



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE LAZO CERRADO
CON UN CONTROLADOR Y SENSOR EN EL
MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN CON PANTALLAS
TÁCTILES”**

GUEVARA AVALOS GLORIA FERNANDA

ROJAS ZAVALA ROBINSON ARMANDO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Noviembre 17 de 2011

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

GLORIA FERNANDA GUEVARA AVALOS Y ROBINSON ARMANDO ROJAS ZAVALA

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE LAZO
CERRADO CON UN CONTROLADOR Y SENSOR EN EL MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN CON
PANTALLAS TÁCTILES”**

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Geovanny Novillo A.

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Santillán

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Cesar Astudillo

ASESOR DE TESIS

EsPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: XXXX

TÍTULO DE LA TESIS: "XX"

Fecha de Exanimación: XXXXXX.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. Eduardo Vásquez (Presidente Trib. Defensa)			
ING. Marco Santillán (Director de Tesis)			
ING. César Astudillo (Asesor)			

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

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

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

f) Gloria Fernanda Guevara Avalos

f) Robinson Armando Rojas Zavala

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a Dios por permitirnos vivir día a día para alcanzar nuestras metas y llenarnos de sabiduría para forjar nuestro porvenir.

Nuestro agradecimiento profundo a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por habernos dado la oportunidad de emprender un camino profesional, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por la enseñanza adquirida dentro de ella; de igual manera a los educadores de la misma por su esfuerzo y entusiasmo en las aulas.

Al Ing. Marco Santillán, al Ing. y César Astudillo por los conocimientos y la ayuda impartida en la aplicación de este trabajo final de carrera.

De igual manera al Ing. Renato Yanzapanta por su valiosa colaboración en el desarrollo de este proyecto, al Tlgo. Marcelo Chugñay por su apoyo incondicional en el mismo.

Un agradecimiento a nuestros padres quienes con amor, esfuerzo y sacrificio nos han apoyado durante nuestra vida estudiantil.

Fernanda Guevara y Robinson Rojas

DEDICATORIA

A Dios por cada segundo de vida que me concede para vivir y compartir con las personas que más quiero.

A mis padres por haber hecho posible que todos mis anhelos estudiantiles se cumplan, a mis hermanos y hermanas por el apoyo moral y espiritual en cada segundo de mi vida.

A mis amigos por su compañía en aquellos momentos difíciles lejos de casa.

Gloria Fernanda Guevara Avalos

El presente trabajo va dedicado a Jehová, Dios mío, que por su divino poder y amor ha guiado mi vida en todo momento. A mis padres que gracias a su apoyo y sacrificio he podido cumplir esta meta.

A mi hermano quien en todos los momentos de estudio siempre ha estado conmigo respaldando este sueño alcanzado.

A mis amigos de aulas quienes les considero como hermanos, por su sinceridad y compañerismo brindado en todo momento dentro y fuera de las mismas. A mis queridos profesores quienes de manera desinteresada entregan todo su saber en las aulas para vernos formados como profesionales.

Robinson Armando Rojas Zavala

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivo específico	2
2 MARCO TEÓRICO	3
2.1 Definición del Controlador Lógico Programable (PLC)	3
2.2 Características generales del PLC	3
2.3 Clasificación del PLC	5
2.4 Controlador lógico programable S7 200	6
2.5 Programación del PLC	7
2.6 Lenguaje de programación	8
2.7 Introducción a los controladores de temperatura	9
2.8 Características y funcionamiento del controlador	11
2.9 Funcionamiento y características del detector de temperatura resistivo (RTD)	12
2.10 Características de los sensores	14
2.11 Redes de comunicación y pantallas táctiles	15
2.12 Medios de comunicación o transición	16
2.13 Pantallas Táctiles	17

2.14	Refrigeración	21
3	MONTAJE DE LOS DISPOSITIVOS A UTILIZAR EN EL MÓDULO	33
3.1	Montaje de la unidad de refrigeración	33
3.1.1	Montaje del compresor, ventilador y condensador	33
3.1.2	Montaje del visor, filtro y tubo capilar	34
3.1.3	Montaje del evaporador y ventilador	34
3.1.4	Montaje de los manómetros	35
3.1.5	Instalación de las cañerías en el sistema de refrigeración	35
3.1.6	Carga del refrigerante	36
3.2	Instalación del sistema eléctrico	36
3.2.1	Colocación del tablero eléctrico	37
3.2.2	Ensamble y ajuste de las borneras en el tablero de control	37
3.3	Sistema mecánico de la unidad de refrigeración	38
3.3.1	Principio de funcionamiento de la unidad de refrigeración	38
3.4	Sistema eléctrico de la unidad de refrigeración	39
3.4.1	Funcionamiento del sistema eléctrico de la unidad de refrigeración	39
3.5	Principio de funcionamiento del módulo PLC y pantalla táctil	41
3.6	Montaje del PLC SIMATIC S7-200 CPU 224XP	44
3.7	Ubicación del PLC	45
3.8	Cuidado del PLC S7-200	46
3.9	Comunicación entre el PLC y la pantalla	50
3.10	Comunicación del PLC	56

3.10.1	Comunicación entre PLC-PC	56
3.10.2	Configuración del software STEP 7-Micro/Win	58
3.10.3	Configuración WinCC flexible	58
3.10.4	Configuración pantalla táctil	58
3.10.5	Configuración PC: Ajustar parámetros de comunicación	59
3.11	Programación del PLC S7-200	61
3.12	Programación de la pantalla táctil OP 177B	62
3.13	Programación del controlador	63
3.14	Elaboración de una guía de práctica de la pantalla OP 177B y PLC S7.200 con el módulo de refrigeración	64
3.15	Mantenimiento del módulo de refrigeración	72
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
4.1	Conclusiones	73
4.2	Recomendaciones	74

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	Entradas y rangos del control	13
2.2	Características de la RTD	14
2.3	Cables Ethernet	15
2.4	Refrigerante	29
3.1	Dimensiones de montaje	48
3.2	Protocolo de comunicación según el autómata	53
3.3	Redes de comunicación según el autómata	53

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	Control lógico programable (PLC)	3
2.2	Estructura del PLC	4
2.3	PLC S7-200	6
2.4	Ciclo del PLC	8
2.5	Fase 1 del PLC	9
2.6	Fase 2 del PLC	10
2.7	Fase 3 del PLC	10
2.8	Controlador de temperatura N450D	11
2.9	Adaptador o tarjeta de red	16
2.10	Medios físicos de conexión	16
2.11	Concentradores o HUBS	17
2.12	Clasificación de las pantallas táctiles según Siemens	18
2.13	Elementos de estructura del panel operador	20
2.14	Interfaz de comunicación	20
2.15	Partes principales de un sistema de refrigeración por compresión	22
2.16	Partes internas del motor del compresor	23
2.17	Estado del refrigerante en el condensador	24
2.18	Filtro secador	25
2.19	Tubo capilar	26

2.20	Evaporador	27
2.21	Estado del refrigerante en el evaporador	27
2.22	Manómetros de muelle tubular	30
2.23	Manómetros	30
2.24	Presóstatos	31
2.25	Ventilador	32
3.1	Montaje de la unidad	33
3.2	Montaje del visor, filtro y tubo capilar	34
3.3	Montaje del evaporador y ventilador	34
3.4	Montaje de los manómetros	35
3.5	Instalación de las cañerías en el sistema de refrigeración	35
3.6	Refrigerante a utilizar	36
3.7	Colocación del tablero de control	36
3.8	Ensamble y ajuste de las borneras en el tablero de control	37
3.9	Sistema mecánico de la unidad de refrigeración	38
3.10	Sistema eléctrico de la unidad de refrigeración	41
3.11	Opciones de montaje en el Riel DIN	47
3.12	Dimensiones de montaje	47
3.13	Puertos del OP 177B	48
3.14	Interfaz RS-485/RS-422	49
3.15	Conexión PROFINET	49
3.16	Conexión USB	49
3.17	Conexión a tierra	49

3.18	Conexión de la fuente	50
3.19	Conexión entre panel operador-PLC	55
3.20	Comunicación entre PLC-PC	56
3.21	STEP-MICRO WIN	56
3.22	Ajustar interface	57
3.23	Comunicación Micro Win	58
3.24	Ajustar comunicación WinCC flexible	59
3.25	Pantalla inicial OP177BPN/DP	59
3.26	Transfer Settings	60
3.27	Conexiones WinCC Flexible	60
3.28	Comunicaciones WinCC flexible	61
3.29	Transferencia WinCC flexible	61

LISTA DE ABREVIACIONES

BTU	Unidad Térmica Británica
CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
CPU	Unidad de Proceso Central
CSMA/CD	Portador de Sentido y Acceso Múltiple con Detectores de Colisión
DIN	Instituto Alemán de Normalización
ESCALA	Controlador de Supervisión y Adquisición de Datos
F	Freón
FTP	Protocolo de transferencia de Archivos
HFC	Hidro Fluoruro de Carbono
HMI	Interfaz Hombre Máquina
I/O	Entradas y Salidas (E/S)
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
MPI	Interfaz de Paso de Mensaje
μs	Micro segundos
NC	Normalmente Cerrado
NO	Normalmente Abierto
OEM	Fabricante de equipo original
PAO	Potencial de Agotamiento del Ozono
PC	Computador Personal
PID	Proporción Integral y Derivativo

PLC	Controlador Lógico Programable
PPI	Interfaz Punto a Punto
PRT	Termómetro Resistivo de Platino
PSI	Libras por pulgada al cuadrado
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio
ROM	Memoria de solo lectura
RTD	Detector de Temperatura Resistivo
SSR	Relés de Estado Sólido
VCD	Voltaje de Corriente Directa

LISTA DE ANEXOS

Anexo A	Sistema mecánico de la unidad de refrigeración
Anexo B	Sistema eléctrico de la unidad de refrigeración
Anexo C	Controlador de temperatura N450
Anexo D	Esquema de conexiones de salidas de PLC S7-200
Anexo E	Distribución de elementos en el módulo

RESUMEN.

Se implementó un Sistema de Control de Refrigeración Mediante Lazo Cerrado con un Controlador y Sensor de Temperatura en el Módulo de Automatización con Pantalla Táctil, con la finalidad de comprender en forma práctica como se debe operar esta tecnología.

Se analizó el funcionamiento del módulo de automatización donde se realizó la implementación propuesta, además ejecutar el control en lazo cerrado con el controlador en la unidad de refrigeración evidenciándose un correcto funcionamiento en todo el equipo. El módulo de automatización está formado principalmente por un PLC y una pantalla táctil, Cuando se realizó la programación en estos equipos se utilizó software STEP 7/MicroWIN en el PLC y software WinCC Flexible en la pantalla táctil. Además para transferir los datos de programación a los equipos se utilizan diferentes interfaces de comunicación. La comunicación correcta entre los equipos y el computador es muy importante porque si las direcciones de programación son erróneas los equipos no se comunicarán con la PC.

Cuando se realiza el lazo cerrado con el controlador entra en funcionamiento un relé de contactos secos los cuales operan con los parámetros asignados en el controlador. La señal física a controlar es la temperatura, y como sensor se utilizó una RTD (detector de temperatura resistivo) quien está ligada al controlador y éste transmite el valor de temperatura existente en el módulo de refrigeración.

Con esta implementación en el módulo de automatización los estudiantes tendrán un conocimiento más profundo sobre como estos equipos funcionan en el campo industrial.

ABSTRACT

It was implemented a control system of cooling using closed loop by a controlled and Temperature Sensor in the Module of automation with Touch Screen in order to understand in a practical way how to operate this technology.

In the refrigeration unit runs the electrical system of automation, it analyzes the operation of the PLC (Programmable logic controller) and touch screen module, as well as the programming techniques for these elements with their respective software, in addition to programming the controller and the wiring for the operation of the modules. The study show the module of refrigeration operates in accordance with the programming of the PLC (Programmable logic controller) and the touch screen. The temperature sensor sends out the right signals to the driver by obtaining the correct readings of temperature.

It was evidenced the adaption of the module of cooling with the module of the PLC (Programmable logic controller) and the touch screen. It is recommended to verify that communication addresses be correct, between; equipment and the computer and confirm entries and exist of the PLC to cooling module.

The students can understand in a clear didactic manner the operation of this technology, and know how to perform a proper communication between equipment and the computer.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES.

1.1 Antecedentes.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la facultad de Mecánica, en el laboratorio de Control Industrial se cuentan con módulos de automatización con pantallas táctiles los cuales son módulos de práctica para estudiantes, siendo de gran ayuda en la formación de profesionales pues pueden fortalecer los conocimientos teóricos, realizando prácticas en equipos que son utilizados industrialmente.

Pero el conocimiento de cómo actúan estos equipos en la industria es mínimo, cuentan con su programación básica, pero como la ciencia y la tecnología siempre avanzan día a día existen componentes que permiten mejorar la calidad de trabajo en la industria.

Lo que se pretende realizar es que los estudiantes tengan un conocimiento de cómo actúan estos equipos industrialmente realizando una aplicación práctica. En la actualidad estos equipos son muy utilizados para la supervisión y control de maquinaria industrial a través de las diferentes interfaces hombre-máquina. Los módulos de automatización cuentan con todas las protecciones necesarias para el cuidado del estudiante así como también con su respectiva alimentación siendo razón suficiente para la ejecución del tema de tesis.

1.2 Justificación.

Al realizar una aplicación práctica de cómo actúan los equipos industrialmente, permitirá al estudiante tener una mejor formación académica y un mejor desempeño profesional, pues el estudiante realizará de forma práctica las programaciones e instalaciones necesarias para el funcionamiento de estos equipos tomando en cuenta al medidor de la variable de proceso con respecto al set-point, asumiendo sin temor los nuevos retos tecnológicos aplicados en la industria. El estudiante comprenderá de forma básica como estos elementos funcionan en la industria en un proceso automatizado mejorando la producción final.

La herramienta fundamental y más importante para el funcionamiento de este módulo es la programación y comunicación de cada dispositivo que se utiliza en la presente implementación para el correcto funcionamiento del equipo.

Con esta implementación el estudiante adquirirá conocimientos más profundos sobre la automatización industrial que facilita las labores cotidianas, optimizar tiempos, costos de operación y mantenimiento.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Implementar un sistema de control de refrigeración mediante lazo cerrado con un controlador y sensor en el módulo de automatización con pantalla táctil.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Analizar y conocer el estado actual del equipo.
- Seleccionar los equipos necesarios para la implementación del módulo.
- Realizar la programación del controlador, PLC y pantalla táctil del módulo.
- Realizar las respectivas instalaciones para el correcto funcionamiento de los sensores de temperatura y el controlador.
- Realizar pruebas para el correcto funcionamiento de la aplicación.
- Elaborar una guía de prácticas de laboratorio.
- Elaborar un plan de mantenimiento.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Definición del Controlador Lógico Programable (PLC)



Figura 2.1: Control lógico programable (PLC)

Su historia se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinatorial.

Los **controladores lógicos programables** o **PLC** (Programmable Logic Controller) son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial.

Hoy en día, los **PLC** no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores PID (Proporcional Integral y Derivativo).

Los **PLC** actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

2.2 Características generales del PLC

Un PLC se puede definir como un sistema basado en un microprocesador. Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S). La CPU se encarga de todo el control interno y externo del PLC y de la

interpretación de las instrucciones del programa. En base a las instrucciones almacenadas en la memoria y en los datos que lee de las entradas, genera las señales de las salidas. La memoria se divide en dos, la memoria de solo lectura o ROM y la memoria de lectura y escritura o RAM.

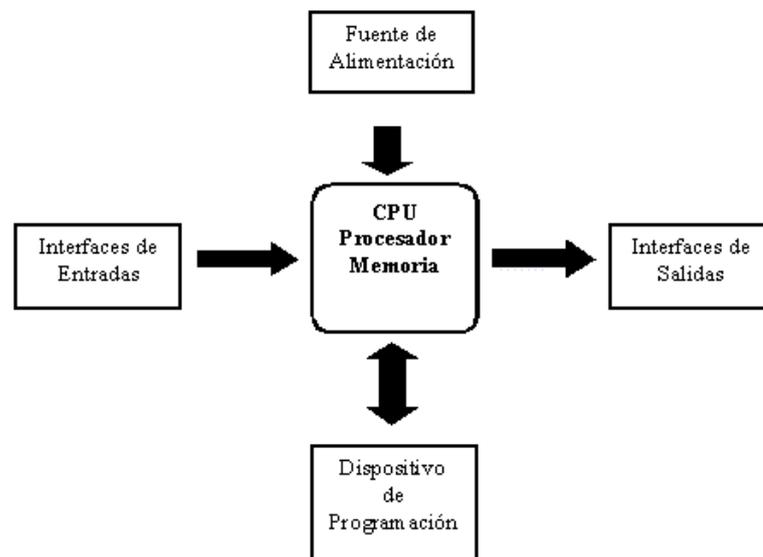


Figura 2.2: Estructura del PLC

Hoy en día son los cerebros de la inmensa mayoría de la automatización, procesos y máquinas especiales en la industria. Los PLC incorporan ahora en pequeños tamaños, más velocidad de las CPU y redes y tecnologías de comunicación diferentes.

Se puede pensar en un PLC como un pequeño computador industrial que ha sido altamente especializado para prestar la máxima confianza y máximo rendimiento en un ambiente industrial. En su esencia, un PLC mira sensores digitales y analógicos y switches (entradas), lee su programa de control, hace cálculos matemáticos y como resultado controla diferentes tipos de hardware (salidas) tales como válvulas, luces, relés, servomotores, etc. en un marco de tiempo de milisegundos.

Mientras los PLC son muy buenos con el control rápido de información, no comparten los datos y las señales con facilidad. Comúnmente los PLC intercambian información con paquetes de software en el nivel de planta como interfaces máquina operador (HMI) o Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA).

Todo intercambio de datos con el nivel de negocios de la empresa (servicios de información, programación, sistemas de contabilidad y análisis) tiene que ser recogido, convertido y transmitido a través de un paquete SCADA.

Típicamente en la mayoría de PLCs, las redes de comunicación son exclusivas de la marca y con velocidad limitada. Con la aparición de Ethernet, las velocidades de comunicación de la red han aumentado, pero todavía a veces se usan protocolos de propiedad de cada marca.

Nuevas tendencias

En general, los PLC son cada vez más rápidos y más pequeños y como resultado de esto, están ganando capacidades que solían ser dominio exclusivo de la computadora personal (PC) y de las estaciones de trabajo. Esto se traduce en manejo de datos críticos de manera rápida que se comparte entre el PLC en el piso de la fábrica y el nivel de negocios de la empresa. Ya no se trata de los PLC antiguos que únicamente controlaban salidas a partir de una lógica y de unas entradas.

Algunas de las características que un PLC puede aportar a sus proyectos de automatización son los servidores web, servidores FTP, envío de e-mail y bases de datos relacionales internas.

2.3 Clasificación de PLC

Debido a la gran variedad de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar en varias categorías.

PLC tipo Nano: Generalmente PLC de tipo compacto (Fuente, CPU e I/O integradas) que puede manejar un conjunto reducido de I/O, generalmente en un número inferior a 100. Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.

PLC tipo Compactos: Estos PLC tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O), su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- entradas y salidas análogas
- módulos contadores rápidos
- módulos de comunicaciones
- interfaces de operador
- expansiones de I/O

PLC tipo Modular: Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Rack
- Fuente de alimentación
- CPU
- Módulos de I/O

De estos tipos existen desde los denominados Micro PLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O.

2.4 Controlador lógico programable S7 – 200



Figura 2.3: PLC S7 - 200

Características

- El micro-PLC para el máximo efecto de automatización al mínimo coste.
- Montaje, programación y uso particularmente fáciles.
- De alta escala de integración, requiere poco espacio, potente.
- Aplicable tanto para los controles más simples como también para tareas complejas de automatización.
- Interconectado en red o en configuraciones descentralizadas.
- Para campos donde, por motivos económicos, no se aplicaban hasta ahora autómatas programables.
- Con destacadas prestaciones de tiempo real y potentes posibilidades de comunicación (PPI, PROFIBUS-DP, AS-Interface).

CPU 224XP

- La CPU de alta potencia.
- Con 24 entradas/salidas digitales y 3 analógicas integradas.
- Ampliable con hasta un máx. de 7 módulos de ampliación.

Módulo de entrada digital SIPLUS EM 221 (rango de temperatura ampliado) para CPU 222/224/224 XP/226

- 8 entradas, 24 V DC, con aislamiento galvánico, tipo p/m A) 6AG1 221-1BF22-2XB0.
- 16 entradas, 24 V DC, con aislamiento galvánico, tipo p/m A).

Módulos analógicos

- Entradas/salidas analógicas para SIMATIC S7-200.
- Con tiempos de conversión extremadamente cortos.
- Para conectar, sensores analógicos y actuadores sin necesidad de amplificador adicional.
- Para solucionar incluso tareas de automatización complejas.

2.5 Programación del PLC

Al programar un PLC se necesita una interfaz entre el operador y el PLC para introducir en la memoria de usuario el programa con las instrucciones que definen las secuencias de control.

Normalmente esta interfaz se lleva acabo a través de software instalados en computadores personales (PC). Dependiendo del tipo de PLC el equipo de programación produce unos códigos de instrucción directamente ejecutables por el procesador o bien un código intermedio, que es interpretado por un programa residente en el procesador.

Las funciones que estos equipos o software de programación son la edición y modificación del programa, detección de errores, archivamiento de programas (discos duros) y monitoreo en línea de variables.

La conexión del PC al PLC comúnmente se realiza mediante una conexión en serie (generalmente la RS-232C o la RS-422). Hoy en día existen distintos puertos disponibles según la marca del PLC.

2.6 Lenguaje de programación

El ciclo:

- Lectura de las entradas
- Tratamiento del programa
- Escritura de las salidas

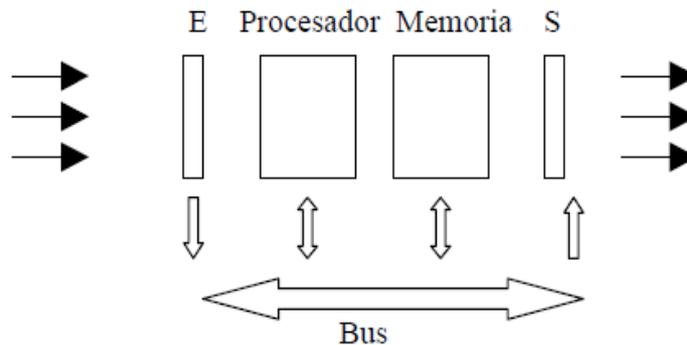


Figura 2.4: Ciclo del PLC

El PLC se descompone en cuatro subconjuntos principales:

- Interfaces de entrada
- Procesador (lee las entradas y en función de ellas y las instrucciones del programas, escribe las salidas)
- Memoria
- Interfaces de salida

Los intercambios entre la unidad central y la interface de E/S se realizan de manera cíclica (algunas decenas de mseg. por ciclo).

El ciclo de funcionamiento comprende de tres fases sucesivas:

FASE 1: Adquisición del estado de las entradas (y memorización de las mismas en la memoria de datos).

FASE 2: Tratamiento del programa (y actualización de las imágenes de la salida en la memoria de datos).

FASE 3: Actualización de las salidas (las imágenes de las salidas se transfieren a las interface de salida).

FASE 1: El procesador fotografía, es estado lógico de las entradas y después transfiere la imagen obtenida en la memoria de datos.

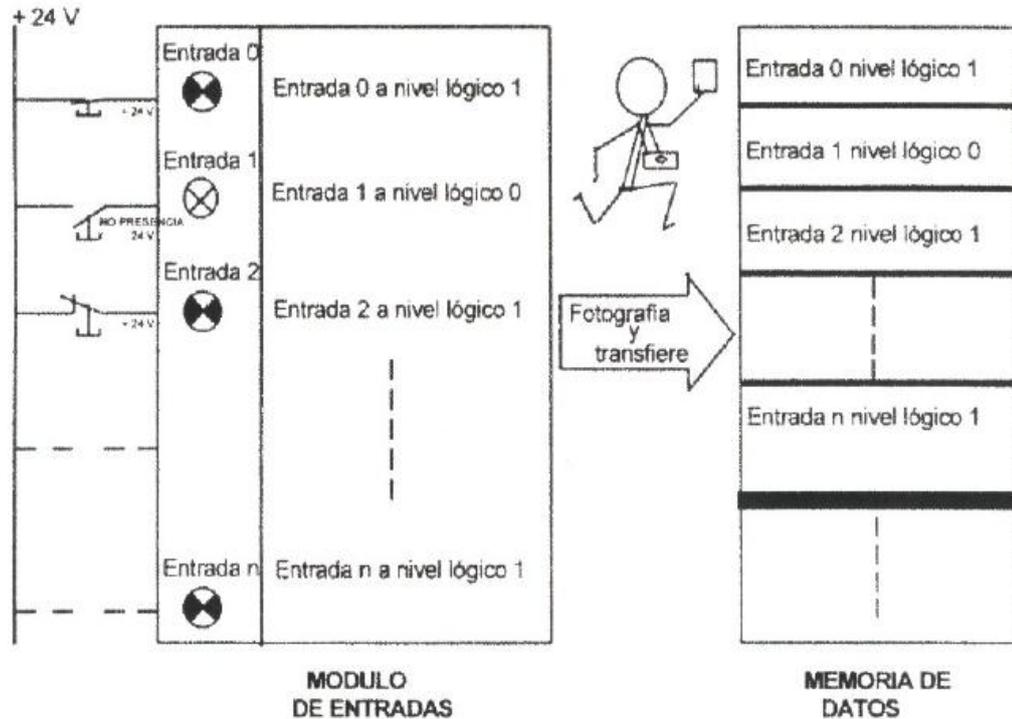


Figura 2.5: Fase 1 del PLC

FASE 2: Ejecución de operaciones lógicas contenidas en la memoria del programa, una tras otra hasta la última. Para ello utiliza el estado de las imágenes de las entradas contenida en la memoria de datos, actualiza el resultado de cada operación lógica en la memoria de datos (imágenes de salida).Fig.2.6

FASE 3: Copia sobre los módulos de salida, el conjunto de las imágenes (estados lógicos de las salidas) contenidos en la memoria de datos. Fig. 2.7

2.7 Introducción a los controladores de temperatura

El controlador de temperatura es un dispositivo con el cual se establece la temperatura que se desea de un medio ambiente, con este dispositivo se monitorea la temperatura, y se produce una orden de cambio de la misma, que se hace mediante un detector de temperatura, se observa en todo momento la temperatura actual en el controlador. Es muy utilizado por comodidad y facilidad, tiene campos de aplicación como son la temperatura de una casa, de una piscina, de un sistema de refrigeración de una empresa que necesita estar a cierta temperatura, y muchas otras aplicaciones.

Los siguientes elementos deben ser considerados cuando se selecciona un controlador:

1. Tipo de sensor de entrada (termopar, RTD) y rango de temperatura
2. Tipo de salida requerida (relés electromecánicos, SSR, salida analógica)
3. Algoritmo de control necesarios (encendido / apagado, proporcional, PID)
4. Número y tipo de productos (calor, frío alarma, límite)

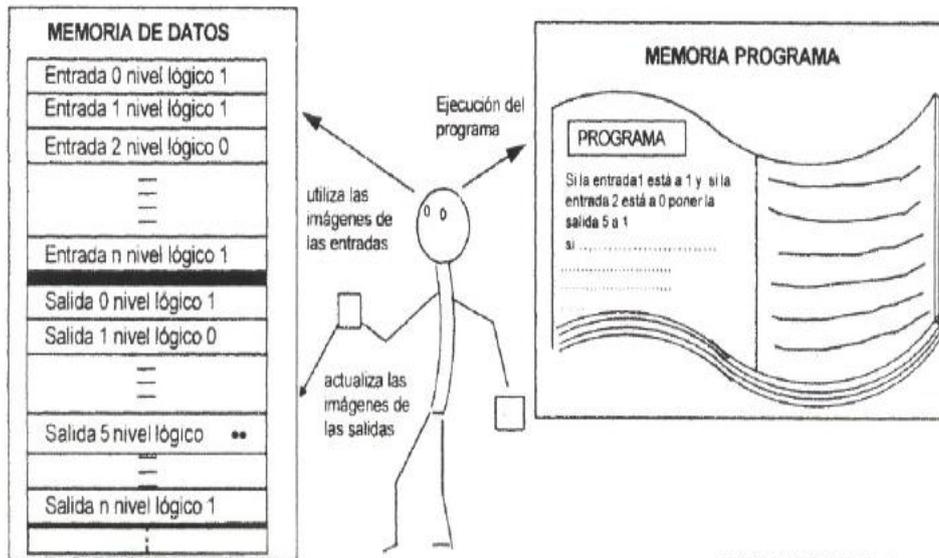


Figura 2.6: Fase 2 del PLC

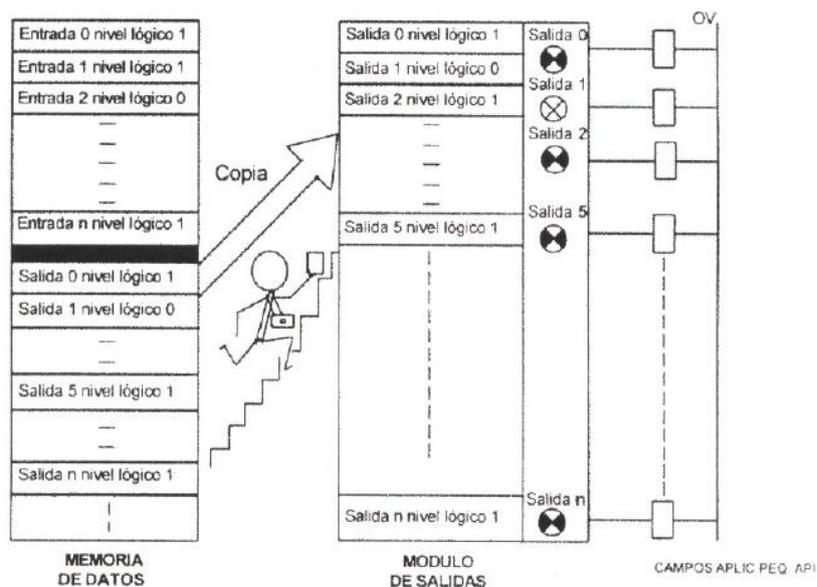


Figura 2.7: Fase 3 del PLC

2.8 Características y funcionamiento del controlador

El N450D es un controlador digital de temperatura de bajo costo y su tamaño es compacto 1/16 DIN con 2 salidas para control y alarma. El doble display de cuatro dígitos es utilizado para indicación de temperatura, de set-point, y configuración de los parámetros.



Figura 2.8: Controlador de temperatura N450D

De fácil configuración, el N450D es recomendado para aplicaciones de calentamiento y refrigeración, realizando medidas precisas de temperaturas con una excelente inmunidad a campos electromagnéticos. Puede ser utilizado con una amplia variedad de tipos de sensores.

- Equipamiento de bajo costo
- Alimentación bivolt
- Acepta varios sensores de temperatura, mV y V.
- Modelos con una salida relé y otra a pulso
- Opcionalmente con dos salidas con relé
- Corrección de errores de medida vía teclados (offset)
- Indicación en °C y °F
- 10 diferentes funciones de alarma
- Resolución de 0,1 para Pt100 y Termocupla T
- Control PID con Auto-tune
- Protección de la configuración
- Circuito extraíble por el frontal, sin la necesidad de deshacer el cableado.

Especificaciones

- Alimentación: 100 a 240 Vac/dc ($\pm 10\%$), 50/60 Hz
 - Opcional: 24 Vac/dc ± 10
 - Consumo máximo: < 4 VA
- Entrada (Input): configurable conforme Tabla 2.1
 - Resolución Interna: 14 bits
 - Resolución del Display: 12000 niveles (de -1999 hasta 9999)
 - Tasa de muestreo: 2 por segundo
- Condiciones Ambientales:
 - Temperatura: -10 a +50 °C
 - Humedad relativa máxima: 80 % hasta 30 °C. Para temperaturas superiores que 30 °C, disminuye 3 % por °C.
 - Uso interno.
 - Peso Aproximado: 150 g
 - Recorte en el panel: 45 x 45 mm (+0.5 -0.0 mm)
 - Conexiones propias para terminales tipo tenedor de 6,3 mm.

2.9 Funcionamiento y características del detector de temperatura resistivo (RTD)

Los sensores basados en la variación de la resistencia eléctrica de un dispositivo son probablemente los más abundantes. Ello se debe a que son muchas las magnitudes físicas que afectan al valor de la resistencia eléctrica de un material.

En este capítulo se describen los sensores más frecuentes basados en la variación de resistencia, exponiendo su:

- Fundamento
- Tecnología

- Circuito eléctrico equivalente
- Aplicaciones

Los detectores de temperatura basados en la variación de una resistencia eléctrica se suelen designar con sus siglas inglesas RTD (Resistance Temperature Detector).

Al ser el platino el material empleado con mayor frecuencia, se les denomina a veces PRT (Platinum Resistance Thermometer).

El fundamento de las RTD es la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

En un conductor, el número de electrones libres no cambia apreciablemente con la temperatura. Pero si ésta aumenta, las vibraciones de los átomos alrededor de sus posiciones de equilibrio son mayores, y así dispersan más eficazmente a los electrones, reduciendo su velocidad media. Esto implica un coeficiente de temperatura positivo, es decir, un aumento de la resistencia con la temperatura.

Tabla 2.1: entradas y rangos del controlador

ENTRADAS Y RANGOS	
TIPO	CARACTERÍSTICAS
T/C K	0.0 a 400.0 C / 0 a 1372 C
T/C J	0.0 a 400.0 C / 0 a 1200 C
T/C R	0 a 1768 C
T/C S	0 a 1768 C
T/C B	0 a 1800 C
T/C E	0 a 800 C
T/C N	0 a 1200 C
T/C T	-199.9 a 400.0 C / -200 a 400 C
Pt100	-199.9 a 400 C / -200 a 600 C
0-50 mV	-1999 a 9999. Indicación programable
0-5 V	-1999 a 9999. Indicación programable

La variación de resistencia se debe tanto al cambio de resistividad como al cambio de dimensiones asociado al incremento de temperatura.

En el caso de los metales empleados en estos sensores (platino, níquel, cobre, molibdeno) y para los márgenes de medida de cada uno, prevalece el término lineal ($\alpha 1T$) sobre los demás, con una proporción de más de 10 a 1.

Se puede decir, por tanto, que existe una linealidad aceptable dentro del margen de medida.

El comportamiento dinámico de estos sensores corresponde a un sistema de paso bajo de primer orden, debido a la capacidad calorífica no despreciable del resistor.

Si además existe un recubrimiento, sería un sistema de segundo orden sobre amortiguado.

2.10 Características de los sensores

Una característica física básica de un metal es que su resistencia eléctrica cambia con temperatura. Todos los RTD's se basan en este principio. El corazón del RTD es el elemento de la resistencia. Los elementos del tipo de película fina son:

- Alto coeficiente de temperatura de resistencia → Mayor sensibilidad
- Alta resistividad → Mayor sensibilidad
- Relación línea resistencia-temperatura
- Rigidez y ductilidad → proceso de fabricación de estirado y arrollamiento del conductor
- Alta repetitibilidad
- Exactitud

Características.

Tabla 2.2: Características de la RTD

Material del elemento	Resistencia a 0 °C (OHMS)	Coficiente Temperatura	Rango de uso °C	Especificación según norma
Platino Pt 100	100	0.003926		REFERENCE
Platino Pt 100	100	0.00385	-200 a 750	DIN
Platino Pt 1000	1000	0.00385	-100 a 200	DIN
Cobre Cu-10	10 (25 °C)	0.00427	-100 a 200	DIN
Níquel Ni -100	100	0.00672	-100 a 200	DIN

2.11 Redes de comunicación y pantallas táctiles

Las redes constan de dos o más computadoras conectadas entre sí y permiten compartir recursos e información. Al crear una red, se toman en cuenta dos factores principales: el medio físico de transmisión y las reglas que rigen la transmisión de datos. Al primer factor le llamamos nivel físico y al segundo protocolo.

RED ETHERNET

Ethernet (también conocido como estándar IEEE 802.3) es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que se basa en el siguiente principio:

Todos los equipos en una red Ethernet están conectados a la misma línea de comunicación compuesta por cables cilíndricos.

Se distinguen diferentes variantes de tecnología Ethernet según el tipo y el diámetro de los cables utilizados:

Tabla 2.3: cables Ethernet

Abreviatura	Nombre	Cable	Conector	Velocidad	Puertos
10Base5	Ethernet grueso (Thick Ethernet)	Cable coaxial de diámetro ancho (10,16 mm)	BNC	10Mb/s	500 m
10Base-T	Ethernet estándar	Par trenzado (categoría 3)	RJ-45	10 Mb/s	100 m
100Base-FX	Ethernet veloz (Fast Ethernet)	Fibra óptica multimodo (tipo 62,5/125)		100 Mb/s	2 km
1000Base-T	Ethernet Gigabit	Doble par trenzado (categoría 5)	RJ-45	1000 Mb/s	100 m

El principio de transmisión

Todos los equipos de una red Ethernet están conectados a la misma línea de transmisión y la comunicación se lleva a cabo por medio de la utilización un protocolo denominado CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect que significa que es un protocolo de acceso múltiple que monitorea la portadora: detección de portadora y detección de colisiones).

Con este protocolo cualquier equipo está autorizado a transmitir a través de la línea en cualquier momento y sin ninguna prioridad entre ellos. Esta comunicación se realiza de manera simple:

- Cada equipo verifica que no haya ninguna comunicación en la línea antes de transmitir.

- Si dos equipos transmiten simultáneamente, entonces se produce una colisión (o sea, varias tramas de datos se ubican en la línea al mismo tiempo).
- Los dos equipos interrumpen su comunicación y esperan un período de tiempo aleatorio, luego una vez que el primero ha excedido el período de tiempo, puede volver a transmitir.

2.12 Medio de comunicación o transición

Los componentes más importantes de una instalación física de redes son:

- Adaptadores o tarjetas de red.
- Medios físicos de conexión: cables y conectores.
- Concentradores o HUBS.

ADAPTADORES O TARJETAS DE RED

Una tarjeta de red es más que una placa o adaptador físico de red que permite establecer la comunicación entre diversas computadoras de la red.

:

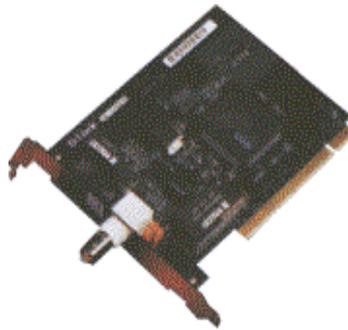


Figura 2.9: Adaptador o Tarjeta de red

MEDIOS FÍSICOS DE CONEXIÓN

Los medios físicos para la transmisión de datos son los siguientes:



Cable coaxial



Cable UTP (Par
Trenzado)



Fibra Óptica

Figura2.10: Medios físicos de conexión

CONCENTRADORES O HUBS

Un concentrador Ethernet, centro activo, concentrador de red, centro repetidor o hub es un dispositivo para la conexión de múltiples par trenzado o fibra óptica Ethernet dispositivos juntos y los hace actuar como un único.



Figura 2.11: Concentradores o HUBS

2.13 Pantallas táctiles

Es un dispositivo que permite al usuario interactuar con el sistema con una interface fácil de usar o comprender, es la tecnología de pantallas sensibles al tacto.

Este dispositivo da un paso delante de lo que nos proporciona un “mouse” que fue un gran adelanto en la computación desde 1984, hoy en todas las computadoras tienen uso. Hoy en día el crecimiento es alto en la diversificación y en el uso de pantallas sensibles así como también su demanda en el producto llega a un nivel muy alto.

La pantalla táctil es aquella que a través de la cual tenemos un contacto directo sobre una superficie que permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo. A su vez, actúa como periférico de salida, mostrando los resultados introducidos previamente.

Las pantallas táctiles se han popularizado desde la invención de la interfaz electrónica táctil generando un aumento en la demanda y la aceptación de esta nueva tecnología.

Las pantallas táctiles de última generación consisten en un cristal transparente, donde se sitúa una lámina que permite al usuario una interacción directa, satisfactoria, intuitiva y rápida con el contenido de la exposición utilizando un proyector para lanzar la imagen sobre la pantalla de cristal.

Criterios para la selección de un HMI

Antes de elegir un producto es necesario:

- Desarrollar planes de evaluación y compra coherentes.
- Poner una persona a cargo del proyecto e involucrar a todos los interesados (ingenieros de campo, responsables de operación y mantenimiento).
- Investigar los diferentes productos existentes en el mercado antes de enviar una solicitud de compra con las características técnicas respectivas.
- Elegir al proveedor no por los costos altos sino por su liderazgo tecnológico, su experiencia y respaldo técnico-comercial. A largo plazo esto significa un menor costo y un mejor desempeño.
- Analizar las tecnologías disponibles y elegir aquellas que mejor se adecúen a los objetivos de la aplicación.

Clasificación de pantallas táctiles según Siemens

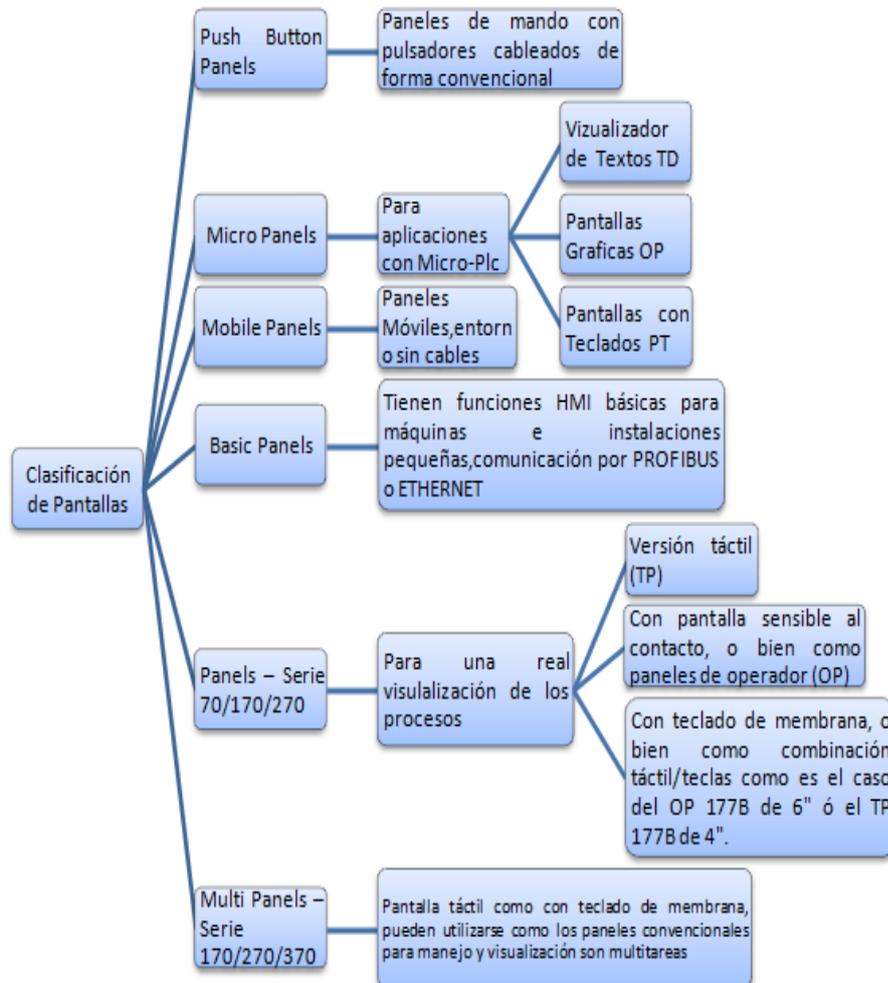


Figura 2.12: Clasificación de las pantallas táctiles según Siemens

Campos de aplicación y utilidad de las pantallas táctiles.

Las pantallas táctiles, por sus especiales características de diseño, tiene una aplicación muy extensa. La constante evolución del hardware y software amplía continuamente esta aplicación, para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

La utilización de la interfaz entre el hombre y la máquina - Human Machine Interface o HMI- es el nexo que enlaza la automatización con los deseos individuales del operador, se da fundamentalmente, en aquellas instalaciones en donde es necesario manejar y visualizar lo que significa dominar el proceso, mantener en perfecto funcionamiento máquinas e instalaciones; significa más disponibilidad y productividad, revisar procesos en el sitio, control de datos históricos, señalización, etc. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo, hasta transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar datos del programa de configuración en el caso de SIEMENS WinCC Flexible para su posterior y rápida utilización, la opción de modificarlos o alterarlos, hace que su eficacia se aprecie, fundamentalmente, en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido,
- Procesos de producción periódicamente cambiantes,
- Procesos secuenciales,
- Maquinaria de procesos variables,
- Instalaciones de procesos complejos y amplios,
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Se lo aplica principalmente en el Chequeo de programas, y señalización del estado de procesos.

Estructura de un panel operador o HMI.

Como podemos observar en la figura 2.13 la estructura de un panel operador es muy semejante a la estructura de un PLC's con unas leves diferencias como son: las interfaces de entradas/salidas son representadas por un cable de comunicación directa con el PLC.

Interfaces de comunicación de la pantalla táctil.

En la figura 2.14 se muestra de una forma gráfica los diferentes tipos de comunicación entre elementos de automatización utilizados en el módulo, de esta forma hemos facilitado la comprensión del lector respecto a los dispositivos de comunicación.

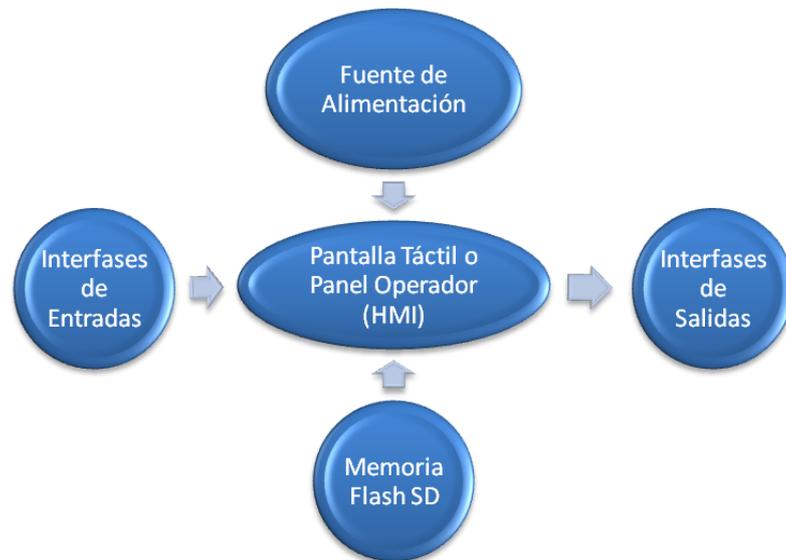


Figura 2.13: Elementos de estructura de un Panel Operador.

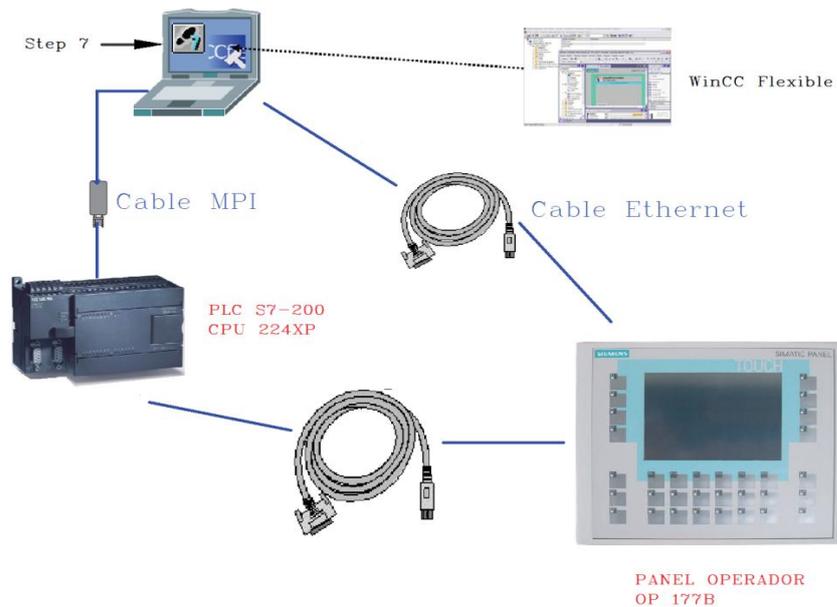


Figura 2.14: Interfaces de comunicación.

Software de arranque de las pantallas táctiles.

El software utilizado en las pantallas SIEMENS para su configuración es WinCC flexible, resulta idóneo como interfaz hombre-máquina (HMI) para todas las aplicaciones a pie de máquina y a pie de proceso en el ámbito de la construcción de maquinaria, maquinaria de serie e instalaciones. WinCC flexible está diseñado para cubrir todos los sectores y ofrece software de ingeniería para todos los paneles de mando SIMATIC HMI, desde el más pequeño Micro Panel hasta el Multi Panel, así como software de visualización runtime para soluciones individuales

basadas en PC bajo Windows XP/Windows 7. Los proyectos pueden transferirse a diversas plataformas HMI y ejecutarse en ellas sin necesidad de operaciones de conversión.

Gracias al carácter multilingüe del software y los proyectos, WinCC flexible puede usarse en todo el mundo.

Características del programa:

- Flexible en todas las aplicaciones.
- Interfaz de usuario sencilla y cómoda.
- Herramientas inteligentes para una configuración eficiente.
- Es muy fácil gestionar los gráficos, independientemente de cuál sea su formato.
- En este programa incluye un gran número de objetos básicos y ampliados que se pueden escalar y dinamizar, así como gráficos que el usuario puede utilizar en sus imágenes.
- Funcionalidad de runtime depende del equipamiento del panel de mando utilizado, como por ejemplo: La capacidad de memoria disponible o el número de teclas de función, y puede ampliarse mediante una serie de opciones. Algunas de estas opciones sólo están disponibles para paneles a partir de una determinada clase, mientras que otras están integradas. SIMATIC WinCC flexible está disponible como producto.
- Comunicación con diversos equipos de diferentes fabricantes.
- Máxima disponibilidad gracias a un diagnóstico del proceso.

2.14 Refrigeración

La palabra **refrigeración** viene del latín refrigeratío que es la acción y efecto de refrigerar. Este verbo hace referencia al hecho de hacer más frío un espacio o habitación, una sala u otra cosa a través de medios artificiales. Por extensión, refrigerar es enfriar en cámaras especiales distintos productos para su conservación.

Entonces la refrigeración consiste en extraer la energía térmica de un cuerpo para reducir su temperatura, dicha temperatura es transferida hacia otro cuerpo.

Cabe destacar que el frío propiamente dicho no existe si no que la temperatura es el reflejo de la cantidad de energía que posee un cuerpo.

En conclusión podemos decir que refrigeración es el proceso de disminuir la temperatura de un espacio dado, logrando una temperatura deseada y controlada.

Sistema de compresión

Los equipos del sistema a compresión pueden ser del tipo denominado abierto, en los que el compresor se halla separado del motor que lo acciona, o del denominado hermético, sellado o blindado en los cuales el motor está directamente acoplado al compresor, y ambos se hallan encerrados dentro de un blindaje de acero formando una unidad sellada.

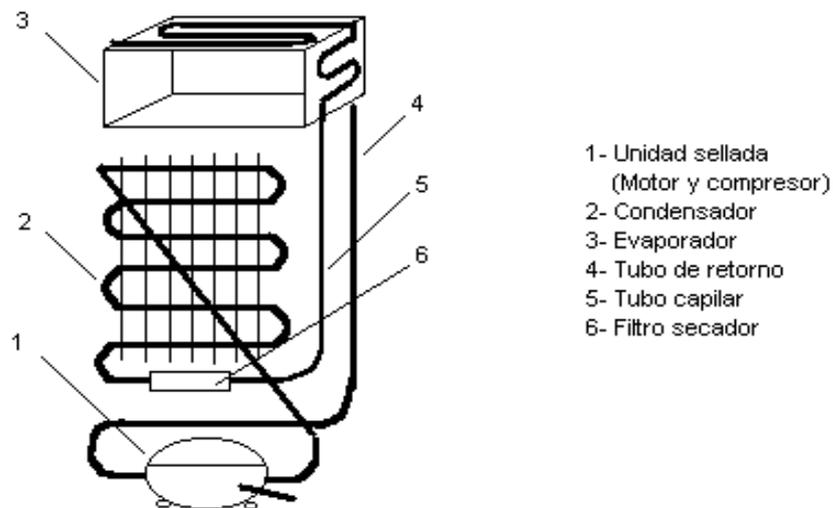


Figura 2.15: Partes principales de un sistema de refrigeración por compresión

Los equipos blindados tienen el compresor y el motor eléctrico de accionamiento, completamente encerrados en una caja de acero en cuyo interior, una vez conectados todos los componentes del equipo, queda herméticamente cerrado, se lo somete a un proceso de deshidratación, se lo carga con el agente refrigerante y aceite lubricante, y se prueba su funcionamiento, con lo que se tiene una unidad compacta y en perfectas condiciones antes de instalarla en un refrigerador.

Mediante este sistema quedan eliminadas muchas causas que motivan fallas de funcionamiento, pues no hay transmisión por medio de correas, no hay prensaestopas, todas las conexiones van perfectamente soldadas, se logra una lubricación mucho más eficaz y su funcionamiento resulta prácticamente silencioso.

El compresor de un equipo blindado que por lo general es del tipo alternativo, forma una sola unidad con el motor eléctrico encerrado en una misma envoltura como se muestra en la Figura 2.16

El movimiento de rotación del motor se transmite al compresor en forma directa, razón por la cual se denomina de “Acoplamiento directo”, pues quedan eliminados los órganos de transmisión.

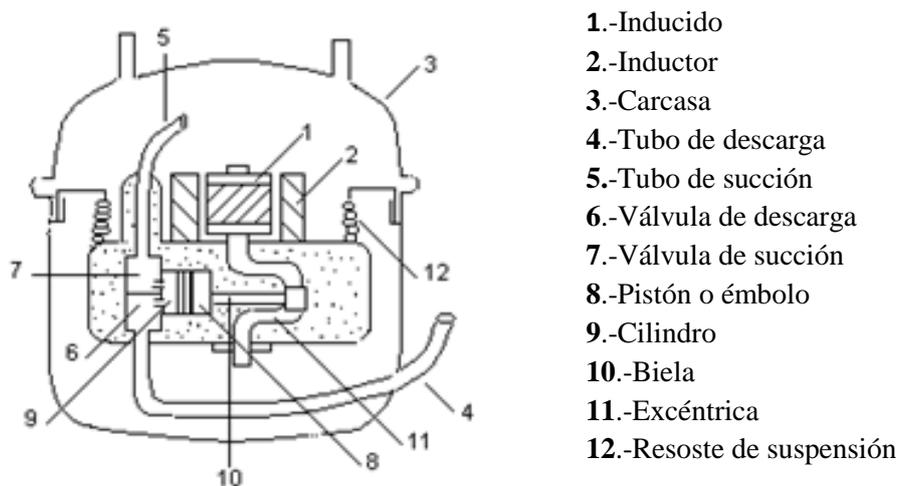


Figura 2.16: Partes internas del motor compresor

Como el motor y el compresor se hallan acoplados directamente, el compresor trabaja a la misma velocidad del motor que es una velocidad elevada, por lo tanto el diámetro como el recorrido del émbolo se hacen relativamente pequeños.

La unidad compresora se halla soportada por medio de resortes y toda la carcasa de acero que encierra la unidad, está cuidadosamente balanceada, para evitar la vibración al gabinete.

En lo que se refiere a la lubricación permanente de todas las partes móviles del compresor, se asegura su buen resultado haciendo circular aceite lubricante bajo presión, que se extrae de la parte inferior de la carcasa que le sirve de depósito.

Durante el golpe o carrera de compresión del émbolo, trabaja una válvula liviana colocada en la placa de válvulas que está fijada al final del cilindro, la que cierra la abertura de entrada o succión. El vapor refrigerante comprimido en el cilindro se descarga a través de una válvula a propósito, tipo disco que se abre tan pronto como la presión dentro del cilindro es mayor que la existente en el lado de alta presión del sistema.

Condensador

La función del condensador es transformar en su interior el gas refrigerante comprimido en el compresor en líquido refrigerante. En el interior del condensador el gas refrigerante pierde el calor que absorbió durante el proceso de su evaporación desde el espacio a enfriar, así como también hace entrega del calor absorbido durante su circulación a través de la línea de retorno al

compresor y el calor absorbido durante el fenómeno de compresión en el interior del compresor. Debido a esta entrega o pérdida de calor y a la elevada presión a que se lo somete, el gas se condensa y constituye una fuente de agente refrigerante en estado líquido en condiciones de ser entregado repetidamente en el interior de un equipo de refrigeración, produciendo en consecuencia el efecto de enfriamiento buscado.

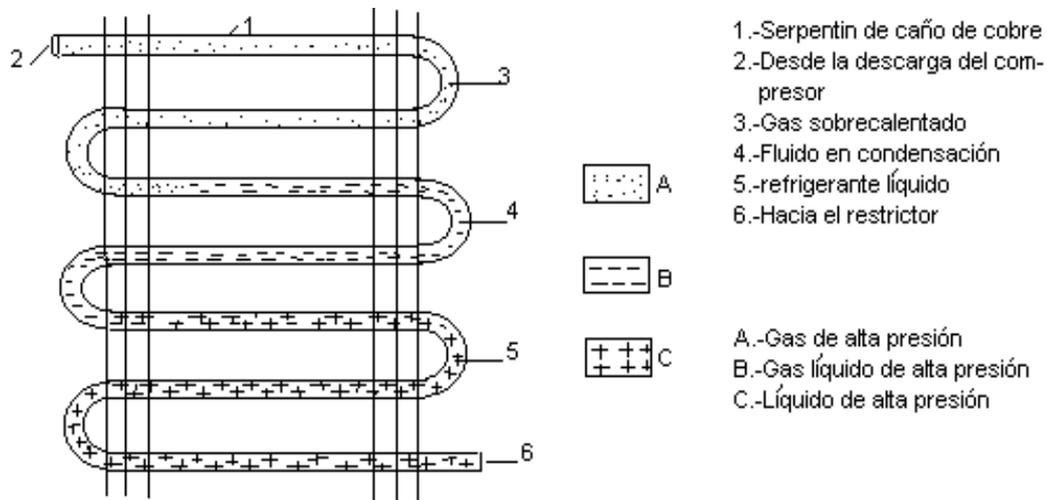


Figura 2.17: Estado del refrigerante en el condensador

Los condensadores en su parte exterior pueden ser enfriados por aire o por agua.

En refrigeración básica los condensadores son enfriados por aire y éstos a su vez también se dividen en dos grupos que son del tipo de circulación forzada y del tipo de circulación natural.

Cuando se emplea un tipo de condensador enfriado por circulación forzada la circulación se obtiene mediante la acción de un ventilador, el que establece una corriente de aire sobre la superficie del condensador.

En el tipo de circulación natural, se recurre al fenómeno de convección natural del aire, el aire caliente de menor densidad que el frío tiende a elevarse, estableciendo así la corriente de convección mediante la cual al elevarse el aire calentado por la extracción del calor del condensador será sustituido por aire más frío, proceso que seguirá produciéndose en forma ininterrumpida durante todo el tiempo en que en el condensador haya una temperatura superior a la del ambiente.

Filtro secador

Como su nombre lo indica este es un dispositivo que cumple dos funciones.

Filtrar o detener cualquier impureza que se haya introducido al sistema con el fin de evitar que el tubo capilar o restrictor sea obstruido, de ahí que su posición deba ser antes del restrictor, para cumplir esta función el filtro está provisto de una malla a la entrada en forma cilíndrica y otra malla a la salida en forma circular como se puede observar en la Figura 2.18

La otra función es la de remover la humedad del sistema de refrigeración, su posición que es en la línea líquida o sea enseguida del condensador hace que el material desecante actúe rápidamente absorbiendo la humedad que se haya quedado dentro del sistema siempre y cuando la cantidad de humedad no sea superior a la que esta sustancia sea capaz de absorber.

La sustancia más utilizada para la remoción de humedad en un sistema de refrigeración básica es la “Silica-gel” material que generalmente se encuentra en forma granulada. Este material cumple con las propiedades requeridas para un buen desecante que son:

- 1- Reducir el contenido de humedad del refrigerante
- 2- Actuar rápidamente para reducir la humedad en un paso de refrigerante a través de la unidad de secado.
- 3- Soportar aumentos de temperatura hasta de 70°C sin que se altere su eficiencia.
- 4- Ser inerte químicamente al aceite.
- 5- Permanecer insoluble, no debe disolverse con ningún líquido.
- 6- Permanecer en su condición sólida original.
- 7- Permitir el flujo uniforme del refrigerante a través de los gránulos, bolitas o bloque con una baja restricción o caída de presión del refrigerante.



Figura 2.18:

Filtro secador

El tubo capilar

Es prácticamente un restrictor, pero en lugar de ser un orificio es propiamente un tubo de diámetro pequeño, pues está constituido por un simple tubo de diámetro interno muy pequeño, de aproximadamente un milímetro, cuyo largo puede variar entre uno y seis metros.

Al igual que el restrictor, el tubo capilar es un dispositivo de control que no posee piezas móviles y su aplicación se ha generalizado tanto que se lo emplea muy especialmente en la fabricación de unidades selladas, como también en unidades abiertas de tipo familiar y en equipos comerciales de pequeña potencia.

Debido al reducido diámetro interno del tubo capilar, la fricción que se produce entre él y el líquido en su trayectoria hacia el evaporador, hace que en esta forma quede refrigerada la cantidad de refrigerante que alimenta dicho dispositivo. Como en el caso del restrictor, la cantidad de refrigerante que se provea al evaporador, será proporcional a la diferencia de presiones que existe entre la succión y la compresión.

También en el caso del tubo capilar y por las mismas razones expuestas para el restrictor, se hace necesario intercalar un filtro entre la salida del condensador y el tubo capilar, en este último provoca la igualación de presiones entre la línea de alta y la de baja presión al detenerse el equipo. En la figura 2.19, se puede observar su posición.



Figura 2.19: Tubo capilar

Evaporador

El evaporador es el dispositivo donde se vaporiza por completo el fluido refrigerante que llega al mismo, al absorber el calor del espacio circundante, que se debe refrigerar y mantener a una temperatura establecida, también se le denomina enfriador, debido al enfriamiento que produce la vaporización, y en algunos casos se lo llama congelador, cuando se lo fabrica en forma de poder disponer de temperaturas muy bajas capaces de congelar los alimentos y productos depositados en el recinto a refrigerar. Figura 2.20.

En refrigeración básica y comercial se emplean por lo general dos tipos de evaporadores: Los evaporadores inundados y los secos

EVAPORADOR INUNDADO: Se conoce como evaporador inundado el que tiene la mayor parte del espacio interior disponible ocupado con líquido refrigerante, quedando solo un pequeño espacio libre disponible que se llena con el vapor que toma la línea de succión.



Figura 2.20: Evaporador

EVAPORADOR SECO: Recibe la denominación de evaporador seco el que tiene todo el espacio interno ocupado por refrigerante en estado gaseoso, ya sea en estado de vapor húmedo o de vapor saturado, sin que haya en su interior fluido refrigerante en estado líquido. Para lograr esto se emplea una válvula de expansión instalada en la entrada de líquido al evaporador, lo que al provocar la expansión produce una rápida evaporación del refrigerante que penetra en el evaporador en estado gaseoso, después de lo cual completa su vaporización total en el interior de los tubos que componen el evaporador.

Estado del refrigerante en el evaporador

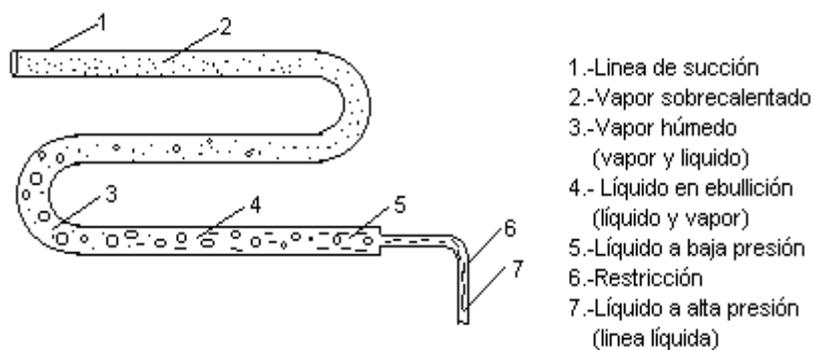


Figura 2.21: Estado de refrigerante en el evaporador

En el preciso instante en que el líquido refrigerante a alta presión, pasa a través de la restricción al interior del evaporador que se encuentra a baja presión, el refrigerante se convierte, a un cuando no sea más que por un instante en líquido refrigerante a baja presión.

Ello ocurre solamente durante una fracción de segundo, porque enseguida dicha pérdida de presión provoca la inmediata evaporación, con la consiguiente absorción de calor que esa evaporación trae asociada. Cuando se evapora el líquido, se producen burbujas de vapor y las

mismas se hacen presentes en la masa de este, siendo en ese instante que se dice que el líquido refrigerante entra en ebullición.

A medida que el refrigerante prosigue su trayectoria a través del evaporador, el estado líquido con burbujas de vapor desaparece, y se transforma en vapor con gotitas de líquido, o sea vapor húmedo, pasando a ser vapor saturado, en el preciso instante en que las últimas gotas del refrigerante líquido se evaporan, oportunidad en que todo se convierte en vapor seco.

Refrigerantes

El calor se elimina dentro de un sistema de refrigeración por medio de un refrigerante. Para el hombre son conocidos muchos refrigerantes, de hecho cualquier líquido que hierva una temperatura en alguna parte cercana al punto de congelación del agua, puede enfriar y preservar elementos deseados, sin embargo un punto de ebullición por debajo del que forma el hielo no es por si mismo el único aspecto que origina un buen refrigerante.

El refrigerante debe tener otras propiedades tales como la falta de toxicidad, además de no ser explosivo ni corrosivo.

Con un refrigerante que posea estas y otras características el diseñador y técnico puede proyectar y proporcionar servicio a un refrigerador en que la mayor parte de las piezas estén selladas en contra de la humedad y suciedad y que además se encuentren protegidas de la corrosión.

Por ello existe una gran cantidad de refrigerantes para diferentes sistemas de refrigeración. En la refrigeración básica por absorción se emplea el amoníaco como refrigerante.

En la refrigeración por compresión se utilizan generalmente los refrigerantes: FREON 12, FREON 13, FREON 21, FREON 22, FREON 113, FREON 114 y FREON 502. De todos ellos el más utilizado en refrigeración básica por compresión es el FREON 12 y este es un compuesto sintético.

El dicloruro – difluorometano. Para simplificar en la práctica se le ha bautizado F 12. Es incoloro y tiene un olor casi nulo, no desagradable, su temperatura de ebullición (a la presión atmosférica) es de -29.8°C y su punto de congelación es de -155°C . El F 12 es cuatro veces más pesado que el aire y por lo tanto tiende a permanecer en el suelo.

En vista de que estos refrigerantes FREONES son el enemigo número uno de la capa de ozono en este momento ya se encuentran en el mercado los refrigerantes sustitutos de éstos.

Los nuevos refrigerantes o refrigerantes ecológicos se han elaborado a base de HFC (hidrofluorocarbono) que no contienen nada de cloro. El HFC-134 A tiene un potencial de agotamiento del ozono (PAO) de valor cero y fue uno de los primeros refrigerantes que se probaron como alternativa para los refrigeradores y es el más indicado hasta el momento para remplazar el FREON 12 (CFC-12).

Tabla 2.4: Refrigerantes

Nº de identificación del refrigerante	Nombre Químico	Fórmula Química	Peso molecular	Punto de ebullición en °C a 1.013 Bar
R-23	Trifluorometano	CHF ₃	70,01	-82,15
R-123	2,2-dicloro-1,1,1-trifluoretano	CHCl ₂ -CF ₃	153,0	27,96
R-124	2 Cloro-1,1,1,2-tetrafluoretano	CHClF-CF ₃	136,5	-12,05
R-125	Pentafluoretano	CHF ₂ -CF ₃	120,02	-48,41
R-134 ^a	1,1,1,2-Tetrafluoretano	CH ₂ F-CF ₃	102,0	-26,14
R-11	Triclorofluorometano	CCl ₂ F	137,4	23,8
R-12	Diclorodifluorometano	CClF ₂	120,9	-29,8
R-13	Clorotrifluorometano	CClF ₃	104,5	-81,5
R-13B1	Bromotrifluorometano.	CBrF ₃	148,9	-58
R-14	Tetrafluoruro de carbono	CF ₄	88	-128
R-21	Diclorofluorometano	CHCl ₂ F	102,9	8,92
R-22	Clorodifluorometano	CHClF ₂	86,5	-40,8
R-113	1,1,2-Triclorotrifluoretano	CCl ₂ FCF ₂	187,4	47,7
R-114	1,2-Diclorotetrafluoretano	CClF ₂ CClF ₂	170,9	3,5
R-115	Cloropentafluoretano	CClF ₂ CF ₂	154,5	-38,7

Los refrigeradores que funcionan con FREON12 no necesitan modificar el sistema si están en buen estado, continuarán funcionando durante varios años.

Manómetros

Un manómetro es un elemento que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Esencialmente se distinguen dos tipos de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases.

Manómetros con muelle tubular. Los muelles tubulares son tubos de sección oval y de forma circular que acogen el medio de medición y se deforman a la medida que estén sometidos a presión. El terminal del muelle produce un movimiento en proporción de la presión y transmite la trayectoria mediante un mecanismo a la aguja.

Los muelles de forma circular se utilizan para presiones hasta 60 bar, presiones superiores requieren muelles de forma helicoidal. Este tipo de manómetro es el más habitual en la industria y existe en una gran variedad de ejecuciones en función de su aplicación. La versión en acero inoxidable y diámetro 100 es la más utilizada en la industria química y petroquímica y la versión de muelle y rosca latón con diámetro 63 es la más importante para los OEM de una multitud de sectores industriales.

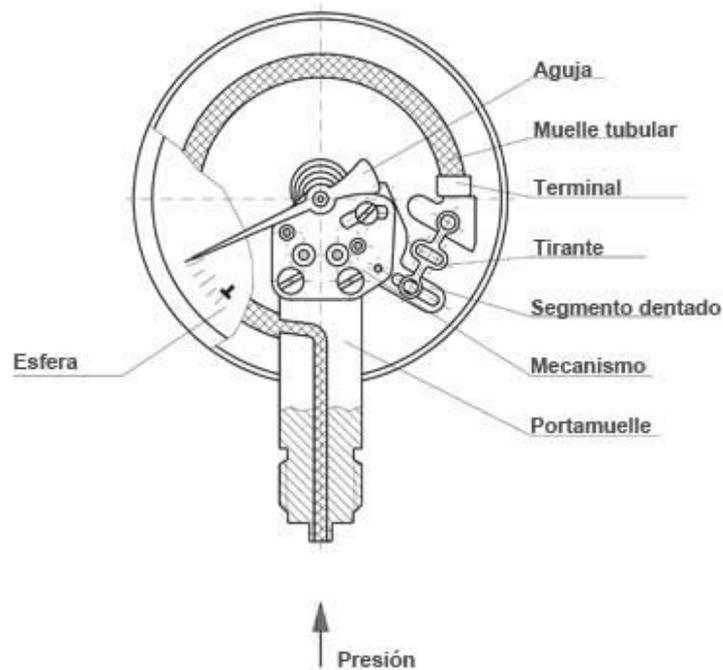


Figura 2.22: Manómetro de muelle tubular.

Los manómetros o múltiple de manómetros permiten diagnosticar problemas y facilitan la carga de refrigerante.

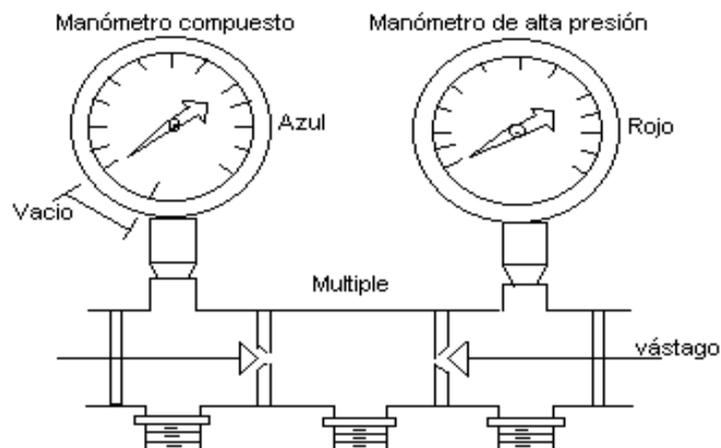


Figura 2.23: Manómetros

El juego consta de un manómetro de baja presión y el de alta presión. El manómetro de alta presión es de color rojo y el manómetro de baja presión es de color azul, además este manómetro es un manómetro de vacío.

Presóstatos



Figura 2.24: Presóstatos

Los presóstatos son utilizados en los sistemas de refrigeración como elementos de protección contra presiones de aspiración demasiadas bajas o una presión de descarga excesiva.

El control de baja presión se utiliza frecuentemente como único control en pequeños sistemas, que pueden tolerar ciertas fluctuaciones en la temperatura que ha de mantenerse. El control de baja presión estándar cierra el circuito al subir la presión y lo interrumpe al subir ésta. Su utilidad se basa en que durante el funcionamiento normal, la temperatura en el evaporador va disminuyendo poco a poco y con el compresor en marcha, también disminuye la presión del lado de baja. Aquí, el presóstato de baja actúa deteniendo al compresor. Cuando el compresor está detenido, la presión de baja aumenta y consecuentemente aumenta también la temperatura, logrando que el presostato vuelva hacer funcionar el compresor.

El control de baja presión solo puede adaptarse en sistemas con válvulas de expansión termostática, o si se emplea válvulas de expansión automáticas, que mantienen una presión fija en el lado de baja, el presóstato no podría actuar por no existir fluctuaciones de presión.

Por otra, el control de alta presión es sensible a la presión de descarga del compresor, utilizándose normalmente para detener el compresor en el caso de que exista una presión excesiva. El control deberá elegirse teniendo en cuenta el refrigerante del sistema, pues el límite de presión permisible varía según el refrigerante. Un control de alta presión cierra el contacto cuando baja la presión y lo interrumpe cuando ésta aumenta. Los presóstatos combinados o duales, están compuestos de un control de baja presión y un control de alta presión, y protegen al sistema contra

las posibles puntas de presión excesivamente altas o bajas. Los presóstatos se utilizan también para arrancar y parar los ventiladores de condensadores enfriados por aire.

Ventiladores

Un ventilador es una turbo máquina que se caracteriza porque el fluido impulsado es un gas (fluido compresible) al que transfiere una potencia con un determinado rendimiento.

A pesar de que no existe convenio alguno universalmente adoptado; los ventiladores pueden subdividirse en cuatro grupos:

- **ventiladores de baja presión:** hasta una presión del orden 200 Mm. c agua (ventiladores propiamente dichos).
- **ventiladores de media presión:** entre 200 y 800 mm. c agua (soplantes)
- **ventiladores de alta presión:** entre 800 y 2500 mm. c agua (turbo axiales)
- **ventiladores de muy alta presión,** mayor a 2500 mm. c agua (turbocompresores)

Los ventiladores helicoidales se emplean para mover aire con poca pérdida de carga, y su aplicación más común es la ventilación general.

Los ventiladores tubulares disponen de una hélice de álabes estrechos de sección constante o con perfil aerodinámico (ala portante) montada en una carcasa cilíndrica

Los ventiladores turbo axiales con directrices tienen una hélice de álabes con perfil aerodinámico (ala portante) montado en una carcasa cilíndrica que normalmente dispone de aletas enderezadoras del flujo de aire en el lado de impulsión de la hélice



Figura 2.25: Ventilador

CAPÍTULO III

MONTAJE DE LOS DISPOSITIVOS A UTILIZAR EN EL MÓDULO

Durante la construcción del módulo se define que este equipo está diseñado para funcionar continuamente en periodos de tiempo, para esto se debe tener en cuenta la capacidad del compresor (BTU/Hora). Como aislante térmico utilizamos la fibra de vidrio para minimizar pérdidas por conductividad térmica. Para realizar el montaje de los dispositivos en el módulo de refrigeración seleccionamos los siguientes elementos:

3.1 Montaje de la unidad de refrigeración

3.1.1 Montaje del compresor, ventilador y condensador.

Una vez obtenida la estructura del módulo de refrigeración, se debe considerar los BTU que tenemos en el compartimento a refrigerar para poder seleccionar la unidad que pueda generar el frío en el mismo en un tiempo establecido. Por esta razón se selecciona una unidad de 1/3 de HP (3100 BTU/H) que satisface la necesidad requerida.

El compresor se instala en el mueble asegurando el mismo en una base para que las vibraciones sean lo más mínimas, en la misma base se sujetan un ventilador y también el condensador. En la figura 3.1 se observa la manera en que están ubicados estos elementos, para luego ser unidos el lado de alta presión del compresor con la entrada del condensador, el ventilador enfría el refrigerante en el condensador de manera rápida, siendo éste un condensador enfriado por aire forzado.



Figura 3.1: Montaje de la unidad

3.1.2 Montaje de visor, filtro y tubo capilar.

A la salida del condensador se instala un visor de líquido refrigerante, acoples de 3/8 plgs para observar el paso del refrigerante en estado líquido, siendo éste muy importante para observar si el refrigerante se encuentra con impurezas, a la salida del visor se instala el filtro secador hercules grande soldable, pues como la unidad es de 1/3 HP este filtro es ideal para que pueda detener impurezas y cualquier humedad posible en el sistema de refrigeración.

Después del filtro se instala el tubo capilar flexible de 0.42 mm con una longitud de 3m, que es necesario para dosificar o controlar el paso de refrigerante al evaporador, para que el refrigerante se pueda evaporar por completo (vapor seco)



Figura 3.2: Montaje de visor, filtro y tubo capilar

3.1.3 Montaje del evaporador y ventilador

El final del tubo capilar está unido al evaporador, este tiene un número determinado de vueltas de tubería de aluminio que son suficientes para que la unidad genere el frío requerido y el refrigerante se evapore por completo. El refrigerante en estado de gas seco retorne al compresor. Como se menciona la unidad es de 1/3 HP por que las calorías existentes en el compartimento donde está ubicado el evaporador son extraídas por el tamaño del mismo en el tiempo requerido. La unidad consta de compresor, condensador y evaporador. Para minimizar tiempos se utiliza un ventilador de esta manera formamos al aire frío a recircular y enfriar rápidamente el compartimento deseado.



Figura 3.3: Montaje del evaporador y ventilador

3.1.4. Montaje de los manómetros

Se instala un manómetro de alta presión a la salida del condensador para observar la presión nominal de trabajo del sistema y la presión cuando el sistema está en reposo, de igual manera se instala un manómetro de baja presión al retorno del compresor para observar la presión de nominal de trabajo y la presión cuando el sistema está en reposo.



Figura 3.4: Montaje de los manómetros

3.1.5. Instalación de las cañerías en el sistema de refrigeración.

La cañería utilizada para unir los dispositivos y la unidad es de 1/4 3/8 y 5/16 de plg. La unidad requiere de esta cañería, si la cañería es de menor diámetro el sistema trabaja de manera abrupta llevándolo a que el compresor pueda fundirse pues la circulación del refrigerante es mínimo y el compresor trabajaría más tiempo de lo normal.

Si las cañerías fueran de diámetro mayor, sería un gasto innecesario pues el sistema trabajaría normalmente.

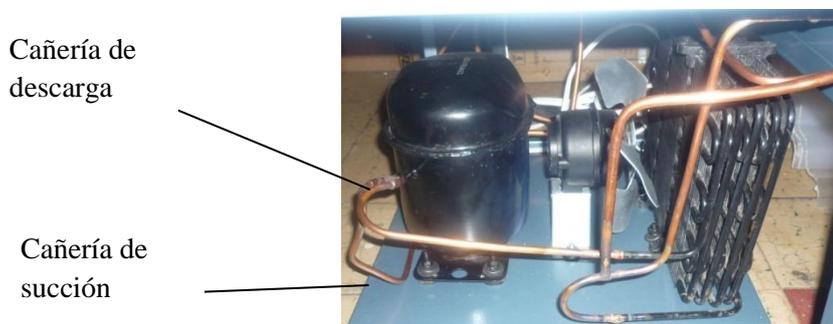


Figura 3.5: Instalación de las cañerías en el sistema de refrigeración

3.1.6. Carga del refrigerante

Después de realizar todas las conexiones mecánicas del sistema de refrigeración, el circuito mecánico está cerrado, pero el mismo está con presión atmosférica en su interior siendo ésta perjudicial. Esta es razón para que se realice el vacío del circuito, éste se puede realizar por el lado de alta o por el lado de baja, en este módulo se realizó el vacío por el lado de baja, en el compresor por la válvula de servicio. Al estar el sistema en vacío se realiza la carga de refrigerante. El refrigerante se puede cargar por el lado de alta en estado líquido o por el lado de baja en estado de gas, En este modulo se realizó la carga de refrigerante en estado de gas por la válvula de servicio del compresor, el refrigerante a cargar es el R 12 que es ideal para esta unidad, pero el mismo es tóxico para el medioambiente, se utiliza un refrigerante alternativo el M 049 que tiene las mismas características que el R 12 con mejores propiedades y es ecológico. La cantidad de refrigerante a cargar es 12 onzas, caso contrario si su carga es menor el frío es ineficiente, si la carga es excesiva el líquido refrigerante llega al compresor.



Figura 3.6: Refrigerante a utilizar

3.2.- Instalación del sistema eléctrico

Tablero de control



Figura 3.7: Colocación del tablero de control

3.2.1. Colocación del tablero eléctrico.

Luego de haber realizado la instalación del circuito mecánico de refrigeración se procede al montaje del circuito eléctrico del módulo de refrigeración.

Como este módulo es controlado por un PLC se tomó las medidas necesarias para automatizar este módulo entonces el tablero realizado se observa en la fig. 3.7

3.2.2. Ensamble y ajuste de las borneras en el tablero de control

Para realizar el montaje de las borneras debemos tomar en cuenta las entradas y salidas del módulo, es decir identificar elementos que son controlados por el PLC en el sistema de refrigeración. Lo importante es saber las entradas del PLC son las salidas del módulo de refrigeración y las salidas del PLC son las entradas para este equipo. Adicional a esto se instaló una lámpara y un controlador.

Tomando en cuenta todo esto podemos seleccionar las borneras para identificar los distintos elementos a funcionar en este módulo.

El compresor y el controlador es alimentado por una fuente externa, tomando en cuenta que el compresor está controlado por el PLC por ende se utiliza un contactor de 110V para el encendido del mismo.

Además se debe tomar en cuenta que la fase de alimentación para el módulo de refrigeración viene desde el módulo de la HMI, para cerrar el circuito el neutro es desde la fase que alimenta al controlador y compresor de esta manera se debe identificar claramente las entradas de fase y los neutro en el módulo de refrigeración para que no exista daños en el sistema.

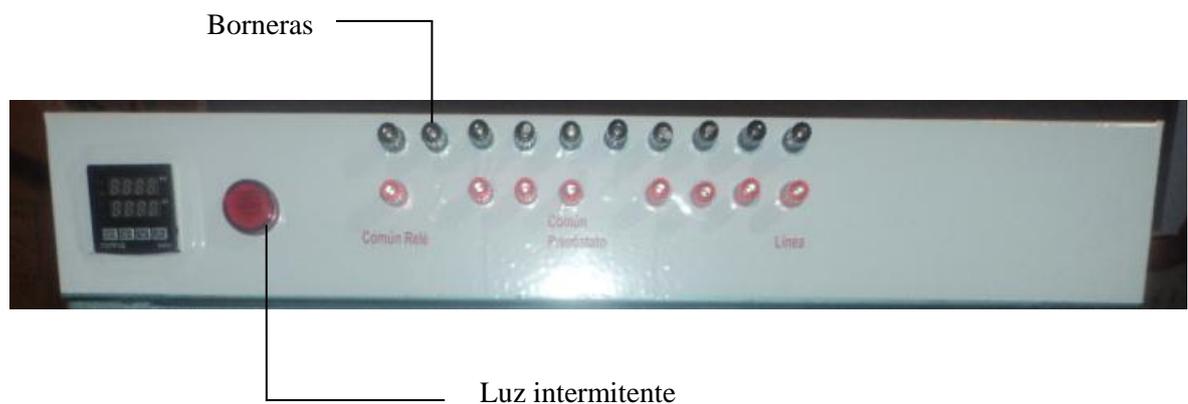


Figura 3.8: Ensamble y ajuste de las borneras en el tablero de control

3.3 Sistema mecánico de la unidad de refrigeración

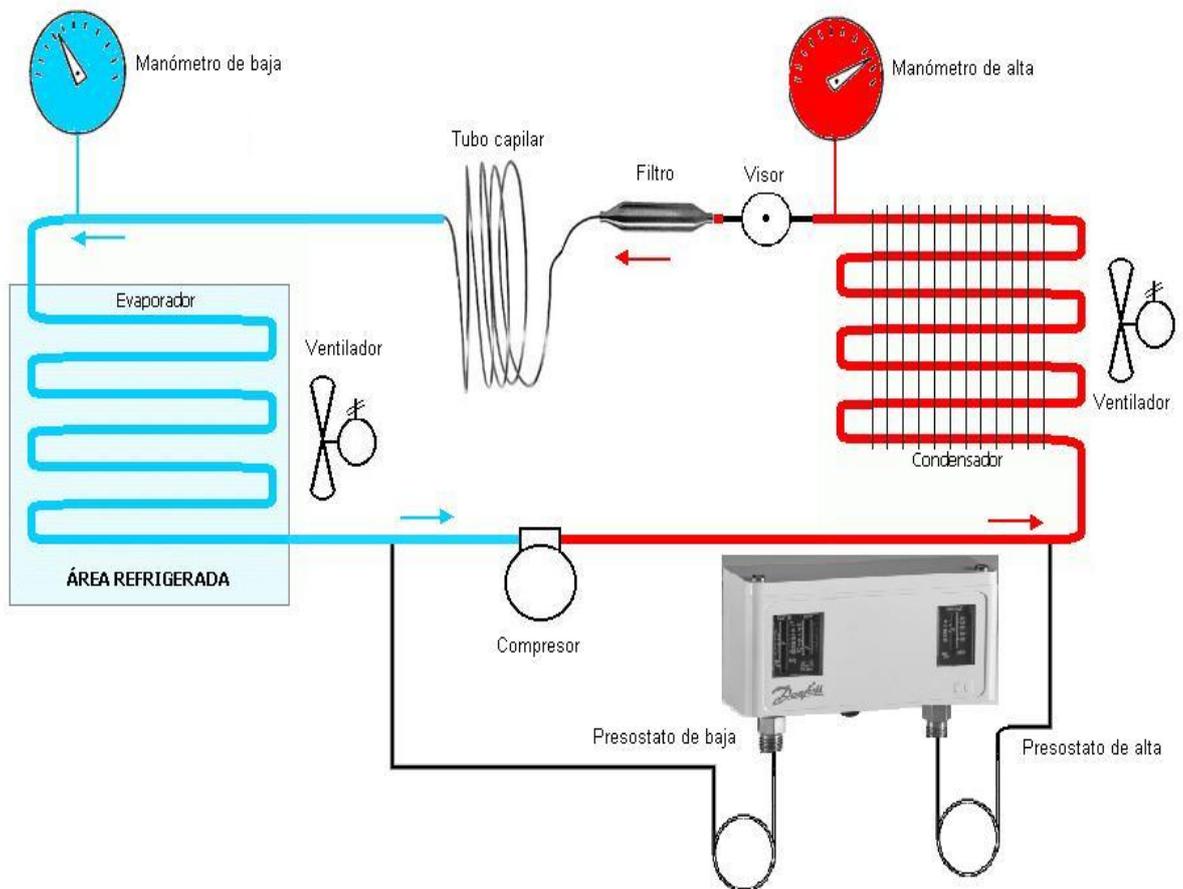


Figura 3.9: Sistema mecánico de la unidad de refrigeración

3.3.1 Principio de funcionamiento de la unidad de refrigeración.

El sistema mecánico de la unidad de refrigeración está dividida en dos partes: lado de alta presión (color rojo) y lado de baja presión (color azul).

El lado de alta empieza desde la descarga del compresor hasta el filtro, el lado de baja empieza desde la salida del filtro hasta la succión del compresor.

El compresor descarga el refrigerante en estado de vapor a alta presión y alta temperatura el cual circula hacia el condensador, el refrigerante recalentado a alta presión es condensado manteniéndose la misma presión; para que la condensación sea eficiente se utiliza un ventilador.

El refrigerante en estado líquido pasa a través de un visor en el cual podemos observar la cantidad de refrigerante que está circulando por el lado de alta presión el cual se dirige hacia el

filtro en donde se detiene impurezas y posible humedad en el refrigerante, para evitar posibles taponamientos en el tubo capilar.

El refrigerante filtrado se dirige hacia el tubo capilar el cual se encarga de mantener la correcta diferencia de presiones entre el lado de alta y el lado de baja por que permite dosificar la cantidad exacta de refrigerante en estado líquido al evaporador para que el mismo sea evaporado completamente, el refrigerante entra al evaporador y por sus propiedades físicas comienza a evaporarse a bajas temperaturas y a baja presión absorbiendo el calor que existe en el área refrigerada; para poder llegar con mayor premura a la temperatura deseada utilizamos un ventilador para forzar el aire frío.

Una vez evaporado el refrigerante, éste retorna al compresor a baja presión y baja temperatura para nuevamente expulsado a alta presión y alta temperatura y cumplir el ciclo de refrigeración.

Se instalaron dos manómetros, uno de baja presión y otro de alta presión para poder determinar las presiones con las que trabaja el circuito y al mismo tiempo controlar visualmente alguna variación de presión en la unidad.

Se instala un presóstato mixto KP 15 el cual controla la presión de alta y de baja. Es instalado en lado de alta presión en la descarga del compresor con 120 PSI y lado de baja presión en el retorno del compresor con 6 PSI con una tolerancia de 10 PSI así mantenemos al sistema en óptimas condiciones de trabajo y bajo un control de seguridad.

3.4 Sistema eléctrico de la unidad de refrigeración

3.4.1. Funcionamiento del sistema eléctrico de la unidad de refrigeración.

En este sistema de refrigeración utilizamos un motor de corriente alterna y de inducción monofásica, en éste el inductor está bobinado sobre el estator y el inducido es de jaula de ardilla, sobre el rotor.

Conforme el rotor adquiera más velocidad, los campos magnéticos se generan y se destruyen en el motor. Este efecto produce un voltaje o fuerza contraelectromotriz en el bobinado de funcionamiento. Esta fuerza contraelectromotriz reduce la corriente que llega al bobinado de funcionamiento.

Para que el motor pueda arrancar solo se intercala entre los polos principales del estator, unos polos auxiliares en las bobinas por los cuales se hace pasar una corriente auxiliar con relación

a la corriente principal. Este conjunto produce un campo magnético giratorio que entrapa el rotor dando los primeros giros del motor.

La bobina de arranque es necesaria solo para la puesta en marcha del motor luego de esto la bobina se desconecta, conectando la bobina de trabajo.

Cuando un sistema se encuentra inactivo se puede hacer uso de un peso o muelle para mantener abiertos los puntos de contacto del bobinado de arranque.

Cuando el contacto del control del motor se encuentra cerrado y la corriente fluye a través del bobinado de funcionamiento, el conmutador magnético queda magnetizado intensamente, levanta el peso y cierra los contactos, estos a su vez cierran el circuito de bobinado de arranque de modo que el motor pueda alcanzar rápidamente el 75% de su velocidad de diseño.

Con el aumento de velocidad tanto la corriente del motor como la intensidad del campo magnético disminuyen, permitiendo que los puntos de contacto queden abiertos.

Se utiliza un interruptor térmico para proteger el motor del refrigerador de una sobre intensidad, producida muchas veces por la prolongada conexión del bobinado de arranque, por exceso de refrigerante o por un cortocircuito.

Este interruptor está conformado por un elemento térmico compuesto de una hoja bimetalica conectada indirectamente por una resistencia en serie sobre el circuito del bobinado de marcha.

Este dispositivo de acción temporizada provoca el corte de la corriente, en caso de sobrecarga. Estos interruptores no son regulables, se los elige para una intensidad, o potencia determinada.

Se realiza independientemente la conexión del ventilador del evaporador, de los presóstatos y del controlador de acuerdo a la programación realizada al PLC's.

El presostato es un módulo donde viene instalado para el control de alta y baja presión del sistema de refrigeración por lo cual este posee tres terminales siendo A, B, C; siendo A el punto común, B el de baja presión y C el de alta presión.

El controlador de temperatura posee 10 puertos siendo los puertos 1,2 la alimentación del mismo, el puerto 3 es el punto común del relé, el 4 es el contacto normalmente abierto del relé NO, y el 5 es el contacto normalmente cerrado del relé NC, 6 y 7 es el relé de la alarma y los puntos 8, 9, 10 son para la conexión de la RTD, por estos tres puntos no circula corriente de alimentación.

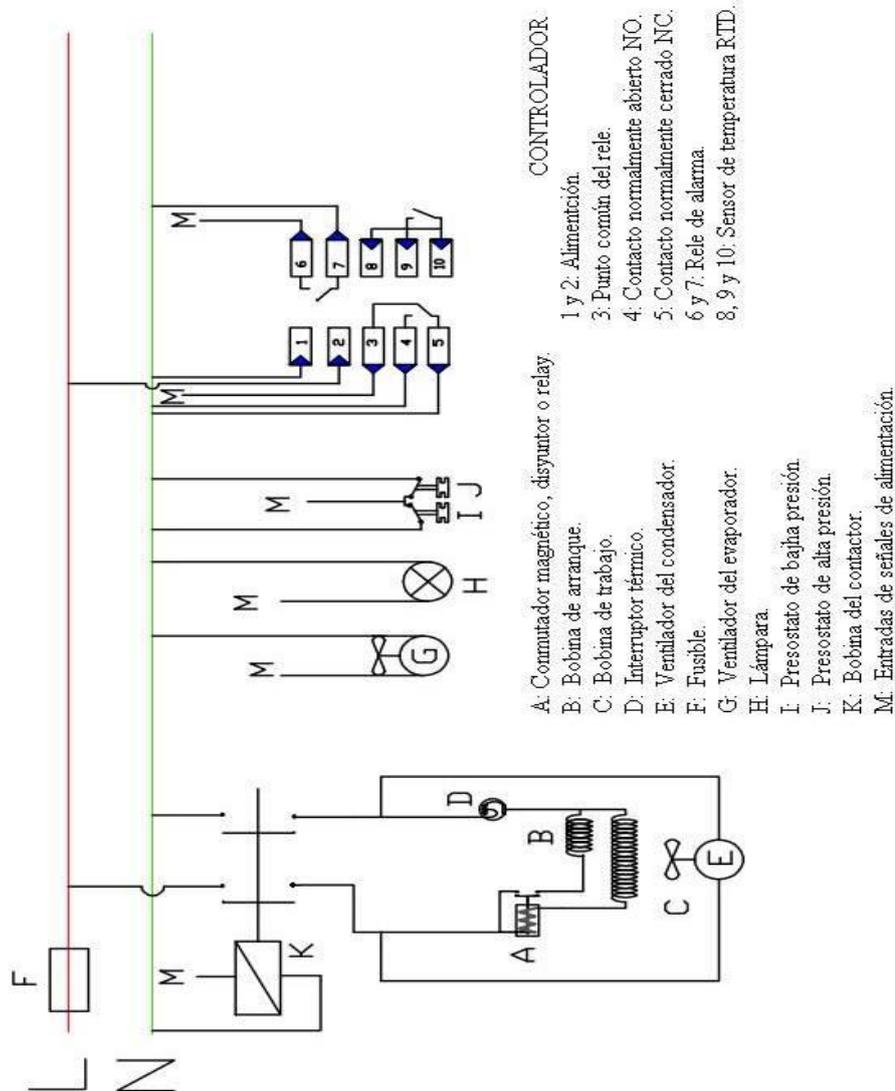


Figura 3.10: Sistema eléctrico de la unidad de refrigeración

3.5 Principio de funcionamiento del módulo PLC y pantalla táctil

Estructura del panel operador o HMI.

Panel táctil con una amplia funcionalidad para el manejo y visualización de máquinas. Además este tipo de panel tiene interfaces integrados para la comunicación con Sismatic S7 y un puerto Ethernet. Cuenta con una pantalla a color táctil y 32 teclas, cada tecla es programable, el panel operador cuenta con una librería gráfica pre-programada. Esta pantalla es de aplicación universal porque se puede configurar en 32 idiomas.

Interfaces de comunicación de la pantalla táctil

En la figura 2.14 se muestra de una forma gráfica los diferentes tipos de comunicación entre elementos de automatización utilizados en el módulo, de esta forma se facilita el uso de los dispositivos de comunicación.

Opciones de que ofrece SIMATIC WinCC flexible:

Archivo de valores de proceso y avisos.

Esta opción nos ofrece algunas ventajas entre las cuales podemos mencionar; reconocimiento a tiempo de estados de peligro y avería, prevención de paradas gracias al diagnóstico anticipativo, y un aumento de la calidad de los productos y la productividad gracias a la evaluación periódica de los ficheros.

Administración de registros en recetas.

WinCC flexible/Récipes sirve para administrar registros de recetas que contienen datos de máquinas o de producción relacionados entre sí.

Los datos de un registro pueden transmitirse, por ejemplo, del panel de mando al PLC para cambiar la producción a otra variante del producto. Las recetas suelen utilizarse para la parametrización de plantas o máquinas en la industria manufacturera, especialmente en el marco de la producción orientada a lotes en la industria alimentaria o de transformación de plásticos.

Las ventajas que nos ofrece esta opción son:

- Transmisión sencilla de recetas al PLC.
- Presentación clara de los elementos de datos en forma de tabla.
- Pueden mostrarse conjuntamente datos procedentes de diversos sinópticos de proceso, agrupados por relaciones tecnológicas.

3.6 Montaje del PLC SIMATIC S7-200 CPU 224XP

Estos equipos nos brindan facilidades de montaje. Se pueden instalar en un panel, utilizando los orificios de sujeción previstos, o en un riel normalizado (DIN), usando ganchos de retención integrados, en forma horizontal o verticalmente. Su tamaño es pequeño y nos permite ahorrar espacio.

Condiciones ambientales del entorno físico donde se va a montar el PLC.

Normalmente –salvo indicación expresa–, el entorno en donde se sitúa el PLC ha de reunir las siguientes condiciones físicas:

- Ausencia de vibraciones, golpes, etc.
- Resguardo de la exposición directa a los rayos solares o focos caloríficos intensos, así como a temperaturas que sobrepasan los 50-60 °C aproximadamente.
- Desechar lugares donde la temperatura desciende, en algún momento, por debajo de 5 grados centígrados o donde los bruscos cambios pueden dar origen a condensaciones.
- Descartar ambientes en donde la humedad relativa se encuentra por debajo del 20% o por encima del 90%, aproximadamente.
- Ausencia de polvo y ambientes salinos.
- Ausencia de gases corrosivos.
- Ambiente exento de gases inflamables –por cuestiones de seguridad–.
- Ha de evitarse situarlo junto a líneas de alta tensión, siendo la distancia variable en función del valor de dicha tensión.

3.7 Ubicación del PLC.

Es norma que el PLC se sitúe en un armario metálico. Antes de elegirlo, se ha de conocer si este armario necesita ventilador incorporado para forzar la ventilación del aire, debido a que la temperatura ambiente supera la especificada, o bien para incorporar un elemento generador de calor, si se prevén problemas de condensación.

El armario se elige del tamaño adecuado para que contenga de una forma despejada no sólo el PLC sino todos los elementos que se encuentren junto a él, de modo que se pueda realizar un correcto trabajo en las operaciones de cableado y mantenimiento.

Los elementos que se encuentran junto al PLC pueden ser:

- Interruptor o interruptores de alimentación,
- Las protecciones correspondientes,
- Relés, contactores, etc.,
- Fuentes de alimentación,
- Regletas de bornes,
- Canaletas de cableado, etc.

El PLC puede situarse en distintas posiciones; pero, en general, se sitúa verticalmente sobre riel DIN o placa perforada.

En cuanto a su distribución, se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los elementos disipadores de calor principalmente el PLC y las fuentes de alimentación se sitúan en la parte superior del armario, para así facilitar la disipación del calor generado al exterior.
- Los elementos electromecánicos, relés, contactores, etc. son generadores de campos magnéticos debido a sus bobinas; por esto, es recomendable alejarlos lo más posible al PLC de estos elementos. Los transformadores, por su parte, estarán ubicados a la mayor distancia posible de cualquier parte de los PLC.

Cableado y alimentación correctos.

Para un correcto cableado hay que tener en cuenta unas reglas mínimas, entre las que se encuentran:

- Separar los cables que conducen CC de los de CA, para evitar interferencias.
- Separar los cables de las entradas de los de las salidas.
- Si es posible, separar los conductores de las E/S analógicas de las digitales.
- Los cables de potencia que alimentan a contactores, fuentes de alimentación, etc., discurren por una canaleta distinta de los cables de E/S.

En cuanto al cableado externo, se debe tener en cuenta que:

- Los cables de alimentación y los de E/S pasan por distinto tubo o canaleta; es recomendable entre ambos grupos de cables una distancia mínima de 30 cm, si van paralelos. En el caso de que esto no sea posible, se sitúan placas metálicas conectadas a tierra que separan, dentro de la canaleta, los distintos tipos de cables.

La alimentación a los PLC es otro factor importante a tener en cuenta y son cuatro las pautas a considerar:

- Tensión estable del valor adecuado y exento en lo posible, de picos provocados por otros aparatos de la instalación.

- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, por medio de interruptores magneto térmicos, fusibles, etc., así como contra derivaciones a tierra, por medio de interruptores diferenciales.
- Cable de tierra del valor adecuado y debidamente señalado mediante conductor amarillo-verde. Si la instalación no lo posee, es necesario habilitar uno, exclusivamente para los PLC, de aproximadamente (3 a 5) Ω .
- Circuito de mando que permita conectar y desconectar el circuito o parte de él, en el momento preciso.

3.8 Cuidado del PLC S7-200.

En estos equipos la ventilación será por convección natural. Por lo que, se dejará un margen mínimo de 25 mm por encima y por debajo de los equipos.

Prever por lo menos 75 mm para la profundidad de montaje. Para el montaje vertical, la temperatura ambiente máxima admisible se reduce en 10 °C. Montar la CPU S7-200 debajo de los módulos de ampliación. Para la disposición del sistema S7-200, considerar de espacio suficiente para el cableado y la conexión de los cables de comunicación. Si se desea mayor flexibilidad al configurar la disposición del sistema S7-200, utilice sólo un cable de conexión para los módulos de ampliación en cada sistema.

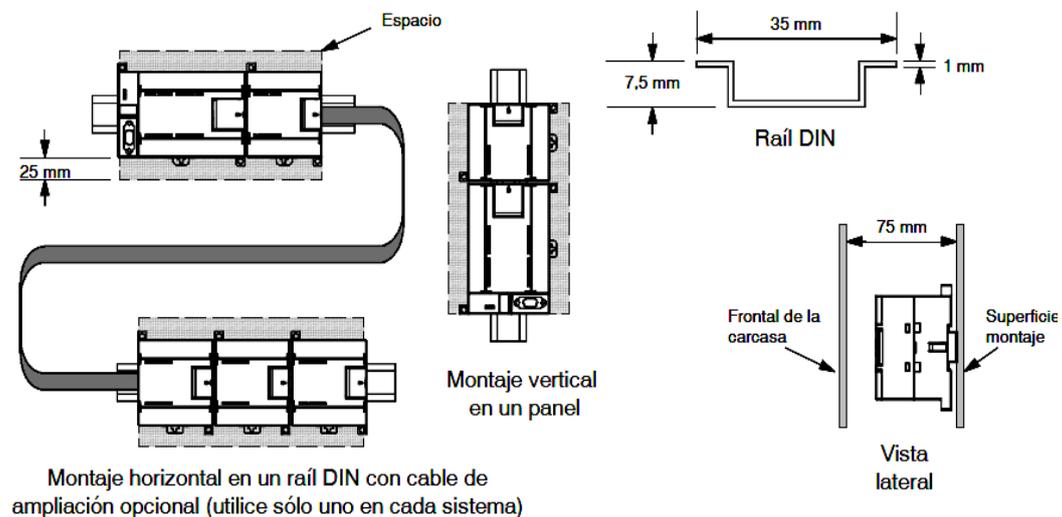


Figura 3.11: Opciones de montaje en el Riel DIN

Dimensiones de montaje.

Para CPUs S7-200 y los módulos de ampliación se disponen de orificios que facilitan el montaje en paneles. En la siguiente figura se muestran ciertas dimensiones de montaje.

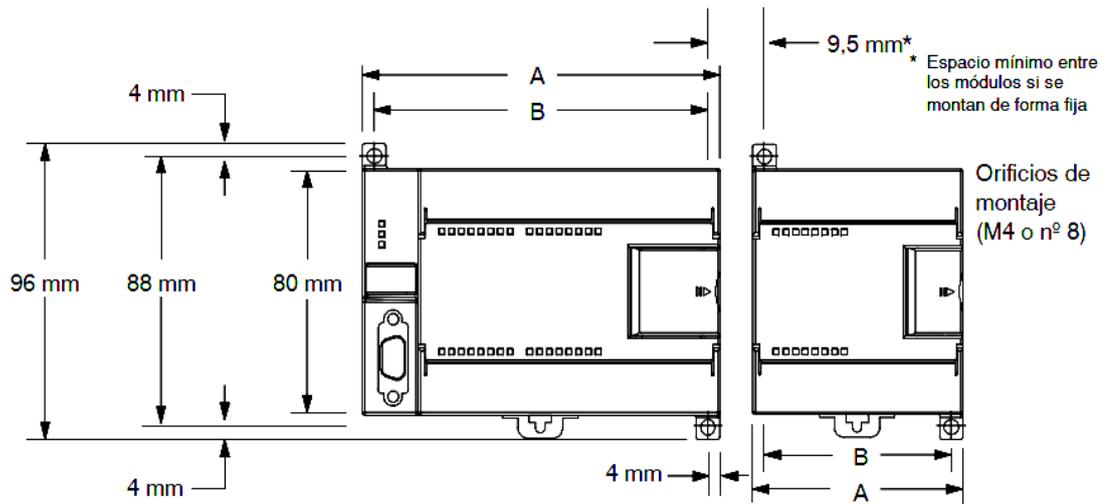


Figura 3.12: Dimensiones de montaje

A continuación se presenta una tabla donde se muestran las dimensiones para los diferentes tipos de CPUs.

Tabla 3.1: Dimensiones de montaje

Módulo S7-200	Ancho A	Ancho B
CPU 221 y CPU 222	90 mm	82 mm
CPU 224	120,5 mm	112,5 mm
CPU 224XP, CPU 224XPsi	140 mm	132 mm
CPU 226	196 mm	188 mm
Módulos de ampliación: 4 y 8 E/S DC y E/S de relé (8I 4Q, 8Q, 4I/4Q) y salidas analógicas (2 AQ)	46 mm	38 mm
Módulos de ampliación: 16 E/S digitales (16I, 8I/8Q), E/S analógicas (4AI, 8AI, 4AQ, 4AI/1AQ), RTD, Termopar, PROFIBUS, Ethernet, Internet, AS--Interface, 8 E/S AC (8I and 8Q), Posición y Módem	71,2 mm	63,2 mm
Módulos de ampliación: 32 E/S digitales (16I/16Q)	137,3 mm	129,3 mm
Módulos de ampliación: 64 E/S digitales (32I/32Q)	196 mm	188 mm

Fuente: Manual S7-200

Conexión del panel operador

Puertos del panel operador OP 177B

La figura 3.13 se muestra las interfaces disponibles en el panel de operador OP 177B.

1. Conexión a masa
2. Conexión para la fuente de alimentación
3. Interfaz RS-485/RS-422 (IF 1B). Conector Sub-D (subminiatura D), de 9 pines, con bloqueo de tornillo

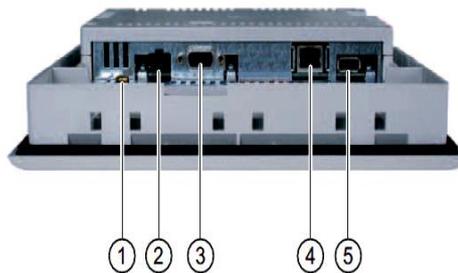


Figura 3.13.: Puertos del OP 177B

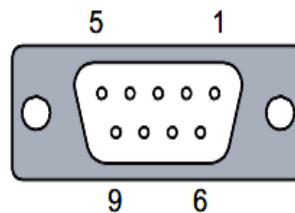


Figura 3.14: Interfaz RS -485/RS -422

4. Conexión PROFINET (sólo en el OP 177B PN/DP). Conector RJ45

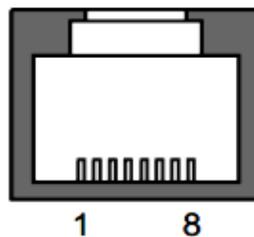


Figura 3.15: Conexión PROFINET

5. Conexión USB. Conector estándar USB



Figura 3.16: Conexión USB

Conexión a tierra

En la gráfica muestra como se debe realizar la conexión del panel operador a tierra en armarios eléctricos.

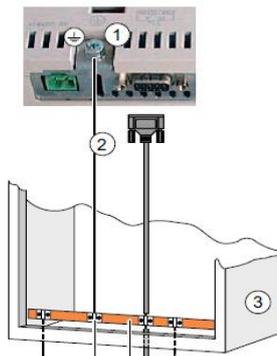


Figura 3.17: Conexión a tierra

Conectar la fuente de alimentación

El panel operador se alimenta de una fuente de 24 VCD, en la figura se muestra la conexión entre el panel de operador y la fuente de alimentación.

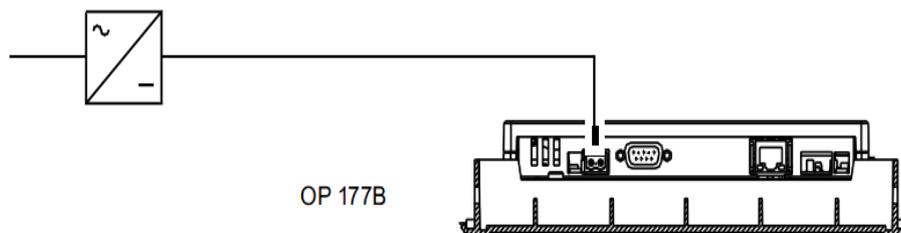


Figura 3.18: Conexión de la fuente

3.9 Comunicación entre el PLC y la pantalla

Medios de comunicación

En procesos industriales las redes de comunicación son muy importantes, ya que éstas son las encargadas del transporte de información desde de un equipo a otro con el fin de efectuar acciones de control de manera rápida.

Se realiza la transmisión de datos con el objetivo de transferir información entre dos o más unidades. Generalmente, se envían caracteres (texto o cifras) y/o instrucciones (comandos).

Los ordenadores manejan caracteres binarios, llamado unos y ceros. Cada uno de estos caracteres se llama bit.

Al combinar varios bits, se puede construir un código binario; el código más común ASCII, contiene 128 caracteres cada uno de ellos compuesto de 7 bits.

Este tipo de comunicaciones ocurren a este nivel, ya sea en el interior del ordenador, como en el exterior con otras unidades.

En el interior, la comunicación es simple, pero tan pronto como se trata de comunicar con unidades externas, se tienen que configurar y controlar una serie de factores para que la transmisión de datos se lleve a cabo de forma correcta.

Ciertas funciones deben ser ejecutadas para intercambiar datos entre equipos para evitar futuros problemas de comunicación.

- Organizar datos en bloques antes de transmitirlos secuencialmente.
- Sincronizar el transmisor y receptor.
- Detectar errores de transmisión y si es posible recuperar la información dañada.
- Identificar los aparatos que están comunicándose.
- Control de flujo de transmisión.

Interfaces.- La diferencia básica entre el maestro y los esclavos, el maestro inicia las comunicaciones. Los esclavos sólo envían mensajes cuando el maestro así se los solicita.

Se tendrá en cuenta la forma de los conectores, los niveles de tensión adecuados, el interfaz físico o eléctrico. Además, existe también el interfaz lógico, que define lo que significa cada señal.

- **Protocolo.-** Es el que regula el orden y la sincronización de las señales, como se inicia la comunicación, como se termina, a quien le toca emitir o recibir, cómo se confirma la recepción del mensaje.
- **Interfaz físico.-** Es el que define la manera de conectar el equipo y el diseño de los conectores.
- **Interfaz eléctrico.-** Este define los niveles eléctricos y lo que éstos significan (unos y ceros).

Interfaz RS-485

Para este interfaz, las normas son completamente diferentes de las normas RS-232 porque éstas definen un modo de transmisión diferencial.

Toda señal de datos se transmite a través de dos cables, y no tiene referencia a tierra, pero es presentada como una señal diferencial en las salidas de transmisión y en las entradas de recepción.

La norma RS-485 es una extensión de la norma RS-422, la que nos permite la interfaz punto a punto, así como la multipunto.

Presenta ciertas características:

- Conexión máxima de 32 estaciones repetidor (127 con repetidor).
- Velocidad de transmisión de 9.6 Kbit/s a 12 mbit/s. Se debe seleccionar una para todos los equipos.
- Longitud máxima del cable dependiente de la velocidad de transmisión, 9.6, 19.2, 93.75, 187.5, 500, 1500, 2000 (Kbit/s) y la distancia 1200, 1000, 400, 200, 100 (m), respectivamente.

Protocolos y acoplamientos para la comunicación

Además de la conexión física para transferir información entre los equipos del sistema, debe tomar en cuenta que exista un formato para los datos y una estrategia de sincronización de envío y recepción de mensajes, incluyendo la detección y corrección de los errores.

Intercambio de datos

Para esto es imprescindible que el panel esté acoplado a un autómata. El intercambio de datos entre los equipos se regula mediante un protocolo específico del acoplamiento. Cada acoplamiento requiere un protocolo propio.

- **Consideración de criterios para elegir el acoplamiento**

Los criterios para elegir el acoplamiento entre el panel y el autómata son:

- Tipo de autómata.
- CPU en el autómata.
- Tipo de panel de operador.

- Cantidad de paneles de operador por autómeta.
- Estructura y sistemas de bus empleado de una instalación existente.
- Necesidades de componentes adicionales.
- **Protocolos**

Para realizar una transferencia ordenada de información en un enlace de comunicación se requiere un protocolo de comunicación.

Un protocolo constituye el conjunto de reglas y convenciones entre entes comunicantes, definiendo los detalles y especificaciones técnicas del lenguaje de comunicación entre los equipos.

La estructura de los mensajes, modos de operación, tipos de solicitudes y respuesta, constituyen las diferentes piezas constructivas de un protocolo.

Comunicación entre el panel operador y el PLC

La comunicación entre estos dos equipos se puede realizar a través de diferentes redes. Estas redes dependen del módulo que se utilice.

A continuación se presenta una tabla con las redes de comunicación según el autómeta.

Tabla 3.2: Protocolos de comunicación según el autómeta.

Autómeta	Protocolo
SIMATIC S7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ PPI ➤ MPI ➤ PROFIBUS ➤ ETHERNET
Protocolo SIMATIC HMI HTTP	➤ HTTP / HTTPS (Ethernet)
SIMOTION	➤ PROFIBUS
Allen- Bradley	<p>Gamas de autómetas SLC 500, SLC 501, SLC 502, SLC 503, SLC 504, SLC 505, Micrologix y PLC 5/11, PLC 5/20, PLC 5/30, PLC 5/40, PLC 5/60, PLC 5/80.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ DF ➤ DH + mediante DF1 ➤ DH845 mediante DF1 ➤ DH845

Fuente: SIMATIC HMI WinCC flexible, comunicación parte 1

Tabla 3.3: Redes de comunicación según el autómata

Autómata	Módulos	Red	Perfil
SIMATIC S7-200	CPU	PPI	PPI
		MPI	MPI
	CPU con interfaz PROFIBUS-DP/ CP PROFIBUS	PROFIBUS	PROFIBUS-DP (Estándar), Universal
	CP 243-1	Ethernet	MPI
SIMATIC S7- 300/400	CPU FM apto para la comunicación	MPI	MPI
	CPU con interfaz PROFIBUS-DP CP PROFIBUS	PROFIBUS	PROFIBUS-DP Estándar, Universal
SIMATIC S7-300	CP 343-1	Ethernet	TCP/IP ISO1)
SIMATIC S7-400	CP 443-1	Ethernet	TCP/IP ISO1)

Fuente: SIMATIC HMI WinCC flexible, comunicación parte 1.

Principio de comunicación

- **La comunicación entre el panel y los autómatas *SIMATIC S7* se realiza a través de variables**

Estas variables se gestionan en el editor “Variables” de WinCC Flexible. Se tiene variables externas e internas. Para este tipo de comunicación se utiliza variables externas.

Variable externa.- Es la imagen de una posición de memoria definida en el autómata. Se puede acceder con derechos de lectura y escritura a esta posición de memoria desde el panel o desde el autómata. El acceso a lectura y escritura pueden efectuarse de forma cíclica o bien controlada por eventos.

- **Comunicación a través de áreas de datos de usuario.**

Estas áreas de datos de usuario (o punteros de áreas) nos sirven para intercambiar datos especiales de determinadas áreas de datos. Los punteros de área son campos de parámetros de los cuales *WinCC Flexible Runtime* obtiene información sobre la posición y el tamaño de las áreas de

datos del autómatas. El panel y el autómatas escriben y leen en dichas áreas durante la comunicación, luego con los datos aquí almacenados, estos equipos ejecutan acciones previamente definidas.

Los siguientes punteros de áreas son utilizados por el *WinCC Flexible*:

- Orden de control.
 - Identificador del proyecto.
 - Número de imagen.
 - Registro.
 - Fecha y hora.
 - Fecha y hora del autómatas.
 - Coordinación.
 - Los punteros de área disponibles dependen del panel operador utilizado.
- **Comunicación a través de redes.**

El WinCC Flexible tiene diversas redes para la comunicación entre el panel y los autómatas *SIMATIC S7*. Entre estas tenemos:

Red PPI.- La comunicación PPI sólo es posible con un autómatas *SIMATIC S7-200*. Una conexión PPI es un enlace punto a punto. El panel es el maestro y el autómatas *SIMATIC S7-200* actúa de esclavo.

Con el panel se podrá conectar solo un autómatas *SIMATIC S7-200* a la vez. El panel se conecta a través del puerto serie de una CPU.

Red MPI.- El panel se conecta a la interfaz MPI del autómatas *SIMATIC S7*. Se puede conectar varios paneles a un autómatas *SIMATIC S7*, y viceversa. El número de interlocutores que se pueden conectar a un panel depende de mismo.

Red PROFIBUS.- El panel se puede conectar con una red *PROFIBUS* a módulos *S7* equipados a una interfaz *PROFIBUS* o *PROFIBUS-DP* integrada. Se puede conectar varios paneles de operador a un autómatas *SIMATIC S7*, y viceversa.

Red Ethernet.- El *WinCC Flexible* puede conectarse a una red *Ethernet* con todos los módulos *S7* incorporados a la misma vía con una interfaz *Ethernet* integrada o mediante un procesador de comunicaciones (CP). También es posible conectar varios paneles a un autómatas *SIMATIC S7*, así como varios autómatas *SIMATIC S7* a un panel.

La comunicación entre panel operador-PLC, utilizamos el cable de comunicación RS 485, el mismo que permite transmitir las variables del programa que se tienen en el PLC hacia el panel operador.

Los puertos de comunicación entre el panel operador y el PLC se pueden observar en la figura 3.19. En esta figura en lo que respecta a controlador de terceros se refiere a PLC de otros fabricantes, esta es una de las grandes ventajas que nos ofrece las pantallas de la marca SIEMENS.

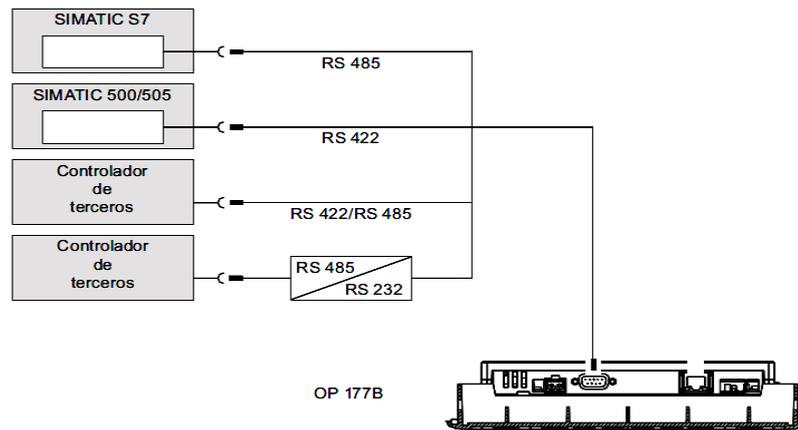


Figura 3.19: Comunicación entre panel operador- PLC

3.10 Comunicación del PLC

3.10.1 Comunicación entre PLC-PC

Cuando realizamos la comunicación entre PLC-PC, se utiliza el cable de comunicación PPI-RS485, este tipo de comunicación nos permite transmitir al PLC los datos de programación realizados en el PC gracias al Software Step7 Micro/WIN.

Los puertos de comunicación de un PC son compatibles con el estándar RS-232. Además los interfaces de comunicación de la CPU S7-200 utilizan el estándar RS-485 lo cual permite agregar varios dispositivos a una misma red. El cable PC/PPI conecta el puerto RS-232 de un PC al interface RS-485 de una CPU S7-200.

Se van a distinguir dos tipos de comunicaciones del autómatas S7-200, con el programa STEP 7- Micro/Win y el WinCC flexible del ordenador.

Es muy importante darle al ordenador y al autómatas direcciones unívocas, en este caso el PC tiene dirección 1 y el autómatas dirección 2.

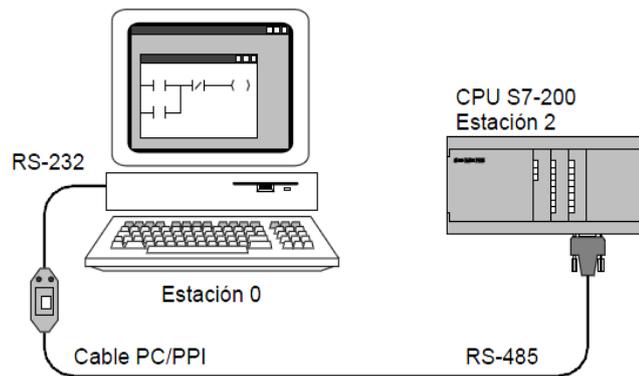


Figura 3.20: Comunicación entre PLC-PC

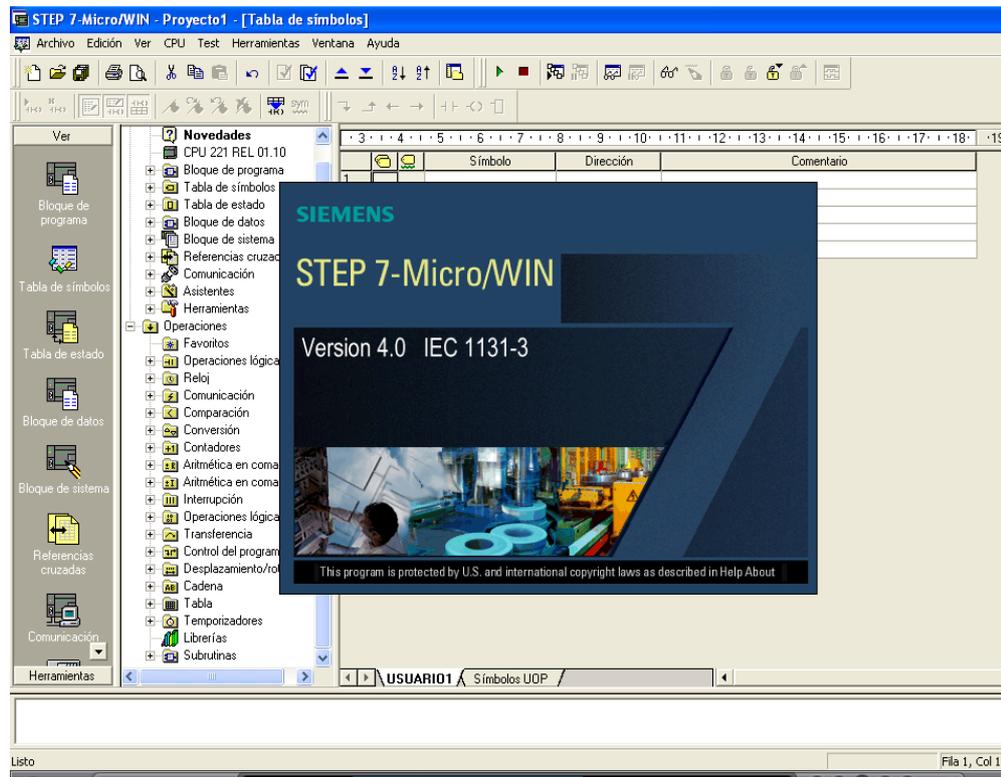


Figura 3.21: STEP 7 – MICRO WIN

Para pasar del autómatas al MicroWin o al WinCC flexible hay que configurar los parámetros de comunicación, por un lado hay que acceder al panel de control y hacer doble clic en “ajustar interface PG/PC”, y nos aparecerá una ventana como en la fig. 3.22, aquí se le da la dirección al autómatas, se configura la velocidad de transferencia y se define el punto de acceso, que para los autómatas de Siemens siempre hay que poner el S7ONLINE, también hay que definir la interface de comunicación que para el S7-200 siempre tiene que ser PPI; tal como se muestra en la figura 3.22, siempre debemos configurar la velocidad de transferencia de datos para no tener problemas posteriores de comunicación.

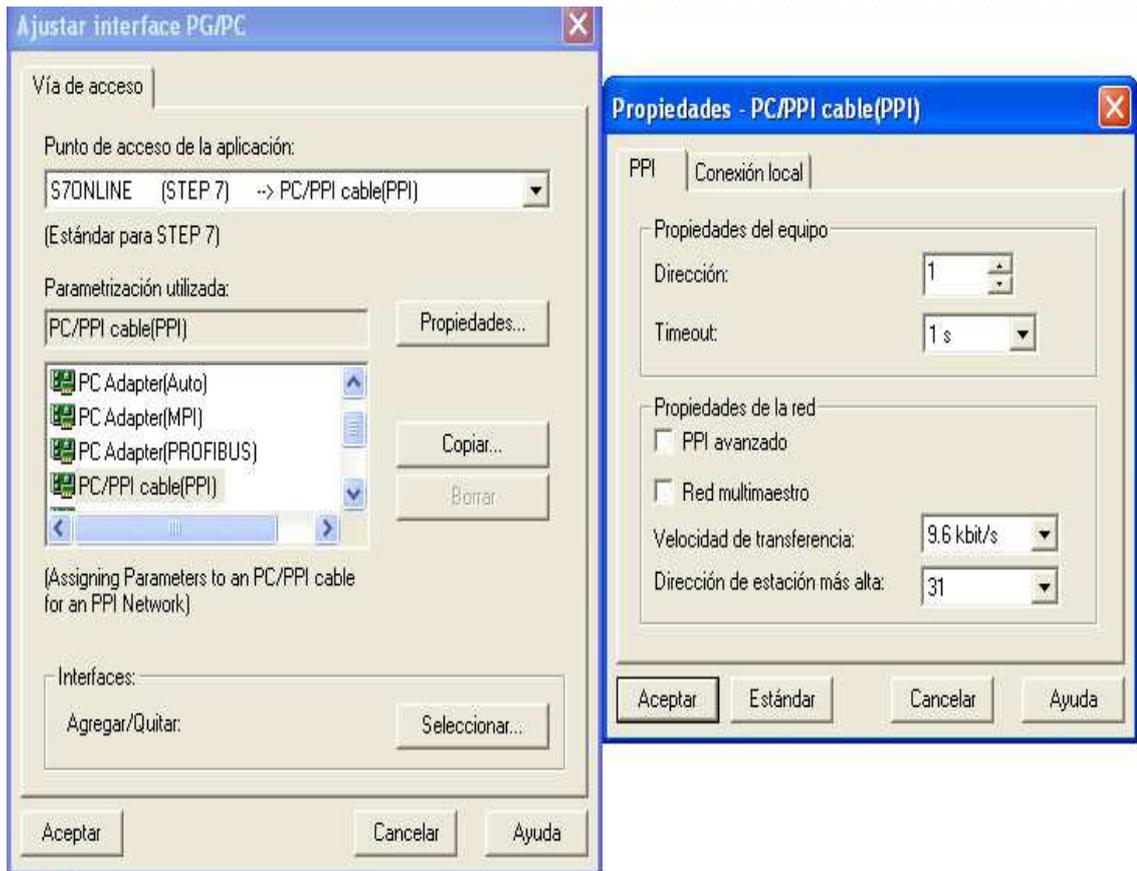


Figura 3.22: Ajustar Interface

3.10.2 Configuración software STEP 7-Micro/Win.

Dentro del programa de MicroWin, accediendo a comunicaciones, saldrán las direcciones del autómatas y el PC, como indica la fig. 3.23, y si detecta la CPU, en este caso la CPU224, es que la comunicación entre PC y autómatas se realizaron satisfactoriamente.

3.10.3 Configuración WinCC flexible.

Para que la comunicación se establezca hay que ajustar los parámetros de comunicación (fig. 3.24), con la misma velocidad de transferencia 9600 bit/s, con las direcciones de autómatas y PC, y con la red PPI, que es el tipo de cable que usamos para la comunicación.

Una vez teniendo bien definido el proyecto se ejecutará el simulador, dándole a “generar” , para comprobar si hay algún error al definir el proyecto. Si no sale ningún error, para visualizar el programa hay que pulsar “iniciar runtime”, entonces nos saldrá la pantalla que estaba creada para poder controlar y visualizar el programa del autómatas.

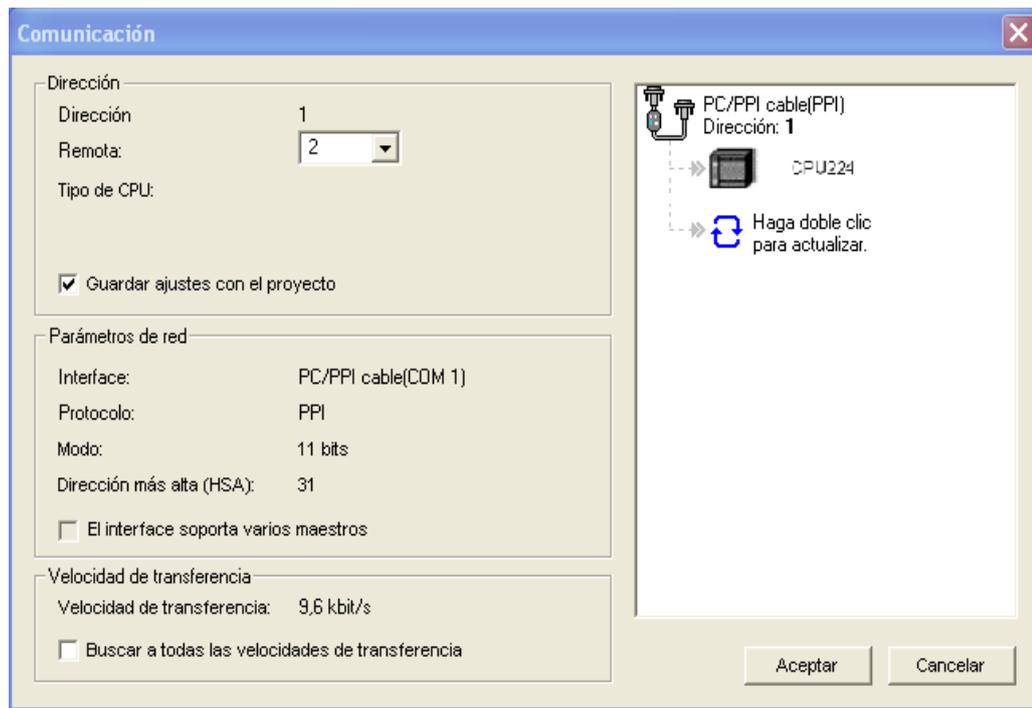


Figura 3.23: Comunicación MicroWin.

3.10.4 Configuración pantalla táctil

Lo primero que hacemos es suministrarle 24 VCD desde una fuente de alimentación. Al encenderla nos aparece la pantalla indicada en la fig. 3.25, entonces pulsamos “Control Panel”. Hacemos doble clic en “Transfer Settings” y nos aparece la pantalla de la fig. 3.26, en la cual tenemos que habilitar el “channel 1”

3.10.5 Configuración PC: Ajustar parámetros de comunicación.

Configuramos los parámetros de comunicación entrando al programa WinCC flexible, pulsamos dentro de proyecto sobre comunicaciones (fig. 3.27).

Al acceder en comunicaciones nos aparece la pantalla de la fig. 3.28, en la cual tenemos que definir los parámetros con los que va a comunicar la pantalla táctil con el autómeta. Debemos tener en cuenta que, la velocidad de transferencia que aparece, dependerá del autómeta que usemos posteriormente, en nuestro caso 9600 bit/s. Las direcciones de panel operador y autómeta tienen que ser unívocas en PC y pantalla táctil.

Configuración transferencia.

Ahora accedemos dentro del programa: WinCC flexible, en la barra de herramientas “Proyecto, Seleccionar paneles de operador para la transferencia”, nos aparecerá la pantalla de la

fig. 3.29, en la cual está definido el protocolo de comunicación, la velocidad de transferencia que en este modelo de pantalla no permite poner menos de 19200 bit/s y el puerto por el que transferimos.

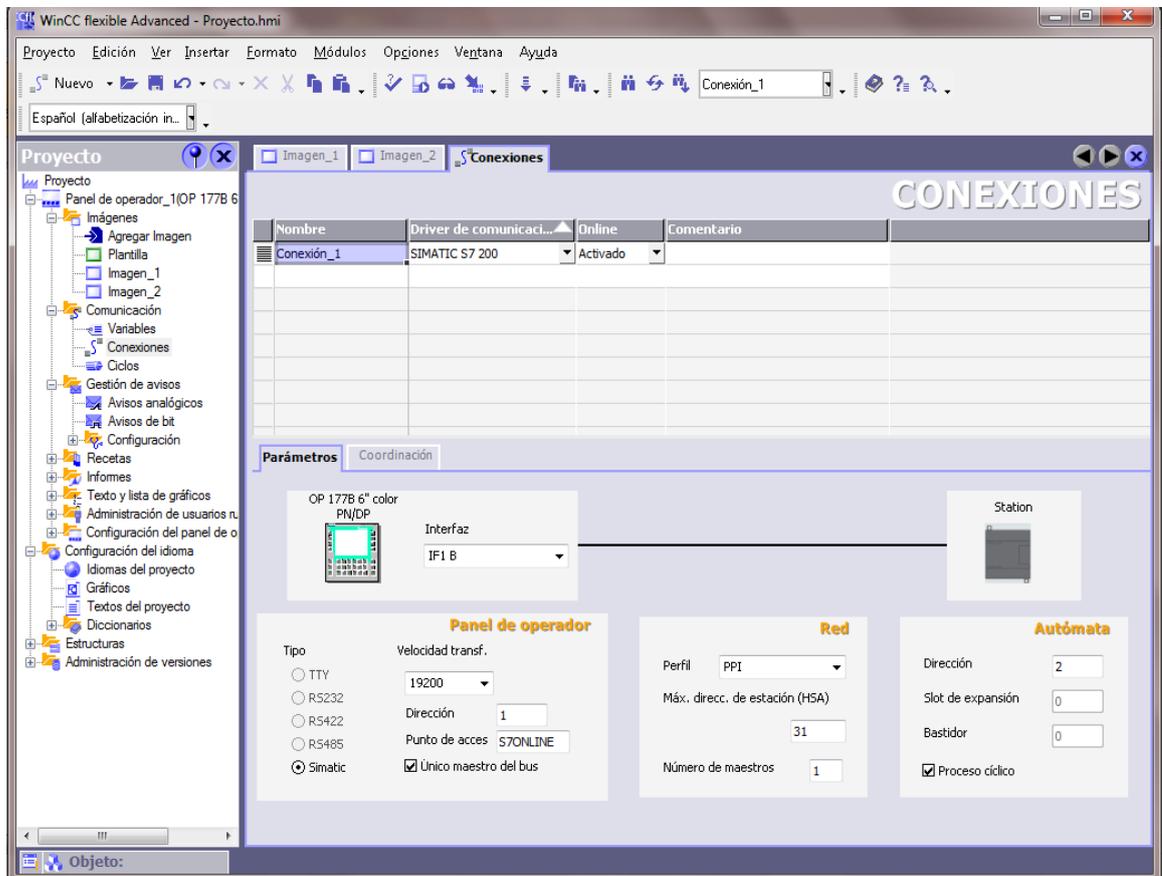


Figura 3.24: Ajustar comunicación WinCC flexible

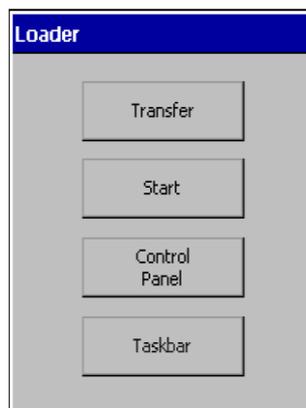


Figura 3.25: Pantalla inicial OP177 B PN/DP

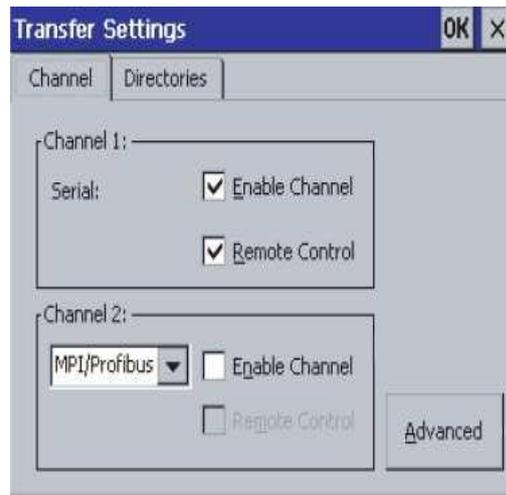


Figura 3.26: Transfer Settings



Figura 3.27: Conexiones WinCC flexible

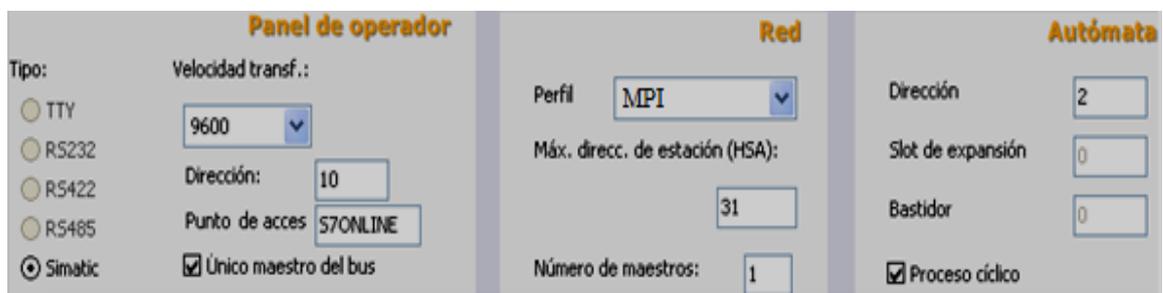


Figura 3.28: Comunicaciones WinCC flexible

Teniendo la pantalla táctil encendida, en modo “Transfer” y teniendo correctamente conectada la pantalla táctil con la PC, ya podemos darle a transferir.

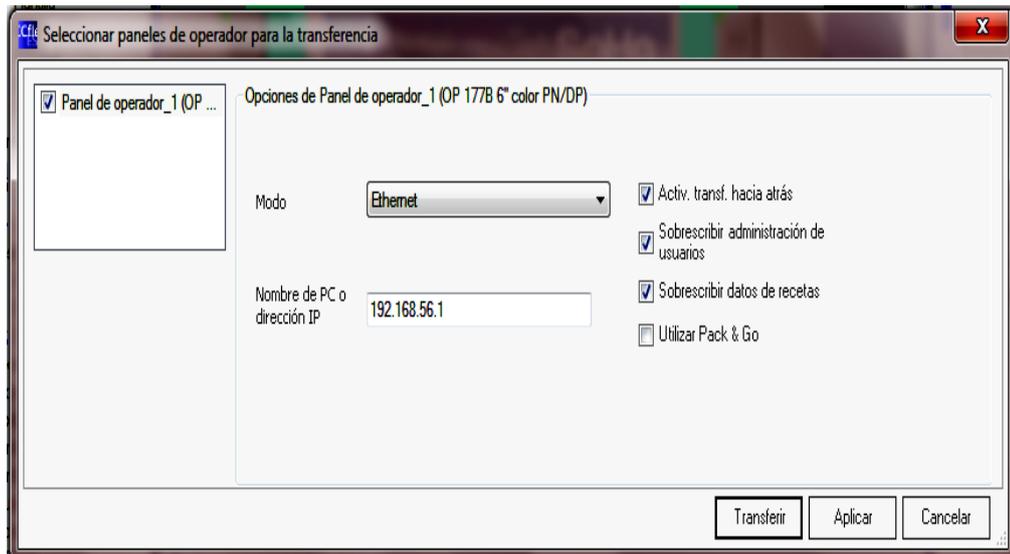


Figura 3.29: Transferencia WinCC flexible

3.11 Programación del PLC S7-200

Para la programación del PLC utilizamos el programa MICRO/WIN STEP 7, se utiliza una interfaz de comunicación PPI cable USB, con una dirección local 0 y dirección remota 2. Luego de realizar la configuración de comunicación para su programación.

Para poder arrancar el sistema de refrigeración verificamos que no existan fallas en el controlador, las presiones, las seguridades propias del sistema, seguridades de proceso y el sistema Ok.

Para el sistema Ok necesitamos el paro de emergencia y una botonera de arranque del sistema y además el paro del sistema.

Para las seguridades propias debemos disponer que el sistema Ok esté en perfectas condiciones de funcionamiento y además el relé térmico debe estar funcionando.

Para las seguridades de proceso debemos observar las presiones nominales de trabajo tanto de alta como de baja y el sistema Ok.

Para tener el control del sistema de refrigeración debemos tomar en cuenta las temperaturas con las que va a funcionar el sistema de refrigeración, la temperatura a la que el sistema va a funcionar y la temperatura en la cual el sistema se apagará.

Una vez que todo esto esté en perfectas condiciones de funcionamiento el sistema de refrigeración arranca.

Cuando el sistema de refrigeración este en funcionamiento transcurrirá 10 segundos para que el ventilador del evaporador se encienda.

Cuando la botonera de emergencia esté activada se encenderá la lámpara H1.

Si el sistema está Ok deberá encenderse la lámpara H3.

La lámpara H2 se encenderá cuando el sistema esté Ok y existe alguna anomalía en las seguridades propias o seguridades de proceso.

La lámpara del tablero de refrigeración se encenderá cuando el sistema esté Ok y con la temperatura nominal de trabajo.

3.12 Programación de la pantalla táctil OP 177B.

Para que la comunicación se establezca se debe ajustar los parámetros de comunicación con la misma velocidad de transferencia, con las direcciones de autómeta y PC, y con la red PPI, que es el tipo de cable que usamos para la comunicación.

Una vez donde se desarrolla el proyecto en la pantalla simulamos el mismo, dándole a “generar”, para comprobar si hay algún error al definir el proyecto. Si no sale ningún error, para visualizar el programa hay que pulsar “iniciar runtime”, de inmediato se presenta la pantalla creada para poder controlar y visualizar el programa del autómeta.

Una vez generado el proyecto, es decir realizada la programación, configuramos los parámetros de comunicación

Al acceder en comunicaciones definimos los parámetros con los que va a comunicar la pantalla táctil con el autómeta.

Debemos tener en cuenta que la velocidad de transferencia que aparece dependerá del autómeta que usemos posteriormente, en nuestro caso 9600 bit/s. Las direcciones de panel operador y autómeta tienen que ser unívocas en PC y pantalla táctil.

Una vez definido los parámetros de comunicación, en la barra de herramientas “Proyecto, seleccionar paneles de operador para la transferencia”, en la cual está definido el protocolo de comunicación, la velocidad de transferencia que en este modelo de pantalla no permite poner menos de 19200 bit/s, y el puerto por el que transferimos.

Se debe aclarar que para todo esto la pantalla debe estar alimentada y funcionando, además la pantalla y el PC deben estar comunicados con su respectivo cable y se transfieren los datos de la PC a la pantalla, para ejecutar lo programado.

3.13 Programación del controlador

El controlador posee 10 puertos los cuales se distribuyen en 5 entradas denominadas (1, 2, 8, 9, 10) y 5 salidas (3, 4, 5, 6, 7) cabe destacar que las entradas 8, 9, 10 son asignadas para el detector de temperatura resistivo RTD. Este controlador trabaja con corriente alterna de 110/240, 60 Hz y 9 A.

Las salidas 6 y 7 son asignadas para el encendido de la alarma.

El controlador es aquel que va a realizar el lazo cerrado de ON-OFF, el cual se le asigna las temperaturas para el encendido y apagado del sistema de refrigeración.

Cuando la temperatura detectada por la RTD supera la nominal el contacto NC se abre encendiendo el sistema de refrigeración, cuando la temperatura esté por debajo de la nominal el sistema se apagará.

En el segundo nivel de programación del controlador se encuentra la histéresis, quien permite tener un rango de temperatura con respecto a la de setpoint, en la programación del controlador tenemos una histéresis de 0, de fábrica viene dado una histéresis de 2/2.0

3.14 Elaboración de una guía de práctica de la pantalla OP 177B y PLC S7 200 con el módulo de refrigeración.

PRÁCTICA 1

TEMA: Programación del controlador para las características deseadas en el módulo de refrigeración.

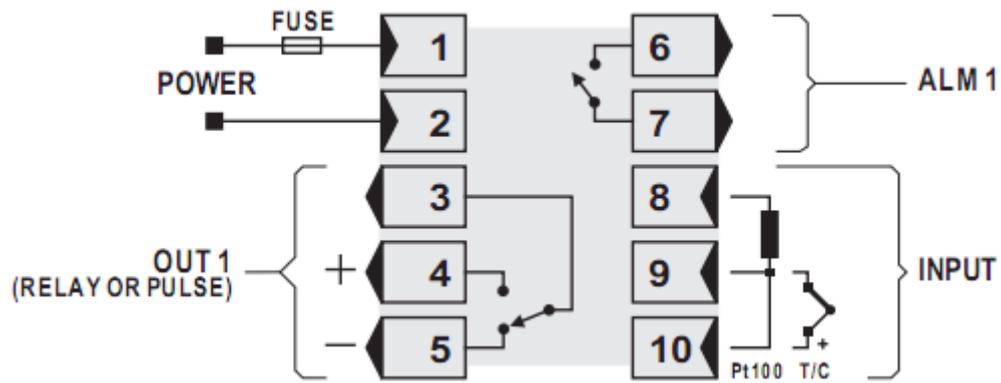
OBJETIVO

- Programar el controlador para las características deseadas en el módulo de refrigeración

PROCEDIMIENTO

- Identificar las entradas y salidas del controlador.

La figura muestra la conexión interna del controlador, esto es muy importante identificar los terminales que alimenta al controlador y cuáles son las salidas de relés del mismo



- Se alimenta al controlador con un voltaje de 110V. Se conecta directamente a la fuente de alimentación, es decir al momento de alimentar el sistema de refrigeración el controlador se enciende inmediatamente.
- Configuración de las temperaturas en el controlador para funcionamiento del módulo de refrigeración. Las configuraciones se realiza con el controlador encendido pues no requiere de un programa.

Se identifica el panel frontal del controlador para entender las funciones que realiza cada elemento presente en el panel del controlador.

PV: Medición de valor

SV: Valor de ajuste

OUT 1: Salida 1 de pulso

AT: Indicador auto contador

ALM 1: Alarma 1

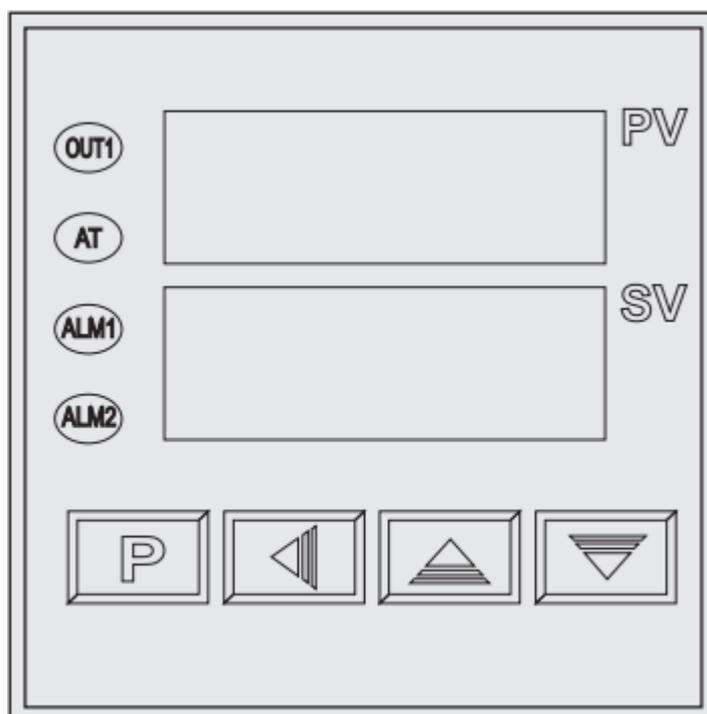
ALM 2: Alarma 2

▲ : Subir clave de numeración.

▼ : Bajar clave de numeración.

◀ : Cambio de clave

P : Configuración de clave.



Identificado el panel frontal se programa teniendo muy claro las características de temperatura que se requiera para el módulo de refrigeración.

La programación no es complicada, primero tener en claro las temperaturas para que los contactos secos entren en funcionamiento, para el encendido y apagado del módulo de refrigeración.

Para esta programación se utiliza el nivel 1 (La alarma 2 no está disponible en este modelo). Los contactos secos son del relé de pulsos

Pulse P para entrar al nivel 1

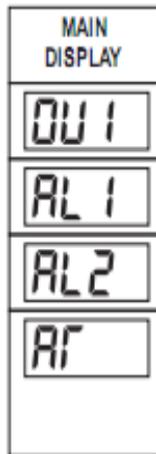
Para los parámetros utilizamos las flechas para subir o bajar los dígitos de la temperatura del valor de ajuste.

Asignada la temperatura presione P y se observa la alarma 1 y se ajusta al parámetro requerido. Al presionar nuevamente P se observa la alarma 2 pero la misma no está en funcionamiento en este modelo.

El ajuste de parámetros debe estar apagado, se presiona nuevamente P para que muestre las temperaturas impuestas.

Identificación de las respectivas salidas y entradas al controlador.

En caso de requerir mayor información del controlador revise el manual adjunto en el anexo A



La temperatura del punto de ajuste está asociada con la salida 1.

El punto de ajuste de la alarma 1, este es el disparo de la alarma 1 con un factor de ajuste de 10 segundos.

El punto de ajuste de la alarma 2, este es el disparo de la alarma 2 con un factor de ajuste de 10 segundos.

Ajuste de los parámetros a utilizar

CONCLUSIÓN

El estudiante debe tener la capacidad necesaria para poder programar el controlador y saber a qué temperaturas desea que el sistema de refrigeración sea controlado.

RECOMENDACIONES

Antes del encendido del controlador el estudiante debe identificar las salidas y entradas del controlador para su correcta alimentación y funcionamiento.

El estudiante debe tener noción de inglés básico técnico para profundizar los conocimientos en la programación del controlador.

PRÁCTICA 2

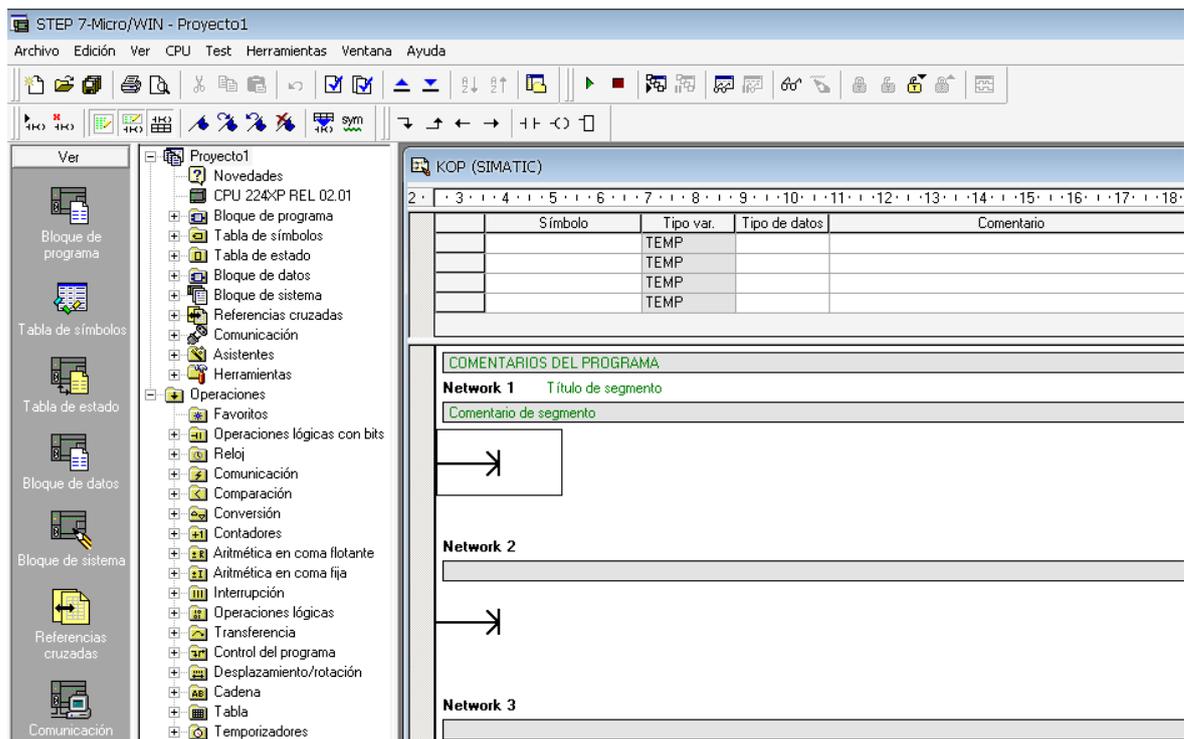
TEMA: Programación de la pantalla y el PLC

OBJETIVO

- Programar la pantalla y el PLC

PROCEDIMIENTO

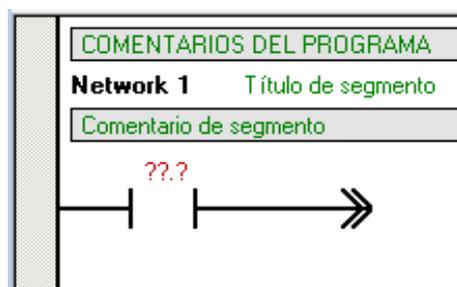
La forma de realizar la programación es en un lenguaje Binario es decir en forma de escalera. Una vez instalado el programa procedemos a abrir el mismo y se presenta la siguiente ventana.



Antes de realizar la programación se debe tener muy en cuenta los parámetros de trabajo del PLC para el control del sistema de refrigeración.

- En la ventana general se observa la carpeta proyecto y operaciones. Clic en la carpeta operaciones lógicas con bits, en la misma se presenta las herramientas necesarias para realizar una programación básica.

Para realizar la programación al usar los contactos debemos darles nombres apropiados a cada contacto que se utilice, ya que si un contacto de una misma bobina es editada con otro nombre, ésta genera como un contacto nuevo y no como contacto de la bobina. Como se muestra en la figura a continuación.



Al momento que se le asigna un nombre a este contacto se genera un cuadro de especificaciones donde se describe símbolo, dirección y comentario. Es necesario darle una dirección a estos contactos para que el PLC identifique las entradas y salidas de la programación.



- Se realiza la programación tomando en cuenta las características del funcionamiento del sistema de refrigeración y de acuerdo a las especificaciones que el estudiante se proponga.

Para la programación de la pantalla se abre el programa Win CC flexible.

- El momento de abrir el programa el mismo empieza a buscar sus licencias automáticamente, si el programa no encuentra las licencias este no abrirá, caso contrario se presenta la siguiente pantalla.
- Clic en proyecto vacío, seleccionamos el tipo de panel operador que estamos utilizando como se muestra en la figura siguiente
- Obtenemos la pantalla principal para realizar la programación como se indica en la figura.
- Se realiza las respectivas comunicaciones entre el panel y el autómatas bajo los mismos parámetros de red. (observar las imágenes)

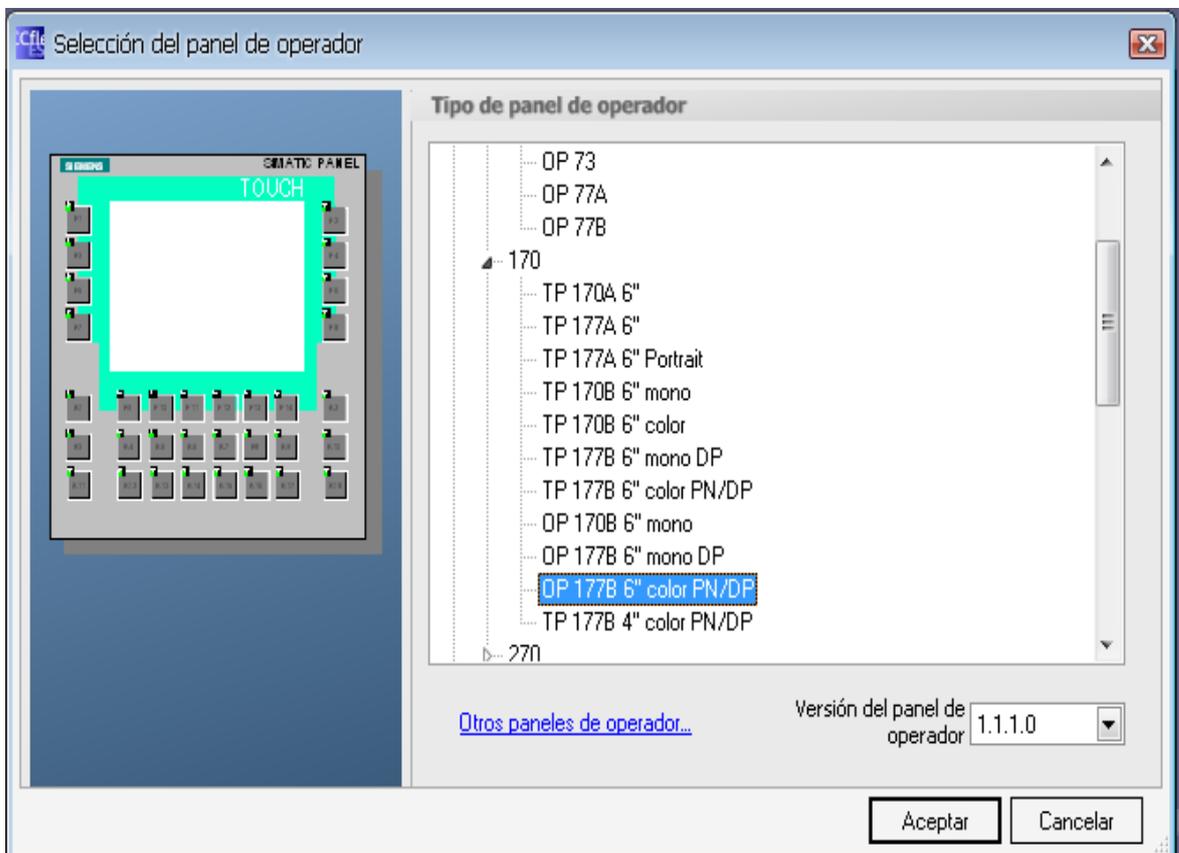
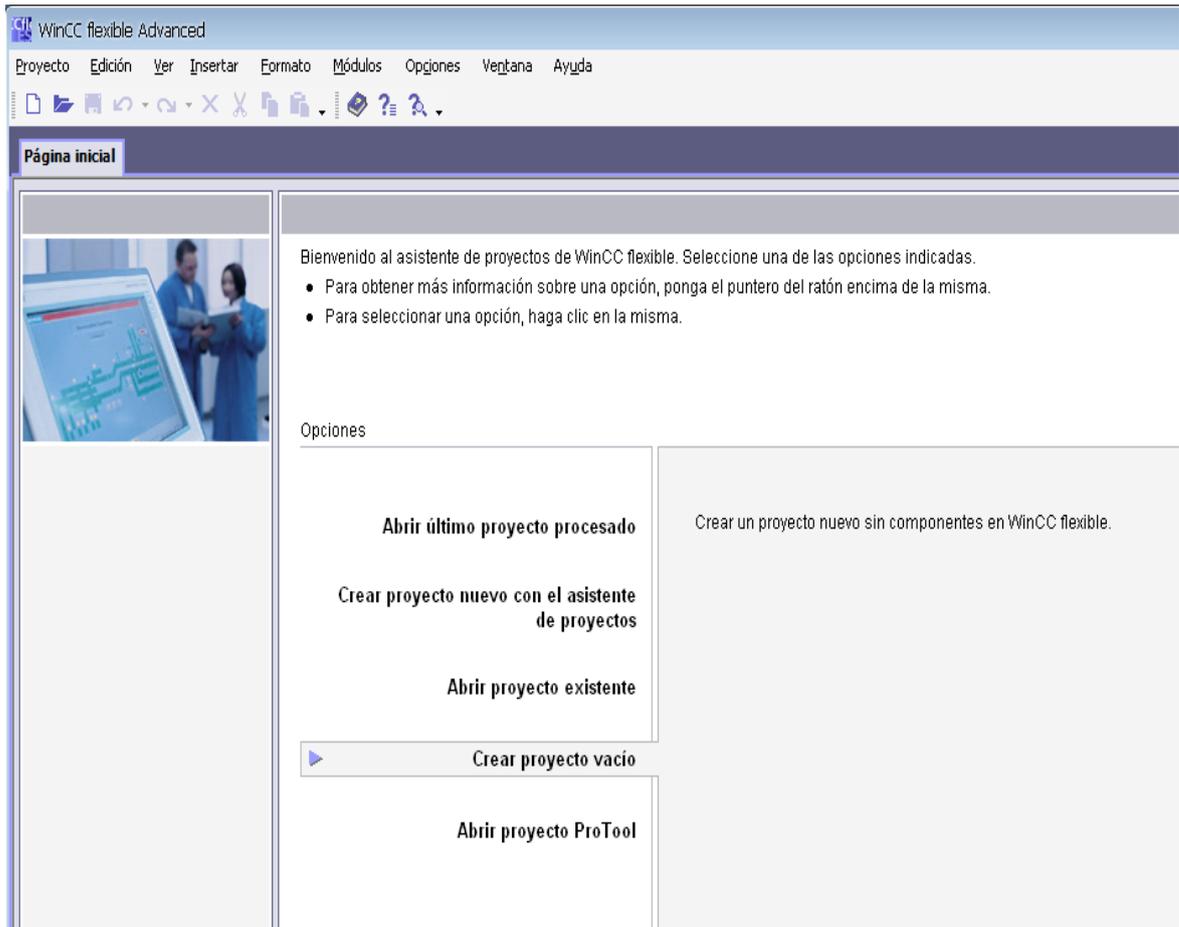
CONCLUSIÓN

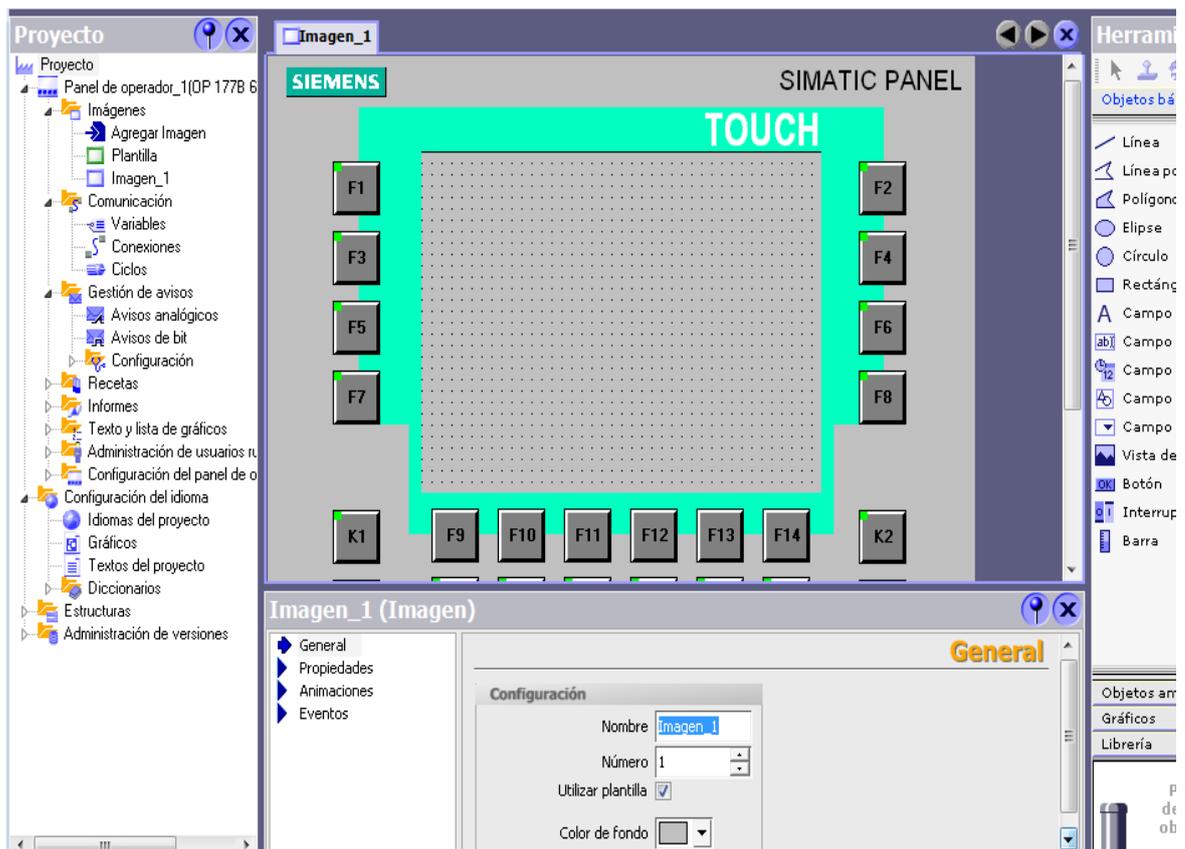
El estudiante debe realizar una programación adecuada y concreta para que el sistema de refrigeración funciones de acuerdo a las especificaciones planteadas por el estudiante.

RECOMENDACIÓN

Se recomienda al estudiante tener conocimientos sobre lenguaje binario, programación, y del sistema de refrigeración.

Dentro de la ventana principal existen varias carpetas que el estudiante puede dar uso de las mismas de acuerdo a los conocimientos adquiridos por el estudiante.





PRÁCTICA 3

TEMA: Comunicación entre PLC - PC, PC - Operador

OBJETIVO

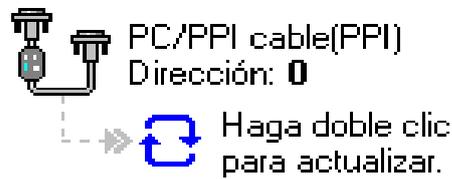
Comunicar entre PLC - PC, PC - Operador

PROCEDIMIENTO

Una vez realizada la programación del PLC y de la pantalla se procede a realizar las comunicaciones:

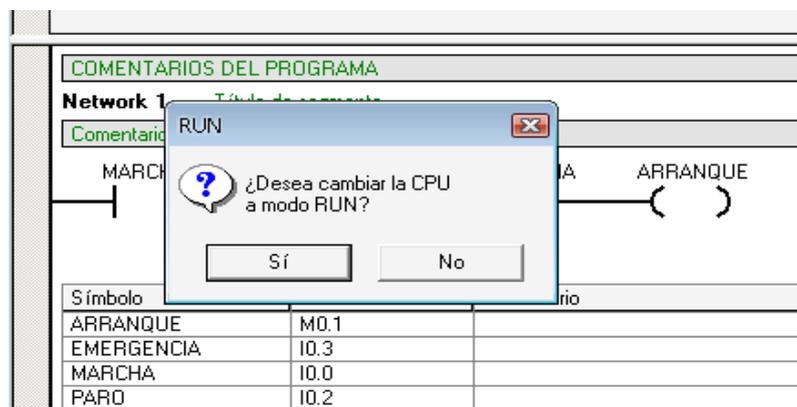
- Luego de concluir con la programación en el Micro Win Step 7, abrimos el programa para ejecutar la comunicación entre PLC la PC, damos clic en el icono ajustar interface.
- Aparecerá una ventana donde encontraremos un listado para la asignación de comunicación, si utilizamos el cable PPI RS485 puesto serial-USB seleccionamos la comunicación PC /PPI cable PPI.
- Clic en propiedades, en esta ventana digitamos en dirección 0, velocidad de transferencia 9.600 kbit/s siendo este rango exacto para que la comunicación se logre, aceptar todo.

- Concluido este paso se retorna a la ventana de inicio.
- Hacemos clic en el icono comunicación donde se presenta una ventana. En la misma observamos la siguiente figura. Doble clic para actualizar. (aquí es donde se va a encontrar la comunicación PLC-PC).



- Una vez realizada la comunicación se debe actualizar los datos, para esto se debe

hacer clic en  (RUN) observamos la siguiente ventana.



- Clic en aceptar. Luego procedemos a ver el estado del programa dando clic en este icono , se observa en la PC como el programa se ejecuta de esta manera se da cuenta si existe alguna anomalía en la programación o si alguna instalación está mal realizada.

CONCLUSIÓN

El estudiante debe estar en capacidad de realizar una programación completa en Micro Win y Win CC Flexible.

RECOMENDACIÓN

Se debe mantener los cables conectados tanto en la PC como en el PLC para observar la ejecución del programa.

3.15 Mantenimiento del módulo de refrigeración

Para el mantenimiento del módulo y de la unidad de refrigeración se debe realizar los siguientes pasos:

- Limpieza del módulo completo.
- Revisión de presiones.
- Verificaciones de las conexiones eléctricas en el módulo.
- Revisión y cuidado constante del sistema mecánico de refrigeración.
- Revisión y limpieza constante de la humedad en la cámara de enfriamiento.
- Limpieza la pantalla táctil y la lámina del teclado del panel operador. Realzarlo con regularidad.
- Inspeccionar periódicamente el PLC.
- Revisión de las instalaciones eléctricas del módulo de automatización.
- Comprobar regularmente el funcionamiento adecuado de los contactos secos del controlador.
- Revisión constante de la RTD.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se analizó el estado técnico del módulo del PLC y HMI con sus diferentes componentes determinándose su correcto funcionamiento; además se identificó el funcionamiento del módulo, las entradas y salidas del PLC así como sus medios de comunicación entre HMI, PC, PLC para poder realizar la aplicación.
- Se seleccionaron: un controlador N450 para realizar un lazo cerrado de control. Una RTD con una señal analógica (física), una unidad de refrigeración con sus diversos instrumentos para que permitan la ejecución de prácticas de laboratorio de forma adecuada.
- Se realizó la instalación del controlador en el cual se identifican las entradas y salidas de señales para el funcionamiento del mismo; la instalación de la RTD se efectuó de forma precisa para que la misma no entregue señal errónea y esta señal no envíe a fallo constante al controlador.
- Se programaron la pantalla táctil, el PLC, y el controlador, se ejecutaron los programas evidenciando la correcta comunicación entre estos aparatos y equipos.
- Se realizaron las pruebas de funcionamiento del módulo de la pantalla táctil y del módulo del sistema de refrigeración los cuales funcionaron de acuerdo a las especificaciones que se impuso en sus respectivos programas, se observó la adaptación del módulo de refrigeración con el módulo del PLC y la pantalla, así los estudiantes tendrá mayor conocimiento sobre la automatización en el campo industrial.

4.2 Recomendaciones

- Revisar detenidamente las entradas y salidas del PLC así como las instalaciones de las lámparas y botoneras para evitar daños en el módulo.
- Identificar muy bien la señal de entrada de fase al módulo de refrigeración con respecto a la alimentación de la línea directa.
- Verificar que el módulo de refrigeración no esté inclinado ni expuesto a movimiento bruscos para evitar fugas de refrigerante.

- Tomar en cuenta las direcciones y parámetros de red para la comunicación entre el PLC y el PC, de igual manera para la comunicación entre el PC y la HMI para una correcta transferencia de datos.
- Identificar claramente el puerto común del relé del controlador ya que estos son contactos secos.
- Verificar la instalación de la RTD en el controlador si el mismo nos indica una lectura de avería, además se debe evitar doblar la RTD.
- Revisar antes de montar los módulos, que las conexiones realizadas por los estudiantes estén bien ejecutadas para evitar accidentes y descargas en los sistemas utilizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.temperatures.com/rtds.html>
- [2] <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Tutorial/TECNO2.pdf>
- [3] http://www.uclm.es/profesorado/rcarcelen_plc/prog.htm
- [4] <http://www.uprm.edu/cti/docs/manuales/manuales-espanol/windows/bosquejos/BRedes.pdf>
- [5] <http://www.danfoss.com/Spain/BusinessAreas/Refrigeration + and + Air + Conditioning/ EducationAndTraining/Basic + Refrigeration.htm>

BIBLIOGRAFÍA.

DANFOSS/ Manual de Presostatos./2005

ERASO Freddy Guillermo/ Manual práctico de refrigeración básica./ San Andrés Tumaco /1997

SIEMENS/ Manual de Microsystem SIMATIC S7-200/ 1999

SIEMENS/ Manual de sismatic HMI Panel Operador WinCC flexible./2006

LINKOGRAFÍA

RTD.

<http://www.temperatures.com/rtds.html>

28/07/2011

<http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Tutorial/TECNO2.pdf>

28/07/2011

Presóstatos.

<http://www.danfoss.com/Spain/BusinessAreas/Refrigeration+and+Air+Conditioning/EducationAndTraining/Basic+Refrigeration.htm>

03/08/2011

Programación del PLC.

http://www.uclm.es/profesorado/rcarcelen_plc/prog.htm

11/08/2011

Redes de comunicación.

<http://www.uprm.edu/cti/docs/manuales/manuales-espanol/windows/bosquejos/BRedes.pdf>

17/08/2011

Controlador.

www.novusautomation.com

17/08/2011

ANEXOS

ANEXO A

CONTROLADOR DE TEMPERATURA N450

El N450 es un digital de temperatura en tamaño 1/6 DIN con salidas para el controlador y alarma. La pantalla de cuatro dígitos se utiliza para la temperatura, así como para la configuración de parámetros. Fácil de configurar, el N450 está diseñado para uso en aplicaciones de calefacción o refrigeración, proporcionando mediciones precisas de la temperatura con una excelente inmunidad a los campos electromagnéticos. Una gran variedad de tipos de sensores disponibles.

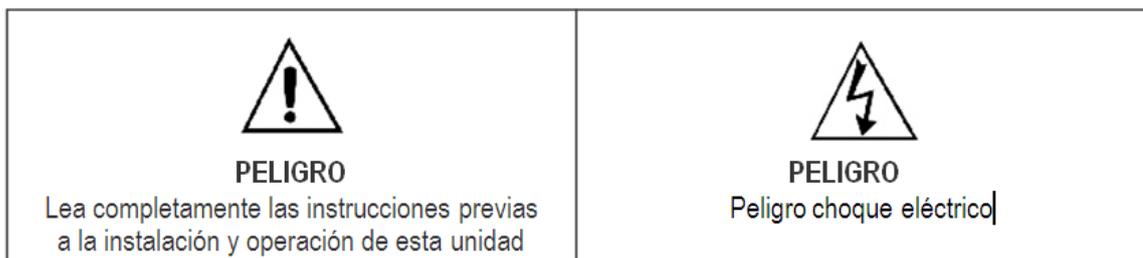
Resumen de seguridad

Los siguientes símbolos se utilizan en el largo de este documento para llamar la atención del usuario a la información de la seguridad operacional.

Precaución o advertencia

Lea las instrucciones completas antes de la instalación y funcionamiento de la unidad

Peligro de descarga eléctrica



Todas las instrucciones relacionadas con la seguridad que aparecen en el manual se deberán observar para garantizar la seguridad personal y para evitar daños en el instrumento o el sistema. Si el instrumento se utiliza de una manera no especificado por el fabricante, la protección proporcionada por el equipo puede ser afectada.

Especificaciones

Encendido 100 a 120V ac / dc (10%), 50/60 Hz. Sobre tensión transitoria $\pm 2kV$

Opcional 24 V ac / cd ± 10

Consumo máximo $< 4 VA$

Entrada La selección de teclado de tipo de entrada (ver tabla 1)

Resolución interna	14bits
Resolución de la pantalla	1200 los niveles de (-1999 a 9999).
Entrada de frecuencia de muestreo	2 por segundo
Precisión	Pt100, V termopares el 0,5% de laso ± 1 °C
Impedancia de entrada	Pt100, V termopares > 10M
Pt100 de medición	estándar (= 0,00385)
Corriente de excitación	0.170mA.3 hilos, compensación de resistencia del cable: la corriente de excitación Todos los tipos de entrada son calibrados en fábrica de acuerdo a la norma IEC-584 para termopares de IEC 751 para Pt100

Salidas: (Salida 1-RR) relés SPDT: 3A/250 V ac
(Salida 1-RR) La lógica de pulso para SSR unidad: 12 V max / 20 mA
(Alarma 1) Relés SPST: 3A/250Vac

Condiciones ambientales -10 a + 50 °C

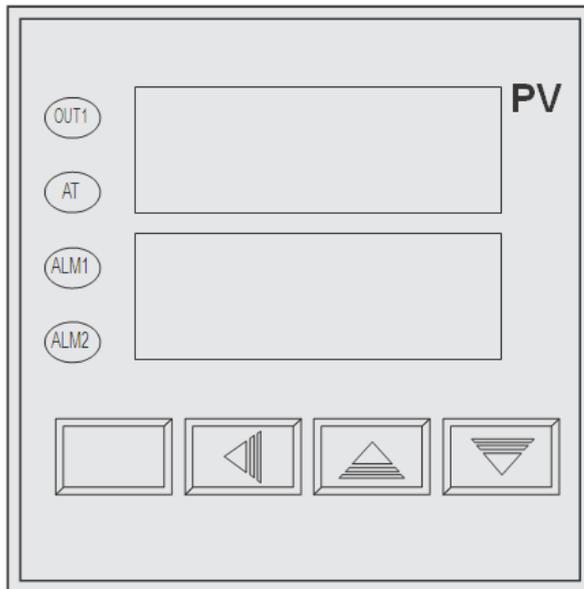
Humedad relativa (máxima): 80% hasta 30 °C para temperaturas superiores a 30 °C disminuye un 3% por °C de instalación de categoría II. Grado de contaminación 2. Altitud < 2000 m.

EMC	EN61326-1: 1997 y EN 61326-1/A1: 1998
Seguridad	EN61010-1: 1993 y EN61010-1/A2: 1995
Dimensiones	48x48x110 mm (1/16DIN).Peso aproximado: 150 g
Panel cortar/fuera	0,45 x45 mm (0,5 a 0,0 mm)
Terminal de conexión	10 tornillos de la aceptación de 6,3 mm terminales de tenedor

Ciclo programable propio de 0.0 seg a 100 seg

La puesta en marcha 7,5 encendido

PANEL DE FUNCIONES



PV	Medición de valor/valor de pantalla
SV	Valor de ajuste/valor de pantalla
OUT1	Salida indicador 1
AT	P.I.D. indicador auto calculador
ALM1	Indicador alarma 1
ALM2	Indicador alarma 2
	Aumentar clave
	Disminuye clave
	Cambiar clave
P	Configuración y modo de clave

Instalación

El controlador debe ser instalado en un panel de corte como estaba previsto. En primer lugar, retire la abrazadera de montaje e insertar el controlador en el panel de cortar. El lugar. Coloque la unidad en la corte del panel y deslice las abrazaderas de montaje de la parte trasera para un agarre firme en el panel.

El circuito interno puede ser totalmente eliminado de la vivienda sin necesidad de desconectar ningún cable.

Conexiones Eléctricas

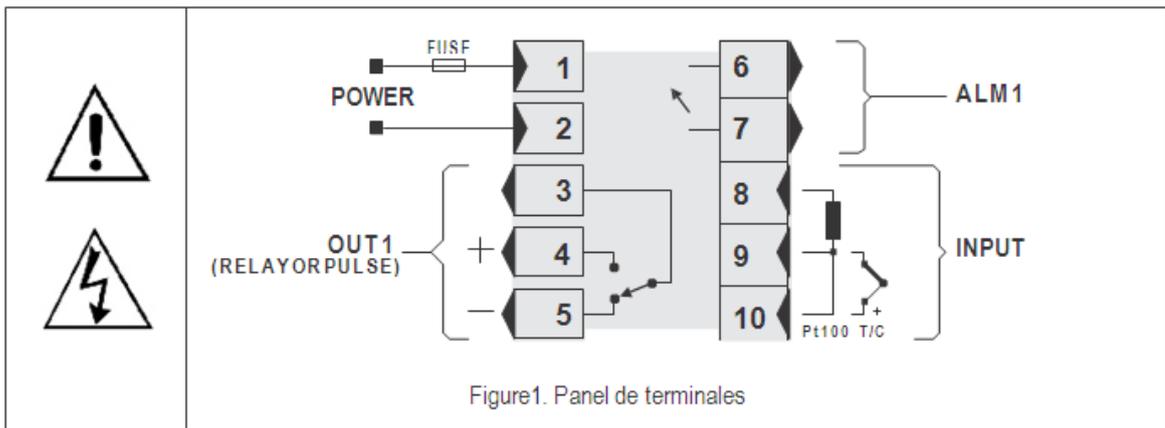
Las conexiones eléctricas se realizan a los terminales de tornillo en la parte trasera del controlador. Ellos aceptan tamaños de cable de 0.5to 1.5mm² (16 a 22AWG). Los terminales deben apretarse con un par de 0,4 Nm (3,5 lb)

La instalación debe incluir un poder aislar el interruptor o circuito, un interruptor que desconecta a los conductores de corriente. El dispositivo debe estar instalado cerca del controlador, a poca distancia del operador y marcado como dispositivo de desconexión para el instrumento

La figura 1 muestra los terminales eléctricos del controlador.

Nota:

Pt100 están conectadas a los terminales 8,9 y.10. Para la compensación de la resistencia del cable, los cables sólo con la resistencia del cable eléctrico de igualdad deben ser utilizados De 2 hilos Pt100, terminales de corto circuito de 9 y 10



Inicio de procedimiento

FUNCIONAMIENTO BÁSICO

Este instrumento dispone de tres modos: Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3. Sólo se puede cambiar durante la configuración del sistema y el cambio de parámetros. La operación de cambio de modo está en la lista a continuación de acuerdo con la LCK seleccionado en el establecimiento de parámetros.

1. Prensas **P** una vez para entrar en el nivel 1 el modo;
2. Mantenga pulsado **P** por más de 2,5 segundos para entrar o salir del modo de Nivel 2;
3. Mantenga pulsado **P** y **◀** llaves de más de 2,5 segundos para entrar o salir del modo de Nivel 3.

Este instrumento tiene una pantalla de auto-recuperación, pues cambiará automáticamente al modo de la pantalla principal cuando la configuración de pantalla es inactiva durante unos 20 segundos. (Excepto para el nivel 3).

Al cambiar los parámetros, pulse  o  para cambiar el valor, mientras que la cifra SV parpadea. Presione  tecla para cambiar el dígito. Después de cambiar, pulse  para validar el nuevo valor (el valor original se mantendrá si la tecla  no se presiona después de cambiar cualquier parámetro).

Parámetros de los datos de bloqueo LCK:

- 1.-Cuando LCK = 0000, todos los parámetros en todos los niveles se puede acceder y modificar.
- 2.-Cuando LCK = 0001, los parámetros de Nivel 1 y Nivel 2 se puede cambiar, pero el operador no puede entrar en el nivel 3 modos.
- 3.-Cuando LCK = 0002, los parámetros en el nivel 1 se puede cambiar, y el operador puede entrar LEVEL2, sin embargo, sus parámetros no se puede cambiar. El valor de ICK se puede cambiar.

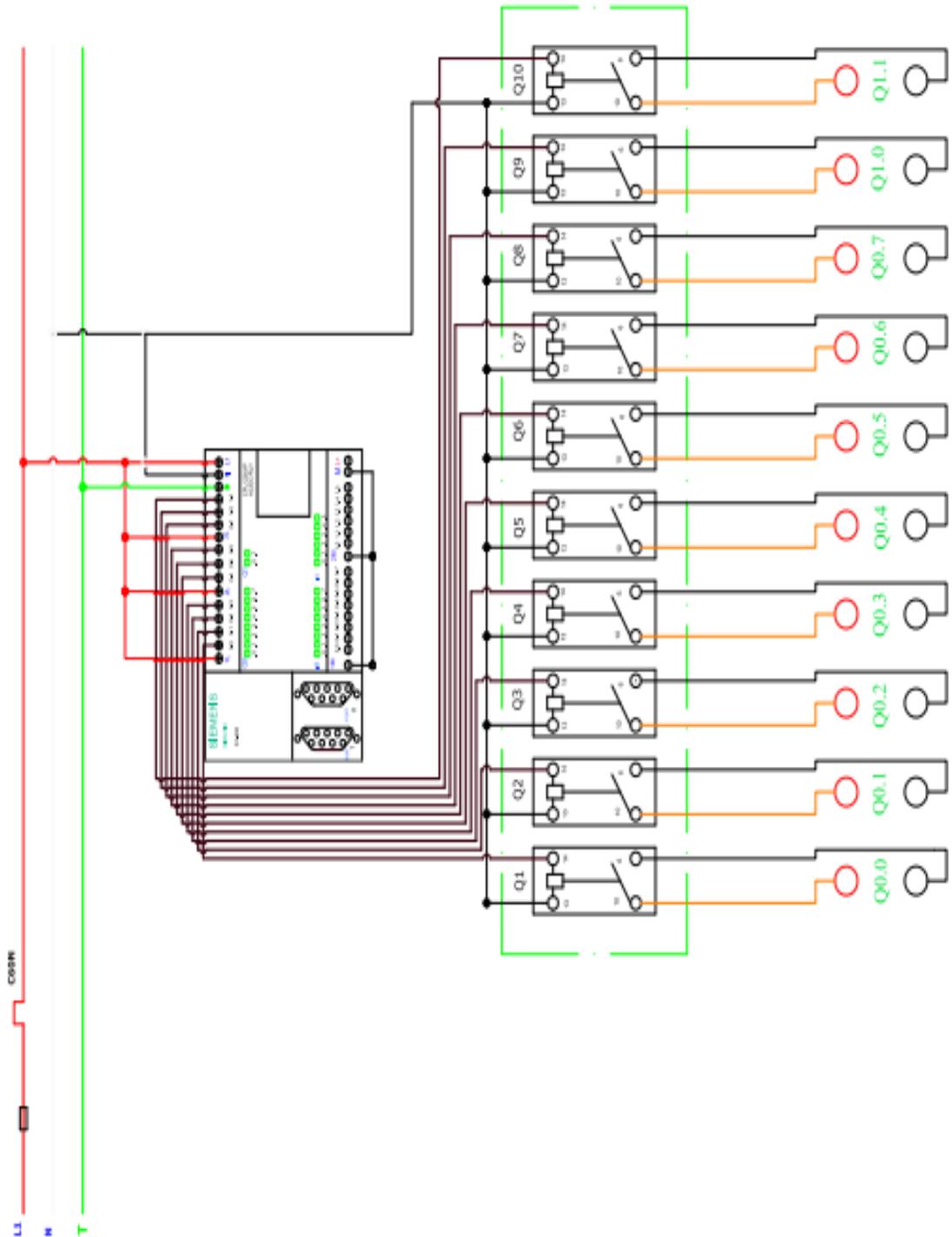
- Nota:**
- 1.-Leer el contenido de abajo cuidadosamente antes de utilizar el instrumento o durante el cambio de parámetros.
 - 2.-El instrumento no se mostrará un determinado parámetro y el valor, si la función correspondiente no está disponible.

Nivel 1 procedimiento. (ajuste principal)

Pantalla Principal	Temperatura medido por el sensor (entrada)
	Temperatura de punto de ajuste SP asociada a la salida 1
DU 1	Ajuste para la alarma 1. Disparo del punto de la alarma 2.
AL 1	Ajuste para la alarma 2. Disparo del punto de la alarma 2. Esta alarma no está disponible para este modelo
AL 2 AF	Auto ajuste activa el PID y los parámetros del auto ajuste. 0: el auto ajuste está apagado 1: SV auto ajuste 2: 90% SP auto ajuste

ANEXO B

ESQUEMA DE CONEXIONES DE SALIDAS DEL PLC S7 200



ANEXO C

DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS EN EL MÓDULO

