

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Electrónica



**Desarrollo de una Estación de Vigilancia para el
Sistema de Enfriamiento de la Planta Proceso, PIPASA**

**Informe de Proyecto de Graduación para optar por el título de Ingeniero en
Electrónica con el grado académico de Licenciatura**

Adrián Carvajal Zúñiga

Cartago, Enero 2009

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA
PROYECTO DE GRADUACIÓN
TRIBUNAL EVALUADOR

Proyecto de Graduación defendido ante el presente Tribunal Evaluador como requisito para optar por el título de Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Miembros del Tribunal



Ing. Carlos Badilla Corrales

Profesor asesor



Ing. Marvin Hernández Cisneros

Profesor lector



Los miembros de este Tribunal dan fe de que el presente trabajo de graduación ha sido aprobado y cumple con las normas establecidas por la Escuela de Ingeniería Electrónica

Cartago, Costa Rica, Enero 2009

Declaro que el presente Proyecto de Graduación ha sido realizado enteramente por mi persona, utilizando y aplicando literatura referente al tema e introduciendo conocimientos propios.

En los casos en que he utilizado bibliografía, he procedido a indicar las fuentes mediante las respectivas citas bibliográficas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad total por el trabajo de graduación realizado y por el contenido del correspondiente informe final.

Cartago, 27 de Enero 2009

A handwritten signature in black ink, reading "Adrián Carvajal". The signature is written in a cursive style with a large initial 'A'.

Adrián Carvajal Zúñiga

Cédula: 1 1162 0420

Resumen

En un ambiente industrial, es imprescindible obtener información con respecto al estado operativo de los equipos y procesos con el objetivo de dominarlos, mejorarlos y ser competitivos. Con este propósito, el proyecto implementado desarrolla una aplicación SCADA para el sistema de enfriamiento de la Planta Proceso, PIPASA. Se integran en la red corporativa datos de compresores, booster y cámaras de refrigeración; utilizando para tal fin controladores programables y tarjetas de desarrollo que se comunican mediante protocolos Ethernet y Modbus con una estación de control.

Palabras claves: SCADA, Compresor, Vigilancia, Red de datos, Ethernet, Modbus.

Abstract

In an industrial environment, it's imperative to obtain information regarding operating status of equipment and processes in order to dominate, improve and be competitive. With this objective, the implemented project develops an SCADA application to the cooling system at Planta Proceso, PIPASA. It integrates within the corporate network data from compressors, booster and processing chambers; using programmable controllers and developing cards which communicate applying Ethernet and Modbus protocols with a control station.

Keywords: SCADA. Compressor, Monitoring, Network, Ethernet, Modbus

Dedicatoria

A mis padres, Julio y Alejandra, que con su incondicional apoyo y ejemplo me han motivado y animado día a día para superarme.

Agradecimiento

A Dios, por los dones y oportunidades.

A mis padres, por tanta paciencia y sacrificio.

Al personal del área de mantenimiento y refrigeración de la Planta Proceso, PIPASA, por el apoyo e interés mostrado en la ejecución de este proyecto.

Índice General

Capítulo 1: Introducción	13
1.1 Problema existente e importancia de su solución	13
1.2 Solución seleccionada	15
Capítulo 2: Meta y Objetivos	17
2.1 Meta.....	17
2.2 Objetivo General.....	17
2.3 Objetivos Específicos.....	18
Capítulo 3: Marco teórico	20
3.1 Descripción del sistema a mejorar	20
3.2 Descripción de los principales principios electrónicos relacionados con la solución del problema.....	23
3.2.1 SCADA.....	23
3.2.2 Estándar de Comunicación EIA RS-422	26
3.2.3 Protocolo TCP/IP	26
3.2.4 Ethernet	29
3.2.5 Protocolo Modbus TCP/IP.....	31
3.2.6 Principios de un Sistema de Refrigeración.	34
3.2 Descripción de los equipos utilizados en la solución del problema.....	38
3.3.1 Compresor FRICK RWB II y Booster RDB 100.....	38
3.3.1.1 Mecanismo de compresión.....	39
3.3.2 Tarjeta de desarrollo MOXA NE-4110A-P.....	40
3.3.3 PLC Twido TWDLCE40DRF	40
3.3 Descripción del software utilizado en la solución del problema	41
3.4.1 Indusoft Web Studio.....	41
3.4.2 Network Enable Software Developing Kit.....	45
3.4.3 TwidoSoft	46
3.4.3.1 Programación con diagramas de escalera	48
Capítulo 4: Procedimiento metodológico.....	53

4.1	Reconocimiento y definición del problema.....	53
4.2	Obtención y análisis de información	54
4.3	Evaluación de las alternativas y síntesis de una solución.....	54
Capítulo 5: Descripción detallada de la solución.....		56
5.1	Análisis de soluciones y selección final	56
5.2	Descripción del hardware	59
5.2.1	Red de datos.....	59
5.2	Descripción del software.....	61
5.3.1	TwidoSoft.....	61
5.3.2	Network Enabler SDK	67
5.3.3	Indusoft Web Studio.....	82
5.3.3.1	Configuración de tareas en la Estación de vigilancia	83
5.3.3.2	Configuración de controladores en la Estación de vigilancia.....	87
Capítulo 6: Análisis de resultados.....		91
Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones		104
7.1	Conclusiones	104
7.2	Recomendaciones.....	106
Bibliografía		107
Apéndices		109
Apéndice A.1 Guía Rápida de Usuario		109
A.1.1	Introducción.....	109
A.1.2	La interfaz.....	109
A.1.2.1	Barra Principal.....	110
A.1.2.2	Barra Secundaria	111
A.1.3	Consideraciones.....	113
Apéndice A.2 Información sobre la Empresa.....		114
A.2.1	Descripción de la empresa	114
A.2.2	Descripción del departamento	115
Anexos		117
Anexo B.1 Set de Instrucciones compresores.....		117

Anexo B.2	NE-4110A-P y NE-4110ST	121
Anexo B.3	PLC TWDLCAE40DRF	124
Anexo B.4	Módulo TWDARI8HT	127
Anexo B.5	Sensor EWPC 800	129
Anexo B.6	Sensor EWTR 910	131
Anexo B.7	Switch	135
Anexo B.8	Hoja de Control Temperatura de Cámaras	137
Anexo B.9	Hoja de Control de Compresores	138

Índice de Figuras

Figura 1.1	Modelo de la solución desarrollada.....	15
Figura 3.1	Esquema sistema de refrigeración.....	20
Figura 3.2	Elementos existentes en los que se realizan mediciones	22
Figura 3.3	Funcionamiento de la pila de protocolos	28
Figura 3.4	Estructura de encabezados al transmitir mensaje.....	29
Figura 3.5	Estructura del mensaje Modbus TCP/IP comparada con Modbus RTU.....	32
Figura 3.6	Sistema de refrigeración básico	35
Figura 3.7	Refrigeración en multietapas.....	38
Figura 3.8	Rotores de un compresor de tornillo birrotor	39
Figura 3.9	Proceso de compresión.....	40
Figura 3.10	Flujo de datos en IWS.....	43
Figura 3.11	Proceso creación de la aplicación	46
Figura 3.12	Área de trabajo de programación en escalera	50
Figura 5.1	Esquema de la solución ejecutada.....	57
Figura 5.2	Esquema de la red de datos	60
Figura 5.3	Instalación de red de datos	61
Figura 5.4	Curva característica de los sensores	62
Figura 5.5	Rutina del PLC	65
Figura 5.6	Esquema de Conexión PLC y Visores Eliwell	66
Figura 5.7	Ciclo de solicitud y verificación de datos al compresor.	71
Figura 5.8	Ciclo de arreglo y envío de datos a la Estación de Vigilancia.	73
Figura 5.9	Estructura del mensaje TCP solicitar cambio.....	74
Figura 5.10	Ciclo de escucha de datos entrantes desde la Estación de Vigilancia.....	75
Figura 5.11	Ciclo de cambio en parámetros del Compresor.	77
Figura 5.12	Ciclo de cambio de parámetros en Válvula Deslizante.	78
Figura 5.13	Ciclo de cambio de parámetros varios.	80
Figura 5.14	Ciclo de borrado.....	81
Figura 5.15	Estructura del mensaje del string Buffer_Salida_Ethernet	83

Figura 5.16	Hoja de trabajo de alarmas	84
Figura 5.17	Hoja de trabajo de tendencias.....	85
Figura 5.18	Hoja de trabajo de planificador de eventos	86
Figura 5.19	configuración del controlador MODBUS TCP	88
Figura 5.20	Configuración del controlador TCP/IP	89
Figura 5.21	Configuración del controlador TCP/IP	90
Figura 6.1	Cableado Estructurado.....	92
Figura 6.2	Instalación del módulo NE-4110A-P en Compresores 1 y 2	93
Figura 6.3	Instalación del módulo NE-4110A-P en el Compresor 3 y Booster 1.	93
Figura 6.4	Instalación del módulo de temperaturas.....	94
Figura 6.5	Instalación del controlador programable	95
Figura 6.6	Pantalla de Ajustes Avanzados.....	96
Figura 6.7	Pantalla de temperaturas de cámaras.....	97
Figura 6.8	Visor de eventos en la aplicación desarrollada	98
Figura 6.9	Ejemplo del texto del mensaje de alerta normalizada,	99
	que se envía vía correo electrónico.	99
Figura 6.10	Ejemplo del texto del mensaje de alerta activa, que se envía vía correo electrónico.....	100
Figura 6.11	Gráfica con intervalo de 1 hora de presiones y temperaturas del compresor	101
Figura 6.12	Gráfica con intervalo de 30 minutos de temperaturas de cámaras. ...	102
Figura 6.13	Datos exportados a Excel.	103
Figura 6.14	Análisis estadístico de temperaturas de cámaras.	103
Figura A.1.1	Pantalla de Inicio de la Interfaz.....	110
Figura A.1.2	Intercambio entre modos de pantalla.....	112
Figura A.2.1	Organigrama Planta Proceso	115
Figura A.2.2	Organigrama Departamento de Mantenimiento.....	116

Índice de Tablas

Tabla 3.2 Relación Modbus TCP/IP y Ethernet	33
Tabla 3.3 Registros de referencia.....	33
Tabla 3.4 Bloques de programación en escalera.....	50
Tabla 5.1 Ecuaciones de ajuste para cada sensor de temperatura	63
Tabla 5.2 Comandos Simples.....	67
Tabla 5.3 Comandos Compuestos	68
Tabla A.1 Esquema de desplazamientos	112
Tabla B.8 Hoja de Control Temperatura Cámaras	137
Tabla B.9 Hoja de Control Temperatura Cámaras	138

Capítulo 1: Introducción

En este capítulo se realiza una exposición del entorno en que se desenvuelve el proyecto, se identifican los elementos y circunstancias que le dieron origen, se muestran algunos beneficios de su ejecución y se esboza la solución desarrollada.

“La motivación nos impulsa a comenzar y el hábito nos permite continuar.”

Jim Ryun

1.1 Problema existente e importancia de su solución

El problema por resolver consiste en el diseño e implementación de un sistema de enfriamiento que permita mantener la temperatura adecuada a lo largo de la cadena de frío instalada en la Planta de procesamiento de pollo de la empresa PIPASA ubicada en San Rafael de Alajuela.

Un sistema de enfriamiento se compone de un conjunto de elementos que absorben y generan calor.

En el caso de la Planta de Proceso de esta empresa, la mayor parte se encuentra refrigerada debido a lo perecedero del producto manipulado, producto de lo cual, constantemente se genera calor en: salas de producción, almacenes, despachos y chillers (grandes contenedores enfriadores de agua líquida). Consecuentemente, el sistema de refrigeración, compuesto de equipos como boosters, compresores, condensadores, evaporadores, intercambiadores, recirculadores y tuberías, permanentemente se encuentra extrayendo calor.

En el sistema de refrigeración se realizan mediciones en los compresores y boosters principalmente, en lo concerniente a presiones y temperaturas del refrigerante al entrar y salir del equipo. Conocer la temperatura en las distintas ubicaciones de la planta es esencial, para lo que se realizan mediciones en elementos del proceso: prechiller y chiller; además de las cámaras o salas de producción, es decir, cualquiera de las habitaciones refrigeradas de la planta.

Los compresores y boosters se encuentran distribuidos en el cuarto de máquinas de refrigeración, por lo que hay que recorrer los equipos para recolectar los valores de cada uno. Los datos de temperatura de los chillers y las salas de producción provienen desde la planta y son mostrados en unos indicadores, desde donde son transcritos hacia las tablas de control.

Actualmente, el operador encargado de supervisar el funcionamiento de los equipos del sistema de enfriamiento realiza, en forma manual cada dos horas, lecturas de los parámetros de cada equipo y copia los datos recolectado en tablas de control.

La naturaleza artesanal de este método de recolección de datos repercute en la producción pues los datos no se encuentran integrados y no es posible analizar el comportamiento conjunto del sistema en tiempo real o cuando ocurre algún evento, limitándose la toma de mejores decisiones en momentos claves, respecto al manejo de cargas de los compresores según la demanda, el control del consumo en horas pico, tendencias de operación y planificación de revisiones.

Así, la metodología de adquisición de datos del sistema de enfriamiento, con un operador que copia manualmente los datos en tablas de control, es notoriamente inadecuada pues además facilita incurrir en errores por omisión, subestimación o modificación de los valores leídos.

1.2 Solución seleccionada

Se ha elegido mejorar la metodología de adquisición de datos con el planteamiento de un modelo en el cual se integren los compresores, los boosters y las temperaturas de las cámaras en la red Ethernet, de modo que los datos de cada una de estas estaciones sean recopilados en una estación servidor desde la que el operador pueda acceder a la información actual o pasada del estado de los equipos, además de a otras funciones para la gestión de las unidades y eventos que en estas se generan. En la Figura 1.1 se muestra un esquema del proyecto implementado

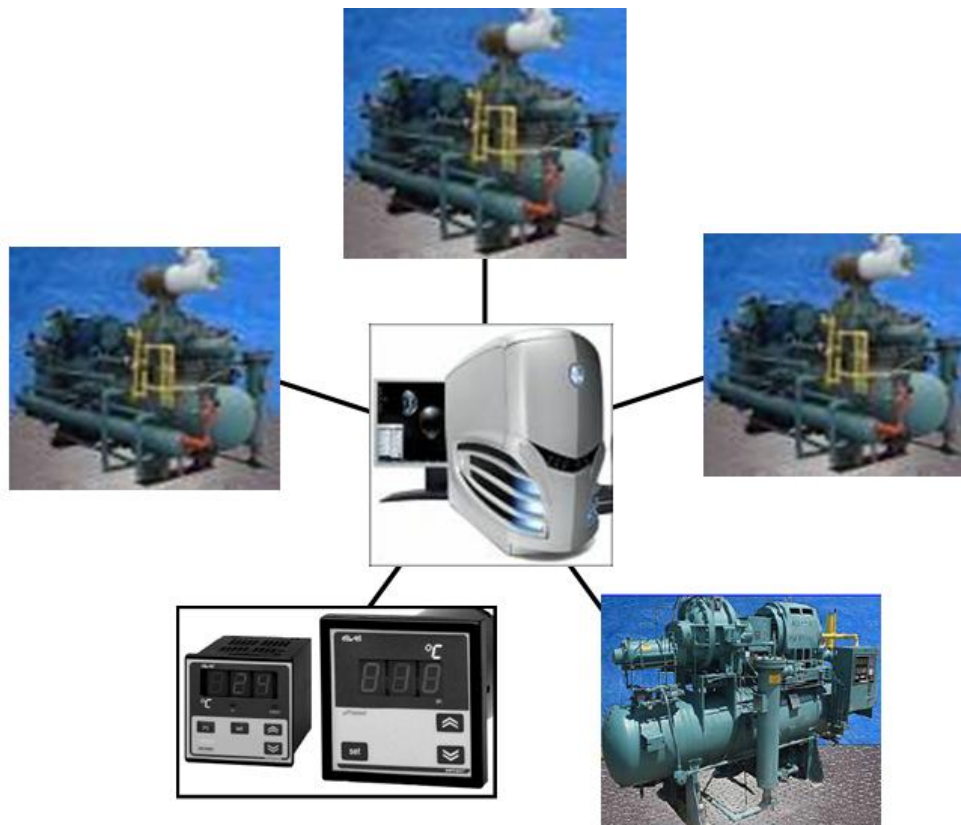


Figura 1.1 Modelo de la solución desarrollada.

Adicionalmente, en cada una de las estaciones se incluyeron módulos para habilitar el acceso a los datos capturados por medio de la red Ethernet. En el caso de los compresores y uno de los booster, en cada módulo se ha desarrollado una

aplicación que permita acceder a las funciones de control del equipo en cada unidad remotamente. Las temperaturas provenientes de las cámaras y las señales monitoreadas de los otros dos boosters se procesan con otra aplicación que recibe señales directamente desde los sensores.

Los datos desde cada módulo son transmitidos hacia/desde una estación servidor, donde una tercera aplicación se encarga de recabar, almacenar, administrar y mostrar al usuario final los detalles del sistema.

Esta solución está muy acorde con las tendencias de automatización y control que buscan acercar los procesos industriales con los humanos desde una única ubicación, utilizando tecnologías avanzadas y para simplificar, facilitar y mejorar la gestión y control de los procesos.

Capítulo 2: Meta y Objetivos

En este capítulo se establecen la meta y objetivos que el proyecto desarrolla. Cada objetivo se enfoca en alguna etapa o área de trabajo concreta, necesaria para el cumplimiento del objetivo general.

“Concentra los afanes de tu voluntad en el gran objetivo de la vida, que es la superación, el perfeccionamiento.”

2.1 Meta

Mejorar la productividad de la Planta Proceso mediante el desarrollo de un sistema de vigilancia que integre los elementos generadores de datos del sistema de enfriamiento, para transmitir tal información hacia una estación central donde se obtenga una visión global del estado del sistema.

2.2 Objetivo General

Desarrollar una estación de vigilancia para el sistema de enfriamiento de la Planta Proceso PIPASA, desde la que sea posible generar alertas ante casos críticos de operación y evaluar estadísticamente el funcionamiento del sistema

Indicador: El operario debe poder acceder a una base de datos, revisar datos antiguos o actuales de las temperaturas de las zonas refrigeradas y de los compresores de la sala de máquinas, cada vez que se requiera desde la estación de vigilancia.

2.3 Objetivos Específicos

- 1 Enlazar cada estación periférica con la estación de vigilancia.
Indicador: Establecimiento del enlace de modo que cumpla con el estándar EIA/TIA 568.

- 2 Adquirir en cada MCC¹ datos de los sensores de los equipos correspondientes.
Indicador: Instalación de los sensores de modo que permitan obtener cada MCC constantemente datos de las temperaturas y/o presiones que controla.

- 3 Desarrollar algoritmo para el procesamiento de datos en cada MCC.
Indicador: Programa desarrollado y probado que permita identificar y clasificar cada nuevo dato según la variable medida, evaluado en magnitud y almacenado temporalmente en el MCC.

- 4 Establecer la comunicación mediante el protocolo Ethernet entre las estaciones periféricas y la estación de vigilancia.
Indicador: Instalación del canal de comunicación entre las estaciones se da de acuerdo a la implementación del protocolo Ethernet bajo los estándares IEEE 802.2 e IEEE 802.3

- 5 Almacenar organizadamente en la estación de vigilancia los datos generados en las estaciones periféricas.
Indicador: Construcción de una base de datos en la cual se puedan agregar todos los datos recibidos de temperaturas y de funcionamiento de los compresores en la estación de vigilancia.

- 6 Mostrar al usuario final en la estación de vigilancia el estado del sistema.

¹ MCC: Módulo de Control y Comunicación

Indicador: Instalación de una rutina de vigilancia que permita al operador en la estación de control, enterarse del desempeño de los equipos en las estaciones periféricas, a través de una interfaz que le informa de las temperaturas y presiones junto con información estadística de las mismas, así como de eventos importantes mediante alertas.

7 Modificar remotamente parámetros de operación de los compresores.

Indicador: Instalación de una rutina de vigilancia que permita al operador alterar varios parámetros de funcionamiento de los compresores según lo indica el manual de cada unidad, desde la estación de vigilancia.

Capítulo 3: Marco teórico

Es preciso destacar el entorno en el que se desenvuelve el proyecto remitiéndonos a los fenómenos físicos, a los principios electrónicos, a las descripciones técnicas de equipos involucrados; que dan sustento a la ingeniería.

*“Si no conozco una cosa, la investigaré.”
Louis Pasteur*

3.1 Descripción del sistema por mejorar

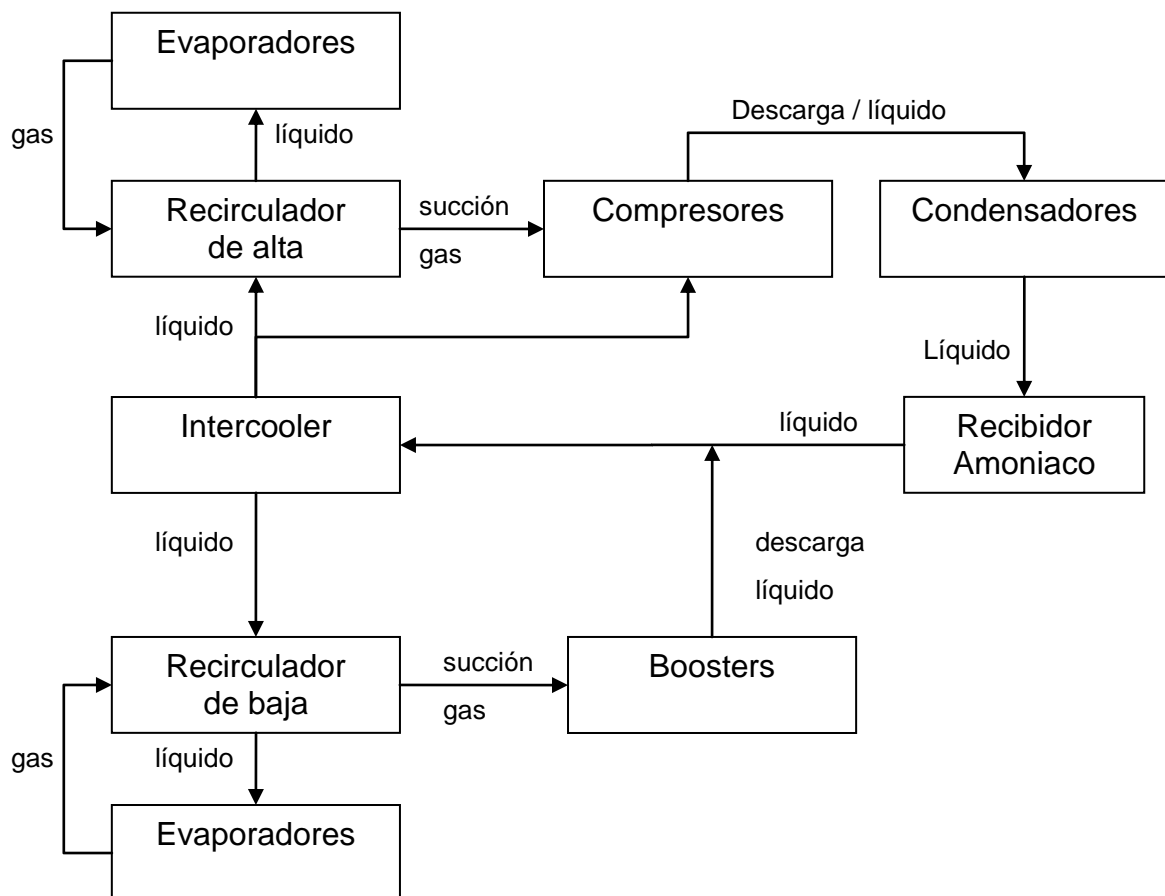


Figura 3.1 Esquema sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración instalado en la Planta de proceso de la empresa PIPASA está diseñado en dos etapas, una etapa para baja presión y la segunda para alta presión. En la Figura 3.1 se ilustra la interconexión de los elementos que lo componen junto con las posibilidades de flujo del NH₃ dentro del sistema.

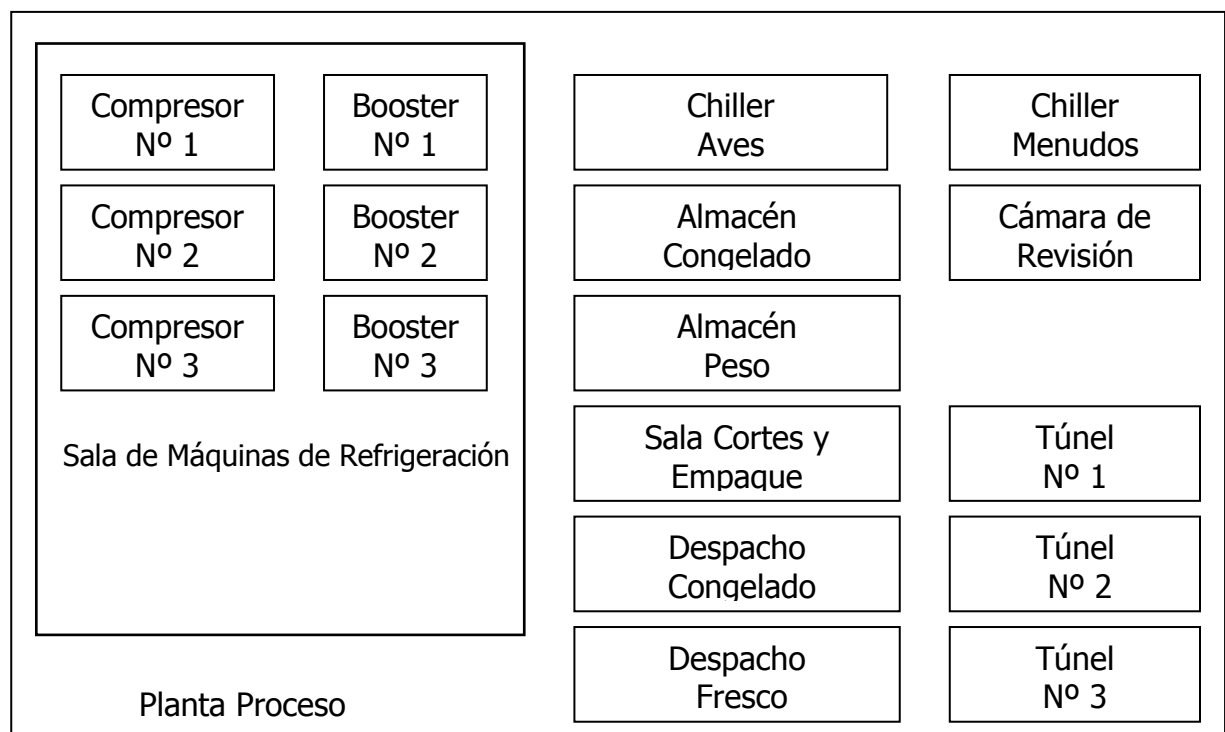
El amoníaco es quizás el mejor refrigerante industrial por su precio bajo y su alta capacidad de extraer calor, aún a temperaturas tan bajas como de -50°C. El sistema presente al ser para un ambiente industrial, incluye varios elementos que colaboran a mejorar la eficiencia del sistema: intercooler, recirculadores.

Se puede comenzar a comprender el sistema a partir del intercooler, un elemento presente en el ambiente industrial, cuya labor es subenfriar el refrigerante y distribuirlo cuando sea requerido, a los recirculadores de la primera y segunda etapa. El intercooler internamente almacena amoníaco líquido y gaseoso. El amoníaco gaseoso descargado desde los booster es enfriado en el intercooler, de donde es succionado por los compresores a una temperatura casi igual al punto de rocío del amoníaco. El amoníaco líquido almacenado en el intercooler proviene, a través del recipiente de amoníaco. Al lograr que el refrigerante sea líquido, el sistema logra aprovechar toda la capacidad térmica del refrigerante, elevando el rendimiento del sistema.

Los recirculadores, se encargan de impulsar, mediante bombas, el refrigerante hacia las cámaras de procesos (recirculador de alta) y congelados (recirculador baja). El refrigerante líquido viaja hacia las cámaras, pasa por los evaporadores y regresa en una proporción 4:1, que significa que están presentes 3 partes de líquido y 1 de gas, por lo que los evaporadores están inundados con refrigerante, regresando al respectivo recirculador. El recirculador similarmente mantiene dentro de sí refrigerante líquido y gaseoso, siendo el segundo succionado por los compresores o los booster según corresponda.

Los cambios de estado ocurren por tanto en los condensadores y evaporadores; de gas a líquido en el primero, transfiriéndose el calor hacia el medio externo con ayuda de ventiladores y agua; y de líquido a gas en el segundo caso a consecuencia del calor generado en la producción.

Además existen en el sistema varios tipos de protecciones y accionamientos electromecánicos que protegen al sistema de desastres y velan por su correcta operación: válvulas de seguridad, medidores de nivel, dispositivos auxiliares, etc.



Nota: Las ubicaciones reales dentro de la planta proceso pueden no corresponder a las de la Figura 3.2. Esta Figura 3.2 se incluye solo para ilustrar las zonas existentes.

Figura 3.2 Elementos existentes en los que se realizan mediciones

Los elementos del sistema de enfriamiento de los que se obtienen mediciones se muestran esquemáticamente en la Figura 3.2. En los compresores y booster se miden parámetros de presiones y temperaturas vitales de operación. Fuera de la

Sala de Máquinas de Refrigeración únicamente se miden las temperaturas en cada zona.

Antes del desarrollo de este proyecto, El compresor N° 1, compresor N° 2, compresor N° 3 y el booster N° 1 poseían un control electrónico, compuesto de tarjetas analógicas y digitales, que realizaba las mediciones de los sensores de cada unidad y desplegaba la información en un panel de control ubicado junto al equipo. La tarjeta principal ofrecía comunicación serial externa a través del puerto RS-422, para acceder a la información recolectada por el control.

Las temperaturas de las diversas secciones refrigeradas de la planta se muestran individualmente para cada sensor mediante displays que informan de los valores actuales, los valores nominales y si actualmente se está en proceso de enfriamiento o no en cada ubicación.

3.2 Descripción de los principales principios electrónicos relacionados con la solución del problema

3.2.1 SCADA

Un sistema SCADA se ubica en la rama de Ingeniería de Instrumentación. El término SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) o Control y Adquisición de Datos Supervisado hace referencia a un sistema que recopila datos desde diferentes sensores en una fábrica o en lugares remotos y los envía a un ordenador central que luego gestiona y controla los datos.

Hay varias partes dentro de un sistema SCADA, normalmente incluye señales de hardware (de entrada y salida), controladores, redes, interfaz de usuario (HMI), equipo de comunicaciones y software. El término SCADA se refiere a todo el

sistema central, donde se monitorean por lo general los datos de diversos sensores, que se encuentran en próximos o alejados.

Un sistema industrial de medición y control consiste de una unidad central (normalmente una estación maestro, MTU); uno o más equipos de recopilación de datos y unidades de control o mandos a distancia (por lo general llamados estaciones remotas, RTU), y una colección de estándares y/o software utilizados para supervisar y controlar remotamente los datos de de los elementos situados en el campo. En los sistemas SCADA modernos predominan las características del control de lazo abierto y se utilizan comunicaciones de larga distancia, no obstante algunos elementos de control de lazo cerrado y/o comunicaciones de corta distancia pueden presentarse. Un sistema de este tipo se puede construir utilizando diferentes tipos de tecnologías y protocolos.

Una aplicación SCADA tiene dos elementos:

1. El proceso / sistema / mecanismo que se desea supervisar y controlar.
2. Una red de dispositivos inteligentes que se interfasa con el primer sistema a través de sensores y salidas de control. Esta red, que es el sistema SCADA, da la capacidad de medir y controlar los elementos específicos del primer sistema.

Un sistema SCADA realiza cuatro funciones:

1. Adquisición de datos
2. Comunicación de datos por red.
3. Presentación de datos.
4. Control.

Estas funciones se logran mediante cuatro tipos de componentes SCADA:

1. Sensores (digitales o analógicos) y relés de control, conectados de forma directa con la interfaz de sistema administrado.
2. RTU (Unidades Remotas Telemétricas). Pequeñas unidades computarizadas ubicadas en lugares específicos para servir como puntos de recolección local de información de los sensores y ejecutar comandos para el control de relés.
3. Unidad SCADA principal. Computadores que sirven como procesador central para el sistema SCADA. Proveen una interfaz del sistema para el humano.
4. La red de comunicaciones que conecta a la unidad SCADA principal con las RTU.

Los sistemas SCADA típicamente utilizan una base de datos distribuida conocida como una base de datos con etiquetas (tags database), que contiene elementos de datos llamados etiquetas o puntos. Un punto representa un solo valor de entrada o de salida de control o un valor controlado por el sistema. Se distinguen puntos o etiquetas en hardware y software, siendo los primeros entradas o salidas reales conectadas al sistema, mientras que un punto de software puede representar resultados de operaciones aplicadas a etiquetas de hardware o software. Los datos normalmente se almacenan como una combinación de valor y hora de cuando fue registrado o calculado para proveer vigilancia en tiempo real al sistema. Estos datos pueden ser almacenados en una base de datos para su posterior análisis o seguimiento por parte de un supervisor a adoptar las medidas adecuadas si es necesario.

Algunas de las cosas que se pueden hacer con la información y capacidades de control que se obtiene de un sistema SCADA:

- Acceso a mediciones cuantitativas de procesos importantes, inmediatamente como a lo largo del tiempo.
- Detectar y corregir los problemas tan pronto como empiezan.
- Medir las tendencias en el tiempo.
- Descubrir y eliminar cuellos de botella e ineficiencias.

- Controlar procesos grandes y complejos con un menor personal.

3.2.2 Estándar de Comunicación EIA RS-422

Esta interfaz de comunicación serial transmite/recibe la información bit a bit en una línea de transmisión. Cada una de las dos líneas se compone de un par enrollado, sin común. Las señales diferenciales que se utilizan para transmitir aplican voltajes entre los 0 y 5V, la diferencia entre las líneas es la que establece los valores de la señal. De este modo se logra alta inmunidad al ruido, velocidades más altas de transmisión y distancias más largas entre las terminales. Esto lo hace deseable para ambientes y aplicaciones industriales. Además, al no poseer tercer estado, así el puerto siempre se encuentra habilitado, por lo que se utiliza para comunicaciones punto a punto. Puede ser utilizado en full-duplex o half-duplex.

3.2.3 Protocolo TCP/IP

Para comprender como es que está estructurado el protocolo TCP/IP, es necesario remitirse al modelo de referencia de redes OSI (Open Sytem interconnect). Este es un modelo que sirve para estructurar la arquitectura básica de redes, la cual está definida en siete capas en las que se han definido tareas específicas.

Tabla 3.1 Modelo OSI y TCP/IP

Modelo	Modelo	Descripción
--------	--------	-------------

TCP/IP	OSI	
Aplicación	7. Aplicación	Provee la interfaz para el usuario, es utilizada por aplicaciones de software para preparar e interpretar datos, para uso de las demás capas. Modbus es un ejemplo.
	6. Presentación	Realiza codificación y conversión de los datos de la capa de aplicación para asegurar que los datos del dispositivo fuente pueden ser apropiadamente interpretados por la aplicación en el dispositivo de destino
	5. Sesión	Encargada de mantener el diálogo entre las aplicaciones fuente y destino.
Transporte	4. Transporte	Responsable de la transmisión de los datos entre los puntos terminales, provee detección y corrección de errores además de control de flujo de datos entre redes mediante software. Aquí se ubica el protocolo TCP.
Internet	3. Red	Establece y mantiene conexiones entre redes, provee direccionamiento, enrutamiento y entrega de paquetes al destino. Aquí se ubica el protocolo IP.
Acceso a la red	2. Enlace de datos	Controla cómo los datos se ubican en los medios y son recibidos desde los medios. Los protocolos Ethernet y MAC se definen en este nivel.
	1. Física	Define las características eléctricas, mecánicas y funcionales utilizadas para acceder y enviar un flujo binario en un medio físicos.

TCP/IP significa Protocolo de Control de Transmisión (Transfer Control Protocol) y Protocolo de Internet (Internet Protocol). Estos protocolos permiten que la información binaria sea intercambiada entre computadoras, correspondiéndole a TCP asegurar que todos los paquetes de datos sean entregados correctamente mientras que IP se cerciora de que los mensajes han sido direccionados y enrutados adecuadamente.

El proceso completo de comunicación entre dos dispositivos requiere una serie de pasos que se ejecutan utilizando lo que se conoce como pila de protocolos (protocol stack), que conforman el protocolo TCP/IP. El modelo TCP/IP se define en

la Tabla 3.1 Para comprender mejor la utilidad la pila de protocolos se debe tener en mente que el proceso de comunicación requiere de:

1. Creación de los datos en la capa de aplicación en el dispositivo de origen
2. Segmentación y encapsulación de los datos conforme pasan hacia abajo desde la fuente en la pila de protocolos
3. Generación de los datos en el medio en la capa de acceso a la red.
4. Transporte de los datos a través de la red, que consiste de un medio y utiliza dispositivos de red.
5. Recepción de los datos por la capa de acceso al medio en el destino
6. Desencapsulación y rearmado de los datos conforme pasan hacia arriba en la pila de protocolos en el dispositivo final.
7. Entrega de los datos a la aplicación de destino por la capa de aplicación.

Si vemos este proceso en cada capa de la pila de protocolos tenemos:

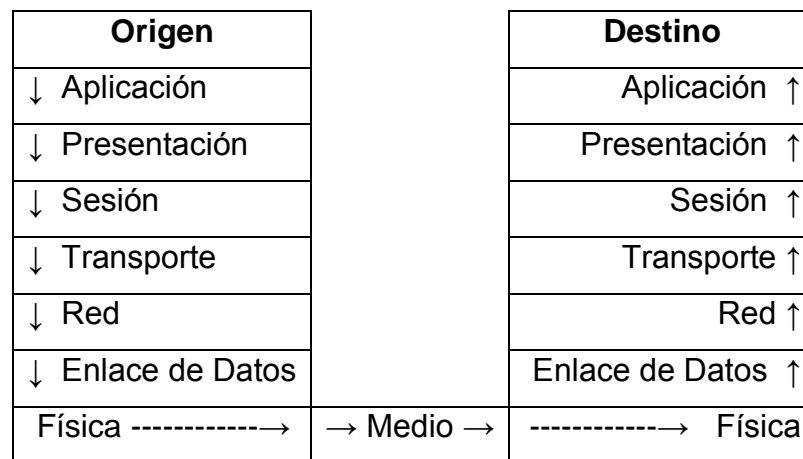
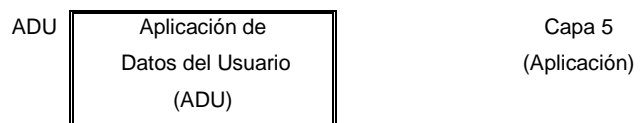


Figura 3.3 Funcionamiento de la pila de protocolos



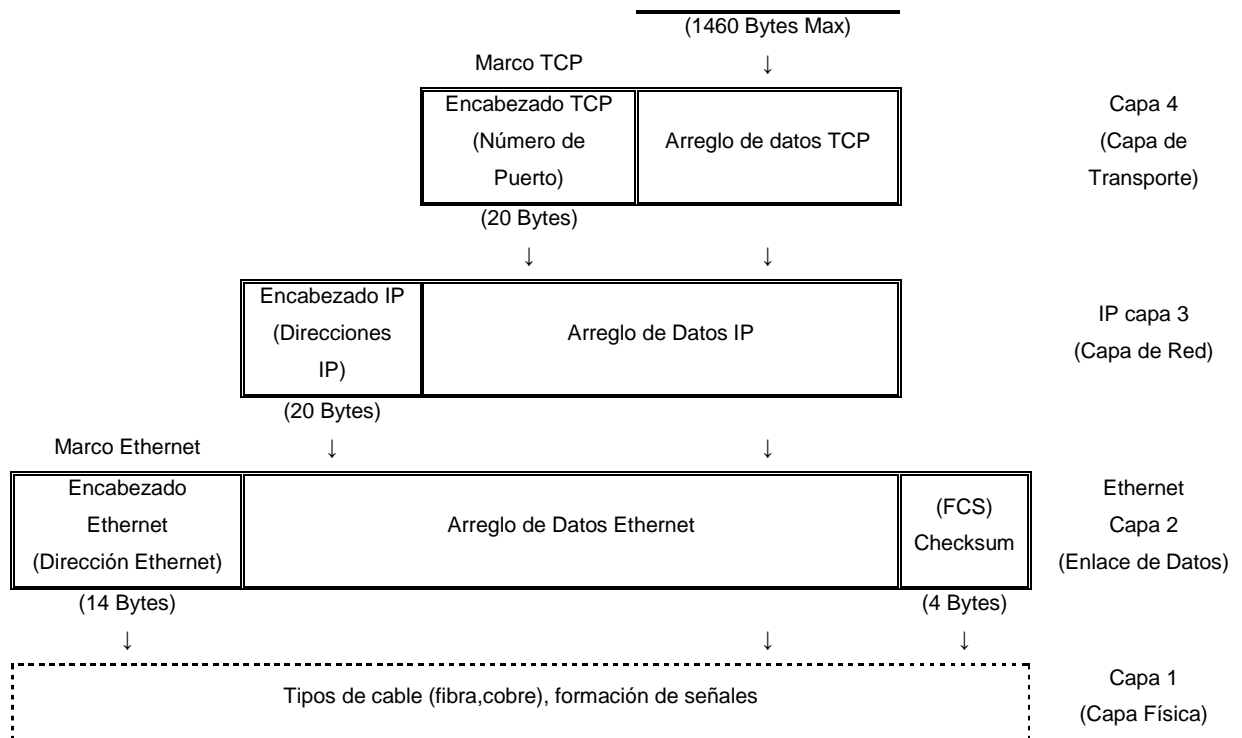


Figura 3.4 Estructura de encabezados al transmitir mensaje

El modo en que las capas del mismo nivel se comunican es a través de un encabezado que cada capa agrega al mensaje que recibe de las capas superiores. Como las capas inferiores encapsulan a las superiores, en el destino, las capas inferiores remueven el encabezado de la capa del mismo nivel y el mensaje se va desempacando conforme avanza hacia la capa de aplicación. En la Figura 3.4 se observa el proceso descrito.

3.2.4 Ethernet

Los estándares de Ethernet definen protocolos en la capa 2 y tecnologías en la capa 1. Ethernet en la Capa 1 implica señales, flujo de bits que se transportan en

los medios. La subcapa MAC se ocupa de los componentes físicos que se utilizarán para comunicar la información y prepara los datos para transmitirlos a través de los medios.

Ethernet separa las funciones de la capa de Enlace de Datos en dos subcapas diferenciadas: la subcapa Control de enlace lógico (LLC) y la subcapa Control de acceso al medio (MAC).

El Control de enlace lógico (LLC) se encarga de la comunicación entre las capas superiores y el software de red, y las capas inferiores, que generalmente es el hardware. La subcapa LLC toma los datos del protocolo de la red, agrega información de control para ayudar a entregar el paquete al nodo de destino. La Capa 2 establece la comunicación con las capas superiores a través del LLC. Además existe un identificador único, denominado dirección de Control de acceso al medio (MAC), para ayudar a determinar las direcciones de origen y destino dentro de una red Ethernet.

Por lo tanto:

- La dirección de capa de red permite el envío del paquete a su destino.
- La dirección de capa de enlace de datos permite el transporte del paquete utilizando los medios locales a través de cada segmento.

Los switches pueden controlar el flujo de datos mediante el aislamiento de cada uno de los puertos y el envío de una trama sólo al destino correspondiente (en caso de que se lo conozca) en vez del envío de todas las tramas a todos los dispositivos. En una red como la implementada en la que todas las estaciones están conectados directamente al switch, la capacidad de datos de salida de la red aumenta notablemente debido a:

- Ancho de banda dedicado a cada puerto

- Entorno libre de colisiones
- Operación full-duplex

Con los switches, cada dispositivo tiene una conexión punto a punto dedicada entre el dispositivo y el switch, por lo que se dispone del ancho de banda completo del medio para cada conexión entre el dispositivo y la estación de vigilancia

Los switches Ethernet reenvían selectivamente tramas individuales desde un puerto receptor hasta el puerto en el que esté conectado el nodo de destino. Este proceso de reenvío selectivo puede verse como la posibilidad de establecer una conexión momentánea punto a punto entre los nodos de transmisión y recepción.

Para ser más precisos en términos técnicos, esta conexión temporaria no se establece entre los dos nodos de manera simultánea. Cualquier nodo que funcione en modo full-duplex puede transmitir en cualquier momento que tenga una trama, independientemente de la disponibilidad del nodo receptor. Esto sucede porque un switch LAN almacena una trama entrante en la memoria búfer y después la envía al puerto correspondiente cuando dicho puerto está inactivo.

3.2.5 Protocolo Modbus TCP/IP

El protocolo Modbus TCP/IP se basa en el protocolo TCP/IP y comparte las mismas cuatro capas inferiores del modelo OSI comunes para todos los dispositivos Ethernet. Modbus TCP/IP utiliza TCP/IP y Ethernet para transportar los datos del

mensaje, combina la red física (Ethernet), con el protocolo TCP/IP y el método estándar de representación de datos de Modbus.

Esencialmente, Modbus TCP/IP es un mensaje Modbus encapsulado en una trama Ethernet TCP/IP, como se muestra en la Figura 3.5

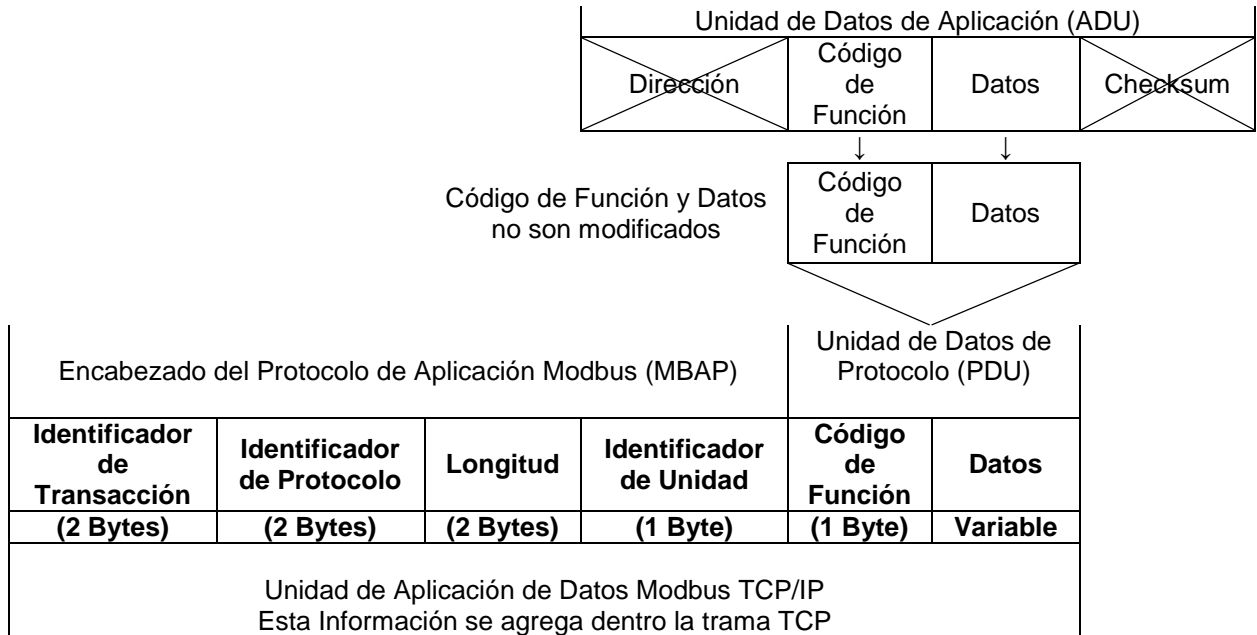


Figura 3.5 Estructura del mensaje Modbus TCP/IP comparada con Modbus RTU

Con esta estructura los comandos Modbus y los datos de usuario son encapsulados en el contenedor de datos TCP/IP sin modificación alguna. Ya que el estándar Ethernet utiliza una casilla de checksum, Modbus no la utiliza.

El encabezado del Protocolo Modbus se compone de:

- **Identificador de Transacción:** Utilizado para controlar transacciones cuando en la misma conexión TCP se transmiten varios mensajes
- **Identificador de Protocolo:** Establecido en cero para los servicios Modbus

- Longitud: Cuenta de los bytes en los espacios restante, incluye el byte identificador de unidad, el byte del código de función y los campos de datos
- Identificador de Unidad: Campo utilizado para identificar un servidor remoto localizado en una red no TCP/IP. En una aplicación Modbus TCP/IP se establece en 00 ó FF.
- Código de Función: Byte que indica al esclavo que tipo de acción ejecutar.

Tabla 3.2 Relación Modbus TCP/IP y Ethernet

Pila Comunicación TCP/IP		
#	Modelo	Protocolos
7	Aplicación	Modbus
6	Presentación	
5	Sesión	
4	Transporte	TCP
3	Red	IP, ARP, RARP
2	Enlace de Datos	Ethernet, CSMA/CD, MAC
1	Física	Ethernet capa física

En una transmisión normal, la solicitud de datos al cliente, provee al esclavo con cualquier información adicional requerida por el esclavo para completar la acción especificada por el código de función en la solicitud del cliente. Típicamente se incluyen registros de direcciones, contadores de valores y datos escritos.

Cuando el dispositivo esclavo responde al maestro, utiliza espacio de código de función para indicar una operación normal o un error. Una respuesta normal repite el mismo código de función, en caso contrario se repite el mismo código con el bit más significativo en 1.

Los registros Modbus dentro un dispositivo están organizados en cuatro grupos básicos de datos, cada uno con un tipo de referencia, según se muestra en la siguiente Tabla 3.3

Tabla 3.3 Registros de referencia

Referencia	Descripción
0xxxx	Lee/Escribe Salidas Discretas o bobinas: Una dirección con referencia 0x se utiliza para dirigir datos de salida a un canal de salida
1xxxx	Lee entradas discretas: El estado Encendido/Apagado de una entrada referenciada como 1x se controla por el canal de entrada digital correspondiente
3xxxx	Lee registros de entrada: Un registro con referencia 3x contiene un número de 16 bits recibido de alguna fuente externa
4xxxx	Lee/Escribe Salidas o Registros internos. Un registro 4x se utiliza para almacenar un dato de 16 bits (binario o decimal) o para enviar datos desde el CPU hacia un canal de salida

3.2.6 Principios de un Sistema de Refrigeración.

Un sistema de refrigeración se compone de cinco partes básicas:

- Compresor.
- Tuberías externas (en contacto con el medio ambiente) para el intercambio de calor.
- Válvula de expansión.
- Tuberías internas (en la zona a enfriar) para el intercambio de calor.
- Refrigerante.

En general para acelerar los procesos de condensación y evaporación del refrigerante se utiliza un condensador y un evaporador. Ambos son un arreglo en la forma de las tuberías, a modo de serpentín, que transportan el refrigerante para: enfriar el refrigerante en el caso de la condensación y para acelerar el proceso de enfriamiento en el caso del evaporador.

La Figura 3.6 puede servir de guía para ubicar los elementos anotados dentro del sistema de refrigeración y para comprender el proceso de refrigeración, el cuál está compuesto de los siguientes cuatro procesos:

- Evaporación
- Compresión
- Condensación
- Expansión

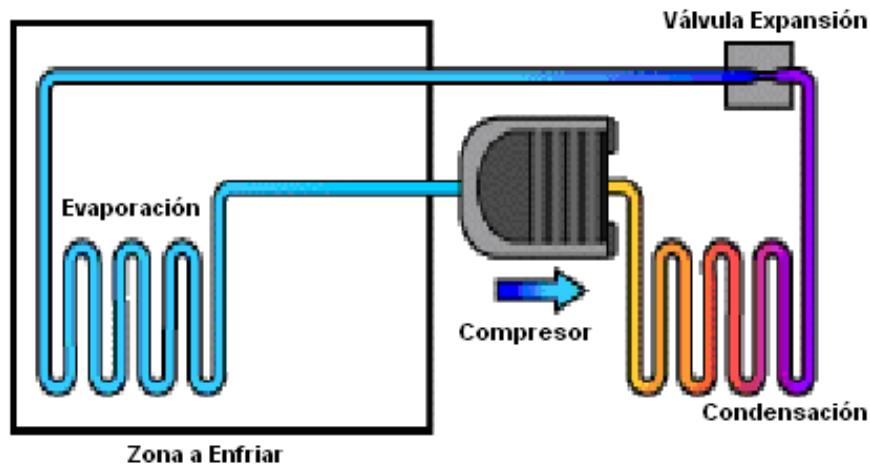


Figura 3.6 Sistema de refrigeración básico

Evaporación:

- El calor es transferido de la fuente de calor a un refrigerante a baja presión.
- El refrigerante absorbe el calor, causando su ebullición (color celeste). Esto produce un vapor de baja presión.
- El vapor de baja presión es transferido hacia la compresión.

Compresión:

- El vapor refrigerante de baja presión es comprimido por un compresor mecánico o bien calentado, aumentando así la presión del vapor, comprimiendo el refrigerante.
- El vapor se comprimirá hasta que su temperatura de ebullición esté más allá que la temperatura atmosférica ambiente. Es decir, se eleva la presión y temperatura del refrigerante (color naranja).

- Los compresores mecánicos presentes en este caso son de tipo de tornillo.
- El vapor comprimido es transferido a un condensador para el tercer paso del ciclo de refrigeración

Condensación:

- Desde la etapa de compresión, la temperatura de condensación del refrigerante es ahora más alta que la temperatura ambiente.
- Así que el refrigerante transfiere su calor al medio de temperatura más baja.
- En el proceso, pierde energía calorífica que había previamente adquirido durante el proceso de evaporación.
- Durante la transferencia de calor del refrigerante a la atmósfera, el refrigerante cambia de un vapor a alta presión a un líquido a alta presión.
- El refrigerante se condensa (color morado) y se dirige hacia la válvula de expansión.

Expansión:

- Después de condensar el refrigerante, el líquido es expandido para reducir la presión del refrigerante.
- El proceso de expansión consiste en forzar el líquido a través de un elemento de estrangulación (Válvula de Expansión).
- El líquido a alta presión debe ser descompresionado antes de entrar al evaporador de baja presión, para bajar la temperatura de ebullición.
- Cuando el refrigerante fluye a través de la válvula de expansión, este es movido desde una zona de alta presión hacia una de baja presión, por lo que se expande y evapora.

En la industria, aunque los sistemas de refrigeración obedecen estos mismos principios, debido a requerimientos especiales, un mismo sistema tiene a su cargo enfriar unas secciones y congelar en otras. Esto se conoce como sistema multietapas.

En este tipo de sistema existen diferencias excesivas de presión entre el condensador y el evaporador, en otras palabras, en los que las temperaturas del medio a enfriar son muy bajas, y las temperaturas de condensación permanecen normales, lo que trae como consecuencia que la diferencia de temperaturas entre la evaporación y la condensación sean demasiado elevadas. Esto obliga al uso de otros elementos dentro del sistema de enfriamiento como lo son el booster e intercooler.

Del evaporador, gas a baja presión (1), ingresa al compresor de baja y se eleva la presión del vapor a una temperatura intermedia (2), se lleva al enfriador de vapor (intercooler), y sale al compresor de alta (4).

El gas a alta presión (5) pasa al condensador cambia de estado a alta presión, una parte de ese líquido pasa al enfriador de vapor, por una válvula de expansión la cual evapora el líquido súbitamente provocando un efecto refrigerante de vaporización el cual enfría y elimina el sobrecalentamiento del punto 5.

Este sistema está implementado de este modo en la planta proceso de PIPASA pues mantienen toda la planta refrigerada, registrándose la máxima temperatura a 10°C a la vez que hay almacenes de congelado que se hallan a -32°C.

Para la terminología utilizada en este documento, de lo expuesto en este apartado y del diagrama de la Figura 3.7 se puede decir entonces que los booster corresponden al compresor de baja presión, el intercooler es un enfriador del vapor y los compresores se denotan como un compresor de alta presión.

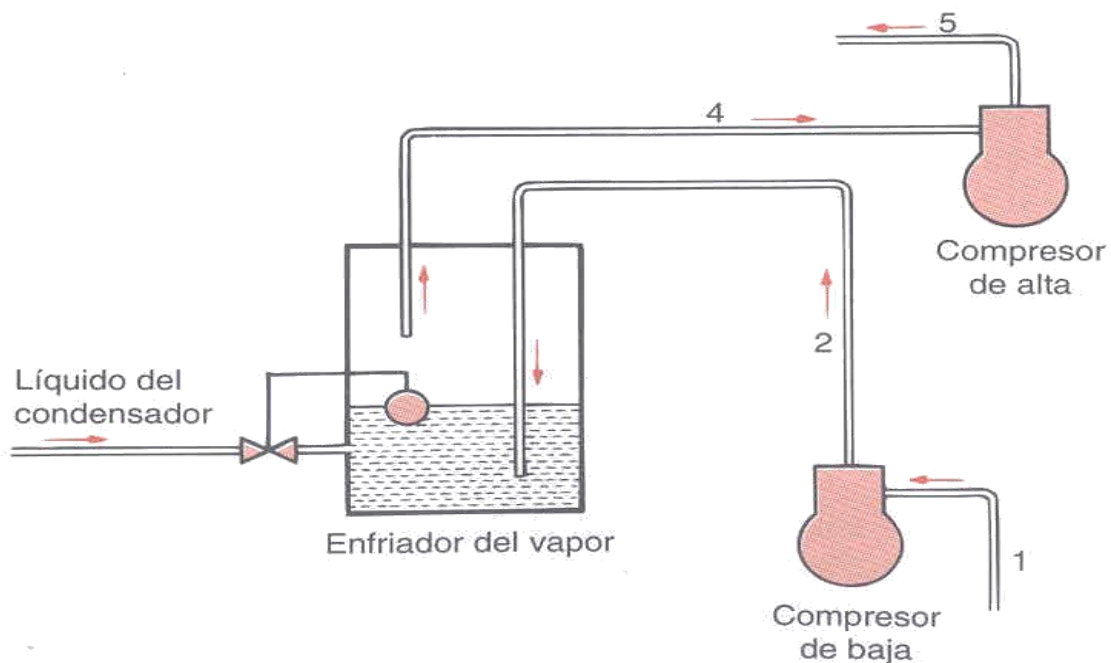


Figura 3.7 Refrigeración en multietapas

3.2 Descripción de los equipos utilizados en la solución del problema

3.3.1 Compresor FRICK RWB II y Booster RDB 100

Los compresores y booster en los que se instaló el proyecto son similares en cuanto a construcción y principio de funcionamiento. Los equipos son de la marca FRICK, modelo RWB II 134 los compresores y RDB 100 los booster, utilizan como refrigerante el R717 o amoníaco (NH_3) y pueden soportar presiones de hasta 300 psi los compresores y 250 psi los booster. Están catalogados como compresores de tornillo, por el método de compresión que utilizan y poseen potencias de 350 HP los compresores y 100 HP los booster.

Estos compresores inicialmente denominados helicoidales pero más comúnmente de tornillo rotativo deben su nombre al mecanismo de los rotores similar a un juego de engranajes

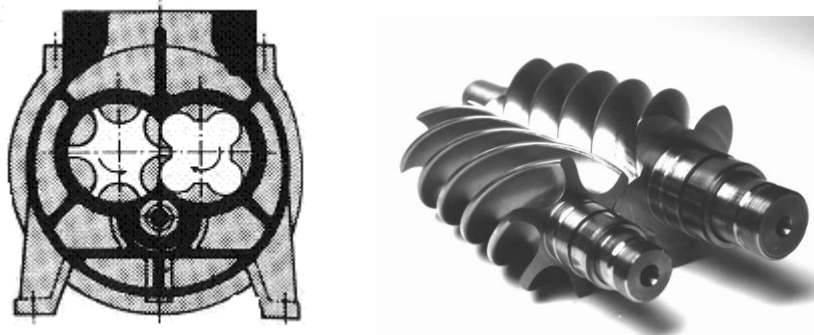


Figura 3.8 Rotadores de un compresor de tornillo birrotor

El rotor macho posee cuatro hileras o lóbulos que engranan dentro de los seis canales del rotor hembra. La variación del volumen ocupado por el fluido que debe comprimirse se obtiene por el desplazamiento relativo entre los dos rotores en el interior del cilindro. Durante la rotación, el contacto de los perfiles se desplaza a lo largo del eje de la máquina creando una descarga del fluido comprimido dentro del canal hembra desde el lóbulo correspondiente. Los canales juegan el papel de un cilindro cuyo volumen se reduce progresivamente mientras el lóbulo realiza la función de un pistón que se desplaza hacia la boca de descarga.

3.3.1.1 Mecanismo de compresión

- **Succión:** Debido al giro de los rotores el gas es succionado llenando los espacios entre lóbulos. Estos espacios aumentan con la rotación para una vez que se llenan los espacios entre lóbulos quede una cantidad de gas encerrada en el compresor.

- **Compresión:** Al continuar la rotación, se reduce el espacio entre los lóbulos y disminuye el volumen del gas almacenado, aumentándose la presión
- **Descarga:** Los rotores en determinada posición hacen que el gas comprimido alcance el orificio de salida, iniciándose la fase de descarga, que continua hasta la completa salida del gas.

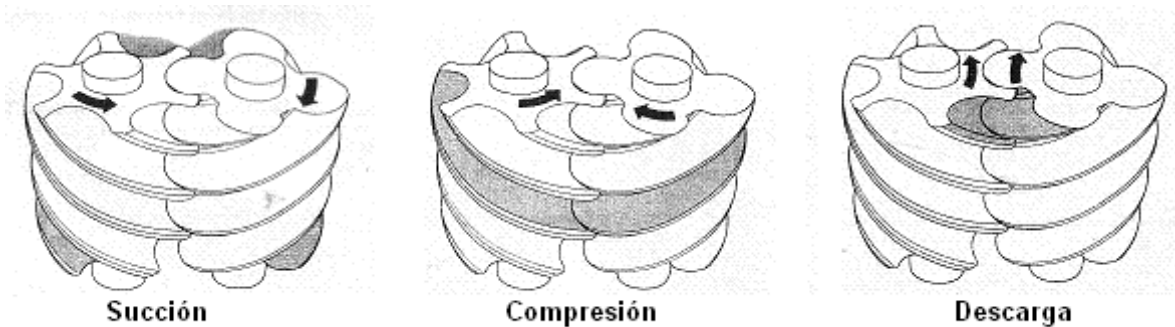


Figura 3.9 Proceso de compresión

3.3.2 Tarjeta de desarrollo MOXA NE-4110A-P

Se ha utilizado el módulo de desarrollo NE-4110A-P para la conversión RS-422 a Ethernet. Este módulo se muestra en detalle en el Anexo B2, incluye los puertos para ambos formatos de información, memorias RAM de 1MB y ROM de 2MB, está basado en la arquitectura 80186 de 16 bits, posee I/O digitales y es bastante pequeño 57mm x 40mm, ideal para colocar dentro del gabinete de control de los equipos. Es programable utilizando lenguaje C.

Estos módulos son de la marca MOXA, que posee una amplia cantidad de productos para la automatización industrial.

3.3.3 PLC Twido TWDLCDE40DRF

El PLC utilizado TWDLCDE40DRF y los módulos de expansión TWDARI8HT son de la marca Telemecanique modelo TWIDO. El que se utilizó es un controlador con 40 entradas/salidas digitales, puerto de comunicación Ethernet 100Base-TX, tiene capacidad para poderse ampliar hasta con 15 módulos con salida de relé y 8 módulos de expansión analógica, interfaz CANopen disponible, amplia memoria para desarrollar aplicaciones 64kB, potenciómetros digitales, puertos seriales, reloj de tiempo real integrado, cuatro contadores rápidos. Los módulos se obtienen por aparte y se escogen de acuerdo a la aplicación, se han instalado módulos para recepción de sonda PTC. Estos módulos especiales se adjuntan al controlador y se comunican con un bus interno. Los valores que reciben son accedidos mediante software. Referirse al Anexo B3 para más detalles de este controlador

3.3 Descripción del software utilizado en la solución del problema

3.4.1 Indusoft Web Studio

Indusoft Web Studio es una poderosa herramienta integral de software que utiliza las características claves del sistema operativo de Microsoft y permite el desarrollo de aplicaciones HMI (Human Interface Machine) SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) para:

- Adquisición de datos.
- Supervisar estaciones locales y remotas.
- Centralizar datos de procesos distribuidos.
- Comunicación de datos en sistemas corporativos.

Las aplicaciones IWS se ejecutan en computadores conectados en tiempo real a máquinas o procesos a través de controladores programables, dispositivos remotos de entrada/salida u otros equipos de adquisición de datos.

Estas aplicaciones se componen de pantallas o interfaces de operador, drivers de comunicación configurables, base de etiquetas y módulos adicionales: lógicos, de alarmas, recetas, planificador de eventos, tendencias y seguridad. La aplicación IWS se integra con sistemas industriales de entrada/salida y otras aplicaciones de windows mientras se ejecuta el ambiente utilizando los siguientes:

- ODBC (Open Database Connectivity).
- DDE (Dynamic Data Exchange).
- NetDDE (Network Dynamic Data Exchange).
- OPC (Open Connectivity)
- TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

Una vez desarrollada la aplicación, esta se instala en una estación de trabajo, desde se ejecuta el proceso de escaneo de datos de los dispositivos conectados de acuerdo a los parámetros definidos en la aplicación, que reacciona para desplegarlos, almacenarlos y actualizar la información.

El elemento más importante de IWS es la base de datos de etiquetas (tags database) que administra el flujo de datos entre los módulos. Esta base de etiquetas almacena todos los valores de las etiquetas y el estado de todas las propiedades asociadas con cada etiqueta (condiciones de alarma, tiempo, calidad, etc). Ninguno de los módulos o tareas intercambia datos directamente con otro módulo sino que los módulos envían y reciben datos hacia/desde la base de datos de etiquetas. Cada módulo mantiene una Tabla virtual de las etiquetas que le son relevantes y la base de datos de etiquetas utiliza esta tabla para determinar cuál información debe actualizarse en cada módulo.

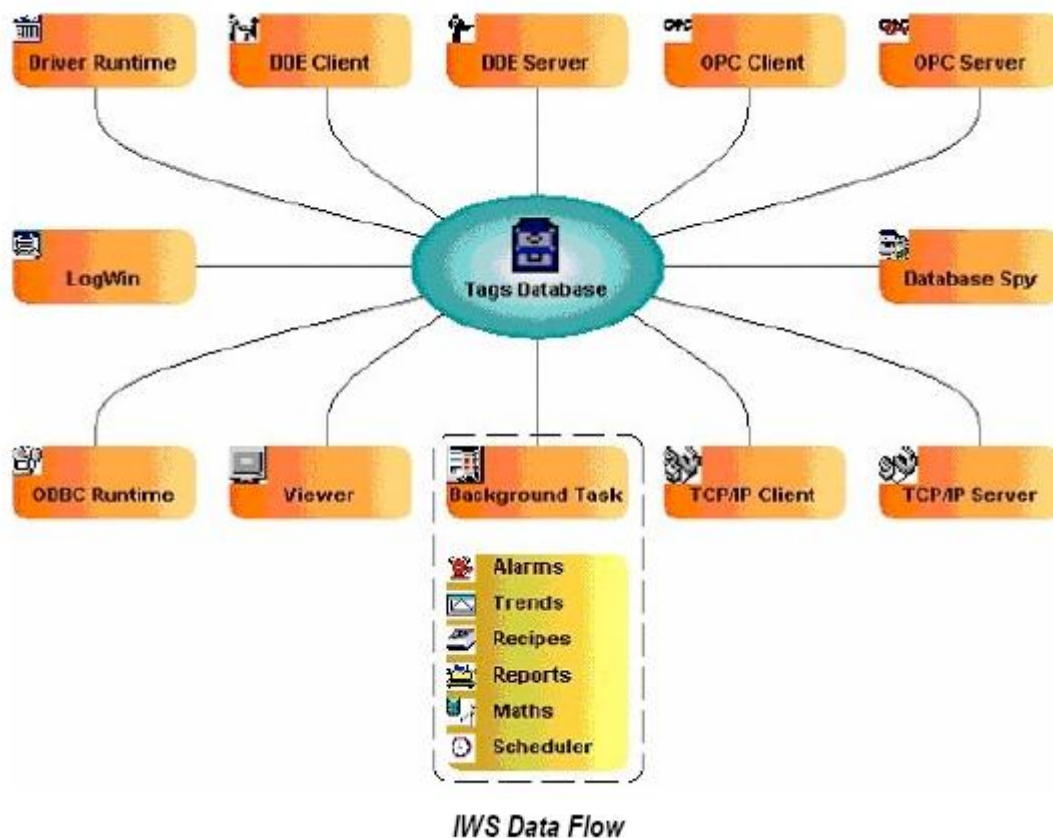


Figura 3.10 Flujo de datos en IWS.

IWS es un sistema SCADA compuesto de módulos que se ejecutan simultáneamente basándose en el concepto de multitarea, cada módulo que se ejecuta es un hilo y el sistema operativo cambia de un hilo a otro automáticamente.

Las etiquetas son variables que reciben resultados de expresiones especificadas desde la interfaz u hojas de trabajo tales como resultados, cálculos, puntos de comunicación con los equipos, etc. Existen varios tipos de etiquetas y con características distintas:

- Etiquetas Básicas: Almacenan valores simples
- Arreglos de Etiquetas: Grupo de etiquetas con acceso indexado.
- Clases de Etiquetas: Etiquetas con tipo de datos definidos por el usuario.

- Etiquetas Indirectas: Punteros para acceso indirecto de otras etiquetas.

Otra consideración importante es el tipo de dato que la etiqueta puede recibir:

- Boolean (un bit): Valores booleanos o digitales
- Enteros (cuatro bytes): números positivos, negativos o cero
- Reales (punto flotante, ocho bytes): almacenado como una palabra doble.
- String (datos alfanuméricos): caracteres en cadena con letras, números, etc.

En este proyecto, debido a la gran cantidad de variables que se están monitoreando, la cantidad de etiquetas alcanza las cien. Existen cerca de setenta etiquetas de datos, las demás son necesarias para control de ejecución, scripts y atender eventos propios de la aplicación.

Se han creado etiquetas en arreglo, esto aprovechando que la mayoría de las variables que se reciben son comunes a las estaciones de los compresores, de modo que con sólo cambiar el índice de la etiqueta se accede a los valores correspondientes de otra unidad. Además se han utilizado algunas etiquetas del sistema: hora, fecha y funciones específicas para manipulación de cadenas y números, en varios scripts.

Otra característica de IWS que se ha aprovechado es la de poder ejecutar scripts, conjunto de líneas que utilizan bibliotecas y funciones predefinidas de VBScript. El código aquí incluido se ejecuta mientras la aplicación corre y es posible ser advertido de errores. Los scripts no se compilan, funcionan en un modo interpretativo a través de VBScript Scripting Engine que además ejecuta las líneas escritas.

Los scripts dentro del ambiente de desarrollo pueden colocarse en varios lugares, según sea necesario para que se ejecuten bajo ciertas circunstancias

específicas. Algunos se ejecutan al iniciar, al finalizar o mientras la aplicación se halla en uso, otros sólo al acceder una determinada pantalla o cuando se cumple cierta condición específica (producen eventos, variable obtiene valor preestablecido).

3.4.2 Network Enable Software Developing Kit

Para la programación de los dispositivos NE-4110A-P inicialmente hay que con figurar el ambiente, el fabricante provee un kit que incluye las directivas para el compilador, un administrador de dispositivos y un depurador. La aplicación se desarrolla en lenguaje C, en este caso se utilizó Visual C++. En la Figura 3.10 se muestra el proceso de compilación necesario para obtener la aplicación que se instala en el dispositivo NE-4110A-P

El programa se compila y se crean los archivos .Obj y .Exe de no haber errores, luego se ejecuta la herramienta Exe2ap del fabricante para realizar la conversión .Exe a .Ap Así se obtiene el archivo Prg.ap que contiene la aplicación lista para instalarse en el dispositivo, utilizando el Administrador de Dispositivos NE.

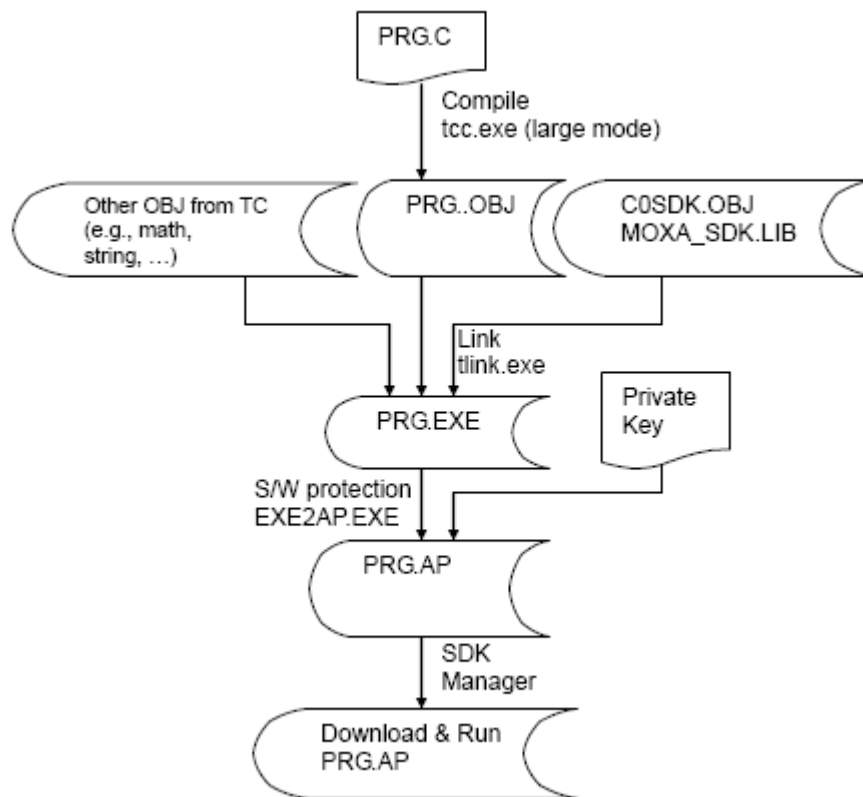


Figura 3.11 Proceso creación de la aplicación

3.4.3 TwidoSoft

TwidoSoft es un entorno de desarrollo gráfico para crear, configurar y gestionar aplicaciones para los autómatas programables Twido. TwidoSoft es un programa basado en Windows de 32 bits para un ordenador personal (PC) que se ejecute con los sistemas operativos Microsoft Windows

TwidoSoft proporciona una interfase de usuario intuitiva basada en Windows, compuesta por funciones de Windows estándar, incluida información sobre herramientas y una ayuda en línea

Principales funciones del software TwidoSoft:

- Interfase estándar de Windows
- Navegador de aplicación y vistas de varias ventanas
- Soporte de programación y configuración
- Comunicación con el autómeta

Funciones básicas estándar de Windows:

- Fácil utilización del teclado o ratón
- Barras de herramientas y ventanas flotantes
- Organización estándar de los menús
- Información sobre herramientas, barra de estado y menús contextuales
- Ayuda en línea con ayuda contextual

Principales funciones de programación y configuración:

- Programación de diagrama Ladder reversible y de lenguaje de la lista de instrucciones
- Programación de diagrama Ladder mediante un sencillo clic con el ratón
- Programación en modo offline y online
- Animación de programas y datos
- Configuración sencilla mediante el Navegador de aplicación
- Editores para las principales funciones de programación y configuración
- Funciones de edición: Cortar, Copiar y Pegar
- Programación simbólica
- Referencias cruzadas
- Copias impresas de programas y configuración

Principales funciones de TwidoSoft para soporte del autómeta:

- Conexión y desconexión de un autómeta
- Funcionamiento del autómeta
- Supervisión del uso de memoria de la aplicación mediante el Monitor de recursos

- Carga y descarga de programas del autómata
- Copia de seguridad de los programas del autómata en una memoria EEPROM opcional

3.4.3.1 Programación con diagramas de escalera

Los diagramas Ladder Logic emplean la misma representación gráfica que la de los circuitos de relé en lógica de relé, de modo que todas las entradas están representadas por símbolos de contactos y todas las salidas están representadas por símbolos de bobinas

Un programa en lenguaje de escalera está formado por "escalones" que representan el conjunto de instrucciones gráficas y aparecen entre dos barras verticales. El controlador automático ejecuta los escalones de forma secuencial. Las instrucciones gráficas representan funciones de:

- Entradas/salidas del controlador (botones de comando, sensores, relés, luces de pilotos, etc.)
- Funciones del controlador (temporizadores, contadores, etc.)
- Operaciones lógicas y matemáticas (adición, división, AND, XOR, etc.)
- Operadores de comparación y otras operaciones numéricas ($A < B$, $A = B$, desplazamiento, rotación, etc.)
- Variables internas del controlador (bits, palabras, etc.)

Estas instrucciones gráficas se organizan con conexiones horizontales y verticales que conducen a una o varias salidas o acciones.

Un escalón proporciona un reticulado de programación de siete por once que comienza en la primera celda de la esquina superior izquierda del reticulado. La

programación consiste en introducir instrucciones en las celdas del reticulado. Las funciones, comparaciones e instrucciones de prueba se introducen en celdas en el área de prueba y se alinean a la izquierda. La lógica de prueba proporciona continuidad al área de actividad donde se introducen bobinas, operaciones numéricas e instrucciones de flujo del programa y se justifican a la derecha.

El escalón se soluciona o ejecuta (pruebas realizadas y salidas asignadas) dentro del reticulado de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

El reticulado de programación del diagrama en escalera está dividido en dos áreas

- Área de prueba: Contiene las condiciones que se han de probar a fin de realizar acciones. Está formada por las columnas 1 a 10 y contiene contactos, bloques de función y bloques de comparación

- Área de actividad: Contiene la salida u operación que será realizada según sean los resultados de las pruebas llevadas a cabo en el área de prueba. Está formada por las columnas 8 a 11 y contiene bobinas y bloques de operación.

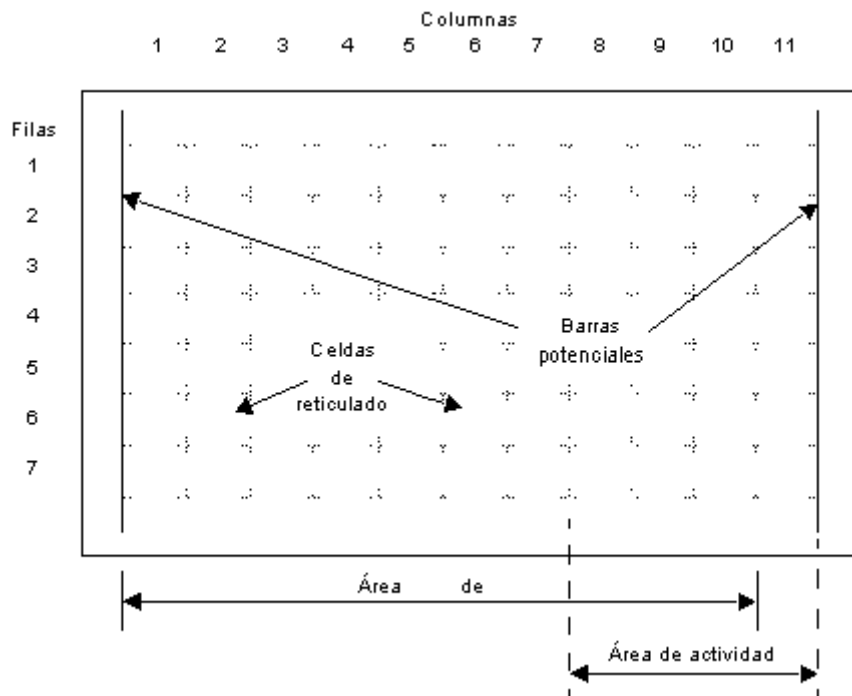













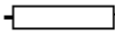
Figura 3.12 Área de trabajo de programación en escalera

Los diagramas de escalera están compuestos por bloques que representan el flujo de programas y las funciones. En la Tabla 5.1 se enlistan los bloques funcionales disponibles.

Tabla 3.4 Bloques de programación en escalera

Nombre	Elemento gráfico	Instrucción	Función
Contacto normalmente abierto		LD	Establece contacto cuando el objeto de bit de control está en estado 1.
Contacto normalmente cerrado		LDN	Establece contacto cuando el objeto de bit de control está en estado 0.
Contacto para detectar un flanco ascendente		LDR	Flanco ascendente: detecta el cambio de 0 a 1 del objeto de bit de control.
Contacto para detectar un flanco descendente		LDF	Flanco descendente: detecta el cambio de 1 a 0 del objeto de bit de control.
Conexión horizontal		Conecta en serie los elementos gráficos de comprobación y de acción entre dos barras potenciales.	Conexión horizontal
Conexión vertical		Conecta los elementos gráficos de comprobación y de acción en paralelo.	Conexión vertical
Bobina directa		ST	El objeto de bit asociado toma el valor del resultado del área de comprobación.
Bobina inversa		STN	El objeto de bit asociado toma el valor del resultado en negativo del área de comprobación.
Establecer bobina		S	El objeto de bit asociado se establece en 1 cuando el resultado del área de comprobación es 1.

continuación tabla 3.4

Restablecer bobina		R	El objeto de bit asociado se establece en 0 cuando el resultado del área de comprobación es 1.
Llamada de subrutina o salto	-->%Li -->%SRi	JMP SR	Se conecta a una instrucción etiquetada ubicada delante o detrás.
Bobina de condición de transición			Se utiliza cuando la programación de las condiciones de transición asociadas a las transiciones provoca una inversión de corriente en el siguiente paso.
Retorno desde una subrutina	<RET>	RET	Situado al final de las subrutinas para regresar al programa principal.
Detener programa	<END>	END	Define el final del programa.
Temporizadores, contadores, registros, etc.		Cada bloque de función utiliza entradas y salidas que permiten conexiones con otros elementos gráficos.	Temporizadores, contadores, registros, etc.
Bloque de comparación		Compara dos operandos y la salida cambia a 1 cuando se comprueba el resultado.	Bloque de comparación
Bloque de operación		Realiza operaciones aritméticas y lógicas.	Bloque de operación
Llamada de subrutina o salto	-->%Li -->%SRi	JMP SR	Se conecta a una instrucción etiquetada ubicada delante o detrás.

Capítulo 4: Procedimiento metodológico

La metodología seguida permite redefinir la manera en que se implementa el proyecto, haciendo ajustes a los elementos que componen la solución debido a consideraciones técnicas y comerciales.

*“Planear: preocuparse por encontrar el mejor método
para lograr un resultado accidental.”
Ambrose Bierce*

4.1 Reconocimiento y definición del problema

La Planta Proceso posee unas instalaciones construidas hace unos 30 años, constantemente se encuentran renovando y mejorando la infraestructura, los equipos y procesos para mejorar la producción, cumplir con normativas y ser competitiva.

Es en este panorama donde se identificaron varias alternativas de mejora, enfocadas en el control del consumo de insumos y control de procesos. Se identificó en el área de refrigeración una mejora a la metodología de recolección de datos de varios equipos.

Una vez definido el problema se establecen la meta y los objetivos de acuerdo con las expectativas de la empresa y los requisitos necesarios de un proyecto de graduación. Se parte de una meta, un objetivo general y luego se detallan los requerimientos para llevarlo a cabo. Con esto en mente se definen los objetivos específicos, que luego de ser revisados por el tribunal evaluador, se mejoran para aportar en la solución del problema las mejores características ingenieriles posibles.

4.2 Obtención y análisis de información

La información necesaria para valorar el problema proviene de los manuales técnicos de los equipos existentes y de las condiciones de operación normal de los mismos, se cuenta con el apoyo del personal del área de refrigeración para entender la relevancia de los datos dentro del sistema y de las consecuencias de efectuar cambios en ciertas características operativas.

Con lo presentado en los manuales y con la experiencia del personal se valoran diversas alternativas para obtener los datos del estado del sistema. Se enfatiza en las alternativas de comunicación posibles de los equipos en estudio y en cuales datos poseen un mayor significado.

Los equipos que se utilizan facilitan la comunicación a través del puerto serial RS-422, esto induce a que se busquen en Internet dispositivos programables que involucren este puerto y el de red Ethernet. Además, para comunicar las temperaturas de las cámaras se buscan alternativas en las que se destacan aspectos como la capacidad de recibir y procesar datos analógicos.

4.3 Evaluación de las alternativas y síntesis de una solución

Para lograr la comunicación con los compresores por el puerto serial RS-422 se encontraron varias alternativas, enfocadas principalmente en convertidores seriales a Ethernet. Algunos muestran limitantes pues trasladan el control de lo que se comunica a un control en algún punto de la red. Otras alternativas no presentaban convertir RS-422 a Ethernet directamente sino que debía utilizarse primero un convertidor RS-422 a RS-232 y luego otro RS-232 a Ethernet. Por último se ubica un módulo de desarrollo que incluye los puertos necesarios junto con las facilidades de

desarrollar una propia aplicación, estableciéndose el control en cada módulo propiamente.

Para obtener los valores de los sensores en las otras estaciones, se piensa utilizar una tarjeta de desarrollo, sin embargo analizando alternativas se decide por la utilización de un PLC con sus respectivos módulos de expansión para las entradas analógicas necesarias. Esto por la facilidad y el respaldo con que es posible obtener los materiales en el mercado, aprovechando el uso específico de los módulos de expansión y la versatilidad que el PLC ofrece para futuras ampliaciones en la cantidad y tipo de variables.

Capítulo 5: Descripción detallada de la solución

La solución implementada que se expone recorre varias etapas áreas en donde se efectuó un desarrollo, dándose a conocer diseños y detalles que muestran como se logra poner en marcha el proyecto.

*“Divide las dificultades que examinas en tantas partes como sea posible para su mejor solución.”
René Descartes*

5.1 Análisis de soluciones y selección final

La solución final seleccionada para ejecutar el proyecto incluye los dispositivos mostrados en la Figura 5.1, se han colocado los componentes junto a los equipos en que se utilizan y se muestra como todos los elementos conforman el proyecto.

En esta Figura 5.1 se puede apreciar también el medio de comunicación, una red Ethernet, se enumera también como parte del proyecto.

Las zonas sombreadas reflejan donde se sitúan los distintos software involucrados, una copia en cada uno de las tarjetas RS-422 a Ethernet modelo NE-4110A-P, el software en el PLC agrupa los módulos de expansión TWD y TWD para por último reconocer el sistema SCADA en la estación central.

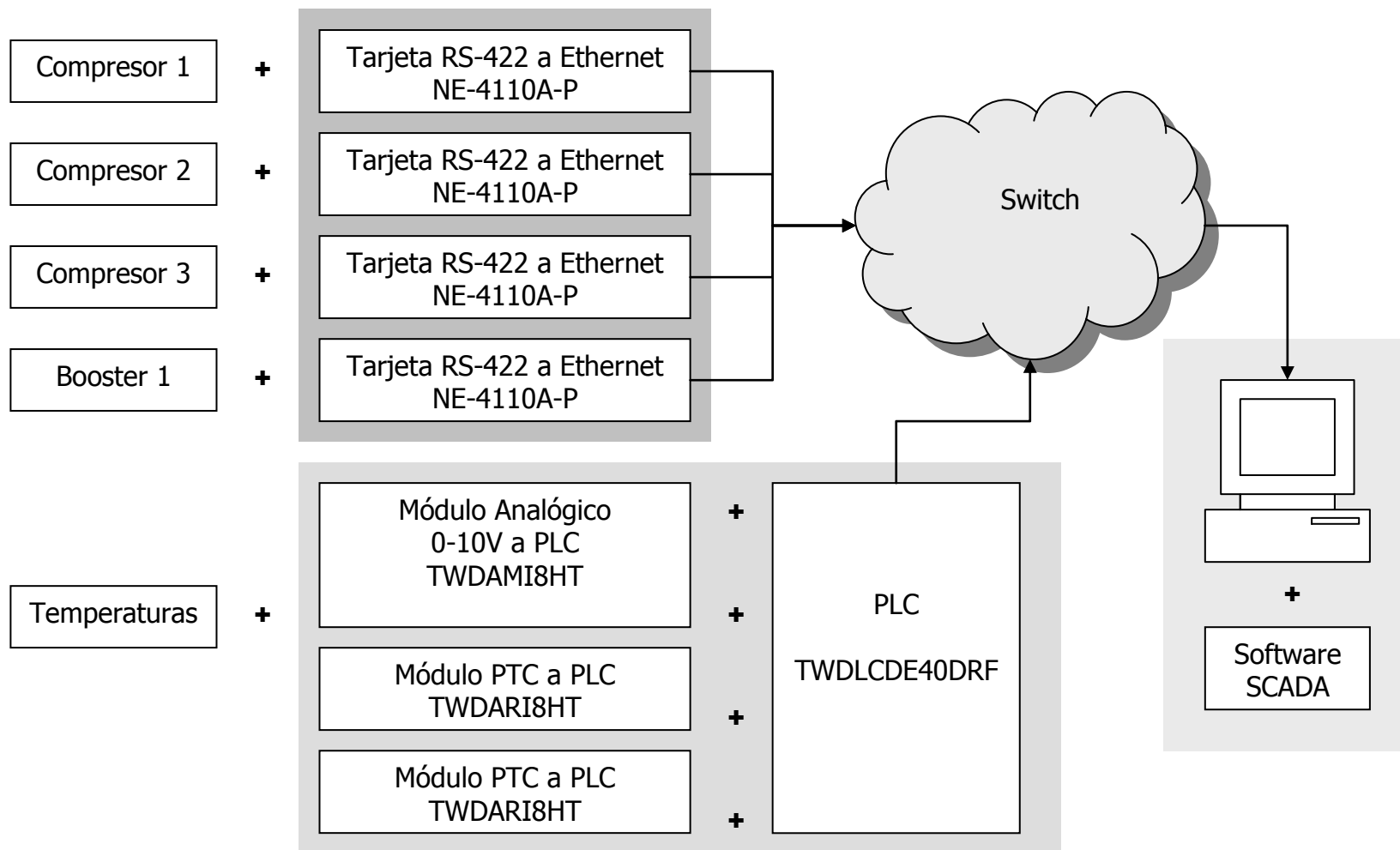


Figura 5.1 Esquema de la solución ejecutada.

5.2 Descripción del hardware

El hardware en este proyecto se puede dividir en varias secciones, según los objetivos del proyecto y la finalidad que cada segmento aporta.

5.2.1 Red de datos

Para la instalación de la red Ethernet necesaria para comunicar las estaciones con la Estación de Vigilancia se tuvieron que considerar varios aspectos para estar acorde con la normativa para redes TIA/EIA-569-A.

Primeramente se determina si hay direcciones disponibles dentro de la red LAN existente y si es posible utilizarlas para propósitos del proyecto. Luego se utiliza la topología de estrella, formada con un dispositivo switch, que recibe los datos desde cada una de las estaciones y los reenvía hacia la red, donde son capturados en la Estación de Vigilancia.

La red LAN existente está creada con direcciones privadas, afortunadamente hay suficientes direcciones disponibles para asignar una dirección a cada nueva estación que se agrega y es posible utilizar un switch normal, pues no es necesario acceder fuera de la red privada para comunicarse con la estación de vigilancia, ya que se elige ubicarla en otra dirección dentro de la misma red. En la Figura 5.2 se muestra un esquema de la red implementada.

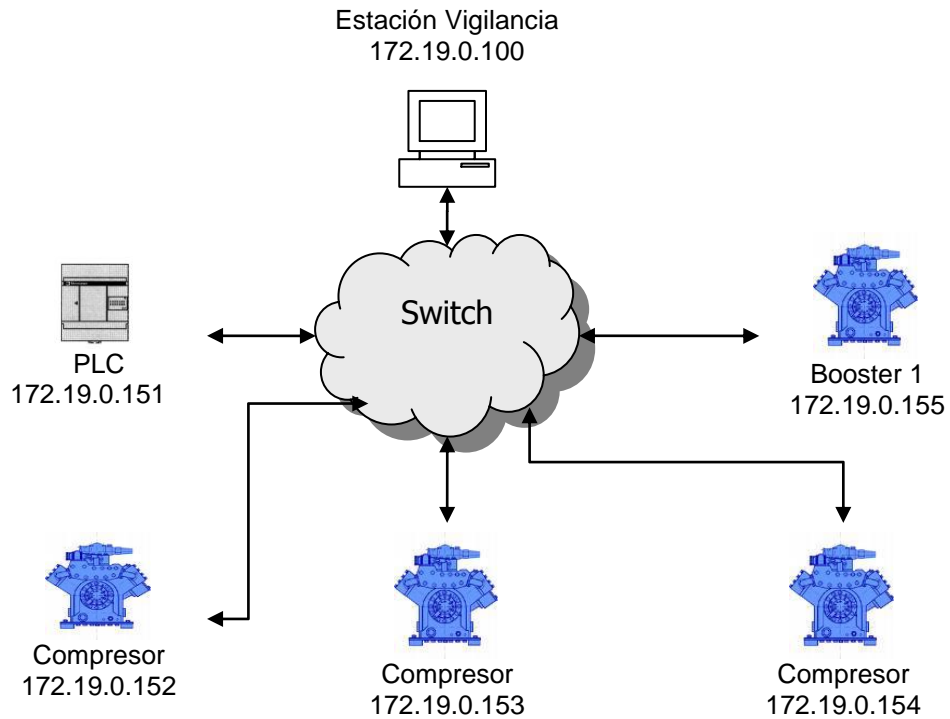


Figura 5.2 Esquema de la red de datos

La estructura construida del cableado estructurado, tiene que atravesar pasillos, exponerse a la intemperie y luego ingresar al cuarto de comunicaciones, fue necesario realizar varias veces el diseño pues se excedían varias normas referentes a longitudes máximas, número de desviaciones y cantidad de conductores permitidos.

Para proteger la integridad de la información fue necesario aislar el cableado con las señales de comunicación del cableado de alimentación de los equipos, utilizando conductos separados y con conexión de descarga a la tierra del edificio, esto tanto para proteger los propios datos como para protección de los equipos que se comunican. En la Figura 5.3 se muestra la estructura instalada.

Además, los materiales utilizados son los estipulados en las normas TIA/EIA-569 para redes: cable categoría 5e, conectores RJ-45, tuberías certificadas UL.

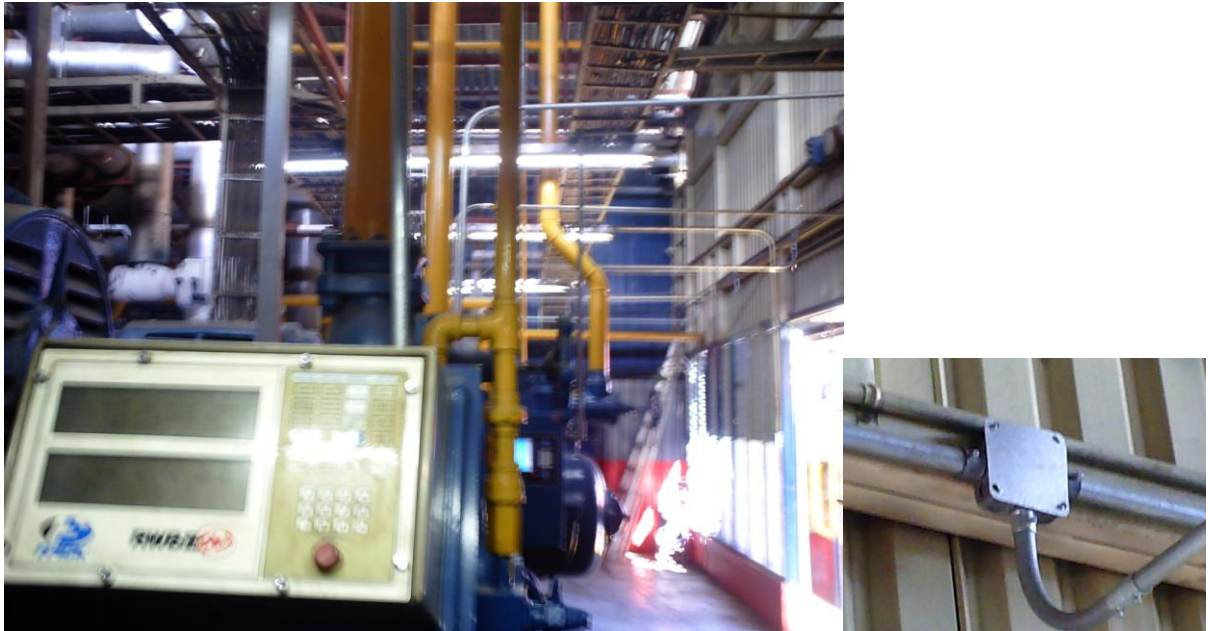


Figura 5.3 Instalación de red de datos

5.2 Descripción del software

Para implementar la Estación de Vigilancia, como se mencionó con anterioridad, se desarrollaron aplicaciones en tres software distintos.

5.3.1 TwidoSoft

En este software se lleva a cabo las siguientes tareas:

- Configuraciones de red del PLC
- Configuraciones de los módulos TWDARI8HT
- Desarrollo de la aplicación

Los sensores instalados para medir las temperaturas en las cámaras, son todos del mismo modelo, tipo PTC. El proceso en que se encuentran inmersos ayuda a determinar el comportamiento de estos pues al haber dieciséis mediciones disponibles en todo momento, y al estar midiendo valores en un rango amplio, (-35°C

a 15°C), se puede obtener una adecuada curva característica de los sensores. Esta curva se obtiene midiendo el valor del sensor y relacionándolo con la determinada temperatura. En la Figura 5.4 se muestra la curva obtenida.

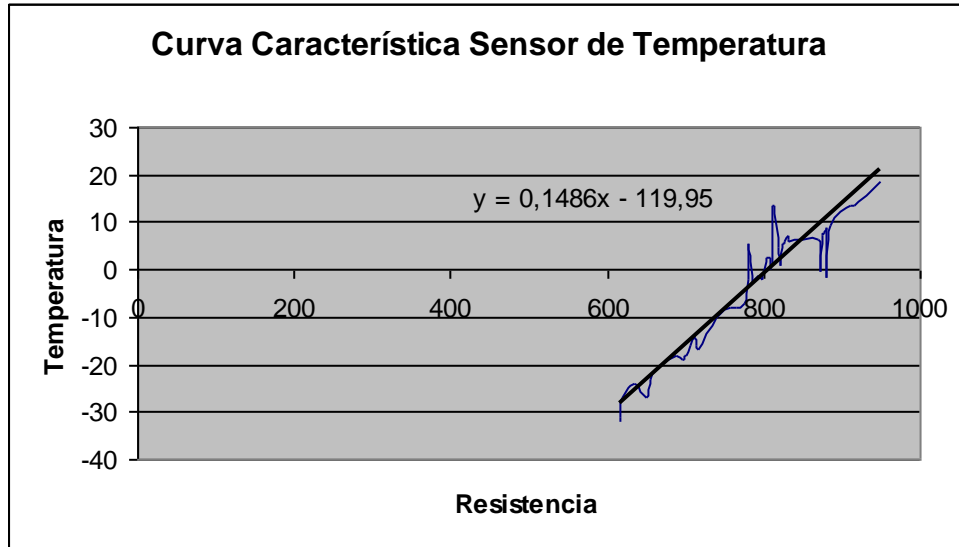


Figura 5.4 Curva característica de los sensores

Una vez ordenados los datos, se obtiene la ecuación característica:

$$T[^\circ\text{C}] = 0.1486 \cdot R[\Omega] + D \quad [1]$$

Con esta ecuación es posible conocer el cambio que se experimenta por cada grado de temperatura como un cambio en la resistencia en el sensor: 15 $\Omega/^\circ\text{C}$. El valor D corresponde al valor en el cual la temperatura del sensor es cero, este valor se ajusta para cada sensor de modo que según su calibración, se obtengan los 0 $^\circ\text{C}$. En la Tabla 5.1 se muestran las ecuaciones ajustadas para cada sensor:

El controlador programable o PLC, ejecuta una rutina en la que constantemente se encuentra leyendo las entradas, procesándolas de acuerdo al programa desarrollado y actualizando las salidas, según se amerite.

Tabla 5.1 Ecuaciones de ajuste para cada sensor de temperatura

Sensor	Ecuación
Chiller Aves (1)	0.148 R -118.15
Cámara nueva (2)	0.148 R -116.5
Chiller Aves (3)	0.148 R -118.15
Chiller Menudos (4)	0.148 R -123.2
Túnel 1 (5)	0.148 R -115.0
Túnel 2 (6)	0.148 R -116.8
Almacén Congelado (7)	0.148 R -119.15
Almacén Congelado (8)	0.148 R -118.15
Almacén Fresco (9)	0.148 R -115.15
Almacén Fresco (10)	0.148 R -115.05
Precámara (11)	0.148 R -116.25
Túnel 3 (12)	0.148 R -113.00
Sala Cortes y Empaque (13)	0.148 R -119.15
Sala Cortes y Empaque (14)	0.148 R -119.15
Despacho Fresco (15)	0.148 R -117.15
Despacho Congelado (16)	0.148 R -119.15

Se tienen un total de 128 escalones de código en las cuales se leen los valores de los sensores de temperatura y se almacenan los datos internamente. Luego se establecen las ecuaciones características para cada sensor, de forma tal que se obtenga una relación entre la resistencia leída y la temperatura indicada. Estos valores de temperatura son leídos por el sistema SCADA, que a su vez envía los valores de ajuste, indicados por el usuario, como valores de corte para encender/apagar las electroválvulas de los evaporadores. En la Figura 5.5 se incluye la rutina de control que se lleva a cabo en el controlador programable.

Para mantener instalados los visores actuales de temperatura junto al PLC se realizó un cableado nuevo de las instalaciones existentes, en la Figura 5.6 siguiente se muestra un esquema de conexión de los sensores PTC conectados en derivación entre el PLC y los visores actualmente instalados.

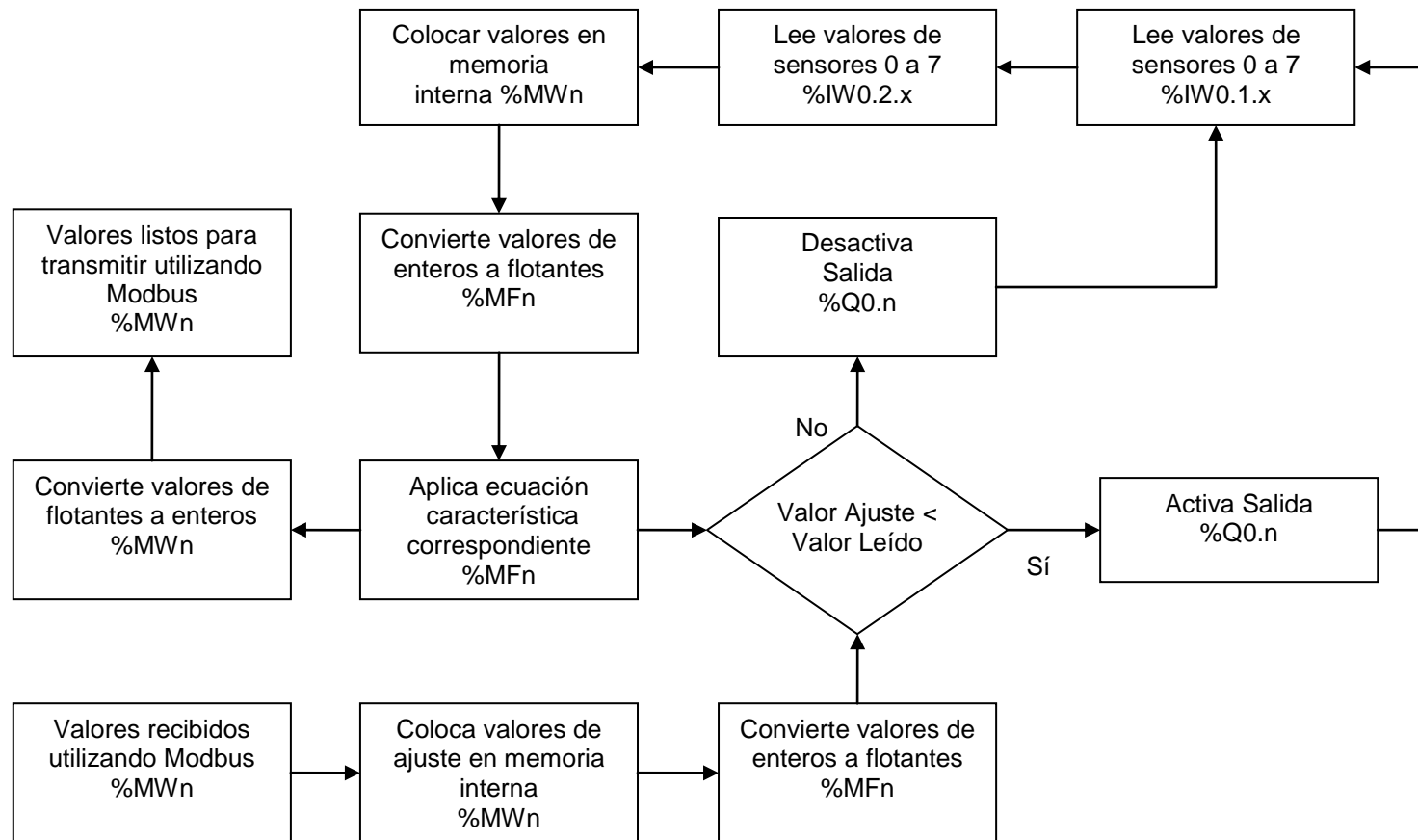


Figura 5.5 Rutina del PLC

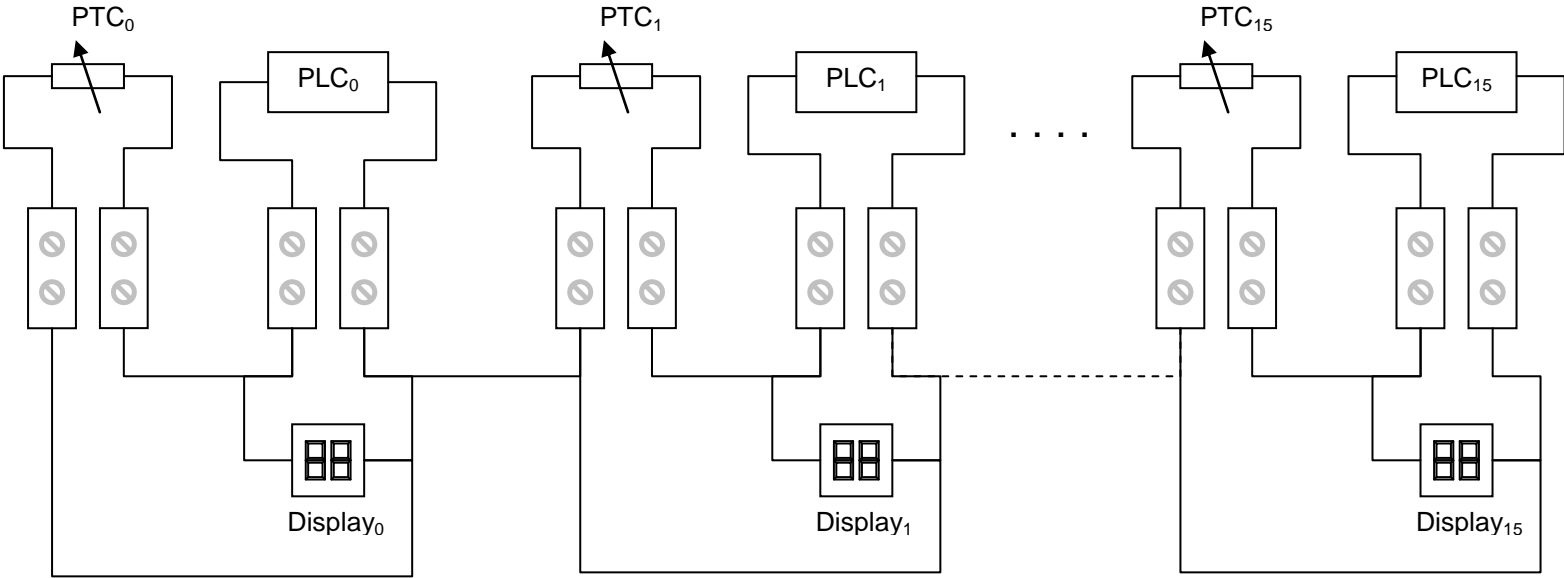


Figura 5.6 Esquema de Conexión PLC y Visores Eliwell

5.3.2 Network Enabler SDK

La aplicación desarrollada tiene que realizar varias tareas

- Comunicarse con el compresor serialmente a través del puerto RS-422.
- Verificar y arreglar los datos recibidos.
- Enviar los datos hacia la Estación de Vigilancia.
- Atender solicitudes de escritura de la Estación de Vigilancia en el compresor.

La comunicación con los módulos NE-4110A-P inicialmente se establecería utilizando el protocolo Modbus, no obstante, no era fiable la ubicación de los registros configurados de lectura/escritura en la interfaz con las lecturas que se obtenían de los registros en el dispositivo. Esto motivó a un cambio en el protocolo de comunicación, escogiéndose el protocolo TCP/IP.

Los comandos que el NE-4110A-P ejecuta, se han dividido en dos grupos dentro del programa, en el primer grupo se hayan los que pueden ejecutarse continuamente sin intervención humana alguna, estos se han llamado “comando simples”, son comandos que tienen una estructura definida fija cuando se solicitan al compresor, no incluyen variables ni son producto de decisiones del usuario. En la Tabla 5.2 se incluyen enumeran los comandos simples.

Tabla 5.2 Comandos Simples

COMANDO	DESCRIPCION	COMANDO	DESCRIPCION
#01A	Return Full Load Amps	#01PO	Return oil pressure (g).
#01I	Compressor Status Information	#01PF	Return filter differential pressure.
#IDF	Return Discrete Failure List	#01PA	Return all pressures.
#IDQ1	Query Setpoints Data	#01TS	Return suction temperature.
#IDQ2	Query Setpoints Data	#01TD	Return discharge temperature.
#IDQ3	Query Setpoints Data	#01TO	Return oil temperature.
#IDX	Return Discrete AC IO Status	#01TP	Return separator temperature.
#JDTT	Reads the control temp. from TE-5	#01TA	Return all temperatures
#01PS	Return suction pressure (PSIA).	#01TS	Return suction temperature.
#01PD	Return discharge pressure (g/hg).	#01VS	Return slide valve position value.

En un segundo grupo se incluyen los “comandos compuestos”, que se conforman por una parte fija y una parte modificable por el usuario (valores de alarmas, valores de corte). Es decir, son comandos que requieren la intervención humana para ejecutarse. En el Anexo B1 se incluye el set de instrucciones de los compresores, en la Tabla 5.3 se enumeran los comandos compuestos.

Tabla 5.3 Comandos Compuestos

COMANDO	DESCRIPCION	COMANDO	DESCRIPCION
#01C01xxx01	Capacity Control	#01VL03	Turns Load Slide Valve Output On for 3s.
#01C02xxx01	Low Press. Cutout	#01VL04	Turns Load Slide Valve Output On for 4s.
#01C03xxx01	Low Press. Alarm	#01VL05	Turns Load Slide Valve Output On for 5s.
#01C04xxx01	High Press. Cutout	#01VL06	Turns Load Slide Valve Output On for 6s.
#01C05xxx01	High Press. Alarm	#01VL07	Turns Load Slide Valve Output On for 7s.
#01C06xxx01	MLC Stop Load	#01VL08	Turns Load Slide Valve Output On for 8s.
#01C07xxx01	MLC Force Unload	#01VL09	Turns Load Slide Valve Output On for 9s.
#01C08xx01	Recycle Delay	#01VL10	Turns Load Slide Valve Output On for 10s.
#01C09xx01	Current Transformer Factor	#01VL11	Turns Load Slide Valve Output On for 11s.
#01C10xx01	Press. Proportional Band	#01VL12	Turns Load Slide Valve Output On for 12s.
#01C11xx01	Press. Dead Band	#01VL13	Turns Load Slide Valve Output On for 13s.
#01C12xx01	Press. Cycle Time	#01VL14	Turns Load Slide Valve Output On for 14s.
#01C13+xxx01	Temp. Capacity Control	#01VL15	Turns Load Slide Valve Output On for 15s.
#01C14+xxx01	Temp. Low Temp Cutout	#01VL99	Load Slide Valve Output Turns On.
#01C15+xxx01	Temp. Low Temp Alarm	VU00	Unload Slide Valve Output Turns Off..
#01C16xx01	Temp. Proportional Band	#01VU01	Turns Unload Slide Valve Output On for 1s.
#01C17xx01	Temp. Dead Band	#01VU02	Turns Unload Slide Valve Output On for 2s.
#01C18xx01	Temp. Cycle Time	#01VU03	Turns Unload Slide Valve Output On for 3s.
#01C19x01	Pressure / Temperature mode.	#01VU04	Turns Unload Slide Valve Output On for 4s.
#IDKFID	Clear Fails	#01VU05	Turns Unload Slide Valve Output On for 5s.

#IDKRID	Clear Recycle Delay	#01VU06	Turns Unload Slide Valve Output On for 6s.
#IDMCOID	Compressor Mode Off	#01VU07	Turns Unload Slide Valve Output On for 7s.
#IDMCAID	Compressor Mode Auto	#01VU08	Turns Unload Slide Valve Output On for 8s.
#IDMCRID	Compressor Mode Remote	#01VU09	Turns Unload Slide Valve Output On for 9s.
#IDMVAID	Slide Valve Mode Auto	#01VU10	Turns Unload Slide Valve Output On for 10s.
#IDMVRID	Slide Valve Mode Remote	#01VU11	Turns Unload Slide Valve Output On for 11s.
#01R01	Compressor Start	#01VU12	Turns Unload Slide Valve Output On for 12s.
#01S01	Compressor Stop	#01VU13	Turns Unload Slide Valve Output On for 13s.
#01VL00	Load Slide Valve Output Turns Off.	#01VU14	Turns Unload Slide Valve Output On for 14s.
#01VL01	Turns Load Slide Valve Output On for 1s.	#01VU15	Turns Unload Slide Valve Output On for 15s.
#01VL02	Turns Load Slide Valve Output On for 2s.	#01VU99	Turns selected output on

Los comandos se hayan almacenados en varios segmentos o memorias que son accedadas en periodos específicos durante la ejecución del programa, se han reagrupado según se han clasificado y conforme a las características que comparten en cuanto a estructura y ejecución del programa.

Para acceder cada comando en cada memoria, se utilizan punteros específicos en cada segmento, de modo que es posible transferir el contenido de cada byte de una memoria específica hacia algún buffer concreto por referencia.

Además, entre cada comando se ha insertado un carácter específico para verificar que se ha recorrido el comando completo, a la vez que sirve de guía para hallar el comienzo del comando siguiente. Similarmente hay un carácter de fin de memoria.

En el primer diagrama de flujo Figura 5.7, el programa inicia al encenderse el dispositivo, se configuran las características de los puertos de comunicación: el puerto serial RS-422, palabra de ocho bits, sin paridad, un bit de parada.

Los comandos simples se encuentran en la Memoria de Comandos Simples, estos comandos se solicitan uno tras otro al compresor, cada byte es transferido hacia el Buffer de Salida Serial, cuando se completa el comando se envía al compresor, se espera la respuesta y luego se verifica, comparando la posición de los caracteres finales esperados con los de la respuesta. Las respuestas se van almacenando en la Memoria de Respuesta de Comandos Simples.

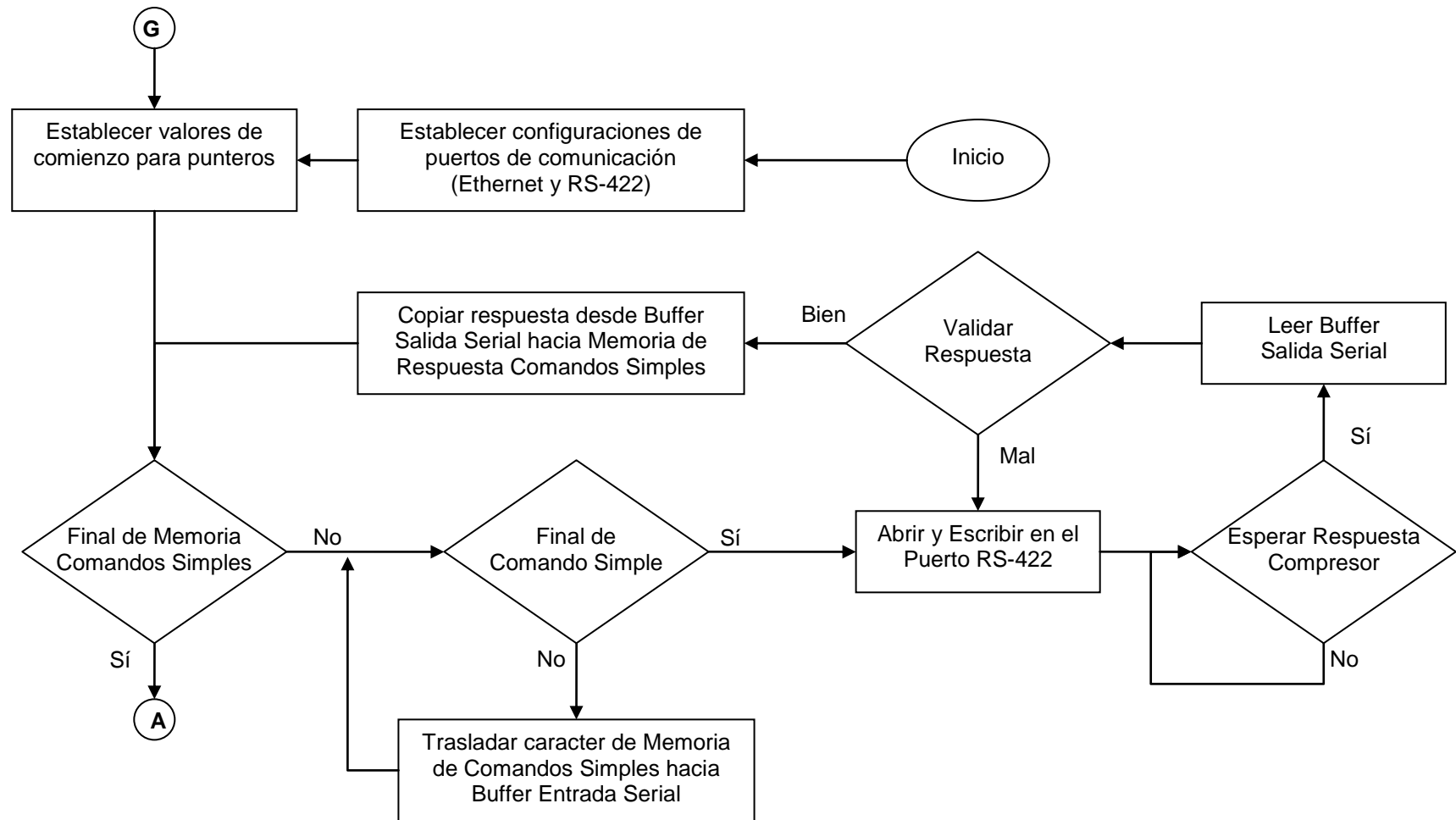


Figura 5.7 Ciclo de solicitud y verificación de datos al compresor.

Se continúa con este proceso hasta alcanzar el final de la Memoria de Comandos Simples en cuyo momento se localizarán todas las respuestas solicitadas en la Memoria de Respuesta de Comandos Simples, separadas por un carácter específico.

Las respuestas dadas por el compresor contienen no sólo datos útiles sino también espacios en blanco, identificadores y caracteres de control. En el punto A, comenzamos el proceso de reacomodo de los datos para enviarlos con formato hacia la Estación de Vigilancia donde reside el sistema SCADA. Se recorre la Memoria de Respuesta de Comandos Simples y se traslada hacia una copia editada, con caracteres delimitadores adecuados, el contenido numérico útil referente a presiones, temperaturas, puntos de ajuste, alarmas, etc.

Procede ahora llenar el Buffer de Salida Ethernet con los datos válidos. Se ha designado arbitrariamente utilizar los puertos 4001 al 4004 para que cada compresor transmita hacia la Estación de Vigilancia. En este momento la Estación de Vigilancia actúa como servidor y el dispositivo NE-4110A-P como cliente, en el momento en que el mensaje esté preparado buscará al servidor en una dirección IP concreta, se conectará en el puerto asignado y transmitirá los datos. Luego cerrará la conexión y continuará la ejecución del programa.

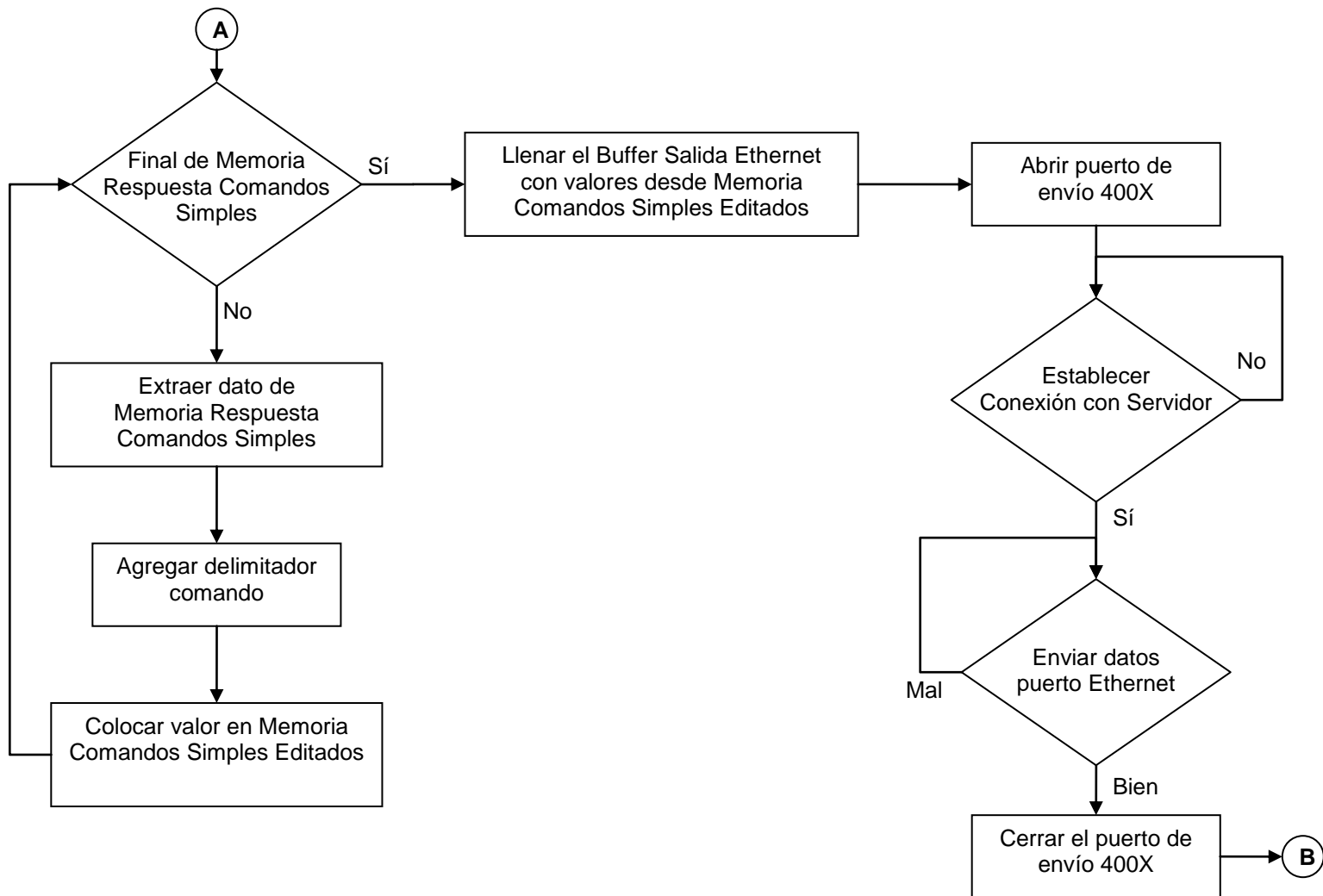


Figura 5.8 Ciclo de arreglo y envío de datos a la Estación de Vigilancia.

En el punto B, el dispositivo NE-4110A-P se comporta como un servidor y espera una conexión entrante en el puerto 1001. La Estación de Vigilancia constantemente está transmitiendo por este puerto un mensaje, corresponde entonces a cada dispositivo recibir este mensaje e interpretarlo. La estructura de este mensaje es como sigue:

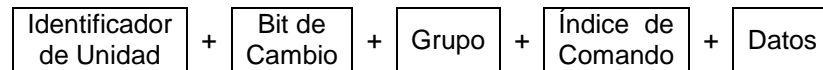


Figura 5.9 Estructura del mensaje TCP solicitar cambio

El identificador de unidad se asigna en la interfaz de usuario según la hoja donde se genera el cambio. El bit de cambio indica que en el mensaje ha ocurrido un cambio, es decir, que hay datos nuevos. El número de grupo sirve para que el dispositivo elija el procedimiento para procesar el contenido del mensaje. El índice de comando se genera según la casilla de la interfaz en donde se ubicó el cambio, servirá para localizar, dentro del mensaje los datos que han sido modificados.

El dispositivo lee el mensaje en el puerto 1001 lo ubica en el Buffer de Entrada Ethernet y cierra la transmisión. Seguidamente el programa analiza el mensaje determina si el identificador corresponde con el de su unidad, si es así el mensaje le compete y procede a revisar si ha habido algún cambio desde la última vez que lo recibió, verificando el bit de cambio. Si el mensaje no le correspondiera o si el bit de cambio fuese cero el mensaje es descartado y el programa se regresa a realizar otra lectura de los valores del compresor. Si el mensaje contiene datos nuevos la casilla de grupo es leída para ubicar el procedimiento a seguir. Los grupos se han agrupado según afinidad, así el grupo uno contiene cambios en el estado del compresor, el grupo dos en la operación de la válvula deslizante, el grupo tres ajustes varios y en el grupo cuatro se ubican las órdenes de borrado. El diagrama de la Figura 5.8 muestra lo expuesto.

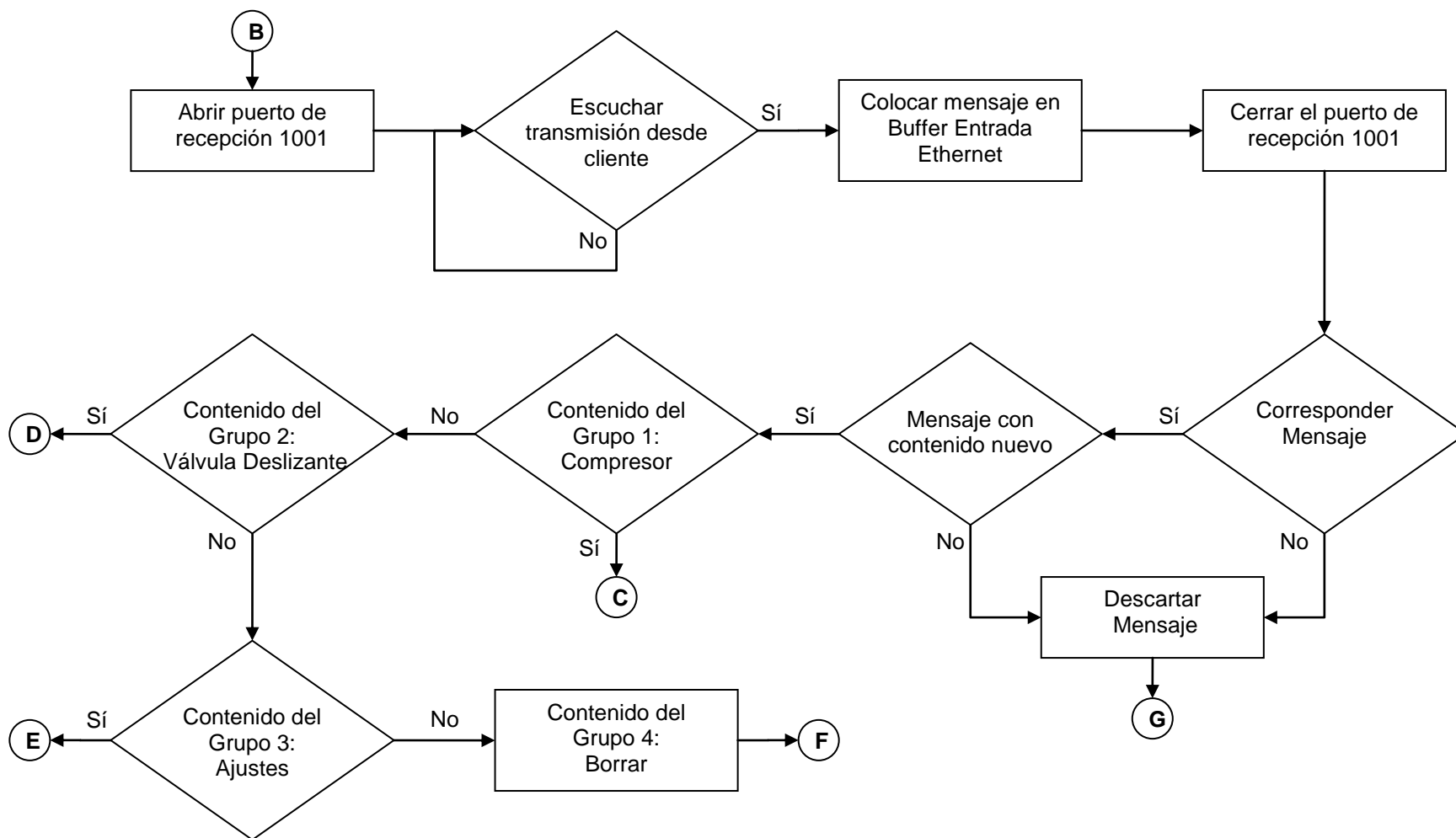


Figura 5.10 Ciclo de escucha de datos entrantes desde la Estación de Vigilancia.

El procedimiento del grupo uno revisa cuál índice está activo, así los punteros del programa se ubican dentro del contenido del mensaje en el byte que contiene la información que se ha modificado. En la interfaz se genera un evento cuando hay un cambio en alguna de los elementos editables y cuando se presiona el botón de ajustar el cambio se hace efectivo el cambio en el contenido del mensaje. En el mensaje se transmiten para cada grupo todo el conjunto de valores, es decir, el botón de ajustar confirma un cambio en algún elemento y agrega todos los valores actuales de los elementos al mensaje, por lo que el índice de comando es el que ubica la posición dentro del mensaje del contenido que fue modificado. Esto se hace así para que haya una confirmación de que el cambio efectivamente se va a llevar a cabo.

Para el grupo uno, el índice en el siguiente byte coloca los punteros correspondientes en la posición de Memoria de Comandos Grupo 1 adecuada para que el contenido sea transferido hacia el Buffer de Entrada Serial y el cambio surta efecto en la operación del compresor. La validación para los comandos compuestos se hace revisando si la respuesta del compresor comienza con 'A', indicando un cambio efectivo.

La Figura 5.10 en el punto D, sigue un procedimiento similar al descrito con anterioridad para el grupo uno. Cuando el dispositivo envía el comando al compresor y este ha respondido y se ha validado la respuesta, el programa regresa a solicitar valores actuales en la rutina inicial.

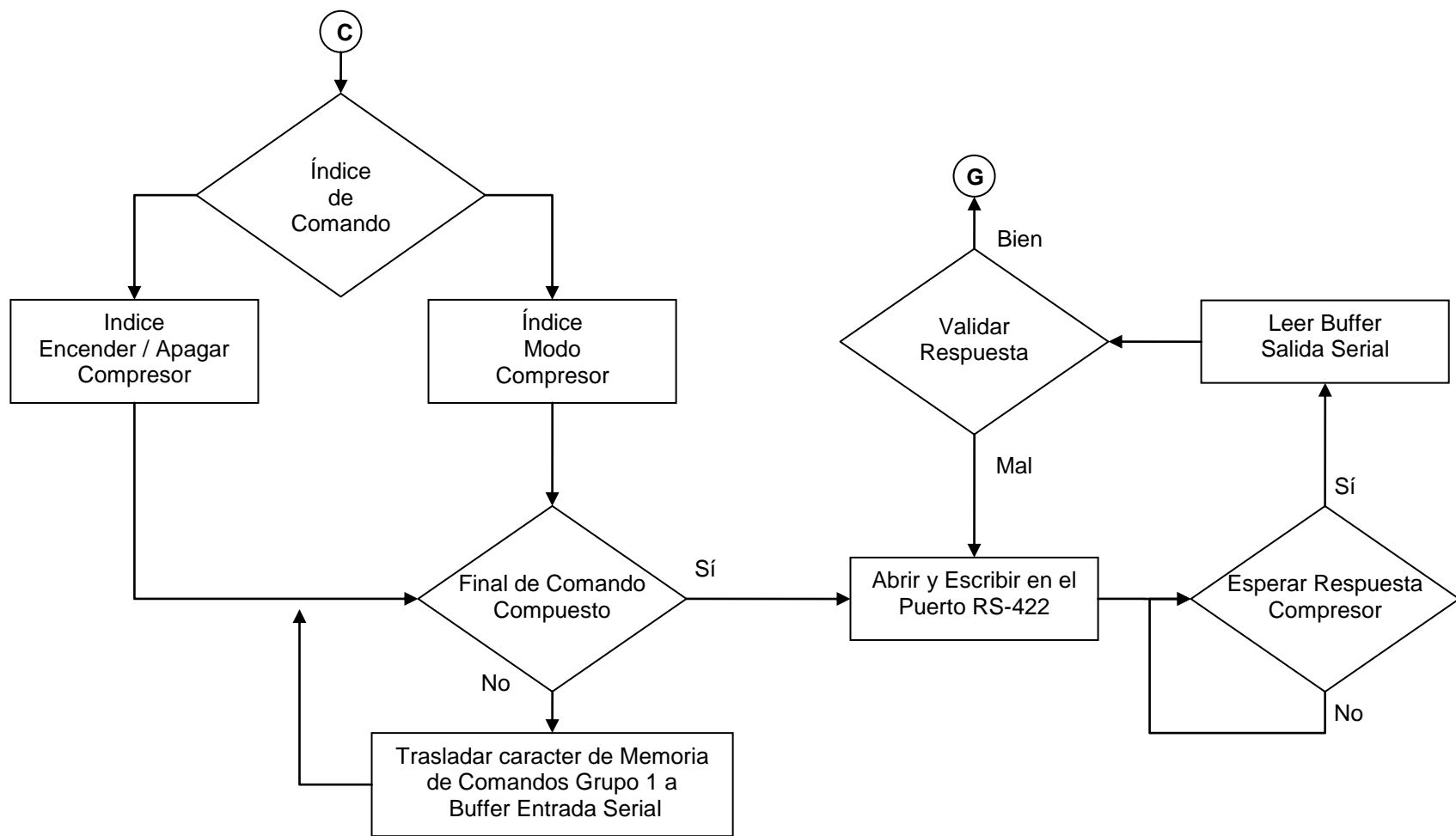


Figura 5.11 Ciclo de cambio en parámetros del Compresor.

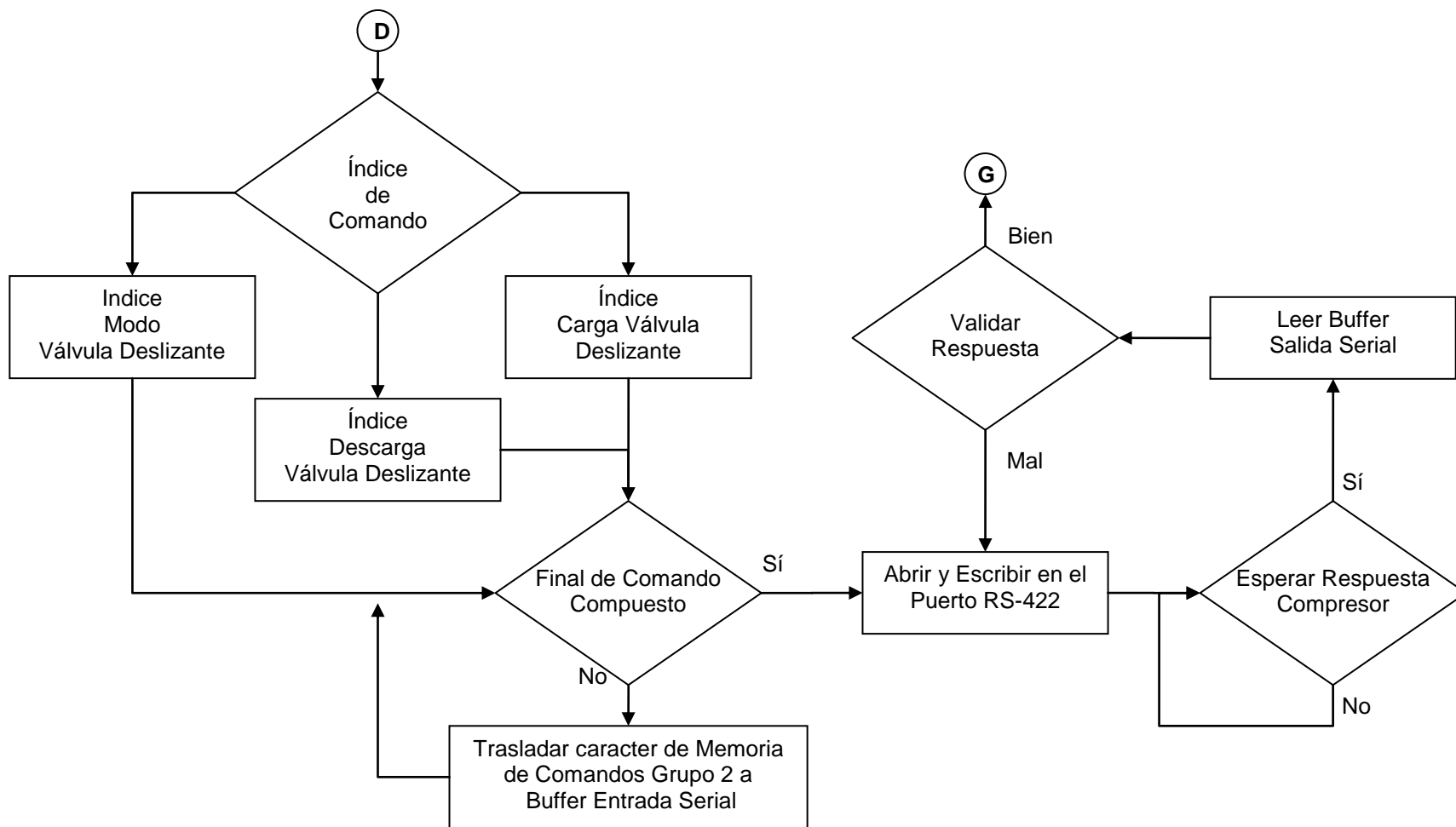


Figura 5.12 Ciclo de cambio de parámetros en Válvula Deslizante.

Los comandos anteriores solamente requerían ser solicitados desde la interfaz de usuario para ejecutarse, sin embargo los comandos de la Figura 5.13 además contienen valores que deben ser agregados como parte del mensaje en la solicitud al compresor. Para lograr esto, cuando el puntero que va recorriendo el comando en la Memoria de Comandos del Grupo 3 encuentra un carácter especial predefinido, se detiene y se copia el contenido del mensaje que fue modificado en la interfaz en el Buffer de Entrada Serial con el resto del mensaje. Cuando se ha agregado todo el contenido al mensaje, se continúa escribiéndolo en el puerto RS-422 y esperando la confirmación de que ha sido bien recibido.

El Grupo cuatro, es activado desde la interfaz de usuario por un botón, por lo que este único evento es suficiente para activar la orden. Cuando el mensaje es procesado en el dispositivo se debe solamente ejecutar el comando pertinente, similar al procedimiento detallado para los grupos uno y dos

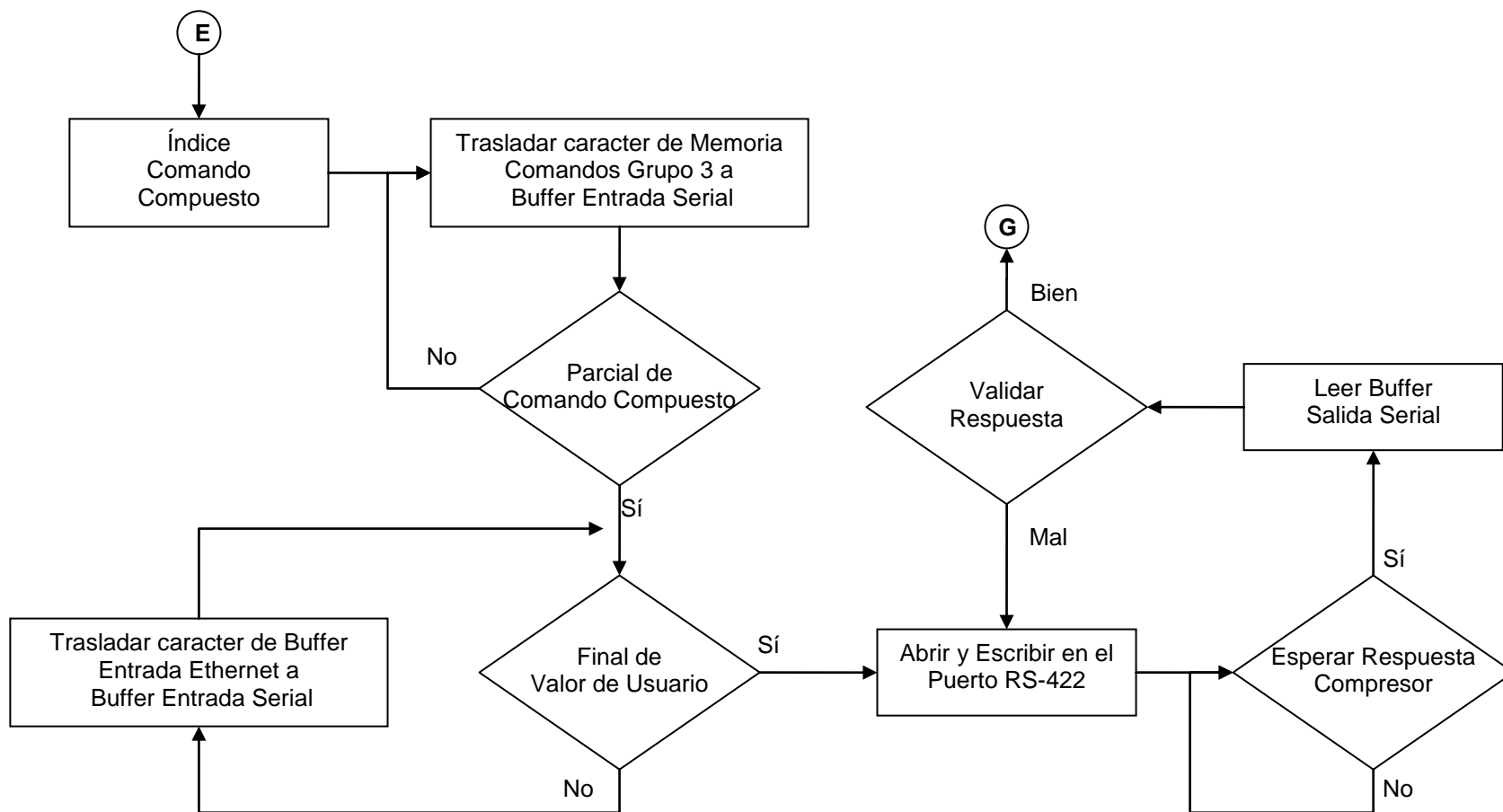


Figura 5.13 Ciclo de cambio de parámetros varios.

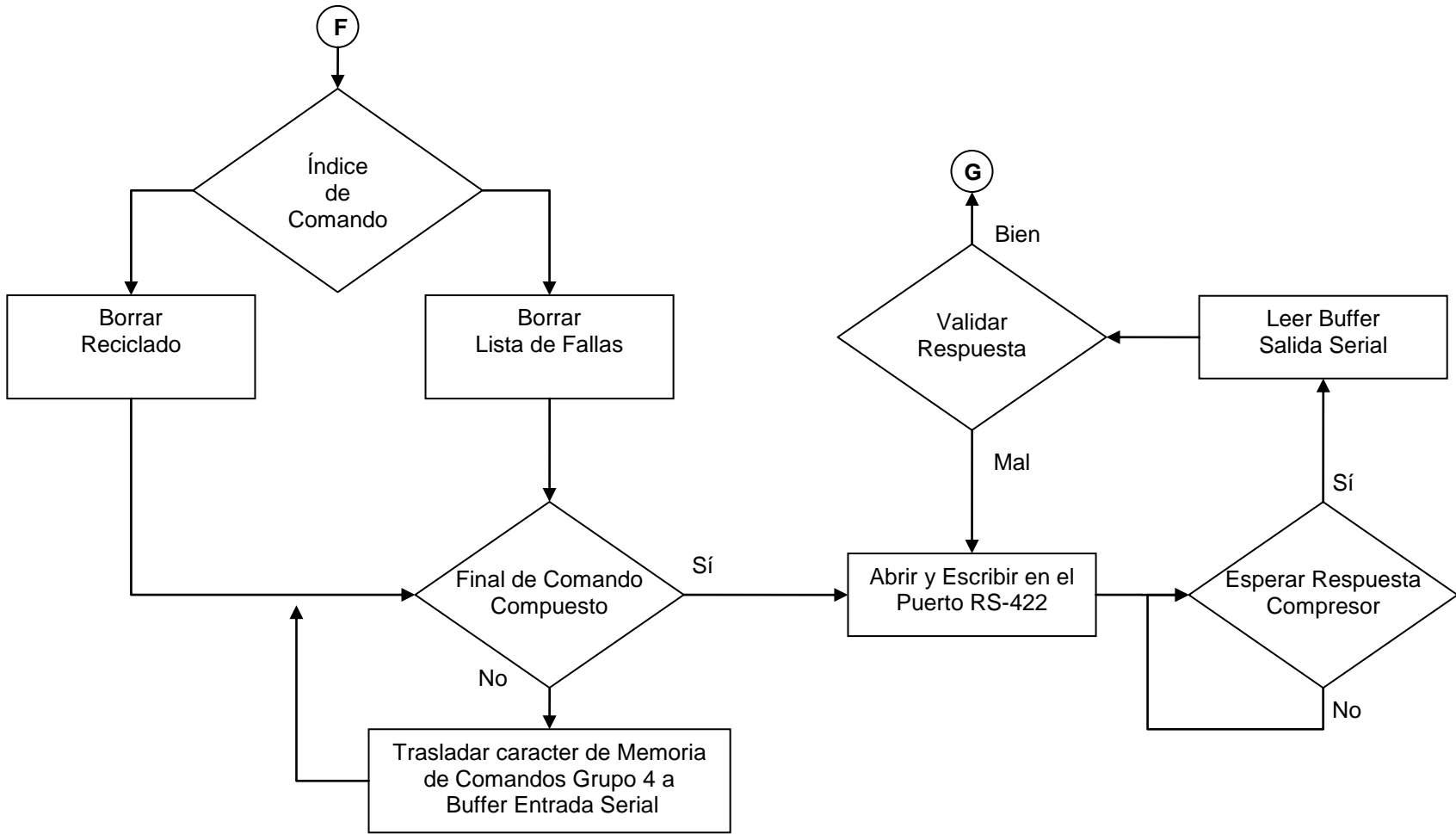


Figura 5.14 Ciclo de borrado.

5.3.3 Indusoft Web Studio

En este proyecto, debido a la gran cantidad de variables que se están monitoreando, la cantidad de etiquetas alcanza las cien. Existen cerca de setenta etiquetas de datos, las demás son necesarias para control de ejecución, scripts y atender eventos propios de la aplicación.

Se han creado etiquetas en arreglo, esto aprovechando que la mayoría de las variables que se reciben son comunes a las estaciones de los compresores, de modo que con sólo cambiar el índice de la etiqueta se accede a los valores correspondientes de otra unidad. Además se han utilizado algunas etiquetas del sistema: hora, fecha y funciones específicas para manipulación de cadenas y números, en varios scripts.

Se ha utilizado un script para acomodar los datos entrantes de las estaciones periféricas en el sistema SCADA en las etiquetas pertinentes. Este script toma el string Buffer_Entrada_Ethernet y lo recorre ubicando los delimitadores de valor insertados en el mensaje, toma cada valor y lo asigna a la etiqueta pertinente directamente o escala los valores cuando se requiere (los que incluyen posiciones decimales).

El Buffer_Salida_Ethernet, se forma similarmente con un script, este se activa cuando se presiona uno de los botones de “Ajustar” en la interfaz, según la ubicación del botón que se presione, variarán en el mensaje los campos de identificador de unidad y grupo. El script incluye los separadores entre los datos y el delimitador de fin.

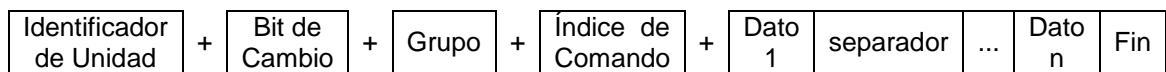


Figura 5.15 Estructura del mensaje del string Buffer_Salida_Ethernet

Para que los datos recolectados estén disponibles para posterior análisis o tratamiento estadístico, se elige realizar estos cálculos con el programa Excel de Microsoft, para aprovechar las herramientas de manipulación de datos. Se debe por lo tanto trasladar los datos, en el mismo instante en que se generan, hacia un archivo .xls, desde la base de datos de etiquetas. El script se ubica en el IWS en la sección de los scripts que siempre se ejecutan, mientras la aplicación se halle operando. El script para este caso debe inicialmente crear una aplicación .xls y luego comenzar a llenar el archivo conforme los datos van siendo recabados. Se escribe un código que logre posicionarse en una celda de una hoja de Excel e inserte un valor desde una etiqueta; para que continúe llenando el archivo continuamente, cada minuto, una bandera programada en el planificador de eventos habilita el script y un contador posiciona en la siguiente fila los datos que se incluirán.

5.3.3.1 Configuración de tareas en la Estación de vigilancia

En un ambiente industrial, en donde el control de los procesos es vital, es importante dar aviso cuando alguna alarma se ha activado o normalizado, se utilizan en la aplicación dos herramientas para estos casos: la primera es una pantalla donde se agrupan las alertas activas, la segunda es el envío de mensajes por correo electrónico.

Las alarmas se con Figuran 5.16 como una tarea, en una hoja de trabajo (Worksheet) que se ejecuta constantemente, se asocian a una etiqueta existente y es posible definir cuatro niveles de alerta: HiHi, Hi, Lo, LoLo, es decir, cuando el valor de la etiqueta alcanza cuatro niveles distintos, dos de baja prioridad y dos de alta prioridad. Se definen varias hojas de trabajo para cada compresor, según se hayan

agrupado la naturaleza de los datos en la aplicación: Estado General Compresor, Ajustes Avanzados y Puntos de Control.

Tag Name	Type	Limit	Message	Priority	Selection
*	HIHI				
*	HIHI				
*	HIHI				
*	HIHI				
*	HIHI				

Alarm Worksheet

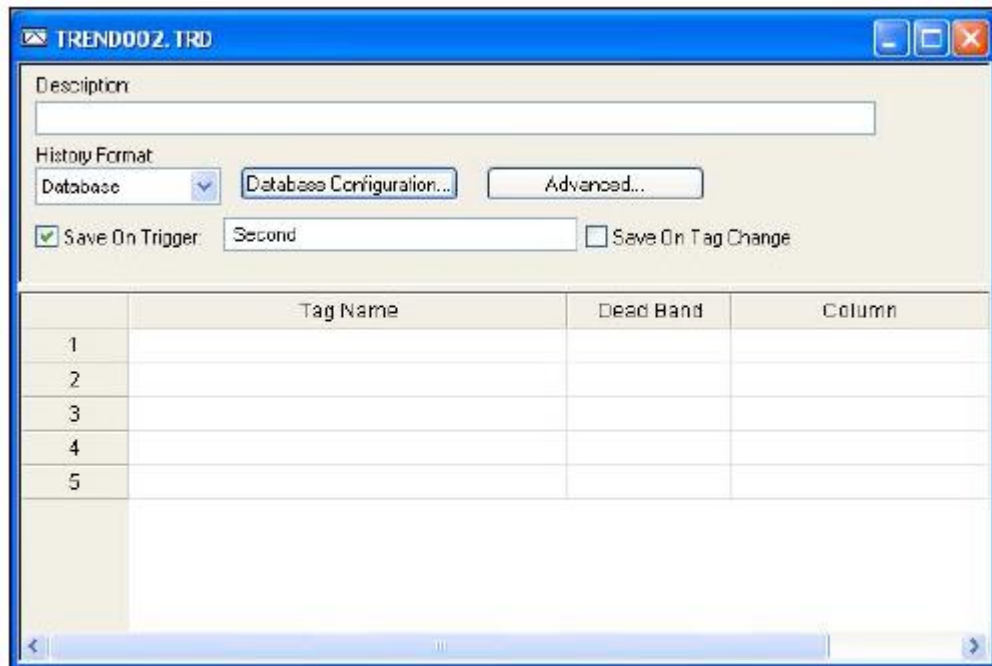
Figura 5.16 Hoja de trabajo de alarmas

Para lograr enviar mensajes a un determinado correo, es necesario realizar una serie de configuraciones antes de enviar el mensaje. Estas incluyen características de destinatario, periodo, formato del mensaje, estado de las alertas entre otras. Sin embargo hay otras más importantes y son las que se relacionan con el proceso en sí de gestión del mensaje. Los correos se envían usando el protocolo SMTP (Simple Message Transfer Protocol), por lo que inicialmente se requiere una cuenta de correo válida con acceso a los servidores SMTP y POP3 de mensajería saliente y entrante.

Estos parámetros de configuración se deben establecer cada vez que la aplicación inicia y antes de que algún mensaje sea enviado. Mediante un script de

configuración de correo se ingresan los siguientes valores: Dirección IP o nombre del servidor SMTP, dirección de remitente, nombre de servidor POP3, cuenta del remitente para el servidor POP3, contraseña de cuenta del remitente para el servidor POP3.

De algunas variables, como temperaturas y presiones, es importante conocer la tendencia y el comportamiento que presenta en diferentes horas del día y a lo largo de la semana, para así llevar un control del desempeño del sistema de refrigeración. Para lograr esto se configura la tarea de tendencias en el ambiente IWS.



Trend Worksheet

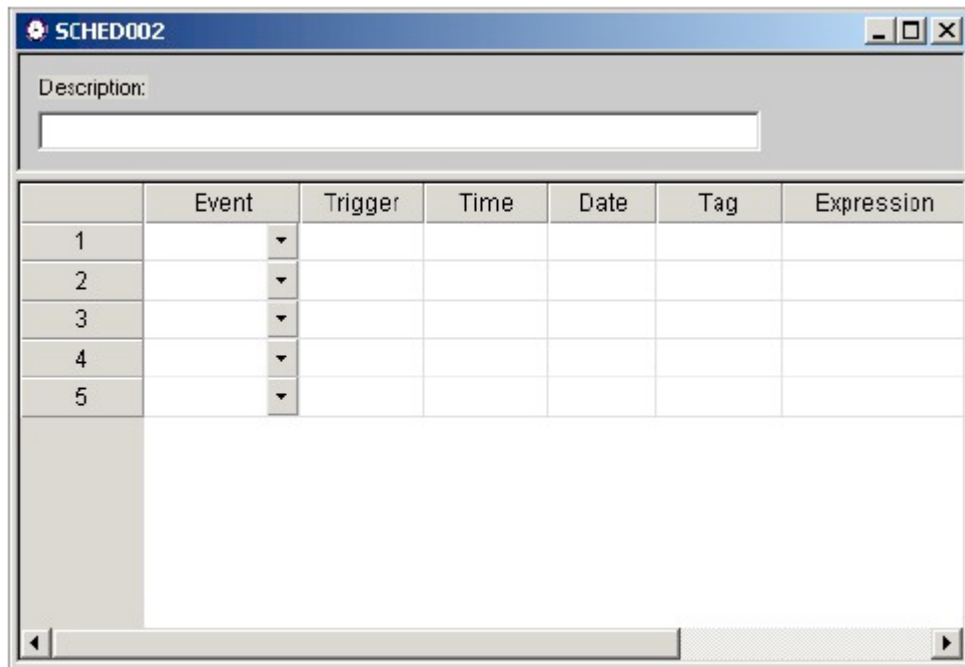
Figura 5.17 Hoja de trabajo de tendencias

En cada hoja de trabajo se ingresan las etiquetas de las variables que para un determinado gráfico es necesario obtener la tendencia. Los datos se van almacenando en un formato propio .hst, del ambiente IWS. Para los datos de temperaturas de las cámaras se escoge guardar los datos cada hora, para los datos

de los compresores cada minuto. Esto se elige considerando que las temperaturas corresponden a un sistema más lento en cambiar comparado con los compresores, un sistema dinámico de más importancia en el proceso de refrigeración.

El IWS tiene disponible una hoja de tareas para planificar eventos, en esta hoja es posible configurar eventos a partir de la base de tiempo del sistema o a partir de cambios que ocurran en las etiquetas seleccionadas. Se ha utilizado esta hoja para crear una base de tiempo para que cada minuto se active el script encargado de guardar datos en archivo .xls.

En la casilla de evento es necesario configurar que se utilizará la base de tiempo, en tiempo el periodo entre eventos, en tag la etiqueta que será afectada por el evento, mientras en expression, los valores que tomará la etiqueta con el suceso de cada evento.



Scheduler Worksheet

Figura 5.18 Hoja de trabajo de planificador de eventos

5.3.3.2 Configuración de controladores en la Estación de vigilancia

Una vez que se tiene configurado el ambiente, se continúa con la configuración de los controladores para la comunicación. IWS posee una amplia cantidad de controladores según los diferentes fabricantes de equipo industrial. Para comunicarse con el PLC, se utiliza el protocolo MODBUS TCP con el controlador motcp.dll, para comunicarse con las estaciones de los compresores, se utiliza el protocolo TCP/IP y el controlador txrx.dll. La configuración necesaria en ambos controladores es distinta y requiere considerar aspectos propios de cada protocolo para la adecuada operación.

Para configurar el driver modbus, es requerida una etiqueta donde se almacenará el valor leído del PLC o donde desde la interfaz se escriba para modificar valores en los registros del PLC. Es indispensable establecer para cada etiqueta, la dirección IP del dispositivo que se accede, especificando el puerto, que para el caso del protocolo Modbus es el 502 y por último el número de identificador de PLC, 1. En la casilla de acción se establece si la variable va a ser leída/escrita o ambas. Además se establece el tipo de escaneo que se hará, el cual se establece en continuo.

La dirección que se configura para en esta hoja es muy importante y representa la dirección de memoria en el dispositivo, PLC, que se lee/escrbe. Se especifica con uno de los tipos de registros existentes que presenta el protocolo Modbus. En el proyecto se acceden solamente los registros 4x, de mantenimiento de valores. Estos registros contienen valores enteros de 8 bits.

MOTCP - MAIN DRIVER SHEET

Description:
 MAIN DRIVER SHEET

Disable:

Read Completed: _____ Read Status: _____
 Write Completed: _____ Write Status: _____

Min: _____
 Max: _____

	Tag Name	Station	I/O Address	Action	Scan	Div	Add
1	Valor_Temperaturas[0]	172.19.0.151:502:1	4X:251	Read	Always	10.000000	
2	Valor_Temperaturas[1]	172.19.0.151:502:1	4X:252	Read	Always	10.000000	
3	Valor_Temperaturas[2]	172.19.0.151:502:1	4X:253	Read	Always	10.000000	
4	Valor_Temperaturas[3]	172.19.0.151:502:1	4X:254	Read	Always	10.000000	
5	Valor_Temperaturas[4]	172.19.0.151:502:1	4X:255	Read	Always	10.000000	
6	Valor_Temperaturas[5]	172.19.0.151:502:1	4X:256	Read	Always	10.000000	
7	Valor_Temperaturas[6]	172.19.0.151:502:1	4X:257	Read	Always	10.000000	
8	Valor_Temperaturas[7]	172.19.0.151:502:1	4X:258	Read	Always	10.000000	
9	Valor_Temperaturas[8]	172.19.0.151:502:1	4X:261	Read	Always	10.000000	
10	Valor_Temperaturas[9]	172.19.0.151:502:1	4X:262	Read	Always	10.000000	
11	Valor_Temperaturas[10]	172.19.0.151:502:1	4X:263	Read	Always	10.000000	
12	Valor_Temperaturas[11]	172.19.0.151:502:1	4X:264	Read	Always	10.000000	
13	Valor_Temperaturas[12]	172.19.0.151:502:1	4X:265	Read	Always	10.000000	
14	Valor_Temperaturas[13]	172.19.0.151:502:1	4X:266	Read	Always	10.000000	
15	Valor_Temperaturas[14]	172.19.0.151:502:1	4X:267	Read	Always	10.000000	
16	Valor_Temperaturas[15]	172.19.0.151:502:1	4X:268	Read	Always	10.000000	

Figura 5.19 configuración del controlador MODBUS TCP

La comunicación con los compresores se logra utilizando el protocolo TCP/IP. En la aplicación IWS se deben definir caracteres de fin de mensaje, las direcciones y puertos donde se establecerá comunicación. También se debe especificar la etiqueta, tipo string, donde se guardarán los valores durante la transmisión/recepción de datos. Existe un campo de dirección en el que se coloca la longitud del buffer donde se colocarán los datos entrantes o salientes. En los campos de encabezado se ubica un carácter delimitador de mensaje tanto para mensajes entrantes como salientes, sirve como indicador de finalización de transmisión.

Como este protocolo se está utilizando tanto para recibir como para enviar datos y la Estación de Vigilancia es accesada por varias estaciones periféricas se configuran varias hojas de trabajo, se incluyen tipo servidor y tipo cliente.

Las hoja de trabajo tipo servidor son accedidas desde el compresor correspondiente utilizando el puerto definido para cada uno 400X, el valor enviado se almacena el Buffer_Entrada_Ethernet respectivo a cada dispositivo. Las hojas tipo cliente especifican una dirección Isabel Pereira para cada servidor (dispositivo NE-4110A-P), aunque se utilice el mismo puerto de salida. En la Figura 5.20 se muestra la configuración ejecutada.

Description:
 Recibir Mensaje de Cliente Increase priority

Read Trigger: Enable Read when Idle: 1 Read Completed: Read Status:

Write Trigger: Enable Write on Tag Change: 1 Write Completed: Write Status:

Station: 172.19.0.155:4001 Header: TX Min:
 Max:

	Tag Name	Address	Div	Add
1	Buffer_Entrada	L:250		
*				
*				
*				
*				
*				

Figura 5.20 Configuración del controlador TCP/IP

Description:
 Increase priority

Read Trigger: Enable Read when Idle: Read Completed: Read Status:

Write Trigger: Enable Write on Tag Change: Write Completed: Write Status:

Station: Header: Min:
 Max:

	Tag Name	Address	Div	Add
1	Buffer_Salida	L:30		
*				
*				
*				
*				
*				

Figura 5.21 Configuración del controlador TCP/IP

Capítulo 6: Análisis de resultados

A continuación se realiza un análisis de los resultados arrojados por el sistema durante las fases de prueba, puesta en marcha y en operación normal.

*“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.”
Albert Einstein*

Inicialmente se deben realizar las conexiones físicas entre las estaciones periféricas y la estación de vigilancia. Estas se realizan de acuerdo con lo establecido por la norma EAI/TIA 568 con respecto a cableado estructurado. En la figura 6.1 Se resaltan con las flechas algunas de las instalaciones añadidas.

La instalación de la red de datos, que incluía la instalación del cableado estructurado se realizó de manera exitosa; los materiales seleccionados, la adecuada ubicación e instalación de los conductos, así como el cuidado con los conductores han permitido que el medio de comunicación no sea un obstáculo para el funcionamiento de las próximas etapas del proyecto.



Figura 6.1 Cableado Estructurado

Como se ha mencionado, en cada estación periférica se agregó un módulo para comunicar los equipos con la estación central, las tarjetas NE-4110A-P se instalaron de modo seguro y ordenado, siguiendo las normas recomendadas por los fabricantes en cuanto a calibre de los cables y utilización de conectores adecuados. Se tomaron las precauciones necesarias para que los dispositivos agregados al sistema no representen un riesgo a la integridad de los equipos existentes, que aparte de ser muy importantes dentro del sistema de refrigeración, tienen un alto coste. En las fotos de la Figura 6.2 y en la Figura 6.3, se muestra el montaje de los módulos NE-4110A-P dentro de los gabinetes, junto a los paneles de control de cada unidad.

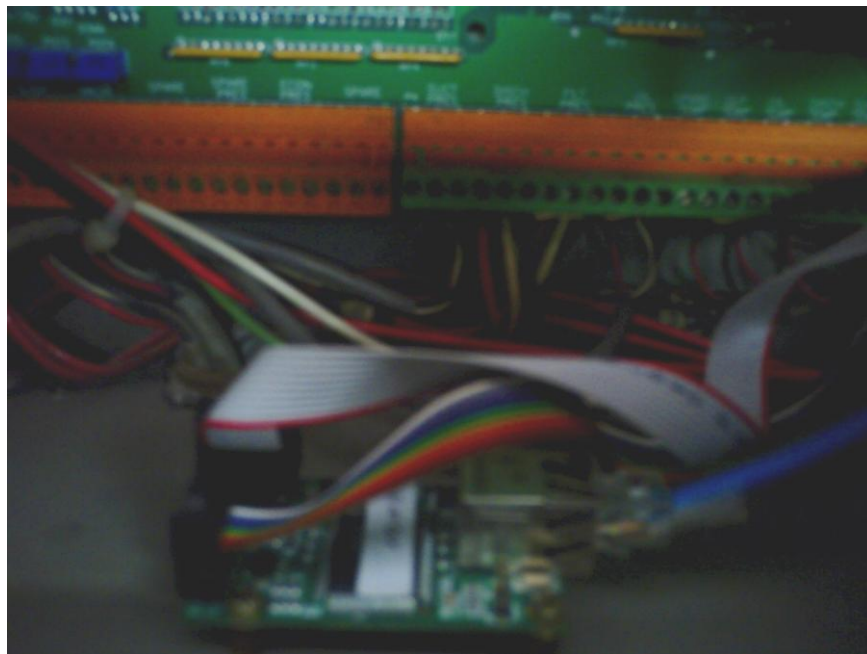


Figura 6.2 Instalación del módulo NE-4110A-P en Compresores 1 y 2

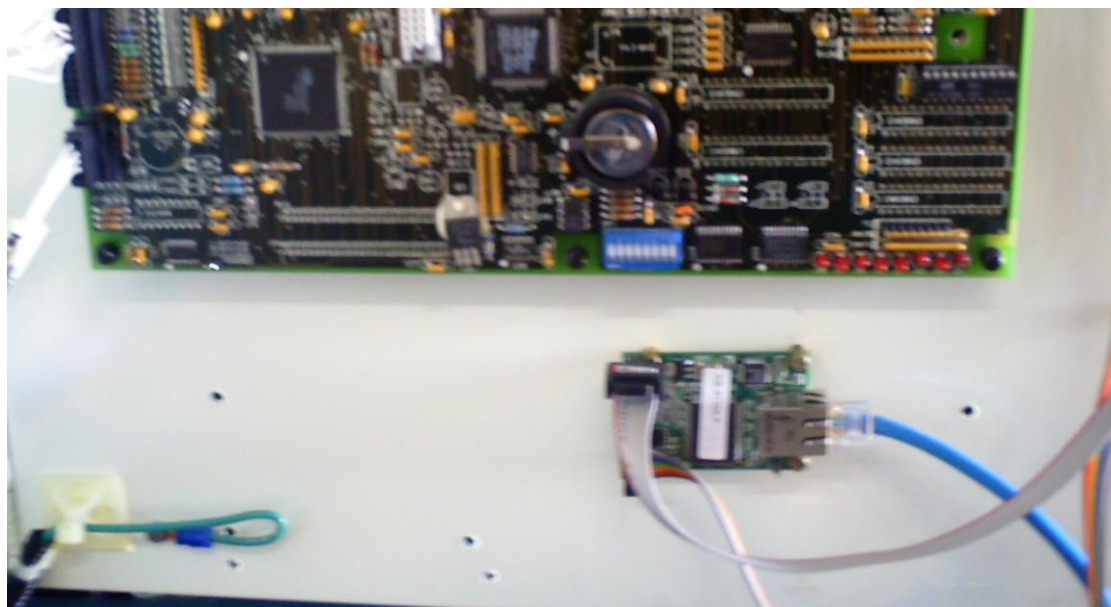


Figura 6.3 Instalación del módulo NE-4110A-P en el Compresor 3 y Booster 1.
Antes de realizar el montaje del controlador programable y derivar las señales de los sensores PTC hacia el PLC, hubo que rehacer el cableado existente entre los

sensores y los visores de temperatura porque las instalaciones eran deficientes. Al finalizar esta actividad se mejoró en lo siguiente:

- Se separaron las señales de control de las de alimentación de los visores.
- Se instaló cable adecuado para cada caso (alimentación y señales).
- Se colocaron identificadores en las terminales para facilitar revisiones futuras.

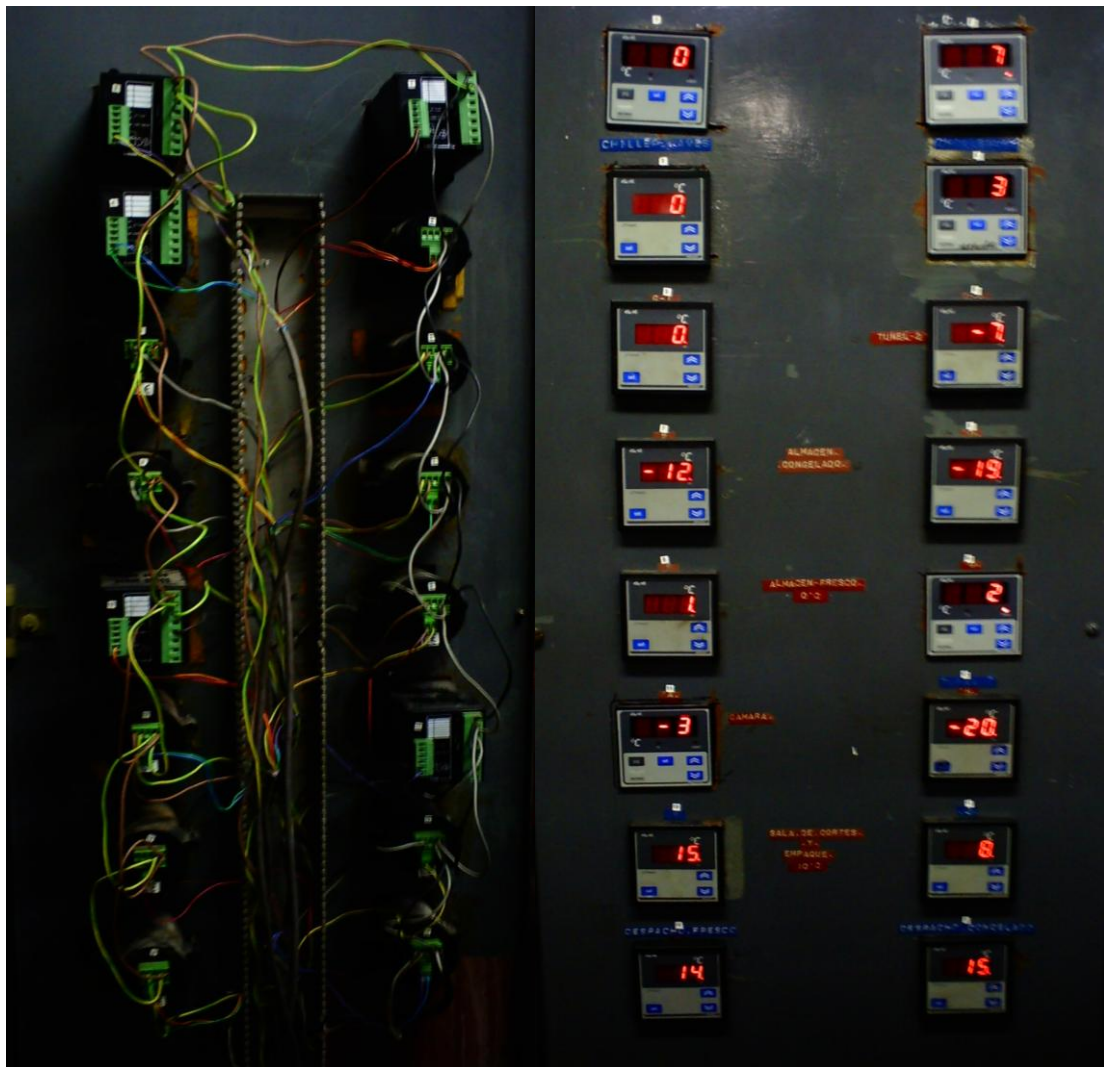


Figura 6.4 Instalación del módulo de temperaturas

Este proceso de reacondo ayuda a minimizar errores en las etapas posteriores de la implementación y asegurarse de que las terminales conectadas al PLC tienen una calidad adecuada y van a operar certeramente.

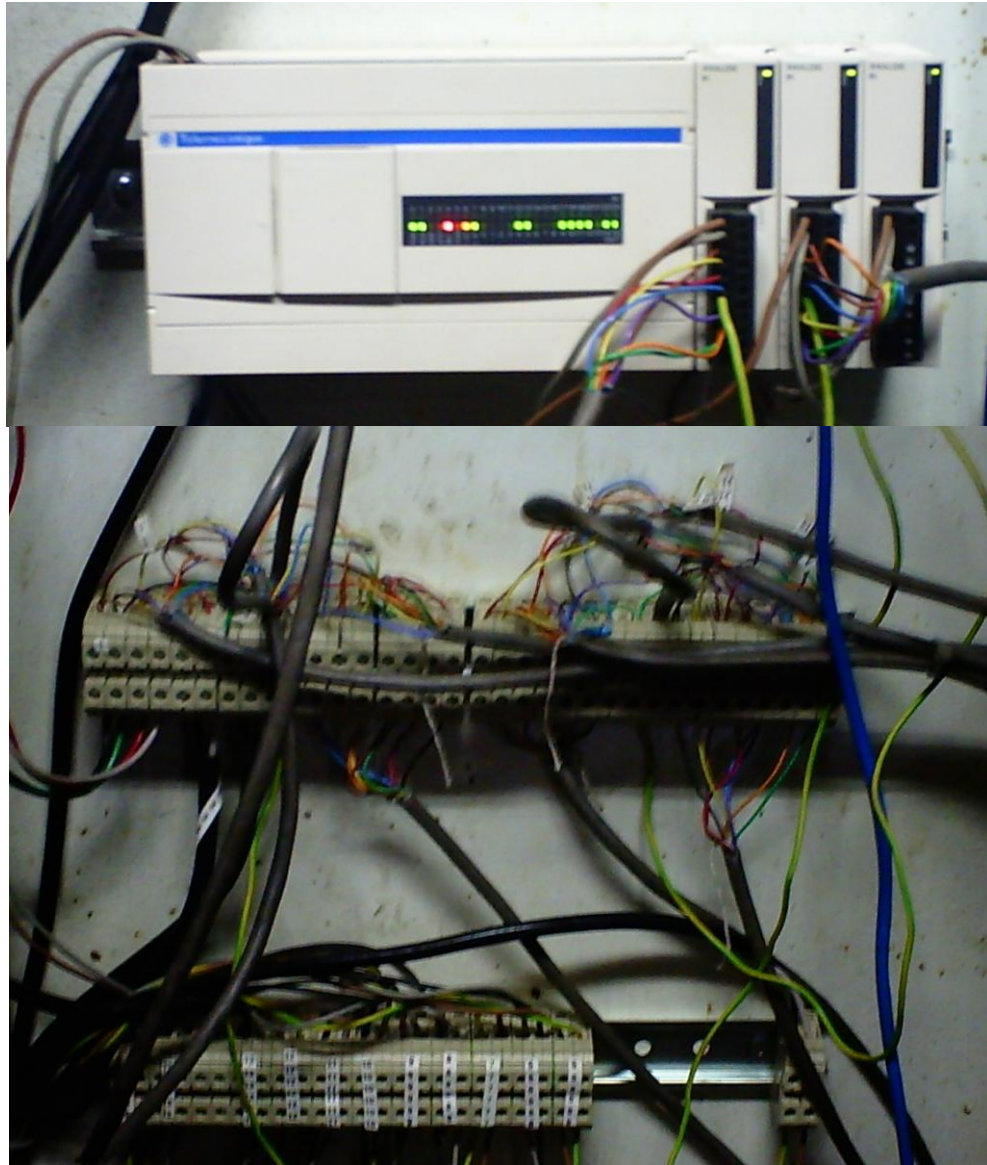


Figura 6.5 Instalación del controlador programable

Se muestran a continuación varias pantallas de la interfaz desarrollada, la de la Figura 6.6 corresponde a una pantalla de ajustes, presente en los compresores, se pueden apreciar valores actuales, valores de corte y valores de alarma.



Figura 6.6 Pantalla de Ajustes Avanzados.

La siguiente, Figura 6.7, corresponde al visor de temperaturas de las cámaras, se delimitan las tres zonas, para visualmente conocer el proceso que se está efectuando. El rojo indica que el actual está sobre el valor máximo permitido, el azul que se está en proceso de enfriamiento (señales activas hacia las electroválvulas), mientras el verde muestra que la temperatura está por debajo de la mínima requerida, en este caso las electroválvulas se apagan.

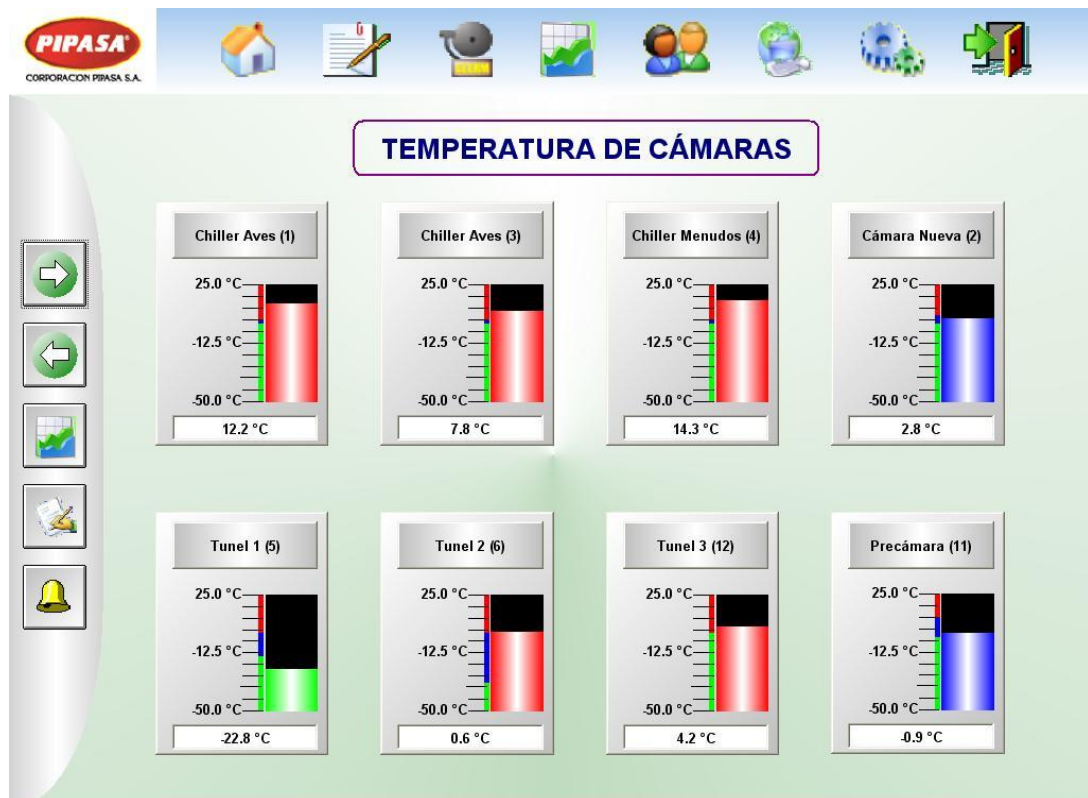


Figura 6.7 Pantalla de temperaturas de cámaras.

Para ser notificado de que algún evento ocurrió (alarma activa o normalizada), en la interfaz existe un visor de eventos de este tipo. Además, un mensaje de correo electrónico es generado y enviado al destinatario, en este caso el jefe del departamento de refrigeración. En la Figura 6.8 se muestra el visor dentro de la aplicación y en la Figura 6.9 y Figura 10 se muestran los correos recibidos.



Figura 6.8 Visor de eventos en la aplicación desarrollada

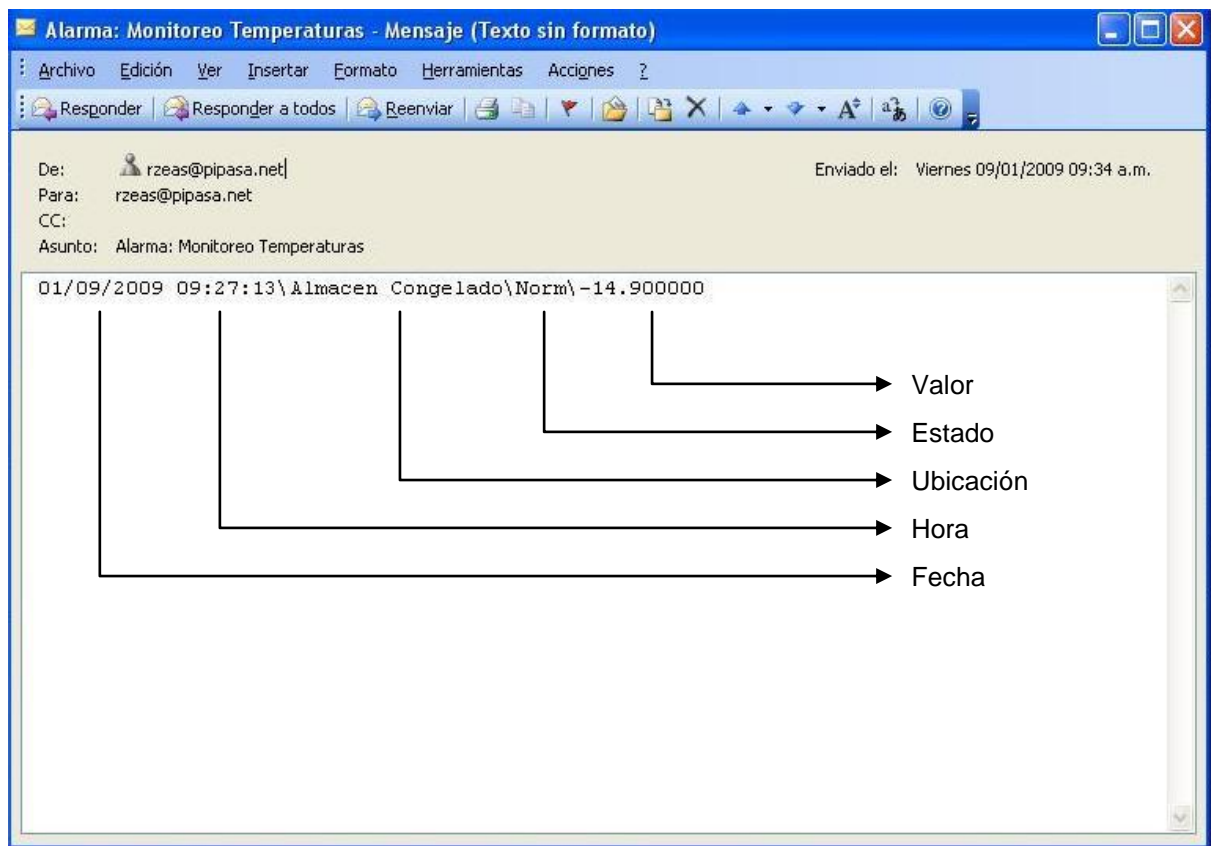


Figura 6.9 Ejemplo del texto del mensaje de alerta normalizada, que se envía vía correo electrónico.

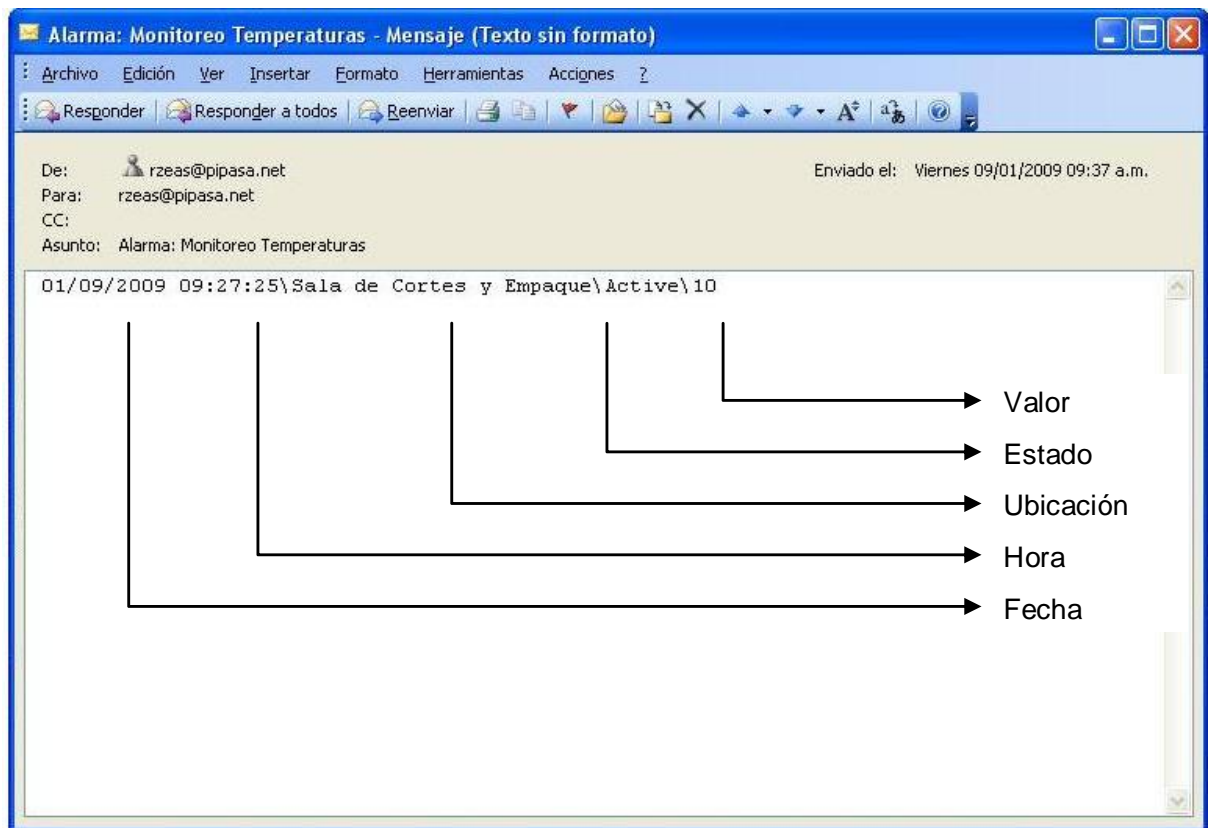


Figura 6.10 Ejemplo del texto del mensaje de alerta activa, que se envía vía correo electrónico.

Los datos recibidos en la Estación de Vigilancia pueden ser visto en forma gráfica con líneas de tendencias. Se muestran variables de operación monitoreadas tanto para compresores como para las temperaturas de las cámaras.

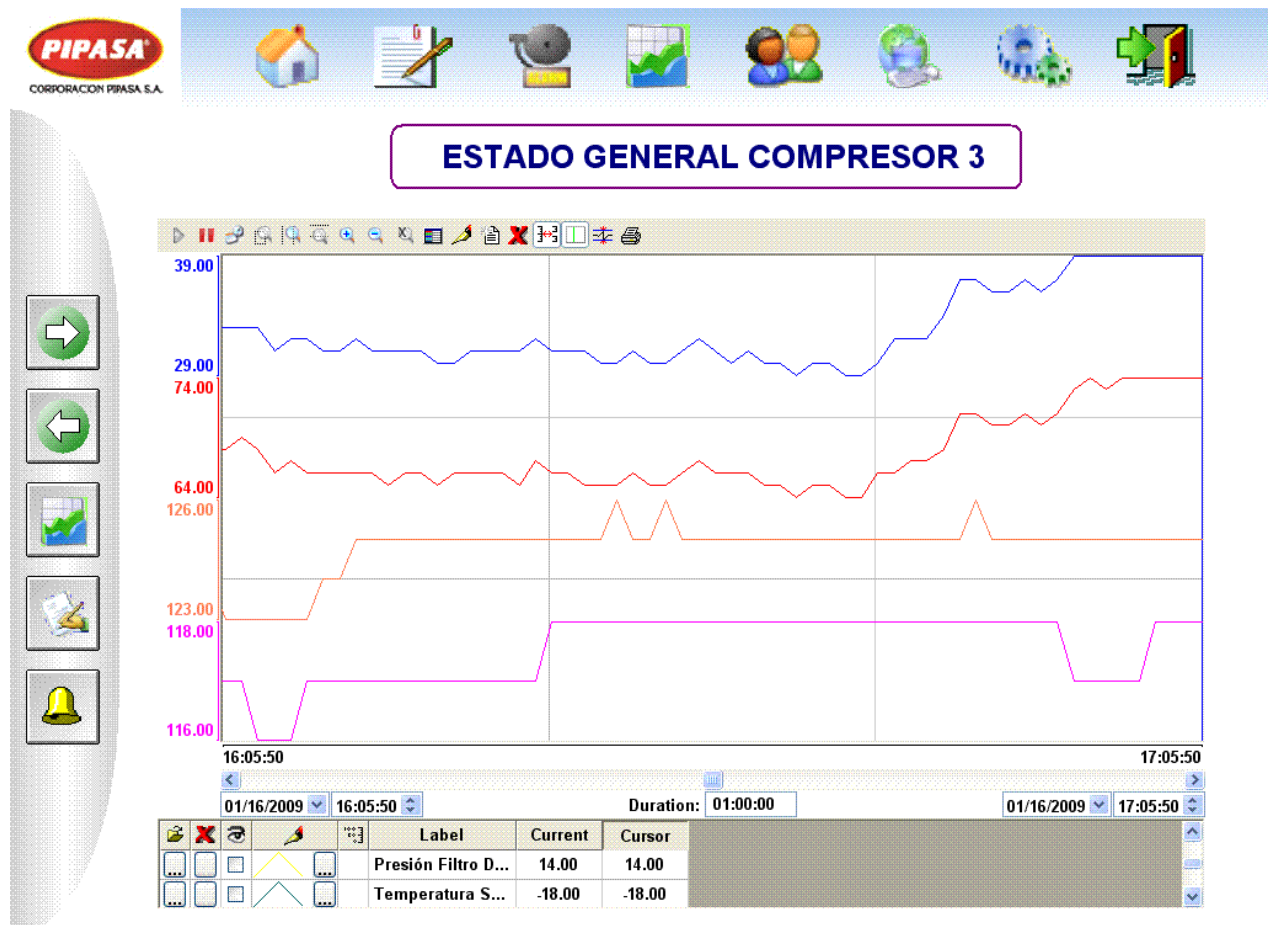


Figura 6.11 Gráfica con intervalo de 1 hora de presiones y temperaturas del compresor

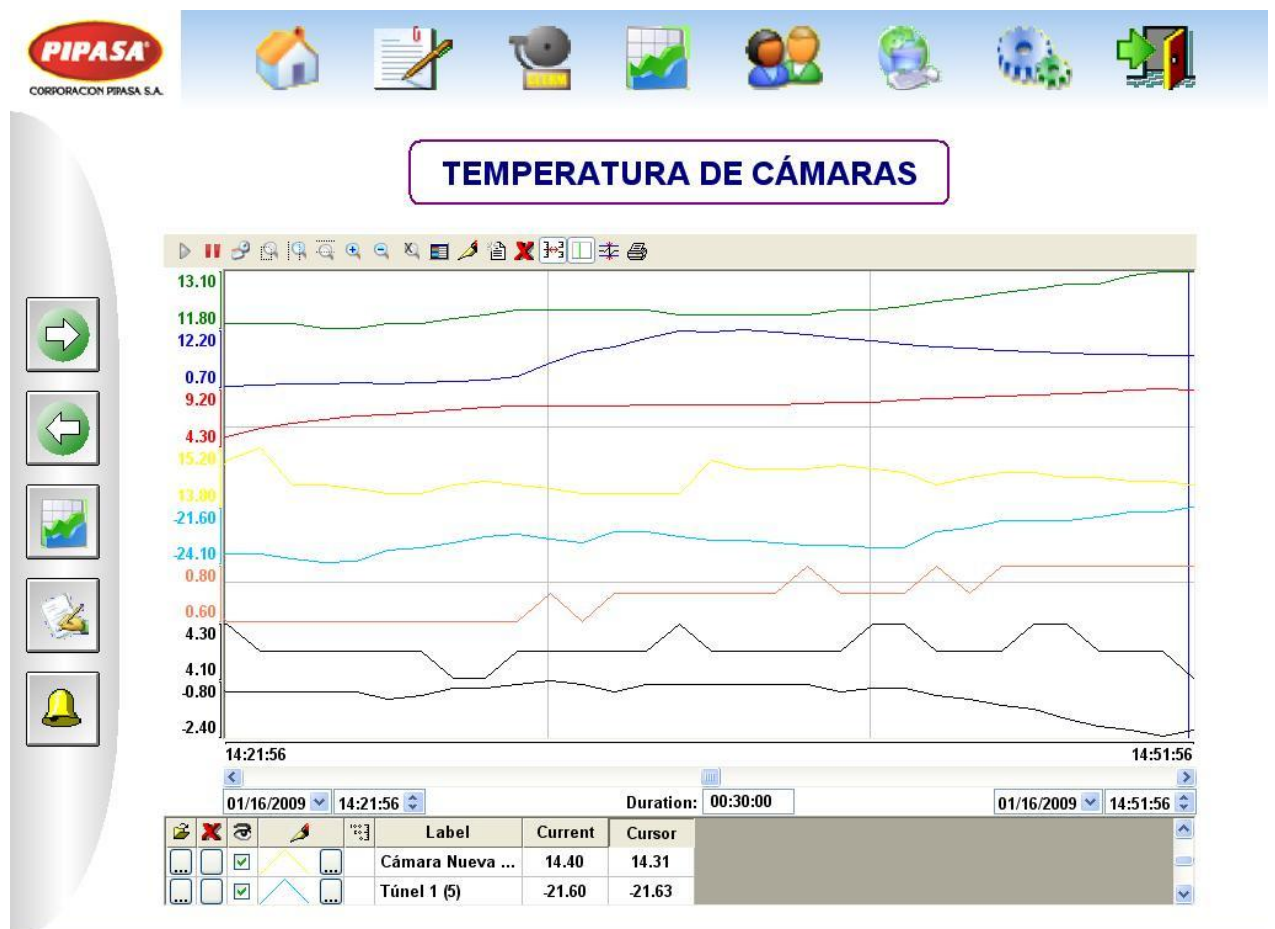


Figura 6.12 Gráfica con intervalo de 30 minutos de temperaturas de cámaras.

En las Figura 6.13 y en la Figura 6.14 se aprecia el trabajo de recopilación de datos trasladados hacia una aplicación más popular, Excel de Microsoft. Los valores actuales se registran de acuerdo al equipo, con la fecha y hora de cuando ocurrieron en un intervalo (1 minuto) predefinido.

A los datos en esta hoja de datos de Excel, es posible aplicarles funciones de análisis de datos o esta información puede ser compartida compatiblemente entre departamentos o usuarios que la requieran este es un programa de uso difundido y disponible en cualquier oficina.

Proyecto de Graduación
Desarrollo de una Estación de Vigilancia para el Sistema de Enfriamiento Planta Proceso, PIPASA

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	Booster 1											
2	Fecha	Hora		Presion	Temperatura	Presion	Temperatura	Presión	Temperatura	Presión Filtro	Temperatura	
3				Succión	Succión	Descarga	Descarga	Aceite	Aceite	Diferencial	Separador	
4	16/01/2009	17:46:08		18,9	-20	35	125	70	126	13	121	
5	16/01/2009	17:47:08		18,5	-20	34	126	69	126	13	120	
6	16/01/2009	17:48:08		18,1	-21	33	127	68	126	13	120	
7	16/01/2009	17:49:08		17,9	-22	33	127	68	126	13	120	
8	16/01/2009	17:50:08		17,8	-22	33	128	68	126	13	120	
9	16/01/2009	17:51:08		17,6	-23	33	128	68	126	13	120	
10	16/01/2009	17:52:08		17,6	-23	32	128	67	126	13	120	
11	16/01/2009	17:53:08		17,6	-23	32	127	67	126	13	120	
12	16/01/2009	17:54:08		17,6	-23	33	127	67	126	13	120	
13	16/01/2009	17:55:08		17,6	-23	32	128	66	126	13	120	
14	16/01/2009	17:56:08		17,4	-23	30	127	65	126	13	120	
15	16/01/2009	17:57:08		17,3	-23	31	127	66	126	13	119	
16	16/01/2009	17:58:08		17,3	-23	31	127	65	125	13	119	
17	16/01/2009	17:59:08		17,1	-24	30	127	65	125	13	119	
18	16/01/2009	18:00:08		17,1	-24	30	127	66	125	13	119	
19	16/01/2009	18:01:08		17	-24	30	127	65	125	13	119	
20	16/01/2009	18:02:08		16,9	-25	29	126	64	125	13	119	
21	16/01/2009	18:03:08		16,8	-25	29	126	65	125	13	119	
22	16/01/2009	18:04:08		16,8	-25	30	127	65	125	13	119	
23	16/01/2009	18:05:08		16,8	-25	30	127	65	125	13	119	
24	16/01/2009	18:06:08		16,7	-25	29	126	64	125	13	119	
25	16/01/2009	18:07:08		17,4	-25	30	126	65	125	13	119	
26	16/01/2009	18:08:08		18,1	-23	31	126	66	125	13	118	
27	16/01/2009	18:09:08		18,4	-23	31	125	66	125	13	118	
28	16/01/2009	18:10:08		18,6	-22	31	123	67	124	13	118	
29	16/01/2009	18:11:08		18,9	-22	31	121	67	124	13	118	
30	16/01/2009	18:12:08		19,1	-21	31	120	67	123	13	118	
31	16/01/2009	18:13:08		19,2	-21	32	120	68	123	13	118	
32	16/01/2009	18:14:08		19	-21	32	121	68	123	13	118	
33	16/01/2009	18:15:08		19	-21	32	121	68	123	14	118	
34	16/01/2009	18:16:08		19,3	-20	32	120	68	122	13	117	
35	16/01/2009	18:17:08		19,6	-20	31	118	67	122	13	117	
36	16/01/2009	18:18:08		19,8	-20	31	117	68	122	13	117	
37	16/01/2009	18:19:08		18,7	-20	32	120	68	122	13	117	
38	16/01/2009	18:20:08		18,2	-21	32	122	68	122	13	117	
39	16/01/2009	18:21:08		17,8	-22	28	123	64	122	13	117	

Figura 6.13 Datos exportados a Excel.

Los datos en Excel pueden ser analizados estadísticamente aplicando varias de las funciones disponibles como se ilustra. Las funciones más importantes en para proceso son máximos, mínimos, moda y desviación estándar.

	Cámara	Chiller	Chiller	Tunel 1	Almacén	Almacén	Precámara	Tunel 3	Sala	Despacho	Despacho
	Nueva	Aves	Menudos		congelado	fresco			Cortes	Fesco	Congelado
Cantidad	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421
Promedio	-0,11472684	0,232304	-1,05487	-17,4589	-18,35130641	2,308551	-2,16983	-24,8663	9,452969	13,02566321	6,512114014
Máximo	8,3	0,4	2,9	-4,9	-9,6	7,6	5	-22,3	13,3	16,4	11,5
Mínimo	-3,2	0,1	-5,6	-27,5	-20,1	0,8	-3,5	-27,2	7,5	8,3	2,9
Moda	-0,4	0,2	-0,7	-26,3	-18,9	1,7	-2,4	-26,4	9	13,6	3,8
Mediana	-0,4	0,2	-0,8	-17,6	-18,9	1,9	-2,4	-24,8	9,3	13,35	6,5
Desviación Estándar	2,00721834	0,063633	1,45872	8,960854	1,751306846	1,16479	1,226209	1,321382	1,200306	1,646571435	2,080309168
Varianza	4,02892546	0,004049	2,127863	80,2969	3,06707567	1,356736	1,503588	1,74605	1,440735	2,711197489	4,327686235

Figura 6.14 Análisis estadístico de temperaturas de cámaras.

Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones

Se anotan varias conclusiones obtenidas a lo largo del desarrollo del proyecto. También se vislumbran mejoras a lo logrado o a otras áreas de procesos.

*“La vida es el arte de sacar conclusiones suficientes
de premisas insuficientes.”
Samuel Butler*

7.1 Conclusiones

1. Las estaciones de compresores, booster y temperaturas, se enlazan con la estación de vigilancia aplicándose las normas EIA/TIA 568 para el cableado estructurado.
2. Cada tarjeta de desarrollo NE-4110A-P se comunica efectivamente con los compresores y obtiene información respecto de temperaturas y presiones de la unidad a través del puerto RS-422.
3. Los protocolos de comunicación Modbus y TCP/IP utilizando Ethernet muestran un buen desempeño para el transporte de datos en ambientes industriales.
4. El programa desarrollado e instalado en el PLC informa de la temperatura actual dentro del rango de tolerancia (± 1 °C), además de activar/desactivar las salidas correspondientes para las electroválvulas.

5. El sistema SCADA muestra su potencial manteniendo información actual o anterior disponible para consulta y valoración mediante gráficas de tendencias; además de mostrar e informar con alertas y correo electrónico respecto de valores inusuales.

6. El usuario final puede observar y manipular la información obtenida del sistema desde la estación de vigilancia de acuerdo a lo estipulado para cada unidad por el fabricante.

7. Los objetivos planteados en el proyecto se logran y la empresa se siente satisfecha con el desempeño alcanzado.

7.2 Recomendaciones

1. Es recomendable continuar con el mejoramiento de la interfaz en la Estación de Vigilancia para lograr que los datos allí recolectados estén disponibles a través del servicio web, para usuarios remotos.
2. Además se debe limitar el acceso a ciertas funciones sensibles de configuración de los equipos o de datos a ciertos grupos, por lo que se recomienda crear varios niveles de usuarios: Administradores, Operarios, Jefes.
3. Es importante mantener la información recabada en varias ubicaciones, con servidores distribuidos, para respaldar los datos y/o mantenerlos por periodos extensos.
4. Es posible, aprovechar la aplicación desarrollada en los compresores, para crear un sistema de control de encendido/apagado de dichos equipos según la demanda de compresión solicitada por proceso productivo.
5. Este proyecto es de final abierto, pues es posible expandirlo a otros procesos productivos de la planta donde se desarrolló: Calderas, Consumo de Aguas, etc.

Bibliografía

Cisco Systems, “Comunicación a través de la red”, capítulo 2. CCNA Fundamentos de Redes, 2007

Cisco Systems, “Ethernet”, capítulo 9. CCNA Fundamentos de Redes, 2007

Frick. RWB II Plus Microprocessor Control. Form S70-200 OM. (Operation – Maintenance). Dec 1999.

Frick. RWB II Rotary Screw Compressor Units. All refrigerants models 60 through 856. Form S70-200 IOM. (Installation – Operation – Maintenance). Mar 1999.

Frick. RWB II Rotary Screw Compressor Units. All refrigerants models RWB II 60 through RWB II 399. Form S70-200 SED.. (Specification – Engineering – Data Dimensions). Nov 1995.

InduSoft, Ltd. InduSoft Web Studio Getting Started Guide. 2007.

InduSoft, Ltd. InduSoft Web Studio Users Guide and Technical Reference Manual for InduSoft Web Studio Version 6.1 SP4. 2007.

InduSoft, Ltd. VBScript Reference Manual for InduSoft Web Studio. 2007.

Rapin, P.J. Instalaciones Frigoríficas México : Alfaomega, 1999

Kernigham Brian W., Ritchie Dennis M. El Lenguaje de Programación C, 2 ed. México. Prentice Hall Interamericana SA, 1991.

M-indya, knowledge on SCADA, <http://www.m-indya.com/scada/>

MOXA Technologies Co, Ltd. Network Enabler SDK 2 API Reference. Sixth Edition. September 2006.

MOXA Technologies Co, Ltd. Network Enabler SDK 2 Programmer's Guide. Fourth Edition. December 2004.

MOXA Technologies Co, Ltd. NE-4100 Series User's Manual. Eighth Edition. August 2007.

Schneider Electric. Controladores programables Twido, Guía de referencia de hardware. TWD USE 10AS spa Versión 3.2.

Schneider Electric. Twido Controladores programables. Guía de referencia rápida.

Schneider Electric. Twido Manual de funcionamiento de TwidoSoft Ayuda en pantalla. spa Versión 3.2.

Schneider Electric. Twido programmable controllers. Software Reference Guide TWD USE 10AE eng Version 3.2.

Apéndices

Apéndice A.1 Guía Rápida de Usuario

A.1.1 Introducción

Este software corresponde a una aplicación de un sistema SCADA, tecnología que está siendo reconocida como una de las más importantes en ambientes industriales para la supervisión y el control de procesos y equipos.

El software una vez instalado en una estación central, está diseñado para recibir y desplegar datos para el usuario final desde varias fuentes distintas utilizando una red de datos. Esto significa que puede mantener información actualizada con respecto a variables de varios equipos remotos dentro de la red en que se encuentre siempre y cuando estos dispositivos ofrezcan datos válidos en alguno de los formatos aceptados y mediante los protocolos de comunicación instalados.

El software que se muestra es flexible, intuitivo, robusto, fiable y claro en la manipulación y presentación de los datos de forma que sea una verdadera herramienta con la cual aportar avances en el proceso en que se desempeña.

A.1.2 La interfaz

La interfaz de usuario posee tres áreas de acción desde donde se controlan los accesos a las diferentes funciones de control. Estas áreas son:

- Barra principal
- Barra secundaria
- Área visual.

A.1.2.1 Barra Principal

La barra principal se ubica en la parte superior de la pantalla y agrupa varios íconos que se accionan al hacer click encima. Respectivamente de izquierda a derecha en la Figura A.1, estos íconos se ejecutan las funciones de:

1. Inicio: Ubica la aplicación en la pantalla de inicio
2. Notificaciones: Despliega información de configuración acerca de los reportes.
3. Alarmas: Despliega información de configuración acerca de las alarmas
4. Gráficos: Despliega información de configuración acerca de los gráficos
5. Usuarios: Establece y modifica grupos de usuarios.
6. Conectividad: Información referente al estado de la comunicación de los equipos remotos con la estación central.
7. Ajustes: Ajustes generales de la aplicación.
8. Salir: Cierra la aplicación.

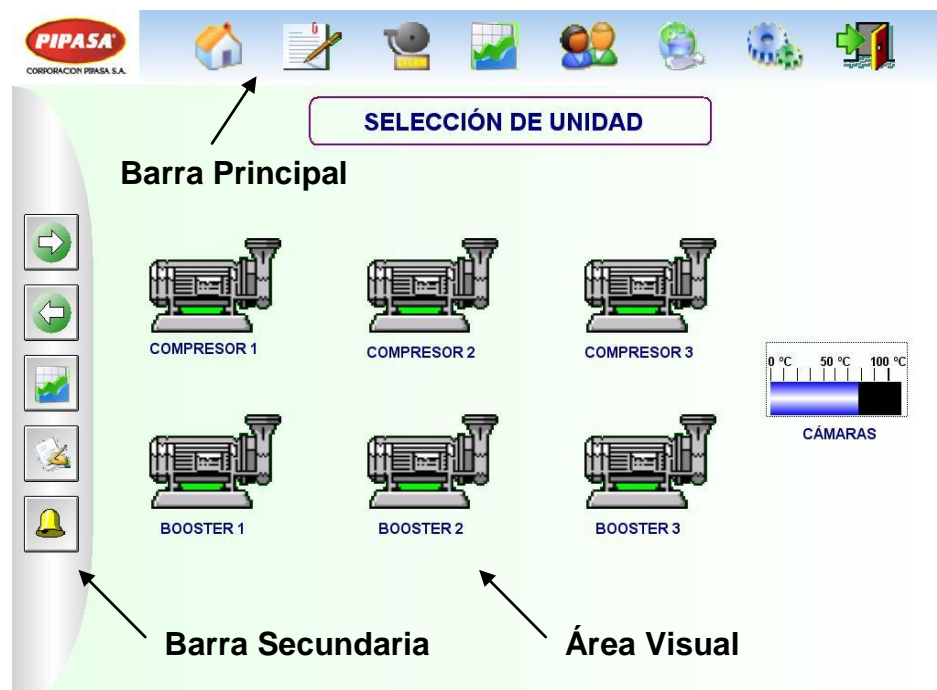


Figura A.1.1 Pantalla de Inicio de la Interfaz

A.1.2.2 Barra Secundaria

La barra secundaria consta de cinco botones que se encuentran presentes en cada pantalla de la aplicación, pero que según la estación que se esté revisando y la pantalla en que se encuentre, ubicará al usuario con los eventos relacionados, de arriba hacia abajo las funciones son:

1. Botón de Avance: Avanza hacia adelante.
2. Botón de Retroceso: Avanza hacia atrás.
3. Botón Gráfico: Ubica los datos mostrados en modo gráfico.
4. Botón Actual: Ubica los datos mostrados en modo actual.
5. Botón Alertas: Ubica las alertas generadas de los parámetros actuales.

A.1.2.3 Área Visual

En el área visual se distinguen tres tipos de pantallas que presentan los datos actuales. Los datos actuales corresponden al grupo de datos que aparecen en la pantalla actual, pero mostrados gráficamente o con eventos (alarmas). Los tipos de pantalla muestran lo siguiente:

1. La Pantalla Actual muestra los datos actuales encasillados dentro de una categoría en la que se muestra el nombre del parámetro y su valor más actual.
2. La Pantalla Alertas muestra las alertas activas o normalizadas que han ocurrido en el grupo de datos actual que se analiza.
3. La Pantalla Gráficos muestra gráficamente en forma de tendencia, los valores obtenidos del grupo actual de datos en un periodo.

Ejemplo

Si nos encontramos en alguna pantalla de Puntos Operativos de Control y presionamos el Botón Gráfico de la Barra Secundaria nos ubicaremos en la pantalla Gráfica Puntos Operativos de Control, si presionamos el Botón Alertas nos ubicaremos en la pantalla de Alerta Puntos Operativos de Control. Si se quiere cambiar de modo se presiona el botón correspondiente. De este modo cambiamos entre las Pantalla Actual, Pantalla Gráficos y Pantalla Alertas.



Figura A.1.2 Intercambio entre modos de pantalla

En la tabla siguiente servirá de guía para desplazarse por las pantallas de cada compresor. Las flechas (↔) indican desplazamiento con los botones de avanzar y retroceder; las flechas (↕) indican desplazamiento con los botones Botón Actual, y Botón Gráfico, Botón Alertas.

Tabla A.1 Esquema de desplazamientos

Pantalla	1	2	3	4	5	6
Pantalla Actual	Estado General 1 (↕,↔)	Estado General 2 (↕,↔)	Ajustes Avanzados 1 (↕,↔)	Ajustes Avanzados 2 (↕,↔)	Puntos de Control 1 (↕,↔)	Puntos de Control 2 (↕,↔)
Pantalla Gráficos	Gráficos Generales (↕,↔)		Gráficos Ajustes Avanzados (↕,↔)		Gráficos Puntos de Control (↕,↔)	
Pantalla Alertas	Alarmas Generales (↕,↔)		Alarmas Ajustes Avanzados (↕,↔)		Alarmas Puntos de Control (↕,↔)	

A.1.3 Consideraciones

- Desde el menú de inicio es posible desplazarse a cualquiera de los equipos dispuestos, basta con presionar sobre el ícono y se tiene acceso a las pantallas descritas con anterioridad.
- Cuando se desea modifica un valor, en los parámetros que lo permiten, primero se debe escribir en la casilla que se desea modificar el nuevo valor y luego presionar el botón de Ajustar. Si no se presiona el botón el cambio no se efectúa.
- Las pantallas gráficos poseen un menú desde el que se pueden seleccionar las variables que se desean visualizar. El intervalo de tiempo que se visualiza es ajustable, desde el valor de la fecha inicial al lado izquierdo, durante el intervalo de tiempo que se digite en la casilla central y hasta el valor final que se escoja en la casilla de la derecha.
- La pantalla de alertas muestra las alertas que se van generando en color rojo, conforme estas se van normalizando se muestran en color verde. Esta pantalla es sólo visual no hay ningún elemento de interacción.
- Los contenidos de cada pantalla son explícitos en su significado, cada parámetro describe los mismos nombres que el fabricante utiliza en los manuales de los equipos, por lo que cualquier consulta respecto a valores de ajuste o de alarmas, así como de consecuencias operativas de efectuar un determinado ajuste, es preferible remitirse al manual de los equipos.

Apéndice A.2 Información sobre la Empresa

A.2.1 Descripción de la empresa

La Planta Industrial Procesadora de Aves S. A., (PIPASA), fue fundada en el año 1969, comenzó como una granja familiar hoy es una empresa que integra de manera vertical todos los procesos productivos y de comercialización dentro y fuera del país.

Corporación PIPASA es una empresa líder en la producción y comercialización de alimentos avícolas, exportando a Centroamérica y el Caribe. Esta compañía constituye un consolidado grupo empresarial con una amplia y reconocida trayectoria que se expande internacionalmente tanto por sus altos estándares de calidad y como por el compromiso con el desarrollo y bienestar de los consumidores.

Las actividades principales de Corporación PIPASA se relacionan con la producción industrial avícola así como con operaciones agropecuarias y comerciales. Sus productos principales incluyen la carne de pollo, de res, de pavo, de cerdo y derivados, además de huevo comercial e industrial. Se encarga del proceso todo el comenzando con la crianza de las reproductoras, con la supervisión de crecimiento del pollo de engorde y posteriormente los procesos respectivos en las plantas procesadoras y de derivados. También cuenta con plantas dedicadas exclusivamente a la fabricación de alimento para la nutrición animal, extrusados para mascotas y para especies avícolas.

La Planta Proceso donde se desarrolló el proyecto se ubica 150m oeste y 100 m sur de la Iglesia Católica de San Rafael de Alajuela, se caracteriza por ser la planta de la corporación que procesa la mayor cantidad de aves diariamente, debido a su gran tamaño y al nivel de automatización.

La estructura administrativa y por tanto los diferentes niveles de mando, así como las áreas de coordinación existentes se muestran en la Figura A.2.1

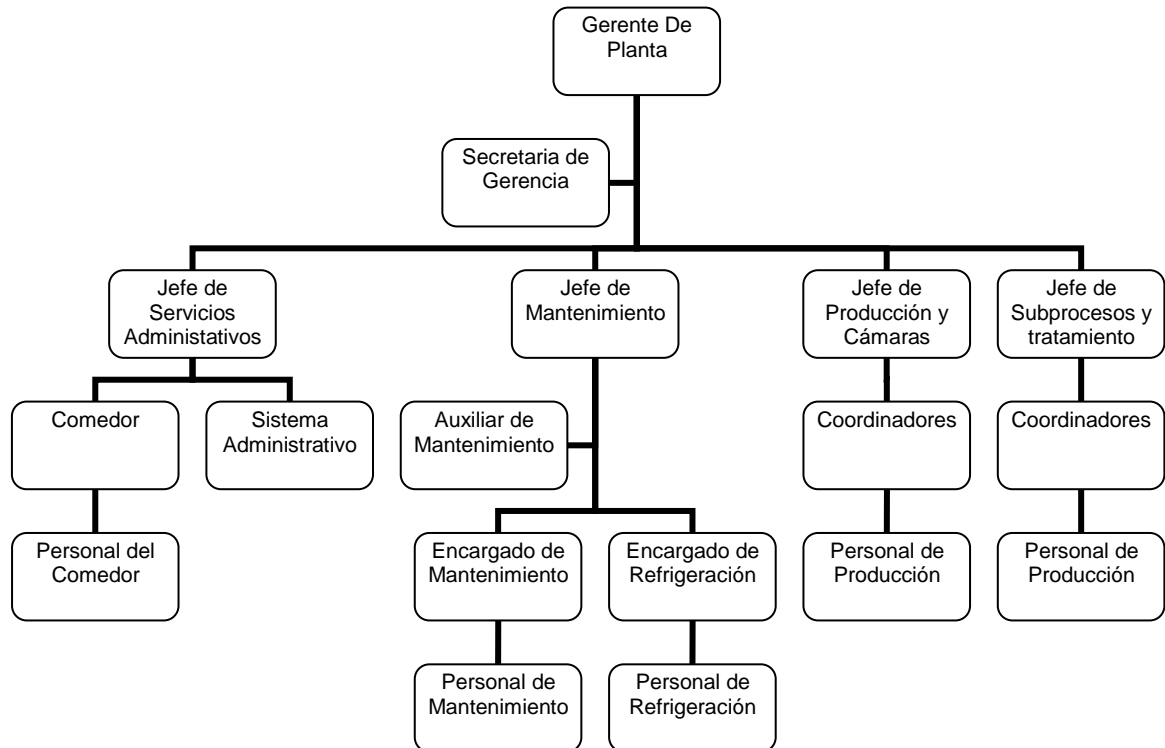


Figura A.2.1 Organigrama Planta Proceso

A.2.2 Descripción del departamento

El departamento de mantenimiento es el encargado de lograr la máxima eficiencia posible de los activos, tomando como referencia los más altos índices de calidad y funcionamiento de producción, en compromiso con el medio ambiente, el uso racional de la energía y la seguridad ocupacional.

Este departamento tiene como objetivos primordiales

- Velar por la máxima disponibilidad y rendimiento de las máquinas y equipos utilizados en el procesamiento.

- Prolongar la vida útil de la maquinaria y equipos
- Garantizar la ejecución de las actividades de la planta con la máxima seguridad posible para el personal y los visitantes

El proyecto se ubica en el área de refrigeración, que se halla en dependencia administrativa del departamento de mantenimiento. En la Figura A.2.2 se muestra un organigrama donde se desglosa la estructura del departamento de mantenimiento

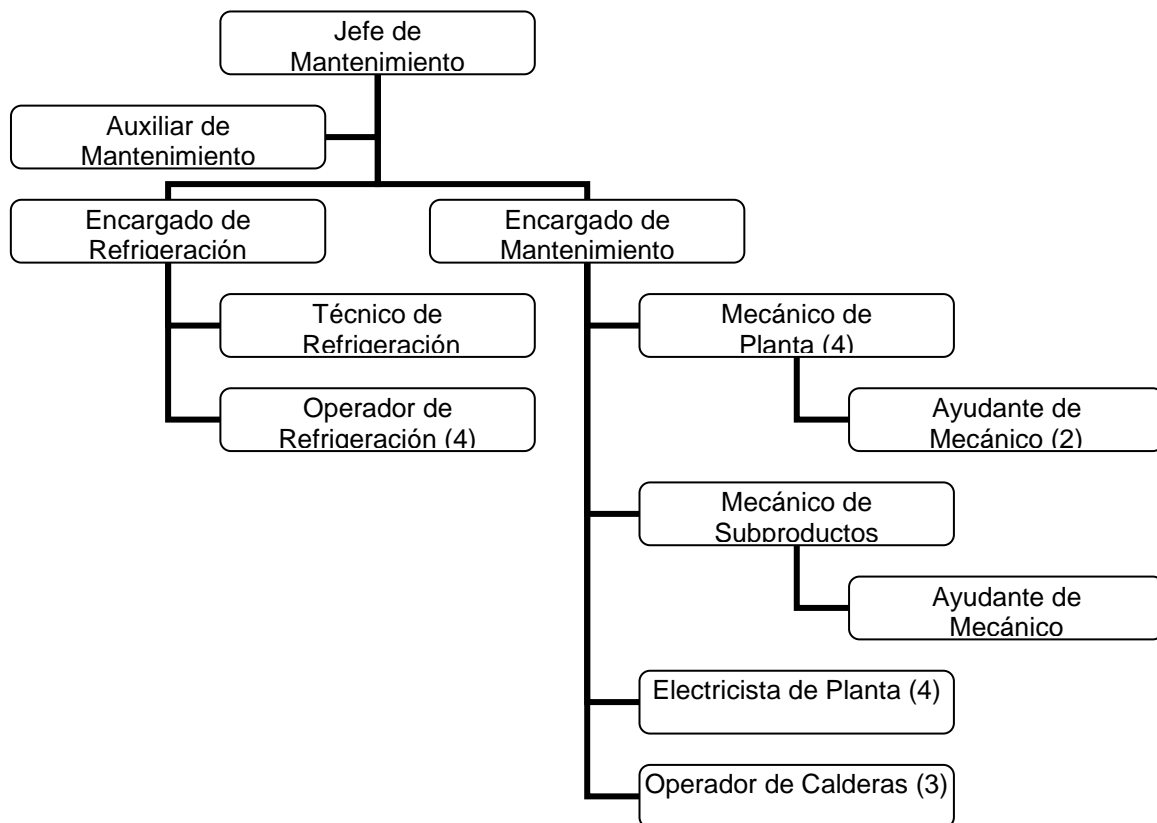


Figura A.2.2 Organigrama Departamento de Mantenimiento

Anexos

Anexo B.1 Set de Instrucciones compresores

S70-200 OM (DEC 99)
 Page 16

RWB II PLUS MICROPROCESSOR CONTROL
 OPERATION



MICROPROCESSOR TELECOMMUNICATIONS

CAUTION The following details are typical and may or may not match the software supplied on your compressor. The telecommunications capabilities are continuously being expanded and improved. Therefore, you **MUST** consult FRICK Company for the exact details on your particular unit(s) before developing system software to interface with your compressors.

The Frick RWB II PLUS Microprocessor comes with an on board telecommunications interface. The telecommunications feature permits interfacing the microprocessor with a modem, remote data communications terminal, or master computer via RS-422 protocol. In the case of a modem, telephone lines are used for the actual transmission of data permitting communications from a remote location.

The components necessary to utilize the telecommunications feature will vary with the application. Information concerning these items may be obtained from Frick Company, Waynesboro, Pa.

COMMUNICATIONS PROTOCOL SPECIFICATIONS:

All commands must be in ASCII (CAPS) to be recognized. A compressor with an ID code of [00] is considered disabled. ID Codes from [01] through [99] are valid and are recognized by the microprocessor.

The following is a complete list of available command types:

COMMAND CODE and DESCRIPTION
I = Returns compressor status information.
R = Compressor start command.
S = Compressor stop command.
V = Compressor slide valve control command.
D = Compressors display screens command.
P = Return Pressures information.
T = Return Temperatures information.
A = Return full load amps information.
C = Enter Change setpoints mode.

The following is a detailed description of each command:

RETURN COMPRESSOR STATUS INFORMATION: #01I
Start of command sequence.
01 Compressor ID code.
I Return Status information command.
RETURNED ANSWER, ie: 090RRRN340
Character Description
Position of returned data
1,2,3 Slide valve position.
4 Remote, Auto, Manual (slide valve)
5 Delay-recycle, Running, Off.
6 Rem, Man, Off, Auto (Compressor mode)
7 Cutout, Alarm, Normal.
8,9,10 Suction in PSIA.
(Carriage return, line feed.)

COMPRESSOR START COMMAND: #01R01
Start command sequence.
01 Compressor ID code.
R Start compressor command.
01 ID code repeated for verification
NOTE: The compressor must be in the remote start mode for this command to be executed.
Returned answer: A01
Character Description
Position of returned data
1 Acknowledge of command sent.
2,3 ID code of compressor.
(Carriage return, line feed.)

COMPRESSOR STOP COMMANDS: #01S01
Start command sequence.
01 Compressor ID code.
S Stop compressor command.
01 ID code repeated for verification
NOTE: The compressor must be in the remote start mode for this command to be executed.
Returned answer: A01
Character Description
Position of returned data
1 Acknowledge of command sent.
2,3 ID code of compressor.
(Carriage return, line feed.)

SLIDE VALVE CONTROL COMMANDS: #01VLXX #01VUXX #01VS
Start command sequence.
01 Compressor ID code.
V Compressor control command.
L Load Slide valve command.
U Unload slide valve command.
XX = 00 Turns selected output off.
XX = 01 to 15 Turns selected output on for XX seconds.
XX = 99 Turns selected output on.
S Return slide valve position value.
If the command was #01VL00, then the load slide valve output on compressor #1 would be turned off. If the command was #01VL05, then the load slide valve output on compressor #1 would be turned on for 5 seconds, and would then automatically turn off. NOTE: the slide valve must be in the remote mode for this command to be executed.
RETURNED ANSWER (for L or U commands): A01
Character Description
Position of returned data
1 Acknowledge of command sent.
2,3 ID code of compressor.
(Carriage return, line feed.)
RETURNED ANSWER (for S command), ie. 090
1,2,3 Slide valve position.



COMPRESSOR DISPLAY SCREENS COMMAND: #01DXN

Start command sequence.
 01 Compressor ID code.
 D Compressor control command.

X = 0 Operating display.
 X = S Adjustable setpoints display.
 X = D2 Adjustable setpoints Page 2.
 X = X Fixed setpoints display.
 X = R Shutdown record display.
 X = F Freeze display.
 X = C Autocycle display.
 X = P Security display.
 X = B Setback display.
 X = + Analog offset display.
 X = AN Annunciator display page "N"

N = 1 Display page #1. NOTE: "N" para-
 N = 2 Display page #2. meter uses to
 N = 3 Display page #3. access annunci-
 N = 4 Display page #4. ator pages.

If the command was #01DA1, then the micro-processor would dump the annunciator display page number one. Display dumps consist of 336 characters each.

RETURN PRESSURES COMMAND: #01PX

Start command sequence.
 01 Compressor ID code.
 P Return pressures command.

X = S Return suction pressure (PSIA).
 X = D Return discharge pressure (g/hg).
 X = O Return oil pressure (g).
 X = F Return filter differential pressure.
 X = A Return all pressures.

If the command was #01PS, then the micro-processor would dump the suction pressure.

RETURNED ANSWER

XXX = 3 characters followed by a carriage return, line feed.

If using the "A" command, then the returned data would be:

XXXXXXXXXXXX = 12 characters followed by a carriage return, line feed.

RETURN FULL LOAD AMPS COMMAND: #01A

Start command sequence.
 01 Compressor ID code.
 A Return full load amps command.

If the command was #01A, then the micro-processor would dump the full load amps value.

RETURNED ANSWER:

XXX = 3 characters followed by a carriage return, line feed.

RETURN TEMPERATURES COMMAND: #01TX

Start command sequence.
 01 Compressor ID code.
 T Return temperature command.

X = S Return suction temperature.
 X = D Return discharge temperature.
 X = O Return oil temperature.
 X = P Return separator temperature.
 X = A Return all temperatures as a string of data.

If the command was #01TS, then the micro-processor would dump the suction temperature.

RETURNED ANSWER:

XXX = 3 characters followed by a carriage return, line feed.

If using the "A" command, then the returned data would be:

XXXXXXXXXXXX = 13 characters followed by a carriage return, line feed.

NOTE: The "S" command will return four (4) characters followed by a carriage return, a line feed and "+ or - .xxx".

QUERY SETPOINTS DATA - #ID01 will return

Pos	#	Byte(s)	Setpoint (Name/Comment)
1	1		Always "0"
2,3,4,5	4		Ccsp. 3 chars followed by g or h
6,7,8,9	4		Low suct. press. cutout. 3 chars followed by g or h
10,11,12,13	4		Low suct. press. alarm. 3 chars followed by g or h
14,15	2		Prop. band
16,17	2		Dead band
18,19	2		Cycle time
20,21,22,23	4		Future
24,25,26,27	4		Future
28,29,30,31	4		Future
32,33	2		Future
34,35	2		Future
36,37	2		Future
38,39,40,41	4		Hpco
42,43,44,45	4		Hpa
46	1		ID (tenths position byte)
47	1		ID (ones position byte)
48	1		Checksum of all data (pos. 1 to 47)
49	1		CR code 13
50	1		LF code 10
51	1		0 null terminator char.



QUERY SETPOINTS DATA - #IDQ2 will return

Pos	#	Byte(s)	Setpoint (Name/Comment)
1,2,3	3		Future
4,5,6	3		Future
7,8,9	3		MLc amps stop load
10,11,12	3		MLc amps force unload
13,14,15	3		Ctf
16,17	2		Recycle delay (setpoint, not time left)
18	1		Aux 1 0=alarm, 1=shutdown
19	1		Aux 1 0=NO, 1=NC
20	1		Aux 2 0=alarm, 1=shutdown
21	1		Aux 2 0=NO, 1=NC
22	1		Future
23,24	2		Future
25	1		Future
26	1		Future
27,28	2		Future
29	1		Future
30	1		ID (tenths position byte)
31	1		ID (ones position byte)
32	1		Checksum of all data (pos. 1 to 31)
33	1		CR code 13
34	1		LF code 10
35	1		0 null terminator char.

QUERY SETPOINTS DATA - #IDQ3 will return

Pos	#	Byte(s)	Setpoint (Name/Comment)
1,2,3,4	4		Setback setpoint
5,6,7,8	4		Future
9	1		Setback active 1=yes, 0=no
10,11,12,13	4		Autocycle comp. start
14,15,16,17	4		Autocycle comp. stop
18,19	2		Future
20,21	2		Future
22,23	2		Autocycle min. sv.
24	1		Autocycle active 1=yes, 0=no
25,26,27,28	4		Future
29,30,31,32	4		Future
33,34	2		Future
35,36	2		Future
37,38	2		Future
39	1		Future
40	1		ID (tenths position byte)
41	1		ID (ones position byte)
42	1		Checksum of all data (pos. 1 to 41)
43	1		CR code 13
44	1		LF code 10
45	1		0 null terminator char.

CHANGE SETPOINTS COMMAND: #01C

Start command sequence.
01 Compressor ID code.
C Change setpoint command.
xxx New setpoint
xx New setpoint
y g or h for gauge or inches

The following is the complete list of the setpoints that may be changed while in the change setpoints command:

01xxxx Capacity Control Setpoint
(“y” deleted for KpaA & BarA ver.)
02xxxx Change Low Pressure Cutout Setpoint.
(“y” deleted for KpaA & BarA ver.)
03xxxx Change Low Pressure Alarm Setpoint.
(“y” deleted for KpaA & BarA ver.)
04xxx Change High Pressure Cutout Setpoint.
(“xxxx” is used for KpaA & BarA ver.)
05xxx Change High Pressure Alarm Setpoint.
(“xxxx” is used for KpaA & BarA ver.)
06xxx Change MLC Stop Load Setpoint.
07xxx Change MLC Force Unload Setpoint.
08xx Change Recycle Delay Setpoint.
09xxx Change CTF Setpoint.
10xx Proportional Band (PB)
11xx Dead Band (DB)
12xx Cycle Time (CT)
01 Compressor ID code.

PB 02, 05, 10, 15, 20, 25
DB 05, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50,
(decimal is assumed i.e. 01 = 0.1)
CT 05, 10, 15, 20, 25, 30

RETURNED ANSWER:

Axxxx The new setpoint which was sent followed by a carriage return, line feed.
“BAD” followed by the “ID”, “CR”, “LF” if unsuccessful.

If the command was sent #01C01300g01, the capacity control setpoint would be changed to 30.0g and the returned answer is A300g followed by a carriage return, line feed.
If the command sent was #01C0711001, the MLC force unload setpoint would be changed to 110% and the returned answer is A110 followed by a carriage return, line feed.
If the command sent was #01C0520002, the returned answer is “BAD” followed by the ID number and a carriage return, line feed.

g or h must be lower case - exception to 'All commands must be caps' statement at beginning of section.



CHANGE COMPRESSOR MODE COMMAND:
 #IDMCMID Change mode to m.
 0=off A=autocycle R=remote
 Return message - "A" followed by the "ID",
 "CR", "LF" if successful.

CHANGE SLIDE VALVE MODE COMMAND:
 #IDVMID Change Slide Valve mode.
 to m. A=auto R=remote
 Return message - "A" followed by the "ID",
 "CR", "LF" if successful.

CLEAR FAILURE COMMAND:
 #IDKFIID Clear Fails
 Return message - "A" followed by the "ID",
 "CR", "LF" if successful.

CLEAR ANTIRECYCLE COMMAND:
 #IDKRID Clear Recycle Delay
 Return message - "A" followed by the "ID",
 "CR", "LF" if successful.

RETURN AC IO COMMAND:
 #IDX Return Discrete AC IO Status Command:
 Returns a 24 char data string followed by ID,
 CR, LF. The 1st data
 element represents input #1, the last element
 represents output # 16.
 1=energized or on, 0=deenergized or off.

RETURN FAILURE COMMAND:
 #IDF Return Discrete Failure List Command:
 Returns a 24 char data string followed by ID,
 LF.
 The 1st data element represents the 1st failure
 on page 1 of the annunciator, the
 last element represents the last failure on
 annunciator page 4.
 1=failed, 0=safe.
 NOTE: not all pages or annunciator failure el-
 ements are defined.

**TEMPERATURE/PRESSURE CONTROL
 COMMUNICATIONS DATA**

READ CONTROL TEMPERATURE COMMAND:
 #JDTT Reads the control temp. from TE-5 (chan-
 nel 5).
 Returned Answer: +111, CR, LF The + represents
 the sign of the temperature.
 The decimal is assumed between the third and
 fourth character.

ADDITIONAL DISPLAY DUMP COMMAND:
 #IDD1 Will dump SETPOINTS PAGE 1 (new display)
 #IDDS Will dump ADJUSTABLE SETPOINTS (std
 display)
 #IDDC Will dump AUTO-CYCLE SETPOINTS (std
 Pressure display)
 #IDDT Will dump AUTO-CYCLE SETPOINTS (new
 Temperature display)

CHANGE SETPOINTS COMMAND:
 # Start command sequence
 ID Compressor ID code
 C Change setpoint command
 x numeric datum field
 y g or h for gauge or inches datum field
 + + or- Sign datum field

Command Prefix #IDC#datumID
 ## datum Description of setpoint
 01xxxx Capacity Control
 ("y" is deleted for KpaA & BarA ver.)
 02xxxx Low Press. Cutout
 ("y" is deleted for KpaA & BarA ver.)
 03xxxx Low Press. Alarm
 ("y" is deleted for KpaA & BarA ver.)
 04xxxx High Press. Cutout
 ("xxxx" is used for KpaA & BarA ver.)
 05xxxx High Press. Alarm
 ("xxxx" is used for KpaA & BarA ver.)
 06xxxx MLC Stop Load
 07xxxx MLC ForceUnload
 08xx Recycle Delay
 09xxx CTF
 10xx Press. Proportional Band
 11xx Press. Dead Band
 12xx Press. Cycle Time
 13+xxx Temp. Capacity Control
 14+xxx Temp. Low Temp Cutout
 15+xxx Temp. Low Temp Alarm
 16xx Temp. Proportional Band
 17xx Temp. Dead Band
 18xx Temp. CycleTime
 19x Pressure / Temperature mode. (x=1 for
 temp. x=0 for pressure)
 Ranges for PB, DB, CT pressure control
 setpoints: (allowable entries)
 PB 02, 05, 10, 15, 20, 25
 DB 05, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50
 (decimal is assumed eg. 01 = 0.1)
 CT 05, 10, 15, 20, 25, 30

Ranges for PB, DB, CT temperature control
 setpoints: (allowable entries)
 PB 02, 05, 10, 15, 20, 25
 DB 01 through 30 (decimal is assumed eg. 01
 = 0.1)
 CT 05, 10, 15, 20, 25, 30

RETURNED ANSWER:
 Axxxx The new setpoint which was sent
 followed by a carriage return,
 line feed.
 "BAD" followed by the "ID", "CR", "LF"
 if unsuccessful.

Anexo B.2 NE-4110A-P y NE-4110ST

Embedded Network Enabler Solutions

NE-4100 Series

100 Mbps Embedded Network Enabler for Serial Devices

Features

- Ready-to-go Serial-to-Ethernet module to network enable any serial device (RS-232/422/485, TTL)
- 10/100 Mbps Ethernet Interface, 115.2 Kbps Serial Interface
- Supports TCP Server/Client, UDP, and Real COM operation modes
- Supports DHCP, BootP, Static IP, and ARP
- Supports SNMP and Email Alert functions for event trapping and notification
- Half the size of a credit card—only 57 × 40 mm
- Single +5V Input, 1.5W low power consumption



NE-4110S
NE-4110A NE-4120S
NE-4120A NE-4100T

MOXA NE-4100 Series Network Enablers are designed for manufacturers who want to add sophisticated network connectivity to their products. Any device with a standard serial interface can now connect to Ethernet with Moxa Network Enablers in a snap. NE-4110 Series provides a 10/100 Mbps Ethernet interface with ready-to-use TCP Server/Client and UDP and a Real COM driver is also included for backward compatibility with the original software.

SNMP and Email Alert for Event Trap/Notification
NE-4100 Series will send SNMP trap or Emails when the following conditions occur:

- Cold/Warm start
- Password authentication fails
- DSR/DCD line signal changes
- IP Setting changes
- Password changes

Typical Installation Examples



Stand-alone Type
(RJ45 Ethernet, NE-4110 Series)



Stand-alone Type
(Pin header Ethernet, NE-4110 Series)



Drop-in Type
(Dual-in-line pin header, NE-4100T)

2-6

MOXA e-mail: info@moxa.com.tw www.moxa.com

Specifications

Form Factor

Type:

NE-4110/4120 Series: Stand-alone module, ready-to-go
 NE-4100T Series: 26-pin dual-in-line package

Dimensions:

NE-4110/4120 Series: 57 × 40 mm
 NE-4100T Series: 45 × 36 mm

LAN Interface

Type: 10/100 Mbps auto-sensing

Protection: 1.5 KV isolation

Connector: NE-4110 Series: RJ45 connector
 NE-4120 Series: 5-pin Pin Header

Serial Interface

Port 1:

NE-4110S/4120S: RS-232
 NE-4110A/4120A: RS-422/RS-485 (2-wire)/RS-485 (4-wire)
 NE-4100T: serial (TTL)

Port 2: serial (TTL) console port

Serial Signals

RS-232: TxD, RxD, RTS, CTS, DTR, DSR, DCD, GND

RS-422: Tx+, Tx-, Rx+, Rx-, GND

RS-485: Data+, Data-, GND with ADDC™

(Automatic Data Direction Control)

TTL (Port 1): TxD, RxD, RTS, CTS, DTR, DSR, DCD, GND

TTL (Port 2): TxD, RxD, GND

Serial Parameters

Parity: None, Even, Odd, Space, Mark

Data Bits: 5, 6, 7, 8

Stop Bits: 1, 1.5, 2

Flow Control: RTS/CTS, XON/XOFF

Speed: 50 bps to 115.2 Kbps

Digital I/O Pins

Four programmable I/O pins (GPIO)

Software Features

Protocols: ICMP, ARP, IP, TCP, UDP, DHCP, Telnet, HTTP, SNMP, SMTP

Operation Modes: TCP Server, TCP Client, UDP, Real COM Driver (supporting Windows 98/NT/2000/XP)

Management

Management Tools: Windows Administration Utility, Web browser, Telnet console, serial console, and NECL (.DLL) for developing users' own management utility

SNMP trap: Cold/Warm start, IP setting changed, Password authentication failure, Password changed, DS/RDCD line signal changed

Power Requirements

Power input: 5 VDC, +/- 5%

Power consumption: 290 mA @ 5 VDC (max.)

Temperature/Humidity

Operation: 0 to 70°C (32 to 158°F), 5 to 95% RH

Storage: -20 to 85°C (-4 to 185°F), 5 to 95% RH

Regulatory Approvals

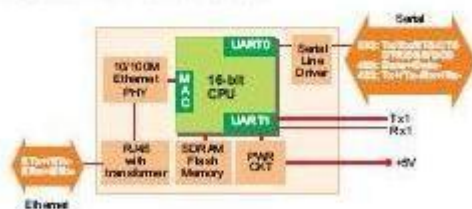
FCC Class B, CE Class B

Warranty

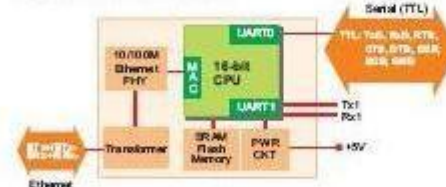
5 years

Block Diagram

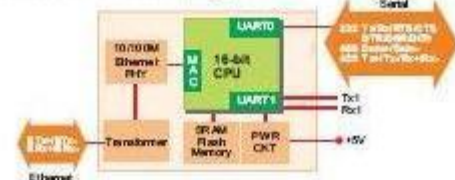
NE-4110 Series Block Diagram



NE-4100T Block Diagram



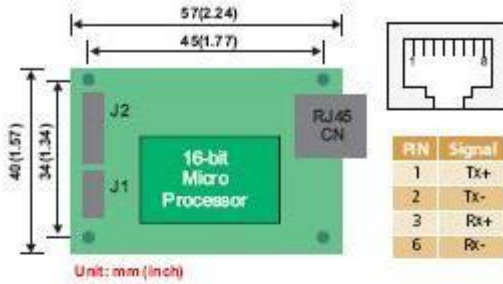
NE-4120 Series Block Diagram



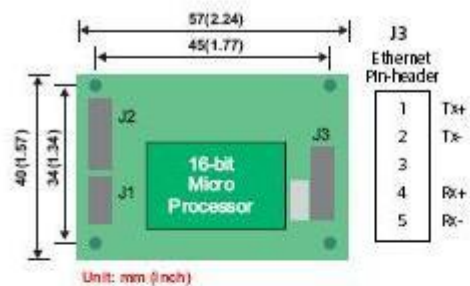
Embedded Network Enabler Solutions

100 Mbps NE-4110/4120 Series Pin Assignments and Dimensions

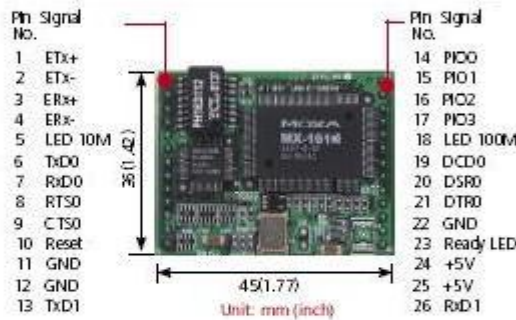
NE-4110S/4110A



NE-4120S/4120A

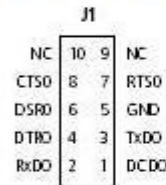


NE-4100T Pin Assignments

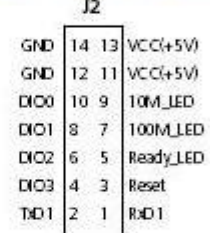


(45 × 36 mm, 26-pin DIL package, 2.54 mm pitch)

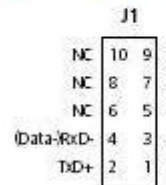
NE-4110S/4120S



NE-4110/4120 Series

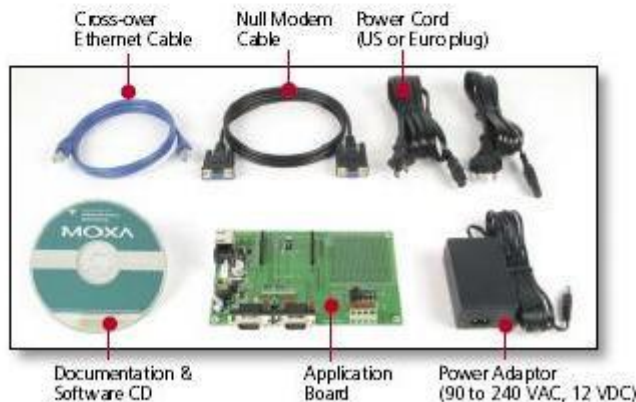


NE-4110A/4120A




* For 2-wire RS-485 mode, Pin 3 is Data+, Pin 4 is Data-

Get Going with Moxa's Starter Kit



MOXA's Network Enabler Starter Kits, which include an evaluation board, power adaptor, Ethernet and serial cables, and software CD-ROM, let you evaluate all Network Enabler functions quickly and easily. The evaluation board is equipped with serial, Ethernet, digital I/O, and power circuits that help you evaluate the Network Enabler modules.

Anexo B.3 PLC TWDLCAE40DRF

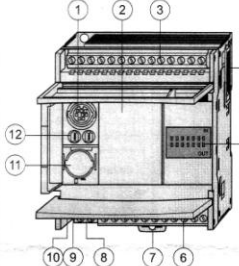
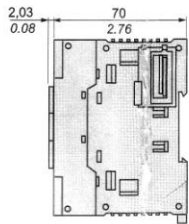
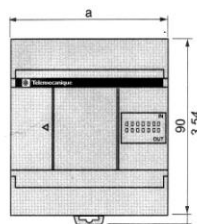
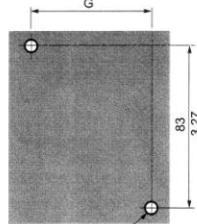


W91606343011A02

www.telemechanique.com

TWD LC●A ●●DRF / LCA ●40DRF / LCD● 40DRF

TWD LCAA ●●DRF / LCAE 40DRF

TWD LCAA 10DRF	~	TWD LCDA 10DRF	---
TWD LCAA 16DRF		TWD LCDA 16DRF	
TWD LCAA 24DRF		TWD LCDA 24DRF	
TWD LCAA 40DRF		TWD LCDA 40DRF	
TWD LCAE 40DRF		TWD LCDE 40DRF	

TWD	a	G
LC●A 10DRF	80/3.15	68/2.68
LC●A 16DRF	80/3.15	68/2.68
LC●A 24DRF	95/3.74	83/3.27
LC●● 40DRF	157/6.18	145/5.71

- 1 - Serial port 1
- 2 - Removable mask (digital readout)
- 3 - Screw terminal block for sensor inputs and power supplies
- 4 - I/O expansion connector
- 5 - Controller and I/O status display unit
- 6 - Screw terminal block for outputs
- 7 - Clip-on spring on 35-mm section
- 8 - Power supply ~ 100...240 V or ~ 24 V
- 9 - Storage cartridge adaptor or RTC time clock and battery, external backup battery cells (TWD LC●● 40DRF only)
- 10 - Ethernet port (TWD LC●● 40DRF)
- 11 - Communication adaptor connector (serial port 2)
- 12 - Analog potentiometers

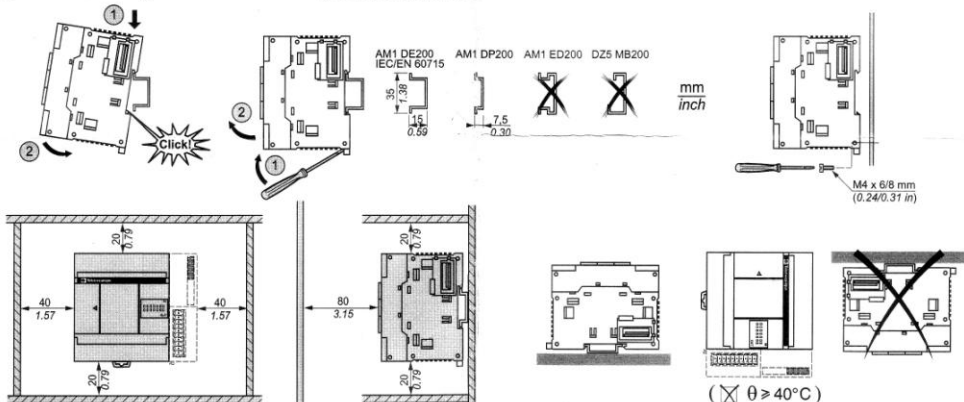
- 1 - Port série 1
- 2 - Cache amovible (afficheur numérique)
- 3 - Bornier à vis des alimentations et entrées capteur
- 4 - Connecteur d'expansion E/S
- 5 - Bloc de visualisation de l'état du contrôleur et des E/S
- 6 - Bornier à vis des sorties
- 7 - Ressort de clipsage sur profilé 35 mm
- 8 - Alimentation ~ 100...240 V ou ~ 24 V
- 9 - Adaptateur de cartouche mémoire ou horodateur RTC et batterie, piles externes de sauvegarde (TWD LC●● 40DRF uniquement)
- 10 - Port Ethernet (TWD LC●● 40DRF)
- 11 - Connecteur de l'adaptateur de communication (port série 2)
- 12 - Potentiomètres analogiques

- 1 - Serieller Anschluss 1
- 2 - Abnehmbare Abdeckung (Digitale Anzeige)
- 3 - Schraubenklemmenleiste für Stromversorgungen und Sensoreingänge
- 4 - E/A-Erweiterungsanschluss
- 5 - Anzeigeteil für Controller-Status und E/A
- 6 - Schraubklemmenleiste für Ausgänge
- 7 - Klemmfeder auf 35 mm-Schiene
- 8 - Versorgung ~ 100...240 V oder ~ 24 V
- 9 - Adapter für Speichermodul oder RTC-Timer und Batterie, externe Speicherbatterien (nur TWD LC●● 40DRF)
- 10 - Ethernet-Anschluss (TWD LC●● 40DRF)
- 11 - Anschluss für Kommunikationsadapter (serieller Anschluss 2)
- 12 - Analogpotentiometer

- 1 - Puerto serie 1
- 2 - Tapa móvil (Pantalla digital)
- 3 - Bornera de tornillos de alimentación y entradas del detector
- 4 - Conector de extensión E/S
- 5 - Bloque de visualización del estado del controlador y de las E/S
- 6 - Bornera de tornillos de las salidas
- 7 - Resorte de fijación en perfil 35 mm
- 8 - Alimentación ~ 100...240 V o ~ 24 V
- 9 - Adaptador de cartucho de memoria o marcador de tiempo RTC y batería, pilas externas de seguridad (TWD LC●● 40DRF únicamente)
- 10 - Puerto Ethernet (TWD LC●● 40DRF)
- 11 - Conector del adaptador de comunicación (puerto serie 2)
- 12 - Potenciómetros analógicos

- 1 - Porta seriale 1
- 2 - Mascherina amovibile (display digitale)
- 3 - Morsetiera a vite delle alimentazioni e ingressi sensore
- 4 - Connettore d'espansione I/O
- 5 - Blocco di visualizzazione dello stato del controllore e degli I/O
- 6 - Morsetiera a vite delle uscite
- 7 - Molla di aggancio su profilato 35 mm
- 8 - Alimentazione ~ 100...240 V o ~ 24 V
- 9 - Adattatore di cartuccia memoria o contatore RTC e batteria, pile esterne di back-up (TWD LC●● 40DRF unicamente)
- 10 - Porta Ethernet (TWD LC●● 40DRF)
- 11 - Connettore dell'adattatore di comunicazione (porta seriale 2)
- 12 - Potenzimetri analogici

- 1 - 1号序列接口
- 2 - 可移动式堵盖 (数字显示器)
- 3 - 输入传感器电源螺钉端子牌
- 4 - 输入/输出扩展连接器
- 5 - 控制器状态和输入/输出可视化模块
- 6 - 输出螺钉端子牌
- 7 - 35毫米断面上的卡接式弹簧
- 8 - 100...240伏交流电源或24伏直流电源
- 9 - 储存卡转换器或RTC计时器和电池, 保存外用干电池 (只限于TWD LC●● 40DRF)
- 10 - 以太网接口 (TWD LC●● 40DRF)
- 11 - 通讯转换连接器 (2号序列接口)
- 12 - 模拟电位计



AM1 DE200 IEC/EN 60715 AM1 DP200 AM1 ED200 DZ5 MB200

mm / inch

M4 x 6/8 mm (0.24/0.31 in)

(X) θ ≥ 40°C



W9 1606343 01 11 A02
 07 - 2007

Printed in France

TWD LC●A 24DRF/LC●E 40DRF
TWD LCA● 40DRF

TWD D●● / TWD A●●
TWD NOI 10M3
TWD NCO1M

TWD L●A

TWD NAC 485T or ou oder o

TWD NAC 232D/485D

TWD XCP ODC

TWD XCP MFK32 or ou oder o

TWD XCP RTC

TWD XCP MFK64 (TWD LC●● 40DRF)

TWD	TWD D●●/A●● max.
LC●A 10DRF	0
LC●A 16DRF	0
LC●A 24DRF	4
LCA● 40DRF	7
LCD● 40DRF	7

mm	inch	mm ²	AWG
0.24	0.0094	0.14...1.5	26...16
		0.25...1.5	24...18
		0.14...0.75	26...18
		0.25...0.5	24...20
		0.5...1	20...16

Use copper conductors only / N'utilisez que des conducteurs cuivre / Nur Kupferleiter verwenden / Sólo utilice conductores de cobre / Usare unicamente conduttori in rame / 仅使用铜导线

TWD LC●● 40DRF

TSX PLP 01 or ou oder o

TSX PLP 101

Lithium batteries not provided with the PLC bases
 Piles au lithium non fournies avec les bases automatés.
 Lithium-Batterien nicht im Lieferumfang der Basissteuerungen enthalten
 Pileas de litio non suministradas con las bases automátatas
 Pile al litio non fornite con le basi degli automi
 无自控基座锂电池

Serial communication / Communication série / Serielle Kommunikation / Comunicación serie / Comunicazione seriale / 通讯序列

RS 485 EIA

N°	TWD LC●A ●●DRF	TWD LC●E 40DRF
1	D1 (A +)	D1 (A +)
2	D0 (B -)	D0 (B -)
3	NC	NC
4	/DE	NC
5	/DPT	NC
6	NC	NC
7	0 V (com)	0 V (com)
8	5 V (180 mA)	5 V (180 mA)

Options

Options	RS 485	RS 232C
	TWD NAC 485D	TWD NAC 232D
1	D1 (A +)	RTS
2	D0 (B -)	DTR
3	NC	TXD
4	NC	RXD
5	NC	DSR
6	NC	0 V (com)
7	0 V (com)	0 V (com)
8	5 V (180 mA)	5 V (180 mA)

Options

Options	RS 485
	TWD NAC 485T
A	D1 (A +)
B	D0 (B -)
SG	0 V (com)

Port 1 RS 485 / Port 2 RS 485 / RS 232

Modbus

Ethernet

N°	RJ45
1	TX +
2	TX -
3	RX +
4	-
5	-
6	RX -
7	-
8	-

A Power supply
~ 100...240 V
100-240VAC L N
i ≤ 80 mm (3.15 in.)
Ø 1.5 mm²/ AWG 16
TWD LCA●●●DRF

19,2...30 V
24VDC +24V 0V
i ≤ 80 mm (3.15 in.)
Ø 1.5 mm²/ AWG 16
TWD LCD●●●DRF

Make the power supply wiring as short as possible.
Réalisez un câblage le plus court possible.
Die Verkabelung der Stromversorgung so kurz wie möglich halten.
El cableado de alimentación debe ser tan corto como sea posible.
Eseguire un cablaggio più corto possibile per l'alimentazione di corrente.
尽量缩短电源线的长度。
Do not connect the grounding link jointly with the controller's grounding link.
Ne connectez pas la liaison de masse en commun avec celle du contrôleur.
Nicht mit dem gleichen Masseanschluss wie Controller anschließen.
No conecte el enlace de masa junto con el del controlador.
Non connettere il collegamento di massa in comune con quello del controllore.
请勿将通用地线与控制器地线交联。

B 24 V Input
TWD LCD● 10DRF/16DRF/24DRF
24 V Input Sink (A)
External power
24V 0V DC IN DC Out COM 0 1 2 3 4 5 ... 13
250 mA max.
Internal power
24V 0V DC IN DC Out COM 0

TWD LCD● 40DRF
24 V Input Sink (A)
External power
24V 0V DC IN DC Out COM0 0 1 ... 11 COM1 12 13 ... 23
400 mA max.
Internal power
24V 0V DC IN DC Out COM0 0 1 ... 11 COM1 12 13 ... 23

TWD LCD● 10DRF/16DRF/24DRF
24 V Input Source (B)
External power
24V 0V DC IN DC Out COM 0 1 2 3 4 5 ... 13
250 mA max.
Internal power
24V 0V DC IN DC Out COM 0

TWD LCD● 40DRF
24 V Input Source (B)
External power
24V 0V DC IN DC Out COM0 0 1 ... 11 COM1 12 13 ... 23
400 mA max.
Internal power
24V 0V DC IN DC Out COM0 0 1 ... 11 COM1 12 13 ... 23

A = Input wiring positive logic
B = Input wiring negative logic
A = Cableado de entrada de común positivo
B = Cableado de entrada de común negativo

A = Câblage entrée logique positive
B = Câblage entrée logique négative
A = Collegamento ingresso logica positiva
B = Collegamento ingresso logica negativa

A = Verdrahtung des Eingangs mit positiver Logik
B = Verdrahtung des Eingangs mit negativer Logik
A = 正逻辑输入线路
B = 负逻辑输入线路

C Output
TWD LC●A 10DRF
Power supply Ry. OUT COM0 0 1 2 3
Q0 Q1 Q2 Q3

TWD LC●A 16DRF
Power supply Ry. OUT COM0 0 1 2 3 Ry. OUT COM1 4 5 6
Q0 Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6

TWD LC●A 24DRF
Power supply Ry. OUT COM0 0 1 2 3 Ry. OUT COM1 4 5 6 7 Ry. OUT COM2 8 9
Q0 Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Q8 Q9

TWD LC●● 40DRF
Power supply Tr. OUT V0+ V0- 0 Tr. OUT V1+ V1- 1 Ry. OUT COM2 2 3 4 5 Ry. OUT COM3 6 7 8 9 Ry. OUT COM4 10 11 12 13 Ry. OUT COM5 14 15
Q0 Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Q8 Q9 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15

CAUTION / ATTENTION / ACHTUNG / AVISO / ATTENZIONE / 警告

RISK OF REVERSE-POLARITY DAMAGE AT TRANSISTOR OUTPUTS
- Make sure to conform to the polarity markings on the transistor output terminals.
- Use of a reverse polarity can permanently damage or destroy the output circuits.
Failure to follow this instruction can result in injury or equipment damage.

RISQUES DE DOMMAGES DUS À UNE INVERSION DE POLARITE DE LA SORTIE LOGIQUE
- Veillez à respecter les marquages de polarité aux bornes des sorties logiques.
- Une inversion de polarité peut endommager de manière permanente, voire détruire, les circuits de sortie.
Le non-respect de cette directive peut entraîner des lésions corporelles et/ou des dommages matériels.

GEFAHR EINE BESCHÄDIGUNG DURCH EINE FALSCH E POLARITÄT AN DEN TRANSISTORAUSGÄNGEN
- Vergewissern Sie sich, dass die Batterie entsprechend den an den Transistorausgängen angegebenen Polaritätsmarkierungen eingelegt wird.
- Eine falsche Polarität kann zu einer irreversiblen Beschädigung der Ausgangsschaltkreise führen.
Die Nichtbeachtung dieser Anweisung kann Körperverletzung oder Materialschäden zur Folge haben.

RIESGO DE DAÑOS DEBIDO A LA POLARIDAD INVERSA EN LAS SALIDAS DE TRANSISTORES
- Asegúrese de que cumple las disposiciones de polaridad que aparecen en los terminales de salida de transistor.
- La utilización de polaridad inversa puede dañar permanentemente o destruir los circuitos de salida.
Si no se respetan estas instrucciones, pueden producirse daños corporales o materiales.

RISCHIO DI DANNI DA POLARITA' INVERSA SULLE USCITE TRANSISTOR
- Assicuratevi di rispettare la marcatura della polarità riportata sui terminali delle uscite transistor.
- Una connessione con polarità inversa può danneggiare o distruggere i circuiti d'uscita.
La mancata osservanza di questa istruzione può causare lesioni alle persone o danni alle apparecchiature.

逻辑输出极性反向会导致设备损毁的危险
- 请确认与输出终端传输器上的极性标志一致。
- 极性反向会导致设备永久性损毁或输出线路的损坏。
不按照上述规定操作会导致人员受伤或设备损毁。

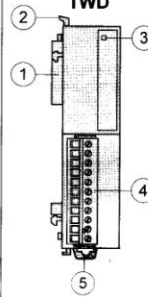
Anexo B.4 Módulo TWDARI8HT



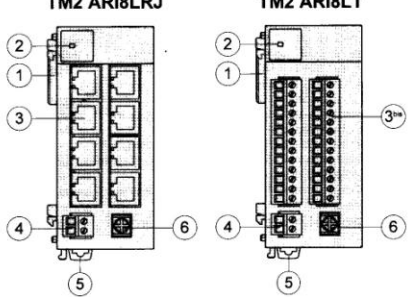
W916063460111A04

www.schneider-electric.com

TWD A●●●●T / TM2 ARI8L●●



TWD	Analog-Input	Analog-Output	Analog-Input/Output	Input	Output
AMI 2HT	0...10 V/4...20 mA				
AMI 2LT	Th J,K,T				
AMI 4LT	0...10 V/0...20 mA PT 100/PT 1000, NI 100/NI 1000				
AMI 8HT	0...10 V/0...20 mA				
ARI 8HT	PTC/NTC				
AMO 1HT		0...10 V/4...20 mA			
AVO 2HT		± 10 V			
AMM 3HT			0...10 V/ 4...20 mA	0...10 V/ 4...20 mA	
AMM 6HT			J,K,T/ Pt 100	0...10 V/ 4...20 mA	
ALM 3LT					



TM2	ARI8LRJ	ARI8LT
Analog/Output	Pt 100 / Pt 1000	

① - I/O expansion connector
② - Locking device
③ - Power LED
④ - screw terminal block, removable connector 11 pins
⑤ - Clip-on lock for 35-mm DIN-rail

① - Connecteur d'expansion E/S
② - Dispositif de verrouillage
③ - DEL Alimentation
④ - Bornier à vis - Connecteur amovible 11 broches
⑤ - Verrou de clipsage sur profilé 35 mm

① - E-/A-Erweiterungsanschluss
② - Verriegelung
③ - Strom-LED
④ - Schrauben Abschlussblock, entfernbarer 11-poliger Anschluss
⑤ - Verriegelung der Klemmfeder auf 35 mm-Schiene

① - Conector de extensión E/S
② - Dispositivo de bloqueo
③ - DEL de alimentación
④ - Borneira de tornillos - Conector amovible de 11 patillas
⑤ - Seguro de fijación en perfil 35 mm

① - Connettore d'espansione I/O
② - Dispositivo di blocco
③ - LED Alimentazione
④ - blocco morsetti a vite, connettore amovibile a 11 pin
⑤ - Nottolino di aggancio su profilato 35 mm

① - 输入/输出扩展连接器
② - 锁止装置
③ - 电源二极管
④ - 螺旋式接线柱接线板, 11 根插脚移动式连接器
⑤ - 35毫米断面的卡锁芯

① - I/O expansion connector
② - Power LED
③ - 8 RJ11 connectors, for sensors
④ - 2 x screw terminal block, removable connector 13 pins
⑤ - Power supply 24 V
⑥ - Clip-on lock on 35-mm section
⑦ - FG (Functional Ground) screw

① - Connecteur d'expansion E/S
② - DEL alimentation
③ - 8 connecteurs RJ11, pour capteurs
④ - 2 borniers à vis, connecteur amovible 13 broches
⑤ - alimentation 24 V
⑥ - Verrou de clipsage sur profilé 35 mm
⑦ - Vis FG (masse fonctionnelle)

① - E-/A-Erweiterungsanschluss
② - Strom-LED
③ - 8 RJ11-Anschluss, für Sensoren
④ - 2 x Schrauben, Abschlussblock, entfernbarer 13-poliger Anschluss
⑤ - Stromversorgung 24 V
⑥ - Verriegelung der Klemmfeder auf 35 mm-Schiene
⑦ - FG (Funktionelle Erde) Schraube

① - Conector de extensión E/S
② - DEL de alimentación
③ - 8 conectores RJ11 para sensores
④ - Borneira 2 x tornillos, conector amovible de 13 patillas
⑤ - Alimentación 24 V
⑥ - Seguro de fijación en perfil 35 mm
⑦ - Tornillo FG (masa funcional)

① - Connettore d'espansione I/O
② - LED Alimentazione
③ - 8 connettori RJ11 per sensori
④ - viti x 2. Blocco morsettiere, connettore a 13 pin amovibile
⑤ - Alimentazione 24 V
⑥ - Nottolino di aggancio su profilato 35 mm
⑦ - Vite FG (Terra funzionale)

① - 输入/输出扩展连接器
② - 锁止装置
③ - 8 RJ11 连接器, 用于传感器
④ - 2 x 螺式接线柱接线板, 13 根插脚移动式连接器
⑤ - 24 伏电源
⑥ - 35 毫米断面的卡锁芯
⑦ - 功能性接地螺钉 (PE 螺钉)

⚠ DANGER / DANGER / GEFAHR / PELIGRO / PERICOLO / 危险

HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION OR ARC FLASH	RISQUE D'ELECTROCUTION, D'EXPLOSION OU D'ARC ELECTRIQUE	STROMSCHLAG-, EXPLOSIONS- ODER LICHTBOGENGEFAHR
- Power down all equipment before starting the installation, removal, wiring, maintenance or inspection of the product. Failure to follow these instructions will result in death or serious injury.	- Mettez tous les équipements hors tension avant de commencer l'installation, le retrait, le câblage, la maintenance ou le contrôle du produit. Le non-respect de ces instructions provoquera la mort ou des blessures graves.	- Alle Geräte vor der Installation, dem Ausbau, der Verkabelung, der Wartung oder der Inspektion des Produkts ausschalten. Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen führt zu Tod oder schwerer Körperverletzung.
RIESGO DE ELECTROCUCIÓN, EXPLOSIÓN O ARCO ELÉCTRICO - Apague la alimentación eléctrica de todos los equipos antes de instalar, extraer, cablear, realizar el mantenimiento o inspeccionar el producto. Si no se siguen estas instrucciones provocará lesiones graves o incluso la muerte.	RISCHIO DI SCOSSA ELETTRICA, DI ESPLOSIONE O DI OFTALMIA DA FLASH - Mettere fuori tensione tutte le apparecchiature prima di cominciare l'installazione, l'estrazione, il cablaggio, la manutenzione o il controllo del prodotto. Il mancato rispetto di queste istruzioni provocherà morte o gravi infortuni.	有触电致死、爆炸或电弧的危险。 - 在开始安装、拆卸、布线、维修或检查本产品之前, 请为所有设备断开电源。 不按照上述规定操作会导致严重的人员伤亡。

ⓘ Electrical equipment should be installed, operated, serviced, and maintained only by qualified personnel. No responsibility is assumed by Schneider Electric for any consequences arising out of the use of this material.

Ⓝ Les équipements électriques doivent être installés, exploités et entretenus par un personnel qualifié. Schneider Electric n'assume aucune responsabilité des conséquences éventuelles découlant de l'utilisation de cette documentation.

Ⓢ Elektrische Geräte dürfen nur von Fachpersonal installiert, betrieben, gewartet und instand gesetzt werden. Schneider Electric haftet nicht für Schäden, die aufgrund der Verwendung dieses Materials entstehen.

Ⓢ Sólo el personal de servicio cualificado podrá instalar, utilizar, reparar y mantener el equipo eléctrico. Schneider Electric no asume las responsabilidades que pudieran surgir como consecuencia de la utilización de este material.

Ⓢ Le apparecchiature elettriche devono essere installate, usate e riparate solo da personale qualificato. Schneider Electric non assume nessuna responsabilità per qualunque conseguenza derivante dall'uso di questo materiale.

Ⓢ 电气设备的安装、操作、维修和维护工作仅限于合格人员执行。对于使用本资料所引发的任何后果, Schneider Electric 概不负责。

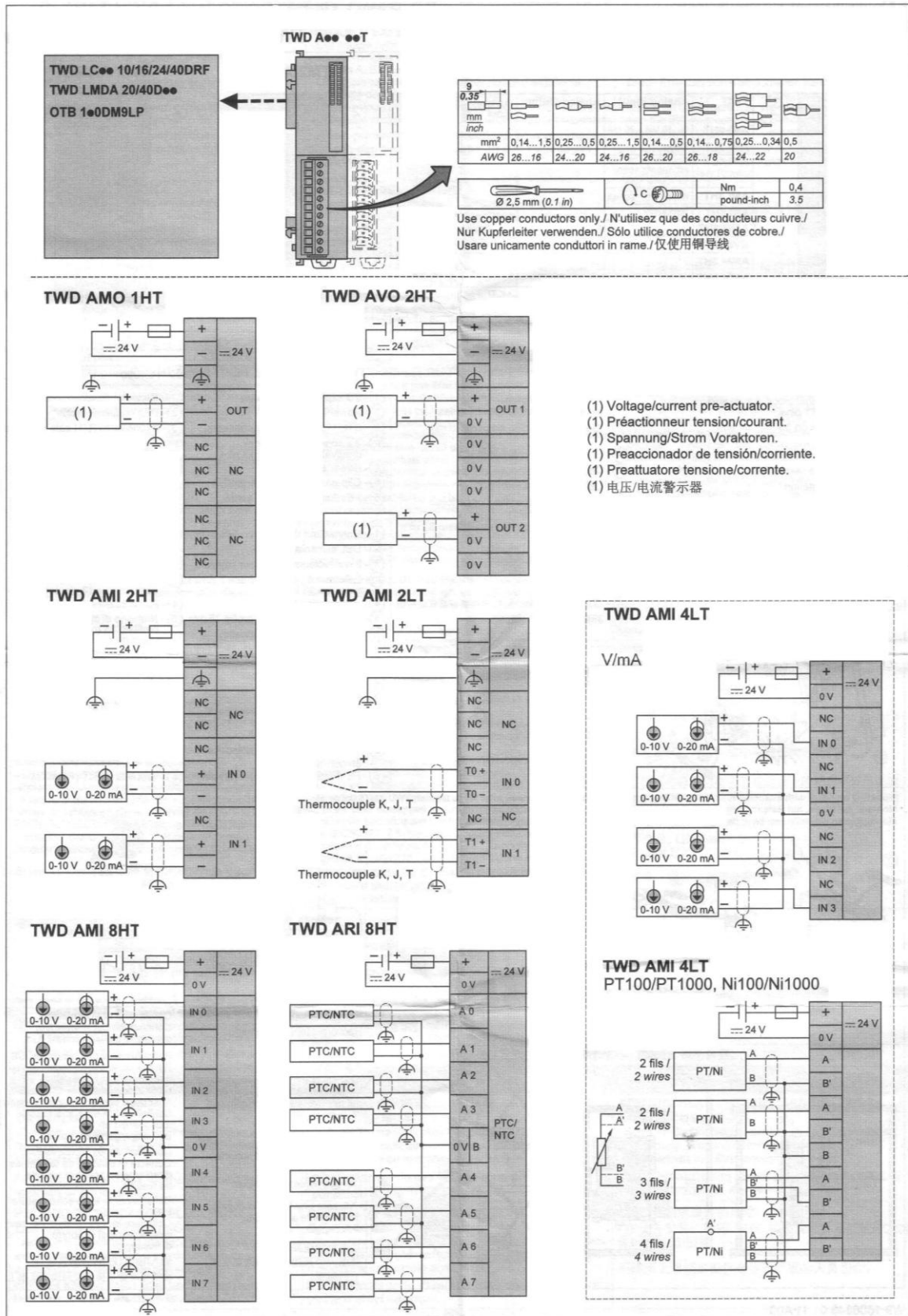
© 2008 Schneider Electric. "All Rights Reserved."

W9 1606346 01 11 A04
09 - 2008

1/5

Schneider
Electric

Printed in France



Anexo B.5 Sensor EWPC 800

QUÉ ES

El EWPC 800 forma parte de una serie de reguladores de acción ON/OFF con un sólo punto de intervención seleccionable.

CÓMO ESTÁ HECHO

- Caja: plástico ABS autoextinguible
- Dimensiones: frontal 72x72 mm, parte posterior del aparato Ø 60 mm
- Profundidad: 96 mm
- Montaje: en panel sobre agujero Ø 61 mm, con brida de fijación
- Protección: frontal IP65
- Conexiones: sobre regleta atornillada para conductores $\leq 2,5 \text{ mm}^2$ (un sólo conductor por borne)
- Visualización: en el display con altura dígito de 12,5 mm
- Mandos: todos en el frontal
- Salida principal: 1 salida para relé conmutado 8(3)A 250V AC
- Entradas (según modelo): PTC, Pt100, Tc (J, K)
- Resolución: 1 °C en caso de lectura sin punto decimal; 0,1 °C en caso de lectura con punto decimal (se puede seleccionar además, mediante los parámetros, una resolución respectivamente de 5 °C o de 0,5 °C)
- Precisión: más del 0,5% del final de escala
- Alimentación (según modelo): 220, 110, 24 Vca/cc $\pm 10\%$; 12 Vca/cc, $\pm 15\%$

EWPC 800

rel. 11/99 spa
termostato visualizado una salida

DESCRIPCIÓN GENERAL

El EWPC 800 forma parte de una serie de reguladores de acción ON/OFF con un sólo punto de intervención seleccionable. Una serie de parámetros de indicación alfanumérica permite configurar el aparato según su aplicación (ver programación parámetros).

MANDOS DEL FRONTAL

SET: al pulsar y soltar esta tecla obtenemos la visualización del Setpoint. Para variarlo utiliza las teclas "UP" o "DOWN". Si no toca el teclado durante más de 3 segundos se vuelve al funcionamiento normal.

UP: tecla para aumentar los valores. Se utiliza tanto para la variación del setpoint como para la de los parámetros. Manteniéndola apretada el valor aumenta más deprisa.

DOWN: tecla para la disminución de los valores. Se utiliza tanto para la variación del Setpoint como para la de los parámetros. Manteniéndola pulsada el valor disminuye más deprisa.

Led "ON": led asociado a la salida. Parpadea durante la visualización del setpoint y durante la fase de programación de parámetros.

PROGRAMACIÓN DE PARÁMETROS

La entrada en programación se obtiene pulsando la tecla de "SET" durante más de 4 segundos.

Aparecerá la primera sigla de parámetro y el led "ON" parpadea durante toda la fase de programación.

Para pasar a los otros parámetros pulse "UP" o "DOWN".

Para visualizar el valor del parámetro en

pantalla pulse "SET". Para variarlo mantenga pulsada la tecla de "SET" y utilice las teclas "UP" o "DOWN".

La memorización de los nuevos valores se produce automáticamente al salir de programación, lo que sucede si no se toca ninguna tecla durante algunos segundos.

DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS

d1: diferencial.

Diferencial de intervención del Setpoint. Se regula con valores positivos para aplicaciones en el sector de la "refrigeración" y con valores negativos para aplicaciones en el sector del "calor".

LS: Lower Set (Set Mínima).

Valor mínimo admitido para el Setpoint. Normalmente regulado al valor mínimo que puede medir la sonda.

HS: Higher Set (Set Máxima).

Valor máximo admitido para el Setpoint. Normalmente regulado al valor máximo que puede medir la sonda.

od: output delay.

Tiempo de retardo para la activación del relé. Se utiliza para retardar las salidas en caso de ambientes con muchas interferencias a nivel eléctrico. Normalmente regulado a "0".

CAL: CALibración.

Permite cambiar el valor leído por la sonda en caso de que el valor indicado fuese distinto de un valor de muestra conocido. Normalmente regulado a "0".

PSE: Probe SElectión.

Tipo de entrada (sólo modelos para Termopar).

Modelos para Tc: Fe = TcJ; Cr = TcK.

HC1: Heating / Cooling.

Modo de funcionamiento de la salida.

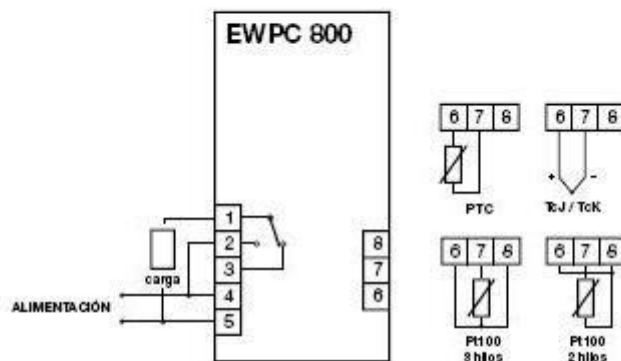


VALORES POR DEFECTO PARÁMETROS EN MODELOS STANDARD

Parámetro	Descripción	Campo	Valor defecto	Unidad
d1	diferential	min / max	1 (C) / -1 (H)	°C / °F
LS1	Lower Set 1	min / max	min	°C / °F
HS1	Higher Set 1	min / max	max	°C / °F
od	output delay	min / max	0	segundos
CAL	CALibration	min / max	0	°C / °F
PSE *	Probe SElection	Fe / Cr	Fe / Cr	opción
HC1	Heating / Cooling	H / C	H / C	opción
rP1	relay Protection	ro / rc	ro	opción
LF1	Led Function	di / in	di	opción
dP	decimal Point	on / oF	oF	opción
hdd	half digit display	n / y	n	opción
tAb	tAble of parameters	/	/	opción

* Sólo modelos para Termopar

CONEXIONES



H = calor;
C = frío.
rP1: relay Protection.
Determina la posición del relé en caso de sonda averiada.
ro = relé abierto;
rc = relé cerrado.
LF1: Led Function.
Indica si el led "ON" ha de encenderse o apagarse dependiendo si se activa o no la salida 1.
d1 = directa = led encendido con salida activa;
in = Inversa = led apagado con salida activa.
dP: decimal Point.
Permite obtener la visualización con o sin punto decimal.
oF = sin punto decimal;
on = con punto decimal.
NOTA: la habilitación del punto decimal comporta en todo caso la división x10 de los valores de todos los parámetros cuyo valor se expresa en grados, así como de los setpoint regulados; por tanto dichos valores deberán corregirse.
hdd: half digit display.
Permite seleccionar, para el dígito más a la derecha del display y sólo durante la lectura del valor de temperatura, una visualización normal (hdd = n) o únicamente de las cifras 0 y 5 (hdd = y); de este modo ob-

tendremos, en el segundo caso, una resolución de medio grado en caso de seleccionar Punto Decimal, o bien de 5 grados si seleccionamos lectura sin Punto Decimal.
tAb: table of parameters.
Índice de configuración de parámetros regulados en fábrica; no modificable por el usuario.

MONTAJE MECÁNICO

El aparato ha sido proyectado para su montaje sobre panel. Realice un agujero redondo de Ø 60 mm e introduzca el aparato fijándolo con la brida suministrada. El campo de temperatura ambiente admitido para un correcto funcionamiento está entre -5 y 65 °C. Evite además montar el aparato en lugares sujetos a alta humedad y/o suciedad. Haga de modo que quede alejada la zona cercana a las ranuras de enfriamiento del aparato.

CONEXIONES ELÉCTRICAS

El aparato posee una regleta de tornillos extraíble y polarizada para la conexión de cables eléctricos con una sección máxima de 2,5 mm². Compruebe que el voltaje de la alimentación corresponde al del aparato. La sonda, dependiendo del tipo, habrá

de conectarse siguiendo el esquema eléctrico que se halla en el aparato.
Es conveniente que el cable de la sonda se mantenga alejado de otros cables de potencia. Las salidas de relé se hallan libres de tensión y son independientes. No supere la corriente máxima permitida (8 Amp AC 250V). En caso de cargas mayores utilice un adecuado contactor externo.

INDICACIONES DE ERROR

El aparato visualiza dos mensajes de error: "- - -" en caso de sonda cortocircuitada, "EEE" en caso de sonda cortada o no conectada (este mensaje aparece también cuando se produce un caso de "over range" o de "under range", es decir cuando se superan los límites superior/inferior de visualización). Antes de cambiar la sonda compruebe como prevención las conexiones de la misma.

DATOS TÉCNICOS

Caja: plástico ABS autoextinguible.
Dimensiones: frontal 72x72 mm, parte posterior del aparato Ø 60 mm.
Profundidad: 98 mm.
Montaje: en panel sobre agujero Ø 61 mm, con brida de fijación.
Protección: frontal IP65.
Conexiones: sobre regleta atornillada para conductores ≤ 2'5 mm² (un solo conductor por borne).
Visualización: en el display con altura dígito de 12'5 mm.
Mandos: todos en el frontal.
Mantenimiento de datos: memoria no volátil (EEPROM).
Temperatura ambiente: -5...65 °C.
Temperatura de almacenamiento: -30...75 °C.
Salida principal: 1 salida para relé conmutado 8(3)A 250V AC.
Entradas (según modelo): PTC, Pt100, Tc (J, K).
Resolución: 1 °C en caso de lectura sin punto decimal; 0'1 °C en caso de lectura con punto decimal (se puede seleccionar además, mediante los parámetros, una resolución respectivamente de 5 °C o de 0'5 °C.
Precisión: más del 0'5% del final de escala.
Alimentación (según modelo): 220, 110, 24 Vca/cc ±10%, 50/60 Hz; 12 Vca/cc, ±15%.

Siebe Climate Controls Italia S.p.A.
via dell'Artiglianato, 65
Zona Industriale
32010 Fieve d'Alpago (BL)
Italy

Telephone +39 0437 986111
Facsimile +39 0437 986066

An Invensys company

Anexo B.6 Sensor EWTR 910

EWTR/HR/PR 910 rel. 12/96 spa regulador con 1 punto Intervención 72x72

QUÉ ES

El EWTR 910 forma parte de una serie de reguladores con acción ON/OFF o PID, y con un punto de intervención seleccionable. Son tres las versiones disponibles: EWTR 910 para Temperatura, EWHR 910 para Humedad Relativa y EWPR 910 para Presión.

CÓMO ESTÁ HECHO

- Dimensiones: frontal 72x72 mm, profundidad 102 mm
- Montaje: sobre cuadro, fijación mediante bridas; agujero 67x67 mm
- Conexiones: regleta para conductores $\leq 2'5 \text{ mm}^2$ (un sólo conductor por borne), desconectable
- Visualización: display con altura dígito 12'5 mm
- Mandos: todos en el frontal
- Salidas principales: 1 salida de relé conmutado 8(3)A 250V AC o estáticas (SSR) 0/12 Vcc/40 mA
- Salida analógica programable (opcional): 4...20 mA ó 0...5 V, según modelo
- Salida auxiliar: 12 Vcc/60 mA correspondientes al borne 10 (para la alimentación de sondas de temperatura o similares)
- Entradas (según modelo): PTC / RTD (NI100, PT100) / Tc (J, K) / corriente (4...20 mA; RI = 41 Ω) para EWTR 910; EWH8 28/31 para EWHR 910; EWPA 007/030 para EWPR 910
- Resolución: 1 °C en caso de lectura sin punto decimal; 0'1 °C en caso de lectura con punto decimal (se puede seleccionar además una resolución respectivamente de 5 °C o de 0'5 °C)
- Precisión: mejor del 0'5% del final de escala
- Alimentación (según modelo): 220, 110, 24 Vca $\pm 10\%$, 50/60 Hz; 12 Vca/cc $\pm 15\%$. Otras bajo pedido

DESCRIPCIÓN GENERAL

El EWTR 910 forma parte de una serie de reguladores con acción ON/OFF o PID, y con un punto de intervención seleccionable.

Una serie de parámetros (funciones) de indicación alfanumérica permite configurar el aparato dependiendo de su aplicación (ver programación de parámetros).

Son tres las versiones disponibles: EWTR 910 para Temperatura, EWHR 910 para Humedad Relativa y EWPR 910 para Presión.

MANDOS EN EL FRONTAL

SET: al pulsar esta tecla aparece en el display el Setpoint. Para regular el valor del mismo mantenga pulsada esta tecla y a continuación las teclas "ARRIBA" o "ABAJO". En caso de haber seleccionado, con los parámetros, una visualización continua del valor de Setpoint (ver parámetro "dro"), cada vez que se pulsen las teclas "ARRIBA" o "ABAJO" variará automáticamente el valor del Setpoint; y al pulsar la tecla "SET" se visualizará el valor de temperatura leído por la sonda.

ARRIBA (UP): tecla para el incremento de valores. Se utiliza para la variación del setpoint y para cambiar de parámetro. Si la mantenemos pulsada los valores aumentan con mayor rapidez.

ABAJO (DOWN): como la anterior, pero en este caso sirve para disminuir los valores.

PRG: tecla de entrada en programación. La entrada en programación se activa si pulsamos esta tecla junto con la tecla escondida (situada bajo la tecla "PRG") y con la tecla "SET", al mismo tiempo y en este

orden.

Led "OUTPUT": led asociado al estado de la salida 1.

Led "SV" (valor de set): indica la visualización del Setpoint; permanece encendido en caso de haber seleccionado, con los parámetros, la visualización continua del valor de Setpoint (ver parám. "dro").

PROGRAMACIÓN DE PARÁMETROS

Se entra en programación pulsando la tecla "PRG" y la tecla escondida (situada bajo la tecla "PRG"), más la tecla "SET", al mismo tiempo y en este orden.

Aparece la primera etiqueta de parámetro y el led "OUT" parpadea durante toda la fase de programación. Para pasar a otros parámetros pulse "ARRIBA" o "ABAJO". Para visualizar el valor del parámetro que aparece en el display pulse "SET". Para variarlo mantenga pulsada la tecla "SET" y utilice las teclas "ARRIBA" o "ABAJO". Se sale de la fase de programación pulsando la tecla "PRG" más la tecla oculta.

DESCRIPCIÓN PARÁMETROS

La lista de los parámetros indicada es la lista completa; dependiendo de la versión del aparato (por ej. ON/OFF o PID) y de la versión del aparato (por ej. entrada en corriente o RTD) obtendremos visualización y acceso sólo a los parámetros correspondientes a dicho aparato.

dt: diferencial 1.

Diferencial de intervención Setpoint 1.

Puede regularse con valores positivos (funcionamiento frío, deshumidificación o directo) o negativos (funcionamiento calor, humidificación o inverso). Ver parámetro "HC-1".



VALORES POR DEFECTO PARÁMETROS EN MODELOS STANDARD				
Parámetro	Descripción	Campo	Valor defecto	Unidad
dI	differential set 1	min / max	1 (C) / -1 (H)	varios
LS1	Lower Set limit 1	min / max	min	varios
HS1	Higher Set limit 1	min / max	max	varios
Pb*	Proportional band	0,1 (I) / max	100	varios
It*	Integral time	0 / 999	500	segundos
dt*	derivative time	0 / 999	30	segundos
Sr*	Sampling rate	1 / 10	1	segundos
rSt*	manual reSet	min / max	0	varios
Ar*	Anti reset	0 / max	100	varios
Ct*	Cycle time	1 / 500	30	segundos
od	output delay	min / max	0	segundos
Lci	Low current input	min / max	min	varios
Hci	High current input	min / max	max	varios
LAO**	Low Analog Output	min / max	min	varios
HAO**	High Analog Output	min / max	max	varios
CAL	CALibration	min / max	0	varios
PSE	Probe SElection	NI / Pt / Fe / Cr	/	/
ACF**	Analog Output Function	ro / Er	ro	opción
HC1	Heating / Cooling out 1	H / C	/	opción
rP1	relay Protection 1	ro / rc	ro	opción
LF1	Led Function 1	di / in	di	opción
dP	decimal Point	on / dF	dF	opción
dro	display read-out	S / P	P	opción
ACG**	Analog Output Security	Ao / AF	AF	opción
hdd	half digit display	n / y	n	opción
tAb	tAble of parameters	/	/	/

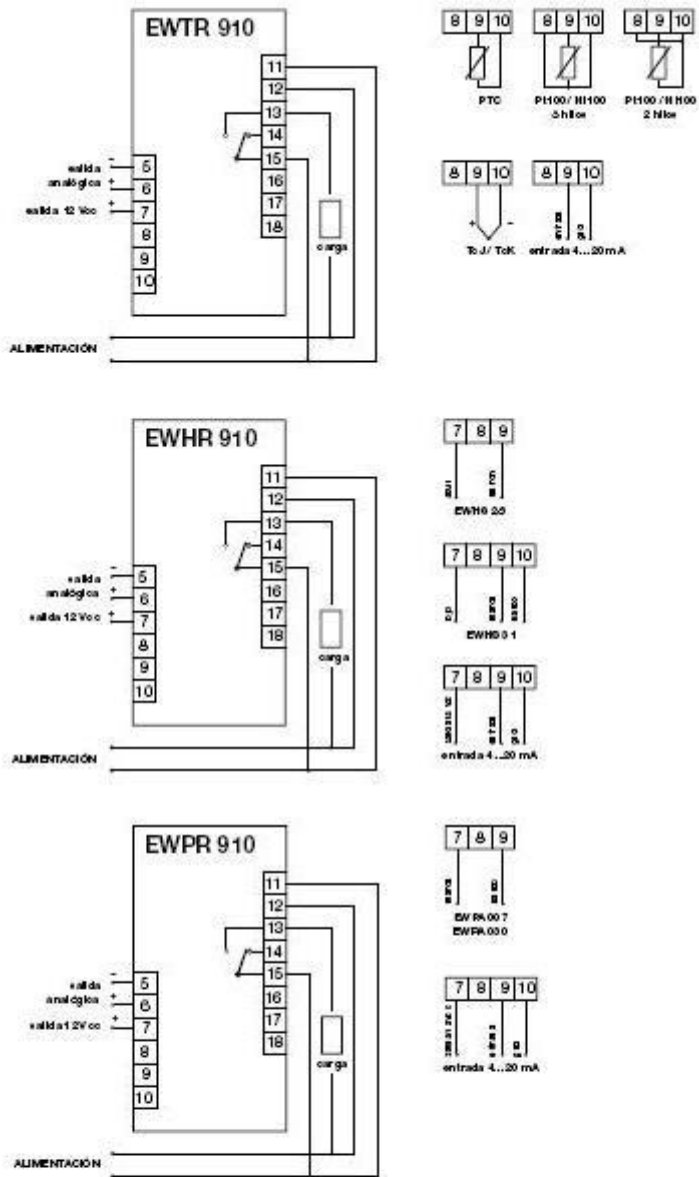
*Parámetros visibles sólo para modelos especiales con funcionamiento proporcional (PID).
**Parámetros visibles sólo para modelos especiales con salida analógica.

LS1: Lower Set 1.
Valor mínimo atribuible al Setpoint 1.
Normalmente regulado al valor mínimo que puede regular la sonda.
HS1: Higher Set 1.
Valor máximo atribuible al Setpoint 1.
Normalmente regulado al valor máximo que puede regular la sonda.
Pb: Proportional band.
Banda proporcional; es la banda, simétrica respecto al setpoint 1, dentro de la cual el regulador actuará con acción proporcional; su valor se expresa en grados. Ver sección "FUNCIONAMIENTO PROPORCIONAL".
It: Integral time.
Tiempo Integral; se expresa en segundos. A un tiempo Integral elevado corresponde una acción Integral "débil", mientras que a un tiempo Integral breve corresponde una acción Integral "fuerte". Una regulación a "0" anula la acción Integrativa, activando de este modo un control del tipo PD (y no PID) para la salida 1. Ver sección "FUNCIONAMIENTO PROPORCIONAL".
dt: derivative time.
Tiempo derivativo; se expresa en segundos. La eficacia de la acción derivativa aumenta proporcionalmente con el tiempo derivativo. Ver sección "FUNCIONAMIE-

TO PROPORCIONAL".
Sr: Sampling rate.
Tiempo entre dos lecturas sucesivas para el cálculo de la derivada; a valores menores corresponde una mayor velocidad de respuesta y una mayor exposición a las interferencias. Valor es aconsejados: 1... 3.
rSt: manual reSet.
Permite desptazar la banda, normalmente simétrica respecto al Setpoint, en una cierta cantidad, hacia arriba o hacia bajo, para reducir el posible error existente con el aparato en funcionamiento. Dicho parámetro, expresado en grados, habrá de ser regulado a un valor igual y opuesto al error detectado.
Ar: Anti reset wind-up band.
Es la semibanda, simétrica respecto al set, dentro de la cual se activa la acción Integral. A valores mayores corresponde una mayor inestabilidad de la acción Integral. Valor inicial aconsejado: la mitad del valor del parámetro "Pb".
Ct: Cycle time.
Tiempo de ciclo; expresado en segundos. Es el tiempo mínimo entre dos activaciones seguidas del relé, una vez que ha comenzado la acción proporcional. Ver sección "FUNCIONAMIENTO PROPORCIONAL".

od: ouput delay.
Tiempo de retardo para la activación del relé (activo sólo para la salida 2 en caso de seleccionar control PID, o para ambas salidas en caso de control ON-OFF). Se utiliza para retardar las salidas en caso de entornos con muchas Interferencias a nivel eléctrico. Normalmente regulado a "0".
Lci: Low current Input.
Valor que se visualiza para la entrada 4 mA (sólo para modelos con entrada de corriente).
Hci: High current Input.
Valor que se visualiza para la entrada 20 mA (sólo para modelos con entrada de corriente).
LAO: Low Analog Output.
Limite inferior salida analógica (sólo para modelos especiales; ver parámetro "AOF").
HAO: High Analog Output.
Limite superior salida analógica (sólo para modelos especiales; ver parámetro "AOF").
CAL: CALibration.
Permite realizar una recalibración del aparato en caso de que el valor indicado resulte distinto de un valor tomado como muestra. Normalmente regulado a "0".
PSE: Probe SElection.
Selecciona el tipo de sonda (sólo para modelos con Termo-resistencias o Termopar). Modelos para RTD (Termo-resistencia): NI = Ni100; Pt = Pt100.
Modelos para Tc: Fe = TcJ; Cr = TcK.
AOF: Analog Output Function.
Modo de funcionamiento de la salida analógica (sólo para modelos especiales; ver parámetros "LAO" y "HAO").
ro = salida proporcional a la lectura de la sonda, en el campo fijado por los parámetros "LAO" y "HAO".
Er (Error) = salida proporcional al error entre el setpoint y el valor leído por la sonda, dentro de los valores de error especificados por los parámetros "LAO" y "HAO".
HC1: Heating / Cooling 1.
Modo de funcionamiento de la salida 1.
H = calor; C = frío.
rP1: relay Protection 1.
Determina la posición del relé en caso de sonda averiada.
ro = relé abierto; rc = relé cerrado.
Normalmente regulado en "ro".
LF1: Led Function 1.
Indica si el led "OUT 1" ha de estar encendido o apagado con la salida 1 activa. Normalmente regulado en "di".
di = directa = led encendido con salida activa;
in = inversa = led apagado con salida activa.
dP: decimal Point.
Punto decimal; permite seleccionar una visualización con o sin punto decimal. Normalmente regulado en "dF".
dF = sin punto decimal;
on = con punto decimal.
NOTA: (a) en los modelos con entrada para tensión o corriente el punto decimal

CONEXIONES



es sólo un elemento de separación visual; para obtener el valor correcto hay que multiplicar x10 el valor de los parámetros "Lcd" y "Hcd"; (b) la habilitación del punto decimal significa que tendremos que dividir por 10 los valores de todos los parámetros cuyo valor se expresa en grados, así como de los setpoint regulados; todos deberán de ser corregidos; (c) las versiones para termopar no permiten seleccionar una visualización con punto decimal.
dno: display read-out.
Tipo de visualización del display.
P (Valor Proceso) = visualiza el valor leído por la sonda.
S (Valor del setpoint) = visualiza el valor del Setpoint (ver también sección "Mandos del

frontal").
AOS: Analog Output Security.
Protección salida analógica (sólo para modelos especiales) en caso de sonda averiada.
Ao = salida analógica ON (100%) en caso de sonda averiada;
AF = salida analógica OFF (0%) en caso de sonda averiada.
hdd: half digit display.
Permite seleccionar, para el dígito de la derecha del display y durante la lectura del valor de proceso, una visualización normal (hdd=n) o sólo de los números 0 y 5 (hdd=y); en este segundo caso se obtiene una resolución de medio grado en caso de haber seleccionado Punto Decimal o de 5

grados en caso de seleccionar lectura sin Punto Decimal.

Tab: Table of parameters.
Índice de configuración de parámetros regulados en fábrica; no modificable.

FUNCIONAMIENTO PROPORCIONAL

Si los valores de los parámetros correspondientes al control PID regulados en fábrica no resultan ser los mejores para un determinado proceso a regular, pueden modificarse del siguiente modo:

- seleccione un valor de setpoint 1 con un valor tal que oscilaciones de temperatura en torno al mismo no dañen la instalación (10% menos respecto a la temperatura normal de trabajo);
- regule un valor de histéresis (parámetro "d1") igual al 3% del valor del setpoint 1;
- ponga en marcha el proceso en frío y espere a que la temperatura trabaje con oscilaciones constantes;
- compruebe la temperatura del proceso (si es posible con un registrador) anotando su valor a intervalos regulares. De este modo podremos sacar el tiempo entre dos valores máximos seguidos (Tu) y la variación máxima de temperatura (dT). Los valores de "Pb", "I", "dt", "Ct" se obtendrán del siguiente modo:
 $Pb = 2xdT$; $I = Tu/2$; $dt = Tu/8$; $Ct = Tu/20$. Se pueden hacer ajustes sobre estos valores experimentalmente, pero teniendo en cuenta que:

- la "Acción Proporcional" es aquella por la que la activación de la salida es proporcional a la desviación entre el setpoint y el valor leído;
- la "Acción Derivativa" es aquella por la cual la acción sobre la salida se halla ligada a la velocidad de variación de la desviación;
- la "Acción Integral" produce una activación proporcional a la integral en el tiempo de desviación.

De ello se deduce que:

- un aumento del ancho de la banda proporcional reduce las oscilaciones pero aumenta la desviación;
- una excesiva disminución del valor de la banda proporcional reduce la desviación pero conlleva una mayor inestabilidad del sistema;
- el aumento de la acción derivativa, causado por el aumento del tiempo derivativo, reduce las oscilaciones y evita que se produzcan oscilaciones hasta llegar a un cierto valor crítico, a partir del cual aumenta la desviación y se producen oscilaciones prolongadas;
- el aumento de la acción integral (obtenido con una disminución del tiempo integral) tiende a anular la desviación entre el valor de funcionamiento y el valor deseado;
- y, en general, a una Acción Integral débil le corresponde una persistencia en la desviación entre valor leído y valor seleccionado (lo que se evita reduciendo la banda proporcional y aumentando primero la

acción derivativa, y luego la integral hasta reducir las oscilaciones y la desviación del funcionamiento).

MONTAJE MECÁNICO

El aparato se ha proyectado para su montaje sobre panel. Realice un agujero de 67x67 mm e introduzca el aparato fijándolo mediante las bridas de sujeción suministradas.

El campo de temperatura ambiente para un correcto funcionamiento del aparato se halla comprendido entre -5 y 65 °C. Evite montarlo en lugares que se hallen expuestos a altas humedades y/o suciedad. Deje alredea la zona próxima a las ranuras de enfriamiento del aparato.

CONEXIONES ELÉCTRICAS

El aparato posee dos regletas de tornillo desconectables para un cómodo y fácil cableado, incluso con el aparato sin sujetar.

Compruebe que el voltaje de la alimentación corresponde al del aparato; la parte electrónica soporta en todo caso variaciones en la tensión de alimentación de un $\pm 15\%$.

Separe los cables de conexión de las entradas de los cables de alimentación, de las salidas y de las conexiones de potencia.

Las salidas de relé están libres de tensión y son independientes. No supere la corriente máxima admitida 8(3)A AC 250V.

En caso de cargas superiores utilice un contactor de la potencia adecuada.

MENSAJES DE ERROR

El aparato visualiza dos mensajes de error: "—" en caso de cortocircuito en la sonda y "EEE" en caso de sonda cortada o no conectada (este último mensaje aparece también cuando se produce un estado de "over range" o "under range", es decir, cuando se superan por arriba o por abajo los límites de visualización).

Antes de cambiar la sonda compruebe las conexiones de la misma.

DATOS TÉCNICOS

Caja: plástico ABS autoextinguible.

Dimensiones: frontal 72x72 mm, profundidad 102 mm.

Montaje: sobre cuadro, fijación mediante bridas; agujero 67x67 mm.

Conexiones: regleta para conductores ≤ 2.5 mm² (un solo conductor por borne), desconectable.

Visualización: display con altura dígito 12.5 mm.

Mandos: todos en el frontal

Mantenimiento de datos: memoria no volátil (EEPROM).

Temperatura ambiente: $-5 \dots 65$ °C.

Temperatura de almacenamiento: $-30 \dots 75$ °C.

Salidas principales: 1 salida de relé conmutado 8(3)A 250V AC o estática (SSR) 0/12 Vcc/40 mA.

Salida analógica programable (opcional): 4...20 mA ó 0...5V, según modelo.

Salida auxiliar: 12 Vcc/60 mA correspondientes al borne 10 (para alimentación de sondas).

Entradas (según modelo): PTC / RTD (NI100, PT100) / Tc (J, K) / corriente (4...20 mA; $R_I = 41 \Omega$) para EWTR 910; EWHS 28/31 para EWHR 910; EWPA 007/030 para EWPR 910.

Resolución: 1 °C en caso de lectura sin punto decimal; 0.1 °C en caso de lectura con punto decimal (se puede seleccionar además una resolución respectivamente de 5 °C o de 0.5 °C).

Precisión: mejor del 0.5% del final de escala.

Alimentación (según modelo): 12 Vca/cc $\pm 15\%$, 220, 110, 24 Vca $\pm 10\%$, 50/60 Hz.

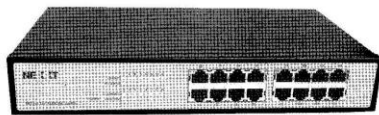
Eliwell

Via dell'Artiglianato, 65
Zona Industriale
32010 Pieve d'Alpago (BL)
Italy

Telephone +39 (0)437 966111

Facsimile +39 (0)437 969066

Anexo B.7 Switch



16 Ports Nway switch

User's manual

Switch Nway de 16 puertos— Manual de usuario

Si cualquiera de estas piezas falta o está dañada, por favor contacte a su distribuidor de inmediato, si es posible, conserve la caja incluyendo el material del paquete original y úsela para colocar nuevamente el producto en el paquete en caso de que se vea en la necesidad de devolvernos el producto para su reparación.

■ Introducción

El Switch Ethernet de 16 puertos está diseñado para permitir la transmisión simultánea de múltiples paquetes a través de un canal de datos interno de alta velocidad. Esto significa que éste puede dividir una red de manera más eficiente que los puentes o los ruteadores en la mayor parte de los entornos. Este Switch Ethernet de 16 puertos es un Switch de red muy confiable y es el dispositivo ideal para conectar Ethernet a los grupos de trabajo de Fast Ethernet o a las redes. Simple y rentable, el Switch Ethernet de 16 puertos soporta IEEE802.3 10Base-T Ethernet y IEEE802.3u 100Base-TX Fast Ethernet. Por lo tanto el Switch de 16 puertos está siendo reconocido como uno de los componentes más importantes para la tecnología de redes del mundo actual.

El panel delantero del Switch Ethernet 16 puertos proporciona indicadores luminosos para identificar fácilmente el estado de la operación del Switch y para solucionar problemas. Estos indicadores luminosos muestran el estado de encendido/apagado para el sistema y vinculan el estado de velocidad, colisión, duplex y de recepción para cada puerto.

Con un Switch Ethernet de 16 puertos, diseñado específicamente para conectar dispositivos de grupos de trabajo y computadoras, las compañías ya no tienen que invertir en switches costosos y poco flexibles orientados fundamentalmente a las implementaciones principales. A su vez, las compañías pueden implementar un Switch escalable y asequible que aumente el ancho de banda agregado de la red, aumentando el rendimiento para los grupos de trabajo que más lo necesitan.

Spanish-2

Switch Nway de 16 puertos— Manual de usuario

Switch Nway de 16 puertos— Manual de usuario

■ Dispositivo FCC Clase A

Este equipo genera y utiliza energía de radiofrecuencia. Si no es instalado y usado adecuadamente en estricta conformidad con las indicaciones del fabricante, puede causar interferencia en la recepción de la radio y la televisión. Ha sido probado y se encontró que cumple las especificaciones de la sub-parte J de la Parte 15 de las Reglas FCC, las cuales están diseñadas para proporcionar una protección razonable en contra de esa interferencia en una instalación residencial. No existe ninguna garantía de que la interferencia no ocurrirá en una instalación particular. Si este equipo causa interferencia en la recepción de la radio o la televisión, la cual se puede determinar al encender o apagar el equipo, se recomienda al usuario que trate de corregir la interferencia mediante una o varias de las siguientes acciones:

- Reoriente la antena receptora
- Reubique el dispositivo de cómputo con relación al receptor
- Aleje la computadora del dispositivo
- Conecte la computadora en una toma de corriente diferente para que la computadora y el receptor estén en circuitos eléctricos diferentes.

Si es necesario el usuario debe consultar al distribuidor o a un técnico con experiencia en aparatos de radio y televisión para recibir más sugerencias. La información en este manual está sujeta a cambios sin previo aviso. Todos los nombres de las marcas son marcas registradas de sus respectivas compañías.

■ Lista de verificación

Revise el contenido de su paquete para las siguientes partes:

- Switch NWAY de 16 puertos 10/100M
- Cable de alimentación y accesorio
- Manual de usuario
- 19 soportes para montaje

Spanish-1

Switch Nway de 16 puertos— Manual de usuario

■ Características y especificaciones

Características

- Cumple con los estándares IEEE802.3 10Base-T Ethernet y IEEE802.3u 100Base-TX Fast Ethernet
- Switch Ethernet de negociación automática de 16 puertos 10/100Mbps TX
- Capacidad Duplex/Semiduplex en cada puerto TX
- Soporta la función Auto-MDIX interfaz TP para intercambios automáticos TX/RX
- Fuente automática de direcciones MAC Learnig and Aging
- Soporta hasta un total de 4096 direcciones MAC
- Soporta buffers de hasta 2Mbit
- Soporta la arquitectura Store & Forward y realiza reenvíos y filtraciones.
- Función de filtro Broadcast Storming
- Control de flujo IEEE802.3x para operación Duplex
- Función Back Pressure para operación Semiduplex
- Runt y CRC filtering eliminan paquetes erróneos para optimizar el ancho de banda de la red
- Soporta el manejo de paquetes de hasta 1522 bytes
- Indicadores luminosos para un fácil diagnóstico y operación
- Fuente de alimentación interna
- Conecte y opere

Especificaciones

- Estándares:
 - IEEE802.3 10Base-T Ethernet
 - IEEE802.3u 100Base-TX Fast Ethernet
- Medios de la red:
 - 100Base-TX – Cable UTP/STP categoría 5
 - 10Base-T – Cable UTP/STP categoría 3 ó 5
- Conector: STP puerto RJ-45 para 10/100Mbps TX
- Indicadores luminosos:
 - Sistema- Indicador de encendido/apagado.
 - Puerto individual – indicadores de conexión/actividad y velocidad
- Dimensiones: 280mm(Largo) x 170mm(Ancho) x 44mm(Altura)

Spanish-3

Switch Nway de 16 puertos— Manual de usuario

- **Temperatura:**
Operación — 0°C a 50°C
Almacenamiento — -20°C a 70°C
- **Humedad:**
Operación — 10% a 90% RH
Almacenamiento — 5% a 90% RH
- **Requerimiento de potencia de entrada:** 100 - 240VAC, 50 - 60Hz, detección automática
- **Registros:** FCC Parte 15 Clase A, CE

■ **Descripción del Hardware**

Esta sección describe las características del hardware de la conmutación Ethernet de los 16 puertos. Para un fácil manejo y control del Switch, familiarícese con los indicadores de la pantalla y puertos. Las ilustraciones del panel delantero en este capítulo muestran los indicadores luminosos de la unidad. Antes de conectar cualquier dispositivo de red al Switch, lea atentamente este capítulo.

■ **Panel delantero**

La unidad del panel delantero proporciona una interfaz simple que monitorea al Switch. Ésta incluye un indicador de encendido para cada puerto.



Figura del panel delantero del SWITCH NWAY de 16 puertos

■ **Indicadores luminosos:**

Función del indicador luminoso	Color	Descripción
PWR	Verde	Iluminado: Encendido
LNK/ACT	Verde	Iluminado: Indica que el adaptador está conectado al Switch

Spanish-4

Switch Nway de 16 puertos— Manual de usuario

Cable Data-Grade. Aunque un cable de categoría 3 ó 4 al principio puede funcionar, pronto causará la pérdida de los datos. Todo tipo de dispositivo de red compatible con IEEE802.3 (Hub, Switch, computadora) se puede conectar al Switch usando cables directos o cruzados debido a la función Auto-MDIX del Switch.

■ **Solución de problemas de hardware**

Este capítulo contiene información para ayudarlo a solucionar problemas. Si el Switch de 16 puertos no está funcionando adecuadamente, asegúrese de que el Switch de 16 puertos se haya configurado de acuerdo con las instrucciones del manual.

■ **El indicador luminoso de Encendido no está iluminado**

Solución:

- Revise si el cable de alimentación de corriente alterna está conectado correctamente. Trate de desconectar y conectar el cable de alimentación a la LAN del Switch o intente con otro cable de alimentación.
- Revise si la fuente de poder de corriente alterna está en buenas condiciones.

■ **El indicador luminoso de la Conexión no está iluminado**

Solución:

- Asegúrese de que la configuración del Switch sea consistente con el dispositivo de conexión
- Revise las conexiones del cable.
- Asegúrese de que la distancia del cable entre el Switch de 16 puertos y el otro dispositivo de red compatible con IEEE802.3 no exceda los 100 metros.

■ **Tiene un mal desempeño**

Solución:

- Revise el estado duplex de la conmutación Ethernet. Si la conmutación Ethernet está establecida en duplex y el asociado está establecido en semiduplex, entonces el desempeño será deficiente.

Spanish-6

Switch Nway de 16 puertos— Manual de usuario

		Intermitente: Indica el ingreso o salida de datos del puerto
10/100	Verde	Iluminado: 100Mbps No iluminado: 10Mbps

■ **Panel posterior**

El panel posterior del Switch Ethernet de 16 puertos indica una toma de corriente alterna, la cual acepta una potencia de entrada de 100-240VAC 50-60Hz.



Figura del panel posterior del SWITCH NWAY de 16 puertos

■ **Instalación del Hardware**

Coloque el Switch de 16 puertos en una superficie plana. Conecte el enchufe del cable de alimentación a la toma de corriente alterna del Switch de 16 puertos. Conecte otro dispositivo de red compatible con IEEE802.3 (Hub, Switch, computadora) a un puerto del Switch de 16 puertos usando un cable UTP/STP categoría 3/4/5. Conecte otro dispositivo de red compatible con IEEE802.3 (Hub, Switch, computadora) a otro puerto del Switch de 16 puertos siguiendo el mismo proceso descrito en el Paso 3.

■ **Aviso**

La distancia del cable entre el Switch de 16 puertos y otro dispositivo de red compatible con IEEE802.3 no debe ser mayor a los 100 metros. Asegúrese de que la conexión sea la correcta. Se puede usar un cable de categoría 3/4/5 en operación de 10 Mbps. Para operar de manera confiable su red a 100Mbps, usted debe usar un cable No blindado/Blindado de par trenzado (UTP/STP) categoría 5, o aún mejor un

Spanish-5

Switch Nway de 16 puertos— Manual de usuario

- Asegúrese de que el cable entre el switch y el otro dispositivo de red compatible con IEEE802.3 sea UTP categoría 5 en una operación de 100Mbps.

■ **Algunas estaciones no pueden comunicarse con otras estaciones ubicadas en el otro puerto**

Solución:

- Revise el estado del indicador luminoso de la conexión para asegurarse de que la conexión es correcta.
- Asegúrese de que la configuración de red de la estación de trabajo es correcta, si es necesario modifique la configuración de la red de la estación de trabajo.
- Por favor reinicie el Switch si es necesario.



Spanish-7

Anexo B.8 Hoja de Control Temperatura de Cámaras

Tabla B.8 Hoja de Control Temperatura Cámaras

		Temperatura de Cámaras									Código
		Planta Proceso San Rafael									Emisión:
											Fecha de aprobación:

Días	Mes	Año	Responsable: _____								
			Verificado por: _____								

Hora	Pre-cámara Max 6°C	Enfriador 0 a 1.5 °C	Túnel 1 Max -15°C	Túnel 2 Max: -15 °C	Túnel 3 Max: -15 °C	Cámara de almacén fresco -2 a 2 °C	Almacén Fresco Humedad Relativa min 98%	Cámara de Mantenimiento de congelado -15 a -10 °C	Despacho fresco Max 10°C	Despacho Congelado Max 10°C	Sala de proceso Max 10°C
6:00 AM											
8:00 AM											
10:00 AM											
12:00 PM											
2:00 PM											
4:00 PM											
6:00 PM											
8:00 PM											
10:00 PM											
12:00 AM											
2:00 AM											
4:00 AM											

No conformidad		
Área	Hora	Causa

Anexo B.9 Hoja de Control de Compresores

Tabla B.9 Hoja de Control Temperatura Cámaras

CONTROL DIARIO DEL EQUIPO DE REFRIGERACION																								Fecha:												
Hora	COMPRESOR 1 RWB II						COMPRESOR 2 RWB II						COMPRESOR 3 RWB II						BOOSTER 1 RDB 100			BOOSTER 2 RDB 100			BOOSTER 3 RDB 100											
	P. Succión	P. Descarga	P. Aceite	T. Aceite	% FLA	Slide Valve Pos	Volume Ratio	P. Succión	P. Descarga	P. Aceite	T. Aceite	% FLA	Slide Valve Pos	Volume Ratio	P. Succión	P. Descarga	P. Aceite	T. Aceite	% FLA	Slide Valve Pos	Volume Ratio	P. Succión	P. Descarga	P. Aceite	T. Aceite	P. Succión	P. Descarga	P. Aceite	T. Aceite	P. Succión	P. Descarga	P. Aceite	T. Aceite			
6 AM																																				
8 AM																																				
10 AM																																				
12 PM																																				
2 PM																																				
4 PM																																				
6 PM																																				
8 PM																																				
10 PM																																				
12 AM																																				
2 AM																																				
4 AM																																				