



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO CENTRO DE
CONTROL DE MOTORES PARA LA CENTRAL
HIDROELECTRICA TEMASCAL.**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN MECATRÓNICA.**

**PRESENTA:
ALEJANDRO RODRIGUEZ SANCHEZ.**

**NOMBRE DEL ASESOR:
EFREN SANCHEZ FLORES.**



APIZACO, TLAX., DICIEMBRE 2023



Apizaco, Tlax., **21/noviembre/2023**

Circular No.: MM/646/2023.

ASUNTO: Liberación de Proyecto.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral del C.

Alumno:	ALEJANDRO RODRÍGUEZ SÁNCHEZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. de Control:	16370907
Nombre del Proyecto:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TABLERO CENTRO DE CONTROL DE MOTORES PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA TEMASCAL.
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica»
Pensar para Servir, Servir para Triunfar»*



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA

DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

EFREN SÁNCHEZ FLORES
ASESOR

c.c.p. Oficina de Titulación
Departamento de Servicios Escolares
Expediente. - Jefe de Proyectos de Vinculación, Metal-Mecánica

EAB*petry.





Apizaco, Tlax., **04/diciembre/2023**
No. OFICIO: DEP-CT/824/2023

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

ALEJANDRO RODRIGUEZ SANCHEZ
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 16370907
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TABLERO CENTRO DE CONTROL DE MOTORES PARA LA CENTRAL HIDROELECTRICA TEMASCAL"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** discos del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES



AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi humilde agradecimiento a Reyna Sánchez Espinoza mi madre, que me enseñó el amor incondicional, respeto y disciplina; a mi padre Guadalupe Rodríguez Xochipa por sus enseñanzas, sin faltar mencionar a mi compañera de esta vida Claudia López Ojeda que sin dudar alguno me ha motivado a seguir adelante y nunca rendirme por cumplir mis sueños, a que si se quiere se puede y que ha estado conmigo en las buenas y malas, a mi tío Gregorio Sánchez Espinoza por ser la mayor motivación de mi vida y a mis hermanas Sarahi Rodríguez Sánchez y Anny Rodríguez Sánchez por el apoyo y afecto incondicional.

Deseo expresar mi más profundo afecto y aprecio a mi asesor, Ing. Eduardo Espinoza Roldan por darme la oportunidad de realizar este proyecto en el corporativo INGENIERIA Y SERVICIO INDUSTRIAL y permitirme formar parte su equipo. Gracias por su paciencia y constancia en este trabajo, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su tolerancia y amabilidad ante las dudas surgidas en la vida de este proyecto, cada palabra y consejo son bien recibidos para ayudarme en mi formación profesional y laboral.

Me gustaría manifestar mi más profunda gratitud al ingeniero Efrén Sánchez Flores, por tomarse el tiempo de leer este documento, brindarme sus comentarios constructivos y proporcionarme herramientas para obtener los resultados deseados.

También me gustaría agradecer a las personas que generosamente entregaron su tiempo, corazón y recursos en apoyo a esta nueva etapa.

INDICE

Resumen.....	pág. 6
Introducción.....	pág. 7
Problemas que resolver	pág. 8
Objetivos.....	pág. 8
Justificación.....	pág. 9
Marco teórico	pág. 10
Procedimiento y desarrollo de actividades	pág. 15
Resultados	pág. 16
Conclusiones	pág. 60
Experiencias y competencias desarrolladas	pág. 61
Fuentes de información	pág. 62

RESUMEN

Durante mis residencias profesionales en la empresa Ingeniería y Servicio Industrial, colaboré en el desarrollo del proyecto “Suministro e Instalación de Tablero Centro de Control de Motores para la C.H. Temascal”, perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad; ubicada en carretera federal La Tinaja-Cd. Alemán Ver, km 22 desviación La Granja-Temascal San Miguel Soyaltepec, Temascal Oaxaca.

Mi participación fue apoyar en la instalación de los dispositivos eléctricos y el cableado de cada silleta de las tres secciones del CCM, para el correcto funcionamiento arranque – paro de cada equipo. Para ello recibí capacitación de las normas de seguridad que se deben acatar dentro de la empresa, llevar un control de recepción de materiales para cada silleta, interpretar los diagramas de lógica de control para cada equipo mediante el software Eplan electric, apoyar en la distribución de los componentes eléctricos en cada silleta, utilizando autocad y apoyar en las pruebas realizadas a cada silleta antes de ser colocada.

INTRODUCCION

El alcance del proyecto comprende la Ingeniería, el Diseño, fabricación, Construcción e instalación de Equipos; suministro de Materiales; Obras electromecánicas, y control, así como desensamble y ensamble de Equipos; permisos y tramites, apoyo técnico, capacitación para operación y mantenimiento, garantías de los trabajos, fletes, seguros, aranceles, en conjunto con las interconexiones requeridas y en general lo que se requiera para la oportuna y satisfactoria ejecución de la rehabilitación del sistema de servicios propios de la C. H. Temascal.

Suministrar información de todos los detalles del Proyecto, tales como: dibujos, planos, registros de la Construcción de las Obras, Pruebas y Puesta en Servicio, en toda la información técnica y documental, en idioma español, excepto aquella que de común acuerdo entre las Partes, se determine en su oportunidad que pueda ser proporcionada en idioma inglés.

La CH Temascal cuenta con cuatro Unidades, de las cuales 2 unidades generan 38.5 MW en un voltaje 115 KV, y dos Unidades de 100 MW en un voltaje de 230 KV. Se requiere para su actualización y modernización dos Centros de Control de Motores, que alberguen los equipos accionados por motores de las unidades de generación, como ambos generadores constan de los mismos equipos, sólo menciono las características de un CCM.

Para el desarrollo del proyecto, se analizaron las especificaciones técnicas que debe cumplir el Centro de Control de Motores, proporcionadas por el cliente.

PROBLEMAS QUE RESOLVER

- Los controles de arranque-paro de cada motor, están en distintos puntos de la unidad de generación, lo que representa pérdida de tiempo del operador, en cada arranque, después de salir de operación el generador por mantenimiento o falla, ya que debe trasladarse a distintos puntos para su arranque.
- En caso de una emergencia no se pueden parar los motores de manera secuencial y rápida por encontrarse de manera descentralizada.
- Los equipos de protección contra sobrecarga y cortocircuito son obsoletos y no se tienen partes de recambio.
- Las rutinas de inspección y toma de lecturas de parámetros eléctricos involucran tiempos de cuatro horas – hombre del personal de mantenimiento.
- Los controles de arranque – paro que se tienen actualmente, no cuentan con los dispositivos necesarios, para ser enlazados con el control centralizado por PLC del generador.
- Se han registrado paros recurrentes, atribuibles a la obsolescencia de los componentes eléctricos de los arrancadores.

OBJETIVOS

El proyecto de Suministro e instalación del Centro de Control de Motores, de la Central Hidroeléctrica de Temascal consiste en el diseño de la ingeniería, fabricación, montaje en sitio y puesta en servicio de un Centro de Control de Motores que garantice:

- 1.- La correcta operación de los equipos de manera centralizada.
- 2.- La protección adecuada de los motores contra sobre corrientes y corto circuito.
- 3.- La continuidad de operación de los sistemas de enfriamiento, lubricación, sistemas de regulación, válvula principal Omega, válvula de by-pass, y resistencias calefactoras del generador, de la Unidad de Generación 3.
- 4.- Tener un medio visual rápido, para conocer en tiempo real el voltaje entre fases, voltaje entre fase y neutro, frecuencia, el consumo de corriente total, consumo de energía, y factor de potencia.
- 5.- Enlazar la secuencia de arranque – paro de los motores, con el control centralizado a base de PLC Siemens del generador.
- 6.- Tener un sistema de seguridad que corte la alimentación de energía eléctrica, ante la presencia o generación de arco eléctrico.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente se tienen tableros independientes y asilados para los diferentes equipos de la Unidad de Generación 3, con una antigüedad de más de 30 años, los cuales no cumplen con las normas de protección y seguridad vigentes, presentan fallas recurrentes.

Centralizar el control de arranque-paro de cada uno de los motores, que influyen directamente en la continuidad de operación del generador.

Tener un control manual en sitio y un control remoto de arranque – paro a través del PLC del generador que se tiene actualmente.

Quitar cableados provisionales que alimentan a los motores, los cuales no cumplen con la capacidad de carga requerida.

Disminuir tiempo de lectura y registro de parámetros eléctricos de los equipos.

Contar con un sistema de detección de arco eléctrico.

Cuidar la integridad física del personal de mantenimiento eléctrico.

Delimitación.

- La lógica de control para el arranque - paro es proporcionada por el cliente y dará su visto bueno de aprobación.
- La coordinación de protecciones es responsabilidad del cliente.
- La memoria de cálculo deberá ser revisada y aprobada por el cliente.
- La secuencia de arranque – paro, controlada por el PLC es responsabilidad del cliente.
- Las pruebas de arranque – paro, serán en conjunto y coordinación con el cliente.

MARCO TEORICO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TABLEROS CCM.

CORRIENTE NOMINAL DEL CCM

La capacidad de corriente nominal de las barras principales, debe ser resultado de la memoria de cálculo.

La capacidad de corriente nominal de las barras derivadas, debe ser resultado de la memoria de cálculo.

El valor de la corriente RMS simétrica de corto circuito disponible que deben soportar las barras principales y derivadas, sin sufrir daños ni deformaciones permanentes debe ser mínimo 65,000 Amperes simétricos (valor eficaz).

MATERIALES

El material de las barras principales y derivaciones son de cobre y las barras principales y derivaciones, tienen esquinas redondeadas, lisas y libres de escamas o rugosidades.

Toda la tornillería empleada en las uniones, son de acero galvanizado. Las tuercas son aseguradas con rondanas planas y de presión.

A todo lo largo del CCM se instala una barra de cobre para conexión a tierra, de una capacidad no menor de 300 Amperes nominales.

Cada sección vertical se conecta directamente a esta barra de tierra. Esta barra de conexión a tierra tiene por lo menos dos conectores mecánicos de bronce al silicio, situados en los extremos del tablero, para recibir los cables de cobre de sección transversal de 67,43 mm.

Las barras se soportan con un material aislante de alta rigidez dieléctrica, formados por elementos de resina epóxica o de vidrio poliéster de alta resistencia mecánica.

La separación de estos soportes aislantes son tal que tal que las barras como los soportes, puedan resistir sin sufrir daños ni deformaciones permanentes, los esfuerzos producidos por la corriente simétrica.

ARREGLO DE LOS BUSES Y SUS DERIVACIONES

El arreglo de los buses y sus derivaciones son: fase 1, fase 2 y fase 3, contando del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, visto desde el frente del CCM.

El arreglo de instrumentos y relevadores, son: fase 1, fase 2 y fase 3 contando de izquierda a derecha o de arriba hacia abajo visto desde frente del CCM y estando la puerta cerrada.

ALAMBRADO DE CONTROL Y FUERZA

Se suministra un ducto o extensión del CCM para la llegada de los cables de alimentación de los motores.

Este ducto o extensión se localiza en la parte superior o inferior del CCM

Por cada cubículo se suministran un block de tres conectores terminales de fuerza (uno por cada fase), para recibir los cables de cobre de alimentación a los motores.

Se suministra un ducto o extensión del CCM para alojar los "blocks" de terminales de los cables de control.

Este ducto o extensión está localizado en la parte superior o inferior del CCM.

El alambrado de control y de auxiliares debe ser hecho por el proveedor, atendiendo a los siguientes requisitos:

- El alambrado del CCM para las conexiones al exterior debe llevarse a tablillas terminales. Debe alambriarse de un solo lado de la tablilla terminal. Cualquier conexión común que se requiera por el proveedor debe ser hecha en este mismo lado dejando libre el otro lado, para la llegada del alambrado de la CFE.
- El arreglo del alambrado debe ser tal, que los aparatos e instrumentos puedan ser removidos sin causar problemas en el alambrado.
- Todas las terminales que no sean utilizadas en los relevadores, de los instrumentos, de los contactos auxiliares, entre otros; deben llevarse a tablillas terminales para uso futuro de la CFE.
- El alambrado debe agruparse en paquetes.
- Todo el alambrado debe soportar las pruebas de calidad de esta especificación.

CONDUCTORES Y ACCESORIOS

Los conductores y accesorios que se utilizan en el alambrado cumplen con lo indicado a continuación:

a) Conductores.

Cable tipo flexible para 600 V y 90 °C que cumplen con la norma NMX J-438-ANCE.

Los cables que pasen a puertas abisagradas deben ser del tipo extra flexible, adecuado para esta aplicación.

No debe efectuarse ningún empalme en los cables.

Cada cable debe ser identificado con su número en los extremos por medio de un anillo de plástico u otro método similar de marcado permanente.

b) Terminales.

Los conductores pueden tener terminales tipo anillo para sujetarse directamente con tornillo o bien utilizar el propio cable desnudo cuando se utilizan tablillas terminales tipo clema.

c) Tablillas terminales de control

Todas las tablillas de control y de circuitos auxiliares deben estar debidamente identificadas.

Las tablillas deben ser del tipo clema con tornillo de sujeción.

UNIDAD REMOVIBLE

Las unidades que contienen interruptores, arrancadores, combinaciones de interruptor y arrancador, transformador de control, estación de botones, lámparas indicadoras entre otros, son del tipo removible y cumplir con lo siguiente:

- Las unidades deben estar formadas por una celda metálica de tal manera que todos los componentes queden totalmente aislados de las otras unidades.
- Las unidades deben contar con un dispositivo para conectarse a las barras verticales de fuerza.
- Las unidades iguales deben ser intercambiables.

CUBÍCULOS QUE ALOJAN LAS UNIDADES REMOVIBLES

- El cubículo que aloja las unidades removibles debe estar provisto de guías para la inserción y extracción de dichas unidades, de tal forma que pueda reemplazarse una unidad estando el bus energizado.
- Cada compartimiento debe tener una puerta frontal de acero con bisagras fijadas en la estructura, en esta puerta, deben ser montados los mecanismos de operación de los interruptores.

MECANISMO DE OPERACIÓN DE LOS INTERRUPTORES.

- Este mecanismo debe ir montado en la puerta del cubículo y ser de operación manual. accionado desde el exterior de la puerta.
- Debe tener previsión para asegurarse por medio de candado en la posición fuera.
- Debe tener un bloqueo mecánico para que la puerta no pueda abrirse cuando el interruptor este en la posición cerrado.

INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS

Deben cumplir con lo siguiente:

- Tensión nominal: 600 v
- Numero de polos: 3
- Operación: manual
- La corriente interruptora simétrica, valor eficaz de todos los interruptores de marco y corrientes nominales de disparo deben ser mínimo 25 000 A; 480 VCA.
- Tipo: termo magnético
- En caja moldeada
- Cada polo de la unidad de disparo debe estar equipado de un elemento por sobre corriente, del tipo de disparo libre.

ARRANCADORES MAGNÉTICOS

Los arrancadores magnéticos deben ser del tipo de arranque del motor directo a la línea y deben cumplir con lo siguiente:

- Cada arrancador debe contar con tres relevadores térmicos de sobrecarga, conectados en la línea de alimentación al motor.
- Con cada arrancador magnético se deben suministrar tres elementos térmicos, cuya corriente a plena carga se indica en las Características Particulares.
- Cada arrancador debe contar con un botón para el restablecimiento manual de los relevadores térmicos, montado en la puerta del cubículo, para su operación desde el exterior, las bobinas del arrancador magnético deben ser para 220 vca y/o 127 vca, 60 Hz, conectadas a través de un transformador de control de 480/220/120 V.

LÁMPARAS INDICADORAS

Se deben suministrar dos lámparas indicadoras, roja y verde con cada combinación de arrancador no reversible, roja para indicar la posición cerrado y verde para indicar la posición abierta.

Estas lámparas indicadoras deben ser del tipo pesado y a prueba de líquidos.

Pueden ser del tipo “LED”

Deben operar para una tensión nominal de 220 V y/o a 120 V como el voltaje de control.

Cada lámpara indicadora debe incluir los accesorios necesarios para poder instalarse en el tablero.

ESTACIÓN DE BOTONES

Deben suministrarse dos botones de arranque y paro montados en el cubículo.

CONTACTOS AUXILIARES

Deben suministrarse los contactos Auxiliares requeridos para cada lógica de cada cubículo.

PLACAS DE IDENTIFICACIÓN

Deben suministrarse las placas de identificación montadas en el frente del CCM por cada cubículo que aloje una combinación de interruptor termo magnético y arrancador directo a la línea.

NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES

Los equipos para suministrar, así como sus sistemas, instalaciones y obras complementarias, objeto de la presente especificación, deberán diseñarse de acuerdo a la última edición de las Leyes, Reglamentos, Criterios, Normas y Códigos Mexicanos aplicables conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización o a falta de estas, las Normas Internacionales aplicables. Asimismo, en apego al cuarto párrafo del artículo 87 de la Ley anterior, se deben aplicar las especificaciones técnicas de la Comisión. En el caso que el Licitante ganador pretenda seguir otros Códigos y Normas diferentes a los indicados en esta Sección, debe indicar claramente en su Proposición su equivalencia. Las actividades ambientales deberán cumplir con la Normativa Ambiental Federal, Estatal y Municipal vigente.

El licitante ganador deberá además de cumplir con las especificaciones indicadas, en este punto aplicarán, las que no aparecieren en esta relación, pero se mencionen en alguna parte de la especificación.

Leyes, Reglamentos, Criterios, Normas y Códigos Mexicanos.

A continuación, se presenta una lista de las Leyes, Reglamentos, Criterios, Normas y Códigos que el Contratista y las instalaciones deben cumplir al menos, la cual es indicativa pero no limitativa, por lo que el Contratista deberá buscar, adecuar y cumplir con las demás Normas específicas al Proyecto.

Reglamentos

Manuales y Normas de la Comisión

El Licitante ganador deberá suministrar los tableros del CCM de acuerdo con lo establecido en la sección 7.3

CFE V6300-21	Características Técnicas para Relevadores de Protección
CFE V6700-62	Tableros de Protección, Control, medición, Supervisión y Registro para unidades Generadoras y Subestaciones Eléctricas

PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Capacitación del proyecto y reglas de seguridad.	P																		
	R																		
Recepción y control de materiales.	P																		
	R																		
Revisión y elaboración de diagramas Eléctricos para cada sección	P																		
	R																		
Elaborar en AutoCad la distribución de componentes en cada sección	P																		
	R																		
Armado, conexión y pruebas a cada sección del CCM	P																		
	R																		
Reporte de pruebas a cada sección del CCM	P																		
	R																		

RESULTADOS

1.- Selección del Centro de Control de Motores CCM marca Eaton

Para cumplir con las especificaciones técnicas, se analizaron diversas marcas que se dedican a la fabricación de CCM's, pero pocas son las que cumplen con las exigencias de la CFE, una de ellas es EATON, quien además de cumplir con las normas internacionales, cumple con las normas mexicanas y pruebas de LAPEN, organismo de pruebas que avala los equipos antes de ser colocados y puestos en operación dentro de la CFE:

El centro de control de motores marca Eaton Freedom 2100, representado en la figura 2, consiste en una o más secciones totalmente cubiertas, de accionamiento frontal, conjuntos estructurales independientes de 90 pulgadas de altura, que está compartimentada para alojar las unidades de control individuales. (2) Con unidades de control montados en la parte frontal solamente, la estructura puede ser de 16 o 21 pulgadas de profundidad. Para unidades de montaje pared a pared, la estructura es de 21 pulgadas de profundidad, cubiertas de aceros (7) cubre la estructura en la parte superior, en los lados y en la parte de atrás de las estructuras de la parte montada frontal únicamente.

Un sistema de bus vertical instalado en cada sección vertical está conectado al bus horizontal para alimentar las unidades de control individuales. El bus vertical está aislado por una barrera de altura completa. (6) Una barrera de laberinto opcional provee ambas cosas aislamiento y protección. Una persiana automática es incluida con el sistema de barreras de laberinto de barras para proteger las aberturas por corte para cada unidad de control.

En la parte de arriba de cada sección, una puerta provee acceso directo al conducto de cableado horizontal superior (11) y al bus de tierras. El conducto de cableado horizontal está aislado del sistema de bus por las barreras de acero que pueden ser removidas para propósitos de instalación y mantenimiento. Espacios adecuados son previstos para el control del cableado y la entrada del cable por arriba.

En la parte inferior de cada sección, una puerta (18) provee un acceso rápido al conducto de cableado horizontal inferior, y al bus de neutros (si es previsto). La parte inferior de cada sección está completamente abierta para proveer acceso no restringido a la entrada del cable por abajo y conductos. Canaletas pueden ser instaladas a lo largo de la parte inferior del centro de control si es especificado, y una placa inferior podría ser especificada.

Una conducto de cableado vertical de 8 pulgadas de profundidad, que se extiende sobre las 90 pulgadas de altura del centro de control, está localizado al lado derecho de cada compartimento. Este conducto de cableado está cubierto por dos puertas colgantes (15) y contiene soportes de cable para asegurar los paquetes de alambres y cables. El conducto de cableado vertical se une al conducto de cableado horizontal en la parte superior e inferior para evitar que haya obstrucción de espacio por interconexión de cables.

Cada sección vertical provee espacio para montar hasta seis unidades controladoras (2) con una mínima altura de 12 pulgadas, en incrementos de seis pulgadas, para un total de

72 pulgadas de espacio usable. Los controladores para el arranque – paro, pueden ser NEMA o IEC son de tipo extraíble. Estas unidades extraíbles son paquetes autónomos consistentes en cubiertas de acero, manejo operativo y componentes eléctricos. Los ensamblados extraíbles se deslizan en este compartimento sobre los rieles de guía (11) para proveer la fácil retirada y reinstalada y para asegurar una alineación precisa de las unidades con el bus vertical. Cada unidad extraíble es puesta en cada lugar con un cerrojo sencillo de $\frac{1}{4}$ de vuelta (4), que puede solamente ser ocupado cuando las guías de cable está completamente acoplado con el bus vertical. Cada unidad tiene una puerta separada, (1) que mantiene cerrada por un mínimo de dos abrazaderas de $\frac{1}{4}$ de vuelta.

La palanca de operación de la unidad controladora (3) se mueve verticalmente. En las posiciones de ON o TRIPPED, la palanca se bloquea con la puerta para prevenir que sea abierta. En esta posición, el personal autorizado puede abrir la puerta volteando el tornillo de desbloqueo de silleta (21). Con la puerta de la unidad abierta y la palanca en posición ON, otro bloqueo en la bandeja divisoria evita que se remueva de la unidad. Este mismo bloqueo previene la inserción de la unidad al menos que la palanca esté en la posición OFF. Para asegurarse de que las unidades no sean energizadas accidentalmente o por personal no autorizado, la palanca puede ser bloqueada a la posición OFF. Se proporciona un espacio para mínimo tres bloqueos para cada palanca. El panel del dispositivo (5) está montado en la unidad extraíble. Esto acomodará hasta 6 dispositivos pilotos. El botón de reinicio de sobrecarga está montado en la puerta de la unidad.

Cada centro de control de motores Freedom 2100 tiene una placa de identificación de valores pegado en la puerta del conducto de cableado horizontal superior de la sección primaria.



Figura 1. Placa de identificación

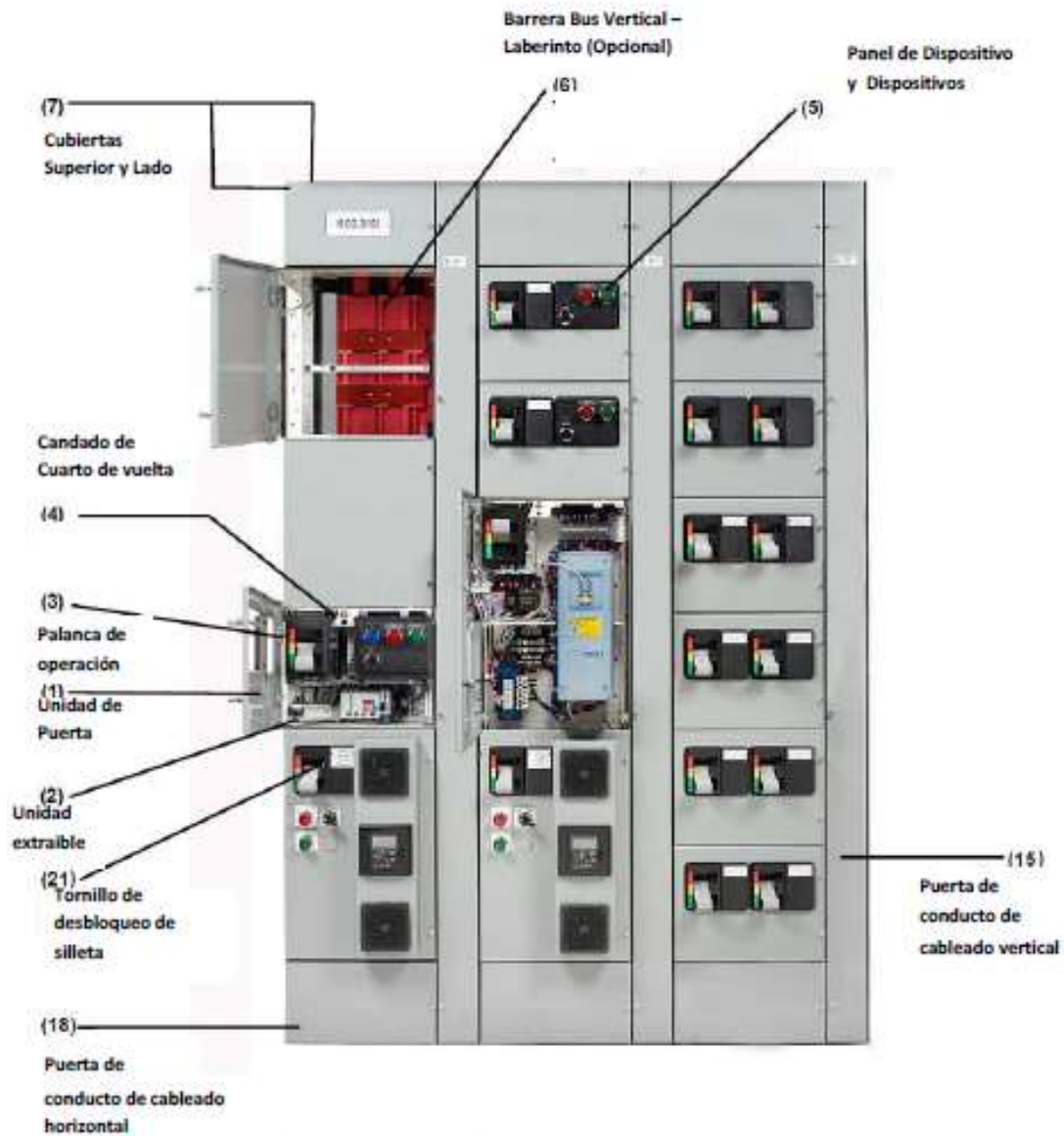


Figura 2. Nomenclatura del Centro de Control de Motores

Figura 2. Nomenclatura del Centro de Control de Motores

2.- Memoria de Cálculo

	MEMORIA DE CALCULO PARA UNIDAD 1 Y 3 C.H. TEMASCAL OAX.				
	RELACION DE EQUIPOS EN TABLERO DE DISTRIBUCION ETAPA 1. C. H. TEMASCAL OAX.				
	Voltaje de alimentación 460 vca; 3 fases; 60 Hz				
	SECCION IZQUIERDA	Motor HP	I nom (Amp)	AWG	
	Motor Brown Bover 18 Hp, 3485 RPM	18	24	3x10+10	
	Motor Brown Bover 18 Hp, 3485 RPM	18	24	3x10+10	
	Alimentacion principal	7.5	9.6	3x10+10	
	TOTAL SECCIÓN A	43.5	57.6		
Nota 1	Considerando que arrancaran al mismo tiempo y con un consumo del 300% en arranque a tensión plena se tiene una:				
	$I_{max} = (57.6) \times (300\%) = 172.80 \text{ Amperes}$				
	De acuerdo a este cálculo se determinan las barras de bus verticales de 300 Amperes				
	SECCION B1 SISTEMA DE MEDICION	Motor HP	I nom (Amp)	AWG	
	ANALIZADOR DE RED Y DETECCION ARC-FLASH				
	SECCION B2 MOTOR VALVULA BY-PASS 1	Motor HP	I nom (Amp)	AWG	
	Motor Centork 2.2 Kw, 1680 rpm	3	6	3x12+12	
	SECCION B3 MOTOR VALVULA BY-PASS 2	Motor HP	I nom (Amp)	AWG	
	Motor Centork 2.2 Kw, 1680 rpm	3	6	3x12+12	
	SECCION B4 RESISTENCIAS DEL GENERADOR	Motor HP	I nom (Amp)	AWG	
	RESISTENCIAS		50	3X6	
	TOTAL SECCIÓN B	6	62		
Nota 2	Considerando que arrancaran al mismo tiempo y con un consumo del 300% en arranque a tensión plena se tiene una:				
	$I_{max} = (62.00) \times (300\%) = 186.00 \text{ Amperes}$				
	De acuerdo a este cálculo se determinan las barras de bus verticales de 300 Amperes				
	SECCION C1 BOMBA INT. CALOR BETA 1	Motor HP	I nom (Amp)	AWG	
	Motor IEM 5 Hp, 1163 rpm	5	7.7	3x12+12	
	SECCION C2 BOMBA INT. CALOR BETA 2	Motor HP	I nom (Amp)	AWG	
	Motor IEM 5 Hp, 1163 rpm	5	7.7	3x12+12	
	SECCION C3 BOMBA CHUMACERA GUIA ALFA 1	Motor HP	I nom (Amp)	AWG	
	Motor WEG 0.75 Hp, 830 rpm	0.75	1.75	3x14+14	
	SECCION C4 BOMBA CHUMACERA GUIA ALFA 2	Motor HP	I nom (Amp)	AWG	
	Motor WEG 0.75 Hp, 830 rpm	0.75	1.75	3x14+14	
	SECCION C5 RESERVA	Motor HP	I nom (Amp)	AWG	
	RESERVA	5	7.7	N/A	
	TOTAL SECCIÓN C	16.5	26.6		
Nota 3	Considerando que arrancaran al mismo tiempo y con un consumo del 300% en arranque a tensión plena se tiene una:				
	$I_{max} = (26.6) \times (300\%) = 79.80 \text{ Amperes}$				
	De acuerdo a este cálculo se determina las barras de bus verticales de 300 Amperes				
Nota 4	La corriente total del CCM es: $I = 259.50 \text{ A} + 87.06 + 102.60 = 449.16 \text{ Amperes}$				
	De acuerdo a este cálculo se determinan las barras de bus horizontal de 800 Amperes				
	RESPONSABLE DE LOS CÁLCULOS DE CCM U1: ING. EDUARDO ESPINOSA ROLDAN				
	Cédula Profesional: 2424419				

3.- Diseño de lógica de control arranque – paro.

En base a los requerimientos de arranque – paro, solicitados por el cliente se procede a diseñar la lógica correspondiente para las siguientes secciones:

- 1) Bomba de Regulación 1.- Arranque a tensión plena, accionamiento de arranque – paro, local y remoto, arranque y paro automático por nivel alto o bajo, cambio automático a la bomba de regulación 2 en caso de falla por sobre carga, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga e indicación de local o remoto, confirma de arranque, paro, falla, local o remoto hacia el PLC.
- 2) Bomba de Regulación 2.- Arranque a tensión plena, accionamiento de arranque – paro, local y remoto, arranque y paro automático por nivel alto o bajo, cambio automático a la bomba de regulación 1 en caso de falla por sobre carga, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga e indicación de local o remoto, bloque de contactos para confirma de arranque, paro, falla, local o remoto hacia el PLC.
- 3) Alimentación válvula principal Omega 1 y Omega 2.- Para este equipo solo se considera su alimentación de energía eléctrica, y lámparas indicadoras de apertura o cierre de la válvula, así como lámpara indicadora en caso de falla por sobre carga, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga e indicación de local o remoto, bloque de contactos para confirma de arranque, paro, falla, local o remoto hacia el PLC.
- 4) Intercambiador de Calor Beta 1.- Arranque a tensión plena, accionamiento de arranque – paro, local y remoto, selector Beta 1 o Beta 2, cambio automático a la Beta 2 en caso de falla por sobre carga o bajo flujo, temporizador de cambio de bomba para permitir el flujo mínimo requerido antes de realizar el cambio a la Beta 2, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga e indicación de local o remoto, bloque de contactos para confirma de arranque, paro, falla, local o remoto hacia el PLC.
- 5) Intercambiador de Calor Beta 2.- Arranque a tensión plena, accionamiento de arranque – paro, local y remoto, selector Beta 1 o Beta 2, cambio automático a la Beta 1 en caso de falla por sobre carga o bajo flujo, temporizador de cambio de bomba para permitir el flujo mínimo requerido antes de realizar el cambio a la Beta 1, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga e indicación de local o remoto, bloque de contactos para confirma de arranque, paro, falla, local o remoto hacia el PLC.
- 6) Chumacera Guía Alfa 1.- Arranque a tensión plena, accionamiento de arranque – paro, local y remoto, selector Alfa 1 o Alfa 2, cambio automático a la Alfa 2 en caso de falla por sobre carga o baja presión, temporizador de cambio de bomba para permitir la presión mínima requerida antes de realizar el cambio a la Alfa 2, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga e indicación de local o remoto, bloque de contactos para confirma de arranque, paro, falla, local o remoto hacia el PLC.
- 7) Chumacera Guía Alfa 2.- Arranque a tensión plena, accionamiento de arranque – paro, local y remoto, selector Alfa 1 o Alfa 2, cambio automático a la Alfa 1 en caso de falla por sobre carga o baja presión, temporizador de cambio de bomba para permitir la presión mínima requerida antes de realizar el cambio a la Alfa 1, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga e indicación de local o remoto, bloque de contactos para confirma de arranque, paro, falla, local o remoto hacia el PLC.
- 8) Válvula By-pass 1.- Arranque a tensión plena reversible, accionamiento de

arranque – paro, local y remoto, botonera para abrir o cerrar la válvula de manera local, lógica de paro al estar completamente cerrada o abierta, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga, indicación de válvula abierta o cerrada e indicación de local o remoto, bloque de contactos para confirma de arranque, paro, falla, abrir o cerrar válvula, local o remoto hacia el PLC.

- 9) Válvula By-pass 2.- Arranque a tensión plena reversible, accionamiento de arranque – paro, local y remoto, botonera para abrir o cerrar la válvula de manera local, lógica de paro al estar completamente cerrada o abierta, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga, indicación de válvula abierta o cerrada e indicación de local o remoto, bloque de contactos para confirma de arranque, paro, falla, abrir o cerrar válvula, local o remoto hacia el PLC.
- 10) Control de resistencias Calefactoras del Generador. - Arranque a tensión plena, accionamiento de arranque – paro, local y remoto, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga e indicación de local o remoto, confirma de arranque, paro, falla, local o remoto hacia el PLC.
- 11) Sección de reserva. - Arranque a tensión plena, accionamiento de arranque – paro, local y remoto, lámparas indicadoras de arranque, paro, falla por sobrecarga e indicación de local o remoto, confirma de arranque, paro, falla, local o remoto hacia el PLC.

4.- Diseño y elaboración de diagramas eléctricos para cada sección.

Se procede a diseñar y elaborar los diagramas eléctricos de cada sección.

Una vez que el cliente da su visto bueno, los diagramas para cada sección quedaron de la siguiente manera.

5.- Elaboración de listado de componentes eléctricos para cada sección.

Se procede a generar la lista de componentes eléctricos para cada sección, se generan las órdenes de compra y se lleva un control de materiales recibidos.

MATERIALES			
A2: BOMBA REGULACION 1, motor Brow Boveri, 18 HP, 440V/24A, 3485rpm; ATP, no reversible, control 230 VCA			
Interruptor Eaton EGH125AM 50A		1	pza
Interruptor ABB 2P/1A, S202-K1		1	pza
Interruptor ABB 2P/2A, S202-C2		1	pza
Transformador Siemens MT0150M, 150VA 460/230		1	pza
Guardamotor 23-28A, 3RV2021-4NA10, siemens		1	pza
Contactador 32A, con bobina de 230 vca, 3RT2027-1AN20, siemens		1	pza
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11		1	pza
Rele de sobrecarga 23-28A, 3RU2126-4NB0, siemens		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 230 vca 3RH2131-1AN20, siemens		1	pza
Rele de enclavamiento eléctrico y mecánico square D, clase 8508, tipo B0-20, 2800-S18, c		1	pza
Selector 22mm tres posiciones con 3 contactos NA, siemens completo		1	pza
Botón pulsador 22mm verde con 1 contacto NA, siemens completo		1	pza
Botón pulsador 22mm rojo con 1 contacto NA, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color verde de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		16	pza
Clema de paso WDU 4 cod. 1020100000		3	pza
Clema de tierra WPE 4 cod. 1010100000		1	pza
A3: BOMBA REGULACION 2, motor Brow Boveri, 18 HP, 440V/24A, 3485rpm; ATP, no reversible, control 230 VCA			
Interruptor Eaton EGH125AM 50A		1	pza
Interruptor ABB 2P/1A, S202-C1		1	pza
Interruptor ABB 2P/2A, S202-C2		1	pza
Transformador Siemens MT0150M, 150VA 460/230		1	pza
Guardamotor 23-28A, 3RV2021-4NA10, siemens		1	pza
Contactador 32A, con bobina de 230 vca, 3RT2027-1AN20, siemens		1	pza
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11		1	pza
Rele de sobrecarga 23-28A, 3RU2126-4NB0, siemens		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 230 vca 3RH2131-1AN20, siemens		1	pza
Rele de enclavamiento eléctrico y mecánico square D, clase 8508, tipo B0-20, 2800-S18, c		1	pza
Selector 22mm tres posiciones con 3 contactos NA, siemens completo		1	pza
Botón pulsador 22mm verde con 1 contacto NA, siemens completo		1	pza
Botón pulsador 22mm rojo con 1 contacto NA, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color verde de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		16	pza
Clema de paso WDU 4 cod. 1020100000		3	pza
Clema de tierra WPE 4 cod. 1010100000		1	pza

A4: Alimentación para válvula principal Omega 1 y Omega 2 (Motor 7.5 Hp, 440v/9.6A, 3,480 RPM)			
Interruptor Eaton EGH125AM 50A		1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo		2	pza
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo		2	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		8	pza
Clema de paso WDU 4 cod. 1020100000		3	pza
Clema de tierra WPE 4 cod. 1010100000		1	pza
B2: BOMBA INTERCAMBIADOR DE CALOR 1 BETA 1, motor IEM, 5 HP, 440v/7.7A, 1163RPM; ATP, no reversible, control 120 V			
Interruptor Eaton EGH125AM 15A		1	pza
Interruptor ABB 2P/0.5A, S202-C0.5		1	pza
Interruptor ABB 2P/1A, S202-C1		1	pza
Transformador Siemens MT0100M, 100VA 460/110, siemens		1	pza
Guardamotor 7-10A, 3RV2011-1JA10, siemens		1	pza
Contactador para 25A, con bobina de 120 vca, 3RT2026-1AK60, siemens		1	pza
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11		1	pza
Rele de sobrecarga 7-10A, 3RU2126-1JB0 siemens		1	pza
Temporizador Finder 83.02.0.240.0000		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens		1	pza
Rele finder 38.51.0.125.0060, con bocina 120vcva 1 NA 34.51.7.060.0010 y base 93.01.0.1	2		pza
Selector 22mm tres posiciones con 3 contactos NA, siemens completo		1	pza
Selector 22mm tres posiciones con 4 contactos NA, siemens completo		1	pza
Botón pulsador 22mm verde con 1 contacto NA, siemens completo		1	pza
Botón pulsador 22mm rojo con 1 contacto NA, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color verde de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		16	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		3	pza
Clema de tierra WPE 2.5 cod. 1010000000		1	pza
B3: BOMBA INTERCAMBIADOR DE CALOR 2 BETA 2, motor 5 HP, 440V/7.7A; 1163rpm; ATP, no reversible, control 120 V			
Interruptor Eaton EGH125AM 15A		1	pza
Interruptor ABB 2P/0.5A, S202-C0.5		1	pza
Interruptor ABB 2P/1A, S202-C1		1	pza
Transformador Siemens MT0100M, 100VA 460/110, siemens		1	pza
Guardamotor 7-10A, 3RV2011-1JA10, siemens		1	pza
Contactador para 25A, con bobina de 120 vca, 3RT2026-1AK60, siemens		1	pza
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11		1	pza
Rele de sobrecarga 7-10A, 3RU2126-1JB0 siemens		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens		1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color verde de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		16	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		3	pza
Clema de tierra WPE 2.5 cod. 1010000000		1	pza

B4: BOMBA CHUMACERA GUIA 1 ALFA 1, motor WEG 0.75 HP, 460V/1.75, 830rpm; ATP, no reversible, control 120 VC/

Interruptor Eaton EGH125AM 15A	1	pza
Interruptor ABB 2P/0.5A, S202-C0.5	1	pza
Interruptor ABB 2P/1A, S202-C1	1	pza
Transformador Siemens MT0100M, 100VA 460/110	1	pza
Guardamotor 1.8-2.5A, 3RV2011-1CA10, siemens	1	pza
Contactador para 25A, con bobina de 120 vca, 3RT2026-1AK60, siemens	1	pza
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11	1	pza
Rele de sobrecarga 1.8-2.5A, 3RU2126-1CB0, siemens	1	pza
Temporizador Finder 83.02.0.240.0000	1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens	1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens	1	pza
Rele finder 38.51.0.125.0060, con bocina 120vcva 1 NA 34.51.7.060.0010 y base 93.01.0.1	12	pza
Selector 22mm tres posiciones con 3 contactos NA, siemens completo	1	pza
Selector 22mm tres posiciones con 4 contactos NA, siemens completo	1	pza
Botón pulsador 22mm verde con contacto NA, siemens completo	1	pza
Botón pulsador 22mm rojo con contacto NA, siemens completo	1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza
Lámpara 22mm color verde de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000	16	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000	3	pza
Clema de tierra WPE 2.5 cod. 1010000000	1	pza

B5: BOMBA CHUMACERA GUIA 2 ALFA 2, motor WEG 0.75 HP, 460V/1.75A, 830rpm; ATP, no reversible, control 120 V/

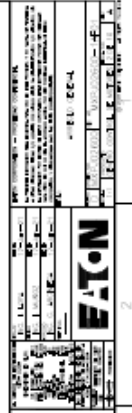
Interruptor Eaton EGH125AM 15A	1	pza
Interruptor ABB 2P/0.5A, S202-C0.5	1	pza
Interruptor ABB 2P/1A, S202-C1	1	pza
Transformador Siemens MT0100M, 100VA 460/110, siemens	1	pza
Guardamotor 1.8-2.5A, 3RV2011-1CA10, siemens	1	pza
Contactador para 25A, con bobina de 120 vca, 3RT2026-1AK60, siemens	1	pza
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11	1	pza
Rele de sobrecarga 1.8-2.5A, 3RU2126-1CB0, siemens	1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens	1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza
Lámpara 22mm color verde de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000	16	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000	3	pza
Clema de tierra WPE 2.5 cod. 1010000000	1	pza

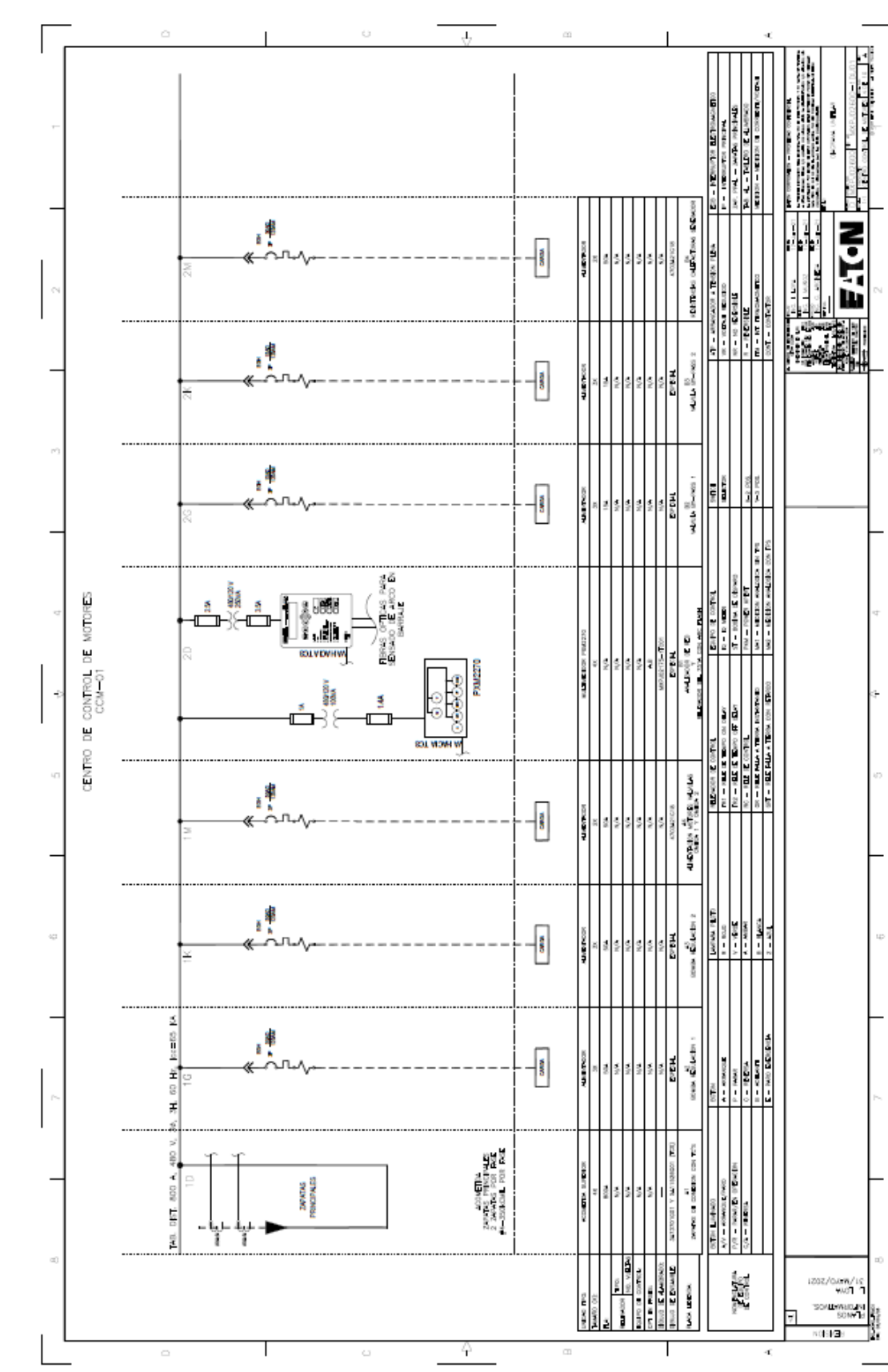
C1: VALVULA PRINCIPAL DE BY-PASS 1, motor Centork, 3 HP, 460V/6A, 1680rpm; ATP, reversible, control 120 VCA			
Interruptor Eaton EGH125AM 15A		1	pza
Interruptor ABB 2P/0.5A, S202-C0.5		1	pza
Interruptor ABB 2P/1A, S202-C1		1	pza
Transformador Siemens MT0100M, 100VA 460/110		1	pza
Guardamotor 5.5-8.0A, 3RV2011-1HA10, siemens		1	pza
Contactador para 25A, con bobina de 120 vca, 3RT2026-1AK60, siemens		1	pza
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11		1	pza
Contactador para 25A, con bobina de 120 vca, 3RT2026-1AK60		1	pza
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11		1	pza
Rele de sobrecarga 5.5-8.0A, 3RU2126-1HB0, siemens		1	pza
Modulo de cableado arriba y abajo para inversión de giro para contactor S0; 3RA2923-2AA		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens		1	pza
Selector 22mm tres posiciones con 3 contactos NA, siemens completo		1	pza
Botón pulsador 22mm azul con contacto NA, siemens completo		1	pza
Botón pulsador 22mm blanco con contacto NA, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color azul de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color blanco de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		22	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		3	pza
Clema de tierra WPE 2.5 cod. 1010000000		1	pza
C2: VALVULA PRINCIPAL DE BY-PASS 2, motor Centork, 3 HP, 460V/6A, 1680rpm; ATP, reversible, control 120 VCA			
Interruptor Eaton EGH125AM 15A		1	pza
Interruptor ABB 2P/0.5A, S202-C0.5		1	pza
Interruptor ABB 2P/1A, S202-C1		1	pza
Transformador Siemens MT0100M, 100VA 460/110		1	pza
Guardamotor 5.5-8.0A, 3RV2011-1HA10, siemens		1	pza
Contactador para 25A, con bobina de 120 vca, 3RT2026-1AK60, siemens		1	pza
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11		1	pza
Contactador para 25A, con bobina de 120 vca, 3RT2026-1AK60		1	pza
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11		1	pza
Rele de sobrecarga 5.5-8.0A, 3RU2126-1HB0, siemens		1	pza
Modulo de cableado arriba y abajo para inversión de giro para contactor S0; 3RA2923-2AA		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens		1	pza
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens		1	pza
Selector 22mm tres posiciones con 3 contactos NA, siemens completo		1	pza
Botón pulsador 22mm azul con contacto NA, siemens completo		1	pza
Botón pulsador 22mm blanco con contacto NA, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color azul de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color blanco de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo		1	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		22	pza
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000		3	pza
Clema de tierra WPE 2.5 cod. 1010000000		1	pza

C3: Reserva Resistencias Calefactoras Generador 1			
Interruptor Eaton EGH125AM 50A	1	pza	
Interruptor ABB 2P/0.5A, S202-C0.5	1	pza	
Interruptor ABB 2P/1A, S202-C1	1	pza	
Transformador Siemens MT0100M, 100VA 460/110	1	pza	
Guardamotor 40-50A, 3RV1031-4HA10, siemens	1	pza	
Contactador para 60A, con bobina de 120 vca, 3RT1036-1AJ16, siemens	1	pza	
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC, siemens 3RH1921-1DA11	1	pza	
Rele de sobrecarga 40-50A, 3RU1136-4HB0, siemens	1	pza	
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60	1	pza	
Selector 22mm tres posiciones con 3 contactos NA, siemens completo	1	pza	
Botón pulsador 22mm verde con 1 contacto NA, siemens completo	1	pza	
Botón pulsador 22mm rojo con 1 contacto NA, siemens completo	1	pza	
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza	
Lámpara 22mm color verde de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza	
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza	
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000	12	pza	
Clema de paso WDU 10 cod. 1020300000	3	pza	
Clema de tierra WPE 10 cod. 1010300000	1	pza	
C4: Reserva (Disponible)			
Interruptor Eaton EGH125AM 50A	1	pza	
Interruptor ABB 2P/0.5A, S202-C0.5	1	pza	
Interruptor ABB 2P/1A, S202-C1	1	pza	
Transformador Siemens MT0100M, 100VA 460/110	1	pza	
Guardamotor 7-10A, 3RV2011-1JA10, siemens	1	pza	
Contactador para 25A, con bobina de 120 vca, 3RT2026-1AK60, siemens	1	pza	
Bloque contacto auxiliar lateral 1NA+1NC siemens 3RH2921-1DA11	1	pza	
Rele de sobrecarga 7-10A, 3RU2126-1JB0 siemens	1	pza	
Contactador auxiliar 3NA + 1NC bobina 120 vca 3RH2131-1AK60, siemens	1	pza	
Lámpara 22mm color rojo de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza	
Lámpara 22mm color verde de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza	
Lámpara 22mm color ambar de 100 a 240 vca, siemens completo	1	pza	
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000	12	pza	
Clema de paso WDU 2.5 cod. 1020000000	3	pza	
Clema de tierra WPE 2.5 cod. 1010000000	1	pza	

Se procede a diseñar la distribución de las secciones en el CCM para su fabricación por parte del fabricante EATON.

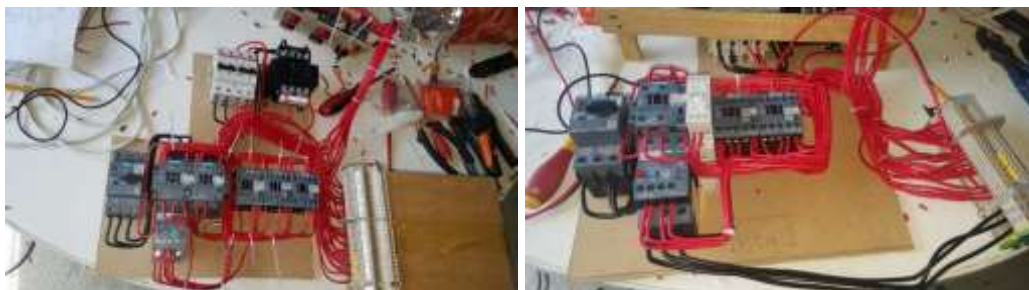


[illegible][illegible][illegible]



7.- Montaje, armado y cableado de las secciones en el CCM.

Para reducir los tiempos de entrega, se procede a realizar prototipos de ensamble, para cada silleta del CCM, de tal manera que al momento de que el CCM sea entregado por EATON, se tengan alambrados los componentes eléctricos y se monten físicamente en cada silleta, esto evitó que se tuvieran penalizaciones por entregas fuera del tiempo establecido.



8.- Descarga del CCM en la Central Hidroeléctrica de Temascal Oaxaca.

Con ayuda y apoyo del personal de la central de CFE, se realiza la descarga y colocación del CCM en el sitio designado.



9.- Ensamble de componentes en silletas del CCM

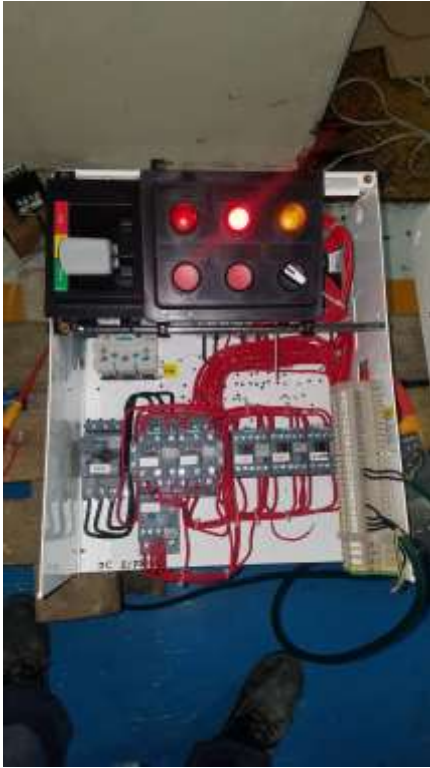
Los componentes previamente armados en los prototipos, se colocaron en las silletas correspondientes del CCM.



10.- Pruebas de funcionamiento antes de montar las silletas del CCM.

Al termino del ensamble de los componentes en las silletas, se procede a realizar las pruebas de funcionamiento y lógica de control de arranque y paro, conforme a lo solicitado por el cliente.

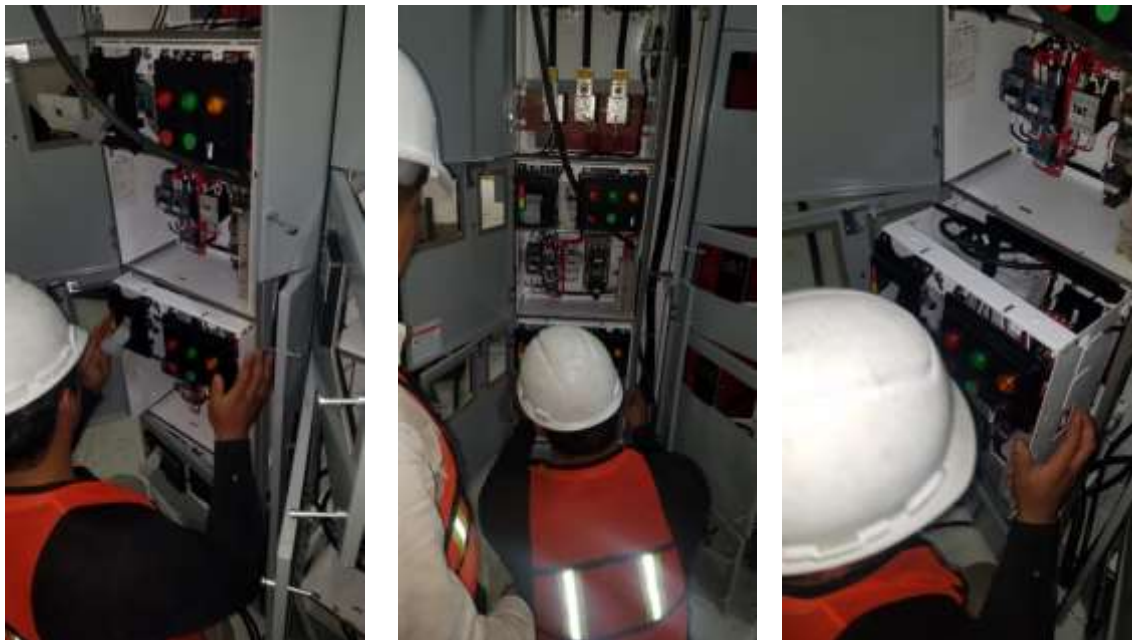






11.- Montaje de las silletas del CCM.

Al termino de las pruebas y/o correcciones requeridas, se procede a colocar cada silleta en las secciones correspondientes del CCM.



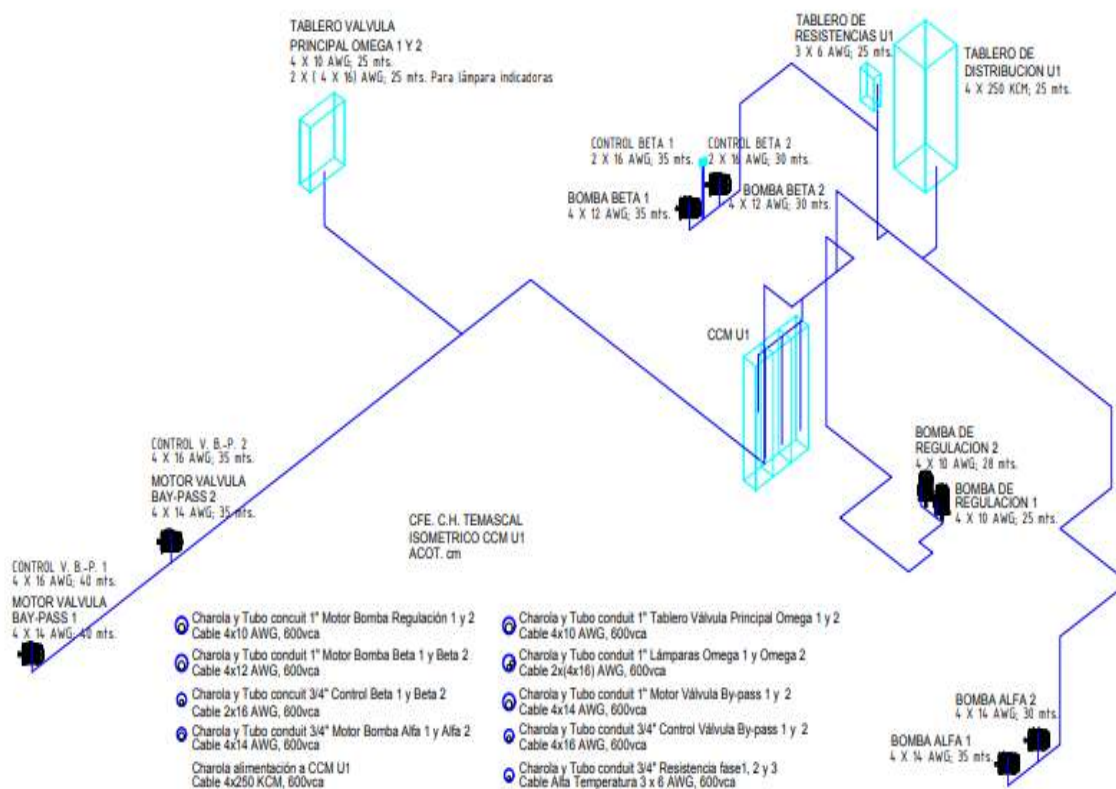
12.- Tendido de cables para alimentación del CCM.

Se procede al tendido y conexión del cableado para alimentación del CCM, así como para alimentar a los motores, se realizan pruebas de aislamiento, verificando que no existan conexiones en corto circuito, conexiones a tierra o falsos contactos en las conexiones.





El tendido de cables se realizó mediante el siguiente isométrico.



En estas actividades no tuve participación debido a las políticas de seguridad de la CFE.

13.- Selección de protecciones de acuerdo con datos de las cargas

Se realizan y ajustan las protecciones correspondientes a las cargas asignadas al CCM.

PROTECCION DE MOTORES PARA CCM U1								
RELACION DE EQUIPOS EN CCM UNIDAD 1 C. H. TEMASCAL OAX.								
Voltaje de alimentación 460 vca; 3 fases; 60 Hz								
SECCION A2 BOMBA REGULACIÓN 1	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Ajus.Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
Motor Brown Bover 18 Hp, 3485 RPM	18	24	50	23-28	28	23-28	27	
SECCION A3 BOMBA REGULACIÓN 2	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
Motor Brown Bover 18 Hp, 3485 RPM	18	24	50	23-28	28	23-28	27	
SECCION A4 VALVULA PRINCIPAL OMEGA 1 Y 2	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
Alimentacion principal	7.5	9.6	50	N/A	N/A	N/A	N/A	
SECCION B1 SISTEMA DE MEDICION	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
ANALIZADOR DE RED Y DETECCION ARC-FLASH				N/A	N/A	N/A	N/A	
SECCION B2 MOTOR VALVULA BY-PASS 1	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
Motor Centork 2.2 Kw, 1680 rpm	3	6	15	5.5-8	8	5.5-8	7	
SECCION B3 MOTOR VALVULA BY-PASS 2	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
Motor Centork 2.2 Kw, 1680 rpm	3	6	15	5.5-8	8	5.5-8	7	
SECCION B4 RESISTENCIAS DEL GENERADOR	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
RESISTENCIAS		50	50	40-50	48	40-50	45	
SECCION C1 BOMBA INT. CALOR BETA 1	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
Motor IEM 5 Hp, 1163 rpm	5	7.7	15	7.0-10.0	10	7.0-10.0	9	
SECCION C2 BOMBA INT. CALOR BETA 2	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
Motor IEM 5 Hp, 1163 rpm	5	7.7	15	7.0-10.0	10	7.0-10.0	9	
SECCION C3 BOMBA CHUMACERA GUIA ALFA 1	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
Motor WEG 0.75 Hp, 830 rpm	0.75	1.75	15	1.8-2.5	2.5	1.8-2.5	2	
SECCION C4 BOMBA CHUMACERA GUIA ALFA 2	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
Motor WEG 0.75 Hp, 830 rpm	0.75	1.75	15	1.8-2.5	2.5	1.8-2.5	2	
SECCION C5 RESERVA	Motor HP	I nom (Amp)	Int. Q1 (Amp)	Guardamot Q2 (Amp)	Ajuste-Guardamot Q2 (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Sobrecarga OL (Amp)	Vo.Bo. CFE
RESERVA	5	7.7	50	7.0-10.0	10	7.0-10.0	9	

14.- Energización y pruebas da cada sección del CCM, en coordinación con personal de la central hidroeléctrica de Temascal.

Se procede a verificar los voltajes de alimentación antes de energizar el CCM. Se energizan y verifican voltajes de alimenatción a cada asección, en coordinación con personal de CFE asignado, se realizan las pruebas de funcionamiento de cada sección realizando con ello la entrega recepción del proyecto en campo





Estas actividades fueron realizadas por el Ing. Eduardo Espinosa Roldán, responsable del proyecto, no tuve participación debido a las políticas de seguridad de la CFE.

CONCLUSIONES

Anteriormente el desarrollo de proyectos de CCM requería de una gran cantidad de horas hombre, pero gracias a las diversas herramientas existentes por parte de los fabricantes, así como softwares específicos, los tiempos de diseño y ejecución han disminuido considerablemente.

El éxito de este proyecto desde mi punto de vista, lo atribuyo a la metodología que se amoldó a los requerimientos del cliente, así como adaptarse y modificar la secuencia de actividades, debido a que existió un retraso en la entrega del CCM por parte del fabricante. se lograron finalizar exitosamente las actividades planeadas, al implementar las herramientas propuestas de monitoreo y seguimiento, se lograron detectar a tiempo posibles riesgos en desfases de tiempo, y de esta forma no caer en penalizaciones por entrega fuera de tiempo.

Uno de los conocimientos aprendidos fue la importancia de apegarse a las normas oficiales mexicanas, así como seleccionar equipos que cumplan con las normas de CFE establecidas por LAPEN, de este modo la aceptación por parte del cliente fue de manera inmediata.

Las consideraciones que se deben tomar al realizar la memoria de cálculo, así como establecer los ajustes en los dispositivos de protección, en función de las cargas, fue algo que llamó mucho mi atención, ya que es parte fundamental para garantizar que los motores y dispositivos eléctricos fueron seleccionados correctamente.

El uso de herramientas como el software EPLAN utilizado para elaborar diagramas eléctricos, facilitó en gran medida, el diseño de la lógica de control, así también nos ayudó para elaborar el listado correcto de los dispositivos eléctricos requeridos.

El uso del software AutoCad, fue de gran ayuda en la distribución de los componentes eléctricos en cada silleta, ya que se tenía la limitante de no poder utilizar más de tres secciones, y dentro de estas tres secciones, debería colocarse las zapatas de conexión de los cables de alimentación con los transformadores de corriente (TC's), las resistencias calefactoras del CCM, el instrumento de medición y el relevador detector de arco eléctrico junto con sus sensores.

El protocolo de pruebas FAT Tableros de Distribución tipo "CENTRO CONTROL DE MOTORES", fue realizado por parte de EATON con la orden de referencia MXPJ02600.

EXPERIENCIAS Y COMPETENCIAS DESARROLLADAS

El desarrollo de este proyecto me ha brindado conocimientos sobre especificación y selección de Centro de Control de Motores CCM, desarrollar lógicas de control con relevadores, arranque de motores a tensión plena con capacidad hasta 20 HP; también fortaleció la importancia de utilizar una metodología en proyectos de cualquier índole.

La selección correcta de herramientas de software ayudó en gran medida facilitar el desarrollo del proyecto, cumpliendo con las especificaciones técnicas solicitadas por el cliente.

A pesar de estas complicaciones el resultado fue satisfactorio ya que cumplió las expectativas de la empresa y respetando las normas establecidas.

Participar en el desarrollo del proyecto suministro e instalación de tablero centro de control de motores para la C.H. Temascal, tuvo un gran impacto en mi desarrollo profesional ya que enriqueció mi conocimiento aplicado a la gestión y elaboración de proyectos.

De manera personal el desarrollo de este proyecto me dejó los siguientes conocimientos.

Conocimiento de procesos internos, al brindar soporte al líder del proyecto pude conocer las marcas y productos que son eficientes para el proyecto a realizar.

Comunicación al brindar soporte en diferentes áreas fomentando la comunicación y redacción al expresar mejor mis ideas.

Confianza, al obtener respuestas respetuosas por parte de los líderes de proceso y personal capacitado me permitió expresarme con mayor seguridad con cada miembro en contacto.

Compromiso, pude observar que el compromiso es una de las bases fundamentales de cualquier proyecto, ante medidas o normas a seguir. Mi compromiso fue terminar a tiempo las actividades impuestas por mi jefe y aprender nuevas herramientas con la finalidad de agilizar el desarrollo de pendientes, principalmente en la fase de realización.

Interpretación de diagramas y mayor funcionalidad así como más tipos de herramientas para desarrollarlos.

Identificación de cableado dependiendo el uso que se le dará así como también cuando utilizarlo y cuando no.

FUENTES DE INFORMACION

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización).

Norma Oficial Mexicana NOM-001, ampacidad de cables Capítulo 10.

Norma Oficial Mexicana NOM-063-SCFI, Productos eléctricos – conductores – requisitos de seguridad.

CFE V6300-21	Características Técnicas para Relevadores de Protección
CFE V6700-62	Tableros de Protección, Control, medición, Supervisión y Registro para unidades Generadoras y Subestaciones Eléctricas

Manual de instrucción IM04302004SP, efective october 2010.

Manual de instalación y mantenimiento para centro de control de motores Freedom 2100.

Interruptores termomagnéticos en caja moldeada; EATON

Referencia en internet: www.eaton.com

Catálogo de baja tensión, control y distribución, Siemens México.

Referencia en internet: www.siemens.com.mx/industria

Sistema modular SIRIUS, Simens.

Referencia en internet: www.siemens.com/sirius-modular-system

Manual del electricista; Viakon una marca Viakable.

Ficha técnica Alambres y Cables para baja tensión THW-2-LS / THHW-LS

Referencia en internet: www.viakon.com

Catálogo de clemas y conexiones Weidmuller.