

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

REPORTE FINAL DE RESIDENCIA

MIGRACION DEL SISTEMA ELECTRONICO ANALOGICO A DIGITAL
PARA LA REGULACION DE VELOCIDAD EN EL EQUIPO TURBINA-
GENERADOR DENTRO DE LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL
HIDROELECTRICA "PEÑITAS"

PRESENTA:

RUBY DELIA TOLEDO OCAÑA

ASESOR INTERNO:

ING. ODILIO OROZCO MAGDALENO

ASESOR EXTERNO:

ING. ELIAS DOMINGUEZ INTERIANO

REVISOR:

ING RAUL MORENO RINCON

TUXTLA GUTIÉRREZ CHIAPAS

ENERO DEL 2010

ÍNDICE

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1	INTRODUCCIÓN.....	2
1.2	ASPECTOS DE LA EMPRESA.....	2
1.2.1	MISIÓN Y VISIÓN.....	3
1.2.2	OBJETIVOS.....	4
1.2.3	POLÍTICA.....	4
1.2.4	ORGANIGRAMA.....	5
1.3	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.4	NOMBRE DEL PROYECTO.....	6
1.5	OBJETIVOS.....	6
1.6	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	7
1.7	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	7

CAPITULO 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS.....	9
2.1.1	CONCEPTOS GENERALES.....	10
2.2	CENTRAL HIDROELÉCTRICA “ÁNGEL ALBINO CORZO”.....	15
2.2.1	GENERALIDADES DE LA CENTRAL.....	15
2.2.1.1	LOCALIZACIÓN.....	16
2.2.1.2	CAPACIDAD INSTALADA.....	17
2.2.1.3	HIDROLOGÍA.....	18
2.2.1.4	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN.....	23

CAPITULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1.	SISTEMA DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD.....	31
3.1.1.	DEFINICIONES.....	31
3.2.	REGULADOR DE VELOCIDAD A-ROT-22 CON TECNOLOGÍA ANÁLOGA.....	33
3.3.	REGULADOR DE APERTURA A-RPM-20.....	39
3.4.	DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DEL REGULADOR DE VELOCIDAD.....	41
3.5.	REGULADOR DE VELOCIDAD CON TECNOLOGÍA DIGITAL.....	44
3.6.	RETIRO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL REGULADOR DE VELOCIDAD.....	53
3.6.1.	DESMANTELAMIENTO DE LOS GABINETES DE SEÑALES DE PISO DE TURBINA.....	54
3.6.2.	ELABORACION DE DIAGRAMAS DE CONEXIÓN Y LISTADO DE CABLES DE GABINETES DT-4.....	56

CONCLUSIÓN

ANEXOS

- PLANOS DEL NUEVO REGULADOR DE VELOCIDAD

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

La central hidroeléctrica Ángel Albino Corzo se ubica como el cuarto aprovechamiento hidroeléctrico de la cuenca del río Grijalva en el estado de Chiapas. Esta central cuenta con cuatro unidades de 110 MW haciendo un total de 440 MW disponibles para el sistema interconectado nacional, esta energía tiene una gran importancia para el sistema interconectado nacional por su aportación a la energía eléctrica y su alto factor de planta.

Las unidades generadoras fueron puestas en servicio en el año de 1987; a la fecha podemos determinar que tiene aproximadamente 22 años de operación. Las unidades generadoras cuentan con equipos para la regulación de velocidad y de tensión, los cuales permiten entregar el producto con los parámetros de calidad requeridos.

Los sistemas de regulación de tecnología analógica son muy robustos, sin embargo con las nuevas exigencias de regulación de frecuencia y voltaje del sistema interconectado nacional, se hizo necesaria la modernización de estos sistemas de regulación utilizando tecnología digital, ya que con la aparición de esta, hoy en día es posible utilizar controladores lógicos programables con altas velocidades de procesamiento para realizar las funciones de regulación de velocidad y tensión.

Durante la primera unidad conoceremos generalidades de la empresa donde se desarrollo el proyecto; así como lo que se desea alcanzar con la realización de este proyecto.

En la segunda unidad del contenido de este trabajo se abordan conceptos básicos para el entendimiento del funcionamiento del regulador de velocidad. Se definen conceptos de cada uno de los componentes que intervienen en el proceso de regulación y en el último capítulo se da a conocer el trabajo realizado durante la estancia de la residencia profesional en CFE.

1.2 ASPECTOS DE LA EMPRESA

Comisión Federal de Electricidad es un organismo descentralizado de la administración pública federal. Con personalidad jurídica patrimonio propio, que tiene por objeto la planeación de sistema eléctrico nacional, así como la generación, conducción, transformación distribución y venta de energía para la prestación del servicio público y la realización de todas las obras. Instalaciones y todas los trabajos que se requieran para el cumplimiento de su objeto, de conformidad con lo dispuesto en la ley del servicio público de energía eléctrica, la ley orgánica de la administración pública federal, la ley federal de las entidades paraestatales y demás ordenamientos aplicables.

Comercializa energía eléctrica para 24.8 millones de clientes, lo que representa casi 80 millones de mexicanos. Un 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 del mundo.

La CFE. Ofrece al servicio de energía eléctrica en la mayor parte del país, con excepción del distrito federal y algunos países cercanos a este, donde el servicio esta a cargo de luz y fuerza del centro.

1.2.1 MISION Y VISION

MISION

- Asegurar dentro de un marco de competencia y actualizado tecnológicamente, el servicio de energía eléctrica, en condiciones de cantidad, calidad y precio, con la adecuada diversificación de fuentes de energía.
- Optimizar la utilización de su infraestructura física, comercial y de recursos humanos.
- Proporcionar una atención de excelencia a nuestros clientes.
- Proteger el medio ambiente, promover el desarrollo social y respetar los valores de las poblaciones donde se ubican las obras de electrificación.

VISION

- Una empresa de clase mundial que participa competitivamente en la satisfacción de la demanda de energía eléctrica nacional e internacional, que optimiza el uso de su infraestructura física y comercial, a la vanguardia en tecnología, rentable, con imagen de excelencia, industria limpia y recursos humanos altamente calificados.

1.2.2 OBJETIVOS DE LA EMPRESA

- Satisfacer los requisitos y expectativas del cliente CENACE (centro nacional de control de energía).
- Desarrollar el capital humano.
- Preservar la integridad física, salud y bienestar del personal.
- Optimizar la aplicación de los recursos materiales y financieros.
- Mejorar el desempeño ambiental.
- Lograr la eficacia y mejora continua del sistema integral de gestión.

1.2.3 POLITICA

Satisfacer las necesidades de energía eléctrica de la sociedad, mejorando la competitividad asegurando la eficacia de los procesos de la dirección de operación, sustentados en la autonomía de gestión de sus áreas y con el compromiso de:

- desarrollar el capital humano.
- prevenir y controlar los riesgos que afectan la integridad de los trabajadores e instalaciones
- cumplir con la legislación, reglamentación y otros requisitos aplicables y
- prevenir la contaminación
- mejorando continuamente la eficacia de nuestro sistema integral de gestión.

1.2.4 ORGANIGRAMA

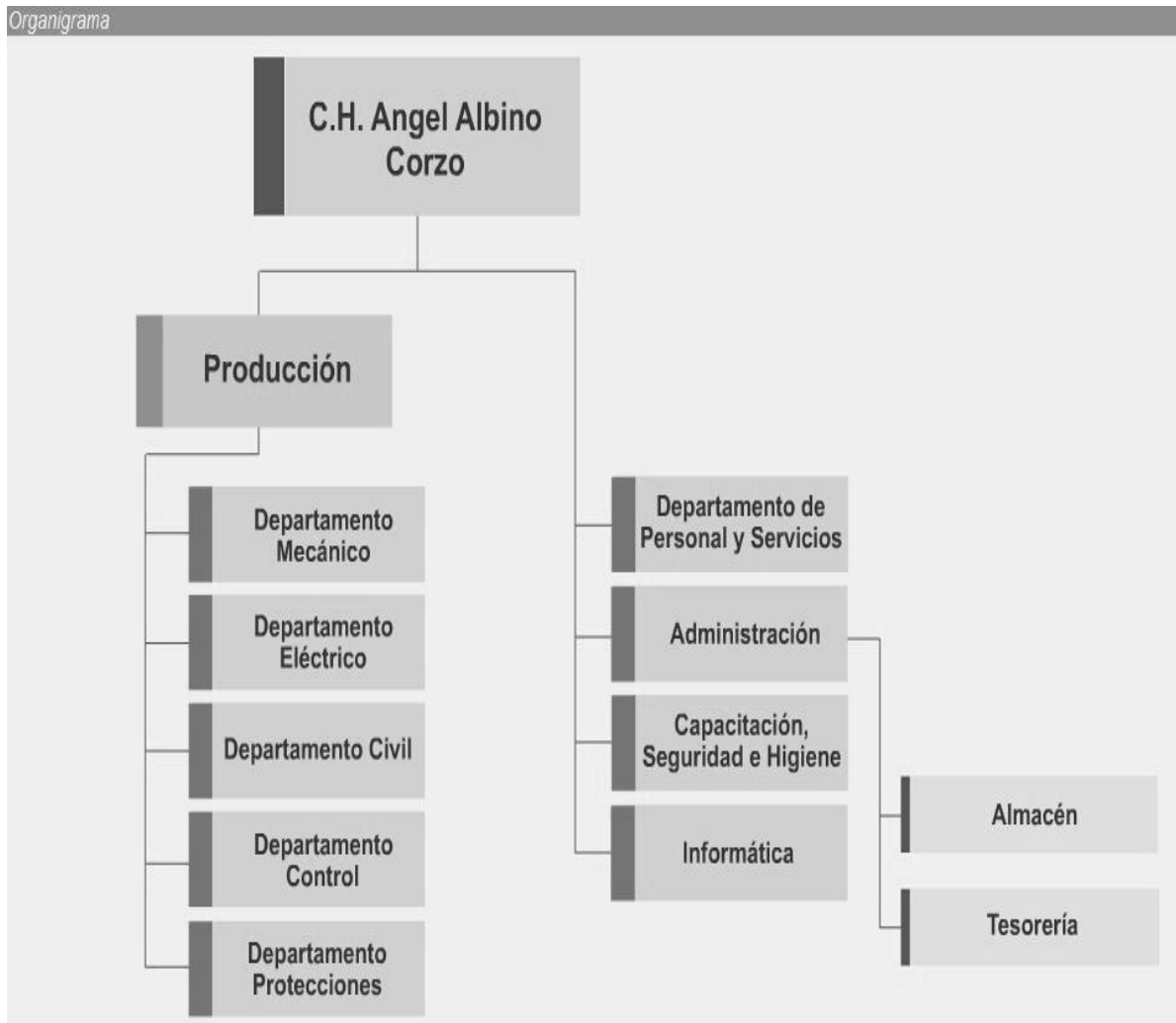


Fig 1.2.4.1.- organigrama de la central.

1.3.DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Los reguladores de velocidad actuales son de tecnología checa basados en circuitos análogos mediante elementos resistivos, capacitivos e inductivos y por el tiempo que llevan en operación han disminuido su eficiencia; así mismo la tecnología ha quedado obsoleta y el refaccionamiento se ha dificultado por lo que se determina necesario realizar el cambio para modernizar el sistema de regulación de velocidad.

Los reguladores de velocidad nuevos permitirán mejorar la respuesta del sistema de regulación de velocidad, que tiene que ver directamente con la calidad del producto que es la energía eléctrica; al tener una mejor respuesta del sistema de regulación de velocidad permitirá responder eficientemente ante los requerimientos de operación del sistema mediante el “AGC” (control automático de generación).

Al tener reguladores de velocidad con tecnología reciente podemos contar con el refaccionamiento necesario para dar mantenimiento preventivo y correctivo y así coadyuvamos al logro de las metas pactadas y comprometidas con los clientes y partes interesadas.

1.4. NOMBRE DEL PROYECTO

MIGRACION DEL SISTEMA ELECTRONICO ANALOGICO A DIGITAL PARA LA REGULACION DE VELOCIDAD EN EL EQUIPO TURBINA- GENERADOR DENTRO DE LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA “PEÑITAS”

1.5. OBJETIVOS

➤ **OBJETIVOS GENERALES:**

- que la empresa cuente con todas las herramientas para hacer más eficiente y seguro el proceso de producción, evitando en todo momento fallas que detengan la producción o que pongan en riesgo la integridad de la central.
- Se busca que la empresa se encuentre la vanguardia en el proceso de generación para cumplir con los parámetros de calidad requeridos por el cliente.

➤ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Eliminar la tecnología análoga que se encuentra en estos momentos
- Mantener los parámetros del sistema de regulación en vigilancia y bajo control con un sistema de PLC'S.
- Evitar el sin numero de fallas que produce la tecnología antigua.
- Tener el mando de control desde un punto remoto

1.6. JUSTIFICACION

Hoy en día, en la central hidroeléctrica Ángel Albino Corzo “PEÑITAS” se ha dejado notar la gran necesidad de llevar a cabo la modernización en los sistemas de regulación, ya que los que actualmente están en funcionamiento son de tecnología muy antigua, por lo cual son constantes las fallas provocadas por las tarjetas, ya que estas son de tecnología análoga que hoy en día se hace demasiado difícil el conseguir un repuesto con las características adecuadas para sustituir las que están en uso y con el hecho de reparar las dañadas se está expuesto a un colapso de una de las unidades y se pone en juego al integridad de la central.

Por tal motivo se ha optado por la modernización de la central a tecnología digital con lo que se pretende disminuir el mayor número de fallas y en algún momento tener un control desde un punto remoto, ya que se pretende implementar dispositivos lógicos programables para el control de los procesos de producción. Y los datos que el PLC obtenga serán mostrados en una pantalla para poder determinar el lugar de la falla en algún caso de que se presente alguna.

1.7. ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- El procedimiento de la automatización del regulador de velocidad será de aplicación en el departamento de control e instrumentación de la Central Hidroeléctrica Ángel Albino Corzo (Peñitas)

- Durante el lapso de tiempo se logro cablear todas las señales de control de toda la instrumentación en el equipo hidráulico de la central.
- Se cambio el panel de relevadores de señalizaciones y alarmas hacia el PLC para obtener ahí todas desplegar en las pantallas todas las alarmas.

LIMITACIONES

- Debido a la diferencia de tiempos en que fue autorizado el proyecto, no se logro llevara acabo la programación del PLC.
- La puesta en servicio será realizada hasta el mes de febrero por lo tanto no se pueden ver los resultados que se obtuvieron después de realizar el cambio de regulador.

CAPITULO 2: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

2.1.1 CONCEPTOS GENERALES

Una central hidroeléctrica es aquella que genera energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para mover una rueda.

En general estas centrales aprovechan la energía potencial que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como *salto geodésico*. La función de una central hidroeléctrica es utilizar la energía potencial del agua almacenada y convertirla, primero en energía mecánica y luego en eléctrica. El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual trasmite la energía a un generador el cual la convierte en energía eléctrica.

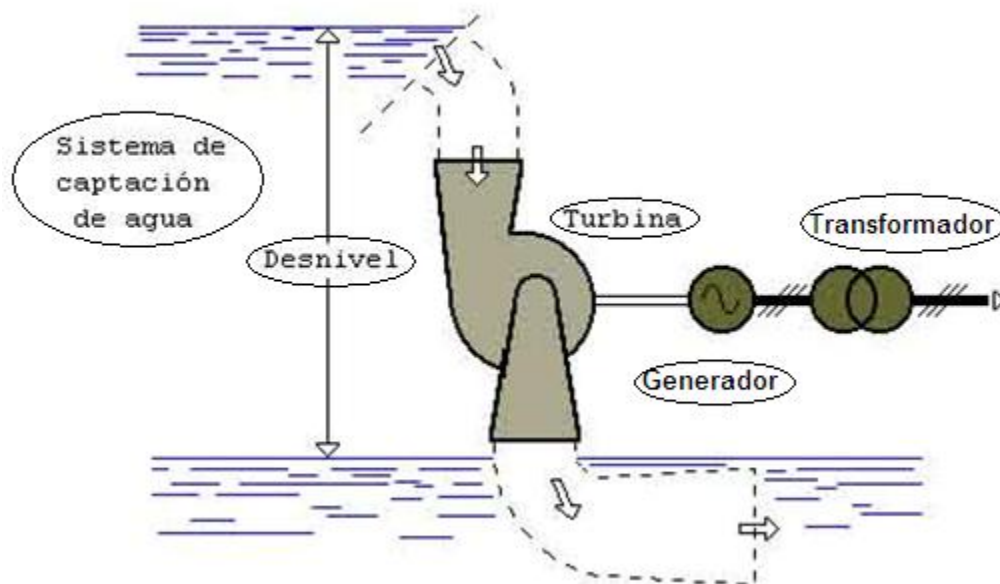


Fig 2.1.1.-ESQUEMA GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA CENTRAL HIDROELECTRICA

Las dos características principales de una central hidroeléctrica, desde el punto de vista de su capacidad de generación de electricidad son:

- La potencia, que es función del desnivel existente entre el nivel medio del embalse y el nivel medio de las aguas debajo de la central, y del caudal máximo turbinable, además de las características de la turbina y del generador.
- La energía garantizada, en un lapso de tiempo determinado, generalmente un año, que está en función del volumen útil del embalse, y de la potencia instalada.



fig 2.1.2.- Central hidroeléctrica Simon Volivar, Venezuela.

Principales componentes de una Central Hidroeléctrica

- *La Presa*

Se encarga de atajar el río y remansar las aguas. Con estas construcciones se logra un determinado nivel del agua antes de la contención y otro nivel diferente después de la misma. Ese desnivel se aprovecha para producir energía.



Fig 2.1.3 Presa construida para una central hidroeléctrica

- *Los Aliviaderos o vertederos*

Los aliviaderos son elementos vitales de la presa que tienen como misión liberar parte del agua detenida sin que esta pase por la sala de máquinas. Se encuentran en la pared principal de la presa.

La misión de los aliviaderos es la de liberar, si es preciso, grandes cantidades de agua o atender necesidades de riego.

Para evitar que el agua pueda producir desperfectos al caer desde gran altura, los aliviaderos se diseñan para que la mayoría del líquido se pierda en una cuenca que se encuentra a pie de presa, llamada de amortiguación. Para conseguir que el agua salga por los aliviaderos existen grandes compuertas, de acero que se pueden abrir o cerrar a voluntad, según la demanda de la situación.

- *Tomas de agua*

Las tomas de agua son construcciones adecuadas que permiten recoger el líquido para llevarlo hasta las máquinas por medios de canales o tuberías.

La toma de agua de las que parten varios conductos hacia las tuberías, se hallan en la pared anterior de la presa que entra en contacto con el agua embalsada. Esta toma además de una compuerta para regular la cantidad de agua que llega a las turbinas, poseen unas rejillas metálicas que impiden que

elementos extraños como troncos, ramas, etc. puedan llegar a los álabes y producir desperfectos.

- *Casa de máquinas*

Es la construcción en donde se ubican las máquinas (turbinas, alternadores, etc.) y los elementos de regulación y comando.

Se observa en la siguiente figura que la disposición es compacta, y que la entrada de agua a la turbina se hace por medio de una cámara construida en la misma presa. Las compuertas de entrada y salida se emplean para poder dejar sin agua la zona de las máquinas en caso de reparación o desmontajes.

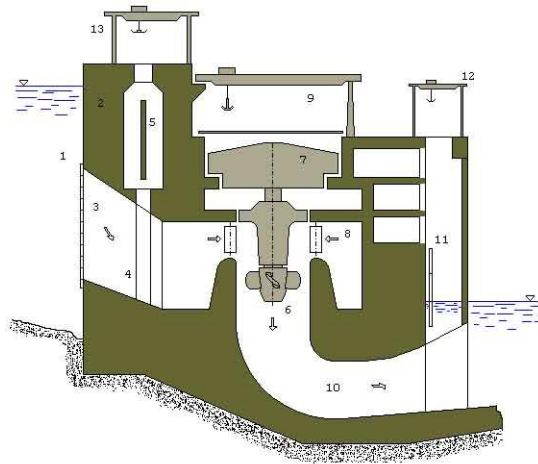


Fig 2.1.4.- Corte esquemático de una central hidroeléctrica

1. Embalse
2. Presa de contención
3. Entrada de agua a las máquinas (toma), con reja
4. Conducto de entrada del agua
5. Compuertas planas de entrada, en posición "izadas".
6. Turbina hidráulica
7. Alternador
8. Directrices para regulación de la entrada de agua a turbina

9. Puente de grúa de la salida de máquinas.
10. Salida de agua (tubo de aspiración)
11. Compuertas planas de salida, en posición "izadas"
12. Puente grúa para maniobrar la salida.
13. Puente grúa para maniobrar compuertas de entrada.

Hay tres tipos principales de turbinas hidráulicas:

- La rueda Pelton
- La turbina Francis
- la de elice o turbina Kaplan

El tipo más conveniente dependerá en cada caso del salto de agua y de la potencia de la turbina. En términos generales:

- La rueda Pelton conviene para saltos grandes.
- La turbina Francis para saltos medianos.
- La turbina de hélice o turbina Kaplan para saltos pequeños.

- **PELTON:**

En la figura se muestra un croquis de la turbina en conjunto para poder apreciar la distribución de los componentes fundamentales.

Un chorro de agua convenientemente dirigido y regulado, incide sobre las cucharas del rodete que se encuentran uniformemente distribuidas en la periferia de la rueda. Debido a la forma de la cuchara, el agua se desvía sin choque, cediendo toda su energía cinética, para caer finalmente en la parte inferior y salir de la máquina. La regulación se logra por medio de una aguja colocada dentro de la tubería.

Este tipo de turbina se emplea para saltos grandes y presiones elevadas

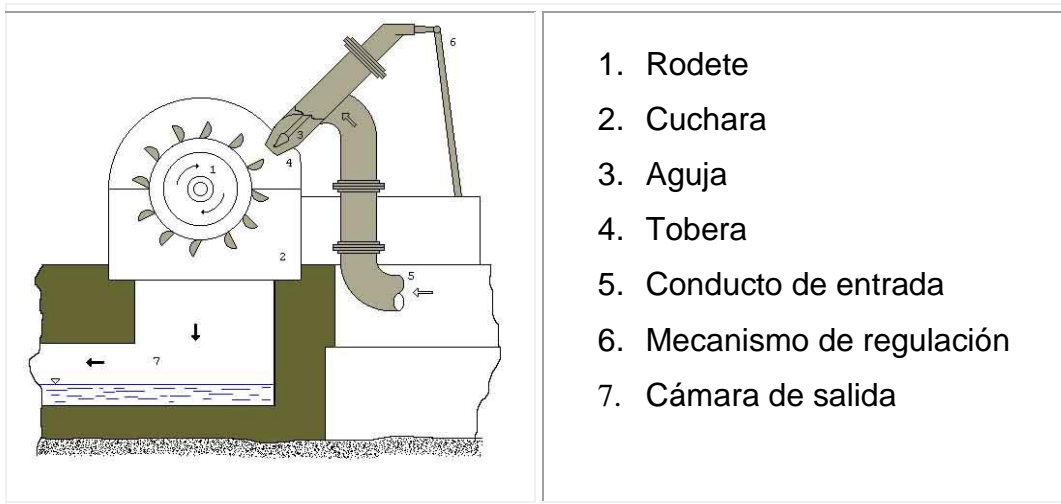


Fig 2.1.5 diagrama esquemático de una turbina pelton

- **KAPLAN:**

En los casos en que el agua sólo circule en dirección axial por los elementos del rodete, tendremos las turbinas de hélice o Kaplan. Las turbinas Kaplan tienen álabes móviles para adecuarse al estado de la carga. Estas turbinas aseguran un buen rendimiento aún con bajas velocidades de rotación.

La figura muestra un croquis de turbina a hélice o Kaplan.

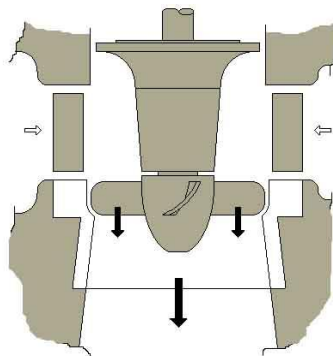


Fig 2.1.6.- Croquis de turbina a hélice o Kaplan.

2.2 CENTRAL HIDROELECTRICA “ANGEL ALBINO CORZO”

2.2.1 GENERALIDADES DE LA CENTRAL

La cuenca del Río Grijalva se localiza en el sureste del país, y se encuentra limitado al sur por la República de Guatemala, al oeste por la cuenca del Río Usumacinta y al norte por el Golfo de México.

La Central Hidroeléctrica Ángel Albino Corzo “**PEÑITAS**”. Constituye la cuarta y última etapa del plan del Río Grijalva, plan concebido en el año de 1948 por la Comisión Federal de Electricidad en conjunto con la antigua Secretaria de Recursos Hidráulicos, el cual esta encaminado a lograr el aprovechamiento integral de sus recursos, construida durante el periodo de 1979 a 1986, con una capacidad instalada de 420 MW. y con una generación media anual de 1420 GWH. y con un escurrimiento medio anual de 23 mil millones de metros cúbicos.

La energía eléctrica generada en la Central es elevada de 13.8 Kilo Volts a 230 Kilo Volts por el Transformador de Potencial, y llegan a una Subestación, de donde se distribuye para integrarse al sistema Oriental, con dos alimentadores a la subestación Malpaso II, (líneas: 93930 y 93940) ubicada en la Central Hidroeléctrica Malpaso, otras dos a la subestación Kilometro 20 (líneas: 93910 y 93920) en Villahermosa, Tabasco. y otra más a la Subestación Cárdenas II, (línea: 93970) ubicada en el municipio de Cárdenas, Tabasco. Cuenta además con una Subestación reductora de 115 KV, la cual es alimentada por las líneas (73910, 73900) que vienen de Malpaso y Mezcalapa respectivamente, para los servicios propios y auxiliares de la planta.



Fig 2.2.1.- CENTRAL HIDROELECTRICA "PEÑITAS"

2.2.1.1 LOCALIZACION



Fig 2.2.2 localización de la C.H. Ángel Albino Corzo

La Presa "Peñitas" se localiza al norte del Estado de Chiapas, dentro del Municipio de Ostuacan, muy próximo a los límites con el Estado de Tabasco. La Central tiene comunicación por carretera pavimentada a la Central Hidroeléctrica "Malpaso" (49 Km.), a la Estación Chontalpa, Tabasco. (31 Km.); a Huimanguillo, Tabasco. (51 Km.) Y a la Ciudad de Cárdenas, Tabasco. (66 Km.) siendo en este punto en donde la carretera se intercepta con la carretera Coatzacoalcos, Veracruz - Villahermosa, Tabasco.

La Central Hidroeléctrica "PEÑITAS" se encuentra localizada en la margen izquierda del Río Grijalva, y consta de las siguientes estructuras:

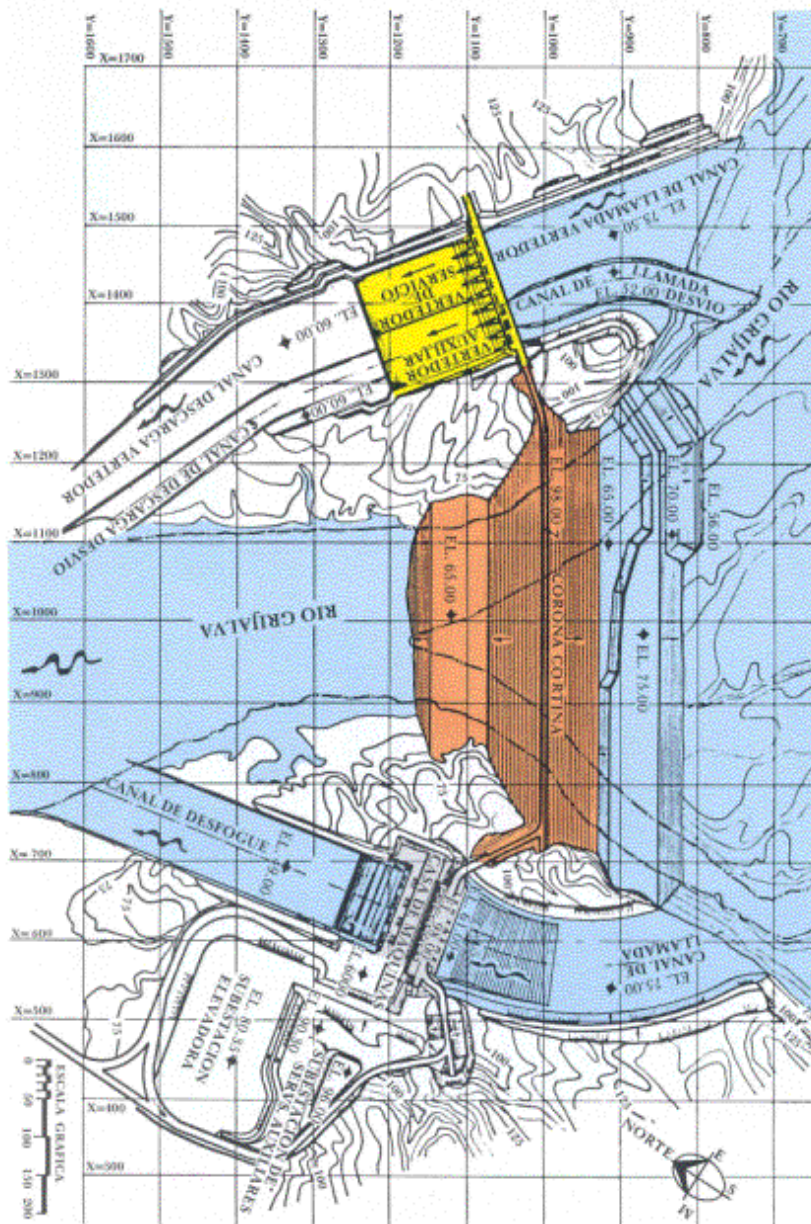
- ✓ Obra de Toma
- ✓ Tuberías de Conducción
- ✓ Casa de Maquinas
- ✓ Canal de Desfogue.

La Central Hidroeléctrica tiene como principal objetivo la generación de la energía eléctrica. Del Vaso de Almacenamiento se encauza a través de su Canal de Llamada, el agua que posteriormente será conducida a través de las Tuberías de Conducción, para operar las Unidades Generadoras, las cuales se encuentran ubicadas en la Casa de Maquina y posteriormente restituir al Río el gasto utilizado a través del canal de desfogue.

2.2.1.2 CAPACIDAD INSTALADA

La capacidad instalada de la Central Hidroeléctrica es de 420 MW distribuida en 4 Turbinas tipo Kaplan de eje vertical, las cuales generan 105 MW cada una, con un gasto máximo de 360.00 m³/seg. por unidad, para un total de 1,440 m³/seg.

2.2.1.3 HIDROLOGIA



PLANO GENERAL

Fig 2.2.1.3 Hidrología en la central Hidroeléctrica Ángel Albino Corzo (CHAAC)

EMBALSE

El Embalse está formado por una Presa de enrocamiento, con corazón impermeable de 53.00 metros de altura, permitiendo un almacenamiento a los niveles: Máximo 95.50 m.s.n.m. conocido como N.A.M.E. (Nivel de Aguas

Máximas Extraordinarias) y mínimo 85.00 m.s.n.m. conocido como N.A.Min.O. (Nivel de Aguas Mínimas de Operación) teniendo como N.A.M.O. (Nivel de Aguas Máximas de Operación) el nivel 87.40 m.s.n.m. dentro de los tratamientos que se le dieron a la cortina para asegurar su impermeabilización, podemos destacar, la compactación dinámica. Este método se realizó por primera vez en el país, en el caso de esta obra se utilizó una masa de 37.0 toneladas que era levantada a una altura de 27.0 metros por medio de un trípode, para después dejarla caer hasta completar 20 golpes, con lo que se asegura la compactación de la zona, este trabajo se efectuó formando cuadrículas de 20.0 metros con una cuadrícula intermedia compactada con un peso de 15.0 toneladas levantada por una grúa y utilizando el mismo procedimiento que en la primera fase, para mejoramiento de la cortina.

CORTINA

La Obra de Contención o Cortina es una estructura que permite almacenar los volúmenes de agua de los escurrimientos generados por cuenca propia, por descarga de presas situadas aguas arriba, por escurrimientos que provienen de otras cuencas cuando hay interconexión y por la precipitación pluvial directa sobre el Vaso. Este almacenamiento sirve para generar energía por medio de equipos electromecánicos. Esta estructura está formada por enrocamiento, con corazón impermeable central de arcilla y respaldo de materiales graduados, complementada con una plantilla inferior de concreto plástico de 418.00 metros a lo largo del eje longitudinal, 0.80 metros de espesor y una profundidad variable limitada por la lutita. Sana. El área de la cuenca hasta el sitio de la boquilla es de 35,701 Km² con un gasto medio anual por cuenca propia de 114.59 m³/seg. Cuenta con instrumentación instalada durante la construcción, inclinómetros, piezómetros, acelerógrafos etc,

Desde el punto de vista geológico-tectónico la región en que se ubica la Cortina y el Vaso de Peñitas, estructuralmente está representada por un homoclinal de suave pendiente hacia el Golfo de México, cuya actividad tectónica tuvo sus últimos movimientos de importancia a principios del terciario dando origen a los

plegamientos de Mono pelado y Maspac, aparte de estas dos estructuras solo tiene otros plegamientos de carácter local, lo que denota que esta zona se encuentra en un periodo de estabilidad tectónica, la cual se vio afectada hace 100,000 años , con el nacimiento del Volcán "Chichonal", esta Volcán hizo erupción en abril de 1982 ocasionando sismos y aun es considerado en actividad, por lo que se considero esta zona como un factor principal para dar origen a la posibilidad de un evento sísmico y por su cercanía al sitio de construcción de la Presa, se considero para la determinación del factor de riesgo.

OBRA DE EXCEDENCIA

El Vertedor de Demasías u Obra de Excedencias de la Central Hidroeléctrica se encuentra localizado en la margen derecha del Río Grijalva, a la Elev. 73.50 m.s.n.m. a cielo abierto, cuenta con 8 compuertas radiales para regulación, cuyo labio superior se encuentra en la Elev. 91.13 m.s.n.m. (Siendo este nivel tomado como N.A.M.E.) sus estructuras son: Canal de Llamada, zona de estructuras y Canal de Descargas. La Obra de Desvío tiene un ancho de 45 metros en el Canal de Llamada reduciéndose a 35 metros por una transición en la zona de estructuras y una longitud de 827 metros. La capacidad del Vertedor está aprovechada para controlar y regular la descarga de un gasto de 18,700 metros cúbicos/segundo. La función de este vertedor es la de controlar la descarga de los volúmenes de agua que se consideren excedentes de la capacidad útil en el Vaso almacenador.



fig 2.2.1.1.3.- canal de vertedores

OBRA DE TOMA

El mecanismo de Obra de Toma, tiene la finalidad de permitir u obstruir el flujo de agua hacia la turbina, ya sea dentro de procedimientos de operación, en caso de fallas que requieran el cierre de compuertas en emergencia y en caso de mantenimientos programados y no programados ya sea a la Turbina o los propios mecanismos de Obra de Toma.

Los órganos de seguridad de la Obra de Toma son las compuertas rodantes de cierre rápido, operadas por vástagos y servomotores hidráulicos. Cada una de las cuatro turbinas de la Central tiene su condición de Toma bipartida y es protegida por dos compuertas (Compuerta de Servicio), normalmente abiertas en posición de espera, disponibles para cerrar por gravedad en agua muerta o bajo cualquier condición de flujo previsto. Aguas arriba de las compuertas de servicio, se pueden bajar las compuertas de protección y mantenimiento (Compuertas Auxiliares) operadas por una grúa pórtico especial.



Fig 2.2.1.3.4 .- Obra de Toma

El Reten de contención de Obra de toma consiste en una estructura flotante sobre el embalse, localizado en la entrada del canal de llamada de Obra de Toma; formada por pares de tambos vacíos cerrados herméticamente para evitar su hundimiento, sujetos a tres líneas de cables acero de 1/2" mismas que están enclavados en sus extremos en atraques de concreto, y a lo largo del mismo se tensan con cables de acero fijados en muertos de concretos en el fondo del agua, complementándose dicha estructura con malla ciclón de 2 metros de ancho para evitar el paso de la basura y palizada al interior de Obra de Toma.

CANAL DE DESFOGUE

La Obra de Desfogue es por donde el agua turbinada se reintegra al Río por un canal excavado a cielo abierto que parte de la Elevación 30.70 y mediante una rampa de 66.00 metros, hasta la Elevación de 49.00 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) misma que se mantiene en una longitud de 346 metros hasta el lecho del Río. El Desfogue de cada Unidad tiene dos tipos de secciones. La primera sección es un túnel de forma abocinada, con una longitud aproximada de 18.60 metros y un ancho de 17.60 metros; tiene una pila central de 2.0 metros de espesor y a la salida del abocinamiento tiene instalada dos compuertas respectivamente en cada Unidad. La segunda sección es en forma de canal, con una longitud aproximada de 429 metros y un ancho de 102 metros, con taludes recubiertos con concreto y bermas a la Elev. 55.00 y 65.00 m.s.n.m. para estabilizar el talud izquierdo del canal de desfogue, y en el talud derecho a la Elev. 59.50 m.s.n.m. el volumen de concreto es de 43,600 metros cúbicos. El nivel medio de Desfogue para 4 unidades es de 54.00 m.s.n.m. y el nivel medio de desfogue para una unidad es de 52.00 m.s.n.m.



Fig .2.2.1.3.5.- Canal de desfogue en la C.H.A.A.C.

2.2.1.4 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE GENERACION

TURBINA AUXILIAR

La Central Hidroeléctrica PEÑITAS, cuenta con una Unidad Auxiliar de respaldo y emergencia para la alimentación de los Servicios Propios de la Central, como son: Bombas y Compresores de regulación, Bombas de Prelubricación, Circulación de Aceite en Chumaceras, etc. para el funcionamiento de las Unidades Generadoras de la Central, siendo dicha alimentación muy importante para el arranque de las Unidades Principales por lo que es recomendable tenerla siempre disponible y en condiciones de operación. Esta Unidad es de tipo Francis horizontal tipo F 30 H con un diámetro 880 mm acoplada directamente con el Generador eléctrico de síncrono trifásico de 60 Hz de frecuencia, 480 volts de tensión y una potencia de 1220 KW el acoplamiento es a través de una flecha de acero soportada y guiada por chumaceras.

TURBINA PRINCIPAL

La Central Hidroeléctrica cuenta con cuatro Turbinas principales, y una Auxiliar, las cuales representan el elemento principal de la central, y tienen como función

principal aprovechar la energía cinética y potencial del agua, el cual al pasar por los elementos de la turbina, ésta transforma la energía cinética y potencial del agua en energía mecánica, para que a su vez esta energía mecánica sea transformada posteriormente en energía eléctrica mediante el generador.

Los datos técnicos característicos son:

- TipoKaplan vertical 5K37
- Caída (H)35.27 - 30.89 Mts.
- Caudal (Q).....334 - 349 mts.cubicos/segundo
- Potencial de la turbina (P)108.33 - 98.716 MW.
- Velocidad de régimen (Nn)112.5 r. p. m.
- Velocidad de embalamiento (Np)291 r. p. m.
- Masa inerte (GD²)18,778 tm²
- Trabajo de regulación del servomotor del distribuidor.....94,824 Kgm. (carrera 835 mm)
- Trabajo de regulación del servomotor del rodete (ArR)137,344 Kgm. (carrera 257 mm)
- Crecimiento máximo calculado de la presión36 % H

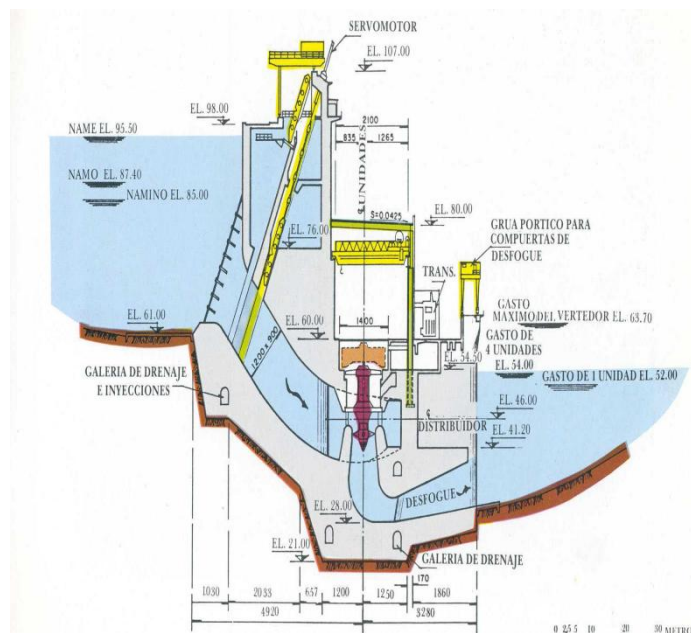


Fig 2.2.1.41.- .Esquema de la turbina principal

GENERADOR

El generador es el conjunto de partes electromecánicas que nos sirven para convertir la energía mecánica de la turbina en energía eléctrica. Esto se logra haciendo girar un campo magnético constante, alrededor de una serie de bobinas de tal manera que se corten las líneas de flujo, engendrando con esto una fuerza electromotriz que aparecerá en los extremos de las bobinas.

Al campo giratorio le llamamos “ROTOR” y es el elemento que está acoplado directamente con la flecha de la turbina para aprovechar la energía mecánica de ésta, convertida en movimiento giratorio. A la serie de bobinas, conjuntamente con su laminado lo denominamos “ESTATOR” siendo éste la parte fija del generador que es donde se genera la fuerza electromotriz.

Características técnicas del Generador.

- MarcaAsea
- Capacidad nominal110,465 KVA.
- Factor de potencia0.95
- Capacidad para diseño mecánico108,330 KW.
- Velocidad nominal112.5 R. P. M.
- Velocidad de desboque291 R. P. M.
- Frecuencia nominal60 Hz.
- Voltaje nominal13,800 Voltios.
- Corriente nominal4,622 Amperes.
- Clase de aislamiento estatorF
- Clase de aislamiento rotorF
- Número de polos64
- Número de fases3
- Número de enfriadores de aire12



Fig 2.2.1.4.3 .- Generador de una unidad de la C.H.A.A.C. en mantenimiento.

El Regulador de Voltaje (AVR) Es el encargado de regular el voltaje de salida del generador.

Descripción de las partes de las partes principales del Generador.

El Estator es la parte fija del generador donde se forman las líneas de fuerzas magnéticas que bajo la acción de un campo magnético giratorio genera una fuerza electromotriz.

El Estator esta formado por: el bastidor es una estructura soldada construida de placas de acero y perfiles. Está compuesto de anillos horizontales, placas, soportes verticales y barras en cola de milano.

Exteriormente tiene una forma de polígonos regulares y dividida en compartimentos. El bastidor se diseña para que solo existan fuerzas de compresión pequeñas en el núcleo cuando su temperatura exceda aquella del bastidor o para asegurar deformaciones mínimas debido a la presencia de fuerzas magnéticas desbalanceadas y para prevenir pérdidas en la circularidad debido a las diferencias de temperaturas.

El rotor es la parte móvil del generador en el que se forma un campo magnético giratorio a través de los polos para romper las líneas de fuerza magnéticas inducidas en el devanado del estator. Las principales partes del rotor son: el

laminado que esta formado por segmentos de chapa de acero troquelado traslapado de tal forma que se obtenga la máxima sección transversal y al mismo tiempo la mayor área de fricción total que pueda alcanzarse entre las diferentes capas de los segmentos tomando en cuenta el número de polos. El devanado consiste en bobinas de barras de cobre soldadas en las esquinas para formar una bobina rectangular (polo) que forma el campo. Cada polo tiene un devanado amortiguador formado en un número determinado de varillas de cobre colocadas en ranuras semicerradas en la periferia de cada polo.

Los anillos colectores están formados de acero especial y son lo suficientemente anchos para permitir que las escobillas queden alternadas. Los anillos colectores se soportan en un cubo de acero soldado situado en el eje con un anillo tope. Una cantidad de bloques en el cubo soporta los pernos axiales que sujetan los anillos en su posición entre las arandelas de aislamiento.

El mecanismo de las escobillas de monta en una consola generalmente fija en la araña de soporte o de la parte superior de la caseta en soportes cortos de bronce. Los porta-escobillas están diseñados para ejercer la mayor presión posible sobre las escobillas aún en estado de desgaste.

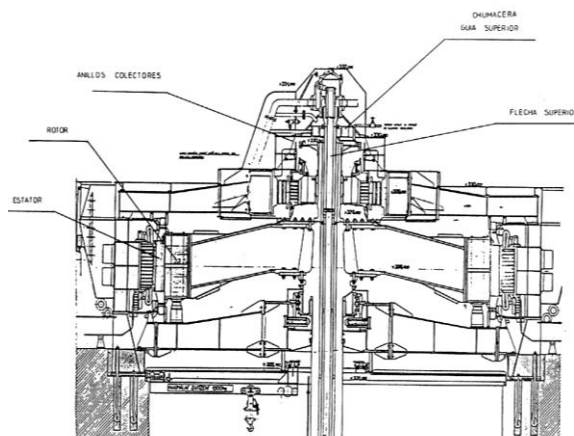


Fig 2.2.1.4.4.- esquema general del generador

SISTEMA DE EXCITACIÓN

En una maquina generadora de corriente alterna tenemos que su funcionamiento consiste básicamente en la interacción de dos devanados, uno llamado devanado del estator o devanado de armadura y otro llamado devanado de rotor o devanado de campo. En la Central Peñitas, las maquinas tienen una capacidad de 105 MVA a 13.8 KV por lo que el devanado del estator maneja 4.81 KA y 60 Hz. cuando la maquina se encuentra rodando a 112.5 r. p. m. En el rotor tenemos otro devanado llamado devanado de campo el cual maneja hasta 1165 Amperes de corriente directa.

De todo lo anterior tenemos que la corriente en el devanado del estator se logra por la inducción del campo magnético generado por la corriente del devanado de campo cuando el rotor gira y las líneas de campo magnético cortan los conductores del devanado del estator, de lo anterior tenemos que el voltaje y la corriente alterna en las terminales del estator dependen directamente de la corriente directa en el devanado del rotor o devanado de campo cuando la velocidad de este se mantiene constante.

Las Unidades Generadoras ASEA instaladas en la Central Peñitas, están diseñadas para operar con un Sistema de Excitación basado en un arreglo de control de corriente de campo controlado por tiristores del tipo, denominado FMTB el cual provee de un sistema completo para el control, supervisión y regulación de la excitación de la Unidad Generadora.

REGULADOR DE VELOCIDAD

El mecanismo de regulación de velocidad en una turbina hidráulica, tiene la función de mantener la velocidad constante en la unidad, ajustándola a la velocidad de diseño. Debido a las posibles fallas que causen un desbalanceo en la reacción potencia-apertura del distribuidor, la velocidad de la turbina tiende a variar, por lo que, para evitar estas variaciones, el mecanismo de regulación de velocidad ajusta a través de dos servomotores la apertura del distribuidor y álabes

del rodete, controlando así en función de las condiciones de operación la velocidad de trabajo de la turbina.

El regulador de velocidad se divide en dos: la parte eléctrica y la parte hidráulica. El esquema de regulación de velocidad de las turbinas Kaplan de la central hidroeléctrica Peñitas esta concebido para soportar una unidad de procesamiento de error de velocidad del tipo Proporcional - Integral - Derivativo con error permanente por desviación de frecuencia, así como un procesador de error en potencia activa del tipo Integral y un sistema de control de apertura del rodete con corrección por volumen de gradiente hidrostático con los cuales se determina la apertura del distribuidor y apertura de rodete en una acción combinada destinada a obtener una máxima eficiencia para diferentes cargas de potencia activa así como para diferentes caídas de agua o sea diferentes valores de gradiente hidrostático. La flecha superior transmite el movimiento desde la flecha principal de la turbina hasta el rotor del generador. Está formado de acero forzado, normalizado y maquinado en toda su superficie, la parte inferior es forjada para formar una brida para conexión al eje principal.

TRANSFORMADORES

La energía eléctrica generada en la Central es elevada de 13.8 Kilo Volts a 230 Kilo Volts por el Transformador de Potencial, y llegan a una Subestación, de donde se distribuye para integrarse al sistema Oriental, con dos alimentadores a la subestación Malpaso II, (líneas: 93930 y 93940) ubicada en la Central Hidroeléctrica Malpaso, otras dos a la subestación Kilometro 20 (líneas: 93910 y 93920) en Villahermosa, Tabasco. y otra más a la Subestación Cárdenas II, (línea: 93970) ubicada en el municipio de Cárdenas, Tabasco. Cuenta además con una Subestación reductora de 115 KV, la cual es alimentada por las líneas (73910, 73900) que vienen de Malpaso y Mezcalapa respectivamente, para los servicios propios y auxiliares de la planta.

Los Central cuenta Transformadores de Potencial para cada unidad y uno de reserva, instalados en la parte exterior frontal de Casa de Maquina. Estos

Transformadores reciben el potencial de 13.8 Kv. por el lado de baja tensión a través del bus de fase aislada y elevan el voltaje a 230 Kv. por el lado de alta tensión energizando la subestación elevadora mediante cable aéreo.

CAPITULO 3: DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 SISTEMA DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD

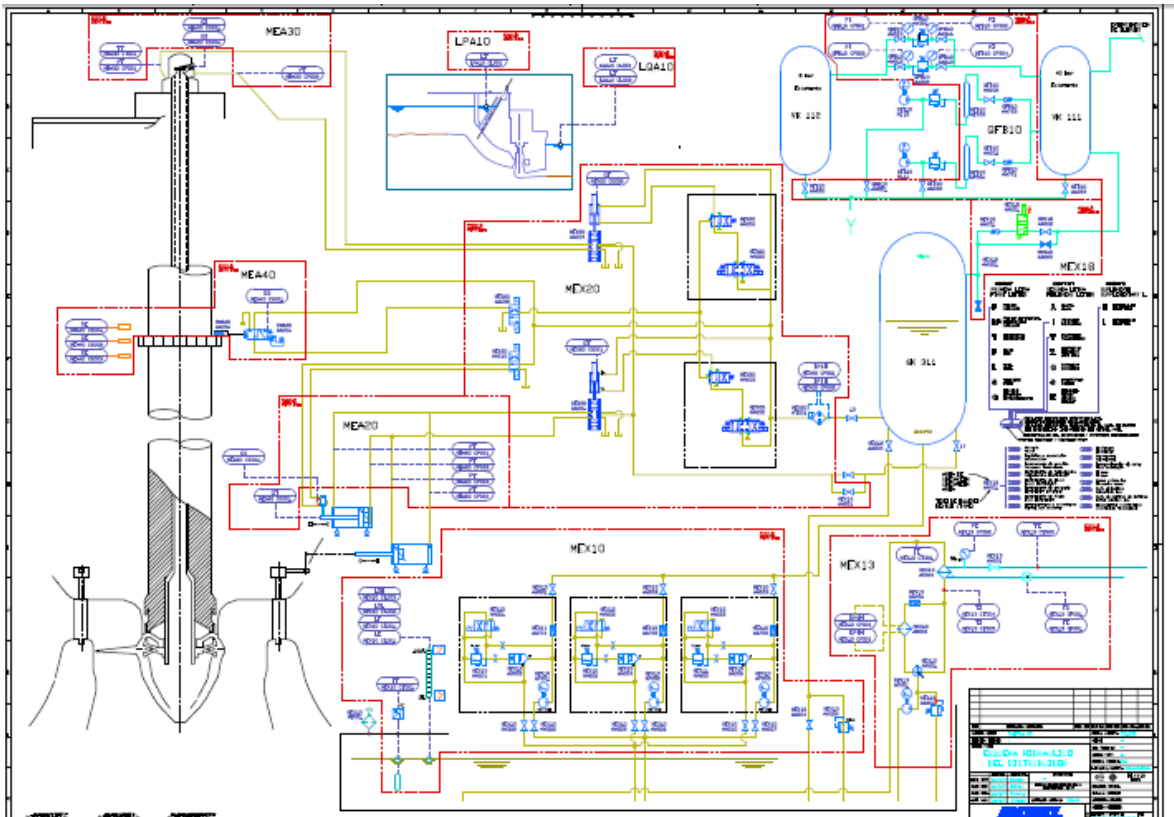


FIG 3.1.- Esquema Hidráulico del regulador de velocidad

3.1.1 DEFINICIONES

Rodete.

Para este caso en particular se trata de un rodete Kaplan, que está provisto de alabes móviles que permiten variar el ángulo de incidencia del agua que entra a la turbina, para que mediante esta variación de posición se logre la más alta eficiencia posible, de acuerdo al nivel y caudal de agua que entra a la turbina.

Curvas de correspondencia para eficiencia.

Son aquellas curvas en las que existe una correspondencia entre la posición del distribuidor y el nivel, con respecto a la posición que debe tener el rodete para lograr la máxima eficiencia posible, estas están determinadas por el fabricante de la turbina.

Transductor electro-hidráulico.

Es el dispositivo que sirve de interface entre el control eléctrico o electrónico y la parte de control hidráulico. Consta de una bobina accionada eléctricamente, la cual se encuentra acoplada a una válvula de control hidráulica.

Válvula distribuidora.

Es la válvula encargada de proporcionar todo el gasto necesario para accionar los servomotores de mando, que posicionan los alabes del distribuidor y los alabes de rodete en turbinas de reacción tipo Kaplan, el cual debe cumplir con los parámetros estándares especificados de sensibilidad y velocidad de respuesta.

Servomotor Distribuidor.

Es el dispositivo que posiciona el anillo distribuidor, que a su vez mediante bielas, posicionan los alabes que regulan el flujo de agua hacia la turbina, para el caso de turbinas que cuentan con anillo distribuidor, acoplado mediante bielas a los alabes móviles.

Servomotor Rodete.

Es el dispositivo que posiciona los alabes del rodete mediante bielas acoplado a los alabes de rodete.

Estatismo.

Es la medida de la regulación primaria, que es la contribución de la unidad, para mantener la frecuencia de la red a un valor preestablecido y esta expresada por la siguiente función matemática

$$Bp = (\Delta/Nn)/(\Delta P/Pn) * 100 \dots\dots\dots Ec. 3.1$$

Donde:

Bp = Estatismo permanente.

ΔN = Diferencia de velocidad.

ΔP = Diferencia de potencia.

Nn = Velocidad nominal.

Pn = Potencia nominal.

Consignador carga / frecuencia.

Es el dispositivo mediante el cual se proporciona la referencia (set point) del sistema de control, puede ser ajustada para cambiar la velocidad o la carga de la turbina mientras esta en operación.

Banda muerta.

Es la banda entre dos valores de velocidad de la turbina dentro de la cual el sistema de control no genera acción reguladora. La señal de mando se supone constante.

Limitador de apertura.

Es el dispositivo eléctrico o mecánico, el primero si actúa al nivel del control eléctrico o el segundo si actúa a nivel del control hidráulico, que determina la apertura máxima permitida del anillo distribuidor, que regula el flujo de agua hacia la turbina.

3.2 REGULADOR DE VELOCIDAD A-ROT-22 CON TECNOLOGÍA ANÁLOGA

TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO

El sistema de control de velocidad de las turbinas kaplan de la C.H. Peñitas esta basado en un sistema que actúa simultáneamente sobre el control coordinado de apertura de distribuidor y apertura de rodete con el fin de controlar la velocidad y la potencia suministrada al generador síncrono montado sobre el mismo eje.

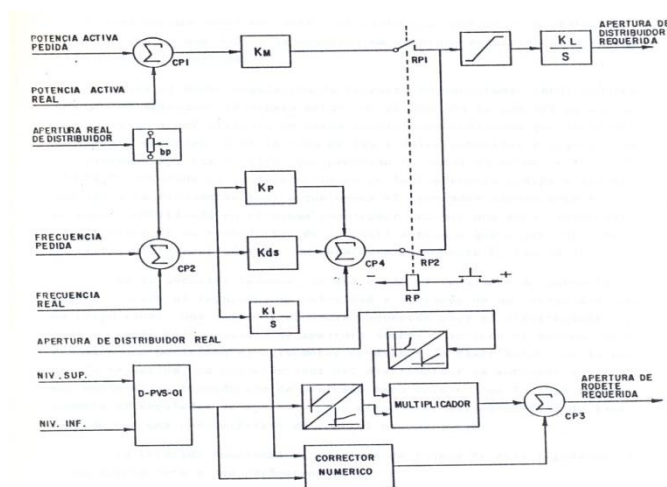
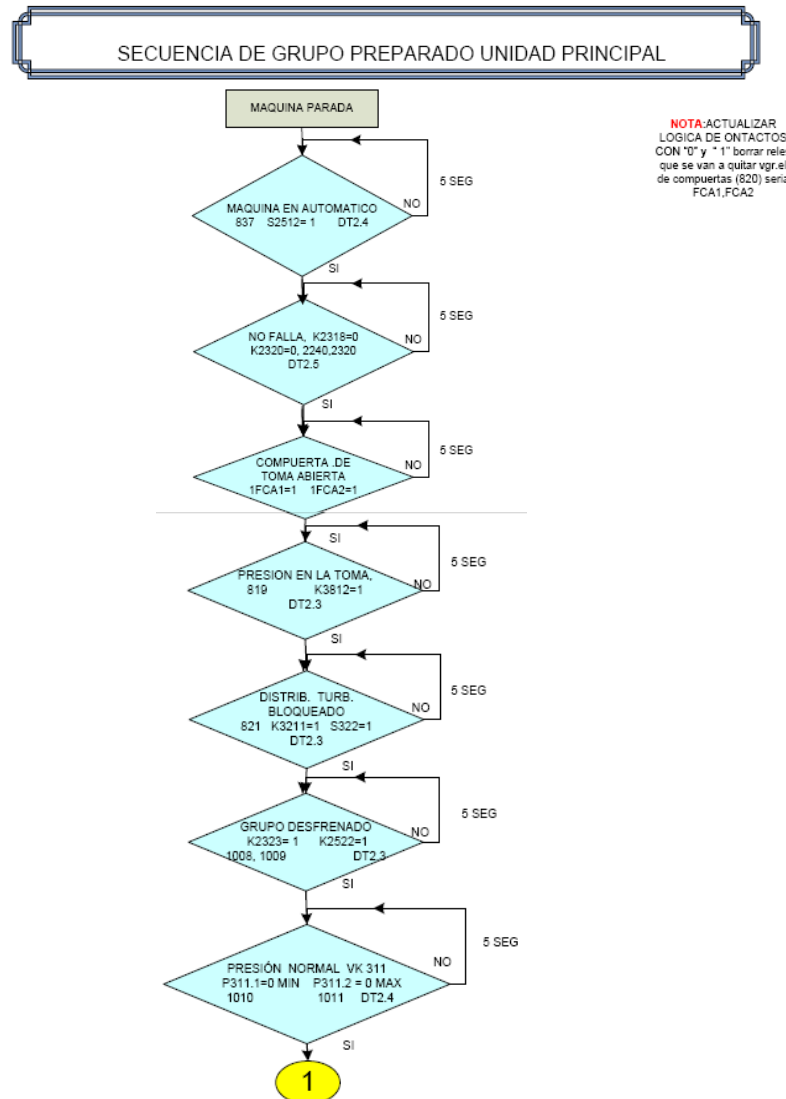


Fig 3.2.1.- Esquema básico del regulador de velocidad A-ROT-22 de la C.H. Peñitas

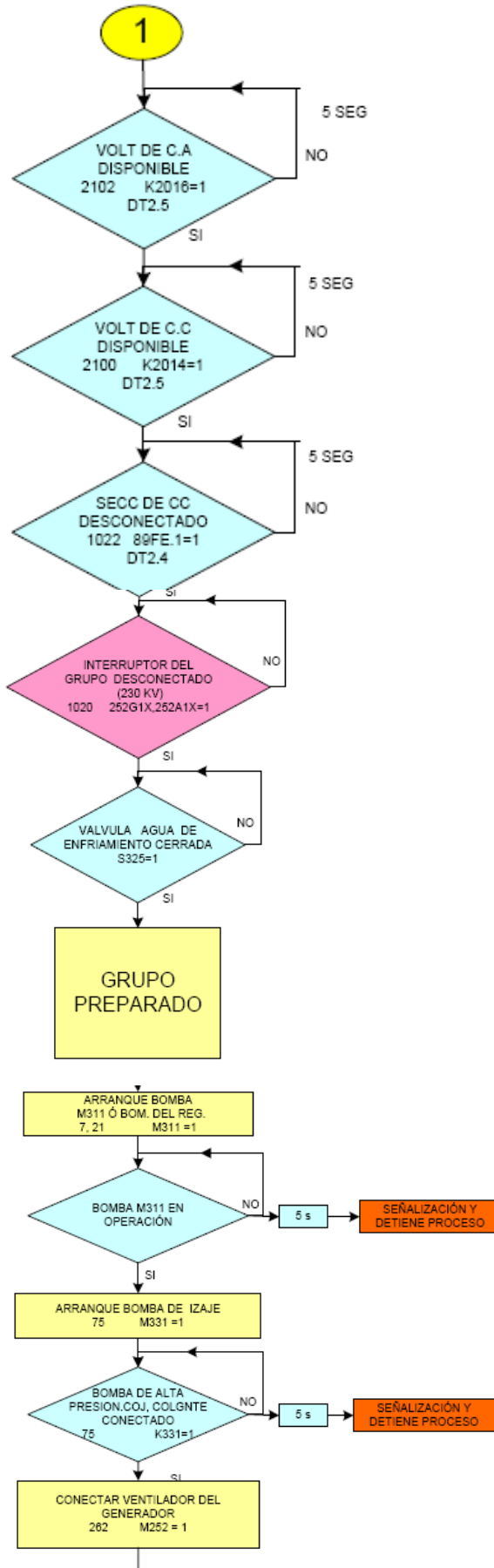
El control de apertura del distribuidor y posición de alabes del rodete, lo ejecuta el regulador de apertura A-RPM-20 que maneja dos canales independientes por donde detecta la correspondiente señal del error en posición a partir de la referencia generada en el regulador de velocidad A-ROT-22, las cuales operan en un rango de 0 a 10 VCD que corresponde del 0 al 100% de apertura del canal de regulador.

En el regulador de velocidad A-ROT-22 tenemos la parte mas importante del sistema de regulación pues es donde se asegura la operación estable de la turbina.

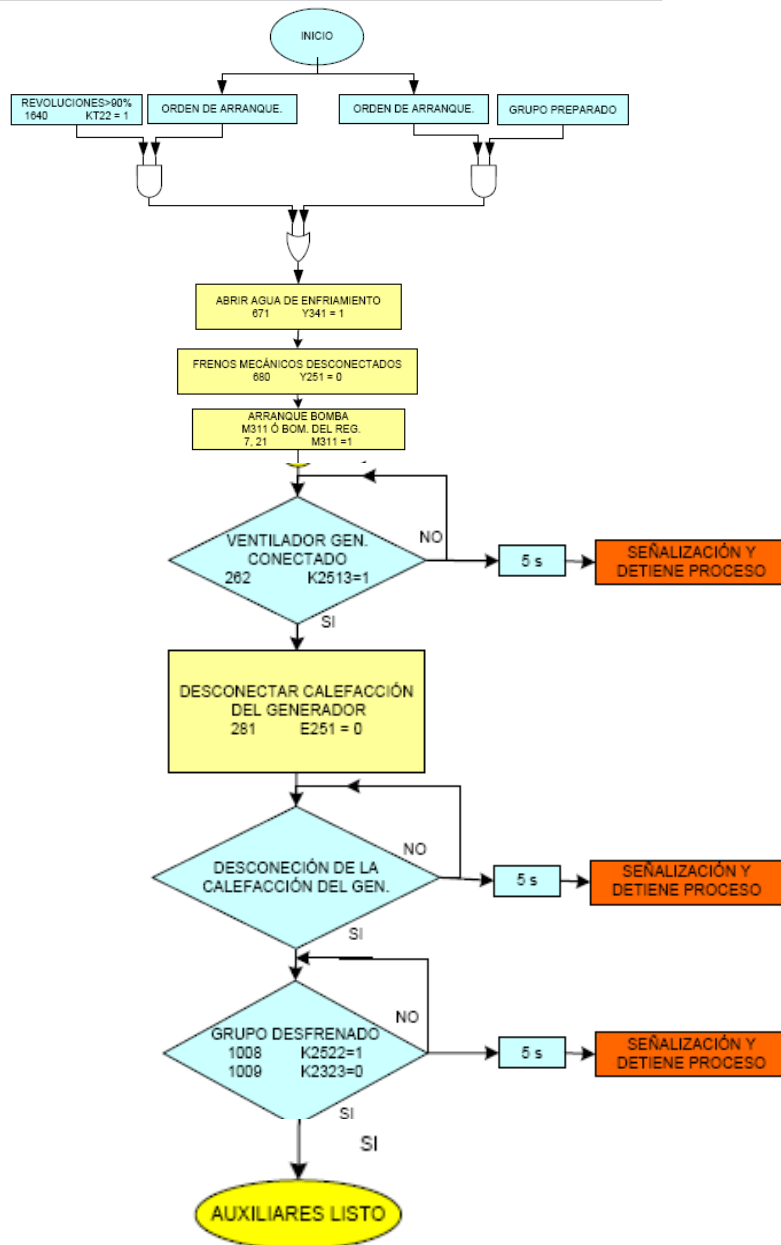
DIAGRAMA DE FLUJO DEL REGULADOR DE VELOCIDAD



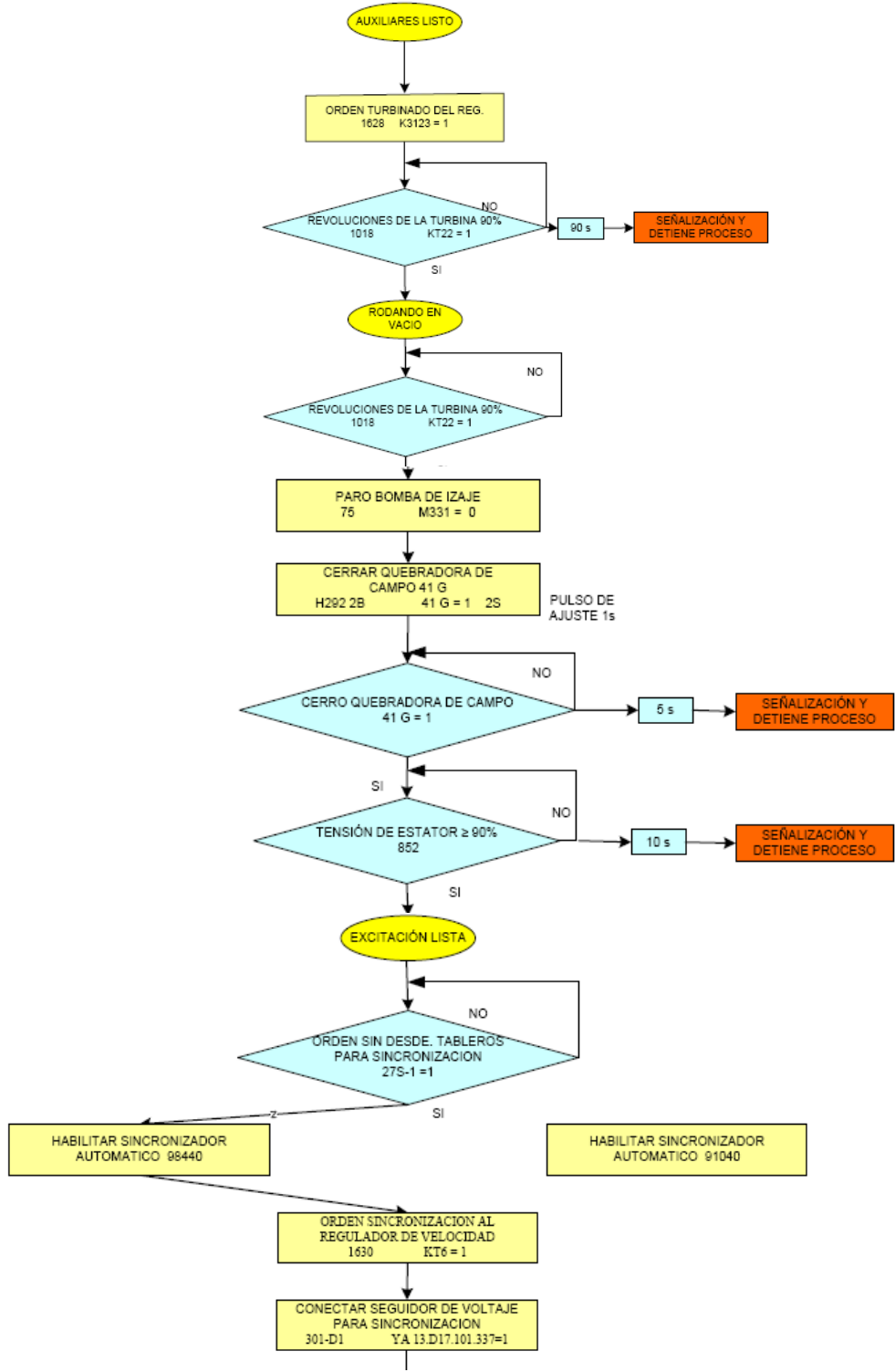
ESTA SEÑAL SE TOMA DE LOS INTERRUPTORES DE MAQUINA Y MEDIO EN SERIE CON LA CUCHILLA DE MAQUINA

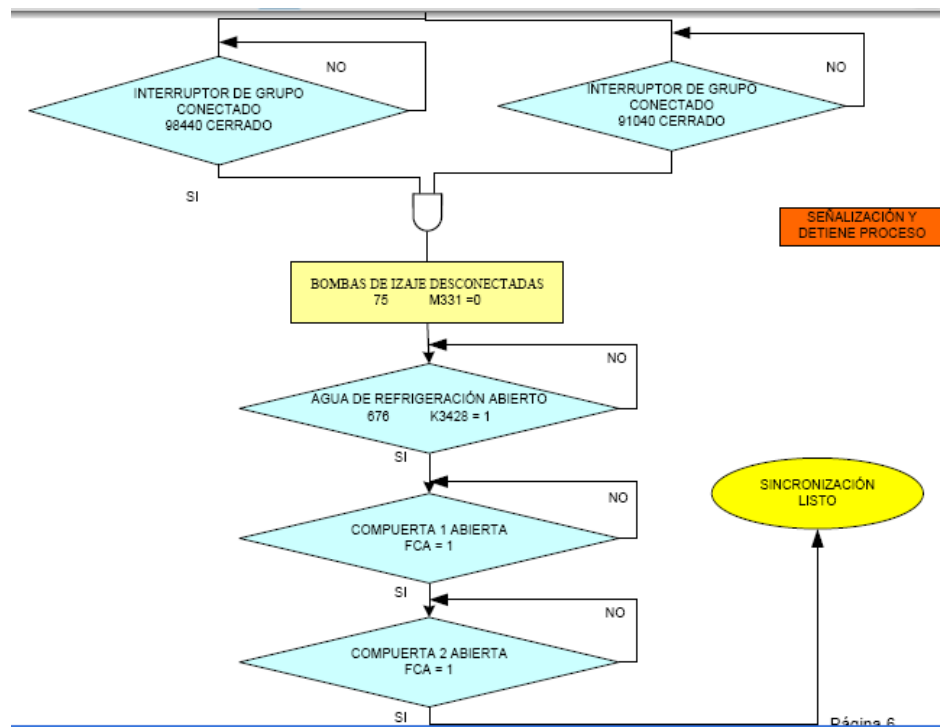


SECUENCIA DE ARRANQUE PRINCIPAL MODIFICADO



3ER PASO MODIFICADO





MODOS DE OPERACIÓN

El sistema esta concebido para operar como sigue:

UNIDAD SINCRONIZADA { REGULACIÓN DE FRECUENCIA

UNIDAD EN VACIO { REGULACION DE POTENCIA ACTIVA
REGULACION DE FRECUANCIA

✓ MODO DE REGULACIOND DE POTENCIA CONECTADA:

Para este modo se tiene un comparador donde se da la diferencia entre la potencia activa real y la potencia pedida, lo cual genera una señal de error en potencia el cual es procesado mediante un amplificador proporcional con lo que

tenemos una señal de control de potencia activa la cual después de pasar por un limitador y un integrador se convertirá en una señal de control absoluta que opera en un rango de 0 a 10V y que define la magnitud de apertura requerida para el distribuidor de la turbina.

✓ MODO DE REGULACION DE POTENCIA DESCONECTADA (FRECUENCIA)

La señal de error entre la frecuencia pedida y la real es pasada por bloques de circuitos integradores, derivadores y diferenciadores los cuales procesan esta señal de error y es modificada en el mismo comparador por una señal adicional que proviene de un transductor de potencia activa.

De lo anterior tenemos que ya sea desde el regulador de potencia activa o desde el regulador de velocidad (modo frecuencia) obtenemos una señal de apertura requerida para el distribuidor la cual través del regulador de apertura A-RPM-20 acciona el sistema hidráulico que posiciona el servomotor de alabes del distribuidor en la posición requerida, al posición real del distribuidor es sensada mediante un transductor de posición tipo selsyn con el cual se retroalimenta el regulador de apertura para establecer así un sistema de lazo cerrado con una característica de control proporcional.

3.3 REGULADOR DE APERTURA A-RPM-20

Este sistema se encarga de procesar las señales de apertura requerida para distribuidor y rodete que genera el regulador de velocidad A-ROT-22 y consiste básicamente en dos canales de control del tipo proporcional en cuyas salidas se adiciona una señal oscilatoria a 140Hz destinada a eliminar las bandas muertas del sistema hidráulico.

La relación funcional de apertura del rodete está ligada de forma dependiente a dos parámetros que son:

- La apertura del distribuidor

- la caída.

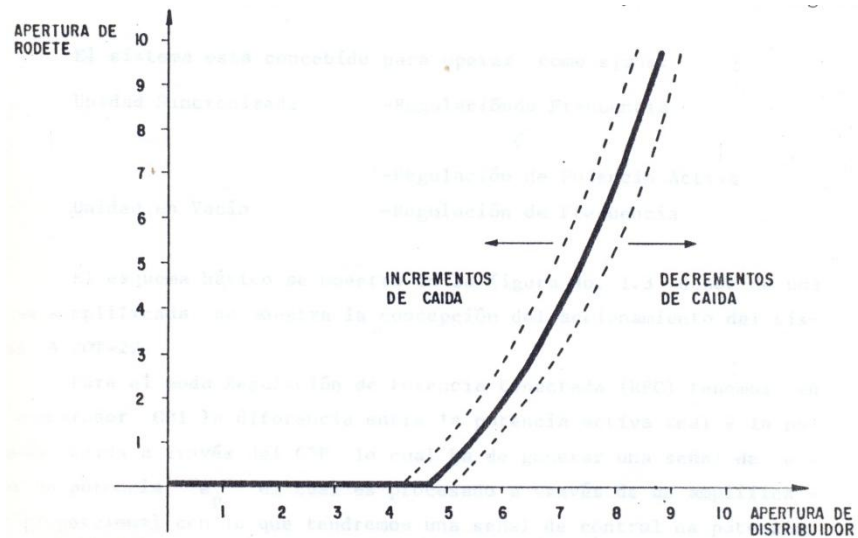


Fig 3.3.1.- Relación funcional de apertura de rodete respecto del distribuidor

El sistema de regulación se puede seccionar en subsistemas para una descripción más comprensiva, estos subsistemas son:

1. regulador de revoluciones y limitador d apertura
2. limitador de apertura según la caída
3. panel de medición e indicación de estados
4. circuito modelado para la relación funcional entre la apertura de distribuidor y apertura de rodete.

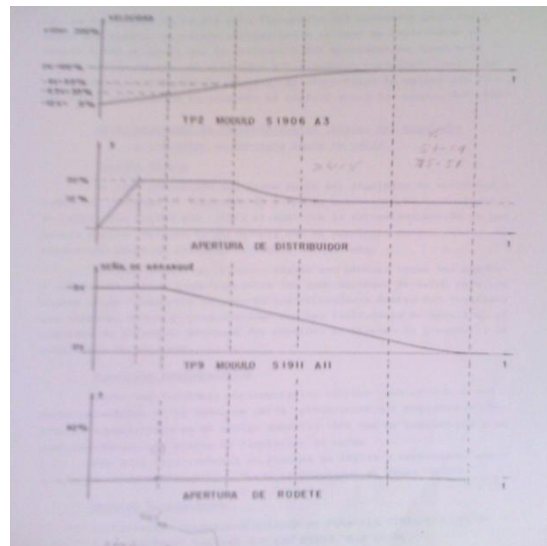


Fig 3.3.2.- Curvas de reacción durante la puesta en función de la unidad del distribuidor y del rodete

3.4 DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DEL REGULADOR DE VELOCIDAD

El sistema de regulación de velocidad de las turbinas kaplan de la Central Hidroeléctrica Ángel Albino Corzo (C.H.A.A.C.) consta cada una de esencialmente 7 grupos de equipos los cuales se mencionan a continuación:

- Gabinete con regulador de velocidad A-ROT-22 y dispositivos auxiliares
- Gabinete con regulador de apertura A-RPM-20
- Tres transductores electromagnéticos A-EMP-08
- Dos transductores de posición Selsyn A-APL-02
- Dos transductores de posición inductivos A-SSP-01
- Cables con conectores
- Sistema de medición de caída

La relación funcional de estos componentes se muestra de forma simplificada en la siguiente figura:

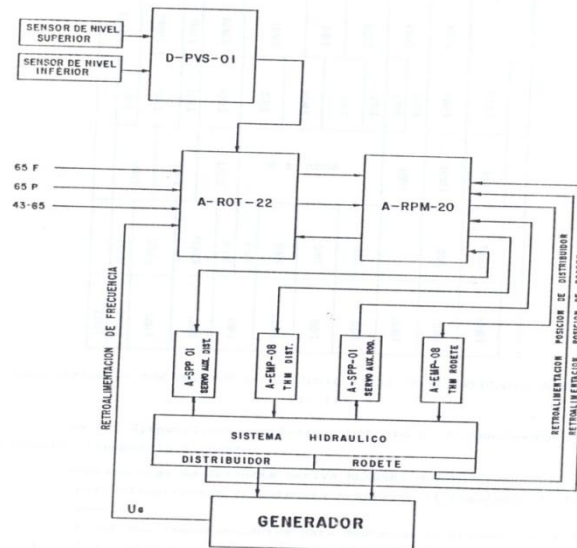


Fig 3.4.- Sistema de regulación de velocidad de las turbinas kaplan que la C.H.A.A.C.

GABINETE CON REGULADOR DE VELOCIDAD A-ROT-22

En esta parte se tienen contenidos los elementos más importantes de este sistema de regulación pues es aquí donde se procesan las señales de referencia y retroalimentación en frecuencia así como referencia y retroalimentación en potencia activa que han de controlar la turbina

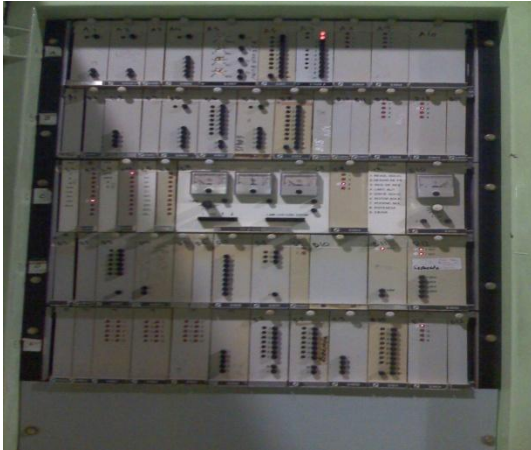


Fig 3.4.1.1 Vista frontal del gabinete del regulador ROT-22



fig 3.4.1.2 .-Vista posterior del ROT-22

GABINETE CON REGULADOR DE APERTURA A-RPM-20

Este se encuentra montado en el área donde se tienen instalados los transductores electromagnéticos frente a la parte del sistema de control hidráulico de la turbina y contiene básicamente canastas de tarjetas de circuitos impresos que soportan dos canales de control proporcional y una tablilla de conexiones. En la puerta de este gabinete se tiene instalado los conmutadores de manual-automático así como la medición de apertura de rodete, de distribuidor y velocidad de la turbina. Por otro lado se tiene los potenciómetros para el ajuste de la referencia del distribuidor y rodete cuando se controlan de forma manual

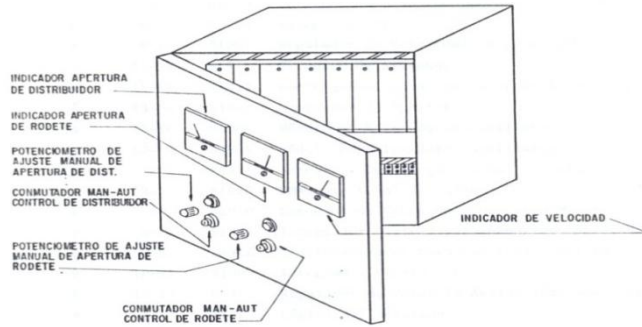


Fig 3.4.2.- Regulador de apertura A-RPM-20

TRANSDUCTOR ELECTROMAGNÉTICO A-EMP-08

Consiste en una bobina móvil que interactúa con un imán permanente al pasar por esta una corriente eléctrica continuación en el siguiente dibujo se esquematiza el transductor así como la válvula sobre la que actúa para controlar la presión y el flujo de aceite que han de amplificar de forma mecánica la señal eléctrica que se llega a este desde el regulador de velocidad

De comportamiento de este arreglo se puede añadir que del centro de la señal de control ubicado en 2.0 vcd se tiene hacia 0.0 vcd tendencia de cierre y hacia 4.0 vcd tendencia de apertura.

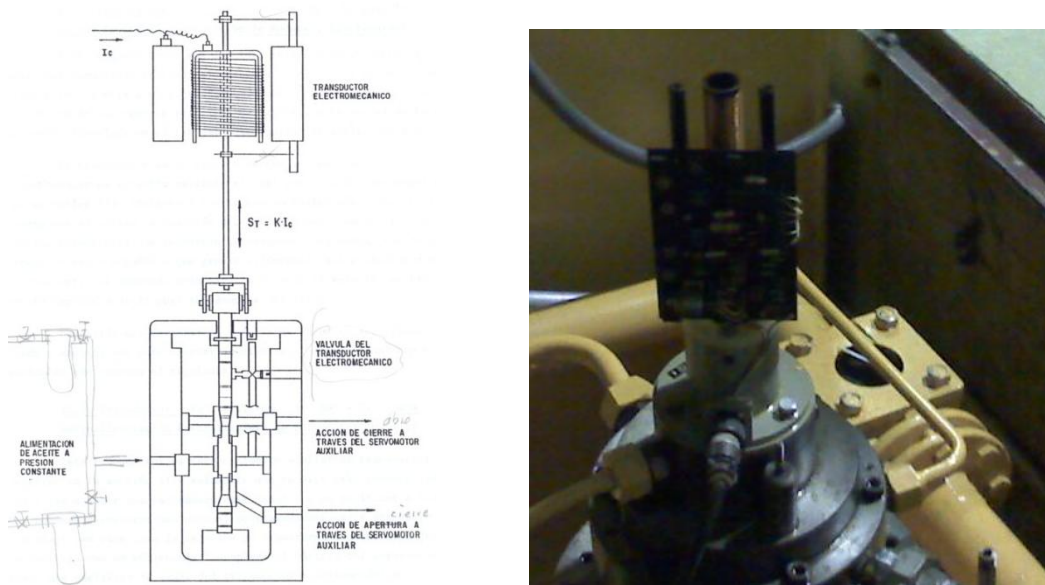


Fig 3.4.3.- Transductor electromagnético

3.5 REGULADOR DE VELOCIDAD DE TECNOLOGÍA DIGITAL

REGULADOR DE VELOCIDAD

Las funciones del regulador de velocidad son realizadas por un controlador electrónico digital programable, proporcional, integral y derivativo. La retroalimentación de velocidad para el control y regulación, es tomada del T_p (transformadores de potencia) de generador. La medición de velocidad de la turbina para propósitos de secuencia y protección se toma del captador de proximidad instalado en la rueda dentada de la flecha de la unidad.

El regulador de velocidad es capaz de operar los servomotores que controlan los alabes móviles del distribuidor y rodete de la turbina, de tal manera que la respuesta de la velocidad en eventos transitorios, sea aceptable en tiempo y forma, tiene características de operación estables y exactas, de gran sensibilidad y pronta respuesta de acuerdo al procedimiento CFE MPSR0-04 para pruebas a sistemas de regulación de velocidad tipo Electrohidráulico para Unidades Generadoras de Centrales Hidroeléctricas y a esta especificación.

Se provee de los medios y elementos necesarios para que la turbina en condición de vacío pueda ser llevada en forma controlada para propósitos de prueba a la velocidad de disparo por sobre velocidad; así también se le incorporaron medios de limitación de velocidad, que permitan limitar la apertura del distribuidor y eviten que esta llegue a valores peligrosos en cualquier modo de operación en que se encuentre la unidad.

El sistema de control es diseñado para operar la turbina en los modos automático, manual (posicionador del distribuidor), local y remoto. La transferencia de un modo a otro debe hacerse sin ocasionar transitorios que pongan en riesgo la operación de la unidad. Las protecciones del regulador permanecen en servicio en cualquier modo de operación.

En los diferentes modos de operación, es capaz de poner en servicio la turbina desde velocidad cero, pasando por el rodado en vacío, sincronización y toma de carga hasta 100 %, cuando la unidad es operada aisladamente o en paralelo con otros generadores.

Al realizarse la sincronización, el regulador de velocidad es capaz de igualar la frecuencia de maquina con la frecuencia de red en la etapa de sincronización, además posterior a esta llevará automáticamente al grupo turbina-generador a operar al régimen de carga mínimo previamente establecido.

El regulador de velocidad tiene como mínimo una señal de salida de 4-20 mA disponible, por cada uno de los parámetros importantes del sistema entre ellos los siguientes:

- Velocidad de la turbina.
- Consignador carga / frecuencia.
- Señal de control del el transductor electro-hidráulico. (distribuidor)
- Señal de control del el transductor electro-hidráulico (rodete)
- Posición del distribuidor.
- Posición del rodete.
- Limitador de carga.
- Potencia activa del generador.

El regulador de velocidad tiene indicación Analógica en los tableros locales y de operador de :

- Velocidad de la unidad (Tableros y Local).
- Posición del Distribuidor (Tableros y Local).
- Posición del Rodete (Tableros y Local).
- Potencia activa del generador (Local).
- Limitador de posición del distribuidor (Tableros y Local).
- Consignador de carga frecuencia (Local).

El regulador de velocidad tiene una interfaz de relevadores que permita los siguientes mandos de entrada al mismo, lo cual no debe ser limitativo de lo siguiente:

- Orden rodado de unidad.
- Orden Paro de unidad.
- Ajuste de la velocidad de la turbina, subir velocidad
- Ajuste de la velocidad de la turbina, bajar velocidad
- Ajuste de la potencia del generador, subir bajar.
- Disparo por operación de la válvula de paro de emergencia. (shut down).
- Selección del modo de operación del control del regulador de velocidad, frecuencia-Potencia.
- Activación del modo seguidor de frecuencia para sincronización y desactivación al detectar unidad conectada a la red eléctrica.
- Posición del interruptor de generador Abierto – Cerrado.

Salidas digitales hacia el esquema de automatización

- Unidad limitada
- Disparo por falla del regulador de velocidad.
- Modo de operación regulador de velocidad (vacío, aislada y con carga).

El regulador puede comunicarse con el secuenciador automático de arranque y paro (PLC) de la unidad, por medio de un puerto de comunicación, con el protocolo modbus RTU, compatible con el equipo existente de automatización.

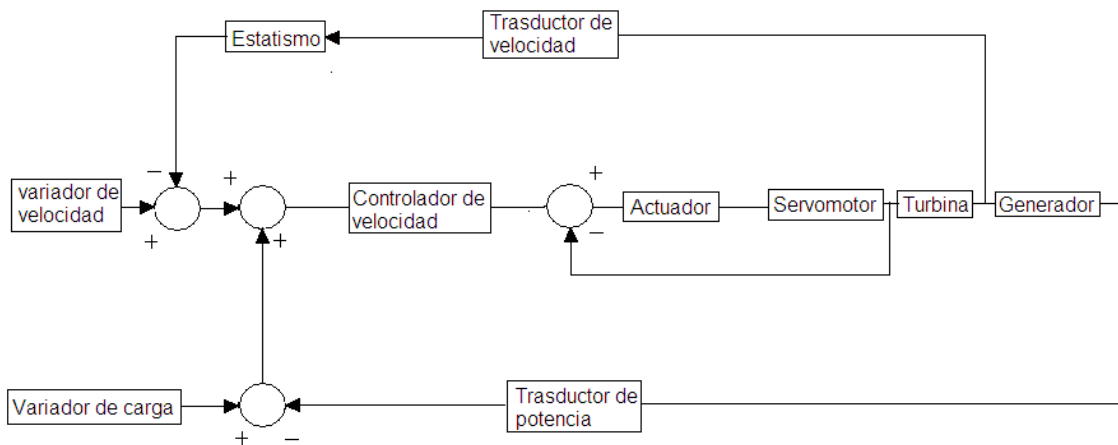


Fig 3.5.1.- Diagrama a bloques simplificado del sistema de control de velocidad

ACTUADOR ELECTROHIDRAULICO CON GABINETE

El actuador incluye el gabinete, transductor electrohidráulico, válvula distribuidora, filtros dobles de aceite, válvula de solenoide de control y protección, dispositivos de retroalimentación de posición, válvulas, tuberías, accesorios y todos los elementos necesarios para conformar un suministro completo.

TRANSDUCTOR ELECTROHIDRÁULICO

Su función es transformar la señal de salida eléctrica del control electrónico del regulador, en una señal hidráulica para ser enviada a la válvula distribuidora del actuador.

FILTROS DOBLES

Se suministra un filtro doble, con elemento filtrante, cuyo tamaño de malla sea determinado por el proveedor. También cuenta con un dispositivo diferencial de presión para disponer de la señal "filtro sucio". Las características del filtro deben corresponder a la presión de servicio de sistema de bombeo para la regulación y se debe garantizar su correcto funcionamiento.

VÁLVULA DE SOLENOIDE PARA ARRANQUE Y PARO

Se suministra una válvula operada por solenoide que permite el arranque y paro de la unidad a control remoto y el paro automático de la misma, por medio de las protecciones de la turbina, el generador, el regulador de velocidad y los transformadores. Esta válvula tiene la característica de operación manual. El arreglo es del tipo de doble solenoide, una para el arranque y otra para el paro de la unidad.

CANDADO DEL ACTUADOR (SHUT-DOWN)

Se suministra un dispositivo automático de candado, cuya función es la de bloquear al mecanismo de control de turbina, en su última posición en el caso de falla de sensor de velocidad, falla de las fuentes de alimentación o la operación de otro elemento de protección. Este dispositivo permite que los servomotores de control de la turbina cierren bajo la acción del limitador del servomotor y de la válvula solenoide de arranque-paro (“shutdown”)

PROTECCIÓN POR SOBREVELOCIDAD

Cuando por cualquier circunstancia, ajena incluso al sistema, el conjunto rotativo turbina generador pudiera desbocarse el sistema dependerá de un paro mecánico.

Sobre la rueda dentada será instalado un sistema de disparo con un gatillo ajustado a la fuerza centrífuga que dispara venciendo un resorte en un determinado punto de sobrevelocidad, una vez que la máquina se sobregira este gatillo golpea el accionamiento de una válvula hidráulica, y libera la presión de control de las válvulas de cierre y a través de la válvula de emergencia que no estará haciendo su función, reemplazando el accionar de esta.

El interruptor principal de sobrevelocidad mecánico es operado por medio de un acoplamiento directo a los elementos rotativos de la unidad. Este interruptor opera entre el 105% y 160% y restablecer a un 102% de la velocidad nominal para la turbina kaplan.

El interruptor principal de velocidad eléctrico es operado por medio de sensores electrónicos a los elementos rotativos de la unidad. Este interruptor debe operar entre el 105% y el 120%. Los interruptores de velocidad tienen contacto seco eléctricamente separado, fácilmente intercambiables de circuito

abierto a cerrado o viceversa y tener una exactitud de operación del $\pm 1\%$ de su intervalo de ajuste.

Los interruptores de velocidad eléctricos o electrónicos son ajustables en forma independiente para realizar las siguientes funciones:

1. Aplicar y quitar frenos
2. Entrada y salida de bombas de izaje.
3. Apertura y cierre del interruptor de campo.
4. Arranque/paro del sincronizador automático.
5. Señal de velocidad cero (0) para diversas aplicaciones.

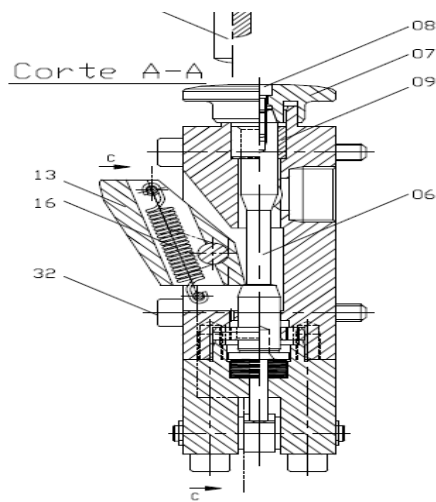


Fig 3.5.7.1.- Sistema de velocidad a instalar en el regulador de velocidad.

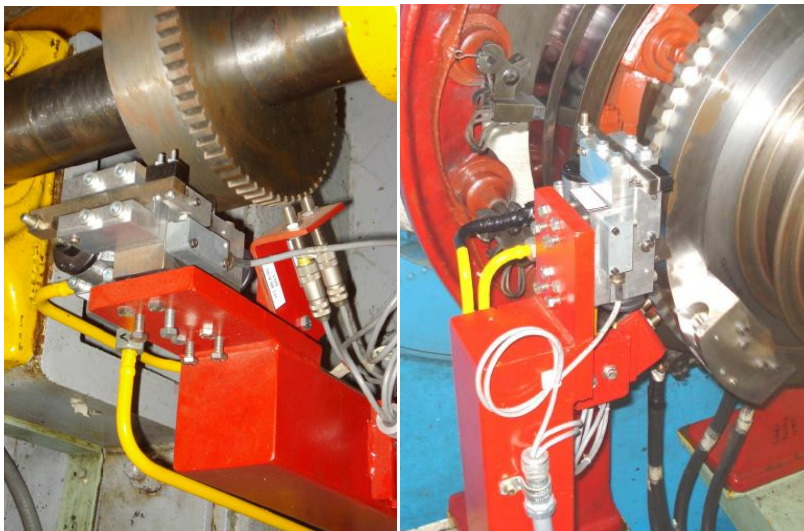


Fig 3.5.7.2.- Ejemplo de la instalación de un sistema de sobrevelocidad.

SISTEMA DE SUMINISTRO DE ACEITE A PRESION

SUMINISTRO DE ACEITE A PRESION

- Dos bombas de desplazamiento positivo de 100% de capacidad cada una
- Un tanque colector de aceite
- Un tanque para contener el aceite a presión
- Un enfriador de aceite
- Válvulas y accesorios necesarios
- Sistema de control automático, manual, local y remoto.
- Aceite del primer llenado para el regulador de velocidad
- Préstamo de equipo, instrumentos y accesorios para limpieza del sistema.

BOMBAS DE ACEITE

Cada regulador de velocidad esta provisto con dos bombas, con acoplamiento directo de motor eléctrico y de una capacidad combinada no menor al 25% de la suma de los volúmenes individuales de los servomotores, dividido entre el tiempo de cierre del servomotor deben ser montadas sobre el tanque colector cuando la presión alcanza la máxima presión de trabajo, ya que las bombas trabajan bajo presión, solamente cuando se suministra aceite al tanque de presión. Incluye válvulas de seguridad con capacidad para manejar el gasto total de la bomba y debe operar a una presión de 10% arriba de la presión nominal del sistema de presión.

La tubería de succión de las bombas están diseñadas para minimizar la entrada de aire. Se incluye el control automático, el cual arranca la bomba cuando la presión de aceite en el tanque de presión baja un valor predeterminado y la bomba para cuando la presión sube a la presión de operación. El control se diseña de tal forma que permita que el motor alcance su velocidad nominal antes de que la bomba cargue y también pueda descargar la bomba antes de que el motor se desconecte.

La bomba de aceite del regulador de velocidad se interconectan, de modo que puedan ser operadas juntas o independientemente. Se suministran las válvulas necesarias para permitir el aislamiento completo de cualquiera de estas bombas y permitir su desmontaje para reparación sin sacar de servicio al regulador. Cuando operan juntas, la interconexión y el control automático de las dos bombas, es tal, que una bomba puede ser utilizada para operación normal y la otra como respaldo, dispuesta a arrancar automáticamente cuando la presión de aceite cae por debajo de un valor predeterminado. Se incluye el selector para, bomba principal- bomba de respaldo.

TANQUE COLECTOR

Cada regulador de velocidad esta provisto de un tanque colector, de construcción soldada, con una capacidad no menor al 110% del volumen de aceite que retorna debido al sistema de presión y por gravedad.

Tiene un filtro de malla fina que separa la succión de las bombas de la línea de retorno del tanque colector. Este filtro es fácilmente accesible para su limpieza. El tanque esta provisto con un registro de hombre que permite el acceso a su interior para realizar maniobras de limpieza y mantenimiento, los instrumentos requeridos para la señalización y protección, como son, transmisor de nivel con indicación local y remota, interruptor de nivel con alarma por alto y bajo nivel, termómetro local y transmisor de temperatura con un contacto de alarma por alta temperatura de aceite, conexiones para llenar y drenar el tanque.

El tanque colector tiene un intercambiador de calor para enfriamiento del aceite, cuya temperatura máxima debe ser inferior de 40°C, cuando la temperatura del agua alcance como máximo 30°C. Incluye un medidor de flujo del tipo magnético para el agua de enfriamiento con indicaciones locales y remotas.

TANQUE DE PRESION

Cada regulador de velocidad esta previsto con un tanque a presión montado en el piso, es de placa de acero diseñado, construido y probado. El tanque esta

equipado con manómetros graduados en kPa para indicar la presión de aceite, válvulas de seguridad para aire, transmisor del nivel de aceite con indicación local y remota, con válvulas de aislamiento. El indicador de nivel local está protegido para evitar la ruptura del mismo.

Todas las conexiones del tanque a presión, con excepción de la electroválvula para entrada de aire y la válvula para purga de aire, están localizadas abajo del nivel del aceite. La conexión inferior del indicador de nivel está abajo del nivel de aceite, al cual la válvula de flotador cierra.

El suministro incluye válvula para purga de aire, válvula de drenaje, interruptora para control de nivel de aceite y protección, interruptores de presión, válvulas de flotador, válvula igualadora de presión, conexión con electroválvula para entrada de aire a presión y registro- hombre para limpieza y mantenimiento.

La válvula de flotador previene la entrada de aire al sistema de turbina de aceite cuando el nivel de este en el tanque de presión, alcance un valor abajo del mismo.

La relación de volumen de aceite con la de aire debe ser igual a 2/3 a la máxima presión normal del regulador de velocidad. El tanque a presión debe tener una capacidad mínima en volumen, necesaria para tres operaciones de cada servomotor con una caída de presión nominal y la mínima del sistema de presión.

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AIRE

Cada regulador de velocidad tiene un sistema de suministro de aire a presión, el cual mantiene en forma automática la relación apropiada de aire-aceite en el tanque de aceite a presión.

El suministro incluye compresores, secadores, tanques de aire, tuberías, válvulas, interruptores de presión, motores, control de sistema automático y manual y los accesorios necesarios.

Cada sistema de suministro de aire se interconecta con los sistemas de los otros reguladores de velocidad por lo que el suministro incluye las tuberías para interconexión, válvulas y accesorios correspondientes.

COMPRESORES DE AIRE

Cada sistema de suministro de aire viene con dos compresores, cada uno con un secador, uno para cada operación normal y otro como respaldo; cada compresor debe estar acoplado a un motor eléctrico y deben ser enfriados por aire diseñados para un mínimo de vibración y ruido.

El suministro incluye todos los accesorios a saber filtros, secador de aire, válvulas automáticas de drenaje y de condensados que pueden ser operadas también manualmente, válvulas de seguridad y otras partes necesarias para cada compresor.

TANQUE DE AIRE A PRESION

Cada regulador de velocidad está provisto con un tanque de aire a presión para montaje en piso, es de placa de acero, diseñado, construido y probado. El tanque esta equipado con válvula de seguridad, indicador de presión local, graduado en kPa y señal remota con válvulas de aislamiento completamente de acero inoxidable 316.

El suministro incluye válvula de drenaje de condensado, interruptores para control de presión de aire y registro de hombre para efectuar limpieza y mantenimiento, conexiones para entrada de aire y conexiones para alimentar de aire al sistema de frenos del generador.

3.6 RETIRO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL REGULADR DE VELOCIDAD

Para el retiro de todo el equipo hidráulico se encargo el departamento mecánico y se desconecto las señales de las bombas, las válvulas posicionadoras del rodete y distribuidor, shut-down, etc.



fig 3.6.1.-Desmontaje del sistema de bombeo de de aceite



Fig 3.6.2.- Desmantelamiento de las bombas M-312,M-313,M-314



Fig 3.6.3.- Retiro de cable de señal del shut-down

3.6.1 DESMANTELAMIENTO DE LOS GABINETES DE SEÑALES (DT) DE PISO DE TURBINA

Estos gabinetes son a los que llegan las señales toda la instrumentación que se encuentra en piso de turbina; como son sensores de temperatura, de velocidad así como disparos y alarmas de la unidad por alguna falla que se produzca durante el rodado de la unidad. Aquí es donde se encuentra la lógica de relevadores que serán suplantados por el PLC.



fig 3.6.4.-Gabinete DT4-4 y DT4-3 respectivamente: lógica de alarmas y disparos a base de relevadores

Para el retiro de cada uno de los relevadores y cables se realiza antes una lista de cables para llevar el control de que gabinete se retiran los cables para luego hacer la misma lógica de conexión pero en el PLC.



Fig 3.6.5.- Retiro de relevadores del gabinete DT4-3

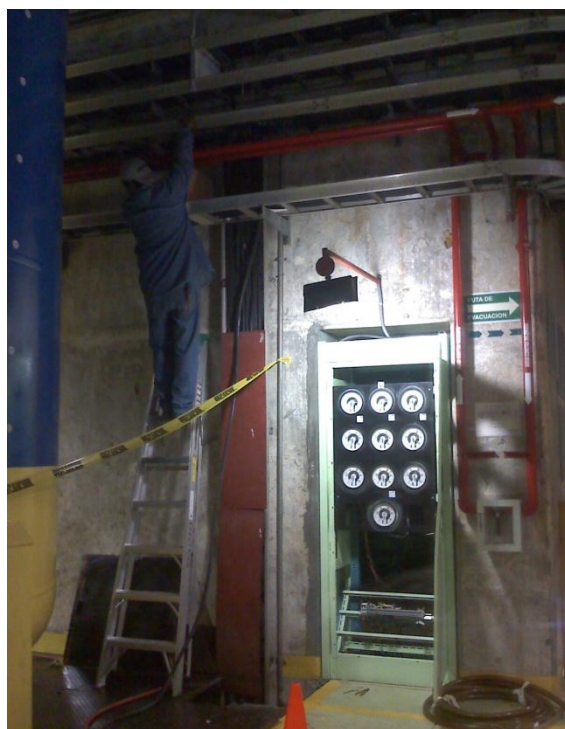


FIG 3.6.6.- Desalambrado de gabinete DS-4 de temperaturas de chumacera

3.6.2 ELABORACION DE DIAGRAMAS DE CONEXIÓN Y LISTADO DE CABLES A RETIRAR DE LOS GABINETES DT.

Para la automatización se eliminaron relevadores los cuales son sustituidos por una lógica de relevadores en el PLC y la mayor parte de las alimentaciones fueron cambiadas de 250 VCD a 24 VCD para que estos fueran llevados la gabinete del PLC.

Los diagramas de conexión quedaron como sigue:

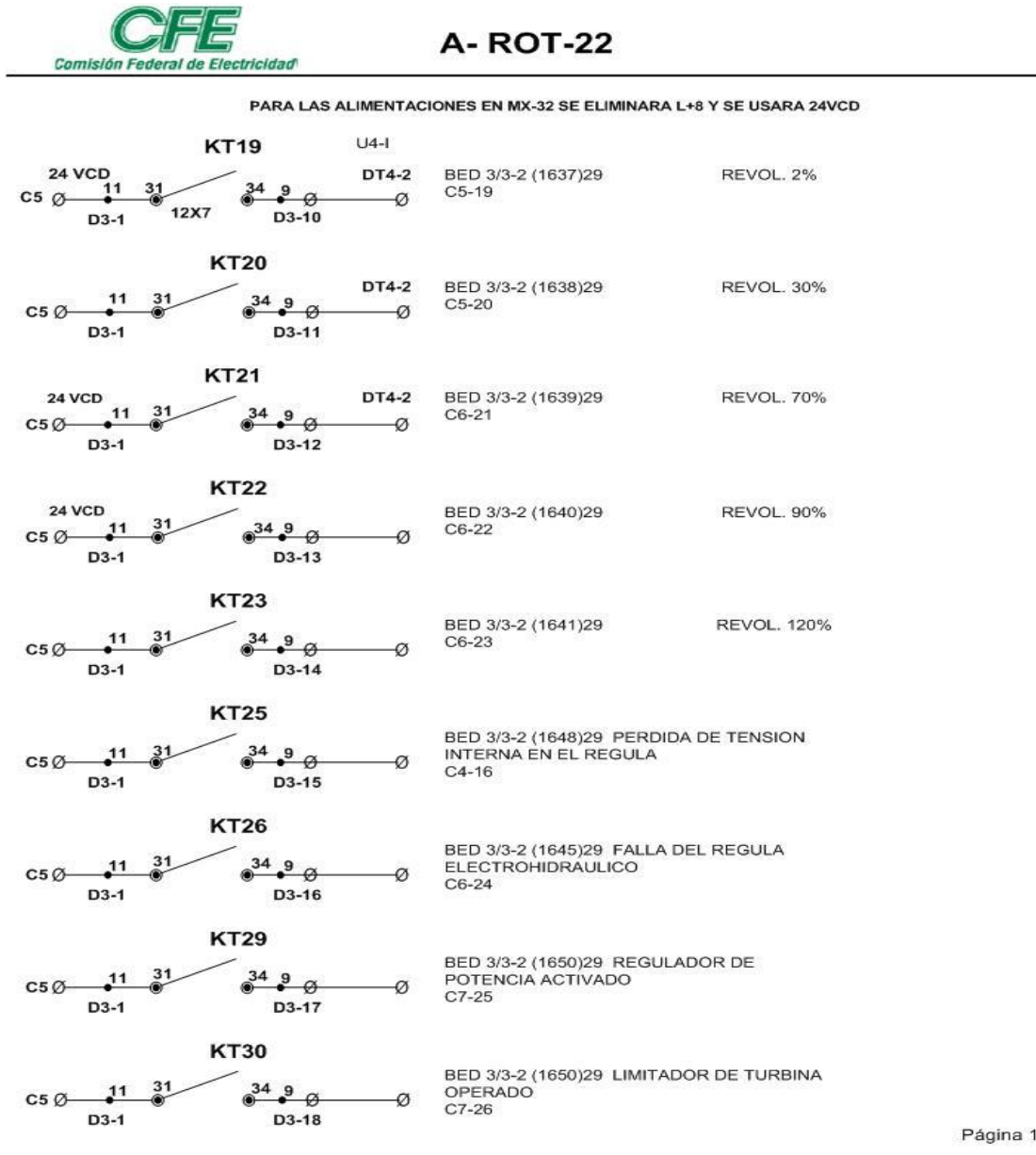


Fig 3.6.7 diagrama de conexión de los relevadores de señalización para revoluciones.

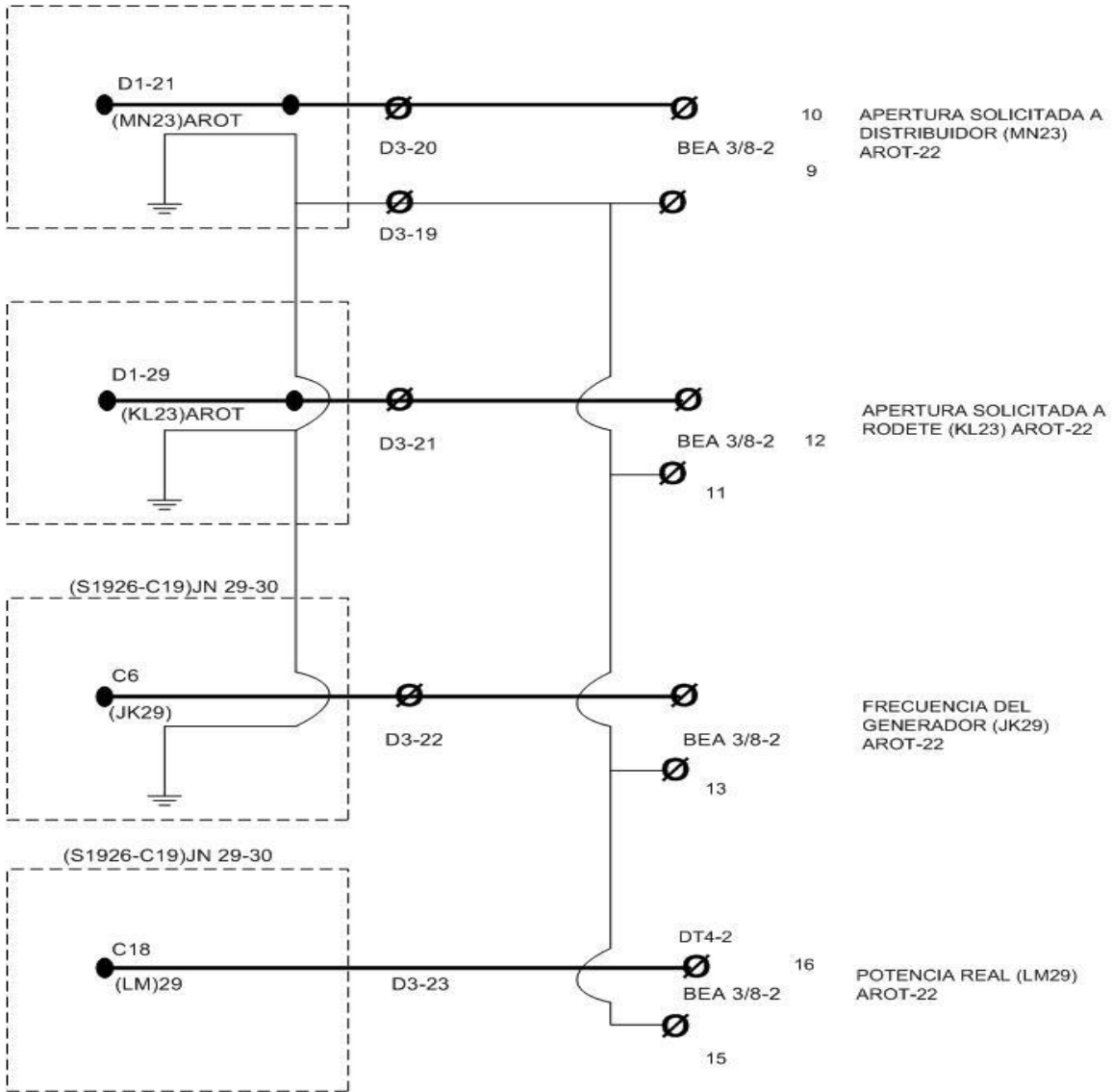


Fig 3.6.8 diagrama de conexión de los transductores de posición de distribuidor, rodete y potencia.

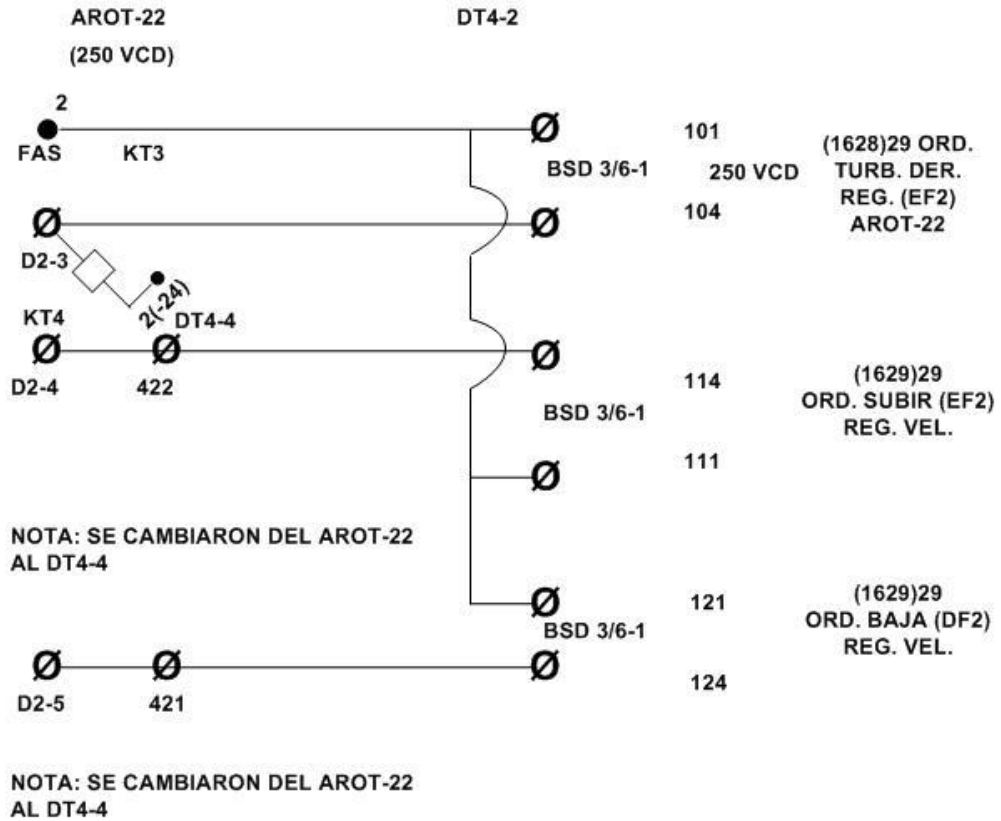


Fig 3.6.9 diagrama de conexión de los mandos subir y bajar frecuencia.

Para evitar que durante el cambio de cables de un gabinete a otro se pierdan las señales, se elabora una lista de cables que indican el número de cable, el calibre y el color de los hilos, así como el gabinete de donde salen y al que llegan.

CABINETE #:		CONDUCTORES			SALE DE		LLEGA A			FUNCIONES
CABLE NUMERO	CALIBRE	LARGO	COLOR	ARMARIO	TABILLA	ARMARIO	REGLETER	TABILLA		
B3111-C1		20 mts	1	B3111		18		13		(+)-Señal analogica (-)-Nivel tanque VK311
			2			19		1		
			3							
			4							
B3111-C2		20 mts	1			1		7		Disparo nivel minimo Tanque VK311(com) Alarma Nivel Maximo Tanque VK311
			2			2		C2		
			3			3		9		
			4			4		C2		
B3111-C3		20 mts	1			5		22		Paso del aire hacia el tanque VK311 cerrado (com)
			2			6		C6		
			3			7		23		
			4			8		C6		
VK111-C1		28 mts	1	P111-1		1	MR INSTR	5		(+)-Señal analogica (-)- Presion Tanque VK311 elemento P111-1
			2			2		6		
			3							
			4							
VK111-C2		28 mts	1							
			2							
			3							
			4							
VK112-C1		32 mts	1	P112-1		1				(+)-Señal analogica (-)-Presion tanque VK112 Elemento P112-1
			2			2				
			3							
			4							
VK112-C2		28 mts	1	NVK2		1				(+)-Señal analogica (-)-Nivel tanque VK300 elemento NVK2
			2			2				
			3							
			4							

Fig 3.6.2.1.- lista de cables del gabinete DS

LISTADO DE CABLES DE CONTROL										
CABLE NUMERO		CONDUCTORES			SALE DE		LLEGA A			FUNCIONES
CALIBRE	LARGO	COLOR	ARMARIO	TABILLA	ARMARIO	TABILLA	REGLETER	TABILLA		
B001	4X10	35	N	D4.2		301	M311	1	L1	MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL REGULADOR DEL SERVICIO HOJA 12 SKODA
			N			302		2	L2	
			CAF			303		3	L3	
			VER			304			PE	
B002	4X4	40	N	DT142		321	M391	U	L1	M391 VALVULA MARIPOSA EN EL TUBO DE SUCCION HOJA 12 SKODA
			N			322		V	L2	
			CAF			323		W	L3	
			VER			324			PE	
B003	4X4	45	N	DT4.2		326	GA	14	L1	ELEMENTO DE CALEFACCION DEL GENERADOR HOJA 12 SKODA
			N			327		22	L2	
			CAF			328		30	L3	
			VER							
B004	4X10	35	N	DT4.2		306	M312	(-)B1	3031c	MOTOR DE LA BOMBA DE RESERVA DEL REGULADOR HOJA 12 SKODA
			N			307		F2	3031d	
			CAF			308		(-)B2	3032c	
			VER			309		PE	PE	
B005	4X10	35	N	DT14.2		311	M381	(+)1	3101c	MOTOR DE LA BOMBA DEL REGULADOR DE LA VALVULA MARIPOSA DELANTE DE LA TURBINA
			N			312		(-)3	3101d	
			CAF			313		4	3102c	
			VER						PE	

Fig 3.6.2.2.- lista de cables del gabinete DT-4 (PISICION DE DISTRIBUIDOR Y RODETE)

B006	4X4	60	N	DT4.2	331	M351	L-250	3051c	LUBRICACION DE LOS COJINETES DE LA TURBINA Y DEL GENERADOR HOJA 12
			CAF		332		L-250	3052c	
			VER		333			PE	
B007	1X10	10		GA	NAG	R261	R261	N(GA)	
B008	1X10	10		R261	2R261	E	TIERRA	E	HOJA 5 Y 20 SKODA
B011	4BX2.5	10	N	DT4.1	10	DT1.2	428	L1.8	CALEFACCION Y FRENOS HOJA 11 Y 12 SKODA
			N		11		434	L2.8	
B012	4BX2.5	10	N	DT4.2	429	DT1.5	301	L1.8	PARADA DE LA BOCINA ALTERNA HOJA 17 SKODA
			N		435		306	L2.8	
B013	4BX2.5	10	N	DT4.3	302	DT1.6	202	L1.8	CONTROL DE CORRIENTE DEL ESTATOR HOJA 11
			N		307		207	L2.8	
B014	4BX2.5	10	N	DT4.4	201	DT1.7	1		PROTECCION CONTRA LA SOBRECARGA TERMICA
			N		206		6	L1.8	
								L2.8	
B015	4BX2.5	25	N	DT4.1	14	A 311 D1	D1-1	L1.81-3601	ALIMENTACION DEL REGULADOR ELECTROHIDRAULICO
			N		15		D1-2	L1.82	
B016	4BX2.5	10	N	DT4.1	18	DT1.4	101	L1.82	TEMPERATURA DEL GENERADOR HOJA 15 SKODA
			N		19		104	L2.82	
B021	4BX2.5	10	N	DT4.1	48	DT1-3	210	L-11-4251	CONJUNTO DEL FASAJE AUTOMATIC
			N		49		215	L-11-4252	

Fig 3.6.2.3.- lista de cables del gabinete señalizaciones y alarmas

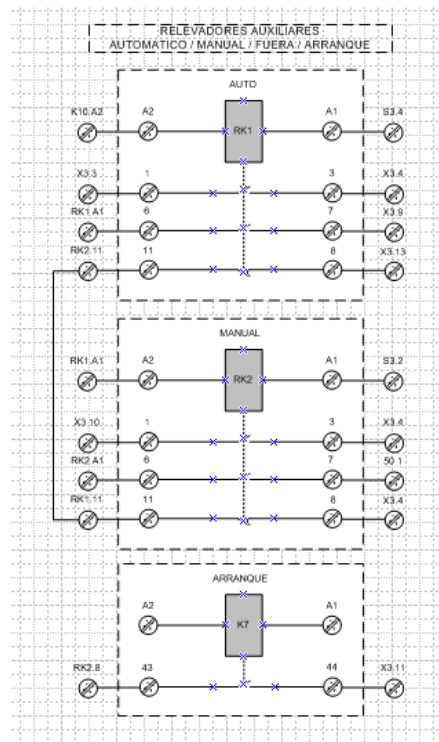


Fig3.6.2.4- Lógica de relevadores para arranque de bomba

CONCLUSIÓN

Entrando en el ámbito de la industria eléctrica es indispensable el hecho de entender los principios básicos del funcionamiento así como cada una de las características de los sistemas de regulación; toda persona involucrada en este ámbito debe conocer teórica y físicamente cada uno de los elementos del sistema de regulación de velocidad así como ver físicamente el equipo de medición de campo y sus señales.

Con la actualización que se lleva a cabo en la Central Hidroeléctrica "Ángel Albino Corzo, se logra bajar en índice de fallas provocadas por la antigüedad del equipo, además de que el hecho de usar tantos relevadores hacen el equipo mas robusto; en cambio en el nuevo regulador las secuencias de relevadores se realiza mediante lógica de relevadores en el PLC.

Gracias al montado de los gabinetes del PLC y a su intercomunicación entre ellos se tiene el control de cada uno de los parámetros como son potencia o frecuencia desde una computadora que está en un punto remoto de la central.


La sustitución de todo el equipo analógico ayuda a hacer más eficiente el proceso de regulación ya que se reduce la probabilidad de falla y aumenta la velocidad de respuesta del el equipo.

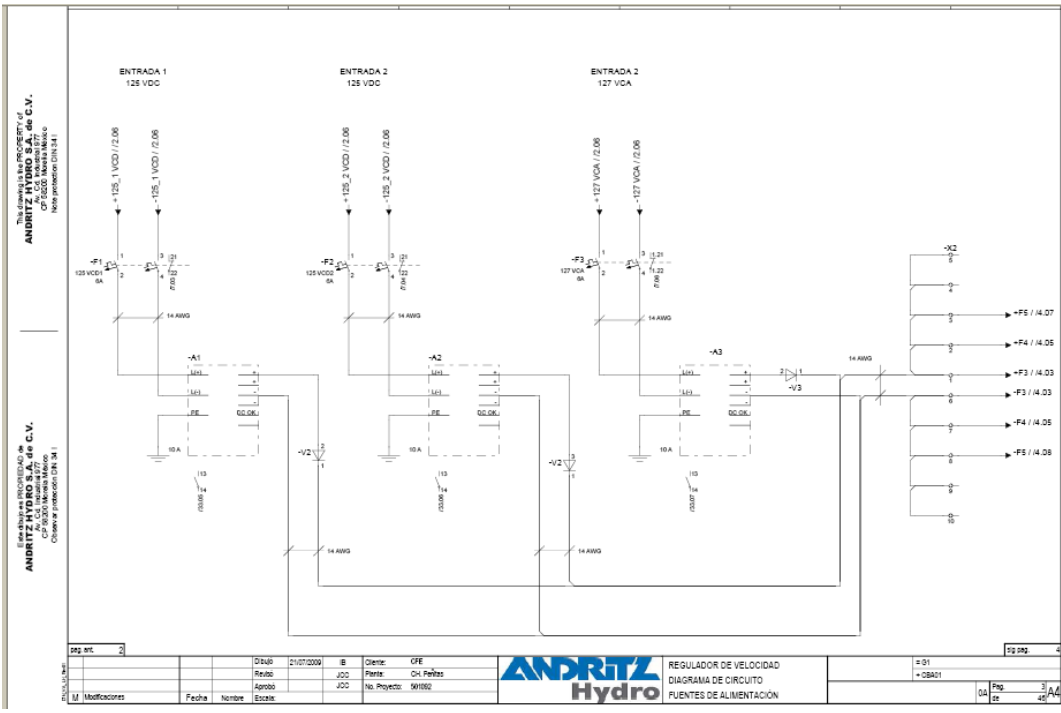
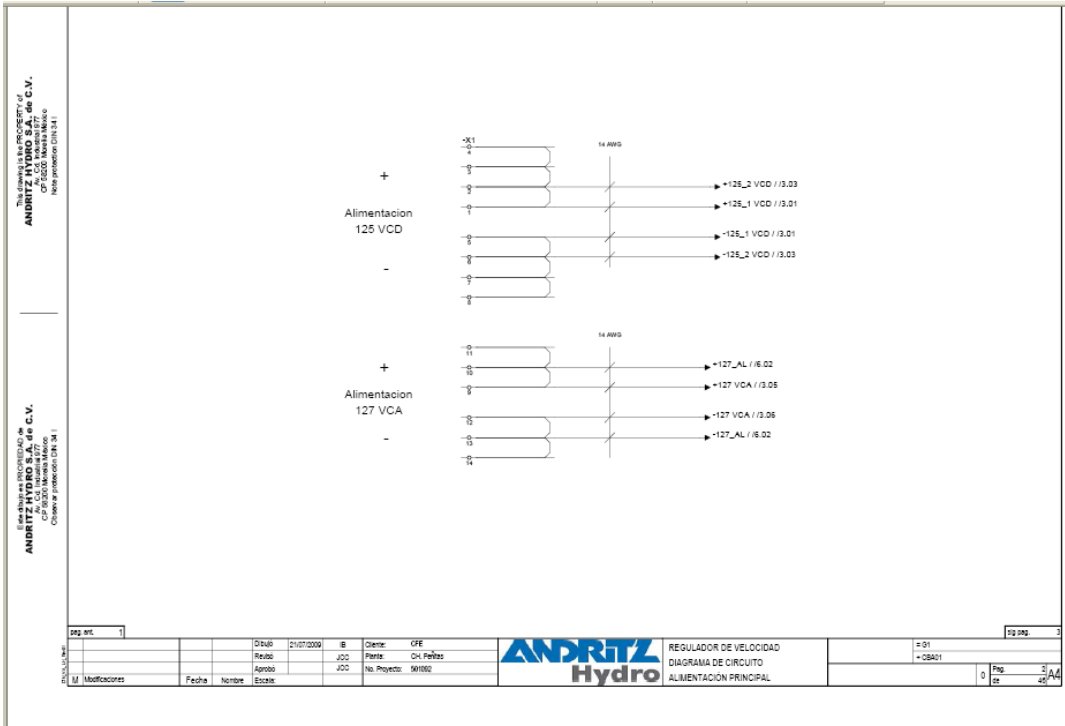
BIBLIOGRAFÍA

1. ELECTRICIDAD. Comisión Federal, Manual de Organización Básica de la Subgerencia Regional de Generación Hidroeléctrica Grijalva, SRGHG 2003, México.
2. Dawes L. Chester; “TRATADO DE ELECTRICIDAD TOMO 1 CORRIENTE CONTINUA”; pp. 277 - 282; Gustavo Gili, México 1993.
3. Dawes L. Chester; “TRATADO DE ELECTRICIDAD TOMO 2 CORRIENTE CONTINUA”; p. 189; Gustavo Gili, México 1999.
4. Fitzgerald, A. E., Higginbotham D. E., Gravel, A.; “FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA”; p. 564; Mc Graw Hill, México 1998.
5. Fitzgerald, A. E., Higginbotham D. E., Gravel, A.; “FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA”; pp. 685 - 686; Mc Graw Hill, México 1992.
6. Luca Marín, Carlos; “PLANTAS ELÉCTRICAS TEORÍA Y PROYECTOS”; p. 159; RESISA, México 1994.
7. Julio Cesar Turbay, “Empleo del EMTP para los estudios de estabilidad transitoria con especial atención al modelo de los sistemas de control de la excitación”; IEEE, España 2000.
8. Maloney J., Timothy; “ELECTRONICA INDUSTRIAL”; pp. 141 - 142; Prentice Hall, Colombia 1983.
9. ANDRITZ HYDRO “Manual de Operación y Mantenimiento”, 2009.

ANEXO

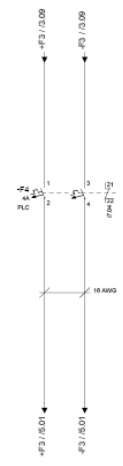
PLANOS DEL NUEVO REGULADOR DE VELOCIDAD

<p>INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA ANDRITZ HYDRO S.A. CALLE 100, TORRE 1000 BOGOTÁ, COLOMBIA</p> <p>INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA ANDRITZ HYDRO S.A. CALLE 100, TORRE 1000 BOGOTÁ, COLOMBIA</p>		APLICA PARA LAS DOS UNIDADES					
		CALIBRES NO INDICADOS 16 AWG					
							
		REGULADOR DE VELOCIDAD					
		Código :	RV	Q1			
				GM01			
		Módulo					
		Tercer					
		Modificado					
		Revisado					
		Fecha					
Cliente	CFE	Distribución	REGULADOR DE VELOCIDAD	Dibujó	YAC	Fecha	24/02/2019
Pedido No:	501002		DIAGRAMA DE CIRCUITO	Revisó	JCC		
Proyecto	Ch. Peñas			Aprobó	JCC		
		Doc. No.		Rev.	0	Folio de 1	1
						de 107	42



This document is the PROPERTY of
ANDRITZ HYDRO S.A. de C.V.
 CP 5000, Merida, Mexico
 No. de licencia: 0213-141

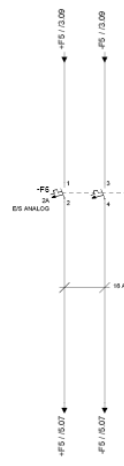
Este documento es PROPIEDAD de
ANDRITZ HYDRO S.A. de C.V.
 CP 5000, Merida, Mexico
 No. de licencia: 0213-141



ALIMENTACIÓN 24 VDC
TC1703 Y PANEL TÁCTIL



ALIMENTACIÓN 24 VDC
ENTRADAS DIGITALES
SALIDAS DIGITALES

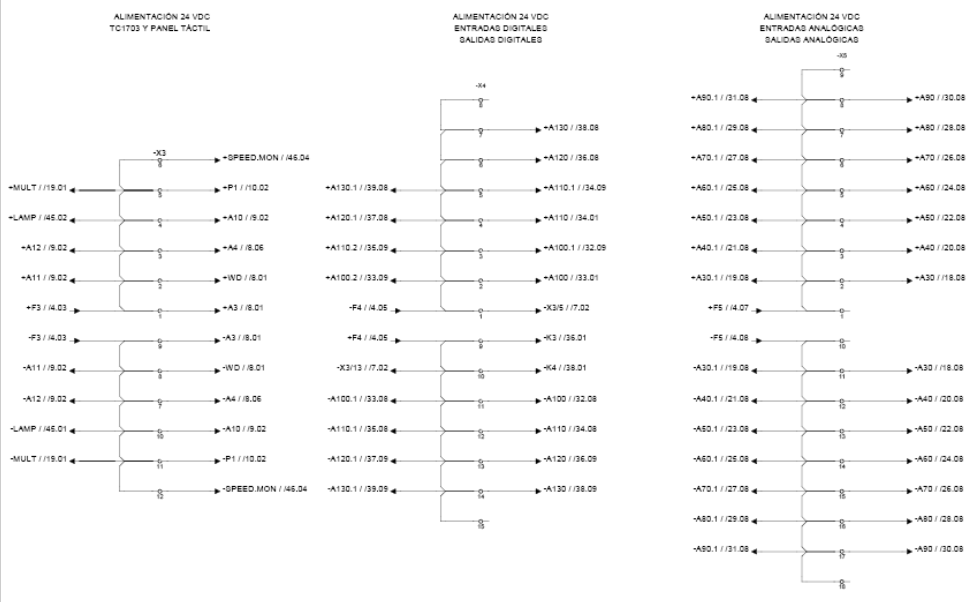


ALIMENTACIÓN 24 VDC
ENTRADAS ANALÓGICAS
SALIDAS ANALÓGICAS

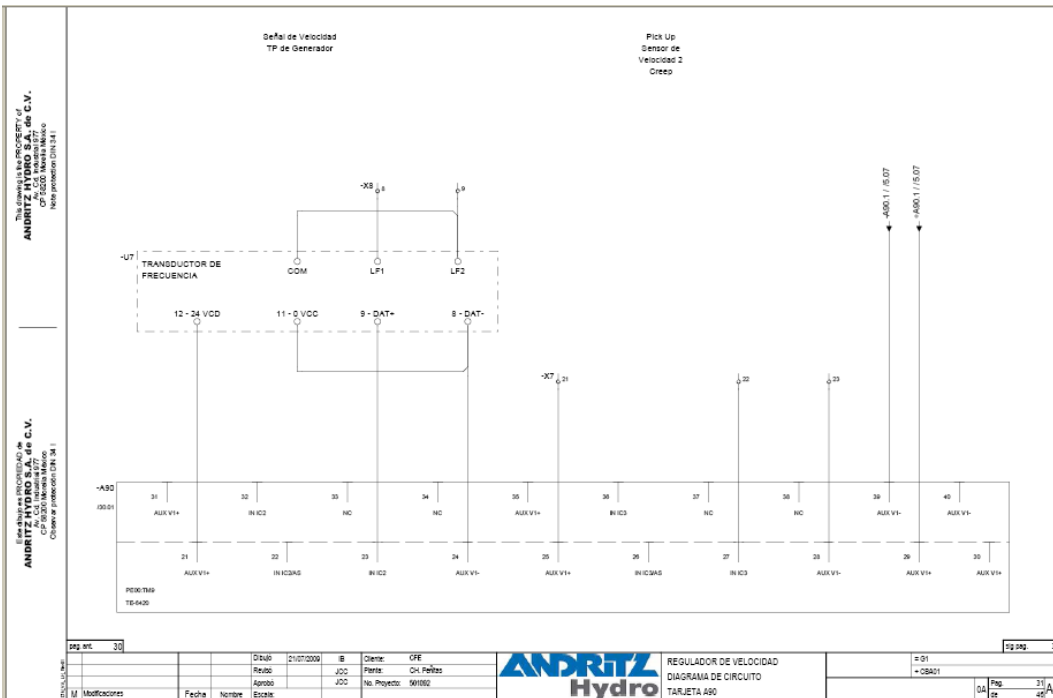
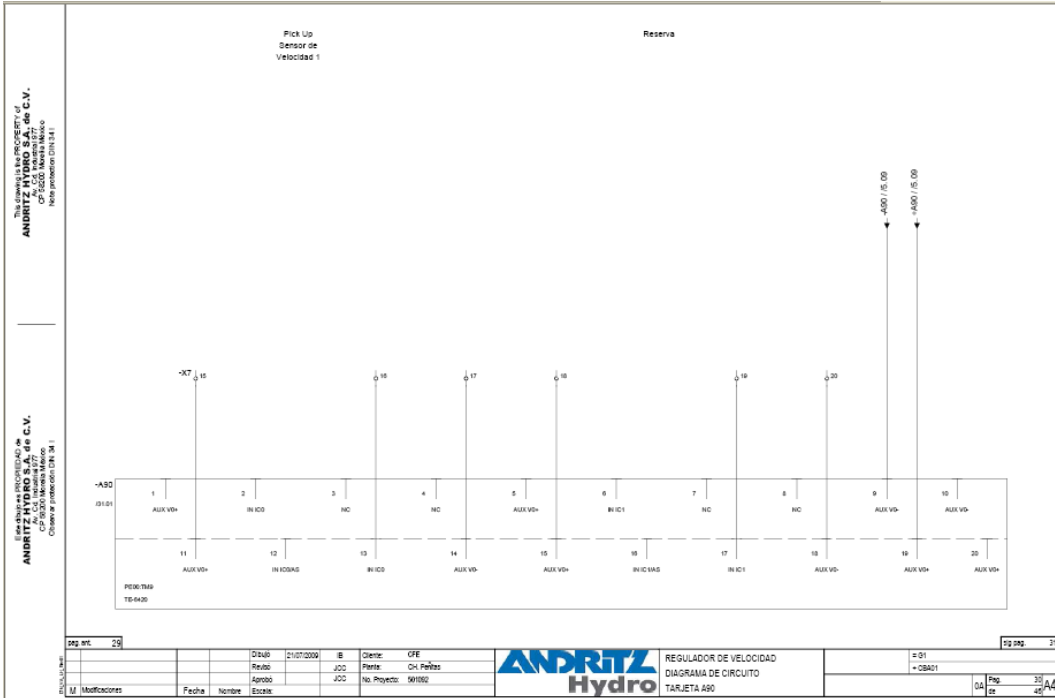
Dwg. no. 3		Dwg. no. 5	
Revisión	Fecha	Nombre	Escala
Diseñador: 21072009 Revisor: JCC Aprobado: JCC		Cliente: OFE Planta: OX Petras No. Proyecto: 90180	
Modificaciones:		ANDRITZ Hydro	
		REGULADOR DE VELOCIDAD DIAGRAMA DE CIRCUITO PROTECCIÓN 24 VDC	
		= 01 = 08A01	
		DA: 04 PG: 4 DE: 4	

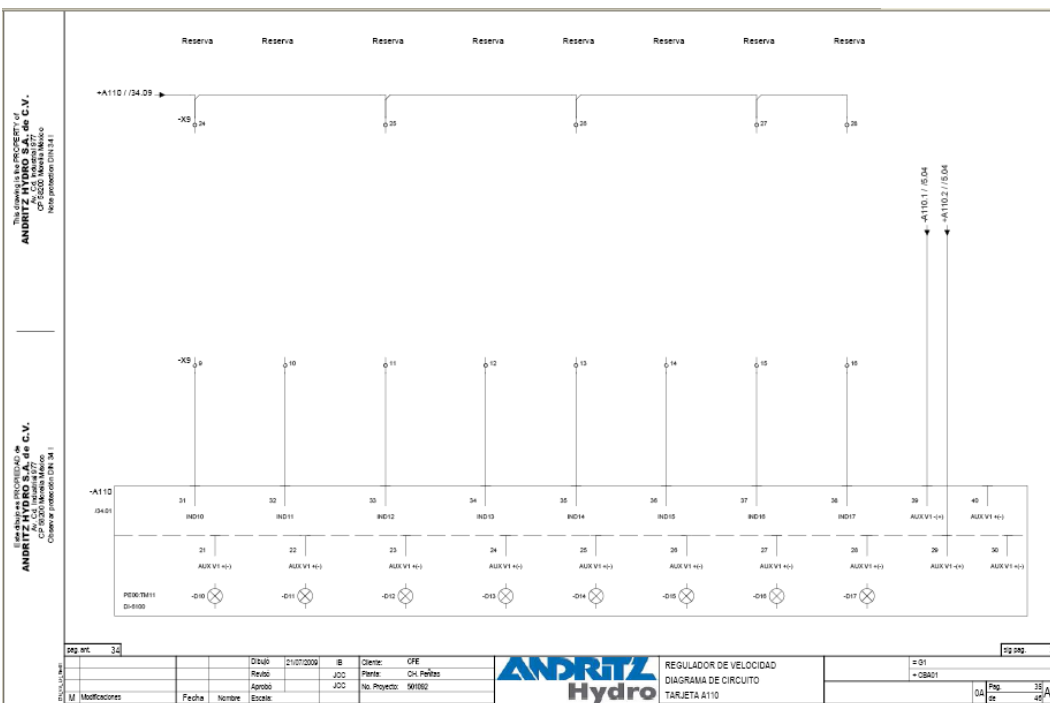
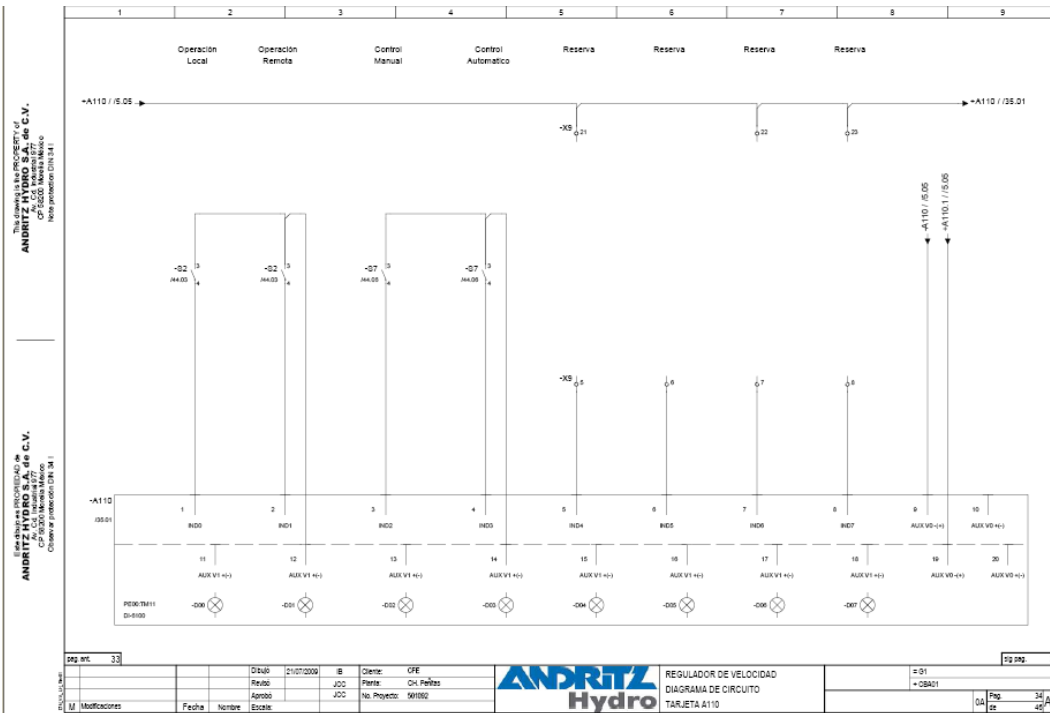
This document is the PROPERTY of
ANDRITZ HYDRO S.A. de C.V.
 CP 5000, Merida, Mexico
 No. de licencia: 0213-141

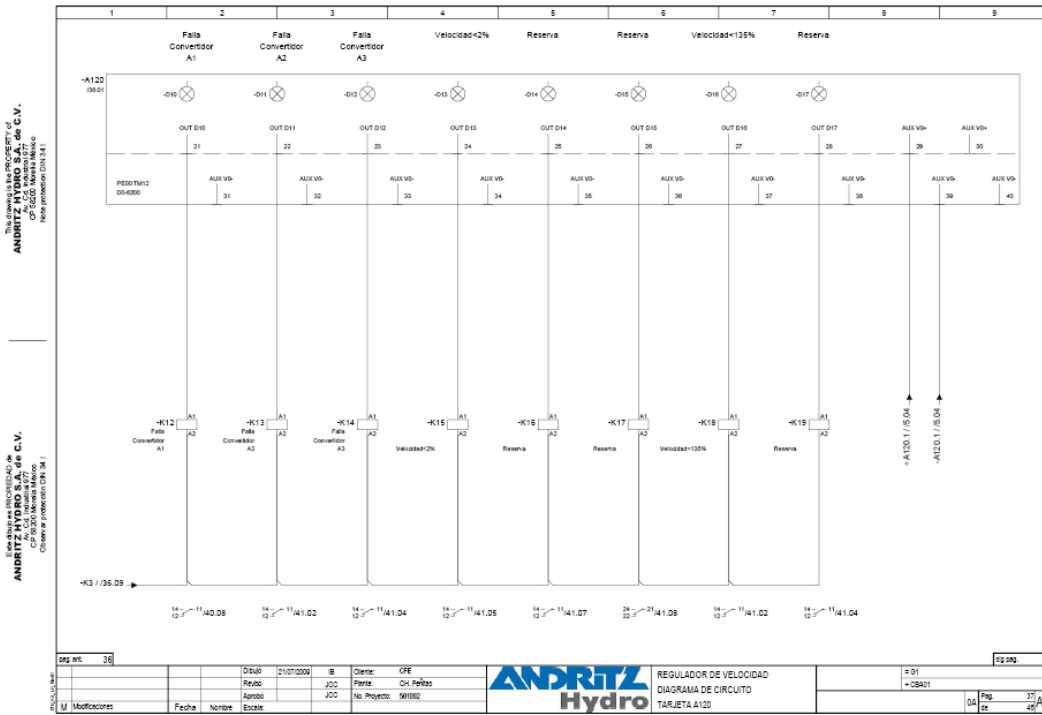
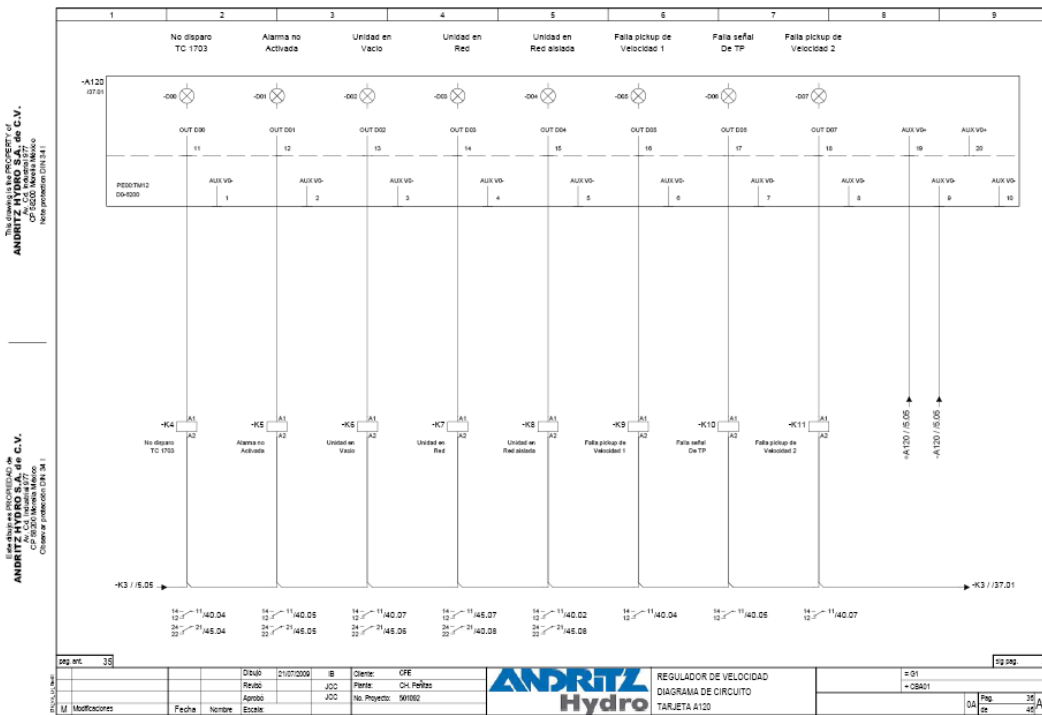
Este documento es PROPIEDAD de
ANDRITZ HYDRO S.A. de C.V.
 CP 5000, Merida, Mexico
 No. de licencia: 0213-141



Dwg. no. 4		Dwg. no. 5	
Revisión	Fecha	Nombre	Escala
Diseñador: 21072009 Revisor: JCC Aprobado: JCC		Cliente: OFE Planta: OX Petras No. Proyecto: 90180	
Modificaciones:		ANDRITZ Hydro	
		REGULADOR DE VELOCIDAD DIAGRAMA DE CIRCUITO DISTRIBUCIÓN DE 24 VDC	
		= 01 = 08A01	
		DA: 04 PG: 4 DE: 4	

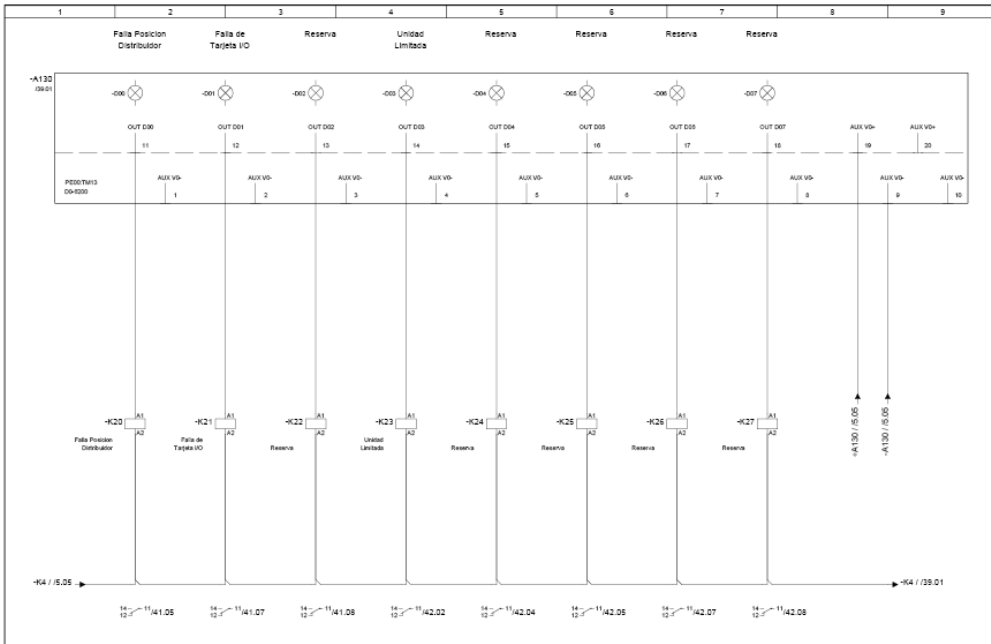






This drawing is the PROPERTY of
ANDRITZ HYDRO S.A.
 C.P. No. 10000000000000000000
 Calle de protección D.N. 341
 Nota protección D.N. 341

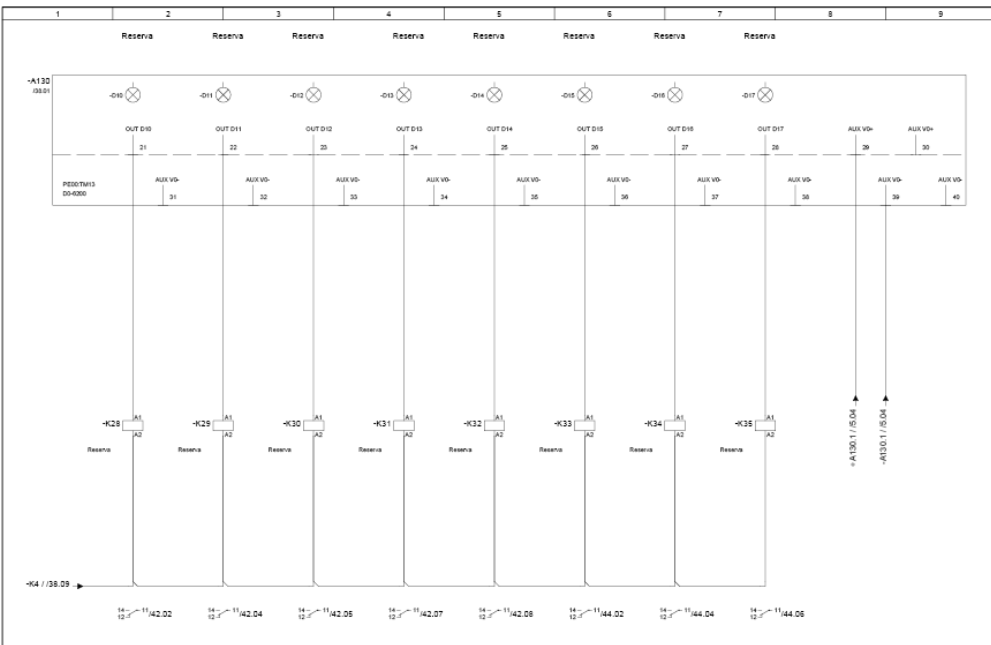
This drawing is the PROPERTY of
ANDRITZ HYDRO S.A.
 C.P. No. 10000000000000000000
 Calle de protección D.N. 341
 Nota protección D.N. 341



Pag. int. 37		Pag. 38																
<table border="1"> <tr> <td>Dibujó</td> <td>21/07/2009</td> <td>IB</td> <td>Cliente</td> <td>OFE</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>JCC</td> <td>JCC</td> <td>Planta</td> <td>CH. Feltes</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>JCC</td> <td>JCC</td> <td>No. Proyecto</td> <td>591890</td> </tr> </table>	Dibujó	21/07/2009	IB	Cliente	OFE	Revisó	JCC	JCC	Planta	CH. Feltes	Aprobó	JCC	JCC	No. Proyecto	591890	ANDRITZ Hydro	REGULADOR DE VELOCIDAD DIAGRAMA DE CIRCUITO TARJETA A130	= 01 = CBA01 Pg. 38 de 44
Dibujó	21/07/2009	IB	Cliente	OFE														
Revisó	JCC	JCC	Planta	CH. Feltes														
Aprobó	JCC	JCC	No. Proyecto	591890														

This drawing is the PROPERTY of
ANDRITZ HYDRO S.A.
 C.P. No. 10000000000000000000
 Calle de protección D.N. 341
 Nota protección D.N. 341

This drawing is the PROPERTY of
ANDRITZ HYDRO S.A.
 C.P. No. 10000000000000000000
 Calle de protección D.N. 341
 Nota protección D.N. 341



Pag. int. 38		Pag. 41																
<table border="1"> <tr> <td>Dibujó</td> <td>21/07/2009</td> <td>IB</td> <td>Cliente</td> <td>OFE</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>JCC</td> <td>JCC</td> <td>Planta</td> <td>CH. Feltes</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>JCC</td> <td>JCC</td> <td>No. Proyecto</td> <td>591890</td> </tr> </table>	Dibujó	21/07/2009	IB	Cliente	OFE	Revisó	JCC	JCC	Planta	CH. Feltes	Aprobó	JCC	JCC	No. Proyecto	591890	ANDRITZ Hydro	REGULADOR DE VELOCIDAD DIAGRAMA DE CIRCUITO TARJETA A130	= 01 = CBA01 Pg. 41 de 44
Dibujó	21/07/2009	IB	Cliente	OFE														
Revisó	JCC	JCC	Planta	CH. Feltes														
Aprobó	JCC	JCC	No. Proyecto	591890														

This drawing is the PROPERTY of
ANDRITZ HYDRO C.S. C.V.
 Calle Los Hornos 1077
 Oficina de producción DHA.34.1
 No. de producción DHA.34.1

This drawing is the PROPERTY of
ANDRITZ HYDRO C.S. C.V.
 Calle Los Hornos 1077
 Oficina de producción DHA.34.1
 No. de producción DHA.34.1

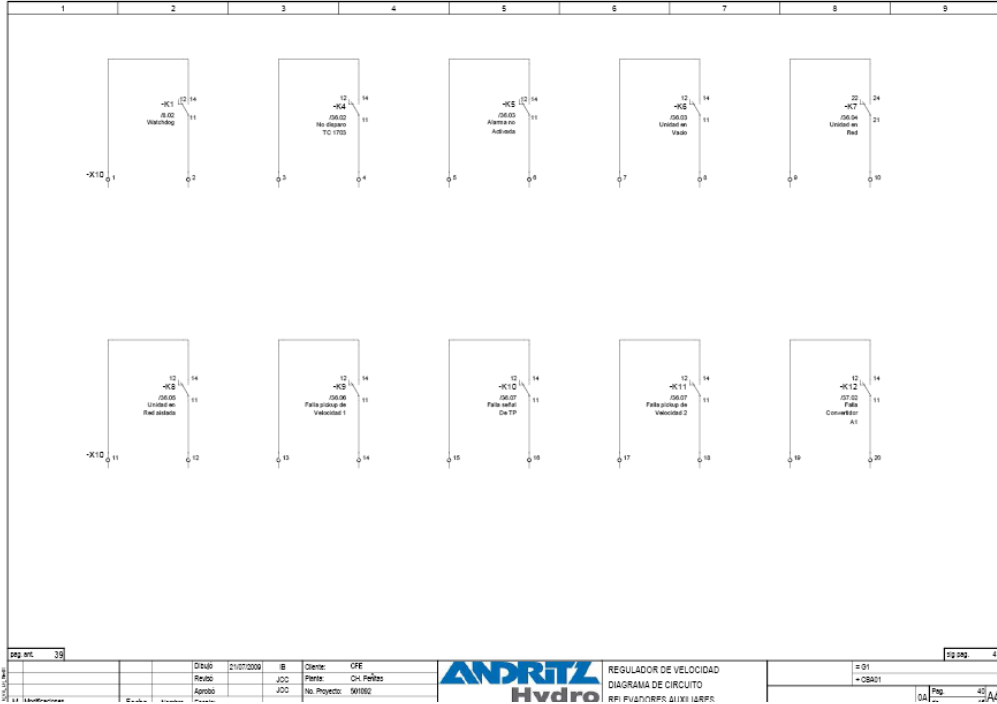


Fig. No.	39	Dibujo		21/07/2009	B	Cliente	CFE	REGULADOR DE VELOCIDAD		Fig. No.	41					
Revisión		JCC	Fecha	04/Febrero	DIAGRAMA DE CIRCUITO			= 01								
Aprobado		JCC	No. Proyecto	501592	RELEVADORES AUXILIARES			= 0A01		Fig.	41					
<table border="1"> <tr> <td>04</td> <td>Fig.</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td></td> <td>de</td> <td>41</td> </tr> </table>											04	Fig.	41		de	41
04	Fig.	41														
	de	41														

This drawing is the PROPERTY of
ANDRITZ HYDRO C.S. C.V.
 Calle Los Hornos 1077
 Oficina de producción DHA.34.1
 No. de producción DHA.34.1

This drawing is the PROPERTY of
ANDRITZ HYDRO C.S. C.V.
 Calle Los Hornos 1077
 Oficina de producción DHA.34.1
 No. de producción DHA.34.1

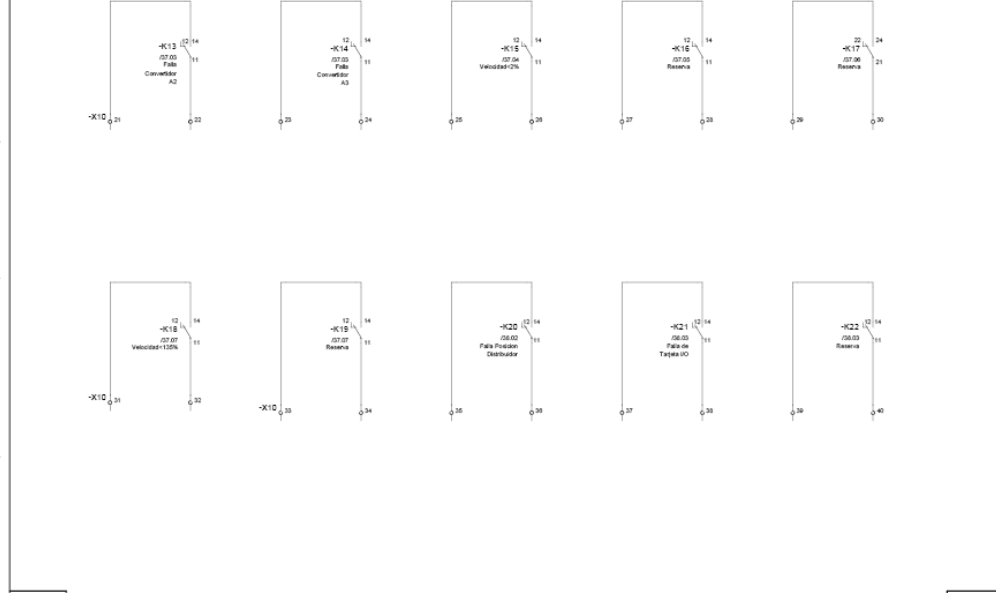
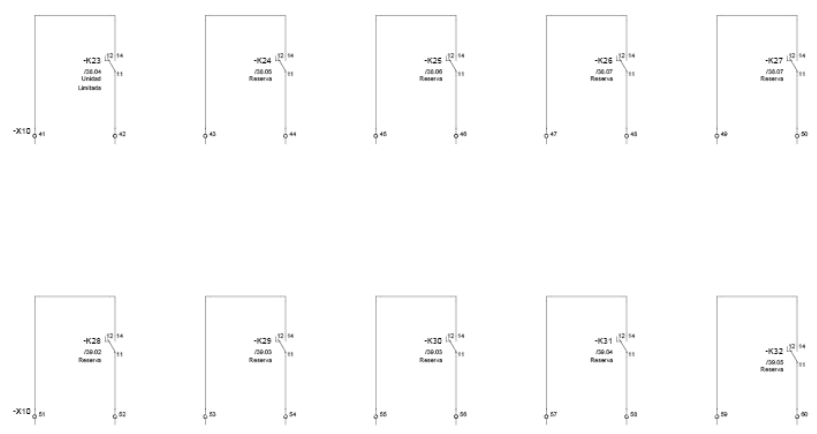


Fig. No.	40	Dibujo		21/07/2009	B	Cliente	CFE	REGULADOR DE VELOCIDAD		Fig. No.	42					
Revisión		JCC	Fecha	04/Febrero	DIAGRAMA DE CIRCUITO			= 01								
Aprobado		JCC	No. Proyecto	501592	RELEVADORES AUXILIARES			= 0A01		Fig.	41					
<table border="1"> <tr> <td>04</td> <td>Fig.</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td></td> <td>de</td> <td>41</td> </tr> </table>											04	Fig.	41		de	41
04	Fig.	41														
	de	41														

Este documento es propiedad de
ANDRITZ HYDRO S.A. de C.V.
 Calle de producción D.N. 141

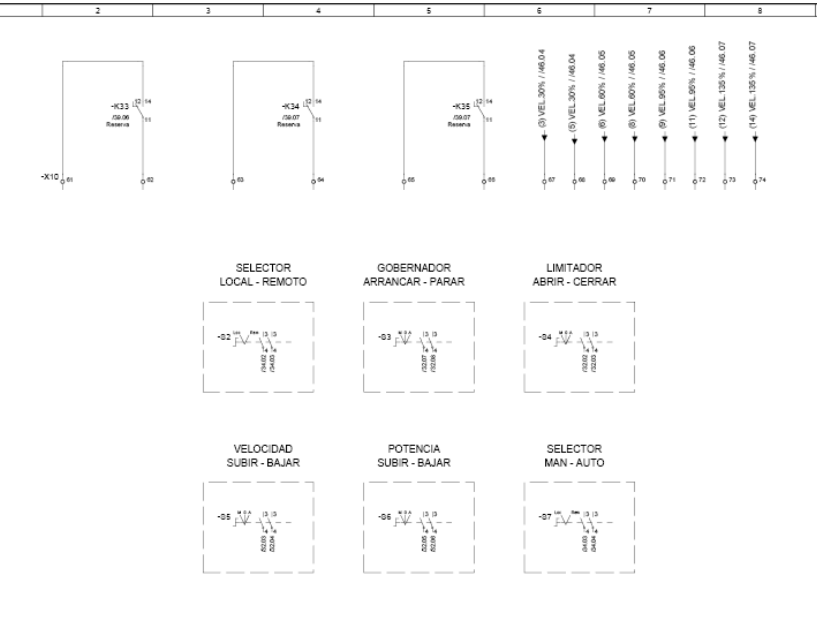
Este documento es propiedad de
ANDRITZ HYDRO S.A. de C.V.
 Calle de producción D.N. 141



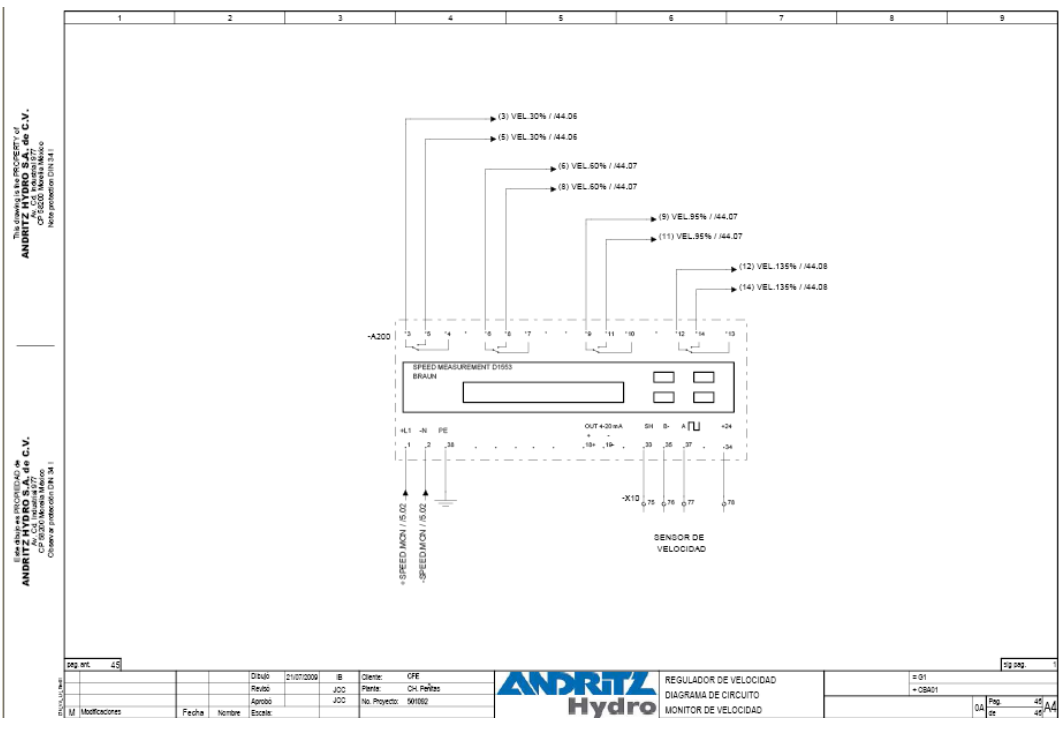
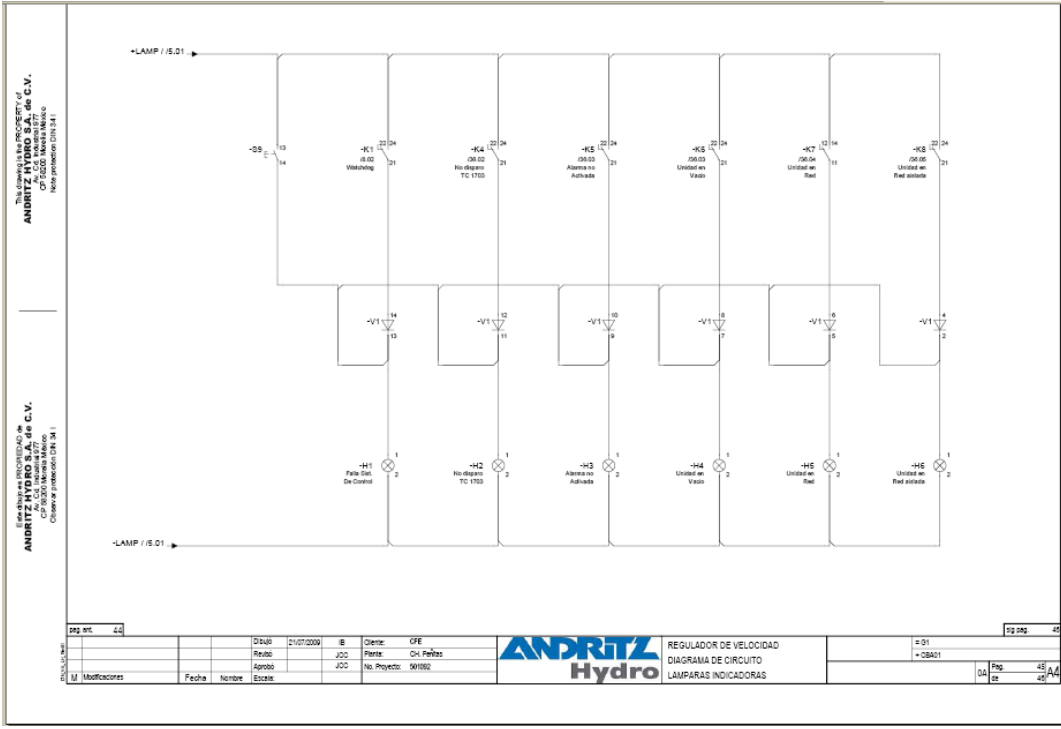
seg. int.	41	Disub		21/07/2008	B	Cliente:	CFE	REGULADOR DE VELOCIDAD		= 01	
Revis	JCC	Revis	JCC	Parte:	CH Pelotas	DIAGRAMA DE CIRCUITO		= 0BA01		= 01	
Modificaciones	Fecha	Nombre	Escala	No. Proyecto:	501062	RELEVADORES AUXILIARES		D.A.		Pag	41
								D.A.		de	41

Este documento es propiedad de
ANDRITZ HYDRO S.A. de C.V.
 Calle de producción D.N. 141

Este documento es propiedad de
ANDRITZ HYDRO S.A. de C.V.
 Calle de producción D.N. 141



seg. int.	42	Disub		21/07/2008	B	Cliente:	CFE	REGULADOR DE VELOCIDAD		= 01	
Revis	JCC	Revis	JCC	Parte:	CH Pelotas	DIAGRAMA DE CIRCUITO		= 0BA01		= 01	
Modificaciones	Fecha	Nombre	Escala	No. Proyecto:	501062	RELEVADORES AUXILIARES SELECTORES		D.A.		Pag	41
								D.A.		de	41





"2009, Año de la Reforma Liberal"

Departamento: Suptcia. Gral.
Oficio: PÑ/364/09
Expediente: 1 - 8
Fecha: Diciembre 30 de 2009

Asunto: Liberación de Residencia Profesional

Dr. Daniel Samayoa Penagos
Jefe Depto. Gestión Tec. y Vinculación
Instituto Tec. de Tuxtla Gutiérrez, Chis.

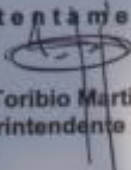
P r e s e n t e:

Por este medio se le informa que el alumno **Ruby Delia Toledo Ocaña**, con número de control **05270317** de la carrera de **Ingeniería Electrónica**, concluyó satisfactoriamente su **Residencia Profesional** durante el periodo comprendido del **16 de Agosto al 16 de Diciembre del 2009**, en el **Departamento de Control e Instrumentación** de esta Centro de Trabajo, cumpliendo con un total de **640 horas**. Durante su intervención demostró capacidad, interés y plena disponibilidad al participar con la Institución, por tal razón se le otorga una **calificación de 100** por parte del Ing. Elías Domínguez Interiano, Jefe del Depto. de Control e Instrumentación de esta Central, mismo que fue su asesor.

Así mismo, agradecemos la preferencia y nuevamente le reiteramos que esta Central Hidroeléctrica se encuentra en la mejor disponibilidad de recibir profesionistas para su desarrollo y formación.

Sin otro particular por el momento, aprovechamos la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

Atentamente


Ing. Luis Toribio Martínez Ramírez
Superintendente General



C.c.p.: Ing. Albino Antonio García.- Coordinador de Capacitación.- C. H. Peñitas. (LOTUS NOTES)
C.c.p.: Ing. Roger Blanco Gómez.- Jefe de Capacitación Reg. SRGHG.- Tuxtla Gtz., Chis. (LOTUS NOTES)
C.c.p.: Ing. Elías Domínguez Interiano.- Jefe del Depto. de Control e Instrumentación.- C. H. Peñitas. (LOTUS NOTES)
C.c.p.: Expediente
C.c.p.: Minutario
LTM/ija

Por un uso responsable del papel, las copias de conocimiento de este asunto, son remitidas vía electrónica