



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y
COMPUTACIÓN**

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACIÓN ELECTRÓNICA**

TEMA:

**AUTOMATIZACIÓN Y MONITOREO DE LA MAQUINARIA
AUXILIAR DE LAS FRAGATAS MISILERAS CLASE ALFARO**

PRESENTADO POR :

JORGE LUIS COELLO MURILLO

1998

AGRADECIMIENTO

Quiero primeramente agradecer a Dios por haberme dado la fuerza y sabiduría para seguir adelante.

A la Armada del Ecuador por su aporte invaluable en mi preparación y formación.

Al Sr. Ing Alberto Manzur por la colaboración prestada y las enseñanzas impartidas.

DEDICATORIA

A mi querida madre.

A mis padrinos

A mi hermano Carlos

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Armando Altamirano Ch.
PRESIDENTE



Ing. Alberto Manzur H.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Norman Chootong Ch.
MIEMBRO SUPLENTE



Ing. Holger Cevallos.
MIEMBRO PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los Hechos, Ideas y Doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente, y, el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL.)

Jorge Coello Murillo

RESUMEN :

Esta tesis tiene el propósito de ayudar a mejorar el control y monitoreo de una parte de la maquinaria auxiliar de las Fragatas Misileras Clase Alfaro, las cuales fueron adquiridas por la Armada del Ecuador en el año de 1991 a la Armada Inglesa.

Para cumplir con este objetivo, se ha realizado el diseño de dos programas usando controladores lógicos programables conocidos como PLC para que se realicen las siguientes funciones:

1. Circuito Control de incendios.

1.1 Control de tres bombas control de incendios, que trabajan en forma alternada en condiciones normales de presión de agua, y que son puestas a operar en tiempo real cada 24 horas.

1.2 Control y monitoreo de 11 salas en toda la unidad, para el achique de agua de las sentinas.

2. Plantas de Aire Acondicionado.

Realizar un control y monitoreo de las dos plantas de aire acondicionados.

Obteniéndose con estos objetivos un mejor control de los elementos que están operando, visualizándolo a través de una computadora o un display que puede ser ubicado en la Central Control de Averías.

Nota :

Cabe especificar que se hace el diseño solo en la parte automática, dejando la parte manual como una alternativa totalmente independiente del nuevo sistema que se está diseñando, debido a que esta es una unidad de combate.

ÍNDICE

Contenido	Página
RESUMEN	1
CAPITULO 1	
1.1.1 Que es un Controlador Lógico Programable	1
1.2 Partes de un autómata	2
1.3 PLC Fanuc de la serie 90	6
1.4 Característica del sistema de monitoreo	7
1.5 Parametrización de las señales analógicas	8
1.6 Uso del tiempo real	9
1.7 Tablas de referencia	11
1.8 Configuración del PLC	11
CAPITULO 2	
2.1 Circuito Contra incendio	13
2.1.1 Funcionamiento del circuito contra incendio y achique	13
2.2 Condiciones actuales de chequeo y mantenimiento	17
2.3 Plano del circuito	18
CAPITULO 3	
3.1 Circuito Contra incendio automatizado	19

3.1.1 Funcionamiento	19
3.2 Diagramas de flujo	22
3.2 .1 Diagramas de tiempo	22
3.2.2 Diagrama de funcionamiento normal	23
3.2.3 Diagrama de subrutina de apoyo B1	26
3.2.4 Diagrama de subrutina de apoyo B2	27
3.2.5 Diagrama de subrutina de apoyo B3	28
3.2.6 Diagrama de presión anormal de 2 bombas	29
3.2.7 Diagrama de subrutina del sistema de achique de las salas.	31
3.3 Condiciones de chequeo.	33
3.4 Diagrama de bloque con el nuevo sistema	35
3.5 Entradas y salidas del sistema contra incendio	36
3.6 Señal analógica	36
3.7 Configuración del sistema para el circuito contra-incendio.	37
3.8 Tipo de PLC a usarse	38

CAPITULO 4

4.1 Instalación del Sistema contra incendio	39
4.1.1 Forma de instalar el sistema	39
4.2 Instalación del PLC: fuente de poder, CPU y módulos	39

4.3 Configuración del sistema	40
4.4 Entradas y salidas digitales	41
4.4.1 Entradas digitales	41
4.4.2 Salidas digitales	45

CAPITULO 5

5.1 Diseño del programa en PLC	49
Páginas del 1 al 106 del programa (ANEXO A)	

CAPITULO 6

6.1 Planta de Aire Acondicionado.	51
6.1.1 Sistema de Refrigeración y equipo chiller water detalle y descripción .	51
6.2 Puesta en servicio	58
6.3 Circuito de control	59
6.4 Equipos de seguridad	60
6.5 Sistema de control de refrigeración y componentes auxiliares	61
6.5.1 LP-cut-out	63
6.5.2 Hp-cut-out	63
6.5.3 Presión diferencial de aceite cut-out	63

CAPITULO 7

7.1 Característica del sistema de monitoreo	64
7.1.1 Tipos de señales adquiridas	64
7.2 Diagramas de flujo	65
7.2.1 Diagramas de flujo en tiempo	65
7.2.2 Diagrama de funcionamiento de las plantas	66
7.3 Diagramas de bloque de las plantas de aire acondicionado con PLC.	69
7.4 Elementos de entrada y salida de las plantas de aire acondicionado.	71
7.5 Señal analógica	72
7.6 Configuración del sistema de las plantas.	73
7.7 Tipo de PLC a usarse.	73

CAPITULO 8

8.1 Instalación del nuevo sistema para las plantas de aire acondicionado.	74
8.2 Forma de instalación en el PLC.	74
8.3 Configuración de la Planta de aire acondicionado	75
8.4 Entradas y salidas digitales	76
8.4.1 Entradas	76
8.4.2 Salidas	79

CAPITULO 1

1. Controlador Lógico Programable.

1.1 Que es un Controlador Lógico Programable. (PLC)

También se lo conoce como autómeta programable, y es un equipo electrónico capaz de realizar y controlar, analizar y ordenar un conjunto de señales y maniobras en un determinado proceso, como puede ser por ejemplo:

- Funcionamiento de máquinas herramientas
- Organización y funcionamiento de almacenes
- Diversos y variados procesos de fabricación
- Procesos de control
- Funcionamiento de robots.
- Funcionamientos de cadena de fabricación
- Cartas de un proceso o conjunto de máquinas
- Controles de fabricación y procesos
- Señalización de averías

El autómeta consta de dos partes fundamentales que son :

1- Hardware

Comprende la parte física del autómeta o PLC.

2- Software

Comprende el programa en el cual se va a operar las entradas/salidas como son por ejemplo: los correspondientes a pulsadores, detectores de proximidad, presostatos, señales analógicas, etc. y contactores, relés, electroválvulas, lamparas, etc.

1.2 Partes de un Autómata.

De la figura 1.1 que representa la configuración de un autómata o PLC se señalan sus partes principales.

- 1) Rack o conjunto de PLC.
- 2) Alimentación del PLC.
- 3) Batería capaz de suministrar corriente a la memoria en el caso de fallo de suministro de alimentación principal.
- 4) Temporizadores programables.
- 5) Tarjetas de memoria.

Las memorias pueden ser del tipo RAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, etc.

Los autómatas programables con memoria de secuencia RAM son de programación libre y los de memoria PROM, EPROM, son de memoria intercambiable.

Los autómatas a programación libre con memoria de lectura - escritura RAM puede introducirse en programa y cambiarse sin necesidad de medidas especiales. Basta con una unidad de programación (computadora).

Los autómatas programables intercambiable con memoria de programación PROM o EPROM requieren ser cambiados para modificar el programa.

Las memorias PROM no pueden ser modificadas, deben ser sustituidas.

Las memorias EPROM pueden ser borradas con rayos ultravioletas y vueltas a programar.

6) Unidad central

7) Tarjetas de temporizadores programables.

8) Tarjetas de entradas y salidas (I/O).

9) Conector para maleta de programación cuyo fin es el de introducir información o modificar el programa del PLC.

En el interior está el compilador, que es el elemento de unión entre el PLC y la unidad de programación (computadora). Traduce el lenguaje o información textual de la unidad de programación a lenguaje de máquina, asegurando el diálogo entre la unidad central y la memoria del programa por un lado y con las unidades central y de programación por otra (3).

En la figura 1.2 se indica el proceso interno que se ejecuta ante la acción de una señal de entrada y la respuesta que se da por parte del PLC de acuerdo a la lógica de programación.

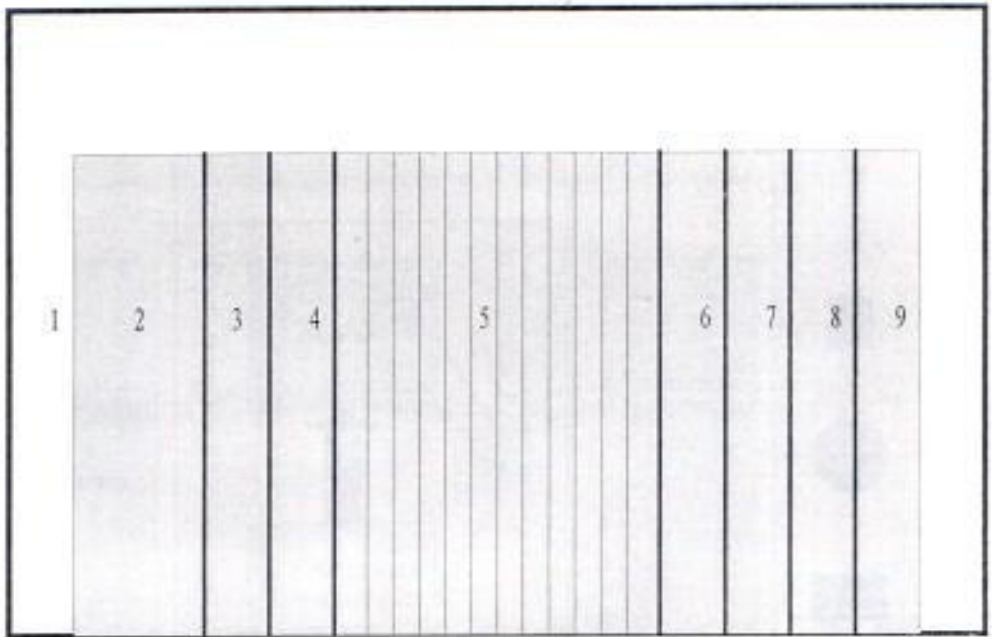


Figura 1.1 Partes de un autómata o PLC

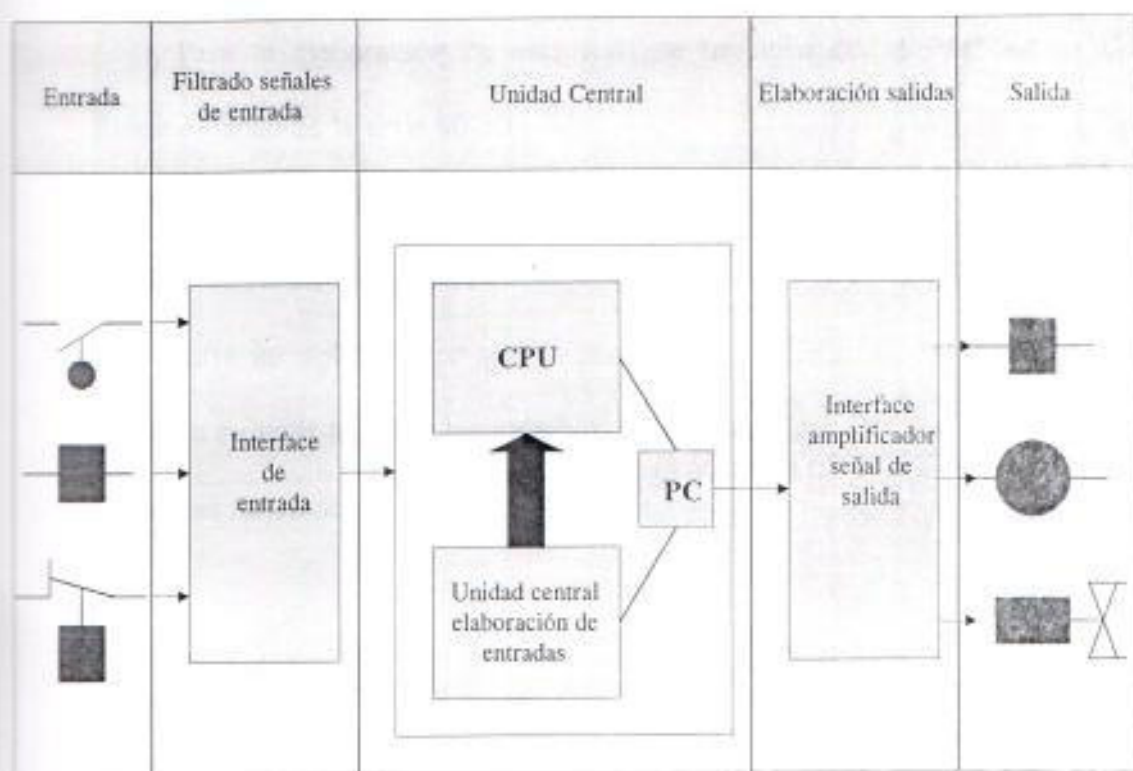


Figura 1.2 Entradas, parte interna y salidas del PLC.

1.3 PLC Fanuc de la serie 90

En el mercado actualmente existen una gran variedad de marcas de PLC, siendo la diferencia entre uno y otro el ambiente de trabajo para su programación, siendo la lógica a aplicar la misma para todos.

Para la elaboración de esta tesis se ha utilizado el PLC marca General Electric Fanuc de la serie 90-30.

La forma de programación se lo ha realizado usando el programa lógico Ladder (diagrama de escalera).

Entre las aplicaciones que se pueden dar, se necesita de funciones que nos ayuden a cumplir con el o los objetivos planteados, para ello este software posee las siguientes funciones:

- ° Relés
- ° Contadores y Temporizadores
- ° Funciones matemáticas
- ° Funciones de Relación
- ° Función Operacionales con Bits
- ° Función de Mover Datos
- ° Función de Tablas de Datos
- ° Función de Conversión
- ° Funciones de Control (1)

Cabe especificar, que en la actualidad existen en el mercado variedades de marcas de PLC, los cuales poseen funciones similares a las indicadas arriba, cambiando su forma de acuerdo al programa que posea.

1.4 Característica del Sistema de Monitoreo.

Tipos de señales adquiridas :

Digital

Se interpretan como señales I/O (entrada/salida) mediante contactos abiertos y cerrados que se reciben de sensores por ejemplo: termostatos, switch fin de carrera, detectores de proximidad, sensores de células fotoeléctricas, etc.

Analógicas

Existen sensores que entregan rangos determinados de voltaje o corriente, estos rangos son usados por el PLC, el cual recibe esta señal y mediante una función determinada por el programa, es usada para monitoreo y/o control, un ejemplo son los presostatos que entregan una señal de corriente de 4 a 20 ma, etc.

1.5 Parametrización de las señales analógicas.

Al recibir el PLC una entrada analógica, esta señal no es aceptada inmediatamente para trabajar directamente en el sistema, sino que, de acuerdo al grado de precisión con que se desee trabajar 12 bits o 16 bits, esta señal es transformada mediante una conversión matemática a un nuevo valor, que va a estar dentro del rango de operación, para el caso de 16 bits se tendrá un rango de 0-32.000. Para lograr esta conversión, se usa la siguiente función:

$$RV = f (CV)$$

En donde CV (valor corriente) es el valor instantáneo de la variable que es llamado valor actual y RV es el valor que se va a comparar con la entrada analógica. La ecuación tiene un comportamiento lineal y es la siguiente:

$$RV = \frac{(CV - V_{min})(R_{max} - R_{min})}{(V_{max} - V_{min})} + R_{min}$$

RV será un valor dentro del rango de 0 - 32.000

Vmax y Vmin es el rango del sensor(°C, Psi,etc) o señal de voltaje o corriente(V,ma).

Rmax y Rmin es el rango especificado, en este caso de 0 a 32,000 por que se trabaja con 16 bits .

1.6 Uso del Tiempo Real.

Se tiene en algunos PLC la capacidad de trabajar en tiempo real, para ello usando como ejemplo el FANUC, se usa la función SVCREQ la cual trabaja con varios formatos y que para el 90-30 son :

Formato BCD.

Formato ASCII.

Con estos formatos se tiene la posibilidad de poder trabajar en función del tiempo, en nuestro caso vamos a utilizar el formato ASCII que corresponde a 12 palabras, el cual tiene la ventaja de poder disponer del tiempo en año, mes, día, hora, minutos y segundos como se muestra en la tabla 1.1 .

Menos significativo	Más significativo
0 = Lectura	1 = Cambio
	3
Año	Año
Espacio	Mes
Mes	Espacio
Día del mes	Día del mes
Espacio	Hora
Hora	:
Minutos	Minutos
:	Segundos
Segundos	Espacio
Día de la semana	Día de la semana

Tabla 1.1 Formato en ASCII para uso de tiempo real.

1.7 Tablas de Referencia

Al usar el programa del Fanuc se puede visualizar mediante pantallas, las respectivas referencias que se indican a continuación:

% I Entrada discreta

% Q Salida discreta

% M Relé

% T Relé temporal

% AI Entrada analógica

% AQ Salida analógica

%R Registro

Al tener estas referencias se hace fácil llevar un control visual de las entradas y salidas que están operando en cualquier instante, siempre y cuando el PLC esté conectado mediante el cable de interface a la computadora.

1.8 Configuración del PLC

En el menú principal del programa del Fanuc seleccionamos *configuración*, una vez que se halla ejecutado este paso, se desplegará en la pantalla un rectángulo con 11 divisiones, al cual se lo conoce con el nombre de *rack*, cada división va numerada del 0 al 10, y cada división se llama *slot*. Cada uno de estos *slot* va a ser configurado de acuerdo a los requerimientos del diseñador.

El *slot* 0 se lo utiliza para configurar la fuente de poder.

El *slot* 1 en el CPU del PLC.

Los siguientes *slots* se los utilizará en las diferentes entradas / salidas analógicas o digitales del sistema, además también se puede tener colocado en los *slots*, colocándolos en otro *rack*, tarjetas de comunicaciones, tarjeta de red, tarjeta ethernet, etc(2) como se ilustra en la figura 1.3.

10-22-97 10:29 DE FANUC SERIES 90-30/90-20/MICRO (v6.60) Page

Sistema de Control de Incendios

RACK 0

PS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PROGRAMMED CONFIGURATION										
FMR321	CPU331	MDL240	MDL240	MDL240	ALG223	MDL340	MDL340	MDL340	MDL340	
		11 AC1611	AC1611	AC1611	ACBIP10	AC1610	AC1610	AC1610	AC1610	
		RefAdr	RefAdr	RefAdr	RefAdr	RefAdr	RefAdr	RefAdr	RefAdr	
		%I0001	%I0017	%I0033	A10001	%Q0001	%Q0017	%Q0033	%Q0049	
					X10049					

Figura 1.3 Conformación de los Slots en el PLC

CAPITULO 2.

2.1 CIRCUITO CONTRA INCENDIO.

2.1.1 Funcionamiento del Circuito Contra Incendio y Achique.

Las Fragatas Misileras tipo ALFARO poseen un sistema de circuito de agua salada que es utilizado para los siguientes propósitos:

1. Control de incendio.
2. Guerra química.
3. En sistemas de enfriamiento de varias plantas.
4. Circuito sanitario.

Para lograr tal efecto el buque posee tres bombas marca Allen West & Con Ltd. cuyos datos de placa son los siguientes:

Potencia 45 hp

Voltaje 440 V

Corriente 62.5 A

Frecuencia 60 hz

Para la descripción de este sistema nos vamos a referir a la figura A del Apéndice, en donde consta la silueta de la unidad con el circuito contra incendio y los elementos que lo componen.

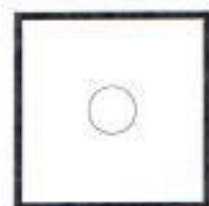
La simbología que se utiliza en la figura A se muestra a continuación :



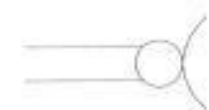
Tubería de agua salada
estribor



Válvula de aislamiento



Bomba de agua salada



Conexión de válvula y
manguera



Conexión de emergencia



Rociadores



Eductor

Estas bombas son de arranque directo y están ubicadas en tres compartimentos que son:

- La sala de generadores sección G entre las cuadernas (31 - 35½).
- La sala de maquinas sección J
- la sala de bomba AVCAT sección L entre las cuadernas (62 ½ - 65).

El circuito está diseñado para trabajar en un rango de presión que va de 0 a 200 Psi. La presión normal de trabajo de cada bomba es de 120 Psi en condiciones en las cuales el circuito no esté alimentando con agua salada a otros sistemas, esto es, de que no exista ningún usuario, sea por ejemplo, planta de aire acondicionado, etc.

La operación de trabajo de cada bomba esta regulada de acuerdo a la presión que la bomba pueda suministrar al circuito, existiendo en los manómetros un rango de operación de seguridad y otro en el cual es necesario sacarla de servicio los rangos son :

(0 - 79) Psi Rango de no operación

(80 - 120) Psi Rango de operación normal

Es importante recalcar el hecho de que el circuito contra incendio está diseñado para poner en servicio una, dos y tres bombas en el caso de que la presión baje de 80 Psi y sea necesario elevar o mantener la presión dentro del rango

permitido. Al realizar esta operación nos daremos cuenta que la presión no va a exceder los 120 Psi, debido a que, cada bomba posee una válvula de recirculación como se indica en la figura 2.1, que se activa cuando la presión es mayor que la indicada anteriormente y como consecuencia de ello la presión no va a exceder el rango de operación normal .

Operación normal es mantener una bomba contra incendio en servicio cada 24 horas, y que tendrá la función anteriormente explicada de, abastecer de agua salada al circuito, la cual se utiliza principalmente para el suministro al circuito sanitario, el sistema de achique, el sistema de refrigeración de la sala de generadores , planta de aire acondicionado, etc.

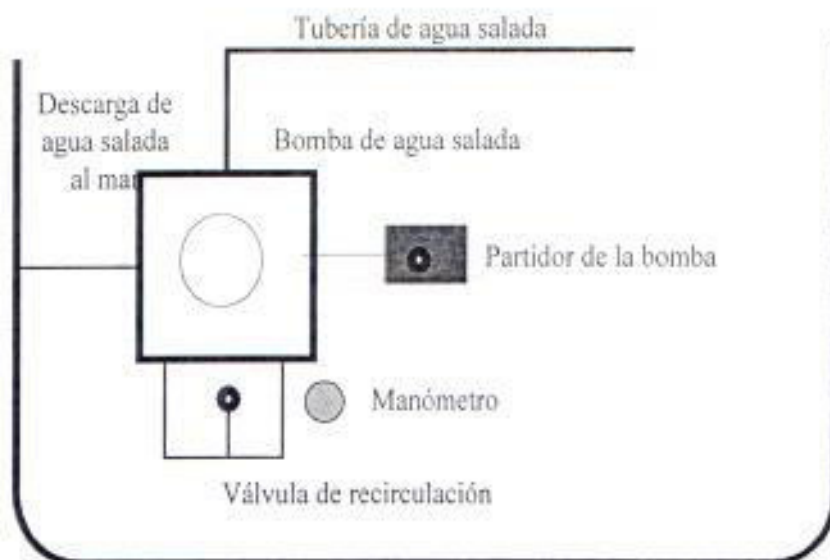


Figura 2.1 Disposición de bomba de mar y válvula de recirculación.

2.2 Condiciones Actuales de chequeo y Mantenimiento.

El mantenimiento de las bombas contra incendio se lo realiza de acuerdo al número de horas de trabajo, cuyo registros se lo anota en su respectivo bitácora .

El chequeo de las salas para el achique es realizado visualmente por el control de averías de guardia el cual realiza rondas de seguridad por la unidad con el fin de prevenir inundaciones o incendios.

Existe una central a donde llega la información de reportes de las rondas que es la Central Control de Averías, la cual posee algunas elementos de información y alarmas .

Para realizar el achique de sentina mirar figura 2.2 se utiliza el circuito contra incendio y usando los educutores que se encuentran en cada sala se procede al respectivo achique del agua que se encuentra en ella.

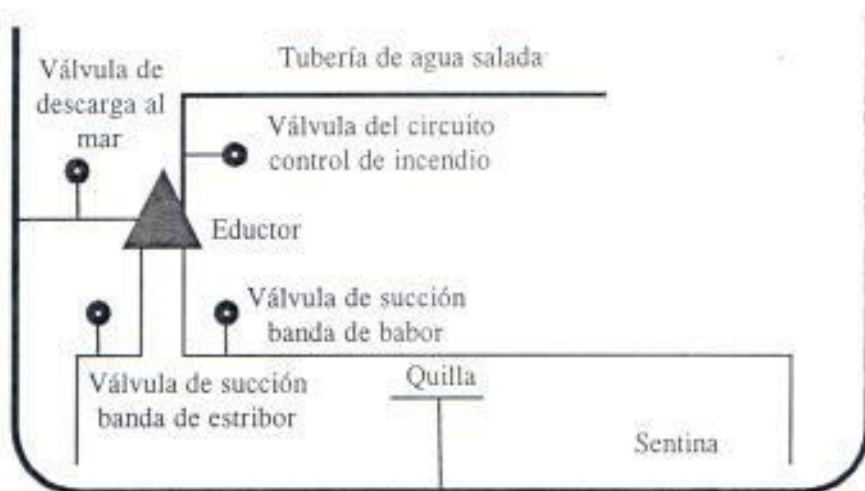


Figura 2.2 Disposición de válvulas para el achique de sentina.

El procedimiento para realizar el achique es el siguiente:

Abertura

1. Abrir válvula de descarga al mar.
2. Abrir válvula de succión sea de la banda de babor o estribor.
3. Abrir la válvula del circuito contra incendio.

Cierre

1. Cerrar la válvula del circuito contra incendio.
2. Cerrar la válvula de succión .
3. Cerrar la válvula de descarga.

El tiempo que se demora en tener la sala sin agua depende de la misma, esto es, las salas que toman más tiempo son la de calderas y la de máquinas que es de 15 a 20 minutos, mientras que el resto no pasa de 5 minutos aproximadamente.

2.3 Plano del circuito.

En el apéndice A se muestran cuatro planos, los cuales indican diferentes circuitos y que son :

Figura A: Circuito contra incendio y achique.

Figura B: Circuito de aire.

Figura C: Circuito Pre wetting.

Figura D: Circuito de combustible

CAPITULO 3.

3.1 Circuito Contra Incendio Automatizado.

3.1.1 Funcionamiento.

Este sistema trabaja en dos modos; manual y automático, como se muestra en la figura 3.1 con el fin de cumplir con los siguientes objetivos:

- Control de bombas contra incendio.
- Control del nivel de agua en las sentinas de cada sala.



Figura 3.1 Bomba de agua salada en dos modos de operación, manual o automático.

En la figura 3.1 se aprecia el uso de dos contactores con bloqueo eléctrico y mecánico, para poder trabajar en las dos opciones.

Para poder cumplir con los objetivos anteriormente señalados se ha diseñado un programa que se ejecuta a través de un Controlador Lógico Programable (PLC) y que tiene la siguiente estructura :

1. Puesta en servicio de las bombas en orden ascendente cada 24 horas, para dicho efecto, se utiliza tiempo real.
2. Realizar una revisión de la presión de agua salada de la bomba que se encuentra en servicio y analógicamente comparar si la presión es mayor de 40 Psi, si se da el caso de que la presión fuera menor, se pondrá fuera de servicio esta bomba, se accionará una alarma durante 30 segundos, y posteriormente se colocará en servicio otra bomba.
3. En el caso de falla de las tres bombas se activará una señal de alerta.
4. Cuando la bomba está en su rango normal de trabajo, seguirá comparando la presión y la del circuito mediante una señal analógica (presostato).
5. Cuando la presión caiga bajo los 80 Psi debido a un mayor consumo de agua de mar se espera un lapso de tiempo y una vez comprobado que efectivamente ha caído la presión se ordena energizar la siguiente bomba para recuperar la presión y se mantendrá así, hasta cuando se recupere la presión en el circuito.

Todo el proceso lógico se detallará posteriormente mediante diagramas de flujos.

Otro aspecto interesante es el monitoreo de las salas para poder realizar el achique en forma automática, mediante el uso de electroválvulas como se muestra en la figura 3.2, sin la presencia de persona alguna.

Para dicho efecto se debe poseer sensores de nivel que manden una señal digital al PLC y de acuerdo a la programación se ordena realizar el respectivo achique en la sala que se detectó el nivel de agua al límite dado, esto es de 50 cm.

El programa ha sido diseñado para poder detectar dos niveles uno normal 50 cm y otro de emergencia 80 cm, colocados en las dos bandas teniendo prioridad el nivel de emergencia.

A continuación se va a proceder en la explicación mediante diagramas de flujo del diseño.

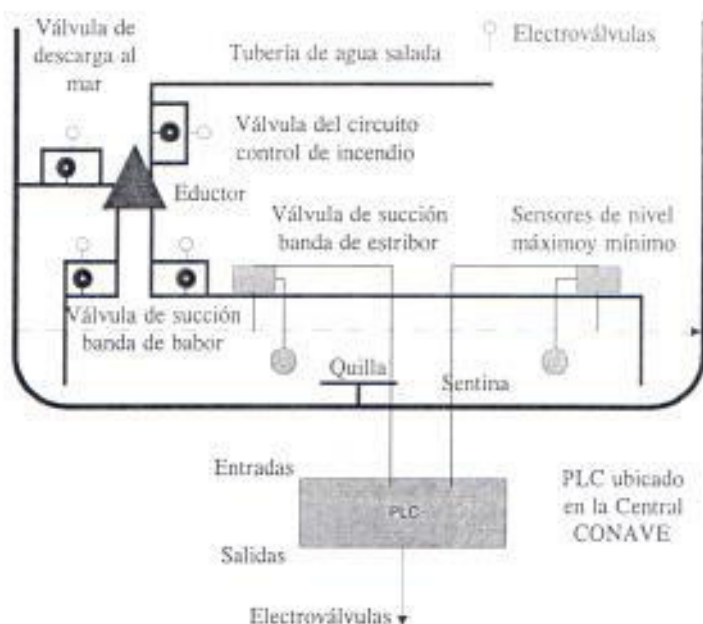


Figura 3.2 Disposición de válvulas y electroválvulas para el achique en forma manual o automático.

3.2 Diagramas de flujo.

Diagrama de tiempo de funcionamiento diario.

Diagrama de funcionamiento normal.

Diagrama de subrutina de apoyo de B1.

Diagrama de subrutina de apoyo de B2.

Diagrama de subrutina de apoyo de B3.

Diagrama de subrutina de presión anormal en dos bombas.

Diagrama de subrutina del sistema de achique de las salas.

3.2.1 Diagrama de Tiempo.

En base a lo especificado en el numeral 1 del funcionamiento se elabora un diagrama de flujo, figura 3.3 para la secuencia de tiempo de cada bomba, teniendo un período de trabajo de 24 horas en condiciones de trabajo normal.

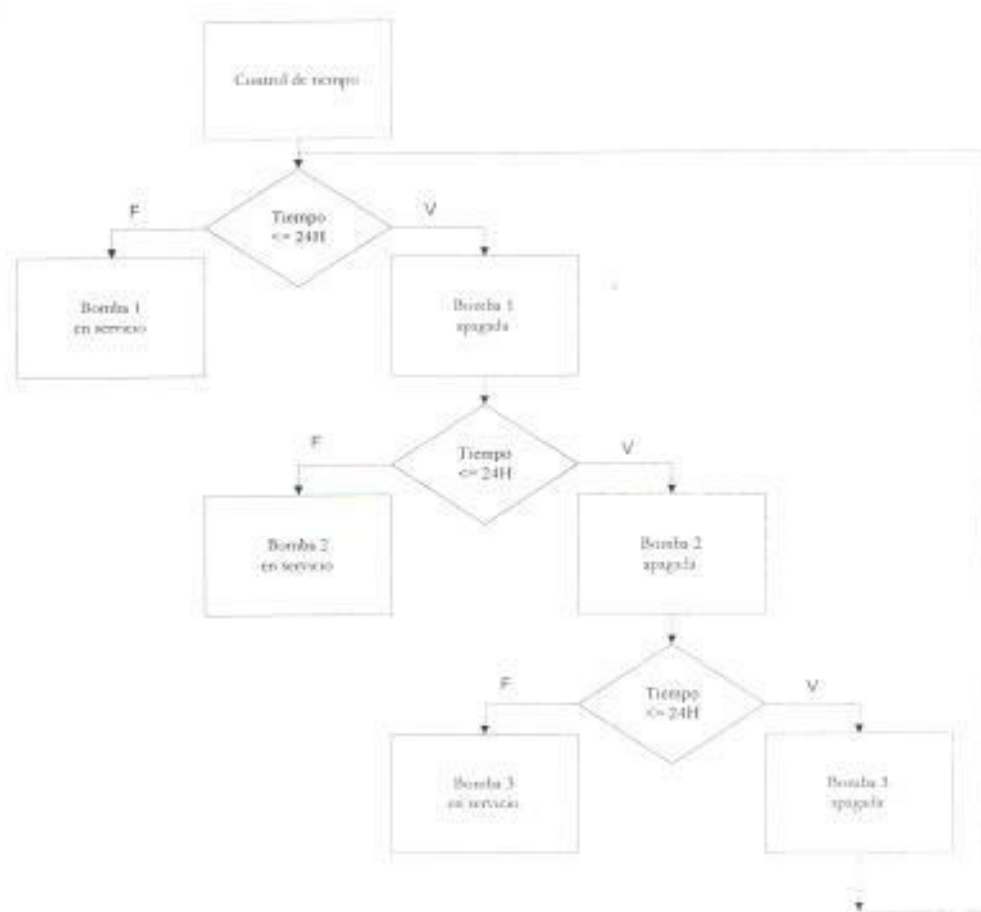


Figura 3.3 Diagrama de flujo de secuencia de tiempo.

3.2.2 Diagrama de funcionamiento normal.

En base al numeral 2 este diagrama de flujo verifica la presión de seguridad de cada bomba, para tal efecto, como se ilustra en la figura 3.4, se compara la presión y si esta es menor que 40 Psi, automáticamente deja fuera de servicio la anterior y pone en funcionamiento otra bomba. De igual forma comparamos la presión del circuito constantemente y si la presión disminuye bajo los 80 Psi se

tiene un procedimiento para restablecer la presión normal en el circuito, hasta que dure esta situación, figura 3.5.

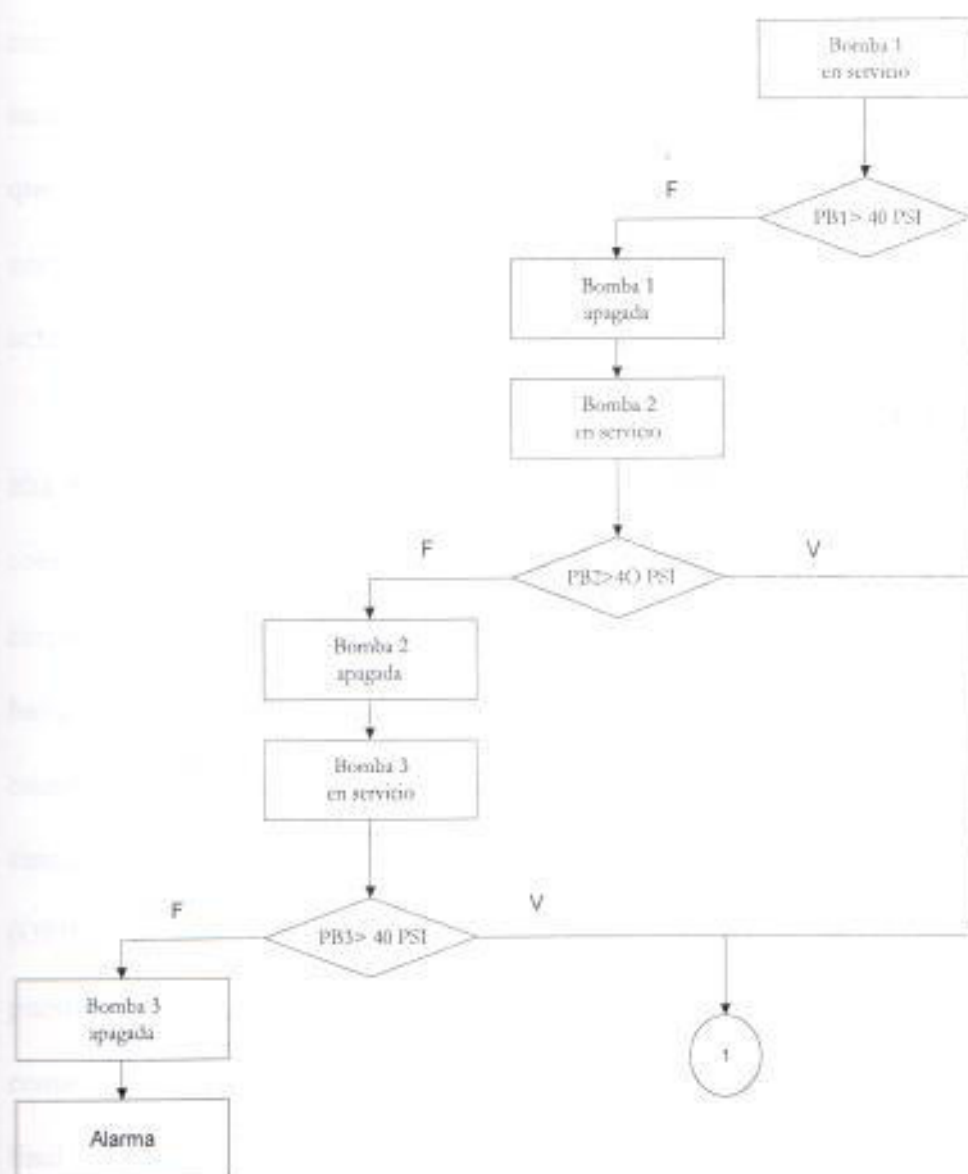


Figura 3.4 Diagrama de funcionamiento normal para la bomba 1.

6.2 Puesta en servicio del sistema.

Cuando el motor del compresor es puesto en servicio y siempre que los contactos de bloqueo de la bomba estén cerrados, una lámpara de precaución se encenderá. El relé de presión de aceite no puede, sin embargo estar energizado hasta que los contactos de baja presión cut-outs (LP1 y LP2), hallan sido brevemente cortocircuitado por un pulsador (LP, O/R) provisto para este propósito, en la actualidad éste pulsador está omitido.

El relé de presión de aceite es entonces energizado vía el contacto cut-out de alta presión (HP) y el contacto del termostato de seguridad. El pulsador del compresor debe mantenerse presionado hasta que la presión de succión del compresor se halla reforzado. Este período de tiempo, será después de que el motor halla arrancado y entonces la secuencia tome lugar, como durante este período el compresor corre en la condición sin carga. El relé de presión de aceite tiene un contacto normalmente abierto (OPR.1) y un contacto normalmente cerrado (OPR.2), el contacto normalmente cerrado tiene un tiempo de retardo que puede ser puesto en un intervalo de 30 a 90 segundos de duración. Energizado el relé el contacto OPR.1 cierra inmediatamente pero OPR.2 permanece cerrado hasta el final del intervalo. Cumplido estos pasos, entonces el contactor del compresor es por lo tanto energizado y el compresor comenzará a correr. El contactor del compresor tiene dos contactos auxiliares, uno normalmente abierto (C.2) y uno normalmente cerrado (C.1) los cuales se intercambiarán. La abertura del contacto C.1 apaga la lámpara del compresor, y cerrando C.2 cierra el circuito del calentador

del cárter, el cual activa el relé y que espera actuar cuando en el final del tiempo de retardo. El compresor continua corriendo en la condición de sin carga para de esta forma permitir que la presión de aceite se refuerce. Cuando la presión normal de aceite es alcanzada, el switch de la presión diferencial (ODS) cierra y mantiene el contactor del motor de marcha energizado antes de que OPR.2 abra.

Conectado en paralelo con la marcha del contactor del compresor, está un temporizador (DSR) el cual tiene un intervalo de tiempo de 15 a 20 segundos. Cuando este relé es energizado, el periodo de tiempo para que el compresor arranque en la condición de sin carga comienza. En el final de este intervalo, el contacto del temporizador DSR.1 cierra para energizar la bobina de la válvula solenoide DSS.

Abriendo la válvula solenoide permitimos presurizando el aceite, que este fluya hacia el cilindro descargado del mecanismo y el compresor comienza su operación normal. DSR.1, también energiza el circuito de control y el relé de calentamiento del cárter CR.2. El calentador del cárter tiene un contacto normalmente cerrado CR2.1 y cuando es energizado este abre y abre el calentador.

6.3 Circuito de control.

El circuito de control comprende tres válvulas solenoides (LV.1, LV.2 y HG.3) y un relé CR.1, el cual tiene un contacto normalmente cerrado CR1.1. Una válvula solenoide HG.3 es el control piloto hacia la válvula reguladora en la línea de inyección de gas caliente y las otras dos válvulas pilotos están controlando el

regulador y las válvulas de expansión termostática en el sistema del circuito refrigerante. La válvula piloto de gas caliente tiene un contacto TH.1 del termostato en serie con su bobina y por lo tanto , puede solamente ser energizada cuando TH.1 cierra. Conectada en paralelo con la válvula piloto de gas caliente HG.3, está una válvula piloto refrigerante LV.2, la cual , tiene conectada en paralelo un relé CR.1, cuyo contacto normalmente cerrado CR.1 está en serie con la línea de retorno de la segunda válvula piloto refrigerante LV.1. Este relé y el termostato son los componentes de intercambio que el switch suministra hacia la válvula piloto refrigerante requerida. Mientras el contacto del termostato TH.1 esta abierta, la válvula piloto LV.1 permanece energizada. Cuando TH.1 cierra, la válvula piloto de gas caliente HG.3 , el relé CR.1 y la válvula piloto LV.2 son energizados; El contacto del relé CR.1 abre para desenergizar LV.1.

6.4 Equipos de seguridad.

El equipo eléctrico es protegido por contactos de corte, fusibles y por el sistema de enclavamiento de los contactos de la bomba de circulación . Excepto por el switch diferencial de aceite, todos los contactos de corte están en serie con el contactor del motor del compresor. Por lo tanto, si se presenta alguna falla deben operar y de esta manera desenergizar el compresor y la planta será parada. Desenergizando el contactor se encenderá una lampara de precaución vía el contacto auxiliar C.1 y desenergizando el temporizador el relé de presión de aceite. El contacto del temporizador DSR.1 abre, desenergizando todas las válvulas

solenoides de esta forma se corta todo el suministro de gas y líquido. El flujo de aceite del mecanismo de cilindros también se cortará y se revertirá a la condición de descarga el compresor.

En el evento de que el contacto de diferencial de aceite este operando, la planta no puede ser puesta en servicio nuevamente, hasta que el pulsador reset del relé de presión de aceite, halla sido presionado. Esto es debido, al contacto de tiempo de espera que están siendo abierto, aunque la bobina del relé permanece energizada. Presionando el pulsador reset momentáneamente desenergizamos la bobina del relé y reseteamos el temporizador.

6.5 Sistema de control de refrigeración y componentes auxiliares.

Cada unidad de refrigeración tiene un instrumento abordo en los cuales los siguientes componentes están montados:

Componente	Marca	Graduación
1 Sensor LP de corte	J & E Hall	26 Psi
1 Salida del chiller LP de corte	J & E Hall	14 Psi
1 Sensor HP de corte	J & E Hall	185 Psi
1 Sensor diferenciador de presión de aceite de corte	KDG Instruments	12 Psi
1 termostato de seguridad (salida del chilled water)	J & E Hall	39° F
1 Termostato de control	J & E Hall	43° F
1 Termostato de sumidero de calor	Teddington Industrial Equipmen Ltd.	
FSA 14-23-25-26		90° F
FSA 24, 27-32		100° F

Tabla 6.1 Elementos de control de la planta de aire acondicionado.

6.5.1 LP Cut - out (Contactos de corte de baja presión).

Dos contactos LP de corte son fijados, uno conectado en la línea de succión del compresor y el otro hacia el chiller. El contacto LP del compresor esta ubicado para prevenir la presión de evaporación, y por lo tanto, que la temperatura caiga bajo un limite de seguridad, corriendo bajo condiciones normales. La presión puede caer momentáneamente y para ello tiene un arrancador manual. Una baja presión puede resultar en una saponificación del aceite (espuma), en el cárter del compresor y para protegerlo de esto un segundo contacto LP fijado en la salida del refrigerante del chiller y graduada a una presión de 14 Psi.

6.5.2 HP cut-out (contacto de corte de alta presión).

El contacto HP de corte está colocado para parar el compresor si una excesiva alta presión es reforzada en el lado de entrega de la máquina. El contacto HP es similarmente igual al contacto LP cut-out descrito anteriormente, pero arreglado de tal forma que actúe, abriendo el contacto y está graduado a una presión de 185 Psi.

6.5.3 Presión diferencial de aceite de corte.

La presión diferencial es fijada para proteger al compresor en el evento de que la presión de aceite llegue a ser demasiado baja en relación a la presión del cárter. Mientras la diferencia entre la presión de aceite y la presión del cárter sean iguales (normalmente 12 Psi) se mantiene el contacto cerrado.

CAPITULO 7

7.1 CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA DE MONITOREO.-

Esta planta posee sensores de presión y temperatura los datos obtenidos de temperatura y presión son anotados cada hora por el personal de guardia. Lo que se desea con éste diseño es optimizar su funcionamiento en cuanto al tiempo de operación y su automatización por medio del PLC, teniendo de esta forma un control de las dos plantas con funcionamiento en tiempo real.

7.1.1 Tipos de señales adquiridas.

Digitales.-

Las siguientes señales digitales indican el proceso que se está llevando a cabo:

- Selector automático.
- Contactos de baja presión.
- Contacto de alta presión.
- Contacto del termostato de seguridad.
- Contactos de temporizadores de presión de aceite
- Contactores para el Compresor y bombas.
- Electroválvulas

Analógica.

Se realiza un muestreo de una señal analógica por planta para el control de la presión de agua salada.

7.2 DIAGRAMAS DE FLUJO.

7.2.1 Diagrama de funcionamiento en tiempo.

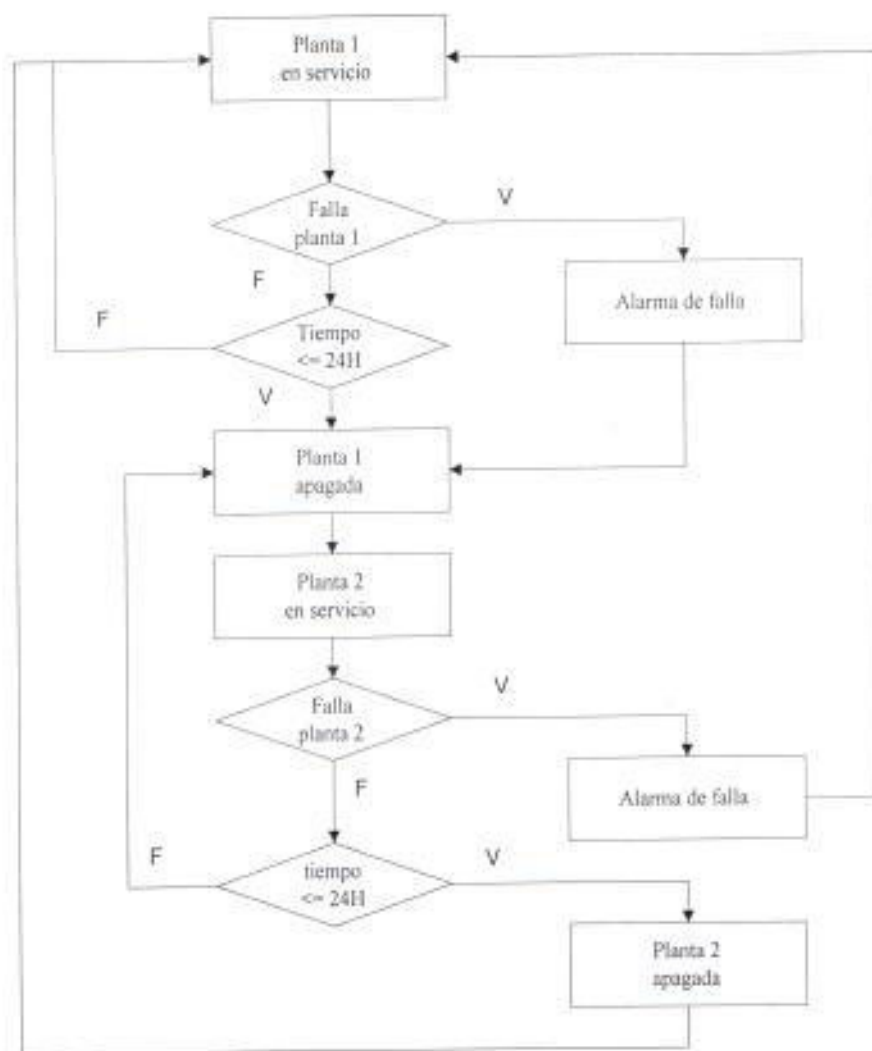
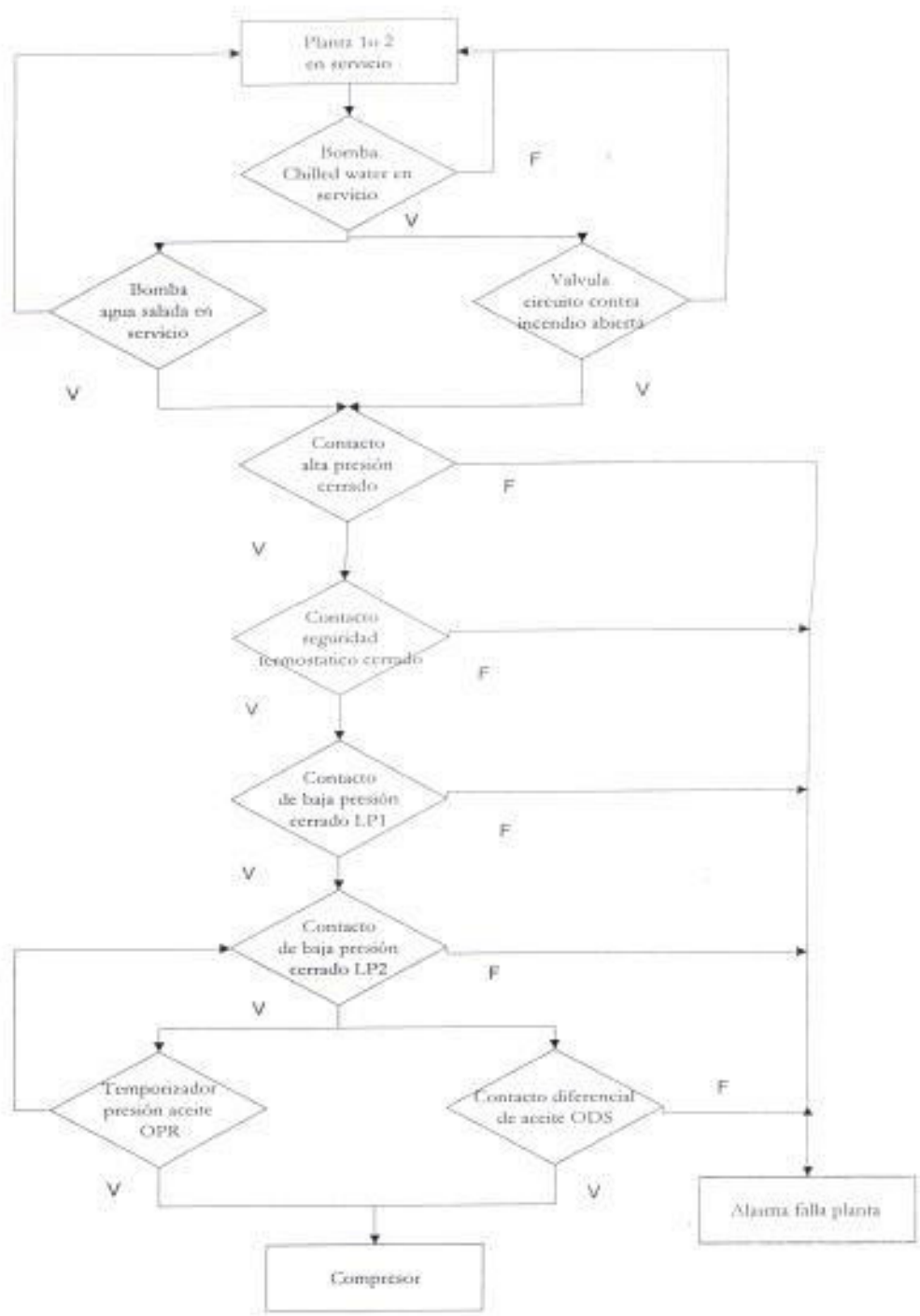


Figura 7.1 Diagrama de funcionamiento en tiempo real

En la figura 7.1 se observa el diagrama de flujo, el cual sigue la secuencia de operación de las dos plantas. Las plantas trabajarán 24 horas, en un régimen de funcionamiento normal.

7.2.2 Diagrama de funcionamiento de las plantas.

Este flujo toma base debido a lo explicado en el capítulo 6 en lo correspondiente a la puesta en servicio del sistema y lo correspondiente al circuito de control.



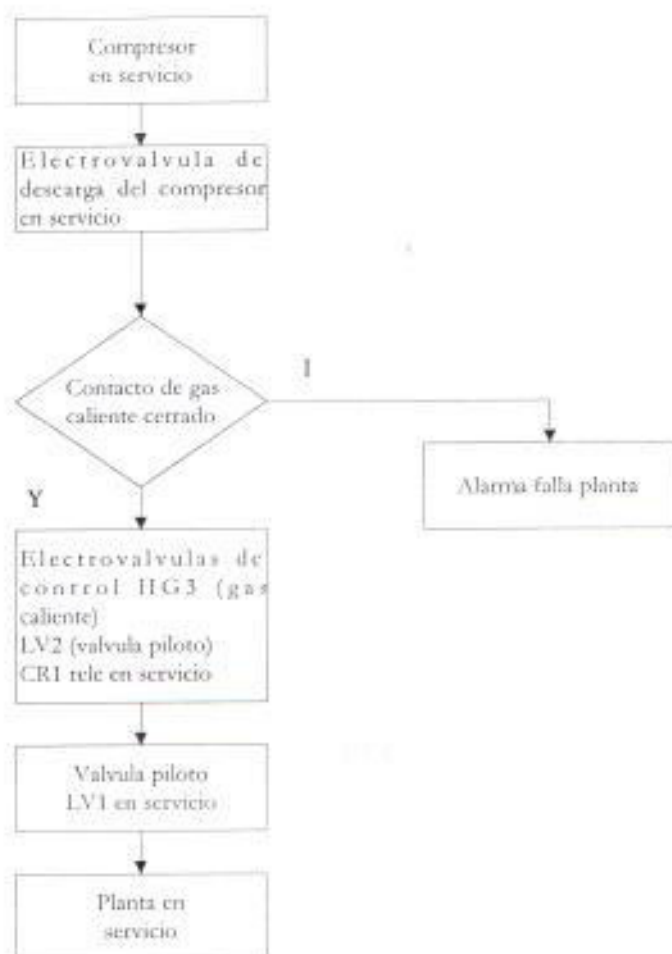


Figura 7.2 Diagrama de flujo de funcionamiento de la planta.

7.3 Diagrama de bloque de las plantas de aire acondicionado con PLC.

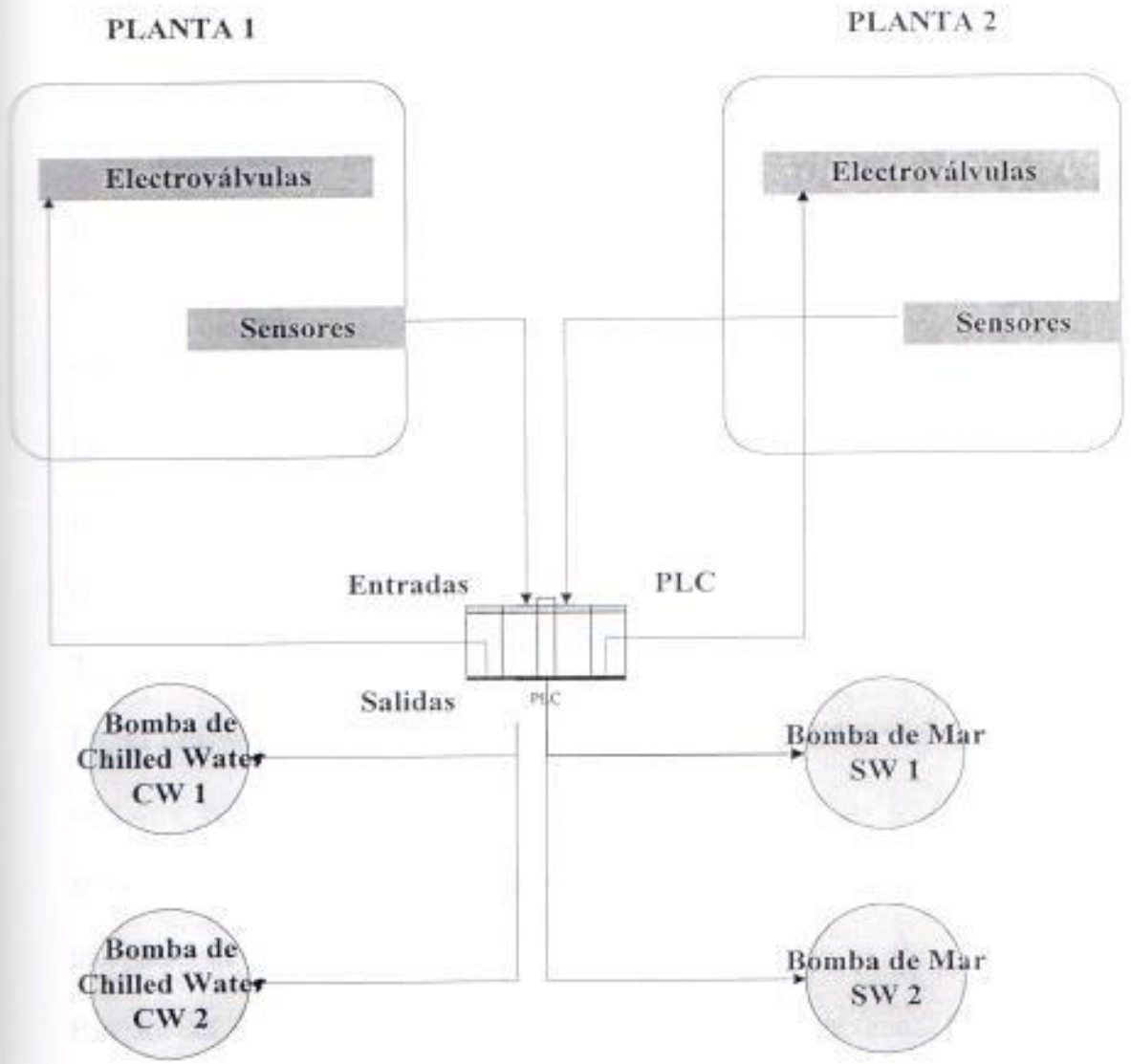


Figura 7.3 Diagrama de bloque de las plantas de aire acondicionado.

Las electroválvulas de la figura 7.3 que están en las plantas de aire acondicionado son:

D..S.S electroválvula en condición de descarga del compresor.

LV.1 electroválvula piloto de control.

LV.2 electroválvula piloto de control.

HG.3 electroválvula de control del gas caliente.

Los sensores son los que se indican en la figura 7.2 y son:

LP.1 sensor de baja presión 1.

LP.2 sensor de baja presión 2.

HP sensor de alta presión.

ODS sensor de presión diferencial de aceite.

TH.1 sensor de gas caliente.

En el PLC como se muestra en la siguiente figura sus salidas van conectadas a un contactor que tiene bloqueo mecánico y eléctrico para trabajar en forma manual y automática, se muestran los tres partidores que son usados para poner en servicio una planta de aire acondicionado.

Partidor del chilled water que es el primero en ponerse en servicio.

Partidor de la bomba de mar.

Partidor del compresor.

En la figura 7.3 se especifica el número de elementos que van conectados al PLC.

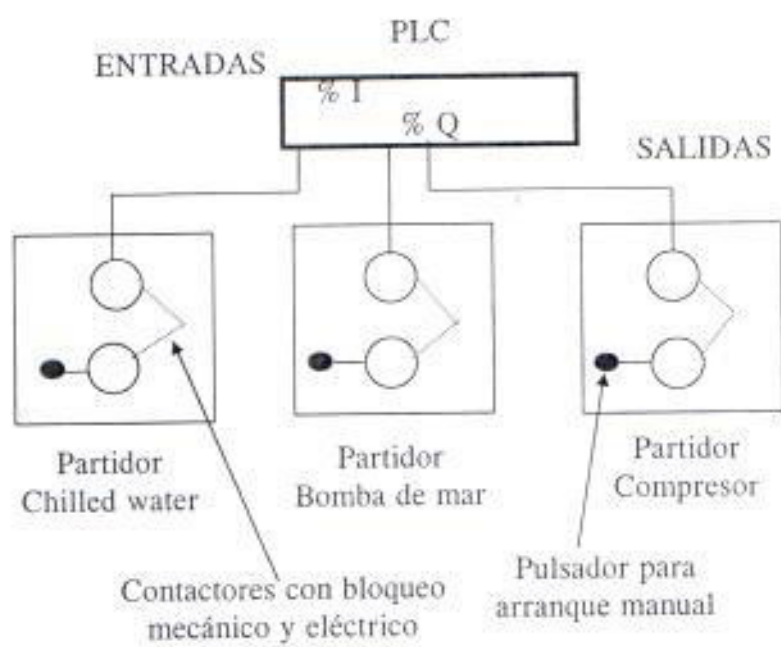


Figura 7.4 Conexión del PLC con los partidores de la planta 1

7.4 Elementos de entrada y salida de las plantas de aire acondicionado.

Entradas.

- ˆ Selector automático.
- ˆ Selector falla planta 1.
- ˆ Selector falla planta 2.
- ˆ Paro del chiller water.
- ˆ Paro de bomba de mar.

- ^ Selector bomba contra incendio.
- ^ Paro compresor.
- ^ Sensores de baja presión.
- ^ Sensor de alta presión.
- ^ Sensor de presión diferencial de aceite.

Salidas.

- ^ Bomba de chiller water.
- ^ Bomba de agua de mar.
- ^ Válvula contra incendio.
- ^ Compresor.
- ^ Válvulas solenoides.

7.5 Señal analógica.

RV - (0 - 32000)

Faja - (0 - 200) PSI

$$RV = \frac{(CV - 0)(32000 - 0)}{(200 - 0)} + 0$$

$$RV = 160 \times CV$$

Se usa esta señal analógica para comparar la presión de la bomba de mar, y si esta no es la indicada se opera una salida de una electroválvula que se comunica con el

circuito contra incendio, asegurando de esta forma la entrada de agua al condensador.

7.6 Configuración del sistema para estas plantas.

Haciendo un sistema integrado con el circuito contra incendio, se usa el mismo computador, CPU del Rack del PLC, variando las entradas y salidas en otro Rack para esta plantas de aire acondicionado. Ver pagina. 35.

Las tarjetas que se utilizan son ;

3 IC 693 MDL 240	120 VAC
2 IC 693 MDL 340	120 VAC 0.5 A
1 IC 693 ALG 220	Analógica

7.7 Tipo de PLC a usarse. Características de las tarjetas.

El PLC y las características de las tarjetas son las mismas que las especificadas en la página 38.

CAPITULO 8

8.1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA.

8.1.1 Instalación del nuevo sistema para las plantas de aire acondicionado.

El nuevo sistema consiste prácticamente en usar un PLC con las entradas y salidas que se encuentran actualmente en las plantas para operar en dos modos: manual o automático como se observa en la figura 7.4 del capítulo anterior. Para cumplir esto, se procede a la colocación de los contactos de los sensores de presión y temperatura de la caja de control eléctrico al PLC. De igual forma de los partidores de las bombas del chiller water y agua salada de las dos plantas se instala en el PLC de acuerdo a las entradas que se detallarán posteriormente.

Con respecto a las salidas cabe indicar que las electroválvulas en las plantas trabajan a una tensión de 440 V por tal motivo, como la salida del PLC es de 110 V se usará un contactor, cuyos contactos de fuerza ejecutarán la orden dada en el PLC de acuerdo a lo programado.

8.2 Forma de instalación en el PLC.

Se usan los mismos elementos explicados en la página 39

8.3 Configuración para la planta de aire acondicionado.

En la figura 8.1 se aprecia como van las diferentes entradas y salidas están distribuidas en los respectivos slot que han sido designados, usándose un total de 5 slots de 16 entradas o salidas y un slot con una tarjeta analógica.

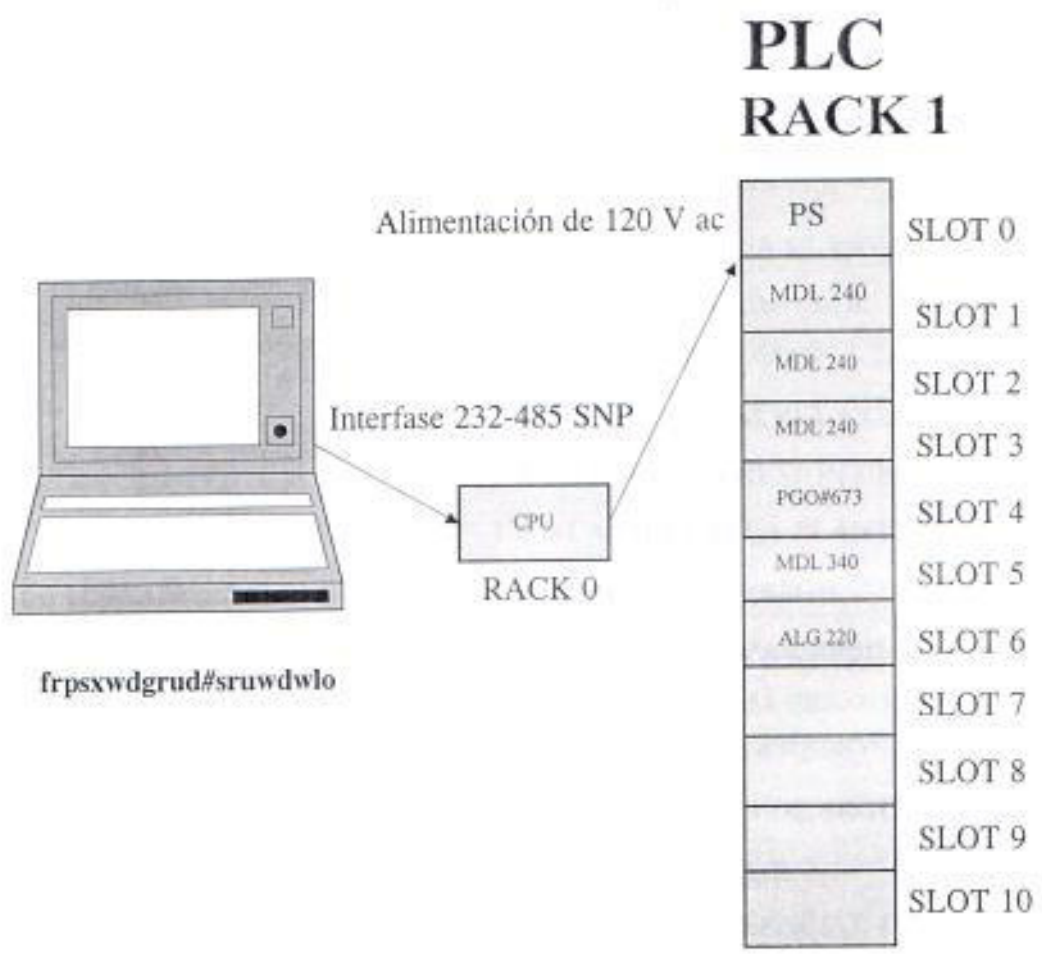


figura 8.1 Configuración de los slots en el PLC para las plantas de aire acondicionado.

8.4 Entradas y salidas digitales.

8.4.1 Entradas.

Slot 2

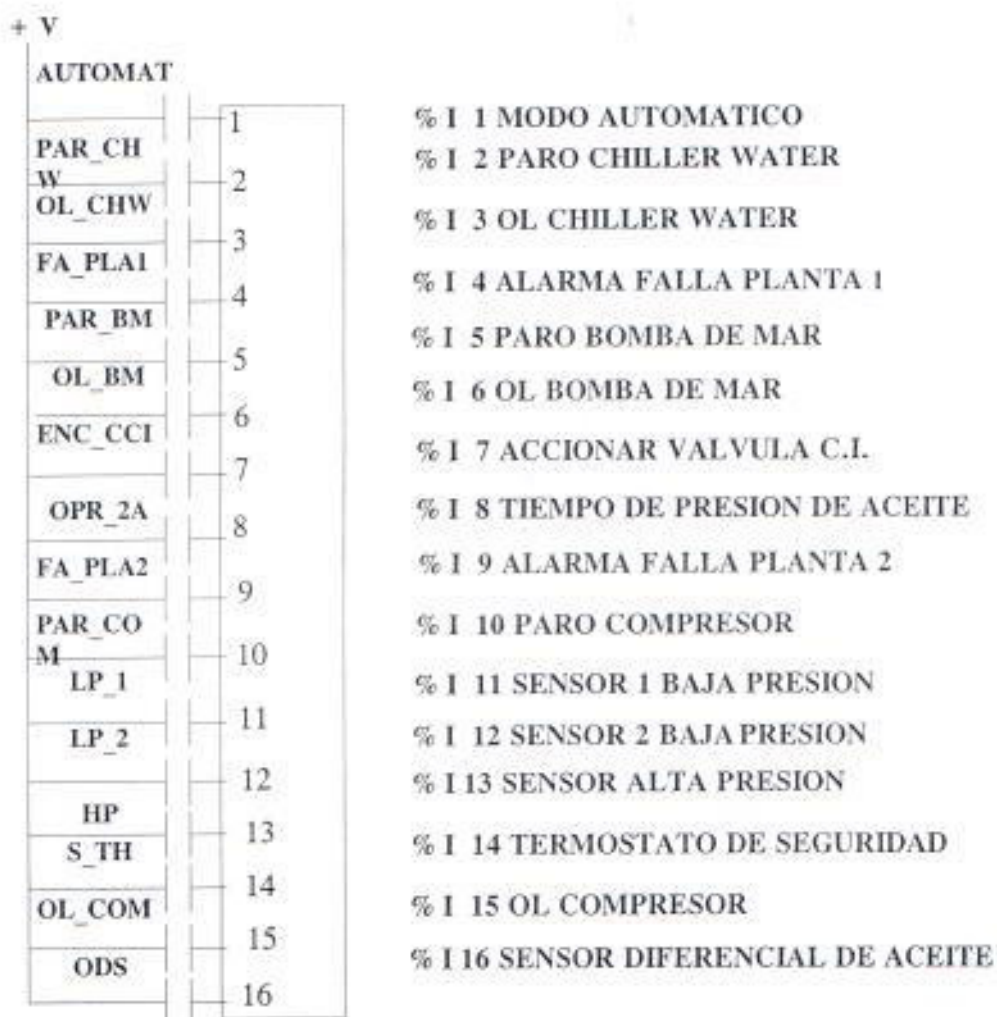


figura 8.2 Entradas del slot 2 para la planta de aire acondicionado.

Slot 3

		+ V	
TH_1	17		% I 17
LP_OR	18		% I 18 TERMOSTATO DE CONTROL
OPR-1A	19		% I 19 PULSADOR BAJA PRESION
PAR_CHW	20		% I 20 CONTACTO PRESION ACEITE
OL_CHW	21		% I 21 PARO CHILLER WATER 2
	22		% I 22 OL CHILLER WATER 2
	23		% I 23
PAR_BM2	24		% I 24 PARO BOMBA DE MAR 2
OL_BM2	25		% I 25 OL BOMBA DE MAR 2
ENC_CCI	26		% I 26 ACCIONA VALVULA CI
	27		% I 27
PAR_CO2	28		% I 28 PARO COMPRESOR 2
LP_1_2	29		% I 29 CONTACTO BAJA PRESION 2
LP_2_2	30		% I 30 CONTACTO BAJA PRESION 2.2
HP_2	31		% I 31 CONTACTO ALTA PRESION
S_TH_2	32		% I 32 TERMOSTATO DE SEGURIDAD 2

figura 8.3 Entradas del slot 3 para la planta de aire acondicionado.

Slot 4

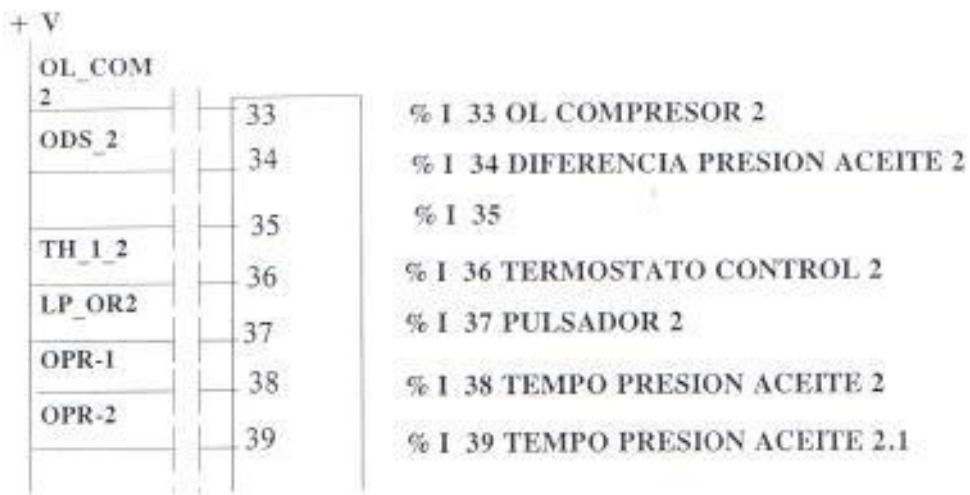


figura 8.4 Entradas del slot 4 para la planta de aire acondicionado.

8.4.2 SALIDAS.

Slot 5

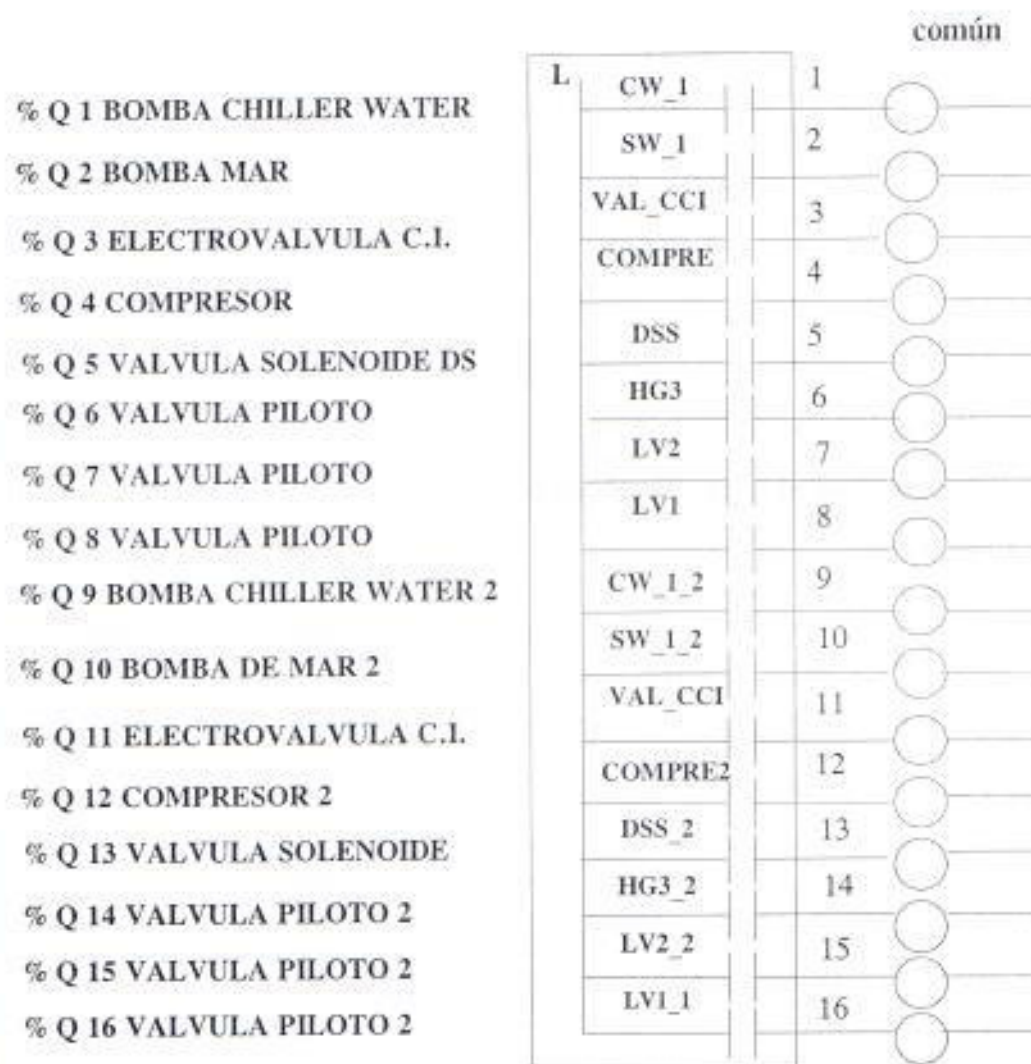


figura 8.5 Salidas del slot 5 para la planta de aire acondicionado.

Slot 6

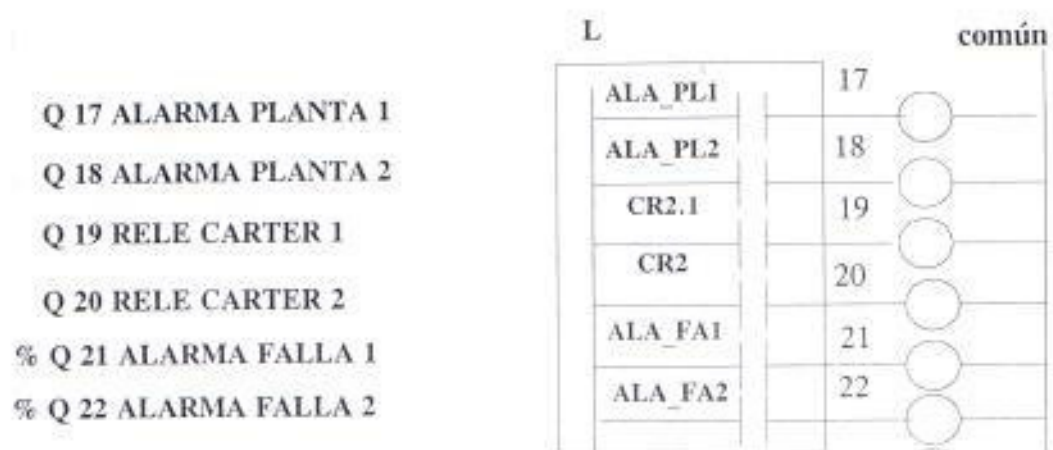


figura 8.6 Salidas del slot 6 para la planta de aire acondicionado.

CAPITULO 9

9.1 DISEÑO DEL PROGRAMA EN PLC.

9.1.1 Detalles del programa.

Especificaciones.	Página
Uso de tiempo real para el funcionamiento de las plantas mediante la función SVCREQ.	3
Se convierte a BCD el valor del tiempo para la operación.	4
MCR para operación automático.	6
Llamadas a subrutinas para la operación de cada planta.	7
Planta 2:	
Operación para colocar en servicio el CW y la SW.	9
Operación para colocar en servicio el compresor y las válvulas CI.	10
Accionamiento de electroválvulas.	11
Planta 1.	
Operación para colocar en servicio el CW y la SW.	14
Operación para colocar en servicio el compresor y las válvulas CI.	15
Accionamiento de electroválvulas.	16
Desarrollo del programa Anexo B	

I. CONCLUSIONES.

El uso de controladores lógicos programables, es una herramienta indispensable en casi todos los proyectos de modernización que se están llevando a cabo en la industria en lo correspondiente a el área de automatismo, gracias a este pequeño dispositivo podemos controlar y monitorear todo un proceso industrial o parte de él. En la actualidad han salido al mercado programas especiales de monitoreos de diferentes marcas que se benefician del PLC, para poder realizar un monitoreo y ser presentado en una computadora en forma gráfica, en donde se refleja el proceso industrial que se esta ejecutando, esto ayuda en buena forma al operador, ya que puede visualizar en forma gráfica y vistosa si un equipo esta en funcionamiento, cabe resaltar que estos sistemas tienen un costo elevado, pero el beneficio que se obtiene de ellos, equiparan su precio, según la relación costos/beneficios.

Con la elaboración de esta Tesis se obtiene:

Un moderno sistema de control para estas unidades de superficie.

Ahorro de tiempo y esfuerzo en el chequeo de las diferentes salas de la unidad del Buque, previniendo de este modo cualquier inundación que se puede estar dando en un sitio indeterminado de la unidad.

Para ello los sensores de nivel actuarán si el caso lo amerita, pudiendo el personal de guardia visualizar mediante una computadora o un display las salas en las cuales se esta realizando el achique de sentinas .

También se logra que el personal se actualice en estos sistemas de control y adquiera experiencia en su uso.

Una ventaja del PLC es su tamaño, el cual puede ser ubicado sin dificultad en cualquier panel eléctrico de la unidad, logrando con esto un mejor aprovechamiento de los espacios.

El trabajar con tiempo real, permite tener un control de exacto para la operación de cualquier equipo en el día que uno lo escoja.

Como está escrito en la nota del resumen se tiene la operación en modo automático dejando como alternativa el modo manual para tener una posibilidad más que será usada en caso de alguna emergencia.

II. RECOMENDACIONES

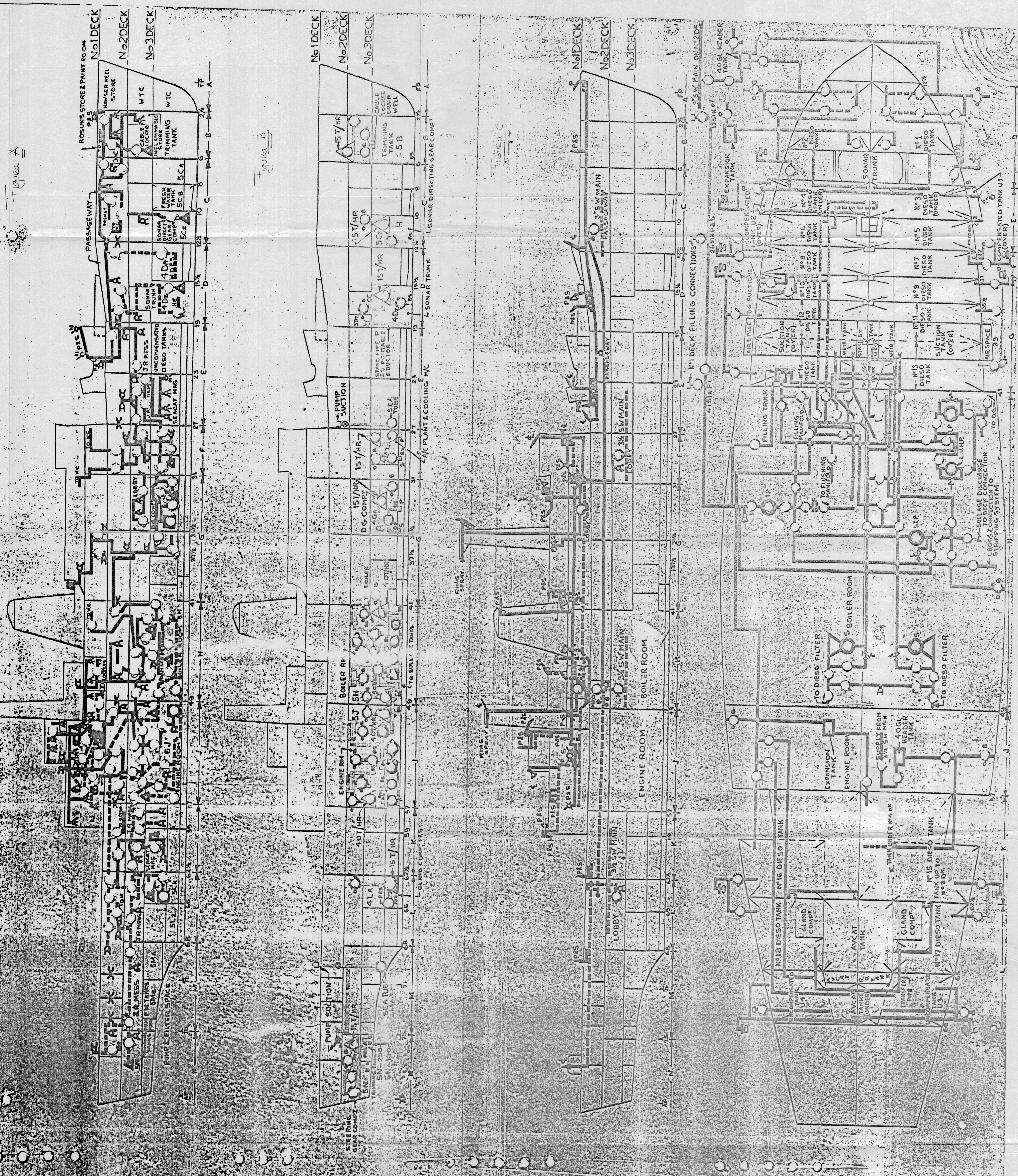
En vista de los planes de modernización que se están ejecutando en las Unidades de la Armada es necesario que se comience con la implementación de estos proyectos, que redundara en beneficio de la institución, ahorrando de esta forma tiempo, esfuerzo y dinero, debido a que es un proceso elaborado y ejecutado por Oficiales de la Armada, por lo que es recomendable que se aplique esta tesis, por lo expuesto anteriormente en las conclusiones.

Cabe recalcar que este sistema puede ser instalado en el resto de unidades de la Escuadra, realizando algunas modificaciones.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

1. General Electric FANUC Automation (Manual del Usuario) GFK-0263E.
2. General Electric FANUC Automation (Manual de Referencia) GFK-0265F.
3. ROLDÁN, J. Motores eléctricos. Automatismos de control, Paraninfo, Madrid, 1994.
4. Libro de registros ,BR 3452 de las Fragatas Clase Alfaro.

MAIN SERVICES BOARD



	SW PIPE LINES PORT SIDE
	SW PIPE LINES STBD SIDE
	ISOLATING VALVE
	EDUCTOR
	SALT WATER PUMP
	VALVE & HOSE CONNECTION
	EMERGENCY BKD CONNECTION
	SPRINKLERS

	SUCTION & DISCHARGE IN YELLOW
	BILGE PUMP
	EDUCTOR
	EJECTOR
	ISOLATING VALVE
	VALVE & HOSE CONNECTION
	BILGE SUCTION
	OVERBOARD DISCHARGE

	PRE-WETTING PIPES PORT IN PURPLE
	PRE-WETTING PIPES STBD IN PURPLE
	ISOLATING VALVE
	VALVE & HOSE CONNECTION
	TYPE H1 SPRAY
	DRENCHER MK2
	PROJECTOR
	PRESSURE GAUGE

	DIESEL SYSTEM FILLING & TRANSFER IN BROWN
	SERVICE PUMP
	TRANSFER PUMP
	SECONDARY TRANSFER PUMP
	STRIPPING PUMP
	DIESEL TRANSFER LIGHTING UP PUMP
	LIGHTING UP HAND PUMP
	FLOWMETER
	VALVE & HOSE CONNECTION
	ISOLATING VALVE