



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y
MONITOREO PARA LA CLIMATIZACIÓN DE LA CORBETA “LOS RIOS”**

Examen Complexivo, Componente Práctico

Informe Profesional

Previa la obtención del título de:

MAGISTER EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

INDUSTRIAL

Autor: Ing. Carlos Moscoso Coello

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO 2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado fuerza y salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre por el esfuerzo y apoyo incondicional que me ha brindado en todo momento, confianza, cariño y eterno sacrificio y dedicación. Gracias por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero por sobre todo, por su amor.

Carlos Moscoso Coello

DEDICATORIA

A Dios por permitirme tener a mi madre conmigo y a quien le debo mi formación; a toda mi familia en general, quienes siempre creyeron en mí, y a todos aquellos que de una forma contribuyeron en la culminación de la misma.

Carlos Moscoso Coello

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



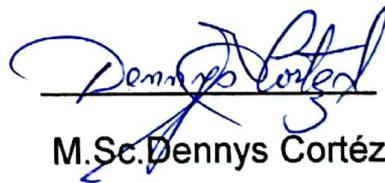
M.Sc. Sara Rios

Presidente



Dr. Wilton Agila.

Vocal Tribunal



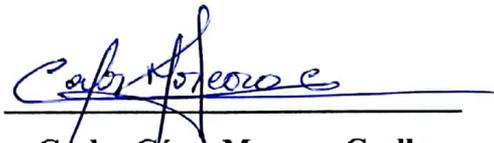
M.Sc. Dennys Cortéz

Vocal Tribunal

DECLARACIÓN EXPRESA.

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Guayaquil, Agosto 27 del 2015



Carlos César Moscoso Coello
C.I. # 0909446114

RESUMEN

La Armada del Ecuador está realizando la modernización de sus unidades y con esto emigrando a nuevas tecnologías para obtener un alto grado de eficiencia en las diferentes tareas que se ejecutan en el mar territorial. El mantenimiento del sistema de climatización de la Corbeta “LOS RIOS” estaba presentando continuas fallas en sus diferentes componentes que eran solucionadas por el personal técnico, sin embargo al poco tiempo se volvían a presentar las fallas, lo que se hacía difícil de solucionar debido a que los repuestos estaban descontinuados, ya que el sistema tiene más de treinta años en servicio, por tal motivo perdió confiabilidad en cuanto a que no contaba con un sistema de control que permita tener un ambiente adecuado en las diferentes áreas del buque, poniendo en riesgo a equipos electrónicos que necesitan de un ambiente adecuado de temperatura. La Armada del Ecuador ha buscado una alternativa para cambiar el sistema antiguo por uno que incluya herramientas de automatización de procesos, para tener un eficiente control y de fácil mantenimiento.

La Climatización en el interior de Corbeta es muy importante ya que permite que el personal realice sus trabajos en forma confortable y que los equipos electrónicos funcionen correctamente y perduren en el tiempo, ahorrando los costos de mantenimiento y/o adquisición de repuestos.

El sistema está compuesto por equipos de la línea Siemens tanto a nivel de controladores como de instrumentación; los sensores y actuadores llegan a dispositivos de periferia descentralizada que se encuentran ubicado en diferentes partes del buque y que se comunican mediante una red Profibus DP a un controlador Maestro ubicado en la sala de aire acondicionado, y la información es enviada a través de Ethernet para ser monitoreado desde la Central de Propulsión.

Para el sistema SCADA se utilizó el software de Wonderware Intouch en su versión 2009.

Una vez implementado el nuevo diseño, se pudo tener un mejor control de la temperatura en el interior del buque, monitoreando los parámetros del sistema y generando un reporte de los diferentes valores de temperaturas que hay en buque.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| ÍNDICE DE FIGURAS | IX |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | IX |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1. METODOLOGIA..... | 3 |
| 1.1 Técnicas de recolección de datos..... | 3 |
| 1.2 Solución tecnológica | 3 |
| 1.2.1 Primera etapa, diseño de sistema de control..... | 4 |
| 1.2.2 Adquisición de equipos y tableros de control..... | 10 |
| 1.2.3 Adecuación de las áreas e instalación de tableros. | 11 |
| 1.2.4 Cableado de tableros e instrumentación | 12 |
| 1.2.5 Programación del sistema de control y sistema de supervisión y monitoreo | 12 |
| 1.2.6 Comunicación industrial entre controladores de periferia, PLC, y sistema de monitoreo..... | 13 |
| 2. RESULTADOS OBTENIDOS..... | 15 |
| 2.1. Resultados y prueba final del sistema de climatización | 15 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 18 |
| BIBLIOGRAFÍA | 20 |
| ANEXOS..... | 21 |
| ANEXO 1: DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DEL AIRE CLIMATIZADO EN LA UNIDAD | 22 |
| ANEXO 1: DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DEL AIRE CLIMATIZADO EN LA UNIDAD | 23 |
| ANEXO 1: DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DEL AIRE CLIMATIZADO EN LA UNIDAD | 24 |
| ANEXO 1: DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DEL AIRE CLIMATIZADO EN LA UNIDAD | 25 |
| ANEXO 2: DIAGRAMA DE BLOQUE DE LOS COMPONENTES QUE ESTAN CONECTADOS A LAS UNIDADES REMOTAS..... | 26 |
| ANEXO 2: DIAGRAMA DE BLOQUE DE LOS COMPONENTES QUE ESTAN CONECTADOS A LAS UNIDADES REMOTAS..... | 27 |
| ANEXO 3: RED DE COMUNICACION DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN | 28 |
| ANEXO 3: RED DE COMUNICACION DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN | 29 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación de partidores y Unidades Remotas..... | 08 |
| Figura 2. Instrumentación adquirida..... | 10 |
| Figura 3. Tableros y equipos de control adquiridos..... | 10 |
| Figura 4. Adecuaciones iniciales..... | 11 |
| Figura 5. Adecuaciones finales..... | 11 |
| Figura 6. Cableado interno e instrumentación..... | 12 |
| Figura 7. Dispositivo de fijación y medición de temperatura..... | 13 |
| Figura 8. Selección de Modo de Operación..... | 15 |
| Figura 9. Visualización de encendido..... | 16 |
| Figura 10. Sistema de control de un área del buque..... | 17 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Lista de elementos del Sistema de Climatización..... | 05 |
| Tabla 2. Capacidades eléctricas y de refrigeración de Mobicetos..... | 09 |

INTRODUCCIÓN

Es de interés institucional mantener un alto grado de alistamiento de los equipos y sistemas de defensa electrónicos implementados en las unidades navales, por tal motivo el presente proyecto se realizó como parte de la modernización de la Corbeta Misilera “LOS RIOS” debido a que era necesario tener un ambiente climatizado dentro de la unidad para cumplir con el rol de seguridad marítima.

El proyecto se desarrolló en seis etapas, la etapa de diseño que tuvo una duración de tres meses y las etapas restantes tuvieron una duración de 18 meses.

Debido al deterioro de las Unidad Manejadora de Aire (UMA), mobiletos¹, instrumentación, partidores² eléctricos y al mal estado de las instalaciones de ductos de aire y cañerías de agua por sus años de servicio, el sistema de climatización fue considerado para ser modernizado íntegramente tanto en su infraestructura mecánica como en su sistemas de control; de tal manera que el personal a bordo pueda realizar su trabajo a una temperatura agradable y los equipos electrónicos se mantengan en un ambiente climatizado.

El objetivo principal del proyecto es tener un control integral de la temperatura en todas las áreas del buque en un sistema de supervisión que permita visualizar y registrar la información generada durante el día.

¹ Mobileto: Gabinete de refrigeración.

² Partidor: Tablero eléctrico

Este trabajo está dividido en dos capítulos: El primer capítulo describe la metodología utilizada, las etapas del proyecto y la solución tecnológica implementada; el segundo capítulo hace referencia a las pruebas y resultados obtenidos con la realización del proyecto.

Capítulo I

1. METODOLOGIA

1.1 Técnicas de recolección de datos.

Para la recolección de datos en este proyecto se utilizó la información técnica del sistema antiguo, la que incluyó planos y documentación de los mismos y/o equipos de control e instrumentos de medición; además se contó con el asesoramiento por parte del personal de la Maestranza.

1.2 Solución tecnológica

Como parte de la solución se contempló el cambio de las unidades manejadoras de aire, mobiletos, instrumentación, electroválvulas y la implementación de un sistema automatizado para el control de la climatización en la unidad.

El proyecto realizado fue dividido en seis etapas. La primera etapa correspondió al diseño del sistema de control. La segunda etapa consistió en la adquisición de equipos y tableros de control de acuerdo a los diseños entregados en la primera etapa. En la tercera etapa se realizó la adecuación de las áreas e instalaciones de tableros. La cuarta etapa consistió en el cableado de los tableros y de toda la instrumentación. La quinta etapa encierra todo lo relacionado en la programación del sistema de control y de supervisión. La sexta etapa corresponde a la red de comunicación que se utilizó, y al final se realizaron las pruebas del sistema en la Corbeta.

1.2.1 Primera etapa, diseño de sistema de control.

Para solucionar el problema planteado, se utilizó un sistema de periferia descentralizada con controladores industriales de la marca SIEMENS³. Se instaló un controlador de orden superior centralizado (CPU 315 2DP) encargado de las comunicaciones con las estaciones (ET200S) y otros controladores en la sala de aire acondicionado. En diferentes partes del buque se instalaron nueve estaciones remotas con sus respectivos módulos de entradas y salidas, con el fin de evitar el complicado trabajo de tendido de cable excesivo y además las interferencias electromagnéticas.

Cada una de las nueve estaciones remotas está conformada por una fuente de poder de 24Vdc, un módulo de comunicación profibus encargado de llevar la información al controlador principal, un módulo de potencia PME-DC24V responsable de vigilar la tensión de alimentación para todos los módulos electrónicos integrados en el tablero, módulos de entradas y salidas digitales, módulos de entrada analógica para pt100, módulos analógicos de corriente y voltaje tanto de entrada como de salida. La cantidad de módulos de entrada y salida dependerán de la instrumentación que se encuentre cerca de las unidades remotas.

En la Tabla #1 se muestra un detalle de todos los equipos que se utilizaron para la implementación del sistema.

³ Documentación Técnica. SIMATIC Sistema de automatización S7-300 Datos de los módulos. 2004.

| MODELO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|---------------------|---|----------|----------------|---------------------|
| 6ES7315-2AF03-0AB0 | CPU 315-2DP | 1 | \$ 900.00 | \$ 900.00 |
| 6GK7 343-1EX20-0XE0 | Módulo de Ethernet | 1 | \$ 1,100.00 | \$ 1,100.00 |
| 6ES7 953-8LJ20-0AA0 | Micro Memory Card de 512Kb | 1 | \$ 325.00 | \$ 325.00 |
| 6EP1333-3BA00 | FUENTE SITOP PS 307 IN 120/230 VAC, OUT 24VDC, 5A | 10 | \$ 250.00 | \$ 2,500.00 |
| 6ES7138-4CB11-0AB0 | Módulo de potencia PM-E CC 24V p/modul.electr.c/diagnost | 9 | \$ 60.00 | \$ 540.00 |
| 6ES7193-4CD70-0AA0 | Módulo terminal para alimentación de AUX1, Conexión rápida | 9 | \$ 20.00 | \$ 180.00 |
| 6ES7151-1AA05-0AB0 | IM 151 para conectar la ET200S al PROFIBUS DP | 9 | \$ 420.00 | \$ 3,780.00 |
| 6ES7 131-4BD01-0AB0 | Digital input module 4 DI 24VDC | 15 | \$ 205.00 | \$ 3,075.00 |
| 6ES7 132-4BD32-0AA0 | Digital output module DO 4x24 VDC/2A | 15 | \$ 530.00 | \$ 7,950.00 |
| 6ES7 134-4NB51-0AB0 | Analog input module AI 2xRTD / 15 Bit | 12 | \$ 295.00 | \$ 3,540.00 |
| 6AG1134-4GD00-2AB0 | SIPLUS, mód. elec., 4AI, I, Standard, 2 hilos | 5 | \$ 350.00 | \$ 1,750.00 |
| 6ES7 135-4FB01-0AB0 | Módulo electrónico, 2AO, U | 16 | \$ 200.00 | \$ 3,200.00 |
| 6ES7 193-4CA80-0AA0 | Módulo terminal universal, Conexión rápida (5 Uds.) | 15 | \$ 72.80 | \$ 1,092.00 |
| 6ES7 222-1HF22-0XA0 | Módulo de salida 8 digital por relay | 1 | \$ 145.00 | \$ 145.00 |
| QAA26 | Sensor Temperatura cuarto + setpoint | 15 | \$ 250.00 | \$ 3,750.00 |
| QFA3171 | Transmisor de temperatura y humedad | 3 | \$ 300.00 | \$ 900.00 |
| 7NG3211-0NN00 | Transmisor de temperatura para PT100 SITRANS TH100 | 9 | \$ 110.00 | \$ 990.00 |
| GMA-161.9E | Actuador proporcional valvula 3 vias (alim 24 Vdc, señal 0..10 Vdc) | 31 | \$ 450.00 | \$ 13,950.00 |
| VBI61.15-2.5 | Valvula de 3 vias para actuador proporcional ½" | 31 | \$ 280.00 | \$ 8,680.00 |
| 6AV7803-0BB10-1AC0 | Simatic panel PC677 15 pulgadas con teclas | 1 | \$ 3,500.00 | \$ 3,500.00 |
| | | | TOTAL | \$ 61,847.00 |

Tabla # 1: Lista de elementos del Sistema de Climatización

El sistema de climatización instalado en el buque es de Aire-Agua, que consiste en utilizar el agua refrigerada proporcionada por la planta de aire acondicionado la cual es transportada hasta las unidades manejadoras de aire y a los mobiletos a través de tuberías o conductos, para realizar el intercambio de energía con el aire y brindar la climatización más adecuada en el buque. El sistema se encuentra conformado por tres unidades manejadoras de Aire de gran capacidad C1, C2 y C3, y 19 mobiletos que van desde el MI1 hasta el

MI14 y los mobiletos CL1, CL2, CL3A, CL3B y MI4A con sus respectivos partidores eléctricos que son los encargados de climatizar todo el buque y se encuentran divididos de la siguiente forma:

La unidad manejadora de aire C1 se encuentra junto a la sala de giro y climatiza toda el área de habitabilidad de la proa que comprende la cámara de tripulación, cámara de suboficiales, cámara de oficiales, camarote de comandante, entrepuente de oficiales y entrepuente de tripulación de proa.

La Unidad Manejadora de aire C2 se encuentra ubicada en la sala C2 que está en la popa del buque y es la encargada de climatizar el área de habitabilidad que comprende el entrepuente de chaqueta y el entrepuente de suboficiales; también es la responsable de mantener la temperatura adecuada en la Santa Bárbara de Popa.

La Unidad Manejadora C3 se encuentra ubicada atrás del C.O.C. en la cubierta 100 y es la encargada junto a los mobiletos de climatizar las áreas operativas en el buque.

En el anexo 1 se encuentra el diagrama de la distribución de aire climatizado desde la unidad manejadora hasta el área a climatizar.

A continuación se da una breve explicación de la ubicación de las nueve estaciones remotas y los componentes que se encuentran conectados a ellas para recibir o enviar alguna señal de control:

- Unidad Remota 01 (RTU), ubicada en los baños de oficiales. A ella se encuentran conectados los partidores MI1 y CL1, Extractor E2, válvulas de agua fría y caliente y sensores de temperatura.
- Unidad Remota 02 (RTU), ubicada en la sala de radio, controla los partidores MI4 y MI4A, válvulas de agua fría y caliente, sensores de temperatura y humedad.
- Unidad Remota 03 (RTU), ubicada en el puente de gobierno conformada por los partidores CL3A y CL3B, válvula de agua fría y sensor de temperatura.
- Unidad Remota 04 (RTU), ubicada en el centro de operaciones de combate (C.O.C) formado por los partidores MI7, MI8, MI9, MI10, MI11, MI12, MI1, válvula de agua fría y sensores de temperatura y humedad.
- Unidad Remota 05 (RTU), ubicada en la sala C3 conformada por los partidores MI14 y C3, válvulas de agua fría y caliente y sensores de temperatura
- Unidad Remota 06 (RTU), ubicada en la sala C1 conformada por los partidores MI2, ventilación V1, unidad manejadora C1, válvulas y sensores de temperatura.
- Unidad Remota 07 (RTU), ubicada en la sala de radares conformada por los partidores MI5 y MI6, válvula de agua fría y caliente.
- Unidad Remota 08 (RTU), ubicada en la sala C2 conformada por los partidores C2, ventilación V2, extracción E3, válvulas y sensores de temperatura.
- Unidad Remota 09 (RTU), ubicada en la sala de servo conformada por los partidores MI3, y partidore CL1, válvulas y sensores de temperatura.

En la figura 1 se puede apreciar la distribución de los partidores con las unidades remotas en todo el buque.

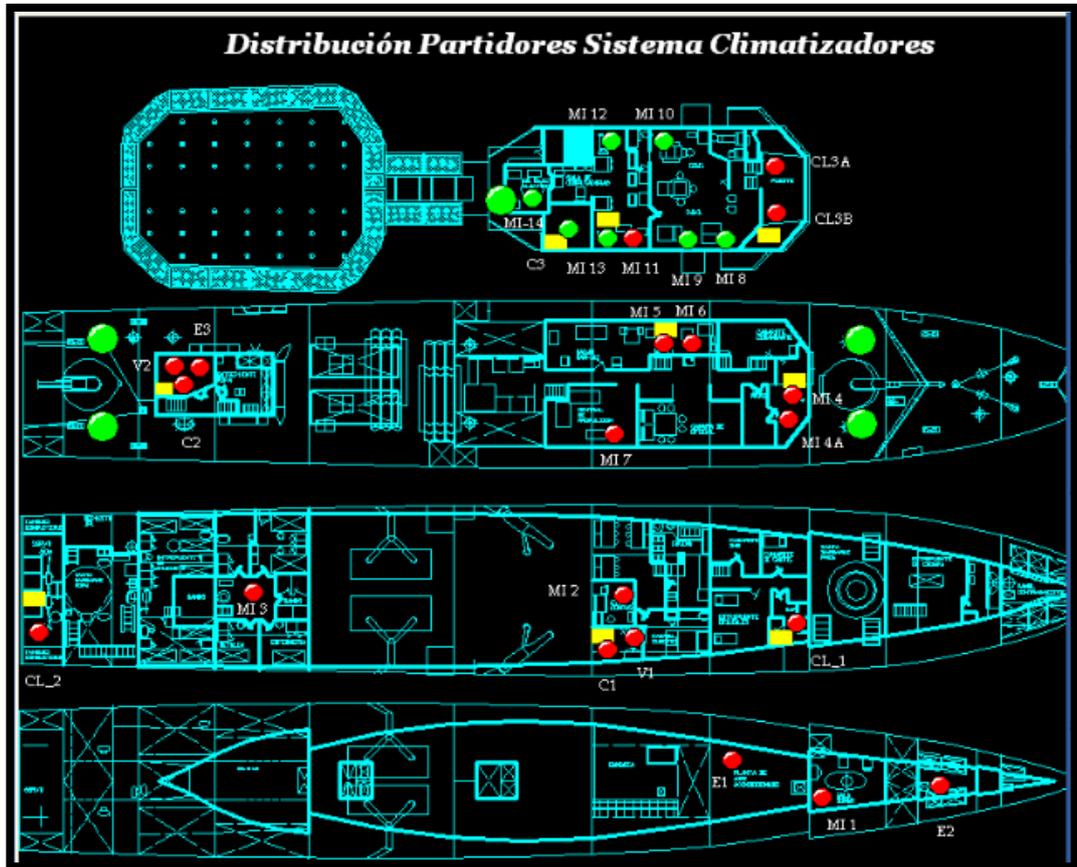


Figura #1: Ubicación de Partidores y Unidades Remotas

Los valores de cada área climatizada son fijados por el operador, según el diseño original deben encontrarse entre los rangos de 20- 23°C para la temperatura y de 40-50% para la humedad relativa.

El control de temperatura se lo realiza a través de válvulas de tres vías con accionamiento eléctrico y regulación proporcional, las mismas que controlan el

flujo de agua helada proveniente de la planta de aire acondicionado cuya temperatura esta por los 7°C.

En la Tabla #2 se muestra el detalle de las capacidades eléctricas y de refrigeración de los mobiletos instalados.

| LUGAR | EQUIPO | MODELO | CANT | CAPACIDAD ELÉCTRICA | | | CAPACIDAD FRIGORIFICA | CAPACIDAD DE AIRE |
|--------------------------------|--------|------------|------|---------------------|----------|--------|-----------------------|-------------------|
| Cubierta 300 | | | | | | | | |
| Pañol Suministros | E2 | | | 0.5 HP | 440/3/60 | 0.55 A | | 750mc/h |
| Sala Sonar | MI-1 | CR06VC | 1 | 1/4 HP | 220/1/60 | 1.9 A | 26800BTU | 1020mc/h |
| Cubierta 200 | | | | | | | | |
| Jardines Oficiales | CL1 | CR06VC | 1 | 1/4 HP | 220/1/60 | 1.9 A | 21800BTU | 1020mc/h |
| Sala C1 Entre Pte Suboficiales | MI-2 | CFE-03B | 1 | | 220/1/60 | 0.4 A | 9500BTU | 510mc/h |
| | AHU-C1 | AHDFS 32VM | 1 | 3 HP | 460/3/60 | 2.81 A | 156000 BTU | 4300mc/h |
| | V1 | | | | 440/3/60 | 5.1 A | | 5000mc/h |
| Entre Pte Chompa | MI-3 | CFE-03B | 1 | | 220/1/60 | 0.4 A | 9500BTU | 510mc/h |
| Servo | CL2 | CR06VC | 1 | 1/4 HP | 220/1/60 | 1.9 A | 21800BTU | 1020mc/h |
| Cubierta 100 Principal | | | | | | | | |
| Sala de Radio | MI-4 | CR06VC | 1 | 1/4 HP | 220/1/60 | 1.9 A | 21800BTU | 1020mc/h |
| | MI-4A | CFE-03B | 1 | | 220/1/60 | 0.4 A | 9500BTU | 510mc/h |
| Ran 10S | MI-5 | CFE-06B | 1 | | 220/1/60 | 0.5 A | 20,000BTU | 1020mc/h |
| | MI-6 | CR06VC | 1 | 1/4 HP | 220/1/60 | 1.9 A | 21,800BTU | 1020mc/h |
| Central Propulsión | MI-7 | CR06VC | 1 | 1/4 HP | 220/1/60 | 1.9 A | 21,800BTU | 1020mc/h |
| Sala del C2 | AHU-C2 | AHDFS 32VM | 1 | 3 HP | 460/3/60 | 2.81 A | 156,000 BTU | 4300mc/h |
| | V2 | | | 2 HP | 440/3/60 | 3.4 A | | 2300mc/h |
| | E3 | | | 3 HP | 440/3/60 | 5.1 A | | 4300mc/h |
| Cubierta 01 | | | | | | | | |
| Puente | CL3A | CFE-04B | 1 | | 220/1/60 | 0.4 A | 13000 BTU | 680mc/h |
| | CL3B | CFE-04B | 1 | | 220/1/60 | 0.4A | 13000 BTU | 680mc/h |
| | E1 | | | 4HP | 440/3/60 | 6,7 A | | 6000mc/h |
| Sala del COC | MI-8 | CR06VC | 1 | 1/4 HP | 220/1/60 | 1.9 A | 21800BTU | 1020mc/h |
| | MI-9 | CR06VC | 1 | 1/4 HP | 440/3/60 | 1.9 A | 21800BTU | 1020mc/h |
| | MI-10 | CR06VC | 1 | 1/4 HP | 220/1/60 | 1.9 A | 21800BTU | 1020mc/h |
| | MI-11 | CR06VC | 1 | 1/4 HP | 220/1/60 | 1.9 A | 21800BTU | 1020mc/h |
| | MI-12 | CFE-06B | 1 | | 220/1/60 | 0.5A | 20000BTU | 1020mc/h |
| | MI-13 | CFE-06B | 1 | | 220/1/60 | 0.5 A | 20000BTU | 1020mc/h |
| Sala de Albatroz | MI-14 | CFE-03B | 1 | | 220/1/60 | 0.4 A | 9500BTU | 510mc/h |
| Sala del C3 | AHU-C3 | AHDFS 32VM | 1 | 3 HP | 460/3/60 | 2.81 A | 156000 BTU | 4300mc/h |

Tabla # 2: Capacidades Eléctricas y de Refrigeración de Mobiletos

La información de los sensores de temperatura y humedad ubicados en los diferentes compartimentos del buque es enviada a las unidades remotas para ser procesados y generen las señales adecuada para mantener la temperatura con los valores fijados.

En el anexo 2 se muestra el diagrama de bloque de los componentes que están conectados a cada una de las Unidades remotas.

1.2.2 Adquisición de equipos y tableros de control.

Una vez finalizada la etapa de diseño del sistema se procedió a la importación de equipos de control y la fabricación de tableros eléctricos, tal como se puede apreciar en las figuras 2 y 3



Figura #2: Instrumentación adquirida



Figura #3: Tableros y equipos de control adquiridos

1.2.3 Adecuación de las áreas e instalación de tableros.

En esta etapa del proyecto se realizaron las adecuaciones metal mecánicas en las áreas donde se instalaron los tableros de control con sus partidores eléctricos, válvulas de control e instrumentación; este trabajo fue realizado por una empresa contratista con la supervisión del personal técnico de la Armada y contemplaba la fabricación de bases para tableros de control, partidores, acoples para las válvulas de control, sensores e instalación de los mismos.

En la figura 4 y 5 se observan las adecuaciones iniciales del proyecto y al finalizar el mismo.



Figura #4: Adecuaciones iniciales



Figura #5: Adecuaciones finales

1.2.4 Cableado de tableros e instrumentación

En esta etapa se instalaron electro canales y tuberías metálicas para la conexión de toda la instrumentación externa, mientras que para el cableado interno se utilizaron canaletas, borneras, marquillas y todo lo necesario para la identificación del mismo. En la figura 6 se puede observar el cableado interno de los tableros y su instrumentación



Figura #6: Cableado interno e instrumentación

1.2.5 Programación del sistema de control y sistema de supervisión y monitoreo

El sistema de control fue realizado en Step7, versión 5.5 SP4; un software de programación para controladores de la marca Siemens, el control del sistema fue realizado mediante funciones FC y la información para el monitoreo de las variables utilizadas en el proceso se encuentran almacenadas en los diferentes bloques de datos.

El control de temperatura de los cuartos fue realizado mediante el bloque de función FB41 que tiene asociada un bloque de datos DB, el que se encarga

de regular la posición de las válvulas dependiendo la temperatura fijada por el operador. La temperatura se establece por medio de un dispositivo que tiene las funciones tanto de sensor como de permitir fijar la temperatura deseada; la temperatura la mide a través de un RTD de NI 1000 y la fijación de valores lo realiza por medio de un potenciómetro (1K Ω). En la figura 7 se hace referencia al dispositivo mencionado.

El sistema de supervisión fue desarrollado en el software WONDERWARE INTOUCH en su versión 9.5, el cual permite almacenar y visualizar en tiempo real los valores de las variables involucradas en el proceso.



Figura #7: Dispositivo de fijación y medición de temperatura

1.2.6 Comunicación industrial entre controladores de periferia, PLC, y sistema de monitoreo.

La comunicación entre las unidades remotas con el controlador principal se realiza mediante el protocolo Profibus-DP, especialmente diseñado para comunicación entre sistemas automáticos y unidades remotas de E/S a nivel de campo conocida como periferia descentralizada.

La comunicación con el sistema de supervisión fue realizada mediante el protocolo industrial Ethernet, para lo cual se utilizó un módulo CP343-1, ubicado en el mismo rack de la CPU.

Se utilizó el DASServer DASSIDirect para establecer el enlace entre el control y el sistema de supervisión; el mismo que fue desarrollado con el software WONDERWARE INTOUCH en su versión 9.5.

En el anexo 3 se puede visualizar de red de comunicación del sistema de climatización.

Capítulo II

2. RESULTADOS OBTENIDOS

2.1. Resultados y prueba final del sistema de climatización

Una vez culminados todos los trabajos relacionados con la adecuación de instalaciones al nuevo diseño, se procedió a probar el sistema en el buque. Para estas pruebas se contó con el asesoramiento de técnicos refrigerantes que conocen el sistema original que vino instalado.

Es importante mencionar que el buque cuenta con una planta de acondicionamiento de aire, la cual debe estar en funcionamiento para obtener la óptima climatización en el buque; debido a que se utiliza el agua refrigerada proporcionada por la misma para el intercambio calorífico a través de un serpentín instalado en el interior de cada UMA o mobileto con el aire para que este sea refrigerado. A continuación se detalla el proceso para el funcionamiento del sistema de climatización.

Mediante un selector que está instalado en cada uno de los partidores se selecciona el modo de operación en el que se desea que funcione, este puede ser local o remoto. En modo local el encendido se lo realiza desde el partidor y en modo remoto desde el sistema de monitoreo. En la figura 8 podemos observar la parte externa del partidor.



Figura #8: Selección de modo de operación

En el sistema de monitoreo se visualiza la confirmación de encendido del partidor, así como los botones de marcha y paro que permiten poner en servicio remotamente cada uno de los partidores, como se muestra en la figura 9.



Figura #9: Visualización de encendido

Por ejemplo, para climatizar las áreas donde se encuentran los equipos electrónicos se utilizó la unidad manejadora de aire C3, cuyo control se realiza a través de una válvula proporcional de tres vías, la cual se acciona con la señal de temperatura que proviene del transmisor que se encuentra a la salida de C3.

La función de los mobiletos en cada área a climatizar es la de mantener un ambiente adecuado para el funcionamiento de los equipos electrónicos; ya que la unidad C3 por sí sola no lo logra. El control de los mobiletos se lo realiza a través de una válvula proporcional de tres vías, la cual se acciona con una señal de temperatura proveniente de transmisores que se encuentran en cada área. Es importante mencionar que en las áreas donde hay equipos electrónicos es necesaria la presencia de un calentador, el mismo que se controla a través de una válvula proporcional que se activa con la

misma señal que la de los mobiletos. En la figura 10 se muestra el sistema de control de una de las áreas del buque.

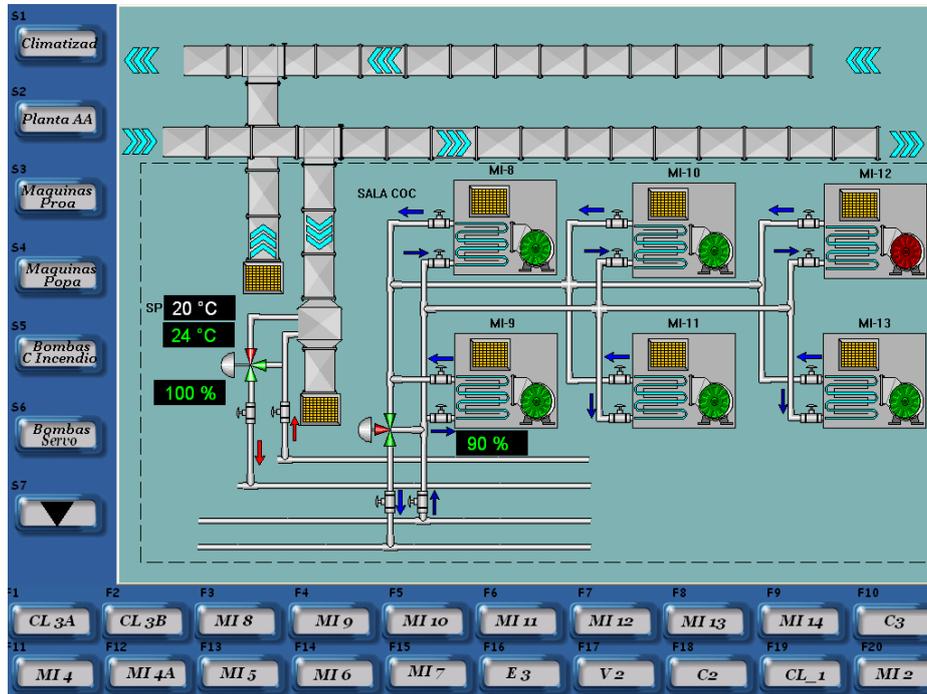


Figura #10: Sistema de control en un área del buque

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se cumplieron los requisitos mínimos de temperatura que los equipos electrónicos necesitan para su óptimo funcionamiento dentro de la unidad y se proporcionó al buque un ambiente adecuado para que el personal pueda realizar sus actividades en un ambiente agradable dentro de la unidad.
- La integración de todas las unidades remotas en un sistema de supervisión facilitan el diagnóstico de fallas y la calibración de los lazos de control de las válvulas proporcionales.
- El sistema de control automático, facilitó al personal de la unidad la operación de los partidores eléctricos desde una misma área, evitando que el operador tenga que ir a todas las áreas del buque para poner en servicio cada uno de los partidores.
- El sistema anterior utilizaba elementos obsoletos por lo que su mantenimiento se hacía difícil puesto que los repuestos estaban descontinuados en el mercado, con la implementación del nuevo sistema se logró que el mantenimiento sea más eficiente debido a que los elementos que se utilizan tanto equipos de protección como de control se encuentran fácilmente en el mercado.
- Con la implementación del sistema scada se proporcionó al buque un registro de las horas de funcionamiento de los partidores, facilitando con ello la planificación de los mantenimientos de los mismos.

RECOMENDACIONES

- No se debe apagar el sistema de climatización puesto que esto afectaría la operación de los equipos electrónicos produciendo calentamiento o condensación de los mismos.
- Es importante mantener limpios los filtros que se encuentran en las unidades manejadoras, para evitar impurezas en el aire y que afecte la salud del personal del buque.
- Debido a las constantes navegaciones que realiza el buque se recomienda realizar un mantenimiento periódico (después de las navegaciones y cada dos meses si se encuentran en muelle) de la instrumentación, equipos de control y partidores eléctricos que pueden verse afectados por la salinidad y las vibraciones de la unidad, produciendo corrosión en sus componentes y/o presencia de terminales de conexión flojos que puedan producir un corto en los equipos del sistema.
- Se debe mantener todas las áreas herméticamente cerradas para evitar aumentos de temperatura, que pueden perjudicar al correcto funcionamiento de los equipos electrónicos.

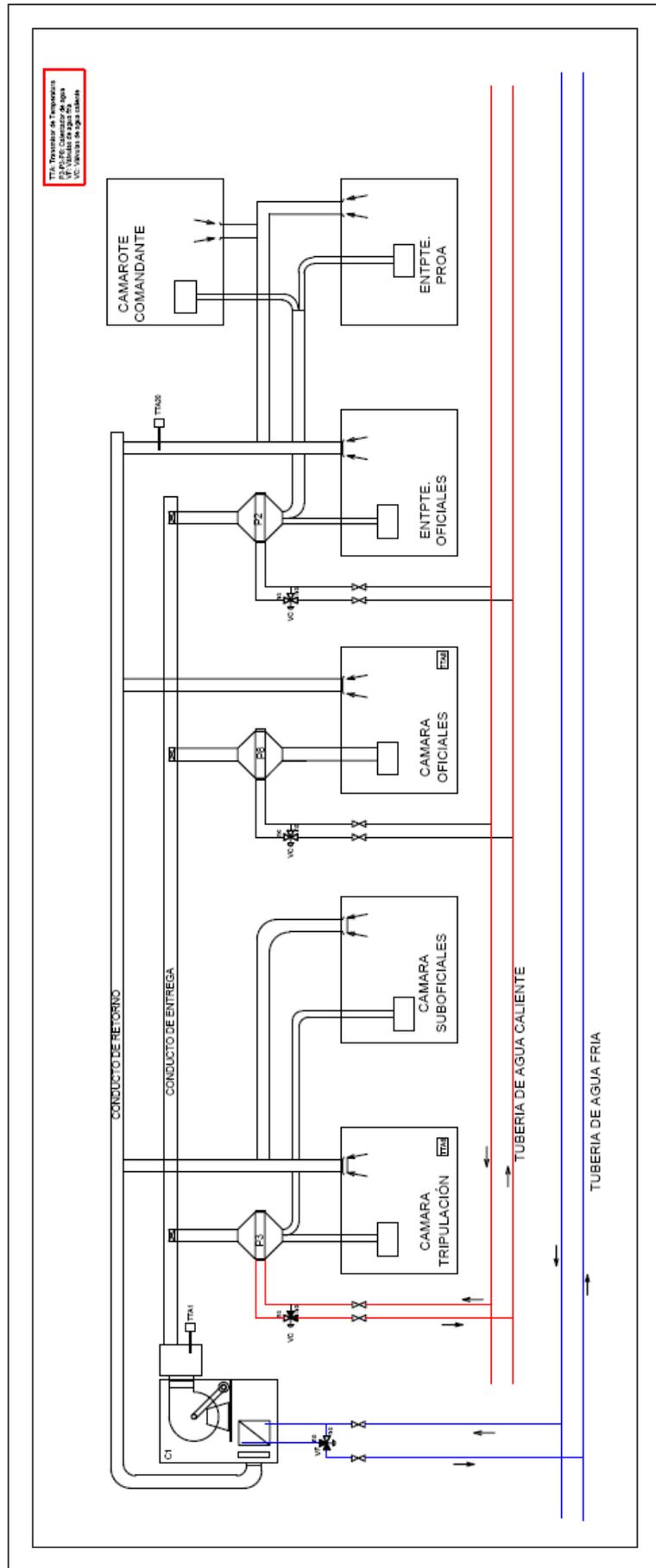
BIBLIOGRAFÍA

1. Escuadron de Corbetas Misilisticas. Impianto Condizionamento ING-02-04-00-00
2. Manual de Sistema. SIMATIC S7 Controlador programable S7-300. 01/2006
3. Brochure. Simatic ET200 para soluciones de automatización descentralizadas. SIMATIC DISTRIBUTED I/O. Noviembre 2012
4. Simatic. Manual de periferia descentralizada ET200S. 08/2008
5. Catalogo HVAC Products and building automation system.2011
6. Documentación Técnica. SIMATIC Sistema de automatización S7-300 Datos de los módulos. 2003.
7. Wonderware FactorySuite InTouch User's Guide. September 2002

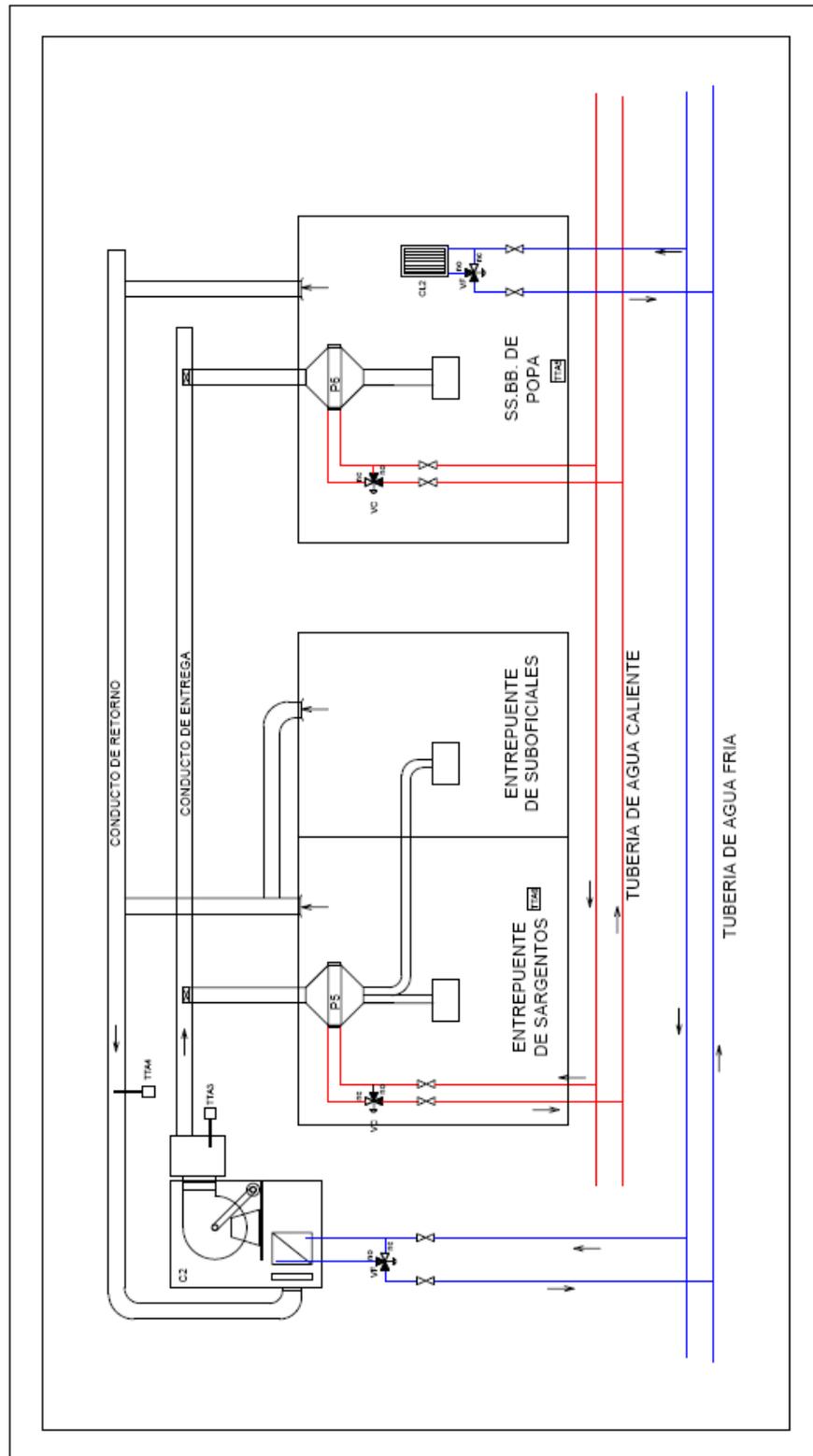
ANEXOS

ANEXO 1: DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DEL AIRE CLIMATIZADO EN LA UNIDAD

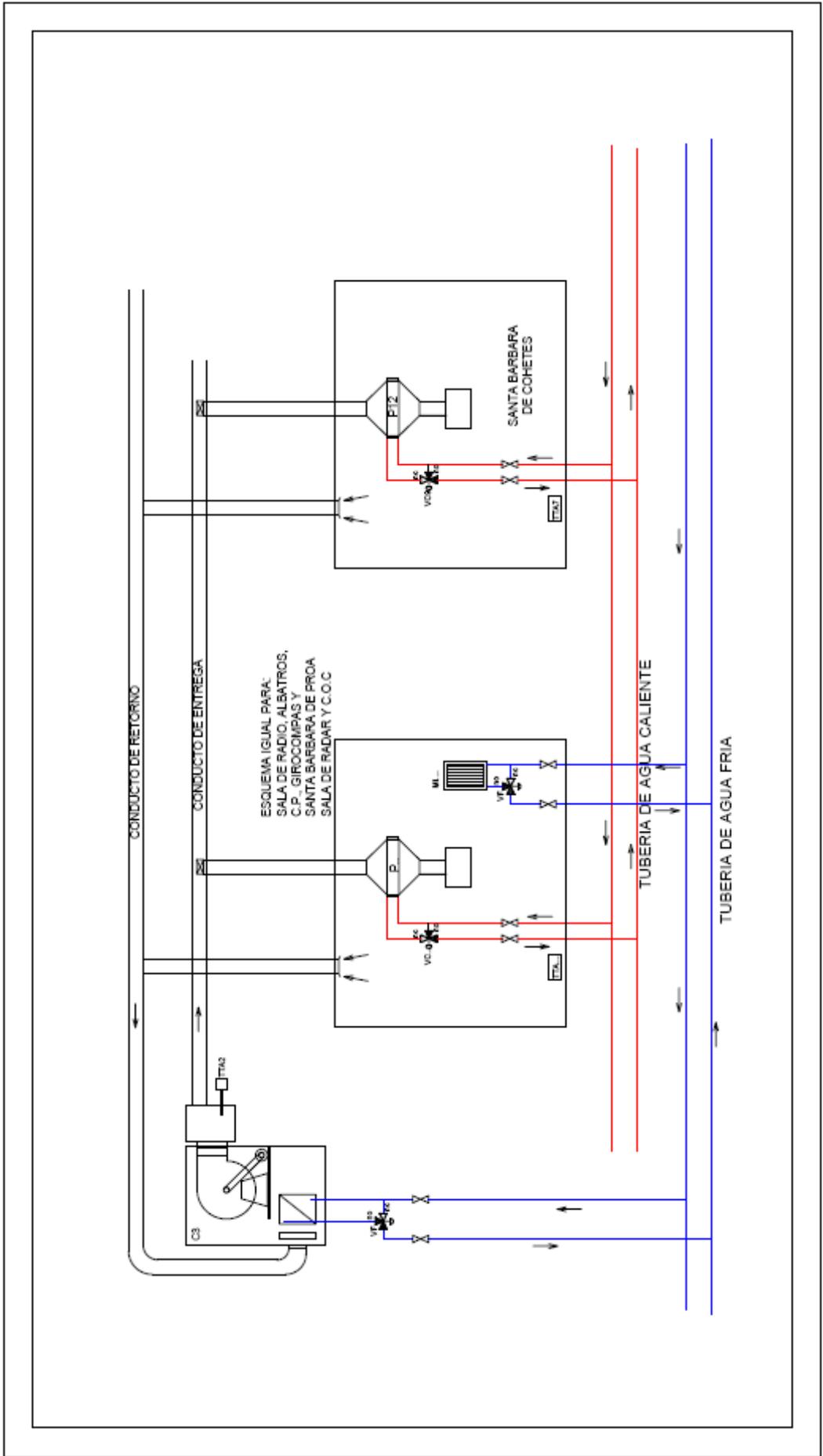
ANEXO 1: DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DEL AIRE CLIMATIZADO EN LA UNIDAD



ANEXO 1: DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DEL AIRE CLIMATIZADO EN LA UNIDAD



ANEXO 1: DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DEL AIRE CLIMATIZADO EN LA UNIDAD



**ANEXO 2: DIAGRAMA DE BLOQUE DE
LOS COMPONENTES QUE ESTAN
CONECTADOS A LAS UNIDADES
REMOTAS**

ANEXO 3: RED DE COMUNICACION DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

GLOSARIO DE TÉRMINOS

| | |
|-------------|------------------------------------|
| UMA | Unidad manejadora de aire. |
| Mobileto | Equipo de refrigeración. |
| FC | Función. |
| FB41 | Bloque de función para control PID |
| Profibus-DP | Protocolo de comunicación |