en la misma

3.8.1 Entrar al WinCC. A la hora de entrar al Windows Control pueden darse tres circunstancias:

1. Que no hubiera ningún proyecto abierto anteriormente, con lo que se nos pedirá crear o abrir un nuevo proyecto.
2. Que anteriormente hubiese ya abierto un proyecto, pero no se hubiese arrancado el runtime, con lo que entraremos al modo de desarrollo de WinCC.
3. Que anteriormente hubiese un proyecto y que estuviese arrancado el runtime, con lo que automáticamente entraremos al modo runtime.

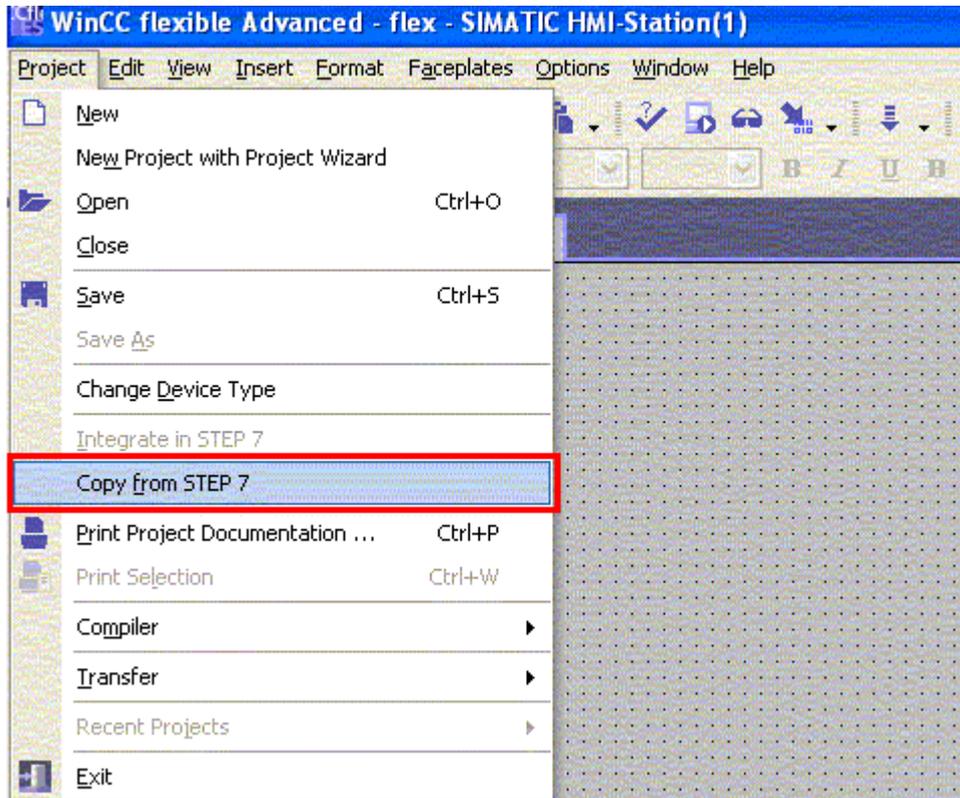
Figura 74. Entrar al WinCC



Fuente: www.support.automation.siemens.com

3.8.2 Imágenes y plantillas en WinCC. El software WinCC permite crear imágenes para manejar y visualizar máquinas e instalaciones. Para crear imágenes se dispone de objetos predefinidos para reproducir la instalación, visualizar los distintos procesos y especificar valores de proceso.

Figura 75. Imágenes y plantillas en WinCC



Fuente: www.industry.siemens.com

A cada panel de operador le corresponde en el proyecto una plantilla, en la que se pueden configurar las teclas de función y los objetos del proyecto de forma centralizada. Todas las imágenes que se basan en la plantilla contienen las teclas de función y los objetos configurados en ella. Si se modifica un objeto o la asignación de una tecla de función en la plantilla, el objeto o tecla también se modifica en todas las imágenes que se basan en la plantilla.

3.9 Simatic WinCC V11, un software para HMI y SCADA

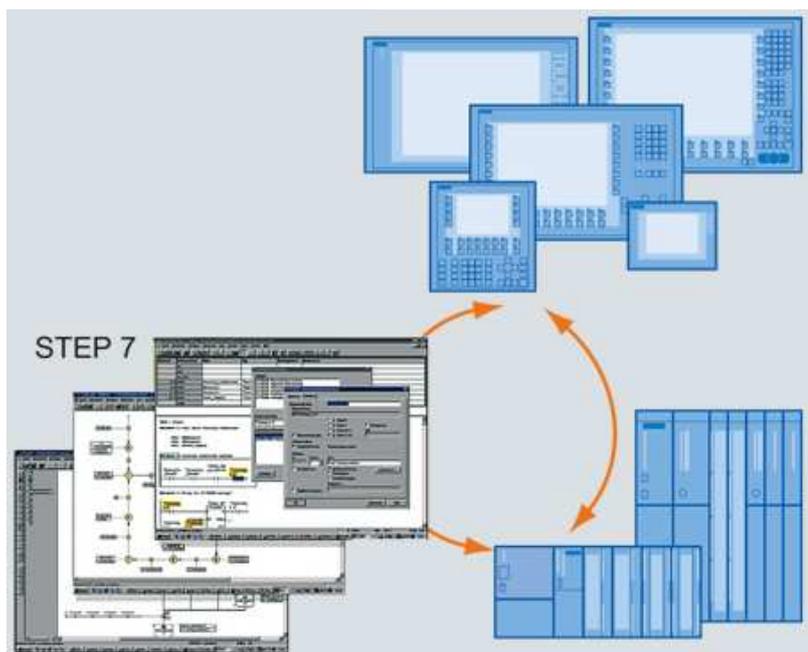
El programa de paneles SIMATIC HMI abarca desde Basic Panels, que ofrecen una funcionalidad básica para tareas de visualización de poca envergadura, hasta Panel PC, con los que también se pueden resolver tareas SCADA, sin olvidar los Mobile Panels y Multi Panels de alto rendimiento.

Todos los paneles SIMATIC se pueden configurar en el TIA Portal con ayuda de SIMATIC WinCC V11, pues ofrece un sistema de ingeniería homogéneo que abarca desde tareas HMI sencillas hasta aplicaciones SCADA. Una oferta escalable de paquetes garantiza una excelente relación precio-rendimiento, optimizada para cada sistema de destino y cada tarea.

SIMATIC STEP 7 V11 contiene el potente software de HMI SIMATIC WinCC Basic, para una programación y configuración eficientes de los Basic Panels. La eficiencia en ingeniería significa poder utilizar directamente en el proyecto valores de proceso del controlador simplemente asignándolos mediante arrastrar y colocar. El HMI forma parte del proyecto conjunto, de modo que se garantiza en todo momento la coherencia de los datos. Pueden definirse de modo centralizado las conexiones entre el HMI y el controlador. Puede crearse diferentes plantillas y asignarlas también a otras pantallas,

La integración completa de la funcionalidad HMI garantiza una configuración a un tiempo sencilla, efectiva y eficiente de los Basic Panels SIMATIC HMI. Los símbolos pueden asignarse mediante arrastrar y colocar a su correspondiente hardware; de este modo pueden también conectarse fácilmente los enlaces entre el controlador y el HMI. Si se instala STEP 7 y WinCC en un ordenador, el TIA Portal integra ambos productos sin fisuras entre sí.

Figura 76. STEP 7 y WinCC: la interacción perfecta

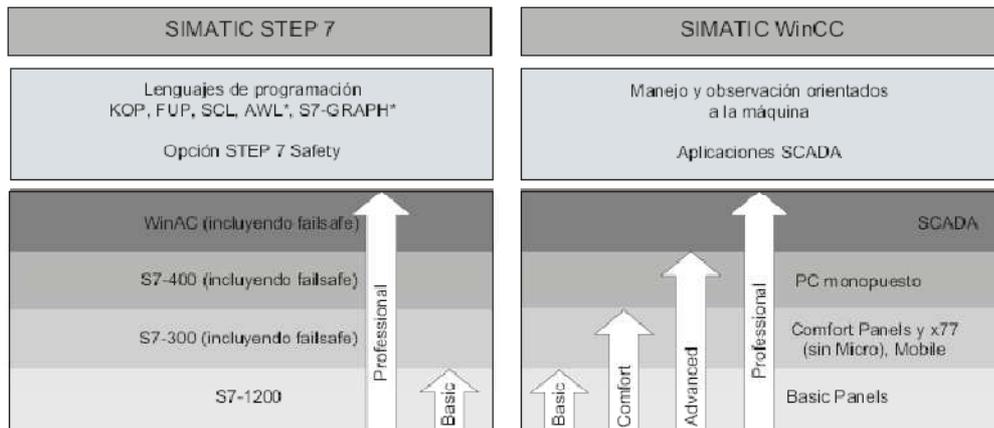


Fuente: www.industry.siemens.com

3.10 Descripción del sistema STEP 7 y WinCC.

El siguiente gráfico muestra el volumen de prestaciones de los distintos productos de STEP7 y WinCC:

Figura 77. Volumen de prestaciones de STEP7 y WinCC



Fuente: www.automation.siemens.com/simatic-wincc-flexibles.pdf

3.11 Acoplamiento del módulo de automatización

Figura 78. Montaje de los equipos S7-1200



Fuente: Autores

3.11.1 Requisitos para el montaje de los equipos S7-1200. Los equipos S7-1200 son fáciles de montar. El S7-1200 puede montarse en un panel o en un raíl DIN, bien sea horizontal o verticalmente. El tamaño pequeño del S7-1200 permite ahorrar espacio.

Los PLCs S7-1200 Simatic son controladores abiertos. Por este motivo, el S7-1200 debe montarse en una carcasa, un armario eléctrico o una sala de control. Sólo el personal autorizado debe tener acceso a la carcasa, el armario eléctrico o la sala de control. Si no se cumplen los requisitos de montaje, pueden producirse la muerte, lesiones corporales graves y/o daños materiales. Como regla general para la ubicación de los dispositivos del sistema, los aparatos que generan altas tensiones e interferencias deben mantenerse siempre alejados de los equipos de baja tensión y de tipo lógico.

Al configurar la disposición del S7-1200 en el panel, se deben tener en cuenta los aparatos que generan calor y disponer los equipos electrónicos en las zonas más frías del armario eléctrico. Si se reduce la exposición a entornos de alta temperatura, aumentará la vida útil de cualquier dispositivo electrónico.

3.11.2 Descripción del montaje mecánico. El montaje mecánico del *módulo de automatización* se la realizó utilizando el diagrama del plano mecánico, en el cual constan las dimensiones del equipo. La estructura de nuestro modulo es utilizada para sostener los diversos equipos de automatización y accesorios.

El módulo tanto en su diseño como en la construcción se basan en las recomendaciones del fabricante de los equipos de automatización y en los módulos traídos desde Alemania por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil USCG y que nos fueron facilitados en la Gira Técnica a las instalaciones de dicha universidad.

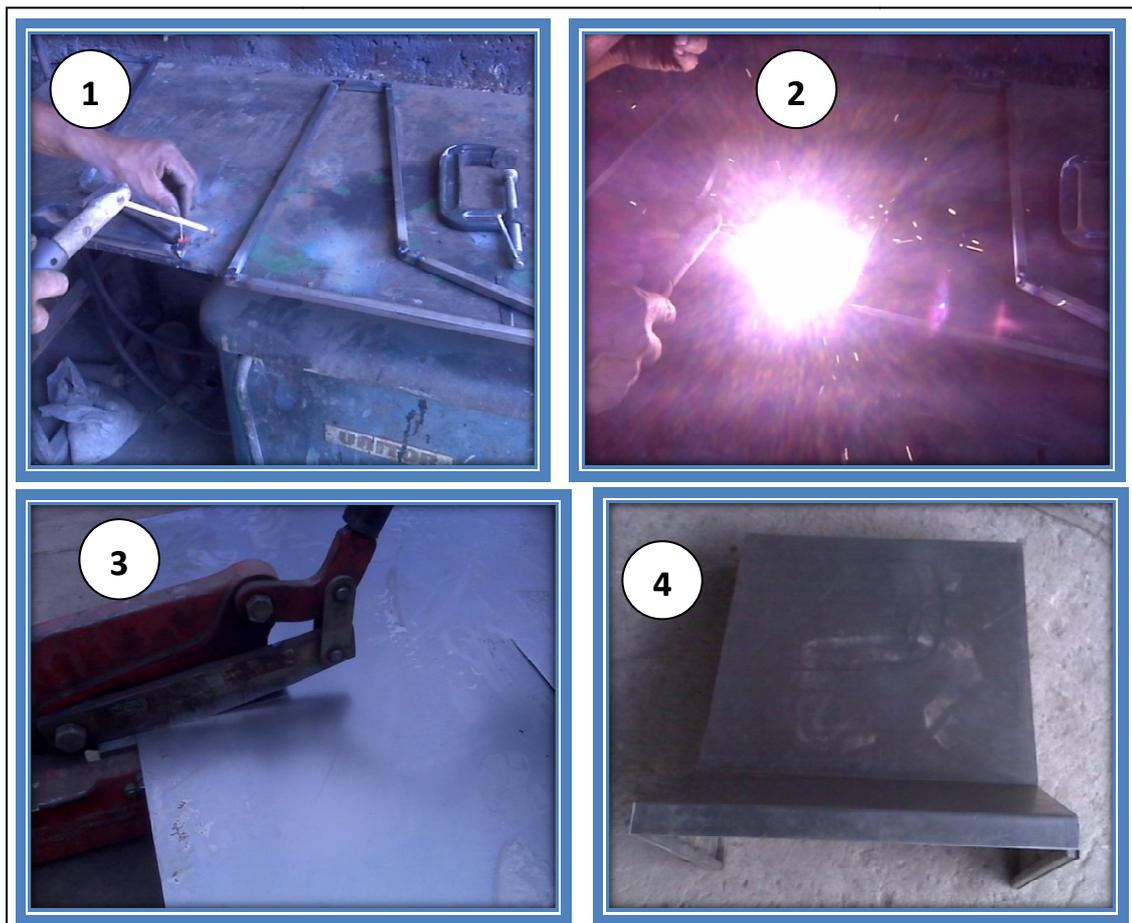
Figura 79. Vista de la estructura del módulo de automatización industrial



Fuente: Autores

La estructura metálica está construida con tubo cuadrado de \varnothing por 1mm de espesor, forrada con tol negro de 2mm y pintada de color negro con pintura electrostática proceso que aumenta la resistencia a la corrosión en todos los medios, en consecuencia este proceso seleccionado es ideal para el ambiente externo donde se ubica el módulo didáctico dentro del laboratorio al que será designado.

Figura 80. Proceso de construcción del módulo.



Fuente: Autores

1. Corte de la plancha de tol.
2. Inicio de proceso de soldadura de la estructura del modulo.
3. Proceso de soldadura de la estructura.
4. Forraje de la estructura modular.

Además está diseñado de tal manera que permita modificar, e implementar otros elementos de acuerdo a las necesidades y alcances que se necesite llegar con la estructura.

Posteriormente se procederá al dimensionamiento y ubicación de todos los elementos que constituirán el presente proyecto, entre los equipos y dispositivos que estarán sujetos a ubicación y dimensionamiento se encuentra:

- Estructura modular
- Controlador Lógico Programable (PLC)
- Panel Operador

Figura 81. Espacio necesario para el montaje de los elementos.



Figura 82. Vista de los elementos montados en el módulo.



Antes de realizar el montaje mecánico, todas las piezas se las debe limpiar en aquellas partes que se realizó, el corte, el taladrado, ya sea con lija de hierro o lima. El módulo al ser armado debe estar completamente alineado y colocado algunos tornillos en posición de ajustar, para luego de una manera alternada realizar el ajuste respectivo.

Figura 83. Herramientas de montaje. .



Tanto el hilo de la rosca como los pernos no deben estar deterioradas ya que esto nos ocasionaría un mal ajuste entre piezas, lo que puede determinar un mal funcionamiento de todo el sistema.

3.11.3 Descripción del montaje eléctrico. Es importante tomar en cuenta para realizar este montaje, los equipos con los cuales se van a implementar los sistemas de control, es así como se describirá el montaje eléctrico desde el punto de vista del controlador; salidas (electroválvulas, luz piloto), entradas (sensores, pulsadores).

La CPU dispone de una fuente de alimentación interna que suministra energía eléctrica, los módulos de señales, la signal board y los módulos de comunicación, así como otros equipos consumidores de 24 V DC.

Toda CPU suministra alimentación tanto de 5 V DC como de 24 V DC:

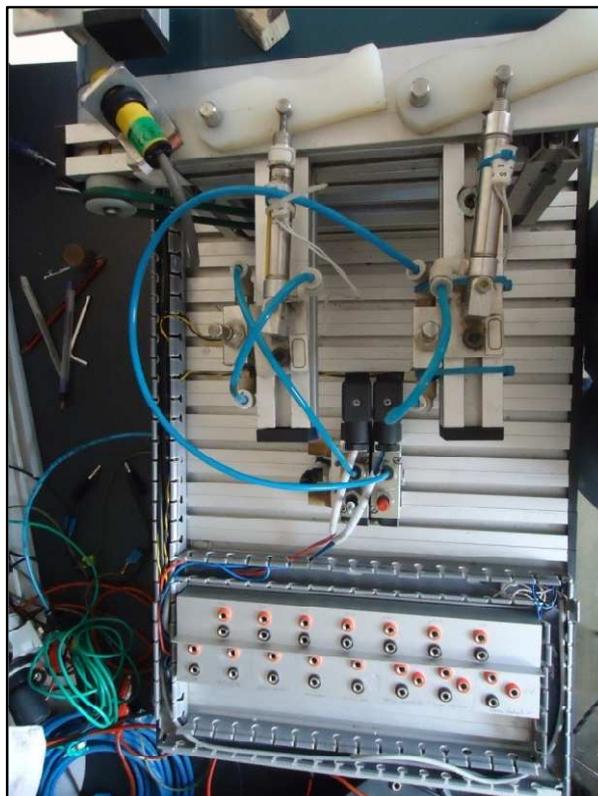
1. La CPU suministra 5 V DC a los módulos de ampliación cuando son conectados. Si el consumo de 5 V DC de los módulos de ampliación excede la corriente que ofrece la CPU, habrá que desconectar tantos módulos de ampliación como sea necesario para no excederla.

2. Toda CPU incorpora una fuente de alimentación de sensores de 24 V DC que puede suministrar 24 V DC a las entradas locales, o bien a las bobinas de relé de los módulos de ampliación. Si el consumo de 24 V DC excede la corriente disponible de la CPU, es posible agregar una fuente de alimentación externa de 24 V DC para suministrar 24 V DC a los módulos de ampliación. La alimentación de 24 V DC debe conectarse manualmente a las entradas o bobinas de relé.

Advertencia: Si se conecta una fuente de alimentación externa de 24 V DC en paralelo con la fuente de alimentación DC de sensores, podría surgir un conflicto entre ambas fuentes, ya que cada una intenta establecer su propio nivel de tensión de salida.

Este conflicto puede reducir la vida útil u ocasionar la avería inmediata de una o ambas fuentes de alimentación y, en consecuencia, el funcionamiento imprevisible del PLC. El funcionamiento imprevisible puede producir la muerte, lesiones corporales graves y/o daños materiales.

Figura 84. Alimentación DC de sensores



La fuente de alimentación DC de sensores de la CPU y cualquier fuente de alimentación externa deben alimentar diferentes puntos. Se permite una conexión común de los cables neutros.

Algunos puertos de entrada de alimentación de 24 v del sistema PLC están interconectados y tienen un circuito lógico común que conecta varios bornes M. La fuente de alimentación de 24v de la CPU, la entrada de alimentación de las bobinas de relé, o bien una fuente de alimentación analógica sin aislamiento galvánico son ejemplos de circuitos interconectados si no tienen aislamiento galvánico según las hojas de datos técnicos. Todos los bornes M sin aislamiento galvánico deben conectarse al mismo potencial de referencia externo.

Si los bornes M sin aislamiento galvánico se conectan a diferentes potenciales de referencia, circularán corrientes indeseadas que podrían averiar o causar reacciones inesperadas en el PLC y los equipos conectados.

3.11.4 Dimensiones del equipo. En la tabla podemos observar las dimensiones y el peso aproximado del módulo de automatización. La estructura se construirá de acuerdo a las siguientes medidas:

Tabla 3. Dimensiones de la estructura modular.

Dimensiones	mm
Alto(A)	500
Largo(B)	450
Ancho(C)	400

Fuente: Autores

3.11.5 Materiales utilizados. Los materiales utilizados para el ensamblaje mecánico se detallan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 4. Materiales utilizados para el montaje.

Descripción	Unidades
Tubo cuadrado de $\frac{1}{2}$ "	6

Tool negro de 2mm	2
Pintura electroestática	2
Pulsadores	4
Selectores.	4
Pernos reguladores de altura de 5/16" x 7/8"	20
Guías de perno regulador de altura de 5/16"	20

Fuente: Autores

3.11.6 Herramientas y equipos utilizados. Las herramientas utilizadas en la construcción del módulo se detallan a continuación:

- Arco de sierra.
- Hexagonales
- Brocas
- Calibrador pie de rey.
- Escuadra
- Martillo
- Tornillo de banco
- Rayador
- Cizalla
- Remachadora
- Alicates
- Peladora de cable
- Saca bocados

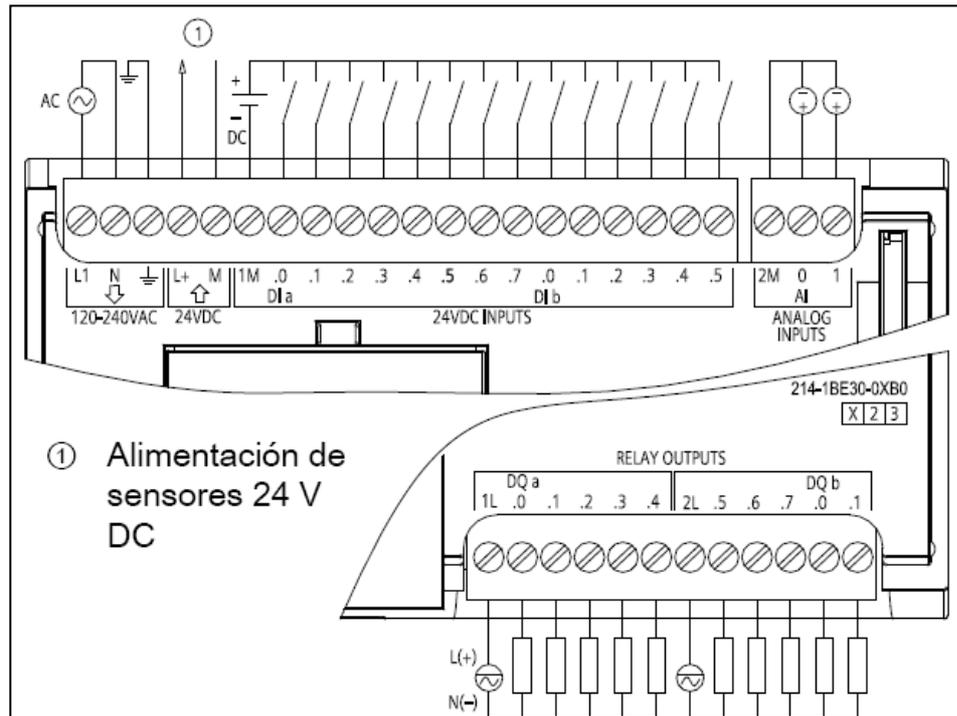
Los equipos utilizados en la construcción del módulo se detallan a continuación:

- Soldadora eléctrica
- Taladro eléctrico.
- Amoladora

- Multímetro
- Dobladora de tool.
- Cautín
- Compresor

3.12 Diagrama de cableado del S7-1200. [35]

Figura 85. Diagrama de cableado del S7-1200



Fuente: www.swe.siemens.com//S71200-GETTINGSTARTER.pdf

La puesta a tierra y el cableado correctos de todos los equipos eléctricos es importante para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema y aumentar la protección contra interferencias de la aplicación y del S7-1200.

3.13 Ensamble de módulo de laboratorio para la simulación de procesos.

El módulo diseñado y construido está compuesto por los elementos necesarios para el aprendizaje, manejo, adiestramiento y desarrollo de proyectos de automatización de procesos industriales con la utilización de Controladores Lógicos Programables (PLCs) y Paneles operadores para el Interfaz Hombre Máquina (HMI), encaminado en el estudio de automatización y simulación de procesos industriales.

Figura 86. Vista del módulo didáctico ensamblado.



Fuente: Autores

El módulo permite la introducción de programas realizados en lenguaje de programación hacia el PLC y el panel operador y la comprobación del correcto funcionamiento del programa mediante la utilización de dispositivos reales conectados a las entradas y salidas digitales.

El autómata Simatic S7-1200 es considerado como el cerebro del módulo puesto que carga las diversas programaciones enfocadas en la automatización de los diferentes procesos industriales.

Por recomendaciones del fabricante y tomando en cuenta normas de ergonomía el PLC estará ubicado en la parte de debajo de nuestra HMI, esto facilitará una visualización clara del funcionamiento del autómata cuando esté en modo RUN o cuando el programa esta funcionando de igual manera nos facilita las operaciones de mantenimiento, a la vez nos proporciona facilidad en el momento del cableado con los dispositivos utilizados para el funcionamiento de nuestro autómata.

Figura 87. Vista frontal de la ubicación del Autómata

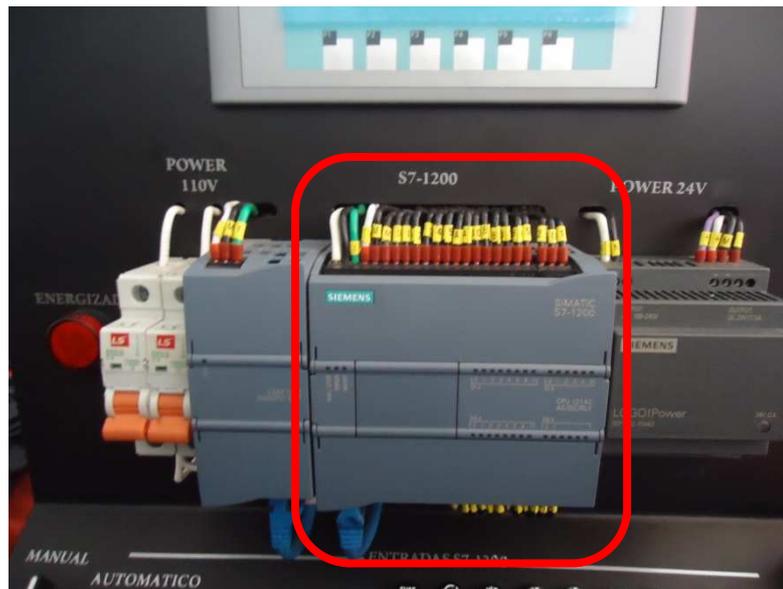


Figura 88. Vista Lateral del PLC



Para facilitar del manejo del panel operador y buscando la ubicación didáctica ideal se ha establecida que se lo debe ubicar en la parte superior del autómata.

Consiguiendo así una mejor visualización de las diversas interfaces gráficas al usuario consiguiendo también poder realizar las interfaces táctiles ya que el panel de control de la pantalla nos permitirá activar y desactivar el accionar de nuestro prototipo realizando así el control SCADA programado.

Figura 89. Espacio para ubicar el panel operador



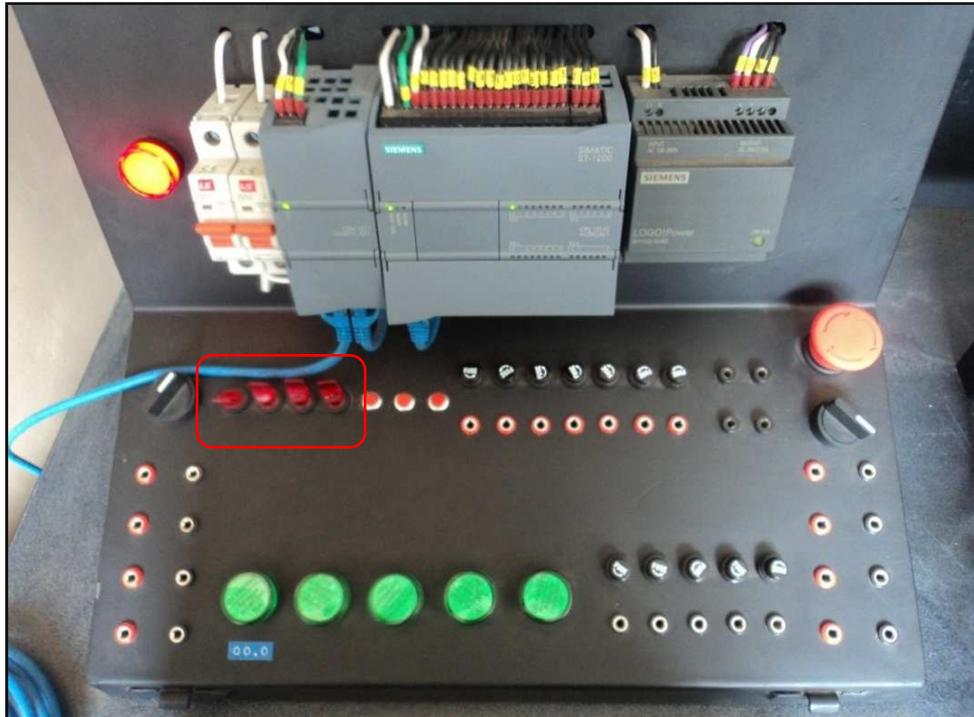
3.14 Entradas y salidas del módulo

Al utilizar en nuestro módulo el autómata Simatic S7-1200 contaremos con 14 entradas y 10 salidas todas digitales, mismas que están distribuidos ergonómicamente en nuestro módulo, además contamos con dos entradas analógicas mismas que tienen un espacio específico dentro de nuestro diseño.

La principal razón de proponer este nuevo diseño es poder realizar la simulación de procesos y realizar un control SCADA sin realizar cableado excesivo, por lo en nuestro módulo las entradas y salidas se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

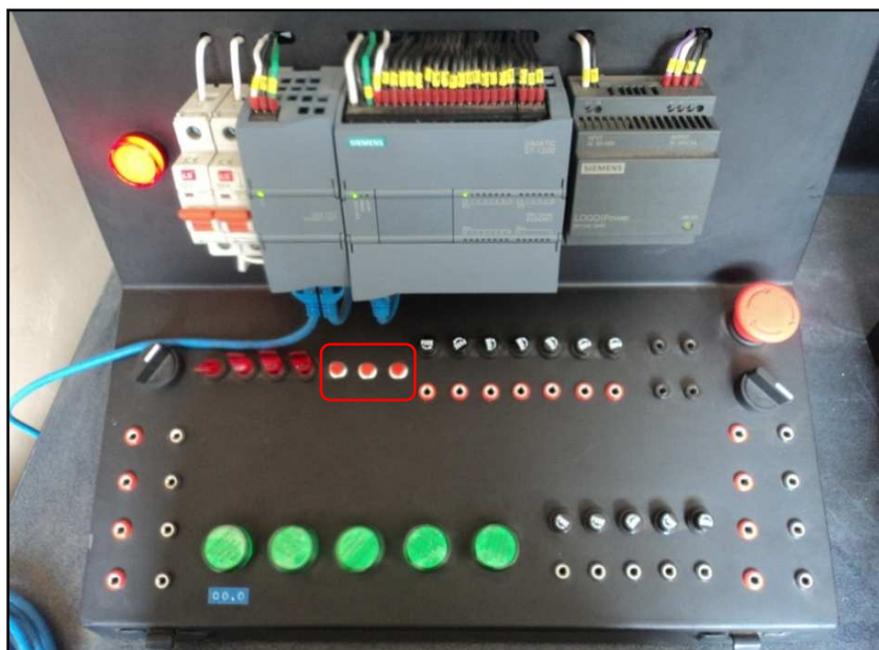
Entradas: I 0.0, I 0.1, I 0.2, I 0.3, están conectadas a interruptores de dos posiciones, estos envían señales de 24 v directamente al autómata.

Figura 90. Entradas conectadas a interruptores de dos posiciones.



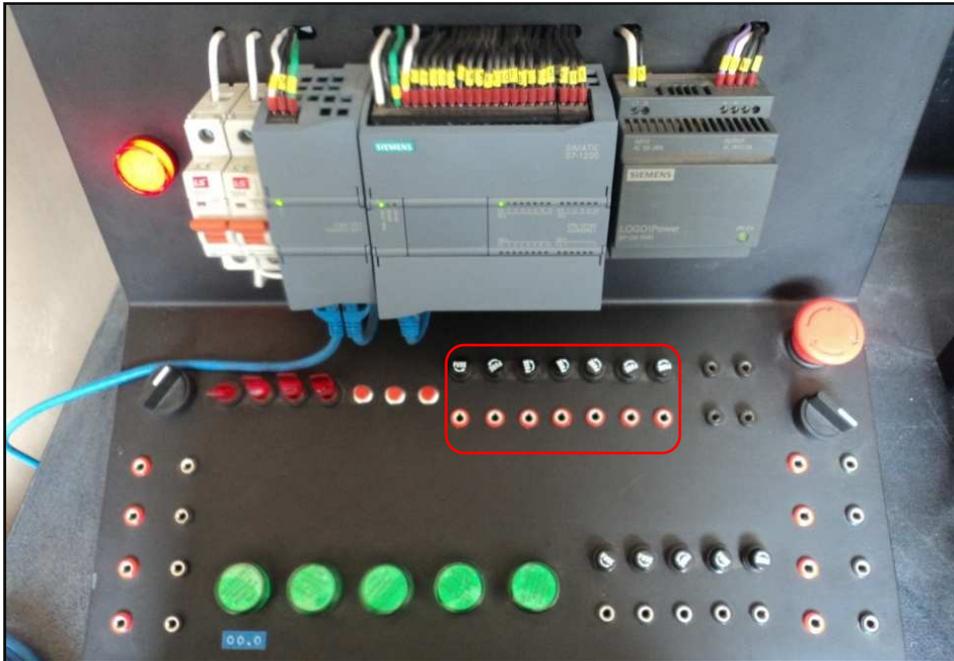
Entradas: I 0.4, I 0.5, I 0.6, están conectadas a pulsadores N.A estos envían señales de 24 v directamente al autómata simulando así señales provenientes de sensores.

Figura 91. Entradas conectadas a pulsadores N.A.



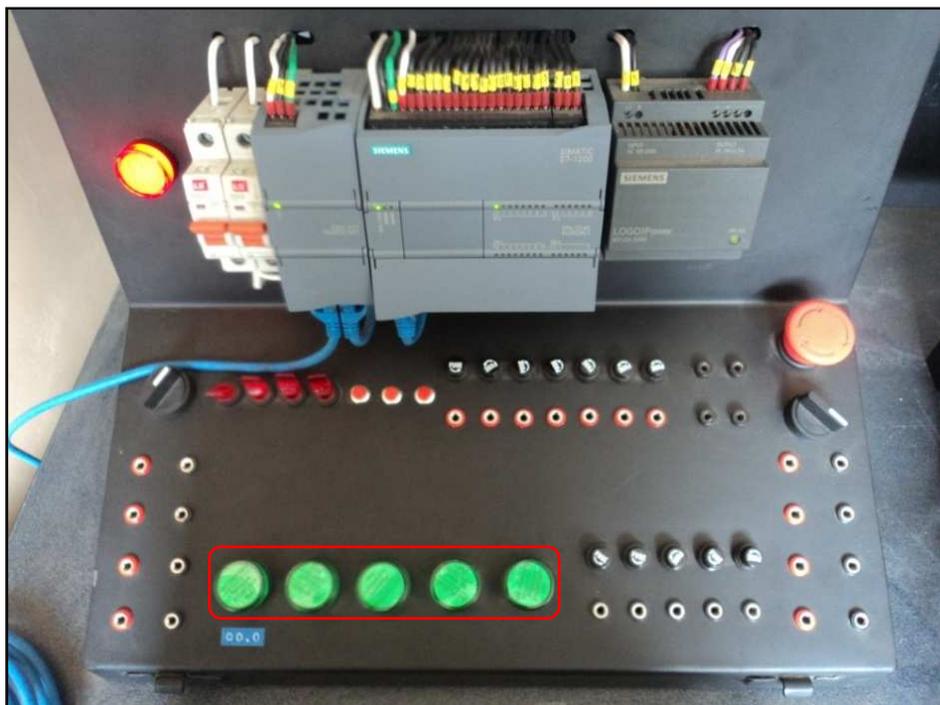
Entradas: I 0.7, I 1.0, I 1.1, I 1.2, I 1.3, I 1.4 , I 1.5 están conectadas a conectores o jacks, estos son utilizados para la recepción de señales digitales exteriores.

Figura 92. Entradas disponibles para señales.



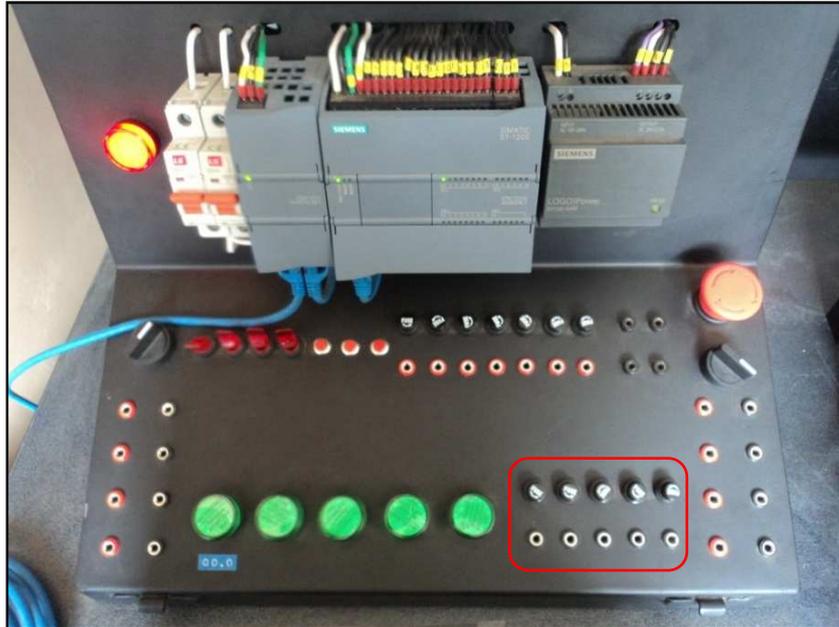
Salida: Q 0.0, Q 0.1, Q 0.2, Q 0.3, Q 0.4 están conectadas a lámparas de señalización piloto de 24 V.

Figura 93. Salidas conectadas a lámparas de señalización.



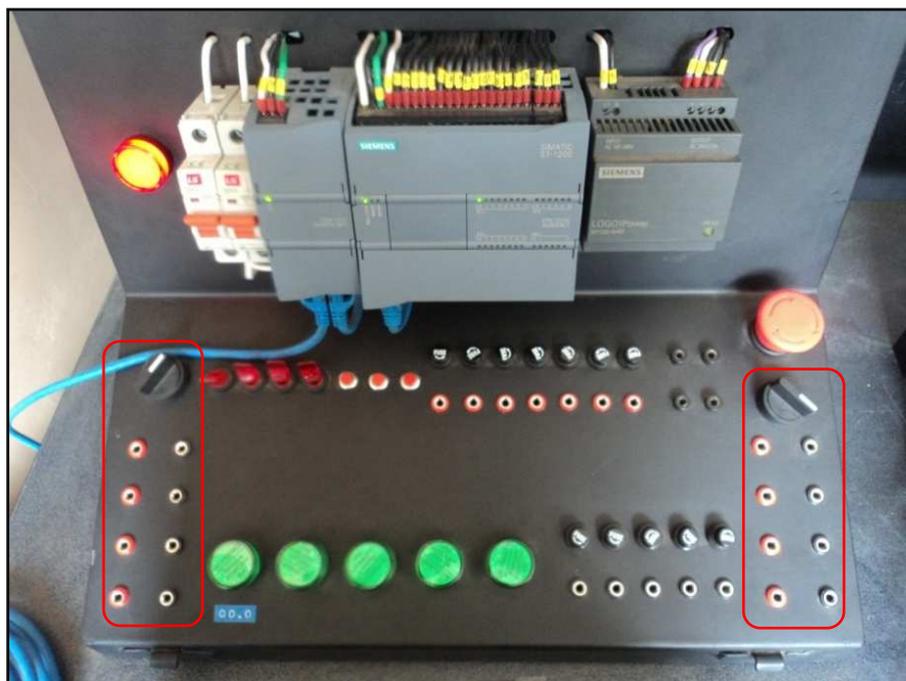
Salida: Q 0.5, Q 0.6, Q 0.7, Q 0.8, Q 0.9 están conectadas a conectores o jacks de 24 V, estas se encuentran protegidas por un fusible de 0.5 A evitando así el daño de las mismas.

Figura 94. Salidas disponibles para actuadores.



Salida: a 24 voltios de DC. Están conectadas a conectores o jacks, estas se encuentran a los lados del módulo y se activan por un interruptor de posición.

Figura 95. Salidas de 24v del módulo



3.15 Consideraciones sobre el montaje del módulo

3.15.1 Pautas para el montaje mecánico. Las bondades que tiene un módulo de automatización, no debe atenuarse por una mala instalación, es por ello, que daremos algunos criterios básicos para el montaje e instalación de estos equipos. Los módulos periféricos de los PLCs se alojan mecánicamente a un perfil o bastidor normalizado.

Es importante mencionar que los módulos de un PLC se consideran medios operativos abiertos, es decir, deben estar instalados siempre en cajas, armarios o locales de servicio eléctrico accesible únicamente mediante una llave o una herramienta.

Para poner en funcionamiento el módulo de automatización se requieren de varios componentes:

- Perfil soporte
- Fuente de alimentación
- Unidad central de proceso
- Módulos de señal
- Módulos de función
- Procesadores de comunicaciones.

El montaje de un PLC puede realizarse en forma horizontal o vertical tomando en cuenta la temperatura máxima permisible, el modelo de PLC, los componentes y la aplicación del módulo al que ha sido destinado el autómatas. Así mismo, hay que tener en cuenta las separaciones mínimas para evacuar el calor disipado.

3.15.2 Pautas para el montaje eléctrico. Si bien hemos dado las pautas para el montaje mecánico, es necesario saber que consideraciones tomar para el cableado.

- No tender cables de señal cerca de cables de potencia paralelos.
- Tender lo más cerca posible los cables de señal y su línea equipotencial asociada.
- Tender todas las líneas siempre muy próximas a superficies de masa.

3.15.3 *Prescripciones para el funcionamiento del módulo.* Las prescripciones más importantes a tomar en cuenta son:

- Dispositivos de paro de emergencia
- Arranque de la instalación tras determinados eventos
- Tensión de red
- Alimentación de 24VDC
- Reglas para el consumo de corriente y potencia disipada.
- Señalización de entradas y salidas de forma secuencial.
- Protecciones a las salidas debidamente dimensionadas.

3.15.4 *Medidas contra interferencias.* Se detalla las principales medidas para evitar interferencias.

- **Separación especial entre equipos y líneas**

Los campos magnéticos o alternos de baja frecuencia por ejemplo 50 Hz solo pueden atenuarse sensiblemente a un costo elevado. Estos problemas se pueden resolver con frecuencia sin más que dejar una separación lo mayor posible entre la fuente y el receptor de interferencia.

- **Puesta a masa de las piezas metálicas inactivas**

Otro factor importante para lograr una instalación inmune es una buena puesta a masa. Bajo puesta a masa se entiende la interconexión galvánica de todas las piezas metálicas inactivas.

- **Filtros para líneas de red y señal**

El filtrado de las líneas de red y de señal constituyen una medida para reducir las interferencias propagadas por las líneas dentro del armario no deberán aparecer en las líneas de alimentación y en las líneas de señal ningún tipo de sobretensiones.

CAPÍTULO IV

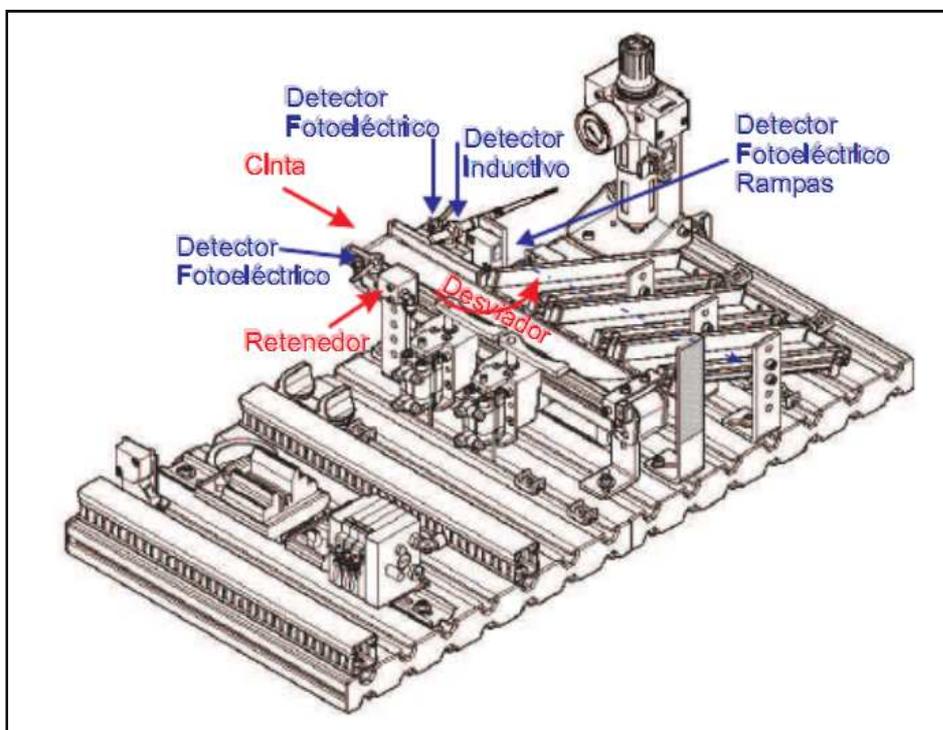
4. PROTOTIPO FABRIL

2.18 Introducción

Con la ayuda del prototipo fabril se pretende que el alumno controle un proceso real con diversas variables. El prototipo seleccionado para la aplicación real del módulo de automatización planteado en esta tesis es la estación de clasificación de piezas con cinta transportadora.

La estación de clasificación selecciona las piezas en tres rampas. Las piezas situadas al principio del transportador son detectadas por un sensor de reflexión directa. Los sensores antes del tope detectan las características de la pieza (negra, roja, metálica). Los desviadores clasificadores, accionados por cilindros de carrera corta, permiten dirigir las piezas a las rampas adecuadas. Un sensor de retro reflexión detecta el nivel de llenado de las rampas. [36]

Figura 96. Estación de selección.

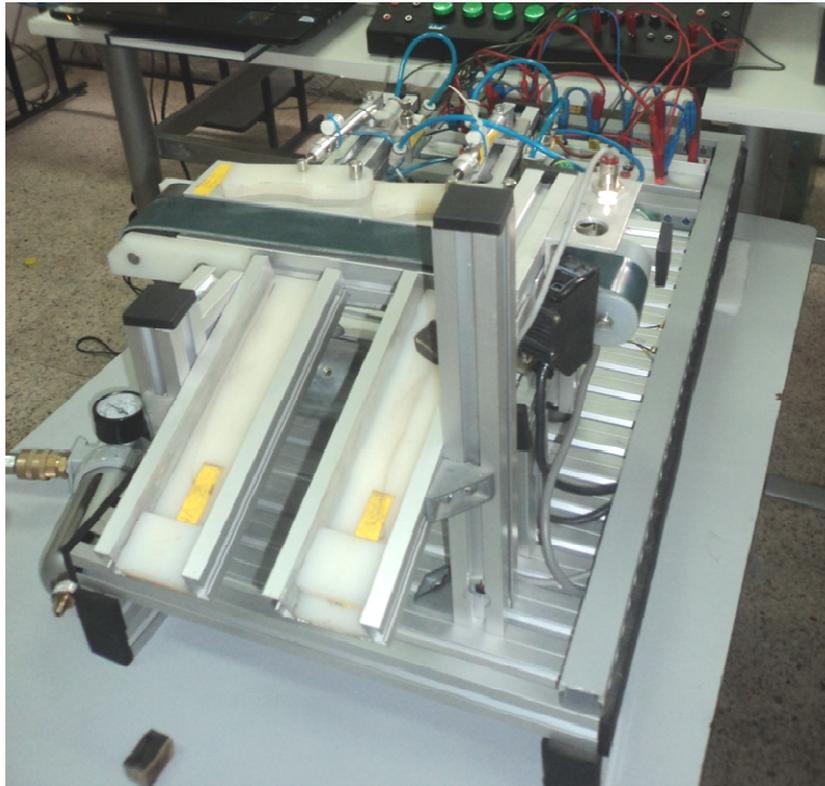


Fuente: www.festo-didactic.com/mx-es/automation-suite.htm

2.19 Fundamento teórico.

La estación descrita en la figura anterior recibe piezas de diferentes tipos procedentes de tres líneas de fabricación. Las piezas recibidas pueden ser: metálicas, no metálicas y negras, no metálicas y no negras. La función de la estación es identificar el tipo de pieza y clasificarla almacenando todas las del mismo tipo en una rampa concreta de donde serán retiradas por otro proceso. [37]

Figura 97. Rampas de la estación de selección.

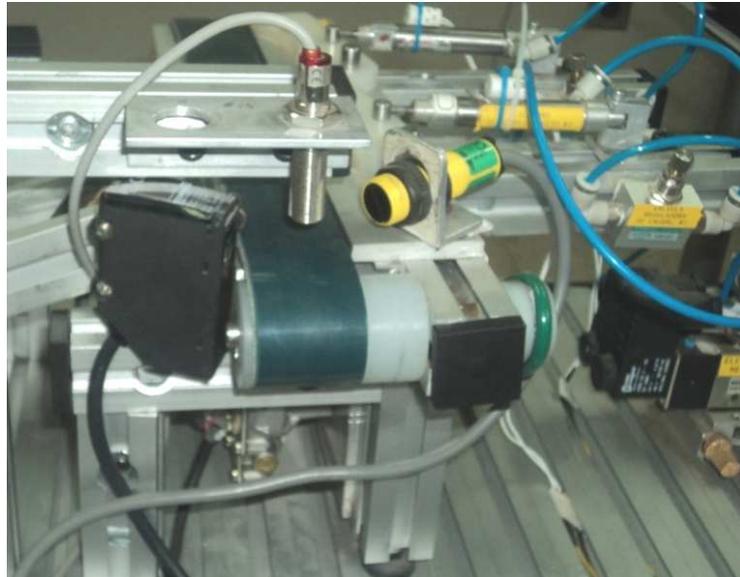


4.2.1 Descripción de la planta. Para describir la estación de clasificación de piezas detallamos las funciones de los principales elementos que la componen así tenemos:

1. Cinta transportadora accionada por motor eléctrico.
2. Almacenes. Se trata de un conjunto de 2 “toboganes” por donde deslizan las piezas.
3. Sensor óptico de color que detecta la existencia de una pieza de color a la entrada de la cinta transportadora.
4. Sensor capacitivo que detecta una pieza al principio de la cinta transportadora.

5. Sensor inductivo que detecta la existencia de una pieza metálica a la entrada de de la cinta transportadora.

Figura 98. Sensores a la entrada de la cinta transportadora



6. Botonera. Usaremos los botones stop para parar el motor de la cinta transportadora, el botón start para arrancar la cinta y el conmutador auto/manual para tener dos modos de operación: automático y manual.
7. Motor eléctrico para accionar la cinta transportadora.
8. Desviador neumático. Es un cilindro de simple efecto controlado por una electroválvula 3/2. En su estado normal el desviador se encuentra recogido

Figura 99. Desviadores neumáticos



Los sensores ópticos e inductivos detectan el color y el material de las piezas. Los cilindros de carrera corta detienen la pieza en el transportador y la pasan para clasificación a una de las dos rampas. [38]

4.2.2 Objetivos didácticos. Se detallan los principales objetivos didácticos:

1.- Mecánica:

- Dar el ajuste mecánico adecuado a la estación de selección.
- Seleccionar y montar los distintos actuadores.

2.- Neumática:

- Instalar los circuitos neumáticos con los componentes precisos.

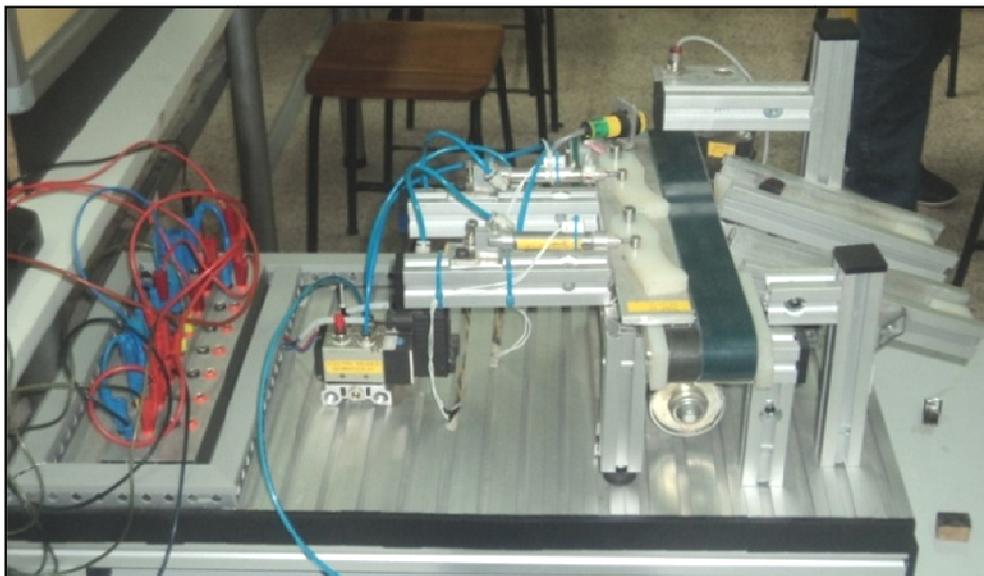
3.- Electricidad:

- Realizar el cableado de componentes eléctricos según el respectivo diagrama.
- Colocar los componentes eléctricos en regletas con terminales jacks para una mejor adaptación con el módulo.

4.- Sensores:

- Ubicar los sensores finales de carrera sobre los actuadores neumáticos.
- Verificar el funcionamiento de sensores ópticos e inductivos

Figura 100. Puesta a punto del prototipo



4.3 Implementación del prototipo fabril y el módulo de automatización.

Como ejemplo práctico de esta tesis planteamos la simulación y automatización de una estación de clasificación de piezas con cinta transportadora basada en actuadores electromecánicos y neumáticos, con el modulo de automatización mediante un autómeta programable de la serie S7 1200 y el panel operados KTP 600 Basic de Siemens.

Figura 101. Implementación de los módulos



La implementación se compone de dos partes:

- Realización de un diseño previo GRAFCET
- Implementación para comprobación sobre el prototipo fabril del laboratorio.

4.4 Diseño GRAFCET

Previo a la realización del diseño GRAFCET debemos establecer el funcionamiento deseado de la estación de selección mismo que será descrito a continuación.

En el funcionamiento general distinguiremos dos modos de operación, automático y manual que se seleccionarán mediante un conmutador en el modulo de automatización.

Funcionamiento de la cinta transportadora en el modo automático. La cinta transportadora se comienza a mover cuando el sensor óptico detecte una pieza en el comienzo. Se dejará de mover automáticamente cuando la pieza entre en alguno de los almacenes. También se parará el motor de la cinta cuando se pulse el botón STOP.

En el modo automático el conmutador manual/automático no deberá proporcionar ninguna señal al PLC para que este modo funcione. Si durante el modo automático se conmuta a manual durante el transporte de una pieza, la cinta deberá seguir moviéndose hasta que la pieza entre en alguno de los almacenes.

Funcionamiento de la cinta transportadora en el modo manual. En el modo manual la cinta comienza a moverse cuando se pulsa el botón denominado MOTOR diseñado en la HMI. La cinta se detiene cuando se deja de pulsar el botón MOTOR y se active algún desviador desde la misma HMI por parte del operador.

Funcionamiento de los desviadores. Los desviadores se utilizan para cerrar el paso a las piezas sobre la cinta transportadora y obligarlas a entrar en alguno de los dos almacenes.

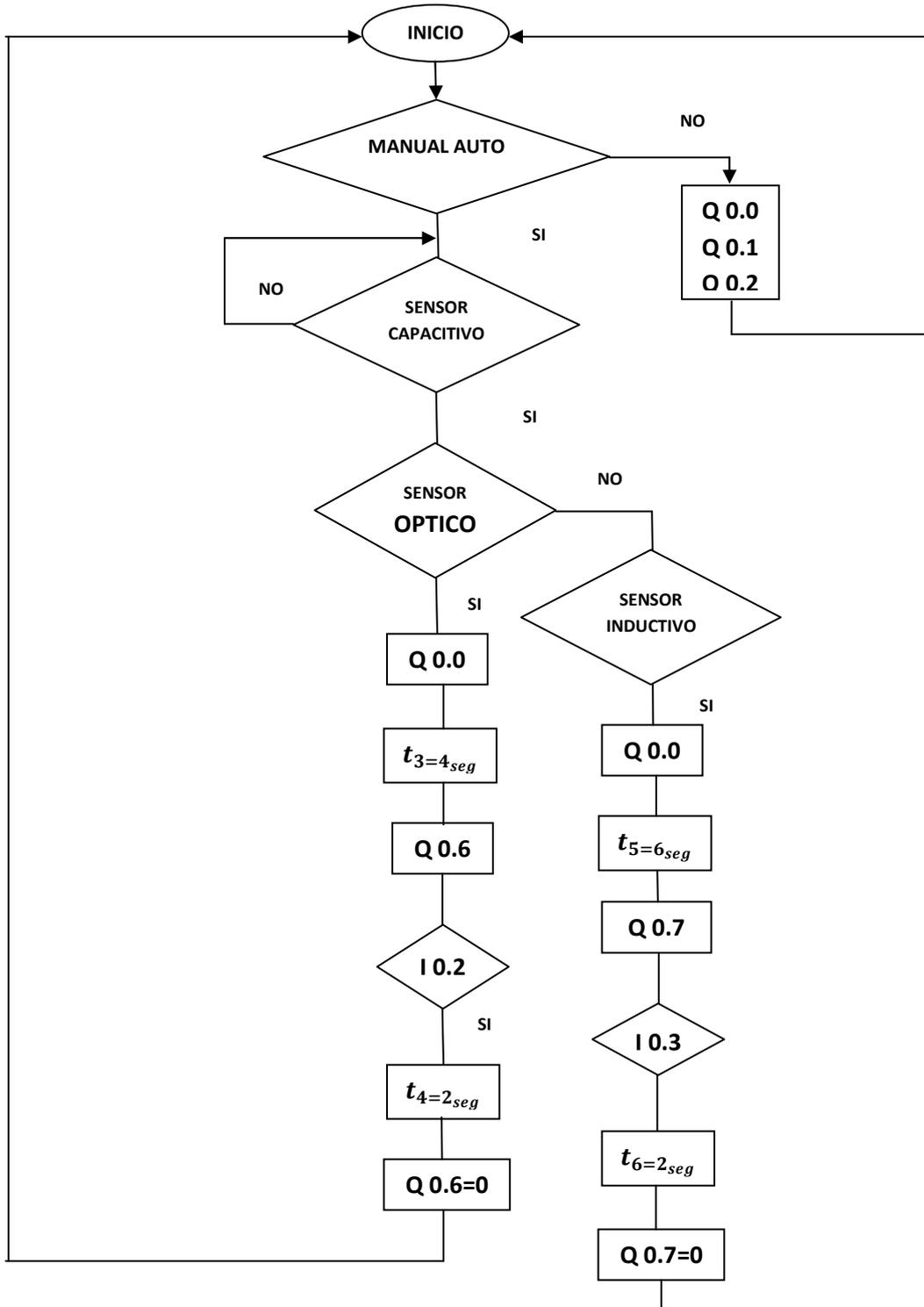
La primera regla a considerar es que los desviadores no pueden actuar de forma simultánea. Esto trata de evitar posibles fallos que pueden atascar el desviador (por ejemplo que una pieza coincida en la trayectoria al cerrarse el desviador).

La segunda regla a considerar es que la cinta transportadora debe moverse cuando el desviador se encuentre en la posición básica de retraído. Es decir no puede suceder en ningún caso que la cinta y el desviador estén moviéndose al mismo tiempo.

La tercera regla es que la señal del sensor capacitivo activará la cinta de transporte, la activación o no de los desviadores dependerá de las señales provenientes de los otros dos sensores, clasificando así a las piezas por color y tipificándolas por el material.

Con estas reglas en mente, estamos en la capacidad de diseñar un GRAFCET que se adecúe a las variables y condiciones de nuestro proceso, con el objetivo de que sea el punto de inicio para la programación de la estación de selección antes descrita. [39]

Figura 102. Grafcet propuesto para controlar el prototipo.



4.5 Programación con Totally Integrated Automation

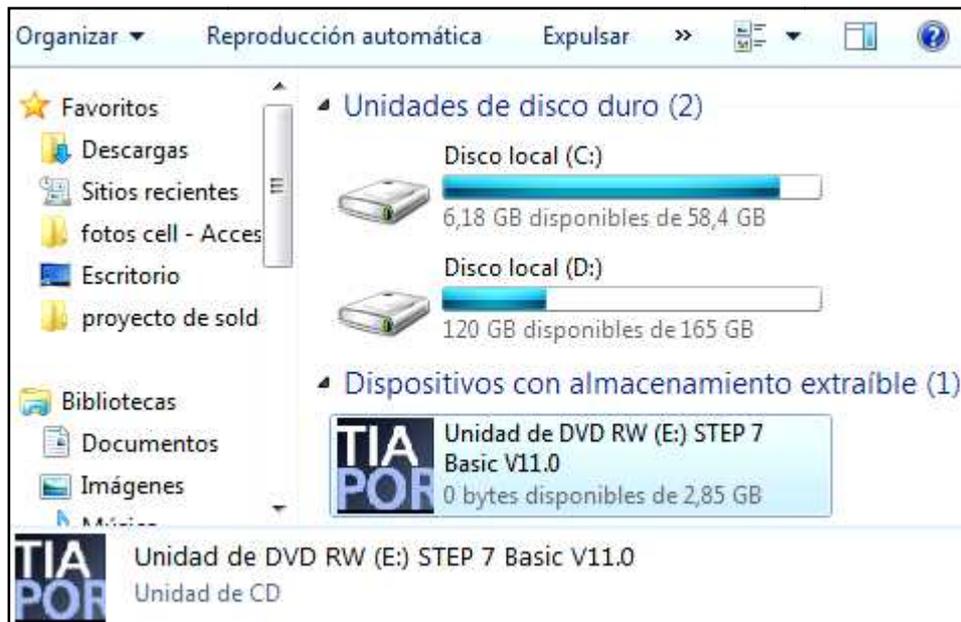
Presentamos el método empleado para automatizar la estación de selección en el entorno del S7-1200. Utilizamos el software Step 7 Basic, como herramienta en la que vamos a configurar, administrar y programar nuestros autómatas S7-1200 y la pantalla Basic Panel HMI KTP 600.

La herramienta es bastante intuitiva ya que esta guía fue hecha mientras era conectada por primera vez el Step 7 Basic, lo que demuestra que el software ha ganado mucho en sencillez. [40]

4.5.1 Metodología para crear el proyecto. La secuencia lógica de pasos para la elaboración de nuestro proyecto es la siguiente: [41]

Paso 1: “Abrir Aplicación” Ejecutamos la aplicación de Step 7 Basic V11.0

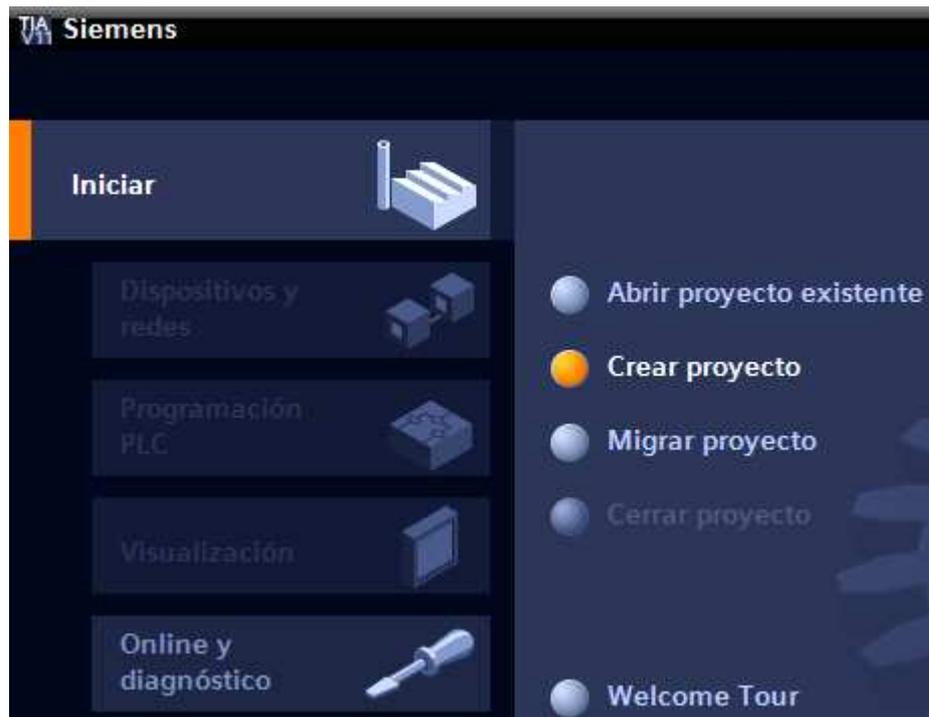
Figura 103. Ejecutar aplicación.



Fuente: www.industry.siemens.com

Paso 2: “Crear Proyecto Nuevo” Dentro de la pantalla de inicio nos aparece seleccionado por defecto la opción de “Abrir proyecto existente”. En la tabla nos aparecerán los proyectos que tengamos guardados en el PG/PC. Nosotros comenzaremos un proyecto desde cero, por lo que seleccionaremos “Crear proyecto”.

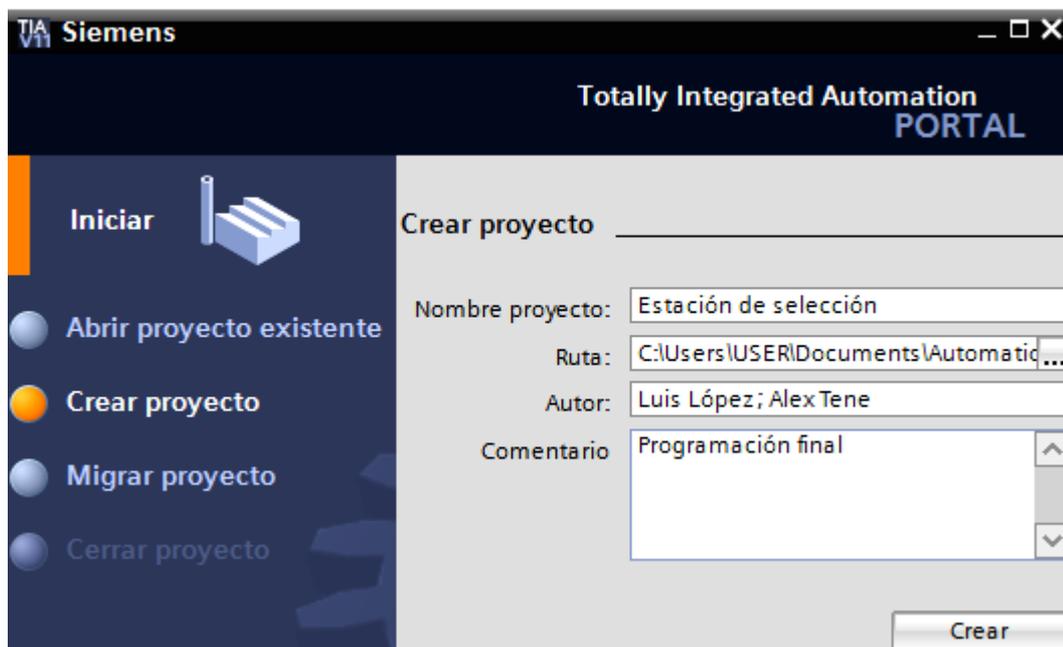
Figura 104. Crear proyecto nuevo.



Fuente: www.siemens.com/automation/support-request

Paso 3: "Información del Proyecto" Al seleccionar esta 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 esta información.

Figura 105. Llenar información del proyecto.



Fuente: Autores

Paso 4: "Primeros Pasos" Cuando le damos un clic a crear nos aparece la "Vista Portal" y nos selecciona por defecto "Primeros pasos". Desde aquí tenemos las siguientes opciones:

- 1.- "Configurar un dispositivo"
- 2.- "Crear programa PLC"
- 3.- "Configurar una imagen HMI".

Nosotros empezaremos por lo básico configurando la dirección IP. de nuestro equipo para lo que le daremos un clic a configurar dispositivo.

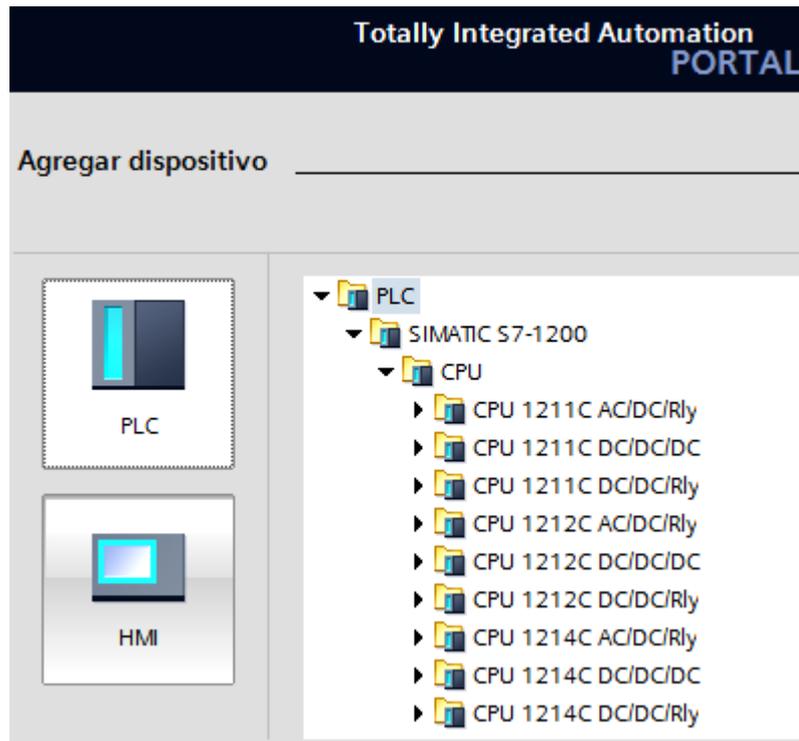
Figura 106. Configurar equipo.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

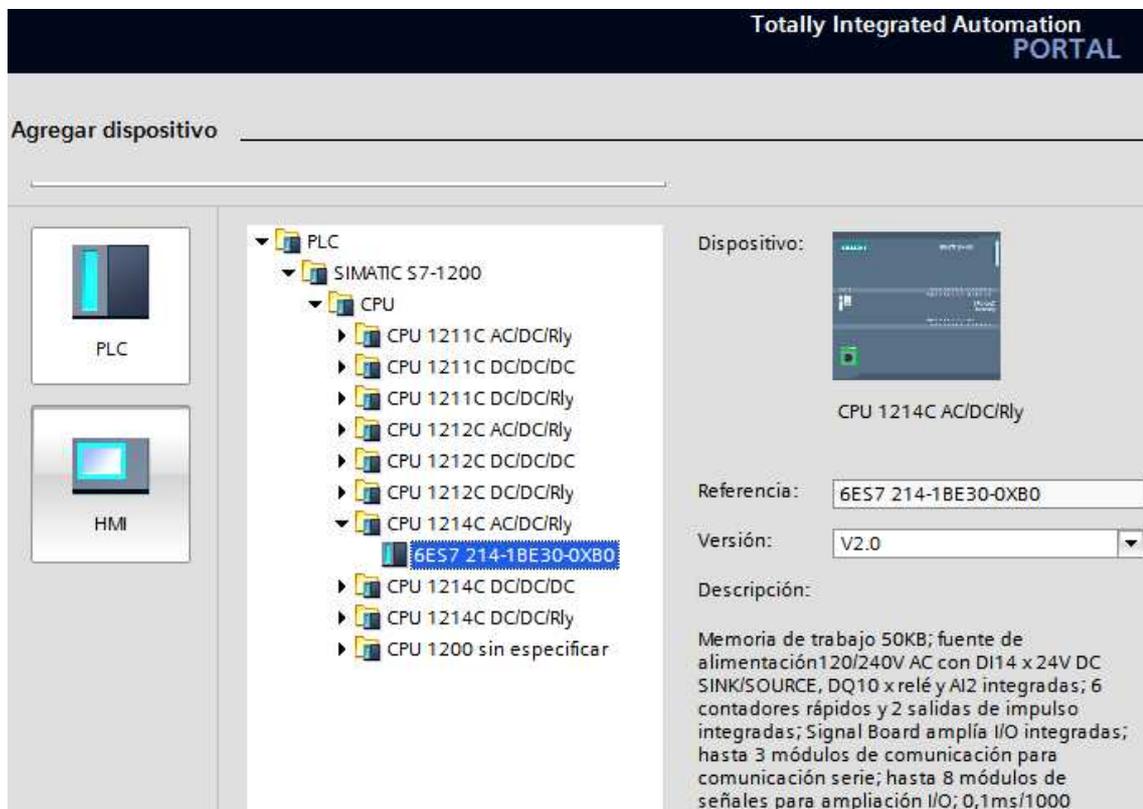
Paso 5: "Seleccionar CPU" Al darle un clic a "Agregar Dispositivo" tendremos dos opciones: PLC o Panel HMI. Nosotros comenzaremos por el PLC. Le damos clic al botón del PLC y nos aparecerá en la ventana de la derecha todas las CPU donde tendremos que seleccionar CPU 1214 C. Y le daremos un clic a Agregar.

Figura 107. Escoger PLC.



Fuente: www.industry.siemens.com

Figura 108. Seleccionar CPU.



Fuente: www.eb.automation.siemens.com

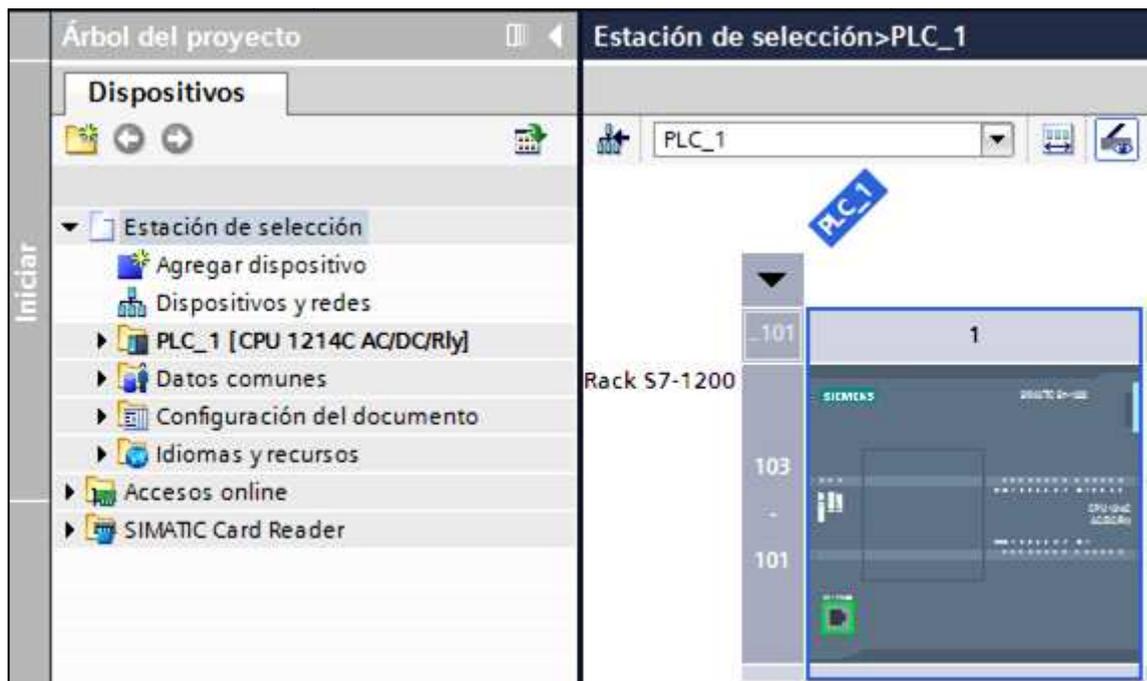
Paso 6: “Configuración de Hardware” Nos aparece la ventana de configuración del equipo. Lo que tenemos que es instalar los módulos que tenemos en nuestro equipo físicamente: módulos de entradas y salidas, módulos de comunicación, etc.

Figura 109. Módulos de expansión.



Fuente: www.industry.siemens.com

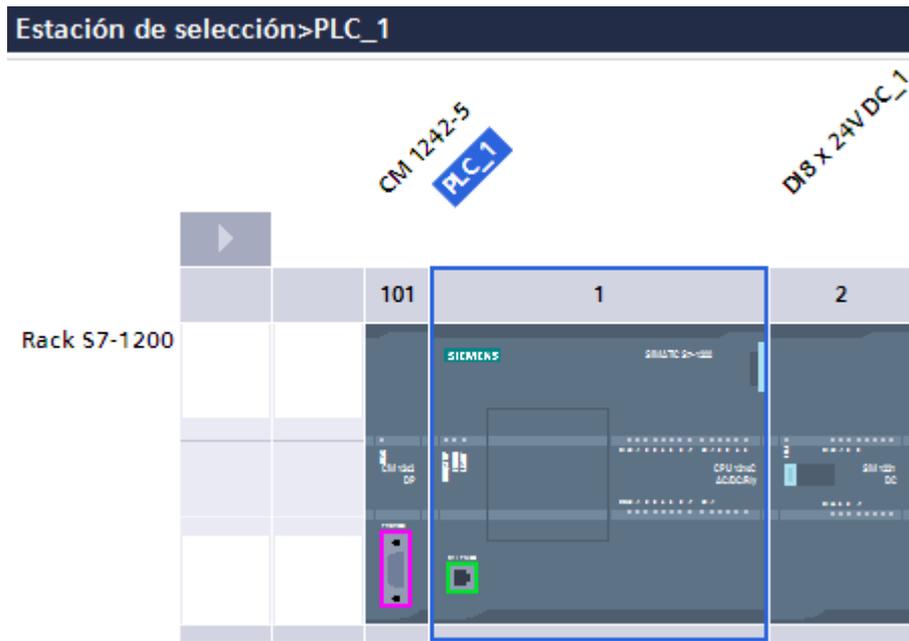
Figura 110. Slots para insertar los módulos del proyecto.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Colocando en la flecha de la parte superior izquierda de la CPU nos proporciona los slots para ingresar los módulos de comunicación. En la parte inferior de la pantalla según vamos insertando los módulos podemos ver sus propiedades, el direccionamiento.

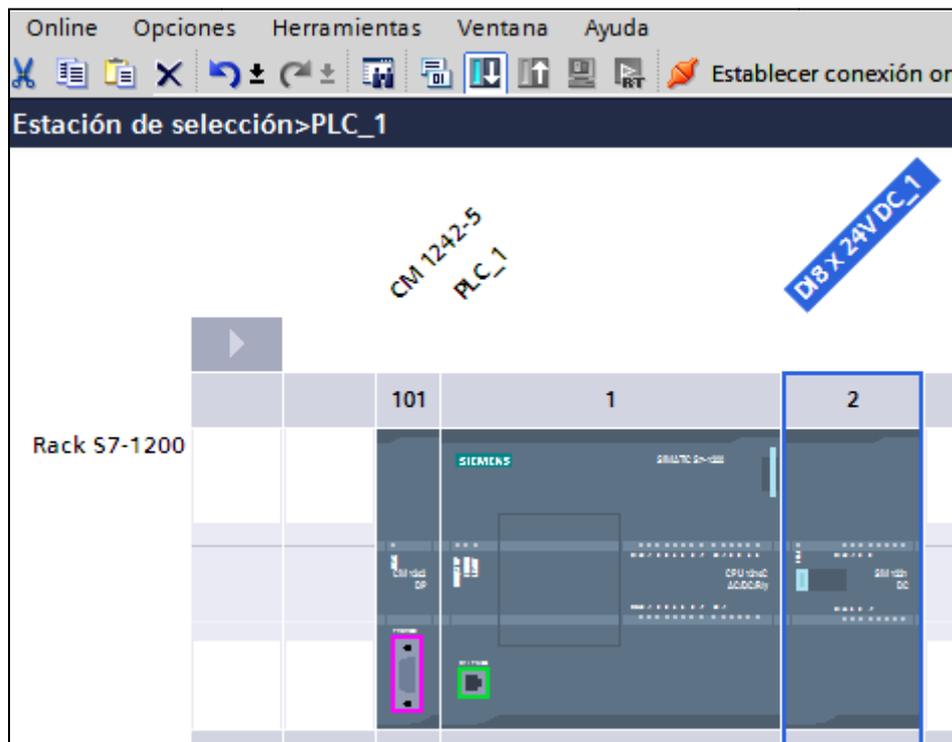
Figura 111. Insertar módulos de comunicación.



Fuente: www.industry.siemens.com

Paso 7: “Transferir Configuración” Para transferir la configuración seleccionamos la CPU y se nos habilita el icono  que es para transferir pero antes de esto comprobaremos la dirección IP del PC y del PLC.

Figura 112. Propiedades y direccionamiento.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Primero introduzco la IP del PC, 192.168.0.25 o la que sea del rango que no coincida ni con el PLC ni con la pantalla. (Por defecto, el rango suele ser “192.168.0.XXX”).

Figura 113. Asignar dirección IP.

Estación de selección > PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] > PLC_1

Accesos online

- ▶ Diagnóstico
- ▶ **Funciones**

Funciones

Asignar dirección IP

Dirección MAC: 00 - 00 - 00 - 00 - 00 - 00 Dispositivos accesibles

Dirección IP: 192 . 168 . 0 . 1

Máscara de subred: 255 . 255 . 255 . 0

Utilizar router

Dirección del router: 192 . 168 . 0 . 1

Asignar dirección IP

Fuente: www.siemens.com/automation/support-request

En el PLC, la dirección IP se le da seleccionando sobre la CPU y en la ventana de propiedades en la parte inferior dentro de la opción PROFINET interface. Ahí es donde le daremos un clic la IP y la máscara de subred que queramos a nuestro PLC.

Figura 114. Editar dirección IP.

Estación de selección > PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] > PLC_1

Accesos online

- ▼ Diagnóstico
 - General
 - Estado de diagnóstico
 - Búfer de diagnóstico
 - Tiempo de ciclo
 - Memoria
 - ▼ **Interfaz PROFINET [X1]**
 - ▼ Dirección Ethernet
 - Conexión de red
 - Parámetro IP
 - Puertos
 - ▼ Funciones
 - Asignar dirección IP
 - Ajustar hora
 - Restablecer configuración ...
 - Asignar nombre

Interfaz PROFINET [X1]

- > Dirección Ethernet
- > > Conexión de red

Dirección MAC:

- > > Parámetro IP

Dirección IP:

Máscara de subred:

Router predeterminado:

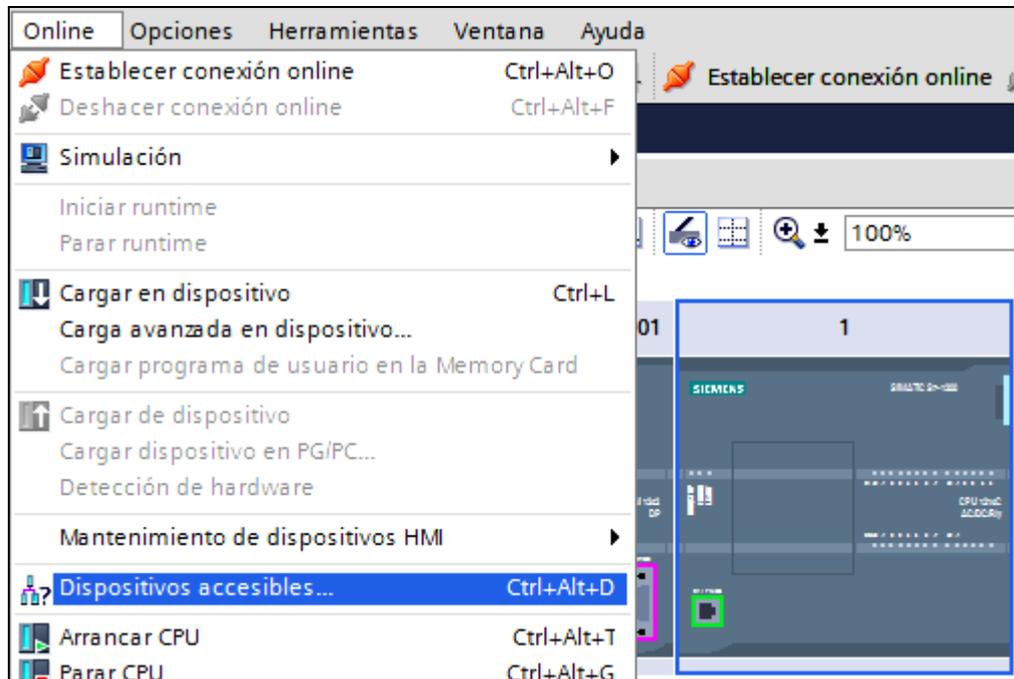
Configuración IP:

Tiempo de ajuste IP:

Fuente: www.siemens.com/automation/support-request

Un truco es comprobar que estaciones son accesibles. Simplemente en el Menú de Online en la opción de “dispositivos accesibles”.

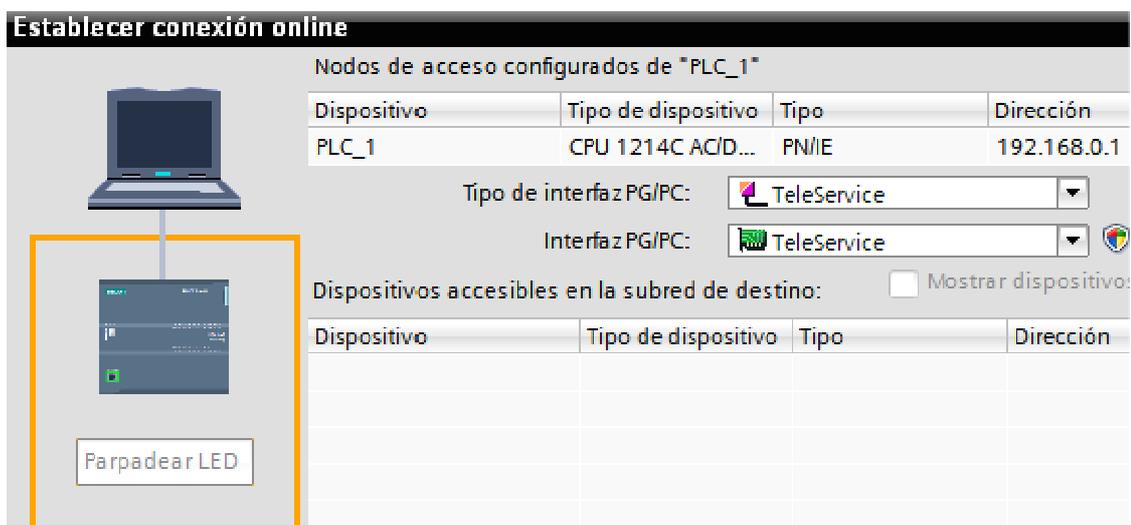
Figura 115. Dispositivos accesibles.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Nos aparecerá la siguiente pantalla donde si hay dispositivos se mostraran en una tabla con el tipo de dispositivo, su dirección IP y la MAC. En este caso ha encontrado tanto la pantalla como el PLC. Seleccionamos siempre el interface creada del PG/PC.

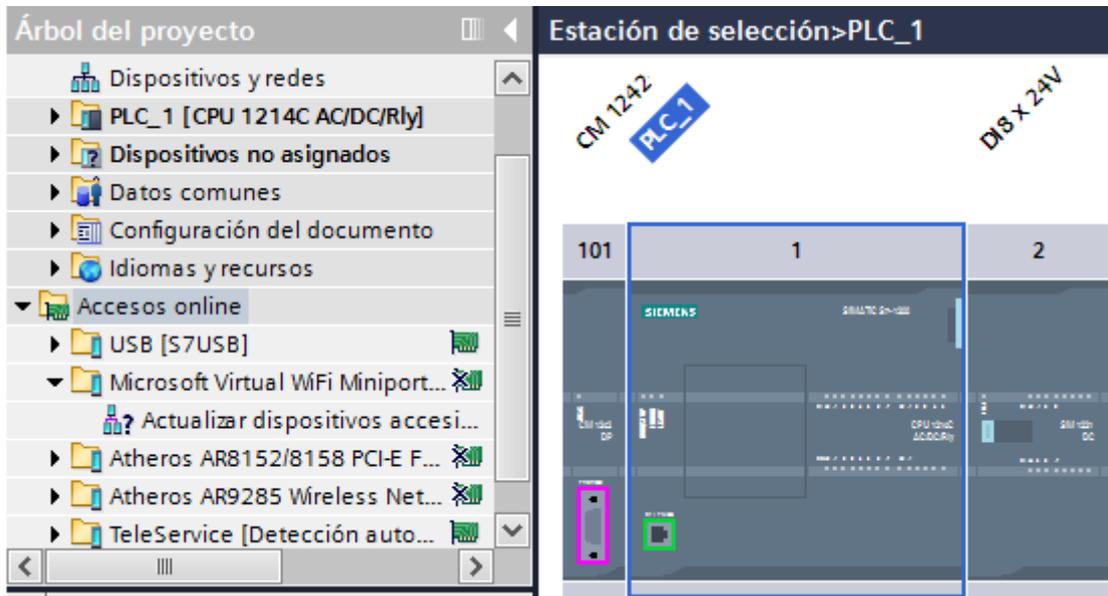
Figura 116. Estaciones accesibles PG/PC.



Fuente: www.siemens.com/automation/support-request

Al hacer esto en la ventana de jerarquía, en la carpeta de “Accesos online” de la parte izquierda nos aparece nuestro PLC y la pantalla con su IP.

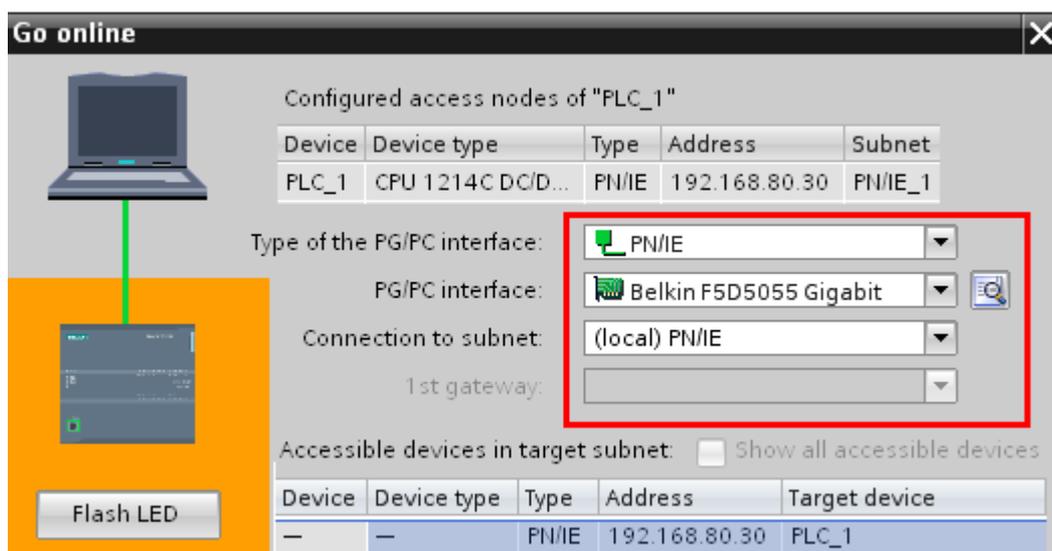
Figura 117. Acceso Online del equipo.



Fuente: www.eb.automation.siemens.com

Una vez comprobado que nos comunica correctamente con el PLC nos disponemos a transferir la configuración HW. Le daremos un clic al botón de transferir  (siempre seleccionando la CPU sino nos aparecerá este icono deshabilitado) y nos aparecerá la siguiente pantalla donde deberemos seleccionar el interface de comunicación de la PG/PC. Después en la ventana que aparece le damos clic al botón de “Cargar”.

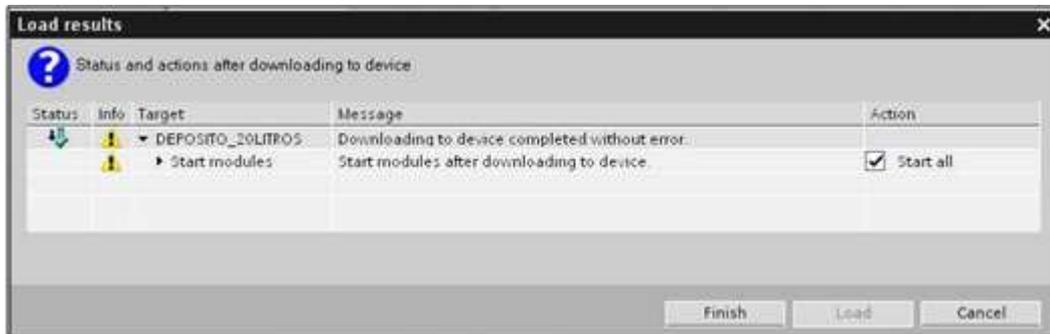
Figura 118. Transferir configuración.



Fuente: www.industry.siemens.com

Debemos realiza la compilación del proyecto para ver que todo esté correcto. Si está todo en orden damos clic en “Cargar”, después aparecerá una nueva ventana ratificando el estado deseado.

Figura 119. Ventana de aceptación.

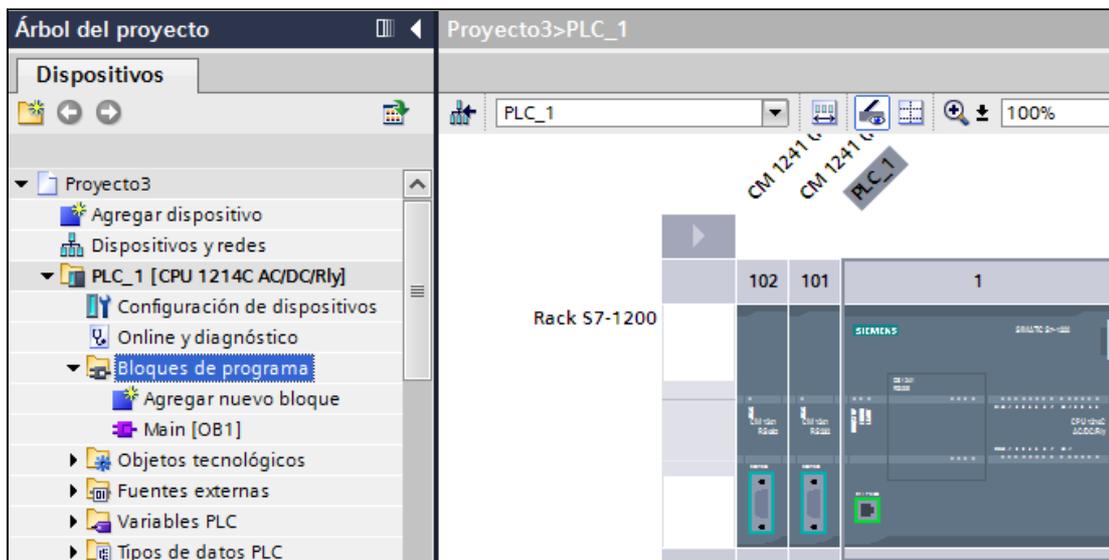


Fuente: www.eb.automation.siemens.com

4.6 Programación del S7-1200:

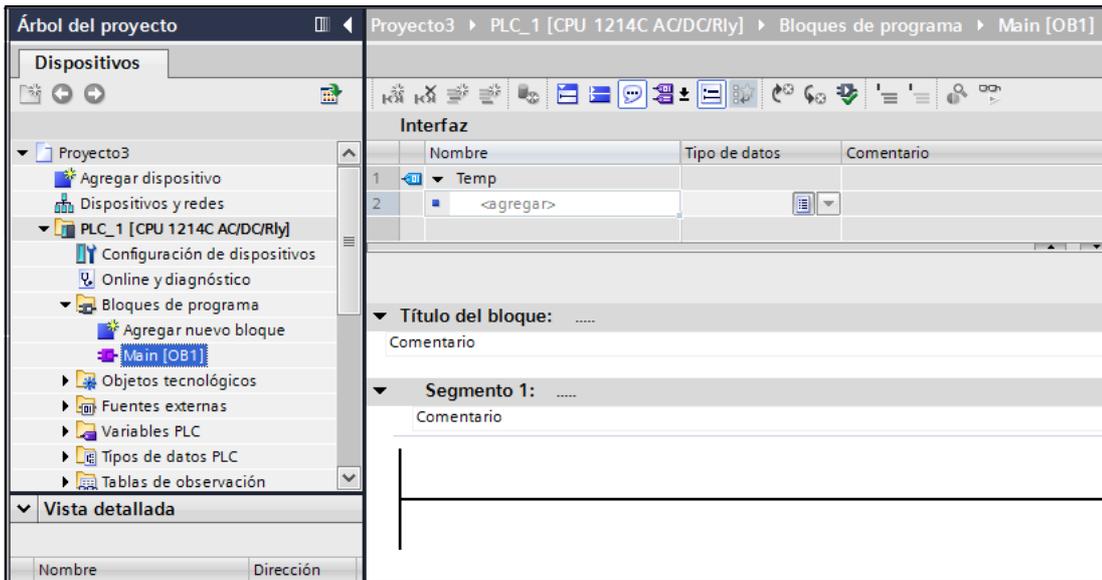
Paso 8: “Editor de Bloques” Una vez hecha la parte de direccionamiento, proseguimos con la parte de programación. Para ello vamos a hacer un pequeño programa para comprobar que funciona todo correctamente. Nos vamos en la ventana de árbol de la izquierda dentro de nuestro equipo en la carpeta de bloques de programa. Dentro de esta carpeta tenemos ya creado un bloque por defecto que es el Main [OB1]. Seleccionamos dos veces sobre este para editarlo. Si deseamos editar/crear otro bloque escogemos “agregar nuevo bloque”.

Figura 120. Bloques de programa.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

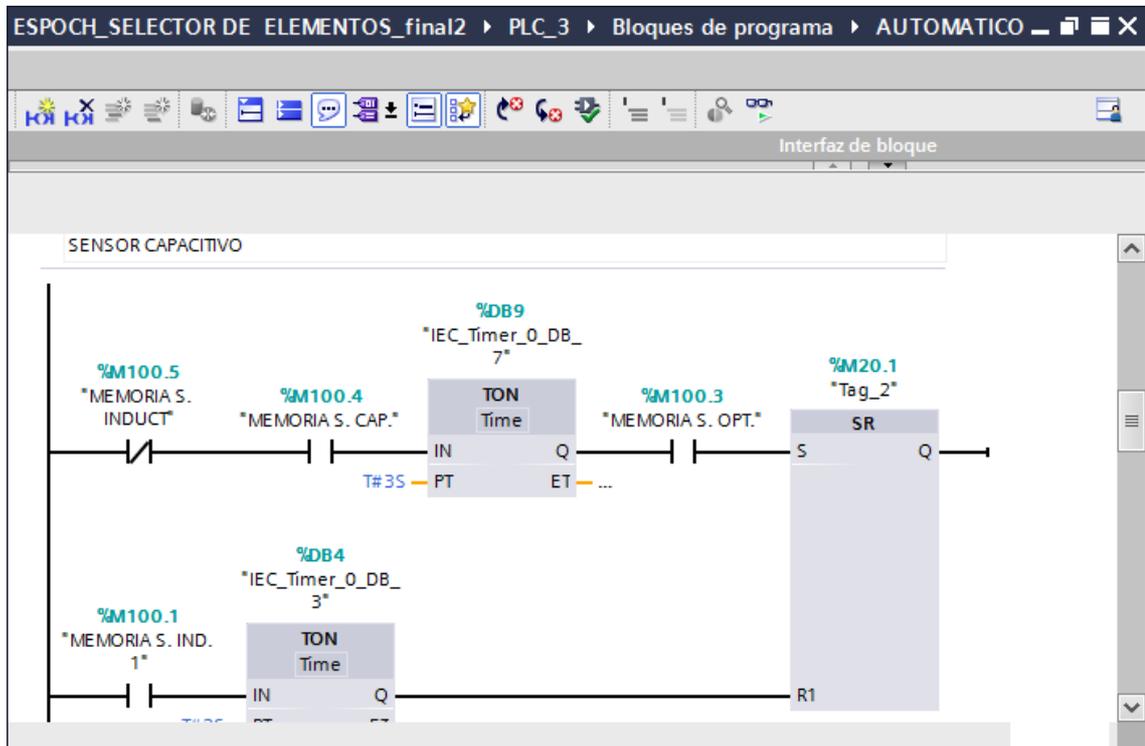
Figura 121. Editor de bloques.



Fuente: www.siemens.com/automation/support-request

En la parte de la derecha tenemos el catálogo donde iremos insertando los distintos elementos para programar. Podremos definir cuáles son los elementos que más utilizamos en la parte de favoritos que está en la parte superior derecha. Las propiedades del bloque y de los elementos que insertemos estarán en la ventana de propiedades.

Figura 122. Insertar instrucciones.



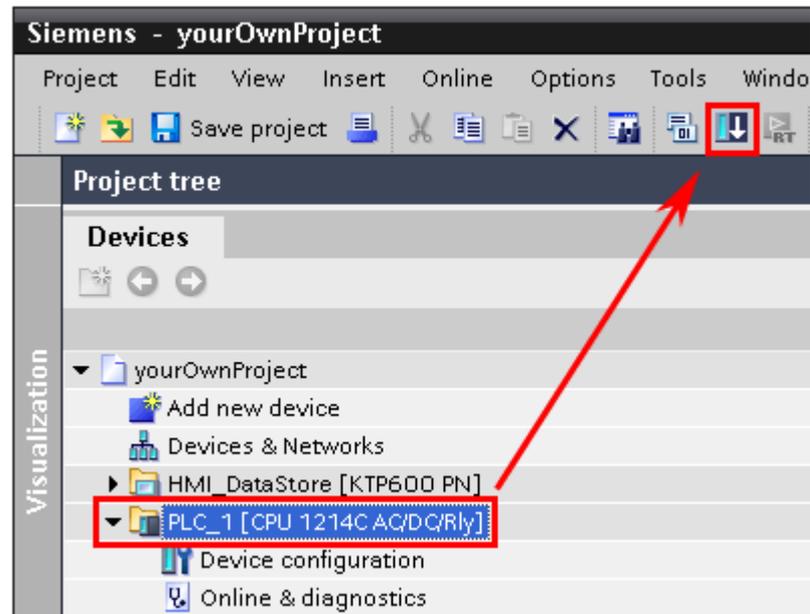
Fuente: www.siemens.com/automation/support-request

Paso 9: “Transferir el Programa”



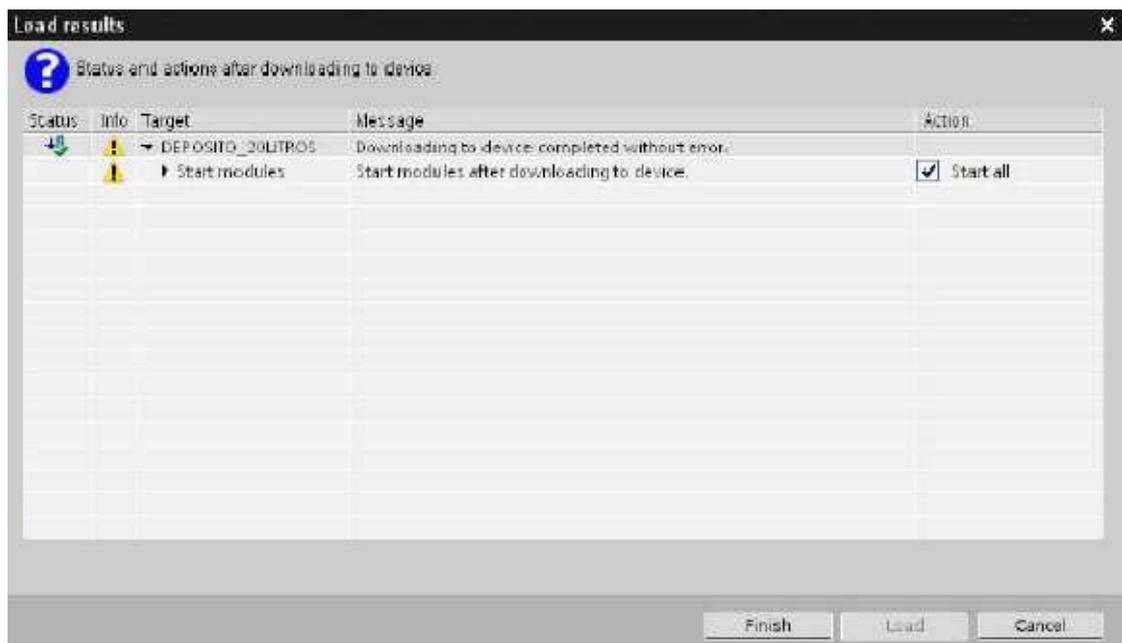
Una vez realizada la programación escogemos el botón de transferir y en las ventanas que nos salgan seleccionamos “Cargar”. Cuando transferimos podemos trasladar sólo el bloque que estamos editando o si seleccionamos en la ventana del proyecto “Bloques de Programa” transferirá todos los bloques, y si seleccionamos el PLC transferirá tanto el Hardware como el programa completo.

Figura 123. Transferir la programación.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Figura 124. Ventana de aceptación.

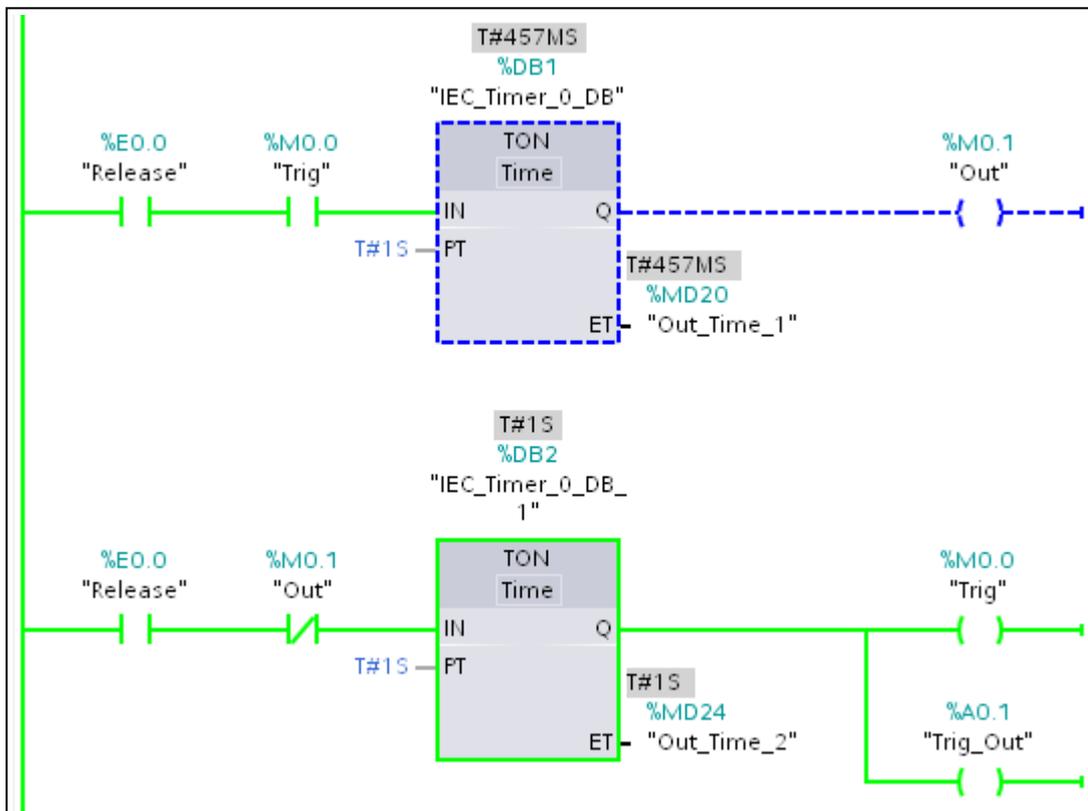


Fuente: www.swe.siemens.com/S7-1200_Paso_a_Paso.pdf

Y con esto ya habremos cargado nuestro proyecto completo para la parte del PLC. Para comprobar que nuestro programa funciona correctamente y observamos el estado que tienen las variables elegimos la opción “Online”.

Paso 10: “Visualización Online”  Para seleccionar Online y visualizar el estado de las variables simplemente le daremos un clic al botón de “establecer conexión online” donde se pondrá la pantalla de color naranja y si todavía no vemos el estado que tienen las variables debemos darle un clic a las gafas una vez más. Esto es porque necesita estar en Online para poder visualizar el estado de las variables de nuestro proceso.

Figura 125. Ponemos en Online.

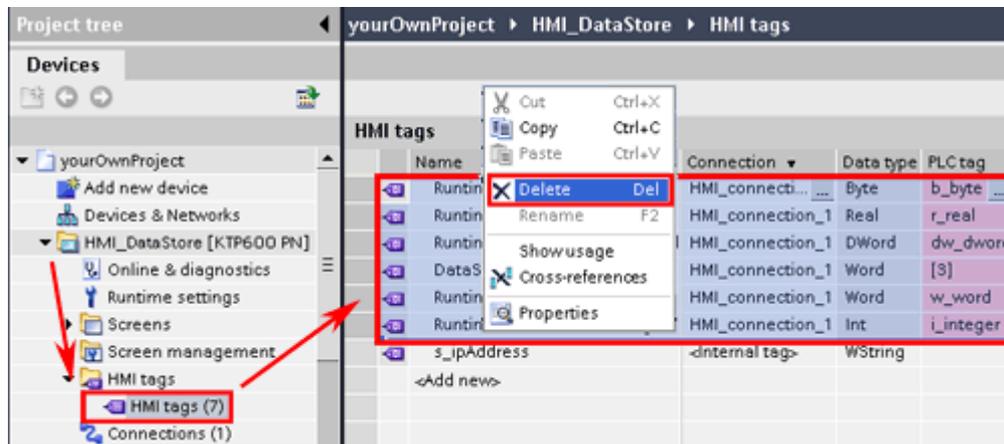


Fuente: www.swe.siemens.com/S7-1200_Paso_a_Paso.pdf

Otra manera de ver el estado de las variables como hacíamos en el Step 7, es creando una tabla de variables. En el Step 7 Basic V11.0 se llaman “Watch Tables” o “Tabla de Observación” y están en la ventana de árbol con este nombre. Seleccionamos crear una nueva y aquí podremos insertar todas las variables de nuestro proyecto que queramos visualizar. Si estamos Off Line le daremos un clic a las gafas para poder visualizar el estado de las variables como hacíamos en el editor de bloques. En la columna “Formato

de Visualización” podremos cambiar el formato con el que se representan las distintas variables.

Figura 126. Crear una tabla de observación.

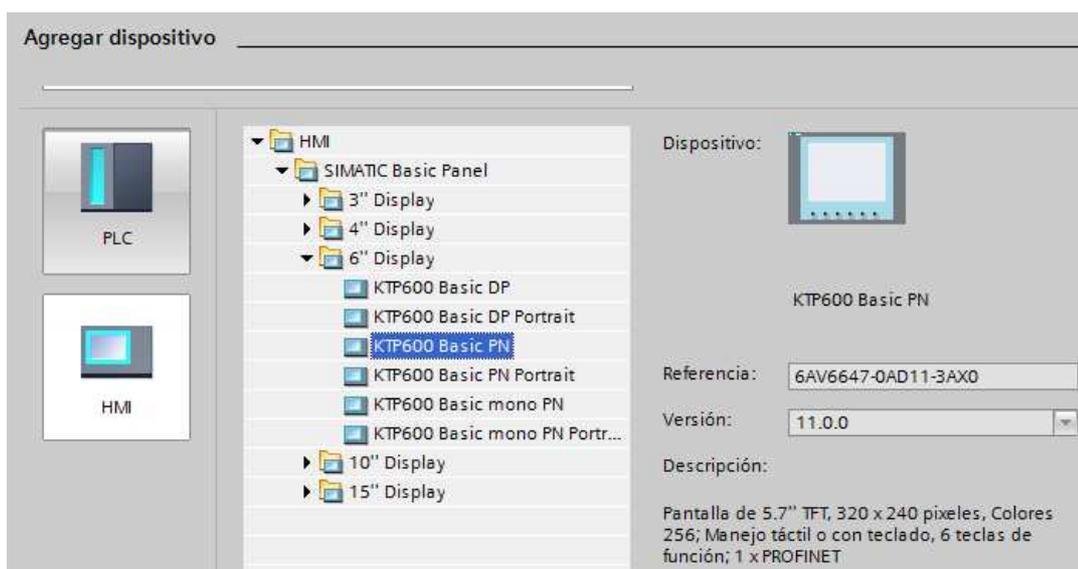


Fuente: www.support.automation.siemens.com

4.7 Programación de la Pantalla HMI:

Paso 11: "Insertar Pantalla" Una vez acabado con el PLC nos pondremos con la parte de la pantalla HMI. Para ello, lo primero que tendremos que hacer es insertar la pantalla que tengamos. En la ventana de árbol le daremos un clic a insertar nuevo equipo y cuando nos salga la siguiente ventana le daremos un clic a Simatic HMI teniendo que seleccionar nuestro modelo.

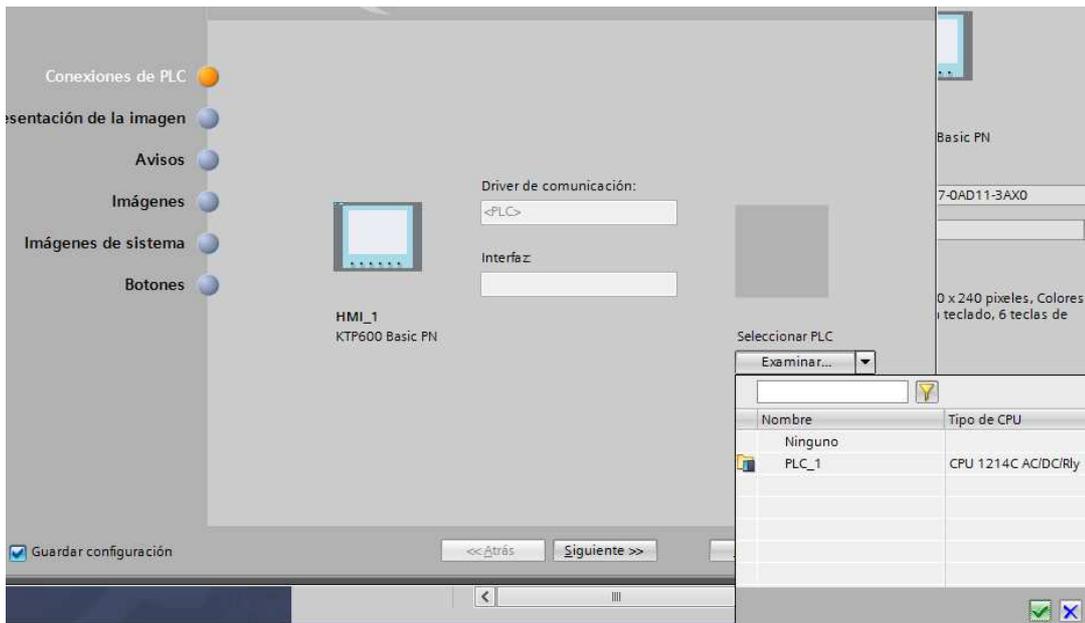
Figura 127. Clic en Simatic HMI.



Fuente: www.industry.siemens.com

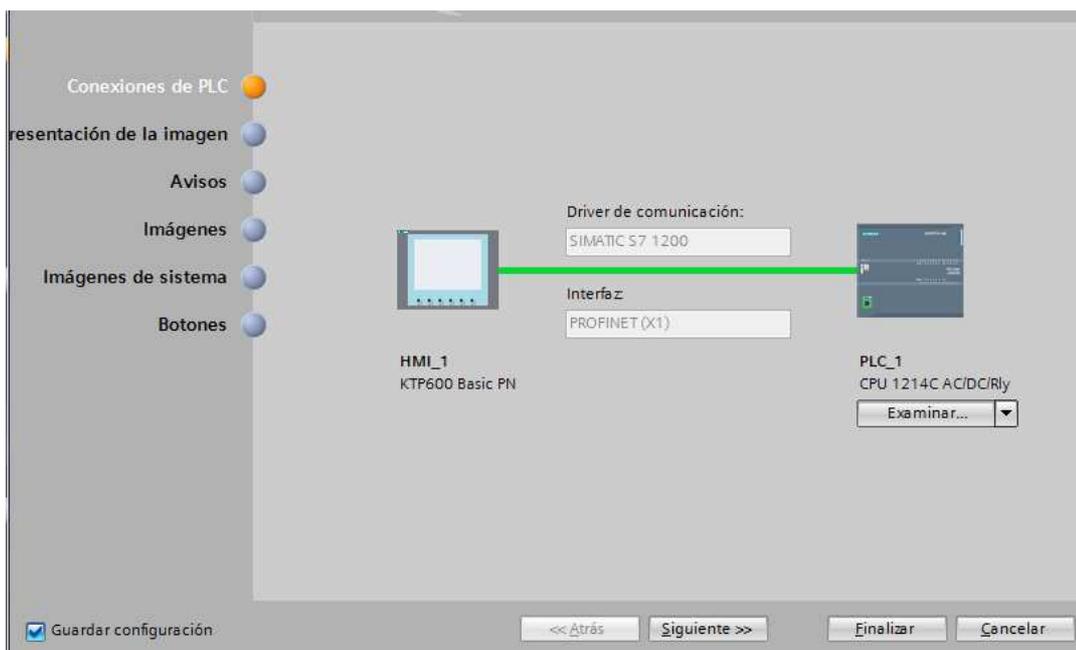
Paso 12: “Configuración del Proyecto” Seleccionaremos el modelo de pantalla que tengamos y le diremos a que PLC está conectado. Para ello le daremos un clic al botón de “Seleccionar” y seleccionamos nuestro PLC que habíamos configurado previamente, apareciéndonos el esquema de conexión entre ambos equipos. Después le daremos un clic a “Siguiente”.

Figura 128. Seleccionar Pantalla HMI.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

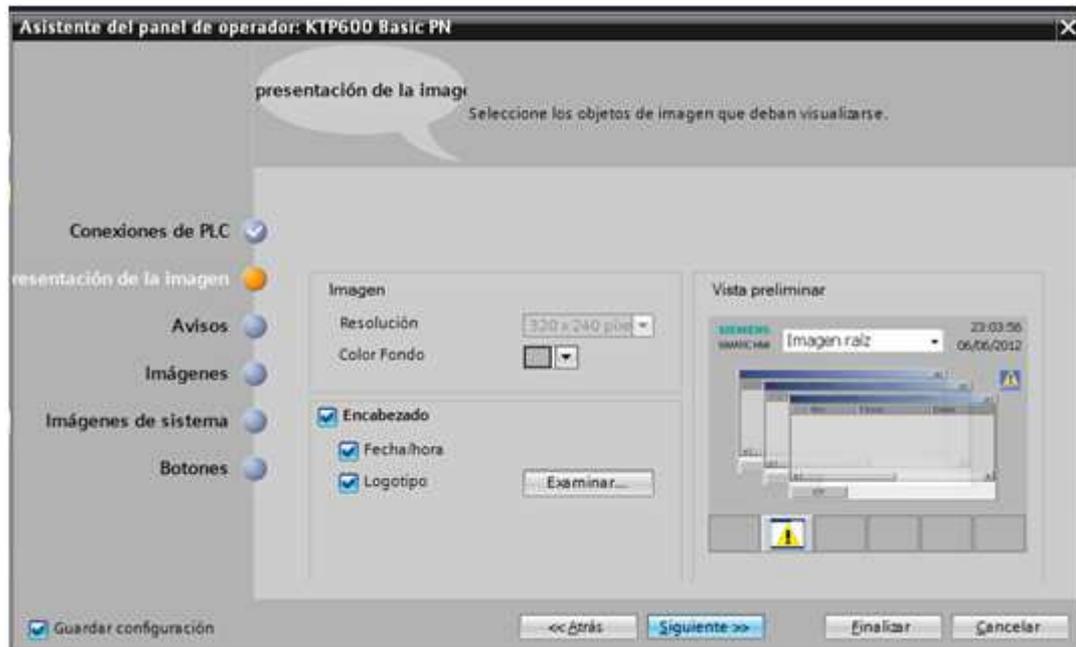
Figura 129. Seleccionar la CPU con la que comunica.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Al darle un clic 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.

Figura 130. Seleccionar propiedades de las pantallas.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Al darle un clic a “siguiente” escogemos si queremos que nos genere la pantalla de alarmas

Figura 131. Seleccionar pantalla de alarmas.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

El paso siguiente es decirle el número de ventanas de usuario que se necesite. (*Después se pueden añadir o eliminar*)

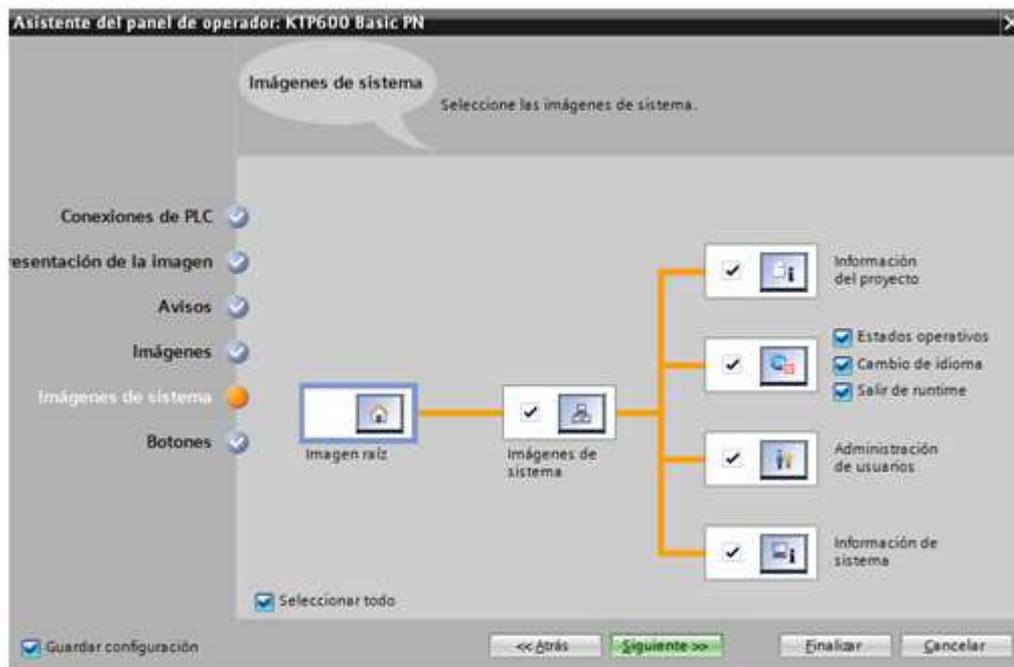
Figura 132. Número de pantallas del usuario.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

En la siguiente ventana nos dice que pantallas de sistema queremos automáticamente y con qué opciones.

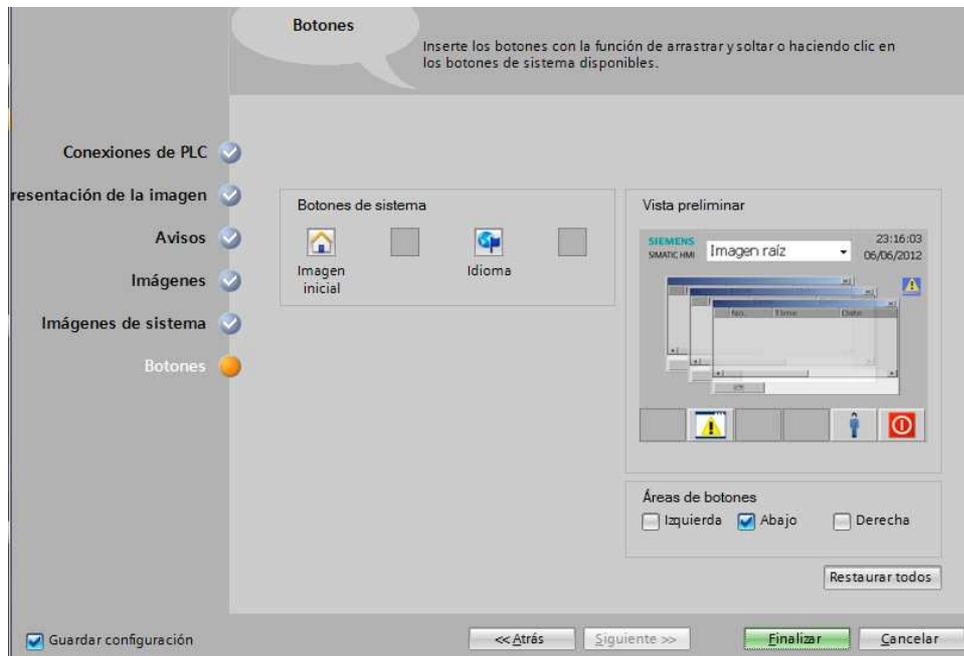
Figura 133. Seleccionar pantallas de sistema.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Y por último, los botones que queremos que aparezcan en las pantallas por defecto. Después le daremos un clic a finalizar para comenzar a modificar la HMI.

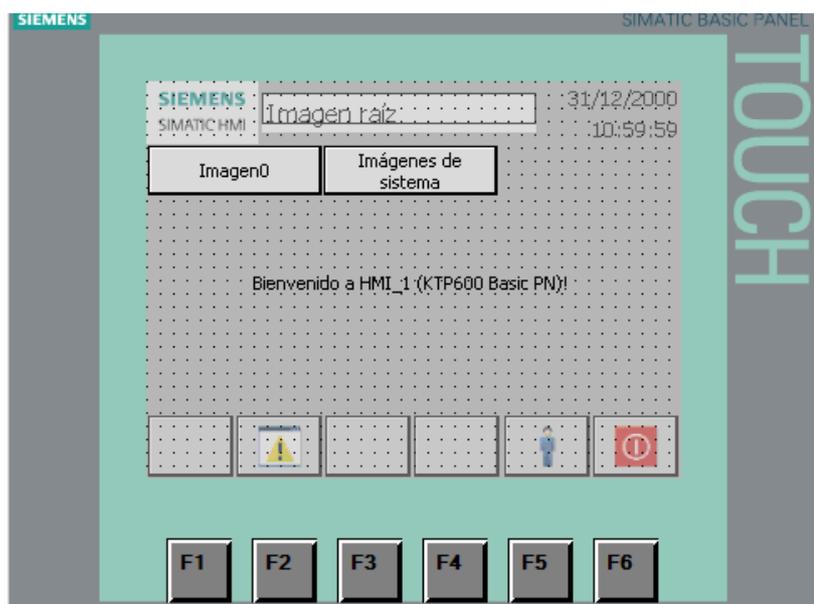
Figura 134. Selección de botones por defecto.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Paso 13: “Editar Pantallas” Una vez finalizado el asistente creamos nuestras propias pantallas. Para empezar, como seleccioné que me creara dos pantallas me voy a la ventana de árbol y escojo dentro de la carpeta de “Imágenes”

Figura 135. Edición de pantallas de usuario.

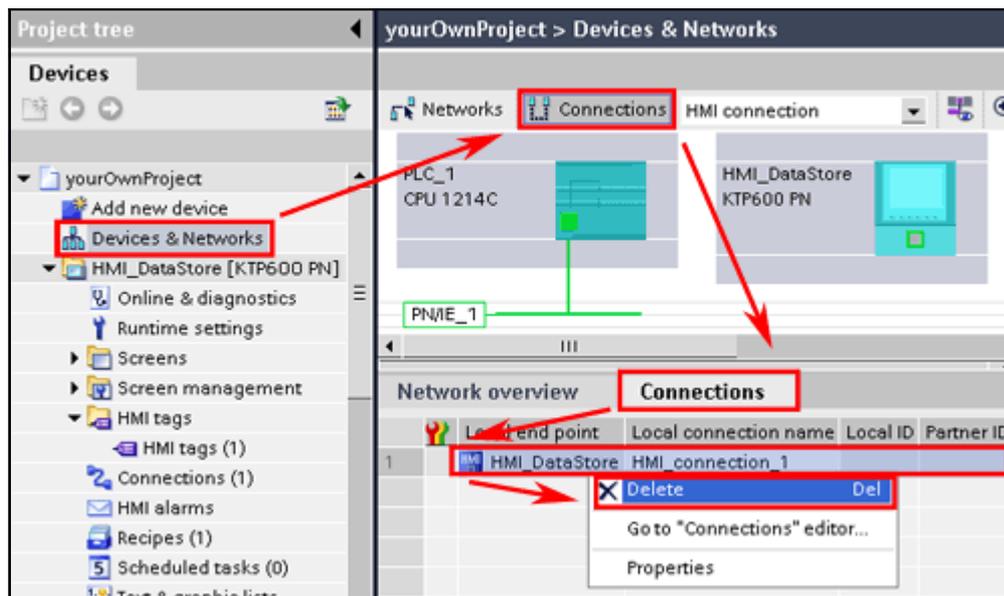


Fuente: www.support.automation.siemens.com

Si no le había dicho que me creara ninguna pantalla de usuario le doy a “Agregar Imagen”. Una vez que estoy en la imagen deseada comienzo a editarla insertando objetos de la barra de herramientas arrastrando y soltando.

Es muy parecido al actual WinCC Flexibe donde vamos insertando los distintos elementos y después vamos seleccionando en su ventana de propiedades para ir asignándoles eventos, cambiando colores, etc.

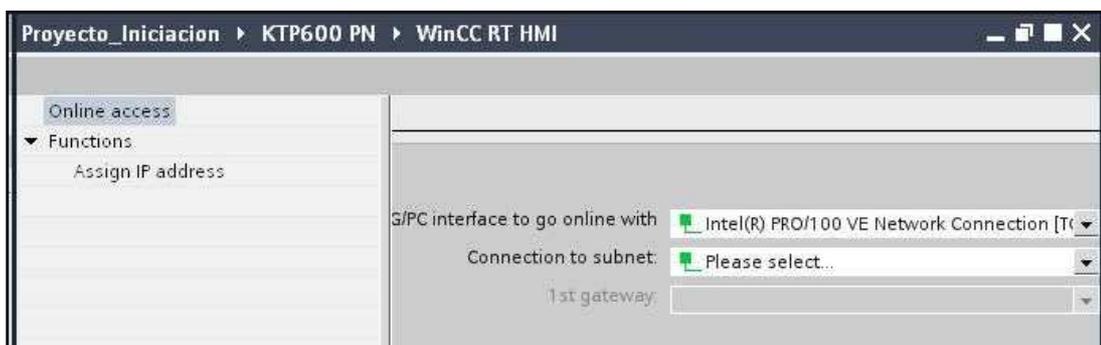
Figura 136. Seleccionar variables del PLC.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Paso 14: “Transferir Proyecto” Una vez que tenemos creado el proyecto lo transferimos a la pantalla. Para que no tengamos problemas de acceso nos aseguramos que en la ventana de árbol de la izquierda dentro de nuestro panel HMI en “OnLine & Diagnóstico” tenemos seleccionado correctamente el interface.

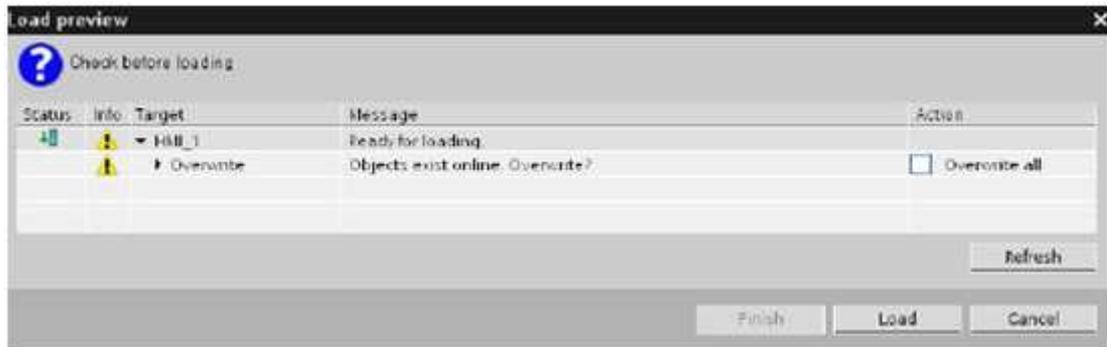
Figura 137. Configurar el acceso Online a la pantalla.



Fuente: www.support.automation.siemens.com

Por último, seleccionamos nuestra pantalla y le damos clic al botón de transferir. En la ventana que nos aparece seleccionamos “Cargar” terminando así nuestro primer proyecto completo con Step 7 Basic V11.0. [41]

Figura 138. “Cargar proyecto a la Pantalla”



Fuente: www.support.automation.siemens.com

4.8 Mantenimiento en sistemas automatizados

La Ingeniería de Mantenimiento modernamente comprende una serie de funciones desde la aplicación de procesos creativos científicos hasta la planificación y gestión empresarial, que permiten alcanzar el mayor grado de confiabilidad en los sistemas, máquinas, equipos, instalaciones, procesos e infraestructura. En términos industriales la Ingeniería de Mantenimiento conjuntamente con la de producción permiten obtener productos altamente competitivos por su calidad, cantidad y bajo costo.

Sin embargo el vertiginoso desarrollo tecnológico ha posibilitado el reemplazo cada vez más intensivo de sistemas industriales de producción convencionales por otros automatizados, microcontrolador y hasta robotizados. Paralelamente se han propuesto nuevas formas de realizar el mantenimiento en una industria productiva. En la misma programación y gestión empresarial del mantenimiento se ha reemplazado prácticamente por completo la documentación antigua usada con este fin por bases de datos desde las más simples hasta aquellas que están conectadas a redes de comunicación y obtiene datos en tiempo real de las máquinas. Con la aparición de sensores de altas prestaciones con sistemas informatizados de adquisición de datos, control, supervisión y diagnóstico se ha estructurado y reforzado el mantenimiento automatizado.

El mantenimiento automatizado modernamente permite detectar y monitorear parámetros operativos de los sistemas, máquinas y equipos y realizar un seguimiento del

desgaste de los mismos, hasta el momento principalmente a través de análisis de síntomas y estimación hecha por evaluación estadística y matemática, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar o “predecir” el punto exacto de cambio o reparación.

4.9 Plan de Mantenimiento para el módulo de automatización.

El módulo construido y que ha sido descrito en la presente tesis tiene dos equipos centrales, cada uno de ellos tienen elementos que permiten un correcto funcionamiento y una adecuada manipulación, por lo que hemos dividido las tareas de mantenimiento en dos grupos:

- Mantenimiento para el panel operador.
- Mantenimiento para el PLC.

4.9.1 *Mantenimiento Preventivo para la HMI.* Por el diseño y la fabricación de los paneles operadores estos requieren de poco mantenimiento, limitando las tareas de mantenimiento a la limpieza e inspección de la superficie de estos equipos.

Sin embargo, se recomienda limpiar con regularidad la pantalla táctil y la lámina del teclado por estar en la parte exterior y por el uso frecuente que se estima, puesto que el módulo está diseñado para simular diversos procesos industriales y realizar el control de estos en el panel operador.

Para limpiar el panel utilice un paño húmedo con un producto de limpieza. Como producto de limpieza, se puede utilizar un detergente lavavajillas o un producto de limpieza espumante para pantallas, se recomienda esta acción con una frecuencia semanal.

4.9.2 *Procedimiento.* Para realizar la tarea de limpieza del panel operador realizamos el siguiente procedimiento:

1. Desconecte el cable de comunicación del panel operador.
2. Desconecte la fuente de alimentación del panel de operador.
3. Rocíe un producto de limpieza sobre el paño.

No rocíe el panel de operador directamente sobre el panel operador.

4. Limpie el panel de operador con un paño seco.

Limpie el display desde el borde de la pantalla hacia adentro.

5. Espere unos minutos antes de encender nuevamente el panel operador.

4.9.3 *Mantenimiento preventivo para el PLC.* Cuando hablamos de mantenimiento de PLC, en realidad se está hablando de dar un chequeo al sistema automatizado para tener al día nuestro sistema automático y evitamos posibles contratiempos que puedan afectar a nuestros procesos por falta de mantenimiento y/o conocimientos sobre nuestros sistemas. Aunque la fiabilidad de estos sistemas es alta, las consecuencias derivadas de sus averías originan un alto coste, por lo que es necesario reducir al mínimo esta posibilidad. En nuestro caso se recomienda que la frecuencia de mantenimiento sea semanal.

A los autómatas lógicos programables (PLC), los chequeos normales y periódicos que generalmente se le practica, son:

- Limpieza de hardware (se elimina polvo)
- Se verifica funcionamiento de ventiladores (si es que tiene provisto)
- Se verifican los estado de filtros (si los lleva)

Otros de los chequeos que integran este plan de mantenimiento, es hacer un backup de seguridad cada año y a su vez, se les suele cambiar la pila a los autómatas. Para el recambio de la pila, una de las técnicas más sencillas, es la implementación de 2 conductores soldados a la pila nueva y su colocación en la placa paralelamente a la que se va a extraer; con esto logramos hacer el recambio sin dejar de alimentar la memoria del PLC y no corremos el riesgo de que este pierda el programa alojado en la memoria volátil (RAM). Hoy en día, hay equipos que tienen la ventaja de alojar los programas en memorias no volátiles, lo que nos da una seguridad a la hora de fallos de alimentación.

4.9.4 *Diagnósticos.* El software de cada PLC sirve para diagnosticar, por ejemplo para el Step S7-1200, puede entrar en sistema de destino/información de modulo/buffer de diagnostico.

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.

4.9.5 *Errores y fallas.* Debemos tener en cuenta, que si un PLC venía funcionando correctamente y deja de funcionar; es totalmente innecesario (desde el punto de vista lógico) bajar la programación que este 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 esta 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 servicio oficial de la marca que tenemos. Recordar que la mayoría de los errores en un sistema automatizado, son por lo general, problemas de sensores o de actuadores y un mínimo de los errores del propio PLC.

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

- Cable de datos incorrecto, o dañado
- Falta de alimentación en el swith industrial.
- Falta en nuestro computador (que utilizaremos como programador) el protocolo de comunicación correcto

La estandarización de protocolos en la industria es un tema en permanente discusión, donde intervienen problemas técnicos y comerciales. Cada protocolo esta optimizado para diferentes niveles de automatización. Por ejemplo Ethernet industrial que están diseñados para el control de procesos.

La aceptación mundial de *Ethernet* en los entornos industriales y de oficina ha generado el deseo de expandir su aplicación a la planta. Es posible que con los avances de Ethernet y la emergente tecnología Fast Ethernet se pueda aplicar también al manejo de

aplicaciones críticas de control, actualmente implementadas con otras redes específicamente industriales existentes, como las que aquí se mencionan.

Las herramientas y aparatos necesarios para realizar mantenimiento preventivo en el PLC son:

- Algodón y alcohol (para limpiar contactos).
- Herramientas de instalador.
- Multímetro analógico o digital
- Osciloscopio.
- Destornilladores.

4.10 Instrucciones para la realización de una práctica

Vamos a dividir la práctica en varios sub apartados o problemas que se enunciarán al final de este apartado. En cada sub apartado realizaremos el siguiente trabajo:

1. Breve descripción del funcionamiento. Se trata de explicar por escrito, brevemente y con claridad los aspectos relevantes de la solución propuesta.
2. Gráfico de funciones (GRAFCET) de la solución propuesta.
3. Lista de señales (sensores y actuadores) necesarios para implementar la solución. Para cada señal de tipo sensor especificar el comportamiento que se desea detectar: 0, 1, flanco positivo, flanco negativo, ...
4. Programa para el autómatas en KOP. En dicho programa referenciar las señales por los símbolos establecidos en este guión.
5. Implementación y prueba en el laboratorio.

4.11 Dinámica de la automatización de procesos industriales. [42]

Todos los procesos industriales son por lo general de naturaleza dinámica en los cuales siempre ocurren cambios y si no se comienzan las acciones pertinentes, las variables importantes del proceso, es decir aquellas que se desarrollan con la calidad del producto

y los índices de producción no cumplirán con las condiciones de diseño. Para lograr este objetivo se debe analizar, diseñar, e implementar un sistema de control. Este sistema puede contener los siguientes componentes.

Sensor.- Que se conoce como el elemento primario.

Trasmisor.- Que se conoce como elemento secundario.

Controlador.- Que es el cerebro del sistema de control.

Elemento final de Control.- Se trata de una válvula de control, o de otros electos finales como bombas de velocidad variable, transportadores, motores eléctricos.

La importancia de estos componentes está en que realizan las tres operaciones básicas que se deben tener presentes en todo sistema, como son:

1.- Medición.- La medición es la variable que se controla se hace generalmente mediante la combinación de sensor y trasmisor.

2.- Decisión.- Con la base en la medición, el controlador decide que hacer para mantener la variable en el valor que se estime necesaria.

3.- Acción.- Es el resultado de la decisión del controlador se debe efectuar una acción en el sistema, generalmente está es realizada por el elemento final de control.

Estas tres operaciones son obligatorias para todo sistema de control. En el caso concreto de sistema de control establecido en el invernadero, el primer paso es medir la temperatura de salida de la corriente del proceso, esto se hace mediante un sensor (Termopar, dispositivo de resistencia térmica, termómetro de sistema lleno, termistores, etc.) El sensor se conecta físicamente al PLC, el cual capta la salida del sensor y la convierte en una señal suficientemente intensa como para trasmitirla al computador. El controlador recibe la señal que está en relación con la temperatura, la compara con el valor previamente establecido en un rango y según el resultado de la comparación decide que hacer para mantener la temperatura en el valor deseado. Con base en la decisión, el PLC envía otra señal al elemento final de control (ventilador, ventoleras, válvulas de riego, lámparas, etc.)

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.20 Conclusiones

La construcción del módulo permitirá que los estudiantes realicen prácticas de automatización de procesos industriales controlando variables reales y ejecutando órdenes según la programación diseñada.

Con la ayuda del panel operador podemos controlar y monitorear cualquier proceso, gracias a que posee una interfaz muy amigable, sencilla de comprender y utilizar, esto hace que el módulo alcance un nivel didáctico alto y una actualización tecnológica deseada.

La comunicación entre el PLC y el panel operador se realiza mediante una red industrial Etherneth, misma que se utiliza para descargar la programación desde la computadora hacia estos equipos en tiempo real.

El módulo construido está en la capacidad de aceptar cualquier algoritmo de control que el usuario desee implementar, dependiendo del tipo de proceso que se requiera manipular.

El sistema SCADA desarrollado es capaz de acoplar la estación de selección de piezas con el módulo de automatización mostrando de esta manera la flexibilidad del sistema y su campo amplio de aplicación.

2.21 Recomendaciones

Realizar una minuciosa calibración de todos los sensores y actuadores existentes antes de poner en marcha el proyecto, con el objetivo de proteger al módulo y tener un óptimo funcionamiento del prototipo.

Elaborar una documentación adecuada para proveer de una fuente de información a la persona que esté a cargo del funcionamiento del módulo con el fin de ayudar en el ensamblaje, puesta a punto de los diferentes sistemas, resolución de problemas de control específicos y para que los proyectos de automatización tengan un correcto funcionamiento.

Ejecutar mantenimiento preventivo periódico al autómeta y al panel operado del módulo de automatización, con el objetivo de precautelar la vida útil de los mismos.

Revisar los bloques de funciones que tiene el programa ya establecidos, para evitar la pérdida de tiempo y de la programación establecida, procurando mejorar el proceso de automatización.

Recibir y analizar sugerencias por parte de los estudiantes enfocadas en el mejoramiento del modulo, implementando ideas innovadoras, teniendo en cuenta que el sistema es flexible y permite el desarrollo complementario del módulo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/pdffiles/spnch2-1.pdf>
- [2]<http://www.buenastareas.com/procesosindustrialesTecnología.htm>
- [3]<http://www.vc.ehu.es/depsi/jg/.pdf>
- [4]<http://www.cpi.efn.uncor.edu/info/ControldeProcesos.pdf>
- [5]http://www.cifopecuador.org/id_seccion.htm
- [6]<http://www.upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3330/5/34059-5.pdf>
- [7]<http://www.automatizacionpindustria.com.mx>
- [8]<http://www.vc.ehu.es/depsi/jg.pdf>
- [9]<http://www. www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>
- [10]<http://www.sapi.com.mx>
- [11]<http://www.mtas.es/insht.htm>
- [12]<http://www.europages.es//herramientas-de-automatizacion-industrial.html>
- [13]http://www.slideshare.net/ptah_enki/sistemas-de-control-distribuidos
- [14]<http://www.olmo.pntic.mec.es/jmarti50/automatas/auto.htm>
- [15]<http://www.herrera.unt.edu.ar/eiipc/.../Automatas%20Programables.pdf>
- [16]<http://www. es.scribd.com/doc/62792886/3/Partes-de-un-automata-programable>
- [17]<http://www. iaci.unq.edu.ar/materias/.../HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>
- [18]<http://www.etitudela.com//downloads//controldeprocesos.pdf>
- [19]<http://www.tecmes.com/scada.htm>
- [20]<http://www.cse-semaphore.com/sp/scada-systems-scada-rtu.php>

- [21]http://www.ubicate.org/pdfs_profesiones/ingenieria_mecatronica.pdf
- [22]<http://www.sistemamecatronico.blogspot.com/>
- [23]<http://www.euskalnet.net/neunatica.htm/>
- [24]<http://www.proton.ucting.udg.mx//automatizacion.pdf>
- [25] <http://www.isa.cie.uva.es//sensores.pdf>
- [26]<http://www.tecnosim.com.mx/.../MANUAL%20TECNICO%20SENSORES>
- [27]<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es//simatic//S7200ManualSistema.pdf>
- [28]<http://www.swe.siemens.com//simatic/s71200//STEP7BasicparaS7-1200.aspx>
- [29]<http://www.swe.siemens.com/spain/web//simatic//s71200.aspx>
- [30]http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/.../brochure_panels_es.pdf
- [31]<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/.../simatic/.../HMI%20KTPs.pdf>
- [32]http://www.automation.siemens.com/.../brochure_simatic-step7_tia-portal_en.pdf
- [33]<http://www.swe.siemens.com/spain/web/.../simatic/software/.../Default.aspx>
- [34]http://www.automation.siemens.com/.../brochure_simatic-wincc-flexible_es.pdf
- [35]<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/.../S71200-GETTINGSTARTER.pdf>
- [36]<http://www.fing.edu.mx/iimpi/academica/grado/transind/.../Clase4-Cintas.pdf>
- [37]<http://www.festo-didactic.com/mx-es//ciros-automation-suite.htm>
- [38]http://www.ftp.festo.com/public//meclab_brochure_es_56978_monitor.pdf
- [39]<http://www.infoplcn.net/grafcet/43-grafcet-diseno-e-implantacion-en-automatas>
- [40]http://www.automation.siemens.com/mcmsg/.../ES_A03_Startup_spa.pdf
- [41]http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/.../S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA MORENO EMILIO. Automatización de Procesos Industriales. 4ta.ed. Bogotá: Alfaomega, 2001.
- PÉREZ CRUZ JUAN. Automatización de Maniobras Industriales Mediante Automatas Programables. 2da.ed. Bogotá: Alfaomega, 2008.
- MILLÁN TEJA SALVADOR. Automatización Neumática y Electroneumática. 6ta.ed. Zaragoza: Distresa, 2009.
- SERRANO NICOLÁS ANTONIO. Neumática Práctica. 3ra.ed. Madrid: Paraninfo, 2009.
- WILLIAMS THEODORE J. Ingeniería de los Procesos Industriales. 3ra.ed. Badajoz: Alhambra, 2002.
- MARTÍN BARRIO RICARDO. Manual de Mecánica Industrial. 5ta.ed. Madrid: Cultural, 2006.
- PIEDRAFITA MORENO RAMÓN. Ingeniería de Automatización Industrial. 2da.ed. Madrid: RA-MA, 2004.
- MORIA GUTIÉRREZ LUIS. Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control. 3ra.ed. Bogotá: Alfaomega, 2009.
- DOUNCE VILLANUEVA ENRIQUE. Productividad en el Mantenimiento Industrial. 2da.ed. Barcelona: Continental, 2000.

LINKOGRAFÍA

PROCESOS INDUSTRIAL

[http:// www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/pdffiles/spnch2-1.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/pdffiles/spnch2-1.pdf)

2010-05-23

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

<http://support.automation.siemens.com>

2010-01-06

AUTOMATA PROGRAMBLE S7-1200

[http:// www.swe.siemens.com//Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%.htm](http://www.swe.siemens.com//Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%.htm)

2010-01-18

MANUAL S7-1200 – TIA PORTAL v10.5

[http:// www.swe.siemens.com/simatic/S7-1200_Paso_a_Paso_v10.5.pdf](http://www.swe.siemens.com/simatic/S7-1200_Paso_a_Paso_v10.5.pdf)

2010-02-18

PANEL DE OPERADOR KTP 600 BASIC

<http://www.swe.siemens.com/spain//simatic/HMI%20KTPs.pdf>

2010-03-15

SOFTWARE WINCC FLEXIBLE

http://www.automation.siemens.com/brochure_simatic-wincc-flexible_es.htm

2010-03-23

SOFTWARE STEP7 BASIC

http://www. www.swe.siemens.com//es/STEP7Basic_S7-1200.aspx

2009-04-18

SOFTWARE TIA PORTAL

[http:// www.swe.siemens.com/spain/web/es/TIAPortal.aspx](http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/TIAPortal.aspx)

2010-05-23