



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



“INGENIERO DE DISEÑO, ANDRITZ HYDRO”

REPORTE DE EXPERIENCIA LABORAL

Para obtener el grado de:

LICENCIATURA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Presenta:

José Juan Escárcega Durán

Asesor:

M. C. Jorge Alfredo Huerta Balcazar

Morelia Michoacán, marzo de 2018



DEDICATORIA

A mis papás, Gloria Durán y Juan Escárcega, por darme su apoyo en todo momento.





CONTENIDO

i	Resumen	4
1	Objetivo	5
2	Introducción	5
	2.1 Fechas importantes para Andritz Hydro	6
	2.2 Organigrama Andritz Hydro	7
	2.3 Programas para la gestión de proyectos	8
3	Desarrollo	10
	3.1 Participación en proyectos de plantas de generación	10
	3.2 Actividades personales	10
4	Actividades en proyectos	22
	4.1 Proyecto de la Central Hidroeléctrica “Maggotty A”	22
	4.1.1 Ubicación y características	22
	4.1.2 Sistemas del proyecto	25
	4.1.3 Topología	26
	4.1.4 Diagrama de ensamble	28
	4.1.5 Diagrama de circuito	31
	4.1.6 Suministro	33
	4.2 Proyecto de la Central Hidroeléctrica “Hatillo”	38
	4.2.1 Ubicación y características	35
	4.2.2 Tableros de la C. H. Hatillo	40
	4.2.3 Tablero de Vertedero	40
	4.2.4 Tablero de Control de Unidad 2	46
	4.2.5 Tablero Remoto de Nivel Generador	51
	4.2.6 Tablero de Auxiliares	53
	4.2.7 Tablero de Control de Unidad 1	59
	4.2.8 Topología	55
	4.2.9 Suministro	61
5	Conclusiones	65





i. RESUMEN

Mediante el siguiente texto, se pretende hacer un compendio de actividades de ingeniería desempeñadas para una empresa de giro hidroeléctrico en la ciudad de Morelia, y cuya matriz está localizada en Europa. Comenzando por hacer mención de las acciones generales que debe desarrollar un Ingeniero de diseño, hasta detallar las labores que he realizado personalmente desde el momento de mi incorporación a la misma en octubre del 2015.

Diversas tareas relatadas en este texto están complementadas por ilustraciones de los diferentes diseños y planos que he dibujado a contribución con los proyectos en los que me he visto relacionado. Cabe mencionar que en algunos de estos programas he contribuido simplemente con la elaboración de un diseño o plano y en otras he tenido una participación más activa.

De esta manera, se plantea adecuar un informe conciso en el que el lector pueda tener una idea clara y precisa acerca de la experiencia obtenida en este periodo de tiempo dentro de la empresa. Además el lector comprenderá la ubicación y la importancia que tiene cada uno de los trabajos realizados dentro el proceso que se lleva para la culminación de cada programa.

Palabras clave:

- Empleo.
- Ingeniería.
- Hidroeléctrica.
- Diseño.
- Automatización.

ABSTRACT

Through the following text, it intend to make a compendium of engineering activities performed for a hydroelectric company in the city of Morelia, and whose matrix is locate in Europe. Starting by mentioning the general activities that a Design engineer must develop, until detailing the work I have done personally since the moment of my incorporation in October 2015.

Various tasks related in this text are complemented by illustrations of the different designs and plans that I have drawn to contribute with the projects in which I have seen myself related. It is worth mentioning that in some of these programs I have simply contributed with the development of a design or plan and in others I have had a more active participation.

In this way, it is proposed to adapt a concise report in which the reader can have a clear and precise idea about the experience obtained in this period of time within the company. In addition, the reader will understand the location and the importance of each of the works carried out in the process that leads to the completion of each program.





1. OBJETIVO

El objetivo del siguiente reporte, es la obtención del título de Ingeniero en electrónica por parte de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Mediante el siguiente texto, planteo mostrar las actividades que realizo en la empresa Andritz Hydro en el puesto de Ingeniero de diseño en el departamento de Control y regulación de velocidad, en el que he estado laborando por dos años y dos meses.

2. INTRODUCCIÓN

Andritz AG es un grupo austriaco de ingeniería de plantas con sede en Graz. El grupo recibe su nombre del distrito Andritz en el que se encuentra. Andritz emplea a más de 23 400 trabajadores en más de 220 instalaciones de producción y servicio. Andritz consiste en cinco áreas de negocios:

- Andritz Hydro.
- Andritz Pulp and Paper.
- Andritz Metals.
- Andritz Separation.
- Andritz Feed and Biofuel.

En marzo del 2000, la compañía adquirió una participación del 50% en Ahlstrom Machinery Group de Finlandia de la A. Ahlstrom Corporation, un fabricante de plantas químicas de pulpas y maquinarias de procesamiento. Así, Ahlstrom Machinery pasó a llamarse Andritz-Ahlstrom. En 2006 Andritz realizó otra adquisición importante, la división de energía hidroeléctrica de VA Technologie AG. Por lo que la unidad de VA Tech Hydro cambió su nombre a Andritz VA Tech Hydro GmbH y se convirtió en subsidiaria de Andritz AG. En mayo y junio de 2008, Andritz adquirió tecnología hidroeléctrica y algunos activos del negocio de energía hidroeléctrica de GE Energy, así como la participación mayoritaria de GE Energy en GE Hydro Inepar do Brasil. Desde enero del 2009, todas estas adquisiciones operan bajo el nombre de Andritz Hydro. Andritz Hydro se sitúa entre las 3 mayores empresas hidroeléctricas junto a Alstom y Voith-Siemens.¹

¹ <https://www.andritz.com/hydro-en/about-andritz-hydro/locations/morelia-mexico>





2.1 Fechas importantes para Andritz Hydro

2013 Instalación de las unidades Hydromatrix más grandes del mundo - Ashta, Albania.

2011 Exitosa operación comercial de la primera turbina de 1MW HS1000 en EMEC, Reino Unido.

2011 Instalación de la mayor planta de energía del mundo - Sihwa, Corea.

2010 Instalación de turbina Francis de 770 MW - Guri II, Venezuela.

2002 Instalación del primer motor-generator Varspeed fuera de Japón - Goldisthal, Alemania.

1998 Reconocimiento mundial de Pelton - Bieudron, Suiza.

1997 Instalación de un generador de energía de 840 MVA - Three Gorges, China.

1991 Instalación del colector más grande del mundo - Tarbela, Pakistán.

1935 Primera turbina de bulbo de Escher Wyss.

1929 Instalación de la primera central de bombeo en Alemania - PSW Niederwartha, Alemania.

1903 Primera turbina de agua de I.P. Morris.

1896 Puesta en servicio de la primera planta hidroeléctrica comercial de gran tamaño - Niagara Falls, Estados Unidos.

1878 Invención de la primera rueda hidráulica Pelton de Pelton.

1839 Primera turbina suministrada por Escher Wyss.

1805 Fundación de Escher Wyss & Cie, Suiza.





2.2 Organigrama Andritz Hydro.

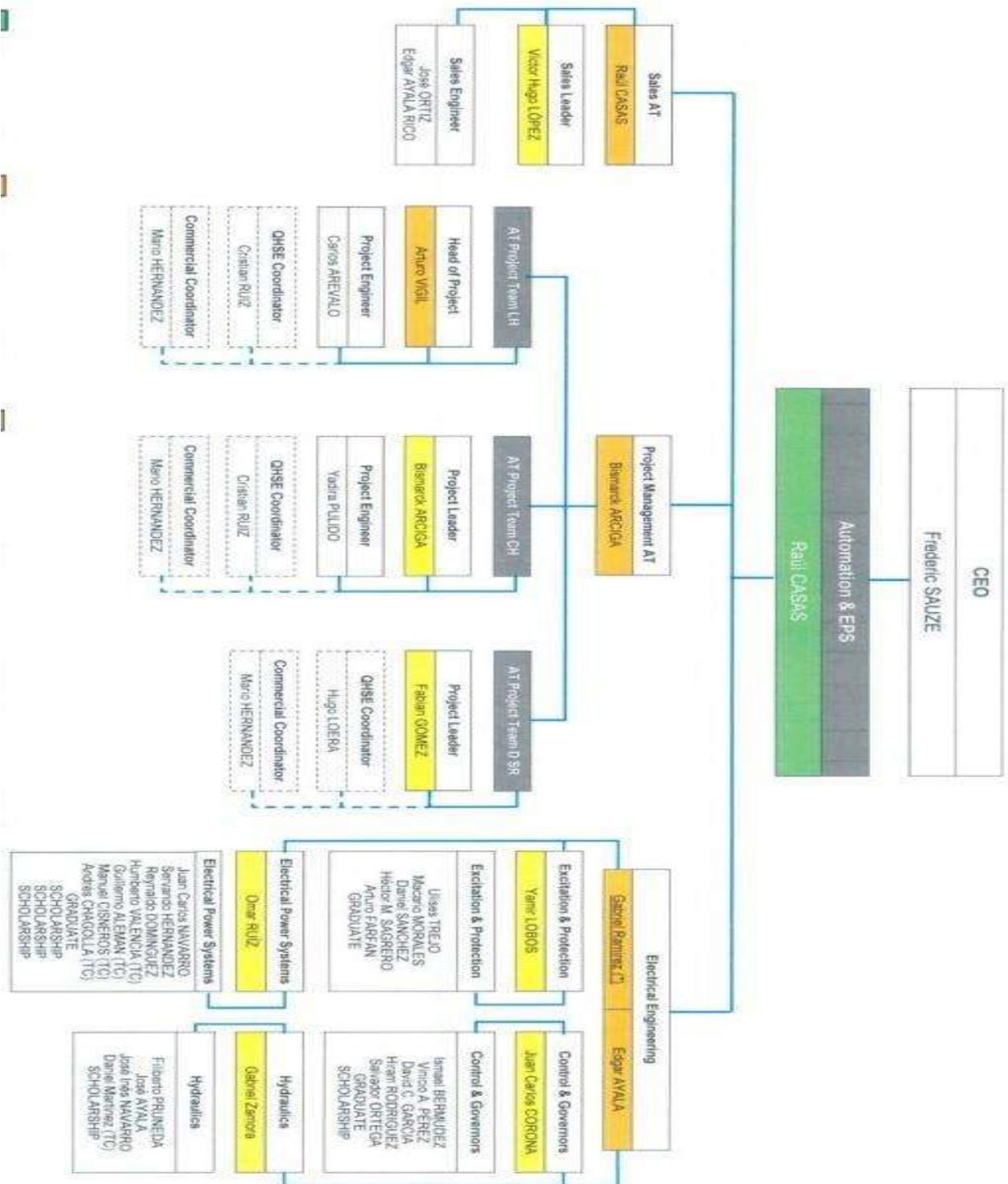


Imagen 2.2 Organigrama del departamento de Automation & EPS





El puesto de un Ingeniero de diseño en Andritz Hydro, está dentro del área de Automatización y EPS, en Ingeniería eléctrica y en el departamento de Control y regulación de velocidad.

Tiene la misión de diseñarla los circuitos eléctricos y electrónicos que controlarán la velocidad y la potencia de una turbina hidroeléctrica, así como planear y programar la automatización de sus controles, para finalmente ponerla en servicio.

Andritz Hydro Morelia, atiende proyectos de Sudamérica, El Caribe y parte de Norteamérica. A grandes rasgos, el departamento de Control y regulación de velocidad comienza actividades cuando un proyecto de rehabilitación o de diseño es negociado y aprobado. Una vez sucede esto, se tratan detalles del proyecto y se visualiza el alcance que tendrá Andritz Hydro dentro de este, luego, se contempla la información que se tenga por parte del cliente, Andritz hace una oferta detallando su participación, aprobado este documento, se construye una topología general acerca de cómo quedarán instalados y comunicados los equipos funcionales. Posteriormente, se diseña detalladamente la construcción de los circuitos eléctricos y electrónicos por medio de documentación y dibujos. Después, se prosigue al armado de los gabinetes contenedores de la circuitería, se prueban cada uno de estos en la planta simulando su operación en campo para finalmente ser trasladados a su lugar de destino. Una vez estando en el sitio final, se instalan los cables de campo para generar una comunicación entre los gabinetes electrónicos que contienen los mandos, y los instrumentos existentes en la planta destino. Finalmente se prueban los instrumentos y se prosigue a poner en servicio a la turbina y el generador que alimentará las líneas eléctricas. Al final del proyecto, se habrá realizado un trabajo conjunto entre las diferentes áreas de la empresa.

2.3 Programas para la gestión de proyectos.

Durante el proceso del desarrollo de proyectos, es recurrente el uso de diferente software, entre los más importantes se pueden mencionar:

- Windows office. El paquete de Windows office es básico en el desarrollo de la mayoría de tareas básicas que se presentan en todas las áreas de la empresa, para el particular caso del área de ingenierías, este paquete se utiliza para documentar datos o crear las bases para la administración de estos, por lo que es recurrente el uso de Microsoft Word, Excel, Power point, etc.





- Autocad. Programa de diseño y modelado asistido por computadora para dibujo en 2 y 3D, utilizado para diseñar circuitos eléctricos, electrónicos y mecánicos.
- E-plan. Entorno estandarizado para ingeniería y proyectos de tecnología eléctrica, de fluidos, EMSR y el montaje de armarios de distribución en 3D. utilizado para el diseño y modelado de circuitos eléctricos y gabinetes electrónicos.
- Toolbox. Programa especializado de ingeniería dirigido para la programación y automatización de modelos.
- SCADA 250. Software especializado para controlar y automatizar grandes cantidades de información destinada para servir de interfaz entre los mandos remotos y los equipos en campo.
- SAP. Programa de gestión empresarial. Provisto para la administración y gestión de los componentes y equipos previstos para conformar gabinetes contenedores de circuitería.





3. DESARROLLO

3.1 Participación en proyectos de plantas de generación.

Se ha tenido la oportunidad de participar en distintos proyectos, para los casos de la Central Hidroeléctrica “La Venta”, que está en el estado de Guerrero, la Central Hidroeléctrica “Necaxa” en el estado de Puebla, la Central Hidroeléctrica “Constanza” ubicada en República Dominicana, la Central Hidroeléctrica “Aguacapa”, en Guatemala, la Central Hidroeléctrica Callahuanca en Perú y la Central Hidroeléctrica “Malpaso”, en Chiapas he participado realizando documentación y dibujos, mientras que he participado más directamente en los proyectos de la Central hidroeléctrica “Hatillo” que está ubicada en República Dominicana (este proyecto, actualmente sigue en curso de desarrollo, está pensada su puesta en servicio para mediados del 2018) y para el proyecto de la Central hidroeléctrica “Maggotty A”, ubicada en Jamaica (este proyecto concluyó en septiembre de 2017), colaboré en la documentación, el diseño, las compras, las pruebas y en el caso del proyecto Maggotty A, también la puesta en servicio.

3.2 Actividades personales

Una vez aprobados negociaciones y documentos tales como las ofertas para los proyectos anteriormente señalados, se prosigue a analizar toda la información existente que el cliente pueda enviar a nuestros departamentos en Andritz Hydro (en caso de que exista), para analizar qué información es útil y cual no. Algo con lo que muchas veces se cuenta, es con la Lista de señales (*Imagen 3.1*) que es un compendio de señales digitales o analógicas que son enviadas o recibidas por el PLC para su proceso, en el desarrollo del proyecto se habrán de realizar nuevas señales o rehabilitar existentes dependiendo de la lógica que se le asignará a los equipos, estas se construyen, clasifican y se nombran dependiendo de la actividad que desempeñarán, son asignadas al PLC por medio del programa SCADA 250 en su herramienta OPM II (*Imagen 3.2*).





No. De Entrada Señal	Tipo de Tarjeta	Tag Nivel	Descripciones	Función	Tablero	Sistema	Archivo	Tipo						
00	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA00	3M01	ACA ->CO-BFA01F alta voltaje control	Alarma	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
01	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA01	3M01	ACA ->CO-BFA01 Interruptor 202 cerrado	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
02	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA01	3M03	ACA ->CO-BFA01 Interruptor 201 cerrado	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
03	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA01	3M02	ACA ->CO-BFA01 Interruptor 202 prueba	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
04	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA01	3M01	ACA ->CO-BFA01 Interruptor 201 prueba	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
05	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA02	3M01	ACA ->CO-BFA02 Interruptor 202 cerrado	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
06	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA02	3M03	ACA ->CO-BFA02 Interruptor 202 insertado	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
07	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA02	3M02	ACA ->CO-BFA02 Interruptor 201 prueba	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
08	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA02	3M01	ACA ->CO-BFA02 Interruptor 201 insertado	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
09	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA02	3M05	ACA ->CO-BFA02 Interruptor 202 extraido	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
10	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA02	3M01	ACA ->CO-BFA02 Interruptor 201 cerrado	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
11	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA03	3M03	ACA ->CO-BFA03 Interruptor 201 insertado	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
12	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA03	3M02	ACA ->CO-BFA03 Interruptor 201 prueba	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
13	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA03	3M01	ACA ->CO-BFA03 Interruptor 201 prueba	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
14	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA03	3M01	ACA ->CO-BFA03 Interruptor 202 extraido	Evento	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
15	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA00	3M02	ACA ->CO-BFA00 Falta de voltaje de control	Alarma	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
16	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA01	3M04	ACA ->CO-BFA01 Pérdida voltaje normal	Auxiliares	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
17	DI-8100	WNT	CO	TCC	ACA	BFA01	3M05	ACA ->CO-BFA01 Pérdida voltaje generación	Auxiliares	Auxiliares	Auxiliares de CA	DSA	Digital 24VDC	
18	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M02	SC1 - Disparo manual foso 2	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
19	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M01	SC1 - Disparo manual foso 1	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
20	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M03	SC1 - Disparo manual foso 3	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
21	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M04	SC1 - Disparo manual foso 4	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
22	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M05	SC1 - Disparo manual foso 5	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
23	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M06	SC1 - Detección foso 1	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
24	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M07	SC1 - Detección foso 2	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
25	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M08	SC1 - Detección foso 3	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
26	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M09	SC1 - Detección foso 4	Evento	Auxiliares		DSA	Digital 24VDC	
27	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M10	SC1 - Detección foso 5	Evento	Auxiliares		DSA	Digital 24VDC	
28	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	CO2	3M11	SC1 - Alarma general	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
29	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	SEL	XT01	SC1 - Diferencial unidad 1	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
30	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	SEL	XT02	SC1 - Diferencial unidad 2	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
31	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	SEL	XT03	SC1 - Diferencial unidad 3	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	
32	DI-8100	WNT	CO	TCC	SC1	SEL	XT04	SC1 - Diferencial unidad 4	Auxiliares			DSA	Digital 24VDC	

Imagen 3.1. Parte del listado de señales de operación del proyecto C.H La venta

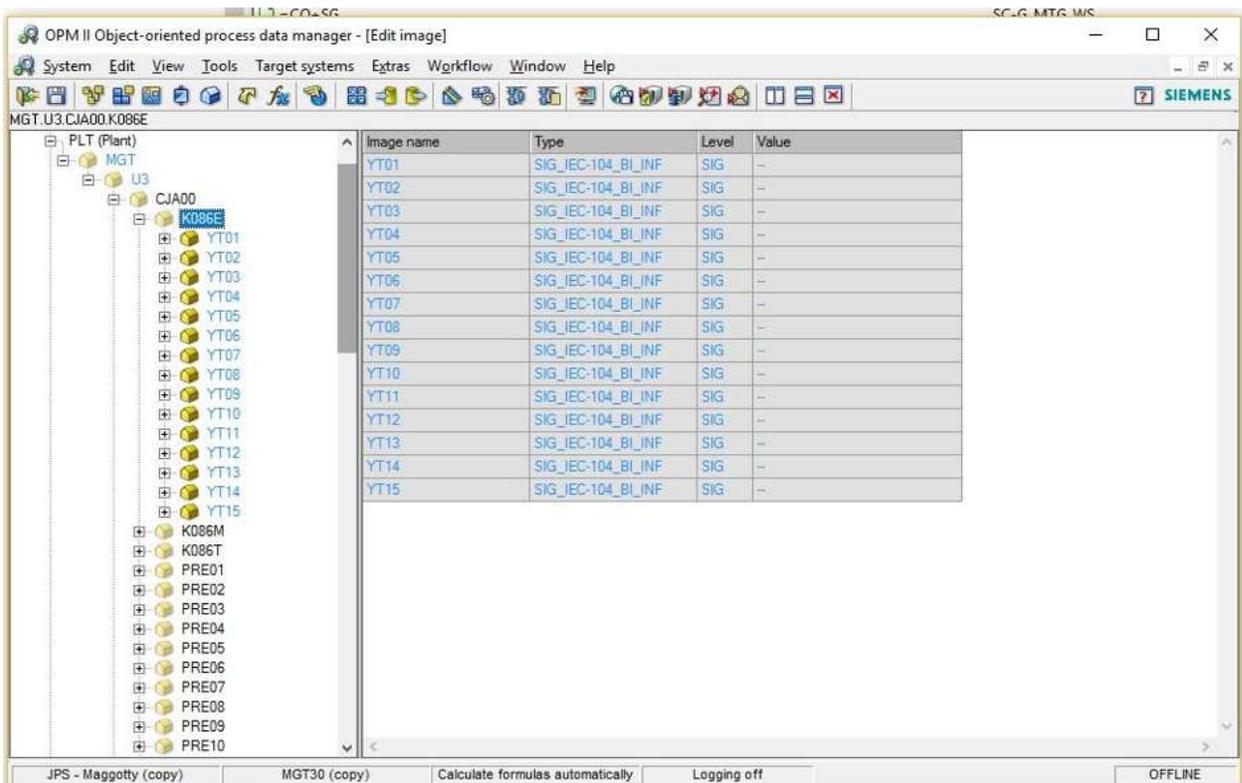


Imagen 3.2. Programa de ingeniería OPM II, del proyecto C.H Necaxa

Con el fin de tener un control sobre cada equipo que ha sido planeado para formar parte de los circuitos controladores de la turbina hidroeléctrica, y como parte de la documentación que se otorgará el cliente, se realiza un compendio de los equipos utilizados conocido como Selected equipment (Imágenes 3.3 y 3.4), en el que se detallan sus especificaciones y hojas de datos.





CONTENIDO:

1	CONTROLADOR PRINCIPAL	5
2	ANALIZADOR DE REDES PARA PANEL 96X96MM CVM-B100.....	15
3	TARJETA DE COMUNICACIÓN SERIAL SM-2551 SM-0551.....	21
4	PATCH PLUG CM-2860	23
5	MEMORIA FLASH SD CC6-095	24
6	ANILLO PROTECTOR 800F-AMRG	25
7	ARRANCADOR DE MOTOR MSC-D-2,5-M7 (230V 50HZ).....	26
8	CONTROLADOR DE PERIFÉRICOS ENTRADA/SALIDA PE-6410	29
9	MÓDULO DE ENTRADAS BINARIAS DI-6100	33
10	MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS AI-6300.....	37
11	MÓDULO DE ENTRADAS DE RTD AI-6310	41
12	MÓDULO DE CONTEO DE PULSOS TE-6420	45
13	MÓDULO DE SALIDAS BINARIAS DO-6200.....	49
14	MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGICAS AO-6380.....	53
15	BLOCK DE PRUEBA FLEXITEST FT-1 129A514G01.....	57
16	CONVERTIDORES AC-DC/DC QUINT-PS/1AC/24DC/20.....	60
17	TOMACORRIENTE EM DUO/120/15.....	64
18	SWITCH ETHERNET EDS-405A	66
19	BLOQUE DE CONTACTOS AUXILIARES. 2C+2A DILM32-XHI22.....	82
20	BUS INTERFACE AX-PE CM-0843	84
21	RELEVADORES AUXILIARES TIPO CLEMA PLC-RC-24DC/21	87
22	RELEVADORES AUXILIARES TIPO CLEMA PLC-RSC-24DC/21-21.....	91
23	CA-CD CONVERTIDOR DE CD STEP-PS-1AC-12DC-3.....	95
24	CLAMP MOUNTING M22-A	98
25	CONTACTO AUXILIAR 100-SB02.....	100
26	CONTACTO AUXILIAR 100-SB20	101
27	CONTACTO AUXILIAR 800F-X10	102
28	CONTACTO AUXILIAR NHI11-PKZO	103
29	CONTACTO AUXILIAR ZP-IHK	105
30	CONTACTOR 100-C16ED10	106
31	CONTACTOR DE POT, 3P+1C, 5.5KW 400V AC3 DILM12-10 (230V50HZ, 240V60HZ).....	107
32	CONTACTOR DE POT, 3P+1C, 3KW-400V-AC3 DILM7-10 (230V50HZ, 240V60HZ).....	108
33	SINCRONOSCOPIO SYNCHRO MAX M14624	109
34	DOBLE FRECUENCIÓMETRO COMPLEE KLY-2F96	112

Imagen 3.3. Primera página del documento *Selected equipment* del proyecto C.H Constanza





1 Controlador Principal

SIEMENS

TM 1703 ACP

CP-6014/CPCX65

Processing and Communication



Master control element with:

- up to 4 communication interfaces via installable SM-25xx serial interface modules: serial (end-end, multi-point, dial-up traffic), LAN/WAN (Ethernet), Profibus-DP
- communication with up to 16 TM 1703 ACP peripheral elements based on PE-641x, via the serial As 1703 peripheral bus
- open/closed-loop control functions, freely definable with CAEx plus, IEC 61131-3 compliant
- local and remote engineering, diagnostic, and test using TOOLBOX II
- data are kept on a Flash Card for Plug&Play module exchange
- function and failure indication via LED
- supply voltage 24VDC ... 60VDC

Copyright © Siemens AG 2010

MD9-003-2-02

Imagen 3.4. Página inicial en el documento Selected Equipment del proyecto C.H. Constanza





Por medio de Autocad, se realiza una topología general de los gabinetes contenedores de la circuitería destinados para el control y la automatización de los equipos en la planta hidroeléctrica del cliente (Imagen 3.5), en donde se detallan los componentes, su cantidad, su ubicación, así como su forma de conexión.

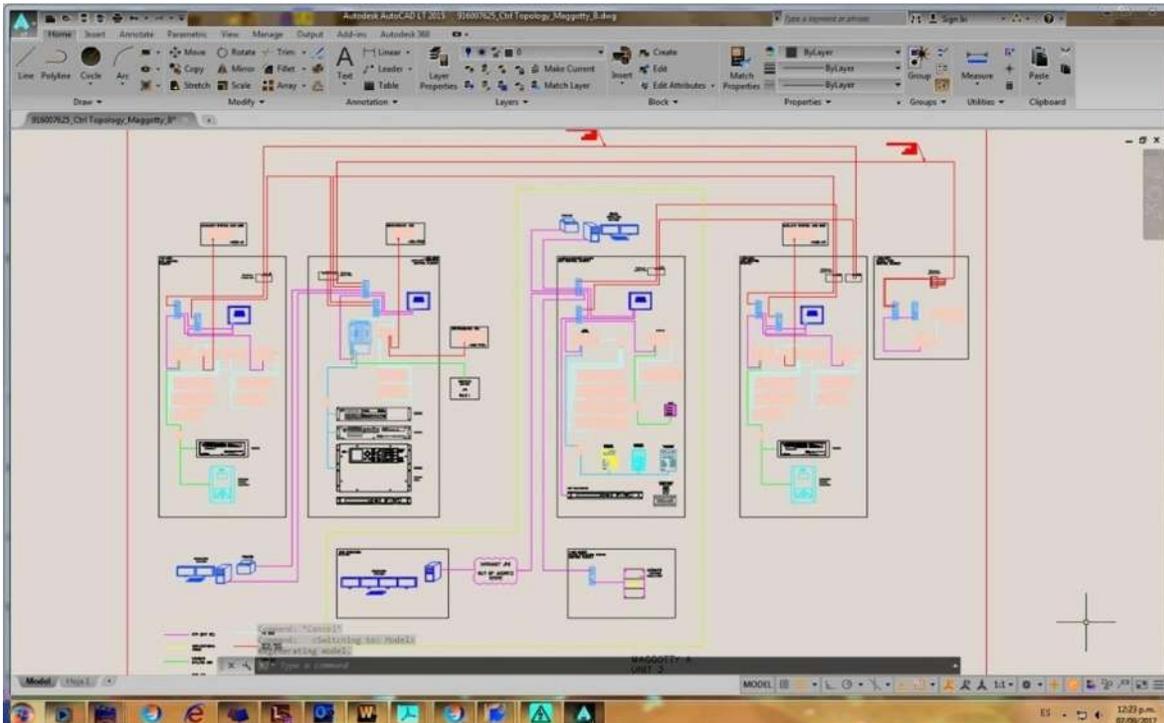


Imagen 3.5. Topología para el proyecto de Maggotty A

Mediante el programa de ingeniería E-plan (Imagen 3.6), se construye un diagrama de circuito fidedigno a cómo será realizado físicamente, indicando el acomodo de los equipos, polaridades, conexiones, tipos de cables, nombres y asignaciones de equipos y elementos, con la finalidad de tener un mapa real de la circuitería y para ser utilizado después para las pruebas de los gabinetes electrónicos, además de que es un documento sumamente importante que deberá ser entregado al cliente (Imágenes 3.7, 3.8 y 3.9).



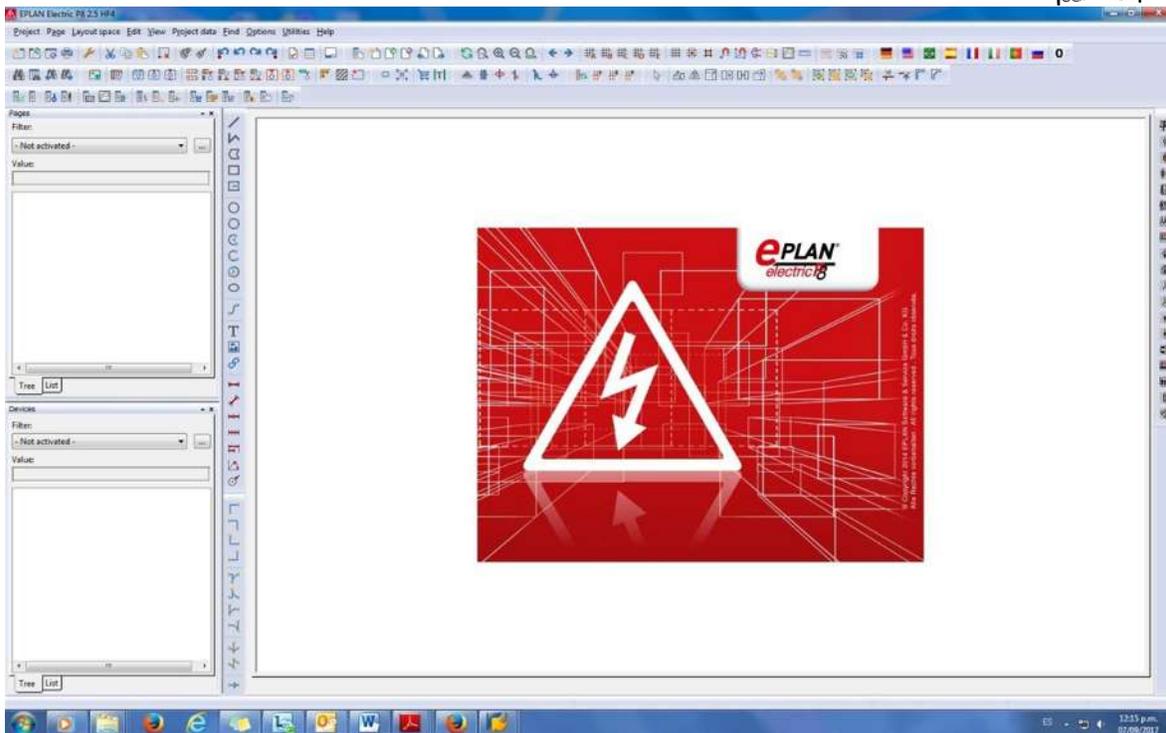


Imagen 3.6. Programa de ingeniería E-plan.

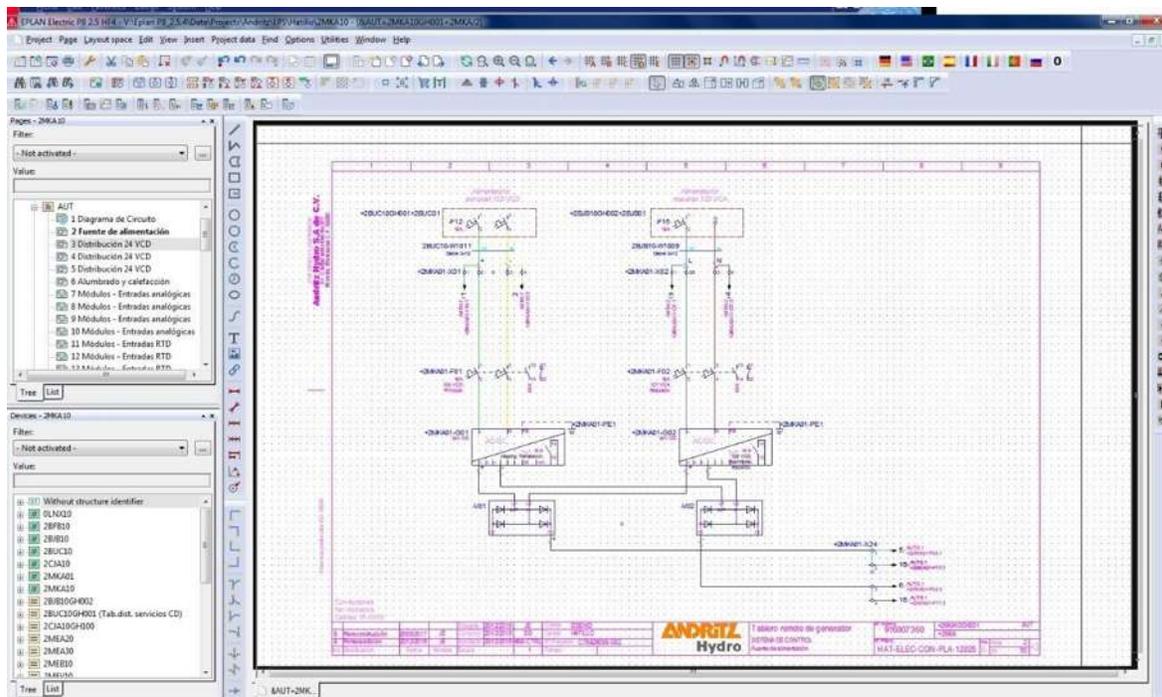


Imagen 3.7. Proceso de dibujo en el programa de ingeniería E-plan, en el que se observan las fuentes de alimentación del circuito y su distribución.

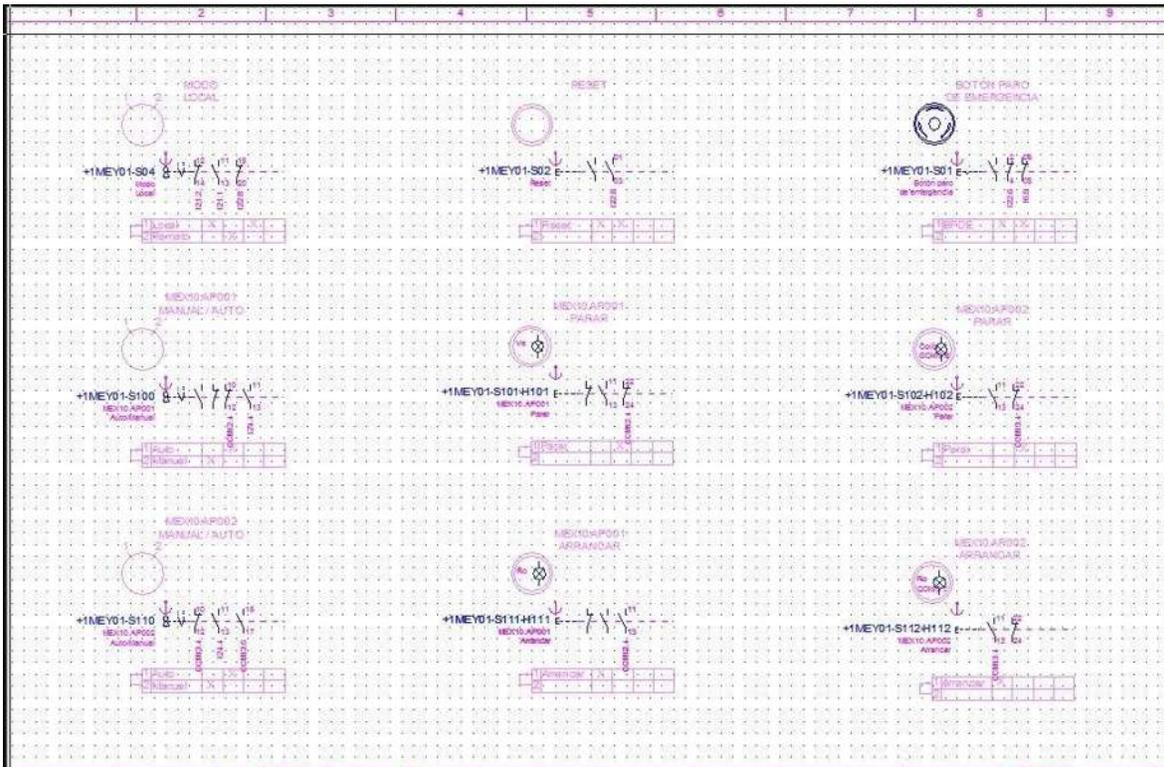


Imagen 3.8. Proceso del proyecto C.H. Malpaso, en el programa de ingeniería E-plan, en donde se observa la lógica de operación que llevarán los selectores dentro del circuito.

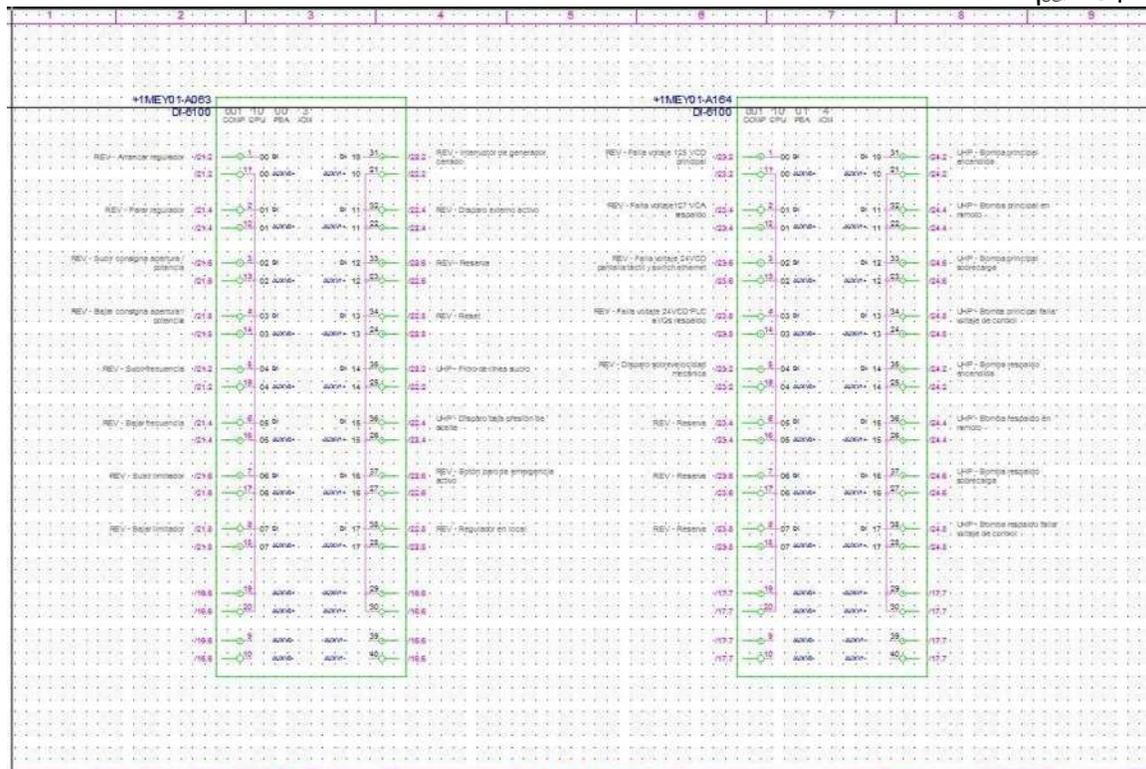


Imagen 3.9. Plano de tarjetas de entrada y salida de señales del proyecto C.H. Malpaso

Para complementar la información, es necesario hacer un levantamiento en la planta del cliente, en el que se recaba valiosa información a utilizar en el futuro, tal como ubicación y existencia de determinados equipos, lugares confinados, terminaciones de los cableados, etc.

Otra parte importante, es realizar el software para las pantallas Touch panel de los proyectos, esto se realiza mediante el programa de Ingeniería Toolbox, haciendo dibujos con bloques y dándoles propiedades para que desempeñen una tarea de botones (Imagen 3.15), indicadores o señalamientos para que sirva como interfaz entre el usuario y los mandos que controlarán la turbina (Imagen 3.10).



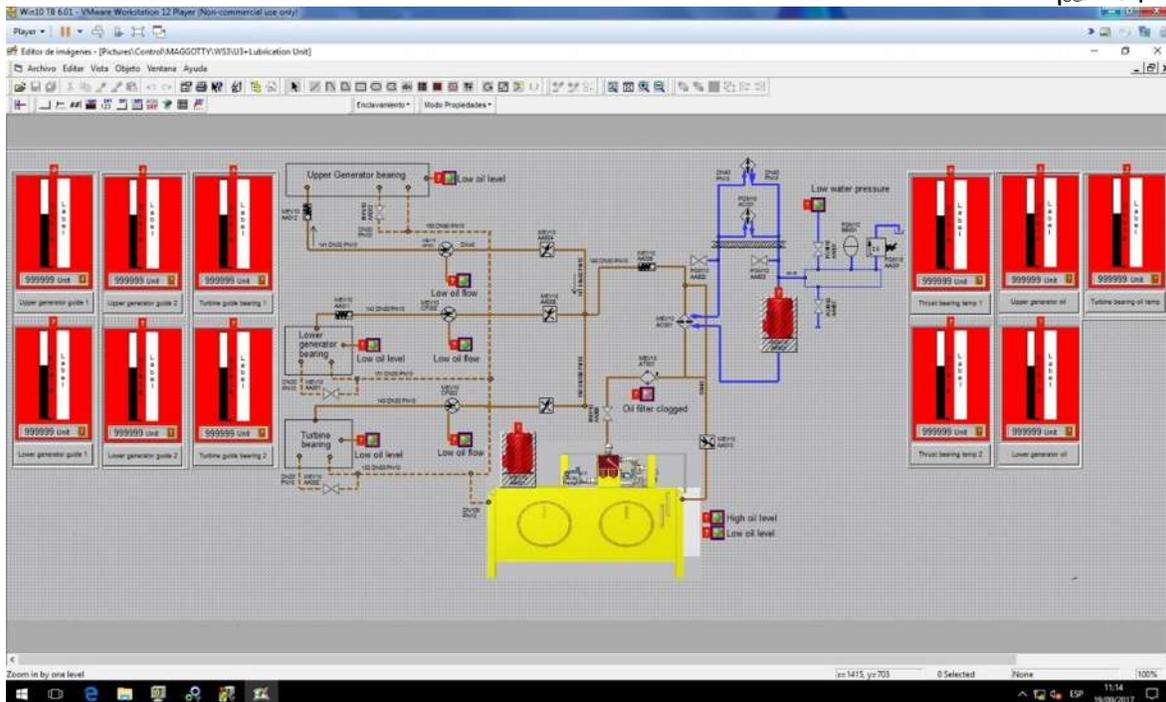


Imagen 3.10 Fabricación de imágenes para la pantalla de una Unidad de lubricación para el proyecto C. H. Maggotty A, en donde se interpreta la unidad de lubricación, sus bombas y sus indicadores de nivel.

El armado de los gabinetes electrónicos tiene lugar en el taller eléctrico de la empresa (Imagen 3.14), una vez terminados los dibujos y planos de los equipos electrónicos, se procede a comprarlos, esto se realiza mediante el programa de gestión empresarial ASAP (Imagen 3.11), que permite tener una correcta administración y visualización de cada equipo. Además de que se pueden crear listados de materiales para posteriormente ser elegidos y enviar este listado al departamento de compras, este listado es conocido como BOM (Bill of Materials) y es otro paso fundamental dentro del proceso de fabricación de los tableros hidroeléctricos (Imagen 3.12).

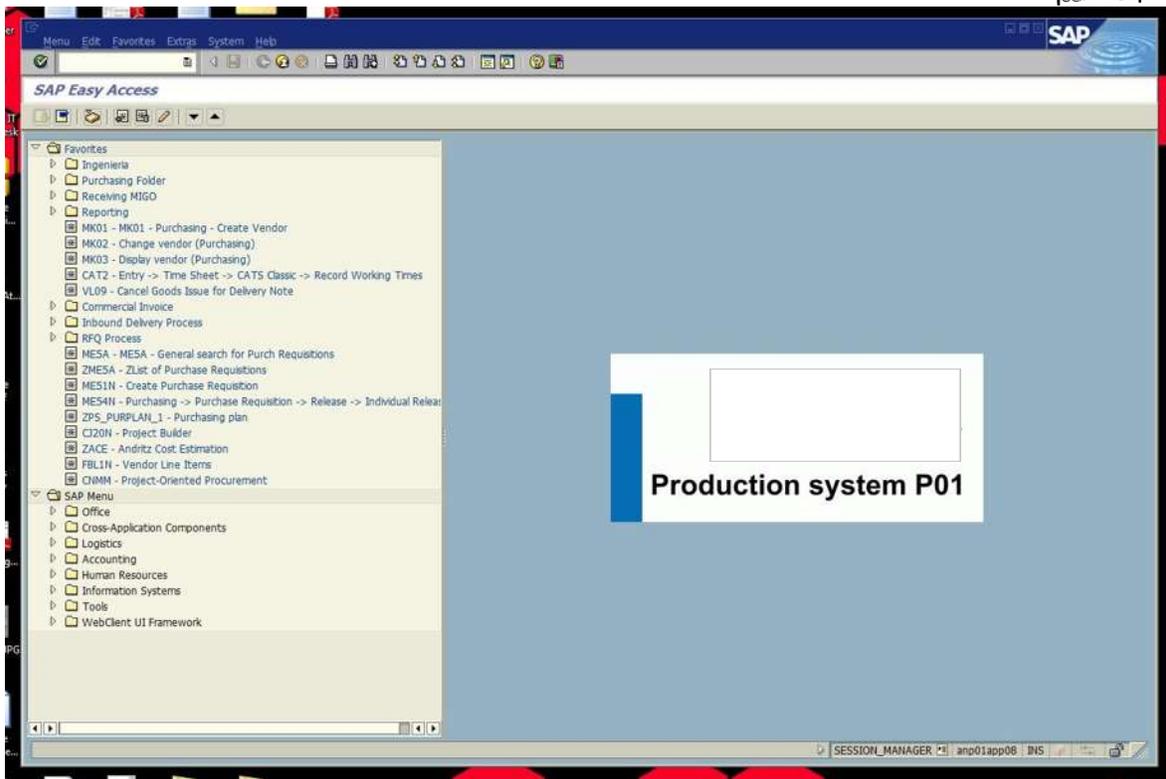


Imagen 3.11. Programa de gestión empresarial ASAP

LIST OF PARTS Plant 7501

Created by Printdate Time
 Jose Escarcega 03.04.2017 21:50:58

Head-Material 300747661 UNIT CONTROL MAGGOTTY A (ASSEMBLY) BOM U/ST: C / 30
 REV/AMC 00 Quantity 1 PC
 Engineering 06.12.2016 Jose Escarcega Weight KG/unit 0

Header Text:
 WBS: C-75-825793-081-0181-100
 No. Unidades: 3
 Network:
 Proyecto: MAGGOTTY A
 Cliente: JPS
 Denominación: TABLERO DE CONTROL UNIDAD 3
 Project Manager:

Item	Quantity	Un	Material	ST	F	S	B	Description	AMC	Weight	kg
Sort			BOM RV	PCM	FV	SW					
0150	7	PC	300112429	30	F			HY AUT SICAM1703 AI-6310 ANALOG INPUT 2x2 PT100/NI100 GC6-310 6MF1130GD100AA0		0.000	
0180	13	PC	300112414	30	F			HY AUT SICAM1703 DI-6100 BINARY INPUT 2x8,24-60VDC GC6-100 6MF1130GB000AA0		0.000	
0210	5	PC	132599161	30	F			ELEMENT FAST-ACTING LOCKOUT RELAY 7PA2251-0, AUXILIARY VOLTAGE 125VDC, SIEMENS		0.000	
0220	5	PC	132572101	30	F			SOCKET FOR SURFACE MOUNTING OF RELAY 7XP9012-0			

Imagen 3.12. Segmento de una BOM creada en el programa de gestión empresarial SAP





Para la puesta en servicio de pruebas funcionales y la puesta en Servicio del sistema de Jamaica, se realizaron actividades como:

- Revisión de la instalación.
- Pruebas de interlock del regulador.
- Pruebas en vacío.
- Pruebas con la unidad con carga.
- Sincronización de la unidad.
- Puesta en operación del generador (Imagen 3.13).



Imagen 3.13. Generador de 6.9 KV de la planta Maggoty A



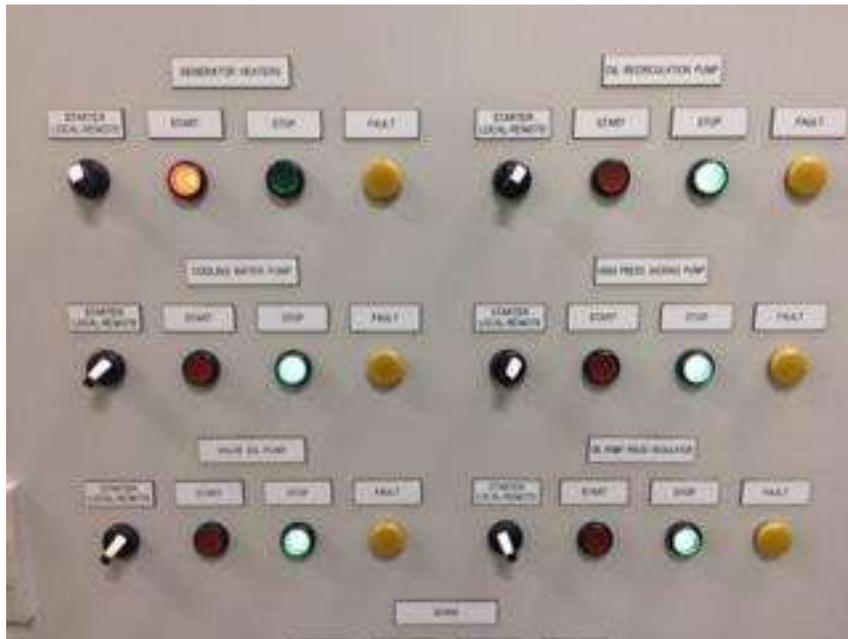


Imagen 3.14 Parte de la puerta del tablero de Auxiliares armado en el taller de Andritz Morelia, del proyecto Maggotty A



Imagen 3.15 Desarrollo de imágenes para una touch panel para el proyecto Maggotty A



Esta planta está conformada por dos casas de máquinas que albergan generadores. La que fue intervenida para este proyecto fue la llamada Maggotty A, una unidad generadora de 6.9 KV, la cual en el año 2010 sufrió un incendio (imágenes 4.3 y 4.4) que destruyó sus gabinetes contenedores de la electrónica de automatización, además de parte de la interconexión, también cuenta con una subestación (Imagen 4.5). El propósito fue rehabilitar esta unidad para que volviera a generar.



Imagen 4.3 Lugar donde se encontraban los gabinetes de control con rastros de humo





Imagen 4.4. Otra perspectiva sobre el lugar donde estaban los gabinetes de control



Imagen 4.5 Subestación de la empresa JPS (Jamaica Power Systems)



Después de haber analizado la información que se tenía por parte del cliente, se llegó a la conclusión de diseñar y fabricar un Integrated Control Panel, esto es, unos nuevos gabinetes contenedores de la eléctrica y electrónica controladora de los instrumentos de campo, se caracteriza porque los sistemas del proyecto están contenidos casi en su totalidad en un solo gabinete de tres secciones, y finalmente se hizo una interconexión con cuatro tableros existentes en la segunda casa de máquinas Maggotty B,

4.1.2 Sistemas del proyecto

Sistema de control de unidad. En este sistema se diseñó la circuitería que controla al sistema de automatización, cuenta con uno de los dos PLC's Siemens utilizados en el proyecto, el cual recoge, procesa y administra las señales de los demás sistemas.

Sistema de regulación de velocidad. Este sistema contiene el otro "cerebro" del proyecto, que es el segundo PLC, pero ahora se encarga de recoger, procesar y administrar los mandos para controlar al regulador de velocidad de la turbina (Imagen 4.6).

Sistema de medición. En este sistema se ubican los medidores de generador, de subestación y un analizador de potencia, que al recoger los datos de estos diferentes medidores, el sistema brinda valiosa información al operador para saber las condiciones actuales de la turbina y generador.

Sistema de sincronización. Este sistema es muy importante, alberga equipos como el sincronizador digital y el Synchrocheck, es el sistema encargado de conectar físicamente a la línea de producción con el generador, una vez se encuentren listos los demás sistemas se hace una comparación de voltaje y frecuencia de línea y de generador, que al coincidir, se cerrará este para entrar en sincronía y comenzar a generar.

Sistema de excitación. Este sistema no le corresponde a mi departamento. Es el sistema que contiene al Regulador de velocidad (Thyne 1), y se encarga de regular los voltajes y alimentaciones de los transformadores que intervienen en el sistema.





Imagen 4.6 Escena del regulador de velocidad en preparativos para sus pruebas

Sistema de protecciones de unidad. Este sistema tampoco pertenece a mi área, se encarga de la configuración de los relevadores de que protegerán al sistema de sobre voltajes o alguna otra falla que tenga que ver con las alimentaciones de los equipos y que pudiera dañarlos, en este caso se tienen tres relevadores de protecciones, un SEL 700 G, un SEL 787-3E y un BASLER BE1-11.

Sistema de auxiliares. Este sistema contiene elementos que le dan soporte a los elementos contenidos en los gabinetes de Control y de Regulación de velocidad, contiene arrancadores que sirven de interconexión entre los tableros y elementos de campo como los sistemas hidráulicos, de enfriamiento y frenado, entre otros.

Estos sistemas se conectaron entre sí para tener una comunicación mutua intercambiando datos que permiten al usuario conocer las condiciones de generación y operación. La conexión fue mediante fibra óptica, mediante una interfaz de dos estaciones de ingeniería, una local y la otra aguas arriba.

4.1.3 Topología

La topología propuesta para este proyecto, tomando en cuenta las instalaciones y los equipos propuestos instalar, quedó como se aprecia en la imagen 4.7.

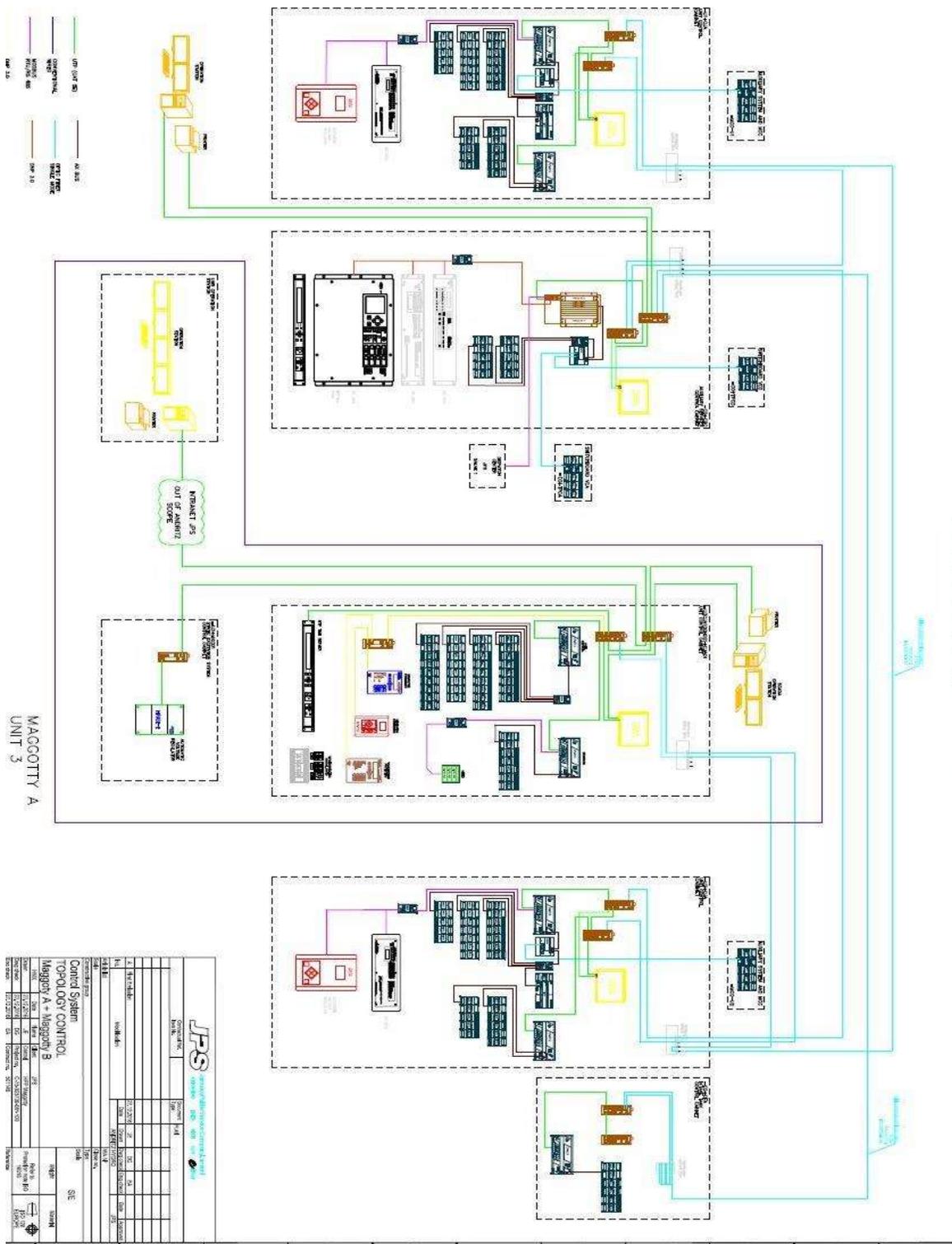


Imagen 4.7 Topología del proyecto C.H. Maggotty A



4.1.4 Diagrama de ensamble

El diagrama de ensamble, consta de los dibujos hechos detalladamente, tomando en cuenta la topología. Los gabinetes contenedores de equipo, muestran como queda acomodado cada uno de ellos en cada uno de los gabinetes, parte de este diagrama es mostrado a continuación en las imágenes 4.8, 4.9 y 4.10.

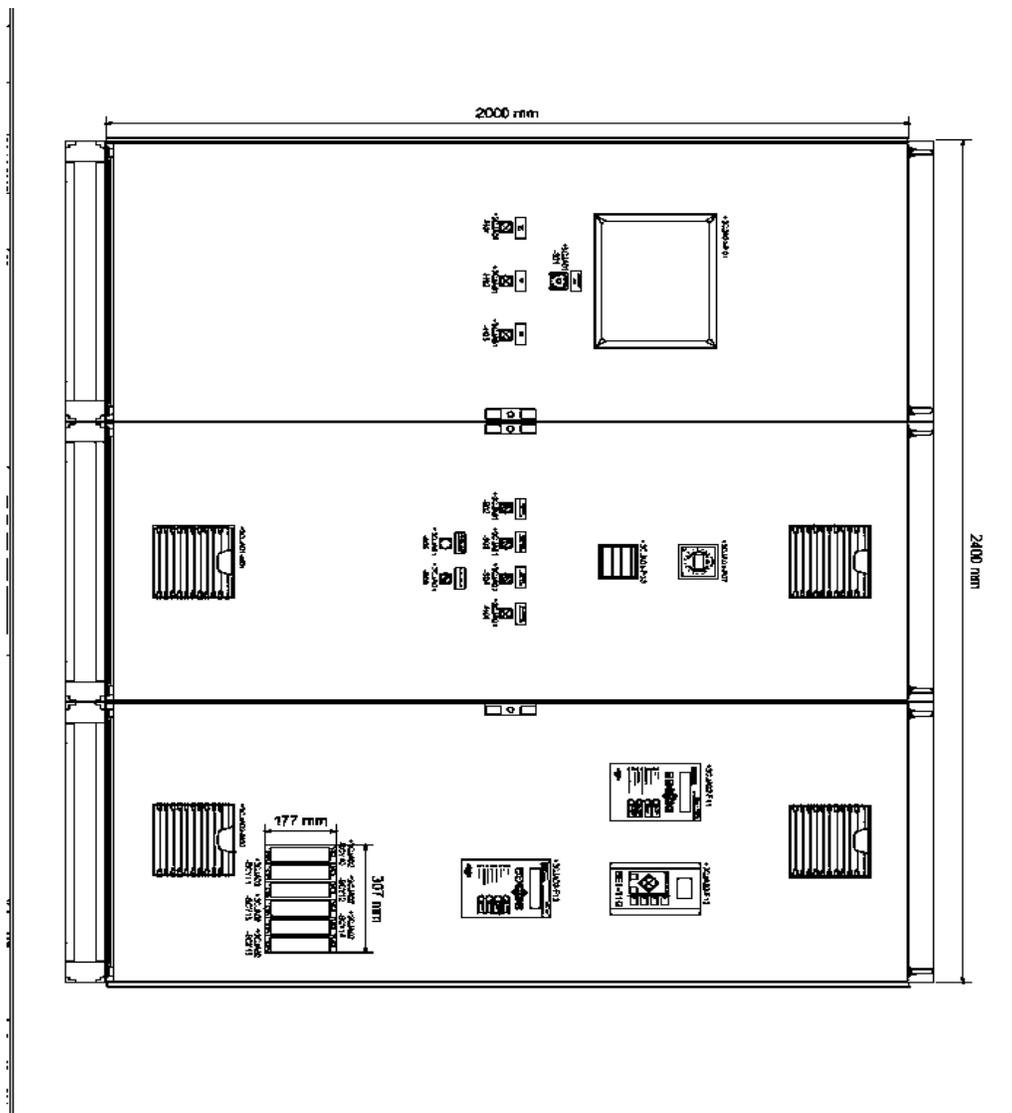


Imagen 4.8. Parte del diagrama de ensamble del proyecto C.H. Maggotty, donde se ilustran instrumentos como una touch panel, selectores y controles, además de medidores y relevadores de protección.

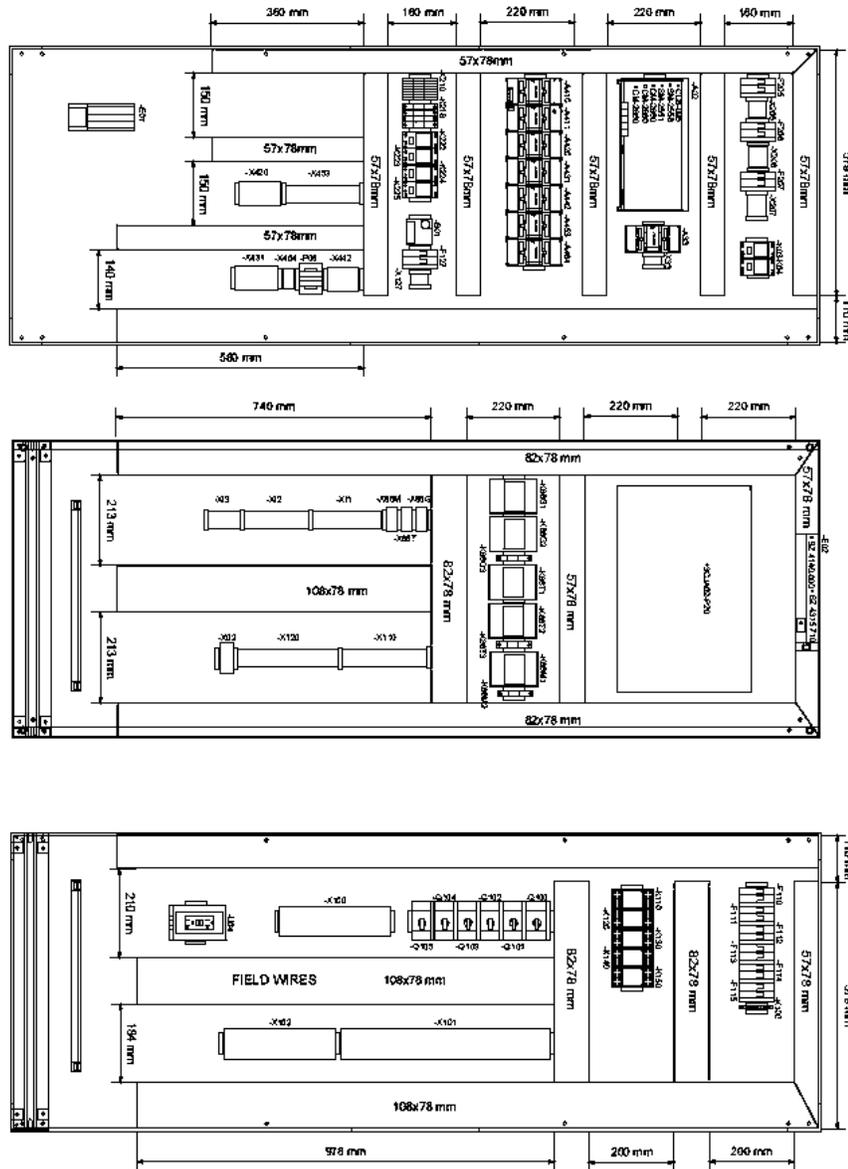


Imagen 4.9 Parte del diagrama de ensamble del proyecto C.H. Maggotty, donde se ilustra la parte interna del gabinete así como la distribución de los equipos dentro de él. Se aprecia en primer lugar el PLC de control, así como sus módulos recolectores de señales. También se distinguen switches, la resistencia calefactora y las clemas receptoras de los equipos de campo.

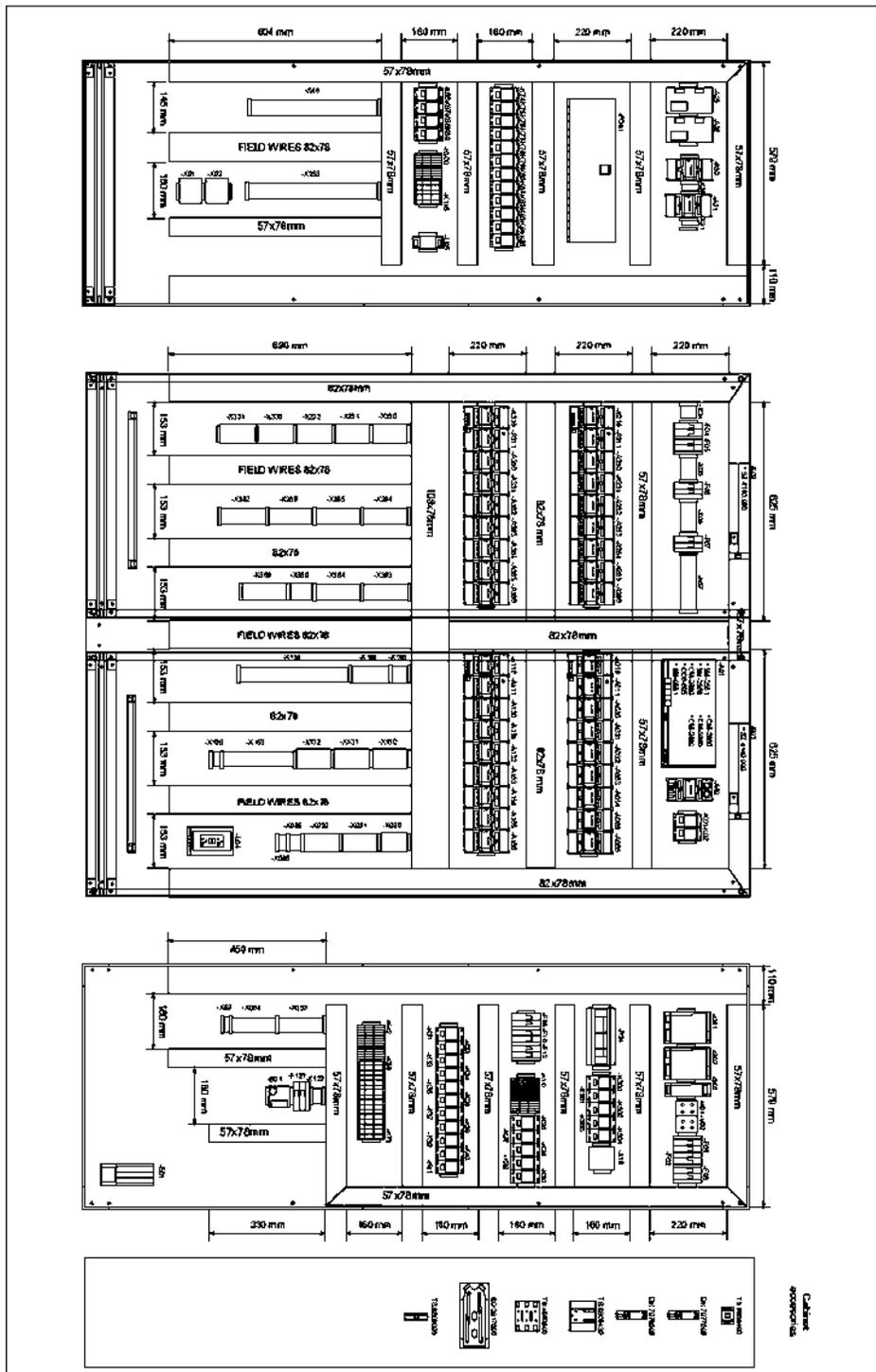


Imagen 4.10. Parte del Diagrama de ensamble del proyecto C.H. Maggotty A, donde se muestra el interior de un gabinete de dos secciones y la distribución de equipo dentro de él. Se pueden apreciar las fuentes, el PLC, sus buses de tarjetas recolectoras de señales, clemas para la conexión de equipo de campo, una caja distribuidora de fibra óptica y un calefactor.



4.1.5 Diagrama de circuito

Como se dijo anteriormente, el Diagrama de circuito, es un plano completo y detallado de las conexiones e interconexiones entre equipos de uno o varios sistemas, realizado con el fin de tener una imagen clara de las conexiones que lo conforman (Imágenes 4.10 y 4.11). Esta realizado en el programa de ingeniería E-plan.

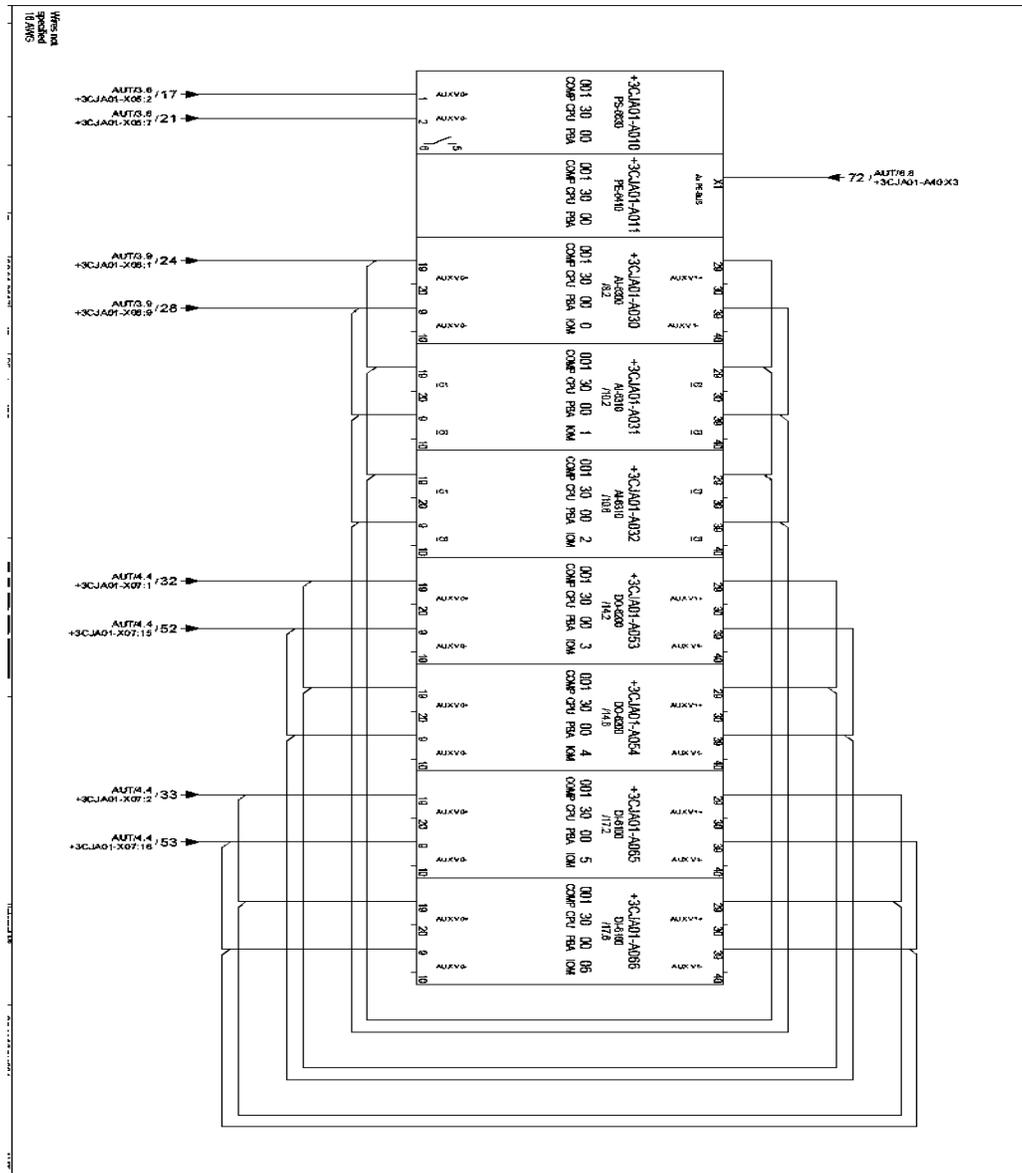


Imagen 4.10. Conexión de las tarjetas de entrada y salidas digitales y analógicas para la administración de señales de control



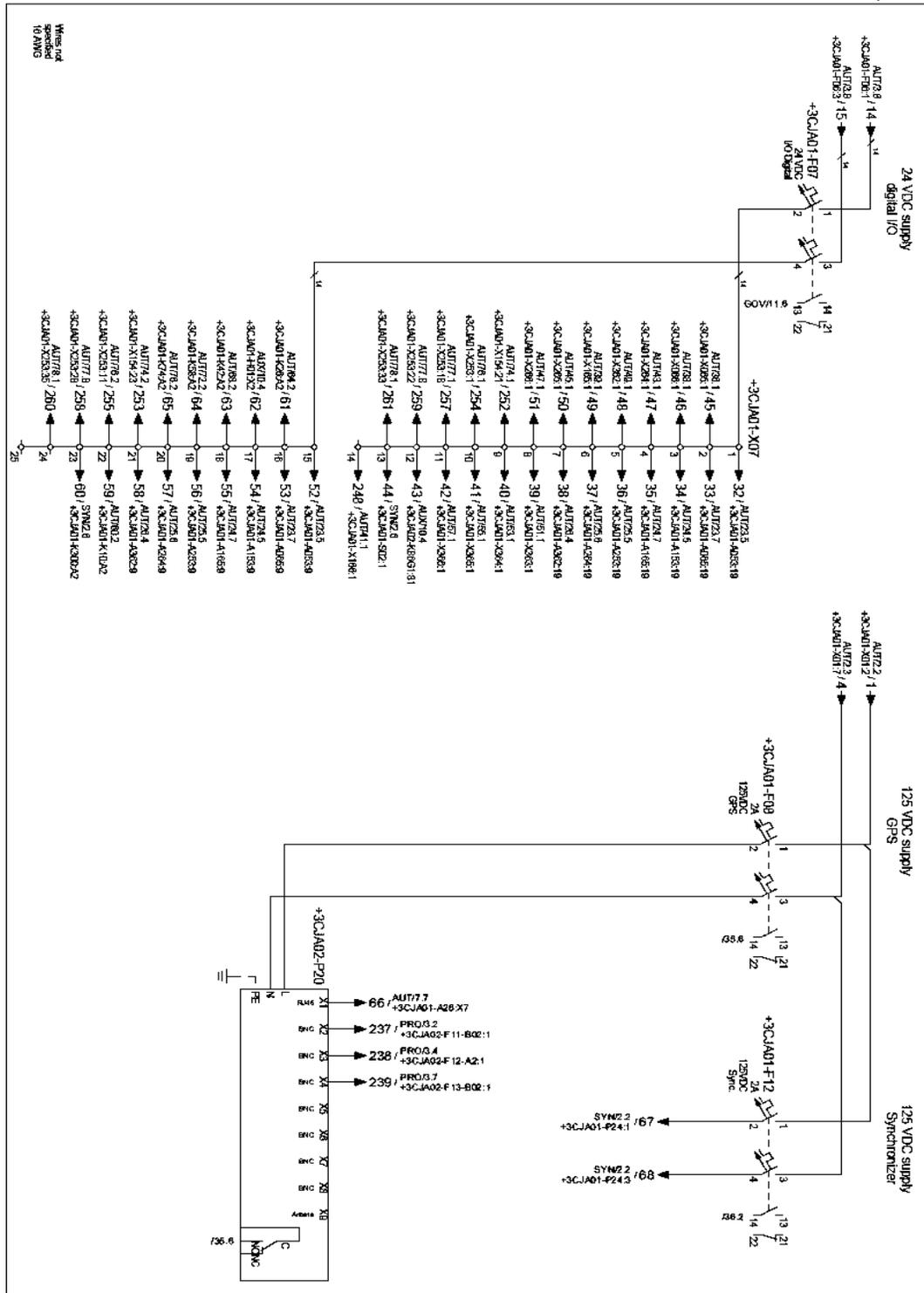


Imagen 4.11 Asignación de voltajes a los distintos equipos provenientes de las fuentes de alimentación





4.1.6 Suministro

Para el proyecto de Maggotty “A”, fue suministrado un Integrated Control Panel, que estuvo basado en el Controlador Lógico Programable (PLC) implementando las siguientes funciones:

- Unidad de Control Digital y Auxiliar de la planta.
- Regulador de velocidad digital.
- Sistema de excitación estática.
- Protecciones de relevadores (Generador y transformador).
- Medición de generador.
- Sincronizador automático y tablero de sincronización.
- Tablero de media tensión (Incluida la unidad de Circuit breakers).
- Banco de batería y cargador de baterías.
- Inversor.
- Transformadores de unidades

Para desempeñar las actividades concernientes al proyecto, se contó con un Tablero de control integral, que contuvo:

Unidad de control, PLC Siemens TC-1703 ACP

- 1 CP-6014 Master Central Processing Unit
- SM-2556 Ethernet Interface 10/100TX
- 2 PE-6400 Peripheral Interface
- 2 PS-6620 Power Supply
- 1 DI-6100 16 x Digital Input Module, 24VCD
- 1 DO-6200 16 x Digital Output Module, 24 VCD
- 1 AI-6300 4 x Analogical Input Module, 4-20mA
- 3 AO-6380 4 x Analogical Output Module, 4-20mA
- 1 TE-6420 4 x Speed Module
- 1 Serial Port for remote Communication
- Ethernet Port for Communication with the Control System.





Esquema de sincronización:

- Un sincronizador automático modelo T4500-13-00 SELCO.
- Mientras que la sincronización manual estuvo compuesta por:
 - 1 Sincronoscopio.
 - 1 Doble Voltímetro.
 - 1 Doble Frecuencímetro.
 - 1 Switch de dos posiciones para el control del voltaje.
 - 1 Switch de dos posiciones para el control de la frecuencia.

Esquema de medición:

Estos equipos de medición fueron destinados para la parte de generador, los cuales consistieron en:

- Un medidor digital para el generador SCHNEIDER PM5560, cuyas características son:
 - Medición de multi función.
 - Precisión de 0.2.
 - 600 VAC por diez segundos.
 - 300 VL-N, de tres fases.
 - Corriente AC 0.15–20 A
 - 100 A por segundo.

Relevadores de protección para la parte del generador y el Sistema de excitación.

Esta sección no forma parte de mi departamento dentro de Andritz Hydro, sin embargo es importante mencionar los instrumentos seleccionados.

- 1 Relevador protector digital multifuncional protector de generador SEL 700G.
- 1 Relevador protector multifuncional digital protector de generador BE1-11G.
- 1 Relevador digital protector de generador SEL 787-3S.





Sistema de excitación estática

- Puente de tiristores rectificadores de 3 fases y 6 pulsos.
- Circuito de protección contra sobrevoltaje del rotor.
- Circuito de field flashing.
- Protecciones por sobrevoltajes de AC.
- Ensamble de AC RC.
- Regulador digital de voltaje (AVR),

Equipo eléctrico de maniobra (Switchgear)

Se suministró un panel de medio voltaje de 6.9 KV, fabricado por la empresa NATUS (Alemania), probado y manufacturado de acuerdo a ANSI, UL y NOM-J-68. El cual consistió en las siguientes secciones:

- Sección # 01 - Circuit Breaker de Generador

Contó con un interruptor de derivación de media tensión, 1.250 A, con 125 VCD de voltaje de cierre y voltaje de disparo, con un relevador anti-bomba, su disyuntor incluyó un indicador de posición, botón de apertura manual, botón de cierre manual, manija de carga manual y enganche de palanca en manivela.

- Sección # 02 – Transformador de Voltaje

Esta sección incluyó:

- 3 Transformadores de voltaje de interior, 7200 / 120V, 50Hz, 7.2 KV.
- 1 termostato automático, 4-33°C
- 3 calentadores de espacio 250w, 125v, 60Hz
- 1 Prot / Ctrl, CH, 2 polos, 30A, 125VCC
- 1 Prot / Calentador, CH, 3 polos, 15A, 120 / 240CA
- 20 Bloques de terminales, 30A, 600V
- 40 Bloques de terminales de corto circuito, 4 polos, 30A, 600V

- Sección # 03 – Seccionador de transformador de unidad

Esta unidad contiene:

- 1 Interruptor sin carga 1000 A
- 1 aislador 7.2 kV
- 2 Calentadores 250 W, 220/120 VAC
- 1 Interruptor de control de temperatura
- 1 Relé auxiliar





- 1 Disyuntor
- 12 Bloques de terminales
- Banco de baterías y cargador de baterías.

Cargador de baterías

El cargador de baterías consistió en dos cargadores de baterías cada uno con las siguientes características:

- Cargador rectificador modelo KfV 50-130, automático, tipo de estado sólido y base en diodos y SCR's,
- Cargador de la batería.
- Accesorios.
- Revestimientos.
- Pruebas.

Diseñado para alimentar el banco de baterías y al equipo conectado (simultáneamente), tiene un circuito que permite operar en paralelo con uno o más cargadores rectificadores (iguales en modelo y marca) dividiendo igualmente la carga. Montado en panel metálico, La tensión de regulación de salida es $\pm 1\%$ con una variación de tensión de entrada de $\pm 10\%$ con frecuencia variaciones de $\pm 5\%$ y variaciones de carga de 0 a 100%. La limitación de la corriente de salida es ajustable y controlada con un límite del 10% de la salida nominal corriente.

Banco de baterías.

El banco de baterías consistió en dos baterías de plomo-ácido, marca SONELIGHT, modelo 60 X 6 MEI 420, consta de 60 celdas, tensión nominal de servicio 125 VDC, capacidad de carga completa 200 A-H / 8Hrs, base construida en placas tubulares y montado en un plástico transparente sellado.

El alcance del suministro incluyó el diseño, fabricación, prueba, embalaje y envío para cada una y todas las baterías y accesorios. Los siguientes accesorios y servicios:

- Células de 125 VDC, 200 AH.
- Todo el electrolito necesario.
- Conectores para las interconexiones de células.
- Marcos para el montaje de las baterías.
- Accesorios.
- Revestimiento para marcos.





Las baterías se suministran secas cargadas con el electrolito, almacenando las células sin riesgo de deterioro. Su tensión mínima de funcionamiento 105 VDC, tensión flotante 130, 2 VDC. Y un periodo de vida de 20 años de funcionamiento en condiciones adecuadas de operación y mantenimiento.

Curso y capacitación

El suministro y alcance de Andritz Hydro en este proyecto también incluyó actividades de capacitación para el personal de JPS (Jamaica Power Services). Todo el enternamiento se realizó en las instalaciones de la C. H. Maggoty, lo que incluyó:

- Entrenamiento para el nuevo sistema de excitación.
- Capacitación para el nuevo sistema de control.
- Formación para el nuevo sistema SCADA.



Imagen 4.13 Vista de los nuevos tableros de control en la C.H. Maggoty durante la puesta en servicio





4.2 Proyecto de la Central Hidroeléctrica “Hatillo”

4.2.1 Ubicación y características

La central hidroeléctrica Hatillo, está ubicada en la comunidad del mismo nombre, a seis kilómetros al suroeste del municipio de Cotuí, capital de la provincia Sánchez Ramírez, República Dominicana y a 113 km al noroeste de la ciudad de Santo Domingo.



Imagen 5.1 Ubicación de la C.H. Hatillo.

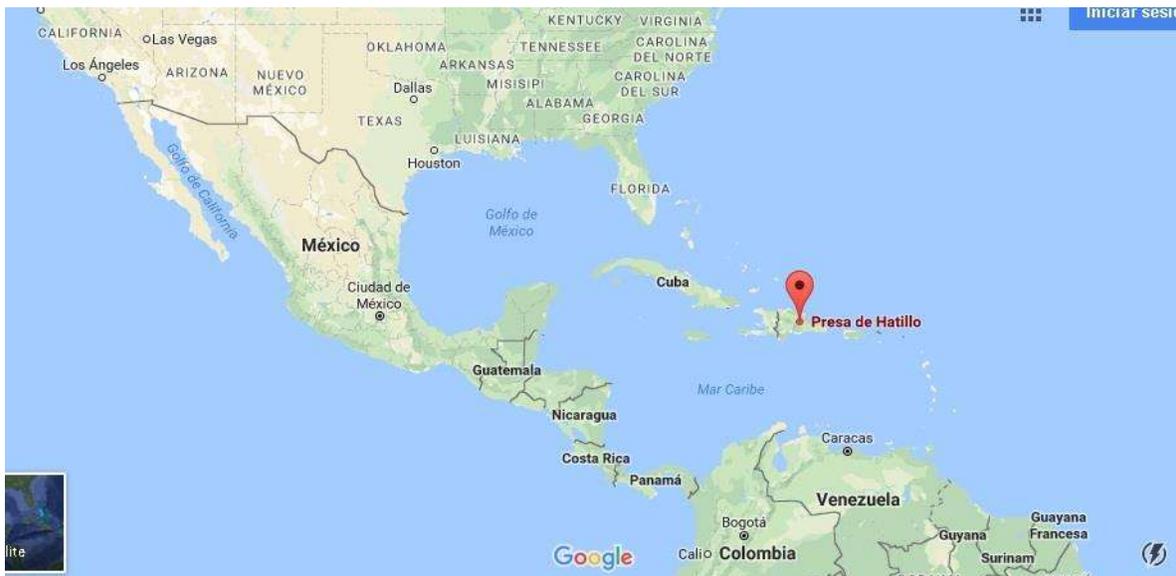


Imagen 5.2 Ubicación de República Dominicana





Su construcción se inició en agosto de 1977 y concluida en el año 1984, a un costo de 41 millones de dólares, financiada con recursos propios del Gobierno Dominicano. La fuente de abastecimiento de la presa es el río Yuna, con una longitud de 138.60 kilómetros, un caudal medio de 35.4 m³/segundos, precipitación normal promedio de 1,562.47 mm/año.

El embalse de la presa de Hatillo tiene un volumen de agua de 710 millones de metros cúbicos, una superficie de 22 km² y una longitud máxima de 15 km, por lo cual es el lago de agua dulce más grande del Caribe. El nivel máximo de operación es de 86,5 msnm y, la mínima, de 70 msnm El dique de esta presa es un muro con una longitud de 1,8 km que se compone de una estructura del tipo de tierra y enroscamiento con profundidad de pantalla de 28 m y un volumen total de 11.5 millones de m³. Su altura máxima neta es de 60 m y su cota en la coronación es de 102,75 msnm.

El vertedero de Hatillo es de tipo orificio, con dos salidas de 8 x 4 metros. Su capacidad máxima es de 650 m³/s . Tiene un ancho de 60 m y la longitud de su canal de descarga es de 800 metros, incluyendo la zona del dissipador. La casa de máquinas y la casa de válvulas son dos edificaciones diferentes ubicadas a pie de presa. La casa de válvulas aloja dos válvulas del tipo chorro hueco que descargan 82 m³/s cada una. Esta edificación existe un área destinada para comedor y sala de reuniones. El edificio de máquinas consta de tres niveles: el primer nivel soterrado, se encuentra la turbina tipo Francis, de eje vertical con 8 MW de capacidad, velocidad de 225 r.p.m., caudal de 30 m³/s y un salto de 30,6 metros.

La operación desde 1984 al 2001, el embalse de la presa de Hatillo tuvo un volumen de entrada de 23,905,985,000 millones de m³ de agua. De los cuales fueron turbinados 11,591,063 millones de m³; desaguados 4 billones,347,197 millones de m³ y vertidos 8 billones,591,302 millones de m³. La presa de Hatillo que almacena las aguas del río Yuna tiene múltiples propósitos, pero su prioridad es servir como control de inundaciones. Esta también garantiza el riego de 198,612 tareas de tierra, en su parte media y 401,088 tareas en la parte baja.





Imagen 5.3 Escena del desembogue en Hatillo

4.2.2 Tableros de la C. H. Hatillo

Este proyecto actualmente sigue en proceso de diseño y construcción, y cuenta con cinco tableros de control de los cuales uno ya existe, en este realizará una interconexión de equipamiento nuevo con otro ya existente con el fin de controlar y automatizar el equipo de campo que llega a este panel. Para este caso, los tableros son remotos, esto es, no están juntos bajo una misma casa de máquinas, sino separados por distintas distancias e interconectados por fibra óptica.

4.2.3 Tablero de Vertedero

Controla las entradas y salidas digitales, en su zona de ubicación, este tablero controlará los sistemas de las HPU's (Hydraulic Power Unit) de las compuertas de acceso de flujo de agua. El objetivo principal de la HPU es proporcionar energía hidráulica para las válvulas con actuador, constará de los siguientes componentes hidráulicos:

- Armario
- Tanques
- Conjunto de bombas con motor
- Filtros
- Acumuladores
- Panel de control





Cuenta con un medidor SINEAX, un PLC siemens, dos Switches de distribución, una touch panel y las tarjetas de entradas y salidas de señales. Su diagrama de circuito se muestra en las imágenes 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8

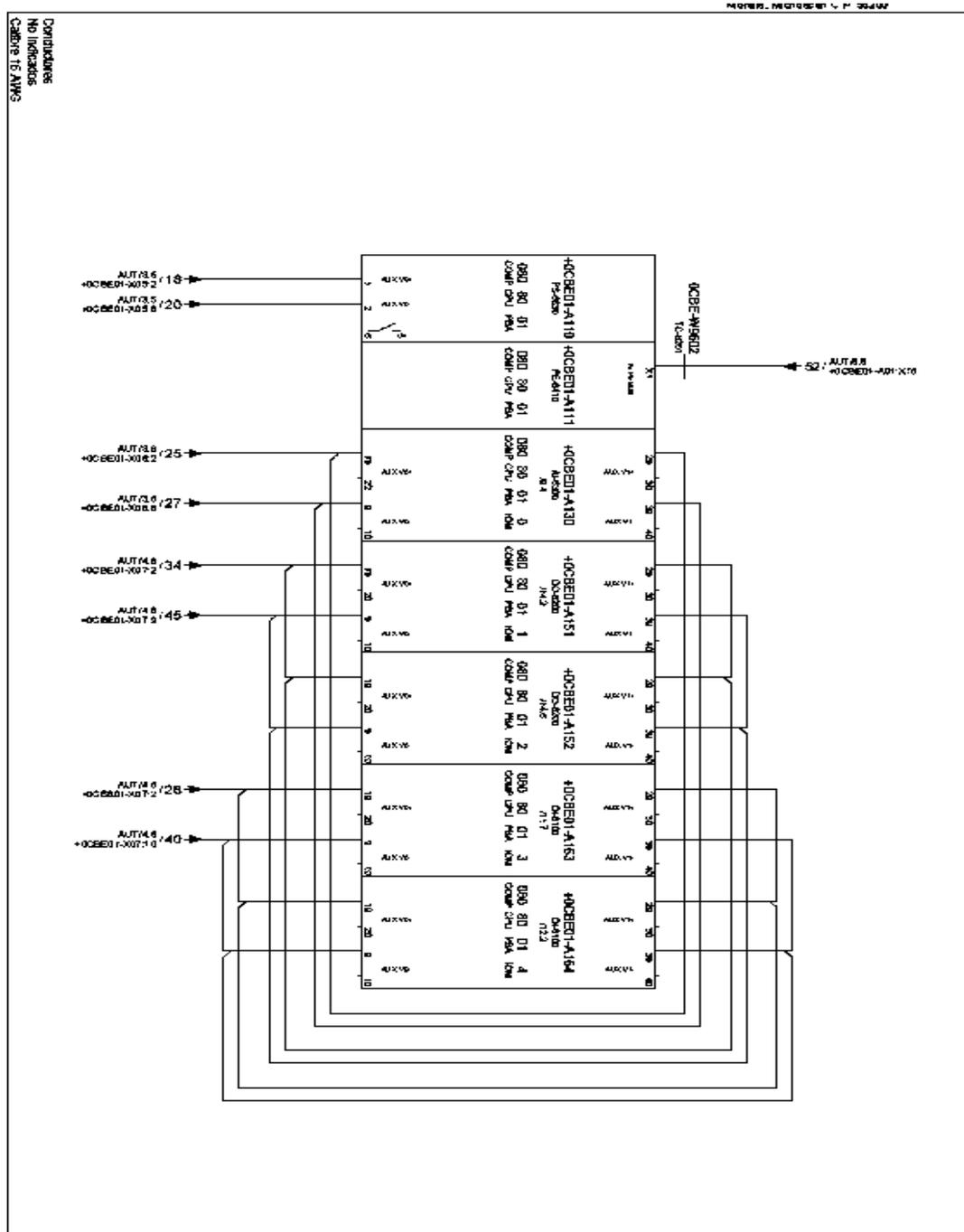


Imagen 5.4 Fragmento de diagrama de circuito del Tablero de Vertedor, en el que se observa la distribución y conexión de un bus de tarjetas de comunicación analógica y digital.



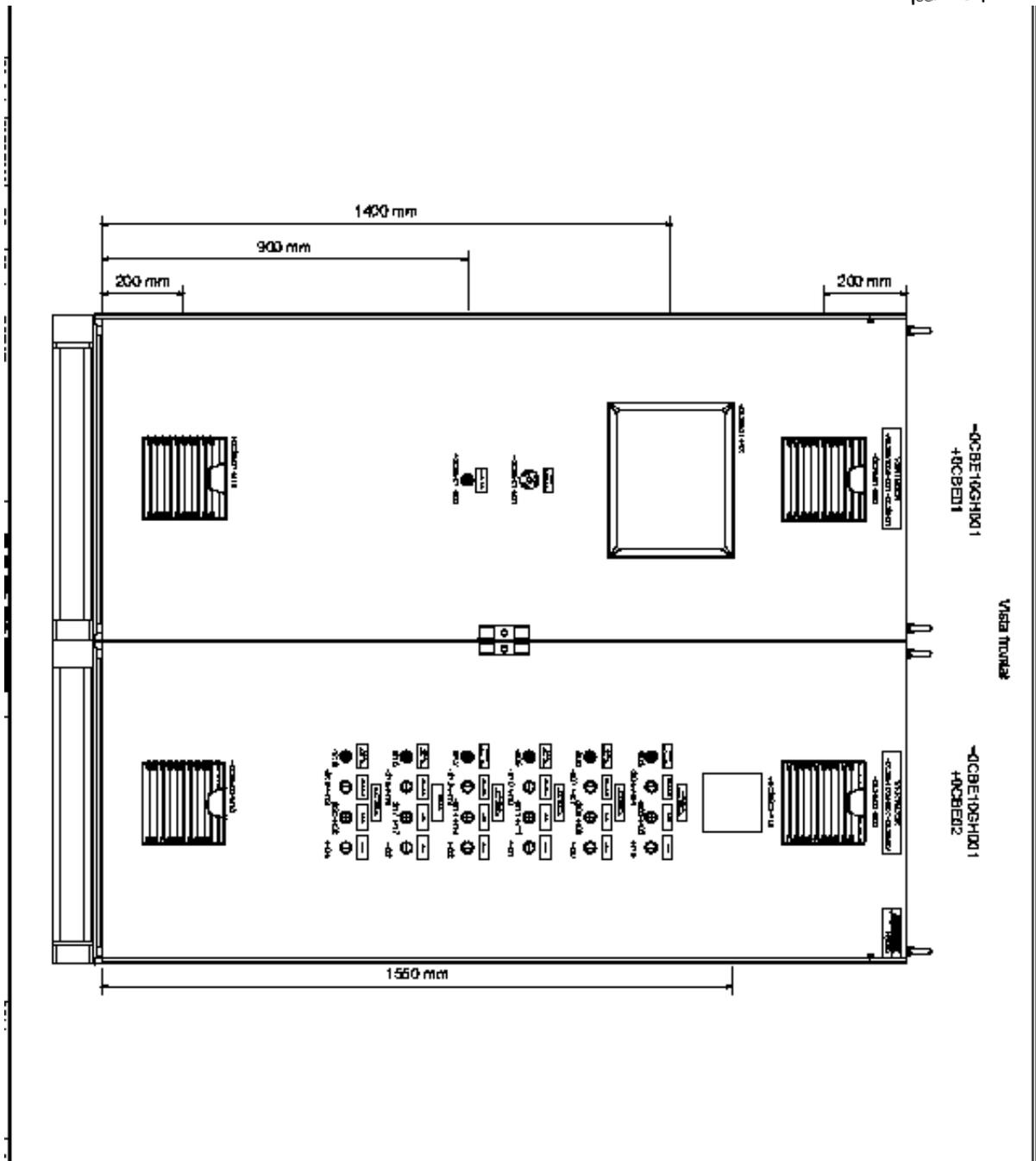


Imagen 5.6 Diagrama de ensamble en el que se muestra al gabinete de control del sistema de Vertedor y los equipos que lleva en las puertas. Una touch panel, un medidor, y diversa botonería, switches y mandos de control.

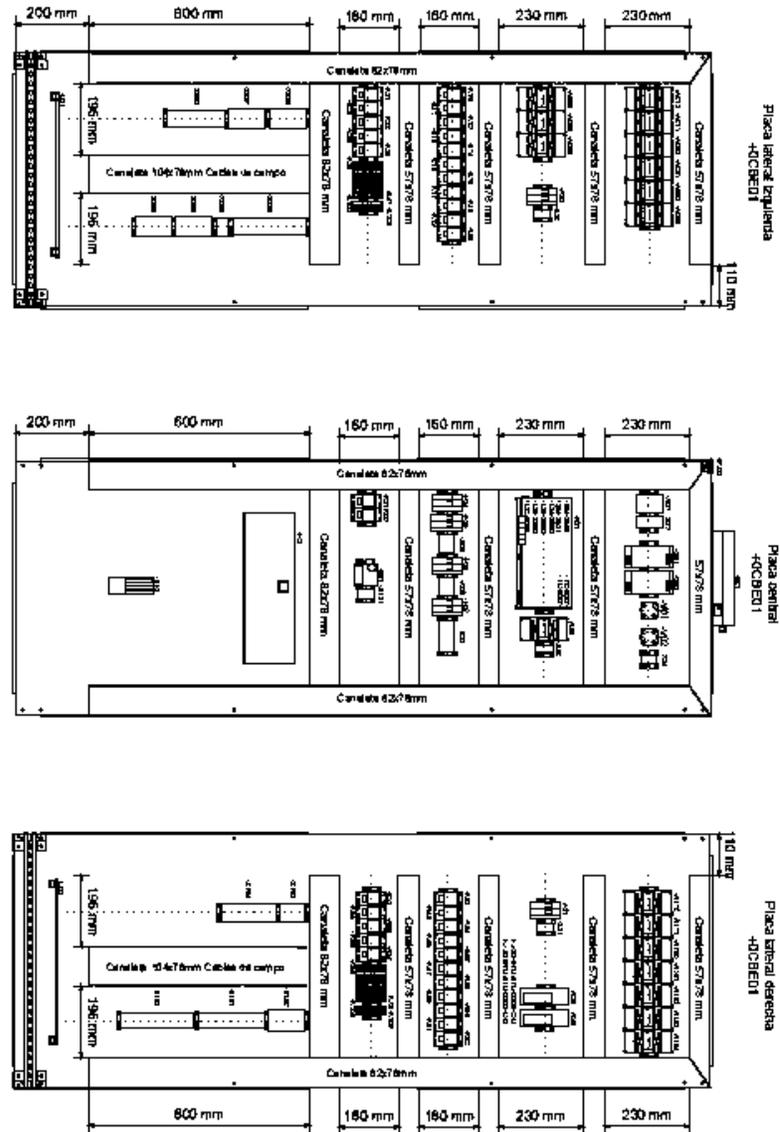


Imagen 5.7 Fragmento del Diagrama de ensamble, en el que se muestra una sección de tablero de Vertedor, donde se observa la distribución de equipo tal como fuentes de alimentación, un PLC, tarjetas de recolección de señales de campo, clemas de conexión, un higróstato y una resistencia calefactora.



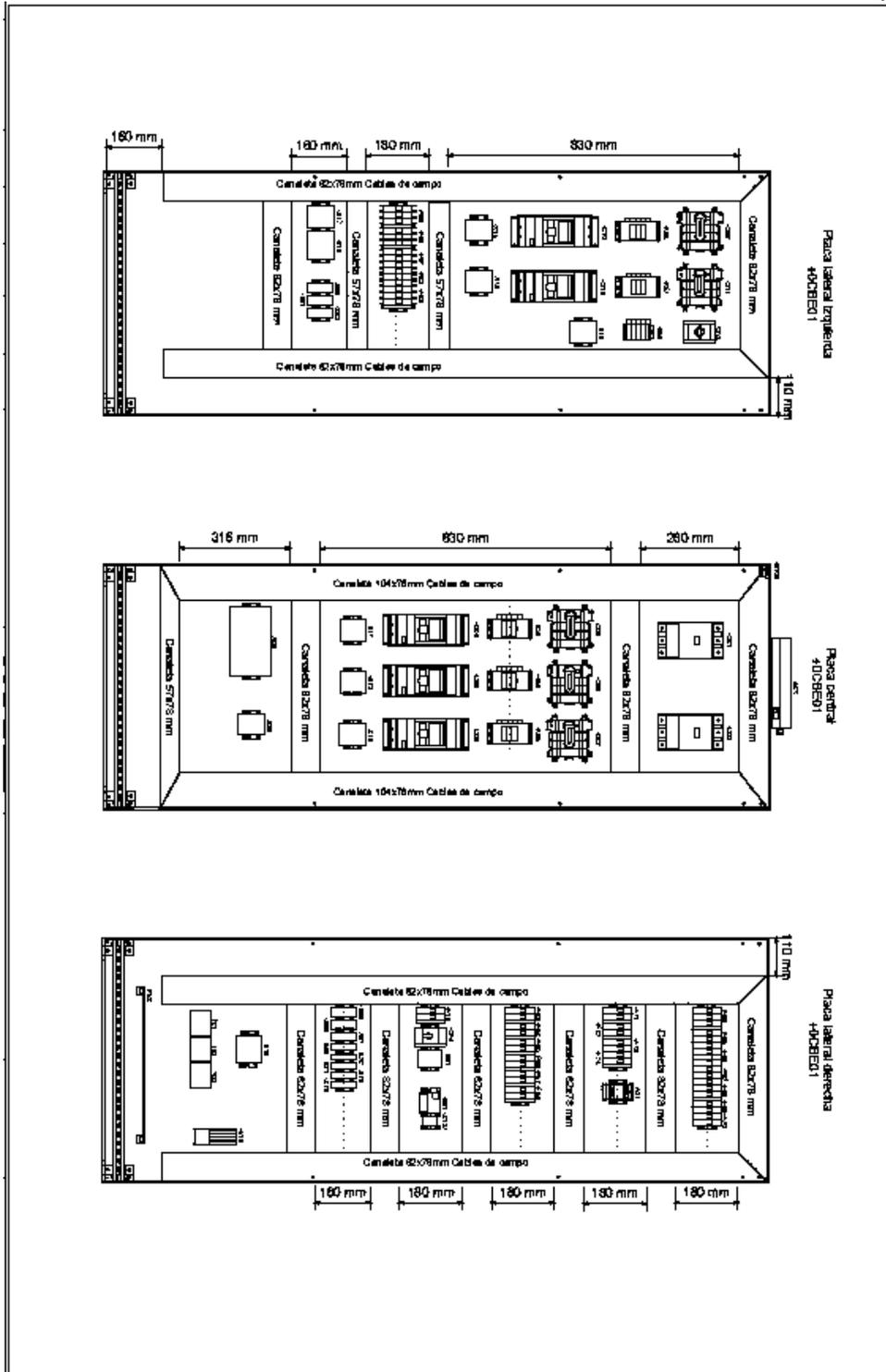


Imagen 5.8 Otra sección de tablero de Vertedor en donde se observa la distribución de equipo tal como los guarda motores, relevadores, tarjetas de comunicación y el sistema de calefacción.



4.2.4 Tablero de Control de Unidad 2

Este tablero es el más completo y el más importante de los cinco, ya que cuenta con sistemas importantes como el de Control, Regulación de velocidad, Protecciones, Excitación, Medición y Sincronización. Conteniendo equipamiento importante como un Regulador de voltaje, dos PLC's, cuatro relevadores de protecciones, un equipo de sincronización, un medidor de línea y otro de generador. Su diagrama de ensamble se muestra en las figuras 5.9, 5.10 y 5.11, mientras que parte de su Diagrama de circuito se observa en las imágenes 5.12 y 5.13.

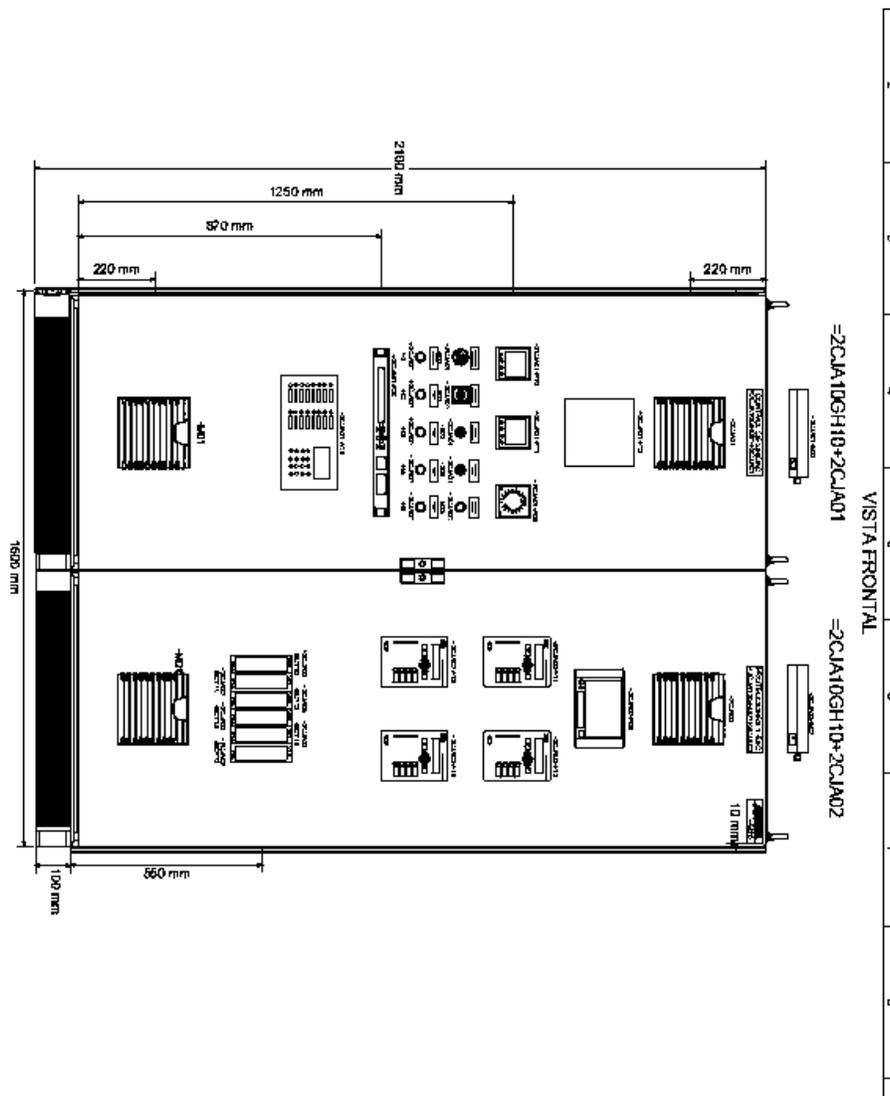


Imagen 5.9 El Diagrama de ensamble del Tablero de unidad 2, muestra la distribución de los equipos en sus puertas. Tales como su touch panel, medidores, el GPS, un sincronizador, cuatro relevadores de protecciones y la botonería de control.

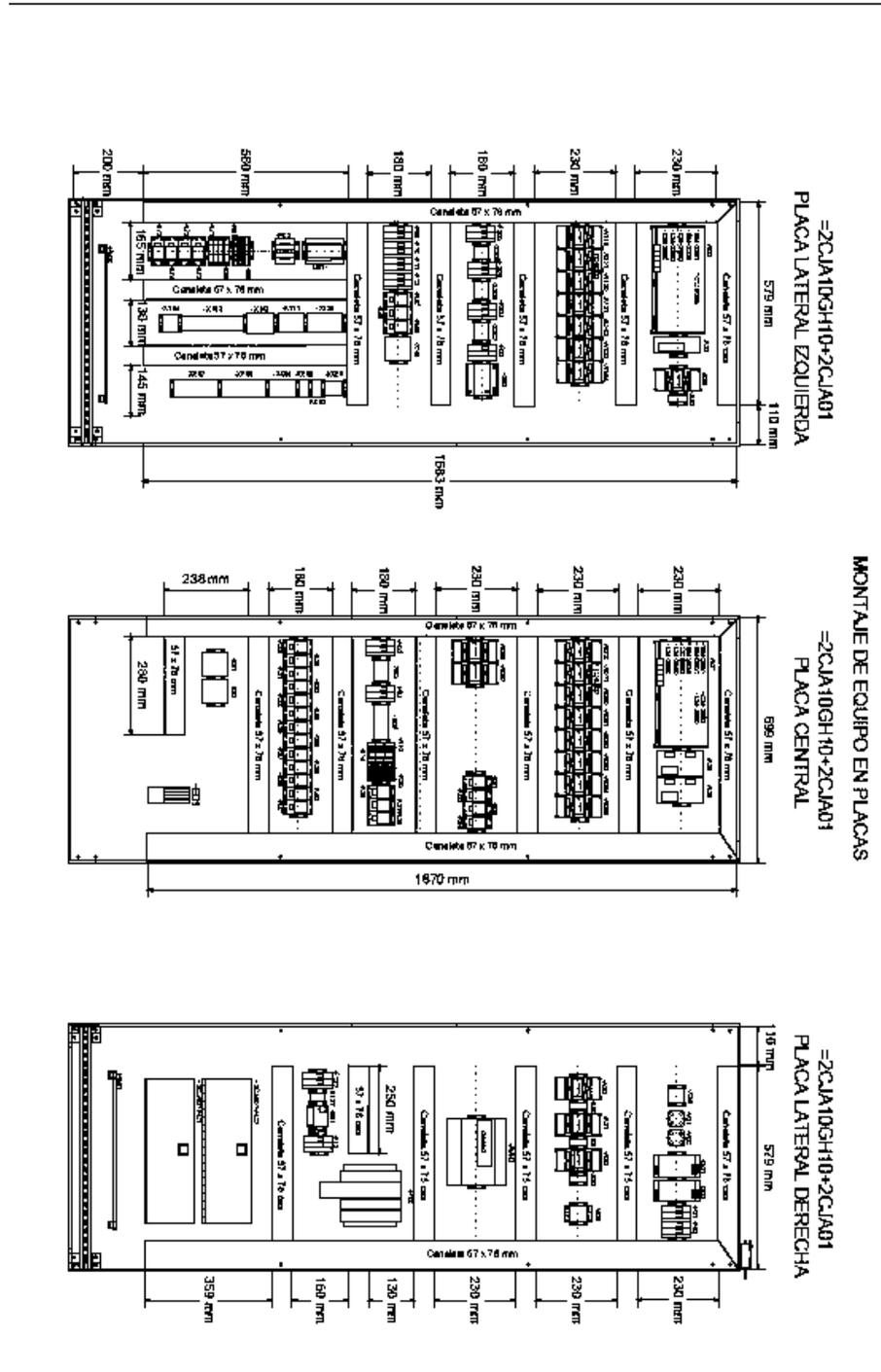


Imagen 5.10 En esta hoja del Diagrama de ensamble, se observa una sección del Tablero de control de unidad 2, y la distribución de equipo en su interior tal como las fuentes de alimentación, el PLC, las tarjetas de comunicación de señales, dos cajas de fibra óptica, el sistema de calefacción y las clemas conectoras de equipo de campo.





4.2.5 Tablero Remoto de Nivel de Generador

Este tablero cuenta con un Switch de comunicación, una Touch panel y tres buses de tarjetas para las señales de comunicación analógicas y digitales. Este sistema recogerá las señales de instrumentación, del sistema de lubricación, que cuenta con un sistema de enfriamiento, de levantamiento de turbina, un sistema de frenado, gestión de válvulas de apertura y cierre, información de filtros, control de presiones de agua y aceite, bombeo y el sistema de distribución de aceite. Este tablero es más pequeño ya que cuenta con solo una sección. Parte de su Diagrama de ensamble se observa en las imágenes 5.14 y 5.15.

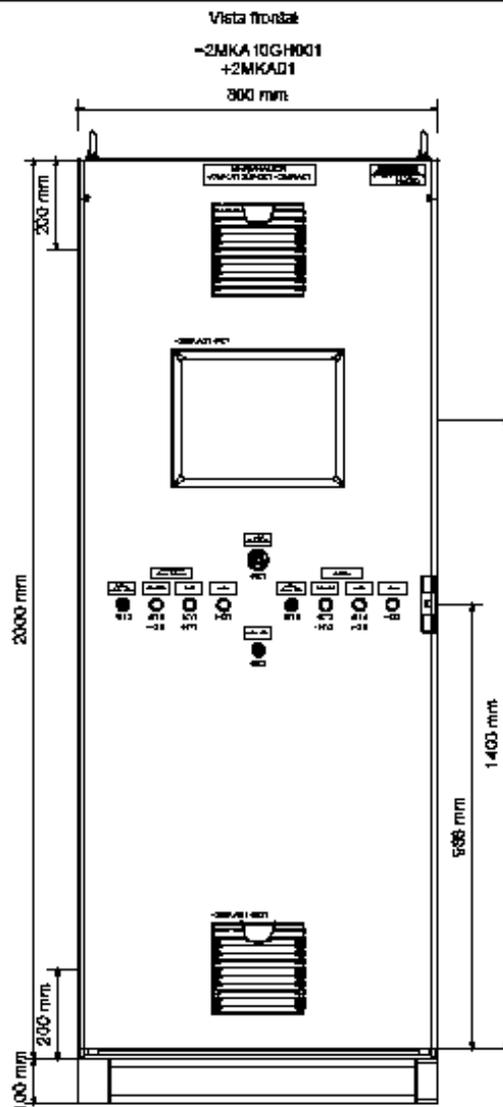


Imagen 5.14 Diagrama de ensamble del Tablero remoto de nivel generador, donde se observa el equipo que lleva sobre su puerta, una touch panel y botonería de control.



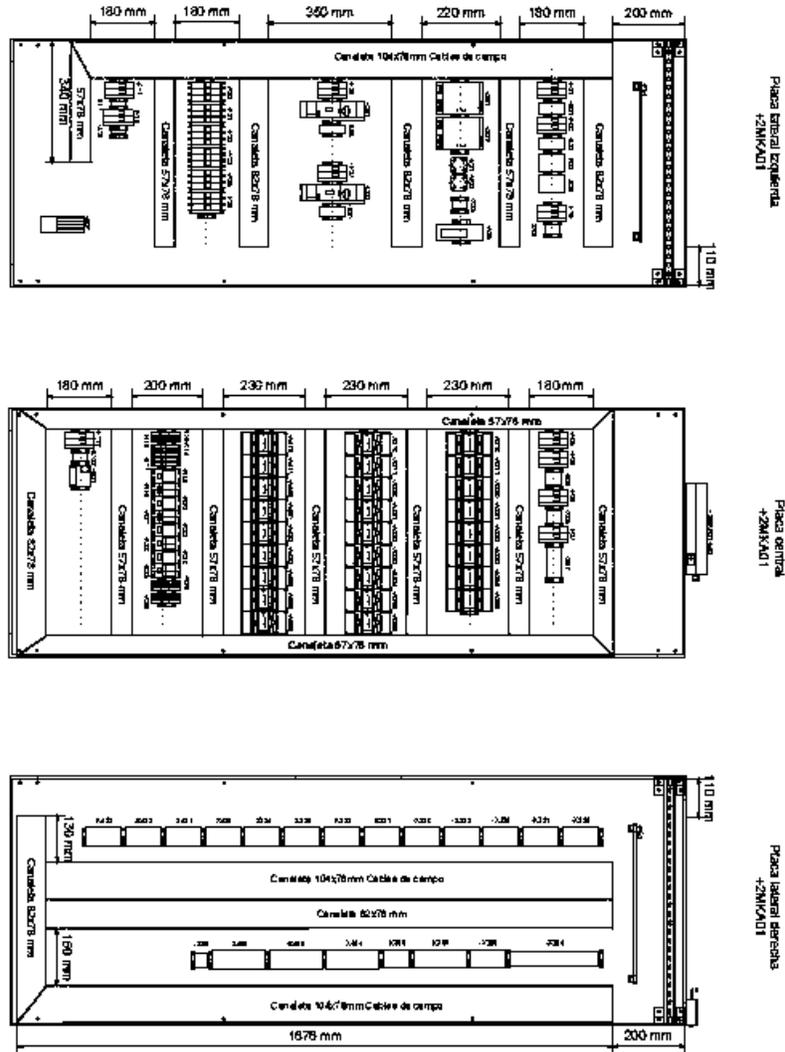


Imagen 5.15 Interior de la única sección del tablero donde se observa la distribución de equipo, en su mayoría tarjetas recolectoras de señales de equipo de campo, así como clemas de conexión para equipo de campo, también se observan relevadores, dos fuentes de alimentación, guarda motores y un sistema de calefacción.



4.2.6 Tablero de Auxiliares

El Tablero de Auxiliares, únicamente cuenta con un bus de tarjetas que comunican a los instrumentos de campo con el PLC de control. Este tablero está dirigido a hacerse cargo de la gestión de operación del CCM (Centro de Control de Motores) en la planta de Hatillo. Un CCM se encargada de regular el funcionamiento y accionamiento de los motores de las máquinas, así como de su protección, el panel cuenta con botones de arranque y paro, dentro de los cubículos hay sistemas de corte de energía que permiten desactivar los motores en caso de emergencia. Este tablero lleva la medición para el cálculo de la sincronización de la máquina. Su Diagrama de ensamble se aprecia en las imágenes 5.16, 5.17, 5.18 y 5.19, mientras que parte de su Diagrama de circuito se observa en las figuras 5.20 y 5.21.

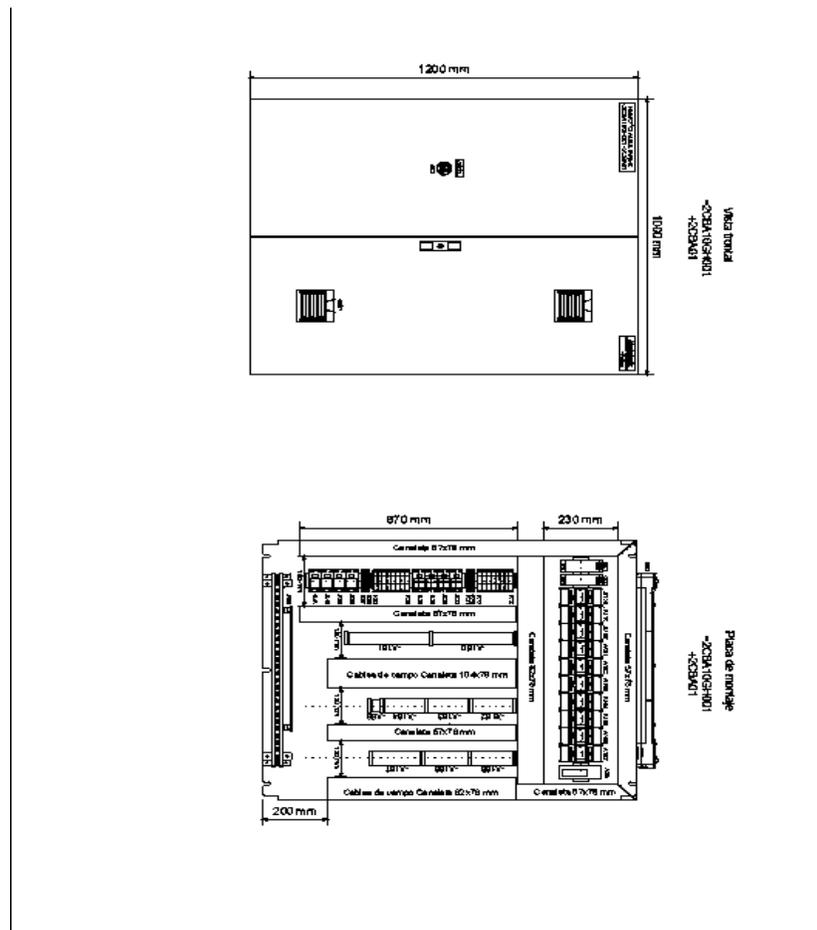


Imagen 5.16 El Diagrama de ensamble del Tablero de auxiliares, dada su naturaleza, es más pequeño que el Tablero de nivel generador. Se observa equipo distribuido dentro del gabinete, tal como las tarjetas de comunicación con el equipo de campo, clemas conectoras y distintos relevadores.

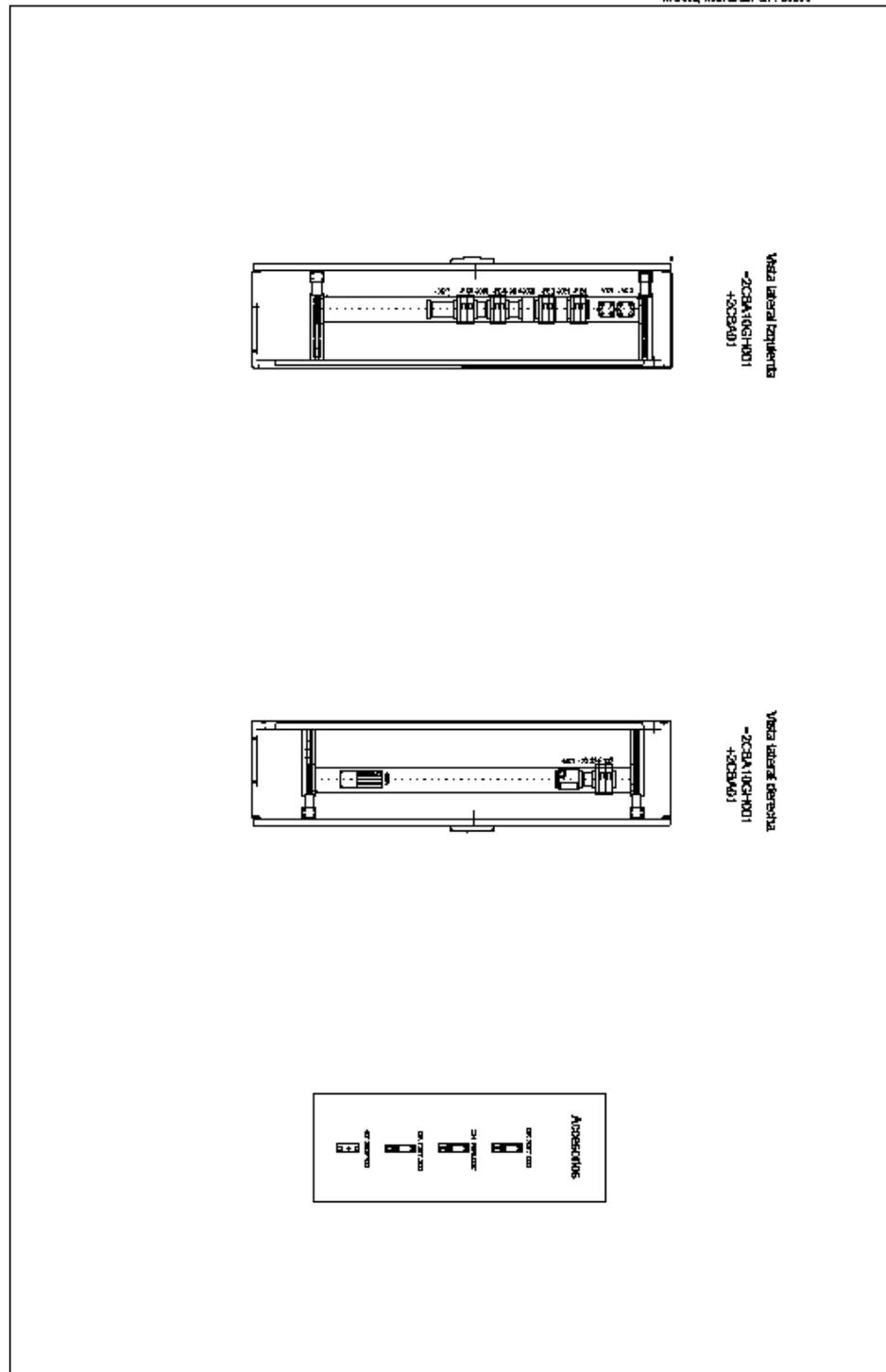


Imagen 5.17 Interior de la sección del Tablero de auxiliares, donde se observan relevadores, clemas y el sistema de calefacción.

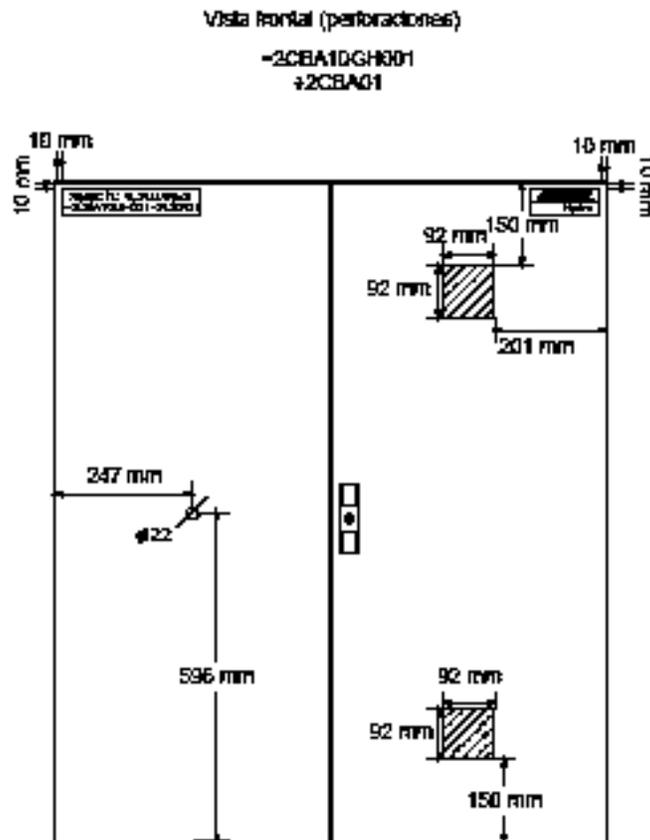


Imagen 5.18 Se muestra la guía para los barrenados del tablero. Guía necesaria en todos los Diagramas de ensamble.

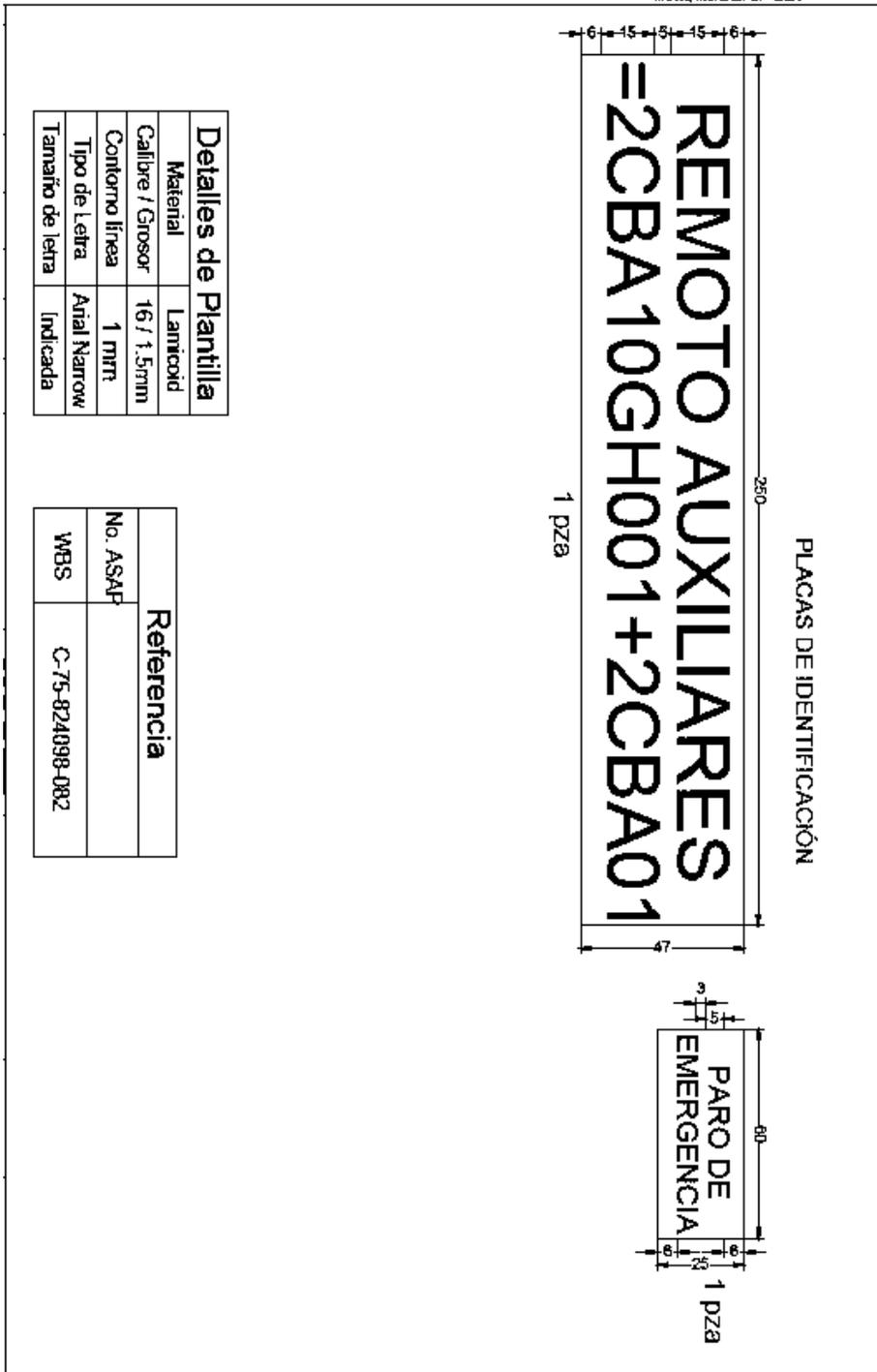


Imagen 5.19 Representación de las placas de identificación necesarias para este tablero. Estas guías también son necesarias en todos los proyectos





4.2.7 Tablero de Control de Unidad 1

Finalmente, está el Tablero de Control de Unidad 1, este tablero es el que tendrá una interconexión con equipo de un tablero existente, el cual cuenta con un Sistema de sincronización, un switch de comunicación remota, un PLC para administrar las señales de entrada y salida, analógicas y digitales, y tres buses recolectores de las señales. Cabe resaltar que actualmente no se tiene mucha información de los instrumentos que irán conectados a este tablero, y que el diseño de este puede tener cambios en su infraestructura en los próximos meses.

Estos sistemas están gestionados por una estación de ingeniería que se comunican entre sí de forma redundante por medio de fibra óptica.

La topología diseñada para este proyecto se aprecia a continuación en la imagen 5.22

4.2.8 Topología



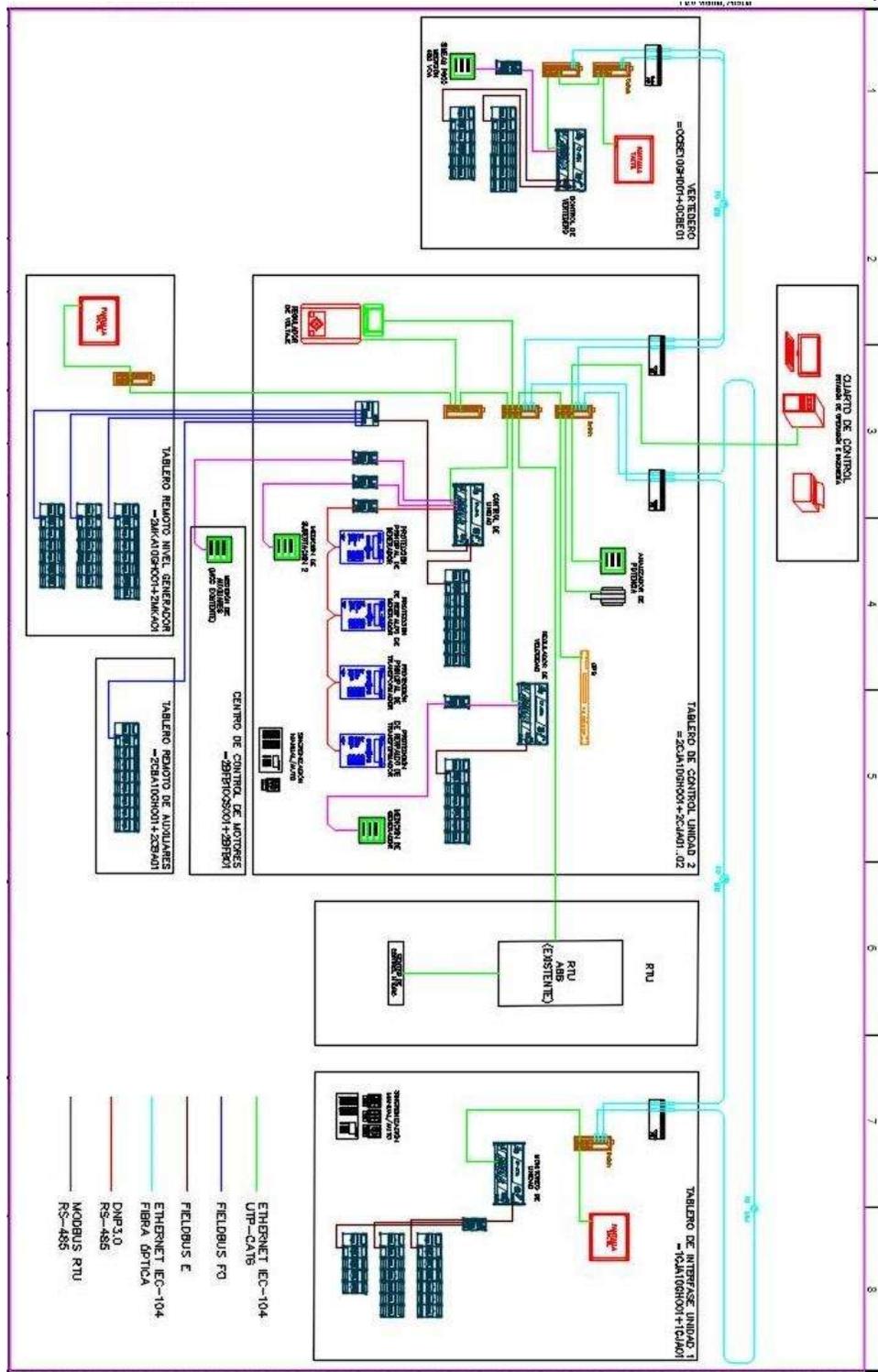


Imagen 5.22 Topología de C.H. Hatillo, se observa una representación genera de la distribución de los equipos más importantes que llevará cada tablero.





4.2.9 Suministro

Para este proyecto, se realizaron trabajos para poner en marcha una unidad generadora en la planta hidroeléctrica, marca Andritz Hydro, tipo Axial, para la compañía EGEHID (Empresa de Generación Hidroeléctrica Dominicana). Para la parte eléctrica Andritz suministró:

- HPU (Hydraulic Power Unit) del regulador de velocidad.
- Tablero de control de unidad.
- Tablero de control de unidad existente.
- Sistema SCADA.
- Válvula de admisión.
- Válvula de alivio.
- Generador.
- HPU del sistema de frenado.
- HPU del sistema de lubricación.
- Materiales de montaje.
- Sistemas eléctricos auxiliares.
- Sistema de aire de servicio.
- Sistema de agua de enfriamiento.
- Sistema de drenaje y separador Agua-Aceite de la casa de máquinas.
- Sistema de vaciado y separación Agua-Aceite externo.
- Banco y cargador de baterías.
- Fibra óptica.
- Sistema de alumbrado.
- Tablero de media tensión.
- Transformador de servicios auxiliares.
- Centro de control de motores (CCM).
- Tableros auxiliares 480V.
- Tablero de transferencia de servicios auxiliares de AC.
- Generador de emergencia.
- Línea de alimentación del vertedero.
- Sistema de tierra expuesto.





Servicios

Los servicios que Andritz Hydro ofreció a este proyecto son:

- Supervisión de montaje de los equipos de automatización, eléctricos auxiliares y sistemas mecánicos.
- Puesta en servicio de los equipos de automatización, eléctricos auxiliares y sistemas mecánicos.
- Trabajos de montaje de los equipos de automatización, eléctricos auxiliares y sistemas mecánicos.

Alcance de suministro para la parte eléctrica.

Para llevar a cabo las funciones arriba descritas, se considera el siguiente suministro:

Para el caso de la Unidad Hidráulica del Generador de Velocidad se ha definido el siguiente alcance de suministro:

Suministro de HPU con diseño actualizado.

Se suministra todo el sistema hidráulico nuevo con un diseño actualizado, considerando una presión nominal de operación como definido originalmente para la turbina.

Unidad Hidráulica (HPU)

- Un (01) Depósito de aceite con mirilla de nivel y termómetro, dren y acceso para limpiar, el depósito alcanzará para todo el aceite del sistema.
- Un (01) Flotador con transductor de nivel 4 a 20mA
- Un (01) Transductor de temperatura de 4..20 mA
- Dos (02) Motobombas con motor trifásico (480 VAC, 7.5 HP) del tipo desplazamiento positivo con dispositivo de control de presión/caudal, directamente acoplado al motor, para el control de velocidad.
- Una (01) Motobomba con motor trifásico (208 VAC, 0.5 HP) del tipo desplazamiento positivo con dispositivo de control de presión/caudal, directamente acoplado al motor, para los safety jack.
- Diafragma para ajuste de tiempos de apertura y cierre del distribuidor.
- Un (01) Filtro doble con contacto de obstrucción.
- Una (01) Válvula de descarga, capaz de descargar el suministro de aceite de las dos bombas
- Una (01) Válvula de alivio para las bombas.





- Un (01) Tanque de presión (Arreglo de Acumulador Nitrógeno-aceite).
- Un (01) Indicador de presión (Manómetro)
- Un (01) Interruptor de presión (Presóstato) para disparo por baja presión de aceite.
- Una (01) Válvula Proporcional del distribuidor
- Una (01) Válvula Proporcional de alabes del rodete
- Válvula de emergencia (shut down), válvula direccional de asiento
- Una (01) Válvula direccional para el control de la válvula de admisión
- Diafragma para ajuste de tiempos de apertura y cierre de la válvula de admisión.
- Válvula direccional para el control de by-pass.
- Válvula direccional para el control del sistema de frenado.
- Diafragmas para el control de la válvula de by-pass.
- Sensor de velocidad (pick up) con base.
- Un (01) Lote de tuberías y accesorios, válvulas anti-retorno, válvulas manuales y tomas de presión para la unidad Hidráulica.
- Un (01) Caja de control local con Arrancadores para los motores, control de consignas, indicadores de velocidad, apertura, limitador y potencia.
- Aceite de primer llenado.

Como parte del suministro, la HPU del Sistema de regulación de velocidad estará sujeta a pruebas en fábrica que aseguran que todos los componentes de hardware y software que integran el sistema responderán tanto individualmente, como en conjunto interaccionando como elementos de un sistema, de acuerdo a los requerimientos especificados.

Las pruebas de aceptación del sistema consisten en:

- Pruebas Preliminares.
- Prueba en Fábrica (FAT).

Montaje y puesta en servicio

Servicio de Montaje y supervisión de montaje, de los suministros de este alcance para efectuar las siguientes actividades:

- Acondicionamiento de la base para el montaje del Regulador de Velocidad.
- Colocación en el sitio de montaje de los equipos de Regulación de Velocidad.
- Anclaje y fijación del tablero.
- Tendido de conduit.
- Tendido de cables de fuerza y de control.
- Identificación de cables de campo.





- Conexión de cables de control y de alimentaciones de C.A. y C.D.
- Conexión de cables de control provenientes de campo

Puesta en servicio

El Servicio de pruebas funcionales y puesta en Servicio de Hatillo, está planeado para llevarse a cabo a mediados de año 2018, con las siguientes actividades

- Pruebas de interlock del regulador.
- Pruebas en vacío.
- Pruebas con la unidad con carga.
- Sincronización de la unidad.





5 Conclusiones.

En mi experiencia personal, iniciar a laborar como Ingeniero de diseño en la empresa Andritz Hydro, ha sido un reto mayúsculo, debido a todas las actividades que conlleva desenvolverse en el área de Control y regulación de velocidad.

Un ingeniero de diseño carga con variadas responsabilidades en la compañía, desde la compra de materiales, pasando por el diseño de documentación importante, hasta finalmente realizar la puesta en servicio de las turbinas y generadores. Normalmente, al poner en servicio el proyecto, el ingeniero de diseño es de los primeros en llegar iniciando las actividades y por otro lado, es el último en dejar el sitio, ya que se requiere que los compañeros de otras áreas hayan finalizado sus importantes labores dentro de la planta hidroeléctrica.

A lo largo del tiempo que he estado desempeñando este puesto, he aprendido a realizar muchas actividades nuevas, esto impulsado por las características propias del departamento, ya que suelen ser muy variadas. La mayor parte de tiempo destinado a un proyecto se realizan frente a una computadora desarrollándolo, posteriormente mucho tiempo también se destina a probar los tableros en el taller de la empresa, para finalmente poner en marcha a la turbina en el lugar desde donde se contrató a los servicios de Andritz. Así que este aspecto es algo que le da mayor dinamismo a las actividades dentro de la compañía.

El mayor reto que he enfrentado hasta ahora ha sido el de la puesta en servicio del proyecto Maggoty A, ya que fue desempeñado en Jamaica, y además de la adversidad que fue ser la primera vez que colaboraba en la puesta en servicio, también el idioma era en ocasiones un impedimento. Durante esta puesta en servicio nos enfrentamos a distintos problemas propios de este tipo de actividades, y tuvimos que realizar trabajos que fueron desde la limpieza de equipos, pasando por la identificación de cables, conexiones de cables de distintos calibres, fallas en equipos, interacción con la sociedad jamaicana, los operadores y gerentes de la planta, hasta vernos en la necesidad de hacer cambios de ubicación de transformadores.

Todo esto generó alteraciones y modificaciones en los documentos que se entregan al cliente al final del proyecto (Documento llamado AS BUILT), y de esta forma el cliente y Andritz Hydro obtienen una información final fidedigna y muy confiable acerca de la configuración de los tableros de control y los instrumentos de campo.





Cabe resaltar que mi paso por la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, también fue un grande reto a afrontar, debido a situaciones tales como las diferentes materias, profesores, horarios y trabajos dentro y fuera de la escuela. En lo personal me quedo con un grato recuerdo de las experiencias y actividades desempeñadas durante esta época, porque además del conocimiento adquirido durante estos años, también se quedan amistades duraderas con compañeros y profesores. Y según mis propias experiencias no me caben dudas de que nuestra facultad de ingeniería cuenta con un alto nivel competitivo dentro y fuera de las aulas.

Han pasado dos años desde que tuve la suerte de ingresar a Andritz Hydro como Ingeniero de diseño y aun sé que me falta por aprender muchas cosas más. Sin embargo ha sido gratificante para mi verme involucrado en proyectos de tal magnitud e irme dando cuenta de cómo al principio las actividades para mí no estaban muy claras, pero con el pasar del tiempo y con experiencias a veces desalentadoras a veces gratas, pude identificar hacia donde iban dirigidas y ahora de a poco voy teniendo actividades nuevas y mayores retos pero bases sólidas para enfrentarlos.

