



INSTITUTO  
TECNOLÓGICO DE  
TUXTLA GUTIÉRREZ CHIAPAS

---



**INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DEL CENTRO  
DE CONTROL DE MOTORES EN LA UNIDAD 5 EN  
EL ÁREA DE GENERACIÓN C.F.E, RAUDALES  
MALPASO MPIO. DE MEZCALAPA CHIAPAS**

**MEMORIA DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**PRESENTA**

**ROMO VELAZQUEZ CRISTOPHER GIOVANNI**

**ASESORES**

**REYES ALBORES ÁNGEL**

**MIJANGOS VILLATORO SERGIO**

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPO.....</b>	<b>7</b>
<b>5. PROBLEMAS A RESOLVER.....</b>	<b>10</b>
<b>6. ALCANCES Y LIMITACIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>7. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....</b>	<b>10</b>
<b>7.1 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
7.1.1 Centro de Control de Motores (CCM) .....	11
7.1.1.1 Interruptor general.....	11
7.1.1.2 Medidor multifuncional .....	13
7.1.1.3 Módulos o gabinetes .....	15
7.1.1.4 Pantalla Módulo de Mando con Display (mmd).....	17
7.1.2 Equipos auxiliares del generador .....	17
7.1.2.1 Bombas de Regulación. ....	19
7.1.2.2 Compresores de aire de regulación y frenado. ....	22
7.1.2.3 Bomba de inyección de aceite (izaje). ....	25
7.1.2.4 Extractor de vapores de aceite. ....	26
7.1.2.5 Bomba de circulación de aceite.. ....	28
7.1.2.6 Bomba recolectora de fugas del estopero.. ....	29
7.1.2.7 Bomba recolectora de fugas de aceite.. ....	31
7.1.2.8 Resistencias calefactoras... ..	32
7.1.3 Sistema SIMOCODE PRO V .....	33
7.1.3.1 Características funcionales... ..	34
7.1.3.2 Control de motor flexible mediante funciones de mando integrados... ..	35

7.1.3.3 Datos de operación, mantenimiento y diagnóstico detallados:...	36
7.1.3.4 Comunicación:.....	36
7.1.3.5 Detección de falla a tierra.....	37
7.1.3.6 Vigilancia de límites de corriente:.....	38
7.1.3.7 Vigilancia de tensión .....	38
7.1.3.8 Vigilancia de temperatura .....	39
7.1.3.9 Vigilancia de potencia activa .....	39
7.1.3.10 Vigilancia de Cos $\phi$ (phi) .....	39
7.1.3.11 Vigilancia de horas de operación, tiempo de parada y número de arranques .....	40
7.1.3.12 Vigilancia de otras magnitudes de proceso a través del módulo analógico .....	40
7.1.3.13 Software .....	41
<b>7.1.4 Sistema de protección vía PROFIBUS. ....</b>	<b>42</b>
7.1.4.1 Definiciones... ..	42
7.1.4.2 Descripción general... ..	44
7.1.4.3 Transmisión de datos... ..	46
<b>7.2 ACTIVIDADES REALIZADAS .....</b>	<b>49</b>
7.2.1 Montaje e instalación de tablero en piso de turbinas.. ..	49
7.2.2 Sustitución del cableado de fuerza a motores auxiliares de unidad. ....	53
7.2.3 Datos de placa obtenidos de los motores de los equipos auxiliares.....	58
7.2.4 Medición de corrientes en auxiliares de unidad .....	60
7.2.5 Cálculo de los interruptores y contactores para los gabinetes del Centro de Control de Motores (CCM). ....	61
7.2.6 Programación de parámetros para el sistema SIMOCODE PRO V con el programa SIMOCODE ES.....	64
7.2.7 Pruebas de arranque local .....	70
7.2.8 Pruebas de arranque y paro vía PROFIBUS .....	73

## **8. RESULTADOS, PLANOS, GRAFICAS, PROTOTIPOS MAQUETAS, PROGRAMAS, ENTRE OTROS**

8.1 TABLA CON LOS RESULTADOS Y PARÁMETROS ESTABLECIDOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL SIMOCODE PRO V.....	75
8.2 DIAGRAMAS UNIFILARES Y DIBUJO ISOMÉTRICO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES. ....	80
8.3 FORMATOS CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS AL HACER PRUEBAS DE CORRIENTE A LOS ARRANCADORES Y CONTACTORES. ....	93
<b>9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>104</b>
<b>10. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS.....</b>	<b>106</b>
<b>11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.....</b>	<b>107</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica ha sido el impulsor del desarrollo de la industria, en México es posible gracias a la centrales generadoras dentro del país. Los generadores eléctricos son la principal forma de generar energía, sin embargo presentan ciertos detalles a controlar tales como la velocidad, el frenado y el sistema de protección para los segmentos de las chumaceras. Para esto son necesarios motores de diversos tipos que realizan las tareas especificadas; esto implica sistemas de control para protección del circuito, de alarma y de paro y arranque del motor.

El tablero que está al mando del sistema de control presenta muchas limitaciones; para su lectura, configuración y operación es necesario la inspección personal además que presenta el uso de muchos componentes. Otras de las desventajas principales es que es no posible controlar los motores mediante una red, ni conocer en todo momento las variables principales del motor, tales como corriente, voltaje o mensajes de falla.

Tampoco es posible centralizar los procesos de automatización ni aplicar funciones de vigilancia y control configurables en el motor, esto conlleva a gastar recursos en el sistema de automatización para garantizar funcionalidad y protección de la carga, incluso si falla el sistema de control o de bus. Así tenemos menos disponibilidad de la instalación y los trabajos de mantenimiento y reparación son repentinos.

En la Central Hidroeléctrica Nezahualcóyotl mejor conocida como Malpaso ubicada sobre la cuenca más importante de generación hidroeléctrica del país, el río Grijalva, a 125 km de la ciudad de Cárdenas Tabasco y a 80 km de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas surgió la iniciativa de sustituir todo el tablero antiguo del sistema de control del generador de la unidad número cinco por un Centro de Control de Motores, para obtener un mejor desempeño y rendimiento del generador además reducir y eliminar las problemáticas del tablero antiguo.

El Centro de Control de Motores es un tablero que permite la protección de motores y equipos que estén a su mando. Utiliza el famoso sistema PROFIBUS para el monitoreo e inspección de posibles fallas, y mediante el SIMOCODE PRO V

programamos y establecemos normas y parámetros para las alarmas y el momento de paro de los motores, todo esto desde una PC que controla el equipo.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Todo circuito eléctrico necesita de un alimentador. Para su rendimiento y buen funcionamiento, necesita de sistemas de control y protección, basado en relés de varios tipos y sistema de cableado, todo implementado en un tablero que controle ambos sistemas. Sin embargo se presenta muchas limitaciones ya que el manejo es de forma manual además que la protección dada al motor es limitada, y no es posible un monitoreo de los equipos controlados, datos como amperaje y voltaje son revisados manualmente.

Los arrancadores y control eléctrico de los auxiliares de máquina generadora de la unidad 5 de la central hidroeléctrica malpaso, debido a los años que llevan en operación y el proceso de deterioro en que se encuentran tienen el riesgo de fallas más recurrentes, lo cual pone en riesgo la disponibilidad y la generación de la unidad.

El CCM ofrece todas las soluciones a esta problemática, además que ofrece otros beneficios, el sistema de control es simplificado por un software, esto, reduce todo el sistema de cableado antiguo, ahorra espacio por sus dimensiones pequeñas del SIMOCODE, contiene un sistema de protección y monitoreo mejorados por su rango amplio funcional. Al montar y poner en servicio el CCM elimina todo el equipo obsoleto antiguo y moderniza la forma de operar de la central generadora

Es por ello que este proyecto “montaje y puesta en servicio del centro de control de motores de la unidad 5 de la central hidroeléctrica malpaso” tiene como enfoque analizar el funcionamiento general del CCM y de la manera en que puede controlarse a través de la interfaz PROFIBUS, asimismo de los equipos que controla durante su montaje y puesta en servicio en la central hidroeléctrica malpaso, para uso en otro tipo de necesidades industriales referente a los motores.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo general**

Análisis e inspección del Montaje y la puesta en funcionamiento del Centro de Control de Motores (CCM) de la unidad número 5 de la Central Hidrogeneradora Malpaso.

#### **Objetivos específicos**

- analizar el funcionamiento del Centro de Control de Motores (CCM), la manera en que opera y controla todos los equipos auxiliares destinados para su control y protección.
- inspeccionar los equipos auxiliares que controla el Centro de Control de Motores (CCM) y bajo que parámetros están controlados y protegidos.

### **4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPO**

El proyecto se elaboró en la Central Hidroeléctrica Malpaso. Es el nombre de una de las plantas hidroeléctricas más importantes y de mayor capacidad de la república mexicana. La central hidroeléctrica malpaso se ubica sobre la cuenca más importante de generación hidroeléctrica del país, el río Grijalva, a 125 km de la ciudad de Cárdenas Tabasco y a 80 km de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

En la central hidroeléctrica malpaso se trabaja con responsabilidad honestidad y respeto: a los compañeros, la comunidad y al medio ambiente. La comunidad entre los compañeros es la base de los resultados de la central. Participamos en un ambiente de mutua colaboración entre la empresa y SUTERM, para superar las metas establecidas y hacer de esta central una empresa productiva.

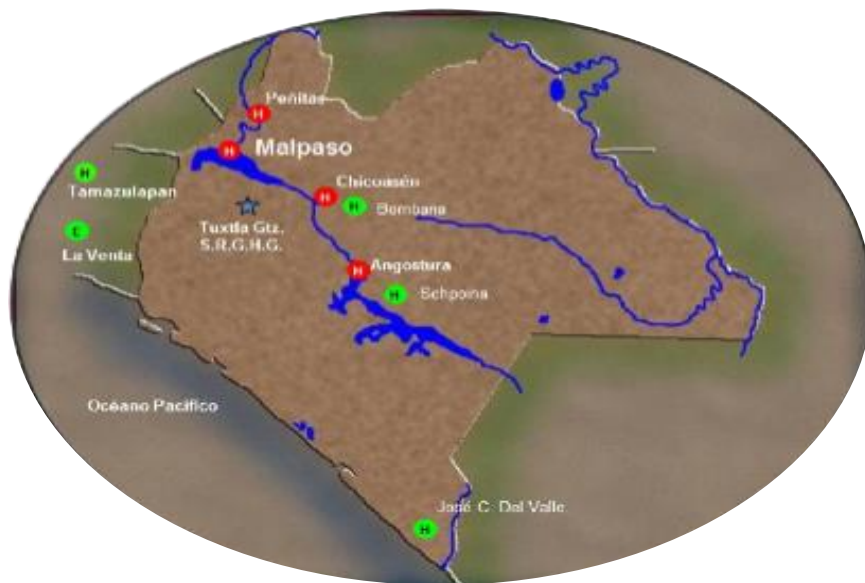
La cuenca del río Grijalva se inicia en la vecina república de Guatemala y se interna en nuestro país en la región denominada “alto Grijalva” en el estado de Chiapas. Desciende posteriormente hacia la planicie del estado de Tabasco, ahora con el nombre de “bajo Grijalva” hasta la zona de Chontalpa, donde desemboca en el golfo de México.

El 27 de junio de 1951 se creó la comisión del río Grijalva dependiente de la entonces secretaria de recursos hidráulicos. Para el estudio y desarrollo integral de la cuenca de dicho río.

A partir de 1953 la secretaria de recursos hidráulicos construyó los bordos de defensa marginales de los ríos; y en 1955 de acuerdo con los estudios hidrológicos, topográficos y geológicos preliminares, la comisión del río Grijalva llegó a la conclusión de que la primera presa por construirse fuera de Nezahualcóyotl, en la boquilla denominada “raudales malpaso” sobre el río Grijalva.

El aprovechamiento hidroeléctrico del río Grijalva está constituido por cuatro centrales eléctricas, que partiendo de la parte alta hacia la desembocadura, son:

C.H BELIZARIO MONINGUEZ ( LANGOSTURA) EN OPERACIÓN DESDE 1975
C.H. MANUEL MORENO TORRES (CHICOASEN) E OPERACIÓN DESDE 1960
C.H. MALPASO EN OPERACIÓN DESDE 1969.
C.H.ANGEL ALBINO CORZO (PEÑITAS) EN OPERACIÓN DESDE 1987.



**Fig. 4.1** provechamiento hidroelectrico del río Grijalva.



UNIDADES GENERADORAS		
unidades	Capacidad	Fecha de puesta en servicio
Unidad N°1	180 MW	26 de Enero de 1969
Unidad N°2	180 MW	6 de Febrero de 1969
Unidad N°3	180 MW	7 de Abril de 1969
Unidad N°4	180 MW	24 de Junio de 1969
Unidad N°5	180 MW	1 de Febrero de 1978
Unidad N°6	180 MW	14 de oct de 1977

El embalse de la presa tiene una capacidad de almacenamiento de 13 mil millones de m<sup>3</sup> hasta la elevación 188.00 m.s.n.m..., que concierne el nivel de aguas máximas extraordinarias, con un embalse máximo de 30 mil hectáreas. Así como la producción de 3200 GWH medio anuales de energía eléctrica.

<b>Características generales</b>	<b>Unidad</b>
<i>Área de la cuenca propia</i>	9,952.19 km <sup>2</sup>
<i>Escurrimiento medio anual (cuenca propia)</i>	5,638 X 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
<i>Gasto medio anual</i>	179 m <sup>3</sup> /sg
<i>Nivel del agua máxima extraordinarias (NAME)</i>	188.00 msnm
<i>Nivel del agua máxima de operación (NAMO)</i>	182.50 msnm
<i>Nivel del agua mínima de operación (NAMINO)</i>	144.00 msnm
<i>Volumen muerto</i>	3,055.71 Mm <sup>3</sup>
<i>Volumen útil</i>	9, 317.39 Mm <sup>3</sup>
<i>Capacidad de controlar de avenidas</i>	1,683 Mm <sup>3</sup>
<i>Capacidad de total NAME</i>	14.056 Mm <sup>3</sup>
<i>Área total inundada al NAME</i>	30,00 Ha.
<i>Nivel mínimo histórico (10-jul-1975)</i>	144.43 msnm.
<i>Nivel máximo histórico (marzo-2008)</i>	184.88msnm.

## **5. PROBLEMAS A RESOLVER**

- Control y manejo de los equipos auxiliares
- Protección de los motores de los equipos auxiliares
- Reducción y sustitución de cableado antiguo
- Evitar el riesgo de accidentes por controlar manualmente los equipos
- Monitoreo del funcionamiento de los motores de los equipos auxiliares
- Visualización en pantalla de las fallas presentadas en los equipos auxiliares

## **6. ALCANCES Y LIMITACIONES**

Al realizar el proyecto del montaje y puesta en servicio del centro de control de motores, se contara con un manejo óptimo de los equipos auxiliares de la unidad 5 de la Central Hidroeléctrica Malpaso, así como la desmentalización del equipo antiguo y la modernización del sistema eléctrico tanto en conexiones como en protecciones y cableado.

## **7. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.**

Antes de proceder con la descripción explícita de las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Malpaso, se introducirá en este apartado el marco teórico, la información se obtuvo dentro de la empresa

### **7.1 MARCO TEÓRICO**

A continuación se describen las características principales y principio de funcionamiento del generador y del Centro de Control de Motores (CCM), para comprender como opera este último en conjunto con el generador y la importancia que representa cada uno de los detalles que se describirán, como el sistema SIMOCODE PRO V y la interconexión Vía PROFIBUS.

### 7.1.1 Centro de Control de Motores (CCM)

De forma detallada en el presente documento se describe el funcionamiento del Centro de Control de Motores de la Unidad No. 5. El CCM ha de ser instalado con el propósito de que todos los arrancadores auxiliares de los equipos de la unidad se encuentren en un solo tablero, el CCM tiene la ventaja de controlar los motores con una RED PROFIBUS, y regularmente en cualquier momento saber sobre corriente, voltaje o mensajes de falla es decir; las variables principales del motor.

Así propiamente El CCM tiene un sistema para la operación de motores de velocidad constante en el rango de baja tensión. Este sistema optimiza la conexión entre el control y el motor. También se puede incluir un sistema denominado SIMOCODE PRO V que incorpora un sistema electrónico para el control y el monitoreo desde la estación del operador, asimismo es una conexión inteligente entre el sistema de automatización vía PROFIBUS DPV1 y la derivación al motor.

A continuación se muestra el tablero que corresponde al Centro de Control de Motores (CCM).

#### 7.1.1.1 Interruptor general

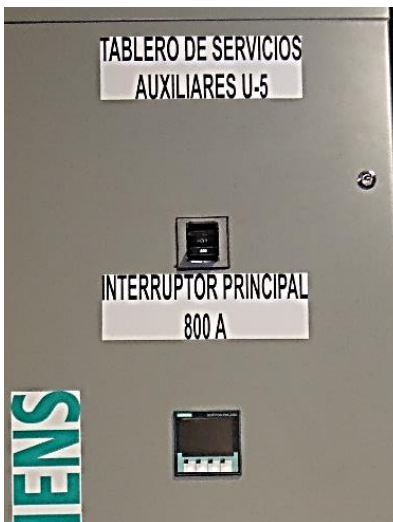
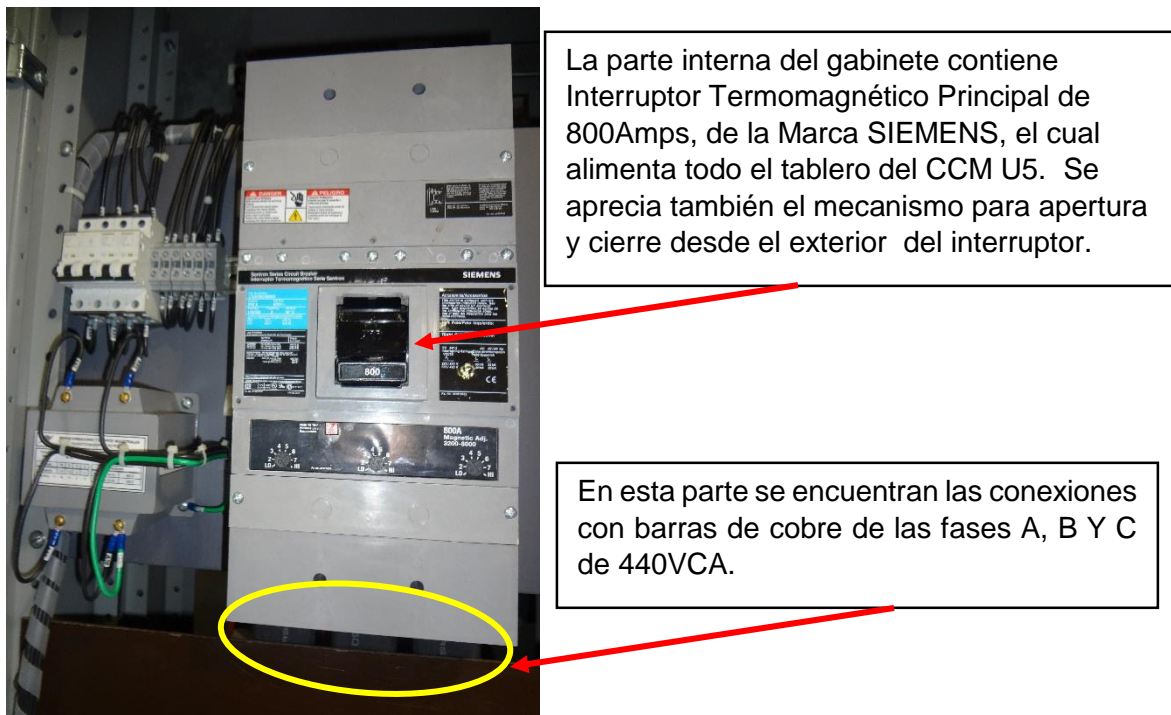


Fig. 7.1 Interruptor Principal

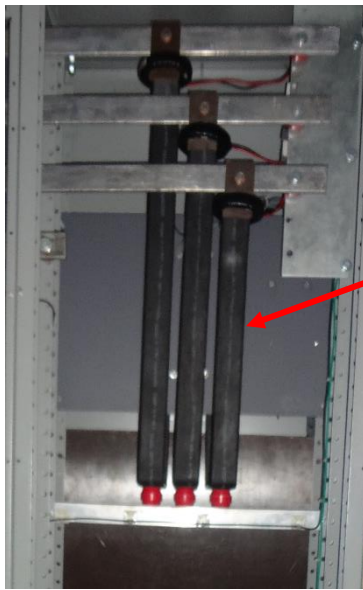
Este elemento del CCM consta de una manija para abrir o cerrar de forma manual el interruptor. La capacidad es de 800 Amps. Este se encuentra alimentado de las barras principales del tablero de servicios auxiliares de la unidad No. 5 ubicado en el piso de generadores. Para poder cerrar manualmente este Interruptor, es necesario que su puerta se encuentre cerrada.

La alimentación del interruptor viene del tablero de servicios auxiliares de la unidad el cual a su vez es alimentado por cualquiera de los interruptores de servicios propios (52SA55, 52SA65)

El interruptor controla la alimentación de todo el tablero, por lo que su apertura y cierre afectara a todos los interruptores de cada una de las cargas.



**Fig. 7.2 Vista interna del Interruptor Principal**



Barras de cobre de las fases A, B Y C de 440VCA, visto desde la parte trasera del CCM.

**Fig. 7.3 Vista de la parte trasera del Interruptor Principal**

#### **7.1.1.2 Medidor multifuncional**



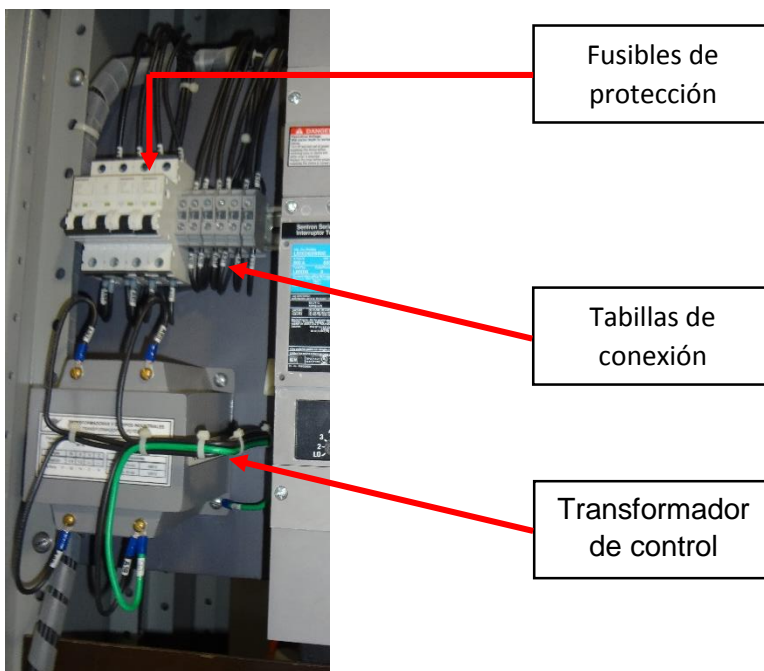
**Fig. 7.4 Medidor multifuncional**

Es un instrumento que obtenemos la visualización de los parámetros de red más relevantes de todas las cargas, así como medir los valores de magnitudes eléctricas como voltajes (Voltaje entre fases y Voltaje al neutro), corrientes, la potencia aparente, reactiva, efectiva y valores de energía (kWh). El usuario puede seleccionar la visualización de las magnitudes través de cuatro teclas de función situadas en la parte frontal o por medio del software. En esta parte se encuentra el medidor multifuncional SIEMENS modelo SENTRON PAC 3200.



**Fig. 7.5 Medidor multifuncional SIEMENS modelo SENTRON PAC 3200.**

Es importante aclarar que cuando el medidor marca voltaje significa que el interruptor que alimenta al tablero está cerrado (52SA55, 52SA65). El uso de ese medidor es muy sencillo ya que basta con oprimir la tecla F4 para que se despliegue el menú de la variable que se desee visualizar. En la parte interna del gabinete podemos observar que lo integran los siguientes componentes del medidor fusibles de protección, el transformador de control y tablillas de conexión.



**Fig 7.6 Componentes interno del interruptor principal**

### 7.1.1.3 Módulos o gabinetes

La distribución de los módulos en los gabinetes puede ser uniforme o combinada y depende del espacio disponible.



Fig. 7.7 Gabinete

Estos gabinetes están contruidos con lámina de acero rolado en frio, terminados con pintura electrostática a base de polvo epóxico. Cada módulo está conectado a las barras verticales por medio de un conector enchufable rígido el cual por medio de una jaladora superior hace que el modulo pase de manera rápida y sencilla de modo de servicio o modo de prueba para darle mantenimiento.

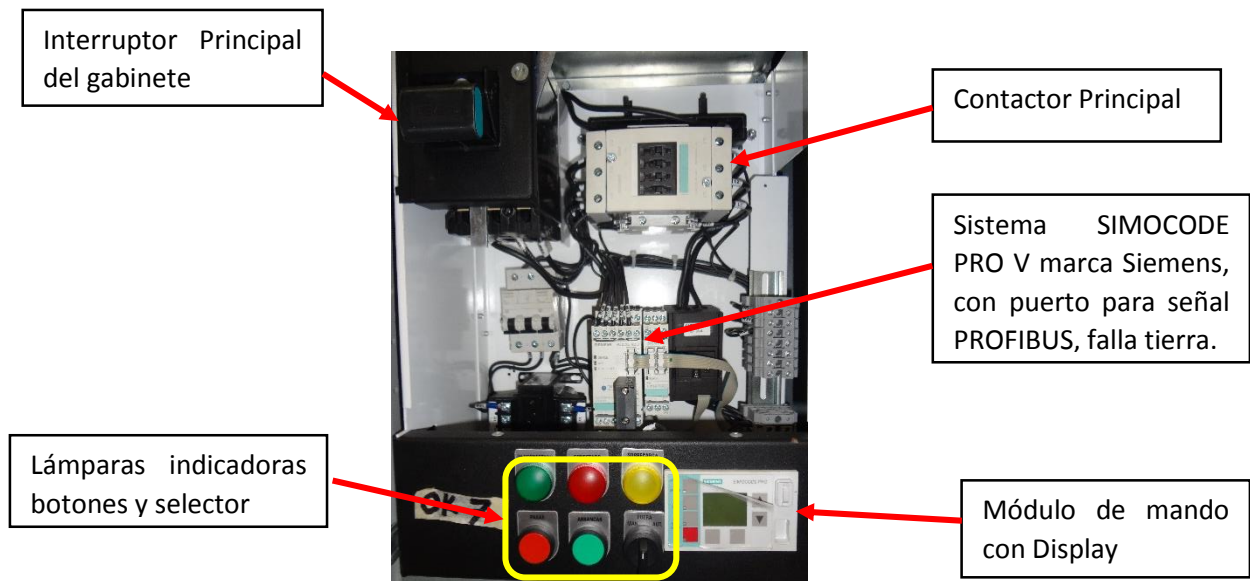


Fig. 7.8 Vista interna del Gabinete.

Los módulos pueden contener las siguientes combinaciones:

- Interruptor – arrancador
- Interruptores individuales
- Arrancadores en estado sólido
- Variadores de velocidad
- Etc.

En esta parte se aprecia las lámparas indicadoras de equipo conectado (color rojo) o desconectado (color verde), es decir, si queremos arrancar una bomba tenemos que oprimir el botón color verde, y si queremos desconectarla tenemos que oprimir el botón color rojo, siempre y cuando el selector este en modo MAN (manual).



**Fig. 7.9 Botoneras del gabinete**

Cuando exista una sobrecarga se encenderá la lámpara amarilla. Además se aprecia, el selector de tres posiciones para arrancar el equipo en manual, dejarlo fuera, o arrancarlo en automático.



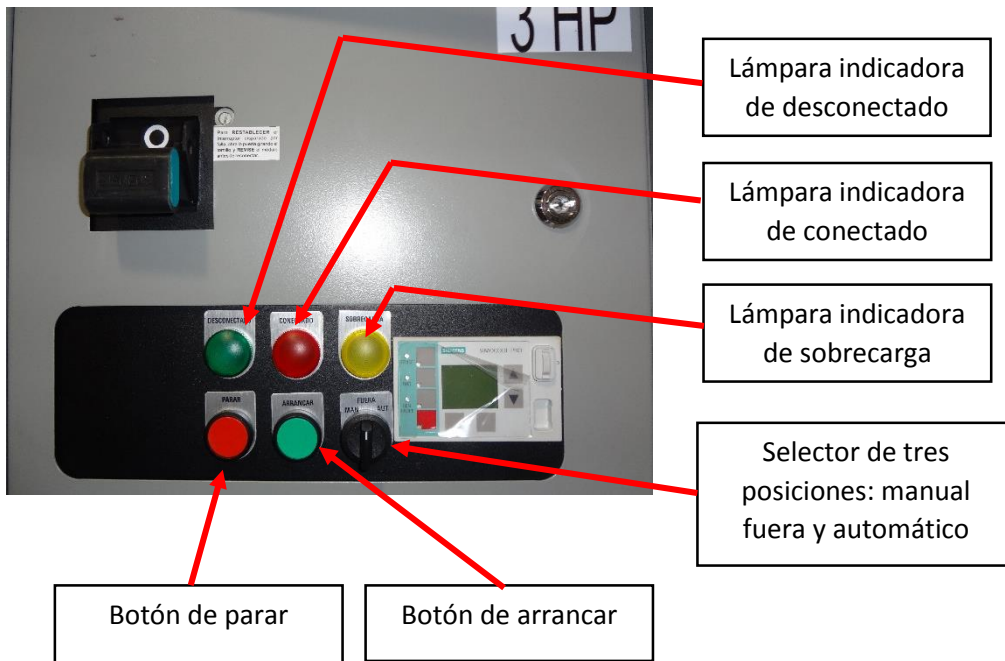


Fig. 7.10 Funcionamiento de las botoneras.

#### 7.1.1.4 Pantalla Módulo de Mando con Display (mmd)

También cuenta con el Módulo de Mando con Display (MMD) para el SIMOCODE PRO V para visualizar en la pantalla valores como voltaje, corriente, datos operativos y de diagnóstico, así como informaciones de los estados de la derivación a motor, como causa de falla. Asimismo sirve para resetear en caso de falla.



Fig. 7.11 Módulo de Mando con Display

Esta tecla se encarga de resetear en caso de falla del motor

A continuación se indica la función de las teclas.



**Fig. 7.12 Módulo de Mando con Display.**

Tecla 1: Cuatro teclas de manejo para el usuario.

Sirven para controlar la derivación a motor y están equipadas con LEDs de estado integrados para transmitir cualquier señal de estado. Para nuestro caso solamente está programada la tecla roja y esta indica falla de la conexión por PROFIBUS.

Teclas 2: Dos teclas para entrar o salir al Menú o Sub-menús.

Estas teclas pueden tener diversas funciones en función del menú visualizado (p. ej. Entrar a menú, Salir de menú, prueba o reset en caso de falla, etc. Las funciones actualmente asignadas se visualizan en el borde inferior izquierdo/derecho de la pantalla.

Tecla 3: Dos teclas de flecha (hacia arriba y hacia abajo).

Sirven para navegar por el menú de la pantalla (P. ej.) para ajustar el contraste o seleccionar el perfil de la indicación en la pantalla principal.

Cuando exista una falla la pantalla indicara lo siguiente:

Lo que se debe hacer es oprimir el botón que esta inmediatamente debajo de la palabra reset. El mensaje que se indica en este ejemplo “ejecución comando marcha” quiere decir que no hay ningún motor conectado.

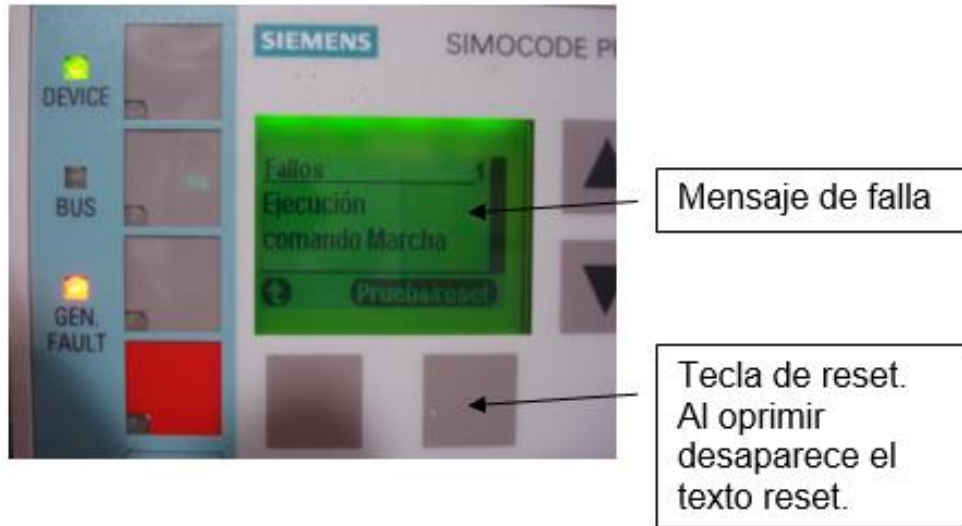


Fig. 7.13 Pantalla del SIMOCODE.

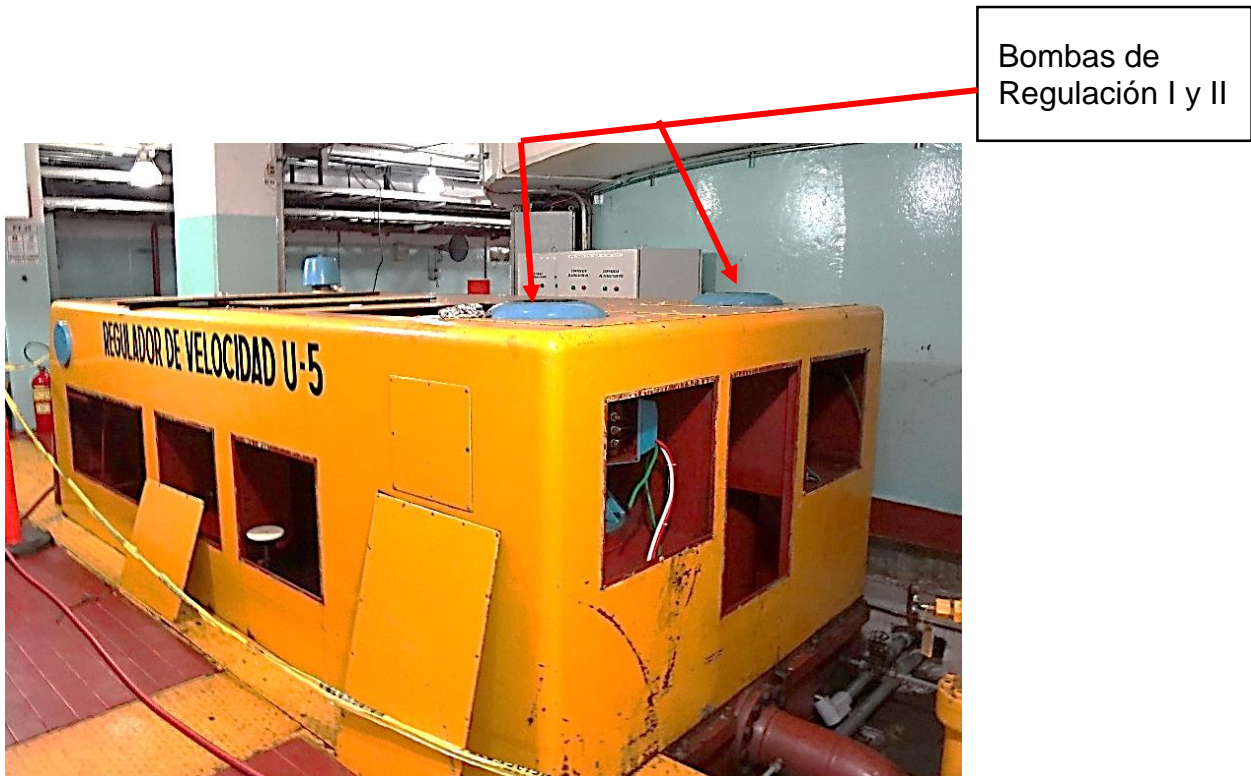
## 7.1.2 Equipos auxiliares del generador

El generador para su buen funcionamiento necesita de los equipos auxiliares como son bombas de regulación, bomba de izaje etc. A su vez el Centro de Control de Motores es el instrumento que controla, protege y manipula al antojo del operador todos los motores que operan en los equipos auxiliares son de diversos caballajes de fuerza y distintos amperajes, predestinados para tareas y labores específicas aunque también se encuentran las resistencias calefactoras. Cada uno de estos componentes se describe de manera detallada a continuación.

### 7.1.2.1 Bombas de Regulación.

Para lograr mantener la presión de trabajo, constante, en el sistema de regulación, se cuenta con un tanque de aceite a presión, el cual, a su vez, utiliza una bomba para estar recuperando la presión perdida por el consumo de aceite para la regulación.

Por tratarse de un sistema esencial para la turbina se tienen dos bombas de regulación una para servicio y otra para respaldo se aclara que pueden utilizarse distintivamente ambas bombas para cualquiera de estas funciones ya sea que están en servicio o en respaldo.



**Fig. 7.14 Regulador de velocidad.**

La bomba que está en servicio una vez en operación está impulsando constantemente el aceite a través del regulador de presión de dos puntos, a este dispositivo también se le denomina válvula de dos escalones o válvula de carga-descarga; si la presión es inferior a  $43\text{Kg/Cm}^2$  la válvula de dos escalones permite que el aceite sea inyectado al tanque de presión de aceite. Al llegar a  $46\text{ Kg/Cm}^2$  la válvula de dos escalones conecta a descarga y el aceite es enviado al enfriador y posteriormente a un depósito.



**Fig. 7.15 Bomba de Regulación.**

Por la circulación del aceite en el sistema de regulación se pierde presión en el tanque, por lo que al llegar a la presión de 43Kg/Cm<sup>2</sup> permite la carga del aceite al tanque de presión.



**Fig. 7.16 Tanque acumulador presión Aire/Aceite.**

NOTA: los valores de presión de 46 Kg/Cm<sup>2</sup> y 43Kg/Cm<sup>2</sup> se anotan como ejemplo ya que en realidad estas presiones se modifican en el transcurso del año, de acuerdo al nivel de embalse.

### 7.1.2.2 Compresores de aire de regulación y frenado.

Se tienen dos compresores en cada unidad con un tanque intermedio este aire a presión es utilizado a reponer el aire en el tanque de presión de aceite y para el sistema de frenado. Aunque para este último se utiliza una válvula reductora que disminuye la presión a aproximadamente 5 Kg/Cm<sup>2</sup>.

De origen los compresores operaban de la siguiente manera: a los 32 Kg/Cm<sup>2</sup>. Entraba el compresor de servicio, si la presión disminuía a 31 Kg/Cm<sup>2</sup> entraba el compresor de respaldo, al llegar a 33 Kg/Cm<sup>2</sup>. Se desconectaban ambos compresores. Todo lo anterior se realiza utilizando presostatos calibrados a las presiones deseadas para el control de arranque y paro de los compresores.



**Fig. 7.17 Sitio donde se encuentran los compresores.**

Actualmente las presiones las presiones de trabajo difieren de lo anterior debido a que fue necesario incrementar la presión en el sistema de regulación por los altos

niveles de embalse, por lo anterior fue necesario instalar compresores de la marca INGERSOLL-RAND en las cinco unidades. Estos compresores que pueden operar a una presión de trabajo de 50 Kg/Cm<sup>2</sup>.



**Fig. 7.18 Compresor de Regulación 1.**

Están instalados en cada unidad y deben ser operados manualmente para el arranque el paro se realiza a través de un presostato que esta calibrado a una presión de operación de 40 a 44.5 Kg/Cm<sup>2</sup>.



**Fig. 7.19 Compresor de Regulación 2.**

Para dar mayor confiabilidad al sistema de aire de regulación y frenado, existen tuberías que interconectan a los tanques intermedios, de tal suerte que el compresor de cualquiera de las unidades pueda inyectar aire a otras unidades.



Tubería de paso

**Fig. 7.20 Tubería de paso a los servomotores.**

La presión es necesaria e indispensable, porque, esta es la que impulsa al aceite del tanque a la tubería de paso a los servomotores, son estos los que se encargan de modular la velocidad y la cantidad del flujo de agua a través de los alabes hacia la turbina.



Servomotores

**Fig. 7.21 Servomotores.**



### 7.1.2.3 Bomba de inyección de aceite (izaje).

Durante el rodado y paro de la unidad es necesario inyectar aceite a presión entre los segmentos basculares y el anillo de carga con el objeto de izar la masa rotativa y evitar la fricción entre metales.



Fig. 7.22 Ubicación de la bomba de izaje.

Esto se realiza utilizando una bomba impulsada por un motor eléctrico, quien se encarga de meter aceite con una presión mayor a los 100 kg/Cm<sup>2</sup>. En el arranque la bomba entra en operación antes de iniciar el rodado de la unidad y se desconecta cuando la unidad tiene el 40% o más de su velocidad nominal.

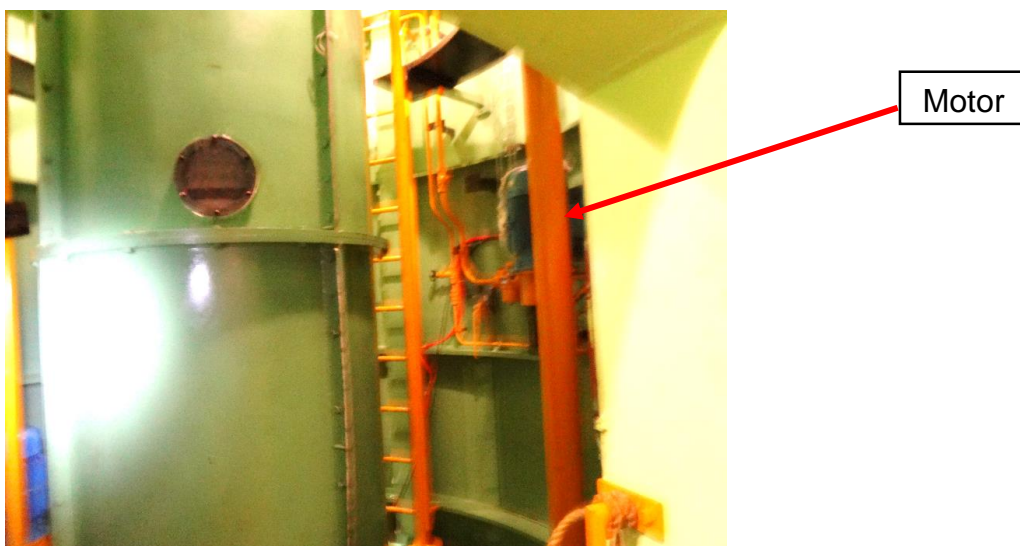


Fig. 7.23 Motor de la bomba de izaje.

Durante el paro de la unidad, la bomba de inyección entra cuidando la unidad disminuye su velocidad por debajo del 40% de la nominal y sale 5 minutos después de haber alcanzado el 12% de su velocidad. Debido al automatismo de las unidades, la bomba de inyección de aceite puede operarse en forma manual solo si se cumplen las siguientes condiciones:

- a). Arranque: velocidad de la turbina <40% o al 90%
- b). paro: velocidad de turbina >40% o <12% durante 5 minutos o 60% al 0.

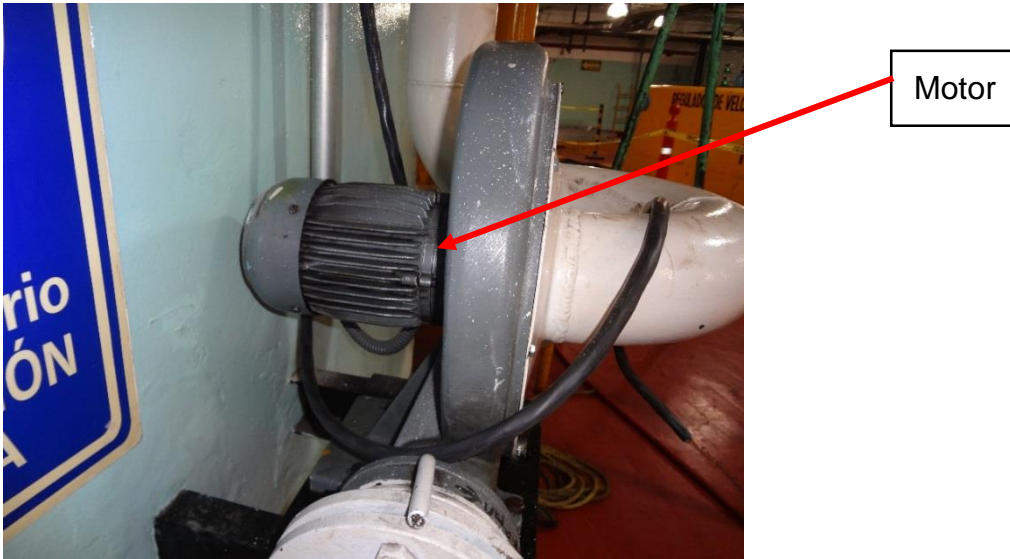
#### 7.1.2.4 Extractor de vapores de aceite.

En realidad el moto-ventilador utilizado en el sistema de extracción de vapores de aceite es usado para inyectar aire limpio a la tubería recolectora de vapores, y de esta forma se encarga de empujar los vapores hacia el exterior del foso de la turbina. Antes de que los vapores sean expulsados al aire libre de la casa de máquinas, son pasados por un filtro para atrapar y condensar el aceite evitando con ello que el aire de la casa de máquinas se contamine.



**Fig. 7.24 Localización del extractor de Vapores.**

Antes de que los vapores sean expulsados al aire libre de la casa de máquinas, son pasados por un filtro para atrapar y condensar el aceite evitando con ello que el aire de la casa de máquinas se contamine.



**Fig. 7.25 Extractor de Vapores Vista Acercada.**

A raíz de la automatización de las unidades este sistema de extracción de vapores de aceite se conecta en forma automática en el paso 2 de la secuencia de arranque rodado junto con la orden de abrir el limitador al 22%, y se desconecta en el paso 53 de la secuencia de paro rodado. En forma manual, el operador desde su consola puede conectar o desconectar el sistema de extracción en todo momento sin restricción alguna.



**Fig. 7.26 Turbina del extractor de vapor.**

### 7.1.2.5 Bomba de circulación de aceite.

La alimentación de aceite para las chumaceras de carga y guías de la turbina se efectúa a través de un sistema cerrado. El aceite es aspirado desde la cuba de la chumacera guía inferior con una bomba accionada por un motor eléctrico de 30 HP y es empujado hacia los intercambiadores de calor, posteriormente el flujo de aceite es distribuido a cada chumacera por diafragmas.



Ubicación interna de las bombas de circulación

Fig. 7.27 Ubicación de las bombas de circulación.

El retorno del aceite se realiza a través de unos tubos de desbordes (rebosantes), con el fin de que en caso de pérdidas de aceite en el sistema los segmentos queden sumergidos en el aceite.



Bombas de circulación

Fig. 7.28 Vista interna de la ubicación de las bombas de circulación.

El control eléctrico de esta bomba puede efectuarse en forma local manual o a través del PLC en forma remota. Es condición de que este en servicio durante la operación de la unidad, en caso de falla puede utilizarse de forma temporal la bomba auxiliar para evitar el disparo de la unidad por falla en el flujo de aceite de las chumaceras.

Se destaca que la bomba auxiliar es únicamente para evitar el disparo de la unidad y desconectar la unidad previo aviso al ACOR, ya que si la unidad esta en servicio las temperaturas en chumaceras se incrementan.

Son dos motores pero son del mismo tipo así que ambos tienen el mismo dato de placas.

#### **7.1.2.6 Bomba recolectora de fugas del estopero.**

Debido al tipo de turbinas que se tiene instaladas en la central, estas requieren que sus rodets trabajen ahogados en agua. Para evitar que el agua inunde el foso de la turbina esto debido a que el nivel del desfogue es mayor que el del foso de la turbina, se cuenta con un sello en el estopero.



**Fig. 7.29 Lugar actual de operación de la unidad.**

Sin embargo este sello no es totalmente hermético, por lo que presentan fugas de agua a través del mismo provocando que el escudo superior de la turbina de se inunde de forma parcial.



**Fig. 7.30 Escudo superior del generador.**

Con el fin de evitar en la medida de lo posibles estas inundaciones en el escudo, se ha previsto extraer el agua de dichas fugas utilizando una bomba de achique que envía el agua extraída al cárcamo de la casa de máquinas.



**Fig. 7.31 Motor del extractor de fugas del estopero.**

La operación de estas bombas antiguamente era de forma manual, ahora se ha instalado en el CCM y ya es posible controlarla desde el tablero.

### 7.1.2.7 Bomba recolectora de fugas de aceite.



Fig. 7.32 Ubicación actual de la bomba recolectora.

Las chumaceras se presentan fugas y se recolectan mediante un canal que se ha predispuesto para que se acumule en un tanque posteriormente la bomba regresa el aceite a las chumaceras de carga y de dirección.



Fig. 7.33 Motor de la unidad.

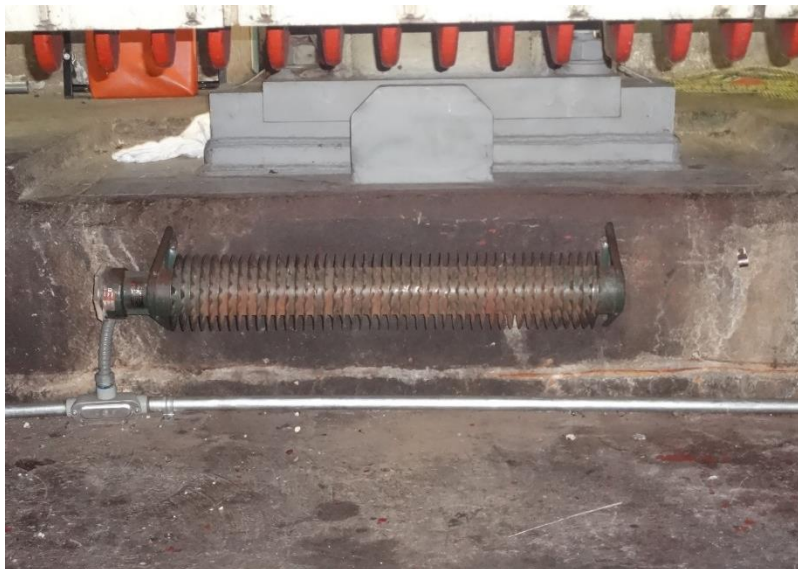
### 7.1.2.8 Resistencias calefactoras.



Lugar actual de las resistencias calefactoras

**Fig. 7.34 Ubicación de las resistencias calefactoras.**

El generador debe estar en las mejores condiciones, si en su interior hay humedad es posible que presente fallas, es por ello que se ha destinado una conexión de 16 resistencias calefactoras en el orificio inferior para evitar la humedad.



**Fig. 7.35 Resistencias Calefactoras.**



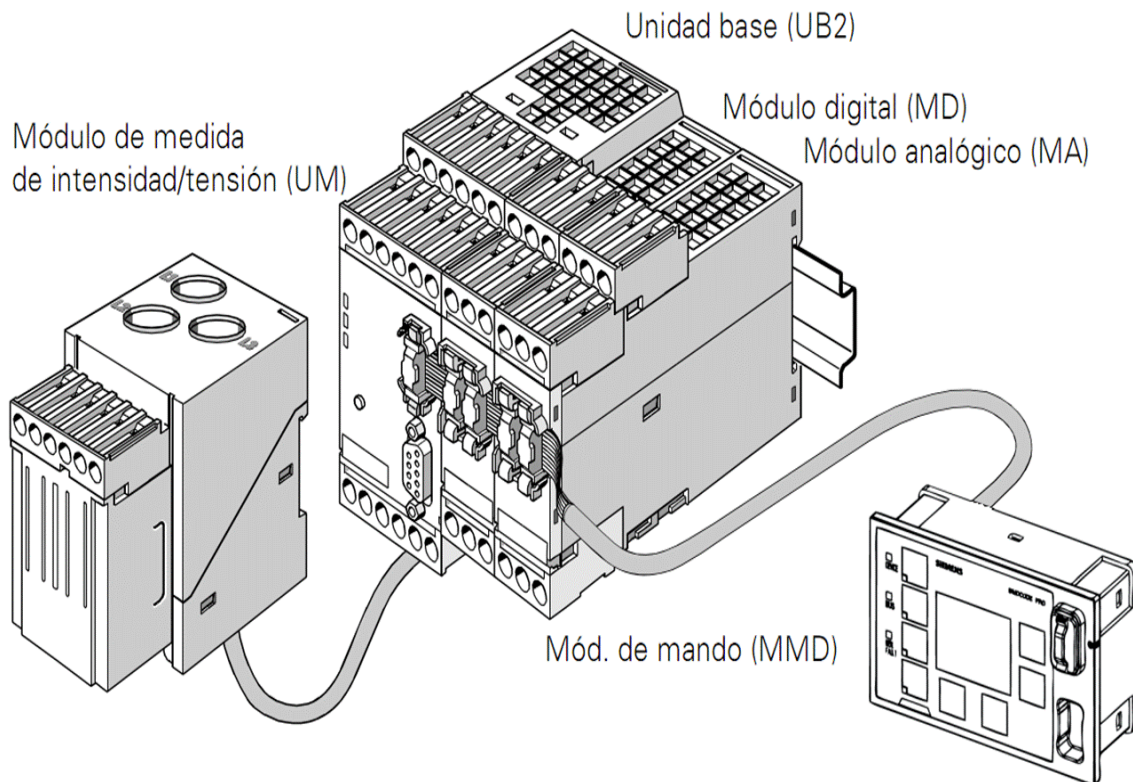
### 7.1.3 Sistema SIMOCODE PRO V

SIMOCODE (SIRIUS Motor Management and Control Device) es un sistema modular y flexible de gestión para motores de velocidad constante en el rango de baja tensión. Este sistema optimiza la conexión entre el control de procesos y la derivación a motor, eleva la disponibilidad de la instalación y permite reducir considerablemente los costos durante el montaje, la puesta en marcha, el servicio y el mantenimiento de una instalación.

El SIMOCODE se incorpora en el tablero de distribución de baja tensión y constituye una conexión inteligente entre el sistema de automatización de orden superior (vía PROFIBUS DP) y la derivación a motor. El SIMOCODE ofrece las siguientes funciones:

- Protección integral del motor, electrónica y multifuncional, independiente del sistema de automatización
- Funciones de mando integradas en vez de un control de motor vía hardware
- Datos de operación, mantenimiento y diagnóstico detallados
- Comunicación abierta vía PROFIBUS DP, el sistema de bus de campo estándar.
- Parametrización con el paquete de software SIMOCODE ES

Adicionalmente sólo se necesitan los dispositivos de maniobra y de protección contra cortocircuitos del circuito principal (contactores, interruptores automáticos, fusibles).



**Fig. 7. 36 Configuración típica de SIMOCODE PRO V.**

### 7.1.3.1 Características funcionales

Protección integral del motor, electrónica y multifuncional para corrientes nominales de motor hasta 820 A:

SIMOCODE pro ofrece una amplia protección de la derivación a motor combinando diversas funciones de vigilancia y protección retardables y escalonadas:

- Protección electrónica contra sobrecarga dependiente de la corriente
- Protección de motor por termistor
- Protección contra falta de fase/desequilibrio
- Protección contra rotor bloqueado
- Vigilancia de valores límite ajustables para la corriente de motor
- Vigilancia de tensión
- Vigilancia de potencia
- Vigilancia de Cos phi

- Detección de falla a tierra
- Vigilancia de temperatura
- Vigilancia de horas de operación
- Vigilancia de tiempos de parada
- Vigilancia del número de arranques dentro de una ventana de tiempo
- Desconexión orientada a la seguridad de derivaciones a motor, p. ej. en la industria de procesos, desconexión segura local o vía PROFIBUS DP.

SIMOCODE pro está en capacidad de registrar curvas de medición y por lo tanto de representar, por ejemplo, el desarrollo de la corriente del motor durante el arranque.

### **7.1.3.2 Control de motor flexible mediante funciones de mandos integrados:**

SIMOCODE pro dispone de diversas funciones de mando de motor predefinidas, esto incluye todas las conexiones y enclavamientos requeridos:

- Relé de sobrecarga
- Arrancador directo
- Arrancador-inversor
- Arrancador estrella-Delta, también con inversión de sentido de giro.
- Dos velocidades, motores con devanados independientes (inversor de polaridad), también con inversión de sentido de giro.
- Dos velocidades, motores con devanados Dahlander independientes, también con inversión de sentido de giro.
- Control de correderas
- Control de válvulas
- Control de un interruptor automático
- Control de un arrancador suave, también con inversión de sentido de giro.

Estas funciones de mando están predefinidas en SIMOCODE pro y pueden ser asignadas libremente a las entradas y salidas del aparato (incluido PROFIBUS DP). Estas funciones de mando predefinidas se pueden adaptar de manera flexible a cualquier variante de derivación a motor específica del cliente mediante bloques

lógicos libremente parametrizables (tablas de verdad, contadores, temporizadores, evaluación de flancos, etc.) y mediante funciones estándar (vigilancia de corte de red, arranque de emergencia, fallas externas, etc. Todo esto sin necesidad de relés auxiliares adicionales en el circuito principal.

### **7.1.3.3 Datos de operación, mantenimiento y diagnóstico detallados**

SIMOCODE pro pone a disposición toda una serie de datos de operación, mantenimiento y diagnóstico que ayudan a identificar prematuramente fallas inminentes, las cuales se pueden evitar aplicando medidas preventivas. En caso de un mal funcionamiento es posible diagnosticar, ubicar y eliminar la falla respectiva dentro de un lapso de tiempo muy corto, lo cual permite eliminar tiempos de parada de la instalación o reducirlos a un mínimo.

### **7.1.3.4 Comunicación**

SIMOCODE pro también dispone de una interfaz PROFIBUS DP integrada (tipo de conexión SUB-D o por borne) que permite reemplazar todo el cableado individual por un solo cable bifilar (incluido el panel de distribución), el cual se requiere normalmente para el intercambio de datos con el sistema de automatización de orden superior.

SIMOCODE pro soporta por ejemplo:

- Velocidades de transmisión hasta 12 Mbit/s
- Reconocimiento automático de la velocidad de transmisión
- Comunicación con hasta 3 maestros
- Sincronización de la hora vía PROFIBUS (SIMATIC S7)
- Sellado de tiempo con una alta precisión horaria (SIMATIC S7)
- Servicios cíclicos (DPV0) y servicios acíclicos (DPV1)
- Comunicación DPV1 detrás del Y Link etc.

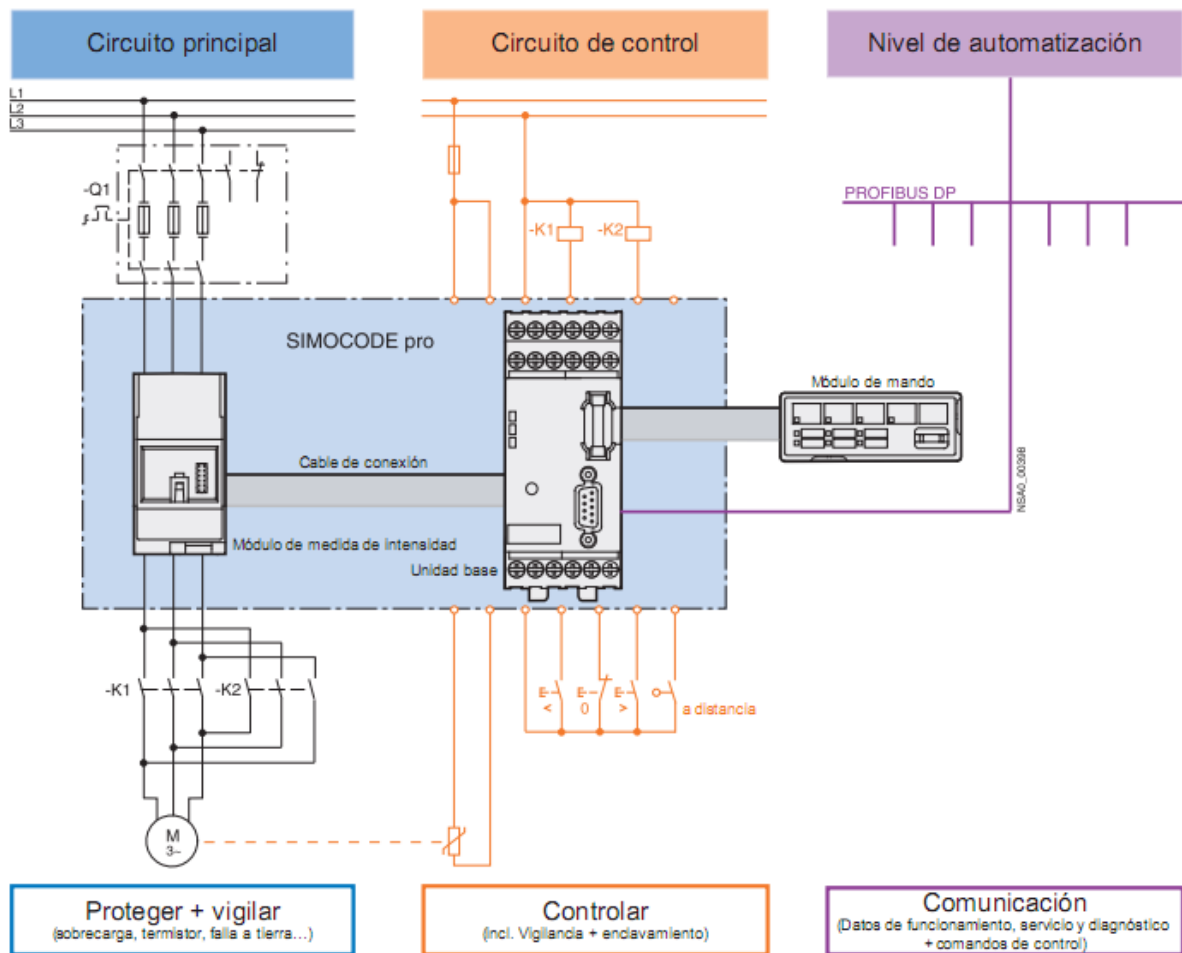


Fig. 7. 37 Simocode integrado en el circuito principal, en el circuito de control y en el nivel de automatización (PLC)

### 7.1.3.5 Detección de falla a tierra

Las unidades base disponen:

- De una detección de falla a tierra interna:  
Para motores con conexión de 3 conductores, la unidad base calcula a través de los módulos de medida de intensidad o de intensidad /tensión una posible corriente de defecto o de contacto a tierra con base en la corriente total. La detección de falla a tierra interna sólo es aplicable a motores con

conexión trifásica en redes puestas a tierra directamente o con impedancia baja.

- Detección de falla a tierra externa en SIMOCODE pro V:  
Especialmente en redes puestas a tierra con impedancia alta puede ser necesario instalar una detección de falla a tierra mediante un transformador de corriente sumador para corrientes de contacto a tierra más pequeñas, en vez de utilizar una detección de falla a tierra interna a través de los módulos de medida de intensidad o de intensidad / tensión. Con un solo módulo de falla a tierra es posible añadirle a la unidad base 2 una entrada adicional para conectar un transformador de corriente sumador 3UL22. Con el transformador de corriente sumador se pueden evaluar corrientes nominales de defecto de 0,3 A / 0,5 A / 1 A.

#### **7.1.3.6 Vigilancia de límites de corriente**

La vigilancia de límites de corriente facilita la vigilancia del proceso. De esta manera se pueden detectar a tiempo irregularidades inminentes en la instalación: si se rebasa por exceso un límite de corriente ubicado aún por debajo del límite de sobrecarga, puede ser un indicio de que, p. ej., hay un filtro sucio en una bomba o que hay un cojinete de motor que cada vez gira más lentamente. Si se rebasa un límite de corriente por defecto, esto puede ser un primer indicio de que la correa de un motor de accionamiento presenta desgaste.

#### **7.1.3.7 Vigilancia de tensión**

SIMOCODE pro V ofrece la posibilidad de vigilar la subtensión o la capacidad de reconexión de una red trifásica o de una red monofásica:

- Vigilancia de subtensión:  
Vigilancia a dos niveles para valores límite de selección libre. El comportamiento de SIMOCODE pro V se puede parametrizar libremente al alcanzar un umbral de aviso o un umbral de disparo.

- Vigilancia de la capacidad de reconexión: incluso si el motor está desconectado, SIMOCODE pro puede visualizar la capacidad de reconexión de la derivación a motor midiendo la tensión directamente en el interruptor automático o en los fusibles.

#### **7.1.3.8 Vigilancia de temperatura**

El módulo de temperatura de SIMOCODE pro V permite vigilar analógicamente, por ejemplo, el devanado del motor o los cojinetes a través de hasta 3 circuitos de medición del sensor. SIMOCODE pro V soporta una vigilancia de sobre temperatura a dos niveles para valores límite de selección libre. El comportamiento de SIMOCODE pro se puede parametrizar y retardar libremente al alcanzar un umbral de preaviso o un umbral de disparo. La vigilancia de temperatura se lleva a cabo con base en la temperatura más alta de todos los circuitos de medición del sensor utilizados.

#### **7.1.3.9 Vigilancia de potencia activa**

La curva de potencia activa de un motor indica el grado de carga actual mismo. Una carga demasiado alta ocasiona un desgaste excesivo e incluso puede llegar a causar una falla prematura del motor. Una potencia activa demasiado baja del motor puede ser resultado, p. ej., de una marcha en vacío.

SIMOCODE pro V hace posible una vigilancia de potencia activa a dos niveles para valores límite superiores e inferiores de selección libre. El comportamiento de SIMOCODE pro V se puede parametrizar y retardar libremente al alcanzar un umbral de aviso o un umbral de disparo.

#### **7.1.3.10 Vigilancia de Cos $\varphi$ (phi)**

Precisamente en la gama inferior de un motor, el factor de potencia varía más que la corriente de motor o la potencia activa. Por lo tanto, la vigilancia del factor de potencia resulta idónea especialmente para diferenciar entre una marcha en vacío

y una falla del motor, por ejemplo, la rotura de una correa de accionamiento o de un eje de entrada. SIMOCODE pro V permite vigilar a dos niveles si se rebasa por defecto el factor de potencia  $\cos \phi$  para valores límite de selección libre. El comportamiento de SIMOCODE pro V se puede parametrizar y retardar libremente al alcanzar un umbral de aviso o un umbral de disparo.

#### **7.1.3.11 Vigilancia de horas de operación, tiempo de parada y número de arranques**

Para evitar una parada de la instalación ocasionada por una falla de los motores, a su vez causada por un tiempo de funcionamiento muy largo (desgaste) o por un tiempo de parada también muy largo, tanto el Simocode está en capacidad de vigilar las horas de operación y los tiempos de parada de un motor.

Si, por ejemplo, se rebasa por exceso un valor límite ajustable, se puede generar una señalización que indique que posiblemente sea necesario reemplazar o hacerle mantenimiento al motor en cuestión.

Una vez reemplazado el motor, es posible restablecer las horas de operación y los tiempos de parada.

Para evitar un calentamiento excesivo y por ende un envejecimiento prematuro del motor, se puede limitar el número de arranques del mismo en un período determinado. Mediante avisos previos se puede indicar que el número de arranques aún disponibles es reducido.

#### **7.1.3.12 Vigilancia de otras magnitudes de proceso a través del módulo analógico**

SIMOCODE pro V permite medir y vigilar cualquier magnitud de proceso a través del módulo analógico. De esta manera es posible, por ejemplo, proteger una bomba contra marcha en seco a través de la detección del nivel de llenado o vigilar el nivel de suciedad de un filtro a través de un transductor de presión diferencial.



Si se rebasa por defecto un nivel de llenado definido, se puede desconectar la bomba, y si se supera una presión diferencial definida, se debe limpiar el filtro. SIMOCODE pro V soporta una vigilancia a dos niveles de la magnitud de proceso respectiva para valores límite superiores e inferiores de selección libre. El comportamiento de SIMOCODE pro V se puede parametrizar y retardar libremente al alcanzar un umbral de aviso o un umbral de disparo.

#### **7.1.3.13 Software**

Aparte de las funciones y de la configuración de hardware, en los aparatos de maniobra con capacidad de comunicación también es muy importante la facilidad de manejo del software de parametrización así como una buena integrabilidad a otros sistemas, es decir, la posibilidad de integrar el sistema actual de manera rápida y sencilla a otras instalaciones con una configuración distinta o a otros sistemas de automatización de procesos.

Por ello, el sistema SIMOCODE pro pone a disposición las herramientas de software adecuadas que permiten parametrizar, configurar y realizar diagnósticos de manera continua y rápida.

SIMOCODE ES es el software de parametrización estándar para SIMOCODE pro, ejecutable en PC / unidad de programación con Windows XP o Windows 7 Ultimate y Professional. SIMOCODE ES pone a disposición del sistema de gestión de motores SIMOCODE pro una interfaz de usuario bien estructurada y de fácil manejo que permite parametrizar, manejar, observar y probar SIMOCODE pro cómodamente tanto a nivel de campo como desde un punto central vía PROFIBUS.

La visualización de los datos de operación, mantenimiento y diagnóstico vía SIMOCODE ES es una fuente de información esencial en casos de avería o mantenimiento, al ayudar a evitar, localizar y eliminar fallas rápidamente.

La opción de cambiar parámetros online, incluso durante el funcionamiento, evita tiempos de parada innecesarios de la instalación.

La parametrización se lleva a cabo con el software SIMOCODE ES.

El PC / unidad de programación se conecta a la unidad base con el cable de PC.

Configuración y parametrización de mandos del CCM U5

Los parámetros de la mayoría de las aplicaciones han sido preconfigurados de fábrica. Sólo es necesario configurar algunos parámetros.

Parametrizar significa:

1. Ajustar valores
2. Conectar bloques funcionales

Una vez se haya efectuado el cableado externo (bobina de contactor conectada, módulo de medida de intensidad integrado al circuito principal) viene el segundo paso: la parametrización de SIMOCODE pro.

#### **7.1.4 sistema de protección vía PROFIBUS.**

##### **7.1.4.1 Definiciones**

###### **PROFIBUS DP**

Sistema de bus PROFIBUS con el protocolo DP (DP significa periferia descentralizada). La tarea principal de PROFIBUS DP es el intercambio rápido de datos cíclicos entre el maestro DP central y los dispositivos periféricos.

###### **PROFIBUS DPV1**

PROFIBUS DPV1 es una ampliación del protocolo DP. Adicionalmente es posible el intercambio acíclico de datos de parametrización, de diagnóstico, de control y de test. Maestro DP. Un maestro que se comporta conforme a la norma EN 50 170, volumen 2, PROFIBUS con el protocolo DP, se denomina maestro DP.

###### **Maestro clase 1**

Un maestro clase 1 es una estación activa en PROFIBUS DP. El intercambio cíclico de datos con otras estaciones es característico en este tipo de maestros. Maestros clase 1 típicos son, por ejemplo, PLCs con conexión PROFIBUS DP.

## **Maestro clase 2**

Un maestro clase 2 es una estación opcional en PROFIBUS DP.

Maestros clase 2 típicos son:

- PCs / unidades de programación con software SIMOCODE ES
- SIMATIC PDM (PCS7)
- PC con el software SIMATIC powercontrol (gestión energética).

## **Esclavo DPV1**

Se denomina esclavo DPV1 al esclavo operado en el bus PROFIBUS con el protocolo PROFIBUS DP que se comporta conforme a la norma EN 50 170, volumen 2, PROFIBUS.

## **GSD**

Los datos maestros del aparato (GSD) incluyen una descripción de los esclavos DP en formato uniforme. La utilización de los GSD (datos maestros del aparato) facilita la configuración del esclavo DP en un sistema maestro DP.

## **OM SIMOCODE pro**

El OM SIMOCODE pro (administrador de objetos) se utiliza en vez de los GSD para integrar SIMOCODE pro a STEP7. El OM SIMOCODE pro permite utilizar SIMOCODE ES (si está instalado) para la parametrización dentro de STEP7.

## **SIMATIC PDM**

Paquete de software para la configuración, parametrización, puesta en marcha y mantenimiento de dispositivos (p. ej. convertidores de valores medidos, reguladores, SIMOCODE) y para la configuración de redes y PCs.

## **Esclavo S7 SIMOCODE pro**

El esclavo S7 SIMOCODE pro es un esclavo plenamente integrado a STEP7. Está conectado a través del OM SIMOCODE pro y, además soporta el modelo S7 (alarmas de diagnóstico, alarmas de proceso).

## **PROFIsafe**

PROFIsafe es un perfil de seguridad desarrollado y comprobado según la norma IEC 61508 para los ampliamente difundidos protocolos de bus de campo PROFIBUS y PROFINET. El perfil PROFISafe determina cómo deben conectarse los dispositivos de protección Failsafe (p. ej. botón de PARADA DE EMERGENCIA) vía PROFIBUS a autómatas programables.

### **7.1.4.2 Descripción general**

PROFIBUS es un estándar de comunicaciones para bus de campo. Deriva de las palabras PROcess FieId BUS. La preasignación de los datos de control, señalización y diagnóstico es suficiente para casi todas las aplicaciones, de forma que la parametrización sólo requiere modificaciones mínimas.

Por lo demás, es posible adaptar la asignación de los bits individuales especialmente a la aplicación. Para poder recabar datos es necesaria el terminador de bus que es un dispositivo que suministra resistencia eléctrica al final de una línea de transmisión para absorber las señales de la línea, evitando de este modo que reboten y que vuelvan a ser recibidas por las estaciones de red.

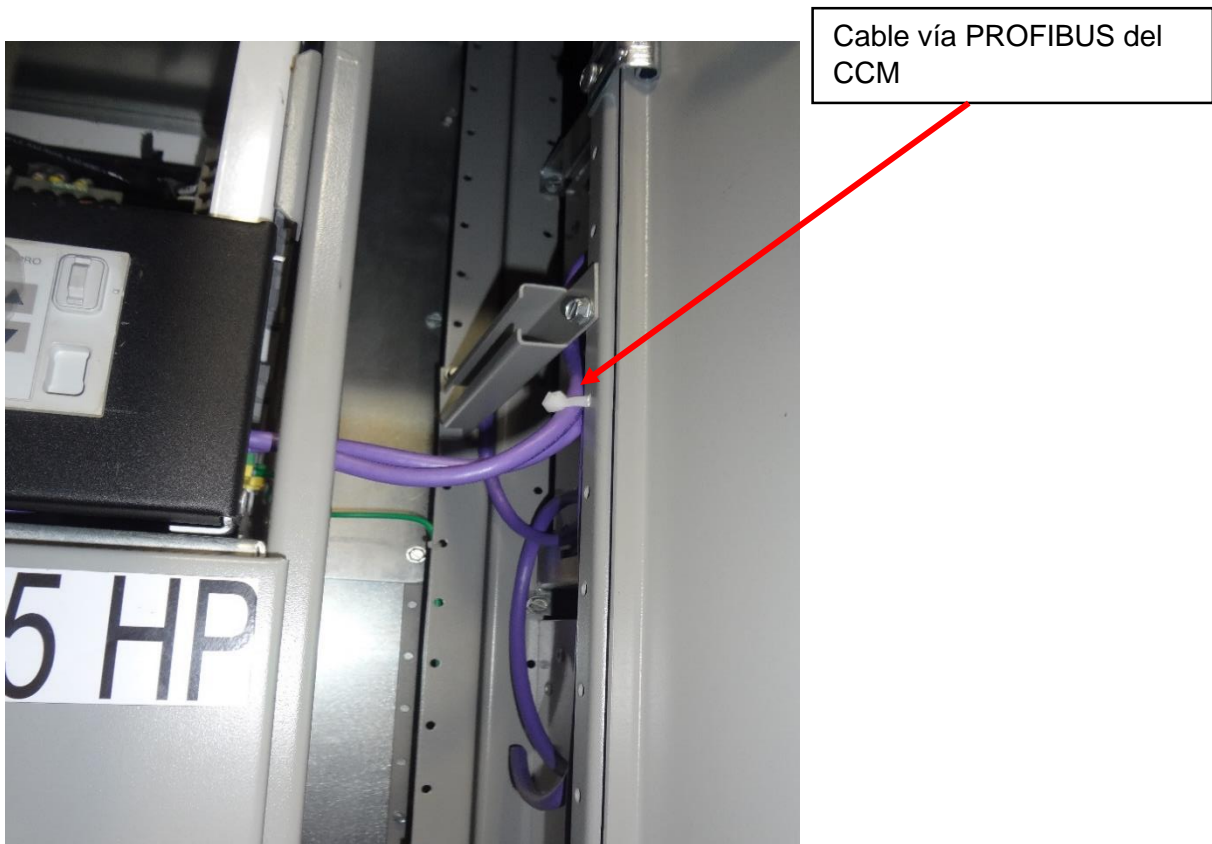
Los terminadores de bus crean la carga que convierte la señal de bus de campo transmitida como un cambio de corriente en una tensión detectada en el cable. Esto acentúa la importancia de una terminación de bus correcta y fiable, que desempeña una función importante en la disponibilidad del sistema. El terminador de bus debe estar configurado para una disponibilidad muy alta. PROFIBUS tiene tres versiones o variantes:

- DP-V0. Provee las funcionalidades básicas incluyendo transferencia cíclica de datos, diagnóstico de estaciones, módulos y canales, y soporte de interrupciones
- DP-V1. Agrega comunicación acíclica de datos, orientada a transferencia de parámetros, operación y visualización

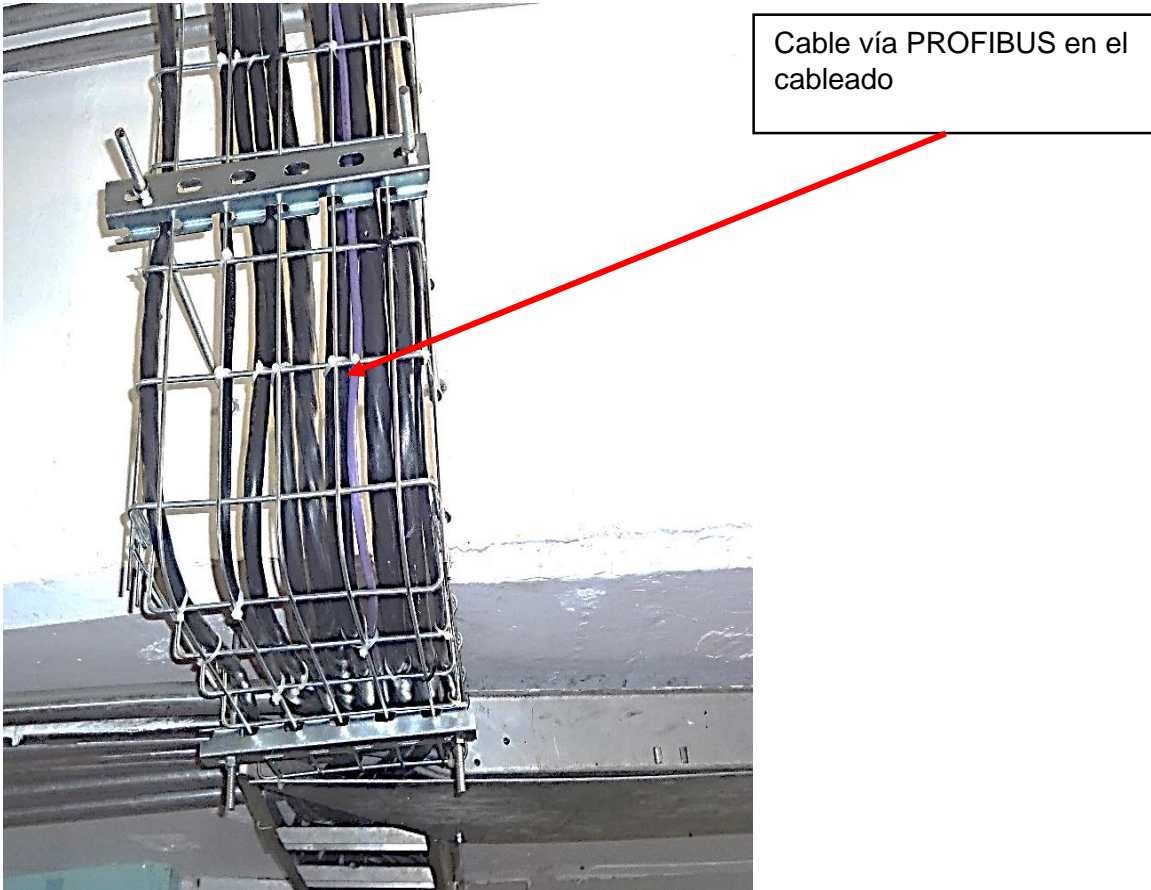
- DP-V2. Permite comunicaciones entre esclavos. Está orientada a tecnología de drives, permitiendo alta velocidad para sincronización entre ejes en aplicaciones complejas.

A nivel de campo, la periferia distribuida, cual: módulos de E/S, transductores, impulsores (drives), válvulas y paneles de operación, trabajan en sistemas de automatización a través de eficaz sistema de comunicación en tiempo real, el PROFIBUS DP o PA. La transmisión de datos del proceso efectuase de manera cíclica, mientras alarmes, parámetros y diagnósticos se transmiten sólo cuando sea necesario, de manera acíclica.

En la figura 8.2 se puede apreciar el cable Vía PROFIBUS del CCM de la unidad 5, se distingue de todos los demás porque es de color morado.



**Fig. 7. 38 Cable via Profibus del CCM U5.**



**Fig . 7. 39 Cable via PROFIBUS en el cableado.**

#### **7.1.4.3 Transmisión de datos**

SIMOCODE pro V soporta la desconexión segura de motores mediante la transmisión de datos a través del perfil PROFIsafe (a partir de la versión E07 en combinación con un controlador seguro (CPU F) y el módulo de ampliación de SIMOCODE pro DM-F PROFIsafe). Para obtener información detallada relacionada con esta función consulte el manual de sistema "Failsafe Digital Modules SIMOCODE pro Safety.

La siguiente figura muestra las opciones para la transmisión de datos.

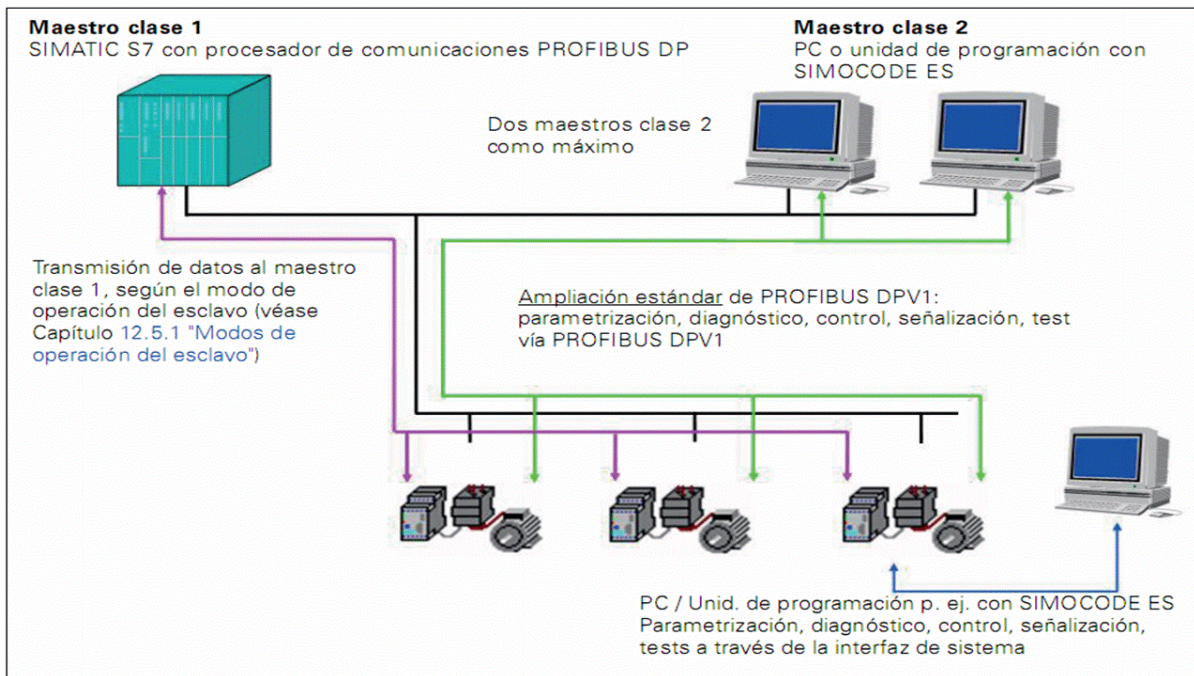


Fig. 7.40 Opciones para la transmisión de datos.

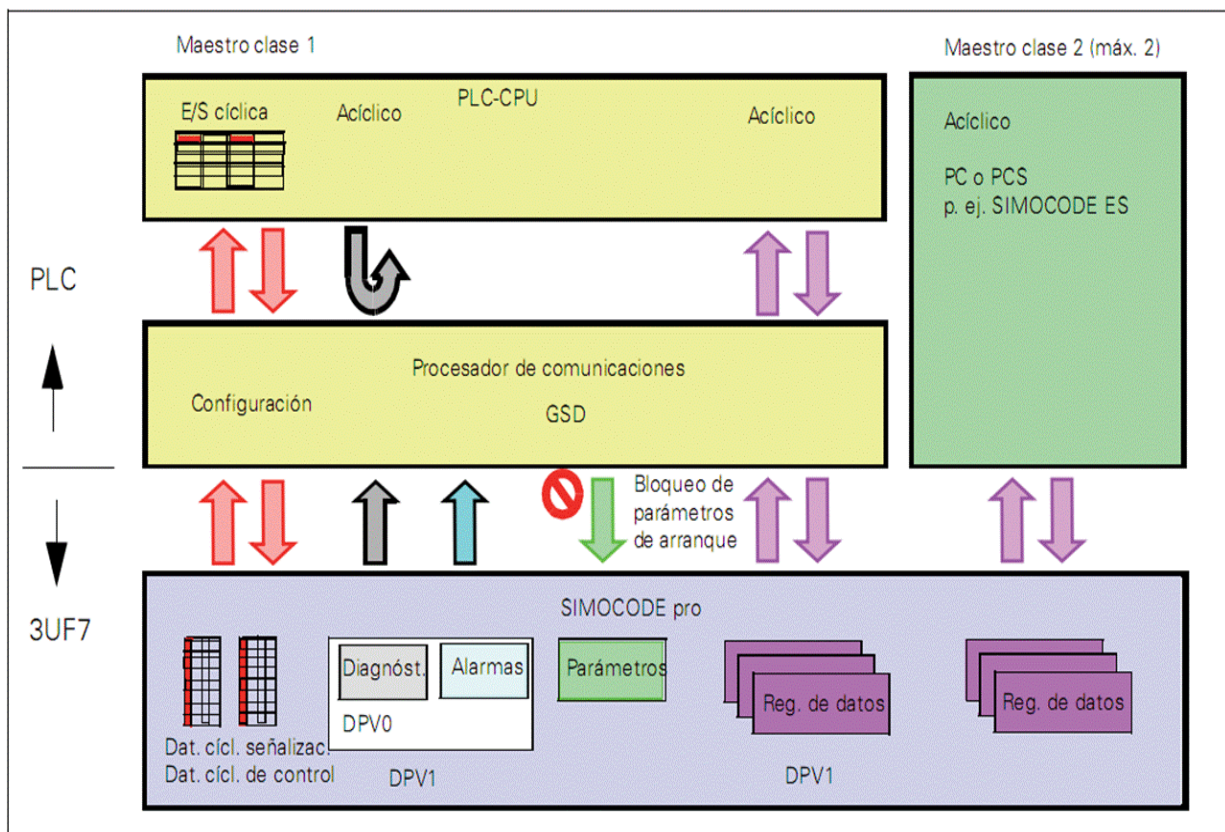


Fig. 7.41 Opciones para la transmisión de datos.

## Descripción del acceso a los datos

Los datos cíclicos son intercambiados una vez por cada ciclo DP entre el maestro y el esclavo PROFIBUS DP. Luego, el módulo maestro PROFIBUS DP transmite los datos de control a SIMOCODE pro.

En respuesta, SIMOCODE pro transmite los datos de señalización al módulo maestro. En el programa del PLC se accede a los datos cíclicos a través de las entradas (datos de señalización) y salidas (datos de control). Al integrar SIMOCODE pro al sistema maestro DP queda definida inmediatamente la longitud de los datos transmitidos cíclicamente. Esto ocurre al seleccionar el tipo básico, el cual determina la estructura y longitud de los datos cíclicos.

Datos cíclicos del maestro PROFIBUS DP a SIMOCODE pro			
Denominación	Longitud	Denominación	Info
Tipo básico 1	4 bytes de datos de control	Control cíclico - Bit 0.0 a 1.7	UB2
		Control cíclico - Valor analógico	
Tipo básico 2	2 bytes de datos de control	Control cíclico - Bit 0.0 a 1.7	UB1 UB2
PROFIsafe	5 bytes de datos de control	1 bit de datos útiles, de asignación fija a los circ. de habilitación de los relés	UB2



Datos cíclicos de SIMOCODE pro al maestro PROFIBUS DP			
Denominación	Longitud	Denominación	Info
Tipo básico 1	10 bytes de datos de señaliz.	Señalización cíclica -Bit 0.0 a 1.7	UB2
		Señalización cíclica -Entrada analógica 1 a 4	
Tipo básico	2 4 bytes de datos de señaliz.	Señalización cíclica -Bit 0.0 a 1.7	UB1
		Señalización cíclica -Entrada analógica 1	UB2
PROFIsafe	4 bytes para entradas	Sin datos útiles	UB2

## 7.2 ACTIVIDADES REALIZADAS

### 7.2.1 Montaje e instalación de tablero en piso de turbinas.

El CCM fue adquirido con la empresa “Emcisa” con las características mencionadas, fue transportado de la empresa hasta la Central Hidroeléctrica Malpaso. Fue recibido y guardado en el almacén de la central, para su posterior montaje y puesta en servicio en el interior de la planta.



**Fig. 7.42 Resguardo del CCM en el almacén de la central.**

Posteriormente al CCM le hicimos junto con los técnicos algunas revisiones a cada gabinete para checar si correspondía con el requerimiento establecido por la central a la empresa Emcisa.



**Fig. 7.43 Inspección de gabinetes del CCM**

El CCM fue transportado del almacén hasta la central generadora para ocupar el lugar correspondiente dentro de ella.



**Fig. 7.44 Retiro del CCM del almacén.**



**Fig. 7.45 Transporte del CCM.**



**Fig. 7.46 Llegada del CCM a la planta.**

No solo se tenía que llevar el tablero del CCM a la planta se tenía que mover hacia el sitio al que va a pertenecer para estar laborando, para ello se tenían que hacer muchas maniobras como levantar rejillas, alzar al CCM para cargarlo con la grúa viajera y depositarlo en piso de turbinas.



Fig. 7.47 Desalojo de rejillas.



Fig. 7.48 Traslado con Grúa viajera del CCM.

El Centro de Control de Motores (CCM) quedó frente a la unidad generadora número cinco en el piso de turbinas de la Central Hidroeléctrica Malpaso, para dar mayor comodidad y libertad de manejo al personal que labora.



Fig. 7.49 Ubicación actual del CCM en el piso de turbinas.

### 7.2.2 Sustitución del cableado de fuerza a motores auxiliares de unidad.

El CCM para su buen funcionamiento necesita estar alimentado de 440 VCA para distribuir la corriente hasta los equipos auxiliares. Esta fuente de voltaje la toma del tablero del servicios auxiliares que está conectado con el interruptor 52SA55 del bus 5 del circuito 4020; esta alimentación viene del exterior de la central malpaso I. El calibre de cable utilizado fue el 1/0.



Fig. 7.50 Conexión de la alimentación del tablero de servicios auxiliares al CCM de la U5.

El CCM contiene dispositivos llamados simocodes que son la cabeza central del CCM para el funcionamiento de este, es necesario suministrarle 250 VCD, que se obtiene del banco de baterías de la central. El Simocode del CCM también puede ser alimentado con 110 de CA pero esta presenta el uso de transformadores de reducción de voltaje para cada Simocode, es por ello que se optó por el banco de

baterías, que presenta otra ventaja más, si por alguna razón la alimentación, en caso de ser alimentado con 110 CA, se cortara, el banco de baterías sigue suministrando porque es independiente del circuito de alimentación.



**Fig. 7.51 Banco de baterías de la central Hidroeléctrica Malpaso.**

Para poder sustituir todo el cableado de los equipos auxiliares de la unidad 5. Primero fue necesario construir bandejas para que el cable quedara protegido y resguardado, además se evita que se encuentre suspendido y estorbe dentro de la central. Se perforo pared y techo para que la rejilla junto con la bandeja quedara bien sujetas.



**Fig. 7.52 Corte y perforación de las charolas.**



**Fig. 7.53 Perforación del techo para el ajuste de las rejillas.**



**Fig. 7.54 Situación actual del cable con rejilla de protección.**

El cableado de los equipos auxiliares, fue necesario retirar debido a que ya presentaban deterioro en el aislante, y algunas uniones entre cables estaban mal conectadas. La tubería en que se encontraban fue sustituida por una nueva y robusta y de mayor diámetro.



**Fig. 7.55 Retiro de cable y tubería antigua.**





**Fig. 7.56 Implementación de cableado nuevo para los equipos auxiliares.**

Como se ha explicado anteriormente los motores de los equipos auxiliares, son diversos y por lo tanto presentan diferentes tipos de amperaje y caballajes de fuerza, con los datos de placa obtenidos, se proporcionó a cada conexión entre el motor y el CCM el cable apropiado, así obtenemos la siguiente tabla, el tipo de equipo auxiliar con su respectivo calibre de cable.

<b>Equipo auxiliar</b>	<b>Calibre de Cable</b>
<i>Bomba recolectora de fugas de aceite</i>	4X10
<i>Bomba de regulación 1 y 2</i>	4X2
<i>Extractor de vapores</i>	4X10
<i>Compresor de regulación 1 y 2</i>	4X10
<i>Bomba de izaje</i>	4X6
<i>Extractor de fugas del estopero</i>	4X6
<i>Resistencias calefactoras</i>	4X6

### 7.2.3 Datos de placa obtenidos de los motores de los equipos auxiliares

La siguiente información es la que obtuve al recabar datos con los técnicos que laboran en la central, y que inspeccione dentro de la empresa, se detalla los datos de placa obtenidos.

Como los motores utilizados para la bomba de regulación son iguales, entonces, los datos de placa son lo mismo.

DATOS DE PLACA DE LA BOMBA DE REGULACIÓN		
Marca: <b>BBC BROWN BOVERY</b>	Tipo: Qux 250 M2 AF	Fases: 3
Volt: <b>440/440</b> $\Delta$	Watt: 55 KW	Frecuencia: 50/60 HZ
Cos. $\Phi$ : <b>0.92/0.93</b>	Revoluciones: 2950/3550/min	Amperaje:

DATOS DE PLACA COMPRESOR 1			
MARCA INGERSOLL RAND			
HP: <b>10.0 // 7.5</b>		Rpm: 1765 // 1470	
ENCLODP	TYPE DP	PF: 0.84 // 0.83	IP:21
SF: <b>1.15</b>	INSF AT 80 K	60 // 50 HZ	CODE J
DUTY CONT	DES B	AMB 40 °C	
NEMA NOM EFF% <b>91.7%</b>		ALT 1000	
$\frac{3}{4}$ LOAD EFF % <b>91.00</b>			
AMP <b>24 4/12 2//22 4//11</b>		VOLTS: 230/460/190/380	

DATOS DE PLACA COMPRESOR 2			
MARCA INGERSOLL RAND			
PH 3	FRAME 215T	IR PART # 32C36006	
HP: 7.5//10.0		Rpm: 1470 // 755	
ENCLODP	TYPE DP	PF: 0.82 //0.84	IP:21
SF: 1.15	INSF AT 80 K	60 // 50 HZ	CODE J
DUTY CONT	DES B	AMB 40 °C	
NEMA NOM EFF% 89.5%		ALT 1000 M.A.S.I	
¾ LOAD EFF % 88.40%			
AMP 23.0/11 5//25 0//12.5		VOLTS: 190/380/230/460	

DATOS DE PLACA DE LA BOMBA DE IZAJE	
MARCA: <b>Bauknecht</b>	RF: 15 14-75
No: <b>3132910</b>	AMP: 29
VOLTS: <b>440</b> $\Delta$	HP: 20
a. c.      3 ph	RPM: 1770
<b>60</b> HZ	

DATOS DE PLACA DEL EXTRACTOR DE VAPORES	
MARCA: <b>Elektor</b>	
MOTOR N°: <b>794 408794 408</b>	
<b>255 / 440</b> VOLTS	0.85 KW
TYPE <b>D6</b>	60 HZ
<b>3.45 / 2.00</b> AMP	3360 RPM

Como los motores utilizados para la bomba de circulación son iguales, entonces, los datos de placa son lo mismo.

DATOS DE PLACA DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN	
MARCA: <b>BBC BROWN BOVERY</b>	
TIPO: <b>QUX 180 L4 AD</b>	
<b>440</b> VOLTS	44 <b>AMP</b>
<b>26.4</b> KW	<b>COS <math>\phi</math> : 0.88</b>
<b>1755</b> RPM	60 <b>HZ</b>

DATOS DE PLACA: BOMBA RECOLECTORA DE FUGAS DEL ESTOPERO		
MARCA: <b>Weg</b>	<b>3 FASES</b>	<b>KW (CP) 1,492 (2.0)</b>
<b>3435</b> RPM	60 <b>HZ</b>	<b>FS 1,25</b>
VOLTS <b>208-230/460</b>	<b>FP 0,87</b>	<b>N 85.5%</b>
AMP <b>5,6-5,06/2,53</b>	<b>40 °C</b>	<b>PESO 22 Kg</b>

DATOS DE PLACA DE LA BOMBA RECOLECTORA DE FUGAS DE ACEITE			
MARCA: <b>HIMMER</b>		<b>TYP 4 NB 63-0.18</b>	
<b>3 FASES</b>	<b>Nr 261 295 A 9</b>	440 <b>VOLTS</b>	0.58 <b>AMP</b>
<b>1700</b> RPM	0.18 <b>KW</b>	60 <b>HZ</b>	<b>IP 44</b>

DATOS DE PLACA DE LAS RESISTENCIAS CALEFACTORAS		
TYPE: <b>1.21-2</b>	<b>VOLTS: 3X440</b>	<b>WATTS: 1000</b>

#### 7.2.4 Medición de corrientes en auxiliares de unidad

Al CCM se le hacen verificaciones de corriente a los arrancadores y contactores, que interrumpe por así decir, el paso de la corriente a los motores de los equipos auxiliares esto para comprobar si la corriente que está pasando por él, es la que el equipo auxiliar necesita para su funcionamiento. El CCM permite el arranque del motor a tensión plena es por eso que al momento de programar los parámetros se le adjunta un valor mayor de corriente esto para que el CCM no dispare el sistema de protección.



**Fig. 7.57** Chequeo de corriente con amperímetro.

Los datos obtenidos al verificar la corriente se llenan en los formatos que la empresa proporciona. En el capítulo 8 en la sección “8.3 Formatos con los resultados obtenidos al hacer pruebas de corriente a los arrancadores y contactores”, se muestran los resultados que obtuvimos en los siguientes formatos.

### **7.2.5 Cálculo de los interruptores y contactores para los gabinetes del Centro de Control de Motores (CCM).**

A continuación se muestra los cálculos correspondientes que realice bajo la supervisión del ingeniero Sergio Mijangos Villatoro para la dirección DP y el parámetro de corriente con que funcionaran los motores de los equipos auxiliares.

Estos cálculos están basados en la recomendación de el Comité de Motores del IEEE, ya que establece que el tap del relevador de sobrecarga se fije entre en el

115% del valor nominal de corriente, esto es, para ciertos motores esenciales dentro de los cuales se encuentran los ventiladores de tiro inducido, ventiladores de tiro forzado, bombas de agua de alimentacion, compresores de aire, extractores y reguladores, todo ello para obtener un valor seguro de proteccion contra falla sin que se dispare por corriente de arranque que es de 5 a 7.5 veces del valor de corriente nominal es por que eso que los equipos de los servicios auxiliares de la unidad numero 5 entran en esta categoria. La operación elaborada se describe en las tablas siguientes

<b>Extractor de vapores</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento,es igual al multiplicar por 1.15, (Amp)
2	2.3

<b>Bomba recolectora de fugas de aceite</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento,es igual al multiplicar por 1.5, (Amp)
0.58	0.66

<b>Bomba de regulacion 1</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento,es igual al multiplicar por 1.5, (Amp)
85	97.75

<b>Bomba de regulacion 2</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento,es igual al multiplicar por 1.5, (Amp)
85	97.75

<b>Bomba recolectora de fugas del estopero</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento,es igual al multiplicar por 1.5, (Amp)
3.9	4.5

<b>Bomba de circulacion 1</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento,es igual al multiplicar por 1.5, (Amp)
44	50.06

<b>Bomba de circulacion 2</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento,es igual al multiplicar por 1.5, (Amp)
44	50.06

<b>Compresor de regulacion 1</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento,es igual al multiplicar por 1.5, (Amp)
12.5	14.375

<b>Compresor de regulacion 2</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento,es igual al multiplicar por 1.5, (Amp)
12.5	14.375

<b>Bomba de izaje</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento,es igual al multiplicar por 1.5, (Amp)
29	34

<b>Resistencias calefactoras</b>	
I nominal (Amp)	115% incremento, es igual al multiplicar por 1.5, (Amp)
30.43	35

### **7.2.6 Programación de parámetros con el programa SIMOCODE ES.**

Una vez obtenido los valores de corriente con el incremento establecido por el Comité de Motores del IEEE se procede a programar el SIMOCODE PRO V con el programa SIMOCODE ES a continuación se describen los pasos fundamentales y los requisitos junto con los procedimientos que realice inspeccionado por el Ingeniero Sergio Mijangos Villatoro.

#### **Pasos fundamentales**

Los dos pasos fundamentales a realizar con SIMOCODE pro son siempre:

- Efectuar el cableado externo (para el control y retroaviso de los aparatos de maniobra de corriente principal y de los aparatos de mando y señalización)
- Aplicar / activar las funciones internas de SIMOCODE pro (bloques funcionales), con control y evaluación de las entradas/salidas de SIMOCODE pro (cableado interno de SIMOCODE pro).

#### **Requisitos**

- Derivación a motor / motor disponible
- Control PLC/PCS con interfaz PROFIBUS DP disponible
- Para poder realizar la maniobra de inversión deben haber sido cableados previamente tanto el circuito principal como el módulo de medida de intensidad. Para ello, se deben introducir los 3 cables que van al motor a través de los orificios de paso del módulo de medida de intensidad.



- PC / unidad de programación disponible
- El software SIMOCODE ES debe estar instalado
- La unidad base debe tener el ajuste de fábrica. Para restablecer el ajuste de Fábrica.

Una vez efectuado el cableado externo (bobina de contactor conectada, módulo de medida de intensidad integrado al circuito principal) viene el segundo paso: la parametrización de SIMOCODE pro.

Para ello realice lo siguiente.

<b>Paso</b>	<b>Descripción</b>
1	Conectar el cable de PC a la interfaz de sistema.
2	Iniciar SIMOCODE ES.
3	Abrir el menú Aparato de maniobra > Abrir online.
4	Seleccionar RS232 y la interfaz COM correspondiente. Confirmar con OK.
5	Abrir el cuadro de diálogo Parámetros del equipo > Parámetros de bus
6	Seleccionar la dirección DP.
7	Guarde los datos en la unidad base con Sistema de destino > Cargue en aparato de maniobra. Con ello, queda ajustada la dirección. Al final Confirme el cambio de la dirección.



Interfaz del sistema  
Lugar donde se conecta el cable para conectarlo al PC.

Fig. 7.58 Módulo de Mando, (paso 1).

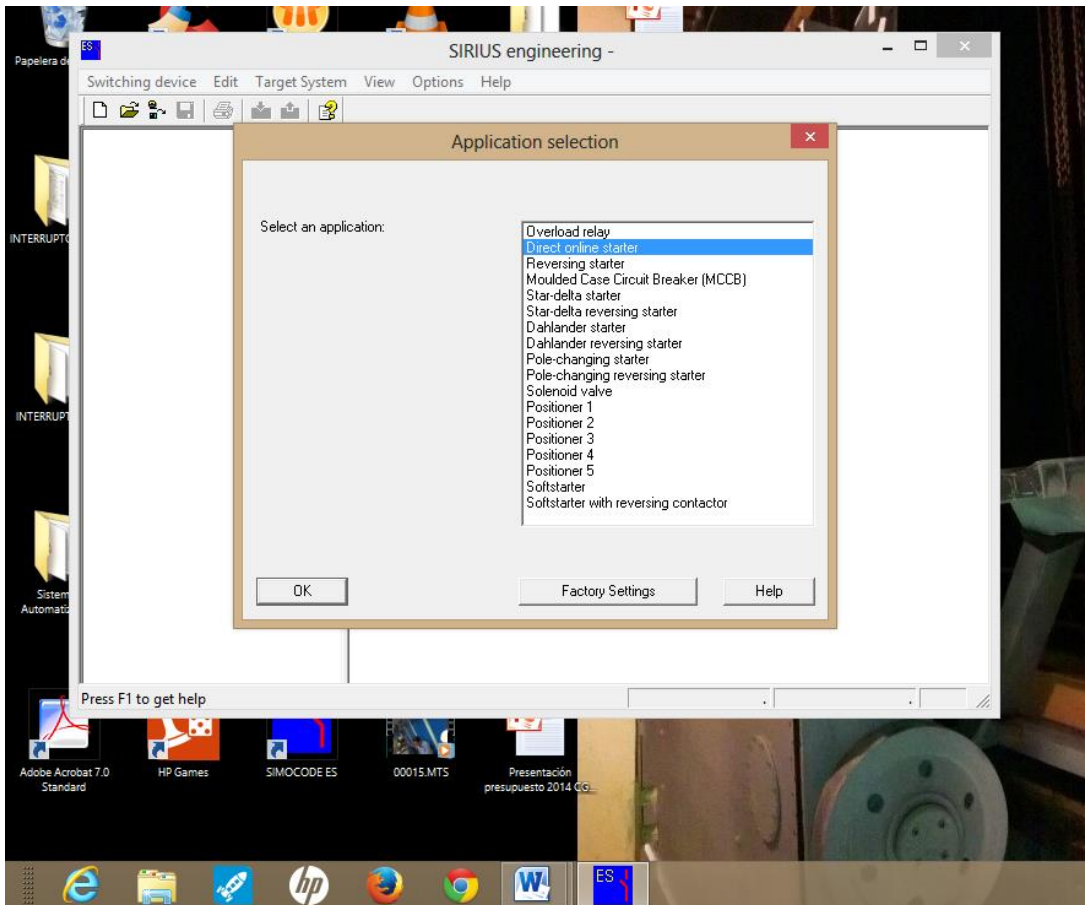
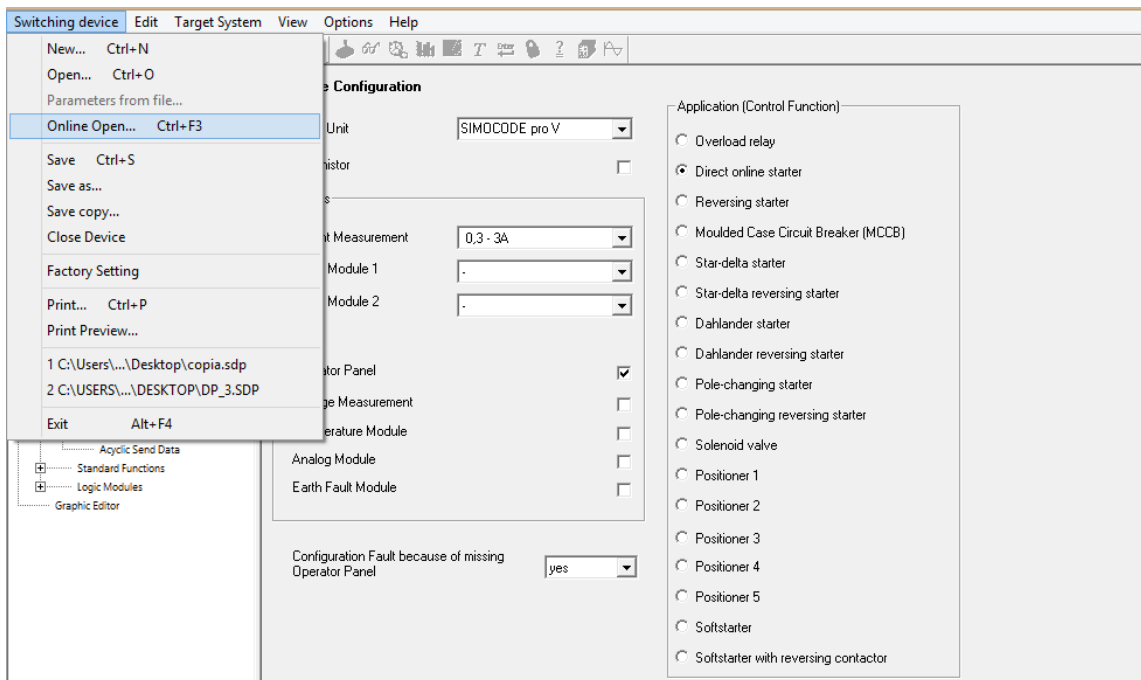


Fig. 7.59 Menu del Simocode ES al iniciar el programa paso 2.



### 7.60 Selección de < abrir online, paso 3.

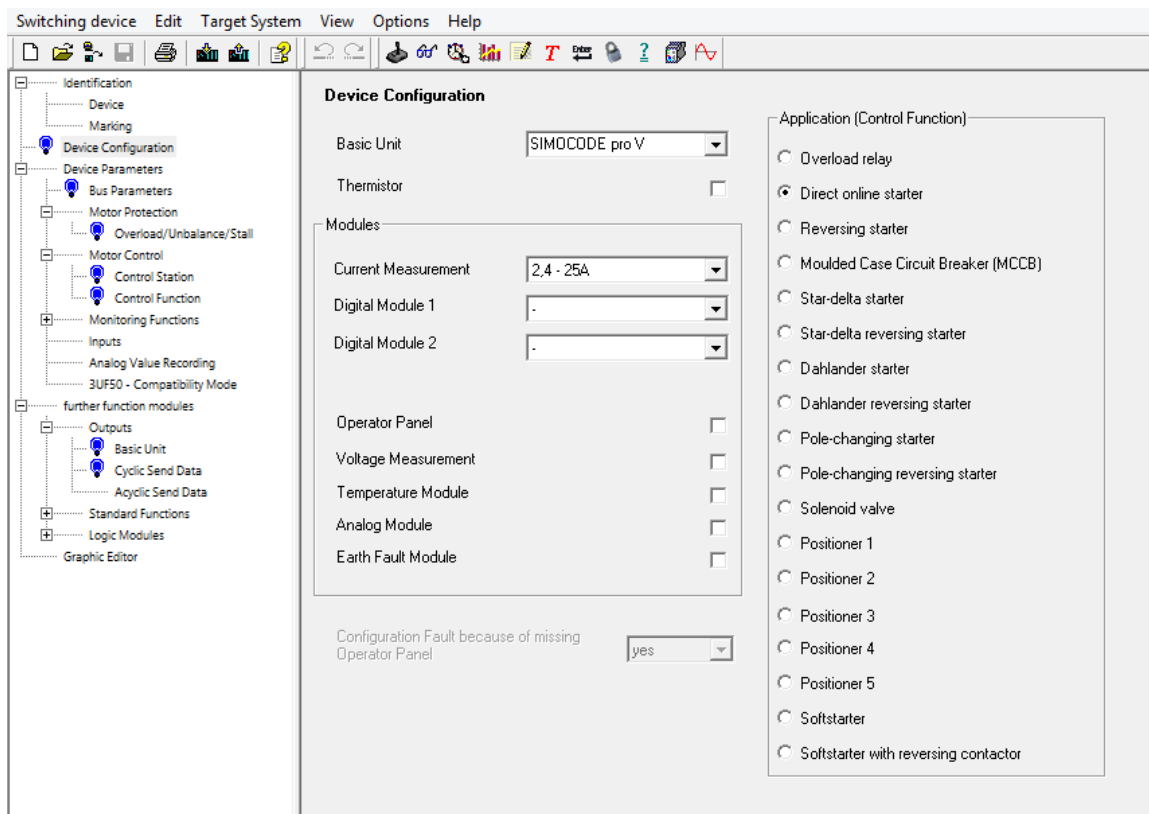
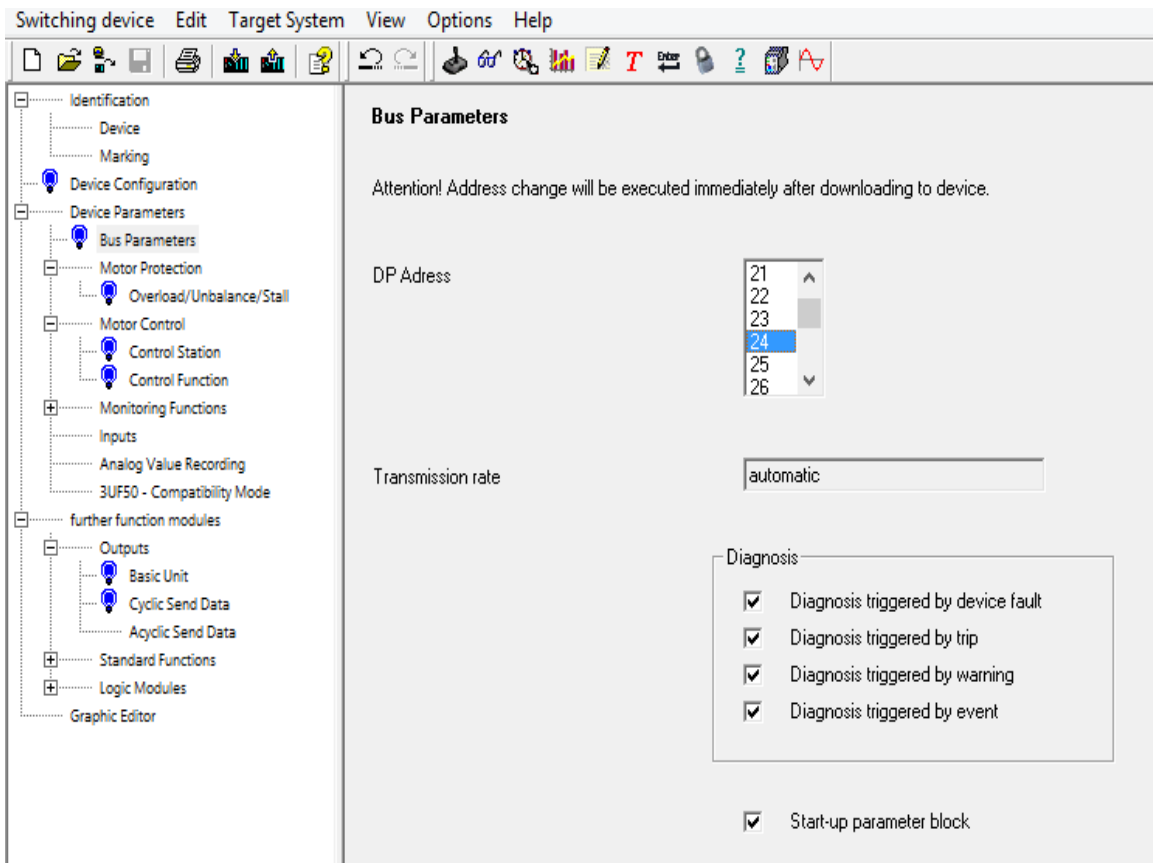


Fig. 7.61 Muestra en pantalla de pasos 4 y 5.



**Fig 7.62 Selección de la dirección DP.**

La dirección DP no es más que el nombre con que el PLC llama al equipo auxiliar, es en esta dirección en el que los parámetros del SIMOCODE PRO V para el funcionamiento del motor son configurados, corriente, Cos.  $\Phi$  etc. Todos estos datos y tipos de protecciones que hemos destinado son guardados en esta dirección y pueden ser modificadas si así se desea.

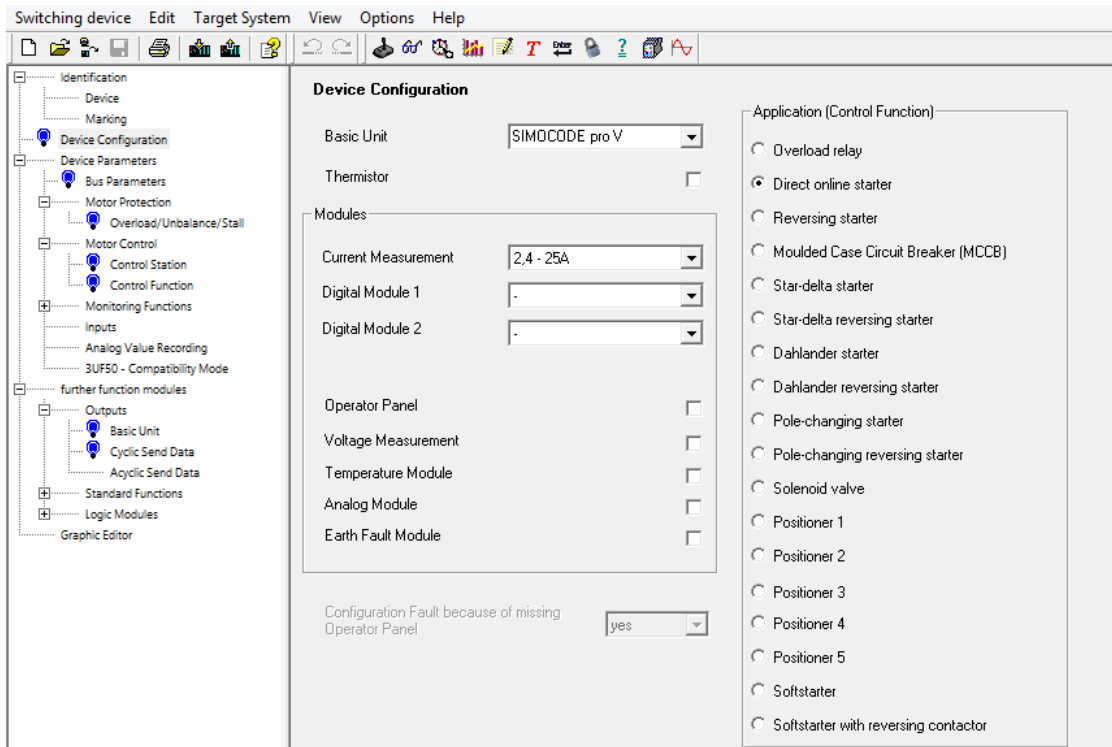


Fig. 7.63 Configuración de parámetros para los equipos auxiliares .

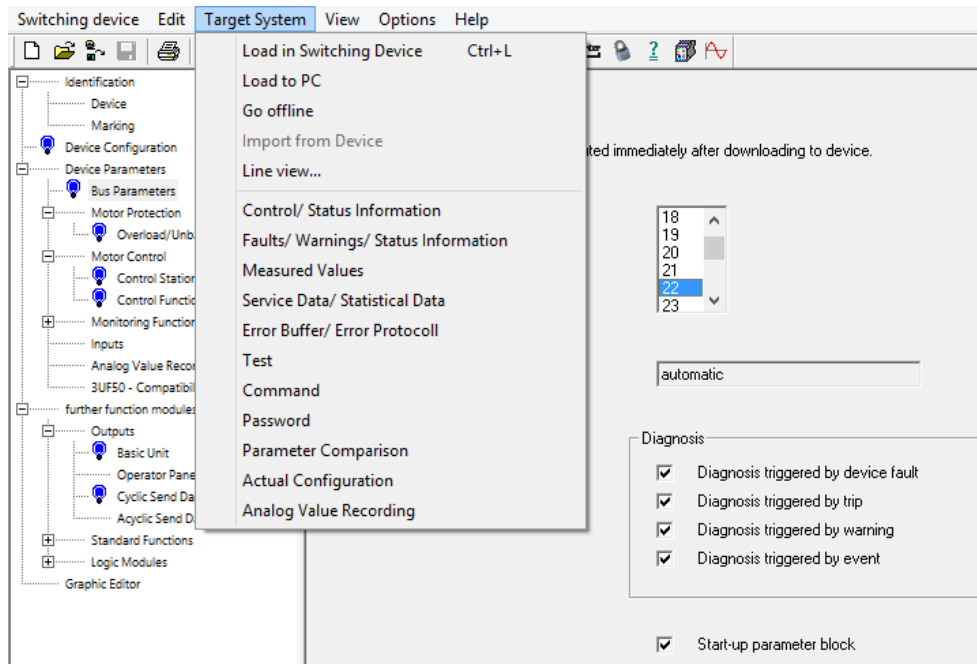


Fig. 7.64 Selección del ultimo paso .

En el ultimo paso es donde se guarda toda la configuracion que hemos realizado al simocode, ya sean direcciones DP o parametros de condiciones para el funcionamiento de los equipos auxiliares. Estas condiciones pueden ser desde el condiciones de proteccion hasta que es lo que quiere que realice el CCM al presentar una falla, como paro del motor inmediato o con ajuste de tiempo, o si se desea solamente el disparo de la alarma.

Con los datos obtenidos eleboramos una tabla que se muestra en el capitulo 8 en el apartado "8.1 Tabla con los resultados y parámetros establecidos para la programación del SIMOCODE PRO V", donde se incluye el tipo de gabinete, equipo que controla, direccion DP con la que fue programado, corriente nominal y parametro de corriente establecido con el programa SIMOCODE ES a cada gabinete del Centro de Control de Motores (CCM). Algunos valores de los parametros comparados de esta tabla con las anteriores difieren de valor, debido a que se opto por redondear el numero de ese equipo.

### **7.2.7 pruebas de arranque local**

antes de que el CCM entre en operación es necesario realizar pruebas, con un motor externo de acuerdo al amperaje y HP del gabinete, para posibles fallas o malas instalaciones internas del CCM provenientes de la fábrica y así evitar pérdidas en la compra o en los equipos auxiliares que controlara.

Aunque sea una prueba siempre es necesario que se coloque un interruptor de protección pese a que el equipo cuente con muchos, esto es, para aislar al Centro de Control de Motores (CCM) de cualquier corto circuito o falla eléctrica que pueda ocasionarle un daño en su conexión interna o a cualquiera de sus componentes internos.



**Fig. 7.65 Conexión de interruptor para protección del CCM.**

Para realizar las pruebas de arranque local es necesario conectar el motor exterior de prueba al CCM una vez que se encuentra alimentado de 440 VCA para la distribución de la corriente al motor.



Fig. 7.66 Motor conectado a gabinete para la realización de pruebas.

Posteriormente se selecciona al selector a modo manual, es decir al arranque del motor sin la intervención del bus PROFIBUS, y se presiona el botón de arranque, la lámpara verde se apagara y la roja emitirá luz indicando que nos encontramos conectado y suministrado corriente al motor, este debe arrancar inmediatamente.

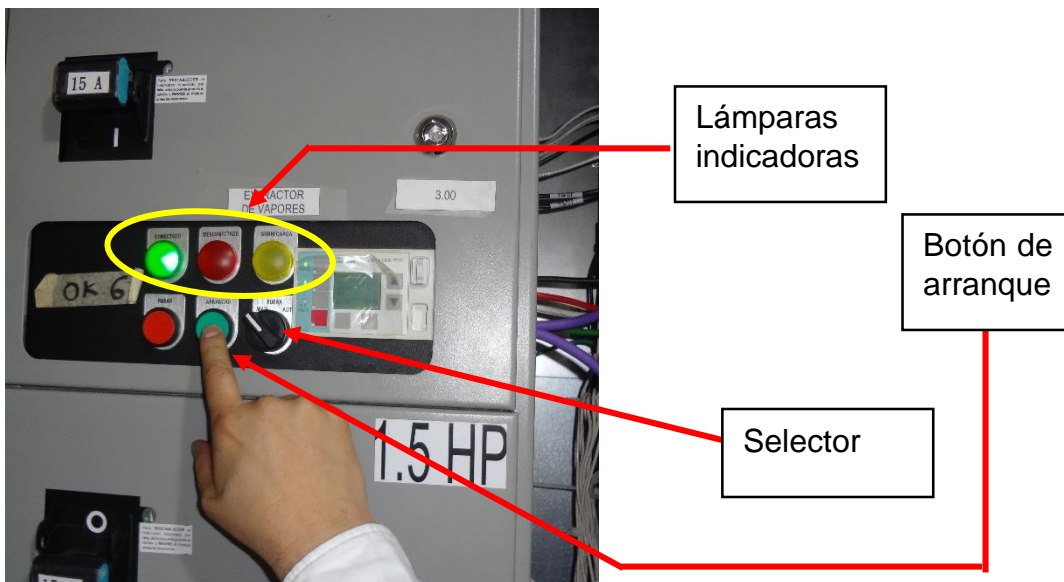


Fig. 7.67 Pruebas de arranque al motor exterior.



Todos los gabinetes son “probados” para comprobar si están en condiciones de funcionamiento y si las conexiones establecidas interna y externamente están correctas.

### 7.2.8 Pruebas de arranque y paro vía PROFIBUS

El CCM de la unidad 5 de la central malpaso opera con el sistema PROFIBUS DPV1, todo ello permite el control, el monitoreo y la inspección de los equipos auxiliares a través del pc del piso de tablero de la central. Realizamos las pruebas de arranque y paro vía PROFIBUS tomando como referencia al equipo auxiliar de la bomba de extractor de vapores, para verificar que el sistema PROFIBUS se encuentre bien instalado y se pueda operar desde el tablero central.



Fig. 7.68 Opciones de arranque y paro vista en el monitor.

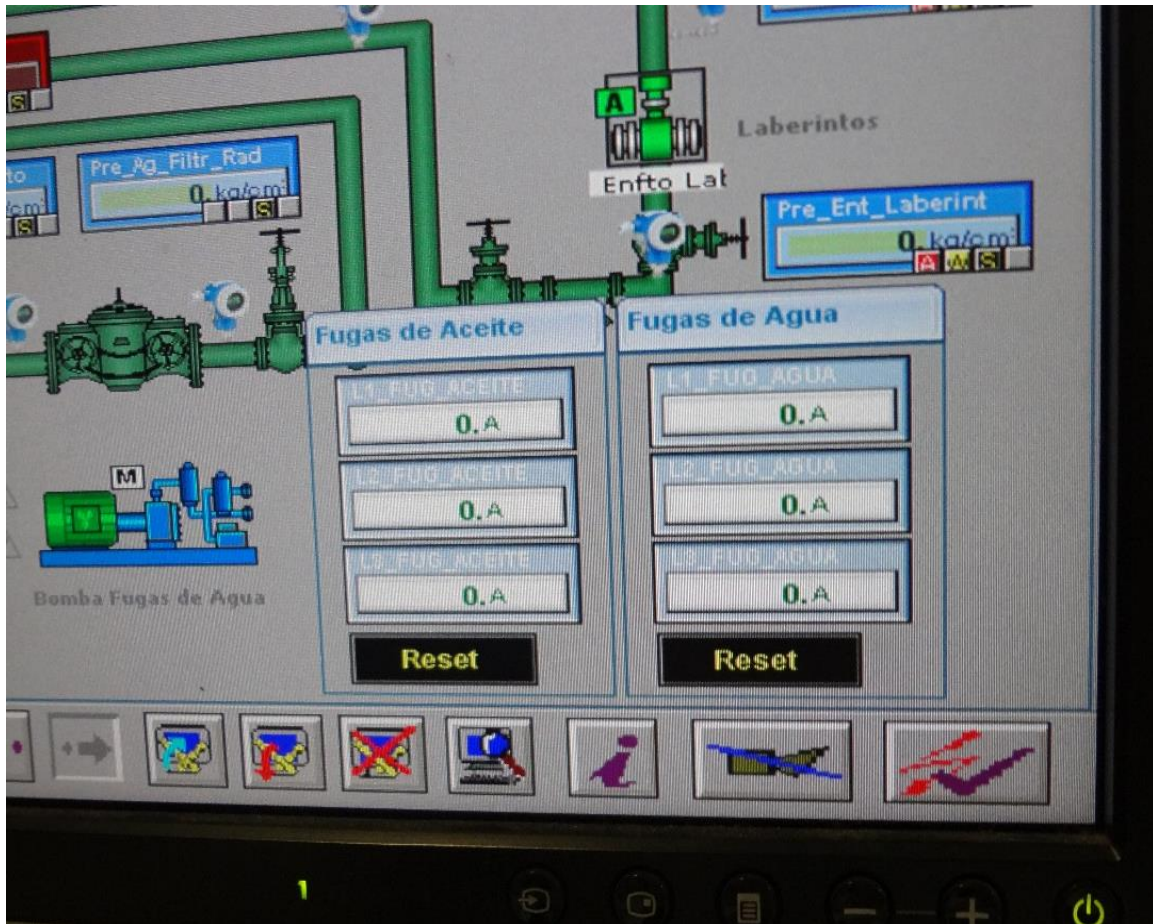


Fig. 7.69 Parámetros del motor visto en el monitor.

Mediante la vía PROFIBUS podemos obtener diversos datos desde un monitor, que podemos inspeccionar, así recabamos información de los equipos auxiliares, como los datos de diagnóstico que contienen informaciones importantes sobre su comportamiento y estado; esto facilita la búsqueda de fallas. Los datos de diagnóstico sólo se transmiten al módulo maestro en caso de ocurrir una modificación.

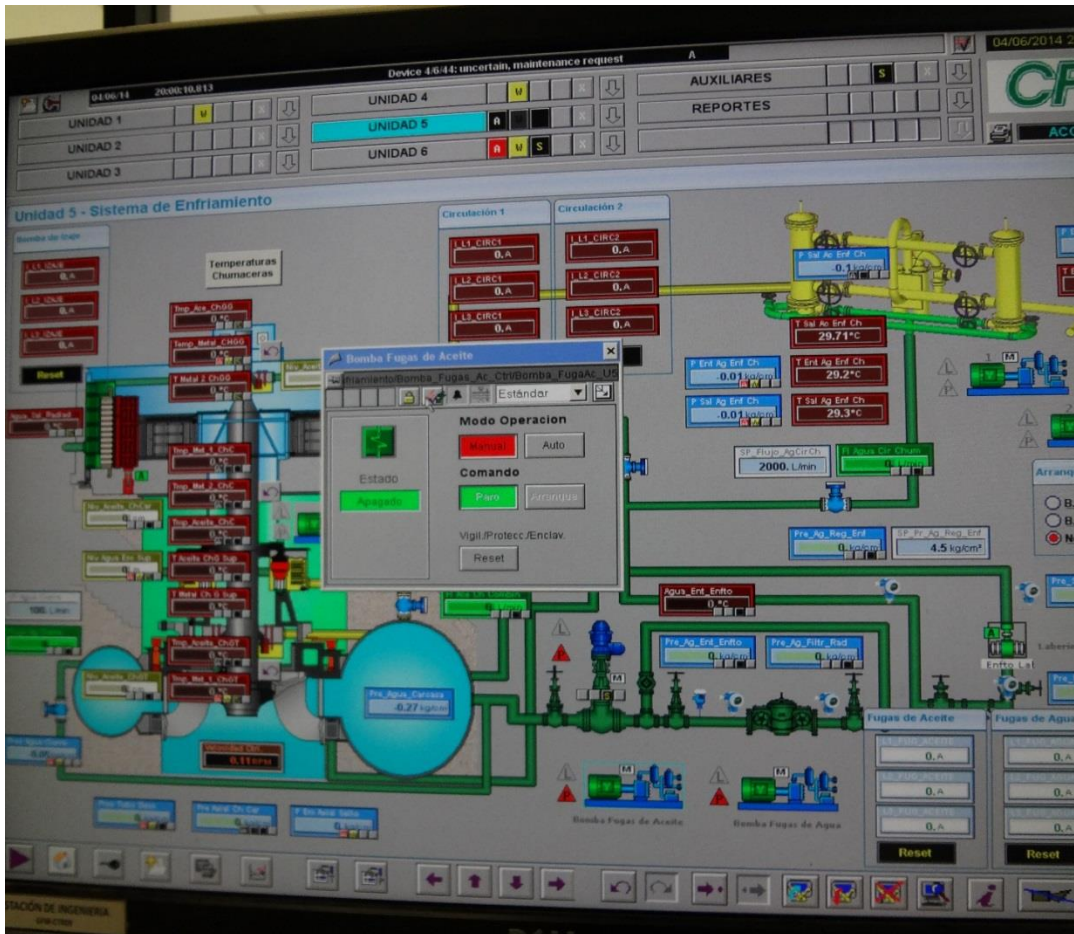





Fig. 7.70 Imagen de la vista actual del monitor.

## 8. RESULTADOS, PLANOS, GRAFICAS, PROTOTIPOS, MAQUETAS, PROGRAMAS ENTRE OTROS

### 8.1 TABLA CON LOS RESULTADOS Y PARÁMETROS ESTABLECIDOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL SIMOCODE PRO V.

Los datos de la corriente para parámetros de corriente establecidos calculados y mostrados en “7.2.5 cálculo de los interruptores y contactores para los gabinetes del Centro de Control de Motores (CCM)”. Son integrados en la tabla siguiente junto con la corriente nominal, la dirección DP con la que se nombró a cada equipo auxiliar y una fotografía del gabinete asignado a cada uno de ellos en el Centro de Control de Motores (CCM).

Gabinete	Equipo que controla	Direccion DP	I Nominal	Parametro de corriente establecido AMP
	Extractor de vapores	20	2	3
	Bomba recolectora de fugas de aceite	22	0.58	1
	Bomba de regulacion 1	33	85	98

	Bomba de regulacion 2	34	85	98
	Gabinete de respaldo 1			
	Bomba recolectora de fugas del estopero	21	3.9	4.5
	Bomba de circulacion 1	31	44	51

	Bomba de circulacion 2	32	44	51
	Respaldo			
	Compresor de regulacion 1	23	12.5	14.37

	<p>Compresor de regulacion 2</p>	<p>24</p>	<p>12.5</p>	<p>14.37</p>
	<p>Bomba de Izaje</p>	<p>25</p>	<p>39</p>	<p>34</p>
	<p>Resistencias calefactoras</p>	<p>29</p>	<p>43</p>	<p>35</p>

## 8.2 DIAGRAMAS UNIFILARES Y DIBUJO ISOMÉTRICO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES.

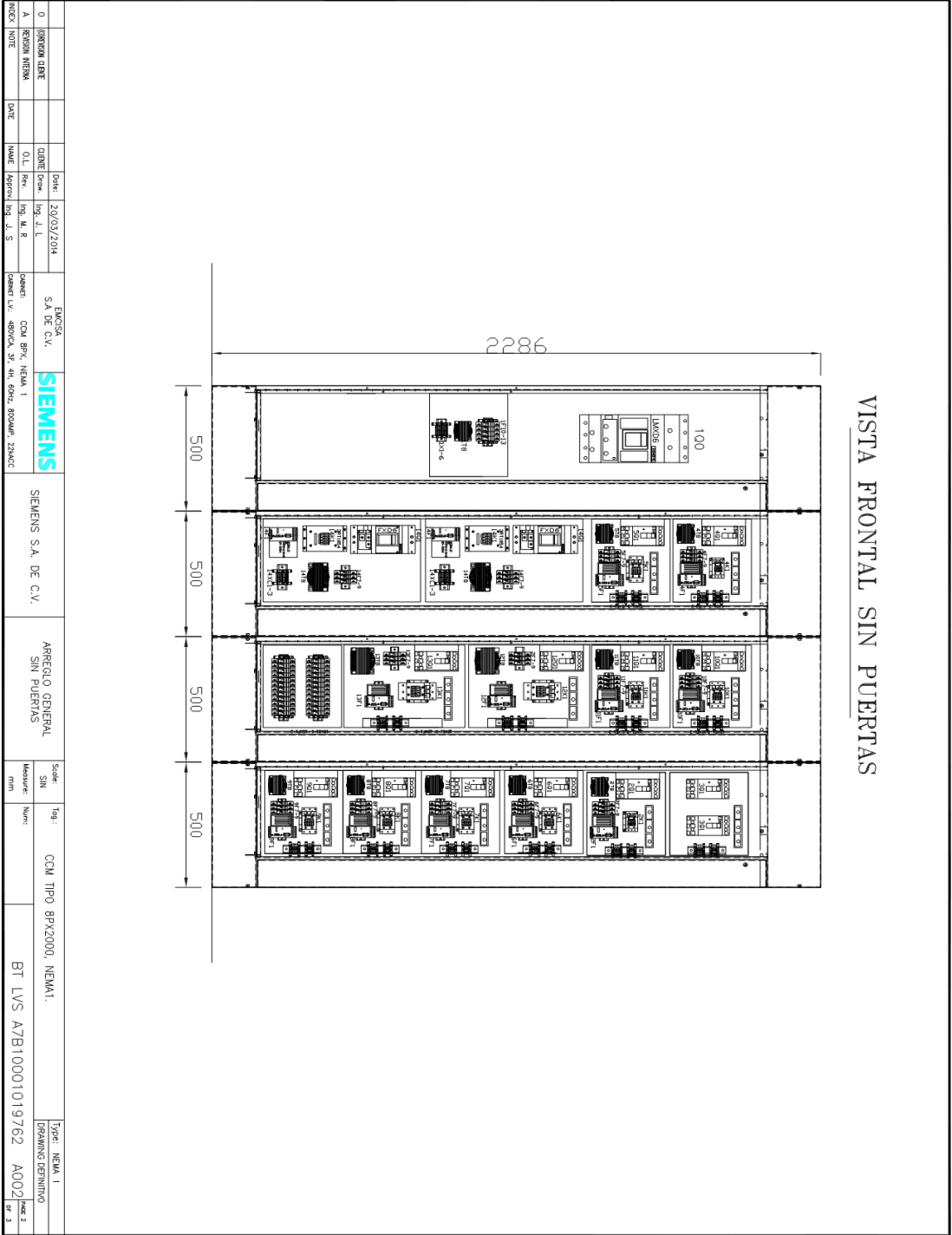


Fig. 8.1 Dibujo isometrico del CCM de la unidad 5.



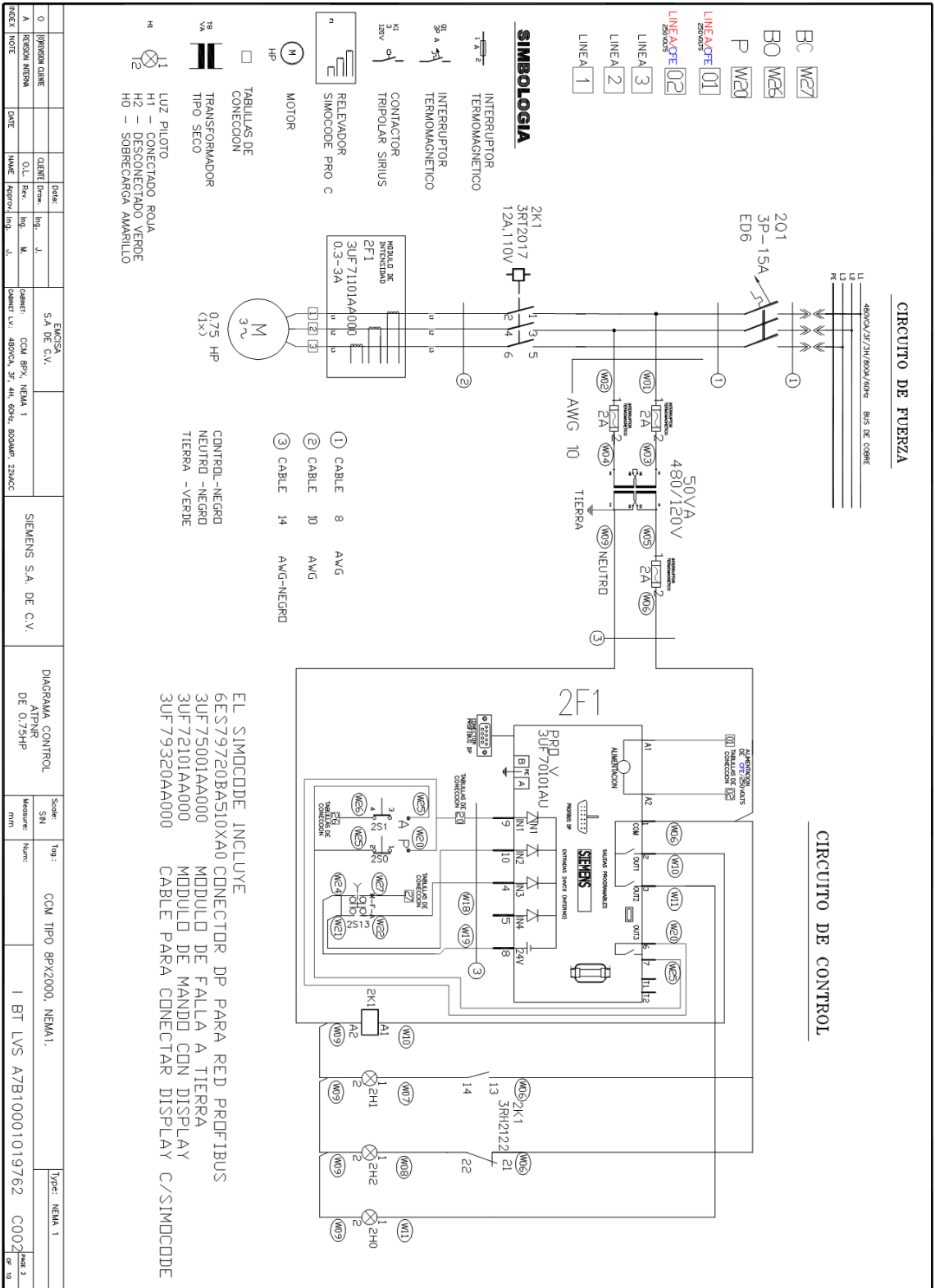


Fig. 8.2 Diagrama unifilar del gabinete 0.75 HP.





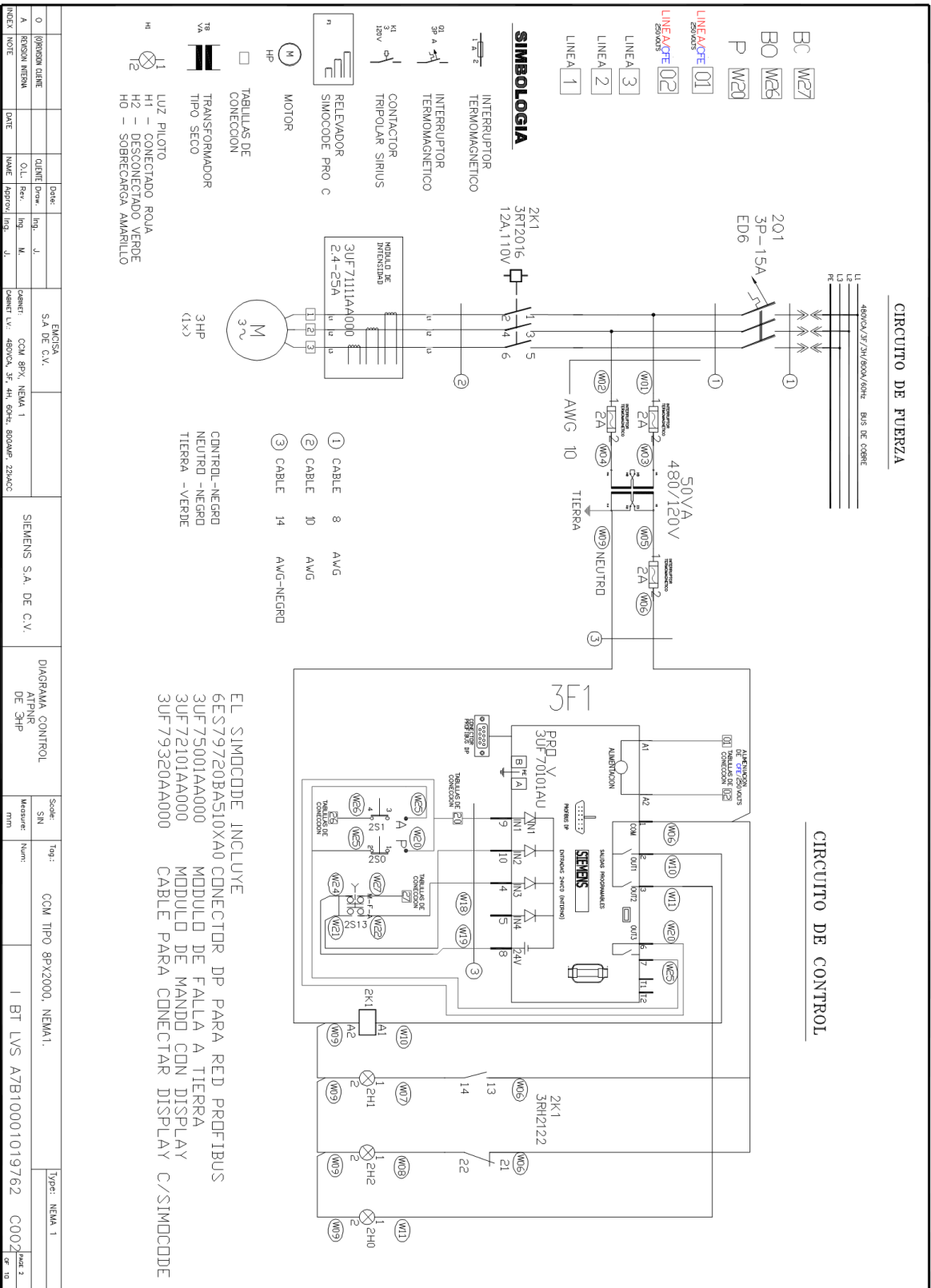


Fig. 8.5 Diagrama unifilar del gabinete 3 HP.





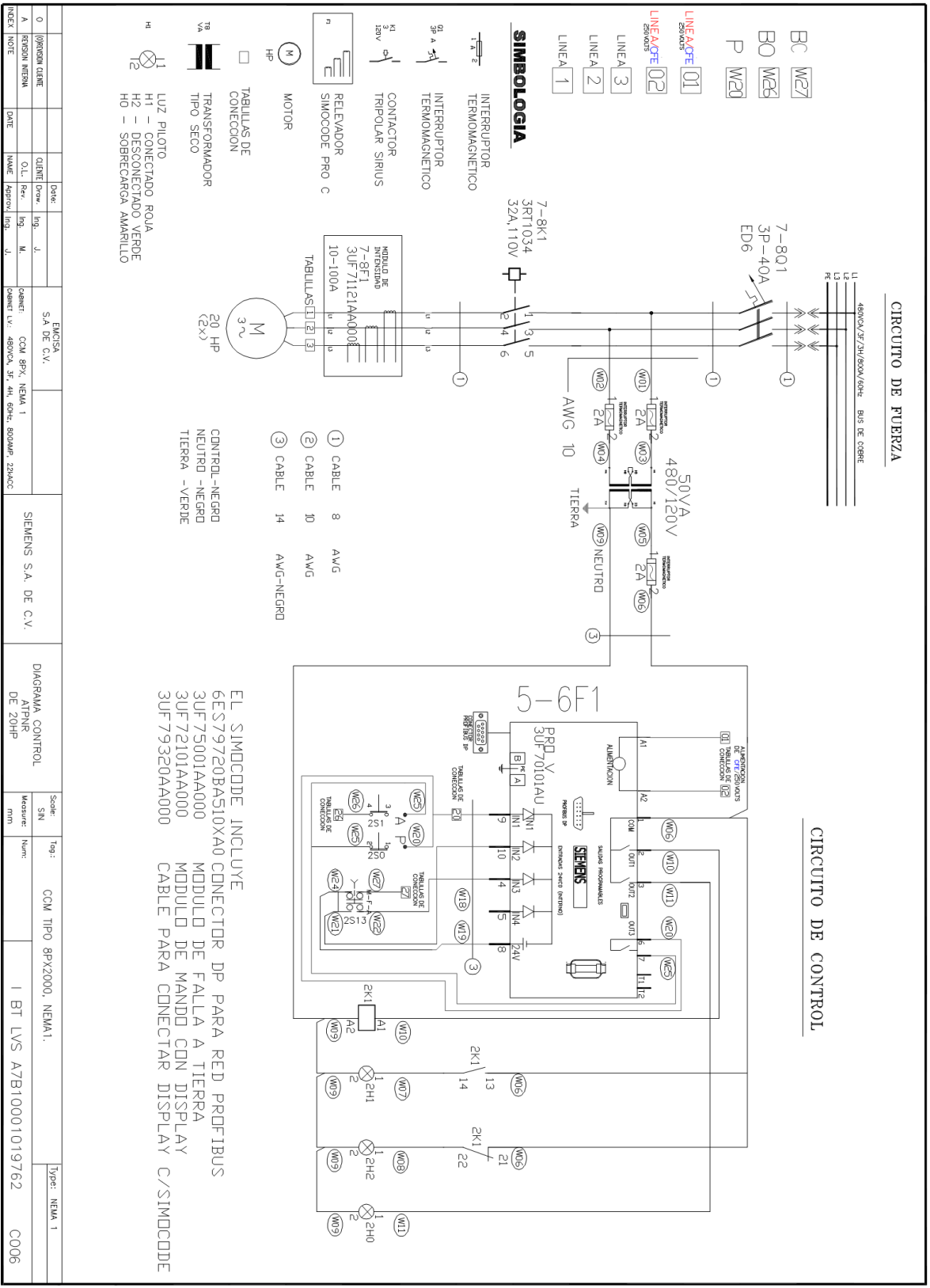


Fig. 8.8 Diagrama unifilar del gabinete 20 HP.

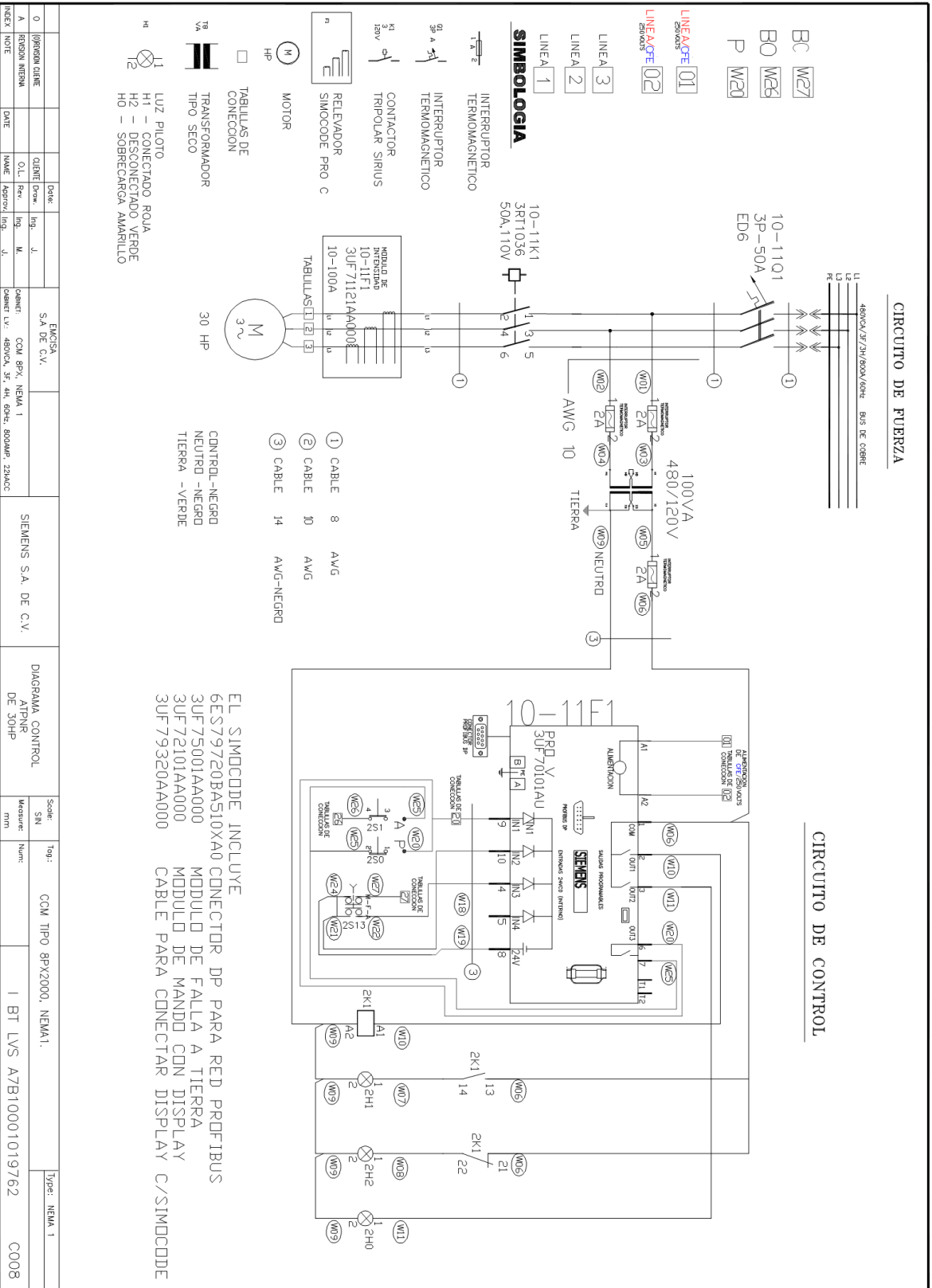


Fig. 8.9 Diagrama unifilar del gabinete 30 HP.



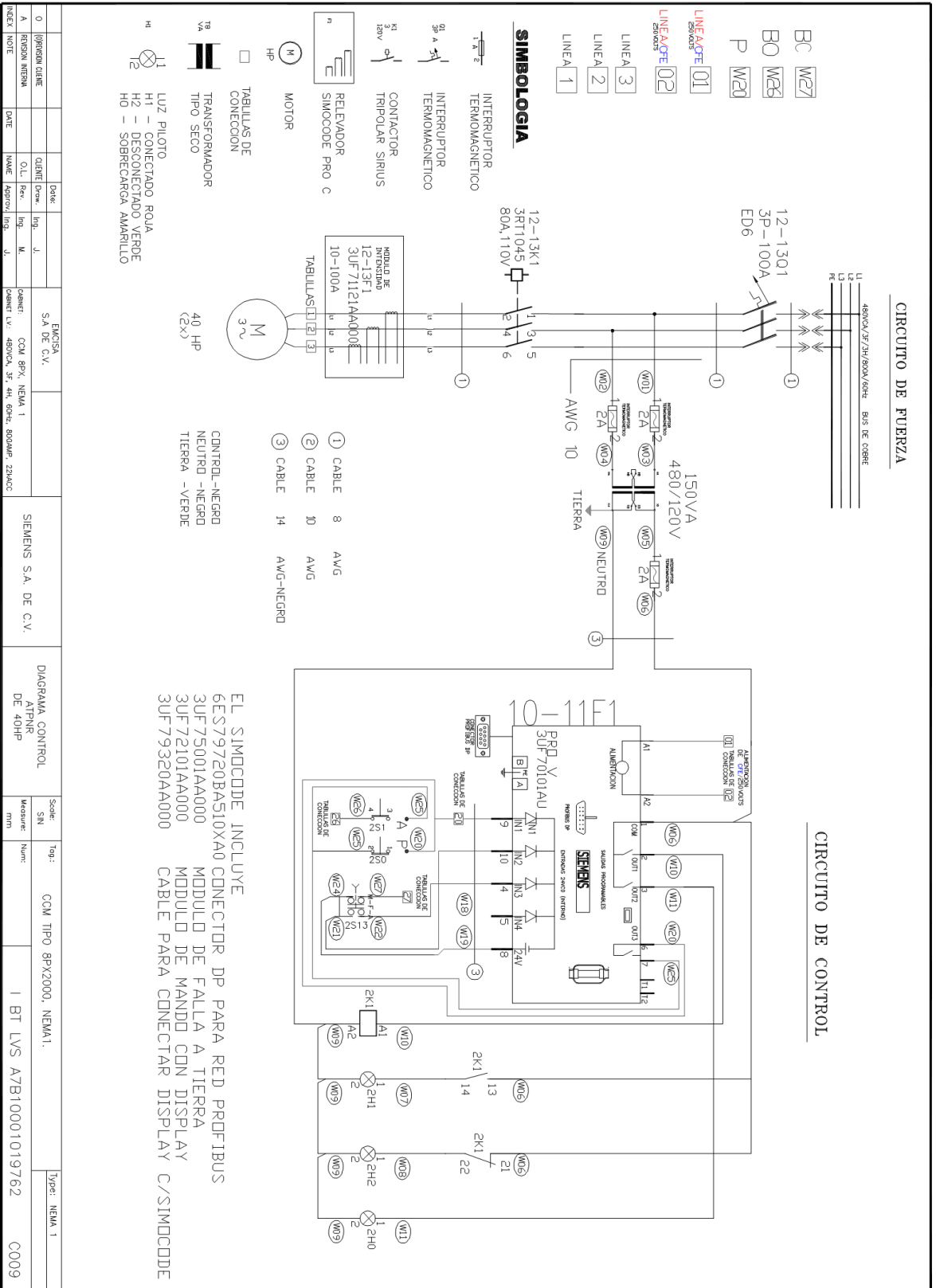
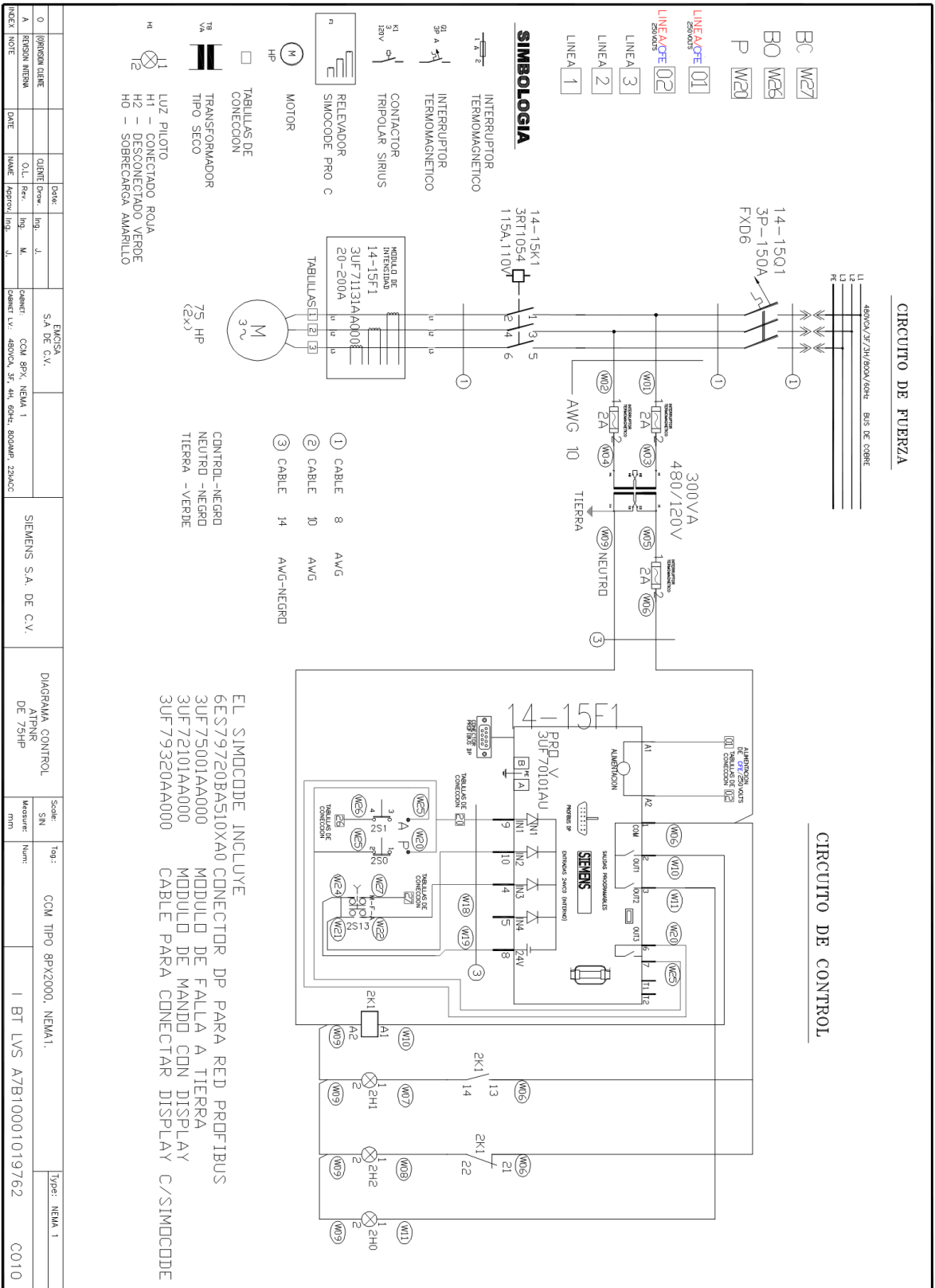
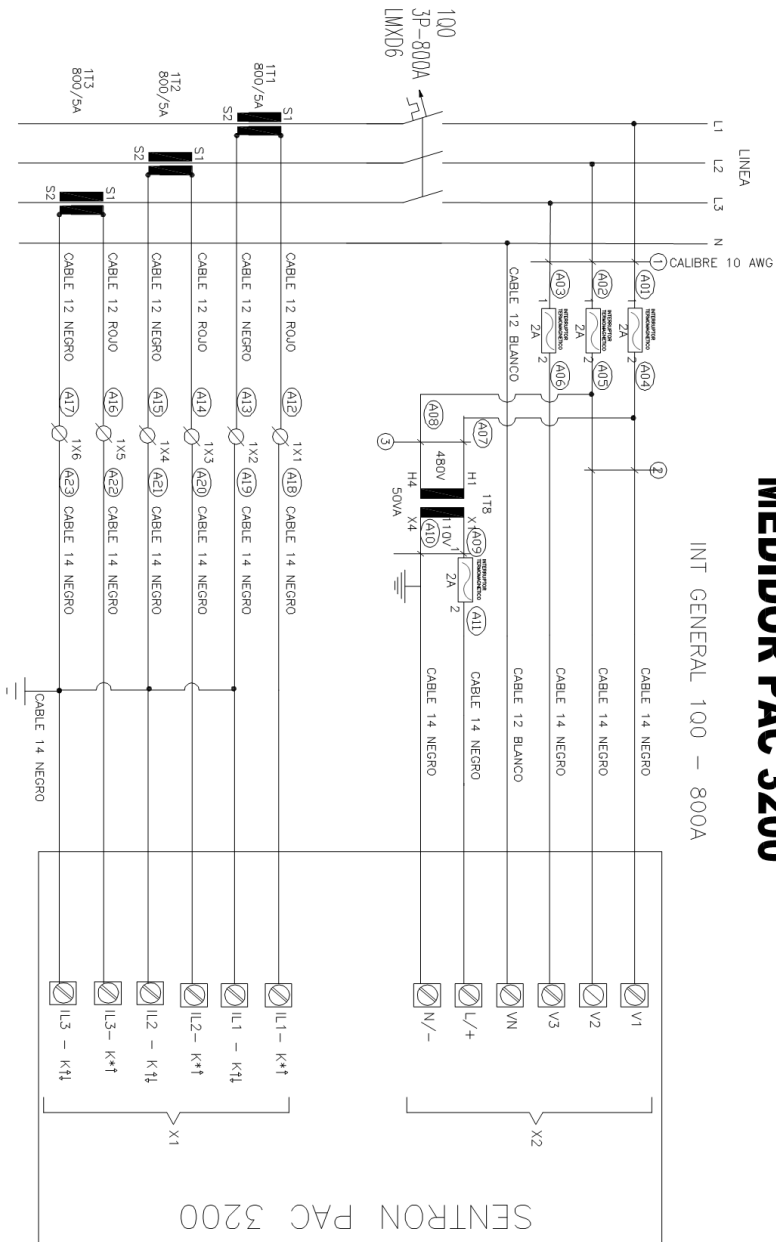


Fig. 8.10 Diagrama unifilar del gabinete 40 HP.





# DIAGRAMA DE CONTROL MEDIDOR PAC 3200



- ① CALIBRE 12 AWG
- ② CALIBRE 14 AWG
- ③ CALIBRE 14 AWG

INDIC	NOTE	DATE	NAME	APPROV	ING. J.	ING. M.	ING. J.
0	REGION OEBE	20/03/2014	SA DE C.V.				
A	REGION INTERNA						
		ENGINEER	SIEMENS	SIEMENS S.A. DE C.V.		DIAGRAMA CONTROL MEDICION PAC 3200	
		Scale:	SIN	Top:		CCM TIPO 8PX2000, NEMA1.	
		Measure:	mm	Num:		1 BT LVS A7B10001019762	
				Type:		NEMA 1	
				DRAWING DEFINITIVE		C001	
				Page: 1		of 10	

Fig. 4.12 Diagrama de control Medidor PAC.

**8.3 FORMATOS CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS AL HACER PRUEBAS DE CORRIENTE A LOS ARRANCADORES Y CONTACTORES.**

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>BOMBA DE REGULACION N°1 U5</u></b>		<b>FECHA: <u>15/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1054-1-6</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: <u>440</u></b>
<b>MOTOR: <u>BBC BROWN BOVERY</u></b>	<b>Vnom: <u>440</u></b>	<b>Inom: <u>85 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA: _____ 1044 Ω		
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA: _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	✓	
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	✓	
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	✓	
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	✓	
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	✓	
ALIMENTACIONES DENTRO	✓	
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
V A CONTRA TIERRA: 236 V V A-B: 413 V I A: 66.2 A	V B CONTRA TIERRA: 240 V V A-C: 426 V I B: 57.4 A	V C CONTRA TIERRA: 240 V V B -C: 227 V I C: 70.2 A
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>BOMBA DE REGULACION N°2 U5</u></b>		<b>FECHA: <u>13/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1054-1-6</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: <u>440</u></b>
<b>MOTOR: BBC BROWN BOVERY</b>	<b>Vnom: <u>440</u></b>	<b>Inom: <u>85 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA:	<u>1044 Ω</u>	
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA:	_____	
		<b>SI                  NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	✓	
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	✓	
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	✓	
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	✓	
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	✓	
ALIMENTACIONES DENTRO	✓	
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
<b>V A CONTRA TIERRA: 244 V</b>	<b>V B CONTRA TIERRA: 246 V</b>	<b>V C CONTRA TIERRA: 245 V</b>
<b>V A-B: 426 V</b>	<b>V A-C: 420 V</b>	<b>V B -C: 427 V</b>
<b>I A: 69.2 A</b>	<b>I B: 75.1 A</b>	<b>I C: 61.5 A</b>
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>EXTRACTOR POLVO DE BALATAS U5</u></b>		<b>FECHA: <u>15/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1017-1AS</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: <u>440</u></b>
<b>MOTOR: <u>ELEKTOR</u></b>	<b>Vnom: <u>440</u></b>	<b>Inom: <u>2 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA: _____ 5685 Ω		
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA: _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	✓	
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	✓	
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	✓	
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	✓	
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	✓	
ALIMENTACIONES DENTRO	✓	
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
V A CONTRA TIERRA: 238 V	V B CONTRA TIERRA: 242 V	V C CONTRA TIERRA: 241 V
V A-B: 418 V	V A-C: 413 V	V B -C: 420 A
I A: 1.1 A	I B: 1.0 A	I C: 1.1 A
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>COMPRESOR DE REGULACIÓN N°1 U5</u></b>		<b>FECHA: <u>15/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1036- 1A</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: 440</b>
<b>MOTOR: <u>INGERSOLL RAND</u></b>	<b>Vnom: <u>440</u></b>	<b>Inom: <u>12.5 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA: <u>1927 Ω</u>		
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA: _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALIMENTACIONES DENTRO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
V A CONTRA TIERRA: 239 V	V B CONTRA TIERRA: 242 V	V C CONTRA TIERRA: 242 V
V A-B: 420 V	V A-C: 413 V	V B -C: 421 V
I A: 10.9 A	I B: 11.6 A	I C: 10.1 A
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____



**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>COMPRESOR DE REGULACIÓN N°1 U5</u></b>		<b>FECHA: <u>15/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1036- 1A</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: 440</b>
<b>MOTOR: <u>INGERSOLL RAND</u></b>	<b>Vnom: <u>440</u></b>	<b>Inom: <u>12.5 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA: <u>1924 Ω</u>		
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA: _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	✓	
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	✓	
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	✓	
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	✓	
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	✓	
ALIMENTACIONES DENTRO	✓	
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
V A CONTRA TIERRA: 239 V	V B CONTRA TIERRA: 242 V	V C CONTRA TIERRA: 241 V
V A-B: 449 V	V A-C: 413 V	V B -C: 420 V
I A: 13.0 A	I B: 13.8 A	I C: 12.8 A
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>BOMBA DE IZAJE U5</u></b>		<b>FECHA: <u>15/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1034-1A</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: <u>440</u></b>
<b>MOTOR: <u>BBC BROWN BOVERY</u></b>	<b>Vnom: <u>440</u></b>	<b>Inom: <u>29 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA: _____		
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA: _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	✓	
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	✓	
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	✓	
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	✓	
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	✓	
ALIMENTACIONES DENTRO	✓	
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
<b>V A CONTRA TIERRA: 244 V</b>	<b>V B CONTRA TIERRA: 246</b>	<b>V C CONTRA TIERRA: 245 V</b>
<b>V A-B: 426 V</b>	<b>V A-C: 420 V</b>	<b>V B -C: 427</b>
<b>I A: 16.4 A</b>	<b>I B: 19.3 A</b>	<b>I C: 15.6 A</b>
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>BOMBA DE CIRCULACION N° 1 U5</u></b>		<b>FECHA: <u>15/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1036-1A</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: <u>440</u></b>
<b>MOTOR: <u>BBC BROWN BOVERY</u></b>	<b>Vnom: <u>440</u></b>	<b>Inom: <u>44 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA: _____ 765 Ω		
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA: _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	✓	
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	✓	
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	✓	
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	✓	
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	✓	
ALIMENTACIONES DENTRO	✓	
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
<b>V A CONTRA TIERRA: 239 V</b>	<b>V B CONTRA TIERRA: 239 A</b>	<b>V C CONTRA TIERRA: 224 V</b>
<b>V A-B: 415 V</b>	<b>V A-C: 406 V</b>	<b>V B -C: 412 V</b>
<b>I A: 33.3 A</b>	<b>I B: 35.7 A</b>	<b>I C: 30.6 A</b>
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>BOMBA DE CIRCULACION N° 2 U5</u></b>		<b>FECHA: <u>15/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1036-1A</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: <u>440</u></b>
<b>MOTOR: <u>BBC BROWN BOVERY</u></b>	<b>Vnom: <u>440</u></b>	<b>Inom: <u>44 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA: <u>776 Ω</u>		
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA: _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	<input checked="" type="checkbox"/>	
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	<input checked="" type="checkbox"/>	
ALIMENTACIONES DENTRO	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
V A CONTRA TIERRA: 239 V	V B CONTRA TIERRA: 239 V	V C CONTRA TIERRA: 234 V
V A-B: 415 V	V A-C: 406 V	V B -C: 413 V
I A: 26.8 A	I B: 26.8 A	I C: 26.9 A
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>BOMBA RECOLECTORA DE FUGAS DEL ESTOPERO U5</u></b>		<b>FECHA: <u>15/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1017-1A</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: <u>127 V</u></b>
<b>MOTOR: <u>WEG</u></b>	<b>Vnom: <u>127</u></b>	<b>Inom: <u>5.4 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA: <u>401.5 Ω</u>		
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA: _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	<input checked="" type="checkbox"/>	
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	<input checked="" type="checkbox"/>	
ALIMENTACIONES DENTRO	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
<b>V A CONTRA TIERRA: 121 V</b>	<b>V B CONTRA TIERRA: 121 V</b>	<b>V C CONTRA TIERRA: 122 V</b>
<b>V A-B: 121 V</b>	<b>V A-C: 121.5 V</b>	<b>V B -C: 120 V</b>
<b>I A: 4.2 A</b>	<b>I B: 3.9 A</b>	<b>I C: 3.8 A</b>
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>BOMBA RECOLECTORA DE ACEITE U5</u></b>		<b>FECHA: <u>15/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1017-1A</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: <u>440 V</u></b>
<b>MOTOR: <u>HIMMER</u></b>	<b>Vnom: <u>440</u></b>	<b>Inom: <u>0.58 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA: _____ <u>5623 Ω</u>		
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA: _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	<input checked="" type="checkbox"/>	
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	<input checked="" type="checkbox"/>	
ALIMENTACIONES DENTRO	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
<b>V A CONTRA TIERRA: 239 V</b>	<b>V B CONTRA TIERRA: 242 V</b>	<b>V C CONTRA TIERRA: 242 V</b>
<b>V A-B: 420 V</b>	<b>V A-C: 423 V</b>	<b>V B -C: 421 V</b>
<b>I A: 0.4 A</b>	<b>I B: 0.3 A</b>	<b>I C: 0.3 A</b>
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
CENTRAL HIDROELECTRICA MALPASO**

LISTA DE VERIFICACION DEL MANTENIMIENTO A ARRANCADORES Y CONTACTORES

<b>CONTROLA A: <u>RESISTENCIAS CALEFACTORAS U 5</u></b>		<b>FECHA: <u>15/01/2014</u></b>
<b>MARCA: <u>SIEMENS</u></b>	<b>MODELO: <u>3RT1036-1A</u></b>	<b>VOLT. DE OPERACIÓN: <u>440 V</u></b>
<b>MOTOR:</b>	<b>Vnom: <u>440</u></b>	<b>Inom: <u>0.58 A</u></b>
<b>DURANTE EL MANTENIMIENTO</b>		
RESISTENCIA BOBINA: <u>857 Ω</u>		
RESISTENCIA BOBINA CONTRA TIERRA: _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
CONTACTOS PRINCIPALES CORRECTAMENTE ALINEADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
CONTACTOS AUXILIARES BIEN COLOCADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
TODOS LOS CABLES DE FUERZA Y CONTROL CONECTADOS Y APRETADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	
CAMARAS DE EXTINCION BIEN COLOCADAS	<input checked="" type="checkbox"/>	
TRENZILLA DE TIERRA DESCONECTADA	<input checked="" type="checkbox"/>	
ALIMENTACIONES DENTRO	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>PRUEBAS FINALES</b>		
<b>V A CONTRA TIERRA: 239 V</b> <b>V A-B: 419 V</b> <b>I A: 11.4 A</b>	<b>V B CONTRA TIERRA: 242 V</b> <b>V A-C: 414 V</b> <b>I B: 13.4 A</b>	<b>V C CONTRA TIERRA: 242 V</b> <b>V B -C: 421 V</b> <b>I C: 8.7 A</b>
<b>OBSERVACIONES:</b> _____		
<b>APLICO:</b>	<b>REVISO:</b>	<b>RECIBIO:</b>
OFICIAL: _____	_____	MAQUINISTA: _____

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De manera personal al realizar este proyecto pude observar que el CCM es una sofisticada herramienta que está a la vanguardia y al avance tecnológico. La manera ergonómica en que está diseñado lo hace fácil en su visualización y manejo, y el modo de operar lo hacen único y esto se debe a dos principales componentes que a mi criterio son de suma importancia y que son independientes en la manera de usarlos del Centro de Control de Motores (CCM) estos son el SIMOCODE y el sistema VIA PROFIBUS.

Al montar el Centro de Control de motores de la Unidad número 5 en la Central Hidroeléctrica Malpaso para sustituir el tablero antiguo note que se redujo drásticamente el sistema de cableado, es decir, con el sistema VIA PROFIBUS se simplifica el circuito eléctrico por el sistema Ethernet de la misma planta. Al investigar me lleve la sorpresa de que los buses de campo (VIA PROFIBUS) se usan en la actualidad de forma prioritaria como un sistema de comunicación para el intercambio de información entre sistemas de automatización y sistemas de campo distribuidos. Miles de pruebas satisfactorias han demostrado de manera impresionante que el uso de la tecnología de los buses de campo puede ahorrar un 40% en costes por cableado, mantenimiento, etc. Si lo comparamos con las tecnologías tradicionales. Solamente se usan dos líneas para transmitir toda la información relevante (es decir, datos de entrada y salida, parámetros, diagnósticos, programas y modos de operación para distintos dispositivos de campo).

En el pasado era muy normal la utilización de buses de campo incompatibles entre marcas. Afortunadamente en la actualidad todos los sistemas responden a unas características standards. Por tanto, el usuario no está “atado” a un único vendedor y es capaz de seleccionar el producto que mejor se adapte a sus necesidades dentro de una amplia gama.

Se pueden agrupar grupos de trabajo en distintas áreas, cuya tarea esencial sea la de desarrollar un sistema abierto de comunicaciones apto para integrar desde los sencillos transductores y elementos de campo, pasando por los autómatas y



controles numéricos hasta llegar al nivel de los miniordenadores para diseño y gestión de la producción.

Así pues al desarrollar este proyecto propongo el uso del bus de campo abierto PROFIBUS, como herramienta no solo para centrales eléctricas sino para el uso personal, es decir, que puede implementarse en una casa habitación para que esta pueda ser un sistema autómatas capaz de detectar fallas y operaciones defectuosas en la instalación o para monitorear cada uno de los circuitos eléctricos, esto llevaría una gran ventaja, ya que el propietario del hogar, podría detectar cualquier anomalía de forma instantánea sin la intervención de un eléctrico profesional.

Pensando más allá podremos monitorearlo desde un celular, si se consideran la unión con otros programas o sistemas de transmisión de datos. También sería posible que la casa obedezca operaciones programadas, tales como el paro de algunas bombas o el cierre del circuito de toda la instalación esto por citar algunos ejemplos, gracias a su sistema de buses de campo serie con el cual controladores digitales descentralizados pueden trabajar juntos en red desde el nivel de campo hasta el nivel de célula. Esto lo hace distinguiendo entre elementos Maestro y elementos Esclavo.

Los dispositivos Maestro determinan la comunicación de datos en el bus. Un Maestro puede enviar mensajes sin una petición externa cuando mantiene el derecho de acceso al bus (llamado de forma común "testigo"). Los dispositivos Esclavo son dispositivos periféricos. Algunos de ellos son las entradas y salidas, las válvulas y los transmisores de medida. No tienen derecho de acceso al bus y sólo pueden reconocer mensajes recibidos o enviar mensajes al Maestro cuando este se lo ordena (por lo que se les llama estaciones pasivas). Su implementación es especialmente económica ya que sólo requieren una pequeña parte del bus.

Mi recomendación hacia la empresa es que este sistema no solo lo plantee con los equipos auxiliares de cada generador sino con el manejo y monitores de los circuitos eléctricos de las oficinas y de las casas de campamento, para un funcionamiento óptimo y el ahorro de gastos en profesionales del trabajo y así tendrá todo el sistema bajo su control operación y cuidado.

## 10. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

- Aplicar y desarrollar los conocimientos adquiridos en el montaje y puesta en servicio del Centro de Control de motores para su buen funcionamiento conforme a la normatividad nacional e internacional vigente.
- Comprender las generalidades de los sistemas de control, para el buen funcionamiento de cada equipo y clasificarlos para realizar la conexión eléctrica y el tipo de protección adecuado a los motores de los equipos auxiliares.
- Conocer, aplicar y desarrollar las actividades de sistemas de protección eléctrica, realizando pruebas, mediciones y diagnósticos de estado físico a los equipos controlados por el Centro de Control de Motores (CCM), para mantenerlos en operación y en condiciones de seguridad, eficiencia y economía con sus respectivas instalaciones eléctricas.
- Comprender y aplicar las diversas técnicas y metodologías para realizar la conexión eléctrica con sus respectivos calibres de cable a los equipos auxiliares.
- Planear, diseñar, instalar y operar sistemas de la energía eléctrica, con base en las normas de eficiencia energética.
- instalar y operar sistemas de control y automatización, utilizando tecnología de punta como el SIMOCODE PRO V y el sistema de bus de campo abierto PROFIBUS.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- SIEMENS, “Aparatos de gestión y mando de motores”  
Manual de sistema, 2011
  
- “Manual de motores eléctricos”  
CFE 2010.
  
- ALEX PAOLO POZO GUTIERREZ, “implementación de una red industrial basada en asi-bus caso práctico: estación de distribución del laboratorio de automatización industrial de la EIS”, Tesis.  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo 2011
  
- “Manual de mantenimiento de equipos auxiliares”  
CFE 2010.
  
- <http://www.santiagoapostol.net/srca/buses/profibus.pdf>
  
- <http://www.smar.com/espanol/profibus.asp>