

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL
INDUSTRIAL EN LabVIEW POR MEDIO DE FIELDPOINT Y
COMUNICACIÓN TELEFÓNICA CON PC-ANYWHERE EN PLANTAS CON
CÁMARAS DE FRÍO**

**RAFAEL ANDRES PALACIOS VASQUEZ
FEDERICO JOSE MEJIA RODRIGUEZ**

**BUCARAMANGA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA
2006**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL
INDUSTRIAL EN LabVIEW POR MEDIO DE FIELDPOINT Y
COMUNICACIÓN TELEFÓNICA CON PC-ANYWHERE EN PLANTAS CON
CÁMARAS DE FRÍO**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO
PARA OPTAR AL TITULO INGENIERO MECATRONICO
DIRECTOR: INGENIERO CARLOS PATIÑO**

**RAFAEL ANDRES PALACIOS VASQUEZ
FEDERICO JOSE MEJIA RODRIGUEZ**

**BUCARAMANGA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA
2006**

NOTA DE ACEPTACION

PRESIDENTE DE JURADO

JURADO

JURADO

**A DIOS POR ILUMINARNOS A LA HORA DE
CONCLUIR NUESTRO PROYECTO DE GRADO
Y ESTAR SIEMPRE CON NOSTROS**

**A NUESTRA FAMILIA POR APOYARNOS
EN NUESTRA FORMACION COMO
INGENIEROS MECATRONICOS**

**POR RAFAEL ANDRES PALACIOS VASQUEZ
FEDERICO JOSE MEJIA RODRIGUEZ**

CONTENIDO

	Pág.
1. OBJETIVOS	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. ANTECEDENTES	3
4. ESTADO DEL ARTE	4
5. MARCO TEÓRICO	5
5.1. GENERALIDADES	5
5.1.1 INMÓTICA	5
5.1.2 AHORRO DE ENERGIA	5
5.1.3 SEGURIDAD	6
5.1.4 AUTOMATIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALES	7
5.1.5 ACTUADORES	7
5.1.6 SENSORES PARA TOMA DE DATOS	8
5.1.7 TRANSDUCTORES	9
5.1.8 SCADA	10
5.1.9 LabVIEW	13
5.1.9.1 PRINCIPALES USOS	13
5.1.9.2 PRINCIPALES CARACTERISTICAS	13
5.1.9.3 PROGRAMA EN LabVIEW	15
5.1.9.4 OTRAS ALTERNATIVAS	15
5.1.10 FIELDPOINT	16
5.1.11 PC-ANYWHERE	16
5.1.11.1 FUNCIONES IMPORTANTES	17
5.1.11.1.1 CONFIGURACION DE HOST Y REMOTE	17
5.1.11.1.1.1 HOSTS	18
5.1.11.1.1.2 REMOTES	18
5.2. REFRIGERACION	19
5.2.1 COMPRESORES	19
5.2.1.1 VELOCIDAD DEL COMPRESOR	20

5.2.1.2	FUNCIONAMIENTO BÁSICO	20
5.2.1.3	VÁLVULAS DEL COMPRESOR	21
5.2.1.4	DESPLAZAMIENTO DEL COMPRESOR	21
5.2.1.5	CARGA DE AIRE SECO	21
5.2.1.6	ENFRIAMIENTO DEL COMPRESOR	22
5.2.1.7	CAPACIDAD DEL COMPRESOR	22
5.2.2	PRESIÓN	22
5.2.3	AISLANTES TÉRMICOS	23
5.2.3.1	TEORÍA GENERAL DEL FENÓMENO DEL CAMBIO DE CALOR	24
5.2.3.2	MATERIALES AISLANTES	25
5.2.3.2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	26
5.2.3.3	CLASIFICACIÓN DE LOS AISLANTES	26
5.2.3.3.1	ESPUMA DE POLIURETANO	27
5.2.4	CICLO DE REFRIGERACIÓN	27
5.2.5	PRESIONES Y TEMPERATURAS	27
5.2.5.1	PRESIONES Y TEMPERATURAS DE CONDENSACIÓN PARA EL R-12	28
5.2.6	COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	29
5.2.6.1	SISTEMA DE COMPRESIÓN MECÁNICA	29
5.2.6.2	CONDENSADORES REFRIGERADOS CON AIRE POR VENTILADOR	29
5.2.6.3	EVAPORADOR DE TUBO Y ALETAS CON AIRE FORZADO	30
5.2.6.4	TUBO CAPILAR	30
5.2.6.5	PRESOSTATOS	30
5.2.6.6	TERMOSTATOS	31
5.2.7	REFRIGERANTES	31
5.2.7.1	PROPIEDADES DE LOS REFRIGERANTES	31
5.2.7.2	REFRIGERANTE R-12	32
5.2.8	SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN AUTOMÁTICA	32

5.3	DISEÑO DEL SISTEMA	37
5.3.1	SISTEMA DE REFRIGERACION	37
5.3.1.1	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	37
5.3.1.2	COMPRESOR	37
5.3.1.3	CONDENSADOR	38
5.3.1.4	EVAPORADOR	38
5.3.1.5	GAS	39
5.3.1.6	CAMARA DE FRIO	39
5.3.1.7	MATERIAL AISLANTE	39
5.3.1.8	COMPUERTA	39
5.3.2	SENSORES	40
5.3.2.1	TERMOCUPLA	40
5.3.2.2	SENSOR DE PRESENCIA MAGNÉTICA	41
5.3.2.3	SENSOR DE PRESION	41
5.3.3	RELES	42
5.3.4	CONTROL	43
5.3.5	SOFTWARE	44
5.3.5.1	PANTALLA "PRINCIPAL"	44
5.3.5.2	PANTALLA "ESTADO DE LAS CÁMARAS"	45
5.3.5.3	PANTALLA "ESTADO DE COMPRESORES"	46
5.3.5.4	PANTALLA "ESTADO DE LAS COMPUERTAS"	46
5.3.5.5	PANTALLA "VISTA SUPERIOR PLANTA"	47
5.3.5.6	PANTALLA "HISTORIAL"	48
5.3.5.7	PANTALLA "ARCHIVO DIARIO"	49
5.3.5.8	PANTALLA "CARGAS"	49
5.3.6	PRUEBAS EXPERIMENTALES	50
5.3.6.1	SISTEMA EN ESTADO NATURAL	50
5.3.6.2	CONTROL POR TEMERATURAS	51
5.3.6.2.1	CONTROL POR TEMPERATURAS SIN CARGA	51

de aspiración del evaporador menos frío, combinado con termostato y presostato regulado por el evaporador más frío	35
Figura 14: Sistema de instalación múltiple de dos temperaturas con válvulas de expansión termostáticas y válvula automática de acción instantánea (de presión constante o reguladora de temperatura) en la línea de aspiración del evaporador menos frío, con presostato controlado del evaporador más frío	36
Figura 15: Sistema de tubo capilar	36
Figura 16: Sistema de aire forzado, con válvulas de expansión termostática, presostato y termostato de ambiente	36
Figura 17: Sistema de refrigeración usado en el prototipo	37
Figura 18: Unidad de frío en el prototipo (Compresor)	38
Figura 19: Unidad condensadora en el prototipo	38
Figura 20: Unidad de evaporación en el prototipo	38
Figura 21: Cámara de frío aisladas usada en el prototipo	39
Figura 22: Material aislante que recubre la cámara de frío	39
Figura 23: Compuerta de la cámara de frío	40
Figura 24: Funcionamiento de una termocupla	40
Figura 25: Activación del sensor de presencia magnética	41
Figura 26: Transductor de presión	41
Figura 27: Galga extensométrica	42
Figura 28: Esquema eléctrico del relevo	42
Figura 29: Lazo de control del sistema	43
Figura 30: PANTALLA PRINCIPAL del software	44
Figura 31: Pantalla "ESTADO CÁMARAS"	45
Figura 32: Pantalla "ESTADO COMPRESORES"	46
Figura 33: Pantalla "ESTADO COMPUERTAS"	46
Figura 34: Pantalla "PLANTA VISTA SUPERIOR"	47
Figura 35: Pantalla "HISTORIAL"	48
Figura 36: pantalla "ARCHIVO DIARIO"	49
Figura 37: Pantalla "CARGAS"	50

Figura 38: Temperatura del sistema en estado natural	50
Figura 39: Presión del sistema en estado natural	51
Figura 40: Temperatura Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c sin carga	51
Figura 41: Presión Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c sin carga	52
Figura 42: Conmutaciones del compresor con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c sin carga	52
Figura 43: Temperatura Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 90 vatios	53
Figura 44: Presión Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 90 vatios	53
Figura 45: Conmutaciones del compresor con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 90 vatios	54
Figura 46: Temperatura Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 130 vatios	54
Figura 47: Presión Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 130 vatios	55
Figura 48: Conmutaciones del compresor con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 130 vatios	55
Figura 49: Presión Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi sin carga	56
Figura 50: Temperatura Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi sin carga	57
Figura 51: Conmutaciones del compresor con control de presión y set points de 44 a 55 psi sin carga	57
Figura 52: Presión Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 90 vatios	58
Figura 53: Temperatura Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 90 vatios	58

Figura 54: Conmutaciones del compresor con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 90 vatios	59
Figura 55: Presión Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 130 vatios	59
Figura 56: Temperatura Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 130 vatios	60
Figura 57: Conmutaciones del compresor con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 130 vatios	60
Figura 58: Diagrama del sistema	62
Figura 59: Diseño Mecatrónico	63
Figura 60: Control de cámaras y monitoreo de tiempos en la pantalla principal	71
Figura 61: Monitoreo de las temperaturas en las cámaras de frío, alarmas y control de setpoints en la pantalla principal	72
Figura 62: Monitoreo del estado y el tiempo de los compresores y compuertas en la pantalla principal	73
Figura 63: Monitoreo de la fecha y botón "SALIR" para abandonar el programa en la pantalla principal	73
Figura 64: Monitoreo en forma gráfica del estado y el tiempo de las cámaras	74
Figura 65: Monitoreo en forma gráfica del estado y el tiempo de los compresores	75
Figura 66: Monitoreo en forma gráfica del estado y el tiempo de las compuertas	75
Figura 67: Descripción completa de la pantalla "PLANTA VISTA SUPERIOR"	76
Figura 68: Pantalla "DATOS ADQUIRIDOS"	77
Figura 69: Descripción completa de la pantalla "HISTORIAL" y sub-pestaña "CÁMARAS"	78
Figura 70: Buscar el archivo donde se encuentran los datos de el historial de las cámaras	78

Figura 71: Cuadro de dialogo donde se buscan los datos de el historial de las cámaras	79
Figura 72: Cuadro de datos de las cámaras	79
Figura 73: Descripción completa de la sub-pestaña "COMPRESORES"	80
Figura 74: Buscar el archivo donde se encuentran los datos de el historial de Los compresores	81
Figura 75: Cuadro de dialogo donde se buscan los datos de el historial de los compresores	81
Figura 76: Cuadro de datos de los compresores	82
Figura 77: Descripción completa de la sub-pestaña "COMPUERTAS"	82
Figura 78: Buscar el archivo donde se encuentran los datos de el historial de las compuertas	83
Figura 79: Cuadro de dialogo donde se buscan los datos de el historial de las compuertas	83
Figura 80: Cuadro de datos de las compuertas	84
Figura 81: Pantalla "Archivo diario" (Fechas, datos y botón guardar)	84
Figura 82: Pantalla "Archivo diario" (Cuadro de datos y botón buscar)	86
Figura 83: Cuadro de dialogo donde se busca el dato de consumo de energía de la planta	86
Figura 84: Cuadro de datos del consumo de energía de la planta	87
Figura 85: pantalla "CARGAS"	87

1 OBJETIVOS

- Desarrollar y construir un sistema de monitoreo y control industrial en LabVIEW a propósito de disminuir el consumo total de energía en plantas con cámaras de frío.
- Implementar el modulo FIELPOINT para efectuar la adquisición de datos de las lecturas de los sensores.
- Implementar el envío de los datos controlados vía telefónica usando el PC-ANYWHERE, para que pueda ser monitoreado y controlado desde cualquier lugar con acceso telefónico.

2 JUSTIFICACIÓN

Las industrias están asumiendo costos muy elevados en la energía que utilizan en sus procesos, para lo cual se implementa un sistema de monitoreo y control, que, por medio de sensórica; establezca los tiempos de encendido de máquinas y se controlen las temperaturas de los diferentes centros de consumo, con el fin de disminuir el gasto total de energía.

Se decidió realizar un sistema scada con la ayuda del software LABVIEW que se constituye en una herramienta muy eficaz para este proyecto, dado que es muy sencillo de programar y es muy interactivo. Aquí el software tomará decisiones de acuerdo a las lecturas de los sensores y pondrá en acción los actuadores.

Para crear un ambiente cómodo en la instalación de los equipos (sensores, cables de transmisión de datos), se implementa un modulo de llamado FIELDPOINT, que es muy conveniente y confiable y que llevará las señales hacia la estación principal de monitoreo.

A efecto de hacer el proceso de monitoreo mas versátil se implementa un sistema de control de datos que permite acceso a esta información desde cualquier dispositivo con conexión telefónica.

En cuanto al análisis de datos se pensó en realizar un sistema que realiza la toma de datos necesaria y las arroja en forma de gráficas, esto hace que la persona encargada, pueda analizarlas fácilmente; además efectúa el control de encendido de equipos de acuerdo con los datos tomados al momento del monitoreo.

3 ANTECEDENTES

Mediante una serie de investigaciones a varias empresas donde trabajan almacenando productos perecederos en cuartos fríos se encontró que ninguna poseía un programa o un sistema de monitoreo y control debidamente automatizado y que sería muy interesante realizar algunos procesos tendientes a mejorar algunos factores importantes como el ahorro de energía. Gracias a la investigación se pudo concluir que algunas acciones realizadas en dichas empresas no eran benéficas y otras sobran, también al analizar los recibos de consumo de energía sobresalieron algunas discrepancias con respecto a la producción que realizaban. Con la automatización de algunos procesos se espera un gran ahorro de energía y por lo tanto de dinero, lo cual justifica este proyecto. La automatización consiste en controlar y monitorear la aperturas de las puertas de las cámaras de frío, también encendido y apagado de los compresores que suministran el aire frío para dichas cámaras, además por medio de unas tablas, bases de datos y graficas se lleva un monitoreo detallado en cualquier momento, de el estado de puertas de los cuartos, temperaturas y estado de los compresores.

La idea principal es llevar a cabo este proceso con un software hecho en LabVIEW, acompañado de un modulo de adquisición de datos llamado FIELDPOINT, en razón a que es una forma menos difícil de automatizar, fácil de programar, sencilla para el operario de utilizar y fácil de instalar.

También se llevará a cabo una interconexión de red telefónica, que por medio del PC-ANYWHERE podrá acceder al sistema con el fin de monitorear y controlar el sistema desde cualquier lugar del mundo con acceso telefónico.

4 ESTADO DEL ARTE

Los sistemas de monitoreo y control son una etapa fundamental en las industrias hoy en día, a nivel mundial, en algunos países la mayoría de las industrias están automatizadas, pero si se habla del ahorro de energía en la industria son muy bajos los sistemas que controlan esta acción. En Colombia existe una empresa llamada M&C que realiza el monitoreo y control de procesos industriales y entre uno de esos esta el ahorro de energía, pero al mirar detenidamente la forma como lo realizan se puede decir que este se realiza por medio de sensores que son enviados a ciertos circuitos donde su principal componente es el microcontrolador, para enviar las señales a un computador tiene que pasar por 3 o 4 módulos; El control de los procesos no se realiza de forma automática sino que el software le indica a un operador que acciones debe realizar con respecto a los datos que ha capturado en la etapa del monitoreo. La forma como se realiza el envío de las señales de los sensores y los equipos en los que se trabajan es por medio de cables.

Con respecto a la descripción que se hizo anteriormente se quisieron implementar algunos cambios en todas las etapas del monitoreo y control, diseñar un software en LABVIEW como el elemento principal en las acciones de control automático, implementar el modulo FIELDPOINT como elemento de adquisición de datos y crear una red que va a servir para analizar los mismos desde cualquier parte con conexión telefónica.

5 MARCO TEÓRICO

5.1 GENERALIDADES

5.1.1 INMÓTICA

En las oficinas, salas de reuniones, presentaciones o conferencias la automatización juega un papel muy importante, puesto que a las ventajas mencionadas: confort, seguridad, ahorro de energía, etc., se suma la buena impresión que se logra, que es de vital importancia para las empresas pues de mas está decir que una buena imagen es sinónimo de confianza y esto significa buenos negocios.

Las salas inteligentes no sólo permiten presentar un nuevo producto, dar una conferencia, tener una reunión de negocios, etc, con agilidad y eficiencia, sino que pueden mostrar al mismo tiempo una empresa con tecnología de punta, comprometida con su crecimiento.

Las industrias se suman a las locaciones mencionadas anteriormente, ya que aquí es donde verdaderamente se puede ver la calidad de los procesos de todas aquellas cosas que se encuentran en nuestra sociedad de consumo, por esta razón es muy importante el hecho de aplicar tecnología y automatización a las industrias.

5.1.2 AHORRO DE ENERGIA

Apagar todo el equipo de la empresa en periodos que no se ocupan, ayuda al usuario a calendarizar el desempeño del equipo desde un solo lugar; Los controladores tienen la capacidad de ajustarse automáticamente a los valores predeterminados en horas que no se estén ocupados.

En un edificio el flujo de gente que labora en el día es elevado en comparación con un hogar; por esta razón es muy importante controlar el consumo de

energía, si bien en un hogar es importante esta característica, en una empresa es mas relevante dicha importancia.

En los edificios corporativos y empresariales muchas veces se incluyen áreas de producción, en estas áreas se pueden presentar factores físicos como la humedad y la temperatura entre otras, que varían según la actividad que desempeñe la empresa. Para esto se usan controladores inteligentes los cuales permiten ajustar y monitorear los niveles de humedad y temperatura del establecimiento, también se monitorea el consumo de electricidad apagando el equipo seleccionado en horas pico para reducir la demanda de cargas y reiniciando el equipo en intervalos específicos de tiempos en caso de una falla en la energía.

5.1.3 SEGURIDAD

Un sistema de seguridad es muy importante a la hora de automatizar una industria ya que con este se puede estar controlando cada etapa del proceso de producción, también es destacable cuando se habla del ahorro de energía ya que este nos aporta cierto grado de tranquilidad por que siempre va a haber un monitoreo computarizado constante de nuestros procesos.

Estas son algunas características que se pueden encontrar en un sistema de seguridad :

- Monitorea el equipo del establecimiento y despliega mensajes de alarma siempre que un equipo falle ó las temperaturas controladas se salgan de rango. También puede llamar telefónicamente a alguien del personal automáticamente.
- Registra la información de la temperatura y el equipo para referencia ó para preguntas.
- Registra el tiempo que el equipo corre y genera reportes de mantenimiento.
- Maneja también seguridad y accesos controlados realizando reportes de las personas que entran incluyendo los horarios.

- El sistema de seguridad anti-intrusión debe ser mas efectivo ya que se manejan intereses empresariales, se resguardan de robos, espionaje de la competencia o de los mismos empleados.

5.1.4 AUTOMATIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALES

La automatización de los procesos ha revolucionado completamente los perfiles de los profesionales, determinando nuevas áreas dentro del desarrollo de proyectos en la industria a través de la regulación automática de rutinas de producción.

Estas son algunas características sobresalientes a la hora de querer automatizar procesos industriales:

- Diseñar e implementar sistemas de controles industriales automatizados.
- Establecer el vínculo existente entre las más avanzadas teorías de control moderno y los procesos utilizados en la práctica industrial.
- Aplicar tecnologías en Automatización Industrial destinadas a la solución de problemas de empresas o instituciones.
- Utilizar las estrategias de identificación y modelado de sistemas que puedan ser controlados en la industria.
- Utilizar equipos manipuladores como herramienta prioritaria en la automatización de los procesos.
- Dar asesoría y apoyo técnico a la Industria Nacional.

En este proyecto la automatización de procesos se constituye en la idea fundamental y consiste en dar una solución alternativa para nuestro caso.

5.1.5 ACTUADORES

Los sensores permiten una comunicación con el exterior informando en que estado se encuentra; en un proceso industrial están constantemente enviado información al sistema de adquisición de datos, el sistema procesa esta

información y de acuerdo a ella toma una decisión, esta decisión afectará al proceso controlado y éste cambio hará que el sensor registre una nueva magnitud, volviendo a repetirse un ciclo.

Los actuadores son la parte del ciclo, que como lo dice su nombre, actúan sobre el sistema, sin embargo, la forma en que trabajan va de acuerdo a una orden que emite el elemento de control, en algunos sistemas esta señal llega directamente al actuador, en otras la cantidad de energía que se usa para emitir la orden no es lo suficientemente alta como para trabajar directamente sobre el actuador, así que existe una etapa de pre-accionamiento que amplifica esta señal a magnitudes apropiadas.

5.1.6 SENSORES PARA TOMA DE DATOS

Los sensores juegan un papel importante en la adquisición de datos para este tipo de sistemas, estos dispositivos tienen la capacidad de leer magnitudes físicas tales como presión, temperatura, velocidad angular, lineal, caudal de un fluido, nivel de un fluido en un tanque, entre otras. Proporcionan una medida de las magnitudes físicas a observar, estas magnitudes son convertidas a señales de voltaje (generalmente en milivoltios), movimientos mecánicos, o corrientes eléctricas con una relación proporcional entre las dos; y son leídas y enviadas al sistema de monitoreo a través de los transmisores, los transmisores son elementos que tienen un tiempo de respuesta mucho más rápido que los sensores y el proceso a observar, lo que en términos de control se puede considerar como una ganancia.

Los sensores son utilizados en procesos de control para establecer un lazo cerrado, esto es; cuando se quiere comparar a la variable controlada con un valor de referencia fijo preestablecido, la diferencia entre las dos se conoce como el error, y de acuerdo a él el sistema de control procede a realizar los ajustes necesarios, estos ajustes son leídos por el sensor y se realiza de nuevo

una señal física (mecánica, térmica, magnética, eléctrica, óptica y molecular) en otra que es medible (voltaje, corriente, presión). El otro tipo, lo comprenden los transductores que realizan o ejecutan una acción sobre un sistema, en este caso transforman una señal física (voltaje, corriente, presión) en una acción (mecánica, como desplazamiento o rotación).

Cotidianamente los transductores que captan la información del ambiente se llaman sensores, y los transductores que ejecutan una acción sobre el ambiente se llaman actuadores (motores, pistones, etc.).

La función principal de los sensores es evaluar las condiciones de trabajo en un proceso. Se utiliza para traducir un fenómeno físico en una señal manejable para poder tomar decisiones.

Para poder seleccionar los sensores se deben tener en cuenta las siguientes condiciones

- Tipo de variable a medir.
- Características intrínsecas del sensor.
- Costo.
- Tamaño.
- Condiciones de trabajo.
- Soporte técnico.

5.1.8 SCADA

Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, control y adquisición de datos de supervisión) están dentro de este tipo de elementos de control, proporcionando no sólo control y supervisión de un gran número de procesos, los cuales pueden estar a grandes distancias entre sí, sino que también presentan información relacionada de forma amigable, tal que un usuario la pueda entender.

Los primeros sistemas SCADA fueron sistemas que se modificaban según su propósito, los fabricantes atendían las peticiones de los compradores que requerían de un sistema de control para su industria, de acuerdo a estas pautas, modificaban un SCADA antiguo y le agregaban los nuevos requerimientos, en algunos casos omitían funciones que no se requerían y vendía el nuevo producto al fabricante. Estos eran sistemas que generaban reportes periódicos a partir de señales que representaban medidas y condiciones de estado, muchas de estas provenientes de lugares remotos, el monitoreo y control eran muy simples, la muestra de los datos se daba con contadores y lámparas, tiempo después los computadores se encargaron de recolectar los datos, y también de presentarlos sobre una pantalla, realizando actualmente, funciones de control mucho más complejas.

Los actuales proveedores de sistemas SCADA crean diferentes módulos, para procesos específicos, se puede encontrar entonces, módulos para procesamiento de papel y celulosa, industria de aceite y gas, hidroeléctricas, plantas de agua, control de fluidos, etc. Además estos sistemas tienen la capacidad de integrarse a la parte gerencial del proceso, proveyendo información que es necesaria a la hora de tomar decisiones económicas cotidianas,

Dada esta última tendencia es imperativa la creación de sistemas de control precios y confiables, para esto se usan sistemas redundantes, en los cuales se toma un controlador SCADA en paralelo al sistema de control primario, y también un sistema de reserva del mismo situado en un lugar distinto al del proceso. Esta arquitectura proporciona la transferencia automática de la responsabilidad del control de cualquier ordenador, en caso de que uno falle, y evita una interrupción significativa de las operaciones.

Los sistemas SCADA agrupan puntos de un proceso, los cuales proporcionan información tanto analógica como digital o de estado (por ejemplo, abierto o

cerrado). A su vez pueden enviar datos y controlar el secuenciamiento de las operaciones, aplicando las reglas de funcionamiento que el proceso requiere.

Un SCADA esta compuesto por una estación principal (llamada Estación Principal, Master Terminal o MTU); una o varias estaciones recolectoras de datos de campo llamadas Remote Terminals Units o RTU y el software apropiado para el proceso, el cual es usado para monitorear y controlar remotamente los dispositivos de campo. Los sistemas SCADA ofrecen elementos de control a lazo abierto y lazo cerrado, cubren áreas geográficas grandes, comunicándose entre dispositivos por una LAN (Local Area Network o Red de área local). El control puede ser automático o realizado a través de comandos por un usuario, la adquisición de datos es realizada por el RTU, los cuales exploran los elementos conectados a ellos (sensores de temperatura, presión, nivel, etc.) en intervalos muy cortos, la MTU explora los RTU a una velocidad menor, los datos entonces serán recibidos e interpretados, en caso de una lectura grave, dará una alarma y se procederá a la corrección pertinente.

Los datos de lectura, pueden ser de tres tipos, digitales (on/off) asociados a alarmas, análogos representados a través de gráficos, y de pulso (conteo de revoluciones de un medidor). La muestra de estos datos se hace a través de una pantalla, generalmente, en una representación gráfica de la planta o proceso a controlar, los datos que cambian se muestran como dibujos de primer plano denominados "foreground ", y la planta es un fondo estático (background), el "foreground " es actualizado a medida que los datos de lectura van cambiando, otros valores de tipo analógico representan sus cambios a través de una gráfica. Estos datos pueden ser mostrados continuamente, o por disposición del operario cuando este considere relevante chequearlo.

5.1.9 LABVIEW

Es una herramienta gráfica de test, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G.

Este programa fue creado por **National Instruments** (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y Linux y va por la versión 7.1 (desde julio de 2004).

Los programas hechos con LabVIEW se llaman VI (Virtual Instrument), lo que da una idea de uno de sus principales usos: el control de instrumentos. El lema de LabVIEW es: "La potencia está en el Software". Esto no significa que la empresa haga únicamente software, sino que busca combinar este software con todo tipo de hardware, tanto tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, y otro hardware como de terceras empresas.

5.1.9.1 PRINCIPALES USOS

Es usado principalmente por ingenieros y científicos para tareas como:

- Adquisición de datos
- Control de instrumentos
- Automatización industrial o PAC (Controlador de Automatización Programable)
- Diseño de control: prototipaje rápido y hardware en el bucle (HIL)

5.1.9.2 PRINCIPALES CARACTERISTICAS

Su principal característica es la facilidad de uso, personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer programas relativamente complejos, imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales. También es muy rápido hacer programas con LabVIEW y cualquier programador, por experimentado que sea, puede beneficiarse de él. Para los amantes de lo

complejo, con LabVIEW pueden crearse programas de miles de VIs (páginas de código) para aplicaciones complejas, programas de automatizaciones de decenas de miles de puntos de entradas/salidas, etc. Incluso existen buenas prácticas de programación para optimizar el rendimiento y la calidad de la programación.

Presenta facilidades para el manejo de:

- Interfaces de comunicaciones:
 - Puerto serial
 - Puerto paralelo
 - GPIB
 - PXI
 - VXI
 - TCP/IP, UDP, DataSocket
 - IrDA
 - Bluetooth
 - USB
 - OPC...
- Capacidad de interactuar con otras aplicaciones:
 - dll
 - ActiveX
 - Matlab
 - Simulink
- Herramientas para el procesado digital de señales.
- Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
- Adquisición y tratamiento de imágenes.
- Control de movimiento.
- Tiempo Real estrictamente hablando.
- Programación de FPGAs.
- Sincronización.

5.1.9.3 PROGRAMA EN LABVIEW

Como se ha dicho es una herramienta gráfica de programación, esto significa que los programas no se escriben, sino que se dibujan.

Un programa se divide en Panel Frontal y Diagrama de bloques. El Panel Frontal es el interfaz con el usuario, en él se definen los controles e indicadores que se muestran en pantalla. El Diagrama de Bloques es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan iconos que realizan una determinada función y se interconectan.

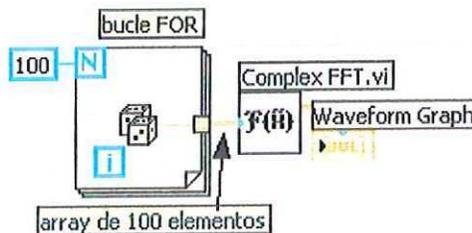


Figura 1: Diagrama de bloques en un programa en LabVIEW

La figura muestra un Diagrama de Bloques de un programa en el que se genera un array de 100 elementos aleatorios.

5.1.9.4 OTRAS ALTERNATIVAS

A pesar de que LabVIEW se puede usar para crear muchos tipos de programas está enfocado a un ámbito definido. Las alternativas van desde lenguajes genéricos como C o Visual Basic a otras herramientas gráficas como HP-VEE, ahora Agilent-VEE.EI

5.1.10 FIELDPOINT

FIELDPOINT es la unidad encargada de la recepción de los datos provenientes de los elementos de adquisición de datos tales como sensores, y del manejo de los actuadores que trabajan sobre el sistema. A su vez, se encarga de la emisión de los datos hacia el computador y de la recepción de respuestas provenientes de este. Están compuestos por una sola tarjeta que contiene puertos de entradas y salidas tanto digitales como análogas, la cantidad de puertos depende del modelo del equipo, los cuales son fijos y no dan posibilidad de cambio sobre el mismo modelo, así un aumento en el número de entradas (mas sensores, por ejemplo) implicaría un cambio de equipo

5.1.11 PC-ANYWHERE

pcAnywhere 11.0 de Symantec ofrece un completo conjunto de herramientas diseñadas para reducir, de forma drástica, el tiempo empleado en la resolución de tareas para los departamentos de soporte de servidor y ayuda técnica con una solución triple; capacidades de transferencia de archivos y gestión remota y control remoto. Las herramientas de gestión remota funcionan en el ordenador del departamento de ayuda técnica pero afectan al ordenador del host conectado.

La herramienta del administrador de tareas, por ejemplo, permite que los usuarios, de forma remota manipulen las aplicaciones y los procesos en el host. Command Prompt proporciona una interfaz de línea de comandos para las instrucciones DOS en el host. Remote Regedit permite una completa manipulación del registro del ordenador host. La funcionalidad mejorada de transferencia de archivos ahora permite que los ficheros sean enviados en background en un segundo plano mientras se van recopilando ficheros adicionales para su envío.

5.1.11.1.1 HOST

Para configurar el equipo como host, después de poner en marcha el programa se debe hacer clic en el icono "Hosts", luego aparecen las clases de conexiones que se pueden establecer que son: Direct, Modem y Network. Si se quiere hacer una comunicación directa entre dos computadores se da clic en "Direct".

Si usted quiere realizar una conexión telefónica de clic en "Modem" y seleccione el modem por el que desea hacer la comunicación y escriba un nombre con contraseña la cual debe usar el remote al momento de ingresar al host.

Para configurar una red LAN haga clic en network y configure el protocolo TCP/IP, el cual identifica el computador para poder ser accedido desde otros.

Después de pasar por alguno de estos pasos, haga clic en el icono "Star Host", este deja el computador a la disposición de los remotes que quieran acceder.

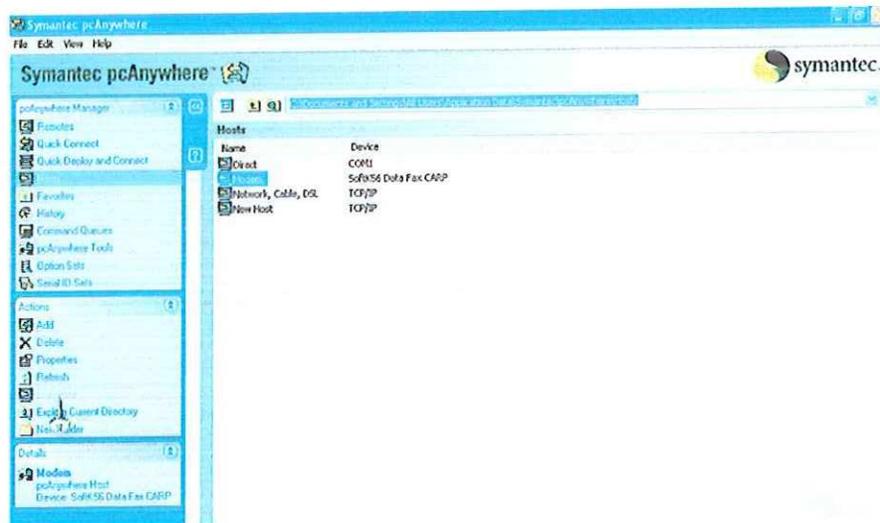


Figura 2: Configuración del Host

5.1.11.1.2 REMOTE

Para configurar el equipo como Remote, después de poner en marcha el programa se debe hacer clic en el icono "Remotes", luego aparecen las clases de conexiones que se pueden establecer que son: Direct, Modem y Network. Si se quiere hacer una comunicación directa entre dos computadores se da clic en "Direct". Y configure el protocolo TCP/IP.

Si usted quiere realizar una conexión telefónica de clic en "Modem" y luego haga clic en el icono Start Connection, escriba el numero telefónico de la línea a la que desea conectarse, es decir, donde esta el Host esperando por conexión y haga clic en conectar.

Para configurar una red LAN haga clic en network y configure el protocolo TCP/IP, el cual identifica el computador al cual se quiere acceder, es decir el Host.



Figura 3: Configuración del Remote

5.2 REFRIGERACION

5.2.1 COMPRESORES

El compresor tiene dos funciones en el ciclo de refrigeración: en primer lugar succiona el vapor refrigerante y reduce la presión en el evaporador a un punto en el que puede ser mantenida la temperatura de evaporación deseada. En segundo lugar, el compresor eleva la presión del vapor refrigerante a un nivel lo suficientemente alto, de modo que la temperatura de saturación sea superior a la temperatura del medio enfriante disponible para la condensación del vapor refrigerante.

5.2.1.1 VELOCIDAD DEL COMPRESOR

Los primeros modelos de compresores se diseñaron para funcionar a una velocidad relativamente reducida, bastante inferiores a 1000 rpm. Para utilizar los motores eléctricos estándar de cuatro polos se introdujo el funcionamiento de los moto-compresores herméticos y semiherméticos a 1750 rpm (1450 rpm en 50 ciclos).

La creciente demanda de equipo de acondicionamiento de aire más compacto y menor peso ha forzado el desarrollo de moto-compresores herméticos con motores de dos polos que funcionan a 3500 rpm (2900 rpm en 50 ciclos).

Las aplicaciones especializadas para acondicionamiento de aire en aviones, automóviles y equipo militar, utilizan compresores de mayor velocidad, aunque para la aplicación comercial normal y doméstica el suministro de energía eléctrica existente de 60 ciclos limita generalmente la velocidad de los compresores a la actualmente disponible de 1750 y 3500 rpm.

Las velocidades superiores producen problemas de lubricación y duración. Y estos factores, así como el costo, tamaño y peso deben ser considerados en el diseño y aplicación del compresor.

5.2.1.2 FUNCIONAMIENTO BÁSICO

Cuando el pistón se mueve hacia abajo en la carrera de succión se reduce la presión en el cilindro. Y cuando la presión del cilindro es menor que la de la línea de succión del compresor la diferencia de presión motiva la apertura de las válvulas de succión y fuerza al vapor refrigerante a que fluya al interior del cilindro.

Cuando el pistón alcanza el fin de su carrera de succión e inicia la subida (carrera de compresión), se crea una presión en el cilindro forzando el cierre de las válvulas de succión. La presión en el cilindro continúa elevándose a medida

que el cilindro se desplaza hacia arriba comprimiendo el vapor atrapado en el cilindro. Una vez que la presión en el cilindro es mayor a la presión existente en la línea de descarga del compresor, las válvulas de descarga se abren y el gas comprimido fluye hacia la tubería de descarga y al condensador.

Cuando el pistón inicia su carrera hacia abajo la reducción de la presión permite que se cierren la válvulas de descarga, dada la elevada presión del condensador y del conducto de descarga, y se repite el ciclo.

Durante cada revolución del cigüeñal se produce una carrera de succión y otra de compresión de cada pistón. De modo que en los moto-compresores de 1750 rpm tienen lugar a 1750 ciclos completos de succión y compresión en cada cilindro durante cada minuto. En los compresores de 3500 rpm se tiene 3500 ciclos completos en cada minuto.

5.2.1.3 VÁLVULAS DEL COMPRESOR

La mayoría de las válvulas del compresor son del tipo de lengüeta y deben posicionarse adecuadamente para evitar fugas. El mas pequeño fragmento de materia extraña o corrosión bajo la válvula producirá fugas y deberá tenerse el máximo cuidado para proteger el compresor contra contaminación.

5.2.1.4 DESPLAZAMIENTO DEL COMPRESOR

El Desplazamiento de un compresor es el volumen desplazado por los pistones. La medida de desplazamiento depende del fabricante, por ejemplo: Copeland lo publica en metros cúbicos por hora y pies cúbicos por hora pero algunos fabricantes lo publican en pulgadas cúbicas por revolución o en pies cúbicos por minuto.

5.2.1.5 CARGA DE AIRE SECO

Algunos compresores se embarcan con una carga de aire seco. La presión interna de un compresor tratado en la fábrica garantiza que posee un cierre

hermético y que el interior está totalmente seco. Al instalar el compresor debe de ser evacuado para eliminar esta carga de aire.

5.2.1.6 ENFRIAMIENTO DEL COMPRESOR

Los compresores enfriados por aire requieren un flujo adecuado de aire sobre el cuerpo del compresor para evitar su recalentamiento. El flujo de aire procedente del ventilador debe de ser descargado directamente sobre el moto-compresor.

Los compresores enfriados por agua están equipados con una camisa por la que circula el agua o están envueltos con un serpentín de cobre. El agua debe de fluir a través del circuito de enfriamiento cuando el compresor está en operación.

Los moto-compresores enfriados por refrigerante se diseñan de modo que el gas de succión fluya en torno y a través del motor para su enfriamiento. A temperatura de evaporación por debajo de -18°C o 0°F es necesario un enfriamiento adicional mediante flujo de aire puesto que la densidad decreciente del gas refrigerante reduce su propiedad de enfriamiento.

5.2.1.7 CAPACIDAD DEL COMPRESOR

Los datos de capacidad los facilita el fabricante de cada modelo de compresor para los refrigerantes con los que puede ser utilizado. Estos datos pueden ofrecerse en forma de curvas o tablas, en indica la capacidad en Kcal/ hora, a diversas temperaturas de succión y de descarga.

5.2.2 PRESIÓN

El control de la presión en los procesos industriales da condiciones de operación seguras. Cualquier recipiente o tubería posee cierta presión máxima de operación y de seguridad variando este, de acuerdo con el material y la construcción. Las presiones excesivas no solo pueden provocar la destrucción

del equipo, si no también puede provocar la destrucción del equipo adyacente y ponen al personal en situaciones peligrosas, particularmente cuando están implícitas, fluidos inflamables o corrosivos. Para tales aplicaciones, las lecturas absolutas de gran precisión con frecuencia son tan importantes como lo es la seguridad extrema.

Por otro lado, la presión puede llegar a tener efectos directos o indirectos en el valor de las variables del proceso (como la composición de una mezcla en el proceso de destilación). En tales casos, su valor absoluto medio o controlado con precisión de gran importancia ya que afectaría la pureza de los productos poniéndolos fuera de especificación.

La presión puede definirse como una fuerza por unidad de área o superficie, en donde para la mayoría de los casos se mide directamente por su equilibrio directamente con otra fuerza, conocidas que puede ser la de una columna líquida un resorte, un embolo cargado con un peso o un diafragma cargado con un resorte o cualquier otro elemento que puede sufrir una deformación cualitativa cuando se le aplica la presión.

5.2.3 AISLANTES TÉRMICOS

Desde siempre, el hombre ha tenido constancia de los efectos del calor: dilatación, fusión, ebullición, y también las acciones inversas del frío: retracción, solidificación, licuefacción, no habiendo conocido las leyes hasta una época reciente.

Desde entonces, también a tratado de aprovechar en un máximo, ya sea el calor o el frío dependiendo de su conveniencia. Entonces ha ideado diferentes técnicas para el aislamiento de éstos, que no permiten en un gran porcentaje el intercambio de temperatura entre dos ambientes.

El objetivo de un aislamiento térmico es impedir en alguna medida la transferencia de calor desde o hacia el cuerpo aislado.

Los materiales de aislamiento térmico aprovechan en general el hecho de que el aire es un excelente aislante.

Por esta razón, la gran mayoría de los materiales usados como aislantes son porosos, manteniendo el aire atrapado en su interior.

El aire encerrado en los poros queda casi quieto en los materiales con poros cerrados (como Poliuretano y poliestireno expandido) o con muy poca movilidad en aislantes con poros abiertos (por ej: Lana Mineral y Lana de vidrio). Por esta razón el coeficiente de conductividad térmica será en general, tanto más pequeño como sea su masa por unidad de volumen (Densidad). Sin embargo, existe una masa por unidad de volumen determinada para cada material de aislamiento térmico poroso, que por debajo de ella aumentará nuevamente la conductividad térmica. Esto se debe a que los poros son lo suficientemente grandes para permitir en su interior, una transferencia de calor por convección natural.

5.2.3.1 TEORÍA GENERAL DEL FENÓMENO DEL CAMBIO DE CALOR

Entre dos cuerpos con temperatura diferentes, inevitablemente se produce un flujo calorífico, el calor se desplaza del cuerpo caliente al cuerpo frío hasta que se produce el equilibrio de temperatura.

Ningún medio permite impedir el cambio de calor. Sólo puede modificarse su intensidad.

El cambio de calor se produce de tres formas diferentes:

- **Por conducción:** El calor se propaga a través de todos los cuerpos sólidos o líquidos de molécula a molécula, suponiendo que estas últimas están inmóviles. En los gases (Teoría Cinética), los cambios de energía

se producen por los choques entre las moléculas animadas por velocidades diferentes.

- **Por convección:** Estas formas de propagación es propia de los fluidos (gases o líquidos), las moléculas que están directamente en contacto con un cuerpo de temperatura más alta "A" se calientan y tienden a desplazarse por gravedad. La restitución de las calorías absorbidas al ponerse en contacto con cuerpos de temperatura inferior "B", origina la creación de un ciclo de convección que acelera los cambios térmicos entre A y B.
- **Por radiación:** La transmisión de calor por radiación se produce a un para las bajas temperaturas siempre que dos cuerpos de temperatura diferente estén en presencia del otro, estando separado por un medio permeable a la radiación. El calor se transforma en energía radiante, atraviesa el medio permeable y alcanza al otro cuerpo. Una parte de la energía se transforma en calor y es absorbida por este segundo cuerpo. El resto de la energía se refleja bajo la forma de calor radiante.

El transporte de calor por radiación no necesita soporte material alguno: se produce, igualmente, en el vacío.

Generalmente, estos tres casos posibles se producen simultáneamente.

La conducción pura tiene lugar únicamente en los cuerpos sólidos, y no siempre es cierto que sea sólo conducción.

En cuerpos porosos, rellenos de aire, existen radiación y convección. Muchas veces es imposible disociar estas tres formas de transmisión y es por simplificar por lo que se agrupa el conjunto de fenómenos bajo el nombre de conducción.

5.2.3.2 MATERIALES AISLANTES

Bajo el nombre de materiales aislantes se agrupan productos que cumplen muchas funciones.

Están caracterizados por un coeficiente de conductividad lo más bajo posible.

5.2.3.2.1 **CARACTERÍSTICAS GENERALES**

El papel esencial de un material aislante, evidentemente, es cumplir su función. Un aislante térmico deberá ofrecer una buena resistencia a la transmisión del calor.

Independientemente de sus propiedades específicas, a los aislantes se le pide cualidades complementarias.

Las principales de estas cualidades son:

- Precio en relación con el servicio que presta.
- Flexibilidad o rigidez según la estructura portante.
- Ausencia de propiedades corrosivas para los materiales con los que el aislante está en contacto.
- Estabilidad física y química: ausencia de dilatación excesiva al calor, resistencia a diversos agentes de destrucción: humedad u oxidación.
- Buena resistencia mecánica.
- Estética si el producto queda visto.
- Incombustibilidad o por lo menos ausencia de inflamabilidad.

Cada clase de aislante, a menudo, se presta con un gran número de variedades o también de masas específicas.

5.2.3.3 **CLASIFICACIÓN DE LOS AISLANTES**

Los aislantes pueden clasificarse de muchas formas:

- Según su estructura: granular, fibrosa, alveolar, etc.
- Según su origen: vegetal, mineral, etc.
- Según su resistencia en las diferentes zonas de temperatura.

5.2.3.3.1 ESPUMA DE POLIURETANO

La química de los poliuretanos es compleja, ya que sus reacciones se producen simultáneamente. Las espumas rígidas son materiales alveolares que provienen de la reacción de los polisocianatos, de la familia del benceno, o del tolueno sobre los polioles, en presencia de un agente de expansión. Este último es el gas carbónico y sobre todo el triclorofluoretano. No existe una composición bien definida para el poliuretano expandido, pero por el contrario, hay una gran variedad de fórmulas para aplicar según las necesidades.

La masa específica depende de los componentes empleados, sobre todo del porcentaje de agente de expansión, de la temperatura, de la forma y de las dimensiones del molde o de la cavidad. Puede variar de 25 a 150 kg/m³.

Las espumas estándar son inflamables. Existen calidades autoextinguibles que se obtienen utilizando polioles modificados añadidos a los productos de base de los aditivos. Estos contienen con frecuencia fósforo, cloro o bromo.

5.2.4 CICLO DE REFRIGERACIÓN

Existen tres leyes básicas que gobiernan la refrigeración:

- Todos los líquidos al evaporarse absorben calor de cuanto los rodea.
- La temperatura a que hierve o se evapora un líquido depende de la presión que se ejerce sobre este.
- Todo vapor puede volver a condensarse convirtiéndose en líquido si se comprime y enfría debidamente.

5.2.5 PRESIONES Y TEMPERATURAS

En los ciclos de refrigeración, un aumento en la temperatura del refrigerante conlleva a un aumento en la presión, y viceversa, al haber un aumento en la presión, aumenta la temperatura. Por esta razón se deduce que a mayor

temperatura en el refrigerante, mayor será la presión en el sistema de refrigeración.

5.2.5.1 PRESIONES Y TEMPERATURAS DE CONDENSACIÓN PARA EL R-12

T°C	Lb/pulg*pulg
-40,0	11,0
-37,0	8,4
-34,4	5,5
-31,7	2,3
-28,9	0,5
-26,1	2,4
-23,3	4,5
-20,6	6,8
-17,8	9,2
-15,0	11,9
-12,2	14,7
-9,4	17,7
-6,7	21,1
-3,9	24,6
-1,1	28,5
1,7	32,6
4,4	37,0
7,2	41,7
10,0	46,7
12,8	52,0
15,6	57,7
18,3	63,7
21,1	70,1
23,9	76,9

Figura 4: Presiones y temperaturas de condensación para el R-12

5.2.6 COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

Las instalaciones frigoríficas constan de tres unidades fundamentales:

- Refrigerador: Se trata de una cámara debidamente aislada en la que se desea mantener una temperatura inferior a la del ambiente.
- Evaporador: unidad que va al interior de la cámara donde se evapora el refrigerante.
- Unidad condensadora: Es el unión del compresor con el condensador, que comprime el refrigerante que viene del evaporador.

5.2.6.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE COMPRESION MECÁNICA

Los compresores son los que generalmente se usan para la producción de frío en los sistemas de refrigeración, el ciclo de refrigeración por compresor se compone de lo siguiente:

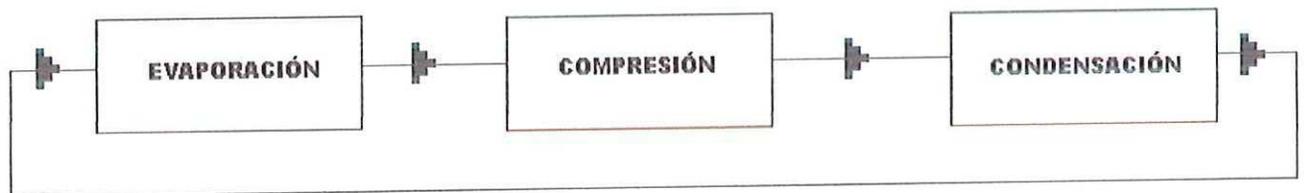


Figura 5: Sistema de compresión mecánica

5.2.6.2 CONDENSADORES REFRIGERADOS POR AIRE CON VENTILADOR

El condensador es muy importante a la hora de hablar de la refrigeración ya que por aquí es por donde pasa el gas comprimido a temperatura alta y tiene que ser enfriado para poder pasar al evaporador. Este enfriamiento se da gracias a un ventilador ubicado al lado del condensador que extrae aire del medio y lo hace circular a través de este, pasando por una cubierta la cual permite que muy poco aire deje de pasar, este sistema proporciona mas eficiencia en el enfriamiento y causa menos ruido en la extracción del aire.

5.2.6.3 EVAPORADOR DE TUBO Y ALETAS CON AIRE FORZADO

Esta es la unidad en donde se evapora el refrigerante, están formados por serpentines de tubos de cobre y a estos fuertemente adheridas algunas aletas o placas cuadradas o rectangulares. Es muy importante q exista un contacto firme entre las aletas y los tubos con el fin de que haya una buena conductividad entre ambos.

El paso del aire que atrae el ventilador ayuda a proporcionar una refrigeración casi uniforme en la cámara que se está refrigerando, forzando al aire frío a circular gradualmente por todo el recinto.

5.2.6.4 TUBO CAPILAR

Este es un tubo de cobre de diámetro muy pequeño, generalmente de 0.7 y 1.2 mm que conecta el lado de alta presión con el de baja presión.

Las finalidades principales de un tubo capilar son:

- Suministrar la cantidad requerida de refrigerante al evaporador en las condiciones de trabajo.
- Permitir un equilibrio rápido de las presiones durante el periodo de parada.

Es necesaria la instalación de un buen filtro a la salida del compresor con el fin de evitar impurezas que puedan obstruir el capilar.

5.2.6.5 PRESOSTATOS

Consiste en un fuelle metálico conectado por medio de una tubería de cobre a la línea de aspiración del sistema, cuando el compresor esta apagado, y la presión en la línea de baja empieza a subir acompañado del aumento de la temperatura, dicho fuelle se extiende hasta llegar al limite, accionando el compresor y poniéndolo en marcha.

Al bajar la temperatura por acción de compresor, baja la presión, el fuelle regresa a su estado normal hasta alcanzar el valor establecido para que se apague el compresor.

Estos límites de presión se establecen según los valores de temperaturas que el usuario desee.

5.2.6.6 TERMOSTATOS

Es un elemento utilizado para realizar control de temperatura. Limitando dos valores, este realiza las acciones de encendido y apagado del compresor.

5.2.7 REFRIGERANTES

Según el reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas, los refrigerantes se expresan por su denominación simbólica numérica, por ejemplo R-12, R-22, R-502.

5.2.7.1 PROPIEDADES GENERALES DE LOS REFRIGERANTES

- **CALOR LATENTE DE EVAPORACIÓN:** Un número de caloría elevado en la ebullición con el fin de utilizar poco refrigerante y poder obtener una temperatura deseada.
- **PUNTO DE EBULLICIÓN:** siempre debe estar por debajo de la temperatura de los alimentos a refrigerar.
- **TEMPERATURA Y PRESIONES DE CONDENSACIÓN:** Deben ser bajas para poder condensar rápidamente a las presiones normales de trabajo y a las temperaturas habituales del refrigerador.
- **VOLUMEN ESPECÍFICO DEL REFRIGERANTE EVAPORADO:** Es el espacio que ocupa el refrigerante en estado gaseoso, el cual debe ser lo mas reducido posible.
- **EFECTO SOBRE EL LUBRICANTE DEL COMPRESOR:** Los compresores usan lubricante para su buen desempeño, por lo que las propiedades del refrigerante no deben afectar este liquido.
- **INFLAMACIÓN O EXPLOCIÓN:** Los refrigerantes no deben ser inflamables.

- **ACCIÓN SOBRE LOS METALES:** Los refrigerantes no deben agredir los diferentes componentes metálicos del sistema de refrigeración con los cuales hace contacto.
- **TOXICIDAD:** No deben ser tóxicos ni dañinos para el cuerpo humano.
- **LOCALIZACIÓN DE FUGAS:** Debe ser fácil la ubicación de fugas que se produzcan en el sistema.

5.2.7.2 REFRIGERANTE R-12

Generalmente llamado FREÓN-12, se compone de dos átomos de carbono, dos de cloro y dos de flúor. No posee olor ni color.

Su punto de ebullición es de -30°C . No es inflamable ni explosivo.

Las fugas se buscan con una lámpara detectora de fugas.

No es tóxico y se usa habitualmente en refrigeradores domésticos y aires acondicionados.

5.2.8 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN AUTOMÁTICA

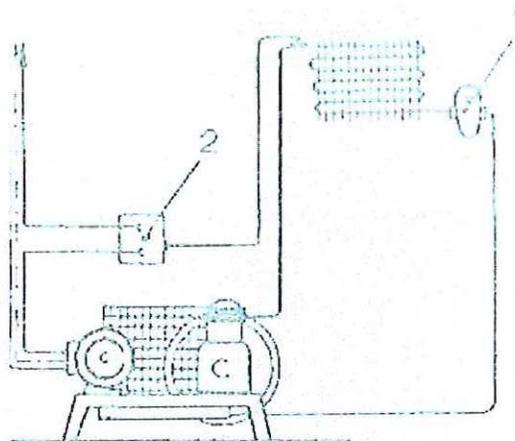


Figura 6: Sistema de válvula de expansión automática (1) con control de temperatura (2) de tipo bulbo

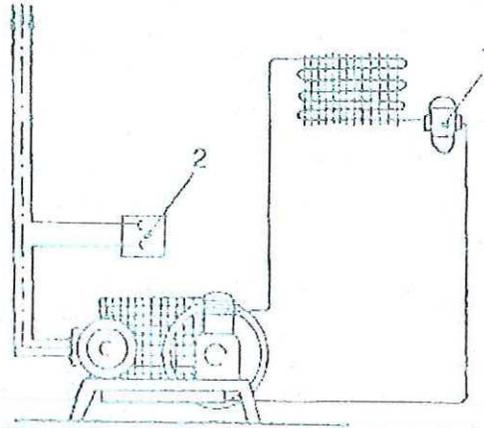


Figura 7: Sistema de válvula de expansión automática (1) con control de temperatura tipo de ambiente (2)

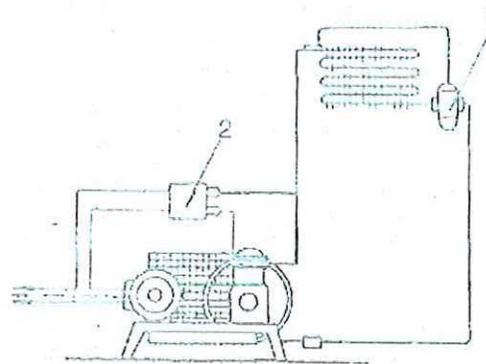


Figura 8: Sistema de válvula de expansión termostática (1) con presóstatos de alta y baja presión (2) y un solo evaporador

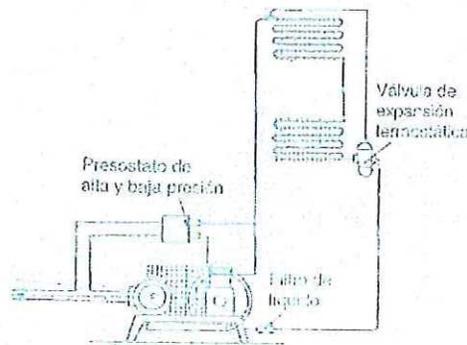


Figura 9: Sistema de instalación de los evaporadores montados en serie a una misma temperatura en una cámara, con una válvula de expansión termostática

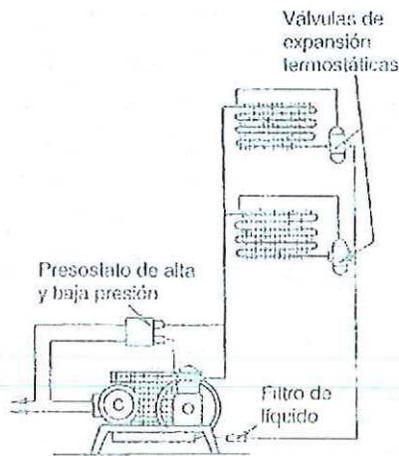


Figura 10: Sistema de instalación de dos evaporadores con dos válvulas de expansión termostática y un presostato

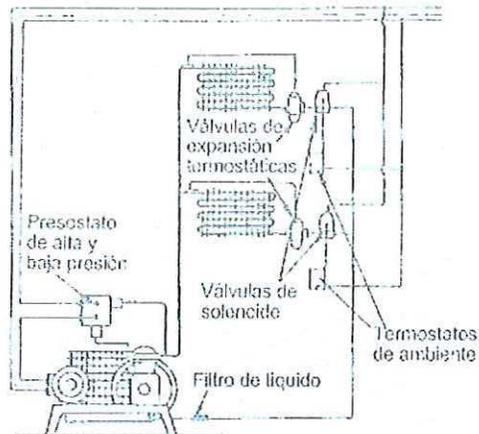


Figura 11: Sistema de instalación múltiple a una misma temperatura, con válvulas de expansión termostáticas y presostatos combinados con válvulas de solenoides en la línea de líquido y termostatos

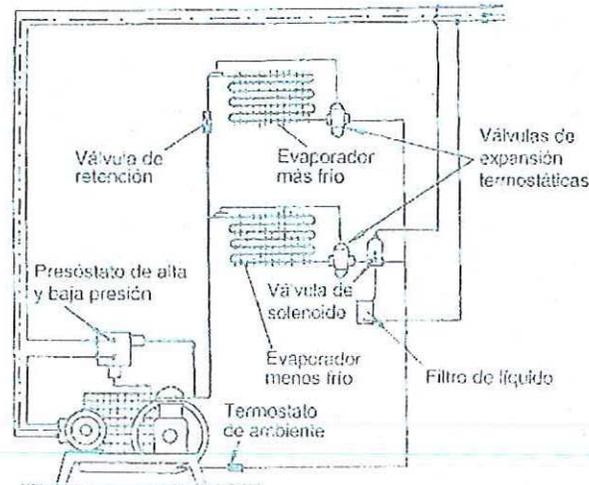


Figura 12: Sistema de instalación múltiple a diferentes temperaturas, con válvulas de expansión termostáticas, una válvula de solenoide en la línea de liquido del evaporador menos frío con termostato y presostato regulado sobre el evaporador más frío

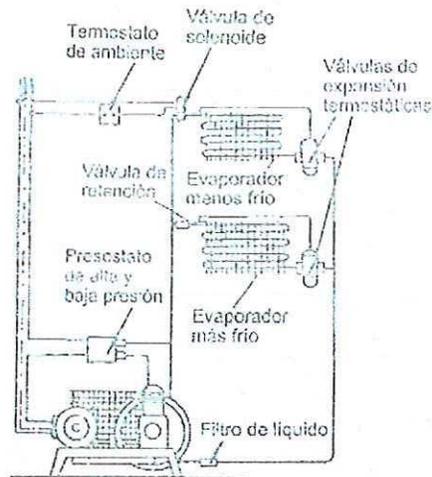


Figura 13: Sistema de instalación múltiple de dos temperaturas con válvulas de expansión termostáticas y solenoide en la línea de aspiración del evaporador menos frío, combinado con termostato y presostato regulado por el evaporador más frío

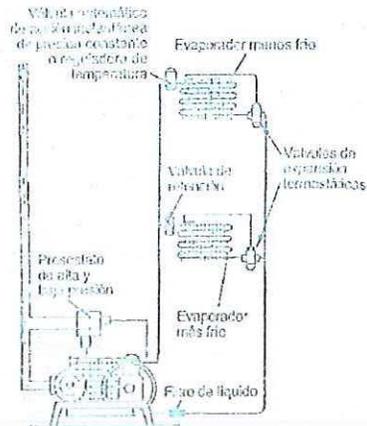


Figura 14: Sistema de instalación múltiple de dos temperaturas con válvulas de expansión termostáticas y válvula automática de acción instantánea (de presión constante o reguladora de temperatura) en la línea de aspiración del evaporador menos frío, con presostato controlado del evaporador más frío

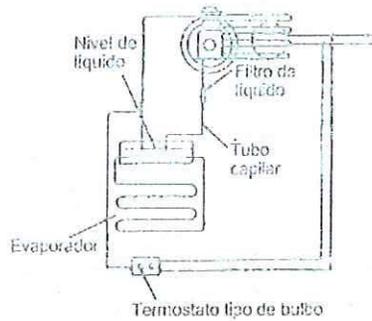


Figura 15: Sistema de tubo capilar

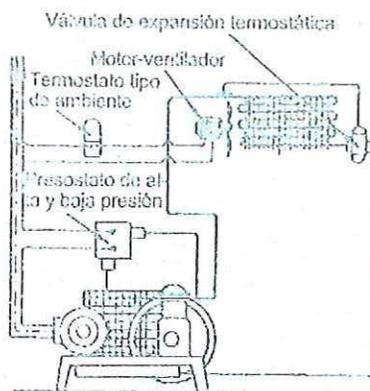


Figura 16: Sistema de aire forzado, con válvulas de expansión termostática, presostato y termostato de ambiente

5.3 DISEÑO DEL SISTEMA

Para hacer este proyecto más fructífero se construyó un prototipo de la planta que cuenta con el equipamiento necesario para simular la totalidad del sistema de monitoreo y control.

5.3.1 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

5.3.1.1 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

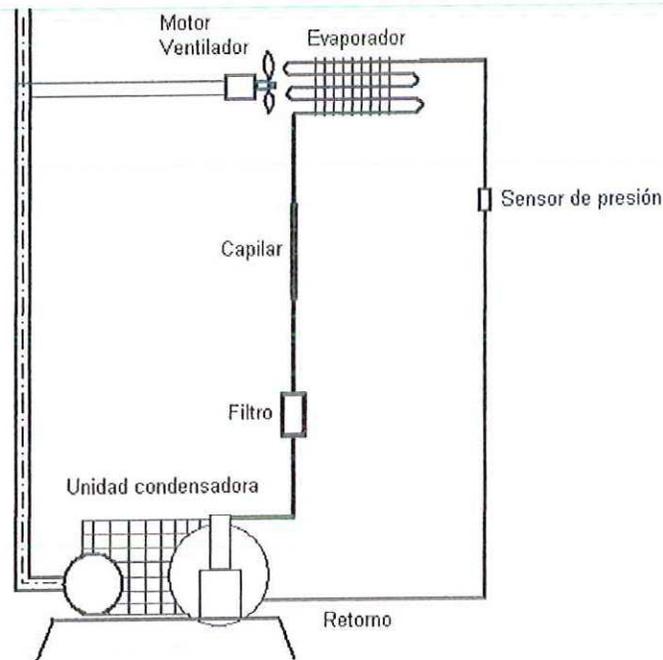


Figura 17: Sistema de refrigeración usado en el prototipo.

Este es el sistema de refrigeración con control de temperatura utilizado en el proyecto.

5.3.1.2 COMPRESOR

Este es el compresor utilizado en el prototipo el cual tiene una potencia de 1/5 de hp y una carga térmica de 0.24 toneladas de refrigeración.



Figura 18: Unidad de frío en el prototipo (Compresor)

5.3.1.3 CONDENSADOR

El condensador utilizado en el sistema es un CONDENSADOR POR AIRE CON VENTILADOR.

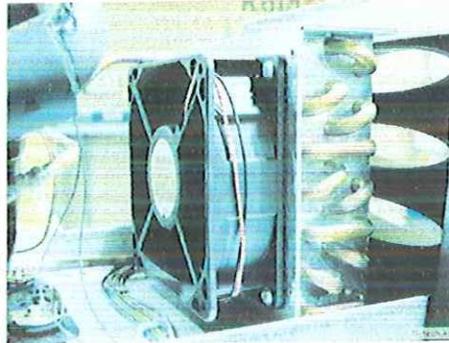


Figura 19: Unidad condensadora en el prototipo.

5.3.1.4 EVAPORADOR

El evaopardor que se utilizo en el prototipo es un EVAPORADOR DE TUBO Y ALETAS CON AIRE FORZADO.

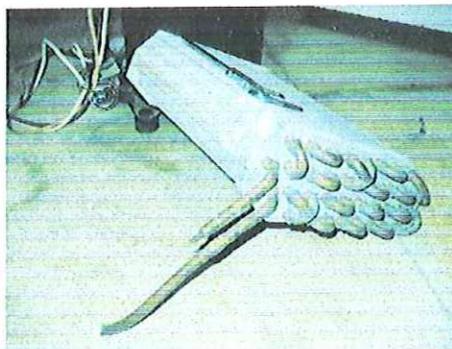


Figura 20: Unidad de evaporación en el prototipo.

5.3.1.5 GAS REFRIGERANTE

El gas utilizado como refrigerante en este sistema es R-12 o más conocido como FREÓN-12.

5.3.1.6 CAMARA DE FRIO

La cámara de frío aislada de este proyecto es una carcasa de poliestireno.

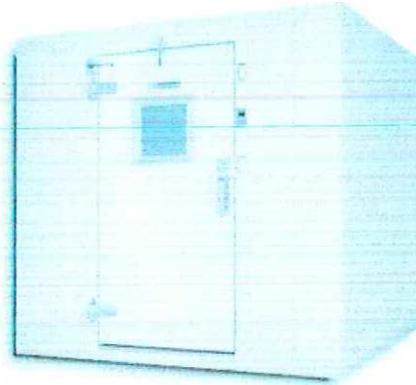


Figura 21: Cámara de frío aisladas usada en el prototipo

5.3.1.7 MATERIAL AISLANTE

El aislante térmico que recubre la parte exterior de la cámara de frío es espuma de poliuretano con una fina capa exterior de aluminio.



Figura 22: Material aislante que recubre la cámara de frío

5.3.1.8 COMPUERTA

La compuerta corrediza de la cámara de frío es una etapa fundamental, ya que por aquí es por donde se escapa el frío, por esta razón se realiza el monitoreo del tiempo que permanece abierta durante el día. Acompañado a este sistema se debe crear entre los empleados de la planta una actitud colaboradora en la

cual se comprometan a dejar las compuertas cerradas el mayor tiempo posible, con esto se logra que el compresor esté más tiempo en estado apagado y se ahorre más energía.



Figura 23: Compuerta de la cámara de frío

5.3.2 SENSORES

5.3.2.1 TERMOCUPLA

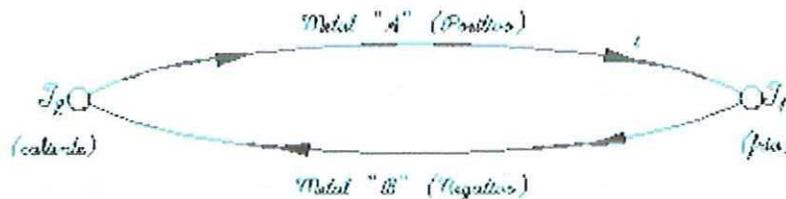


Figura 24: Funcionamiento de una termocupla

La figura muestra una termocupla donde los cables metálicos A y B son alambres de cobre y de constantan, por ejemplo, y T_1 y T_2 son dos temperaturas distintas; la letra "i" representa la corriente que fluye en la dirección indicada por las flechas cuando $T_1 < T_2$. En tal caso el metal A se dice termoeléctricamente positivo respecto del metal B.

Es importante destacar que las termocuplas funcionan con un punto frío y otro caliente. La "juntura fría" suele ser parte del instrumento amplificador, asunto que debe ser verificado al seleccionar los equipos.

Por su naturaleza, las termocuplas presentan una resistencia prácticamente nula y su capacidad de generar potencia es muy débil. El amplificador a utilizar debe solicitar el mínimo posible de corriente desde la termocupla.

5.3.2.2 SENSOR DE PRESENCIA MAGNÉTICA

Los sensores de presencia magnética funcionan según dos principios:

- Modificación de la inductancia de un circuito electrónico
- Modificación de la reluctancia de un circuito magnético

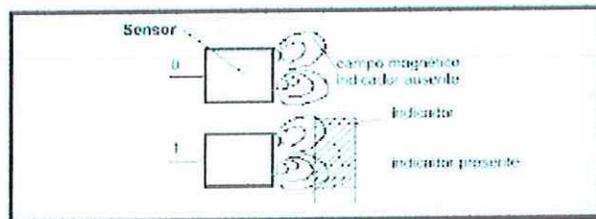


Figura 25: Activación del sensor de presencia magnética

Los parámetros de definición del conjunto sensor-indicador son:

- La distancia de detección.
- La sensibilidad.
- La robustez a lo distribuidos

5.3.2.3 SENSOR DE PRESION



Figura 26: Transductor de presión

El transductor de presión utilizado en el prototipo es el 7mf1563-3ca00 fabricado por SIEMENS.

La medición de presión con este sensor consiste en la deformación de una pequeña pieza metálica elástica llamada galga extensométrica la cual al deformarse produce un cambio de su resistencia, enviando así diferentes valores de voltaje y corriente. Estos valores voltaje varían de 0 a 10 V y de corriente de 4 a 20 mA.

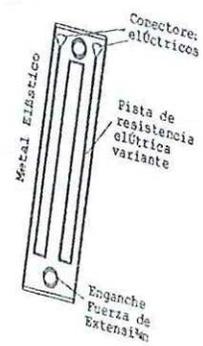


Figura 27: Galga extensométrica

5.3.3 RELES

Los relés son dispositivos que permiten la conmutación de niveles de potencia muy grandes a partir de señales pequeñas, su funcionamiento es similar al de un interruptor, el cual se acciona a partir de un pequeño electroimán.

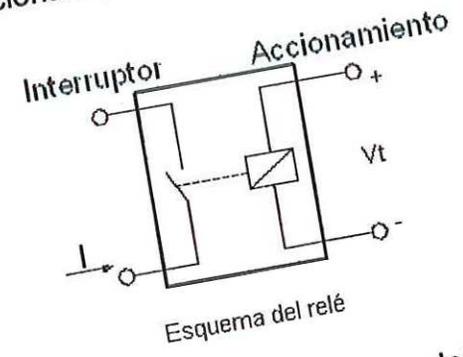


Figura 28: Esquema eléctrico del relevo

Esta figura es un esquema de los componentes de un relé, generalmente es un interruptor normalmente abierto, así que la corriente I vale cero amperes, el

controlador provee una tensión V_t que excita la bobina, produciendo un campo magnético el cual ocasiona que el interruptor se cierre permitiendo el paso de corriente.

Los relés accionan niveles de potencia menores a 1 KW, otorga aislamiento eléctrico entre la etapa de control y la etapa de potencia. Sus características son definidas por el fabricante, entre los parámetros que hay que tener en cuenta para su selección se encuentra la tensión de mando (nivel de tensión necesaria para el accionamiento del relé o contactor), la corriente de empleo (máximo nivel de corriente que puede conmutar) y la temperatura de trabajo.

5.3.4 CONTROL

El lazo de control que se realiza en este sistema consiste en la adquisición de señales de temperatura y presión por medio de los sensores, los cuales envían sus señales al FIELDPOINT que interactúa con el software LabVIEW que es el que realiza la acción de control de encender y apagar el compresor.

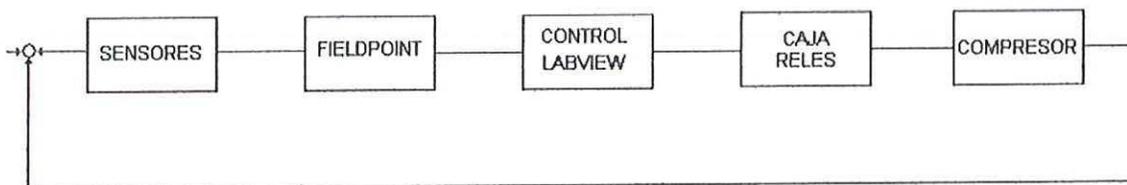


Figura 29: Lazo de control del sistema

5.3.5 SOFTWARE

5.3.5.1 PANTALLA "PRINCIPAL"

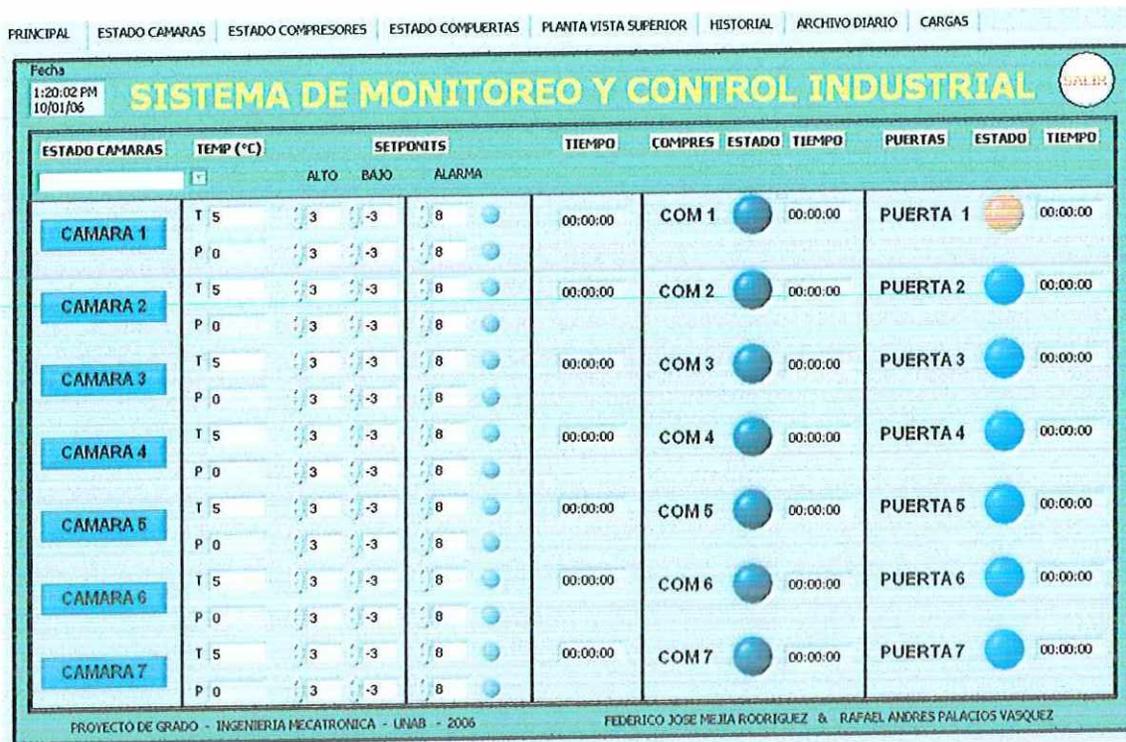


Figura 30: PANTALLA PRINCIPAL del software

En la pantalla principal del programa se puede observar y cambiar la variable con la que se quiere realizar el control de temperatura, bien sea por presiones o por temperaturas; el estado de las cámaras, el color azul indica que esta apagada y el color verde que esta encendida, así mismo se puede observar la temperatura actual de cada una de las cámaras y la presión del sistema de refrigeración, también los set points son aquellos valores en las que el usuario quiere que se oscile la temperatura de las cámaras y la presión del sistema; También se puede ver la alarma que es un valor que el usuario dispone para que le avise cuando la temperatura o la presión lleguen a ese valor, este va con su respectivo botón que al estar en color gris es por que la alarma no está activada, al cambiar al color rojo significa que hubo una alarma de aumento de temperatura; El tiempo es el que ha transcurrido prendida la cámara en el día.

Después se encuentra el estado de los compresores, el color azul indica que el compresor está apagado, el color verde indica que el compresor está encendido; El tiempo es el que ha permanecido encendido el compresor en el día.

También se puede observar el estado de las puertas de los cuartos fríos, el color azul indica que la puerta está cerrada, el verde reporta que la puerta se encuentra abierta; El tiempo es el que ha permanecido abierta la puerta de la cámara durante el día.

En la parte superior izquierda se ve la fecha y la hora actual al igual que en la parte superior derecha se encuentra el botón de salida para abandonar el programa.

Las pestañas que se encuentran en la parte superior son las de navegar por el programa, aquí se puede pasar a ver el estado de las compuertas, los compresores y las puertas en forma de gráfico, también el de ver la vista superior de la planta con el fin de hacer un esquema general y hacer mas amigable en manejo del software. También se encuentra el historial del programa en donde se pueden ver todos los datos que se han recopilado en la parte del monitoreo.

5.3.5.2 PANTALLA “ESTADO DE LAS CÁMARAS”



Figura 31: Pantalla “ESTADO CÁMARAS”

En esta pantalla se puede observar el estado de las camaras en el presente día en forma de gráfica, a lo largo de esta se observan los cambios de estado

“encendido y apagado”, también podemos ver el tiempo que han permanecido encendidas las cámaras en el día.

5.3.5.3 PANTALLA “ESTADO DE COMPRESORES”



Figura 32: Pantalla “ESTADO COMPRESORES”

En esta pantalla se puede observar el estado de los compresores en el presente día en forma de gráfica, a lo largo de esta se observan los cambios de estado “encendido y apagado”, también podemos ver el tiempo que han permanecido encendidos los compresores en el día.

5.3.5.4 PANTALLA “ESTADO DE LAS COMPUERTAS”

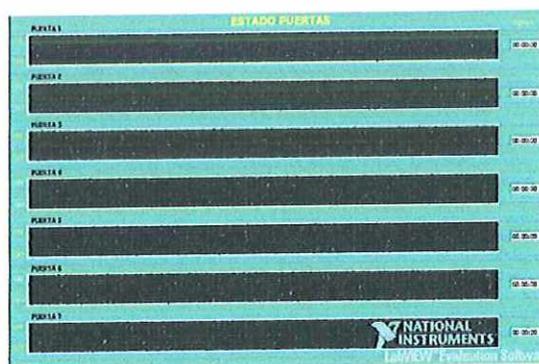


Figura 33: Pantalla “ESTADO COMPUERTAS”

En esta pantalla se puede observar el estado de las puertas en el presente día en forma de gráfica, a lo largo de esta observamos los cambios de estado

“abierta y cerrada”, también podemos ver el tiempo que han permanecido abiertas las puertas en el día.

5.3.5.5 PANTALLA “VISTA SUPERIOR PLANTA”

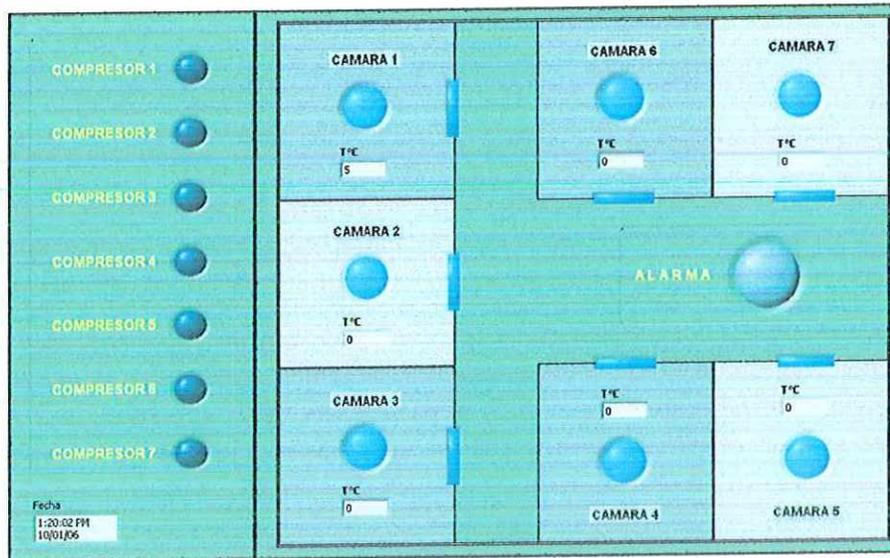


Figura 34: Pantalla “PLANTA VISTA SUPERIOR”

En esta pantalla se puede ver claramente el estado de los compresores, si el bombillo esta azul es por que el compresor está apagado, si esta verde es por que esta encendido, y a su ves la distribución de los cuartos fríos en la planta, cada uno con su respectivo estado, que es el bombillo situado debajo del numero de la cámara, si esta azul es por q está apagado y si esta verde es por que está encendido, también muestra su temperatura actual y el estado de su puerta, si esta azul es por que está cerrada y si está roja es por que esta abierta. También se puede ver si se encuentra activa una alarma, por que el bombillo cambia de gris a rojo.

5.3.5.6 PANTALLA “HISTORIAL”

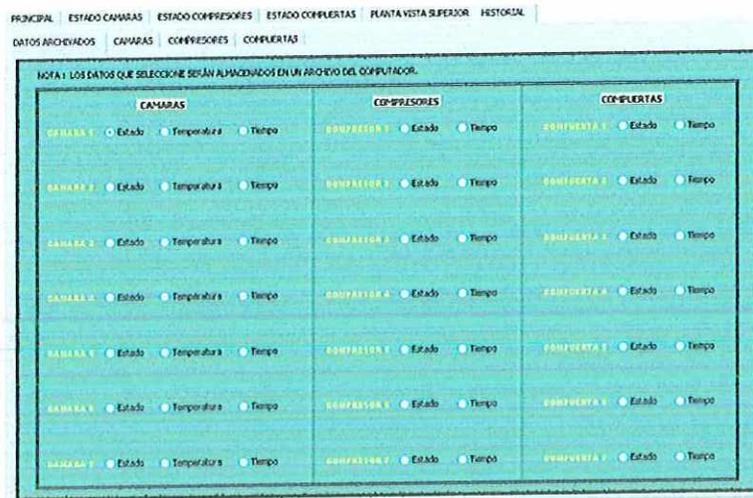


Figura 35: Pantalla “HISTORIAL”

En esta pantalla se puede monitorear el historial de todo lo que ha pasado desde que se puso en marcha el programa.

Aquí se pueden observar todos aquellos datos importantes que pueden servir para en un futuro tomar acciones con respecto al control de los procesos.

Usted puede seleccionar de un listado todos aquellos datos que desea guardar en un archivo que se crea en el computador, para que posteriormente usted pueda monitorearlo y pueda tomar acciones correctivas en cuanto a los procesos.

Se pueden monitorear las cámaras, los compresores y las compuertas.

En las cámaras se puede monitorear el estado, la temperatura y el tiempo que estuvo encendida, todo esto en cualquier momento ya que diariamente se guardan archivos de cada, dato cada segundo. Esto para cada una de las cámaras.

En los compresores se puede monitorear el estado y el tiempo que estuvo encendido, todo esto en cualquier momento ya que diariamente se guardan archivos de cada dato, cada segundo. Esto para cada una de los compresores.

En las compuertas se puede monitorear el estado y el tiempo que estuvo abierta, todo esto en cualquier momento ya que diariamente se guardan archivos de cada dato, cada segundo. Esto para cada una de las compuertas.

5.3.5.7 PANTALLA “ARCHIVO DIARIO”

Esta etapa del proceso es muy importante ya que aquí es donde se almacena el valor de la energía consumida diariamente y donde se puede monitorear el consumo que ha tenido la planta desde la activación del sistema, ya que al escribir y archivar el valor cada día, se va generando un reporte que servirá para monitorear el consumo mensual de la planta y poder tomar acciones de beneficio para los procesos de la empresa.

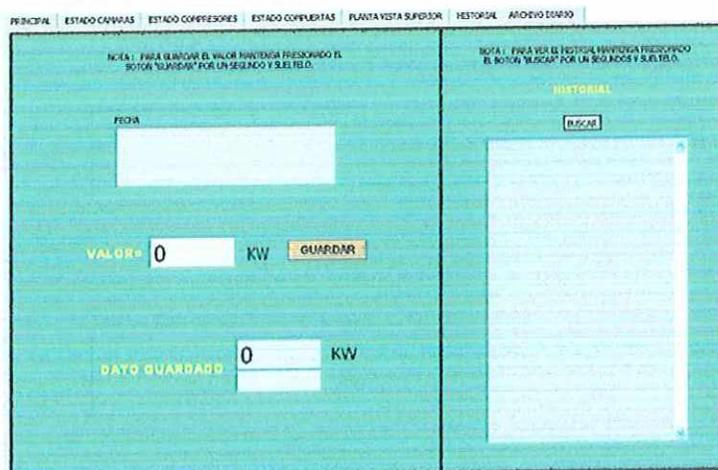


Figura 36: Pantalla “ARCHIVO DIARIO”

5.3.5.8 Pantalla “CARGAS”

Esta pantalla muestra una especie de simulador en donde se pueden accionar dos cargas de 90 y 130 vatios respectivamente, con el fin de probar el comportamiento de las diferentes variables que se están analizando en el sistema, que son la temperatura y la presión.

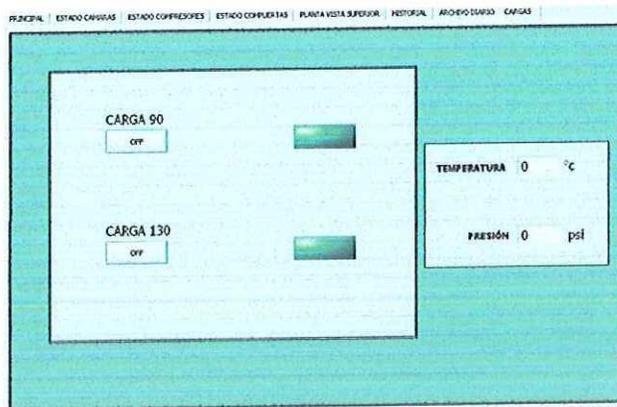


Figura 37: Pantalla "CARGAS"

5.3.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES

Se realizaron varias pruebas experimentales con el prototipo construido con el fin de corroborar la eficiencia del sistema, aquí se pueden observar graficas de temperatura y presión que son fundamentales al momento de tomar decisiones de control.

5.3.6.1 SISTEMA EN ESTADO NATURAL

Estas son las graficas de temperatura y presión respectivamente con el sistema encendido en estado natural, esto quiere decir que no se le aplica ninguna clase de control y se deja hasta que se estabilizan los valores.

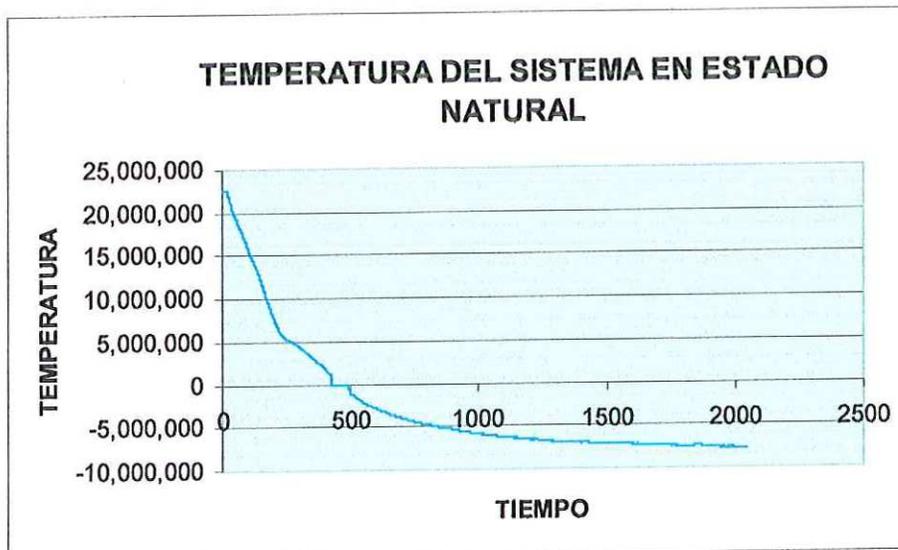


Figura 38: Temperatura del sistema en estado natural

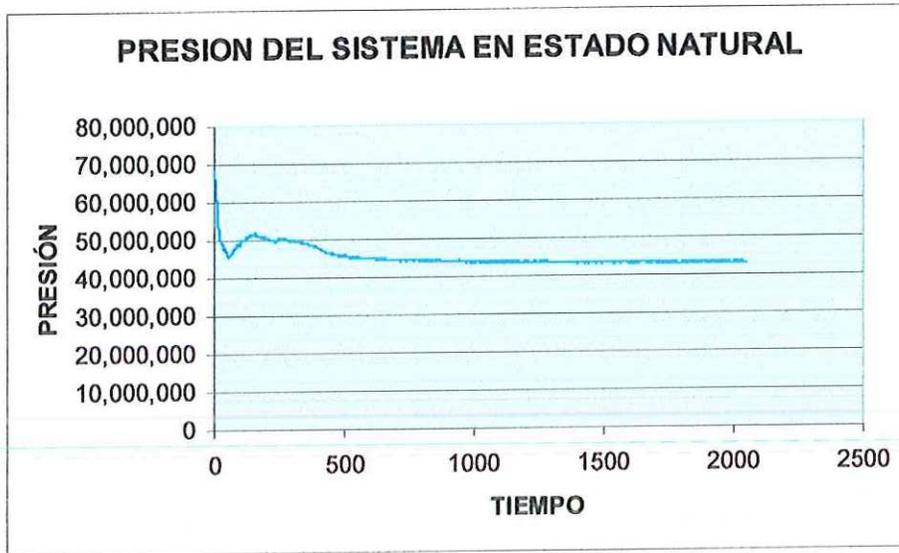


Figura 39: Presión del sistema en estado natural

5.3.6.2 CONTROL POR TEMPERATURAS

Se controló la temperatura del sistema con set points de 0 a -4 °c sin carga y con carga, con el fin de de observar la variación de la temperatura en el tiempo

5.3.6.2.1 CONTROL POR TEMPERATURAS SIN CARGA

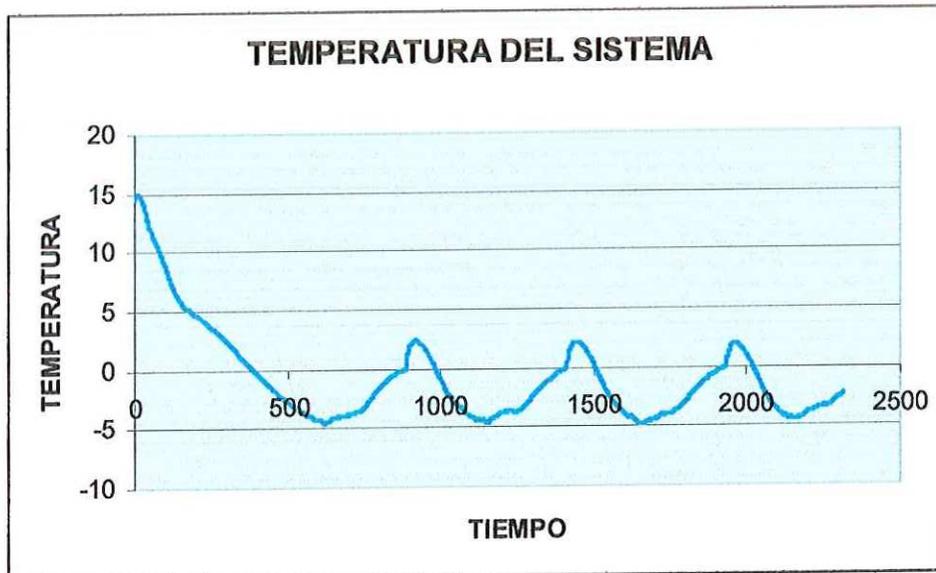


Figura 40: Temperatura Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c sin carga

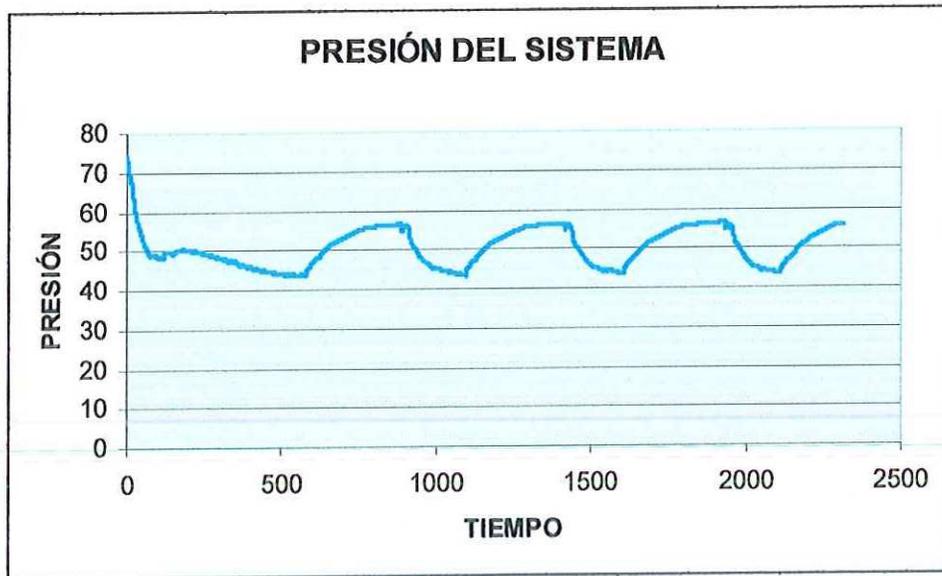


Figura 41: Presión Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c sin carga

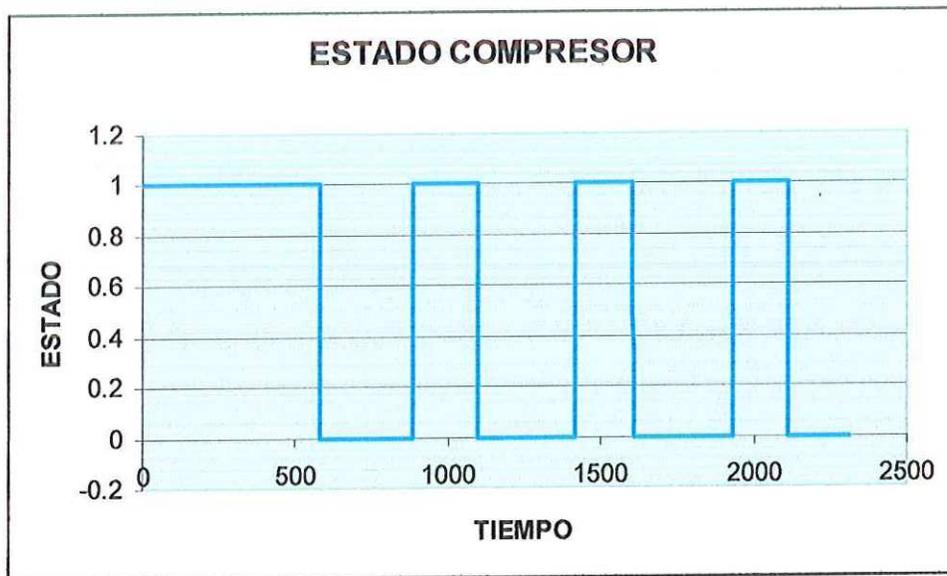


Figura 42: Conmutaciones del compresor con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c sin carga

5.3.6.2.2 CONTROL POR TEMPERATURAS CON CARGA DE 90 VATIOS

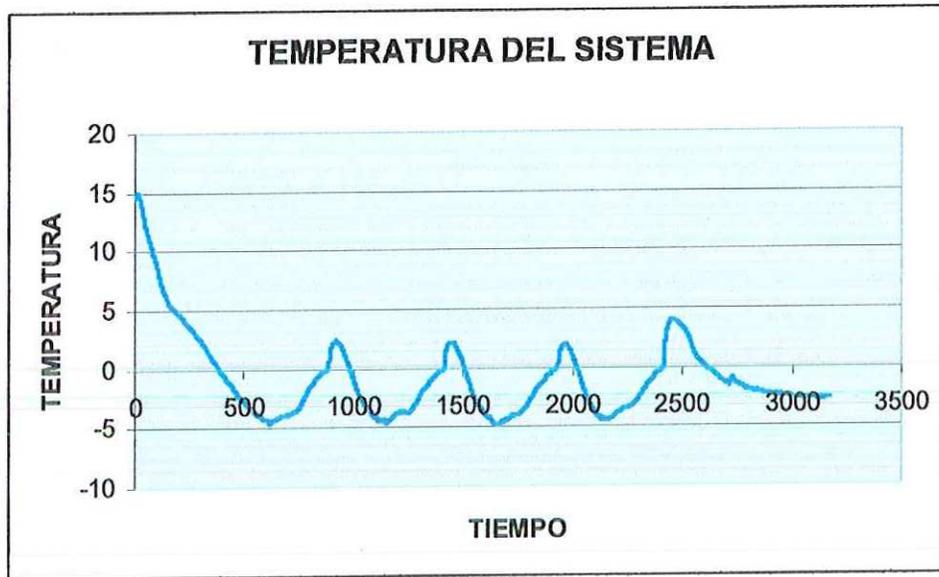


Figura 43: Temperatura Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 90 vatios

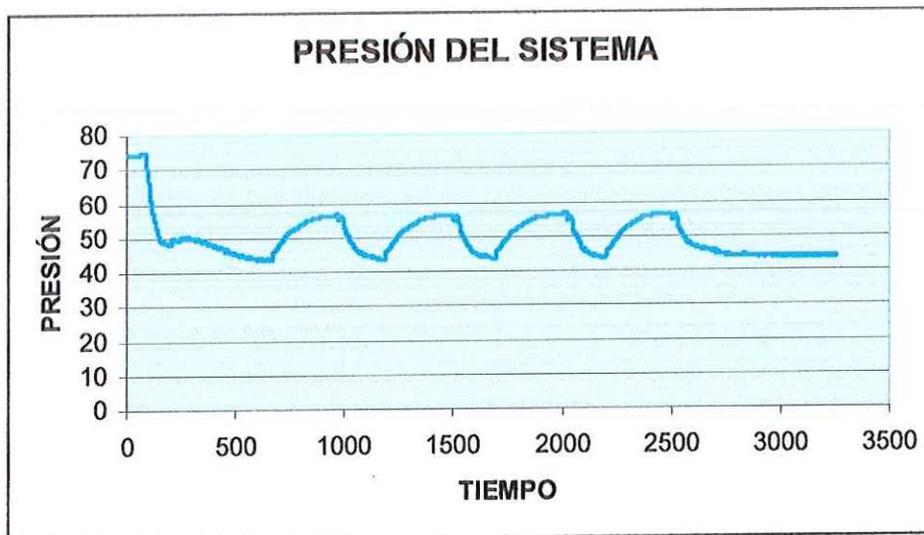


Figura 44: Presión Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 90 vatios

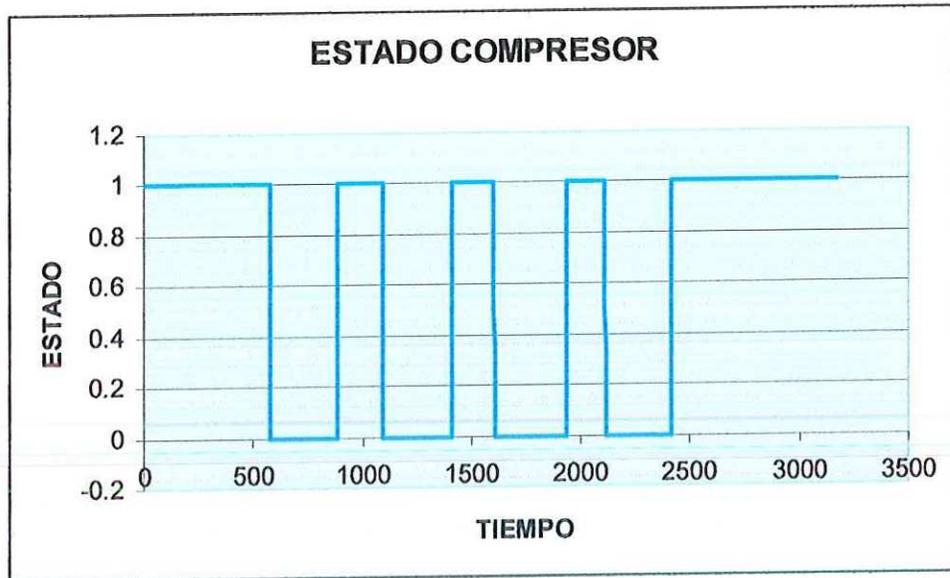


Figura 45: Conmutaciones del compresor con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 90 vatios

5.3.6.2.3 CONTROL POR TEMPERATURAS CON CARGA DE 130 VATIOS

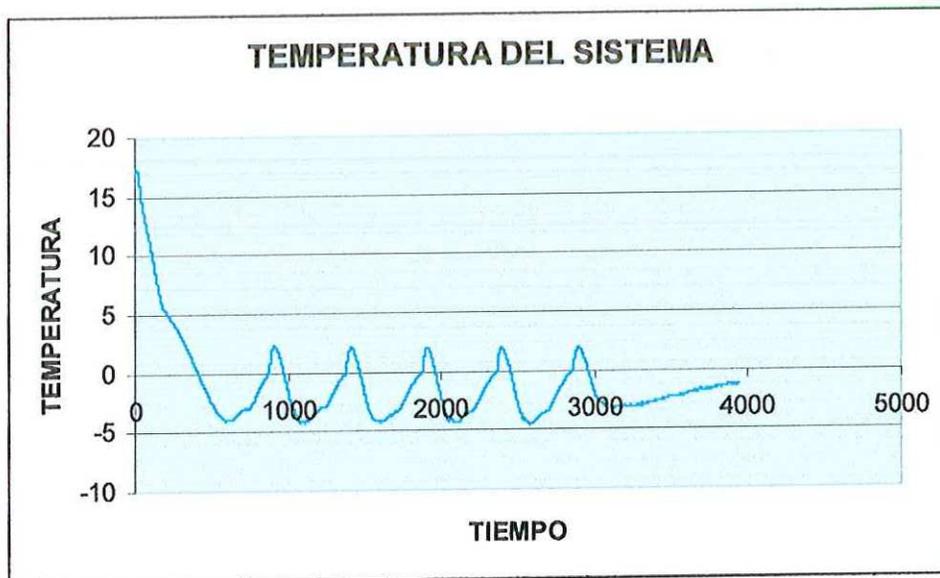


Figura 46: Temperatura Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 130 vatios

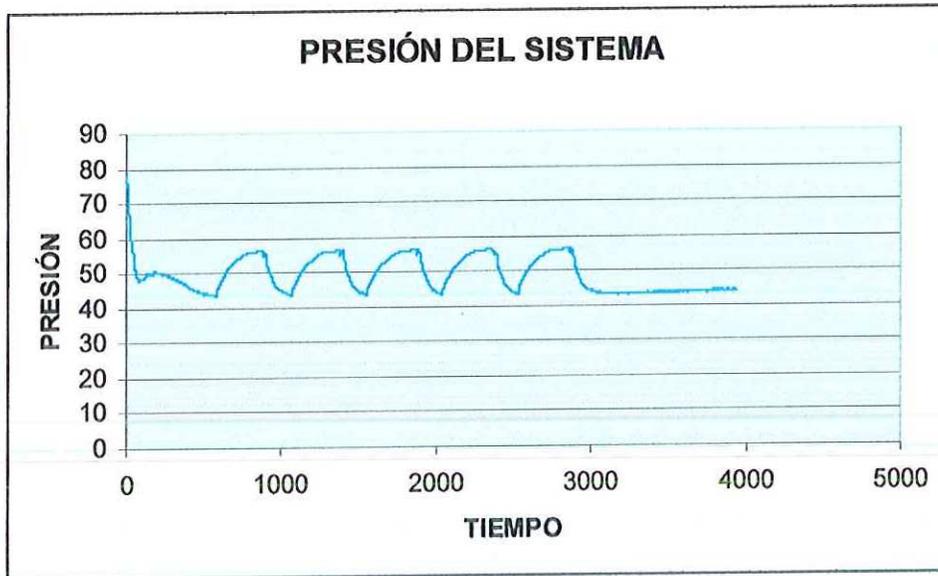


Figura 47: Presión Vs tiempo con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 130 vatios

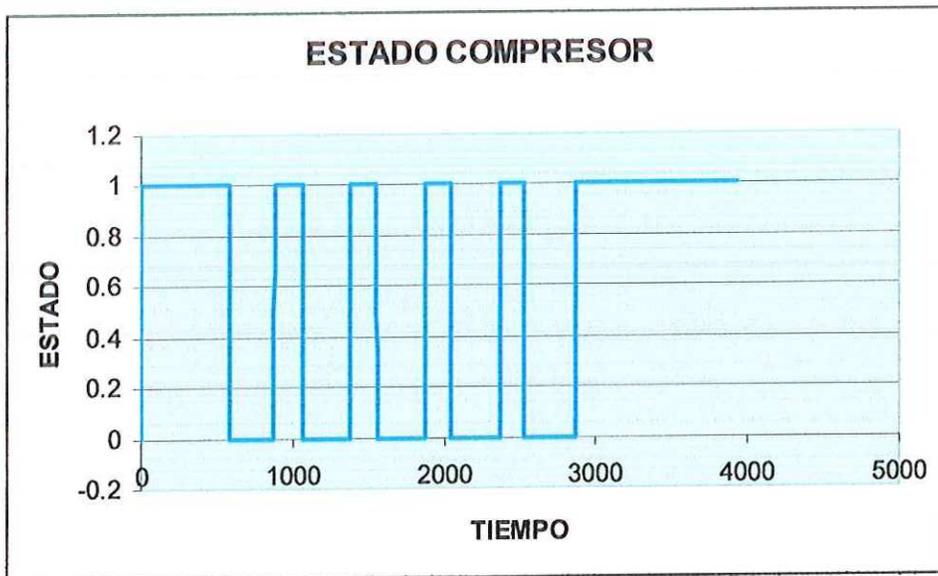


Figura 48: Conmutaciones del compresor con control de temperatura y set points de 0 a -4 °c con carga de 130 vatios

5.3.6.3 CONTROL DE TEMPERATURA POR PRESIONES

El control de la temperatura que se realiza por medio de la medición de presión consiste en situar dos setpoints de presión de acuerdo a la temperatura que necesitamos que mantenga el sistema, cuando el valor alto es alcanzado el compresor se enciende y cuando alcanza el valor bajo, el compresor se desactiva, cumpliendo así el objetivo de ahorrar energía.

5.3.6.3.1 CONTROL DE TEMPERATURA POR PRESIONES SIN CARGA

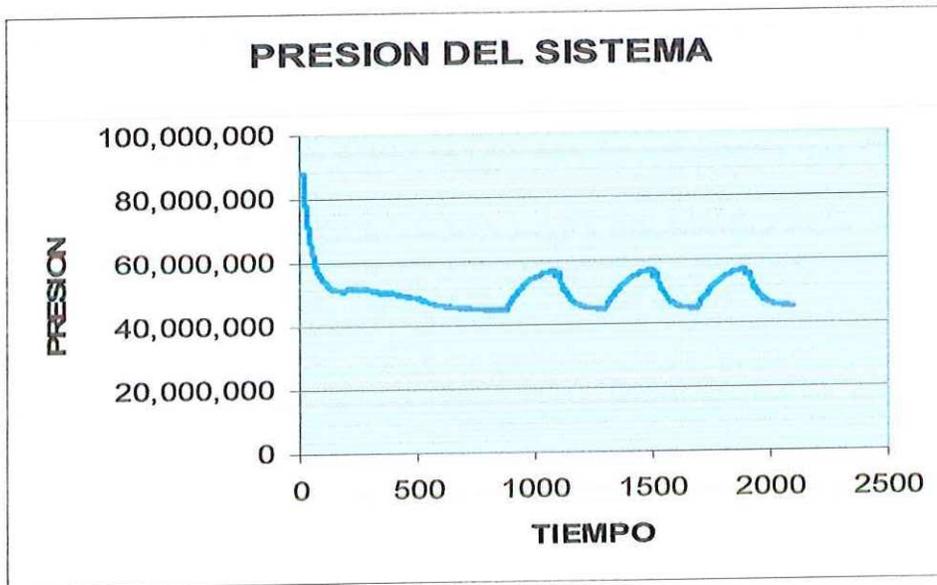


Figura 49: Presión Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi sin carga

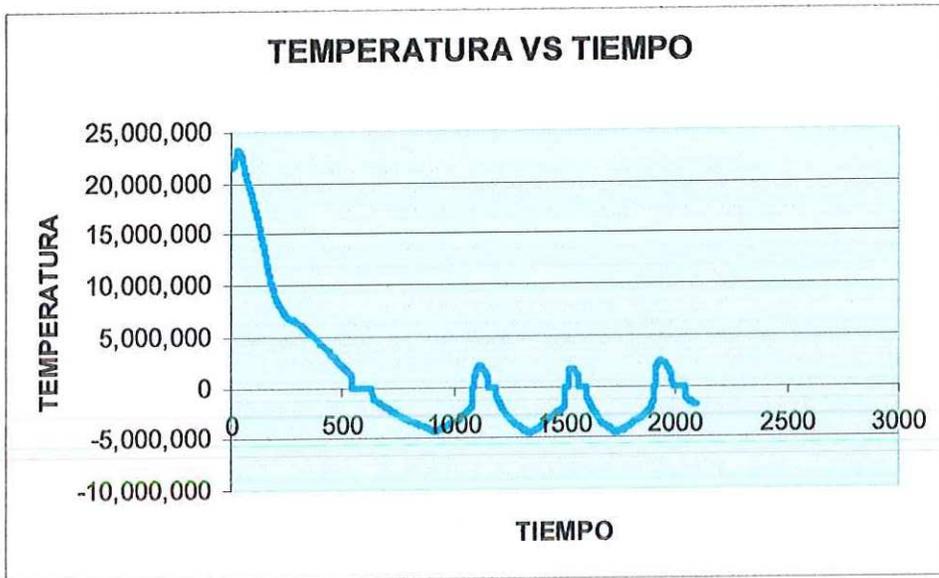


Figura 50: Temperatura Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi sin carga

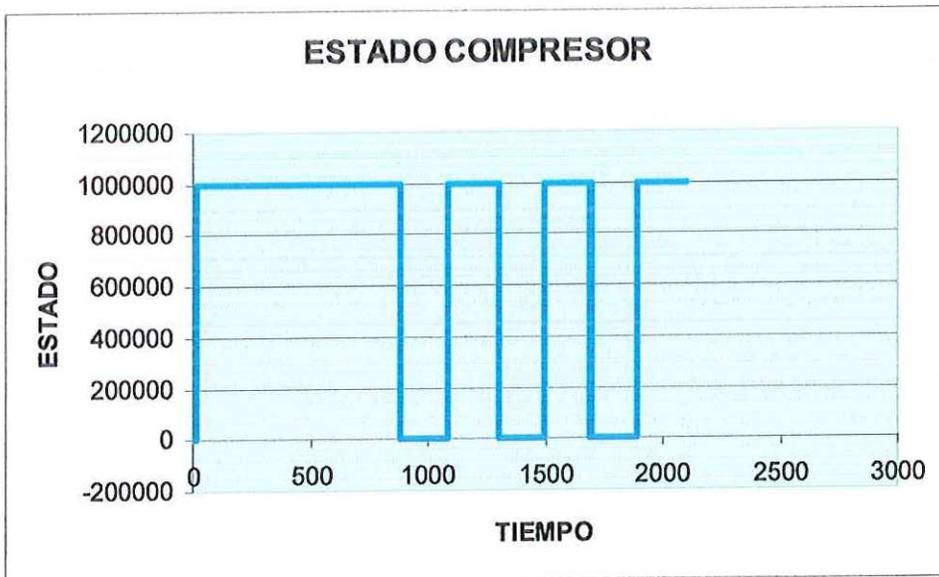


Figura 51: Conmutaciones del compresor con control de presión y set points de 44 a 55 psi sin carga

5.3.6.3.2 CONTROL DE TEMPERATURA POR PRESIONES CON CARGA DE 90 VATIOS

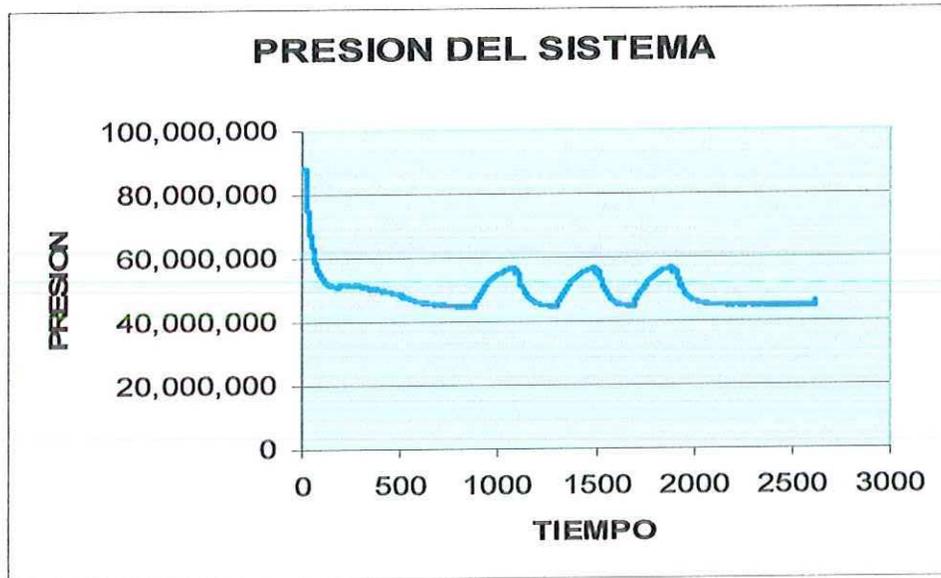


Figura 52: Presión Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 90 vatios

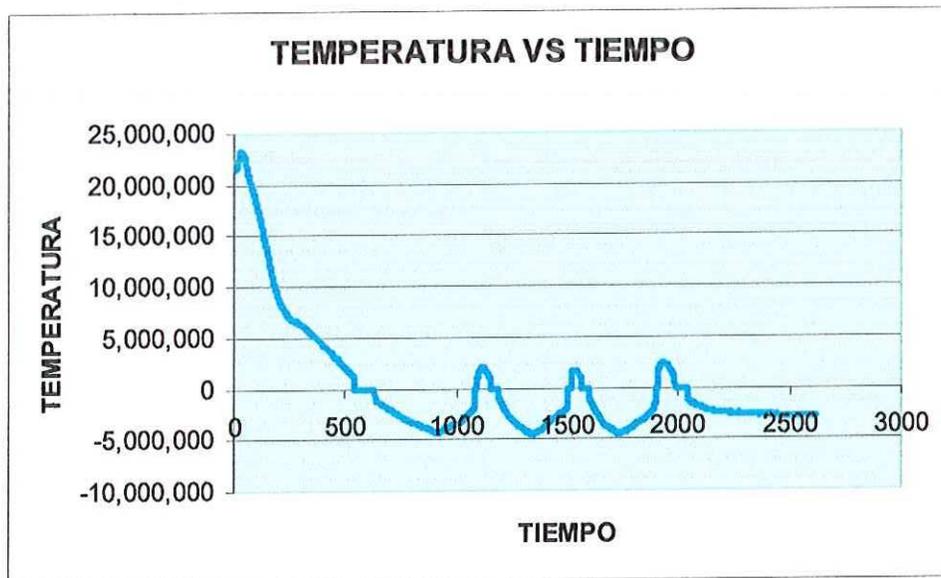


Figura 53: Temperatura Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 90 vatios

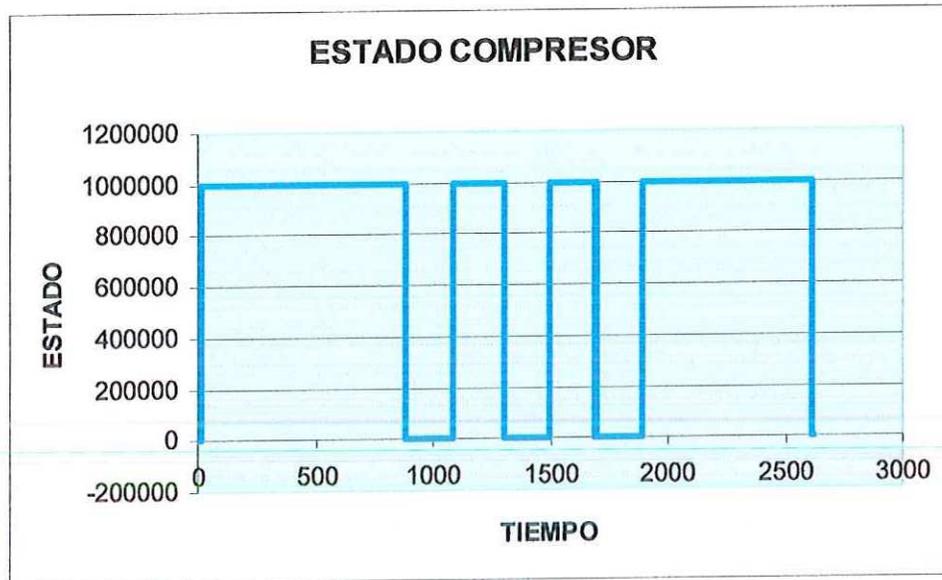


Figura 54: Conmutaciones del compresor con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 90 vatios

5.3.6.3.3 CONTROL DE TEMPERATURA POR PRESIONES CON CARGA DE 130 VATIOS

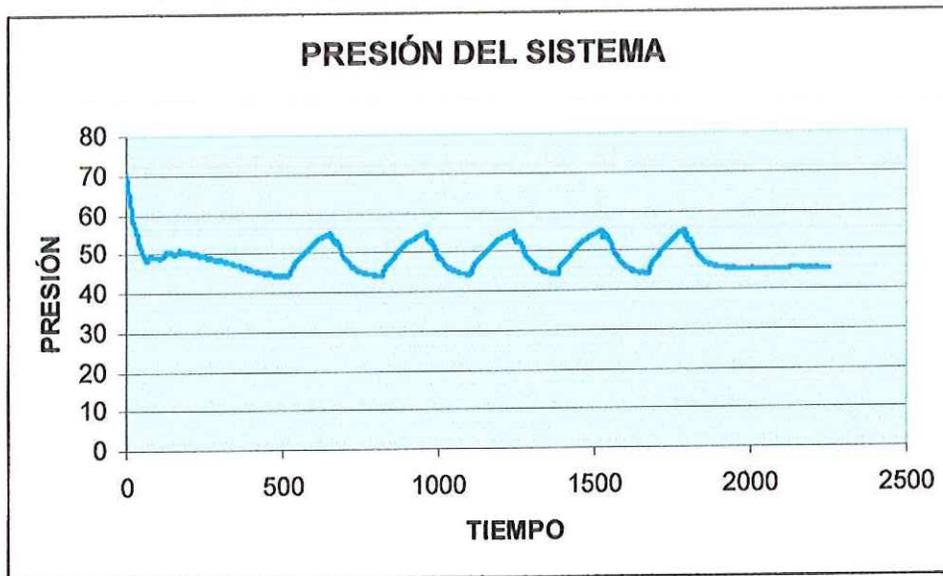


Figura 55: Presión Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 130 vatios

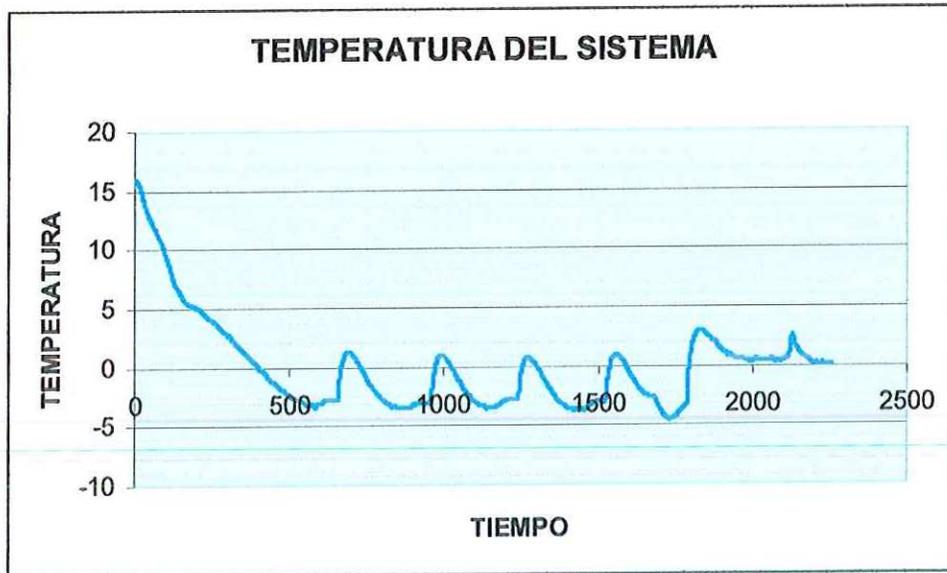


Figura 56: Temperatura Vs tiempo con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 130 vatios

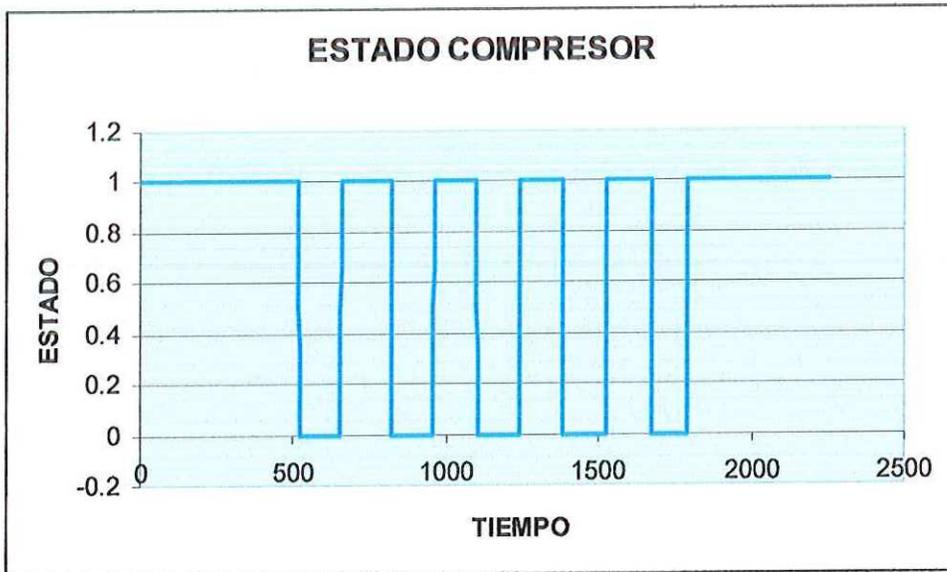


Figura 57: Conmutaciones del compresor con control de presión y set points de 44 a 55 psi con carga de 130 vatios

6 DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 DESARROLLO DEL PROYECTO

El desarrollo de este proyecto se divide en las siguientes etapas:

- Recolección y estudio de información acerca de sistemas de monitoreo, aprendizaje del lenguaje de programación en LABVIEW, FIELDPOINT con su respectivo software de programación, sensores de temperatura (termocuplas) y sensores magnéticos, redes telefónicas por medio de PC-ANYWHERE.
- Se implementará un modulo llamado FIELDPOINT el cual se va a encargar de realizar el proceso de toma de datos; Se creara un programa en LABVIEW el cual va decidir cuando prender un compresor y cuando apagarlo, además nos mostrara con tablas y graficas el estado actual de todos aquellos componentes que están siendo monitoreados y controlados.
- Se implementará un sistema de envío de datos por vía telefónica el cual permite comodidad y facilidad para los usuarios al momento de realizar etapas de monitoreo y control.
- Se realizará el diseño completo del sistema y se instalará en una maqueta para así poder observar datos reales en tiempo real con el fin de ver el ahorro de consumo de energía.

6.2 DIAGRAMA DEL SISTEMA

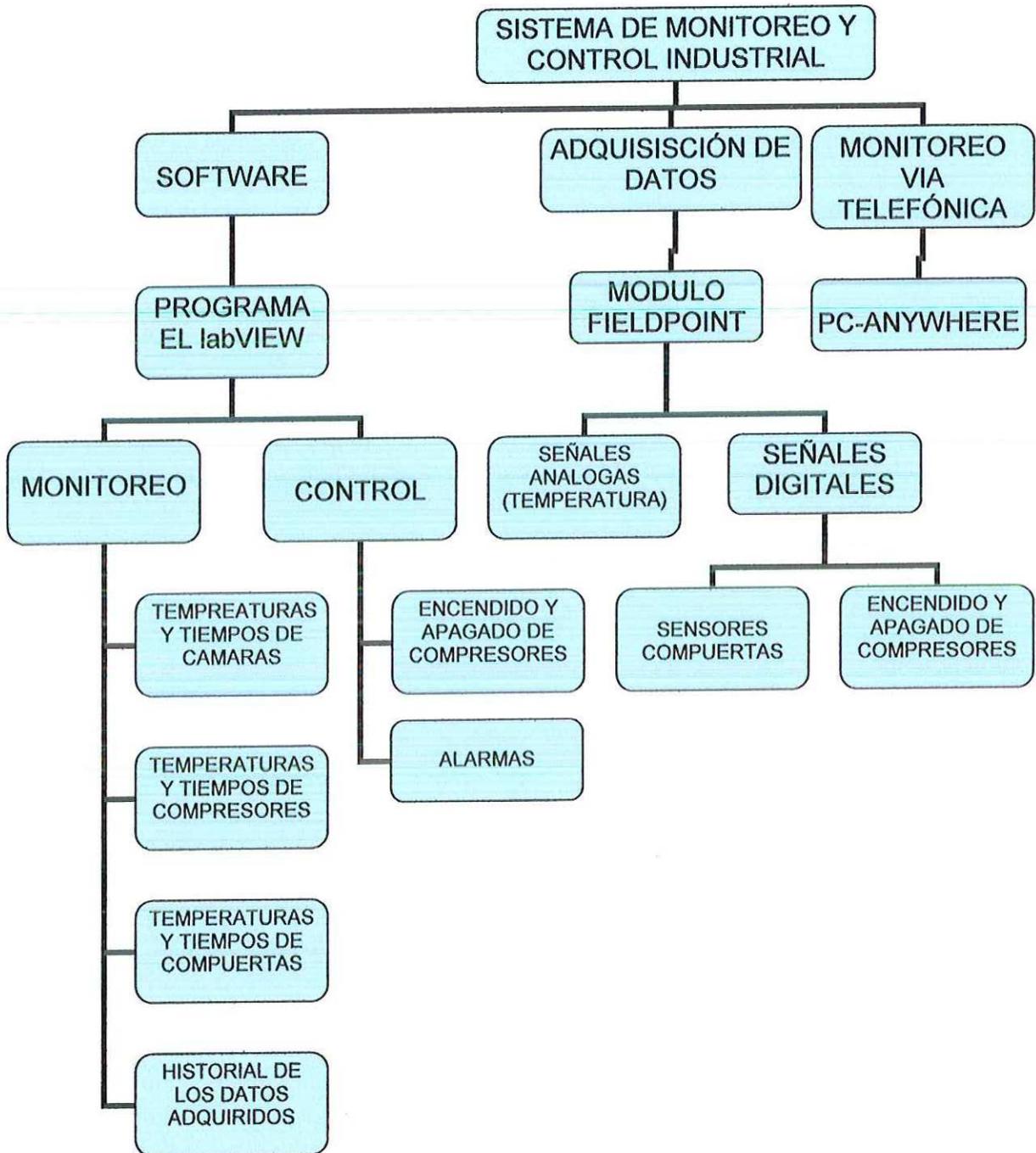


Figura 58: Diagrama del sistema

6.3 DISEÑO MECATRÓNICO

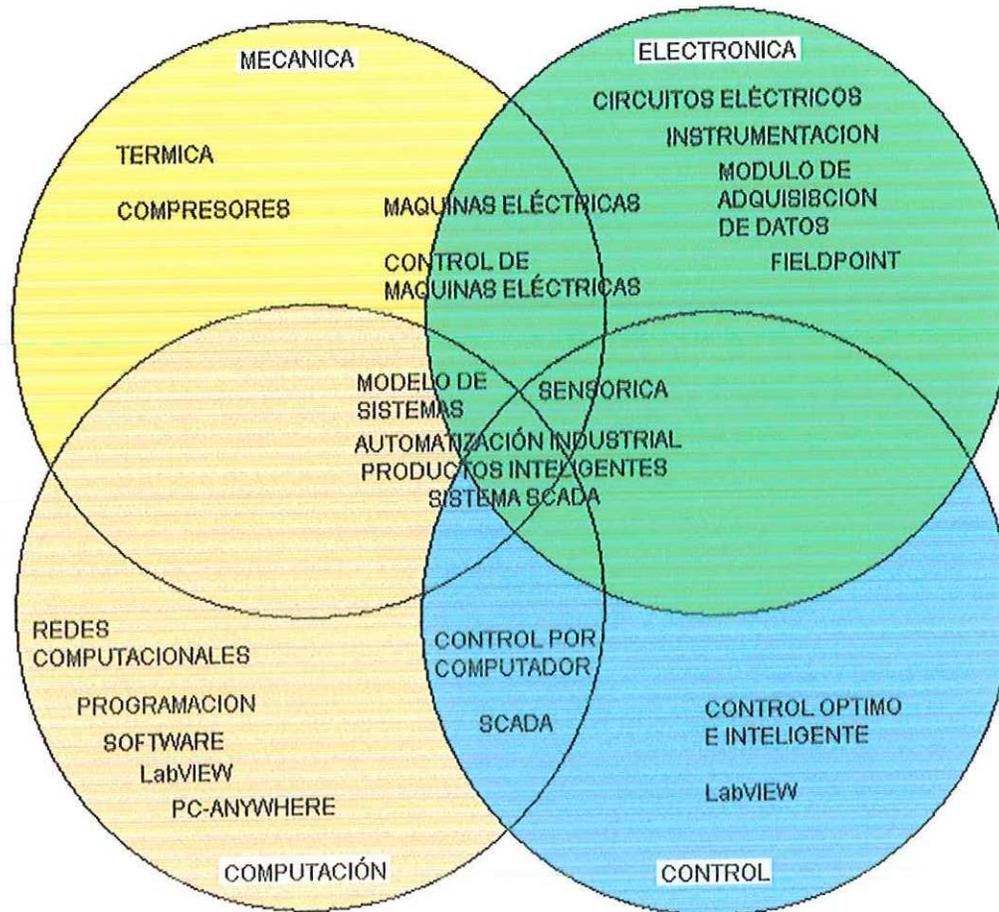


Figura 59: Diseño Mecatrónico

Aquí se puede observar la interacción que hay entre las diferentes etapas del proyecto y las cuatro ramas principales de la ingeniería mecatrónica (Mecánica, electrónica, computación y control). El proyecto es un sistema scada que comprende un poco de cada un de las ramas, pero principalmente se ubica en la de computación y control ya que la parte del control se hace por software, y esa es la etapa mas importante del proyecto.

También la rama de la electrónica juega un papel importante por que el módulo de adquisición de datos FIELDPOINT es un módulo netamente electrónico y es el que realiza la recolección y envío de las señales y datos.

7 CONCLUSIONES

- Implementando el control del sistema, se nota una disminución en la cantidad de energía utilizada en el proceso ya que se reducen notablemente el número de conmutaciones en los compresores. Situando los set points de temperatura de 0 a -4 °c, el compresor realiza las conmutaciones de la siguiente forma: En las 24 horas del día, se enciende 12 horas 10 minutos y se apaga 11 horas 50 minutos aproximadamente. El compresor consume 330 vatios por hora aproximadamente, lo cual produciría diariamente un ahorro aproximado de 3900 vatios por día aproximadamente.
- La etapa de monitoreo proporciona una visión global de lo que está pasando actualmente en la planta.
- También esta etapa suministra un historial de datos almacenados que son de gran ayuda al momento de tomar decisiones.
- El programa LabVIEW es una gran herramienta por que permite realizar control de procesos por software, admite la comunicación directa con varios dispositivos y proporciona una cómoda interacción con el usuario.
- El FIELDPOINT es un módulo muy eficiente ya que con este se pudo realizar la emisión y recepción de datos desde y hacia el controlador (LabVIEW).
- La comunicación remota con el PCANYWHERE facilita las acciones de monitoreo y control.

- El prototipo diseñado y construido simula en muy buenas condiciones el ambiente en el cual se puede llegar a aplicar este sistema.
- El control por temperatura resulta ser muy estable en el tiempo, al igual que el control realizado por presiones.
- Al simular las cargas de 90 y 130 vatios en el sistema se puede observar que la temperatura se desestabiliza, deteniéndose en algunos valores no muy convenientes para cumplir con el objetivo del ahorro de energía ya que el sistema no alcanza el valor para apagar el compresor. Esto se da por que el calor de la resistencia es constante y siempre va a estar emitiendo calor.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCIA, Emilio. *AUTOMATIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALES*, Alfaomega, 2003
- ALARCON CREUS, Jose. *TRATADO PRÁCTICO DE REFRIGERACIÓN AUTOMÁTICA*, Alfaomega grupo editor Argentina S.A., 2005
- <http://fis.unab.edu.co/docentes/olengerke/redes.htm>
- <http://fis.unab.edu.co/docentes/olengerke/autom.htm>
- <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=47>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Labview>
- http://www.symantec.com/region/mx/home_homeoffice/products/remote_pc_fax/pca115/features.html
- <http://www.diarioti.com/gate/n.php?id=3396>
- <http://www.diarioti.com/gate/n.php?id=3396>
- <http://www.surfear.com/?surf=manual%20%20en%20castellano%20pcanywhere%2011.5>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>
- <http://www.encyclopedia-gratuita.com//la/labview.html>
- <http://enciclopediauniversal.com/wiki/Labview>
- <http://web.mit.edu/jadc/www/memoriavacbmcd.pdf>
- http://cipres.cec.uchile.cl/~iq54a/apuntes/instrumentos/01_t_cuplas/t_cuplas.html
- <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/tutorial108.html>
- http://html.rincondelvago.com/termodinamica_8.html
- arnold.inpahu.edu.co/pdfs/eip/lineastomo5.pdf
- http://personales.com/colombia/bucaramanga/inmotica_domotica/inmotica.html
- <http://elyteonline.com/catalog/Automatizacion/Manual%20B%C3%A1sico%20de%20Automatizacion.pdf>

- http://www.intelhome.com.ar/f_oficinas.htm
- http://www.intelhome.com.ar/f_oficinas.htm
- http://es.wikipedia.org/wiki/Aislante_t%C3%A9rmico

ANEXO N° 1

MANUAL DEL USUARIO

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL
INDUSTRIAL EN LABVIEW POR MEDIO DE FIELDPOINT Y COMUNICACIÓN
TELEFONICA CON PC-ANYWHERE EN PLANTAS CON CÁMARAS DE FRÍO**

CONTENIDO

1. INSTALACIÓN	71
1.1 LabVIEW	71
1.2 Ejecutable	71
2. INICIO	71
3. PANTALLA PRINCIPAL	71
3.1 Cámaras	71
3.2 Temperaturas y set points	72
3.3 Alarmas	72
3.4 Compresores	72
3.5 Compuertas	72
3.6 Fecha	73
3.7 Abandonar el programa	73
4. PANTALLA "ESTADO DE CÁMARAS"	74
4.1 Estados	74
4.2 Tiempos	74
5. PANTALLA "ESTADO DE LOS COMPRESORES"	74
5.1 Estados	74
5.2 Tiempos	75
6. PANTALLA "ESTADO DE COMPUERTAS"	75
6.1 Estados	75
6.2 Tiempos	75
7. PANTALLA "VISTA SUPERIOR PLANTA"	76
7.1 Descripción	76
7.2 Alarmas	76
8. PANTALLA "HISTORIAL"	76
8.1 Descripción	76
8.2 Sub-pestañas (DATOS ARCHIVADOS, CÁMARAS, COMPRESORES, COMPUERTAS)	77
8.3 Datos archivados	77

8.4 Cámaras	77
8.4.1 Buscar archivo	78
8.4.2 Cuadro de dialogo	79
8.4.3 Cuadro de datos de las cámaras	79
8.5 Compresores	80
8.5.1 Buscar archivo	80
8.5.2 Cuadro de dialogo	81
8.5.3 Cuadro de datos de los compresores	81
8.6 Compuertas	82
8.6.1 Buscar archivo	82
8.6.2 Cuadro de dialogo	83
8.6.3 Cuadro de datos de las compuertas	83
9. PANTALLA "ARCHIVO DIARIO"	84
9.1 fecha actual	85
9.2 Valor a guardar (consumo de energía)	85
9.3 Botón "GUARDAR"	85
9.4 Display de visualización del dato guardado	85
9.5 Display de visualización de la fecha del último dato guardado	85
9.6 Botón "BUSCAR"	86
9.7 Cuadro de datos del valor del consumo de energía de la planta	87
10. PANTALLA "CARGAS"	87

1. Instalación

1.1 LabVIEW.

Tener instalado el LabVIEW en el ordenador; Si no lo tiene por favor introduzca el disco con la etiqueta LabVIEW y siga las instrucciones.

1.2 Ejecutable

Abra el archivo que dice SMCI y ejecútelo.

2. Inicio.

En la parte superior izquierda usted podrá observar las pestañas que indican las diferentes pantallas que componen este programa de monitoreo y control industrial.

3. pantalla principal.

3.1 Cámaras

Haciendo clic en la primera pestaña le aparecerá la pantalla principal, aquí, accionando el botón CAMARA se pone en marcha la cámara que se necesite, según la necesidad del usuario, al mismo tiempo se puede observar el tiempo que lleva encendida la cámara en el presente día.

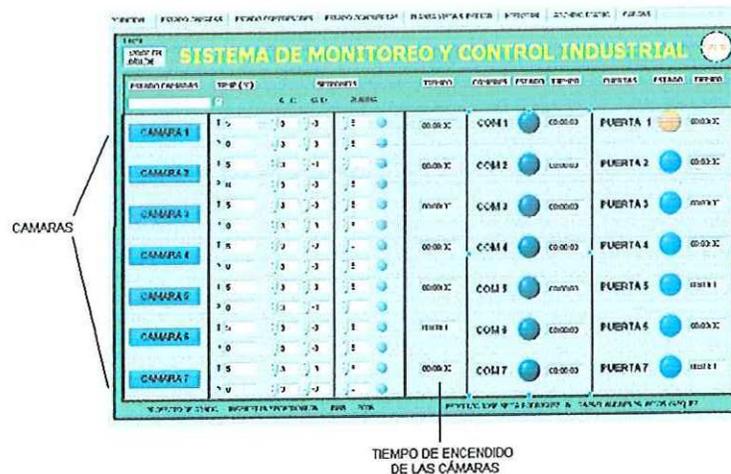


Figura 60: Control de cámaras y monitoreo de tiempos en la pantalla principal

3.2 Temperaturas y set points.

Las temperaturas que aparecen son las de cada cámara y los *set points* son aquellas temperaturas en las cuales el usuario quiere que oscile la temperatura actual de la cámara.

3.3 Alarmas.

La alarma es una temperatura en la cual al alcanzar dicho valor se encenderá el bombillo dando un mensaje de alarma.

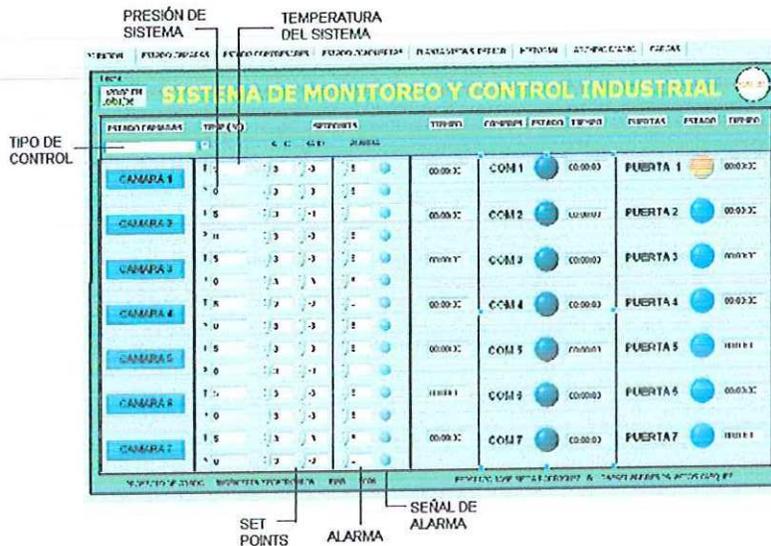


Figura 61: Monitoreo de las temperaturas en las cámaras de frío, alarmas y control de setpoints en la pantalla principal

3.4 Compresores

Al encender los compresores inmediatamente se encenderá el bombillo correspondiente a cada compresor, indicando que el compresor está trabajando en ese momento, e igualmente se podrá monitorear el tiempo que llevan encendidos los compresores durante el presente día.

3.5 Compuertas

Como también se están monitoreando las puertas de las cámaras de frío, cada vez que una puerta es abierta, se encenderá el bombillo indicando que en ese instante la puerta fue abierta, cuando la puerta sea cerrada volverá a apagarse

el bombillo, igualmente se puede monitorear el tiempo que llevan abiertas las compuertas de las cámaras durante el presente día.

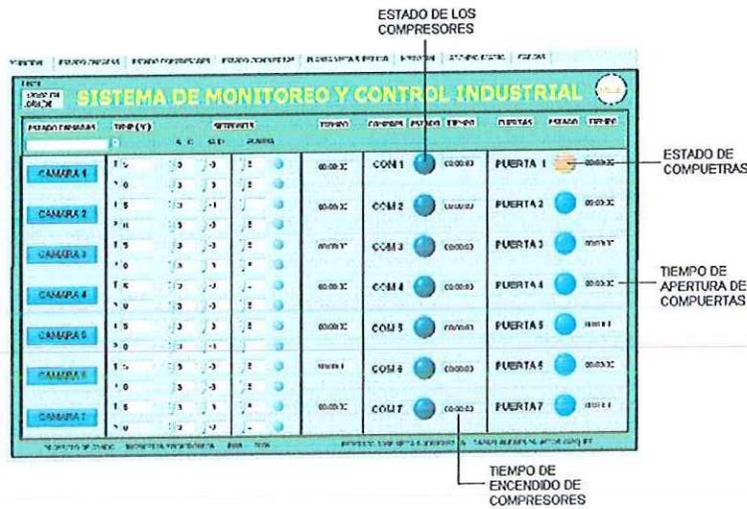


Figura 62: Monitoreo del estado y el tiempo de los compresores y compuertas en la pantalla principal

3.6 Fecha.

En la parte superior derecha de esta pantalla aparece un cuadro con la fecha, que le ayudara a estar ubicado en el tiempo mientras opera el software.

3.7 Abandonar el programa.

Si usted desea salir del programa, diríjase a la esquina superior derecha, allí encontrará un botón que dice “SALIR”, accionando este usted podrá abandonar el programa.



Figura 63: Monitoreo de la fecha y botón “SALIR” para abandonar el programa en la pantalla principal

4 Pantalla “Estado de cámaras”.

Haciendo clic en la segunda pestaña se puede observar gráficamente el estado de las cámaras durante el presente día.

4.1 Estados.

Cuando la grafica nos muestra un pico positivo, esto quiere decir que en ese momento está o estuvo encendida la cámara, igualmente si la gráfica muestra un pico negativo, quiere decir que la cámara está o estuvo apagada, esto con el fin de monitorear el estado de las cámaras.

4.2 Tiempos.

Al mismo tiempo se puede monitorear el tiempo que ha estado encendida la cámara durante el presente día.

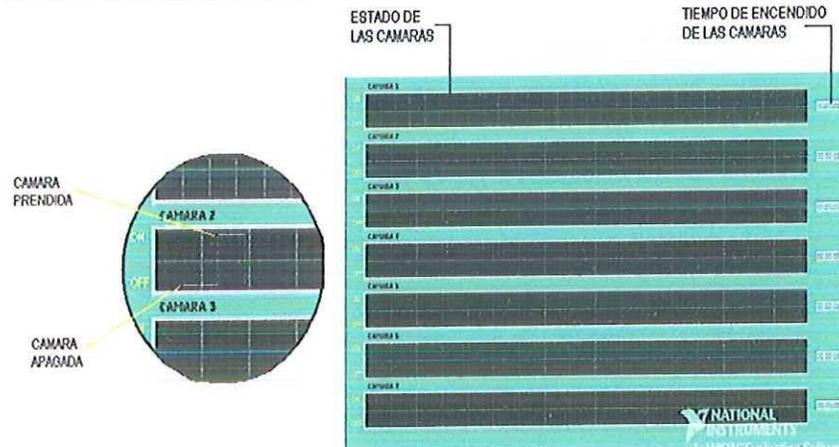


Figura 64: Monitoreo en forma gráfica del estado y el tiempo de las cámaras

5 Pantalla “Estado de compresores”.

Haciendo clic en la tercera pestaña se puede observar gráficamente el estado de los compresores durante el presente día.

5.1 Estados.

Cuando la grafica nos muestra un pico positivo, esto quiere decir que en ese momento está o estuvo encendido el compresor, igualmente si la gráfica muestra un pico negativo, quiere decir que el compresor está o estuvo apagada, esto con el fin de monitorear el estado de los compresores.

5.2 Tiempos.

Al mismo tiempo se puede monitorear el tiempo que ha estado encendida el compresor durante el presente día.

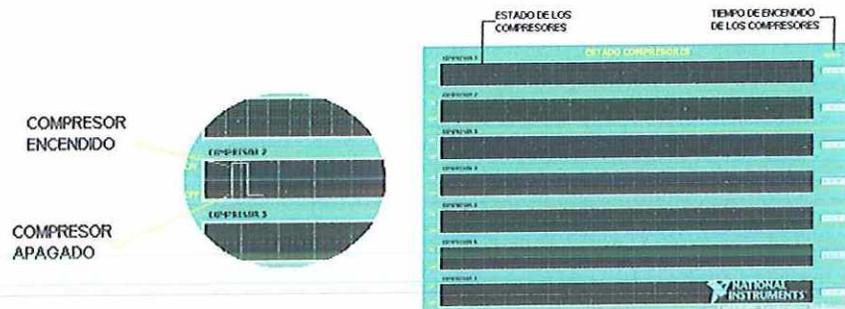


Figura 65: Monitoreo en forma gráfica del estado y el tiempo de los compresores

6 Pantalla “Estado de Compuertas”.

Haciendo clic en la cuarta pestaña se puede observar gráficamente el estado de las compuertas durante el presente día.

6.1 Estados.

Cuando la grafica nos muestra un pico positivo, esto quiere decir que en ese momento está o estuvo abierta la compuerta, igualmente si la gráfica muestra un pico negativo, quiere decir que la compuerta estuvo cerrada, esto con el fin de monitorear el estado de las compuertas.

6.2 Tiempos.

Al mismo tiempo se puede monitorear el tiempo que han estado abiertas las compuertas durante el presente día.

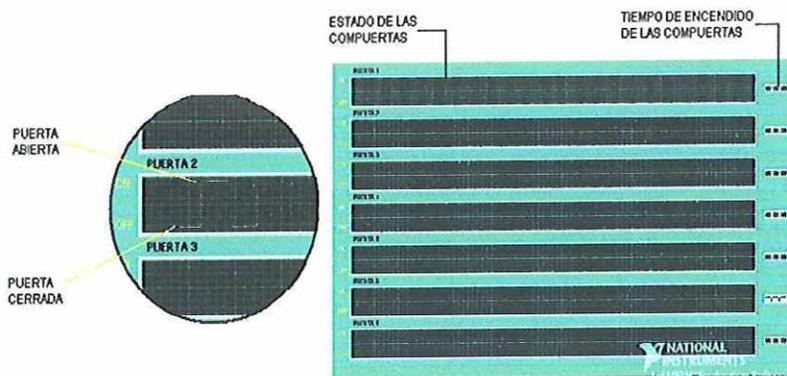


Figura 66: Monitoreo en forma gráfica del estado y el tiempo de las compuertas

7 Pantalla “Vista superior planta”.

7.1 Descripción.

Haciendo clic en la quinta pestaña se puede observar en vista superior la planta, con sus compresores y sus respectivos bombillos de activación, sus cámaras de frío con sus respectivos bombillos de activación, el indicador de temperatura de cada cámara y cada compuerta con su respectivo bombillo de activación.

Esta pantalla con el fin de tener un monitoreo global mas amigable para el usuario.

7.2 Alarma.

También se encuentra un bombillo de activación de alarma. Si en alguna cámara se genera alarma por el valor de la temperatura, este se vuelve de color rojo.

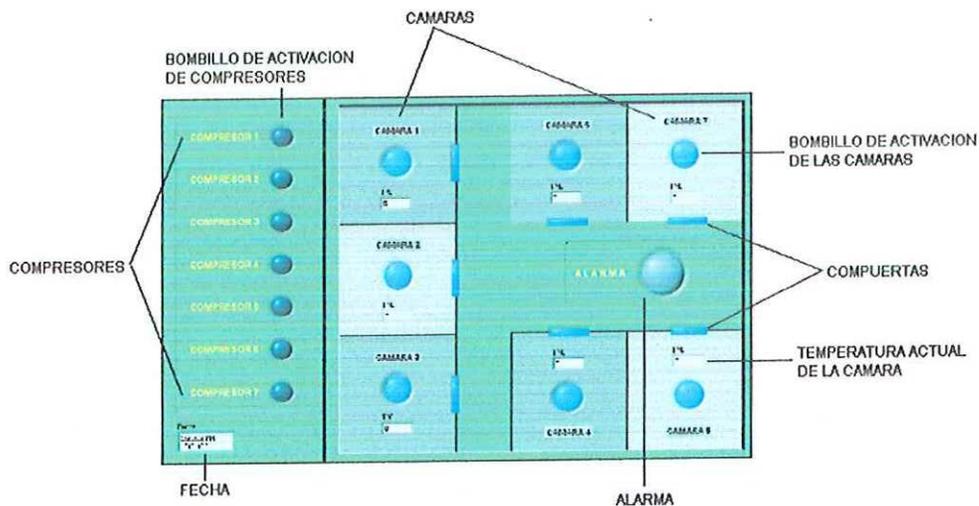


Figura 67: Descripción completa de la pantalla “PLANTA VISTA SUPERIOR”

8 Pantalla “HISTORIAL”

8.1 Descripción.

Haciendo clic en la sexta pestaña se puede observar el historial de todos los datos importantes en la etapa del monitoreo. En esta se encuentra tres sub-pestañas que comprenden las cámaras, los compresores y las compuertas.

8.2 Sub-pestañas (CÁMARAS, COMPRESORES Y COMPUERTAS).

En estas pestañas usted puede decidir cuales de los datos del presente o del pasado quiere ver, esto con el fin de realizar un monitoreo del pasado.

8.3 Datos archivados

En esta pantalla usted puede, haciendo clic en los círculos blancos, seleccionar todos aquellos datos que usted cree conveniente almacenar en un archivo que ese crea en el computador con el fin de poder realizar posteriormente un monitoreo de esos datos en forma de tabla.

Los datos que se pueden almacenar en el archivo son: Los estados, temperaturas y tiempos de las cámaras de frío; Los estados y tiempos de los compresores; Los estado y tiempos de las compuertas.

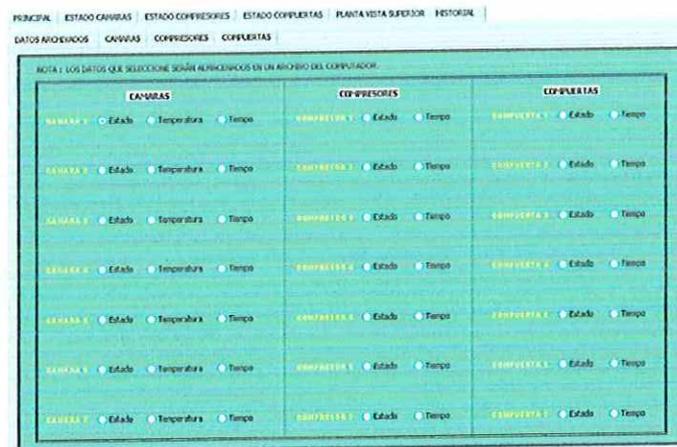


Figura 68: Pantalla "DATOS ADQUIRIDOS"

8.4 Cámaras.

Haciendo clic en la sub-pestaña CÁMARAS se despliegan otras sub-pestañas que enumeran las diferentes cámaras y al hacer clic en la cámara deseada aparece una pantalla con las diferentes etapas del historial, que en este caso son: El estado, la temperatura y el tiempo de encendido.

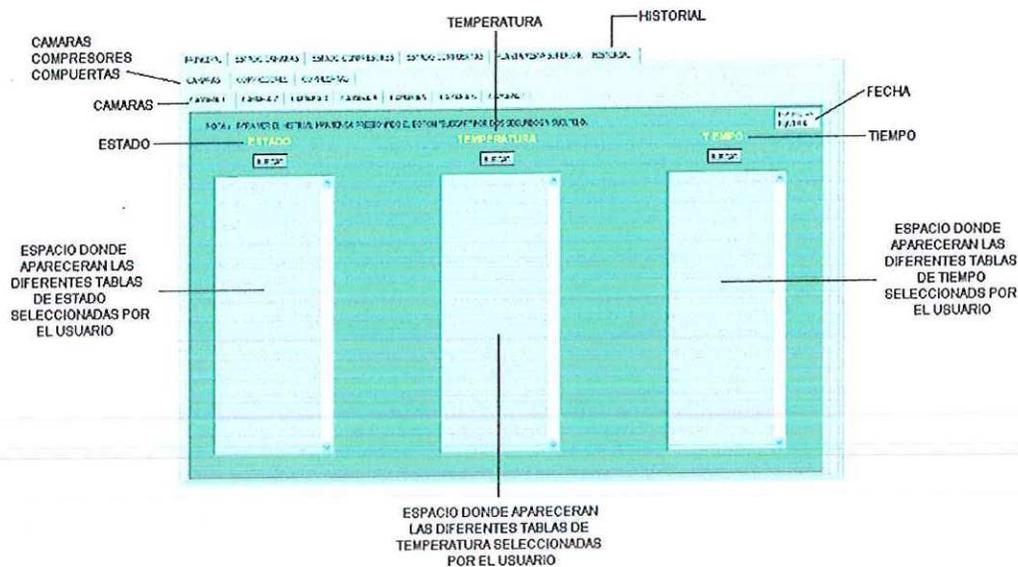


Figura 69: Descripción completa de la pantalla "HISTORIAL" y sub-pestaña "CÁMARAS"

8.4.1 Buscar archivo.

Pulsando el botón "BUSCAR" por dos segundos aparecerá un cuadro de dialogo en el cual tendrá que seleccionar la tabla que quiera ver. Estas tablas están organizadas por días en el archivo. A medida que van pasando los días se van generando unas tablas en un archivo dentro del computador, lo cual permite recopilar toda la información importante de la etapa de monitoreo diariamente, segundo a segundo.

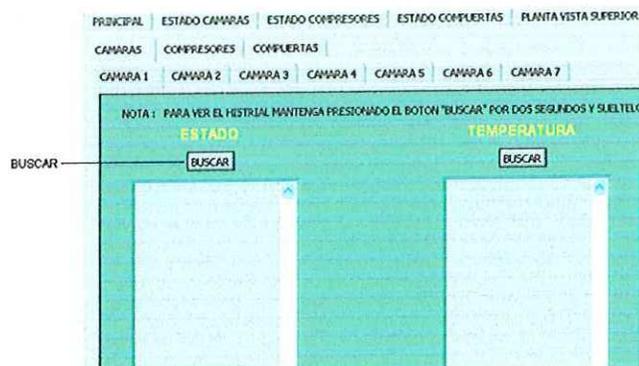


Figura 70: Buscar el archivo donde se encuentran los datos de el historial de las cámaras

8.4.2 Cuadro de dialogo

En este cuadro de dialogo usted podrá navegar para buscar todos aquellos datos que usted considere importante monitorear.

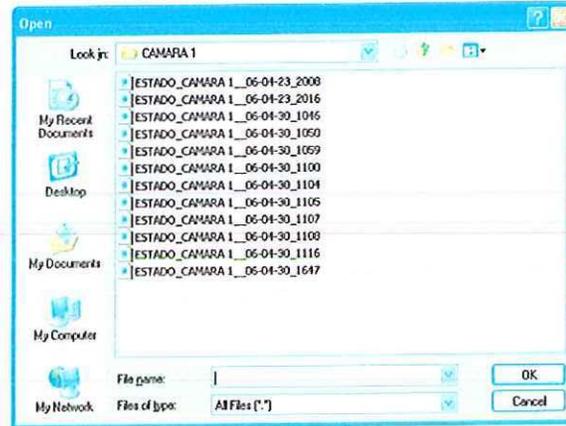


Figura 71: Cuadro de dialogo donde se buscan los datos de el historial de las cámaras

8.4.3 Cuadro de datos de las cámaras

En el cuadro de datos de las cámaras, después de haber buscado el archivo deseado, aparecerán dos columnas las cuales indicaran: el valor de la de la izquierda es el estado o valor del dato monitoreado y el valor de la de la derecha es la fecha en la cual fue tomado el respectivo dato. Los datos se toman segundo a segundo, generando nuevos archivos cada 24 horas del día.

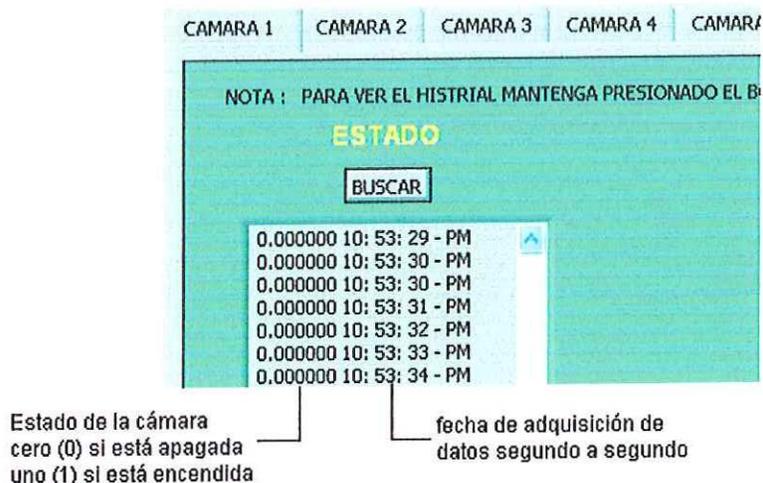


Figura 72: Cuadro de datos de las cámaras

8.5 COMPRESORES

Haciendo clic en la sub-pestaña COMPRESORES se despliegan otras sub-pestañas que enumeran los diferentes compresores y al hacer clic en el compresor deseada aparece una pantalla con las diferentes etapas del historial, que en este caso son: El estado y el tiempo de encendido.

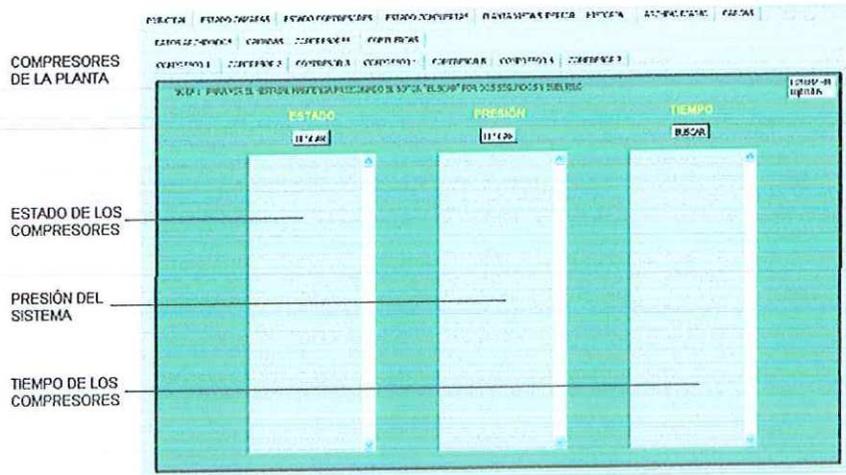


Figura 73: Descripción completa de la sub-pestaña "COMPRESORES"

8.5.1 Buscar archivo.

Pulsando el botón "BUSCAR" por dos segundos aparecerá un cuadro de dialogo en el cual tendrá que seleccionar la tabla que quiera ver. Estas tablas están organizadas por días en el archivo. A medida que van pasando los días se van generando unas tablas en un archivo dentro del computador, lo cual permite recopilar toda la información importante de la etapa de monitoreo diariamente, segundo a segundo.

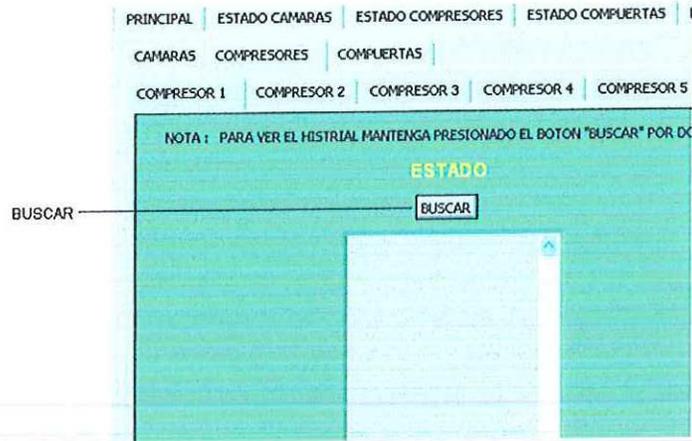


Figura 74: Buscar el archivo donde se encuentran los datos de el historial de Los compresores

8.5.2 Cuadro de dialogo

En este cuadro de dialogo usted podrá navegar para buscar todos aquellos datos que usted considere importante monitorear.

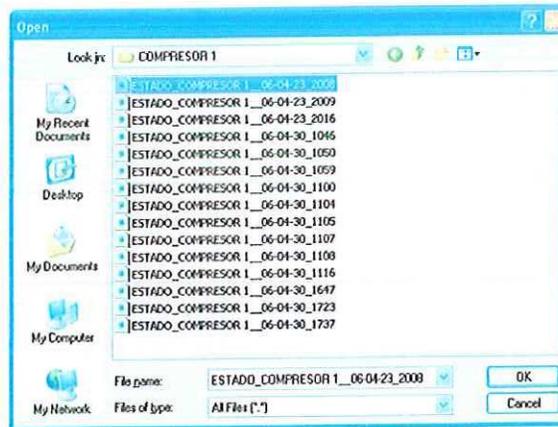


Figura 75: Cuadro de dialogo donde se buscan los datos de el historial de los compresores

8.5.3 Cuadro de datos de los compresores

En el cuadro de datos de los compresores, después de haber buscado el archivo deseado, aparecerán dos columnas las cuales indicaran: el valor de la de la izquierda es el estado o valor del dato monitoreado y el valor de la de la derecha es la fecha en la cual fue tomado el respectivo dato. Los datos se toman segundo a segundo, generando nuevos archivos cada 24 horas del día.

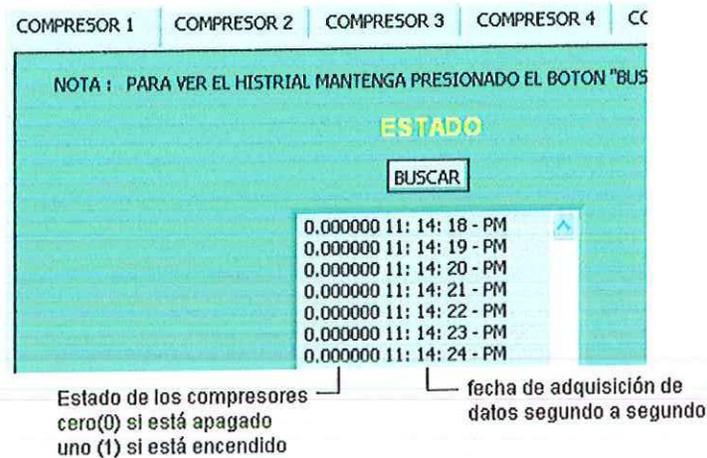


Figura 75: Cuadro de datos de los compresores

8.6 COMPUERTAS

Haciendo clic en la sub-pestaña COMPUERTAS se despliegan otras sub-pestañas que enumeran las diferentes compuertas y al hacer clic en la compuerta deseada aparece una pantalla con las diferentes etapas del historial, que en este caso son: El estado y el tiempo de apertura.

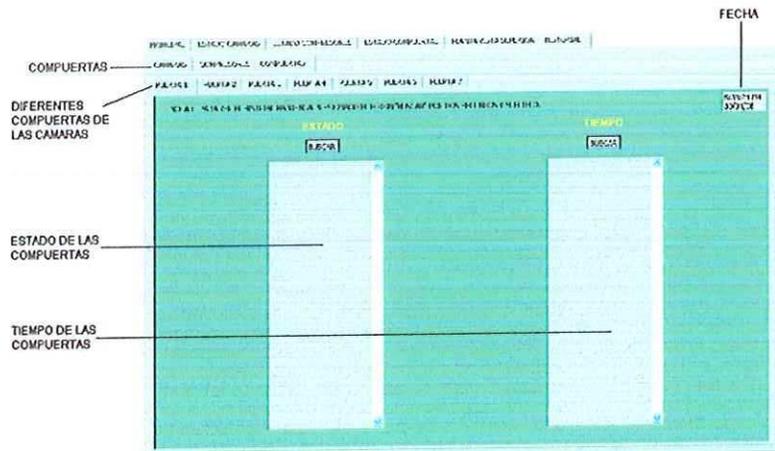


Figura 77: Descripción completa de la sub-pestaña "COMPUERTAS"

8.6.1 Buscar archivo.

Pulsando el botón "BUSCAR" por dos segundos aparecerá un cuadro de dialogo en el cual tendrá que seleccionar la tabla que quiera ver. Estas tablas están organizadas por días en el archivo. A medida que van pasando los días se van

generando unas tablas en un archivo dentro del computador, lo cual permite recopilar toda la información importante de la etapa de monitoreo diariamente, segundo a segundo.

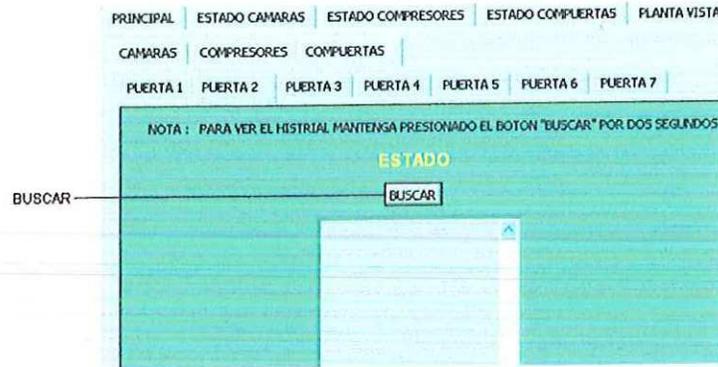


Figura 78: Buscar el archivo donde se encuentran los datos de el historial de las compuertas

8.6.2 Cuadro de dialogo

En este cuadro de dialogo usted podrá navegar para buscar todos aquellos datos que usted considere importante monitorear.

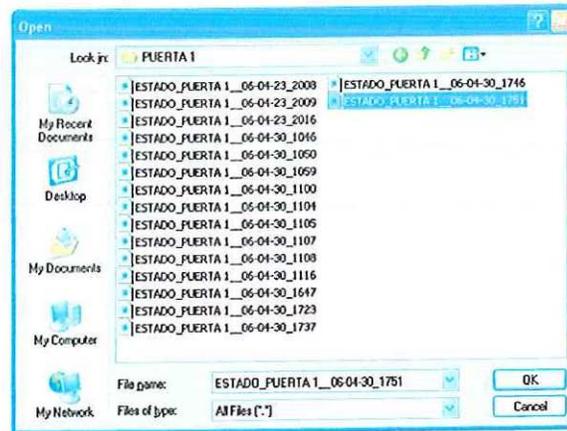


Figura 79: Cuadro de dialogo donde se buscan los datos de el historial de las compuertas

8.6.3 Cuadro de datos de las compuertas

En el cuadro de datos de las compuertas, después de haber buscado el archivo deseado, aparecerán dos columnas las cuales indicaran: el valor de la de la izquierda es el estado o valor del dato monitoreado y el valor de la de la derecha

es la fecha en la cual fue tomado el respectivo dato. Los datos se toman segundo a segundo, generando nuevos archivos cada 24 horas del día.

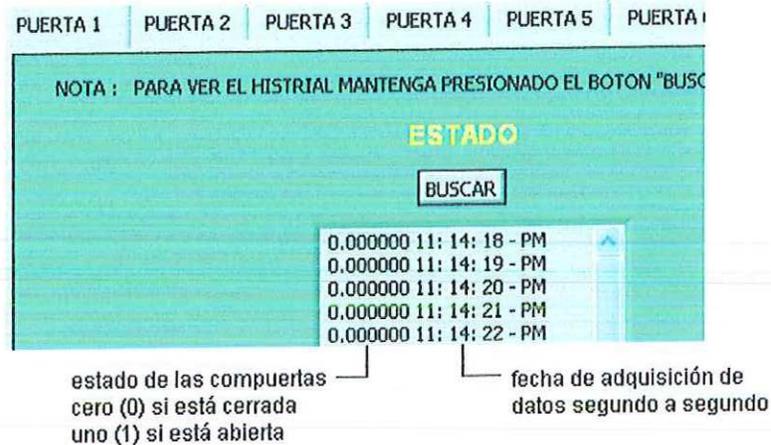


Figura 80: Cuadro de datos de las compuertas

9. Pantalla “Archivo diario”

Esta etapa del proceso es muy importante ya que aquí es donde se almacena el valor de la energía consumida diariamente y donde se puede monitorear el consumo que ha tenido la planta desde la activación del sistema, ya que al escribir y archivar el valor cada día, se va generando un reporte que servirá para monitorear el consumo mensual de la planta y poder tomar acciones de beneficio para los procesos de la empresa.

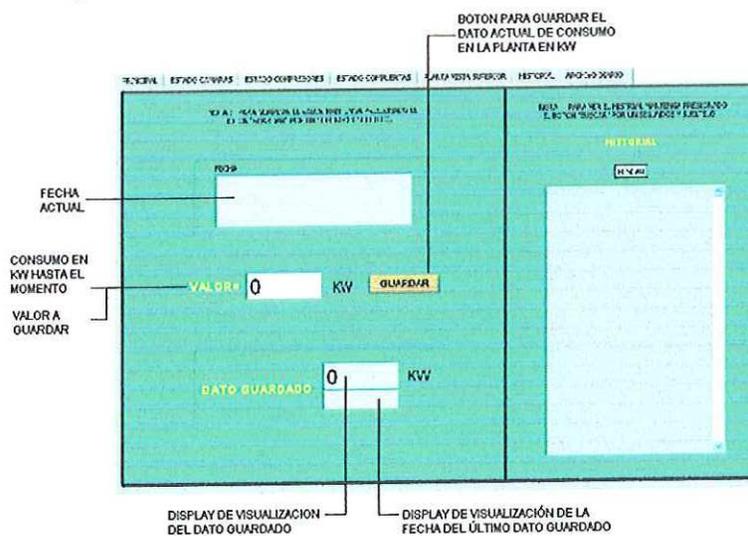


Figura 81: Pantalla “Archivo diario” (Fechas, datos y botón guardar)

9.1 Fecha actual

Esta es la fecha actual del sistema, la fecha actual del lugar en donde este instalado el sistema. Esto con el fin de que se ingrese el valor a la hora predispuesta.

9.2 Valor a guardar

Este es el valor que la persona que este operando el sistema tendrá que ingresar todos los días a la misma hora con el fin de poder monitorear el consumo de la planta diariamente y mensualmente, y así poder darse cuenta del ahorro de energía que genera este sistema de monitoreo y control industrial.

9.3 Botón "GUARDAR"

Después de haber introducido el dato de consumo en kilovatios en la casilla de valor, deberá mantener oprimido el botón "GUARDAR" por un segundo y soltarlo con el fin de almacenarlo en el archivo diario que se creó anteriormente en el computador.

9.4 Display de visualización del dato guardado

Aquí se verá el valor del último dato guardado con el fin de hacer una comparación con el valor presente a almacenar.

9.5 Display de visualización de la fecha del último dato guardado

Aquí se verá la fecha en la que fue guardado el último valor, con el fin de mantener el monitoreo diario de almacenamiento de ese dato.

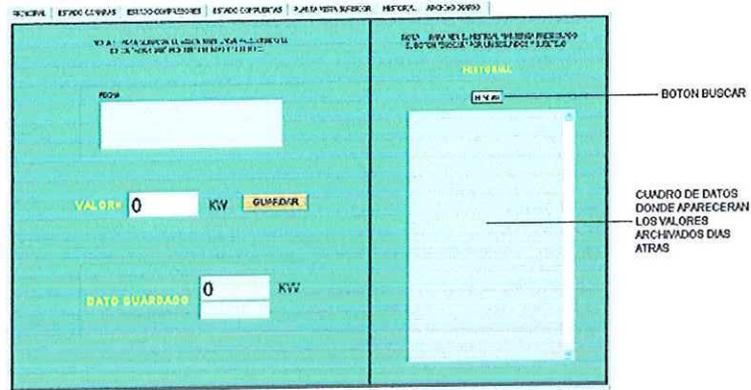


Figura 82: Pantalla “Archivo diario” (Cuadro de datos y botón buscar)

9.6 Botón buscar

Para poder observar los datos anteriormente guardados en la casilla del valor del consumo, oprima el botón “BUSCAR” durante un segundo. Aquí le aparecerá un cuadro de dialogo en donde tendrá que escoger el archivo que desee, en este caso el archivo diario, esto con el fin de realizar el monitoreo de ese valor.

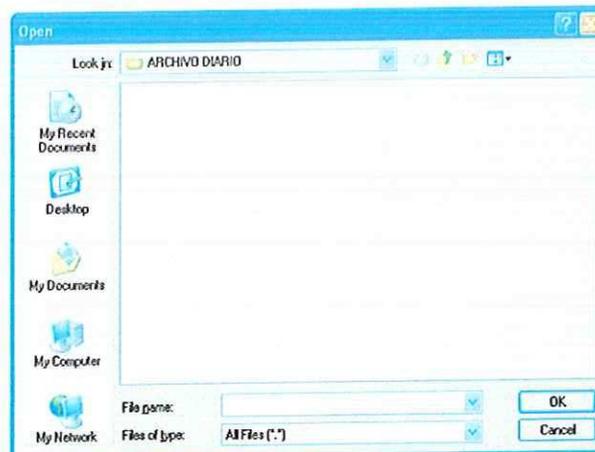


Figura 83: Cuadro de dialogo donde se busca el dato de consumo de energía de la planta

9.7. Cuadro de datos del valor del consumo de energía de la planta

En el cuadro de datos de consumos, después de haber buscado el archivo, aparecerán dos columnas las cuales indicaran: a la izquierda aparecerá valor de

los datos guardados diariamente y a la derecha aparecerá la fecha en la cual fueron almacenados los respectivos datos. Los datos se guardan diariamente a la misma hora con el fin poder hacer un monitoreo diario y mensual del consumo de energía de la planta y poder ver la eficiencia del sistema.

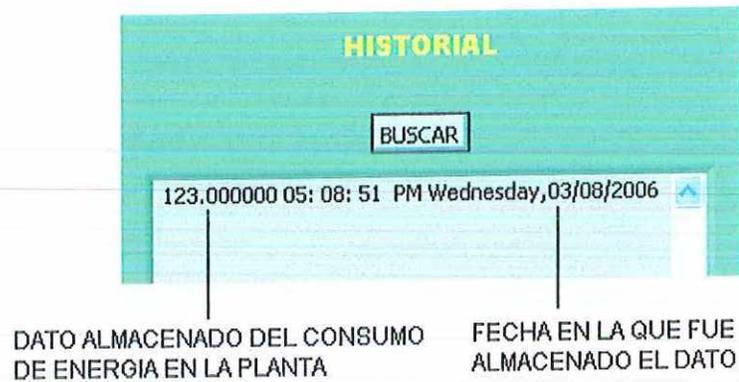


Figura 84: Cuadro de datos del consumo de energía de la planta

10. Pantalla "CARGAS".

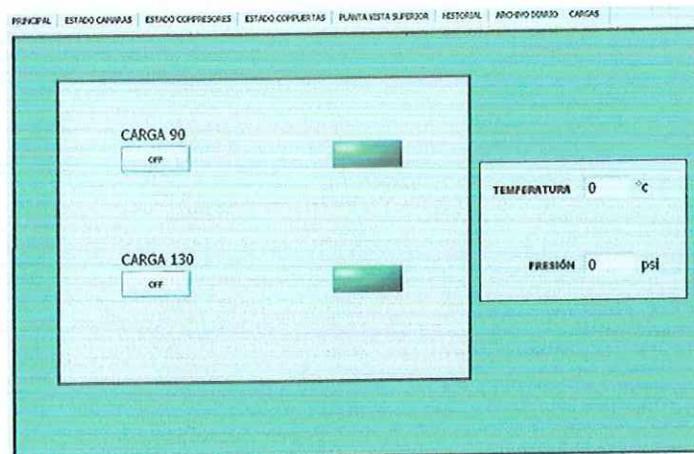


Figura 85: pantalla "CARGAS"

Esta pantalla muestra una especie de simulador en donde se pueden accionar dos cargas de 90 y 130 vatios respectivamente, con el fin de probar el comportamiento de las diferentes variables que se están analizando en el sistema, que son la temperatura y la presión.

Oprimiendo los botones se accionaran las cargas deseadas.

A la derecha de la pantalla aparecerá la temperatura actual de la cámara, así como la presión actual del sistema.