

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO-CAMPUS SUR

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MENCIÓN SISTEMAS INDUSTRIALES

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA HMI/SCADA PARA LA
ACTUALIZACIÓN DEL CONTROL DEL SISTEMA DE
ALIMENTACIÓN NEUMÁTICA QUE PROVEE UN COMPRESOR
TIPO TORNILLO MARCA ATLAS COPCO GA50VSD, EN EL AREA
DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE LICORES EN LA
CIUDAD DE QUITO**

GARCÍA ZAPATA PATRICIO HERNÁN

SALGADO VÉLEZ CRISTIAN HUMBERTO

DIRECTOR: ING. CARLOS PILLAJO

Quito, Julio del 2012

DECLARACIÓN

Nosotros, Patricio Hernán García Zapata y Cristian Humberto Salgado Vélez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Patricio Hernán García Zapata

Cristian Humberto Salgado Vélez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Patricio Hernán García Zapata y Cristian Humberto Salgado Vélez, bajo mi supervisión.

ING. CARLOS PILLAJO

DIRECTOR DE PROYECTO

CONTENIDO

RESUMEN

PRESENTACION

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3	OBJETIVOS	2
1.3.1	Objetivo General	2
1.3.2	Objetivos Específicos	2
1.4	JUSTIFICACIÓN	3
1.5	ALCANCE DEL PROYECTO	3
1.6	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA	4
1.7	COMPRESORES	5
1.7.1	Tipos de compresores	5
1.7.2	Compresores de desplazamiento positivo	5
1.7.2.1	Compresores rotativos de lóbulos	5
1.7.2.2	Compresores rotativos de tornillo	6
1.7.2.3	Compresores rotativos de paletas	8
1.7.2.4	Compresores Alternativos tipo pistón	9
1.7.3	COMPRESORES DINÁMICOS	10
1.7.3.1	Compresores Radiales (Centrífugos)	10
1.7.3.2	Compresores de Flujo Axial	11
1.8	VALVULAS NEUMATICAS	11
1.8.1	Válvulas Distribuidoras	12
1.8.2	Válvulas de Bloqueo	12
1.8.3	Válvulas de Presión	13
1.8.4	Válvulas de Caudal y de Cierre	13
1.9	VARIADOR DE FRECUENCIA (SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control)	14
1.9.1	Componentes	15
1.10	DEFINICIÓN DE AUTOMATIZACIÓN	16
1.10.1	Elementos básicos de un sistema automatizado	16
1.10.1.1	Energía	16
1.10.1.2	Programa	17
1.10.1.3	Sistema de control	17
1.11	SISTEMA SCADA	18
1.11.1	Prestaciones de un sistema SCADA	18

1.11.1.1	Monitoreo-----	19
1.11.1.2	Control -----	19
1.11.1.3	Base de datos e históricos -----	19
1.11.2	Arquitectura de un sistema SCADA -----	20
1.11.3	OPC (OLE Process Control)-----	20
1.12	PANTALLA HMI -----	21
1.13	TERMORRESISTENCIAS -----	22
1.14	SENSOR DE PRESIÓN-----	23
2	ANALISIS SITUACIÓN ACTUAL-----	25
2.1	ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL-----	25
2.2	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN NEUMÁTICA -----	26
2.3	MANTENIMIENTO-----	26
2.4	PROPUESTA -----	27
2.5	ETAPAS CRÍTICAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN -----	27
2.5.1	Diagrama de etapas involucradas proceso de producción -----	27
2.5.2	Etapa de Etiquetado-----	28
2.5.3	Etapa de Tapado-----	29
2.5.4	Etapa de Empacado -----	29
2.5.5	Etapa de Sellado-----	30
2.6	FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR DE MARCA GA50VSD-----	30
2.6.1	Sistema de aceite -----	31
2.6.2	Sistema de refrigeración y drenaje de condensado -----	31
2.6.3	Sistema de regulación -----	32
2.6.4	Módulo de control-----	32
2.6.5	Secador de aire-----	32
2.6.5.1	Circuito de aire comprimido-----	33
2.6.5.2	Circuito de refrigeración -----	33
2.6.6	Diagrama de Flujo -----	34
2.6.6.1	Detalle diagrama de flujo compresor-----	35
2.6.7	Diagrama eléctrico original. -----	36
2.6.7.1	Detalle diagrama Eléctrico Original-----	37
3	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN -----	38
3.1	CONTROLADORES -----	38
3.1.1	PLC Elektronikon (características técnicas)-----	38
3.1.2	PLC S7-1200-----	40
3.2	ANÁLISIS COMPARATIVO -----	42
3.3	MÓDULOS ANALÓGICOS-----	43

3.4	TIA PORTAL	45
3.4.1	Vista TIA PORTAL	46
3.4.2	Creación del proyecto	47
3.4.3	Configuración de dispositivos	48
3.4.4	Comunicación del PLC S7-1200 con TIA PORTAL V11	49
3.4.4.1	Establecer la conexión de hardware	49
3.4.5	Asignar direcciones IP (INTERNET PROTOCOL)	50
3.4.5.1	Asignar dirección IP a la programadora	50
3.4.5.2	Asignar dirección IP a la CPU	51
3.4.6	Accesos al CPU	53
3.4.7	Adicionar Pantalla HMI KTP 400	53
3.4.7.1	Asignar IP pantalla HMI	54
3.5	TOPOLOGIA DE RED	56
3.6	PROGRAMACIÓN PLC S7 – 1200	57
3.6.1	OB – Bloques de organización	57
3.6.2	Diagrama de flujo programa PLC S 7 – 1200	58
3.7	CONFIGURACIÓN DEL PLC S7-1200 Y S7 200 PC ACCESS	60
3.7.1	Añadir TAGS en TIA PORTAL V11	61
3.7.2	Asignar los TAGS en TIA V11	62
3.7.3	Crear un nuevo proyecto de PC Access y acceso a los TAGS	62
3.7.3.1	Crear un nuevo proyecto	62
3.7.3.2	Añadir un nuevo PLC	63
3.7.3.3	Añadir un nuevo elemento en PC ACCESS	64
3.7.3.4	Iniciar el cliente de prueba	66
3.7.4	Comunicación PC ACCESS e INTOUCH	66
3.8	SERVIDOR WEB INTEGRADO PLC S7 – 1200	69
3.8.1	Habilitar servidor Web	69
3.8.2	Acceso a la página web estándar desde el PC	70
3.8.3	Representación de las páginas web estándar	71
3.8.4	Arranque y Paro PLC S7 – 1200 A través servidor web	72
3.8.5	Información del módulo	72
3.8.6	Estado de las variables	73
3.8.7	Página web definida por el usuario	74
3.8.8	Configurar el uso de las páginas web definidas por el usuario	75
3.8.9	Programar la instrucción WWW para páginas web definidas por el usuario	76
3.8.9.1	Programar la instrucción WWW	77
3.8.10	Acceder a las páginas web definidas por el usuario desde el PC	77
3.9	DESARROLLO DEL SCADA EN INTOUCH	79
3.9.1	Asignación de <i>Tagnames</i> de variables monitoreadas	80
3.9.2	Acceso desde INTOUCH al OPC (s7 200 Pc-Access)	80
3.9.3	Implementación de Acceso (pantalla principal)	81
3.9.4	Implementación de Monitoreo (Pantalla de monitoreo)	82
3.9.5	Pantalla de Históricos	84
3.10	DESCRIPCION DE FUNCIONAMIENTO	85
3.11	DIAGRAMA ELÉCTRICO IMPLEMENTADO	87

3.11.1	Circuito de Fuerza -----	87
3.11.2	Circuito de control-----	88
4	ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO-----	89
4.1	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA -----	89
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----	97
5.1	CONCLUSIONES-----	97
5.2	RECOMENDACIONES -----	99
6	BIBLIOGRAFÍA-----	100
7	GLOSARIO DE TÉRMINOS-----	104
8	ANEXOS-----	106

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Tipos de compresores.....	5
Figura 1.2 Compresor rotativo de lóbulos	6
Figura 1.3 Compresor rotativo tipo tornillo: a) Corte lateral compresor, b)Partes Básicas compresor	7
Figura 1.4 Compresor rotativo de paletas.....	8
Figura 1.5 Compresor alternativo tipo pistón: a) aspiración, b) compresión	9
Figura 1.6 Compresor radial.....	10
Figura 1.7 Compresor de flujo axial.....	11
Figura 1.8 Válvula distribuidora.....	12
Figura 1.9 Válvula de Bloqueo.....	12
Figura 1.10 Válvula reguladora de Presión	13
Figura 1.11 Válvula reguladora de caudal bidireccional.....	13
Figura 1.12 Variador de frecuencia Simovert Masterdrive	14
Figura 1.13 Estructura básica de un sistema SCADA	20
Figura 1.14 Pantalla HMI	21
Figura 1.15 Sensor de Temperatura PT1000	23
Figura 1.16 Sensor de Presión a) Diferencial b) Absoluta	24
Figura 2.1 Diagrama de Alimentación Neumática	28
Figura 2.2 Etapa de Etiquetado	28
Figura 2.3 Etapa de Tapado.....	29
Figura 2.4 Etapa de Empacado	29
Figura 2.5 Etapa de Sellado.....	30
Figura 2.6 Vista frontal Compresor.....	31
Figura 2.7 Diagrama de flujo Compresor.....	34
Figura 2.8 Diagrama Eléctrico de Control	36
Figura 3.1 PLC ELEKTRONIKON	38
Figura 3.2 PLC S7-1200 CPU 1212C	40
Figura 3.3 Estructura de un PLC	40
Figura 3.4 Diagrama de flujo TIA PORTAL	45
Figura 3.5 Vista del proyecto	46
Figura 3.6 Creación de proyecto: 1) Inicio del programa 2) Arbol del proyecto 3) Agregar dispositivos	47
Figura 3.7 Adición de módulos	48
Figura 3.8 Conexión física PLC-Programadora.	49
Figura 3.9 Interface Profinet.....	50
Figura 3.10 Configuración IP de red: a)Estado de conexión, b) Propiedades de conexión LAN, c) Propiedades de protocolo TCP/IP	51
Figura 3.11 Configuración IP de PLC	52
Figura 3.12 Botones de acceso CPU	53
Figura 3.13 Adición de pantalla HMI.....	54

Figura 3.14 Asignación de IP pantalla HMI.....	54
Figura 3.15 Configuración conexión CPU – HMI	55
Figura 3.16 Modelo de HMI.....	56
Figura 3.17 Topología de Red	57
Figura 3.18 Bloques de Organización.	57
Figura 3.19 Diagrama de flujo Programa implementado	60
Figura 3.20 Creación bloque de datos	61
Figura 3.21 Creación de Tags.....	62
Figura 3.22 Creación de un nuevo proyecto PC ACCESS.....	63
Figura 3.23 Creación de un nuevo PLC	63
Figura 3.24 Configuración de PLC	64
Figura 3.25 Agregar Item	65
Figura 3.26 Añadir items configurados para pruebas.....	65
Figura 3.27 Iniciar cliente de prueba	66
Figura 3.28 Ubicación archivo PC ACCESS	67
Figura 3.29 Botón asistente de fórmula.....	67
Figura 3.30 Botón de asistente de escritura.....	68
Figura 3.31 Documento de OPC creado y comunicado	69
Figura 3.32 Habilitación servidor web	70
Figura 3.33 Partes página web estandar	71
Figura 3.34 Botones de arranque PLC	72
Figura 3.35 Información módulos y submódulos.....	73
Figura 3.36 Estado de variables.....	74
Figura 3.37 Estructura página Web definida por el usuario	75
Figura 3.38 Configuración página Web definida por usuario	76
Figura 3.39 Programación bloque WWW	77
Figura 3.40 Ingreso página web definida por usuario	78
Figura 3.41 Diseño página web.	78
Figura 3.42 Software para desarrollo de sistema SCADA	79
Figura 3.43 Asignación de tagname	80
Figura 3.44 Configuración Access Name.....	81
Figura 3.45 Asignación de ubicación variable a tomar	81
Figura 3.46 Pantalla principal de ingreso	82
Figura 3.47 Ventana de monitoreo del sistema	83
Figura 3.48 Ventana de eventos e históricos	84
Figura 3.49 Funcionamiento del Sistema	86
Figura 3.50 Circuito de Fuerza.....	87
Figura 3.51 Circuito de Control.....	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Datos Técnicos Variador de Frecuencia.....	15
Tabla 1.2 Datos técnicos Pantalla HMI.....	22
Tabla 2.1 Partes del compresor.....	35
Tabla 2.2 Detalle diagrama Eléctrico Original.....	37
Tabla 3.1 Características técnicas PLC Elektronikon.....	39
Tabla 3.2 Características técnicas PLC Siemens S7 1200.....	41
Tabla 3.3 Tabla de comparación de controladores.....	42
Tabla 3.4 Características técnicas PLC Siemens S7 1200.....	43
Tabla 3.5 Características técnicas PLC Siemens S7 1200.....	44
Tabla 3.6 Configuración IP de PLC.....	52
Tabla 3.7 Descripción de botones de pantalla principal.....	82
Tabla 3.8 Descripción de indicadores – Pantalla de Monitoreo.....	84
Tabla 3.9 Descripción de botones - pantalla de Históricos.....	85
Tabla 4.1 Producción Promedio Mensual.....	90
Tabla 4.2 Pérdidas mensuales generadas por falla del sistema.....	90
Tabla 4.3 Pérdidas mensuales generadas a partir de cambio de control.....	91
Tabla 4.4 Activos Fijos.....	92
Tabla 4.5 Inversión Inicial.....	93
Tabla 4.6 Ventas Proyectadas.....	94
Tabla 4.7 Costo de Producción.....	94
Tabla 4.8 Flujo de Caja (Indicadores de Proyecto).....	95

RESUMEN

El sistema de alimentación neumática es parte fundamental en el proceso de producción de licores dentro de una empresa dedicada a dicha actividad, ya que de su correcto funcionamiento dependen gran parte de las etapas de producción como son: etiquetado, tapado, empaçado y sellado. Etapas que basan su funcionamiento en el aire comprimido.

Garantizar el correcto funcionamiento del Sistema de Alimentación Neumática fue la razón primordial para actualizar el control de dicho sistema y de esta manera no alterar el proceso de producción de la empresa de licores.

En tal virtud, el presente proyecto propone el desarrollo de un sistema HMI/SCADA para la actualización del control del Sistema de Alimentación Neumática que provee un compresor tipo tornillo marca Atlas Copco GA50VSD, en el área de producción en una empresa de licores en la ciudad de Quito, como solución de ingeniería utilizando equipos como: PLC marca Siemens Simatic S7 1200 para el desarrollo del nuevo control, así como también módulos analógicos para la lectura de los respectivos sensores.

Complementario a esto se describe el desarrollo de un sistema HMI que podrá ser operado a través de una pantalla TOUCH KTP – 400, misma que está instalada en la parte frontal del compresor, con el objetivo de visualizar los datos de las variables controladas.

Además, para que este proyecto tenga un gran campo de acción, cuenta con un sistema SCADA desarrollado en INTOUCH con pantallas previstas para el seguimiento de cada variable en tiempo real y por otro lado la posibilidad de monitorear los datos de las variables a través de una página web.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto de titulación se enfoca en brindar una solución de ingeniería que permita actualizar el control del Sistema de Alimentación Neumática con la utilización de hardware y software existente en el mercado actual, implementar un sistema de monitoreo de variables en tiempo real así como un registro histórico de los eventos y alarmas.

Para ello, se ha estructurado cinco capítulos que describen, principalmente, el desarrollo de un sistema HMI/SCADA para el control del Sistema de Alimentación Neumática de una empresa de licores.

En el capítulo uno se plantea la descripción del proyecto, los objetivos que se pretenden alcanzar y la fundamentación científica necesaria para sustentar el presente proyecto de titulación. Se incluyen definiciones muy importantes sobre componentes utilizados actualmente en la industria y por supuesto definiciones de los equipos utilizados para la empresa de licores.

En el capítulo dos se contempla información sobre la situación actual de la empresa de licores, la cual proporciona, entre otros aspectos, una descripción general del estado en el que se encuentra el Sistema de Alimentación Neumática, principales problemas, así como también se brinda un panorama concreto de los procesos que dependen del aire comprimido para su correcta operación. Adicionalmente en este capítulo también se instauran los diagramas eléctricos originales, correspondientes a la etapa del Sistema de Alimentación Neumática, los cuales dejan un precedente para futuros proyectos de implementación.

En el capítulo tres se describe el diseño e implementación del nuevo control para el Sistema de Alimentación Neumática, detallando las características del hardware utilizado (PLC s7-1200, pantalla KTP 400, módulos analógicos) así como una descripción sobre software (TIA PORTAL , S7 200 PC ACCESS, INTOUCH) utilizados para desarrollar el presente proyecto.

El capítulo cuatro presenta un concreto análisis costo / beneficio de la factibilidad de la actualización del nuevo control del sistema.

En el capítulo cinco se presentan las conclusiones derivadas de la implementación del proyecto, además se incluyen las respectivas recomendaciones para futuras modificaciones que se puedan realizar al proyecto.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad, una de las necesidades primordiales en la industria, es la de mantener los procesos supervisados y controlados con el fin de tomar decisiones acertadas a tiempo y basadas en datos reales; con este fin, se ha creado sistemas de información a los que se les denomina Sistemas de Información Gerenciales (SIG), y que básicamente consisten en la adquisición, el tratamiento y la presentación de la información necesaria que hará posible la evaluación de las decisiones tomadas he implementadas en una empresa. Un SIG entonces es un concepto muy amplio que abarca tanto la implementación de hardware y software para integrar totalmente la gestión de una empresa.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Toda empresa dedicada a un actividad específica respeta una cadena de procesos que son necesarios para obtener un producto final, utilizando medios y recursos tecnológicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos, mecánicos, humanos, etc., que trabajan en conjunto para proporcionar la debida automatización.

Partiendo de lo descrito, la Empresa de bebidas, que es objeto de estudio del presente proyecto de titulación, maneja varios procesos que contribuyen a la obtención de bebidas de distinto tipo lo cual implica el uso de equipos específicos para realizar funciones críticas.

Es así que, la Empresa de bebidas, en su proceso de Producción, es indispensable el correcto funcionamiento de su sistema de alimentación neumática que fundamentalmente basa su desempeño en un compresor de aire tipo tornillo marca GA50VSD que es controlado por un PLC marca Elektronikon de la empresa Atlas Copco.

Actualmente, la etapa de control del sistema de alimentación neumática presenta las siguientes fallas operativas:

- Alarmas falsas incesantes.
- Despliegue de datos erróneos en el display del PLC Elektronikon.
- Daño en los sensores de temperatura y presión.

Problemas que en conjunto provocan deficiencias en el proceso de producción así como paros innecesarios, mantenimientos y reparaciones continuas que trascienden a las respectivas pérdidas económicas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un Sistema HMI para la actualización del control de la alimentación neumática que provee un compresor tipo tornillo de marca GA50VSD, en el área de producción para la empresa de bebidas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un estudio y recopilar la información actual de la instalación eléctrica del sistema de control del área de producción.
- Implementar y actualizar el control para el compresor tipo tornillo de marca GA50VSD por medio del PLC Simatic S7-1200.
- Desarrollar un sistema HMI que incluya una base de datos para el registro de eventos que permita la visualización de alarmas y monitoreo a través del Internet utilizando el estándar Ethernet.
- Utilizar los sensores del sistema de alimentación neumática actual para el desarrollo del Sistema HMI.
- Realizar un manual de operación para el mando del sistema actualizado de alimentación neumática.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La empresa de bebidas provee de sus productos a la mayoría de distribuidores a nivel nacional e internacional, es por ello que es muy crítico detener el proceso de producción a causa de la falla de alguno de los equipos que intervienen en los respectivos procesos.

Como se menciona en el planteamiento del problema, el sistema de alimentación neumática actualmente presenta problemas en su etapa de control, lo que demanda de mantenimientos correctivos continuos; es por ello que se ha creído conveniente para la empresa de bebidas, una mejora inmediata a través del desarrollo de un sistema HMI que proporcione la posibilidad de monitorear en Internet los datos en tiempo real, así como de su estado de funcionamiento.

Es muy importante mencionar que el mantenimiento de dicho sistema lo realiza la empresa fabricante Atlas Coco, pero constituye un gasto extremadamente alto, que la empresa no está en posibilidad de seguir financiando, debido a que, es necesario que el personal extranjero realice el mantenimiento respectivo.

En conclusión, el presente proyecto de titulación pretende brindar una solución técnica y económica que permita mantener un control del Sistema de Alimentación Neumático a través del monitoreo continuo y del mejoramiento de la etapa de control de dicho sistema, con lo cual la empresa reducirá gastos, evitara mantenimientos correctivos y perfeccionará su etapa de producción.

1.5 ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto pretende alcanzar los siguientes puntos:

- Se realizará una revisión de las definiciones más importantes afines al presente proyecto de titulación, que enriquezcan a su vez el contenido científico del mismo.
- Se realizará un análisis de la situación actual, a través del levantamiento de la información de la infraestructura eléctrica del área de producción en la empresa de bebidas.

- Se brindará un panorama muy concreto de la situación actual del funcionamiento del compresor GA50VSD así como del PLC ELEKTRONIKON.
- Se realizará pruebas que incluyan medición de valores de los sensores, previo a la configuración del nuevo control.
- Se implementará un sistema HMI que a través de una pantalla TOUCH (KTP-400) que permita monitorear datos del funcionamiento del sistema de alimentación neumática.
- El monitoreo podrá realizarse localmente a través de una conexión Ethernet TCP/IP y a través de Internet.
- Adicionalmente se implementará una Base de Datos para registrar los eventos y posibles alarmas que se presenten durante el funcionamiento del sistema de alimentación neumática.
- Se realizará y entregará un manual técnico de operaciones del nuevo sistema de control.

1.6 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

La Neumática: Como parte de la evolución de la automatización de procesos, se han ido incrementando innumerables herramientas y tecnologías que contribuyen a utilizar de mejor manera la energía en sus distintos tipos, con el fin de mejorar la eficiencia de la maquinaria y evitar al máximo el esfuerzo humano.

En tal virtud, la Neumática es la tecnología que utiliza el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar distintos mecanismos.

Esta tecnología puede ser utilizada en conjunto con diferentes dispositivos mecánicos que pueden ser: compresores, válvulas, actuadores, etc.

1.7 COMPRESORES

Los compresores son equipos neumáticos que convierten la energía mecánica de un motor eléctrico o de combustión, en energía potencial de aire comprimido. Existen diferentes tipos de compresores que se clasifican de acuerdo a su modo de operación.

1.7.1 Tipos de compresores

Los compresores se dividen en dos grupos: de desplazamiento positivo y compresores dinámicos, tal como se observa en la figura 1.1.

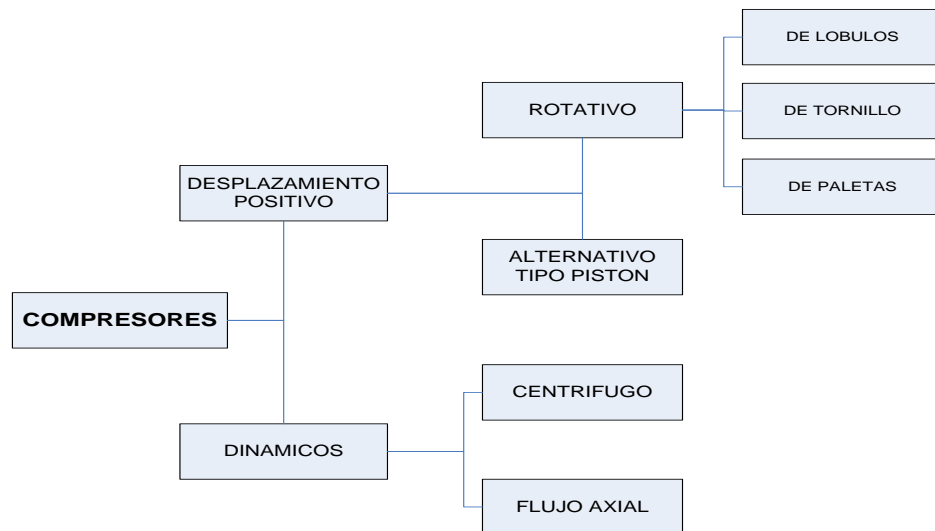


Figura 1.1 Tipos de compresores

1.7.2 Compresores de desplazamiento positivo

Este tipo de compresores son de dimensiones fijas, son los más conocidos y comunes, por cada movimiento del eje de un extremo al otro extremo tenemos la misma reducción en volumen pero aumento de presión y temperatura. Normalmente son utilizados para altas presiones.

1.7.2.1 Compresores rotativos de lóbulos

Los compresores de lóbulos tienen dos rotores simétricos en paralelo sincronizados por engranajes.

Características:

- Producen altos volúmenes de aire seco, a baja presión.
- Este sistema es muy simple y su funcionamiento es muy parecido a la bomba de aceite del motor de un auto donde se requiere un flujo constante.
- Tienen pocas piezas en movimiento.

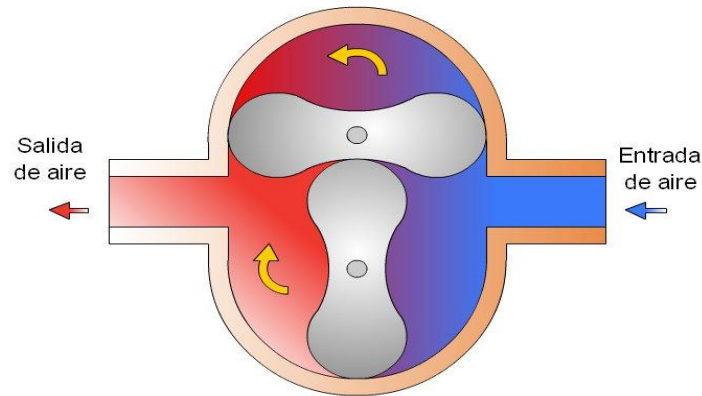


Figura 1.2 Compresor rotativo de lóbulos

1.7.2.2 Compresores rotativos de tornillo

Los compresores a tornillo tienen dos tornillos engranados o entrelazados que rotan paralelamente con un juego, sellado por la mezcla de aire y aceite.

El modo de operación del compresor es la descrita a continuación: Al girar los tornillos, el aire entra por la válvula de admisión con el aceite. El espacio entre los labios es progresivamente reducido al correr por el compresor, comprimiendo el aire atrapado hasta salir por la válvula de salida.

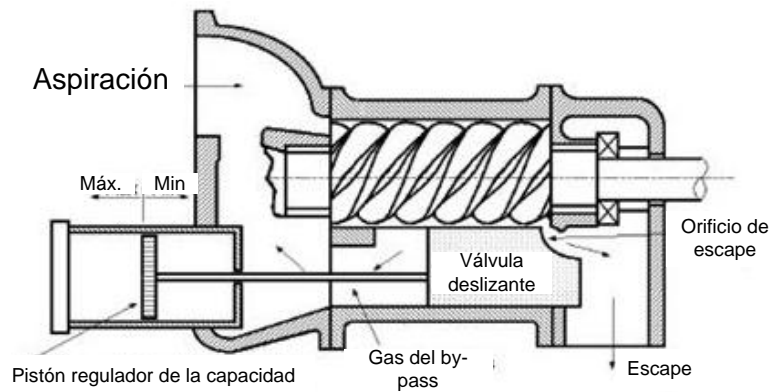
En los compresores a tornillo húmedos los engranajes y tornillos son lubricados por el aceite que actúa también como sello. Típicamente tienen filtros para eliminar el aceite del aire o gas comprimido.

Características:

- Silencioso.
- Flujo continuo de aire.
- Fácil mantenimiento.
- Presiones y volúmenes moderados.
- El aceite tiene que tener una buena capacidad antiespumante y buenas características de enfriamiento por la alta velocidad y temperatura de operación.



(a)



(b)

Figura 1.3 Compresor rotativo tipo tornillo: a) Corte lateral compresor, b)Partes Básicas compresor

1.7.2.3 Compresores rotativos de paletas

El rotor, la única pieza en movimiento constante, dispone de una serie de ranuras con paletas deslizantes que se desplazan sobre una capa de aceite.

El rotor gira en el interior de un estator cilíndrico. Durante la rotación, la fuerza centrífuga extrae las paletas de las ranuras para formar células individuales de compresión. La rotación reduce el volumen de la célula y aumenta la presión del aire. El calor que genera la compresión se controla mediante la inyección de aceite a presión.

Características:

- Silencioso y pequeño.
- Flujo continuo de aire.
- Buen funcionamiento en frío.
- Sensibles a partículas y tierra.
- Fácil mantenimiento.
- Presiones y volúmenes moderados.
- EL aceite es expulsado con el aire y por ende es ideal para sistemas de lubricación a goteo, lubricación neumática, etc.

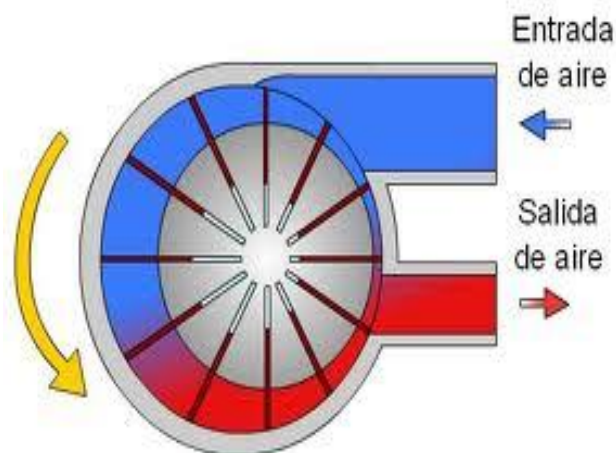


Figura 1.4 Compresor rotativo de paletas

1.7.2.4 Compresores Alternativos tipo pistón

El funcionamiento de este tipo de compresores es muy parecido al del motor de un automóvil. Mediante una biela y una manivela produce el movimiento alternativo de un pistón. Al bajar el pistón se introduce el aire. Cuando ha bajado totalmente se cierra la válvula de admisión y comienza a subir el pistón y con ello la compresión del aire. Cuando este aire se ha comprimido hasta el máximo, la válvula de escape se abre y sale el aire a presión.

Características:

- Ruidoso y pesado.
- Fluido de aire intermitente.
- Funciona en caliente (hasta 220° C).
- Necesita mantenimiento costoso periódico.
- Alta presión con moderado volumen.

Efecto simple: Baja presión, usados en talleres para pintar, soplar, inflar neumáticos, etc.

Efecto doble (Dúplex): Usados para altas presiones en sistemas de compresión de gases licuados, etc.

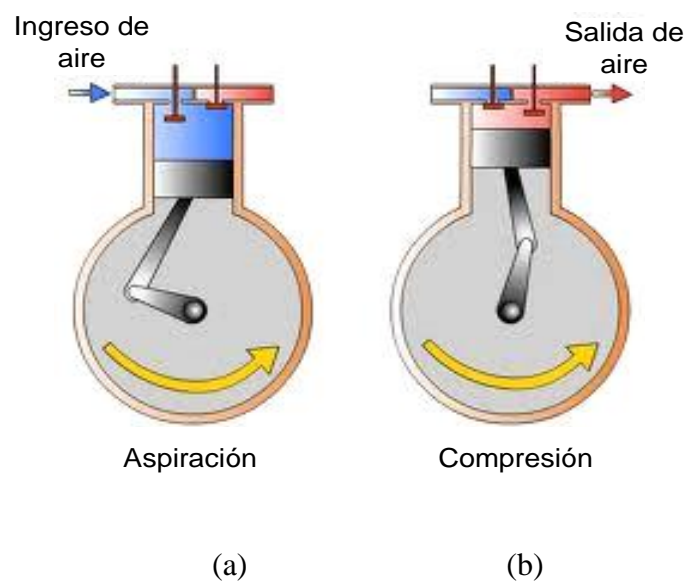


Figura 1.5 Compresor alternativo tipo pistón: a) aspiración, b) compresión

1.7.3 COMPRESORES DINÁMICOS

Los compresores dinámicos pueden ser Radiales (centrífugos) o de Flujo Axial. Una de las ventajas que tienen, es que su flujo es continuo. Estos compresores tienen pocas piezas en movimiento, reduciendo la pérdida de energía con fricción y calentamiento.

1.7.3.1 Compresores Radiales (Centrífugos)

Una serie de paletas o aspas en un solo eje que gira, chupando el aire por una entrada amplia y acelerándolo por fuerza centrífuga para botarlo por el otro lado.

Características:

- Funciona en seco. La única lubricación es de sus rodamientos.
- El gas o aire sale libre de aceite.
- Existe flujo constante de aire.
- Caudal de flujo es variable con una presión fija.
- El caudal es alto a presiones moderadas y bajas.
- Régimen de lubricación es hidrodinámico.
- La lubricación es por aceite de alta calidad.



Figura 1.6 Compresor radial

1.7.3.2 Compresores de Flujo Axial

Contiene una serie de aspas rotativas en forma de abanico que aceleran el aire o gas de un lado al otro, comprimiéndolo. Esta acción es muy similar a una turbina.

Características:

- Aire libre de aceite.
- Flujo de aire continuo.
- Presiones variables a caudal de flujo fijo.
- Alto caudal de flujo. Presiones moderadas y bajas.

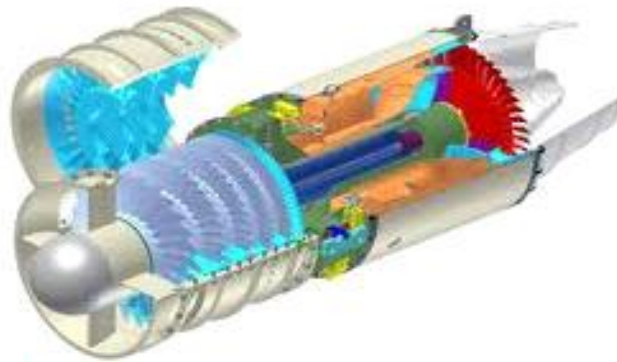


Figura 1.7 Compresor de flujo axial

1.8 VALVULAS NEUMATICAS

Las válvulas neumáticas tienen gran importancia dentro de los procesos de automatización realizados con esta tecnología. Son dispositivos de regulación y control de la presión y caudal del aire a presión. Estos dispositivos dirigen, distribuyen o pueden bloquear el paso del aire para accionar elementos mecánicos de trabajo como los actuadores.

Según su función las válvulas se subdividen en los grupos siguientes:

- Válvulas de vías o distribuidoras.
- Válvulas de bloqueo.
- Válvulas de presión.
- Válvulas de caudal y de cierre.

1.8.1 Válvulas Distribuidoras

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de seguir el aire en cada momento, gobernando a la postre el sentido de desplazamiento de los actuadores. Trabajan en dos o más posiciones fijas determinadas. No pueden trabajar en posiciones intermedias.



Figura 1.8 Válvula distribuidora

1.8.2 Válvulas de Bloqueo

Son válvulas destinadas a impedir, condicionar o dificultar el paso del flujo en uno u otro sentido.



Figura 1.9 Válvula de Bloqueo

1.8.3 Válvulas de Presión

Estas válvulas influyen principalmente sobre la presión, o están condicionadas por el valor que tome aquélla. Entre ellas destacan las siguientes:

- Válvulas reguladoras de presión
- Válvulas limitadoras de presión
- Válvulas de secuencia.



Figura 1.10 Válvula reguladora de Presión

1.8.4 Válvulas de Caudal y de Cierre

Estas válvulas tienen como finalidad regular el caudal que las atraviesan y con ello controlar la velocidad de los vástagos de los cilindros. Lo anterior se consigue estrangulando la sección de paso.

Estas válvulas lo que producen es una pérdida de carga y ésta conduce a reducir el caudal.

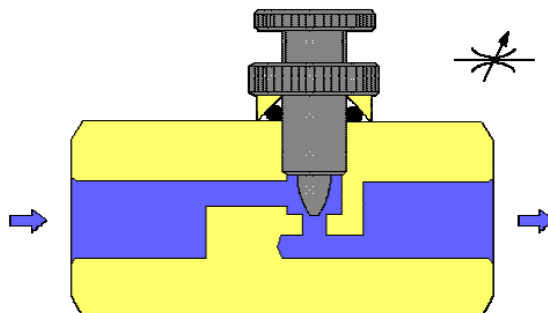


Figura 1.11 Válvula reguladora de caudal bidireccional.

Las válvulas de cierre tienen como finalidad abrir y cerrar un circuito, sin posiciones intermedias.

1.9 VARIADOR DE FRECUENCIA (SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control)

El variador de frecuencia o convertidor de frecuencia (Simovort masterdrives) es un dispositivo de la electrónica de potencia para la alimentación de accionamiento de motores de distintas capacidades de potencias.

La corriente trifásica de la red se rectifica y se introduce al circuito intermedio de condensadores. Con el ondulator se produce corriente continua, mediante la modulación por ancho de pulsos (PWM¹), la frecuencia de salida oscila entre 0 Hz y máximo 600 Hz.

El variador de frecuencia puede conectarse a una red de corriente trifásica con una frecuencia de 50 o 60 Hz.



Figura 1.12 Variador de frecuencia Simovort Masterdrive

¹ PWM : (Pulse-width modulation) Modulación por Ancho de Pulso

Frecuencia de Entrada	50 – 60 Hz
Frecuencia de Salida	0 - 600 Hz
Voltaje de Entrada	Trifásica 480 Vac
Voltaje de Alimentación circuito de control	24 Vdc
Potencia de Salida	29,840 KW
Corriente máxima	80 A.

Tabla 1.1 Datos Técnicos Variador de Frecuencia

1.9.1 Componentes

- Conversores.
- Inversores.
- Unidades rectificadoras.
- Unidades Rectificadoras- regenerativas de realimentación (RE, AFE).
- Unidades de frenado y resistencias de frenado.
- Bus de enlace DC para equipos de armario.
- Filtro de supresión de interferencia.
- Filtros de red.
- Fusibles.
- Filtros de salida (dv/dt y filtro senoidal).
- Módulos electrónicos.
- Sensores (SBX) para detección de velocidad y posición.
- Tarjetas de comunicación.

1.10 DEFINICIÓN DE AUTOMATIZACIÓN

La automatización es un sistema donde se transfieren las tareas realizadas por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. La automatización tiene como objetivo mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad del producto.

Las funciones que están inmersas en la automatización son la mejora del desempeño y la seguridad del equipo brindando monitoreo por seguridad, diagnóstico de mantenimiento, detección de errores en el proceso de producción.

1.10.1 Elementos básicos de un sistema automatizado

Los elementos básicos para que un sistema automatizado actúe como tal son:

1.10.1.1 Energía

La energía constituye el elemento básico de todo sistema automatizado, la energía es aprovechada para manejar el proceso y operar el sistema, así como controladores, actuadores y demás elementos que lo conforman. La energía es utilizada para la unidad de control, Activar señales de control y para la recolección y procesamiento de la información.

Existen varios tipos de fuentes de energía como son:

- Eléctrica
- Mecánica
- Térmica
- Fuentes alternativas: Combustibles fósiles², hidráulica, solar, eólica.

² Producto derivado de los restos de plantas y animales que vivieron en la Tierra en épocas muy anteriores a la aparición del hombre, como el carbón mineral, el petróleo y el gas.

1.10.1.2 Programa

El programa de control es el elemento más esencial para el funcionamiento del sistema, la programación es la secuencia de instrucciones que un controlador interpreta y ejecuta.

En el caso de este proyecto de titulación al disponer de un controlador siemens S7 – 1200 CPU 1212C es necesario utilizar el software PORTAL TIA en el cual se puede programar tanto el controlador como la pantalla HMI. La manipulación y configuración del mismo se va a detallar en la sección 3.4.

1.10.1.3 Sistema de control

El sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el objetivo de lograr un funcionamiento establecido o requerido, de esta manera se reducen los fallos en el proceso y se obtienen los resultados esperados.

Este tipo de sistemas se utilizan para sustituir a una persona que controla un determinado sistema sea eléctrico, mecánico, etc. con una posibilidad casi nula de error y un grado de eficiencia mayor que el de un trabajador.

Los objetivos de los sistemas de control son los siguientes:

- Ser estables y robustos frente a perturbaciones y errores del sistema.
- Ser eficiente evitando comportamientos irreales y bruscos.

1.11 SISTEMA SCADA

Se da el nombre de sistema SCADA ³ a cualquier software que permita el acceso de datos de un proceso que permita la comunicación y en caso de ser necesario el control del mismo utilizando las herramientas de comunicación.

De acuerdo a la definición se observa que no se trata de un sistema de control, sino de monitorización o supervisión, que realiza la tarea de interfaz entre los niveles de control (PLC⁴) y los de gestión a un nivel superior.

Los objetivos para que un SCADA sea perfectamente aprovechado son los siguientes:

- Comunicación flexible y fácil de manera transparente para el usuario y el resto de la empresa que se encuentren en una red local.
- Manejo y visualización en el sistema operativo que se desee.
- Permitir la integración de las herramientas de producción y de control.
- Funciones de mando y supervisión integradas.

1.11.1 Prestaciones de un sistema SCADA

EL sistema SCADA comprende una serie de funciones y utilidades encaminadas a establecer una comunicación clara entre el proceso y el operador.

Un SCADA permite la supervisión, mando y adquisición de datos de un proceso y herramientas de gestión para la toma de decisiones como puede ser el mantenimiento preventivo.

Tienen la capacidad de ejecutar programas que puedan supervisar y modificar el control establecido, y bajo ciertas condiciones también anular o modificar tareas de los controladores.

³ SCADA: Supervisión, Control y Adquisición de Datos.

⁴ PLC: Controlador Lógico Programable.

1.11.1.1 Monitoreo

El monitoreo o supervisión permite la representación gráfica de datos en tiempo real a los operadores de la planta. Un paquete SCADA dispone de objetos gráficos que permiten personalizar de manera muy amplia la aplicación que desee, de tal manera que cualquier persona puede entender el proceso sin necesidad de un conocimiento previo. Se puede añadir alarmas detalladas de falla del sistema, lo cual es útil para detener el proceso de producción y de esta manera evitar daños mayores.

1.11.1.2 Control

En el control del sistema se encuentran todos los parámetros de configuración con el cual está funcionando el proceso automatizado. El control permite al operador la posibilidad de cambiar parámetros como el paro, marcha u otra modificación. Las ventajas más evidentes de los sistemas de control automatizado y supervisado se detallan a continuación.

- La integración de sistemas es rápida gracias a los sistemas de comunicación estandarizados.
- La tecnología web permite el acceso desde cualquier punto geográfico al sistema de control.

1.11.1.3 Base de datos e históricos

Un SCADA permite visualizar el estado de las variables del sistema, a la vez que admite al usuario o encargado del sistema visualizar una base de datos generada por medio del software de monitoreo. En la base de datos constan las variables que intervienen en el proceso que modifican su estado o valor en el tiempo, la fecha y hora en la que se desee recoger los datos.

Una base de datos es sumamente útil dentro de todo sistema de control, ya que por medio de este, se puede tener una visión amplia del proceso y se puede determinar la hora crítica del sistema, es decir, que trabaja a mayor potencia y de esta manera se pueden tomar las precauciones necesarias para que el proceso no sufra interrupciones o daños.

1.11.2 Arquitectura de un sistema SCADA

Un sistema SCADA está dividido en tres bloques principales:

- Software de adquisición de datos y control (SCADA).
- Sistemas de adquisición y mando (sensores y actuadores).
- Sistemas de interconexión (comunicaciones).

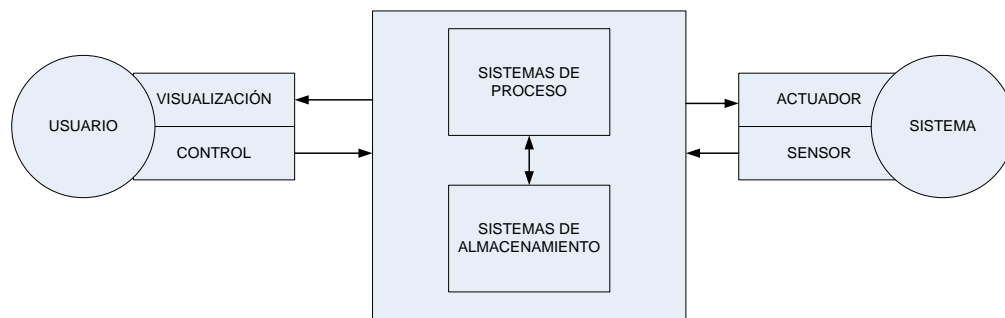


Figura 1.13 Estructura básica de un sistema SCADA

1.11.3 OPC (OLE Process Control)

Un servidor OPC⁵ especifica parámetros para comunicación en tiempo real entre diferentes aplicaciones y dispositivos de control de distintos fabricantes. Las aplicaciones necesitan una manera común de acceder a los datos de cualquier fuente, como un dispositivo o una base de datos.

Ventajas:

- Los fabricantes de software no tienen que adaptar los drivers ante cambios de hardware.
- Los fabricantes de hardware solo tienen que realizar un conjunto de componentes de programa para que los clientes los utilicen en sus aplicaciones.

⁵ OPC (OLE. Object Linking and Embedding for Process Control) es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos.

1.12 PANTALLA HMI

Una pantalla HMI⁶ es utilizada para la interacción entre el humano y la máquina, su principal aplicación son los sistemas de Automatización de procesos. Son utilizados para supervisión del proceso al cual están asociados.



Figura 1.14 Pantalla HMI

Permiten visualizar de forma simultánea varios sectores del sistema y de esta manera mantener monitorizado el sistema.

KTP 400 BASIC MONO	
Pantalla	
Tipo	LCD mono FSTN
Área activa de la pantalla	76,8 x 57,6 mm (3,8 ")
Resolución	320 x 240 píxeles
Colores	4 niveles de gris
Regulación de contraste	SI
Ajuste Brillo	No
Reloj de software sincronizable	SI

⁶ HMI: (Human Machine Interface) Interfaz Humano – Máquina.

Unidad de Entrada	
Tipo	Pantalla táctil analógica resistiva
tecla de funciones	4
Tiras Rotulables	SI
Memoria	512 kB
Interface	1 Ethernet RJ 45 10/100 Mbits/s
Tensión de Alimentación	
Tensión nominal	24 Vdc
Rango admisible	19,2 V a 28,8V (-20 % a + 20 %)
Transitorios, máximos admisible	36 V (500 ms)
Tiempo entre dos transitorios,	50 s.
Potencia	2 W.
Consumo	
Típico	100 mA.
Corriente continua máx.	150 mA.
Corriente transitoria de I ² t	0,5 A ² s

Tabla 1.2 Datos técnicos Pantalla HMI

1.13 TERMORRESISTENCIAS

La variación de la resistencia eléctrica de los metales es frecuentemente utilizada para la medición de temperaturas. La resistencia eléctrica aumenta con el crecimiento de la temperatura y entonces se habla de coeficiente de temperatura positivo PTC⁷, esto por ejemplo con las termorresistencias de platino.

En el presente proyecto se utilizará una termorresistencia tipo PT-1000 en cuyas características la variación de la resistencia es despreciable motivo por el cual dará una lectura de la temperatura más precisa (características técnicas están detalladas en el anexo 5)

⁷ PTC:(Positive Temperature Coeficient) Coeficiente de Temperatura Positivo.



Figura 1.15 Sensor de Temperatura PT1000

1.14 SENSOR DE PRESIÓN

Los sensores de presión se utilizan para el control y la vigilancia en miles de aplicaciones de uso diario, alternativamente se puede llamar transductores de presión, transmisores de presión, indicadores de presión y piezómetros, manómetros, entre otros nombres.

Los sensores de presión pueden variar drásticamente en la tecnología, el diseño, el rendimiento, la aplicación de conveniencia y coste. También existe una categoría de sensores de presión que están diseñados para medir en un modo dinámico para captar los cambios muy rápidos de presión.

- *Sensor de presión absoluta:* Este sensor mide la presión en relación con vacío perfecto presión (0 PSI⁸). La presión atmosférica, es 14.7 PSI en el nivel del mar, con referencia al vacío.
- *Medidor de sensor de presión:* Este sensor se utiliza en diferentes aplicaciones, ya que puede ser calibrado para medir la presión con respecto a una determinada presión atmosférica en un lugar determinado.
- *Sensor de presión diferencial:* Este sensor mide la diferencia entre dos o más presiones, presentó como insumos para la unidad de detección, por ejemplo,

⁸ PSI: (del inglés Pounds per Square Inch) a una unidad de presión cuyo valor equivale a 1 libra por pulgada cuadrada.

midiendo la caída de presión a través de un filtro de aceite de presión diferencial también se utiliza para medir el flujo o nivel en recipientes a presión.

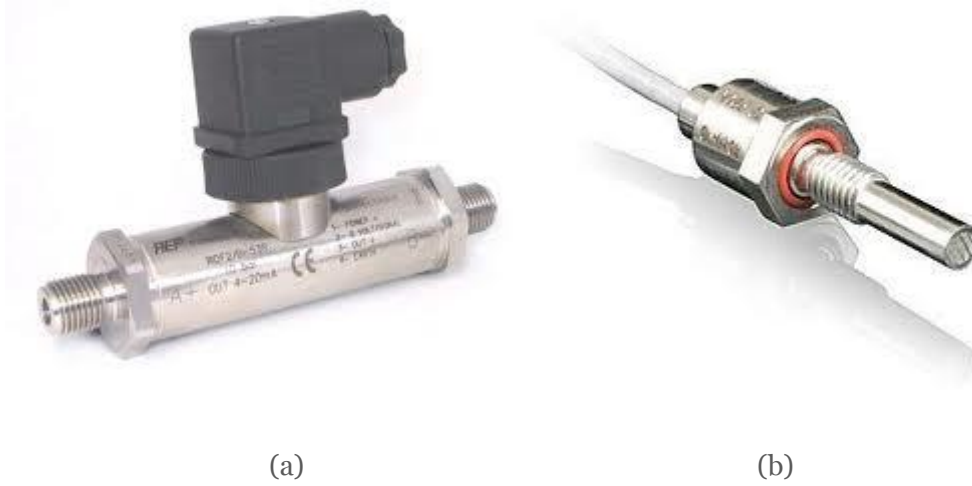


Figura 1.16 Sensor de Presión a) Diferencial b) Absoluta

CAPITULO 2

ANALISIS SITUACIÓN ACTUAL

2.1 ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La empresa de licores, motivo del presente proyecto de titulación, contempla varias etapas que necesitan funcionar en conjunto con otras áreas para ejecutar un proceso y así obtener un producto final.

Para contemplar un panorama concreto, a continuación se mencionan algunas de las áreas más importantes que constituyen a la empresa de licores:

- Recepción de aguardiente.
- Lavado.
- Transporte.
- Cuarto de bombeo.
- Bodegas.
- Área de Producción.
- Área de Despachado.

Es así, que dentro del área de producción, procesos como el de tapado, etiquetado, empacado y sellado, trabajan en conjunto con el sistema de alimentación neumática que basa su funcionamiento en un compresor de aire tipo tornillo marca GA50VSD que es controlado por un PLC marca Elektronikon⁹ de la empresa Atlas Copco¹⁰.

⁹ Elektronikon: Marca del Controlador original del Sistema de Alimentación Neumática.

¹⁰ Atlas Copco: Empresa fabricante de sistemas de compresores.

2.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN NEUMÁTICA

Como se menciona en la sección 2.1, el sistema de alimentación neumática basa su funcionamiento en un compresor de aire tipo tornillo marca GA50VSD que es controlado por un PLC marca Elektronikon.

Dicho equipo está identificado como un equipo clave dentro de la empresa de licores debido a que genera aire comprimido, el cual es distribuido para las etapas críticas antes mencionadas y un mal funcionamiento en este, detendría por completo la producción.

Principalmente sus características de ahorro de energía lo hacen tan necesario para una planta, sin embargo, luego de algunos años de funcionamiento continuo deja notar la necesidad de un mantenimiento correctivo urgente.

Actualmente se ha identificado que el compresor tiene un problema a nivel de Software en su etapa de control, el cual está constituido por un PLC marca Electronikon. Dicho dispositivo tiene problemas frecuentes, como paros inesperados, funcionamiento intermitente, etc.

2.3 MANTENIMIENTO

Considerando la importancia del sistema de alimentación neumática, la empresa de licores realiza mantenimientos periódicos que sin duda alargan la vida útil del compresor y evitan paros repentinos, pero no es la solución definitiva.

La etapa de control del sistema neumático lo constituye un PLC de marca Electronikon, el cual comanda el funcionamiento del compresor, sin embargo uno de los principales impedimentos es que no se tiene acceso a la programación lo cual limita la modificación de su funcionamiento.

La empresa es quien realiza el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos, pero en vista de no disponer de personal técnico especializado en el área de automatización, el mantenimiento apunta a solo ser correctivo, mismo que causa costos a la empresa.

2.4 PROPUESTA

En vista de los antecedentes anteriormente descritos, el presente proyecto de titulación pretende plantear el diseño de una solución definitiva.

Es así, que se contempla reemplazar el PLC Electronikon por otro de altas prestaciones como el Simatic S7 – 1200 con una pantalla HMI monocromática KTP 400, equipos que disponen en la empresa de licores.

Adicional a esto se va implementar un sistema SCADA donde se podrá monitorear los valores de los datos de cada una de las variables y alarmas que intervienen en el proceso.

2.5 ETAPAS CRÍTICAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Como se menciona en la sección 2.1 existen varias etapas críticas, definiéndolas así porque dependen indirectamente del sistema de alimentación neumática. A continuación se describe brevemente el funcionamiento de cada una de las etapas en el proceso de producción.

2.5.1 Diagrama de etapas involucradas proceso de producción

Dentro de la elaboración de los licores intervienen varios procesos, los cuales son alimentados por aire comprimido a través del compresor tipo tornillo, los procesos están descritos en la fig. 2.1.

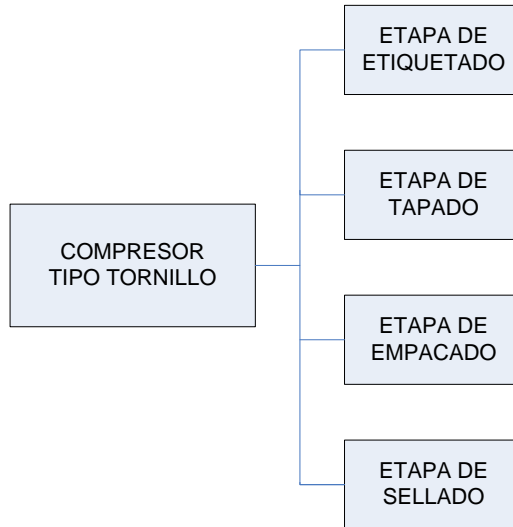


Figura 2.1 Diagrama de Alimentación Neumática

2.5.2 Etapa de Etiquetado



Figura 2.2 Etapa de Etiquetado

Como se puede observar en la Figura 2.2, la etapa de Etiquetado recibe las botellas con su contenido y de manera ordenada etiqueta una a una, utilizando pistones neumáticos accionados por sensores.

2.5.3 Etapa de Tapado



Figura 2.3 Etapa de Tapado

Como se puede observar en la Figura 2.3 mostrada anteriormente, la etapa de tapado recibe las botellas con su contenido y de manera ordenada enrosca las tapas utilizando pistones neumáticos accionadas por sensores.

2.5.4 Etapa de Empacado



Figura 2.4 Etapa de Empacado

En la Figura 2.4 se puede observar la etapa de empacado la cual recibe el producto terminado y mediante un sistema automatizado de válvulas neumáticas creadoras de vacío, toma un grupo de botellas y son depositadas en las cajas de cartón de manera precisa.

2.5.5 Etapa de Sellado



Figura 2.5 Etapa de Sellado

En la Figura 2.5 se puede observar la etapa de sellado la cual recibe las cajas y mediante un sistema automatizado alimentado por aire comprimido aplica cinta adhesiva a cada caja.

2.6 FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR DE MARCA GA50VSD

El compresor corresponde a un tipo de compresor estacionario rotativo tipo tornillo de velocidad variable, con inyección de aceite y accionado por motor eléctrico. El mismo cuenta con un secador de aire el cual elimina la humedad del aire comprimido.

El aire aspirado por el filtro de aire de entrada ingresa al compresor el cuál realiza su trabajo y por medio de la válvula de retención que contiene al aire dentro del proceso del compresor. El aire comprimido y el aceite pasan a través del depósito de aire separador aceite.

El aire es descargado por medio de la válvula de salida, pero antes de esto están inmersos varios procesos como el refrigerador de aire, colector de condensado y la válvula de presión mínima.

La válvula de presión mínima impide que la presión del depósito caiga por debajo de la presión mínima permitida y también incluye una válvula de retención que impide el regreso del aire comprimido desde la red del aire.



Figura 2.6 Vista frontal Compresor.

2.6.1 Sistema de aceite

En el *depósito de aire separador de aceite*, la mayor cantidad de aceite es separado centrífugamente de la mezcla de aire-aceite. El resto es retirado por medio del separador. El aceite es recogido en el fondo del *depósito de aire separador de aceite* el que es usado a la vez como tanque de aceite.

El sistema está provisto de una válvula de derivación, que permite la entrega de aceite del refrigerador al subir la temperatura a 60 °C, cuando se encuentra a 75 °C todo el aceite pasa por el refrigerador. Al encontrarse a una temperatura inferior de 60°C la válvula de derivación corta el suministro de aceite del refrigerador.

2.6.2 Sistema de refrigeración y drenaje de condensado

El compresor viene provisto de un sistema de refrigeración de aire y otro de aceite, el aire de refrigeración lo genera un ventilador. En el sistema de salida se encuentra instalado un colector de condensado que viene provisto de una válvula para drenaje automático del

condensado durante el funcionamiento y también una válvula de accionamiento manual para drenaje después de una parada del compresor.

2.6.3 Sistema de regulación

El sistema de regulación es controlado a través del convertidor de frecuencia AC-AC de marca SIMOVERT MASTERDRIVES (siemens) que se explicó en la sección 1.9. Si el consumo de aire es inferior al suministro del compresor la presión aumentará, cuando la presión de la red excede el punto de ajuste el convertidor de frecuencia disminuirá la velocidad del motor eléctrico que comanda el compresor. Si la presión de la red sigue subiendo con el motor funcionando a velocidad mínima el convertidor de frecuencia parará el motor. Si el motor se para automáticamente y la presión de la red alcanza el punto de ajuste el convertidor de frecuencia arrancará automáticamente el motor.

2.6.4 Módulo de control

Tiene como finalidad el control del convertidor de frecuencia para regular la velocidad del motor regulando el suministro del compresor al consumo de aire.

Se tiene los siguientes procesos para realizar el paro del compresor.

- Parada directa: El compresor opera a una velocidad entre el máximo y el mínimo, y la presión sube a un valor superior al punto de ajuste de parada directa.
- Parada indirecta: El compresor marcha a velocidad mínima y la presión de la red sube al nivel de parada indirecta.

Para protección del compresor si la temperatura de salida del compresor excede el nivel de parada de alarma programado, se parará el compresor. El compresor también se parará en caso de sobrecarga del motor del ventilador.

2.6.5 Secador de aire

Los compresores de marca GA 50 VSD están dotados de un secador para eliminar la humedad del aire comprimido. Consta con dos circuitos que son el de aire comprimido y el de refrigeración.

2.6.5.1 Circuito de aire comprimido

El aire comprimido entra en el intercambiador de calor y se enfría mediante el sistema de refrigeración. Luego el aire fluye a través del *intercambiador de calor- evaporador* donde el refrigerante se evapora permitiendo que el aire continúe enfriándose hasta la temperatura de evaporación del refrigerante. Se condensa el agua en el aire, el aire frío pasa por el separador donde todo el condensado se separa del aire. El condensado se recoge en el colector y se purga automáticamente.

2.6.5.2 Circuito de refrigeración

El compresor descarga gas refrigerante caliente a alta presión que fluye a través del condensador donde se condensa la mayor cantidad del refrigerante.

El líquido atraviesa el filtro secador de refrigerante líquido al tubo capilar, y el líquido es expulsado por el tubo capilar a presión de evaporación. El refrigerante ingresa al evaporador donde el calor es retirado del aire comprimido por evaporación interior a presión constante. El refrigerante calentado es expulsado del evaporador y es aspirado por el compresor.

2.6.6 Diagrama de Flujo

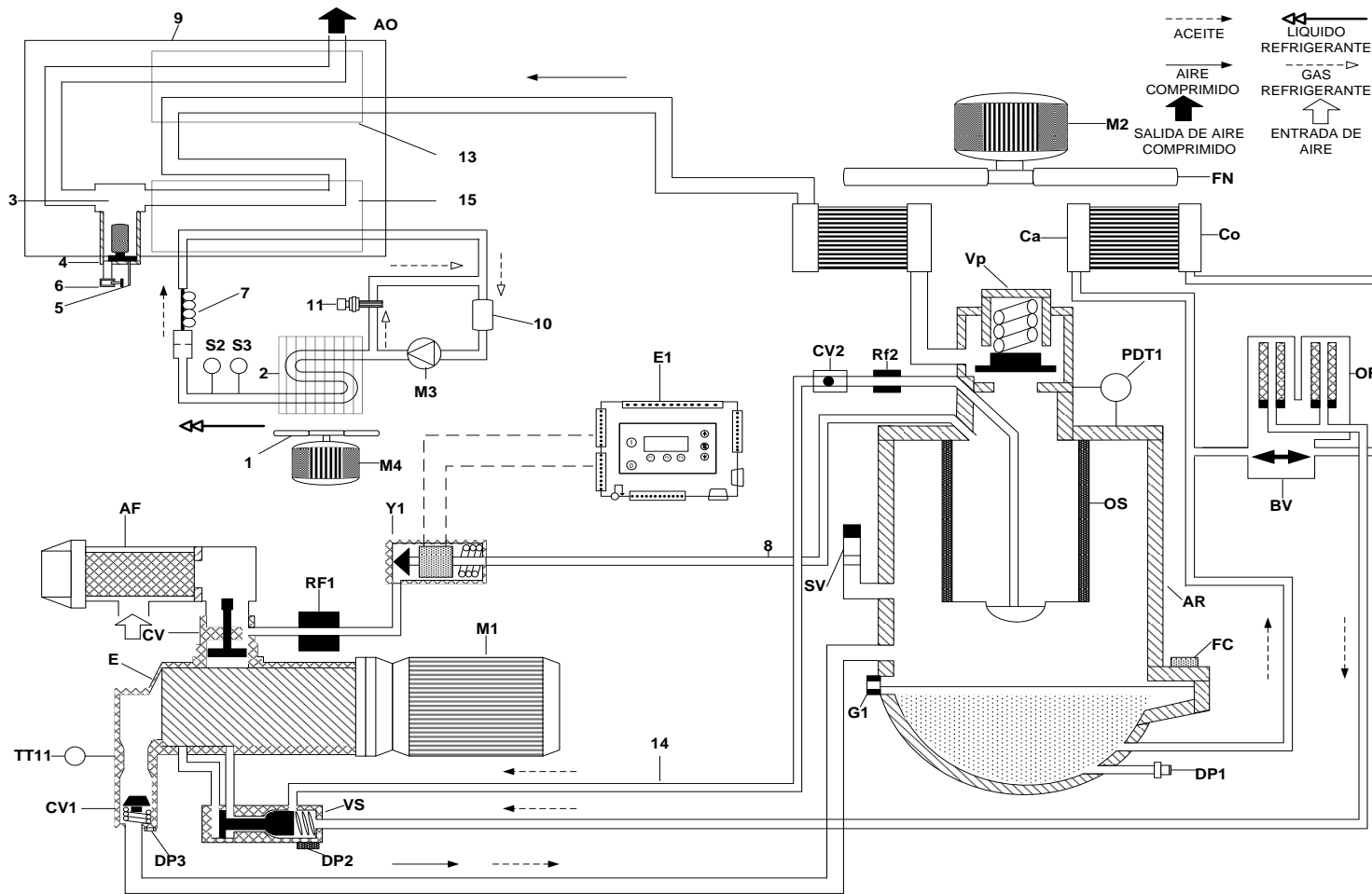


Figura 2.7 Diagrama de flujo Compresor

2.6.6.1 Detalle diagrama de flujo compresor

1.- Ventilador de refrigeración de condensador.	DP1 Tapón de drenaje de aceite, depósito de aire.
2.- Condensador de refrigerante.	DP2 Tapón de drenaje de aceite, válvula de cierre de aceite.
3.- Separador de condensado.	DP3 Tapón de drenaje de aceite, Compresor.
4.- Colector de condensado.	E Compresor.
5.- Manguera de drenaje manual de condensado.	E1 Módulo de control Elektronikon.
6.- Válvula de drenaje manual de condensado.	FC Tapón de llenado de aceite.
7.- Tubo Capilar.	FN Ventilador, refrigeradores del compresor.
8.- Tubo flexible de aire de expulsión.	G1 Manómetro, nivel de aceite.
9.- Bloque aislador.	M1 Motor del compresor.
10.- Acumulador.	M2 Motor del ventilador, refrigeradores del compresor.
11.- Válvula de derivación de gas caliente.	M3 Compresor de refrigerante.
12.- Secador/ filtro de refrigerante líquido.	M4 Motor de ventilador de condensador.
13.- Intercambiador de calor aire/aire.	OF Filtro de aceite.
14.- Tubo de barrido de aceite.	OS Elemento separador de aceite.
15.- Intercambiador de calor/ evaporador aire/refrigerante.	PDT1 sensor de presión diferencial, separador de aceite.
AF Filtro de aire.	Rf1 Boquilla.
AO Salida de aire Comprimido.	Rf2 Restrictor.
AR Depósito de aire/separador de aceite.	SV Válvula de seguridad.
BV Válvula de derivación del refrigerador de aceite.	S2 Interruptor de control del ventilador.
Ca Refrigerador de aire.	S3 Presostato de parada de alta presión.
Co Refrigerador de aceite.	TT11 Sensor de temperatura del compresor.
CV Válvula de retención.	Vp Válvula de presión mínima.
CV1 Válvula de retención.	Vs Válvula de cierre de aceite.
CV2 Válvula antirretorno.	Y1 Válvula de solenoide.

Tabla 2.1 Partes del compresor

2.6.7 Diagrama eléctrico original.

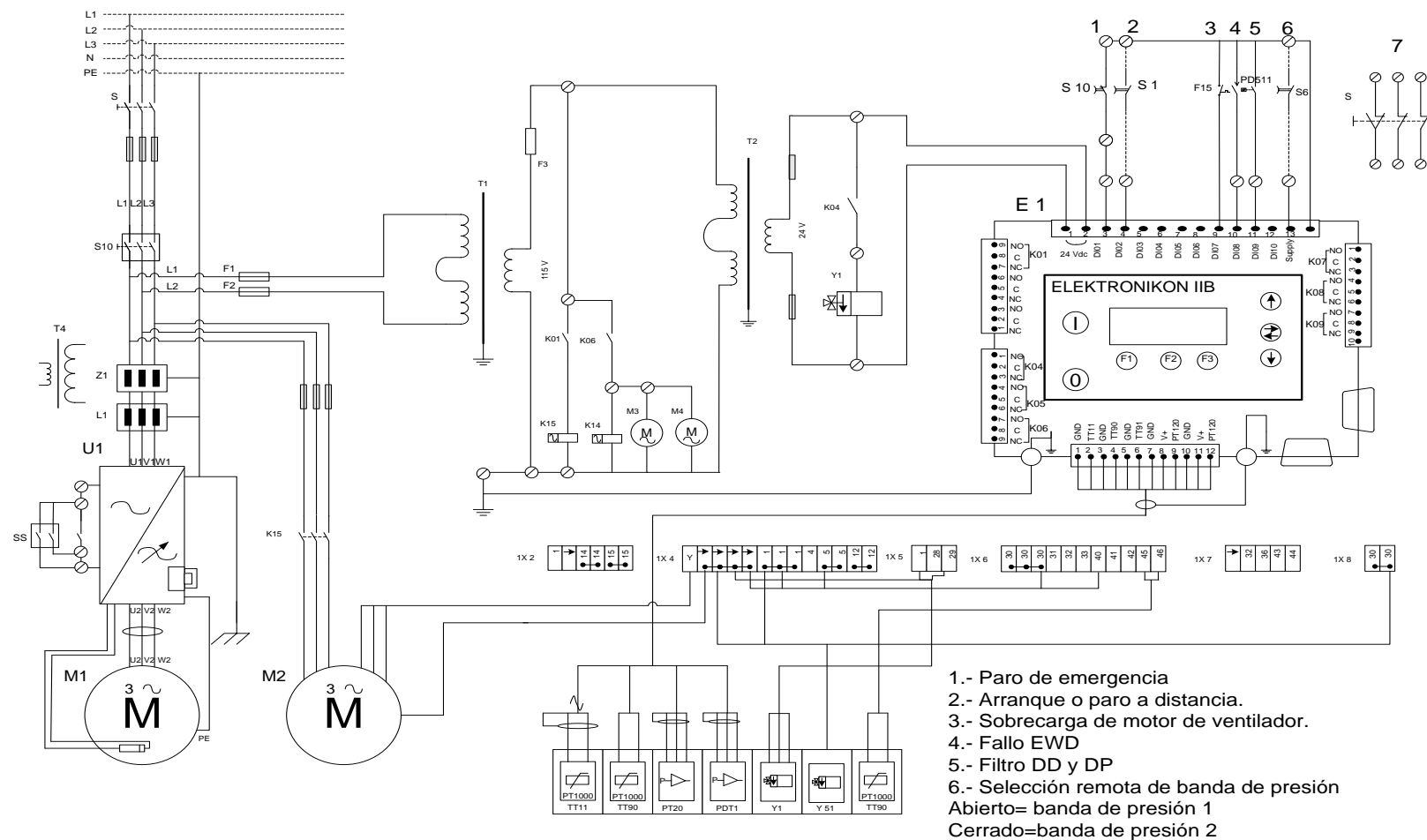


Figura 2.8 Diagrama Eléctrico de Control

2.6.7.1 Detalle diagrama Eléctrico Original

PDT1 Sensor de presión diferencial, separador de aceite.	K15 Contactor, motor de ventilador.
PT20 Sensor de presión, salida de aire.	L1 Inductor.
TT11 Sensor de temperatura salida de compresor.	S10 Interruptor separador.
TT91 Sensor de temperatura armario convertidor de frecuencia.	T1 Transformador.
Y1 Válvula de solenoide de expulsión.	T4 Transformador.
Y51 Válvula de cierre de agua.	U1 Convertidor de frecuencia.
M1 Motor del compresor.	Z1 Filtro EMC.
M2 Motor del ventilador, refrigerador del compresor.	I Botón de arranque.
E1 Módulo de control Elektronikon.	K01 Relé aux, motor ventilador.
F1/F10 Fusibles.	K04 Relé aux, válvula solenoide.
F15 Relé de sobrecarga, motor ventilador.	K05 Relé aux, Paro convertidor de frecuencia
F16/18 Fusibles.	K07 Relé aux, Funcionamiento manual/automático.
K11 Contactor secador.	K09 Relé aux, Paro general.
	0 Botón de parada

Tabla 2.2 Detalle diagrama Eléctrico Original

CAPITULO 3

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

En el presente capítulo se presenta el diseño y la implementación del mejoramiento del sistema de alimentación neumática para la empresa de licores.

3.1 CONTROLADORES

Una vez analizado la situación actual de la empresa se va a realizar una descripción de los controladores tanto el que está instalado originalmente “Elektronikon” frente al que va a ser utilizado para la actualización del control Simatic S7-1200.

3.1.1 PLC Elektronikon (características técnicas)



Figura 3.1 PLC ELEKTRONIKON

ELEKTRONIKON	
PARAMETRO	VALOR
Voltaje de alimentación	24 Vac/ 16 VA 50/60 Hz
	24 Vdc / 0,7 A
Tipo de protección	IP54 (parte delantera)
	IP21 (parte trasera)
temperatura y condiciones ambientales	IEC60068-2
Emisión de ruido	IEC61000-6-3
Inmunidad al ruido	IEC61000-6-2
Montaje	Puerta Armario
Salidas Digitales	
Número de salidas	9
Tipo	Relé (libres de tensión)
Voltaje nominal AC	250 Vac/10 A máx.
Voltaje nominal DC	30 Vdc /10 A máx.
Entradas digitales	
número de entradas	10
suministrado por el controlador	24 Vdc
protección del suministro	protegido de corto circuito a tierra
protección de entrada	sin aislamiento
Entradas Analógicas	
Entradas de presión	2
Entradas de Temperatura	5

Tabla 3.1 Características técnicas PLC Elektronikon

3.1.2 PLC S7-1200

El PLC S7 – 1200 CPU 1212C es un potente controlador que incorpora un diseño modular y flexible con distintos circuitos de entrada y salida integrados.



Figura 3.2 PLC S7-1200 CPU 1212C

El PLC S7 – 1200 cuenta con un conector PROFINET¹¹ integrado en la parte inferior del PLC, mediante el cual se puede comunicar con paneles HMI y CPU diferentes dentro de una misma red PROFINET. La comunicación con otros dispositivos también se la realiza a través de protocolos ETHERNET abiertos hasta un máximo de ocho conexiones.

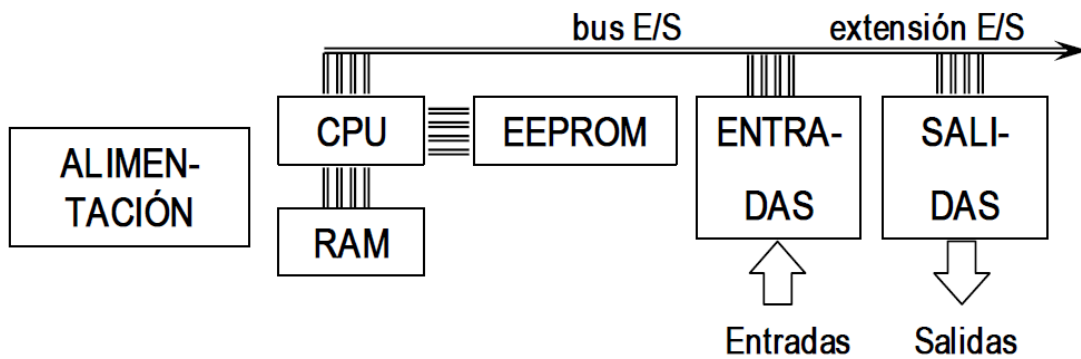


Figura 3.3 Estructura de un PLC

¹¹ PROFINET: PROFINET es el estándar Ethernet abierto que cumple la especificación para la automatización industrial. PROFINET permite conectar equipos desde el nivel del campo (Plcs y otros dispositivos) hasta el nivel de gestión (sistemas informáticos e internet).

PLC S7 1200 CPU 1212C	
Tensión nominal	24 Vdc, 120/230 Vac
Memoria de usuario	
Memorias de trabajo	25 KB
Memoria de carga	1 MB
Memoria remanente	2 KB
Ampliación módulos	
Ampliación módulos SM	2 máx.
Ampliación módulos SB	1 máx.
Ampliación módulos CM	3 máx.
Salidas de impulsos	2
Velocidad de ejecución	
Booleano	0,1 μ S/instrucción
Palabra	12 μ S/instrucción
Funciones Matemáticas	18 μ S/instrucción
Conexiones	
HMI, CPU a CPU	3, 3
PG	1
Programa de usuario	8
Entradas Digitales integradas	8 entradas
Tipo	Fuente
tensión nominal	24 Vdc a 4 mA
Tensión continua admisible	30 Vdc, máx.
sobretensión transitoria	35 Vdc durante 0,5 seg.
señal 1 lógica (mín.)	15 V dc a 2,5 mA
Señal 0 lógica (máx.)	5 Vdc a 1 mA
Salidas digitales integradas	6 salidas
Tipo	Relé, contacto seco
Rango de tensión	5 a 30 Vdc o 5 a 250 Vac
aislamiento entre contactos abiertos	750 Vac durante 1 minuto
entradas analógicas integradas	2 entradas
Rango	0 a 10 V
Rango total (palabra de datos)	0 a 27648
Rango de Sobre impulso(palabra de datos)	27649 a 32511
Desbordamiento(palabra de datos)	32512 a 32767
Resolución	10 bits

Tabla 3.2 Características técnicas PLC Siemens S7 1200

3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO

PARÁMETRO	ELEKTRONIKON	S7 - 1200
Voltaje de alimentación	24 Vca/ 16 VA	120 Vac
	24 Vdc / 0,7 A	20,4 Vdc a 28,8 Vdc, 85 Vac a 264 Vac
Salidas Digitales	ELEKTRONIKON	S7 - 1200
Número de salidas	9 salidas	6 salidas
Tipo	Relé (libres de tensión)	Relé, contacto seco
Voltaje nominal AC	250 Vac/10 A máx	0 5 a 250 Vac
Voltaje nominal DC	30 Vdc /10 A máx	5 a 30 Vdc
Entradas digitales	ELEKTRONIKON	S7 - 1200
número de entradas	10	8 entradas
suministrado por el controlador	24 Vdc	24 Vdc a 4 mA
protección del suministro	protegido de corto circuito a tierra	protegido de corto circuito a tierra
protección de entrada	sin aislamiento	sin aislamiento
Entradas Analógicas	ELEKTRONIKON	S7 - 1200
		2 entradas integradas de voltaje
Entradas de presión	2	Ampliación 2 módulo SM máx.
Entradas de Temperatura	5	Ampliación 1 módulo SB máx.

Tabla 3.3 Tabla de comparación de controladores

Como se observa en las tablas 3.1 y 3.2 el PLC de marca ELEKTRONIKON posee entradas analógicas de presión y temperatura integradas, en cambio en el PLC S7-1200 se debe adquirir módulos complementarios uno por Presión y uno por temperatura.

Una de las características que diferencia entre los controladores es que el de marca Siemens es tipo modular y permite ampliar tanto sus entradas y salidas sean analógicas o digitales. Además que por medio del PLC S7 1200 a emplearse en el nuevo control se puede implementar una pantalla HMI.

La principal razón para utilizar este controlador es por ser robusto y fácil de encontrar en el mercado Ecuatoriano ya sea respecto al manteniendo o información técnica.

3.3 MÓDULOS ANALÓGICOS

El módulo SM 1231 AI es utilizado para lecturas de señales analógicas sean de voltaje o corriente, va ubicado en el costado derecho del CPU.

SIMATIC S7-1200, ENTRADA ANALOGICA SM 1231	
Tensión de alimentación	24 V DC
Intensidad de entrada	Consumo típico. 45 mA
Entradas analógicas	
Numero	4 Entradas diferenciales tipo corriente o tensión
Rangos de entrada	
Tensión	± 10 V, ± 5 V, $\pm 2,5$ V
Intensidad	0 a 20 mA
Resistencia de entrada	≥ 9 M Ω .
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	0
Resolución con rango (bits incl. signo),	12 bit ; + signo
Rango de temperatura permitido	-40 °C a +70 °C
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí

Tabla 3.4 Características técnicas PLC Siemens S7 1200

El módulo SB 1231 Signal Board RTD es específicamente usado para la lectura de valores de una PT 100 o PT 1000. Su montaje es en la parte superior de la CPU.

SIMATIC S7-1200, ENTRADA ANALOGICA	
SB 1231RTD	1 EA RTD, PT 100 Y PT1000
Intensidad de entrada	
Consumo típico.	5 mA
De bus de fondo 5 V DC, típico.	20 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típico.	0,5 W
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	1 ; Termorresistencias
Tensión de entrada admisible para entrada de intensidad	± 35 V
Unidad ajustable para medida de temperatura	Grados Celsius/grados Fahrenheit
Rangos de entrada	
Termorresistencias	Sí ; Platino (Pt)
Resistencia	Sí ; 150 Ω, 300 Ω y 600 Ω
Resistencia de entrada	(-80 mV a +80 mV) >=10 MΩ.
Rangos de entrada (valores nominales), termorresistencias	
Resistencia de entrada (Pt 1000)	1000 Ω
Formación de valores analógicos	
Principio de medición	integrador
Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	15 bit ; + signo
Alarmas	Sí
Rango de temperatura permitido	-40 °C a +70 °C
Grado de protección y clase de protección	IP20 Sí

Tabla 3.5 Características técnicas PLC Siemens S7 1200

En las tablas 3.4 y 3.5 se describen las características técnicas de los módulos analógicos que se van a utilizar para la actualización del sistema de control de alimentación neumático.

3.4 TIA PORTAL

TIA PORTAL¹² es un nuevo sistema de ingeniería de última generación que se ha desarrollado para que los usuarios puedan llevar a cabo la ingeniería, puesta en marcha, operación y monitorización de todos los componentes de automatización y accionamientos a través de una única plataforma de control.

Siemens considera que la principal utilidad del TIA PORTAL radica en su viabilidad, puesto que permite integrar distintas aplicaciones de software industrial para procesos de producción en un mismo interfaz, facilitando en gran medida el aprendizaje, la interconexión y la operación, sin una variedad amplia de sistemas de diferentes orígenes.

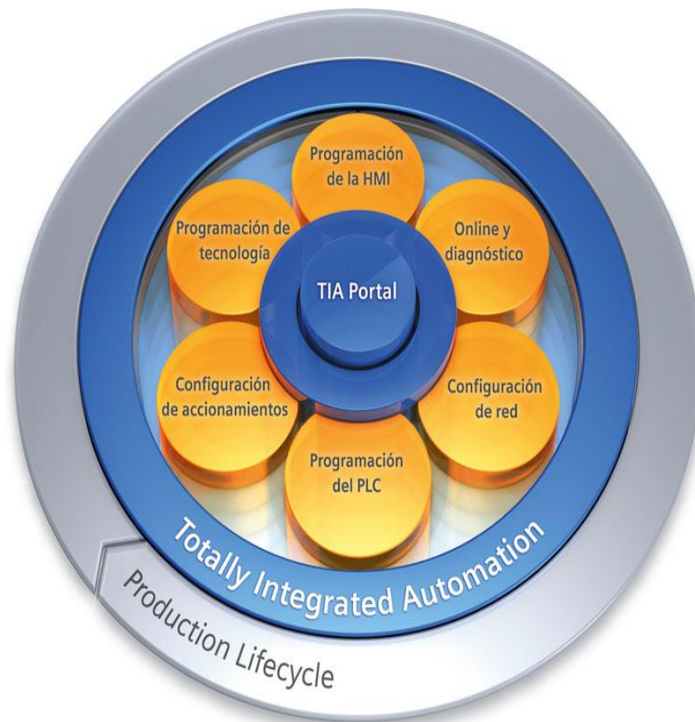


Figura 3.4 Diagrama de flujo TIA PORTAL

¹² TIA PORTAL: (Totally Integrated Automation) Integración Total para la Automatización, plataforma de control para el desarrollo de ingeniería.

Por los motivos explicados anteriormente nuestro proyecto se desarrollará en este software (TIA PORTAL V11), a través de este medio se programará el PLC (S7- 1200), la pantalla HMI (KTP400 BASIC MONO) y la configuración de red.

A continuación se detalla el proceso para el desarrollo del presente proyecto.

3.4.1 Vista TIA PORTAL

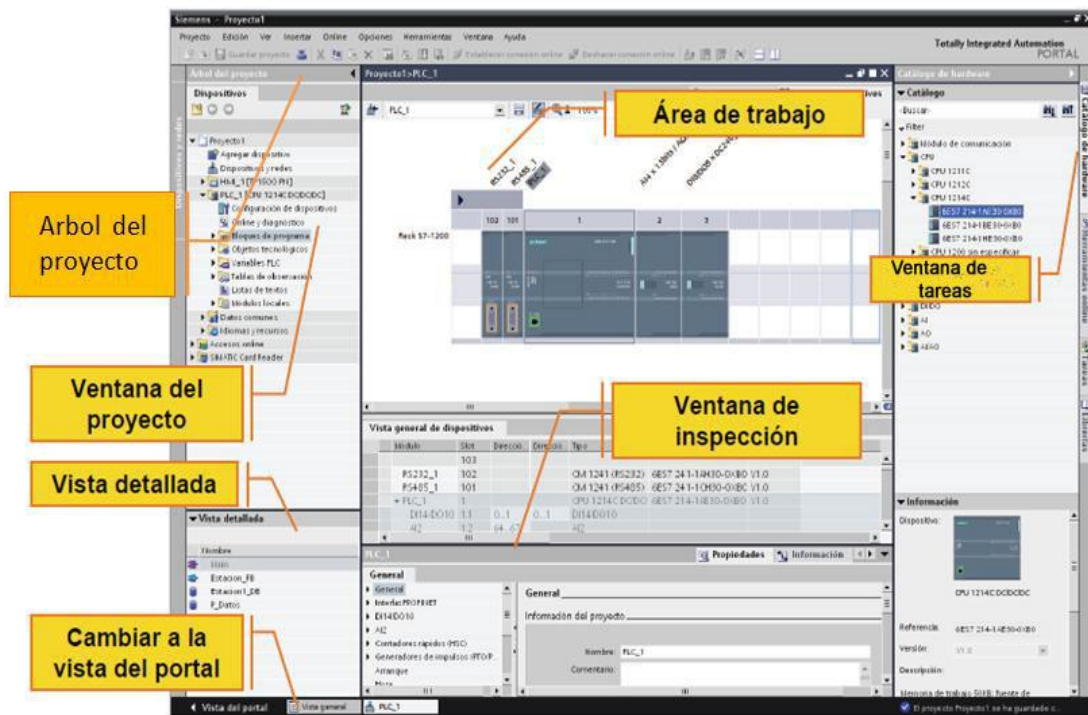


Figura 3.5 Vista del proyecto

A continuación se describe cada área que consta en el software TIA PORTAL:

- **Árbol del proyecto:** A través de este es posible acceder a todos los componentes y datos del proyecto. En esta ventana se puede agregar, editar, visualizar y modificar las propiedades de los componentes existentes.
- **Área de trabajo:** En el área de trabajo se puede visualizar los objetos que se abren para editarlos estos objetos son por ejemplo editores, tablas y vistas. Es posible abrir varios objetos pero en el área de trabajo solo se puede visualizar uno.
- **Ventana de inspección:** En la ventana de inspección se visualiza información adicional acerca de un objeto seleccionado o sobre las acciones realizadas.

- **Ventana de tareas:** Dependiendo del objeto editado o seleccionado se puede realizar acciones adicionales como seleccionar objetos de una librería o del catálogo de hardware.
- **Vista detallada:** Se visualizan determinados contenidos de un objeto, los contenidos son listas de textos o variables.

3.4.2 Creación del proyecto

Una vez realizada la creación del proyecto que se describe en la fig. 3.6 en donde se detalla el nombre del proyecto, la ubicación, el tipo de CPU que se usará y se procede a la configuración de hardware en donde se insertará los módulos que se usaran en este proyecto.

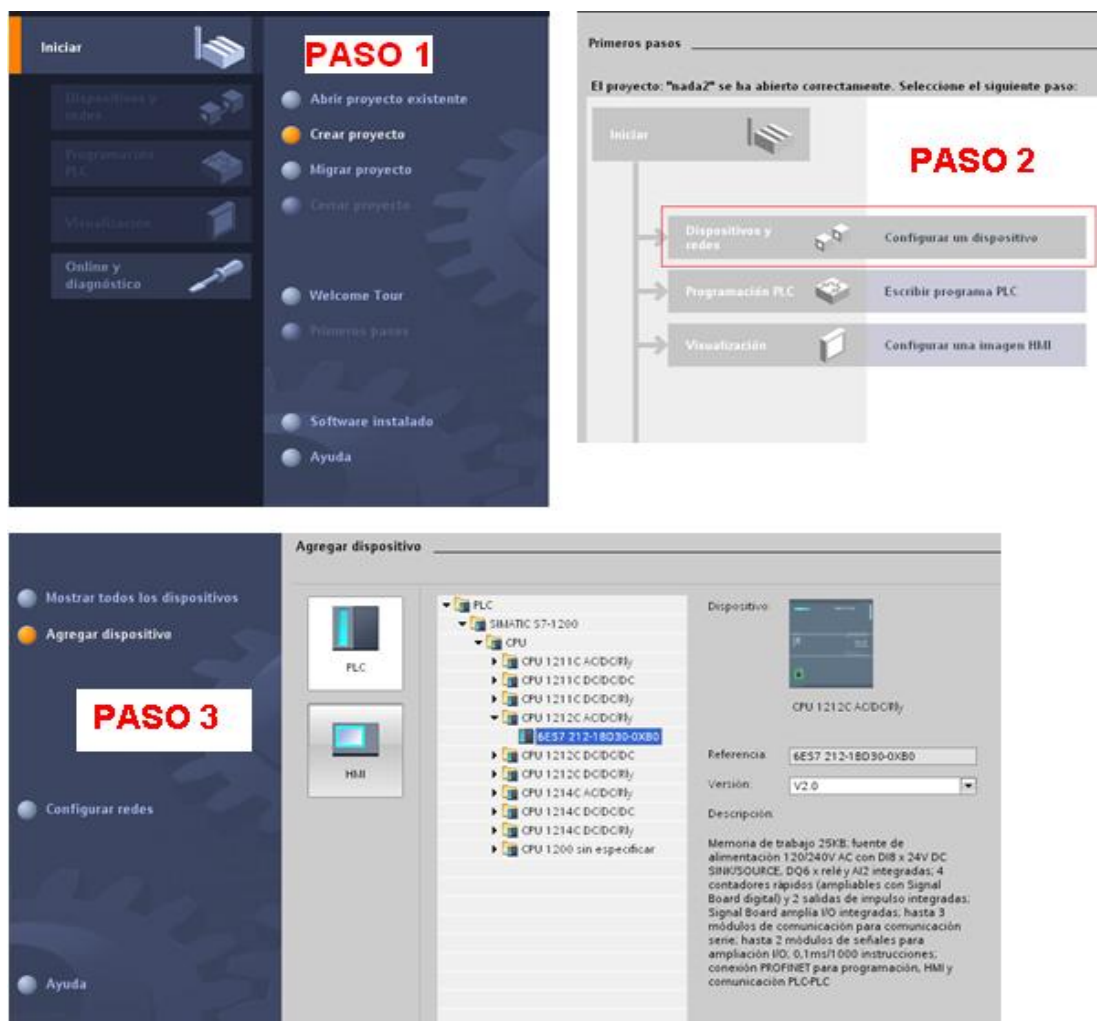


Figura 3.6 Creación de proyecto: 1) Inicio del programa 2) Arbol del proyecto 3) Agregar dispositivos

3.4.3 Configuración de dispositivos

En este punto se procede a seleccionar del catálogo de hardware los módulos que se van a utilizar en el presente proyecto, el primero es un módulo de entradas analógicas SM 1231 el mismo que se lo usará para los sensores de presión, y el segundo, es un módulo para RTD SB 1231 que se lo usará para el sensor de temperatura PT- 1000. Las características de los módulos nombrados anteriormente, se describen en la sección 3.3.

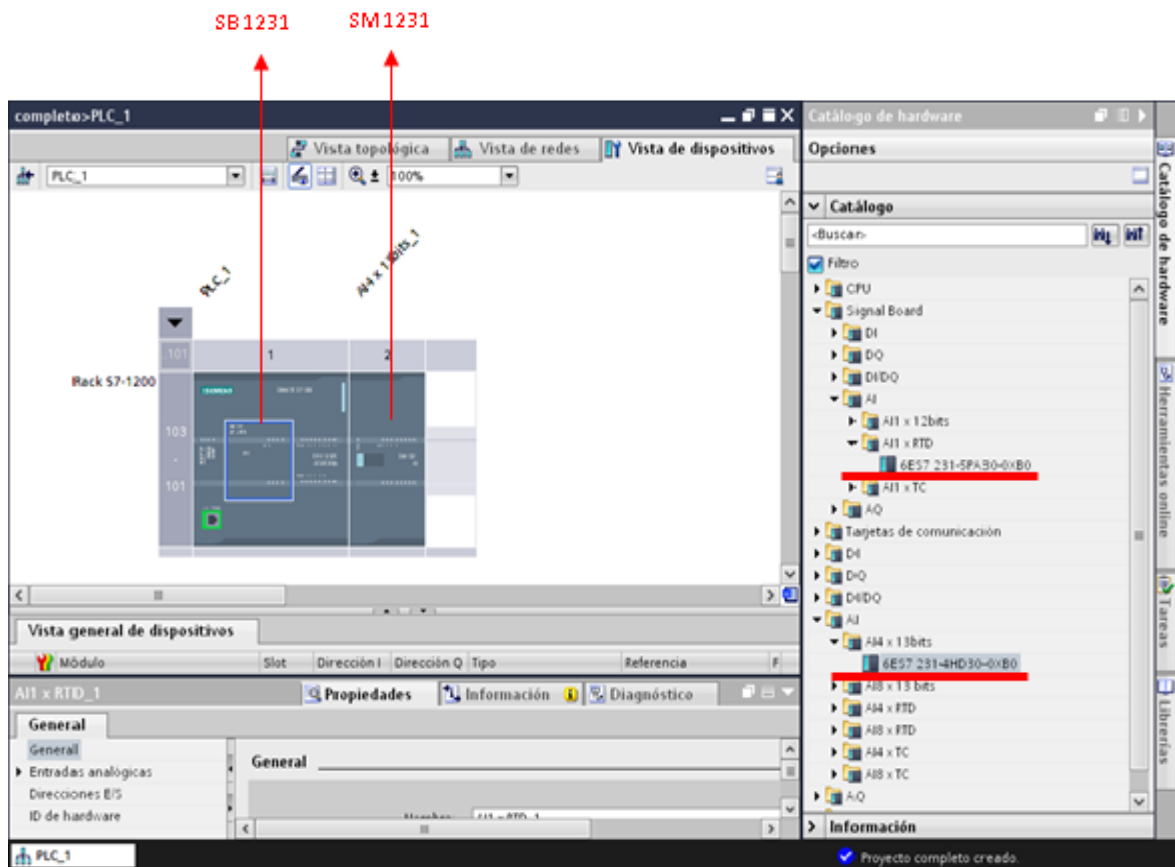


Figura 3.7 Adición de módulos

Una vez que se hayan insertado estos dos módulos en el rack del S7 1200, se procede a transferir esta configuración, pero antes se debe establecer la comunicación entre el PLC S7 1200 (hardware) y TIA PORTAL (software)

3.4.4 Comunicación del PLC S7-1200 con TIA PORTAL V11

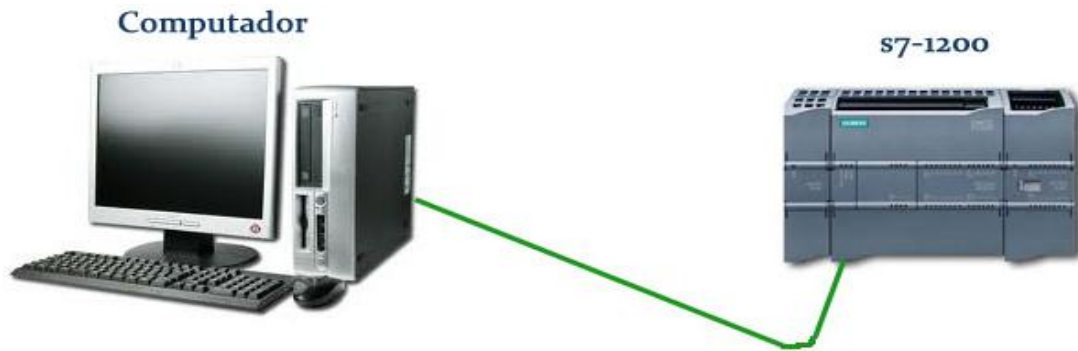


Figura 3.8 Conexión física PLC-Programadora.

Al configurar la comunicación entre una CPU y una programadora debe considerarse lo siguiente:

- Configuración/instalación: Es preciso configurar el hardware.
- Para la comunicación entre dos interlocutores no se requiere un switch Ethernet. Un switch Ethernet se requiere sólo si la red comprende más de dos dispositivos.

Este último punto se lo tratará más adelante (Sección 3.5) puesto que dentro de los alcances de este proyecto considera la implementación de una pantalla HMI.

3.4.4.1 Establecer la conexión de hardware

Las interfaces PROFINET establecen las conexiones físicas entre una programadora y una CPU. Puesto que la CPU ofrece la función "auto-crossover", es posible utilizar un cable Ethernet estándar o cruzado ("crossover") para la interfaz. Para conectar una programadora directamente a una CPU no se requiere un switch Ethernet.

Para crear la conexión de hardware entre una programadora y una CPU, proceda del siguiente modo:

1. Monte la CPU
2. Conecte el cable Ethernet al puerto PROFINET que se muestra (fig. 3.9).
3. Conecte el cable Ethernet a la programadora.

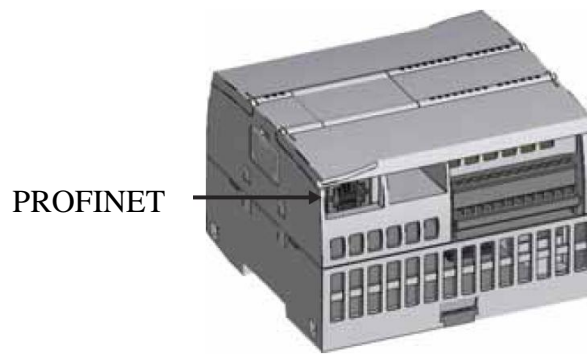


Figura 3.9 Interface Profinet

3.4.5 Asignar direcciones IP (INTERNET PROTOCOL)¹³

3.4.5.1 Asignar dirección IP a la programadora

Si la programadora utiliza una tarjeta adaptadora Ethernet-USB conectada a una red aislada, la ID de red de la dirección IP y la máscara de subred de la CPU y la tarjeta adaptadora Ethernet-USB integrada en la programadora deberán ser exactamente iguales.

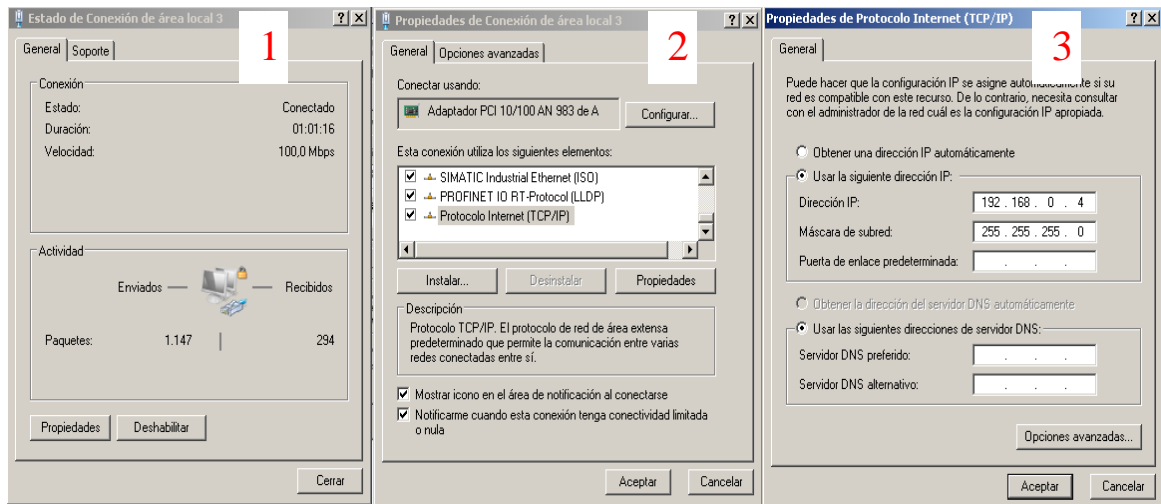
La ID de red es la primera parte de la dirección IP (los tres primeros octetos) (p. ej. 192.168.0.4) y determina la red IP utilizada. Normalmente, la máscara de subred tiene el valor 255.255.255.0. Al combinar la máscara de subred con la dirección IP del dispositivo en una operación Y matemática se definen los límites de la subred IP.

La dirección IP de la programadora se puede asignar o comprobar mediante los siguientes comandos de menú:

- (Clic con el botón derecho del ratón en) "Mis sitios de red"
- "Propiedades"
- (Clic con el botón derecho del ratón en) "Conexión de área local"
- "Propiedades"

¹³ IP es la sigla de Internet Protocolo, en nuestro idioma, Protocolo de Internet. Se trata de un estándar no orientado a conexión que se utiliza para el envío y recepción de datos a través de una red de paquetes conmutados.

En el diálogo "Propiedades de conexión de área local", campo "Esta conexión utiliza los siguientes elementos:", desplácese hasta "Protocolo Internet (TCP/IP)". Haga clic en "Protocolo Internet (TCP/IP)"¹⁴ y luego en el botón "Propiedades". Seleccione "Obtener una dirección IP automáticamente (DHCP)"¹⁵ o "Usar la siguiente dirección IP" (para introducir una dirección IP estática). Ver figura 3.10



a)

b)

c)

Figura 3.10 Configuración IP de red: a) Estado de conexión, b) Propiedades de conexión LAN, c) Propiedades de protocolo TCP/IP

3.4.5.2 Asignar dirección IP a la CPU

Es posible configurar los parámetros de la interfaz PROFINET

- Haga clic en la casilla PROFINET verde en la CPU para seleccionar el puerto PROFINET.

¹⁴ TCP/IP es una denominación que permite identificar al grupo de protocolos de red que respaldan a Internet y que hacen posible la transferencia de datos entre redes de ordenadores.

¹⁵ El "Dynamic Host Configuration Protocol" (DHCP o protocolo de configuración dinámica de host) asigna automáticamente una dirección IP a la programadora después del arranque desde el servidor DHCP.

- En la ficha "Propiedades" de la ventana de inspección muestra el puerto PROFINET.
- Seleccionar “Direcciones Ethernet ”, completar los campos de acuerdo a la red que se esté usando

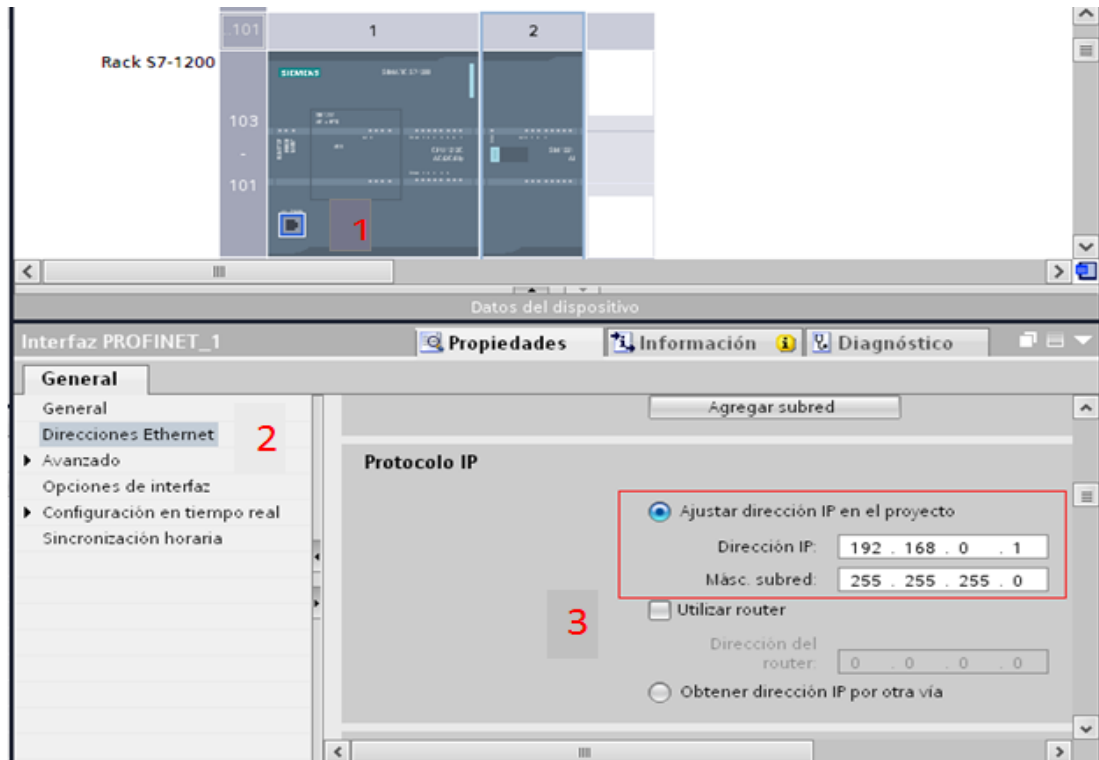


Figura 3.11 Configuración IP de PLC

Parámetro	Descripción	
Subred	Nombre de la subred a la que está conectada el dispositivo. Haga clic en el botón "Agregar nueva subred" para crear una subred nueva. El ajuste predeterminado es "no conectado". <ul style="list-style-type: none"> - El ajuste predeterminado "no conectado" ofrece una conexión local. - Una subred se requiere cuando la red comprende dos o más dispositivos. 	
Protocolo IP	Dirección IP	Dirección IP asignada a la CPU
	Máscara de subred	Máscara de subred asignada
	Utilizar router IP	Haga clic en esta casilla de verificación para indicar el uso de un router IP
	Dirección del router	Dirección IP asignada al router

Tabla 3.6 Configuración IP de PLC

3.4.6 Accesos al CPU

Por medio del TIA PORTAL se puede manipular al CPU estableciendo una conexión online, a continuación en la figura 3.12 se muestra las opciones que se dispone para la conexión online.

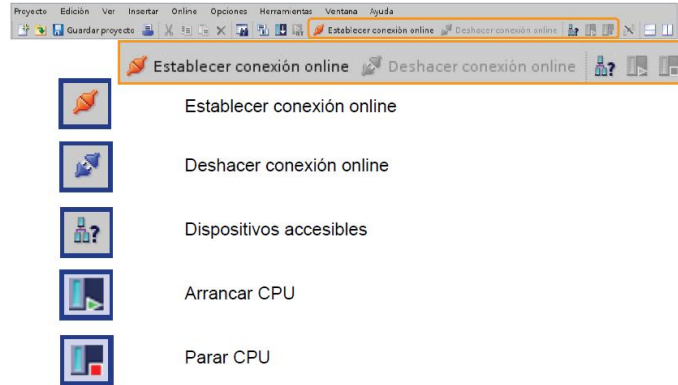







Figura 3.12 Botones de acceso CPU

-  Botón de establecimiento de conexión entre TIA – CPU.
-  Deshacer conexión entre TIA – CPU.
-  Todas las estaciones accesibles a la red.
-  Establecer el modo de funcionamiento del CPU en RUN.
-  Establecer el modo de funcionamiento del CPU en STOP.

3.4.7 Adicionar Pantalla HMI KTP 400

Existen varios métodos para agregar un dispositivo HMI a la configuración de hardware en la vista del proyecto como se ve en la fig. 3.13 o arrastrando el HMI desde el catálogo de hardware.

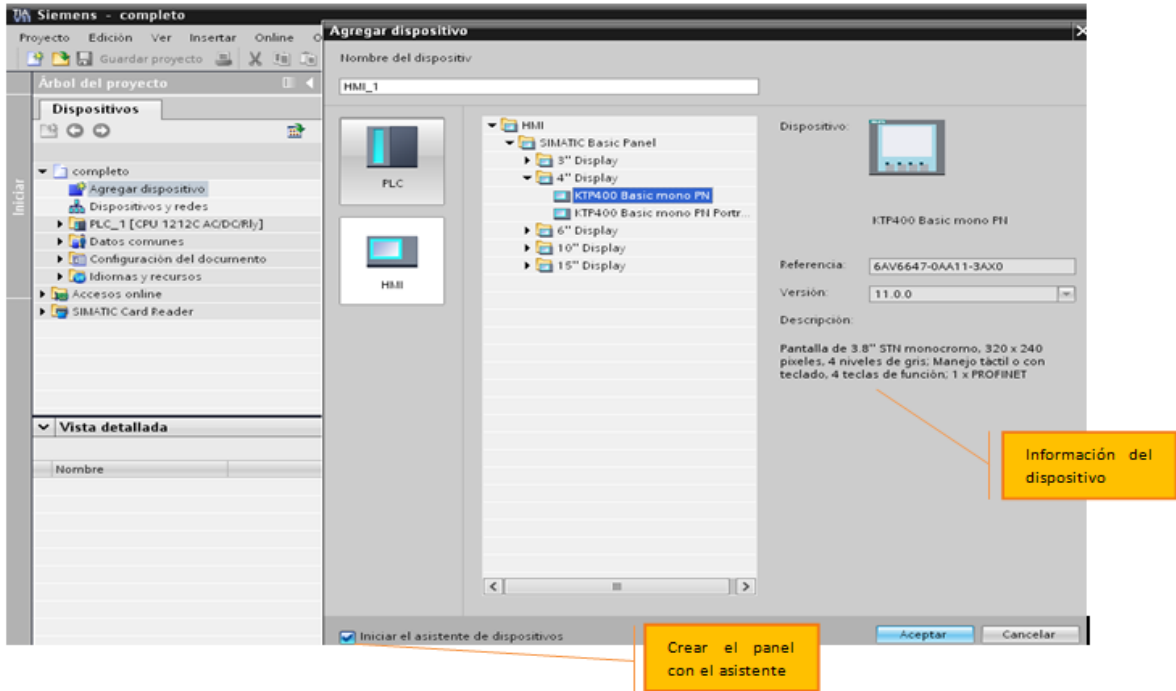


Figura 3.13 Adición de pantalla HMI

3.4.7.1 Asignar IP pantalla HMI

Es necesario asignar una dirección IP a la pantalla HMI que se encuentre dentro de la misma red asignada al PC programador y al CPU, de esta manera se pueden comunicar.

En la fig. 3.14 se puede observar el método de asignación de la dirección IP y máscara para una pantalla HMI.

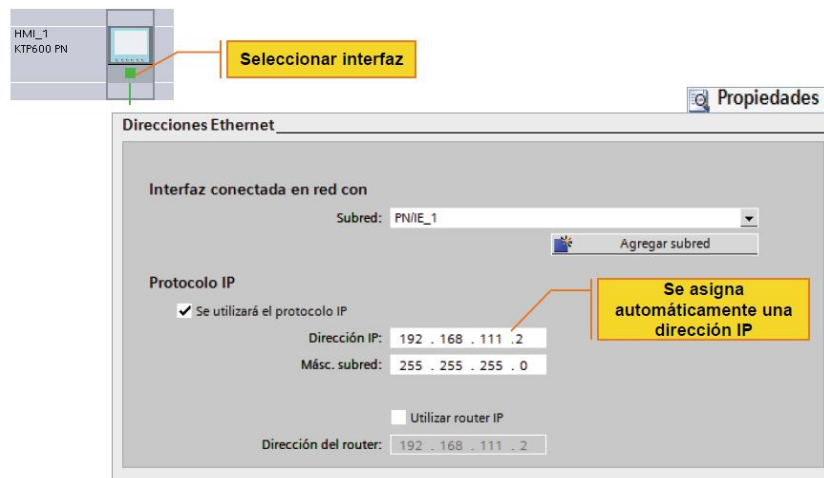


Figura 3.14 Asignación de IP pantalla HMI

Los dispositivos a conectarse deben tener el mismo tipo de interfaz. La conexión recibe un nombre local como identificación. Los dispositivos pueden comunicarse con el controlador a través del bus Industrial Ethernet, utilizando el protocolo S7. Esta comunicación se realiza entre el sistema operativo de la CPU – S7 y del sistema HMI. Por tanto, no es necesaria una programación de la aplicación S7. Un dispositivo HMI puede al mismo tiempo intercambiar datos con varios controladores.

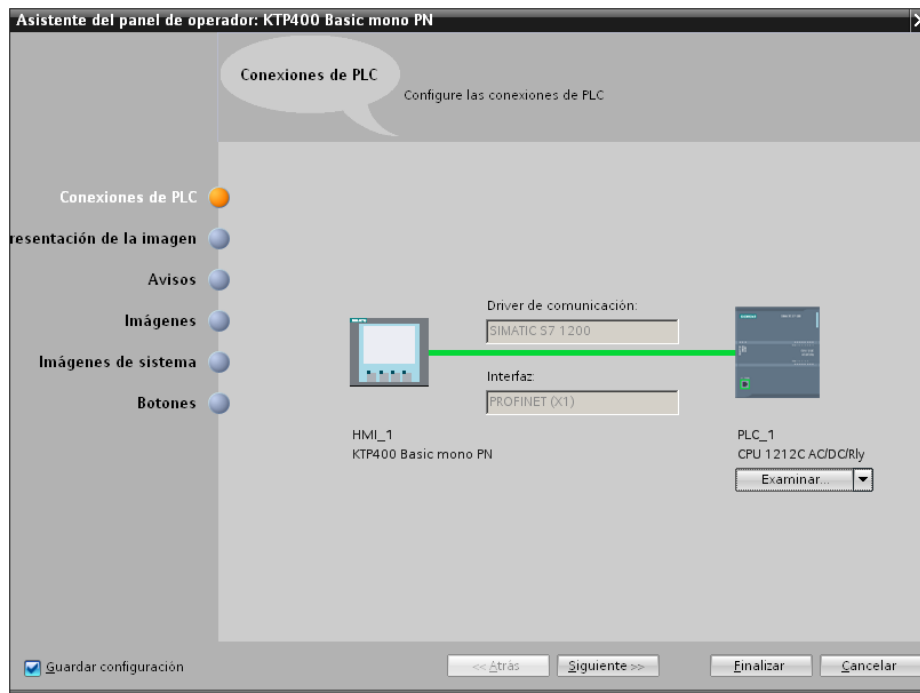


Figura 3.15 Configuración conexión CPU – HMI

A continuación se procede a realizar las configuraciones de acuerdo al diseño que se requiera como por ejemplo el número de pantallas, avisos, alarmas, botones, etc.

Finalmente se obtiene una apariencia similar a la fig. 3.16 donde se procede a trabajar de acuerdo al diseño de cada programador, para cargar las configuraciones realizadas se procede de igual manera que con el PLC a descargar la programación a la pantalla, más adelante en Anexos 8 se presentara el diseño creado.

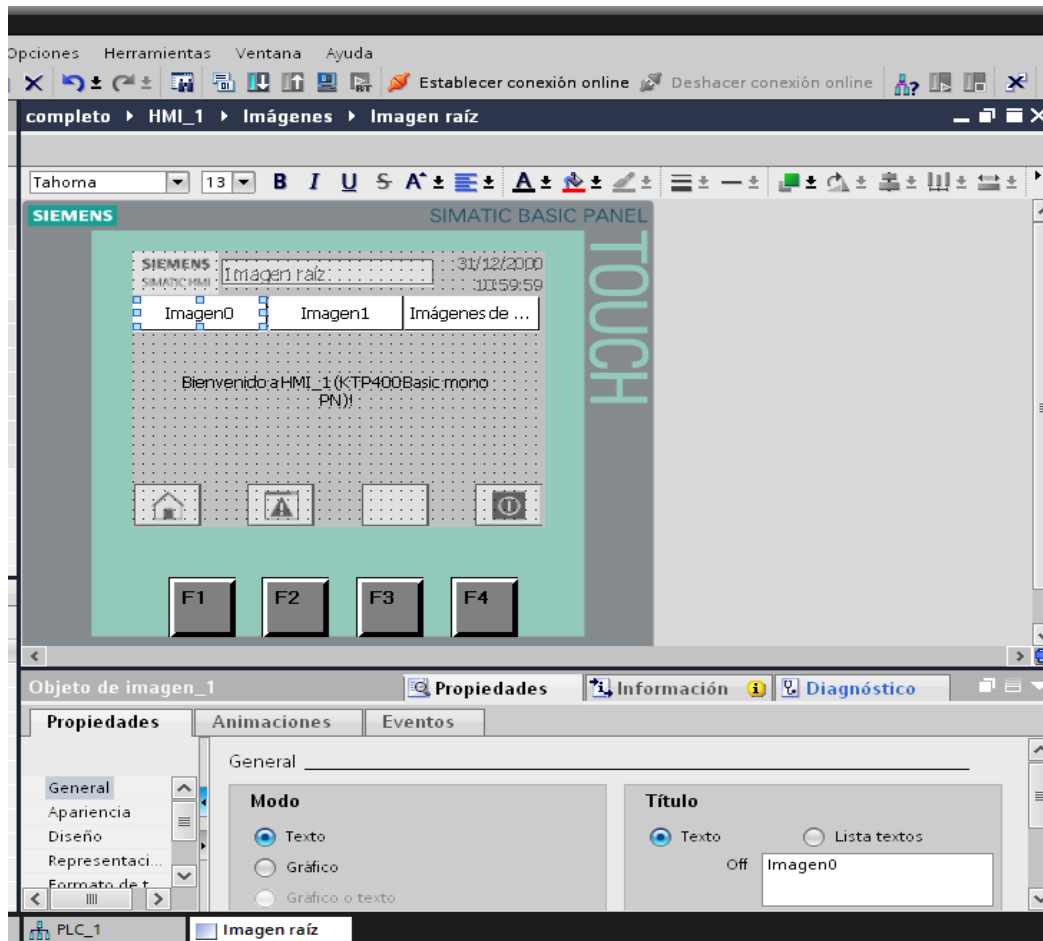


Figura 3.16 Modelo de HMI

3.5 TOPOLOGIA DE RED

Uno de los objetivos del presente proyecto es realizar un Sistema de Supervisión de Datos, entonces es necesario, que la red cuente con un computador que posea una dirección IP que se encuentre en el mismo rango de la CPU y de la pantalla HMI, en dicho computador se realizará el monitoreo de las variables del sistema, para lo cual es necesario el uso de un switch, el mismo que permitirá la comunicación entre todos los equipos involucrados en la red, como se puede observar en la fig. 3.17

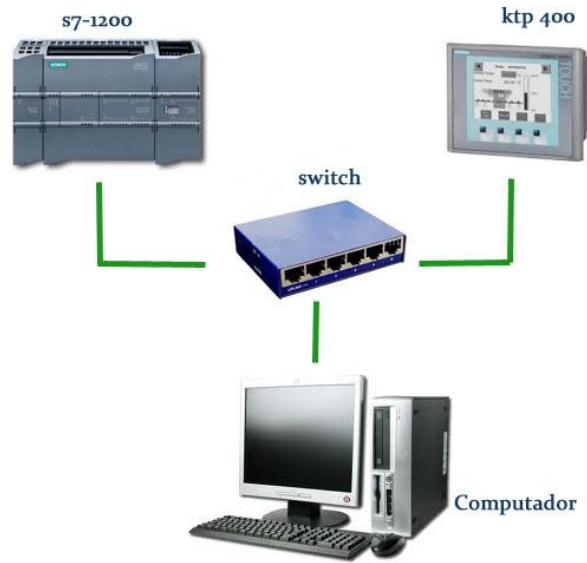


Figura 3.17 Topología de Red

3.6 PROGRAMACIÓN PLC S7 – 1200

3.6.1 OB – Bloques de organización

Los bloques de organización constituyen la interfaz entre el sistema operativo y el programa de usuario. El programa completo puede distribuirse bien en OBs de programación lineal o bien en varios bloques o programa estructurado. Estos bloques son llamados por el sistema operativo.

El OB contiene el programa principal, es posible incluir más de un OB de ciclo en el programa de usuario. En estado RUN los OBs de ciclo se ejecutan en el nivel de prioridad más bajo y pueden ser interrumpidos por todos los demás tipos de procesamiento del programa. Cada OB necesita de un número único. Es posible crear otros OBs para ejecutar funciones específicas.



Figura 3.18 Bloques de Organización.

En este caso puntual la programación se va a realizar en forma lineal, debido al OPC llamado PC ACCESS, que únicamente puede realizar la comunicación con el PLC a través del bloque de organización.

3.6.2 Diagrama de flujo programa PLC S 7 – 1200

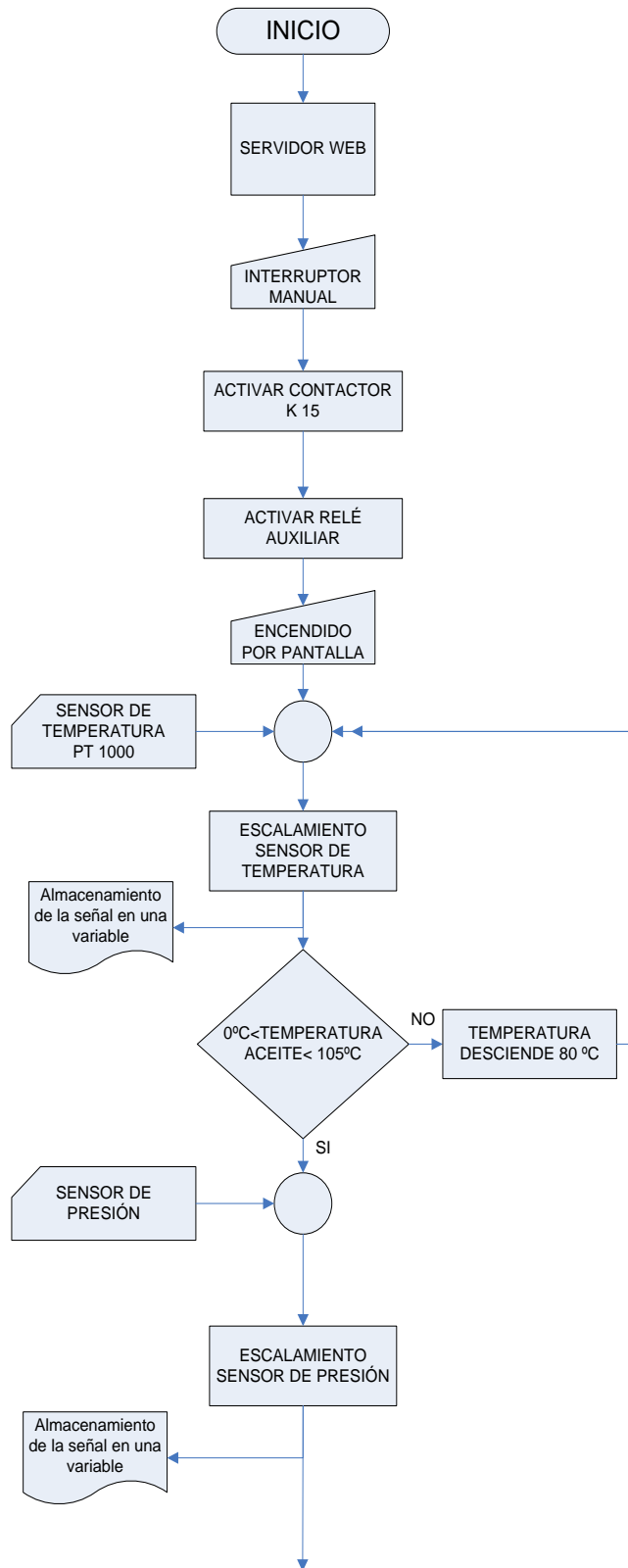
Mediante el siguiente diagrama de flujo se puede explicar el proceso de control.

Para iniciar el proceso es necesario encender el interruptor principal el mismo que activa el contactor (K15) y relé auxiliar (RA) los que activan los ventiladores del motor y del variador de frecuencia respectivamente.

Luego de haber activado el interruptor manual se realiza el encendido a través de la pantalla HMI, lo que permite el arranque del motor por medio del variador de frecuencia.

El sistema realiza la lectura de los sensores de presión y temperatura para asignar según su programación una velocidad al motor del compresor, en caso que la presión de salida supere los 104 PSI, la presión diferencial supere los 7 PSI o la temperatura del aceite supere los 104 °C el sistema se desactiva automáticamente el motor hasta que el estado de las variables descendan en Temperatura de aceite 80 °C a la respectiva alarma como parte de la acción de monitoreo.

DIAGRAMA DE FLUJO CONTROL DEL SISTEMA



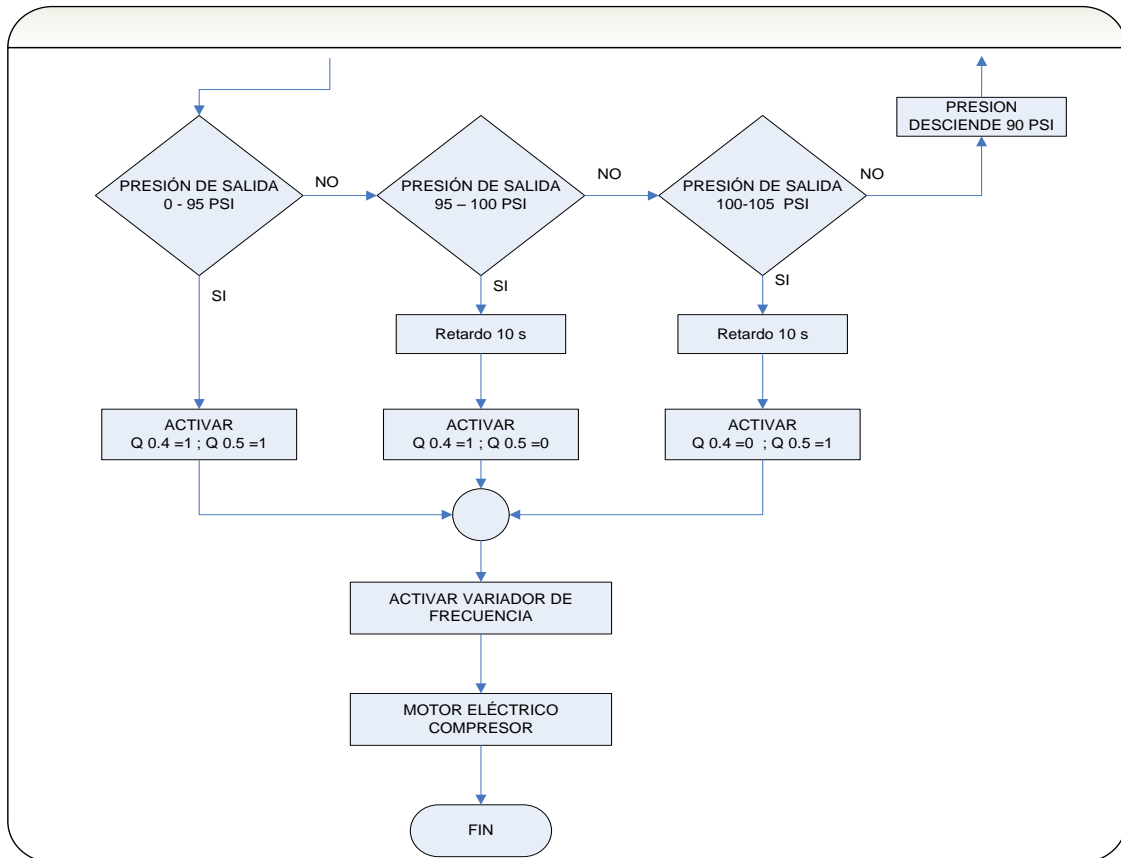


Figura 3.19 Diagrama de flujo Programa implementado

3.7 CONFIGURACIÓN DEL PLC S7-1200 Y S7 200 PC ACCESS ¹⁶

Se puede establecer la conexión entre un PC Access (OPC) y el PLC S7-1200. Sin embargo, hay una serie de restricciones que se deben tener en cuenta debido a que, el PC Access originalmente fue desarrollado para acceder a un PLC de la gama Simatic S7-200. Entonces, sólo se puede acceder a variables contenidas en el bloque de datos DB1 del PLC del S7-1200 ya que el S7-200 sólo tenía un bloque de datos.

El bloque de datos DB1 en el S7-1200 no tiene que ser simbólico, no se debe marcar la opción de "Sólo acceso simbólico" cuando se cree el DB1.

¹⁶ S7 200 PC ACCESS: OPC utilizado para la comunicación entre el PLC s7 1200 e INTOUCH

Pasos para establecer la comunicación entre INTOUCH 9.5 y el PLC S7 – 1200:

- Crear TAGS en un bloque de datos en STEP 7.
- Crear un proyecto de PC ACCESS y acceder a los TAGS.
- Crear un enlace con el PLC.
- Conectar INTOUCH 9.5 al PLC S7 – 1200 por medio del PC ACCESS.

3.7.1 Añadir TAGS¹⁷ en TIA PORTAL V11

Navegar en el "árbol del proyecto" y pulsar sobre el elemento "Añadir nuevo bloque". Pulsar sobre el botón de "Bloque de datos (DB)". Pulsar en el botón "Aceptar".

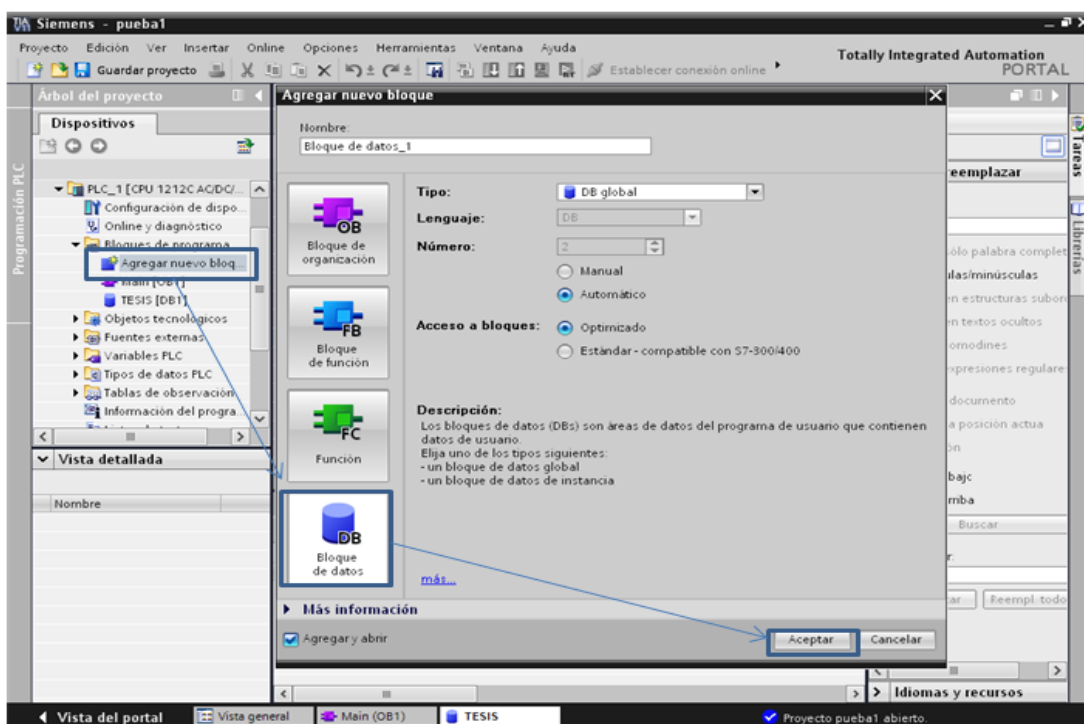


Figura 3.20 Creación bloque de datos

¹⁷ TAGS: Variables usadas dentro de TIA PORTAL

3.7.2 Asignar los TAGS en TIA V11

Hacer doble clic sobre el diagrama de bloque DB1. Añadir los TAGS siguientes bajo "nombre" y "tipo de dato" y darles un "valor inicial".

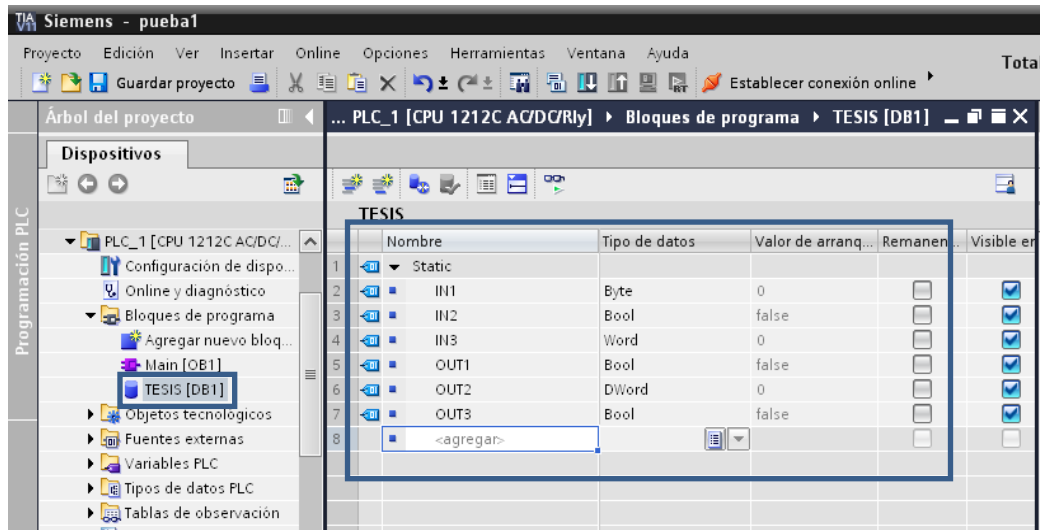


Figura 3.21 Creación de Tags

Pulsar sobre el elemento "Guardar proyecto" en la barra de herramientas. Transferir el proyecto pulsando sobre el botón de transferencia que se encuentra en la barra de herramientas.

3.7.3 Crear un nuevo proyecto de PC Access y acceso a los TAGS

Se debe seguir las siguientes instrucciones para establecer una conexión entre el PC-ACCESS y el PLC S7 – 1200 para acceder a los datos del PLC.

3.7.3.1 Crear un nuevo proyecto

Navegar por la barra de menú y seleccionar "Archivo > Nuevo". Se creará un proyecto nuevo.

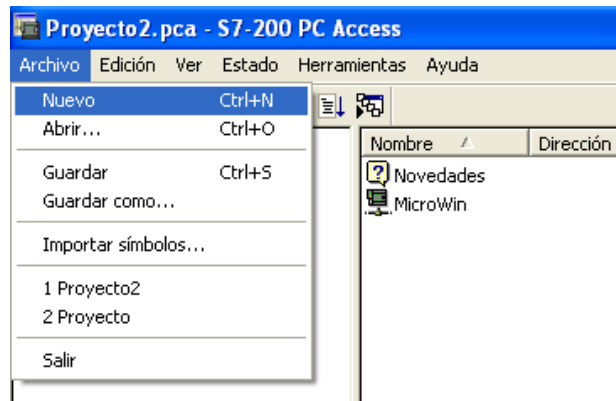


Figura 3.22 Creación de un nuevo proyecto PC ACCESS

3.7.3.2 Añadir un nuevo PLC

Seleccionar la entrada "MicroWin (TCP/IP)" en el "árbol del proyecto". Navegar por la barra de menú y seleccionar "Editar > Nuevo PLC".

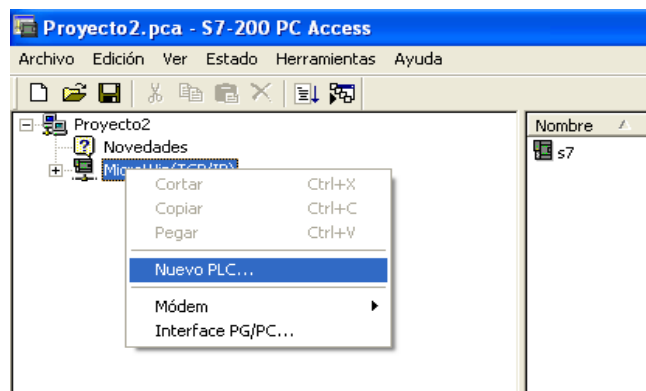


Figura 3.23 Creación de un nuevo PLC

Se añadirá un objeto "Nuevo PLC" y se abrirá la ventana del cuadro de diálogo "Propiedades del PLC" del nuevo PLC. Introducir los siguientes parámetros en los campos de entrada de esta ventana:

- Nombre: "s7".
- Dirección IP: 192.168.0.1 Dirección IP del PLC S7 – 1200.
- TSAP Local: 10.00 TSAP en el PLC S7 – 1200.
- TSAP Remoto: 03.01 TSAP del PC Access.
- Pulsamos el botón "Aceptar".

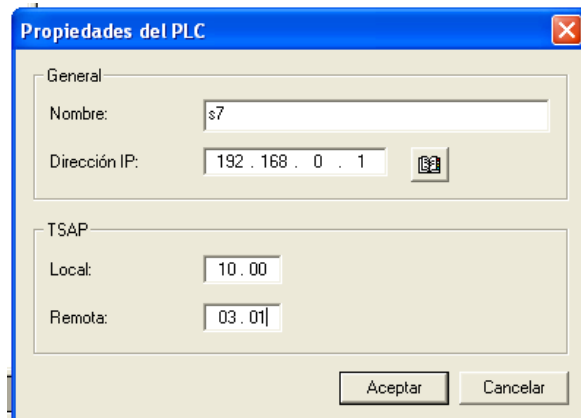


Figura 3.24 Configuración de PLC

3.7.3.3 Añadir un nuevo elemento en PC ACCESS

Para añadir un nuevo elemento marcar sobre el PLC del S7-1200 en el "árbol del proyecto". Navegar por la barra de menú y seleccionar "Editar > Nuevo > Elemento". Se abrirá la ventana del cuadro de diálogo "Propiedades de elemento". Para acceder a datos en el PLC del S7-1200 hay que realizar los siguientes pasos:

- Introducir nombre de la variable en el campo de entrada "Nombre".
- Introducir la dirección de la variable (definida en la programación) en el campo de entrada "Dirección".
- Seleccionar el tipo de dato en el campo de entrada "Tipo de dato".
- Adicionalmente, se puede restringir el acceso a la dirección de memoria para solo "lectura" o sólo "escritura".
- Se pulsa aceptar.

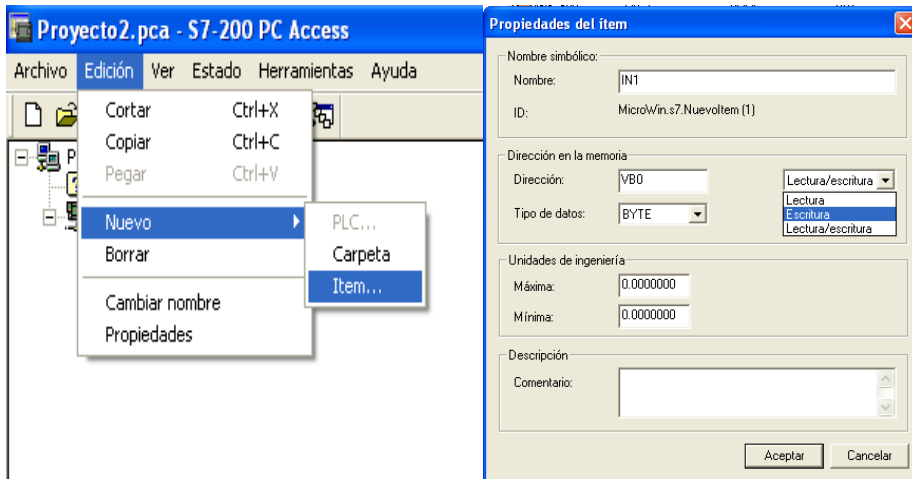


Figura 3.25 Agregar Item

Supervisar elementos a través del Cliente de Prueba. Se selecciona los elementos que se desean supervisar y pulsar sobre el botón "Añadir elementos actuales al cliente de prueba" en la barra de herramientas. Seleccionar entonces los elementos que se añadirán al cliente de prueba

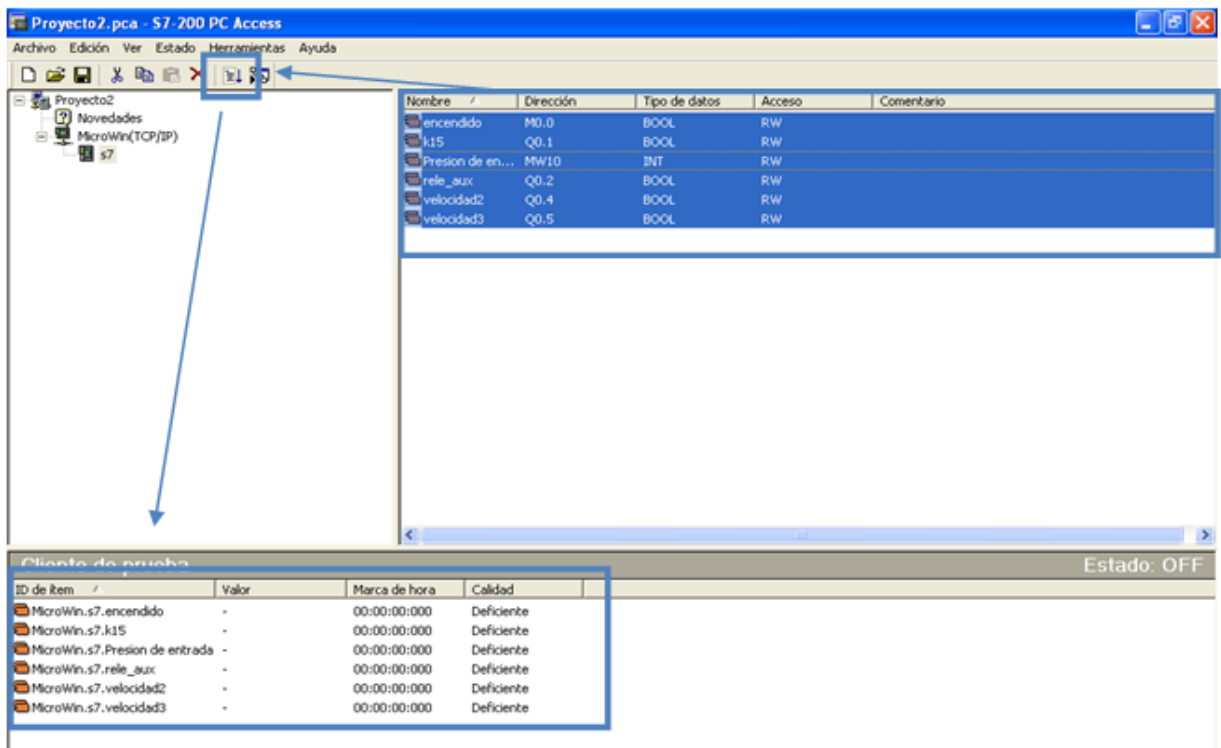


Figura 3.26 Añadir items configurados para pruebas

3.7.3.4 Iniciar el cliente de prueba

Pulsar sobre el botón "Iniciar cliente de prueba" en la barra de herramientas. El cliente de prueba se pondrá en línea y accederá a los datos designados. En la columna "Valor" se pueden ver los valores actuales de los elementos enumerados. Si está conectado al PLC del S7-1200, la "Calidad" del elemento se designará como "Buena".

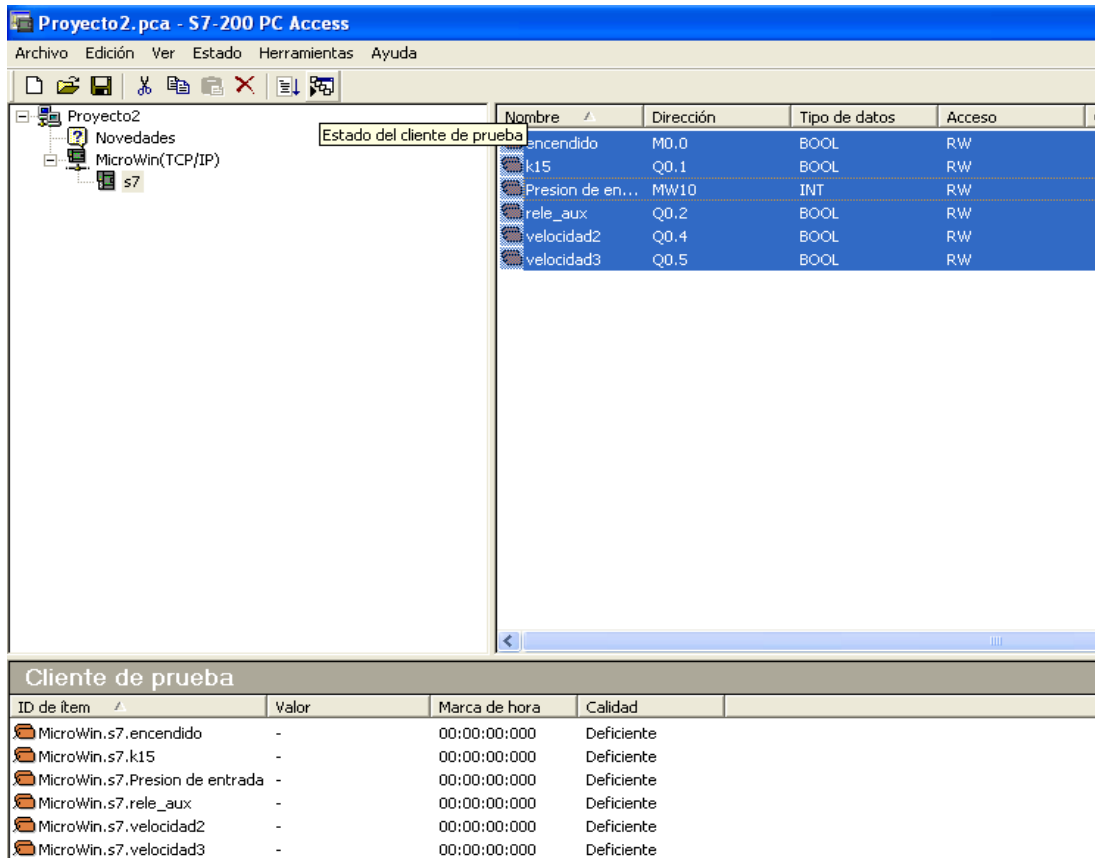


Figura 3.27 Iniciar cliente de prueba

3.7.4 Comunicación PC ACCESS e INTOUCH¹⁸

Al tener las variables listas y configuradas en el PC ACCESS, se requiere tomar el valor de las mismas para el monitoreo a través de INTOUCH.


¹⁸ INTOUCH: Software que permite la visualización gráfica de variables que intervienen en un proceso de control, que llevan sus capacidades de gestión de operaciones, control y optimización a un nivel alto de automatización.

Para poder realizar dicha acción se necesita un archivo de Excel con habilitación en Macros denominado *OPCS7200ExcelAddn.xla* el cuál es creado por defecto en la carpeta de origen de instalación de PC ACCESS, como se muestra en la fig. 3.28.



Figura 3.28 Ubicación archivo PC ACCESS

Al habilitar macros en Excel se despliega un menú especial en la barra de herramientas que nos permite obtener una comunicación en tiempo real. Los botones especiales que se despliegan son los descritos a continuación:

 *Asistente de fórmula:* Permite añadir las variables del PLC creadas previamente a través de PC ACCESS. Aparece una ventana, en la cual se escoje la variable y se la ubica en la celda deseada.

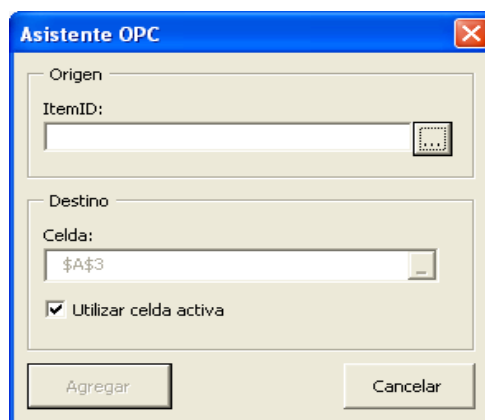


Figura 3.29 Botón asistente de fórmula



Asistente de Escritura: Por medio de este botón se puede escribir un valor en cualquier registro del PLC, siempre que se haya creado la variable en PC ACCESS como escritura o lectura/escritura. Con lo cual se asigna manualmente el valor que se desee al PLC como se muestra en la siguiente figura.

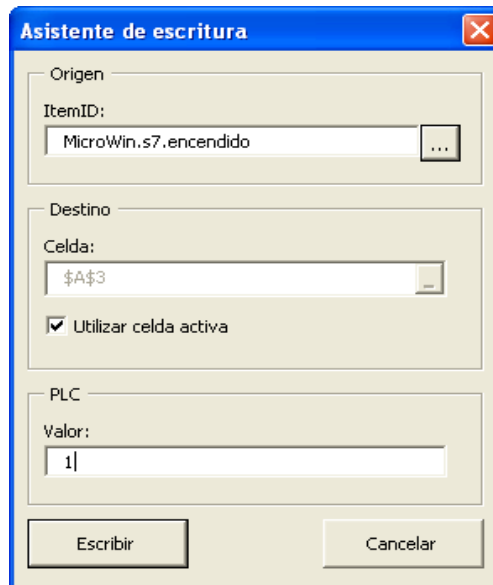


Figura 3.30 Botón de asistente de escritura



Iniciar recopilación de datos: Es un botón de inicio para empezar a recibir o enviar los datos del PLC.



Detener recopilación de datos: El botón nos permite detener la recopilación de datos ya sea para apagado del sistema o para añadir nuevas variables.

Una vez creada las variables y comunicado el PLC con el PC ACCESS por medio del documento de Excel se puede observar una presentación así:

	A	B	C	D	E
1	1	Velocidad 2			
2	1	Velocidad 3			
3	15	Presión de entrada			
4	0	Encendido			
5	0	Contactor K15			
6	0	Rele Auxiliar			
7					
8					
9					
10					
11					

Figura 3.31 Documento de OPC creado y comunicado

Este archivo es la base fundamental para la comunicación con INTOUCH 9.5, que se detallará más adelante en la sección 3.9.

3.8 SERVIDOR WEB INTEGRADO PLC S7 – 1200

El servidor web para el PLC S7 1200 ofrece al usuario la posibilidad de ingresar una página web y a su vez acceder a datos generales y datos de proceso del CPU.

3.8.1 Habilitar servidor Web

El servidor web se activa en TIA PORTAL desde la configuración de dispositivos de la CPU con la que se va a establecer la conexión. Para habilitar el servidor web, proceda de la siguiente manera:

1. Seleccione la CPU en la vista de configuración de dispositivos.
2. En la ventana de inspección, seleccione "Servidor web" de las propiedades de la CPU.
3. Seleccione la casilla de verificación para "Activar servidor web en el módulo".
4. Si requiere un acceso seguro a las páginas web estándar, seleccione la casilla de verificación "Permitir el acceso solo vía HTTPS".

5. Después de descargar la configuración del dispositivo es posible utilizar las páginas web estándar para acceder a la CPU. Si se selecciona "Habilitar" para "Actualización automática", las páginas se actualizan cada diez segundos.

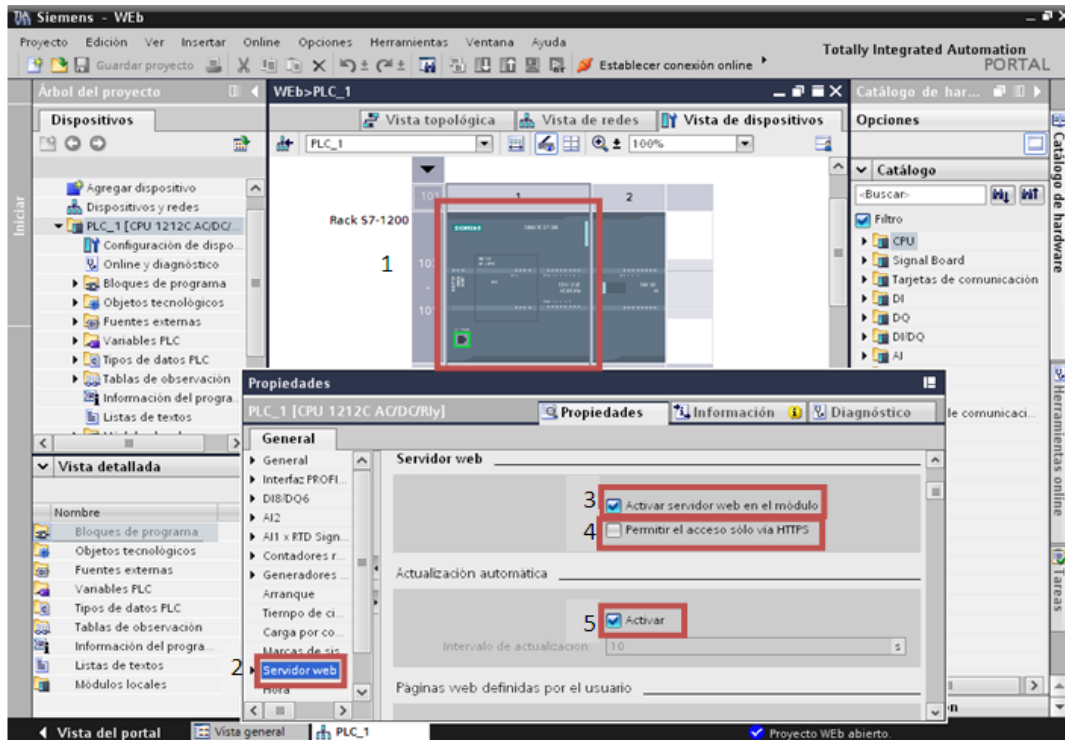


Figura 3.32 Habilitación servidor web

3.8.2 Acceso a la página web estándar desde el PC

Para acceder a la página web estándar del PLC S7 – 1200, se procede del siguiente modo:

- Asegurarse que el PLC S7-1200 y el PC se encuentren dentro de una red Ethernet común o que estén interconectados directamente con un cable Ethernet estándar.
- Se Abre un navegador web e introduce la URL "http://192.168.0.1 ", siendo ésta la dirección IP de la CPU S7-1200 configurada previamente.
- El navegador web abre la página de introducción.

3.8.3 Representación de las páginas web estándar

Todas las páginas web estándar tienen una estructura común con enlaces de navegación y controles de página, como aparece a continuación:

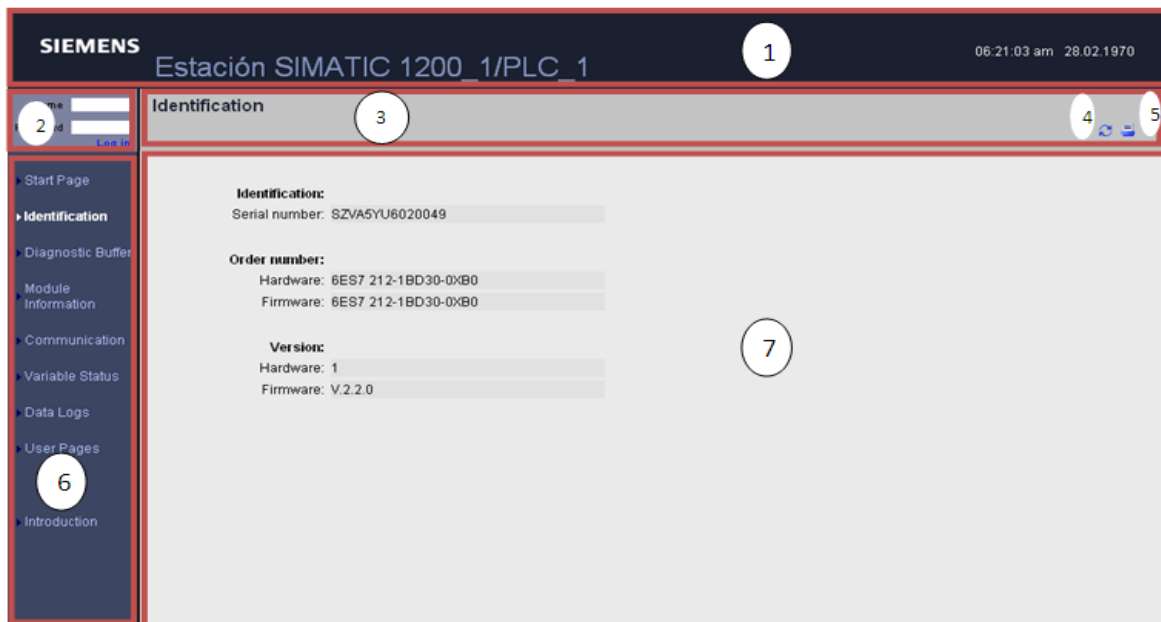


Figura 3.33 Partes página web estandar

1. Encabezado del servidor web.
2. Iniciar o cerrar sesión.
3. Encabezado estándar de la página web con el nombre de la página visualizada. Este ejemplo muestra la página de identificación de la CPU. Algunas de las páginas web estándar, como la de información de módulo, también muestran aquí una ruta de navegación si se puede acceder a varias pantallas de ese tipo.
4. Icono de actualización: para páginas con actualización automática, activa o desactiva la función de actualización automática; en páginas sin actualización automática actualiza la página con datos actuales.
5. Icono de impresión: prepara y visualiza una versión de impresión de la información disponible en la página visualizada.
6. Área de navegación para pasar a otra página.
7. Área de contenido de la página web estándar. En el ejemplo se muestra la página de identificación de la CPU.

3.8.4 Arranque y Paro PLC S7 – 1200 A través servidor web

La *página de arranque* muestra una representación de la CPU con la que se ha realizado la conexión e indica la información general sobre la CPU. Si el usuario inicia sesión como "admin", también puede modificar el modo de operación de la CPU y encender los LED.



Figura 3.34 Botones de arranque PLC

Los botones 1 y 2 aparecen únicamente si se ha iniciado sesión como “admin”.

1.- Permite encender los LED del CPU, los cuales titilan para asegurarse de la conexión del PLC dentro de la misma red del computador.

2.-Permite arrancar o parar el PLC el mismo puede ser utilizado para apagado de emergencia.

3.8.5 Información del módulo

La página de *información del módulo* ofrece información sobre todos los módulos en el rack local. La sección superior de la pantalla muestra un resumen de los módulos y la sección inferior muestra el estado y la identificación del módulo seleccionado.

The screenshot shows the Siemens SIMATIC Manager interface for a SIMATIC 1200 PLC. The main content area displays a table of modules with the following data:

Slot	Status	Name	Order number	I address	Q address	Comment
1	✓	PLC_1	Details 6ES7 212-1BD30-0XB0	---	---	
2	✓	AI4 x13bits_1	Details 6ES7 231-4HD30-0XB0	96	---	

Below the table, there is a status message: "The module is parameterized, and it exchanges data with the CPU. The module did not detect any parameter assignment errors, channel errors, or hardware related errors." The interface also features a navigation menu on the left with options like "Start Page", "Identification", "Diagnostic Buffer", "Module Information", "Communication", "Variable Status", "Data Logs", "User Pages", and "Introduction".

Figura 3.35 Información módulos y submódulos.

3.8.6 Estado de las variables

La página de *estado de las variables* permite ver cualquier dato de memoria o E/S en la CPU. Se puede introducir una dirección directa como I0.0, un nombre de variable del PLC o una variable de un bloque de datos determinado. Para variables de bloque de datos se pone el nombre del bloque entre comillas dobles. Para cada valor de observación se puede seleccionar un formato de visualización de datos. Se puede continuar introduciendo y especificando tantos valores como se desee dentro de los límites de la página. Los valores de observación se visualizan automáticamente y se actualizan por defecto, a menos que se haga clic en el icono "Off" en el área superior derecha de la página. Cuando la actualización automática está desactivada se puede hacer clic en "On" para activarla nuevamente.

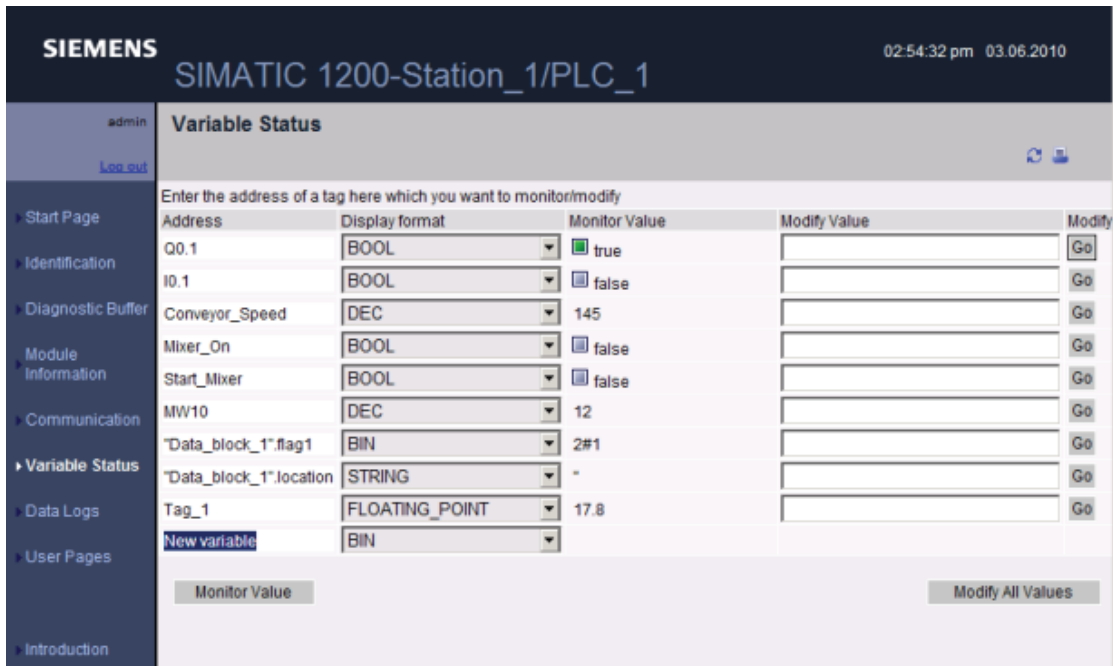


Figura 3.36 Estado de variables

3.8.7 Página web definida por el usuario

El servidor web de S7-1200 también ofrece medios para crear páginas HTML específicas para la aplicación que incorporan datos del PLC. Se crea estas páginas utilizando el editor de HTML deseado y se carga en la CPU en la que serán accesibles desde el menú de la página web estándar. Este proceso incluye varias tareas:

- Crear páginas HTML con un editor de HTML como Microsoft FrontPage, Dreamweaver 8, etc.
- Incluir comandos AWP en comentarios HTML con el código HTML los comandos AWP son un conjunto fijo de comandos que suministra Siemens para acceder a la información de la CPU.
- Configurar STEP 7 para leer y procesar las páginas HTML.
- Generar bloques desde las páginas HTML.
- Programar STEP 7 para controlar el uso de las páginas HTML.
- Compilar y cargar los bloques en la CPU.
- Acceder a las páginas web definidas por el usuario desde el PC.

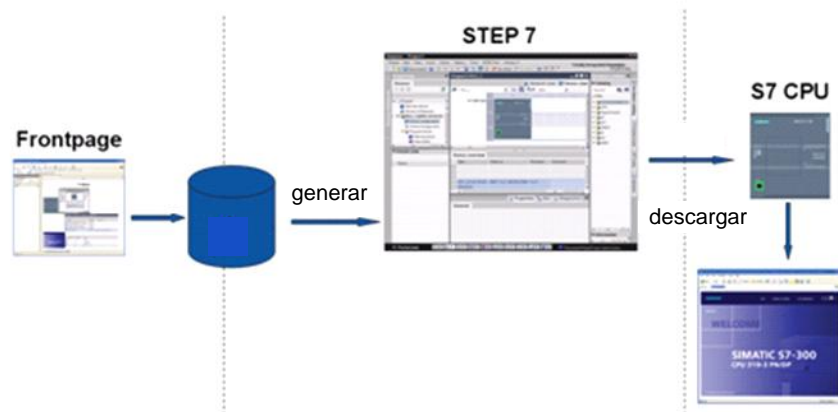


Figura 3.37 Estructura página Web definida por el usuario

3.8.8 Configurar el uso de las páginas web definidas por el usuario

Para configurar las páginas web definidas por el usuario desde STEP 7, proceda del siguiente modo:

1. Seleccionar la CPU en la vista de configuración de dispositivos.
2. Visualizar las propiedades del "Web server" en la ventana de inspección de la CPU.
3. Seleccionar la casilla de verificación para "Activar servidor web".
4. Visualizar las propiedades de las "Páginas web definidas por el usuario".
5. Navegar hasta el nombre de la carpeta en el PC donde guardó la página HTML predeterminada (página de arranque).
6. Introducir el nombre de la página predeterminada.
7. Asignar un nombre a la aplicación (opcional). El nombre de la aplicación se emplea para agrupar o categorizar con más detalle las páginas Web.
8. Especificar las extensiones de nombres de archivos que se analizarán para detectar comandos AWP. De forma predeterminada, STEP 7 analiza archivos con extensiones *.htm, *.html o *.js.
9. Conservar el número inicial predeterminado del DB de fragmentos o introducir un número de elección. Este es el primer DB de fragmentos que contiene las páginas Web.

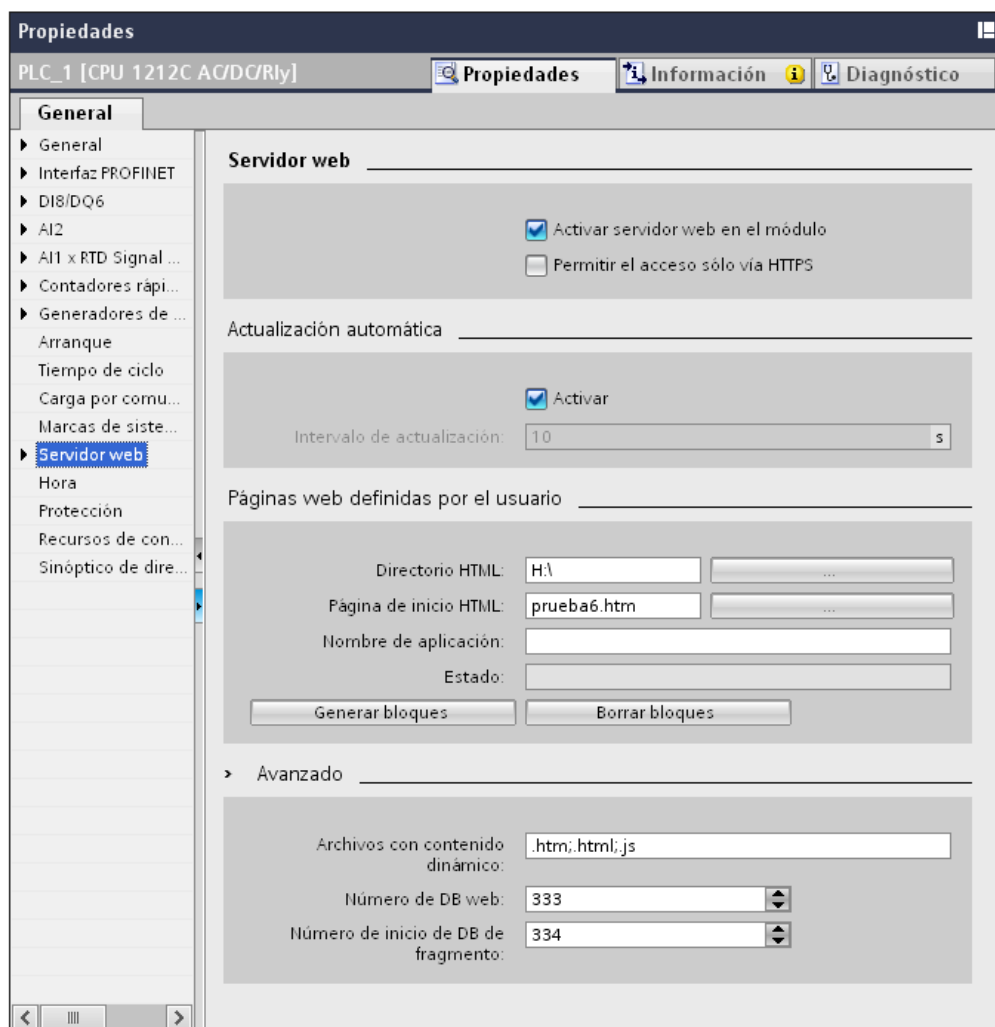


Figura 3.38 Configuración página Web definida por usuario

3.8.9 Programar la instrucción WWW para páginas web definidas por el usuario

El programa de usuario de TIA PORTAL debe incluir y ejecutar instrucciones WWW para que la página Web definida por el usuario sea accesible desde la página Web estándar. El bloque de datos de control es el parámetro de entrada de la instrucción WWW y especifica el contenido de la página, según se representan en los bloques de datos de fragmentos, así como la información de estado y control. TIA PORTAL crea el bloque de datos de control al hacer clic en el botón "Generar bloques" en la configuración de las páginas Web definidas por el usuario.

3.8.9.1 Programar la instrucción WWW

El programa TIA PORTAL debe ejecutar la instrucción WWW, para que las páginas web definidas por el usuario sean accesibles desde la página web estándar.



Figura 3.39 Programación bloque WWW

3.8.10 Acceder a las páginas web definidas por el usuario desde el PC

A la página Web definidas por el usuario se accede desde la página Web estándar. Las páginas Web estándar visualizan un enlace para "Páginas de usuario" en el menú ubicado en la parte izquierda, donde aparecen los enlaces para las demás páginas. Cuando se hace clic en el enlace "Páginas de usuario", el navegador web va al link que permite acceder a la página predeterminada. En la parte interior del área de contenidos definidos por el usuario, la navegación depende de cómo ha sido diseñada la página específica.

Alternativamente, el navegador web también se puede direccionar a una página Web estándar específica. Para tal fin, introduzca la URL del siguiente modo: "http://192.168.0.1/<page>.html", siendo <page> una de las páginas web estándar:

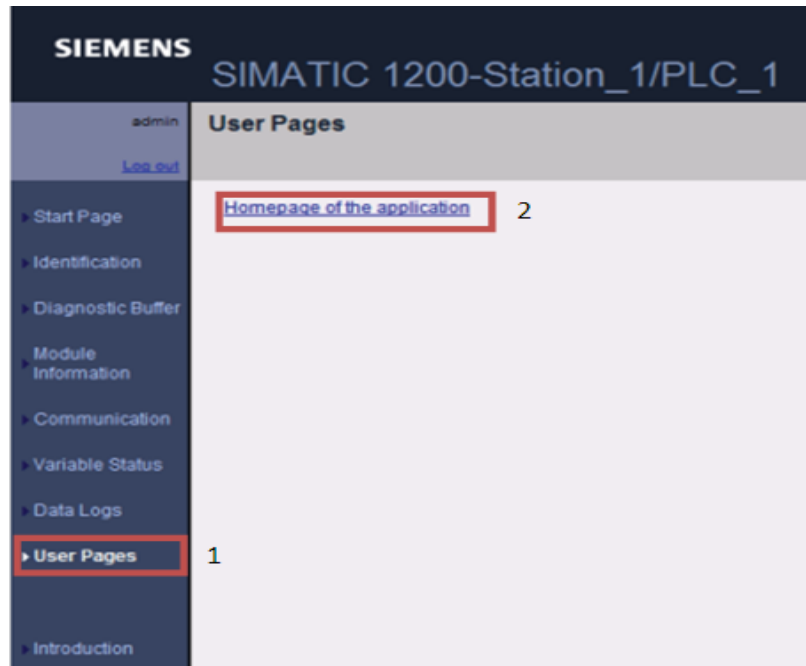


Figura 3.40 Ingreso página web definida por usuario

- Enlace para la página predeterminada de las páginas definidas por el usuario
- Área de contenido de la página web definida por el usuario

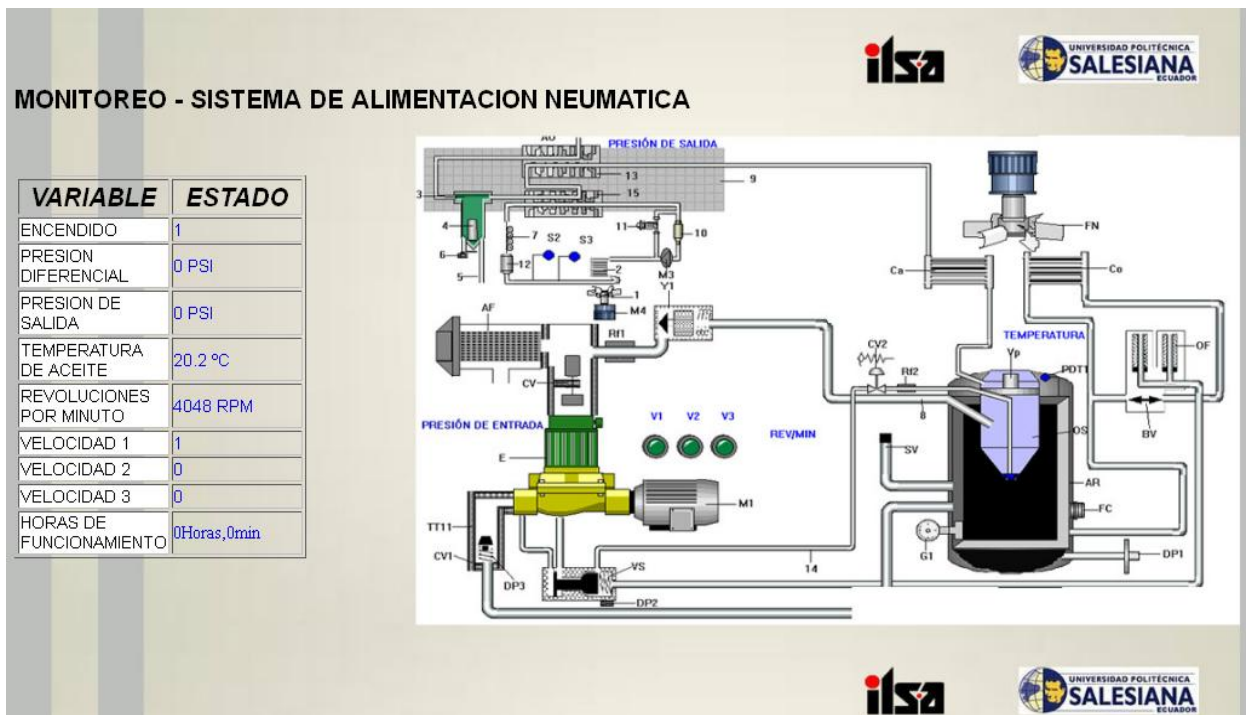


Figura 3.41 Diseño página web.

En la figura 3.41 se observa el diseño de la página web personalizado para el monitoreo del sistema de alimentación neumático, la misma que fue desarrollado en lenguaje AWP.

3.9 DESARROLLO DEL SCADA EN INTOUCH

El Software INTOUCH (fig. 3.42) utilizado para el monitoreo y control de procesos industriales ofrece una facilidad de uso, creación y configuración de gráficos. Permite a los usuarios la creación y puesta en marcha de aplicaciones para la captura de información en tiempo real. Las aplicaciones creadas con este paquete computacional son lo suficientemente flexibles para cubrir las necesidades y permitir su ampliación para el acondicionamiento a futuros requerimientos, que en este proyecto sería el caso de implementar nuevas variables a monitoreo o para dar soporte de mantenimiento con el uso de históricos.

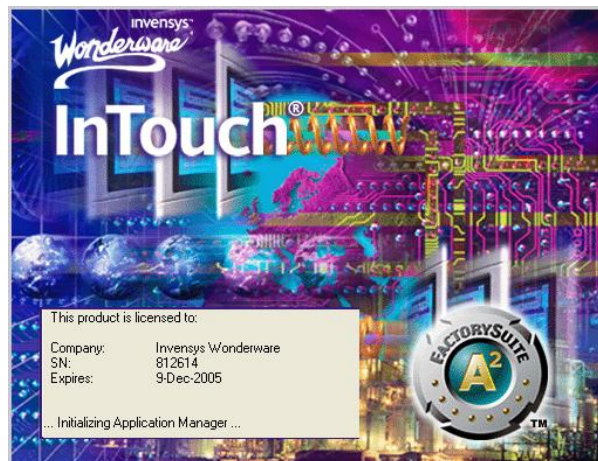


Figura 3.42 Software para desarrollo de sistema SCADA

En esta sección se hará referencia a lo implementado con uso de este programa:

- Asignación de *Tagnames* de variables monitoreadas.
- Acceso al OPC (s7 200 Pc-Access).
- Implementación de acceso (pantalla principal).
- Monitoreo de las variables (trends históricos).

3.9.1 Asignación de *Tagnames* de variables monitoreadas

El proceso de asignación de *Tagnames* es fundamental debido a que si no se configura de una correcta manera, entonces puede existir una falla en su operación, como es el no realizar ningún tipo de medición o realizar una mala lectura de los servidores (datos inválidos).

Se debe tomar también en cuenta la selección del tipo de variable que se está monitoreando, ya que puede variar como booleana o analógica dependiendo del caso.

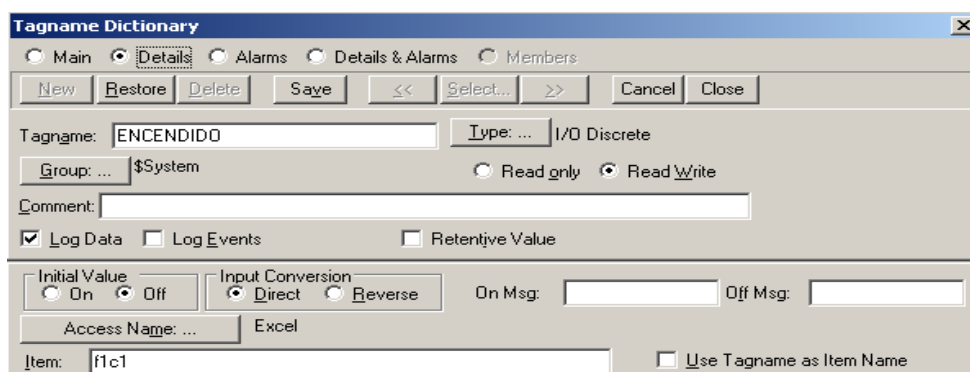


Figura 3.43 Asignación de tagname

3.9.2 Acceso desde INTOUCH al OPC (s7 200 Pc-Access)

Como se explicó en el capítulo 3.7 el OPC que se usará tiene la propiedad de recibir los datos desde la CPU y almacenarlos en una Hoja de Microsoft Excel, entonces lo que se hará es acceder a estos datos desde INTOUCH.

Para lo cual se configura el Access Name de la siguiente manera

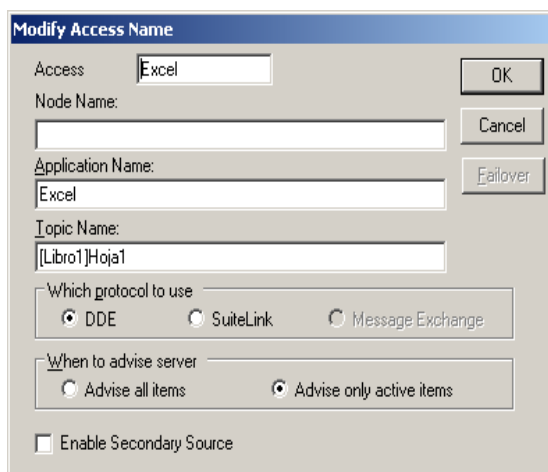


Figura 3.44 Configuración Access Name

En la casilla Ítem se asigna la fila y la columna de cual se recogerá el valor de la variable correspondiente

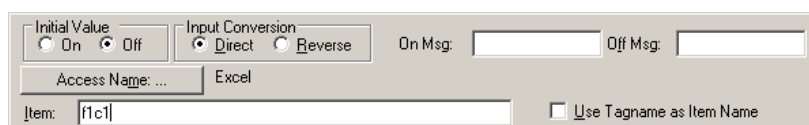


Figura 3.45 Asignación de ubicación variable a tomar

3.9.3 Implementación de Acceso (pantalla principal)

Para la pantalla principal se consideró el uso de un nivel de seguridad, en el cual es posible ingresar a la visualización del sistema y sus variables, únicamente con el ingreso de la contraseña, con la posibilidad de cambio de la misma. Con estos aspectos la pantalla principal se indica a continuación (fig. 3.46).



Figura 3.46 Pantalla principal de ingreso

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
INFORMACIÓN DEL PROYECTO	El botón permite ingresar a la ventana donde, se puede encontrar la información del proyecto.
INGRESAR	El botón permite el ingreso al sistema de monitorización, el botón se habilita después de haber ingresado la contraseña correcta.
CAMBIAR CONTRASEÑA	El botón permite habilitar los campos de cambio de contraseña (nueva contraseña y confirmar contraseña) el botón se habilita después de haber ingresado la contraseña correcta.
ACEPTAR	Si en los campos de nueva contraseña y confirmar contraseña coincide la misma información, se muestra el botón aceptar y se cambia la contraseña a la que se insertó en los campos.

Tabla 3.7 Descripción de botones de pantalla principal

3.9.4 Implementación de Monitoreo (Pantalla de monitoreo)

En la pantalla de monitoreo se puede observar los TAGS o variables que influyen en el proceso del sistema de alimentación neumática.

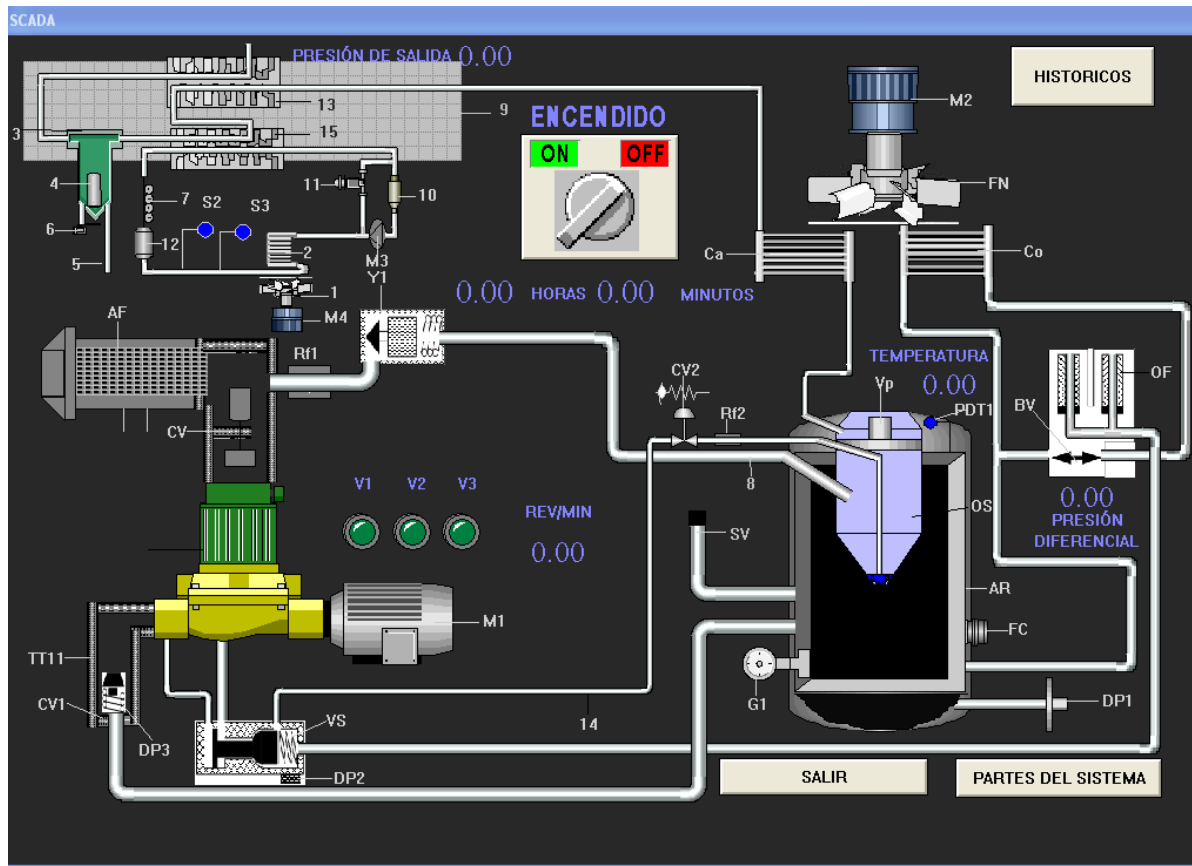


Figura 3.47 Ventana de monitoreo del sistema

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
PARTES DEL SISTEMA	Realiza la apertura de un documento de WORD donde describe todas las partes del sistema que se muestran en la figura de la ventana SCADA.
HISTORICOS	Permite el ingreso a la ventana de históricos del sistema.
SALIR	Retorna a la ventana de inicio.
PRESIÓN DE SALIDA	Indica la presión de salida del sistema debe ser de un máximo de 105 PSI en caso de ser igual o mayor muestra una alarma.
0.00 HORAS 0.00 MINUTOS	Indica las horas y minutos de funcionamiento del sistema encendido.
TEMPERATURA	Indica la temperatura del aceite, debe ser de un máximo de 105 °C, en caso de ser igual o mayor se muestra una alarma.
PRESIÓN DIFERENCIAL	Indica la presión de aceite en el tanque separador de aire, debe ser de un máximo de 8 PSI, en caso de ser igual o mayor se muestra una alarma.


REV/MIN	Indica la velocidad a la que se encuentra trabajando el motor del compresor de acuerdo a la velocidad a la que se encuentre trabajando el motor.
	Indica la velocidad a la que se encuentra trabajando el compresor, existen tres velocidades en el sistema que trabajan una a la vez.

Tabla 3.8 Descripción de indicadores – Pantalla de Monitoreo

3.9.5 Pantalla de Históricos

La siguiente pantalla es utilizada para almacenar los cambios de estado o valores de las variables las mismas que son almacenadas en un archivo *.csv en la dirección especificada por el usuario.

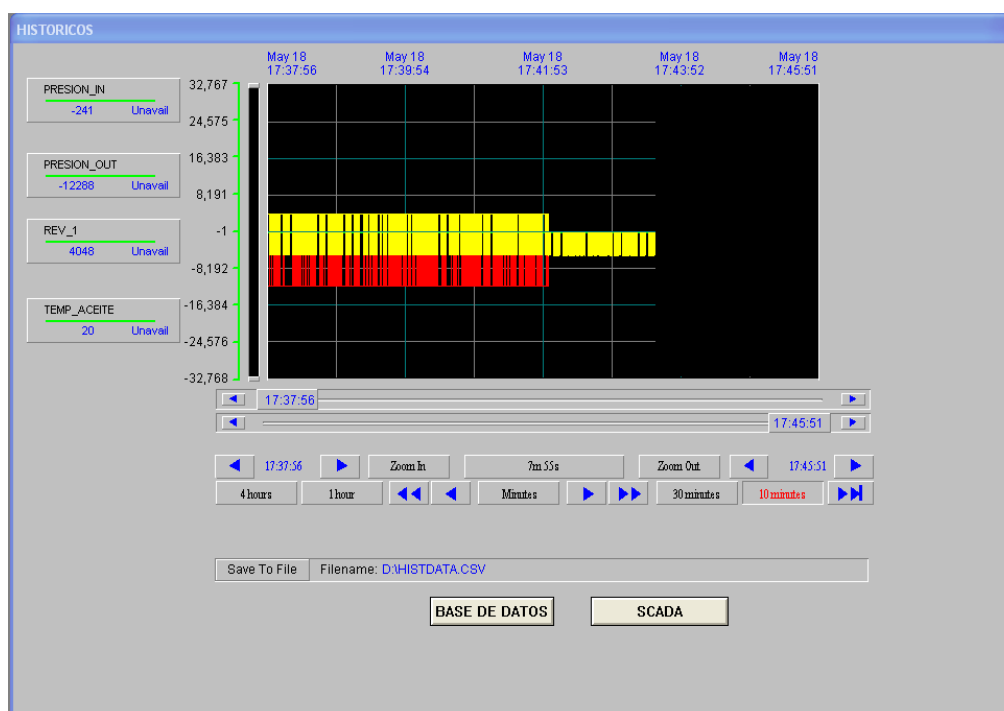


Figura 3.48 Ventana de eventos e históricos

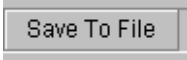


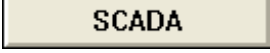
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
	El botón (Save To File) nos permite almacenar la base de datos del sistema en un archivo de EXCEL.csv.
	Permite ingresar la ubicación donde se almacenará la base de datos de EXCEL.csv.
	Permite el ingreso a la base de datos de los históricos del sistema, realiza la apertura de manera automática de un archivo de Excel .csv que se almacenó con el botón Save To File.
	Permite retornar a la pantalla de monitoreo (Ventana SCADA).

Tabla 3.9 Descripción de botones - pantalla de Históricos

3.10 DESCRIPCION DE FUNCIONAMIENTO

En este punto se explicará el funcionamiento del sistema de monitoreo. Fig. 3.49.

1. El punto de partida es la CPU del PLC, en donde se realiza la ejecución del programa y a su vez se almacena en las distintas variables todos los datos requeridos.
2. El OPC - PC ACCESS es el encargado de recoger todos los datos de las variables en tiempo real del PLC y almacenarlos en una Base de Datos de Excel.
3. El software INTOUCH ingresa a la Base de Datos creada por el OPC y despliega dicha información de una manera amigable al usuario o la persona que se encuentre a cargo del monitoreo. A la vez INTOUCH se encarga de almacenar esta información en una nueva base de datos discriminando tiempo y valores de los datos leídos.
4. Por otro lado se puede ingresar a la página web definida previamente, la misma que se encuentra almacenada en la CPU del PLC, para acceder a todos los datos de las variables y de la misma manera esto es en tiempo real.

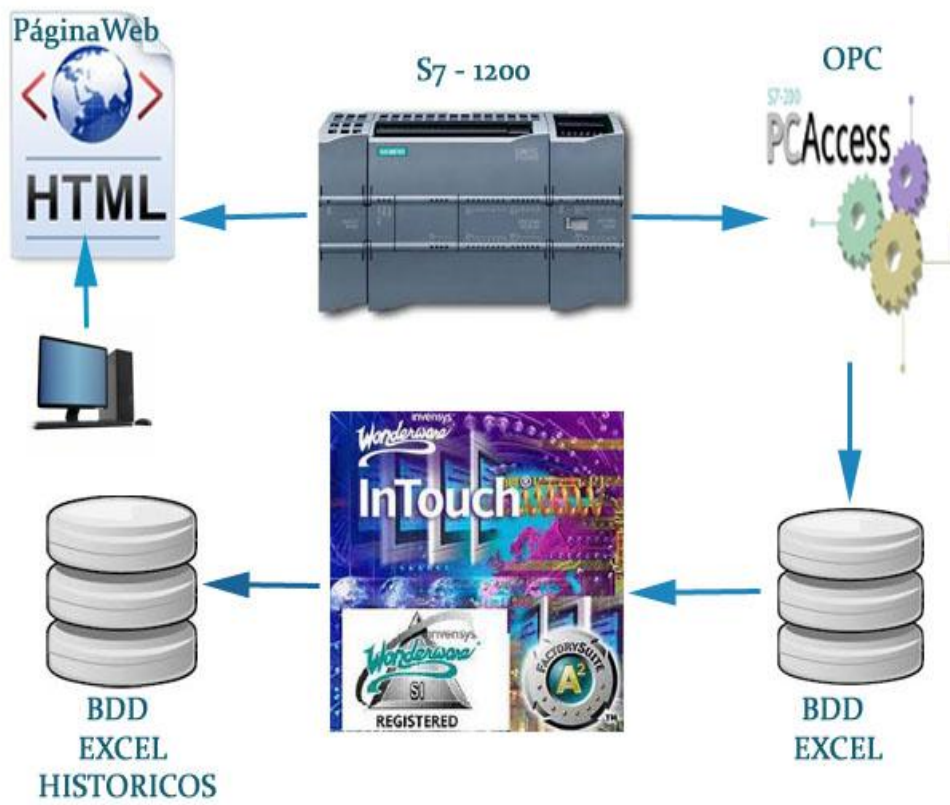


Figura 3.49 Funcionamiento del Sistema

3.11 DIAGRAMA ELÉCTRICO IMPLEMENTADO

3.11.1 Circuito de Fuerza

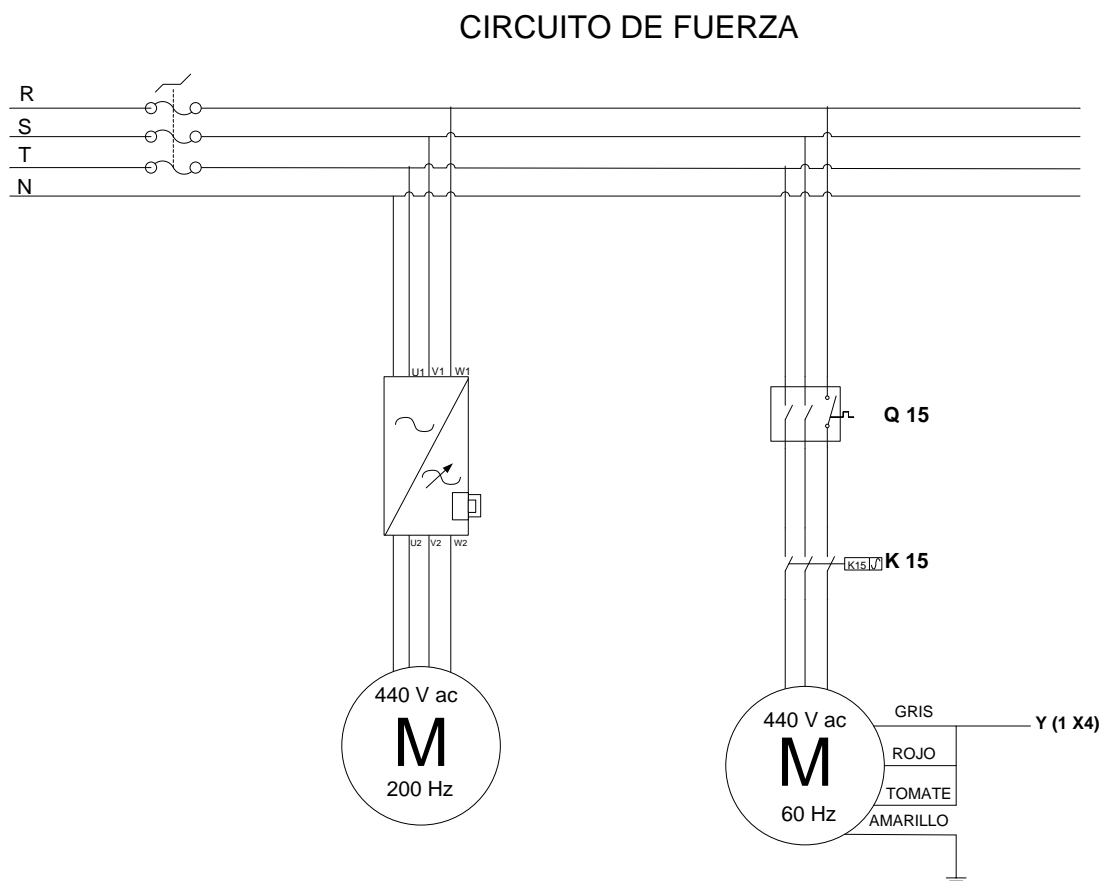


Figura 3.50 Circuito de Fuerza

3.11.2 Circuito de control

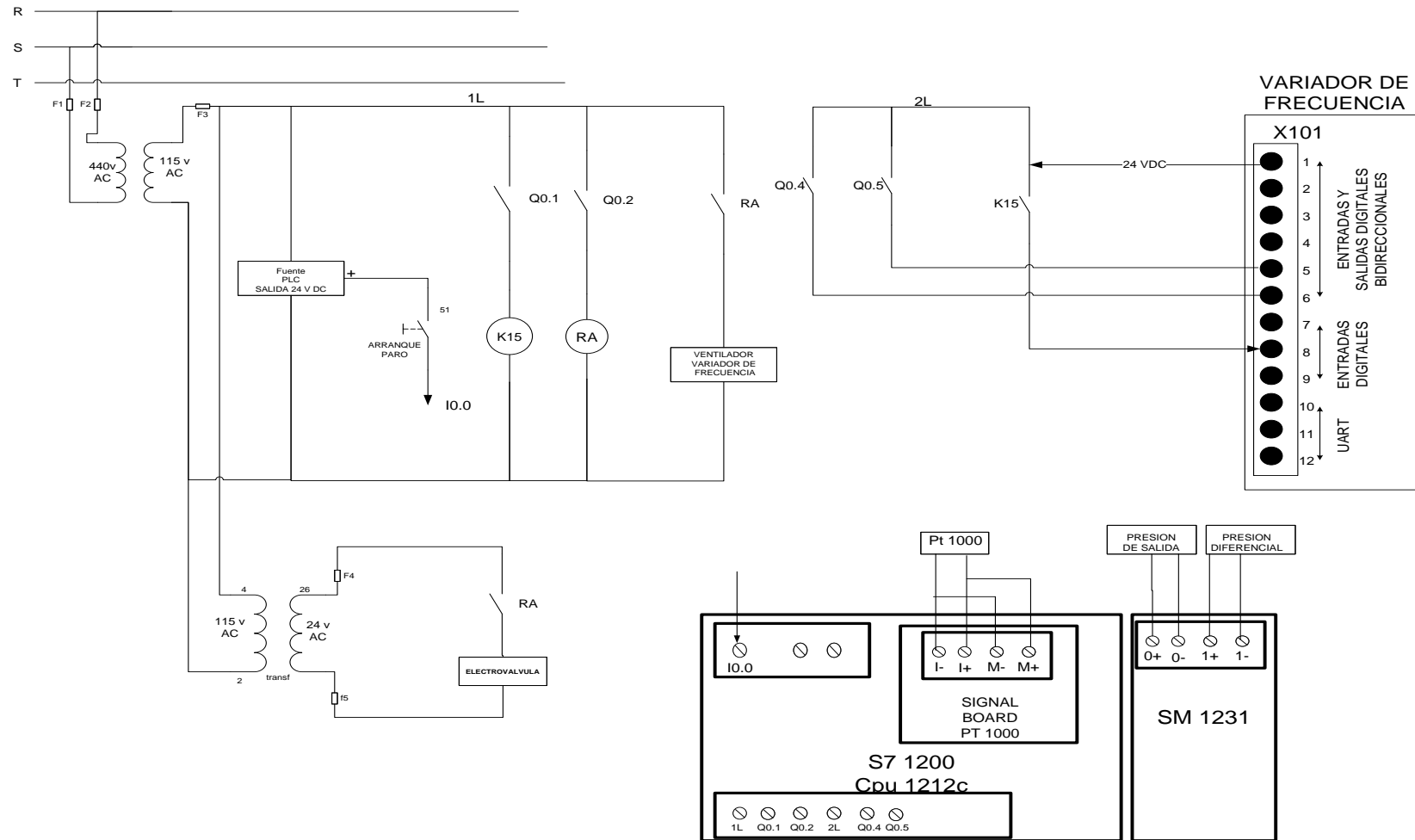


Figura 3.51 Circuito de Control

CAPITULO 4

ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

4.1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Para cambiar el control actual del sistema de alimentación neumático se tuvo como antecedente que el mismo se encontraba con falla en ciertos períodos de tiempo, lo cual implicaba para la empresa de licores pérdida de tiempo de trabajo del personal, pérdida de la materia prima así como pérdida en el producto final.

El presente proyecto de titulación consiste en el cambio del control del Sistema de Alimentación Neumática, de tal manera que las pérdidas se vean reducidas en relación a las que existen actualmente, con lo que se reduciría el costo mensual de desperdicios que se genera a consecuencia del sistema defectuoso.

Para poder cuantificar las pérdidas actuales, se ha realizado el estudio para obtener la línea base en términos monetarios, este estudio tiene componentes estadísticos en desperdicios dados por tiempos muertos¹⁹, materia prima, mano de obra parada y costo de esto; productos defectuosos terminados.

El punto más importante a tratar a causa de la falla del control actual del sistema de alimentación neumática es el tiempo de producción perdido, este error es el que se desea reducir, porque en todo proceso de producción van a existir pérdidas de materia prima así como de producto terminado, pero pérdidas de tiempo de trabajo y producción no deberían existir en ninguna empresa.

Para proseguir con el análisis del Costo-Beneficio del presente proyecto, es necesario contar con la información de producción de la empresa en sus distintas marcas, así como también de las pérdidas generadas. Es así que, la tabla 4.1 presenta dicha información discriminando los productos de la empresa.

PRODUCCIÓN PROMEDIO MENSUAL	
RON ESTELAR	70914 u
RON CASTILLO	47434 u
WHISKY OLD TIMES	67068 u
VODKA RUSSKAYA	40784 u

¹⁹ Tiempos Muertos: Intervalo de tiempo en el que no hay producción

BOTELLAS	226200 u
TAPAS	226200 u
TRABAJADORES	42

Tabla 4.1 Producción Promedio Mensual

Una vez determinada la producción, es necesario identificar los porcentajes de pérdida generados; como se observa en la tabla 4.2.

MATERIAL DESPEDICIADO	PORCENTAJE MENSUAL DE PÉRDIDA	CANTIDAD MENSUAL	COSTO/ UNITARIO	COSTO TOTAL
TAPAS	0.32%	723,84	0,02	14,48
RON ESTELAR	0.06%	42,55	3,13	133,18
RON CASTILLO	0.06%	28,46	2,85	81,11
WHISKY OLD TIMES	0.06%	40,24	3,77	151,71
VODKA RUSSKAYA	0.06%	24,47	3,52	86,14
TIEMPO DE DESPERFECTO	0.83%	56,00	3,37	188,72
			TOTAL MENSUAL	655,33
			TOTAL ANUAL	7863,95

Tabla 4.2 Pérdidas mensuales generadas por falla del sistema

Como se observar, la tabla refleja que las pérdidas a causa del Sistema de Alimentación Neumática es de 7863.95 anuales, utilizando valores reales para la compañía.

Lo que pretende este proyecto es reducir la pérdida que se está generando actualmente en la empresa, cabe señalar que, la reducción en condiciones óptimas estará sobre el 50%. De esta manera la empresa podrá obtener un mayor margen de ganancias.

Una vez desarrolladas las pruebas pertinentes, se ha logrado determinar los valores presentados a continuación:

MATERIAL DESPEDICIADO	PORCENTAJE MENSUAL DE PÉRDIDA	CANTIDAD MENSUAL	COSTO/ UNITARIO	COSTO TOTAL
TAPAS	0,10%	226,20	0,2	45,24
RON ESTELAR	0,03%	19,15	3,13	59,93
RON CASTILLO	0,03%	12,81	2,85	36,50
WHYSKY OLD TIMES	0,03%	18,11	3,77	68,27
VODKA RUSSKAYA	0,03%	11,01	3,52	38,76
TIEMPO DE DESPERFECTO	0,25%	24,00	3,37	80,88
			TOTAL MENSUAL	329,58
			TOTAL ANUAL	3954,95

Tabla 4.3 Pérdidas mensuales generadas a partir de cambio de control

Según esto, se puede notar que el mayor impacto del sistema que se ha implementado se refleja en la reducción de costos por pérdidas en Tapas y Tiempos muertos, con una reducción del 22% y 58% respectivamente. En sí, la reducción que se ha logrado, en términos monetarios, ha sido de \$3954.95 anuales, representando una reducción del 50.29% anual. Lo cual genera una suma significativa para la empresa, pues se puede dar mayor aprovechamiento de recursos tanto materiales como humanos, mejorando la producción de ésta.

ACTIVOS FIJOS									
Cant.	DETALLE	Depreciación			Precio \$	Total	Deprec. Anual	Deprec. Mensual	IVA
		%	Tiempo años	Valor Residual				12	12%
	EQUIPO DE COMPUTACIÓN								
1	PLC S7 - 1200	33,33%	3	160,76	482,34	482,34	160,78	13,40	57,88
1	Módulo analógico SM 1231	33,33%	3	83,44	250,36	250,36	83,45	6,95	30,04
1	Módulos anaógico SB 1231	33,33%	3	37,38	112,14	112,14	37,38	3,12	13,46
1	Pantalla HMI KTP 400 mono	33,33%	3	106,31	318,95	318,95	106,32	8,86	38,27
1	Computador	33,33%	3	226,27	678,87	678,87	226,29	18,86	81,46
3	Cable cruzado	33,33%	3	1,07	3,2	9,60	3,20	0,27	1,15
50	Terminales	33,33%	3	0,01	0,03	1,50	0,50	0,04	0,18
1	switch	33,33%	3	7,11	21,32	21,32	7,11	0,59	2,56
	Total Activos Fijos				1.867,21	1.875,08	625,03	52,09	225,01

Tabla 4.4 Activos Fijos

A continuación es meritorio realizar un análisis de los activos fijos que intervienen en este proceso de optimización del control del Sistema de Alimentación Neumático de la empresa. Es así que, la tabla 4.4 detalla cada uno de los equipos necesarios para el nuevo sistema de control, sus costos unitarios y totales, así como el IVA que genera cada uno y la depreciación anual y mensual.

Inversión Inicial			
Corriente		225,01	
Caja/Bancos	0,00		
IVA Pagado	225,0096		
Fijo			
		1875,08	
Equipos de Computacion	1875,08		
Equipos de Oficina	0,00		
TOTAL ACTIVO		<u>2100,09</u>	

Tabla 4.5 Inversión Inicial

El cuadro anterior detalla el estado de situación inicial al primero de Junio de 2012, donde se nota la inversión en los equipos tecnológicos requeridos. Es así que dicha inversión representa un total de \$1875.08, con un IVA pagado de \$225.01 en total. Cabe señalar que la inversión en estos recursos tecnológicos se ha realizado con capital propio de la empresa, por lo cual no fue necesario que la misma incurra en préstamos de ningún tipo.

Por último y según éste estado financiero, podemos denotar que el total en activos es de \$2100.09.

Ventas en Cantidad		2012								
PRODUCTOS	PRECIO UNTARIO	unidades por eficiencia mensuales	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Diciembre Acumulado
AHORRO GENERADO	3.954,94	1,00	329,58	329,58	329,58	329,58	329,58	329,58	329,58	2.307,06
RON ESTELAR	3,87	19,00	73,53	73,53	73,53	73,53	73,53	73,53	73,53	514,71
RON CASTILLO	3,12	13,00	40,56	40,56	40,56	40,56	40,56	40,56	40,56	283,92
WHISKY OLD TIMES	4,24	18,00	76,32	76,32	76,32	76,32	76,32	76,32	76,32	534,24
VODKA RUSSKAYA	3,98	11,00	43,78	43,78	43,78	43,78	43,78	43,78	43,78	306,46
TOTAL VENTAS		62,00	563,77	563,77	563,77	563,77	563,77	563,77	563,77	3.946,39
IVA COBRADO			67,65	67,65	67,65	67,65	67,65	67,65	67,65	67,65

Tabla 4.6 Ventas Proyectadas

Costo de Producción		2012								
PRODUCTOS	costo	unidades por eficiencia mensuales	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Diciembre Acumulado
										-
RON ESTELAR	3,13	19,00	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	416,29
RON CASTILLO	2,85	13,00	37,05	37,05	37,05	37,05	37,05	37,05	37,05	259,35
WHISKY OLD TIMES	3,77	18,00	67,86	67,86	67,86	67,86	67,86	67,86	67,86	475,02
VODKA RUSSKAYA	3,52	11,00	38,72	38,72	38,72	38,72	38,72	38,72	38,72	271,04
TOTAL COSTO		61,00	203,10	203,10	203,10	203,10	203,10	203,10	203,10	1.421,70

Tabla 4.7 Costo de Producción

Como se puede observar en las Tablas 4.6 y 4.7, se resumen las Ventas Proyectadas y el Costo de Producción Proyectado; donde las ventas significan un ingreso de \$3946.39 respecto a los seis primeros meses de funcionamiento del nuevo sistema de alimentación neumática; mientras que el costo de producción ha sido de \$1421,70.

Haciendo un análisis simple de estos valores, podemos observar claramente la relevancia de la optimización realizada, pues los ingresos por ventas superan a los costos generados por la producción; además la inversión realizada en los equipos tecnológicos es menor a las ventas realizadas en los seis primeros meses de funcionamiento del mismo.

FLUJO DE CAJA CORRIENTE Y DESCONTADO		
CONCEPTO	Inversión Inicial	Año 1 2012
INGRESOS		
Aporte de Accionistas	2.100	
Total Ingresos		3.946
TOTAL INGRESOS	2.100	3.946
TOTAL EGRESOS		
		1.421,70
SALDO FINAL	-2.100	2.525
INDICES DE EVALUACIÓN		
CONCEPTO	Inversión Inicial	Final Año 1
FLUJOS DE FONDOS NOMINALES	-2.100	2.525
TASA DE DESCUENTO APLICABLE:Ke		5,00%
FACTOR DE VALOR ACTUAL:1/(1+Ke) ⁱ		0,95
FLUJOS DE CAJA ACTUALIZADOS		2.404
FNCi ACTUALIZADOS Y ACUMULADOS		2.404
SUMA DE LOS FNCi ACTUALIZADOS		2.404
MONTO DE LA INVERSION INICIAL		-2.100
VALOR ACTUAL NETO		304
RELACION BENEFICIO/COSTO (B/C)		14,49%
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)		20,22%

Tabla 4.8 Flujo de Caja (Indicadores de Proyecto)

De acuerdo a los datos obtenidos en el flujo de caja y tras haber realizado las proyecciones pertinentes es necesario evaluar el proyecto; para lo cual, se ha tomado en consideración tres indicadores fundamentales como son la Tasa Interna de Retorno, el Valor Actual Neto y el Costo/Beneficio.

Dichos indicadores han demostrado que, el proyecto es viable ya que, la inversión requerida es recuperable a corto plazo y, la rentabilidad a obtenerse es de 20,20%, la misma que será generada dentro de los seis primeros meses de actividad del nuevo control del Sistema de Alimentación Neumático.

El VAN generado en el presente proyecto es mayor que cero, lo que demuestra que las utilidades generadas son superiores a las posibles pérdidas suscitadas. Y por su parte, la relación Costo/Beneficio demuestra que el beneficio que genera la inversión supera en un 14,49% el costo de implementarlo.

Por todo lo anteriormente señalado, es meritorio señalar que el presente proyecto es financieramente viable.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La necesidad de un diagrama eléctrico del sistema original, exigió la documentación del mismo para disponer de un sustento técnico base y así realizar la nueva implementación del sistema de control.
- El uso del PLC SIMATIC s7 1200 fue muy adecuado para la implementación del nuevo control del Sistema de Alimentación Neumática, debido a que su característica principal es la de ampliación modular, esto fue muy útil a la hora de adquirir las señales de los diferentes sensores.
- La pantalla HMI KTP 400 monocromática presenta características aceptables para lo requerido, puesto que solamente es utilizada para la visualización de variables del proceso in situ, en el cual no es necesario gran variedad de colores ni animaciones.
- Tanto la pantalla KTP 400 y el PLC SIMATIC s7- 1200, presenta conectividad con puerto PROFINET, esto fue muy útil a la hora de realizar la conectividad en red entre el computador y los equipos antes mencionados, por medio de un switch.
- Con el sistema implementado se cumple con el objetivo de tener un monitoreo de datos en tiempo real de las variables que intervienen en el proceso , que son principalmente la presión de aire de salida, así como también la temperatura y presión del aceite interno del compresor.

- Se estableció tres maneras de monitoreo de las variables que intervienen en el sistema de Alimentación Neumática, la primera in situ a través de la pantalla HMI y dos de acceso remoto que son mediante una página web y a través del sistema SCADA.
- El sistema permite detectar de manera automática las fallas en el sistema, generando un reporte de alarmas.
- El registro de históricos ayuda a conocer el rendimiento del compresor con anterioridad de tal manera que ayuda a establecer un adecuado cronograma de mantenimiento, y a su vez identificar con rapidez cualquier tipo de falla que pueda existir, reduciendo los tiempos de mantenimiento y por lo tanto se incrementa la producción
- El análisis costo beneficio de los equipos utilizados es influyente debido a que el beneficio de invertir en tecnología para un nuevo sistema de control, interviene directamente en la calidad del producto, así como también en la reducción de tiempo muerto y de materia prima desperdiciada. Con esto se concluye que el costo de los materiales empleados se compensa incrementando la producción.
- Es oportuno mencionar que con la implementación del presente proyecto de tesis, la empresa de bebidas satisface una necesidad muy importante, brinda un nivel óptimo a su proceso de producción y sobre todo obtiene un ahorro significativo en cuanto a soporte técnico e implementación de un sistema de este tipo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se realizó un manual técnico de operación para el uso correcto del nuevo sistema de control, con la finalidad de que cualquier persona pueda entender el manejo , y evitar un mal uso del mismo
- Una interfaz HMI, sirve para indicar mediante pantallas visuales eventos del proceso controlado, por lo que se recomienda realizarlas de una manera sencilla y clara con el objetivo de que cualquier persona pueda tener una visión del proceso y entenderlo.
- Es necesario, el uso de una memoria externa (memory stick), puesto que la memoria interna del PLC (25 KB), no es lo suficiente amplia como para almacenar tanta información que conlleva una página Web con más detalles.
- Se recomienda que cualquier cambio que se realice para el mejoramiento del proyecto, se lo documente o respalde debidamente, para así evitar pérdidas de información.
- La programación de la lógica de control de los PLC debe ser ordenada y clara, se recomienda poner comentarios sobre las instrucciones para que sea de fácil comprensión en caso de futuras modificaciones.
- Se recomienda que el personal que manipule el proceso debe ser calificado y conocedor del mismo para facilitar el desarrollo del nuevo control.
- Es necesario que el control lo ejerza de manera exclusiva el PLC y que en la página web solo se desarrolle monitoreo del sistema, ya que por motivos de seguridad, mal uso o ataques de hackers, se puede producir fallas en el proceso y por lo tanto afectar al sistema.
- Es necesario la actualización del firmware de versión 1.1 a 2.0, del PLC para que los módulos de señales puedan ser reconocidos, caso contrario el PLC muestra alarmas de error. Para lo cual se requiere una memoria externa de 24 MB.

Bibliografía

ENLACES WEB

[Web1]

Título: Compresores alternativos

Autor: Francisco Soler Preciado

URL: <http://www.atmosferis.com/2012/03/compresores-alternativos.html>

Fecha: 25/01/2012

[Web2]

Título: KTP-400 mono

Autor: Siemens

URL: <http://www.industry.siemens.com.cn/automation/cn/zh/human-machine-interface/operatorinterfaces/basic-panels/simatic-hmi-ktp400-basic-mono/Pages/Default.aspx>

Fecha: 27/01/2012

[Web3]

Título: Compresores – Su Funcionamiento y Mantenimiento

Autor: Richard Widman y Omar Linares

URL: http://widman.biz/boletines_informativos/56.pdf

Fecha: 30/01/2012

[Web4]

Título: Compresor émbolo pistón

Autor: Daniel Morales

URL: <http://www.monografias.com/trabajos63/compresores-embolo-piston/compresores-embolo-piston2.shtml>

Fecha: 02/02/2012

[Web5]

Título: Neumática e Hidráulica

Autor: Antonio Bueno

URL: http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html

Fecha: 12/02/2012

[Web6]

Título: Módulos de señal analógica

Autor: Siemens

URL: <http://support.automation.siemens.com/WW/lisapi.dll/40913432?func=ll&objId=40913432&objAction=csView&nodeid0=41885258&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&load=treecontent&prodLstObjId=34143637>

Fecha: 05/03/2012

[Web7]

Título: Escalamiento, señales analógicas

Autor: Siemens

URL: <http://support.automation.siemens.com/WW/lisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=39334504&objAction=csOpen&nodeid0=41885258&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW>

Fecha: 07/03/2012

[Web9]

Título: S7-200 PC - ACCESS

Autor: Marquezgauna

URL: <http://es.scribd.com/doc/48887876/MANUAL-S7-200-OPC-PAC-ACCESS-1>

Fecha: 15/03/2012.

[Web10]

Título: Automatización

Autor: s/f.

URL:<http://www.sc.edu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>

Fecha: 20/03/2012

[Web11]

Título: Easy book

Autor: Siemens

URL:<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?query=servidor+web+PLC+S7+1200&func=cslib.cssearch&content=adsearch%2Fadsearch.aspx&lang=es&siteid=cseus&objaction=cssearch&searchinprim=&nodeid99=&x=0&y=0>

Fecha: 11/04/2012

[Web12]

Título: S7 200 PC ACCESS

Autor: Siemens

URL:<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=26435986&load=treecontent&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&extranet=standard&viewreg=WW>

Fecha: 21/04/2012

LIBROS

- AGUILAR, Diego, *Diseño e implementación del monitoreo y control para un sistema hermético de enfriamiento a baja temperatura y presión*, EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, Septiembre 2011.
- ENRIQUEZ, David, *Diseño e implementación de un sistema scada, para el equipo de ensayo con bomba centrífuga del laboratorio de fluidos de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional*, EPN Facultad de Ingeniería Mecánica, Quito, Octubre 2011.

- POSSO, Alex, *Diseño e implementación del monitoreo de las variables de control de los hornos túnel 1,2 y 3 de cerámica en Edesa*, EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, Julio 2010.
- RAMOS, Raquel, *Diseño de una planta piloto de tratamiento de aguas automatizada*, UPC Facultad de Ingeniería Electrónica, Barcelona, Septiembre 2011.
- LOGITEK. S.A., *Curso Intouch básico v 7.1*, 2da Edición, Enero 2003, pag. 57-80.
- PÉREZ, Javier, *Proyecto integración y gestión de las instalaciones de climatización y alumbrado en el campus san francisco*, Universidad de Zaragoza, Facultad de Ingeniería Técnica Industrial, Zaragoza, Septiembre 2011.
- ALMEIDA, Wilson, *Automatizar e implementar el sistema de enfundado y dosificación de líquidos para una máquina de características semi industriales*, EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, Septiembre 2008.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

PLC: (*Programmable Logic Controller*) controlador diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real.

OPC: significa OLE para Control de Procesos, se basa en una tecnología Microsoft y es un estándar industrial que ofrece un interfaz común para comunicación que permite que componentes software individuales interactúen y compartan datos. La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura cliente/servidor.

SCADA: (*Supervisory Control And Data Acquisiton*) Es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar variables de proceso a distancia

TCP/IP: es un modelo de descripción de protocolos de red. Describe un conjunto de guías generales de diseño e implementación de protocolos de red específicos para permitir que una computadora pueda comunicarse en una red.

Electroválvula: es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina selenoidal.

Variador de frecuencia: siglas VFD, del inglés: (*Variable Frequency Drive*). Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

CPU: (*Central Processing Unit*) es el componente del computador y otros dispositivos programables, que interpreta las instrucciones contenidas en los programas y procesa los datos.

Relé: El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Transformador: es un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.

Ethernet: es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda.

HMI: Interfaz de usuario por sus siglas en idioma inglés, (*Human Machine Interface*) que se usa para referirse a la interacción entre humanos y máquinas.

RJ45: (*registered jack 45*) es una interfaz física comúnmente usada para conectar redes de cableado estructurado.

PROFINET: es el estándar abierto de uso industrial que combina Ethernet y PROFIBUS. Se usa para aplicaciones de automatización. PROFINET utiliza TCP / IP.

PWM: La modulación por ancho de pulsos (también conocida como PWM, siglas en inglés de *pulse-width modulation*) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica.

La presión diferencial es la diferencia entre dos presiones (aceite - aire)

PSI: (del inglés Pounds per Square Inch) a una unidad de presión cuyo valor equivale a 1 libra por pulgada cuadrada.

HTML: siglas de HyperText Markup Language (lenguaje de marcado de hipertexto), hace referencia al lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas web que se utiliza para describir la estructura y el contenido en forma de texto

TIA PORTAL: SOFTWARE DE DESARROLLO PARA todos los sistemas de ingeniería para la configuración, programación y puesta en marcha de autómatas/controladores (PLC), sistemas de supervisión / pantallas y accionamientos.

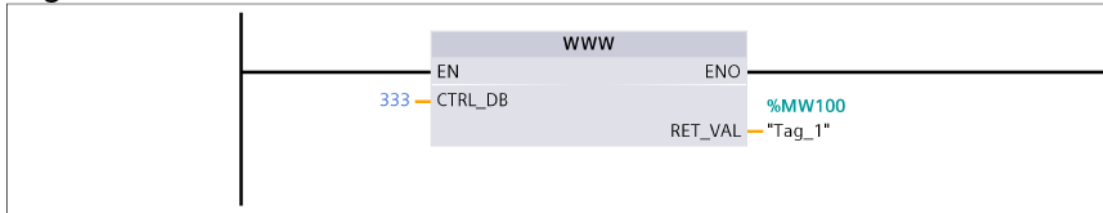
IP: es la sigla de Internet portocol, (protocolo de internet), se trata de un estándar no orientado a conexión que se utiliza para el envío y recepción de datos a través de una red de paquetes conmutados

ANEXOS

ANEXO 1 PROGRAMACIÓN PLC

ACTIVAR PAGINA WEB

Segmento 1:

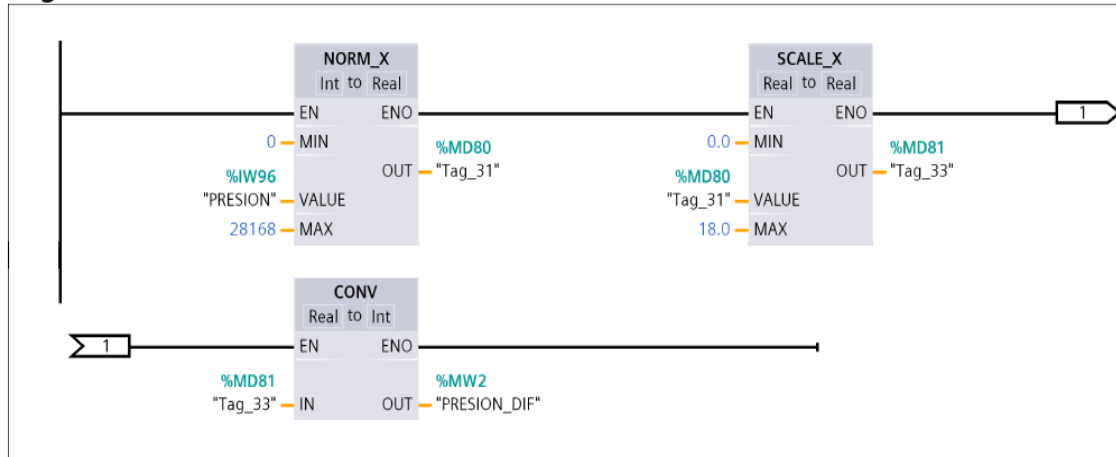


La instrucción WWW inicializa el servidor web de la CPU, o bien sincroniza las páginas web definidas por el usuario con el programa de usuario en la CPU.

333	Bloque de datos que describe las páginas web definidas por el usuario (DB Web Control).
MW 100	Información de error.

ESCALAMIENTO DIFERENCIAL DE PRESION

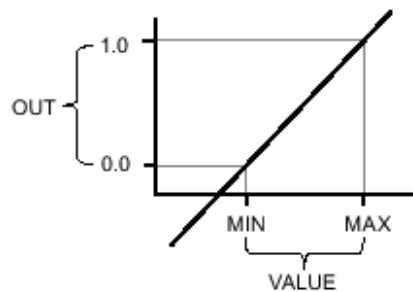
Segmento 2:



NORM_X: Normalizar

La instrucción "Normalizar" normaliza el valor de las variables de la entrada VALUE mapeándolas en una escala lineal. Los parámetros MIN y MAX sirven para definir los límites de un rango de valores que se refleja en la escala. En función de la posición del valor que se debe normalizar en este rango de valores, el resultado se calcula y se deposita como número en coma flotante en la salida OUT. Si el valor que se debe normalizar es igual al valor de la entrada MIN, la salida OUT devuelve el valor "0.0". Si el valor que se debe normalizar adopta el valor de la entrada MAX, la salida OUT devuelve el valor "1.0".

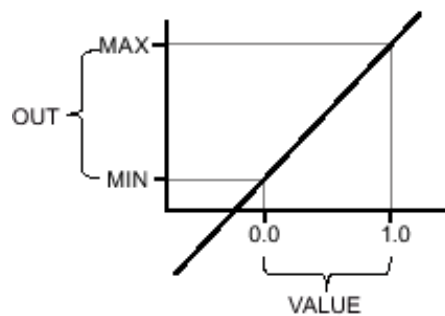
La figura siguiente muestra un ejemplo de cómo pueden normalizarse los valores:



SCALE_X: Escalar

La instrucción "Escalar" escala el valor de la entrada VALUE mapeándolo en un rango de valores determinado. Al ejecutar la instrucción "Escalar", el número en coma flotante de la entrada VALUE se escala al rango de valores definido por los parámetros MIN y MAX. El resultado de la escala es un número entero que se deposita en la salida OUT.

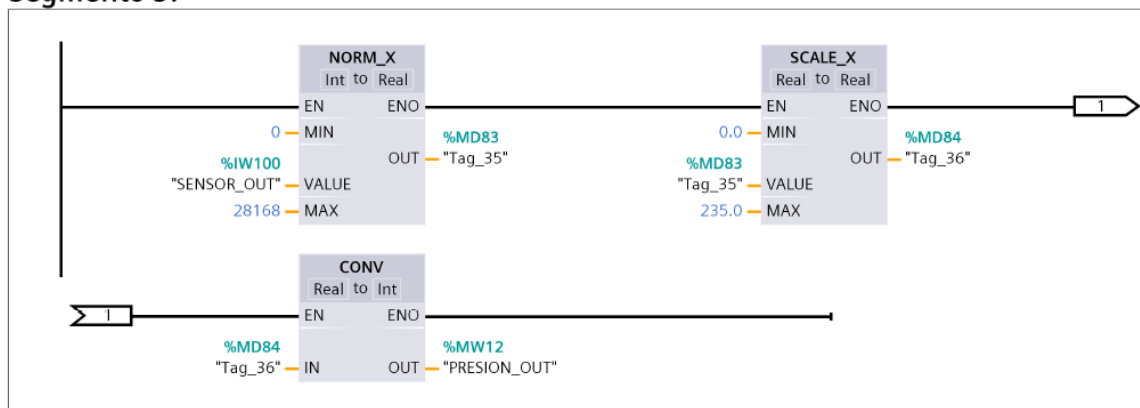
La figura siguiente muestra un ejemplo de cómo pueden escalarse los valores:



IW96	CANAL 0 MODULO SM 1231.
MW2	RESULTADO DE ESCALAMIENTO "PRESION_DIF".

ESCALAMIENTO SENSOR DE PRESION SALIDA

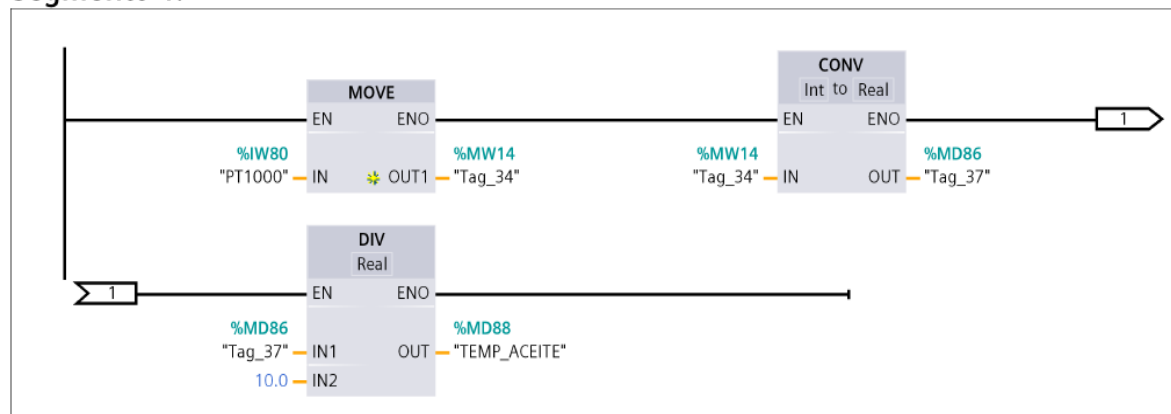
Segmento 3:



IW100	CANAL 2 MODULO SM 1231.
MW12	RESULTADO DE ESCALAMIENTO "PRESION_OUT".

ESCALAMIENTO SENSOR DE TEMPERATURA PT1000

Segmento 4:

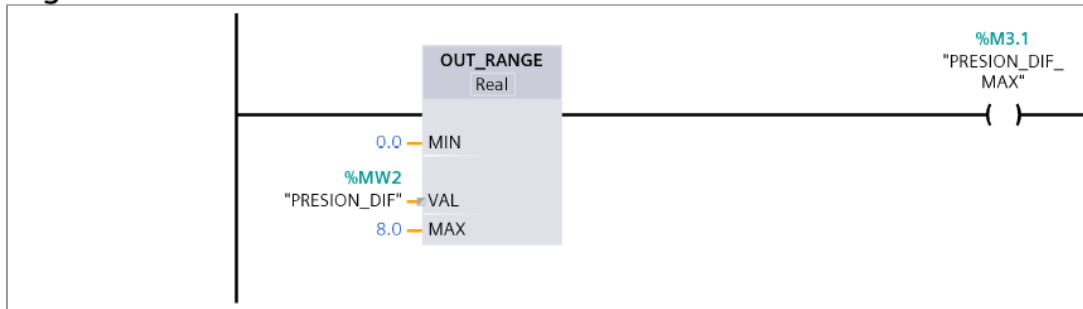


Se adquiere en valor de la entrada IW80 se la convierte al Real, y se divide para 10, de esta manera se obtiene de la temperatura recibida a través de una Pt 1000 en °C.

IW80	CANAL 0 MODULO SB 1231
MD88	RESULTADO DE ESCALAMIENTO "TEMP_ACEITE"

MÁXIMA PRESIÓN DIFERENCIAL

Segmento 5:

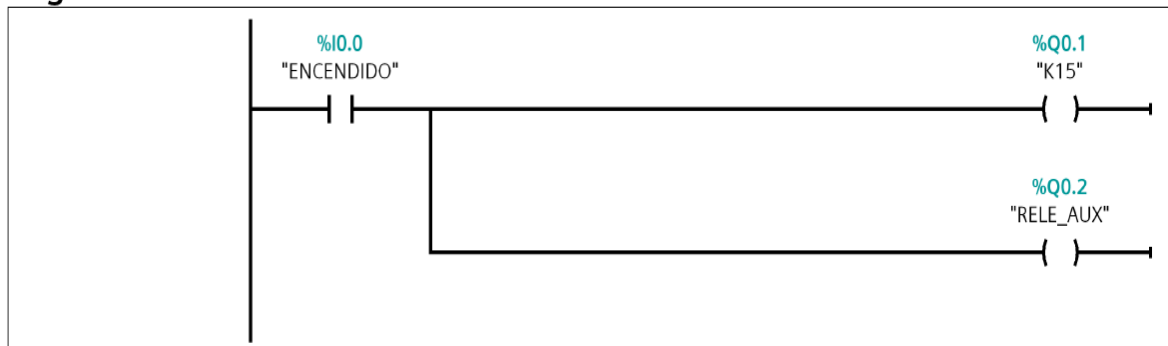


Si la temperatura diferencial es mayor a 8 psi se activa la marca 3.1, y se desactiva el sistema

M3.1	“PRESION DIF_MAX”
------	-------------------

ACTIVAR K 15 Y RELE AUXILIAR

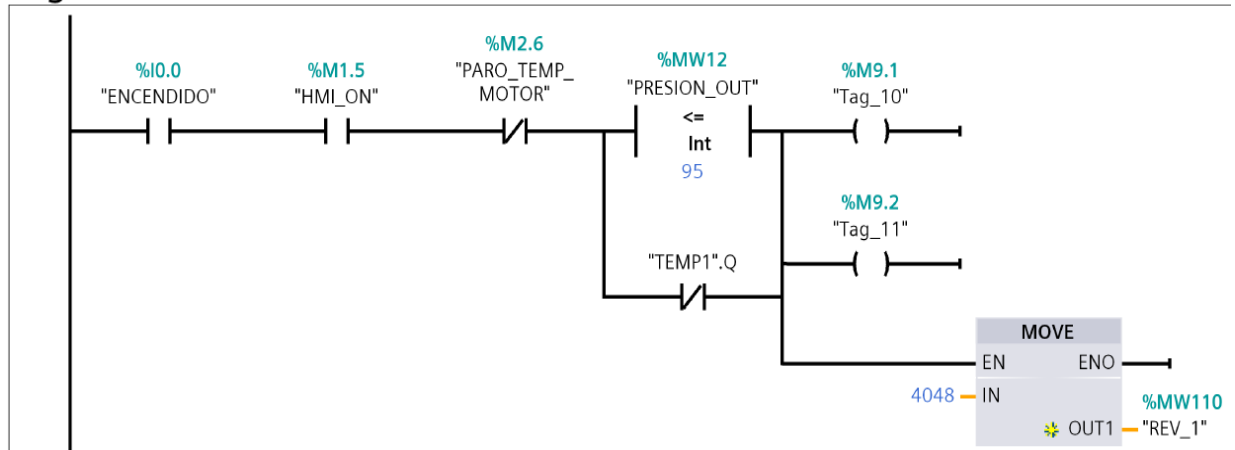
Segmento 6:



El Interruptor manual “Encendido” que se encuentra ubicado en la puerta del armario del compresor , activa el contactor K15 y el relé auxiliar RA, los mismos que son encargados de la puesta en marcha de los ventiladores del compresor y del variador de velocidad respectivamente.

I 0.0	Interruptor manual “Encendido”
Q0.1	Activa contactor K15
Q0.2	Activa Relé Auxiliar

Segmento 7:

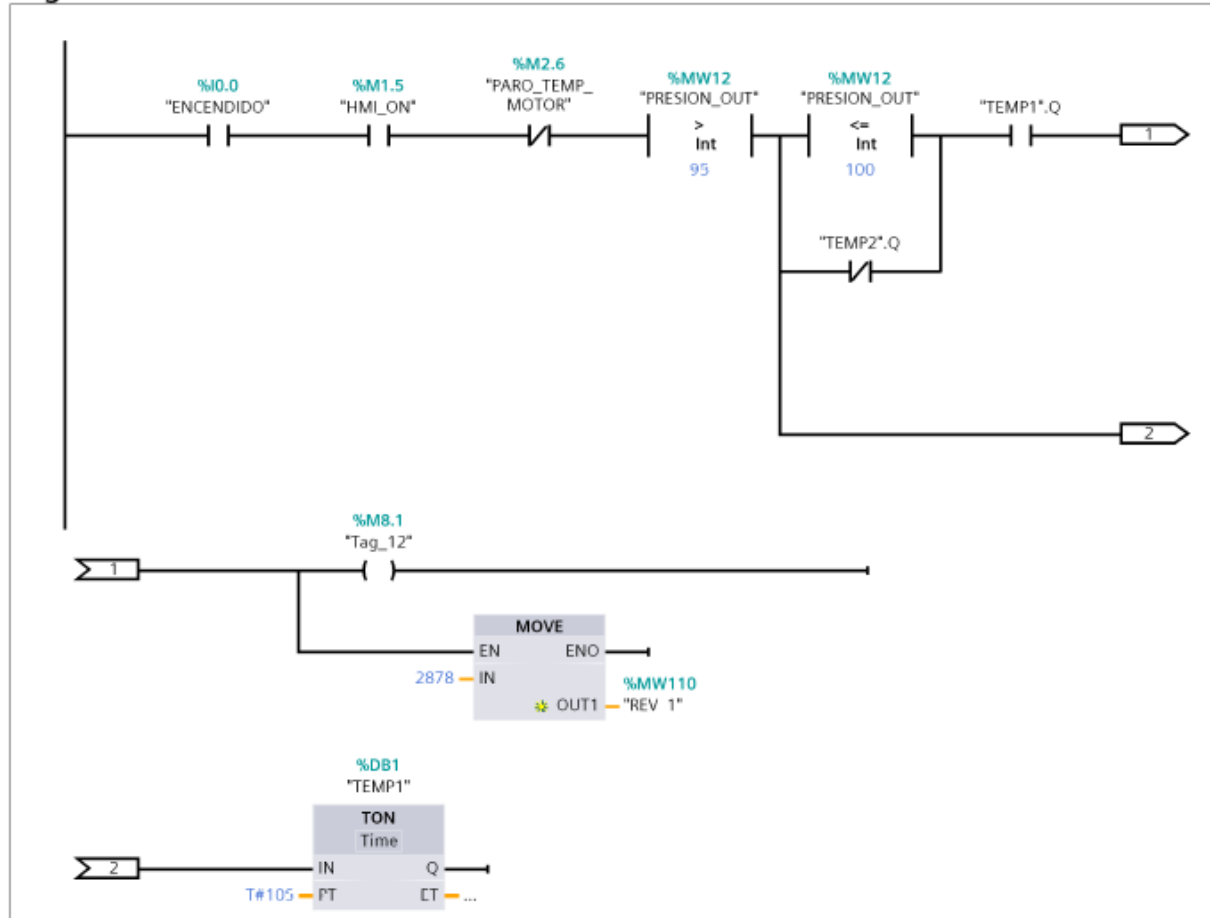


Una vez activado el Interruptor manual “Encendido”, es necesario que la activación del sistema, se realice mediante la pantalla HMI (Botón - Encender sistema), salvo que “PRESION_OUT” del sistema sea menor a 95 psi, se activaran las marcas M9.1 y M9.2, y a la vez se escribirá en la palabra MW10 el valor de 4048 que corresponde a la velocidad actual del motor del compresor en rpm. El contacto cerrado “PARO_TEMP_MOTOR” es usado para seguridad del sistema, se lo explica en los segmentos 12 y 13.

M1.5	Interruptor desde pantalla HMI
M2.6	Desactiva el sistema
M9.1	Marca para activar la velocidad 1
M9.2	Marca para activar la velocidad 1
M2.6	“PARO_TEMP_MOTOR” paro temporal del motor
MW110	Palabra donde se almacena en valor de la velocidad actual

COMPARACIÓN RANGOS DE PRESIÓN

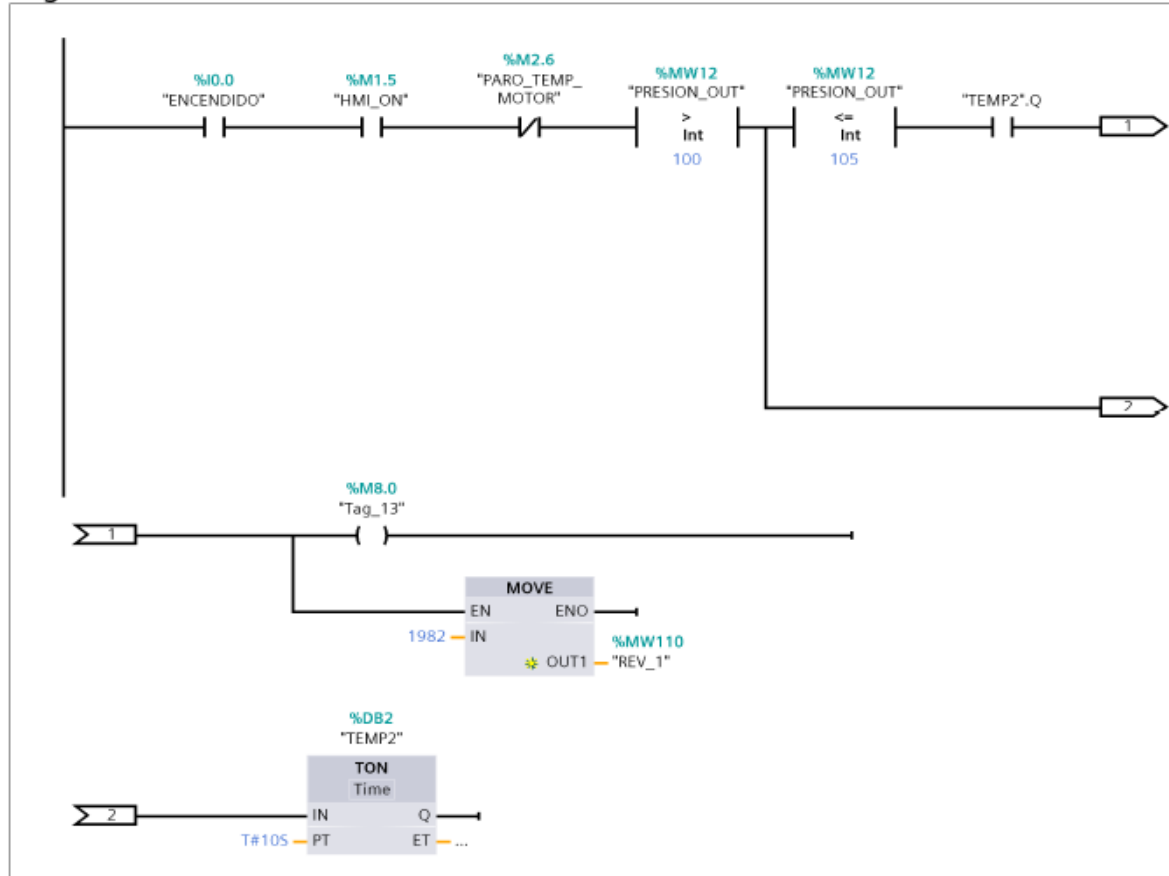
Segmento 8:



Si la presión de salida “PRESION_OUT” está contemplada en el rango de 95 a 100 psi, se activa el temporizador “TEMP1” que tiene un retardo de 10 segundos, una vez transcurrido este tiempo se activa la marca M8.1, se desactiva las marcas habilitadas en el segmento anterior (7), y se escribe en la palabra MW110 el valor de 2878 correspondiente a la velocidad actual del compresor. El contacto cerrado “PARO_TEMP_MOTOR” es usado para seguridad del sistema, se lo explica en los segmentos 12 y 13.

M8.1	Marca para activar la velocidad 2
DB1	“TEMP1” TEMPORIZADOR ON-DELAY

Segmento 9:

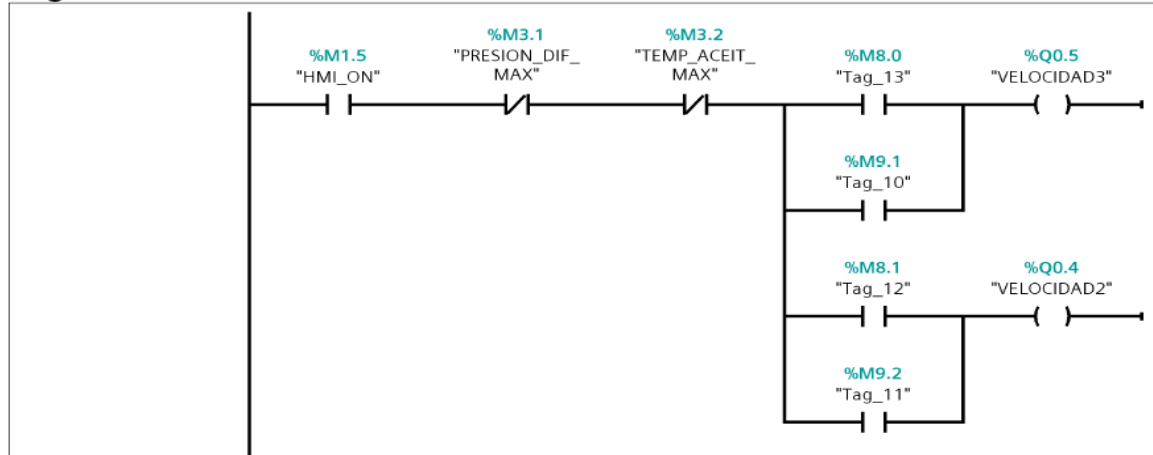


Si la presión de salida “PRESION_OUT” está contemplada en el rango de 100 a 105 psi, se activa el temporizador “TEMP2” que tiene un retardo de 10 segundos, una vez transcurrido este tiempo se activa la marca M8.0, se desactiva las marcas habilitadas en el segmento anterior (8), y se escribe en la palabra MW110 el valor de 1982 correspondiente a la velocidad actual del compresor. El contacto cerrado “PARO_TEMP_MOTOR” es usado para seguridad del sistema, se lo explica en los segmentos 12 y 13.

M8.0	Marca para activar la velocidad 3
DB2	“TEMP2” TEMPORIZADOR ON-DELAY

ACTIVAR VELOCIDADES

Segmento 10:



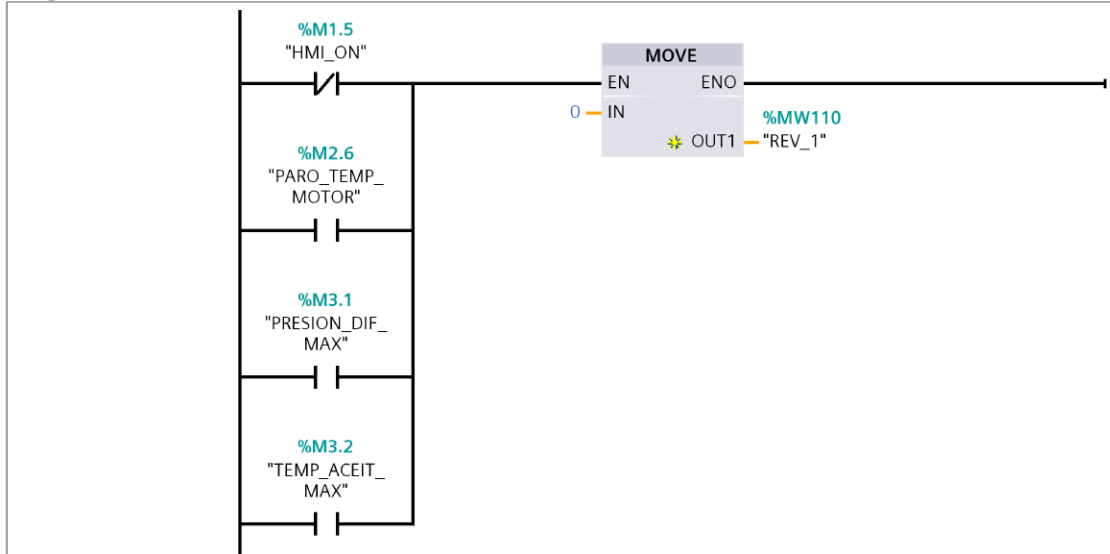
De acuerdo a los segmentos 7, 8, 9, se activaron marcas , que sirven para habilitar a la vez la salida Q0.4 y Q0.5 que son para la velocidad 1, solo la salida Q0.4 activa la velocidad 2, y por ultimo solo la salida Q0.5 es usada para la velocidad 3.

El contacto cerrado “PARO_TEMP_MOTOR” es usado para seguridad del sistema, se lo explica en los segmentos 12 y 13.

Q0.4	Salida para velocidad 2
Q0.5	Salida para velocidad 3
Q0.4 Y Q0.5	Activación simultánea para velocidad 1
M3.1	“PRESION_DIF_MAX”
M3.2	“TEMP-ACEITE_MAX”

VALOR ACTUAL DE VELOCIDAD

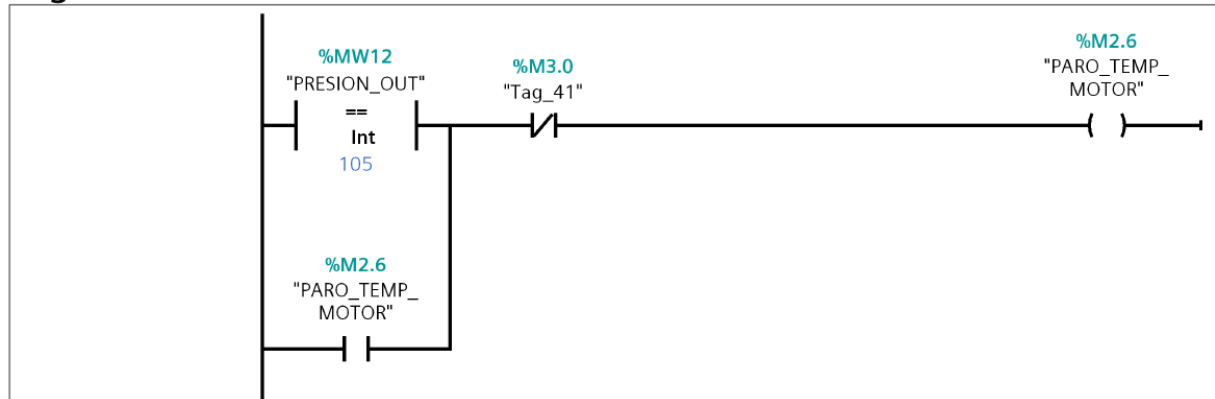
Segmento 11:



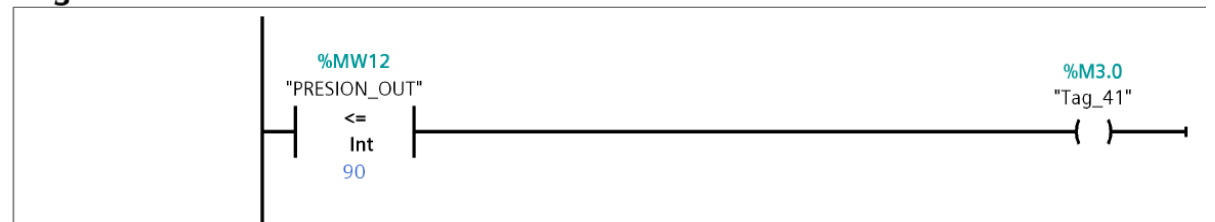
Mientras no se haya activado el Botón “Encender sistema” de la pantalla HMI, este activado cualquiera de los contactos abiertos de “PARO_TEMP_MOTOR”, “PRESION_DIF_MAX” o “TEMP_ACEITE_MAX”, se va a escribir un valor de 0 RPM en la palabra MW110.

PARO TEMPORAL DE MOTOR

Segmento 12:



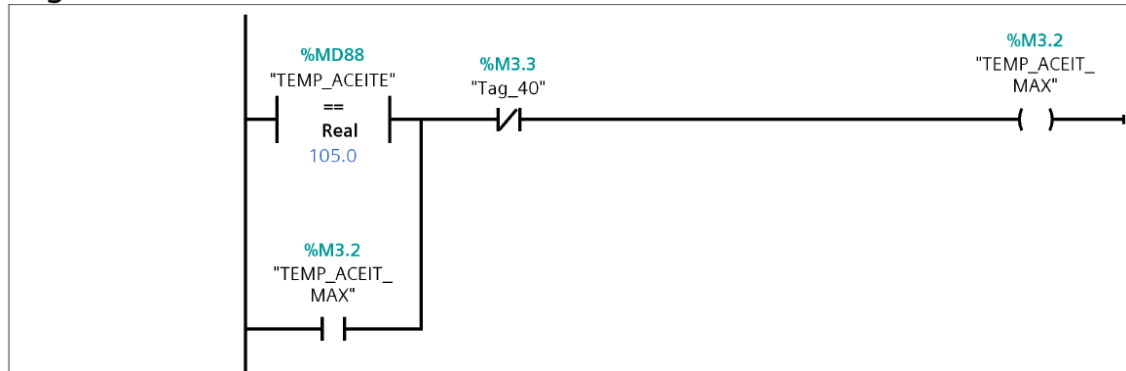
Segmento 13:



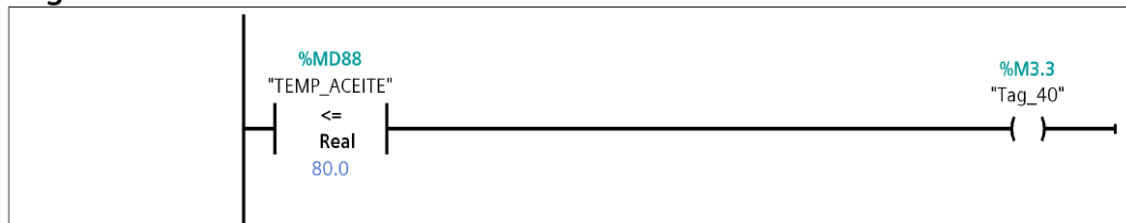
Si la presión de salida “PRESION_OUT” llega a alcanzar el máximo valor permitido que es de 105 psi se activa la marca “PARO_TEMP_MOTOR” la misma que abre o cierra sus contactos ubicados en los segmentos 7, 8, 9, 11, deshabilitando el sistema temporalmente hasta que la presión de salida se reduzca hasta un valor de 90 psi, para nuevamente poder volver a habilitar el sistema con la activación de la marca M3.0 la misma que desactiva “PARO_TEMP_MOTOR”.

M2.6	“PARO_TEMP_MOTOR” seguridad
M3.0	Marca temporal hasta que reduzca la presión de salida "PRESION_OUT".

Segmento 14:



Segmento 15:

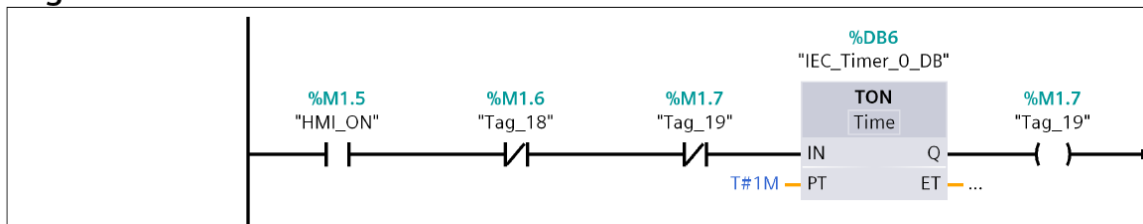


Si la temperatura del aceite “TEMP_ACEITE” llega a alcanzar el máximo valor permitido que es de 105 °C se activa la marca “TEMP_ACEIT_MAX” la misma que abre el contacto ubicado en el segmento 10, deshabilitando el sistema temporalmente hasta que la temperatura del aceite se reduzca hasta un valor de 80 °C, para nuevamente poder volver a habilitar el sistema con la activación de la marca M3.3 la misma que desactiva “TEMP_ACEIT_MAX”.

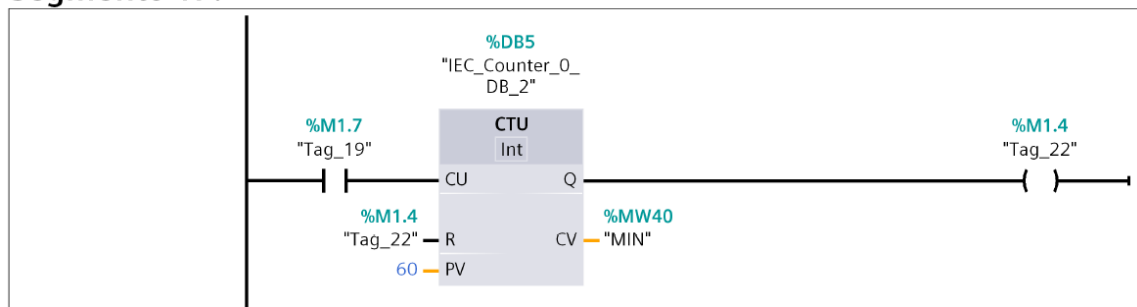
M3.2	“TEMP_ACEIT_MAX” seguridad
M3.3	Marca temporal hasta que reduzca la temperatura de aceite "TEMP_ACEITE".

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO

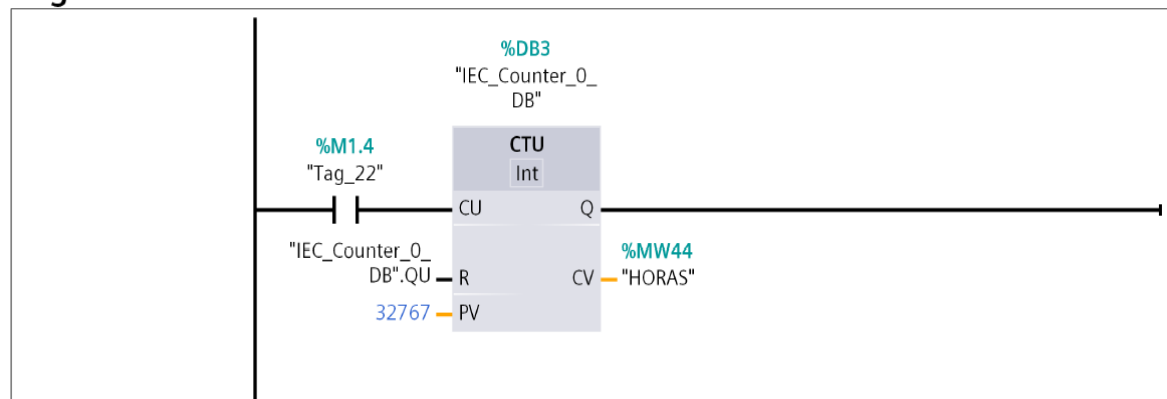
Segmento 16:



Segmento 17:



Segmento 18:



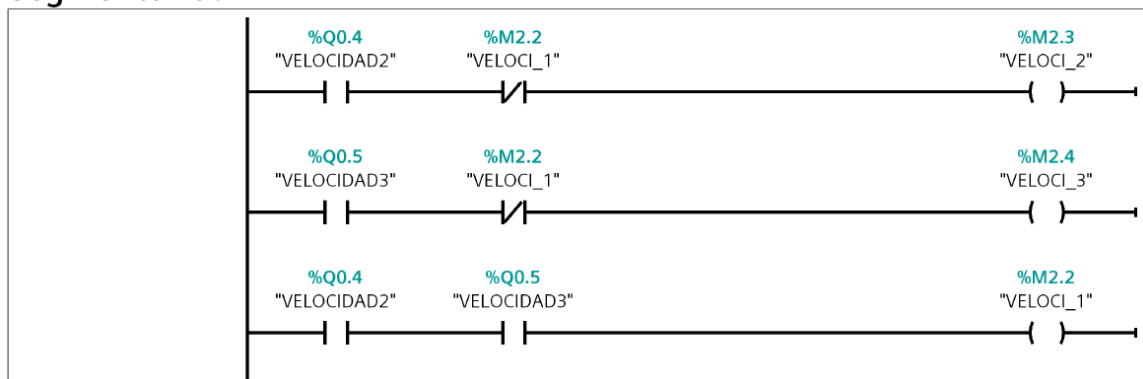
A partir del momento que se ha activado el botón “Encender Sistema” que comanda el motor del compresor, se inicia un Temporizador(Db6) que tiene un retardo de un minuto (segmento 16), para activar su salida, la misma que se encarga de activar un contador(DB5) ascendente (segmento 17) y a la vez se encarga de resetear el mismo temporizador(Db6), de tal manera que esto funcione en forma cíclica, y el incremento del

contador(DB5) sea cada minuto con un máximo de 60, representando los minutos, para finalmente, cada vez que se active la salida de este contador(DB5), active un nuevo contador (DB3) que representara las horas (segmento 18).

DB6	Temporizador ON-DELAY máximo 1 minuto
M1.7	Salida temporizador DB6
DB5	Contador Ascendente, máx. 60 (minutos)
DB3	Contador Ascendente, máx. 32767(horas)
MW40	Palabra para almacenar el valor de minutos actuales
MW44	Palabra para almacenar el valor de las horas actuales

INDICADORES DE VELOCIDAD-INTOUCH

Segmento 19:



Este segmento es un arreglo de marcas, está dedicado exclusivamente para usarlas en el software INTOUCH.

Si esta activada la velocidad 1 es decir las salidas Q0.4 y Q0.5, se activa la marca M2.2 que al ser leída desde INTOUCH activara un indicador y de igual manera con las otras 2 velocidades, activaran únicamente una marca M2.3 y M2.4 respectivamente.

M2.2	Activa el indicador en INTOUCH velocidad 1
M2.3	Activa el indicador en INTOUCH velocidad 2
M2.4	Activa el indicador en INTOUCH velocidad 3

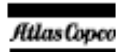
ANEXO 2 AREÁS DE MEMORIA S7- 1200

Áreas de memoria del S7 – 1200

La CPU ofrece distintas áreas de memoria que son las entradas (I), salidas (Q), marcas (M), bloque de datos (DB) y memoria temporal o local (L). Cada posición de memoria tiene una dirección única, el programa de usuario utiliza estas direcciones para acceder a la información de la posición de memoria, en la tabla se encuentra la descripción de las áreas de memoria del PLC S7 - 1200.

Área de memoria	Descripción
(I) Memoria Imagen de proceso de las Entradas	La CPU copia el estado de las entradas físicas en la memoria I al comienzo del ciclo. Para el acceso inmediato o forzado permanente de las entradas físicas es preciso añadir :P a la dirección o variable
(Q) Memoria Imagen de proceso de las salidas	La CPU copia el estado de la memoria Q en las salidas físicas al comienzo del ciclo. Para el acceso inmediato o forzado permanente de las salidas físicas es preciso añadir :P a la dirección o variable
(M) Área de marcas	El programa de usuario lee y escribe los datos almacenados en la memoria M. Cualquier bloque lógico puede acceder a la memoria M. Es posible configurar direcciones en la memoria M para conservar los valores de los datos tras desconectar y volver a conectar la alimentación.
(L) Memoria Temporal	Cada vez que se llama un bloque lógico, la CPU asigna la memoria temporal o local (L) que debe utilizarse durante la ejecución del bloque. Cuando finaliza la ejecución del bloque lógico, la CPU reasigna la memoria local para la ejecución de otros bloques lógicos
(DB) Bloque de datos	Los bloques de datos se utilizan para almacenar diferentes tipos de datos, incluyendo el estado intermedio de una operación u otra información de control, parámetros FBs, así como estructuras de datos requeridas para numerosas instrucciones como ejemplo Temporizadores y contadores. Es posible determinar que un bloque de datos sea de lectura/escritura o de sólo lectura. A los bloques de datos se puede ingresar datos en formato de bits, bytes, Word, doubleword.

ANEXO 3 DATOS TÉCNICOS SENSOR DE PRESIÓN DE SALIDA



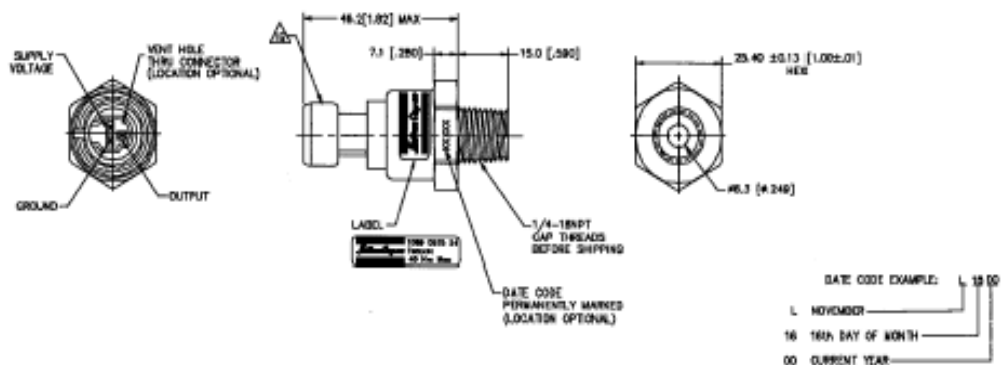
GROUP
STANDARDS
DEPARTMENT ©

TECHNICAL SPECIFICATION en 1089 0575 00

Datum / date
2012-03-13

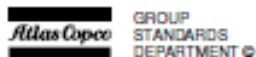
Utgave / edition
45

Blad / page
6(27)



Technical data		Article number
Common data	Distinction data	
<p>Material (main body) : stainless steel, 304.SS</p> <p>Sealing material : Buna-N (Nitrile)</p> <p>Protection : IP 55</p> <p>Media compatibility : Oil (mineral, screw compressor oil, PAO synthetic), water, air.</p> <p>Operating temper.: -20 °C to 100 °C</p> <p>Ambient temperat.: -20 °C to 70 °C</p> <p>Supply voltage (nominal) : 5 V DC ± 0,25 V DC</p> <p>Supply current (nominal) : 4 mA</p> <p>Markings to be applied to the housing :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atlas Copco logo and article number - Manufacturer model designation and serial number - Allowed tightening torque 	<p>Type : <u>P2000-5087</u></p> <p>Accuracy : ± 2 %</p> <p>Includes extra EMC-filter</p> <p>Pressure range : 0 to 17 bar(e) 0 to 246,6 psig</p> <p>Overpressure (min) : 34,5 bar(e) / 500 psig</p>	<p>1089 0575 51 (Replaces : 1089 0575 41)</p>

ANEXO 4 DATOS TÉCNICOS SENSOR DE PRESIÓN DE SALIDA



TECHNICAL SPECIFICATION en 1089 0575 00

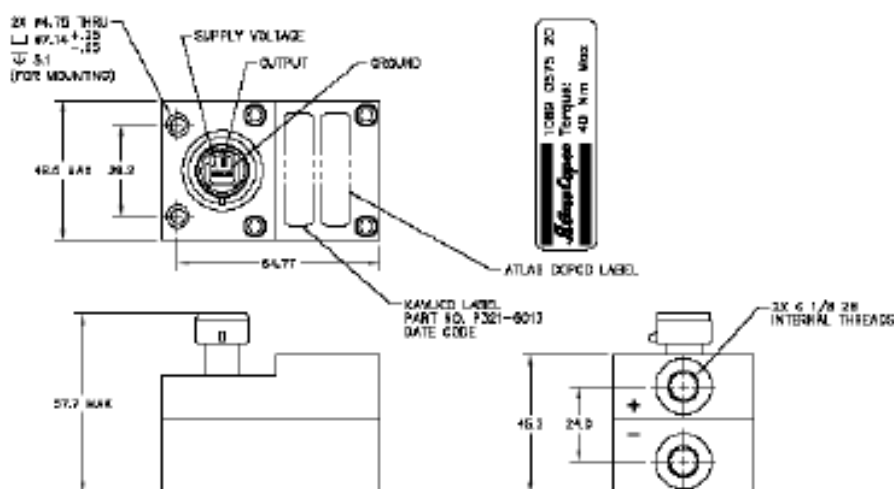
Datum / date
2012-03-13

Utgave / edition
45

Blad / page
15(27)

Internal name + designation :

Press. transduc. + Article number



Technical data		Article number
Common data	Distinction data	
<p>Material (main body) : Aluminium alloy, 6013-T651 Finish : electroless nickel plating Connector made of valox 420. Sealing material : Buna-N (Nitrile) Protection : IP 55 Media compatibility : Oil (mineral, screw compressor oil, PAO synthetic), water, air. Operating temper.: -20 °C to 100 °C Ambient temperat.: -20 °C to 70 °C Supply voltage (nominal) : 5 V DC \pm 0,25 V DC Supply current (nominal) : 4 mA Markings to be applied to the housing : - Atlas Copco logo and article number - Manufacturer model designation and serial number - Allowed tightening torque - + and - ports</p>	<p><u>Type : P321-5013</u> Pressure range : 0 to 3 bar(d) / 0 to 43,5 psid Static pressure : 0 to 25 bar(e) / 0 to 363 psig Overpressure (min) : - differential : 10 bar / 145 psi (on + side only) static : 50 bar(e) / 725 psig</p>	1089 0575 20

ANEXO 5 DATOS TÉCNICOS PT 1000

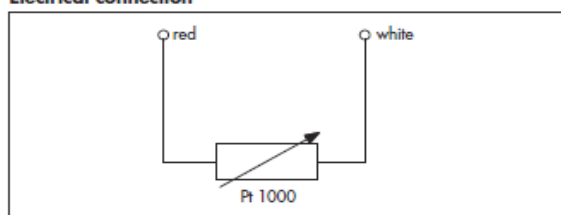
Table 1 · Technical data

Temperature sensor	Type	5207-61	5207-64	5207-65
Style		Immersion sensor	Immersion sensor with screw gland	
Number of resistors		1 Pt 1000 (DIN EN 60751 Class B)		
Range of application		-50 to +180 °C	-15 to +180 °C	-15 to +180 °C
Permissible temperature of medium		-50 to +180 °C	-15 to +180 °C	-15 to +180 °C
Permissible ambient temperature		-50 to +180 °C	-15 to +180 °C	-15 to +180 °C
Time constant τ		0.8 s	0.9 s	0.9 s
Nominal pressure		PN 40		
Degree of protection		IP 65		
Length of immersion tube	L	110 mm	170 mm	250 mm
Immersion depth	EL	80 mm fixed	40 to 100 mm	120 to 190 mm
Mechanical connection		Thread G 1/2	Screw gland G 1/2	
Electrical connection		Free cable end with wire ferrule		
Connecting cable length		2.5 m		
Weight		0.15 kg	0.21 kg	0.27 kg

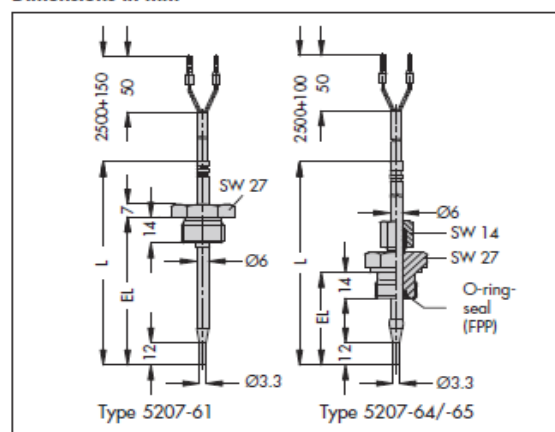
Table 2 · Materials

Immersion tube, screw fitting	CrNiMo
Screw gland	CrNiMo
Seal	FPM
Connecting cable	Insulation: Silicone The silicone connecting cable is approved for permanent use within the temperature range -50...+180 °C.

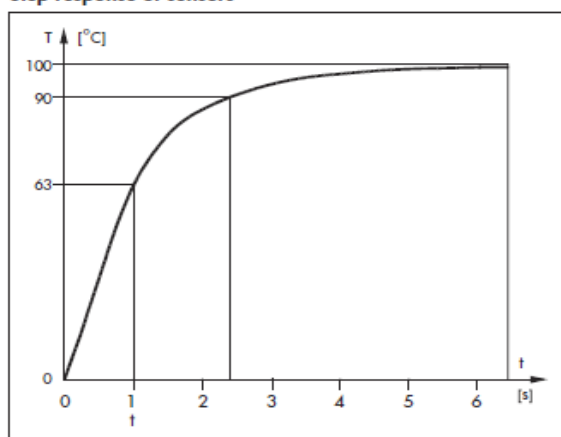
Electrical connection



Dimensions in mm



Step response of sensors



Specifications subject to change without notice.

ANEXO 6 DATOS TÉCNICO MÓDULO ANALÓGICO SM 1231

SIEMENS

Product data sheet

6ES7231-4HD30-0XB0



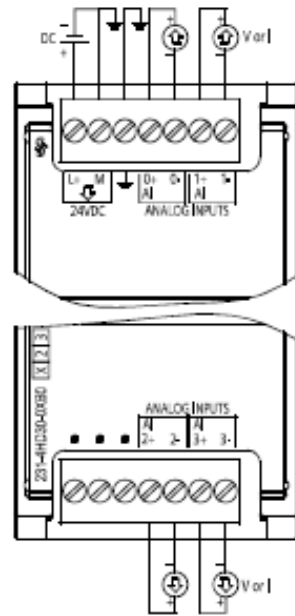
SIMATIC S7-1200, ANALOG INPUT, SM 1231,
4 AI, +/-10V, +/-5V, +/-2.5V,
OR 0-20 MA 12 BIT + SIGN BIT (13 BIT ADC)

Supply voltage	
24 V DC	Yes
Input current	
Current consumption, typ.	45 mA
from backplane bus 5 V DC, typ.	80 mA
Power losses	
Power loss, typ.	1.5 W
Analog inputs	
Number of analog inputs	4 ; Current or voltage differential inputs
permissible input frequency for current input (destruction limit), max.	± 35 V
permissible input voltage for voltage input (destruction limit), max.	35 V
permissible input current for voltage input (destruction limit), max.	40 mA
Cycle time (all channels) max.	625 μ s

permissible input current for current input (destruction limit), max.	40 mA
Input ranges	
Voltage	Yes ; ± 10 V, ± 5 V, ± 2.5 V
Current	Yes ; 0 to 20 mA
Thermocouple	No
Resistance thermometer	No
Resistance	No
Input ranges (rated values), voltages	
-10 V to +10 V	Yes
Input resistance (-10 V to +10 V)	≥ 9 MOhm
-2.5 V to +2.5 V	Yes
Input resistance (-2.5 V to +2.5 V)	≥ 9 MOhm
-5 V to +5 V	Yes
Input resistance (-5 V to +5 V)	≥ 9 MOhm
Input ranges (rated values), currents	
0 to 20 mA	Yes
Input resistance (0 to 20 mA)	280 Ω
Thermocouple (TC)	
Temperature compensation	
Parameterizable	No
Analog outputs	
Number of analog outputs	0
Analog value creation	
Integrations and conversion time/ resolution per channel	
Resolution with overrange (bit including sign), max.	12 bit ; + sign
Integration time, parameterizable	Yes
Interference voltage suppression for interference frequency f1 in Hz	40 dB, DC to 60 V for interference frequency 50 / 60 Hz
Smoothing of measured values	
Parameterizable	Yes
Step: None	Yes
Step: low	Yes

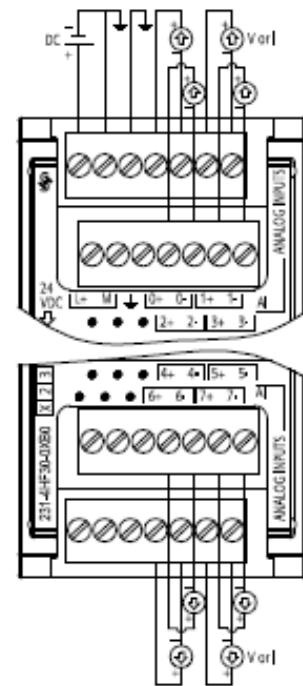
Diagramas de cableado

SM 1231 AI 4 x 13 bit



6ES7 231-4HD30-0XB0

SM 1231 AI 8 x 13 bit



6ES7 231-4HF30-0XB0

ANEXO 7 DATOS TÉCNICO MÓDULO ANALÓGICO SB 1231

SIEMENS

Product data sheet		6ES7231-5PA30-0XB0
SIMATIC S7-1200, RTD INPUT, SB 1231 RTD, 1 AI RTD, 1 CHANNEL, PT 100 AND PT1000		
Supply voltage		
24 V DC	Yes	
Input current		
Current consumption, typ.	5 mA	
from backplane bus 5 V DC, typ.	20 mA	
Power losses		
Power loss, typ.	0.5 W	
Analog inputs		
Number of analog inputs	1 ; Resistance thermometer	
permissible input frequency for current input (destruction limit), max.	± 35 V	
Technical unit for temperature measurement adjustable	Degrees Celsius/degrees Fahrenheit	
Input ranges		
Resistance thermometer	Yes ; Platinum (Pt)	
Resistance	Yes ; 150 Ω, 300 Ω, 600 Ω	
Input ranges (rated values), voltages		
Input resistance (-80 mV to +80 mV)	≥ 10 MOhm	
Input ranges (rated values), resistance thermometers		
Pt 100	Yes	
Input resistance (Pt 100)	100 Ω	
Pt 1000	Yes	
Input resistance (Pt 1000)	1000 Ω	
Pt 200	Yes	
Input resistance (Pt 200)	200 Ω	
Pt 500	Yes	

Input resistance (Pt 500)	500 Ω
Input ranges (rated values), resistors	
0 to 150 ohms	Yes
0 to 300 ohms	Yes
0 to 600 ohms	Yes
Thermocouple (TC)	
Temperature compensation	
Parameterizable	No
Analog value creation	
Measurement principle	integrating
Integrations and conversion time/ resolution per channel	
Resolution with overrange (bit including sign), max.	15 bit ; + sign
Integration time, parameterizable	No
Interference voltage suppression for interference frequency f1 in Hz	85 dB at 10 / 50 / 60 / 400 Hz
Errors/accuracies	
Temperature error (relative to input area)	25 °C ±0.1 % to 55 °C ±0.2 % total measurement range
Interference voltage suppression for $f = n \times (f1 \pm 1\%)$, f1 = interference frequency	
Common mode interference, min.	120 dB
Interrupts/diagnostics/status information	
Alarms	
Alarms	Yes
Diagnostic alarm	Yes
Diagnostic messages	
Diagnostic functions	Yes ; Can be read out
Wire break	Yes
Diagnostics indication LED	
for status of the inputs	Yes
for maintenance	Yes
Degree and class of protection	
IP20	Yes

ANEXO 8 MANUAL TÉCNICO DE USUARIO