



**SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**COMISIÓN FEDERAL DE ELÉCTRICIDAD
CENTRAL HIDROELÉCTRICA ING. MANUEL MORENO TORRES
DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL**



**COMISIÓN FEDERAL
DE ELECTRICIDAD**

REPORTE DE RESIDENCIA PRODESIONAL

**PROGRAMACIÓN LÓGICA EN PLC SIEMENS DEL ARRANQUE Y PARO DE
LAS BOMBAS DE ACHIQUE DE LA PRIMERA ETAPA.**

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

VELASCO ARRIOJA DANIEL

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Junio del 2018.

Contenido

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA EN DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO.	3
1.1.1. Política de calidad de la empresa.....	3
1.1.2. Misión.....	4
1.1.3. Visión.	4
1.1.4. Valores institucionales.	4
1.1.5. Organigrama de la empresa.....	5
1.2. ÁREA ESPECÍFICA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO.	12
1.2.1. Central Hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres.	12
1.2.2. Departamento de instrumentación y control.	18
CAPITULO II.	19
2.1. NOMBRE DEL PROYECTO.	19
2.2. OBJETIVO GENERAL.	19
2.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
2.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	19
2.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO.	20
2.6.1. Alcances.....	20
2.6.2. Limitaciones.....	20
2.6. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	20
2.7.1. Visita al área del trabajo.	20
2.7.2. Revisión de diagramas de operación.	21
2.7.3. Verificación de conexión.	21
2.7.4. Verificar módulos a utilizar.	21
2.7.5. Secuencia.....	21
2.7.6. Elaboración de diagrama secuencial.....	21
2.7.7. Instalación de software.....	21
2.7.8. Programación.	21
Capitulo III. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	22
3.1. BOMBAS DE ACHIQUE.	22

3.1.1.	Bomba de achique (APCOMEX 612.Acero) 250 y 50 HP.....	22
3.2.	GABINETE DE CONTROL DE LAS BOMBAS DE ACHIQUE.	23
3.2.1.	SIEMENS CPU 315-2 DP.	23
3.2.2.	Procesador de comunicaciones CP 342-1	26
3.2.3.	Módulo de entradas digitales SM 321.....	28
3.2.4.	Módulo de salidas digitales SM 322.....	29
3.2.5.	Redes ópticas con OLM (Optical Link Modules).	30
CAPITULO IV. DESARROLLO DEL PROYECTO.		32
4.1.	INVESTIGACIÓN TEÓRICA.	32
4.2.	INVESTIGACIÓN TÉCNICA.	33
4.2.1.	Operación de las bombas.....	34
4.2.2.	Interfaz gráfica.....	35
4.3.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE BOMBEO DE ACHIQUE DE CASA DE MÁQUINAS.	40
4.4.	INSTALACIÓN DE SOFTWARE PARA LA PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN DEL PROGRAMA.	41
4.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES Y CONDICIONES.	41
4.6.	ESTRUCTURA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.....	42
4.7.	DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO.....	44
4.8.	GESTIÓN DE INDICADORES.	45
4.9.	SIMULADOR.	46
4.10.	PROGRAMACIÓN ESCALERA.....	47
4.10.1.	Programación inicial y manual.	47
4.10.2.	Programación final modificada y automático con botón de arranque y paro. 51	56
CONCLUSIONES.....		56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		56

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA EN DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO.

La Comisión Federal de Electricidad es una empresa productiva del Estado de propiedad exclusiva del Gobierno Federal, con personalidad jurídica y patrimonios propios y gozará de autonomía técnica, operativa y de gestión, conforme a lo dispuesto en la nueva Ley de la Comisión Federal de Electricidad, y que tiene por objeto prestar, en términos de la legislación aplicable, el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, por cuenta y orden del Estado Mexicano para más de 39.6 millones de clientes al mes de Diciembre de 2015, lo que representa más de 122 millones de habitantes, e incorpora anualmente más de un millón de clientes nuevos.

El compromiso de la empresa es ofrecer servicios de excelencia, garantizando altos índices de calidad en todos sus procesos, al nivel de las mejores empresas eléctricas en el mundo.

1.1.1. Política de calidad de la empresa.

Realizar una gestión de excelencia en los procesos del corporativo, las empresas subsidiarias y fíales, centrada en el uso eficiente de los recursos y tecnologías adecuadas, aportando ventajas competitivas como un factor de éxito en la creación de valor para los clientes, el estado mexicano, las partes interesadas de la sociedad y el personal, que generen crecimiento sostenible, productividad, rentabilidad e innovación, con sustentabilidad para la empresa, colaborando con el desarrollo nacional. Considerando los aspectos ambientales, de seguridad y la mejora continua de la eficacia y eficiencia del corporativo y empresa, con el compromiso de:

- Formar y desarrollar el capital humano.
- Gestionar eficazmente los riesgos estratégicos y operativos.
- Respetar al medio ambiente, aprovechar y preservar de manera responsable los recursos naturales.
- Cumplir con el marco legal, con la legislación, normatividad y otros requisitos aplicables.
- Salvaguardar la integridad física de los trabajadores y de las instalaciones.

- Propiciar la innovación en los procesos.
- Desarrollar la responsabilidad social de la organización.
- Realizar las actividades necesarias para satisfacer o incluso superar las expectativas de los clientes.
- Impulsar el desarrollo de las nuevas capacidades para atender la cadena de Valor de CFE.
- Ir a la mejora continua en los resultados y procesos en el corporativo y en las empresas subsidiarias, filiales y unidades de negocio.

1.1.2. Misión.

Desarrollar actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales, generando valor económico y rentabilidad para el Estado Mexicano, procurando el mejoramiento de la productividad con sustentabilidad, en beneficio de la población y contribuir con ello al desarrollo nacional.

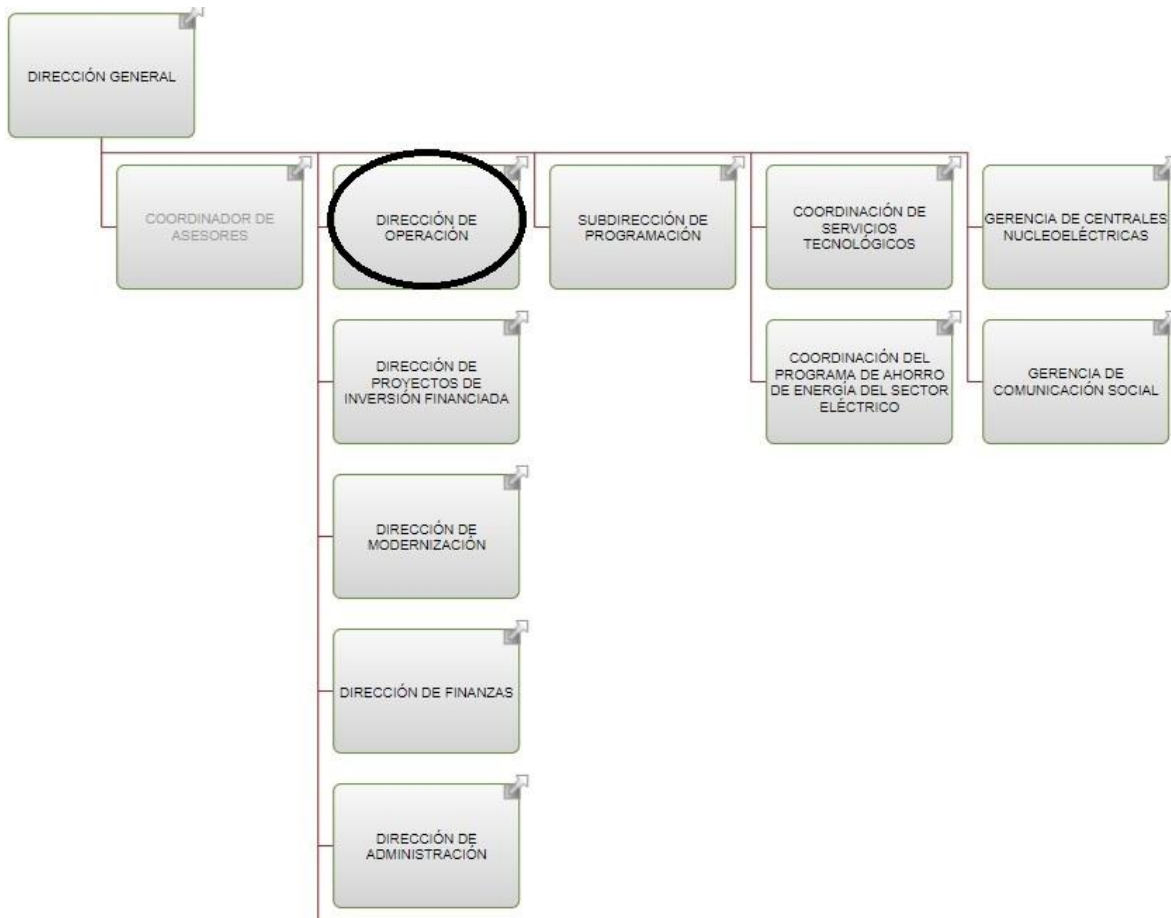
1.1.3. Visión.

Ser una empresa de energía, de las mejores a nivel mundial, con presencia internacional, fortaleza financiera y reconocida por su atención al cliente, competitividad, transparencia, calidad en el servicio, capacidad de su personal, vanguardia tecnológica y aplicación de criterios de desarrollo sustentable.

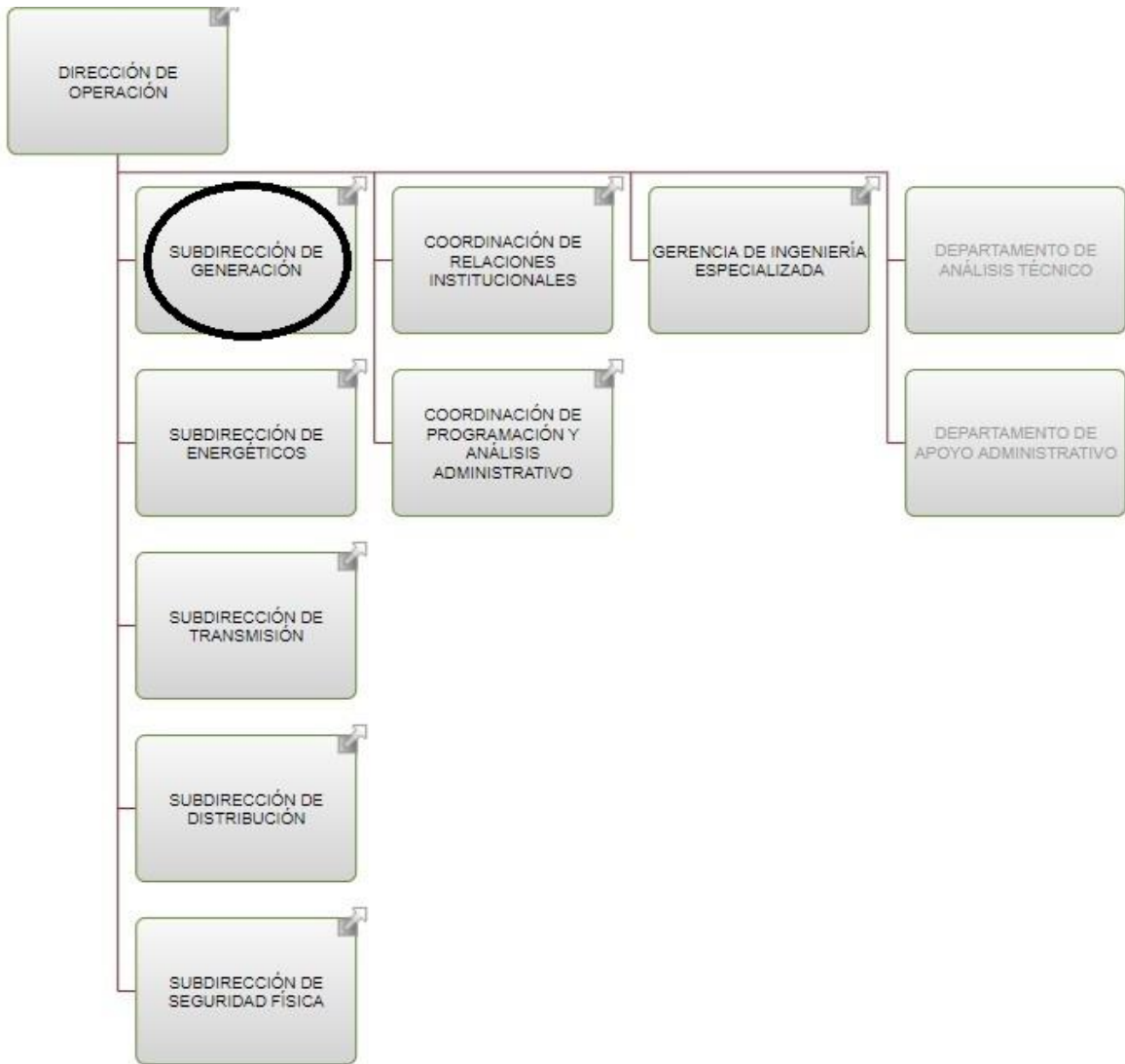
1.1.4. Valores institucionales.

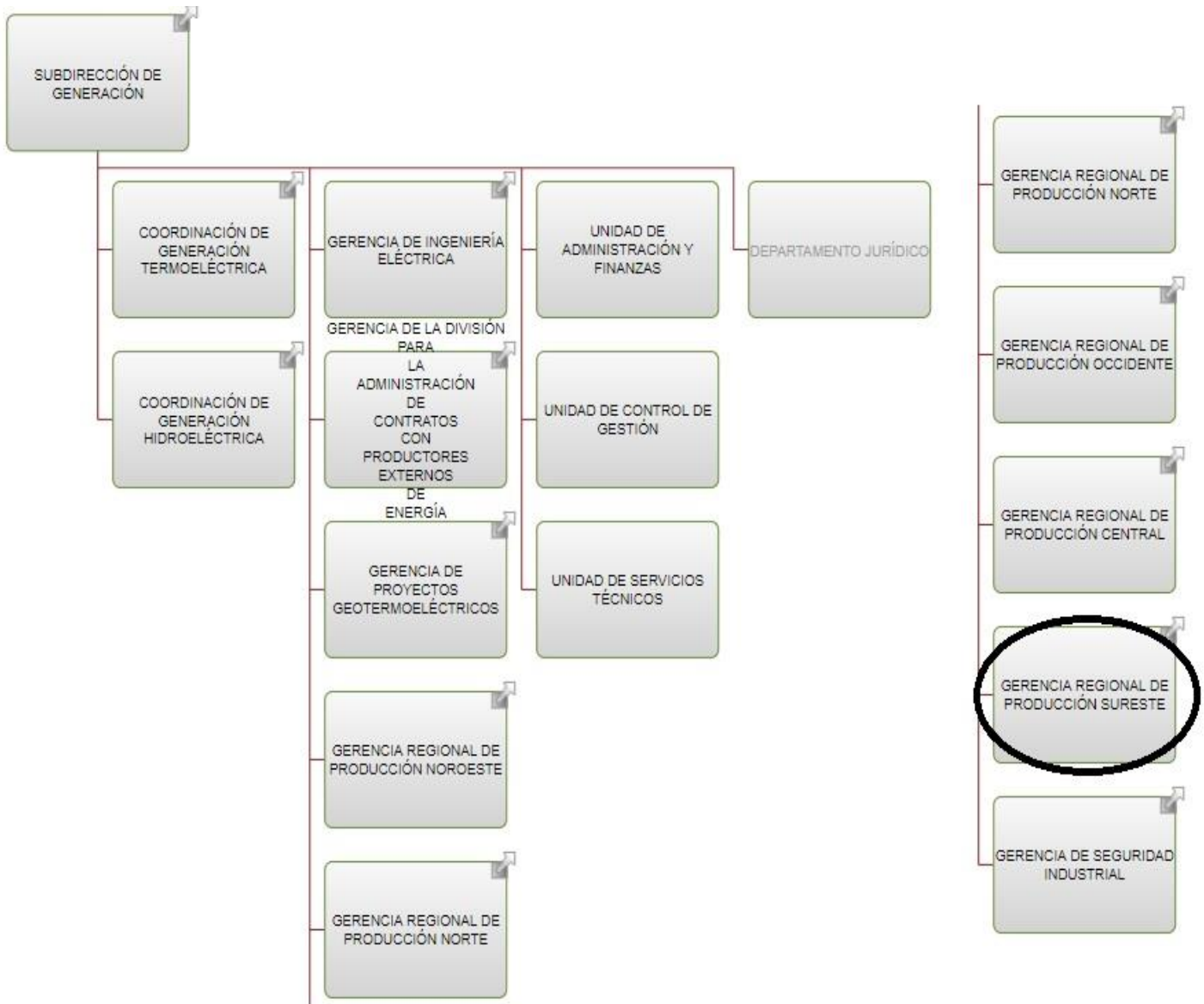
- Integridad
- Productividad
- Responsabilidad

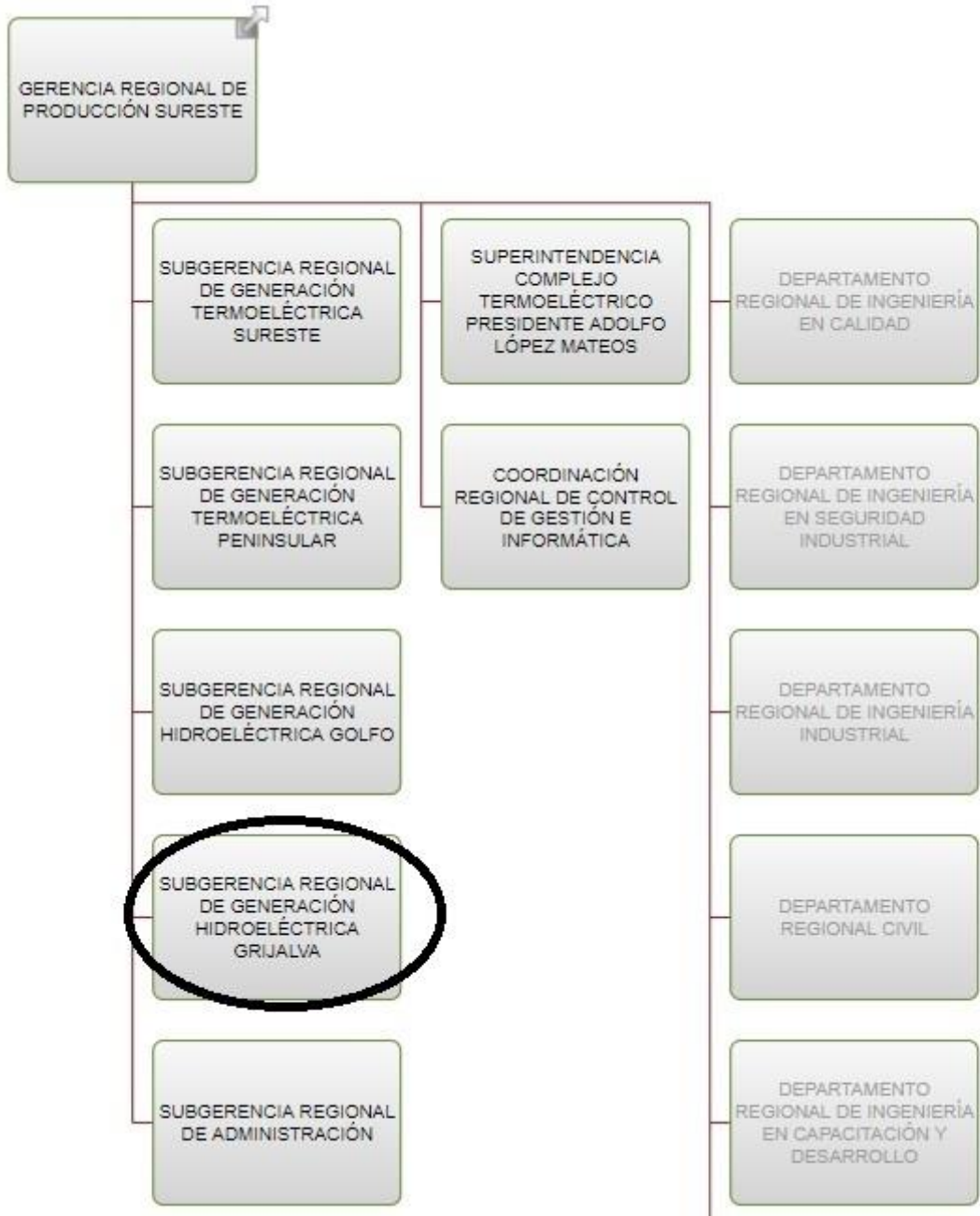
1.1.5. Organigrama de la empresa.



En el organigrama general de Comisión Federal de Electricidad se visualiza la dirección general y se desglosa a la opción de Dirección de Operación como se encierra en el círculo.













Es este último desglose se presenta el Departamento de Control e Instrumentación que es el departamento en donde se desarrolló el proyecto.

1.2. ÁREA ESPECÍFICA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO.

1.2.1. Central Hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres.

La Presa Ing. Manuel Moreno Torres “Chicoasén” se construyó entre los años de 1974 a 1980 en el estado de Chiapas sobre el Río Grijalva, en el municipio de Chicoasén. Se localiza a 104 (km) aguas abajo de la Presa La Angostura. Sus coordenadas geográficas son: 16°56'29" de latitud norte y 93°06'03" de longitud oeste. La cuenca propia de Chicoasén comprende un área aproximada de 7,194 (km²), área comprendida aguas abajo de la Presa La Angostura hasta la Presa Chicoasén (Fig. 1.3.1).

La Presa Chicoasén es la tercera en construirse del Plan Integral del Río Grijalva. Las características hidrológicas, topográficas, geológicas y económicas del sitio hacen que esta central hidroeléctrica se convierta en la más poderosa para generar energía eléctrica anual en México.

En la cuenca propia de Chicoasén, el régimen pluviométrico establece dos periodos bien definidos: El primer periodo se presenta con precipitaciones máximas, se registra en los meses de julio a noviembre; es producto de las perturbaciones ciclónicas que se generan en el Golfo de México y el Mar Caribe, a las cuales se le agregan ocasionalmente las del Océano Pacífico.



Figura 1.3.1. Cuenca propia de Chicoasén

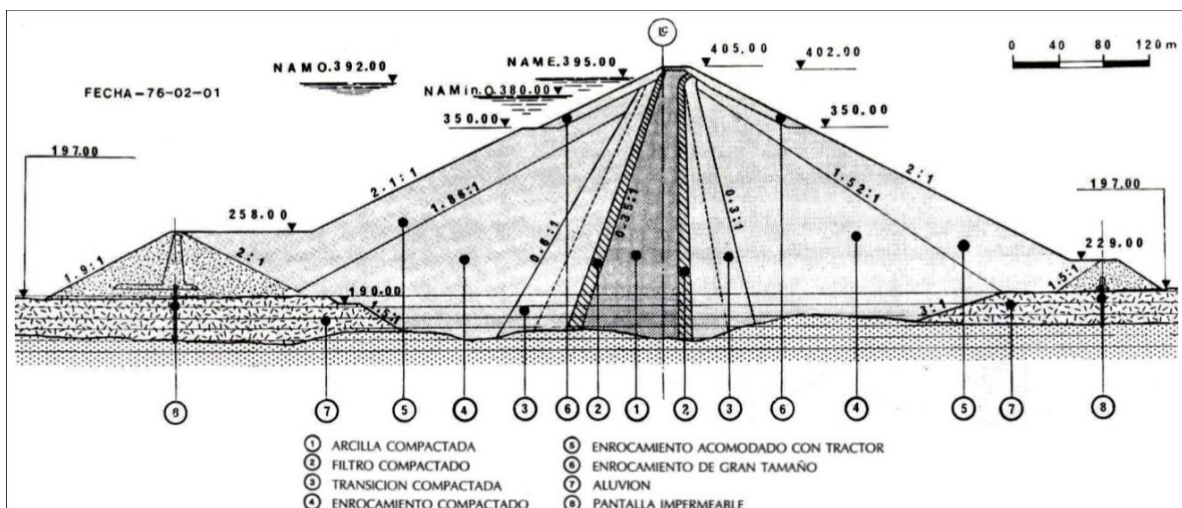
Descripción general de las obras

- CORTINA

Para el diseño de la cortina, se analizaron dos alternativas. En la primera se proponía una presa de concreto tipo arco-bóveda, y en la segunda un terraplén de materiales graduados. Finalmente se optó por la segunda alternativa debido a la presencia de una falla geológica próxima a la cortina de Chicoasén (falla Chicoasén).

La sección de la cortina fue construida con material de enrocamiento, se definió con un núcleo central flexible, impermeable, protegido con filtros, transiciones y respaldos amplios de protección. Los taludes exteriores son: 2:1, aguas abajo y de 2.1:1, aguas arriba.

El material (1), corresponde al corazón impermeable de arcilla y tiene un volumen de 2.07×10^6 (m³). Para el material (2), los filtros se construyeron a base de grava-arena provenientes de los depósitos del río con volumen de 0.73×10^6 (m³). El material de transición (3), se obtuvo de la rezaga de las excavaciones de las obras que contenían roca-grava-arena y tiene un volumen de 2.71×10^6 (m³). Los respaldos de enrocamiento compactado (material 4), están formados por fragmentos de caliza provenientes de las excavaciones de la obra de excedencias, de la obra de toma y de la casa de máquinas (Fig. 1.3.2).



CORTINA		
Tipo	Enrocamiento	
Altura máxima	250	m
Elevación de la corona	405	msnm
Ancho de la corona	25	m
Longitud de la corona	584	m
Volumen total de la cortina	14.51x10 ⁶	m ³
EMBALSE		
NAME	395	msnm
NAMO	388	msnm
NAMINO	380	msnm

Figura 1.3.2. Cortina de la Presa Chicoasén.

- OBRA DE DESVÍO

El desvío se realizó en condiciones muy favorables, ya que se tuvo que cerrar el embalse de La Angostura. Dado un reducido caudal del río después del cierre, fue posible desviarlo para librar la zona de construcción de la ataguía aguas arriba mediante la excavación de un túnel auxiliar de 343 (m) de longitud de sección portal sin revestir, de 7 (m) de ancho y 6 (m) de altura, excavado en la margen izquierda (Fig. 1.31).

La obra de desvío, consta de dos túneles excavados en la margen derecha, de sección portal sin revestir, de 13 (m) de ancho y 13 (m) de altura. Las ataguías de materiales graduados forman parte de la cortina, la de aguas arriba con 61 (m) de altura y de 26 (m) la de aguas abajo (Fig. 1.31).

- OBRA DE EXCEDENCIAS

Está formada por tres vertedores en túnel alojados en la margen izquierda, controlados por compuertas radiales. El acceso del agua a los vertedores es mediante un canal excavado a cielo abierto, de ancho variable. En cada uno de los vertedores se tiene tres compuertas radiales de 8.40 (m) de ancho por 19 (m) de altura. La cresta del cimacio, tipo Creager, se fijó a una elevación de 373 (m) y permite evacuar un gasto de 15,000 (m³ /s) (5000 (m³ /s) por túnel), bajo una carga máxima de 22 (m) (Figs. 1.29 (a) y 1.29 (b)).

Los túneles de descarga se excavaron a 17 (m) de diámetro y se revestieron de concreto para quedar con diámetro de 15 (m); la longitud aproximada de cada uno es de 900 (m) con una pendiente de 0.0322. La estructura terminal, localizada en el portal de salida de cada túnel, está constituida por una cubeta de lanzamiento (salto de esquí) (Figs. 1.29 (a) y 1.29 (b)).

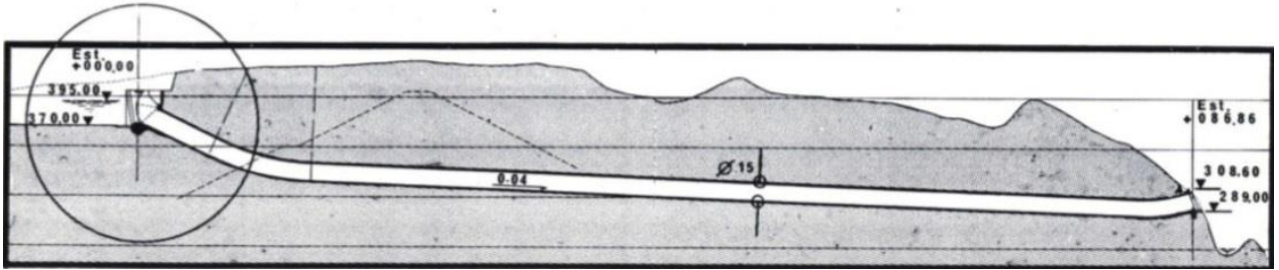


Figura 1.29 (a). Perfil del vertedor. Presa Chicoasén



Figura 1.29 (b). Planta de los vertedores. Presa Chicoasén.

- PLANTA HIDROELÉCTRICA

La planta hidroeléctrica, se localiza en la margen derecha, consta de obra de toma, conducción a presión y casa de máquinas. La obra de toma consiste en un canal de acceso y 8 tomas independientes. Está diseñada con 8 estructuras de toma, una para cada grupo generador, provistas de rejillas y de una compuerta automática de accionamiento hidráulico rápido de 6.70x6.70 (m) (Fig. 1.31). La casa de máquinas es subterránea, tiene dimensiones de 199 (m) de longitud, 20.5 (m) de ancho y 43 (m) de altura. Está diseñada para alojar 8 grupos, cada uno constituido por una turbina tipo Francis, con capacidad de 306 (MW) cada una (Fig. 1.30).

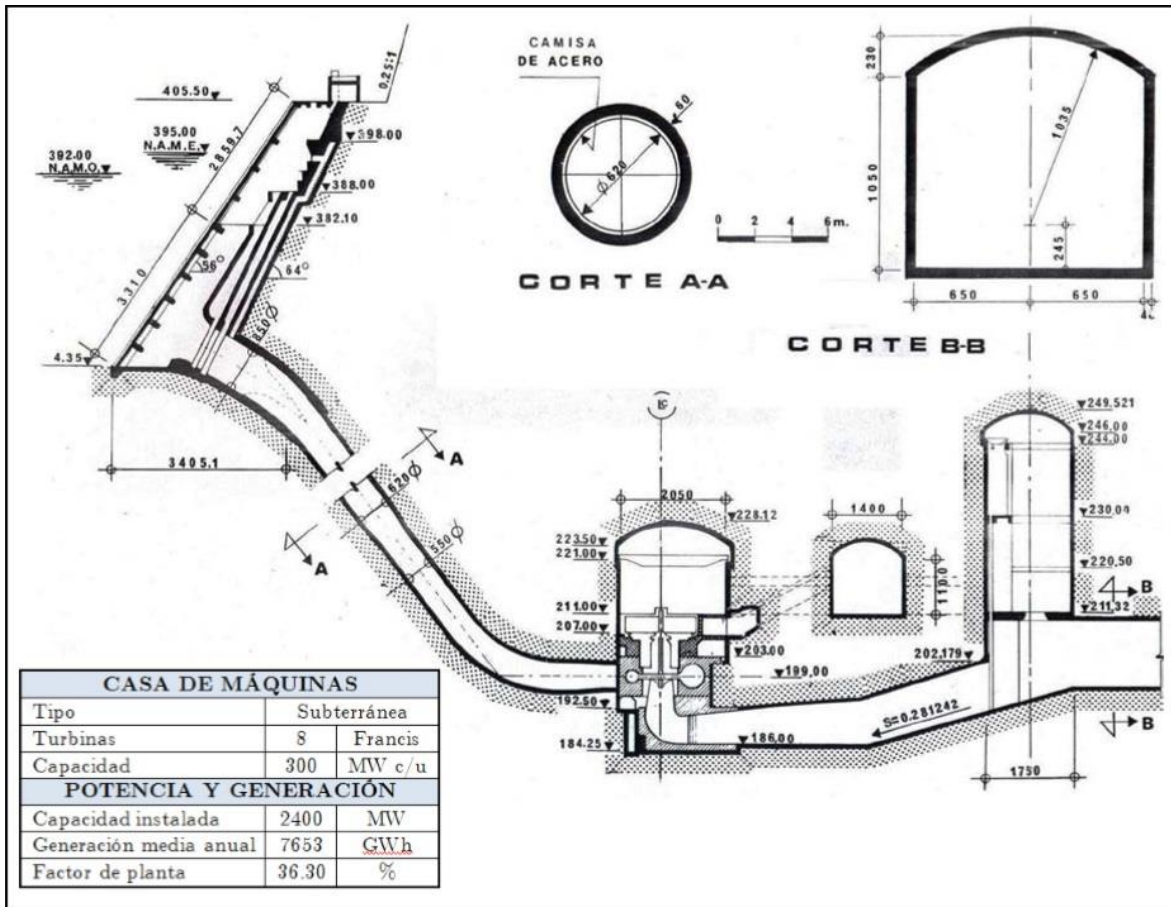


Figura 1.30. Tubería a presión y casa de máquinas de la Presa Chicoasén.

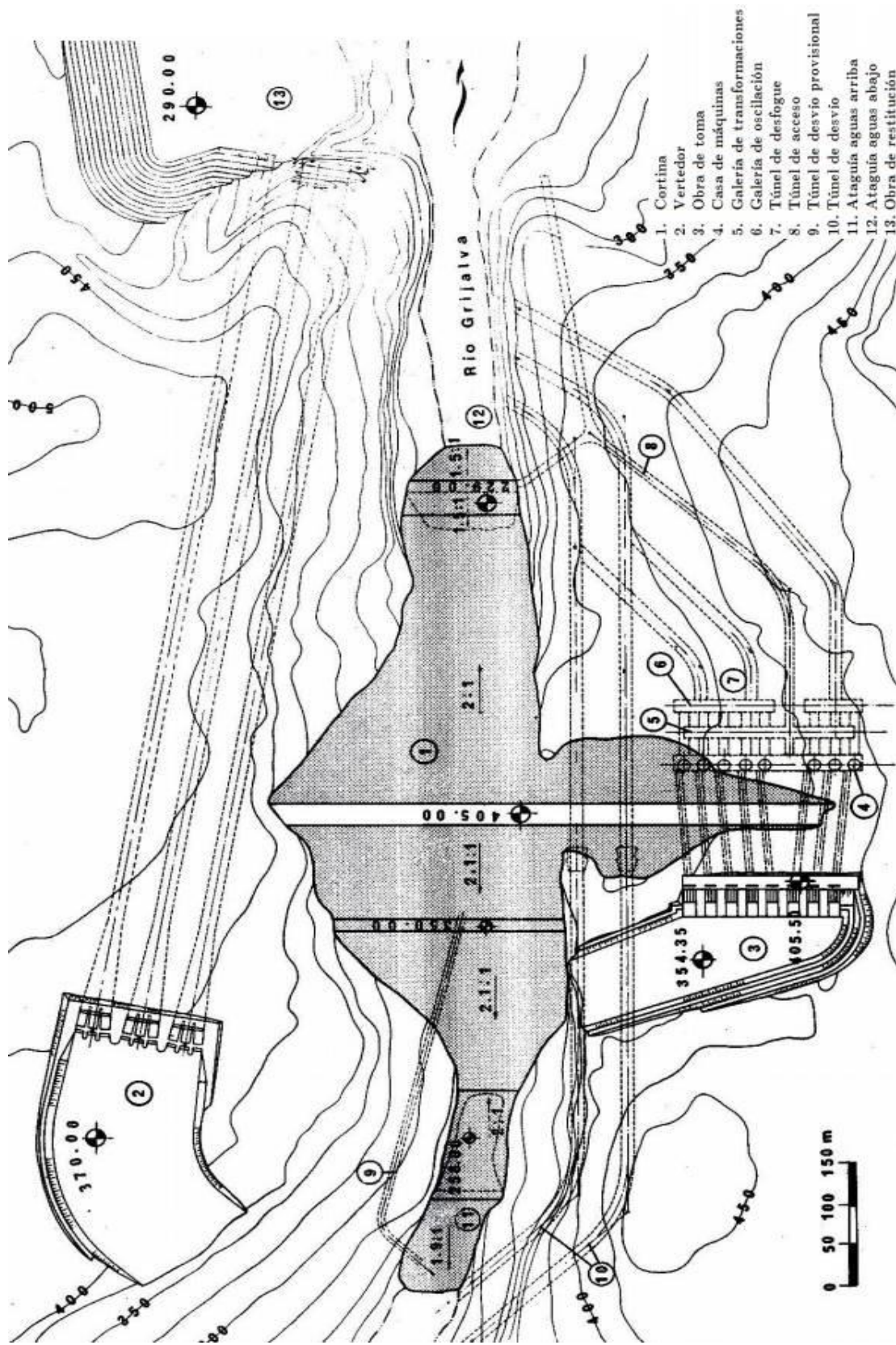


Figura 1.31. Planta General de la presa Ing. Manuel Moreno Torres "Chicoasén"

1.2.2. Departamento de instrumentación y control.

Dentro del área en el departamento de instrumentación y control se tiene como tarea realizar diferentes actividades dentro de la central generadora como son:

Supervisar el desarrollo de los programas de mantenimiento de los equipos de instrumentación y control de las Centrales Generadoras de la Subgerencia Regional, para vigilar su cumplimiento.

Apoyar técnicamente durante el proceso de elaboración de requisiciones de bienes, servicios y obra pública requeridos por los departamentos de instrumentación y control de las Centrales Generadoras de la Subgerencia Regional, para verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los equipos y servicios.

Proponer la modernización de los equipos de instrumentación y control de las Centrales Generadoras de la Subgerencia Regional, así como los equipos de prueba y patrones para mantener la funcionalidad de los sistemas en el proceso de generación de energía eléctrica.

Participar en la elaboración de metas, dar seguimiento y cumplimiento en los Índices Objetivo del área eléctrica de las Centrales Generadoras, con respecto a sus metas y en caso de desviación informar oportunamente a su superior para tomar las acciones preventivas-correctivas y evitar su incumplimiento.

Integrar los costos de los mantenimientos del área de instrumentación y control de las unidades generadoras para su control.

Participar en la integración de la problemática del área instrumentación y control de las Centrales Generadoras, para gestionar recursos y programar su solución.

Realizar visitas de supervisión técnica a las Centrales Generadoras en los aspectos de instrumentación y control para dar seguimiento a la operación y mantenimiento.

Participar en el proceso de adquisición y suministro de refaccionamiento de instrumentación y control para el cumplimiento de los mantenimientos de las unidades de las Centrales Generadoras.

CAPITULO II.

2.1. NOMBRE DEL PROYECTO.

Programación lógica en PLC SIEMENS del arranque y paro de las bombas de achique de la primera etapa.

2.2. OBJETIVO GENERAL.

Hacer un programa con su respectiva simulación para la automatización del arranque y paro del sistema de bombeo de achique de la primera etapa.

2.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Investigación de campo en el área laboral en que se va a trabajar (casa de máquinas C.H.M.M.T).
- Identificar las diferentes variables necesarias para realizar la automatización.
- Hacer un diagrama del funcionamiento de programación que se va a requerir.
- Configurar y direccionar la parte de comunicación mediante fibra óptica en una red local, conociendo la configuración de su respectivo modulo.
- Aplicar la programación en escalera en una simulación respecto a un PLC SIEMENS.

2.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Se han venido plateando soluciones para la automatización del sistema de bombeo de achique del cárcamo en casa de máquinas de la C.H.M.M.T, ya que una de las ventajas de este implemento es el no operar manualmente los procesos de achique, éste proceso es más preciso con un sistema autómatas que haga la tarea con más precisión y en el tiempo exacto en que se desea hacer. El proyecto es conveniente porque es más factible que un sistema autómatas, esto funciona a base de sensores y programadores lógicos junto con su comunicación con fibra óptica hacia los tableros en la sala de control.

El sistema servirá básicamente para que los operadores de la sala de control no estén operando manualmente las acciones de arranque y paro de las bombas de achique mediante pulsadores en los tableros, usando el sistema autómatas, solamente se estaría tomando en cuenta el controlador lógico programable

comunicándose con un módulo vía fibra óptica a la sala de control con los operadores para que puedan visualizar el proceso y a través de la interfaz gráfica de la simulación de las bombas y los indicadores de nivel junto con sus indicadores de arranque y paro.

La implementación ayudará a resolver algunas complicaciones, como es el tiempo de respuesta que este tendrá al hacerlo automáticamente.

La automatización puede progresar de manera bastante favorable, ya que usando el mismo principio se pueden automatizar diferentes procesos en el cual se operan aun manualmente, usando la comunicación por fibra óptica hacia los tableros de control.

2.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO.

2.6.1. Alcances.

- Uno de los principales alcances del proyecto es la automatización y comunicación del sistema de bombeo de achique de la primera etapa.
- También se logra un avance tecnológico aprovechando las diferentes herramientas que brinda esta empresa para hacer más factible el proceso de automatización.

2.6.2. Limitaciones.

- Una de las limitaciones es que ya se tenía una automatización antes de este proyecto sin embargo no se concretó al 100% por razones particulares de la empresa.
- Otra desventaja posible es que en la empresa no me dejará probar físicamente la programación de automatización en los equipos, ya que se debe de pedir una licencia para poder operar en los dispositivos.

2.6. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

2.7.1. Visita al área del trabajo.

Visita a la C.H.M.M.T en la parte donde se encuentran las bombas de achique que es en casa de máquinas, para realizar un levantamiento de las necesidades que se requieren para realizar el proyecto.

2.7.2. Revisión de diagramas de operación.

Se investiga en los archivos los diagramas de conexiones y programación para saber el funcionamiento del sistema.

2.7.3. Verificación de conexión.

Se investiga el tipo de comunicación que tiene el proceso de las bombas hacia los tableros en la sala de control.

2.7.4. Verificar módulos a utilizar.

Para poner en marcha el proyecto es importante realizar una investigación de los módulos que se utilizaran para poder hacer el proceso y programación de estos. Ya que se deben de tener en cuenta las entradas y salidas que se requieren.

2.7.5. Secuencia.

Hacer investigación sobre la secuencia de arranque y paro de las bombas de achique, priorizando las bombas con potencia adecuada dependiendo el nivel de agua en el cárcamo.

2.7.6. Elaboración de diagrama secuencial.

Se elaborará un diagrama del funcionamiento secuencial de las bombas para hacer entendible lo que tenemos que programar.

2.7.7. Instalación de software.

Se hace una instalación específica del software para poder programar el funcionamiento que se requiere, visualizar en un simulador de contactos para el mejor entendimiento del programa.

2.7.8. Programación.

Hacer la estructura del programa en lenguaje escalera necesaria para automatizar el proceso que se requiere. Con una descripción de su proceso.

Capitulo III. FUNDAMENTO TEÓRICO.

3.1. BOMBAS DE ACHIQUE.

La función básica de una bomba sumergible o de achique es para el “drenaje” y bombear aguas residuales. En el sector industrial se puede colocar en el interior de un depósito de combustible como también para extraer agua en el pozo de agua. En el caso de los depósitos es muy útil porque permite elevar el líquido mejor que con “succión desde arriba”. Hay bombas que permiten separar el agua de aceites y de esta forma reinyectan el yacimiento.

La bomba sumergible o bomba de achique se puede conectar con tubo o manguera en sus entradas y salidas y pueden trabajar con tuberías de aspiración (siempre y cuando la bomba este por encima del nivel del depósito). El tubo tampoco puede estar muy elevado porque si no puede hacer disminuir la presión de la bomba. Su mecanismo consiste en varios rodets giratorios colocados en serie que aumentan la presión y su fuente de alimentación para hacer girar la bomba es normalmente una fuente de red eléctrica de baja tensión.

La bomba de achique puede bombear agua o combustible. Es importante saber que si la bomba es para un depósito de combustible y se sitúa fuera del depósito puede que haya alguna fuga de gasolina y por lo tanto existe riesgo de un incendio.

Muchas bombas no están preparadas para hacer la función de agua caliente o líquidos inflamables, así que en estos casos habrá que asegurarse de que la podemos hacer funcionar.

3.1.1. Bomba de achique (APCOMEX 612.Acero) 250 y 50 HP.

Especificaciones Bomba 1:

- Modelo: 612. Acero
- Clase: 150 LB INOX
- Serie: D00 113-2-15
- Potencia: 250HP/ 440V
- Ajuste: 250-400A/ 60 Hz
- Control: 440V

Especificaciones: Bomba 2

- Modelo: 157003971-100

- Clase: Ks81
- Serie: X0115703971-1001M0001
- Potencia: 50HP/ 440V
- Control: 440V

Ajuste: 250-400A/ 60Hz

3.2. GABINETE DE CONTROL DE LAS BOMBAS DE ACHIQUE.

3.2.1. SIEMENS CPU 315-2 DP.

Sinopsis

- CPU con memoria de programa entre media y alta y capacidad funcional para el uso opcional de herramientas de ingeniería SIMATIC.
- Gran capacidad de procesamiento con aritmética binaria y en coma flotante.
- Utilización como controlador (autómata/PLC) central en líneas de fabricación con periferia central y descentralizada.
- Interfaz maestro/esclavo PROFIBUS DP.
- Para ampliación extensa de la periferia.
- Para crear estructuras con periferia descentralizada.
- Modo isócrono en PROFIBUS.
- Para la CPU se requiere una SIMATIC Micro Memory Card.

Campo de aplicación

La CPU 315-2 DP dispone de una memoria de programa media a alta y de una interfaz maestro/esclavo PROFIBUS DP. Se aplica en instalaciones que incluyen, junto a periferia centralizada, también estructuras de automatización descentralizadas.

A menudo, actúa de maestro PROFIBUS DP estándar en SIMATIC S7-300. La CPU también se utiliza como inteligencia descentralizada (esclavo DP).

Gracias a su capacidad, es óptima para el uso de herramientas de ingeniería SIMATIC, p.ej.:

- Programación con SLC.
- Programación de cadenas secuenciales con S7-GRAPH.

Asimismo, esta CPU ofrece una plataforma ideal para tareas tecnológicas sencillas realizadas con software, p. ej:

- Control de movimiento con Easy Motion Control.
- Solución de tareas de regulación con bloques de STEP 7 o software runtime Standard-/Modular PID Control.

Un diagnóstico de procesos más avanzado se consigue con SIMATIC S7-PDIAG.

Diseño

La CPU 315-2 DP dispone de:

- Microprocesador;
El procesador alcanza un tiempo de ejecución de aprox. 50 ns por instrucción binaria y 0,45 μ s por operación de coma flotante.
- Memoria de trabajo de 256 kbytes (corresponde aprox. a 85 k de instrucciones);
La amplia memoria de trabajo para partes del programa relevantes para el proceso ofrece suficiente espacio para los programas de usuario. Las SIMATIC Micro Memory Cards (máx. 8 Mbytes) como memoria de carga para programas permiten guardar proyectos (incluyendo símbolos y comentarios) en la CPU y se pueden utilizar para archivar datos y gestionar recetas.
- Expansibilidad flexible;
Máx. 32 módulos, (en configuración de 4 bastidores)
- Interfaz multipunto MPI;
El puerto MPI integrado puede establecer hasta 16 conexiones simultáneas con el S7-300/400 o la programadora (PG), el PC o el panel de operador (OP). De las cuales una está reservado de forma fija para PG y otra para OP. El puerto MPI permite configurar con gran sencillez una red de comunicación por "datos globales" con un máximo de 16 CPUs.
- Interfaz PROFIBUS DP:
La CPU 315-2 DP con interfaz PROFIBUS DP maestro/esclavo permite configurar estructuras de automatización descentralizadas de alta velocidad y sencillo manejo. Desde el punto de vista del usuario, la periferia descentralizada se trata como la periferia central (misma forma de configurar, direccionar y programar). Se soporta por completo la norma PROFIBUS DP V1. Esto mejora las posibilidades de diagnóstico y parametrización de esclavos normalizados DP V1.

Funciones

- Protección por contraseña;
El uso de contraseñas protege el programa de usuario frente a un acceso no autorizado.

- Codificación de bloque;
Las funciones (FC) y los bloques de función (FB) pueden guardarse en la CPU codificados con S7-Block Privacy para proteger el know-how de la aplicación.
- Búfer de diagnóstico;
Los últimos 500 eventos de error e interrupción quedan guardados en un búfer para fines de diagnóstico, 100 de ellos remanentes.
- Backup de datos sin necesidad de mantenimiento;
En caso de producirse un corte eléctrico, la CPU guarda automáticamente todos los datos (hasta 128 kbytes como máximo); cuando la alimentación se vuelve a conectar, estos datos vuelven a estar disponibles sin haber sufrido ninguna alteración.

Propiedades parametrizables

Con STEP 7 se pueden parametrizar tanto la configuración del hardware S7 como las propiedades y el comportamiento de las CPUs:

- Datos generales;
Definición del nombre y del identificativo de la instalación y de la ubicación. Parametrización de la interfaz multipunto MPI: Determinación de las direcciones de las estaciones.
- Arranque;
Definición de comportamiento en arranque de la CPU y tiempo de vigilancia.
- Alarmas en modo isócrono;
Ajuste del sistema maestro DP, número de imagen de subproceso y retardo.
- Ciclo/marcas de reloj;
Definición del valor máximo para tiempo y carga de ciclo. Ajuste de las direcciones de las marcas de reloj.
- Remanencia;
Ajuste de las áreas de remanencia.
- Alarmas horarias;
Ajuste de la fecha y hora de inicio y de la periodicidad.
- Alarmas cíclicas;
Ajuste de la periodicidad.
- Diagnóstico del sistema;
Definición del tratamiento y volumen de los avisos de diagnóstico.
- Hora;
Ajuste del tipo de sincronización en el autómatas o en MPI.
- Nivel de protección;
Definición de la autorización de acceso al programa y a los datos.
- Comunicación;
Reserva de los recursos de conexión.
- Interfaz PROFIBUS DP maestro/esclavo;

Asignación libre de direcciones para periferia descentralizada
Parametrización del modo de operación y configuración de las áreas de transferencia en PROFIBUS DP. Parametrización de la sincronización horaria.

Funciones de visualización e información

- Señalización de estado y de error;
Los LED indican, p. ej., fallos de hardware, programación, temporización, periferia, batería o bus y estados como RUN, STOP, arranque.
- Funciones de test;
A través de la PG se pueden visualizar estados de señal en la ejecución del programa, modificar variables de proceso independientemente del programa de aplicación y emitir contenidos de memorias de pila.
- Funciones de información;
A través de la PG, el usuario puede obtener información sobre la capacidad de memoria y el modo de operación de la CPU, la ocupación actual de la memoria de trabajo y de carga, así como los tiempos de ciclo actuales y el contenido del búfer de diagnóstico en texto explícito.

Funciones de comunicación integradas

- Comunicación PG/OP
- Comunicación por datos globales
- Comunicación básica S7
- Comunicación S7 (sólo servidor)
- Enrutado
- Enrutado de juegos de datos

3.2.2. Procesador de comunicaciones CP 342-1

Descripción

El CP 343-1 estándar permite conectar SIMATIC S7-300 a Industrial Ethernet. Aparte de posibilitar la comunicación con otros componentes Ethernet, el CP funciona además como un PROFINET-IO Controller o un IO-Device encargado de conectar módulos de entrada y salida descentralizados.

Servicios estándar para la producción

El CP 343-1 estándar ofrece una comunicación eficiente con S5, S7, con servidores OPC o con la PG. La comunicación puede configurarse también a través de TCP/IP, lo que permite la conexión de los sistemas más diversos.

Cuando el viejo mundo debe conectarse con el nuevo

Como controlador PROFINET, el CP asume igualmente el control de los módulos de entrada y salida descentralizados en la máquina. En su calidad de PROFINET IO-Device, el CP puede intercambiar datos con IO-Controller como un dispositivo de campo.

Mayor seguridad

El CP 343-1 ofrece gran robustez frente a los ataques desde la red. Eso hace innecesarias las actualizaciones de seguridad constantes. Una lista de IP protege del acceso por parte de PC no autorizados.

Mantenimiento

El módulo se sustituye fácil y rápidamente sin necesidad de usar herramientas de configuración, porque los datos de los parámetros de comunicación se encuentran en la CPU.

Diagnóstico por web

Gracias a la funcionalidad de diagnóstico por web, el CP le permite consultar, desde un cliente HTTP en una PG o en un PC, los ajustes más importantes de una estación conectada, así como los estados de su conexión de red e interlocutores. También se pueden consultar las entradas del búfer de diagnóstico de los módulos del rack en el que está enchufado el CP. La funcionalidad de diagnóstico por web sólo permite acceder en lectura a los datos de las estaciones en red.

Integración de S7-300 en el ciclo de tiempo de la producción

Sincronización del tiempo de la CPU SIMATIC S7-300 mediante NTP o procedimiento SIMATIC. Precisión en el caso más desfavorable: ¡+/- 1 segundo!

ERTEC 200 onboard

El switch de tiempo real integrado de 2 puertos dispone de conexiones RJ45 y permite construir redes con topología en línea.

3.2.3. Módulo de entradas digitales SM 321.

Sinopsis

- Entradas digitales
- Permite conectar contactos y detectores de proximidad a 2 hilos

Campo de aplicación

Los módulos de entradas digitales permiten conectar el PLC a señales digitales del proceso. Son adecuados para conectar contactos y detectores de proximidad (BERO) a 2 hilos.

Diseño

Los módulos de entradas digitales tienen las siguientes características mecánicas:

- Diseño compacto:
La robusta caja de plástico contiene:
 - LED verdes para indicar los estados de señal en las entradas.
 - Posibilidad de enchufar el conector frontal, protegido tras la puerta frontal.
 - Campo de rotulación en la puerta frontal.
 - Asignación de pines para el cableado en el lado interior de la puerta frontal.
- Montaje simple:
No hay ninguna regla de asignación de slots; las direcciones de las entradas vienen predeterminadas por el slot.
Si se utiliza en ET 200M junto con módulos de bus activos, se pueden enchufar y desenchufar durante el funcionamiento sin que se produzcan repercusiones.
- Cableado cómodo y fácil.
Los módulos están disponibles con 8, 16, 32 ó 64 canales.

Funciones

Los módulos de entradas digitales transforman el nivel de las señales digitales externas del proceso en el nivel de señal interno del controlador ("0" o "1" lógico).

Distintas tensiones de entrada permiten la conexión de las más diversas señales de proceso:

- 24 V DC
- 48 ... 125 V DC
- 120/230 V AC

Además de los módulos económicos y de fácil manejo, también hay disponibles módulos con funciones especiales:

- Utilización en modo isócrono
- Alarmas de proceso y de diagnóstico
- Utilización a elegir entre tipo p y tipo m

Además, hay módulos especiales para la ingeniería de procesos, compatibles p. ej. con el estándar NAMUR.

3.2.4. Módulo de salidas digitales SM 322.

Sinopsis

- Salidas digitales
- Permite conectar electroválvulas, contactores, pequeños motores, lámparas y arrancadores de motor

Campo de aplicación

Los módulos de salidas digitales permiten emitir señales digitales del PLC al proceso. Convierten el nivel de señal interno del S7-300 en el nivel de señal externo necesario para el proceso.

Son adecuados, p. ej., para conectar electroválvulas, contactores, motores pequeños, lámparas y arrancadores de motor.

Diseño

Los módulos de salidas digitales tienen las siguientes características mecánicas:

- Diseño compacto:
 - LED verdes para indicar los estados de señal en las salidas.
 - Posibilidad de enchufar el conector frontal, protegido tras la puerta frontal.
 - Campo de rotulación en la puerta frontal.
 - Asignación de pines para el cableado en el lado interior de la puerta frontal.

- Montaje simple:

No hay ninguna regla de asignación de slots; las direcciones de las salidas vienen predeterminadas por el slot.

Si se utiliza en ET 200M junto con módulos de bus activos, se pueden enchufar y desenchufar durante el funcionamiento sin que se produzcan repercusiones.

- Cableado cómodo y fácil.
- Filtro RC (en el módulo de relé 6ES7 322-1HF20):

El módulo de relé 6ES7 322-1HF20-0AA0 dispone de una red de atenuación RC activable ($300 \Omega/0,1 \mu\text{F}$) para reducir la formación de arcos eléctricos que tiene

lugar en los contactos al conectar grandes cargas inductivas (factor de potencia = 0,4). Gracias a esto se logra, p. ej.:

- Aumentar la vida útil de los contactos de 100.000 a 200.000 maniobras para el control del arrancador de un motor NEMA de tamaño 5.

Los módulos están disponibles con 8, 16, 32 ó 64 canales.

Funciones

Los módulos de salidas digitales transforman el nivel de señal interno del controlador ("0" o "1" lógico) en el nivel de señal externo necesario para el proceso.

Distintas tensiones de salida permiten la emisión de las más diversas señales de proceso:

- 24 V DC, intensidad nominal 0,5 A/canal
- 24 V DC, intensidad nominal 2 A/canal
- 48 ... 125 V DC
- 120/230 V AC

Además de las salidas digitales económicas y de fácil manejo, también hay disponibles módulos especiales para la ingeniería de procesos.

3.2.5. Redes ópticas con OLM (Optical Link Modules).

Descripción

Monte sus redes ópticas con PROFIBUS OLM (Optical Link Modules), ya sea con topología en línea, en estrella o en anillo redundante.

La familia de productos de PROFIBUS OLM comprende una gama de variantes distintas y puede utilizarse en diversas aplicaciones con cables de fibra óptica de vidrio o plástico:

- Buses de planta y de campo basados en PROFIBUS.
- Redes entre edificios con cables de fibra de vidrio.
- Redes mixtas con segmentos eléctricos y ópticos.
- Redes de gran extensión (túneles de carretera, sistemas de control del tráfico).
- Redes con grandes exigencias de disponibilidad (redes en anillo redundantes).

Detalles

- Robusto: caja de acero inoxidable.

- Diagnóstico: rápida localización de averías (contacto de señalización, vigilancia de canales, señalización de la calidad del tramo).

Ventajas

- Alta disponibilidad de la red gracias a la topología en anillo óptico redundante.
- Alta disponibilidad mediante alimentación y tendido de cables redundantes.
- Localización rápida de fallos mediante contacto de señalización, LED, vigilancia de canal y bornes de medida.
Gran alcance gracias al uso de cables de fibra óptica de vidrio (monomodo) de hasta 15 km de largo.

CAPITULO IV. DESARROLLO DEL PROYECTO.

4.1. INVESTIGACIÓN TEÓRICA.

Bombas

Las bombas son elementos muy usados en centrales hidroeléctricas, generalmente de diferentes tipos y para los siguientes fines:

- a) Para achicar el agua de los cárcamos de drenaje en casa de máquinas, en turbinas y tubos de aspiración (con fines de mantenimiento) y descargarla al desfogue.
- b) Almacenar agua en tanques elevados, para suministro al sistema de agua de enfriamiento del equipo principal, sistemas contra incendio y de auxiliares que lo requieran, cuando no es económico, obtenerlo de la(s) tubería(s) de presión. Se incluyen las de las plantas de tratamiento en caso de aguas negras alimentando centrales con alta caída.
- c) Para suministrar aceite lubricante a las chumaceras de las unidades generadoras; esto es, con alta presión y bajo caudal proporcionar aceite lubricante entre los segmentos de la chumacera de carga y el anillo de carga, en unidades de eje vertical que así lo requieren, lo que se conoce como “gateo de aceite”.

Para proporcionar aceite a presión a los sistemas de regulación de velocidad y sistemas oleodinámicos para el accionamiento de servomecanismos en compuertas, válvulas y gatos de izaje de la masa rotativa de la unidad, para el “gateo de aceite” en las chumaceras de carga.

Bombas para el achique

Normalmente de tipo de pozo profundo, con motor exterior o sumergible, de varios impulsores (aproximadamente uno por cada 10 metros de columna de descarga). Su funcionamiento está normalmente automatizado y operan en función de una programación relacionada con el nivel del cárcamo.

Las de tipo pozo profundo, de eje vertical y motor en el extremo libre, tienen en la parte superior de la flecha, arriba del balero de carga del motor, una tuerca para ajustar la posición axial de los impulsores de la bomba, mejorando su rendimiento.

Lo anterior se comprueba con la bomba parada.- Se da vuelta a la tuerca para subir la flecha hasta que los impulsores topen con las partes fijas. Aflojar la tuerca de acuerdo a lo que indique el instructivo de la bomba.- Arrancar y tomar vibraciones, ruidos, amperaje del motor a tensión nominal, presión de descarga y

de ser posible, estimar el caudal de descarga, ya sea por la cantidad de agua en el chorro y la distancia en la descarga (si es horizontal) al terminar el tubo y la vertical de dicho chorro, o cubicando el cárcamo para estimar el volumen extraído en un tiempo definido.

Para una operación confiable de estas bombas centrifugas de varios impulsores, se recomienda que el control automático ordene el paro de la bomba cuando el nivel, en el cárcamo, alcance el correspondiente a la carga positiva neta de solución, definido por el fabricante. Igualmente cuando la descarga de la bomba al desfogue es alta y/o larga es necesaria una válvula automática para aliviar el golpe de ariete por paro del motor de la bomba.

Se recomienda verificar la operación de estos dispositivos cada seis meses.

Para los casos en donde se tiene demasiada altura y distancia de la descarga de las bombas, es conveniente la instalación de válvulas de alivio de golpe de ariete.

4.2. INVESTIGACIÓN TÉCNICA.

Se hizo la visita a casa de máquinas en la segunda planta hacia abajo, en el piso de barras se encuentran las bombas de achique de la primera etapa (Fig. 4.20). Ésta parte se compone de 6 bombas de achique, un gabinete de control, un sistema contra incendios y sus respectivas tuberías.

En el sistema se tienen:

- 3 bombas de achique con Potencia de 250 HP / 440 V.
- 3 bombas de achique con Potencia de 50 HP / 440 V. (una está en mantenimiento)



Figura 4.20. Sistema de bombeo de achique de casa de máquinas.

4.2.1. Operación de las bombas.

En los tableros de la sala de control se encuentran los indicadores marcando el nivel del agua del cárcamo (Fig. 4.21). Cuando el indicador marca el nivel alto se enciende una alarma, es cuando se debe de accionar una de las bombas de achique para bajar el nivel del agua en el cárcamo.

Se prenden dos o más bombas en caso de haber libranza (mantenimiento) en la central, ya que en ésta ocasión las compuertas se cierran y se debe de sacar el agua que hay entre galería de oscilación e inspección, es ahí cuando se tienen que accionar dos o más bombas para sacar el agua.

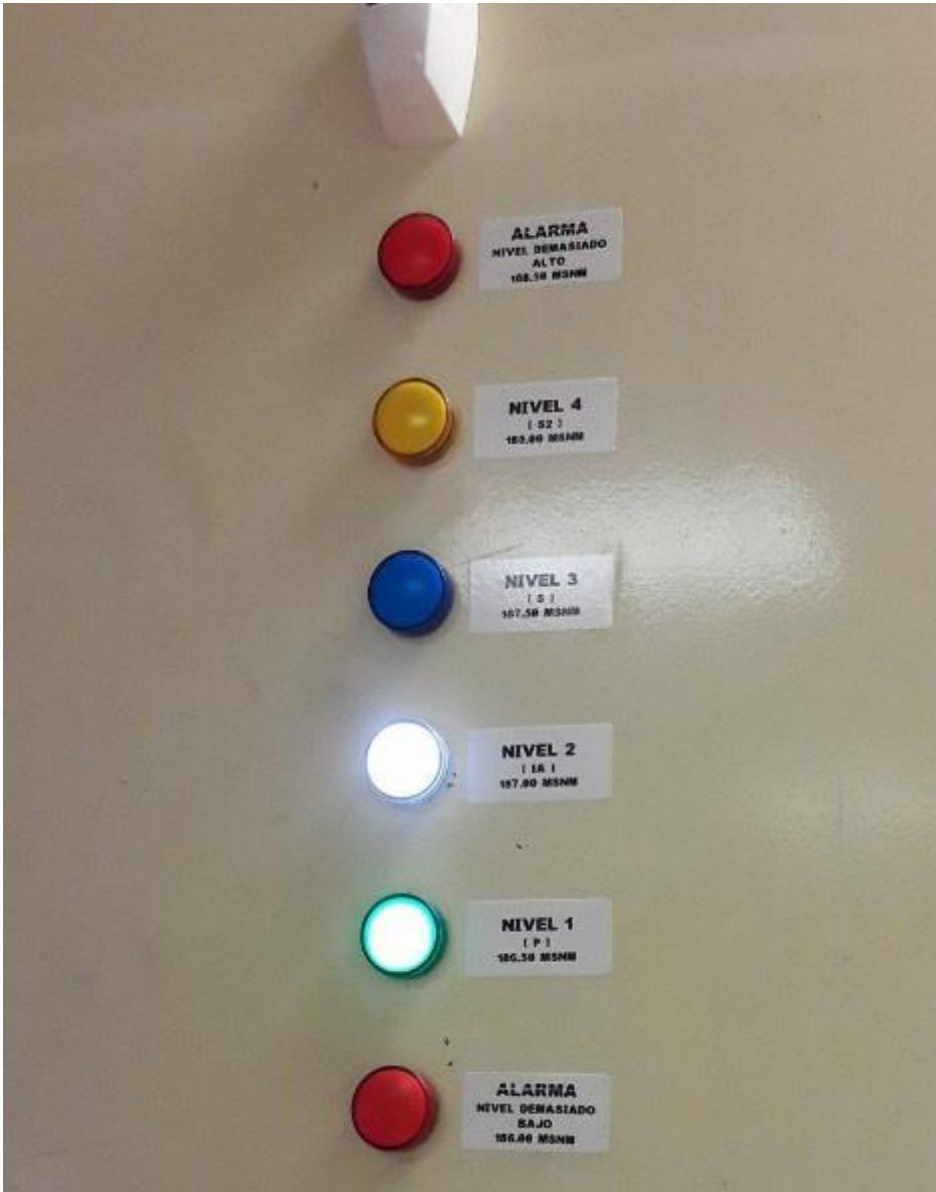


Figura 4.21. Indicadores de nivel de agua en el cárcamo.

4.2.2. Interfaz gráfica.

En el departamento de control e instrumentación se tienen materiales que sirven para la programación de diferentes sistemas autómatas de casa de máquinas, en esta parte se tuvo acceso a una computadora que es una consola de programación marca SIEMENS (Fig. 4.22) en donde tienen el software necesario para visualizar el proceso y programación de las bombas de achique de la primera etapa.



Figura 4.22. Siemens Simatic Field Pg.

Se hizo una visita a la sala de control (Fig. 4.23) en los tableros para establecer una conexión y poder ver la interfaz de bombas de achique.

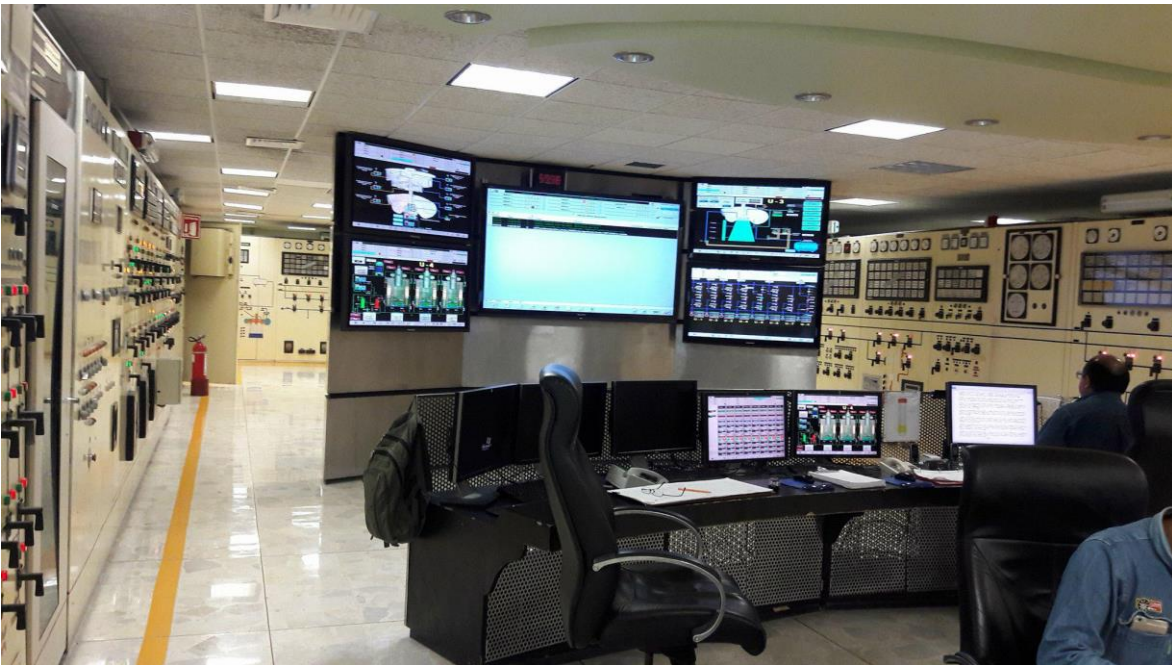


Figura 4.23. Tableros de operación en la sala de control.

Se tuvo acceso a la plataforma del sistema de la primera etapa para visualizar a través de una interfaz los sistemas que componen esta parte de servicios auxiliares. (Fig. 4.24).

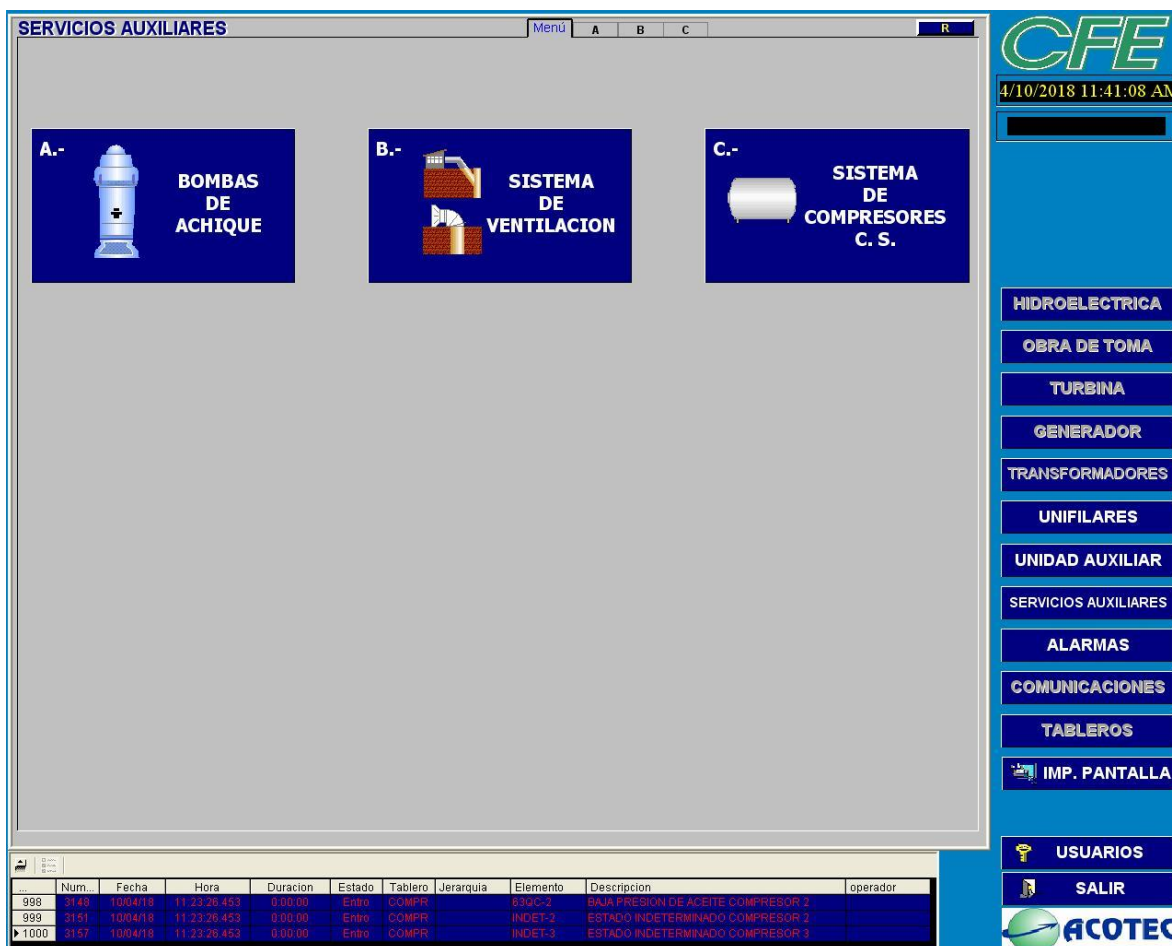


Figura 4.24. Interfaz gráfica de los servicios auxiliares.

En servicios auxiliares tiene la parte de entrar al sistema de bombeo de achique.

Podemos observar en la interfaz gráfica que se compone de sensores de nivel, las bombas, su gabinete de control, alarmas, y la secuencia que esta tiene. (Fig. 4.25).

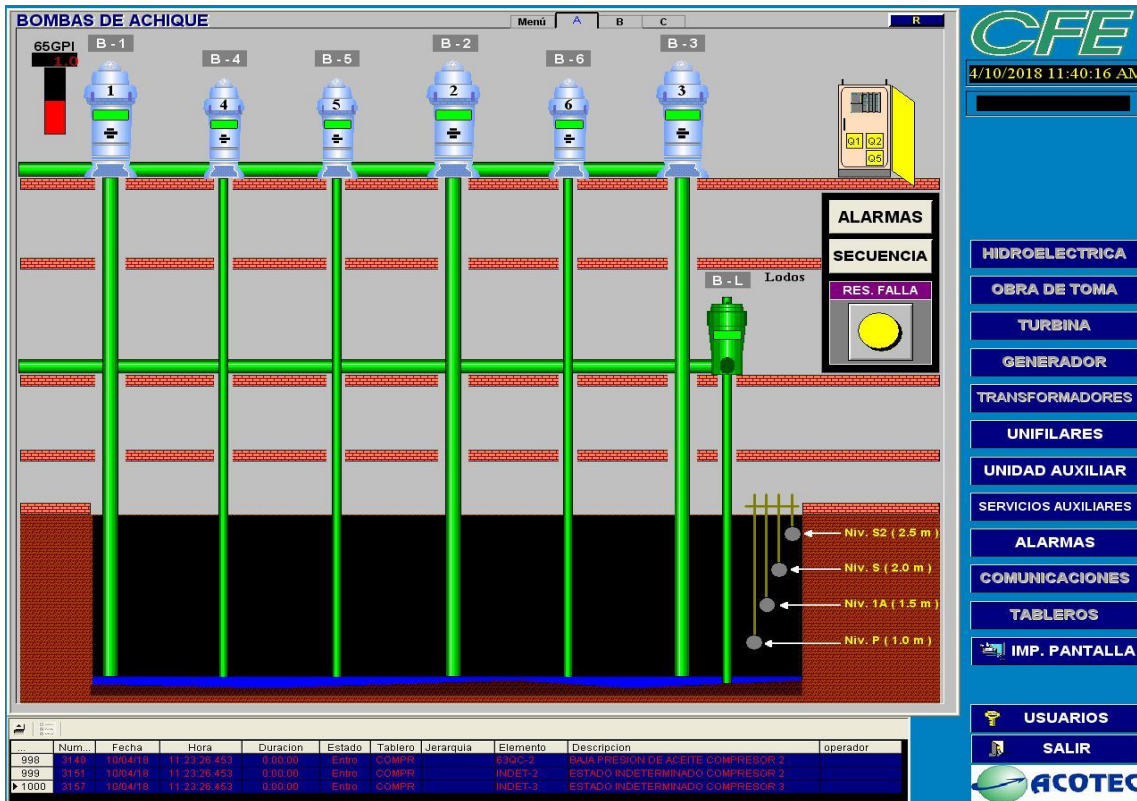


Figura 4.25. Interfaz gráfica de bombas de achique.

A continuación se da un acercamiento a las opciones de alarma y secuencia de la interfaz para un mejor entendimiento.

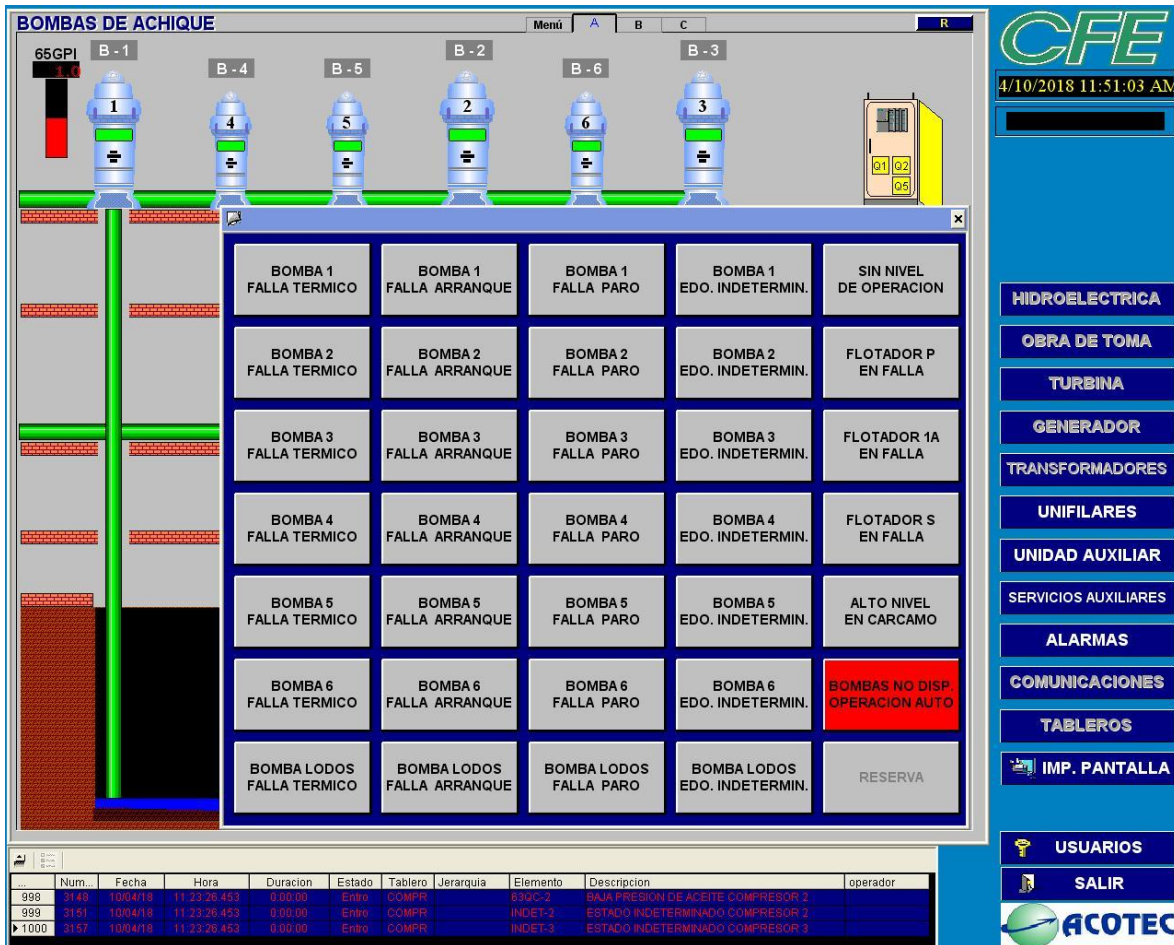


Figura 4.26. Alarmas bombas de achique

En ese momento el sistema está en paro ya que esta en servicio de mantenimiento por motivo de realizar mejoras a la programación.

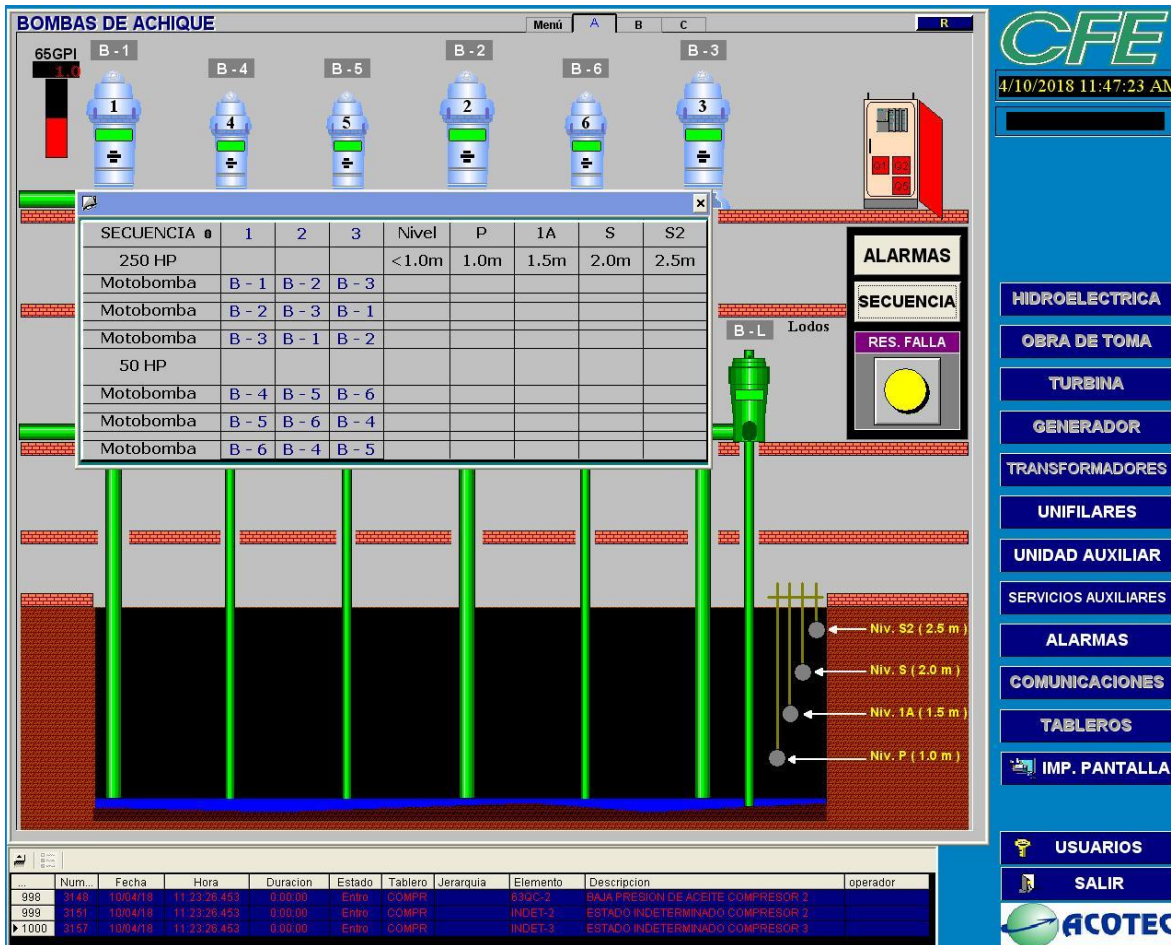


Figura 4.27. Secuencia de bombas de achique.

4.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE BOMBEO DE ACHIQUE DE CASA DE MÁQUINAS.

Los sistemas de achique y sumidero de las Casas de Máquinas de la C.H.M.M.T están diseñados para desalojar, mediante motobombas, las aguas que se depositan en el cárcamo de casa de máquinas, vertiéndolas luego hacia los canales de descargas a través de tuberías.

En el cárcamo se recolectan las aguas provenientes de todas las unidades generadoras y las aguas de todas las tuberías de drenaje de cada casa de máquinas

Las bombas de achique son operadas manualmente cuando se requiere achicar alguna unidad por mantenimiento o nivel excesivo.

Durante la operación de las turbinas de una planta hidroeléctrica se producen fugas de agua entre las piezas fijas y algunas piezas móviles, por los espacios necesarios para permitir la rotación de la unidad generadora. Estas fugas y cualquier otra filtración producto de la operación normal de la planta son drenadas a un tanque denominado “cárcamo”, que forma parte de la estructura civil de la casa de máquinas. Adicionalmente, para extraer esta agua fuera de la casa de máquinas, se cuenta con un sistema de bombeo que permite el achicamiento del cárcamo.

4.4. INSTALACIÓN DE SOFTWARE PARA LA PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN DEL PROGRAMA.

Se utilizó el programa LogixPro porque tiene un simulador mucho más entendible y accesible a comparación de otros, aunque su característica principal es para programar los PLC Allen Bradley, no se tiene ningún problema ya que el objetivo que se busca es tener una visualización de la automatización en una simulación más no programar directamente el PLC.

4.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES Y CONDICIONES.

Para empezar a realizar el programa es importante tener en cuenta las variables y la secuencia que se necesita para llevar a cabo la realización del programa tomando como base la investigación de la programación anterior que tenían las bombas.

La secuencia es la siguiente:

Se tienen 6 indicadores de nivel de agua del cárcamo, 6 bombas de achique las cuales solo utilizaremos en la programación una bomba de 50 HP y dos bombas de 250 HP.

Al subir de nivel el agua en el cárcamo se van activando los sensores, subiendo el agua del nivel bajo hasta al nivel 4 no hay problema, cuando se activa el sensor de nivel alto inmediatamente se encienden las 3 bombas, haciendo la función de achique del agua, conforme va bajando el nivel del agua, se van apagando las bombas.

Cuando se baja el nivel de agua del nivel alto al nivel 4 se apaga una bomba de 250 HP.

Al bajar el nivel de nivel 4 al nivel 3 se apaga la segunda bomba de 250 HP.

Y la última bomba se apaga cuando el nivel de agua baja del nivel 3 al nivel bajo, cuando esta última bomba se desactiva, el sistema se reinicia.

4.6. ESTRUCTURA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.

Un sistema automatizado se divide en dos partes:

- Parte Operativa (P.O.) cuyos accionadores actúan sobre el sistema automatizado.
- Parte de Mando (P.M.) que coordina las acciones de la Parte Operativa.

La figura 4.5.1 esquematiza la organización de la Parte de Mando respecto a la Parte operativa.

La Parte Operativa es la que opera sobre la máquina y el producto. En general comprende:

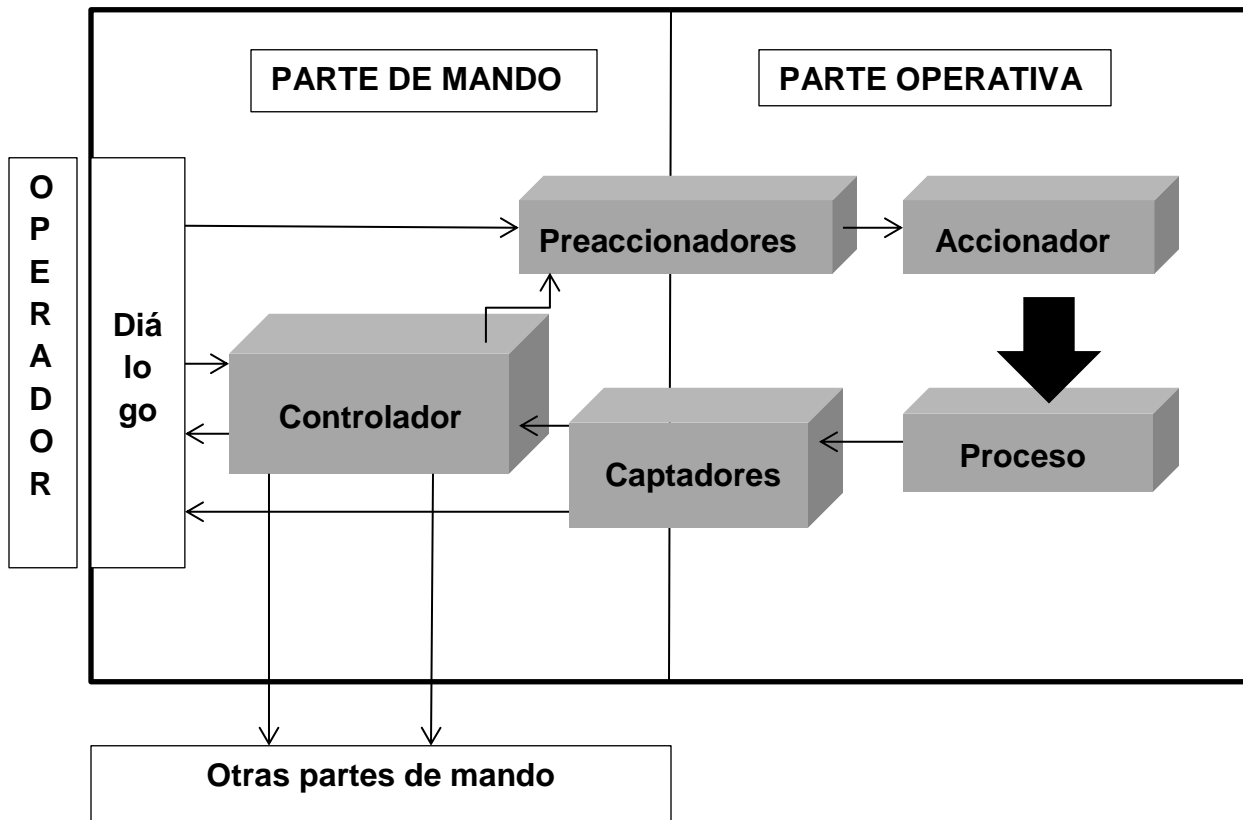


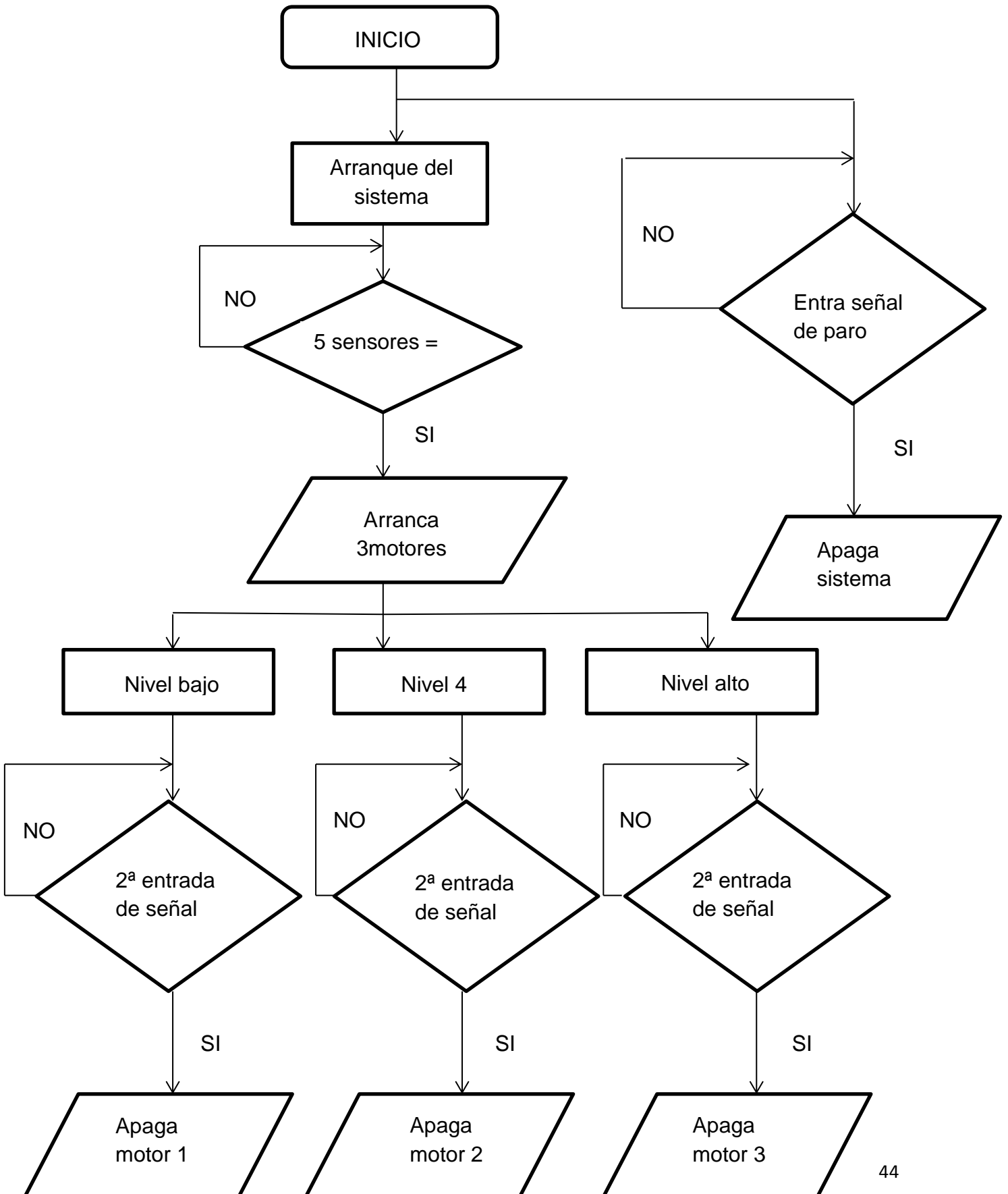
Figura 4.5.1. Esquema funcional del sistema automatizado

Los accionadores destinados a mover el proceso automatizado sería el motor de la bomba de achique.

La Parte de Mando es la que emite las órdenes hacia la Parte Operativa y recibe las señales de retorno para coordinar sus acciones. En el centro de la Parte de Mando está el “controlador” que coordina la información que a él converge:

- Interface con la máquina;
Mandos de los accionadores (motores) a través de los preaccionadores (contactores, distribuidores, variadores,...), adquisición de las señales de retorno por los captadores que informan de la evolución de la máquina.
- Relación hombre-máquina;
Para utilizar, ajustar, reparar la máquina, el personal emite consignas y recibe informaciones en retorno.
- Conexión con otras máquinas;
Varias máquinas pueden cooperar en una misma producción. Su coordinación está garantizada por el diálogo entre sus Partes de Mando.

4.7. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO.



4.8. GESTIÓN DE INDICADORES.

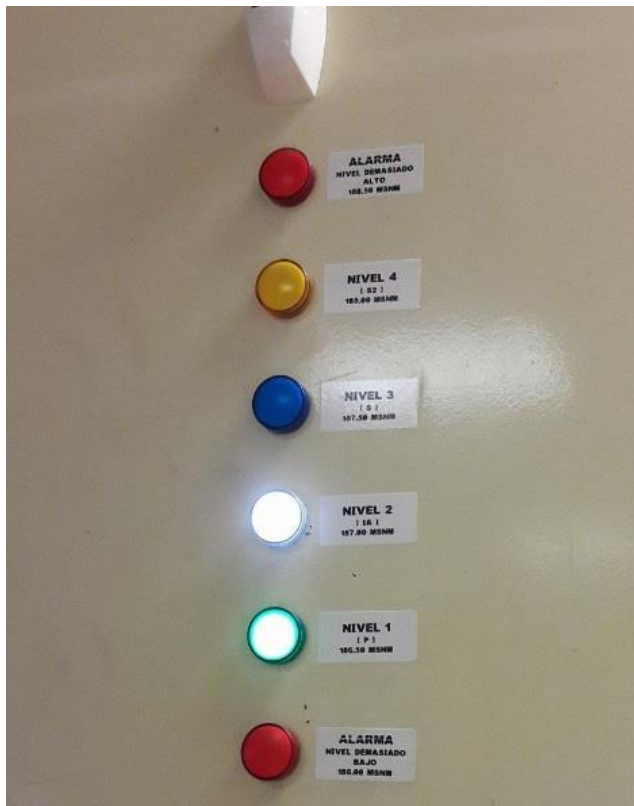


Figura 4.6.1. Indicadores en sala de control

Las situaciones en las que se deben activar los indicadores en la sala de control son los siguientes:

- NIVEL DEMASIADO BAJO. Estando presente el agua en el cárcamo pero con muy poco nivel, sin llegar aun a activarse el nivel 1.
- NIVEL 1. El nivel 1 es relativamente bajo y sin peligro aun ya que está dentro del nivel aceptable.
- NIVEL 2. Al igual que el nivel 1 aun no es necesario accionar ninguna bomba para el achique.
- NIVEL 3. Tocando el nivel 3 es un nivel intermedio en el cual no se prende ninguna bomba aun.
- NIVEL 4. El nivel 4 ya es considerado alto ya que el agua del cárcamo está a punto de llegar al nivel donde se enciende la alarma.
- NIVEL DEMASIADO ALTO. En este nivel es donde el sensor manda la señal de activar 3 bombas al mismo tiempo para que sea una alta potencia para achicar el cárcamo del agua.

4.9. SIMULADOR.

El simulador que se muestra (Fig. 1.1) llamado ProSim es un simulador de contactos de entradas y salidas que viene en el mismo programa de LogixPro.

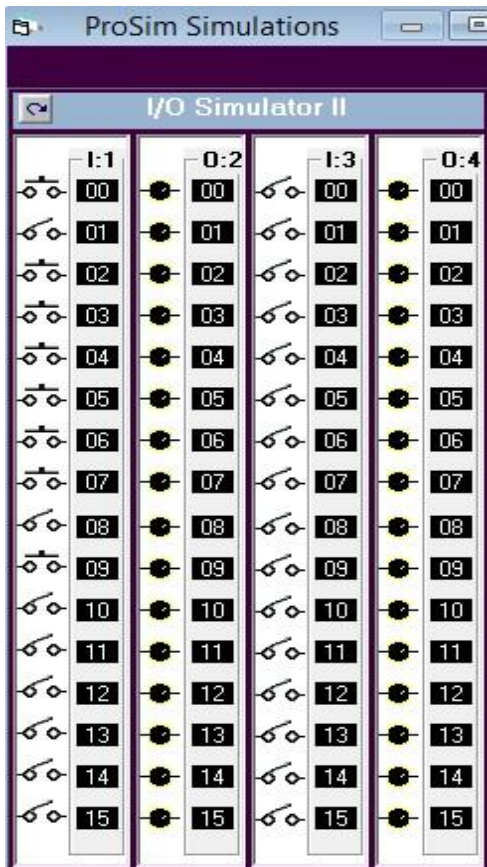


Figura 1.1. ProSim Simulations.

Utilizamos para entradas el botón de arranque y paro de emergencia, así como las otras 6 entradas que simbolizan los sensores de nivel del cárcamo. Como de muestra (Tabla 1.2).

I:1/00	Botón de Arranque
I:1/02	Sensor Nivel Bajo
I:1/03	Sensor Nivel 1
I:1/04	Sensor Nivel 2
I:1/05	Sensor Nivel 3
I:1/06	Sensor Nivel 4
I:1/07	Sensor Nivel Alto
I:1/09	Botón de Paro de Emergencia

Tabla 1.2. Entradas

En esta segunda parte se mostrarán las salidas de los motores, también los indicadores que son visualizados en la sala de control (Tabla 1.3).

O:2/00	Indicador de Arranque
O:2/02	Indicador de Sensor Nivel Bajo
O:2/03	Indicador de Sensor Nivel 1
O:2/04	Indicador de Sensor Nivel 2
O:2/06	Indicador de Sensor Nivel 3
O:2/06	Indicador de Sensor Nivel 4
O:2/07	Indicador de Sensor Nivel Alto
O:4/00	Indicador de Bomba 1 // 50 HP
O:4/01	Indicador de Bomba 2 // 250 HP
O:4/02	Indicador de Bomba 3 // 250 HP

Tabla 1.3. Salidas

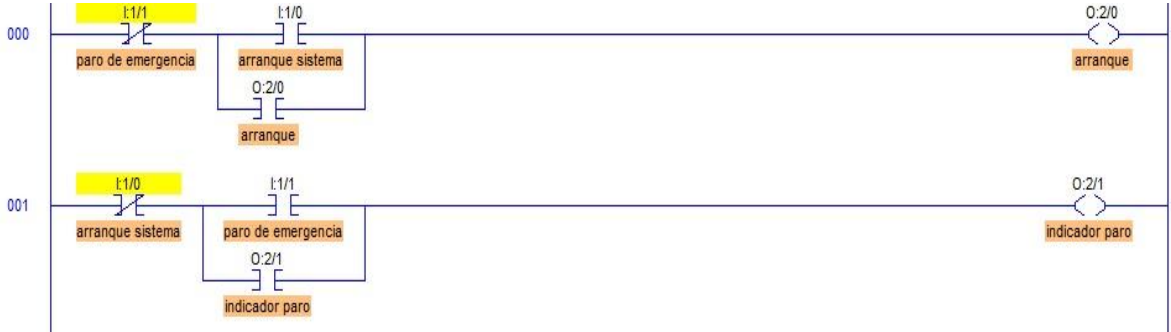
Los botones que se utilizan son pulsadores que no se enclavan y los sensores de entradas que usan en la aplicación son normalmente abiertos.

4.10. PROGRAMACIÓN ESCALERA.

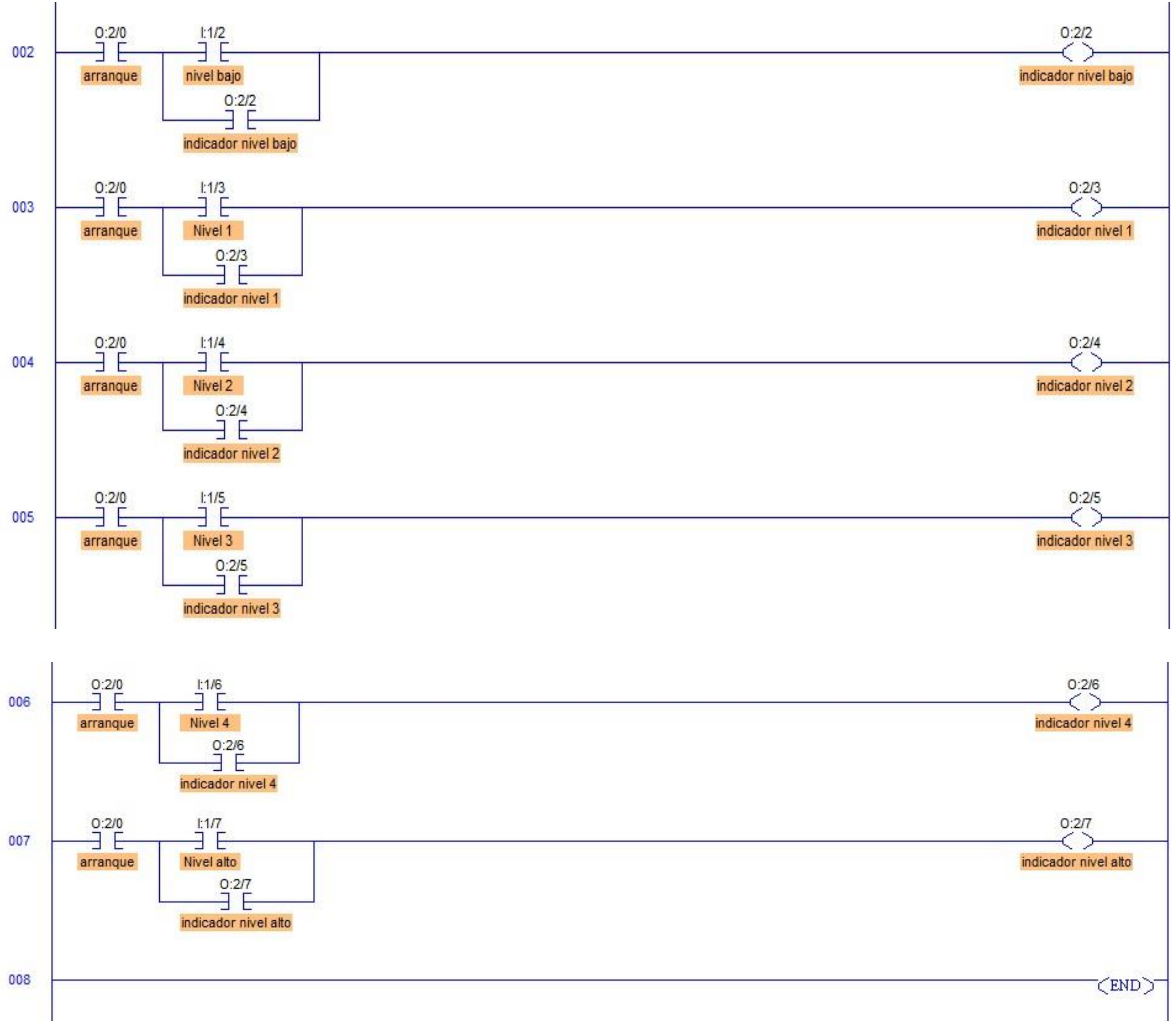
4.10.1. Programación inicial y manual.

Se mostrarán por partes toda la programación escalera que se hizo, lo más detallado posible para su entendimiento. Dividiendo el procedimiento en dos

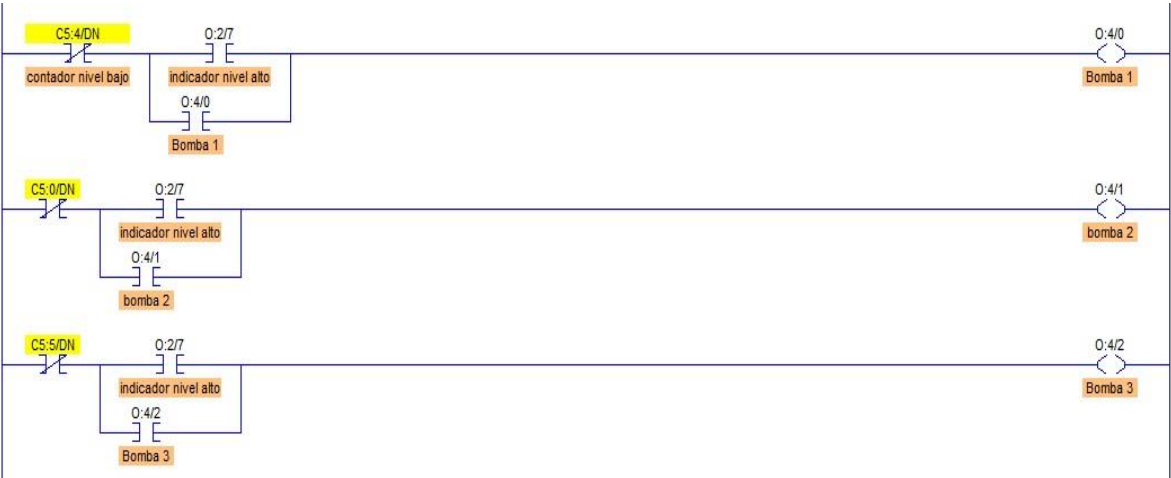
partes, una de los bloques básicos para la programación y la otra parte de las modificaciones que se hicieron para que la automatización funcionara.



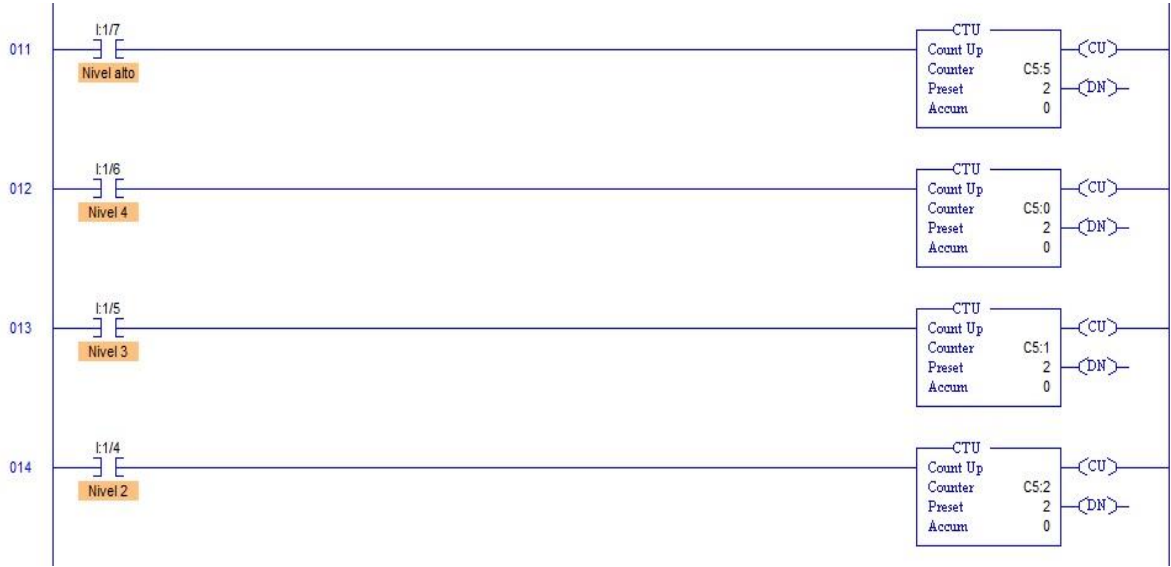
En estos primeros dos renglones “000” y “001” se hace un simple sistema de paro y arranque con dos entradas que son sus botones y dos salidas que son los indicadores, con sus respectivos enclavamientos para mantener su estado.

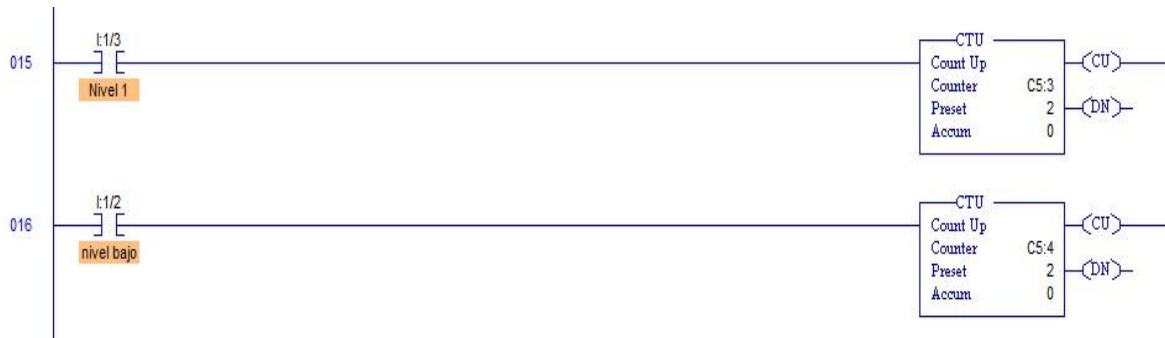


En estos renglones “002” – “008”, se observa que fueron implementados para las entradas los sensores que son nivel bajo, 1, 2, 3, 4 y nivel alto junto con sus salidas que son los indicadores de los sensores de nivel.



Esta parte simplemente se metieron las 3 bombas de achique (Bomba 1 de 50 HP y Bomba 2 y 3 de 250 HP) los cuales se activan por medio de contadores que se verán en el siguiente bloque, y sus salidas son los indicadores que ya se mencionaron antes.

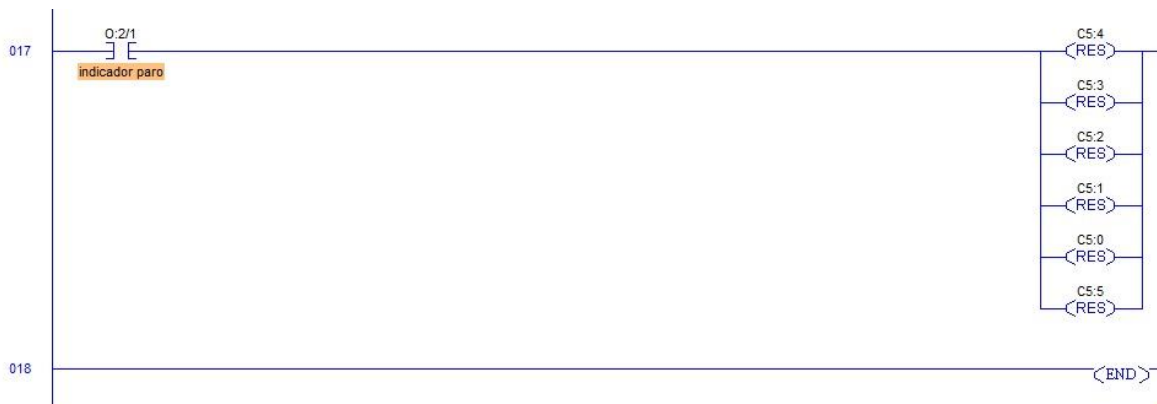




Cuando se activan los sensores de niveles mandan una señal a los contadores independientes que tienen, estos contadores tienen un Preset de valor 2, que significa que tienen que recibir dos señales para que este contador se active.

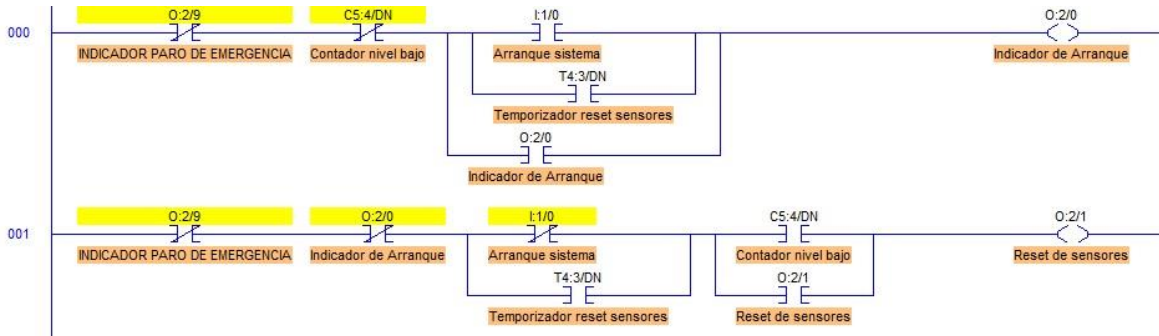
La manera en que mandan los dos pulsos es cuando se activa el sensor subiendo el nivel del agua y se desactiva bajando el nivel cuando las bombas están funcionando.

Por eso la razón de las conexiones de las 3 bombas a los contadores, para que pasando dos veces una señal por el contador éste desactive el motor.



La entrada se activa cuando se pulsa el botón de paro que mostramos al principio, activando éste paro se cierra el contacto que tenemos en la figura y activa el Reset a todos los contadores para que el Accum vuelva a su estado de inicio "0".

4.10.2. Programación final modificada y automático con botón de arranque y paro.

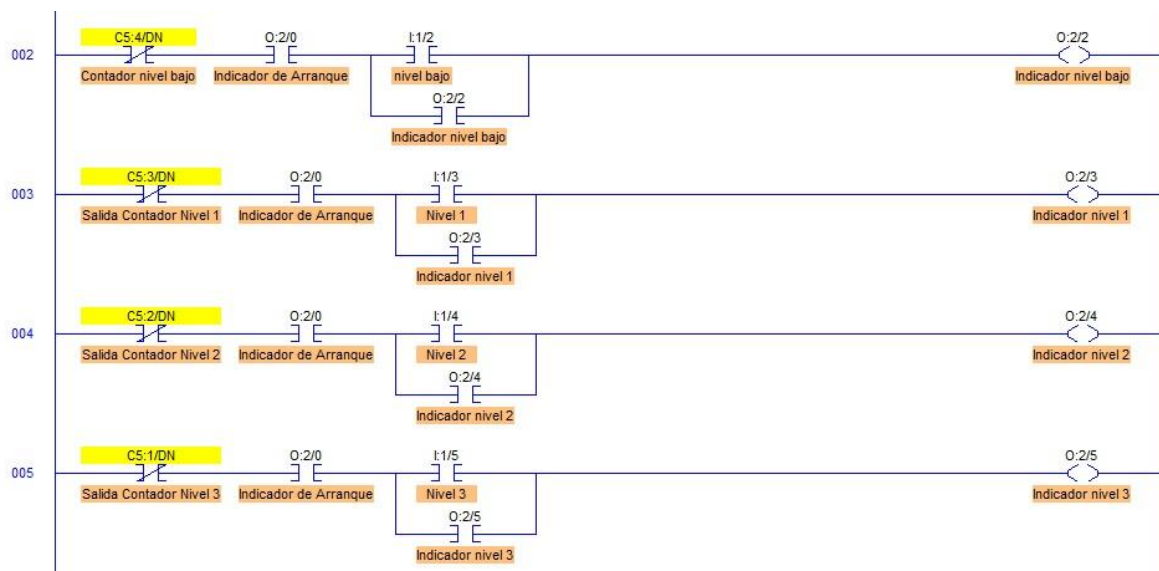


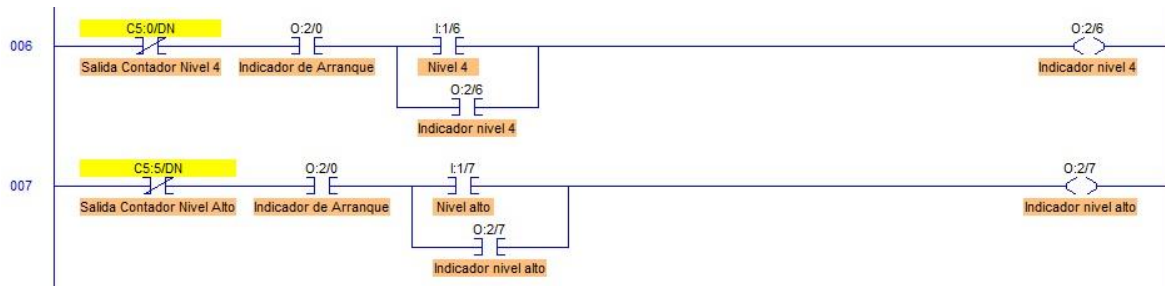
En estas primeras dos líneas “000” y “001” se tienen como salidas un indicador de arranque, que es cuando se presiona en la entrada el botón “arranque sistema”.

El indicador de reset de sensores que es cuando el último sensor hace su función, este se reinicia y da un parpadeo a la salida.

Vemos que en la primera línea está condicionado por un AND entre “INDICADOR PARO DE EMERGENCIA” y “Contador nivel bajo” en un contacto cerrado para que cuando se accionen alguna de las dos, la salida “indicador de arranque” deje de funcionar.

También tiene condicionado una OR para hacer el enclave del botón de arranque.

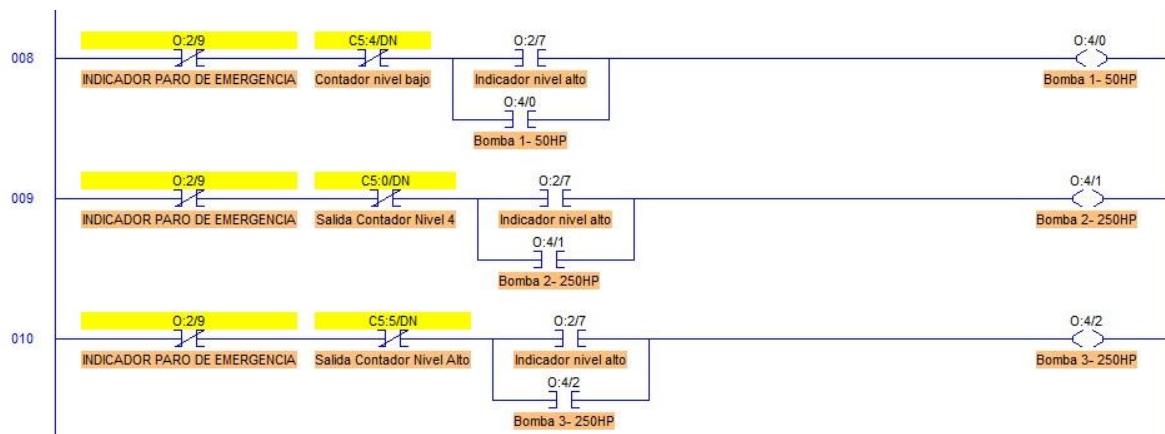




Para ésta etapa “002” – “007” como salidas tenemos indicadores de los sensores de nivel, los cuales se accionan al momento de activar las entradas ejemplo: nivel bajo “I:1/2” el cual tiene enclavamiento para que se mantenga el estado.

También se puede observar que lleva una condición inicial con un contacto N/C el cual se abre al activarse la salida del contador cuando este llega al estado del “Preset=2”, es ahí cuando se activa por segunda vez el sensor y se lleva a cabo la condición apagando el indicador del sensor.

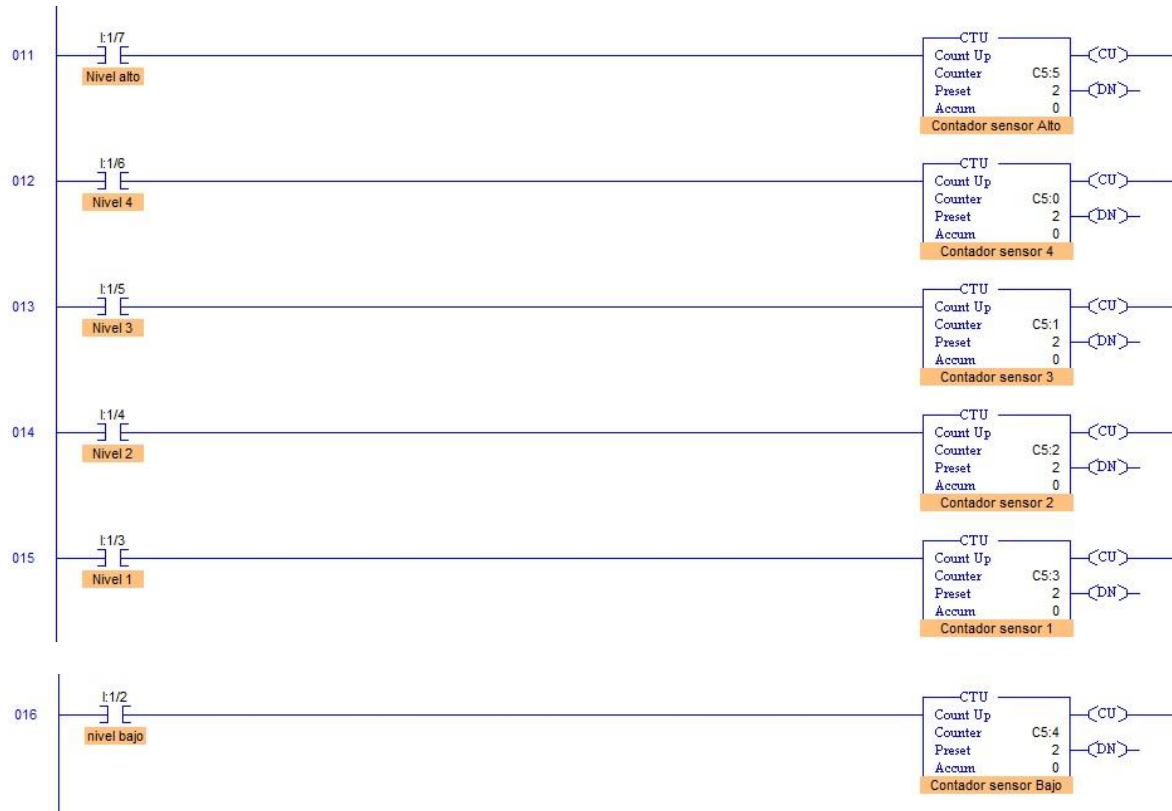
La otra condición es que se tiene un contacto N/A que es cuando se activa el indicador de arranque, para que pueda funcionar el sistema.



“008” – “010”. Aquí se tienen como salidas e indicadores las 3 bombas, dos con potencia de 250 HP y una con potencia de 50 HP.

En las entradas tiene acondicionado al principio AND con “INDICADOR PARO DE EMERGENCIA” en un contacto N/C para que cuando se apriete el botón de paro de emergencia se abra y evite el paso de señal, actúa de igual manera el contacto de “Salida de contador” el cual ya mencionado al llegar al valor del Preset este contacto se abre y apaga las bombas.

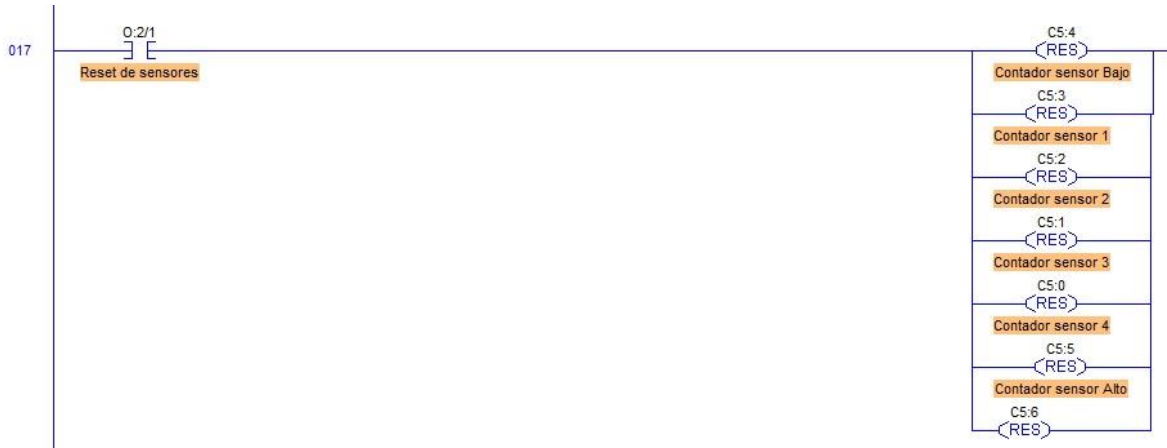
Tiene igual una condición OR para enclavamiento que al accionar algún motor éste se enclave para que mantenga su estado.



Para éste bloque “011” – “016” tenemos los contadores con las entradas de los sensores de nivel, su función específica es mandar una señal cuando el Accum llegue a su valor.

El contador está programado con el Preset con valor de 2, el cual la entrada debe mandar 2 veces la señal para que el Accum llegue a su estado y se active la salida DN.

Esto se tiene al pasar el nivel del agua sobre el sensor y por segunda ocasión pasa cuando la bomba de achique baja el nivel del agua. Ahí es cuando se tienen las dos señales.



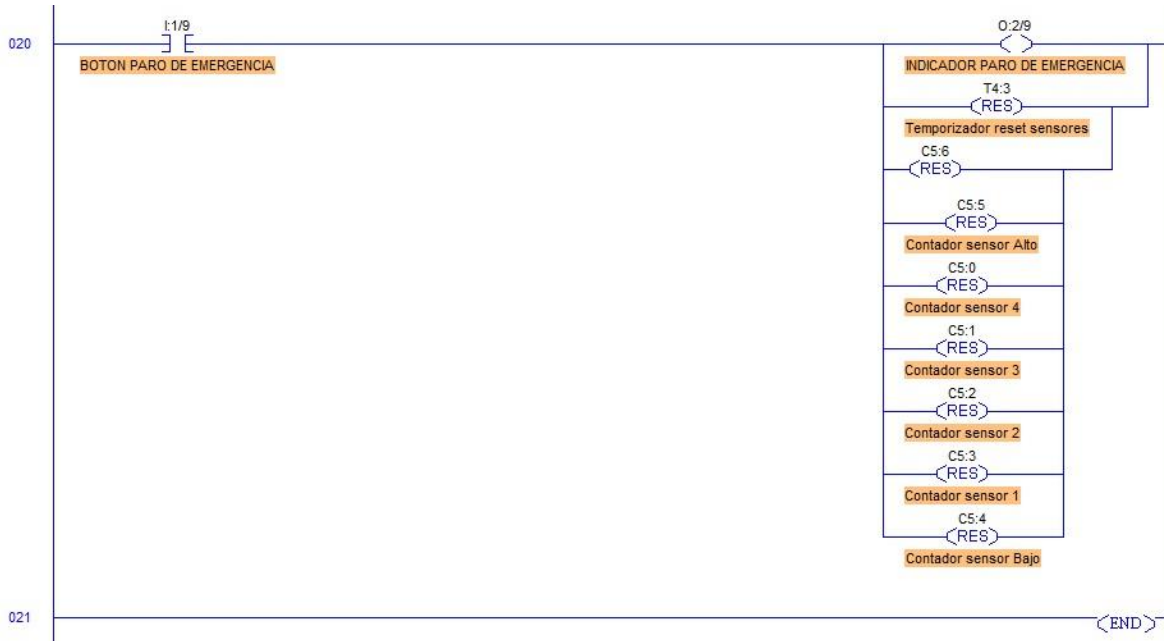
Aquí se tienen como salidas el Reset de los contadores para que su Preset vuelva a su estado 0 al activar el “Reset de sensores) que se mencionó al principio.



Se utiliza un Timer On Delay que activa la señal de salida “DN” al mandar una señal a su entrada cuando se activa el “Reset de sensores” que en medio segundo como indica el Preset manda la señal de salida que va dirigido al sistema que apaga los sensores para poder hacer un Reset del sistema completo.



Aquí tenemos el indicador de arranque como entrada y de salida un Reset al temporizador antes visto, para que su Preset llegue a 0 de nuevo, este se activa al momento de que se vuelva a encender el sistema en automático.



Por último tenemos el “BOTON PARO DE EMERGENCIA” que al presionarlo activa el indicador de paro con un pulso solamente, y pone en Reset los Contadores y el Timer que se utilizó en la programación.

CONCLUSIONES.

En la programación lógica de automatización de las bombas se concluye que es factible usar éste proceso ya que la operación usualmente es manual por el operador.

En cuanto a la programación se obtuvo que el sistema complace las posibles acciones que el operador requiera y que se pueda controlar automáticamente en vez de manualmente, teniendo únicamente dos pulsadores para el operador, un botón de arranque y un botón de paro de emergencia.

El principal beneficio que se logra al ejecutar este proyecto de mejora, es el incremento de la confiabilidad del sistema.

Para finalizar, la parte de la red de comunicación por fibra óptica a través de un servidor no se pudo realizar, ya que no es posible operar y meterse a la red de transmisión de datos para poner en práctica este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Evelyn Irene Vallenilla Urich. (2006). Estudio de factibilidad para la mejora del sistema de achique y sumidero de la casa de máquinas II de la planta Guri. Ciudad Guayana.

Comisión Federal de Electricidad. "Comportamiento de Presas construidas en México", Vol. VII. Comisión Federal de Electricidad, 1985.

Domínguez, M.R., Mendoza, R.R., Alvarado, C.A, Márquez, U.L.E. "Operación integral del sistema hidroeléctrico del Río Grijalva". Informe final del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Para CFE. Julio de 1993.

México. Comisión Federal de Electricidad. "México construye: Proyectos Hidroeléctricos Chicoasén y La Angostura". Comisión Federal de Electricidad, 1976.