

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**AUTOMATIZACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL DEL
LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS DE LA ESCUELA
POLITÉCNICA NACIONAL**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO**

BYRON GUSTAVO NIETO SANDOVAL
byrongns@hotmail.com

DIRECTOR: Ing. Luis Tapia, MSc.
luis.tapia@epn.edu.ec

Quito, diciembre 2009

DECLARACIÓN

Yo, Byron Gustavo Nieto Sandoval, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Byron Gustavo Nieto Sandoval

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Byron Gustavo Nieto Sandoval, bajo mi supervisión.

Ing. MSc. Luis Tapia
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de superarme para el bien de mi familia.

A mi esposa Diana, por su paciencia, comprensión y amor.

A mis padres, Carmen y Guillermo por ser digno ejemplo de constancia y superación.

A mi hermana Wendy por su cariño y apoyo.

De forma especial, al director de este proyecto, Ing. MSc. Luis Tapia, a quien admiro mucho y respeto.

A la Escuela Politécnica Nacional, por desarrollar mi carácter de superación y valor para cumplir mis objetivos.

A los profesores que intervinieron en mi formación académica.

A todos mis amigos.

DEDICATORIA

A Dios porque le debo mi vida y a mi hijo Alexis, por ser inspiración y alegría.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	6
1.1 INTRODUCCIÓN	6
1.2 OBJETIVOS	7
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	7
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.3 ALCANCE.....	7
 CAPÍTULO 2. CONDICIONES ACTUALES DEL LABORATORIO.....	 9
2.1 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	9
2.1.1 LEVANTAMIENTO.....	9
2.1.1.1. Cuarto de Máquinas	10
2.1.1.2 Mesas de Trabajo.....	10
2.1.1.3 Tablero Eléctrico.....	12
2.2 DEFINICIÓN DEL ESQUEMA ELÉCTRICO ACTUAL DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS.....	16
2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL TABLERO	16
2.2.2 DIAGNÓSTICO	20
2.2.2.1 Cuarto de Máquinas	20
2.2.2.2 Mesas de Trabajo.....	26
2.2.2.3 Tablero Eléctrico.....	26
2.2.2.4 Puesta a Tierra del Laboratorio	31
2.3 REALIZACIÓN DE PLANOS PARA ESQUEMAS Y DISPOSICIÓN DE EQUIPOS.....	31
 CAPÍTULO 3. DISEÑO DE UN NUEVO TABLERO ELÉCTRICO.....	 32
3.1 DISEÑO DEL DIAGRAMA DE FUERZA.....	32
3.1.1 BARRAS PRINCIPALES DE ALTERNA.....	34
3.1.2 BARRAS SECUNDARIAS DE VOLTAJE CONTINUO FIJO.....	34
3.1.3 BARRAS SECUNDARIAS DE VOLTAJE ALTERNO VARIABLE	35
3.1.4 BARRAS PRINCIPALES DE CONTINUA	35
3.1.5 BARRAS SECUNDARIAS DE VOLTAJE CONTINUO VARIABLE	36
3.1.6 BARRAS SECUNDARIAS DE VOLTAJE ALTERNO DE MAGNITUD Y FRECUENCIA VARIABLE	37
3.1.7 TERMINALES DE VOLTAJE ALTERNO FIJO EN LAS MESAS DE TRABAJO.....	38
3.1.8 TERMINALES DE VOLTAJE CONTINUO FIJO EN LAS MESAS DE TRABAJO.....	38

3.1.9	TERMINALES DE VOLTAJE A ELEGIR EN LAS MESAS DE TRABAJO	38
3.2	DISEÑO DEL DIAGRAMA DE CONTROL	43
3.2.1	CONTROL MEDIANTE UN SISTEMA SCADA	43
3.2.1.1	Acometida	45
3.2.1.2	Rectificador Exafásico	46
3.2.1.3	Regulador de Inducción	48
3.2.1.4	Sistema Convertidor Alterna Continua	51
3.2.1.5	Sistema Convertidor de Frecuencia	57
3.2.1.6	Selección de las Mesas de Trabajo	67
3.2.2	CONTROL MANUAL	69
3.3	DETERMINACIÓN DEL SISTEMA SCADA	72
3.3.1	MARCO TEÓRICO DEL SCADA	72
3.3.1.1	Interface Humano – Máquina	72
3.3.1.2	Unidad Terminal Maestra (MTU)	72
3.3.1.3	Unidad Terminal Remota (RTU)	73
3.3.1.4	Sistemas de Comunicación	73
3.3.1.5	Seguridad	74
3.3.2	DESCRIPCIÓN DEL SCADA	74
3.3.2.1	Interface Humano – Máquina	74
3.3.2.2	Unidad Terminal Maestra (MTU)	87
3.3.2.3	Unidad Terminal Remota (RTU)	88
3.3.2.4	Sistemas de Comunicación	88
3.3.2.5	Seguridad	89
3.3.3	VENTAJAS DEL SCADA	89
3.4	DISEÑO DE LA PUESTA A TIERRA	90
3.4.1	RESISTIVIDAD DEL SUELO	91
3.4.2	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS EMPLEADOS EN EL DISEÑO	92
3.4.3	DISEÑO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA	93
3.4.4	ESTUDIO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA	95
3.4.5	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	98
3.5	DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS	99
3.5.1	CRITERIO UTILIZADO PARA DIMENSIONAR LOS EQUIPOS	100
3.5.2	EQUIPOS DIMENSIONADOS	105
3.6	LISTA DE MATERIALES	111
3.7	DISPOSICIÓN FÍSICA DEL TABLERO Y SUS COMPONENTES	124
3.7.1	PANEL 1	125

3.7.2	PANEL 2	127
3.7.3	PANEL 3	129
3.7.4	PANEL 4	131
3.7.5	PANEL 5 Y PANEL 6	133
3.7.6	MÓDULO MÓVIL	136
3.8	PRESENTACIÓN DE PLANOS	136
3.8.1	ESQUEMAS ELÉCTRICOS.....	136
CAPÍTULO 4. ESTUDIO DEL PRESUPUESTO.....		139
4.1	LISTA DE PRECIOS EN EL MERCADO LOCAL	139
4.2	DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO.....	140
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		152
5.1	CONCLUSIONES.....	152
5.2	RECOMENDACIONES	157
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		161
ANEXOS.....		163

RESUMEN

El proyecto presenta el diseño de un sistema automatizado para desempeñar tareas de control, monitoreo y adquisición de datos, con el objeto de dar capacidad al laboratorio de máquinas eléctricas para realizar estudios de ingeniería y ayudar al desarrollo profesional de los estudiantes.

Se desarrolla el levantamiento del sistema eléctrico del laboratorio para determinar su estado de operación, definir su funcionamiento y realizar los planos de cableado del mismo. Mediante un diagnóstico se establece que el tablero eléctrico del laboratorio por poseer equipos de tecnología antigua y múltiples puntos de conexión es vulnerable a fallas en su operación, quedando expuesta la inhabilitación del control de los equipos en el cuarto de máquinas y la interrupción en la realización de las prácticas de laboratorio.

A continuación se realiza el diseño para la implementación de nueva tecnología en el tablero considerando la utilización de dos sistemas independientes, un sistema de control automático que tiene las características de un sistema SCADA y un control manual para utilizarse en caso de contingencia del sistema automatizado, permitiendo brindar un servicio continuo en el laboratorio.

Esta considerado el estudio de un sistema de puesta a tierra para la seguridad de las personas en el laboratorio y la operación de los equipos en el mismo. Adicionalmente, se incluye un esquema para la ubicación de los equipos en el tablero eléctrico propuesto, considerando dimensiones reales y requerimientos establecidos por fabricantes. Las dimensiones de los paneles considerados corresponden a las del tablero actual, debido a que poseen características mecánicas apropiadas y se plantea la reutilización de los mismos.

Una vez diseñado el nuevo sistema se procede a enlistar las especificaciones técnicas del material eléctrico y electrónico para la implementación del proyecto, cabe señalar que los datos descritos no están especificados para un fabricante en particular, sino para exponerse en un concurso donde la mejor opción técnica y económica gane.

PRESENTACION

El presente proyecto se ha realizado en cinco capítulos que desarrollan los siguientes temas:

Capitulo 1, contiene introducción, objetivos y alcance del proyecto.

Capitulo 2, presenta el levantamiento de los equipos para identificar sus especificaciones técnicas y analizar el estado en el que se encuentran. Además, se presenta mediante planos los diagramas de fuerza y alambrado para los paneles que conforman el tablero eléctrico actual del laboratorio.

Capitulo 3, se determina el diagrama de fuerza, la lógica como debería operar el circuito de control, los requerimientos de un sistema SCADA para el laboratorio, el estudio de un sistema de puesta a tierra y los datos técnicos de los equipos que formarían parte del nuevo tablero eléctrico incluyendo su disposición física en el mismo.

Capitulo 4, se realiza una cotización de los equipos en el mercado local y se define el presupuesto necesario para la implementación del nuevo sistema en el laboratorio.

Capitulo 5, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Debido al alto desarrollo tecnológico en el campo eléctrico de control y automatización, este proyecto diseña un nuevo tablero eléctrico en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas, para brindar seguridad a las personas encargadas de su operación y mantenimiento, a los equipos, al propio tablero por la inversión que representa y para desarrollar un ambiente de investigación en el mismo.

El nuevo diseño se fundamenta principalmente en los esquemas actuales del tablero eléctrico y del aula de máquinas relacionado con el mismo, tomando en cuenta las condiciones que deben cumplir los equipos para un funcionamiento adecuado que no disminuya su vida útil.

Debido a que no se dispone de planos con los esquemas utilizados en la implementación del tablero actual, ni información de las variantes que ha tenido este hasta la actualidad. Se ha visto la necesidad de seguir detenidamente todos los cables en el tablero y los que enlazan este con el aula de máquinas, para obtener diagramas donde se especifica el cableado actual del sistema y que puedan servir para el mantenimiento de los equipos.

El nuevo diseño de control ha sido desarrollado en un software que permite vincular el sistema con un simulador para comprobar la operación normal del tablero y la operación errónea, en la cual se ha provisto de acciones para corregirla.

El sistema SCADA planteado se encargará de enlazar los PLCs y el operador del tablero cumpliendo con el control a distancia, el intercambio apropiado de información y la visualización total del mismo utilizando para este fin enlaces

HMI. Atendiendo de esta manera los problemas más usuales que tiene el tablero actual, como: la operación inadecuada, el acceso de personas no autorizadas a los equipos, la no identificación en la activación de sus protecciones y reemplazando la tecnología antigua utilizada para el control en el tablero.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Diseñar el sistema de control automático para el tablero de control en el laboratorio de máquinas eléctricas con equipamiento disponible en el mercado local, para la integración de los procesos de medición, protección, control y monitoreo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Elaborar los planos eléctricos del sistema empleado en el laboratorio de máquinas eléctricas.
- ✓ Diseñar el sistema de control automático que permita la operación confiable y segura de las instalaciones eléctricas de laboratorio de máquinas eléctricas.
- ✓ Proponer la implementación de un nuevo tablero eléctrico que permita la automatización del sistema eléctrico del laboratorio.
- ✓ Diseñar un sistema SCADA, que permita realizar labores de control, supervisión y adquisición de datos.

1.3 ALCANCE

Este trabajo presenta el diseño de un nuevo tablero eléctrico en el laboratorio, destacando el planteamiento de un control automático del mismo. Se toma

como referencia la comprensión del funcionamiento correcto del tablero actual, considerando los siguientes aspectos:

- ✓ Identificación de equipos en el tablero de control y el cuarto de máquinas del laboratorio.
- ✓ Investigación detallada del esquema eléctrico actual, con lo que se determina la relación de cada panel con los equipos en el aula de máquinas, además del tipo de relación entre cada uno de los elementos.
- ✓ Diagnosticar los paneles y equipos determinando los que están fuera de operación y los que están obsoletos.

El estudio de la automatización del tablero atenderá factores de diseño muy importantes como:

Utilizar un mando remoto con el cual se tenga acceso al tablero eléctrico desde las mesas de trabajo, facilitando las tareas de operación y supervisión al usuario. Y mantener un sistema SCADA económicamente viable ya que las dimensiones físicas del laboratorio impiden utilizar un protocolo de comunicación sofisticado.

Entonces se determinará un estudio del sistema considerando la configuración, estructura e integración de los componentes, parte lógica y física del sistema, que permitirá el funcionamiento de las distintas partes del laboratorio como único sistema funcional.

CAPÍTULO 2

CONDICIONES ACTUALES DEL LABORATORIO

En este capítulo se realiza el levantamiento de los equipos para identificar sus especificaciones técnicas y analizar el estado en el que se encuentran, donde se justifica el reemplazo del tablero eléctrico actual y la utilización de los equipos del cuarto de máquinas y de las mesas de trabajo en el nuevo diseño.

Se determinan los diagramas de fuerza y alambrado para los paneles que conforman el tablero eléctrico principal y para los tableros en cada mesa de trabajo, aporte fundamental para el laboratorio con el que se puede establecer mantenimientos periódicos en el laboratorio.

2.1 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

2.1.1 LEVANTAMIENTO

El levantamiento se realiza con el objeto de recopilar las especificaciones técnicas de los equipos y máquinas en el laboratorio. Para una mejor comprensión, estos se separan en los siguientes grupos:

- ✓ Cuarto de Máquinas.
- ✓ Mesas de Trabajo.
- ✓ Tablero Eléctrico.

A continuación se presenta un resumen de los equipos en el laboratorio indicando el estado de funcionamiento y ubicación, el detalle de datos de placa, representación gráfica y la designación utilizada en los planos se encuentran en el ANEXO 1.

2.1.1.1. Cuarto de Máquinas

Los equipos y las máquinas que trabajan con el tablero eléctrico del laboratorio se encuentran ubicados en el cuarto posterior a este, se utilizan para generar el voltaje que alimentan las máquinas de las mesas de trabajo en las prácticas de laboratorio y los trabajos para la industria.

El estado de los equipos se encuentra en la Tabla 2.1, donde se clasifican de acuerdo al panel del que son controlados.

TABLA 2.1		
PANEL	EQUIPO	ESTADO
Panel 2	Rectificador Exafásico Onda Completa	Operación Normal
Panel 3	Regulador de Inducción	Operación Normal
	Motor de Ventilador	Operación Normal
	Motor Regulación de Voltaje	Operación Normal
Panel 4	Rectificador de Semiconductores	Operación Normal
Panel 5	Motor 3 Φ Inducción	Operación Normal
	Generador de Corriente Continua	Fuera de Operación
	Motor de Corriente Continua	Fuera de Operación
	Generador Sincrónico 3 Φ	Fuera de Operación
	Motor de Ventilador Motor C.C.	Operación Normal
	Motor de Ventilador Generador Sinc.	Operación Normal
	Reóstato R 5.1 - Generador C.C.	Operación Normal
	Reóstato R 5.2 - Generador C.C.	Operación Normal
	Reóstato R 5.3 - Motor C.C.	Fuera de Operación
	Reóstato R 5.4 - Generador Sinc.	Operación Normal
Reóstato R 5.5 - Generador Sinc.	Operación Normal	
Panel 6	Motor 3 Φ Inducción	Operación Normal
	Generador de Corriente Continua	Operación Normal
	Reóstato R 6.1 - Generador C.C.	Operación Normal
	Reóstato R 6.2 - Generador C.C.	Operación Normal

2.1.1.2 Mesas de Trabajo

En este grupo se encuentran los equipos localizados en las mesas de trabajo del laboratorio, estos son desmontables y se energizan a través del tablero con el tipo de voltaje que el operador elija para su funcionamiento.

Estas máquinas son utilizadas para realizar las prácticas de laboratorio por los estudiantes de las carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, mecánica y tecnología. En la Tabla 2.2 se especifica el estado de operación de las máquinas y las mesas donde están ubicadas.

TABLA 2.2		
MESA	EQUIPO	ESTADO
MESA 1	Generador de C.C.	Operación Normal
	Motor de C.C.	Operación Normal
MESA 2	Motor de Repulsión	Operación Normal
MESA 3	Generador de Corriente Alterna	Operación Normal
	Motor 3 Φ Inducción	Operación Normal
MESA 4	Generador de Corriente Alterna	Operación Normal
	Motor 3 Φ Inducción	Operación Normal
MESA 5	Generador de C.C.	Operación Normal
	Motor de C.C.	Operación Normal
MESA 7	Generador de C.C.	Operación Normal
	Motor de C.C.	Operación Normal
MESA 8	Generador de Corriente Alterna	Operación Normal
	Motor de C.C.	Operación Normal
	Generador de C.C.	Operación Normal
MESA 9	Generador de C.C.	Operación Normal
	Motor 3 Φ Inducción	Operación Normal
MESA 10	Motor de C.C.	Operación Normal
	Dinamómetro	Operación Normal
	Generador Tacométrico	Operación Normal
MESA 11	Motor 3 Φ Inducción	Fuera de Operación
MESA 12	Máquina de C.C. HAMPDEN	Operación Normal
MESA 15	Motor 3 Φ Inducción	Operación Normal
	Dinamómetro	Operación Normal
	Generador Tacométrico	Operación Normal
MOTOR DE MÓDULO	Motor 3 Φ Inducción HAMPDEN (2)	Operación Normal
	Motor 3 Φ Inducción SIEMENS	Operación Normal
	Motor de C.C. RELIANCE (2)	Operación Normal
	Motor 3 Φ Inducción RELIANCE (3)	Operación Normal
	Motor de C.C. HAMPDEN (2)	Operación Normal

2.1.1.3 Tablero Eléctrico

Los dispositivos que forman parte del tablero y en operación conjunta logran el funcionamiento del mismo se detallan en la Tabla 2.3, donde se especifica su ubicación, el estado de funcionamiento y el nombre designado en su implementación.

TABLA 2.3			
PANEL	EQUIPO	ESTADO	DESIGNACIÓN
Panel 1	Amperímetro AC	Operación Normal	1g1, 1g2, 1g3
	Barras de Fuerza 30x5	Operación Normal	
	Breaker 30A	Operación Normal	1e1 hasta 1e19
	Interrupor Giratorio PACCO 3 Polos	Operación Normal	1a1 hasta 1a24
	Transformador Corriente 100/5	Operación Normal	1f1, 1f2, 1f3
Panel 2	Amperímetro DC	Operación Normal	2g1, 2g2
	Barras de Fuerza 25x5	Operación Normal	
	Bases Portafusible	Operación Normal	2e1 hasta 2e24
	Cartucho Fusible 35A	Operación Normal	2e1 hasta 2e24
	Interrupor Giratorio	Operación Normal	2a1 hasta 2a24
Panel 3	Amperímetro AC	Operación Normal	3g4, 3g5, 3g6
	Voltímetro AC	Operación Normal	3g3
	Voltímetro DC	Operación Normal	3g1, 3g2
	Bases Portafusible	Operación Normal	3e2, 3e3, 3e4
	Cartucho Fusible	Operación Normal	3e2, 3e3, 3e5
	Breaker 6A	Operación Normal	3a5, 3a6
	Disyuntor No. G 9717	Operación Normal	3a1, 3a3, 3a4
	Disyuntor No. G 9719	Operación Normal	3a2
	Contactador 3NO. 1NO. 1NC	Operación Normal	3c1, 3c2
	Relé Térmico 1-2A	Operación Normal	3e1
	Contactador 3NO. 1NO. 4NC	Operación Normal	3d1, 3d2
	Guardamotor 0.35 - 0.5 A	Operación Normal	3a6
	Guardamotor 1.5 - 2 A	Operación Normal	3a5
	Transformador Corriente 100/5	Operación Normal	3f1, 3f2, 3f3
	Interrupor PACCO N959Smd	Operación Normal	3b1, 3b2, 3b3, 3b4
Interrupor PACCO N1004-4	Operación Normal	3b6	

Panel 4	Amperímetros AC	Operación Normal	4g1, 4g2, 4g3
	Voltímetro AC	Operación Normal	4g4
	Voltímetro DC	Operación Normal	4g5, 4g7
	Amperímetro DC	Operación Normal	4g8
	Amperímetro DC	Operación Normal	4g6
	Interruptor PACCO N959Sm	Operación Normal	4b5
	Interruptor PACCO N959Smd	Operación Normal	4b2, 4b3, 4b4
	Interruptor PACCO N1004-4	Operación Normal	4b1
	Disyuntor S 30570324	Operación Normal	4a1
	Transformador Corriente 400/5	Operación Normal	4f1, 4f2, 4f3
	Disyuntor No. G 9717	Inhabilitado	4a2
	Disyuntor No. G 9719	Inhabilitado	4a3
	Barras de Fuerza 40x5	Operación Normal	
	Barras de DC panel 5 y 6	Operación Normal	
	Fusible Limitador	Operación Normal	4f3
	Breaker 6A	Operación Normal	4a4, 4a5, 4a6
	Bases Portafusible	Operación Normal	4e1 hasta 4e6
	Cartucho Fusible	Operación Normal	4e1 hasta 4e6
	Contactor 3NO. 2NO. 3NC	Operación Normal	4c1
	Relé Térmico 13A	Operación Normal	4c1
Contactor 3NO. 1NC	Operación Normal	4d3	
Contactor 3NO. 1NO. 4NC	Operación Normal	4d1, 4d2	
Rele Biestable	Operación Normal	4d4	
Panel 5	Amperímetro AC	Operación Normal	5g1, 5g2, 5g3
	Amperímetro AC	Operación Normal	5g6
	Voltímetro AC	Operación Normal	5g4
	Frecuencímetro	Operación Normal	5g5
	Amperímetro DC	Operación Normal	5g7, 5g8, 5g9
	Interruptor PACCON1000-3	Operación Normal	5b2, 5b3, 5b4
	Interruptor PACCO N959Smd	Operación Normal	5b9
	Interruptor PACCO N959Sm	Operación Normal	5b6, 5b7, 5b8
	Interruptor PACCO N959Sm NS604	Operación Normal	5b5
	Interruptor PACCON1004-4	Operación Normal	5b1
	Disyuntor No. G 9718	Operación Normal	5a2
	Arranque Y - D. Termico 60-100 A	Operación Normal	5u1
	Contactor 2NO. 2NO. 2NC	Operación Normal	5c1, 5c9, 5c6

Panel 5	Contactor 3NO. 1NC	Operación Normal	5c2 hasta 5c5, 5c7, 5c8, 5c10, 5c11, 5c12, 5c13
	Relé Térmico 0.25-0.5A	Operación Normal	5e15, 5e16, 5e17
	Fusibles NH	Operación Normal	5e9-1, 5e9-2, 5e9-3
	Amplificador Biestable	Operación Normal	5g5a
	Relé Biestable	Operación Normal	5d2, 5d6
	Contactor 3NO. 1NO. 4NC	Operación Normal	5d1, 5d3, 5d4, 5d5, 5c6a
	Guardamotor 1-1.5 A	Operación Normal	5a4, 5a5
	Transformador Corriente 100/5	Operación Normal	5f1, 5f2, 5f3, 5f4
	Breaker 6A	Operación Normal	5a3
	Bases Portafusible	Operación Normal	5e4, 5e5, 5e6, 5e7, 5e8, 5e10
	Cartucho Fusible	Operación Normal	5e4, 5e5, 5e6, 5e7, 5e8, 5e10
Panel 6	Amperímetro AC	Operación Normal	6g1
	Amperímetro DC	Operación Normal	6g3
	Voltímetro AC	Operación Normal	6g4
	Amperímetro DC	Operación Normal	6g2
	Interruptor PACCON1000-3	Operación Normal	6b4
	Interruptor PACCO N959Smd	Operación Normal	6b2
	Interruptor PACCO N959Sm	Operación Normal	6b3
	Interruptor PACCO N959Sm NS604	Operación Normal	6b1
	Disyuntor No. G 9719	Operación Normal	6a1
	Arranque Y - D. Termico 60-100 A	Operación Normal	6u1
	Contactor 2NO. 2NO. 2NC	Operación Normal	6c1
	Contactor 3NO. 1NC	Operación Normal	6c2, 6c3, 6c4, 6c5
	Relé Térmico 0.25-0.5A	Operación Normal	6e1
	Relé Biestable	Operación Normal	6d2
	Contactor 3NO. 1NO. 4NC	Operación Normal	6d1, 6d1a, 6d3, 6c1a
	Transformador de Corriente 100/5	Operación Normal	6f1
	Breaker 6A	Operación Normal	6a2
	Bases Portafusible	Operación Normal	6e3, 6e4, 6e5, 6e6
Cartucho Fusible	Operación Normal	6e3, 6e4, 6e5, 6e6	

Panel 7	Amperímetro AC	Fuera de Operación	7g1, 7g2, 7g3
	Voltímetro AC	Fuera de Operación	7g4
	Frecuencímetro	Fuera de Operación	7g5
	Amperímetro DC	Fuera de Operación	7b7
	Voltímetro AC	Fuera de Operación	7g6
	2 Frecuencímetro	Fuera de Operación	7g7
	Secuencímetro de Fases	Fuera de Operación	7g8
	Interrruptor PACCO N1004-4	Fuera de Operación	7b7
	Interrruptor PACCO N1002-4	Fuera de Operación	7g6
	Interrruptor PACCO N1002-6	Fuera de Operación	7b4
	Interrruptor PACCO N1000-2B3	Fuera de Operación	7b3, 7b5
	Interrruptor PACCO N959Smd	Fuera de Operación	7b1
	Interrruptor PACCO N959Sm	Fuera de Operación	7b2
	Disyuntor No. G 9718	Fuera de Operación	7a1
	Contactador 2NO. 2NO. 2NC	Fuera de Operación	7c1, 7c2, 7c3
	Contactador 3NO. 1NO. 4NC	Fuera de Operación	7d1
	Transformador de Corriente 100/5	Fuera de Operación	7f1-1, 7f1-2, 7f1-3
	Breaker 6A	Fuera de Operación	7a2
	Bases Portafusible	Fuera de Operación	7e1, 7e2, 7e3, 7e4
	Cartucho Fusible	Fuera de Operación	7e1, 7e2, 7e3, 7e4
Amplificador Biestable	Fuera de Operación	7RP1	
Panel 8	Bases Portafusible	Operación Normal	8e1, 8e2, 8e3, 8e4
	Cartucho Fusible	Operación Normal	8e1, 8e2, 8e3, 8e4
	Pulsador	Fuera de Operación	8b3, 8b4, 8b5, 8b6
	Lámpara	Inhabilitado	8h1
	Capacitor	Operación Normal	8k1, 8k2
	Relé de Mercurio	Operación Normal	8d1
	Relé Biestable	Operación Normal	8d6
	Rectificador	Operación Normal	8n1
	Amplificador Biestable	Operación Normal	8d2
	Relés Biestables	Fuera de Operación	8u1
	Bocina	Operación Normal	8h2
	Transformador 220V/60V	Operación Normal	8m2
Transformador 220V/220V	Operación Normal	8m1	

Panel 9	Relé Auxiliar	Operación Normal	9d1
	Contactador 3NO. 1NO. 4NC	Operación Normal	9d2, 9d3, 9d4, 9d5
	Luces Piloto	Inhabilitado	9h1 hasta 9h25
Panel 10	Breaker 30A	Operación Normal	10e1 hasta 10e11
	Interruptor Giratorio PACCO 3 Polos	Operación Normal	10a1 hasta 10a66
Panel 11	Breaker 30A	Operación Normal	11e1 hasta 11e11
	Interruptor Giratorio PACCO 3 Polos	Operación Normal	11a1 hasta 11a66

2.2 DEFINICIÓN DEL ESQUEMA ELÉCTRICO ACTUAL DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL TABLERO

El sistema eléctrico del laboratorio se representa en la Figura 2.1 y 2.2, donde se emplea símbolos gráficos para identificar sus elementos principales e interpretar rápidamente el funcionamiento del mismo.

A continuación se define la función que desempeña cada panel del tablero eléctrico en el laboratorio.

- ✓ **Panel 1:** Energiza los terminales de voltaje alterno fijo en las mesas de trabajo.
- ✓ **Panel 2:** Energiza los terminales de voltaje continuo fijo en las mesas de trabajo.
- ✓ **Panel 3:** Energiza el rectificador exafásico para obtener el voltaje continuo en el panel 2 y opera el regulador de inducción para transmitir el voltaje generado a los paneles 10 y 11.

- ✓ **Panel 4:** Energiza el tablero mediante la acometida y opera el rectificador de semiconductores para suministrar corriente continua a los paneles 5 y 6.

- ✓ **Panel 5:** Controla el sistema convertidor de frecuencia y permite transmitir el voltaje generado hacia los paneles 10 y 11, considerando para el funcionamiento de este panel el orden técnico detallado en el diagnóstico.

- ✓ **Panel 6:** Controla el grupo motor generador y transmite el voltaje generado hacia los paneles 10 y 11, siguiendo el orden técnico indicado en el diagnóstico.

- ✓ **Panel 8:** Energiza el mando que controla el funcionamiento del tablero.

- ✓ **Panel 7 y 9:** No tienen aplicación en el laboratorio, sin embargo su sistema de control está enlazado con los paneles 3, 4, 5, 6 y 8.

- ✓ **Panel 10:** Energiza los terminales de voltaje a elegir desde la mesa 1 hasta la mesa 12 de trabajo, con los voltajes generados en los paneles 3, 5 y 6.

- ✓ **Panel 11:** Energiza los terminales de voltaje a elegir desde la mesa 13 hasta la mesa 16 de trabajo, con los voltajes generados en los paneles 3, 5 y 6.

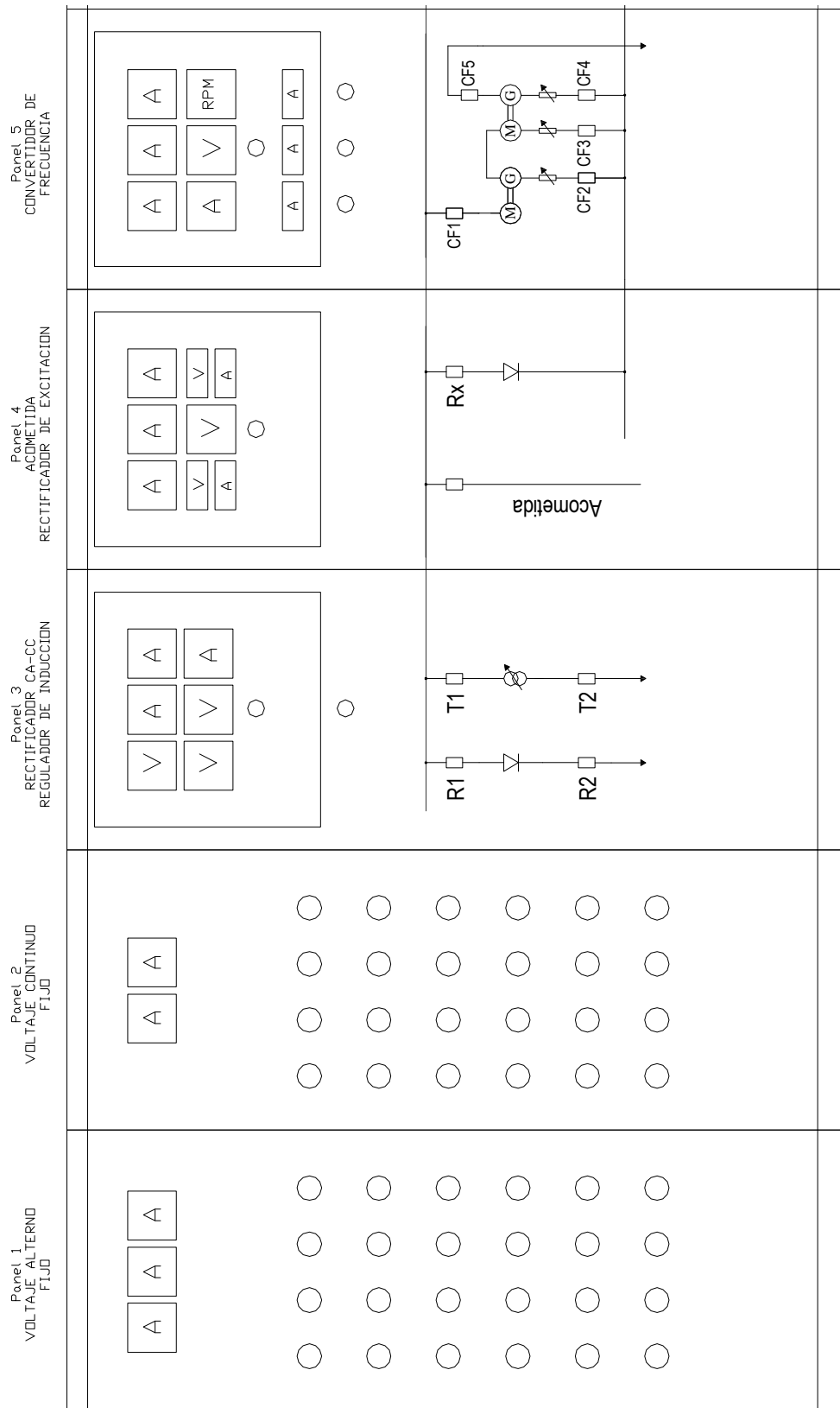


Figura 2.1. Paneles 1, 2, 3, 4 y 5.

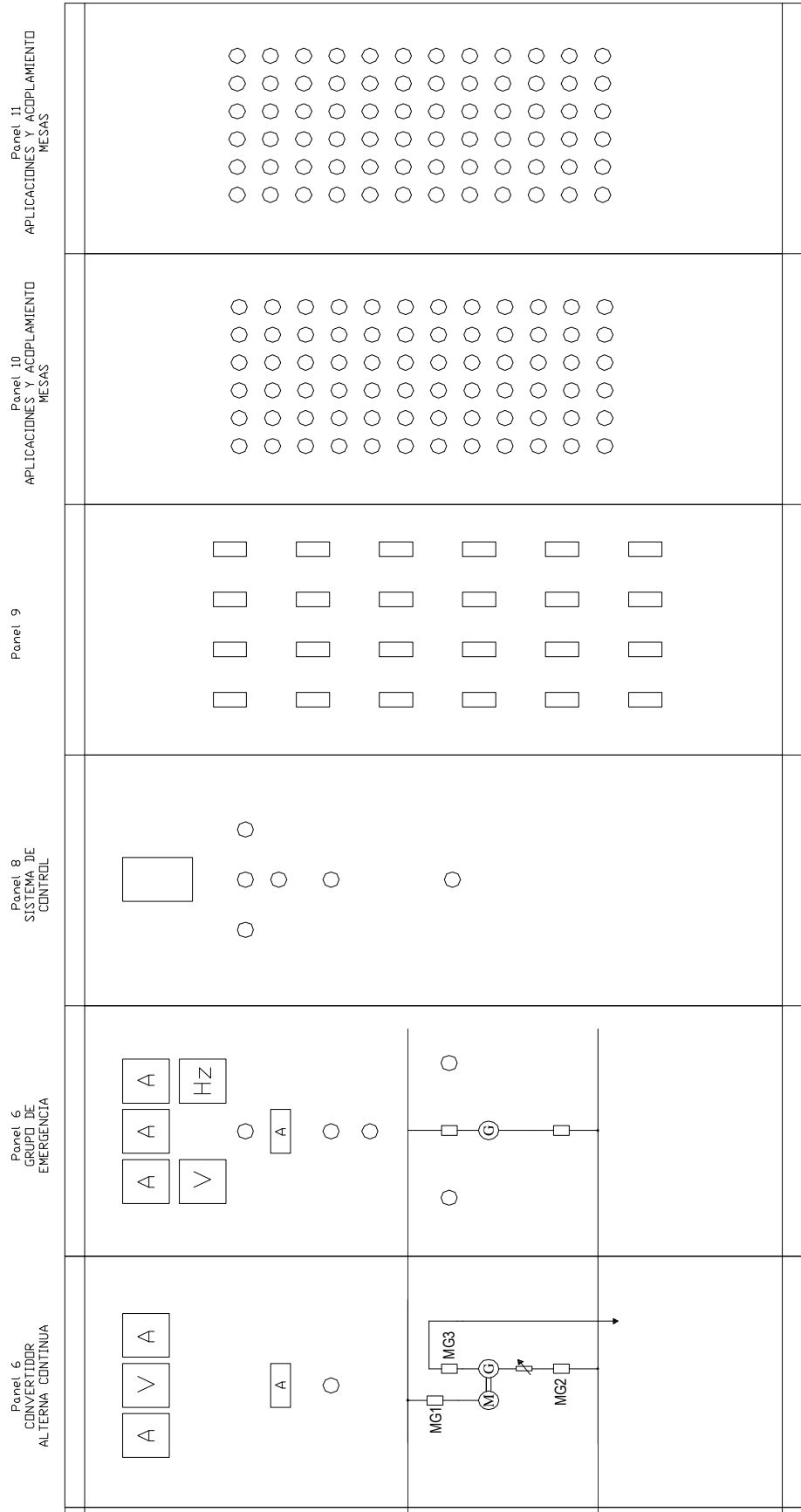


Figura 2.2. Paneles 6, 7, 8, 9, 10 y 11.

2.2.2 DIAGNÓSTICO

Una vez identificado el estado de operación de los equipos y máquinas en el laboratorio, se determina el funcionamiento en conjunto del sistema mediante un análisis donde se detallan los aspectos fundamentales de operación que se deben tomar en cuenta para el nuevo diseño.

2.2.2.1 Cuarto de Máquinas

Para determinar la conveniencia de utilizar estos equipos en el nuevo diseño, se procede a dar un diagnóstico de los mismos, indicando su modo de funcionamiento, el estado en el que se encuentran y aspectos que se deben considerar para mejorar su funcionamiento y alargar su vida útil.

Rectificador Exafásico

El Rectificador Exafásico de Onda Completa proporciona voltaje continuo, se energiza a través de una red trifásica de corriente alterna y a su salida se obtiene 2 circuitos de 115V cada uno. Este equipo después de recibir un mantenimiento apropiado en marzo del 2009 se encuentra en estado de operación normal, siendo empleado en las prácticas del laboratorio actualmente.

Cabe mencionar que este rectificador está compuesto por 12 diodos, utilizando 6 en cada circuito de salida, debido a fallas producidas en años anteriores algunos de estos diodos han sido reemplazados por otros de similares características.

El circuito de entrada del rectificador está protegido por un disyuntor, sirviendo de protección contra cortocircuitos y sobrecargas. Problemas como la pérdida de fase, bajo voltaje y sobre voltaje no son apreciados en el tablero actual. Estos aspectos se deben considerar en el nuevo diseño, debido a que causan que el aislamiento de los bobinados del transformador trifásico interno se

deteriore y que el voltaje en uno de los circuitos a la salida disminuya, provocando el mal funcionamiento de los motores que esta abasteciendo.

El circuito de salida tiene protección contra sobrecargas y cortocircuitos, sin embargo el disparo de los disyuntores en la entrada y la salida del rectificador no se visualiza en el tablero, lo que provoca confusión al operador.

Regulador de inducción

Este equipo suministra voltaje alterno de magnitud variable. Para energizar el regulador de inducción deben estar activados los guardamotors del ventilador y del motor de regulación de voltaje. En el tablero actual estos guardamotors se pueden desactivar manualmente por equivocación, causando que el circuito de control del tablero para energizar el regulador no se habilite y que este equipo no pueda ser utilizado para realizar prácticas de laboratorio.

El rango en el que varia el voltaje en los terminales de salida es de 0 a 506V, la variación del nivel de voltaje se realiza desde el tablero con un selector, este permite invertir el sentido de giro del motor y establecer de esta manera un nivel de voltaje inexacto para el usuario. Para evitar este error cuya magnitud depende de la destreza del operador, en el nuevo diseño se sugiere establecer un método para fijar un nivel de voltaje exacto.

El Regulador de Inducción, su sistema de ventilación y de regulación de voltaje se encuentra operando normalmente, activándose cuando se los requiere sin presentar anomalías en su operación. El servicio que presta este conjunto de máquinas no es permanente, estableciendo que el aislamiento nunca llegue a su temperatura máxima y su vida útil no disminuya.

Los circuitos de entrada y salida tienen protección de sobrecarga y cortocircuito cada uno, sin embargo el disparo de estos dispositivos no se visualiza en el tablero y además no se toma en cuenta acciones para evitar sobres y bajos voltajes y la pérdida de fases en la entrada del regulador.

Rectificador de Semiconductores

El Rectificador de Semiconductores se utiliza para suministrar corriente continua al estator de los generadores de C.C., estator del motor de CC., y el campo del generador sincrónico 3 Φ .

En la actualidad si se energiza mediante una red trifásica de corriente alterna a este equipo se obtiene en sus bornes de salida un voltaje de 230V. El estado de operación del rectificador es normal y está apto para ser considerado en el nuevo diseño.

El circuito de entrada está protegido contra cortocircuitos mediante fusibles, se debe tomar en cuenta que al quemarse este dispositivo la reposición de un nuevo fusible no es instantánea y representa un costo extra. Entonces para el nuevo diseño se consideran breakers, los mismos que en caso de disparo alertarán al operador y fácilmente se pueden volver a su estado original.

El rectificador no tiene protección contra pérdida de fase y para sobre o bajo voltaje, cuando se presentan estas fallas el voltaje en sus bornes de salida disminuye y el aislamiento del transformador interno se deteriora, reduciendo su vida útil.

Sistema Convertidor Alterna - Continua

La función de este grupo es generar voltaje continuo en un rango de 0 a 300V, para este propósito se utiliza un motor 3 Φ de inducción que está acoplado mecánicamente con el rotor del generador de C.C., dando el torque mecánico necesario para abastecer la carga que se conecta al generador.

Para poner en operación este grupo se debe verificar la presencia de voltaje alterno y voltaje continuo, a continuación se debe poner en marcha el motor 3 Φ de inducción y una vez finalizado su arranque Y – D se procede a ingresar el circuito de campo. Este circuito de campo es el encargado de controlar el nivel de voltaje requerido y es alimentado a través del rectificador de

semiconductores. Por último se cierra el disyuntor para transferir la corriente generada a los paneles 10 y 11.

La corriente continua que alimenta el estator (devanado de campo) se regula a través de los reóstatos R6.1 y R6.2 con maniobras de su selector en el tablero de control que permiten cambiar el sentido de giro de los motores que los comandan.

El motor 3 Φ de inducción y el generador de corriente continua que pertenecen a este grupo se encuentran trabajando de forma normal. Cabe señalar que se realizaron labores de mantenimiento en marzo del 2009, dentro de las cuales se procedió a alinear el grupo y realizar un ajuste de pernos y tuercas en el acoplamiento mecánico que une el motor y el generador.

Los dos reóstatos que trabajan con este grupo tienen un funcionamiento normal, cumpliendo con regular la corriente que llega al estator del generador. Los elementos auxiliares de mando (finales de carrera) que se utilizan para interrumpir el giro de los reóstatos al llegar a su límite de posición, cumplen con activar rápidamente los contactos normalmente abierto y cerrado, cabe mencionar que para desconectar el motor que controla el giro del reóstato en el sistema actual se considera solamente el contacto normalmente cerrado.

El motor trifásico de inducción está protegido contra cortocircuito y sobrecarga, sin embargo el sistema de protección actual no considera la pérdida de una de las fases causada por eventos como un falso contacto en un punto de conexión, la falla interna del contactor o la apertura de un fusible.

Además en el circuito que energiza el motor de inducción, no se toman en cuenta acciones para contrarrestar problemas por bajo voltaje o sobre voltaje causado por maniobras en el laboratorio debido a conexión y desconexión de motores y transformadores.

El circuito de salida del generador de corriente continua tiene un disyuntor, para proteger de cortocircuito y sobrecarga, el disparo de este equipo no se alerta en el tablero actual causando problemas en la operación.

La solución de estos inconvenientes se debe considerar en el nuevo diseño, para prolongar la vida útil de este grupo y facilitar la ubicación del equipo de protección que se disparó para despejar la falla y poder continuar la realización de la práctica de laboratorio

Sistema Convertidor de Frecuencia

Este sistema se encarga de entregar una señal de voltaje alterno a las mesas de trabajo en los terminales de voltaje a elegir, cuya magnitud puede variar en el rango de 0 a 230V y su frecuencia de 15 a 100 Hz, utilizando para este fin la corriente alterna desde la acometida y la corriente continua del rectificador de semiconductores.

El sistema está conformado por los siguientes grupos:

- ✓ Motor 3 Φ de inducción - Generador de corriente continua.
- ✓ Motor de corriente continua - Generador sincrónico 3 Φ .

El motor 3 Φ de inducción que tiene un arranque Y – D, proporciona el torque mecánico que hace girar el rotor del generador de C.C., es decir, cumple la función de una turbina.

El estator (devanado de campo) del generador de C.C., es alimentado por corriente continua mediante excitación separada para producir un campo magnético en el entrehierro, este campo se regula mediante los reóstatos R5.1 y R5.2 permitiendo variar el voltaje en los terminales de dicho generador.

El motor de C.C. cumple la función de una turbina para el rotor del generador sincrónico. La armadura de este motor se encuentra alimentada por el

generador de C.C. y su devanado de campo mediante el rectificador de semiconductores, este campo se regula mediante el reóstato R5.5.

El generador sincrónico 3Φ se encarga de generar una señal de voltaje, la cual podemos variar en amplitud regulando la corriente de campo en el rotor mediante los reóstatos R5.3 y R5.4. y su frecuencia es determinada por la velocidad del motor de C.C.

Los reóstatos R5.1; R5.2; R5.3; R5.4 y R5.5 están encargados de regular la corriente para el campo de las máquinas, son controlados mediante motores e interruptores de límite (fines de carrera) que desconectan el motor cuando los reóstatos llegan a su posición límite, permitiendo que la operación y el control de estos reóstatos no tengan inconvenientes.

El motor de corriente continua y el generador sincrónico tienen incorporados ventiladores para su refrigeración, los cuales cuentan con sus respectivas protecciones y se ponen en funcionamiento simultáneamente con el sistema.

Para poner en operación este grupo se debe verificar la presencia de voltaje alterno y voltaje continuo, a continuación se debe ingresar la excitación del motor de corriente continua y posteriormente poner en marcha el motor 3Φ de inducción, una vez finalizado su arranque Y – D se procede a ingresar el circuito de campo del generador de corriente continua y del generador sincrónico. Estos circuitos de campo son los encargados de controlar el nivel de voltaje y frecuencia requerido, y son alimentados a través del rectificador de semiconductores, por último se cierra el disyuntor para transferir la corriente generada a los paneles 10 y 11.

El motor 3Φ de inducción, los ventiladores asociados al sistema y los acoplamientos mecánicos físicamente están en buen estado y tienen una operación normal, actualmente el sistema no se encuentra habilitado en el laboratorio ya que los circuitos de excitación separada para el generador de c.c. y el motor de c.c. están fuera de operación.

Canales del Cuarto de Máquinas

Se recomienda realizar la limpieza de todos los canales del cuarto de máquinas, debido al polvo acumulado en los cables y algunos objetos sólidos, se debe también cambiar las estructuras de soporte de madera de los canales así como sus piezas de acceso debido a su mal estado; cabe señalar que durante el levantamiento e identificación de equipos del cuarto de máquinas se ha encontrado con estos problemas y sería de gran ayuda para futuros mantenimientos arreglarlos, adjunto al diagnóstico en la Figura 2.3, se encuentran las disposiciones físicas de los canales del laboratorio y cuarto de máquinas.

2.2.2.2 Mesas de Trabajo

Todas las mesas de trabajo tienen interruptores giratorios, utilizados para habilitar los circuitos de voltaje alterno, voltaje continuo y el voltaje a elegir desde el tablero eléctrico principal. Además tienen un tomacorriente doble, que está protegido por un breaker de 6A, utilizado para conectar aparatos de medición, analizadores, etc.

Los tableros de trabajo en las mesas actualmente se encuentran habilitados, sus componentes se encuentran en buen estado a excepción de los elementos relacionados al panel 9 los cuales se encuentran fuera de operación, es recomendable adquirir repuestos para los interruptores tripolares y los terminales o bornes de los paneles, adicionalmente cabe señalar que algunos terminales de las mesas para los bornes de las máquinas se encuentran fuera de operación o no existen, este es el caso de las mesas 4, 8 y 15.

2.2.2.3 Tablero Eléctrico

El tablero eléctrico principal del Laboratorio de Máquinas Eléctricas fue implementado en el año de 1964 con recursos obtenidos mediante un convenio entre la Escuela Politécnica Nacional y la UNESCO, actualmente tiene 45 años de operación y servicios principales deshabilitados como:

- ✓ Bocina de alerta y señalización que indique la operación incorrecta del tablero.
- ✓ Mando móvil que permitía leer parámetros eléctricos en las mesas de trabajo.
- ✓ Banco de baterías que se encontraba en el aula E009 del edificio de eléctrica.

Estructura del Tablero

La estructura metálica del tablero físicamente se encuentra en buen estado, está compuesta por 11 paneles y tiene los soportes necesarios para resistir esfuerzos mecánicos exigidos al operar el tablero.

Presenta una disposición adecuada para el cableado de fuerza y control, permitiendo el acceso a las bornas inferiores mediante los canales del laboratorio.

Cableado del Tablero

El cableado al interior de los paneles permite el funcionamiento adecuado del tablero. Los cables de control y fuerza están físicamente separados, excepto los cables para ventiladores, motores de reóstatos, circuitos de campo y el rectificador de semiconductores en los cuales su disposición es la misma, sin que esto afecte el funcionamiento del tablero.

Adicional al cableado interior se encuentran mangueras de conexión entre paneles, conexión tablero – mesas y conexión tablero – cuarto de máquinas, las especificaciones técnicas, su ubicación y las pruebas de aislamiento realizadas se encuentran adjuntas al presente documento (Ver Anexo 2).

Considerando la norma ITC – BT – 19, que establece que los valores de resistencia de aislamiento correctos son mayores o iguales a $0.5M\Omega$ para voltajes de servicio menores a 500V, cuando se aplica un voltaje de ensayo de 500V, se determina que las mangueras utilizadas para el cableado no

presentan alteraciones en su aislamiento, su operación es normal y son adecuadas para ser utilizadas en el nuevo diseño ya que pueden soportar los voltajes aplicados en el laboratorio, no aumentan el riesgo de cortocircuitos y garantizan el funcionamiento normal de los equipos.

Elementos del Tablero

El estado de los diferentes elementos de los paneles del tablero se encuentra especificado en el Anexo 1, cabe señalar que debido a su largo periodo de operación se encuentran deteriorados y en algunos casos ya están descompuestos. Sin embargo la mayoría de elementos se encuentran trabajando de forma normal, pero se debe tomar en cuenta que los disyuntores que operan dentro del tablero generan una vibración considerable el momento de cierre o apertura de sus contactos, por lo cual se debe realizar ajustes periódicos en las conexiones y la limpieza de contactos de todos los elementos de los paneles.

Los elementos del panel 7 y panel 9 se encuentran fuera de operación debido a que estas aplicaciones no se encuentran habilitadas actualmente en el tablero, cabe señalar que debido al deterioro de los contactos en los elementos de control del tablero se tienen los siguientes problemas:

- ✓ La inhabilitación de la bocina de alerta en el panel 8.
- ✓ La inhabilitación de la regulación a pasos bajos del voltaje generado en el panel 6.
- ✓ La inhabilitación de la regulación a pasos bajos de la frecuencia generada en el panel 5.

Además los elementos que controlan el funcionamiento del tablero están desactualizados, utilizan un principio electromecánico para su operación y debido a sus múltiples contactos y conexiones deterioradas ponen en riesgo la realización de las prácticas en el laboratorio, puesto que si se deshabilita otra aplicación del tablero encontrar el problema y solucionarlo tomaría un largo periodo de tiempo.

Canales del Laboratorio

Estos canales son los que contienen el cableado tablero mesas y el cableado al laboratorio de sistemas eléctricos de potencia que se encuentra fuera de operación.

Las tapas superiores de los canales presentan fisuras en las esquinas, su superficie está deteriorada y en algunos casos su estructura metálica interna se encuentra a la intemperie.

Se recomienda cambiar las tapas de acceso y realizar una limpieza completa de los canales debido a la acumulación de polvo y objetos sólidos ubicados al interior, cabe señalar que estos canales cuentan con el espacio suficiente para labores de mantenimiento y futuras expansiones del laboratorio, adjunto al diagnóstico en la Figura 2.3, se encuentran las disposiciones físicas de los canales del laboratorio y aula de máquinas.

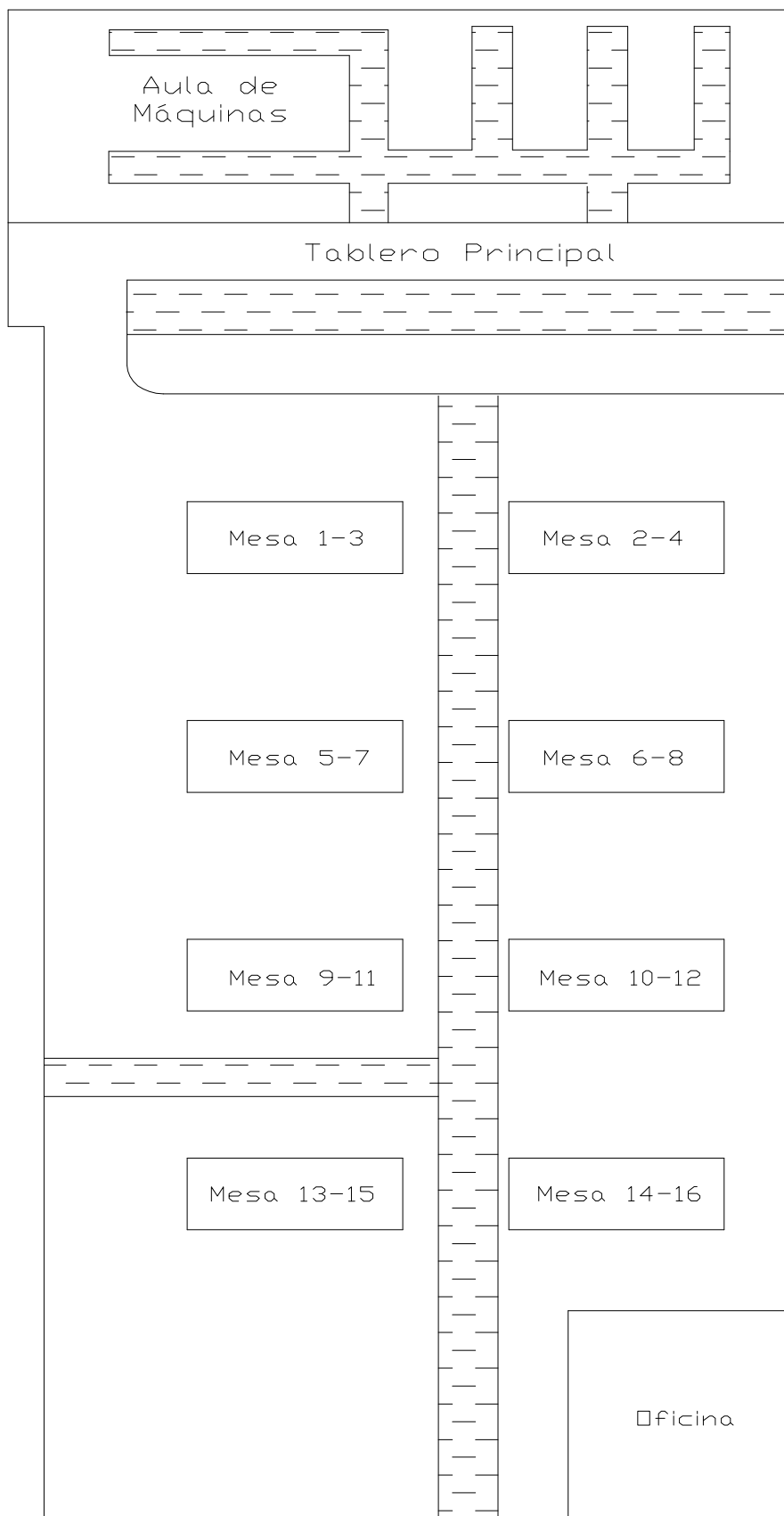


Figura 2.3. Disposición Física de Canales del Laboratorio

2.2.2.4 Puesta a Tierra del Laboratorio

En el Laboratorio de Máquinas Eléctricas el conductor de tierra está conectado a las carcassas en las máquinas de las mesas de trabajo, del cuarto de máquinas y a la estructura metálica del tablero, donde se conectan los terminales de tierra de los transformadores de corriente y de los disyuntores. Este conductor sale del laboratorio hacia los jardines de la facultad donde se encuentra a la intemperie y desconectado de la puesta a tierra que habría sido instalada en años posteriores a este estudio.

Actualmente el laboratorio no tiene una puesta a tierra con la cual se brinde seguridad a las personas y proteja a los equipos del laboratorio, por tanto en este proyecto se considera el diseño de una puesta a tierra para el laboratorio.

2.3 REALIZACIÓN DE PLANOS PARA ESQUEMAS Y DISPOSICIÓN DE EQUIPOS

Se ha realizado el levantamiento respectivo y se han definido los elementos y conexiones encontradas durante el mismo, mediante planos se darán a conocer los esquemas eléctricos actuales de los paneles del tablero, mesas y cuarto de máquinas ubicada en la parte posterior del laboratorio.

Los planos se encuentran en el Anexo 3, estos consisten en esquemas de realización que facilitan la revisión del alambrado de los equipos, debido a que se detallan todas las conexiones del tablero y sus elementos están identificados con la nomenclatura adoptada en la implementación.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE UN NUEVO TABLERO ELÉCTRICO

Con el fin de mejorar los servicios actuales del laboratorio y considerar nuevas aplicaciones para trabajos de la EPN y la industria, se plantea la utilización de un nuevo tablero eléctrico cuyo diseño se ha desarrollado en este capítulo.

El diseño del diagrama de fuerza desarrollado determina la combinación de maniobra que se utilizará para proteger, controlar y energizar los equipos en el sistema automatizado. En el diseño del diagrama de control se establece la lógica del programa que se utilizaría para controlar adecuadamente el sistema en el laboratorio.

En este capítulo también se determina los requerimientos de un sistema SCADA (Control Supervisor y Adquisición de datos) para el laboratorio y las ventajas que se obtendrían con su implementación, considerando un marco teórico previo para su estudio.

Se establecen las especificaciones técnicas de los equipos que formarían parte del nuevo tablero eléctrico, considerando el dimensionamiento de los elementos mediante un criterio que atiende a las necesidades actuales del laboratorio.

Cabe señalar que se presentará la disposición física del tablero, los paneles que lo conformarían y los elementos considerados para la implementación del mismo, tomando en cuenta las dimensiones físicas de los equipos.

3.1 DISEÑO DEL DIAGRAMA DE FUERZA

Para desarrollar el diagrama de fuerza se han considerado las mesas de trabajo en el laboratorio, los datos de placa de los equipos en el cuarto de

máquinas (Ver Anexo 1) y la utilización de juegos de barras principales y secundarias en el tablero con la siguiente distribución:

Barras Principales

- ✓ Alimentación de voltaje alterno principal (3 barras principales, 1 barra de neutro y 1 barra de tierra).
- ✓ Campo para los sistemas alterna – continua y convertidor de frecuencia (2 barras principales).

Barras Secundarias

- ✓ Voltaje alterno fijo (3 barras secundarias).
- ✓ Voltaje continuo fijo (2 barras secundarias).
- ✓ Voltaje alterno variable (3 barras secundarias).
- ✓ Voltaje continuo variable (2 barras secundarias).
- ✓ Voltaje alterno de magnitud y frecuencia variable (3 barras secundarias).
- ✓ Acoplamiento de mesas de trabajo (3 barras secundarias).

Adicionalmente en el diagrama de fuerza se incluyen los elementos que se utilizarán para medir los parámetros eléctricos del sistema, estos dispositivos de medida estarán ubicados en la parte frontal del tablero permitiendo la lectura en sitio de las magnitudes eléctricas.

Las magnitudes de los circuitos de alterna se medirán a través de multímetros digitales que utilizan equipos adicionales considerados en el diseño, como transformadores de corriente por cada fase y una fuente externa para su alimentación.

La medición de parámetros de continua en el sistema se realizará a través de voltímetros y amperímetros diseñados específicamente para este propósito y estarán ubicados en los esquemas considerando su respectiva polaridad.

El esquema del diagrama de fuerza se encuentra en el Anexo 4, a continuación se detallan los criterios utilizados en la realización del mismo.

3.1.1 BARRAS PRINCIPALES DE ALTERNA

El ingreso de la acometida que energizará las barras principales de alterna se realizará mediante un breaker equipado con un relé electrónico, el cual permite obtener las funciones de protección básicas, adquirir y transmitir información de la acometida y permitir su apertura y cierre a distancia mediante un mando motor. La medición de los parámetros eléctricos se realizará mediante un multímetro digital, utilizando transformadores de corriente y fusibles para protección contra cortocircuitos en éste.

La barra de tierra en el tablero a la que se conectará las puestas a tierra de los equipos, estará acoplada mediante el conductor de tierra a la barra de tierra localizada en el centro de distribución de carga de la facultad.

3.1.2 BARRAS SECUNDARIAS DE VOLTAJE CONTINUO FIJO

El voltaje continuo fijo se obtiene al energizar el rectificador exafásico de onda completa ubicado en el cuarto de máquinas, utilizando un breaker equipado con un relé termomagnético y un mando motor para su apertura y cierre a distancia.

El circuito de salida del rectificador estará protegido contra sobrecarga y cortocircuito a través de un breaker equipado con un mando motor, este permitirá la energización de tres barras secundarias de continua en el tablero estableciendo los siguientes voltajes en ellas:

- ✓ Barra roja – barra blanca = 125V.
- ✓ Barra azul – barra blanca = 125V.
- ✓ Barra roja – barra azul = 250V.

La medición del voltaje en las barras y la corriente que circularía hacia las mesas de trabajo se realizará mediante voltímetros y amperímetros de continua, para su lectura en el tablero. Y para la visualización de las

magnitudes eléctricas en la HMI, se emplearán transductores de corriente y voltaje.

3.1.3 BARRAS SECUNDARIAS DE VOLTAJE ALTERNO VARIABLE

El voltaje alterno variable se obtiene energizando el primario del regulador de inducción desde las barras de fuerza principales considerando un breaker equipado con un relé termomagnético y un mando motor.

Los motores auxiliares del regulador para su sistema de refrigeración y de regulación del voltaje se alimentarán a través de la combinación breaker – contactor – térmico, considerando en el esquema del motor de regulación de voltaje el cambio en su sentido de giro.

El voltaje en los terminales del secundario del regulador de inducción se transmitirá hacia el tablero para energizar sus 3 barras secundarias respectivas, las cuales estarán protegidas por un breaker equipado con un mando motor y un relé electrónico para adquirir y transmitir información del voltaje regulado.

La medición de las magnitudes eléctricas en el secundario del regulador de inducción se realizará mediante un multímetro digital, que empotrado en el tablero indicará el parámetro eléctrico seleccionado por el operador.

3.1.4 BARRAS PRINCIPALES DE CONTINUA

Las barras principales de continua en el tablero se utilizarán para distribuir la corriente de campo en los sistemas convertidor alterna – continua y convertidor de frecuencia.

La corriente de campo se obtiene energizando el rectificador de semiconductores en el cuarto de máquinas mediante un breaker equipado con relé termomagnético y mando motor. El circuito de salida del rectificador energizará las barras principales de continua en el tablero, utilizando un

breaker equipado con un mando motor y un relé de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

El voltaje a la salida del rectificador y la corriente que alimenta el estator de los generadores de C.C., del motor de CC. y el generador sincrónico 3 Φ se medirá a través de un voltímetro y amperímetro de continua respectivamente. Y para la lectura de estos parámetros en la HMI se utilizarán transductores de corriente y voltaje.

3.1.5 BARRAS SECUNDARIAS DE VOLTAJE CONTINUO VARIABLE

El voltaje continuo variable se obtiene del sistema convertidor alterna – continua, el mismo que cuenta con el grupo motor 3 Φ de inducción – generador de C.C. y los reóstatos que controlan la corriente de excitación del generador.

La puesta en marcha del motor 3 Φ de inducción de 6 terminales se lleva a cabo por el arranque Y–D, siguiendo la combinación de maniobra breaker – contactor, desde las barras de fuerza principales. Cabe señalar que el breaker estará equipado con un relé electrónico que garantice la protección contra el cortocircuito, la sobrecarga y la falta de fase o el desequilibrio de la misma.

El estator del generador de C.C. se alimentará desde las barras principales de continua mediante un breaker equipado con un relé termomagnético y un mando motor. La corriente que ingresa al estator será regulada mediante dos reóstatos, los cuales son controlados por motores cuya inversión de giro se realiza con dos contactores siguiendo la combinación de maniobra breaker – térmico – contactor.

El voltaje en los terminales del generador de C.C. se transmite hacia el tablero energizando las 2 barras secundarias mediante un breaker de protección, el cual estará equipado con un relé termomagnético y un mando motor.

La medición de las magnitudes eléctricas en los terminales de salida del generador de C.C. y de la corriente de campo se realizará utilizando equipos de

continua, mientras que los parámetros del motor de inducción se medirán a través de un multímetro digital.

Cabe señalar que la visualización en la HMI de las magnitudes generadas por este sistema, se realizará mediante transductores de corriente y voltaje.

3.1.6 BARRAS SECUNDARIAS DE VOLTAJE ALTERNO DE MAGNITUD Y FRECUENCIA VARIABLE

El voltaje que energiza estas barras secundarias se obtiene operando el sistema convertidor de frecuencia, que está compuesto por los reóstatos que regulan la corriente de campo en este sistema y los siguientes grupos motor - generador:

- ✓ Motor 3 Φ de inducción - Generador de corriente continua.
- ✓ Motor de corriente continua - Generador sincrónico 3 Φ .

El motor 3 Φ de inducción se alimenta desde las barras de fuerza principales mediante un arranque Y-D utilizando la combinación de maniobra breaker – contactor, cabe señalar que el breaker estará equipado con un relé electrónico que proteja de cortocircuito, sobrecarga y la falta o desequilibrio de fase.

La corriente que alimenta desde las barras principales de continua al campo del generador de corriente continua, al motor de corriente continua y al campo del generador sincrónico 3 Φ se proporciona a través de breakers correspondientes a cada circuito, estos equipos incluirán relés termomagnéticos y mandos motores. La corriente será regulada a través de reóstatos controlados por motores alimentados mediante la combinación de maniobra breaker – térmico – contactor, donde se incluye la configuración para invertir el sentido de giro del motor.

El voltaje en los terminales del generador sincrónico se transmite hacia el tablero energizando 3 barras secundarias a través de un breaker, el cual estará equipado con un relé electrónico para proteger contra de sobrecargas y

cortocircuitos, adquirir y transmitir información de las magnitudes generadas y permitir su apertura y cierre a distancia mediante un mando motor.

En el diagrama se consideran multímetros digitales para leer en el tablero los parámetros eléctricos del motor 3 Φ de inducción y los generados en el Generador Sincrónico 3 Φ . La corriente continua que alimenta el Motor de C.C., el Generador de C.C. y el Generador Sincrónico 3 Φ se medirá con amperímetros para continua.

3.1.7 TERMINALES DE VOLTAJE ALTERNO FIJO EN LAS MESAS DE TRABAJO

Desde las barras principales de alterna se derivan tres barras secundarias correspondientes a las fases, desde las cuales partirán circuitos secundarios que junto al neutro se conectan en los terminales (R), (S), (T) y (N) de las 16 mesas de trabajo, utilizando para cada circuito secundario un breaker equipado de relé termomagnético y mando motor.

3.1.8 TERMINALES DE VOLTAJE CONTINUO FIJO EN LAS MESAS DE TRABAJO

La alimentación a las 16 mesas de trabajo se realizará mediante breakers equipados con relé termomagnético y mando motor, para proteger los alimentadores que parten desde las barras secundarias de continua hacia las terminales (+), (-) y (\cdot) en cada mesa de trabajo.

3.1.9 TERMINALES DE VOLTAJE A ELEGIR EN LAS MESAS DE TRABAJO

Los terminales de voltaje a elegir (+), (\cdot), (-) y (\cdot) de las mesas de trabajo, se utilizan para el acoplamiento entre mesas del laboratorio y se pueden energizar con voltaje alterno variable, voltaje continuo variable y voltaje alterno de magnitud y frecuencia variable.

En cada mesa de trabajo estos terminales se energizarán mediante un circuito secundario (Ver Figura 3.1), el cual está conectado a breakers de protección que se derivan desde los juegos de barras secundarias en el tablero.

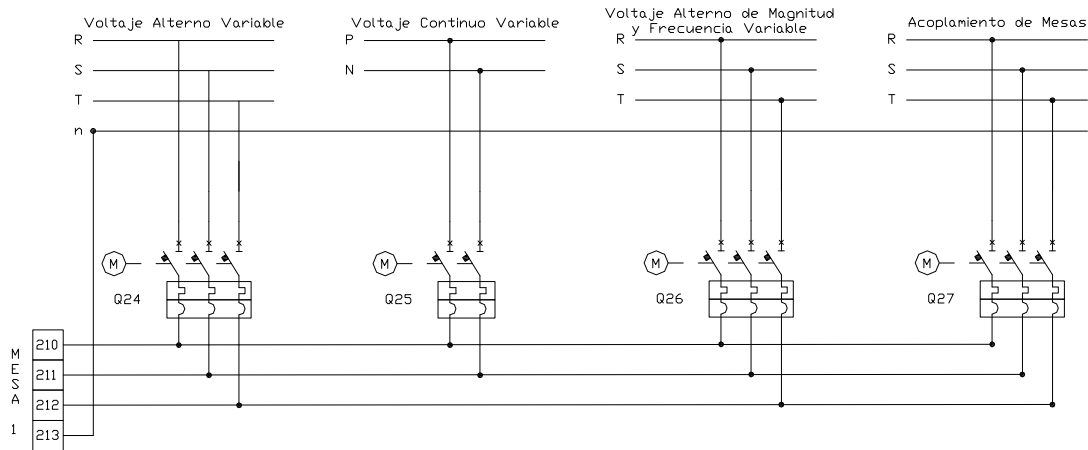
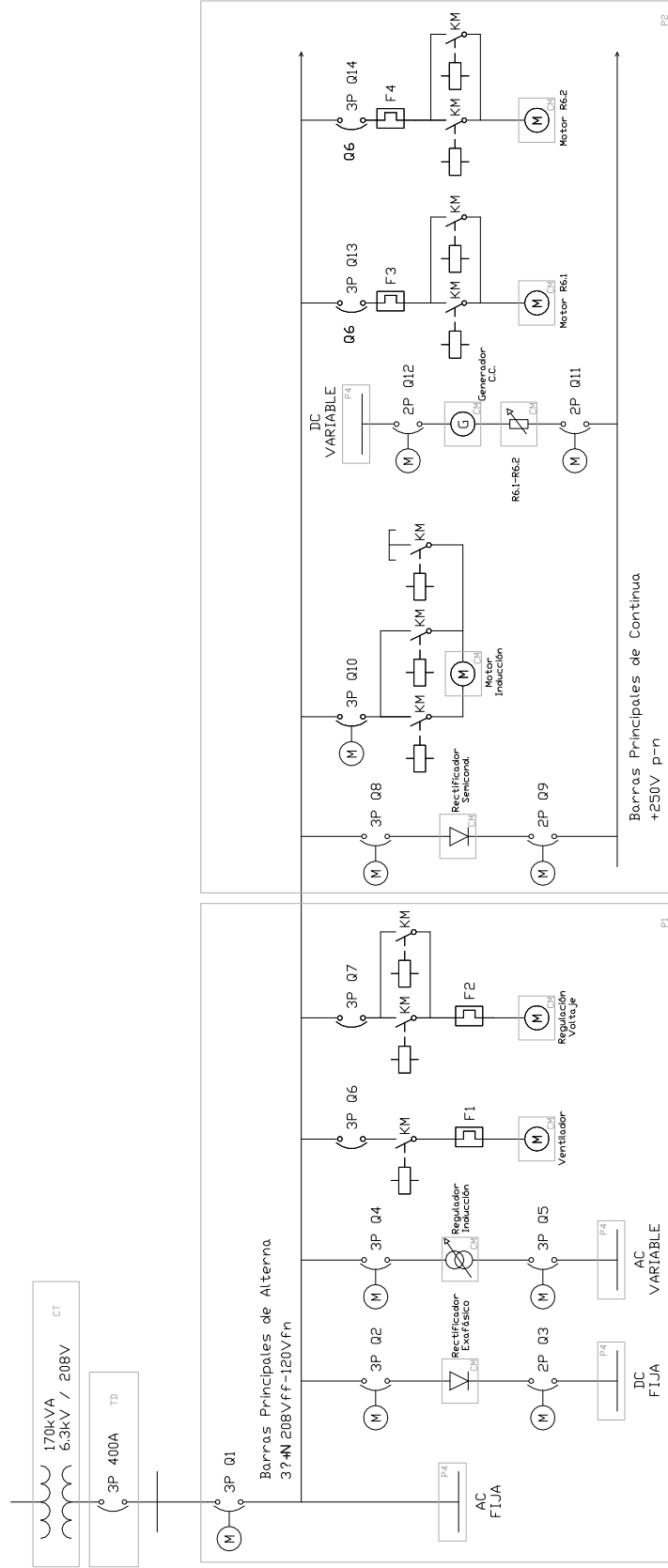


FIGURA 3.1. Circuito secundario para terminales de voltaje a elegir.

Cabe señalar que para la realización del diagrama de control, se debe tener la precaución de no enviar más de una señal a los terminales de voltaje a elegir en las mesas de trabajo ya que causarían el disparo de las protecciones.

DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA

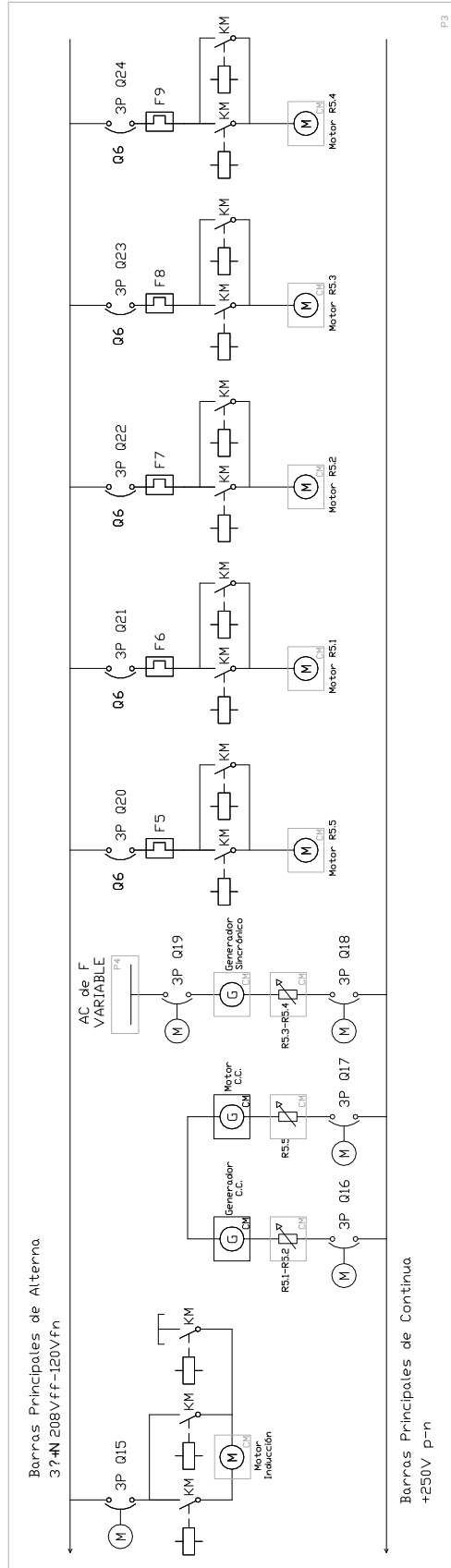


ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Realizado por:	Byron Nieto
Revisado por:	Ing. MSc. Luis Tapia
Fecha:	Octubre 10, 2009.
DIAGRAMA DE FUERZA	
Hoja:	1 de 3

- CT Camara de Transformación
- TD Tablero de distribución (Copiadora)
- CM Cuarto de Máquinas
- P1 Panel 1 en el diseño propuesto
- P2 Panel 2 en el diseño propuesto
- P4 Panel 4 en el diseño propuesto

DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA

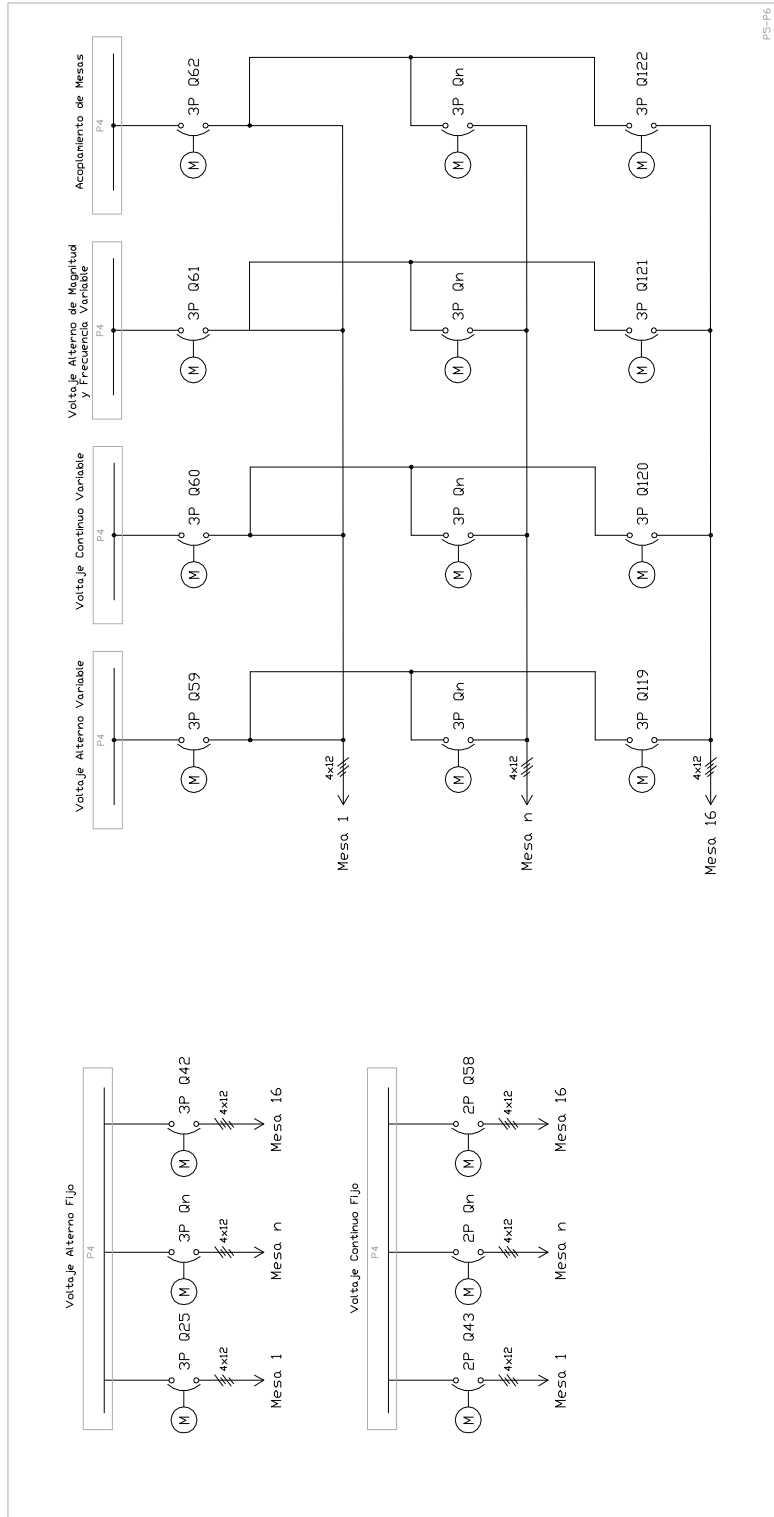


P.3

P3 Panel 3 en el diseño propuesto
 P4 Panel 4 en el diseño propuesto

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	
Realizado por: Byron Nieto	DISEÑO DEL TABLERO PRINCIPAL DEL LABORATORIO DE MAQUINAS ELECTRICAS
Revisado por: Ing. MSc. Luis Tapla	
Fecha: Octubre 10, 2009.	DIAGRAMA DE FUERZA
	Hojas: 2 de 3

DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Realizado por: Byron Nieto	DISEÑO DEL TABLERO PRINCIPAL DEL LABORATORIO DE MAQUINAS ELECTRICAS
Revisado por: Ing. MSc. Luis Tapia	
Fecha: Octubre 10, 2009.	DIAGRAMA DE FUERZA
Hoja: 3 de 3	

- P4 Panel 4 en el diseño propuesto
- P5 Panel 5 en el diseño propuesto
- P6 Panel 6 en el diseño propuesto

3.2 DISEÑO DEL DIAGRAMA DE CONTROL

El sistema de control eléctrico permite la protección y el funcionamiento adecuado de los equipos y máquinas en el laboratorio, planteando para el sistema dos tipos de control:

- ✓ Control mediante un sistema SCADA y
- ✓ Control en forma manual.

El sistema de control propuesto se derivará desde la acometida con sus respectivas protecciones, considerando el voltaje alterno como la alimentación principal de los equipos de control. Esta derivación se conectará a un selector de mando de tres posiciones (SCADA – OFF - Manual), donde el operador elegirá el tipo de control para el sistema.

3.2.1 CONTROL MEDIANTE UN SISTEMA SCADA

El control mediante un sistema SCADA se realiza utilizando dispositivos electrónicos, los mismos que están programados internamente para enviar órdenes de mando, cumplir condiciones de funcionamiento y supervisar reacciones del sistema ante un evento, manteniendo un sistema confiable para el desarrollo de las prácticas de laboratorio y la realización de los trabajos para la industria.

Este circuito de control utiliza el voltaje alterno para la alimentación de contactores y mandos motor de los breakers (ver figura 3.2) y una fuente de corriente continua empleada para dispositivos electrónicos del tablero como el PLC y relés electrónicos de los breakers (ver figura 3.3).

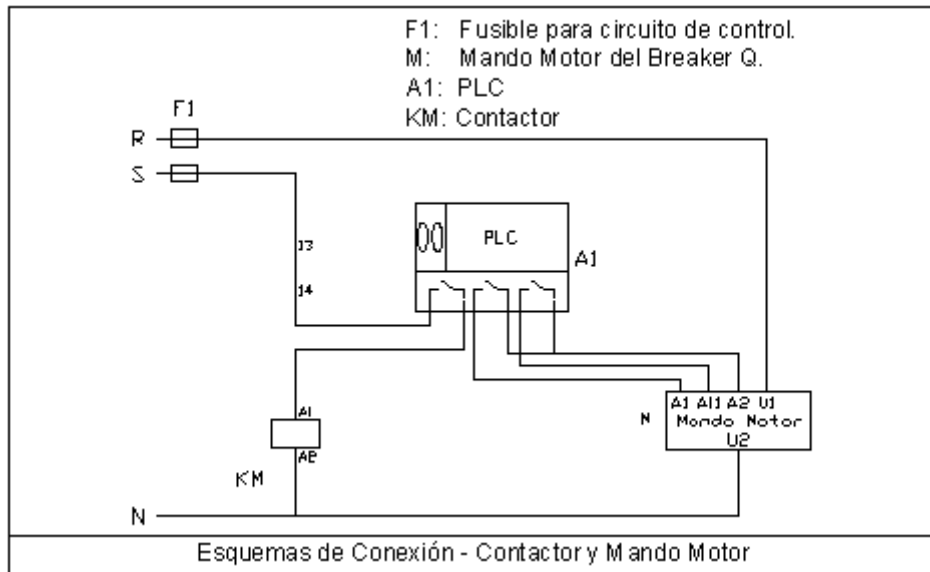


FIGURA 3.2. Circuito de control para voltaje alterno.

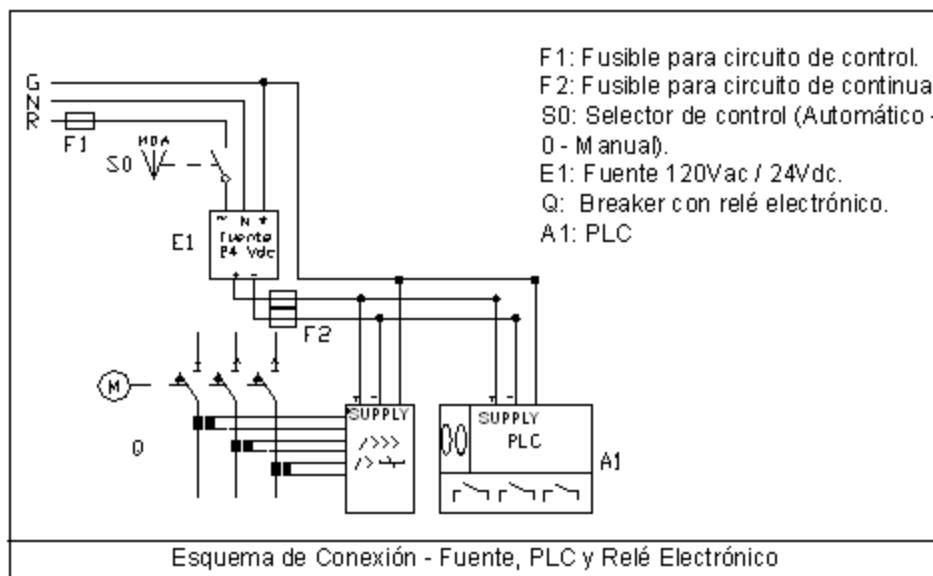


FIGURA 3.3. Circuito de control para voltaje continuo.

Mediante un sistema SCADA, el control planteado para el laboratorio permitirá accionar los equipos manual o automáticamente, cabe señalar que el acceso a estos tipos de operación se realizará mediante botones dedicados en la HMI.

El accionamiento manual permitirá al operador maniobrar los equipos como en el sistema actual del laboratorio, es decir, activar uno a uno los disyuntores y

establecer manualmente los parámetros de funcionamiento. El accionamiento automático permitirá energizar los equipos en el cuarto de máquinas utilizando botones on / off, estos desarrollarán una secuencia lógica de operación para accionar los disyuntores y establecer en forma digital los parámetros de funcionamiento requeridos por el usuario.

A continuación mediante diagramas de flujo se describe la lógica de control utilizando el SCADA, para el funcionamiento del sistema en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

3.2.1.1 Acometida

La lógica del programa para energizar y desenergizar las barras principales de alterna mediante la acometida se presenta en la figura 3.4, donde se considera aspectos de control como:

- ✓ Horarios de funcionamiento para el sistema.
- ✓ Supervisor de voltaje que impida la alimentación en caso de sobre voltajes, bajos voltajes e inversión de fases.
- ✓ Paro de emergencia para el sistema.
- ✓ Pulsadores de funcionamiento ON y OFF para el ingreso de la acometida.
- ✓ Mando motor para el breaker principal Q1.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q1.

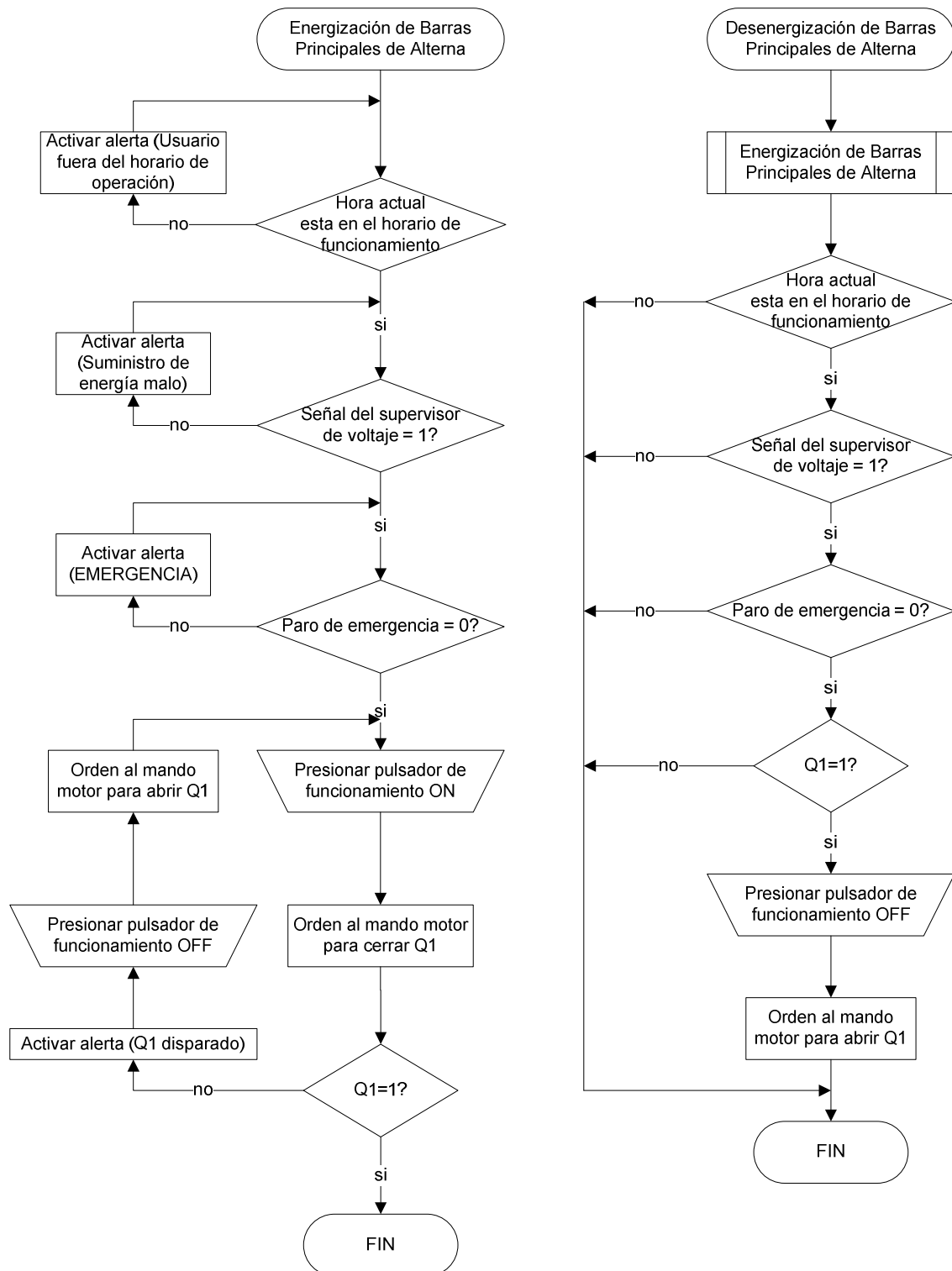


FIGURA 3.4. Diagramas de flujo para barras principales de alterna.

3.2.1.2 Rectificador Exafásico

Los diagramas de flujo que determinan la alimentación de las barras secundarias de voltaje continuo fijo mediante el rectificador exafásico (Ver figura 3.5), consideran los siguientes elementos:

3.2.1.3 Regulador de Inducción

La lógica del programa para controlar el regulador de inducción y su sistema de ventilación se indica en la figura 3.6, donde se establece el proceso para energizar y desenergizar las barras de voltaje alterno variable.

La figura 3.7 indica el proceso para la regulación del voltaje en los bornes de salida del regulador de inducción.

Los elementos de control considerados para el regulador de inducción, su sistema de ventilación y el sistema de regulación de voltaje son:

- ✓ Pulsadores de funcionamiento ON y OFF para el sistema.
- ✓ Mando motor para el breaker Q4 que alimenta el regulador de inducción.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q4.
- ✓ Mando motor para el breaker Q5 en la salida del regulador de inducción.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q5.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q5.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q6 del ventilador en el regulador de inducción.
- ✓ Contactor de maniobra para el ventilador.
- ✓ Señalización eléctrica del térmico F1 para el motor del ventilador.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q7 del motor que regula el voltaje.
- ✓ Contactor de maniobra para reducir el voltaje.
- ✓ Final de carrera para el límite de reducción de voltaje.
- ✓ Contactor de maniobra para subir el voltaje.
- ✓ Final de carrera para el límite de elevación de voltaje.
- ✓ Señalización eléctrica del térmico F2 para el motor de regulación de voltaje.

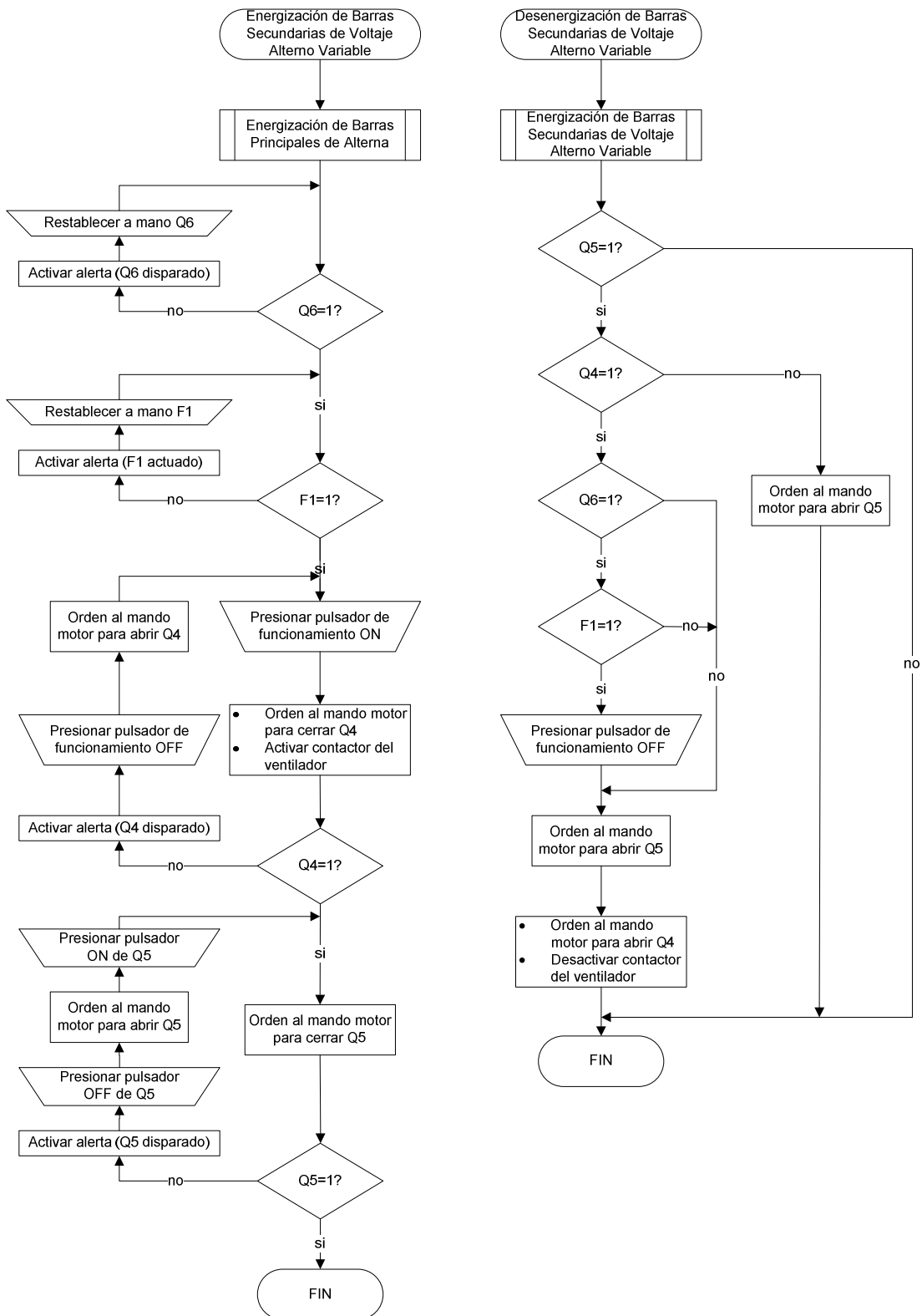


FIGURA 3.6. Diagramas de flujo para barras secundarias de voltaje alterno variable.

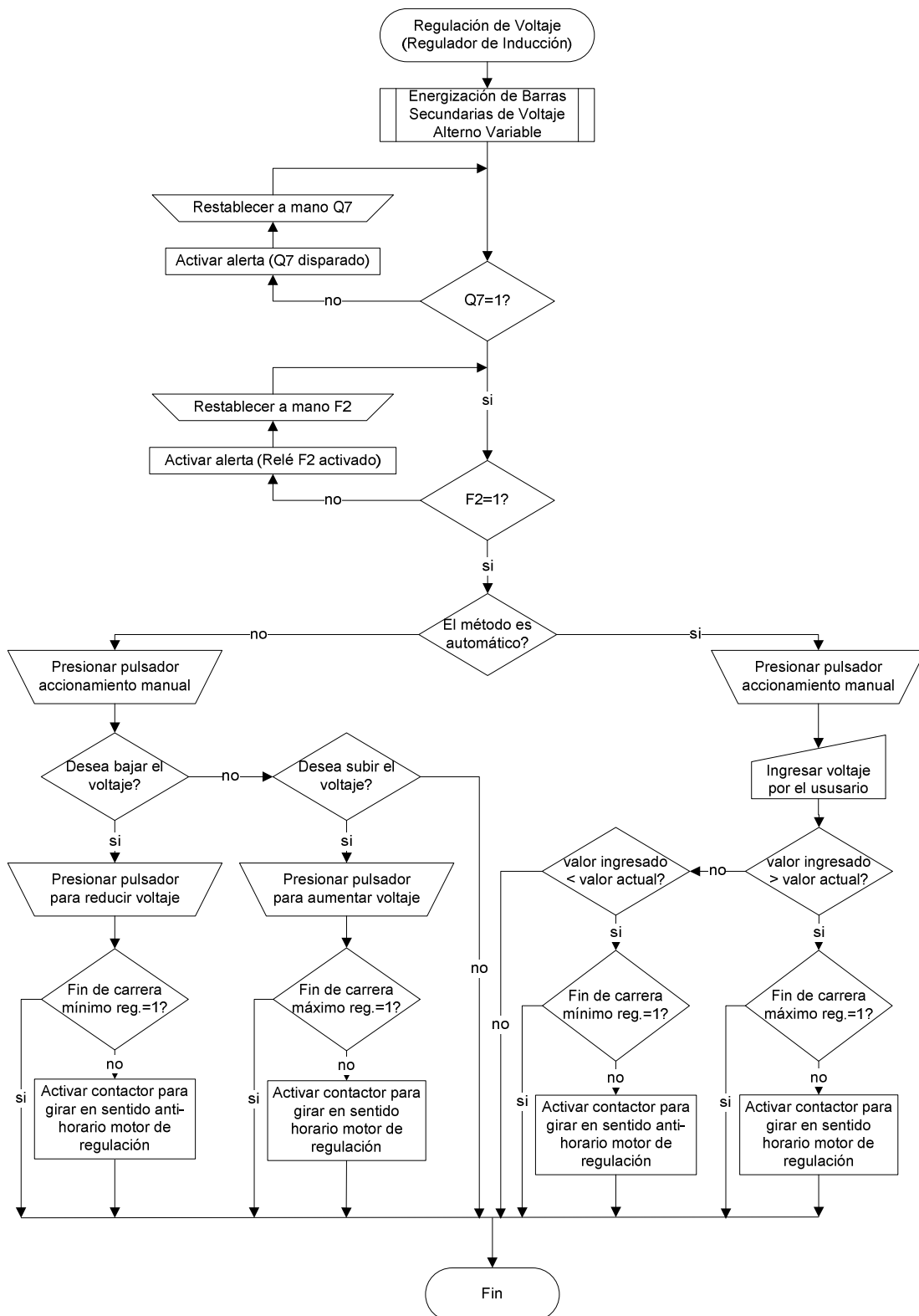


FIGURA 3.7. Diagrama de flujo para la regulación de voltaje en el regulador de inducción.

3.2.1.4 Sistema Convertidor Alterna Continua

La lógica del programa indicado en las figuras 3.8 y 3.9, establece el control para la alimentación de las barras de voltaje continuo fijo mediante el sistema convertidor alterna continua, en esta lógica está incluida la alimentación automática de las barras principales de continua utilizando el rectificador de semiconductores. Las figuras 3.10 y 3.11 indican el método para regular el voltaje en los terminales del generador de C.C. en este sistema.

Los elementos considerados para el control del rectificador de semiconductores, los reóstatos para el campo y el grupo motor 3 Φ de inducción – generador de C.C. son:

- ✓ Pulsadores de funcionamiento ON y OFF para el sistema.
- ✓ Mando motor para el breaker Q8 que alimenta el rectificador de semiconductores.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q8.
- ✓ Mando motor para el breaker Q9 en la salida del rectificador de semiconductores.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q9.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q9.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q10 del motor 3 Φ de inducción.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q10.
- ✓ Mando motor para el breaker Q10.
- ✓ Arranque Y – D para el motor 3 Φ de inducción.
- ✓ Mando motor para el breaker Q11 que ingresa la alimentación para el devanado de campo del generador de C.C.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q11.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q11.
- ✓ Mando motor para el breaker Q12 en la salida del generador de C.C.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q12.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q12.

- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q13 del motor del reóstato R6.1.
- ✓ Contactor de maniobra para aumentar resistencia de R6.1.
- ✓ Final de carrera para el límite máximo de R6.1.
- ✓ Contactor de maniobra para reducir resistencia de R6.1.
- ✓ Final de carrera para el límite mínimo de R6.1.
- ✓ Señalización eléctrica del térmico F3 para el motor del reóstato R6.1.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q14 del motor del reóstato R6.2.
- ✓ Contactor de maniobra para aumentar resistencia de R6.2.
- ✓ Final de carrera para el límite máximo de R6.2.
- ✓ Contactor de maniobra para reducir resistencia de R6.2.
- ✓ Final de carrera para el límite mínimo de R6.2.
- ✓ Señalización eléctrica del térmico F4 para el motor del reóstato R6.2.

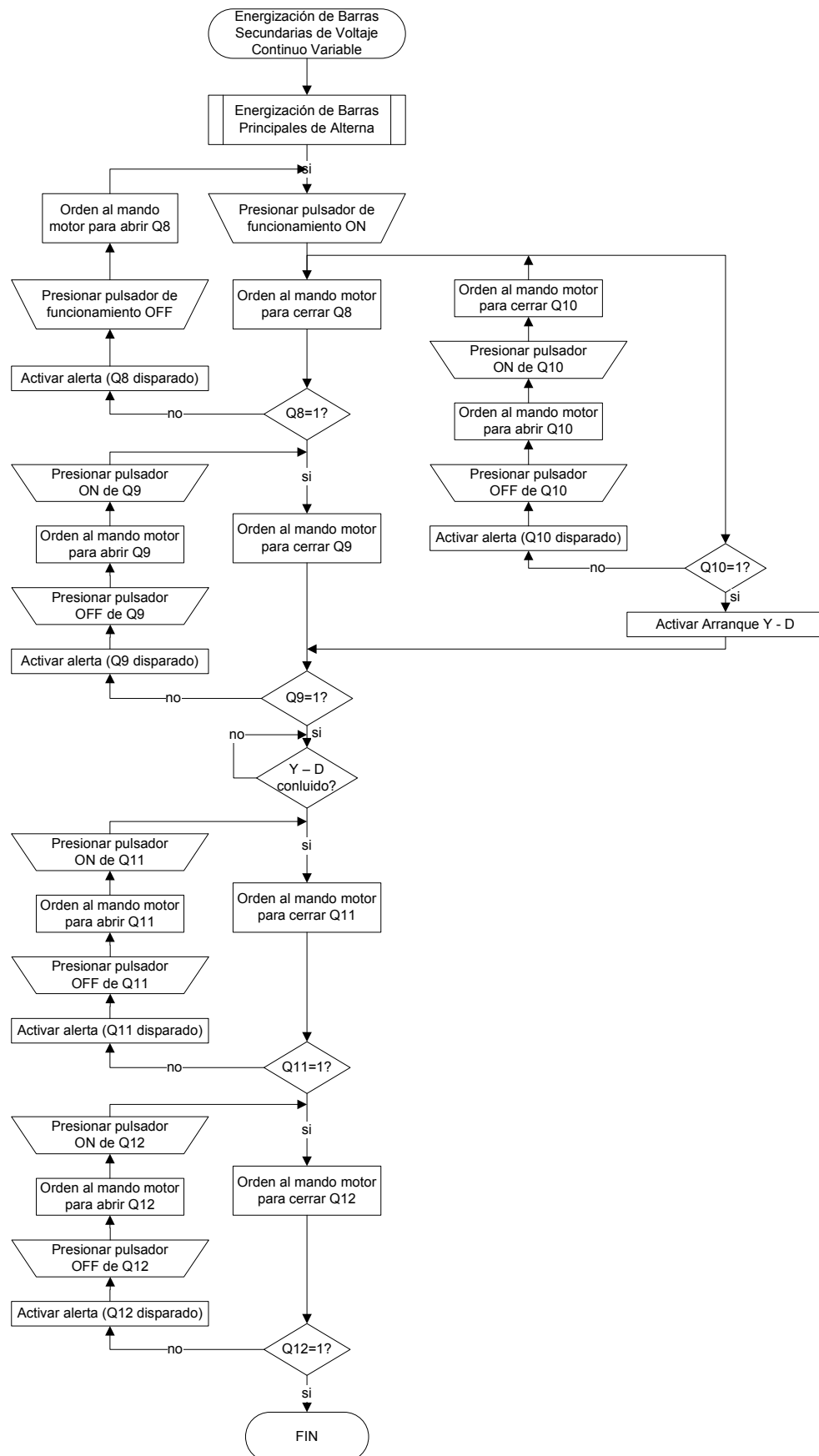


FIGURA 3.8. Diagrama de flujo para energizar barras secundarias de voltaje continuo variable.

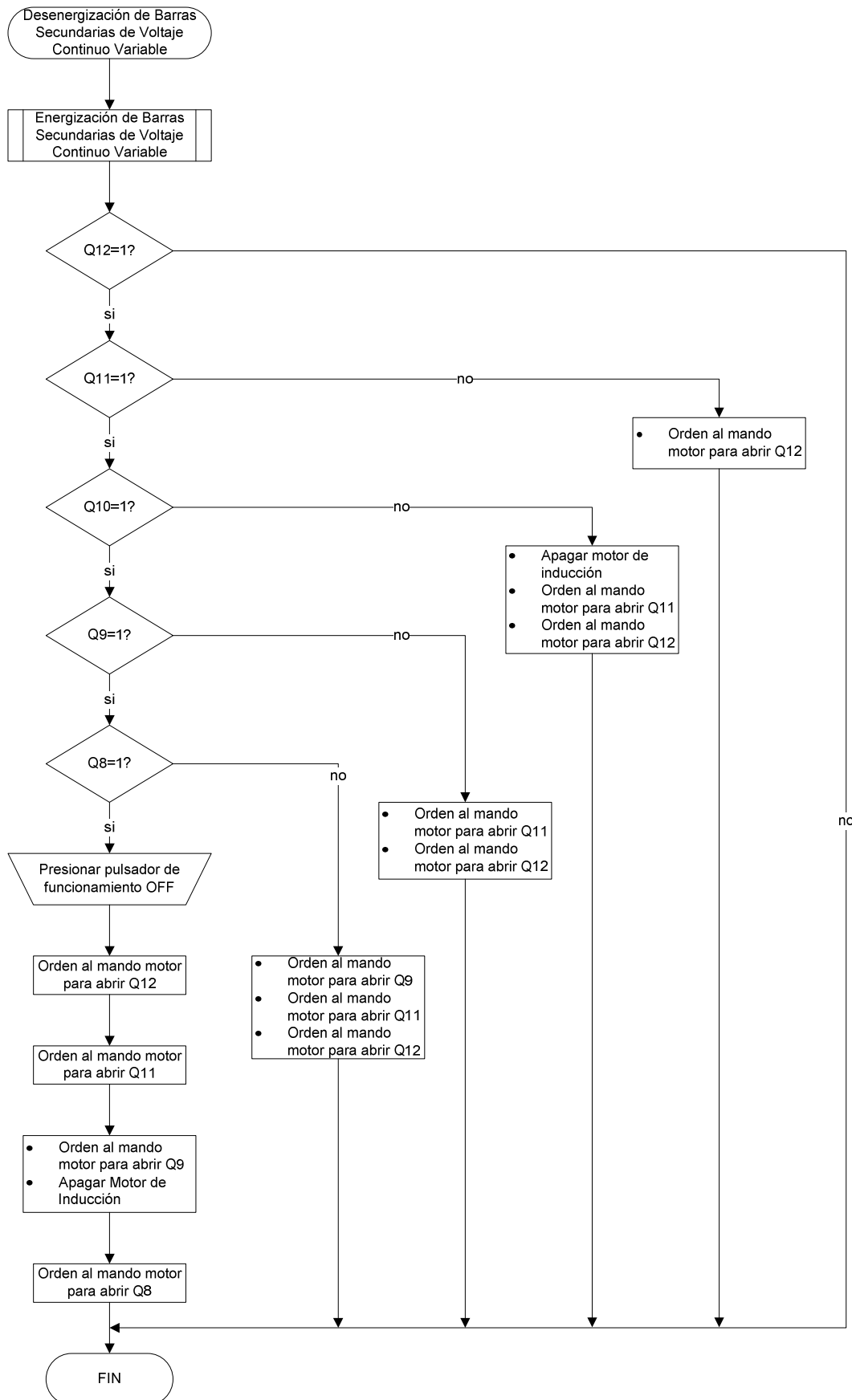


FIGURA 3.9. Diagrama de flujo para desenergizar barras secundarias de voltaje continuo variable.

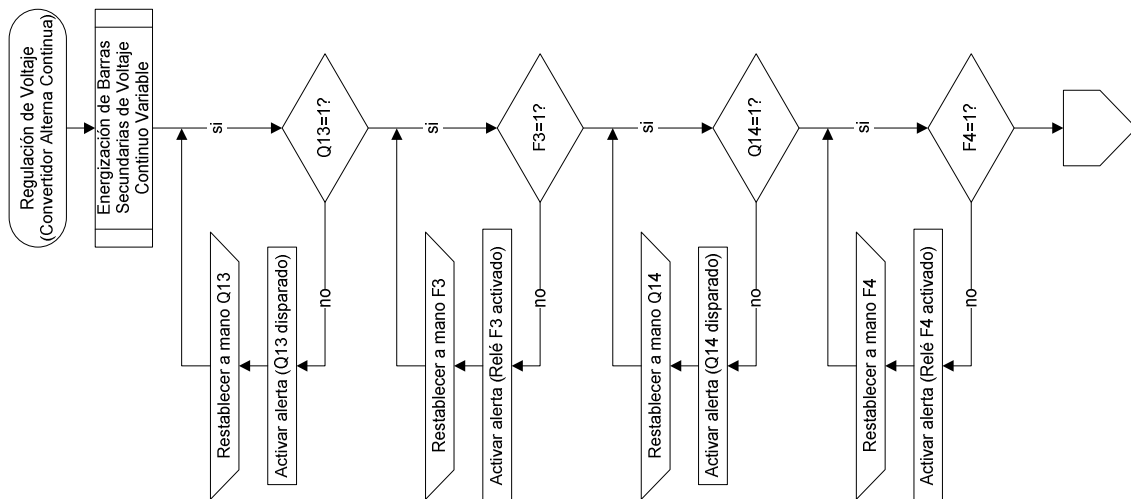


FIGURA 3.10. Diagrama de flujo para la regulación de voltaje en el sistema convertidor alterna – continua.

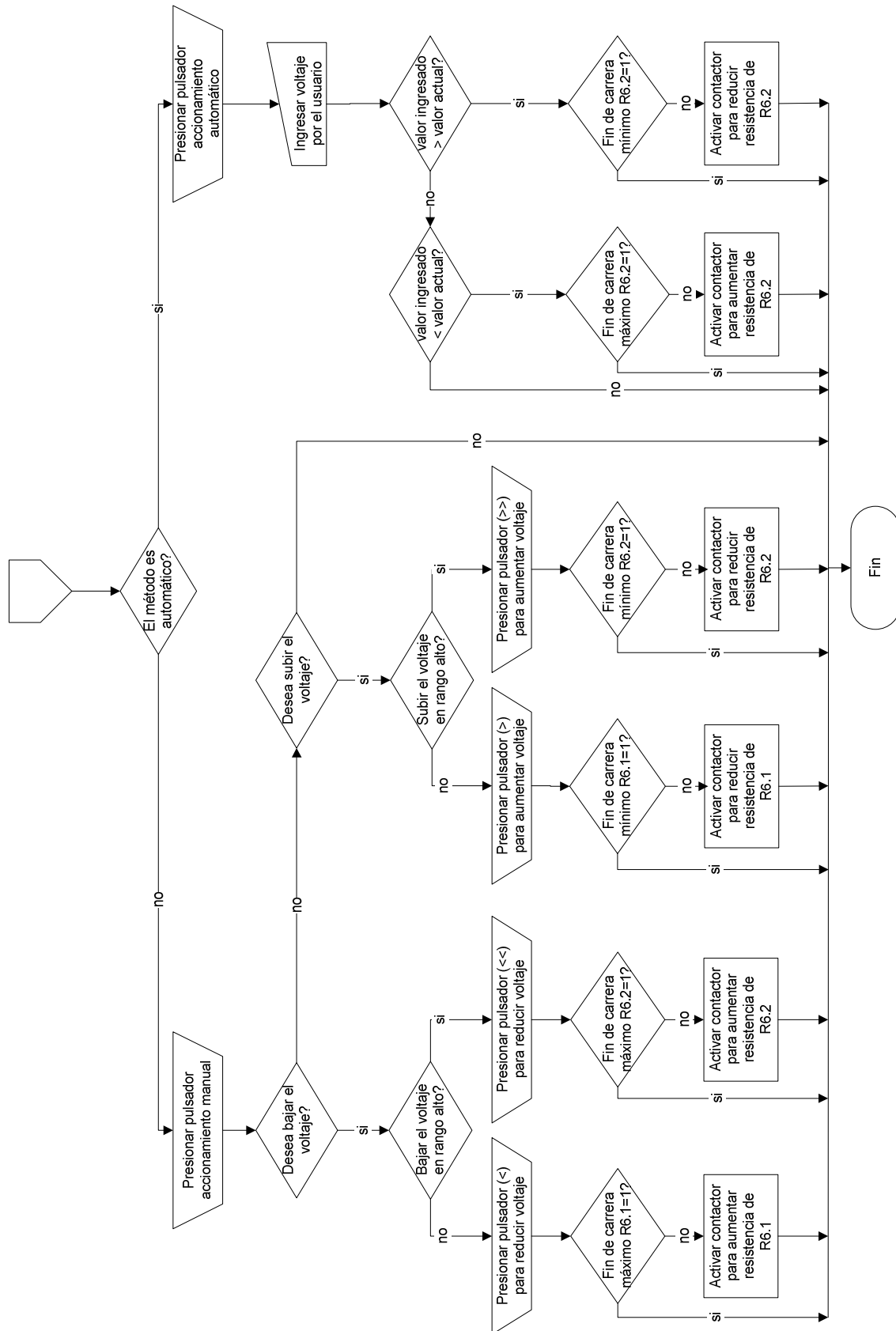


FIGURA 3.11. Diagrama de flujo para la regulación de voltaje en el sistema convertidor alterna – continua.

3.2.1.5 Sistema Convertidor de Frecuencia

El sistema convertidor de frecuencia alimenta las barras secundarias de voltaje alterno de magnitud y frecuencia variable, los diagramas de flujo que indican la lógica para controlar este sistema (Ver figuras 3.12 y 3.13) incluyen la operación del rectificador de semiconductores, el cual alimenta las barras principales de continua.

La lógica de operación para regular el voltaje en los terminales de salida del generador sincrónico se detalla en las figuras 3.14 y 3.15. El método para variar la frecuencia (Ver figuras 3.16, 3.17 y 3.18) detalla como el operador puede establecer una frecuencia nominal regulando el voltaje en el generador de C.C. y una frecuencia mayor a la nominal regulando el campo del motor de C.C.

Los elementos que controlarán el rectificador de semiconductores, los reóstatos y los dos grupos motor – generador son:

- ✓ Pulsadores de funcionamiento ON y OFF para el sistema.
- ✓ Mando motor para el breaker Q8 que alimenta el rectificador de semiconductores.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q8.
- ✓ Mando motor para el breaker Q9 en la salida del rectificador de semiconductores.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q9.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q9.
- ✓ Mando motor para el breaker Q15 que ingresa la alimentación del devanado de campo del motor de C.C.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q15.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q15.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q16 del motor 3 Φ de inducción.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q16.
- ✓ Mando motor para el breaker Q16.

- ✓ Arranque Y – D para el motor 3 Φ de inducción.
- ✓ Mando motor para el breaker Q17 que ingresa la alimentación del devanado de campo del generador de C.C.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q17.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q17.
- ✓ Mando motor para el breaker Q18 que ingresa la corriente de campo en el rotor del generador sincrónico.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q18.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q18.
- ✓ Mando motor para el breaker Q19 en la salida del generador sincrónico.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica de Q19.
- ✓ Pulsadores ON y OFF para el mando motor del breaker Q19.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q20 del motor del reóstato R5.5.
- ✓ Contactor de maniobra para reducir resistencia de R5.5.
- ✓ Final de carrera para el límite mínimo de R5.5.
- ✓ Contactor de maniobra para aumentar resistencia de R5.5.
- ✓ Final de carrera para el límite máximo de R5.5.
- ✓ Señalización eléctrica del térmico F5 para el motor del reóstato R5.5.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q21 del motor del reóstato R5.1.
- ✓ Contactor de maniobra para aumentar resistencia de R5.1.
- ✓ Final de carrera para el límite máximo de R5.1.
- ✓ Contactor de maniobra para reducir resistencia de R5.1.
- ✓ Final de carrera para el límite mínimo de R5.1.
- ✓ Señalización eléctrica del térmico F6 para el motor del reóstato R5.1.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q22 del motor del reóstato R5.2.
- ✓ Contactor de maniobra para aumentar resistencia de R5.2.
- ✓ Final de carrera para el límite máximo de R5.2.
- ✓ Contactor de maniobra para reducir resistencia de R5.2.
- ✓ Final de carrera para el límite mínimo de R5.2.
- ✓ Señalización eléctrica del térmico F7 para el motor del reóstato R5.2.

- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q23 del motor del reóstato R5.3.
- ✓ Contactor de maniobra para aumentar resistencia de R5.3.
- ✓ Final de carrera para el límite máximo de R5.3.
- ✓ Contactor de maniobra para reducir resistencia de R5.3.
- ✓ Final de carrera para el límite mínimo de R5.3.
- ✓ Señalización eléctrica del térmico F8 para el motor del reóstato R5.3.
- ✓ Contacto para la señalización eléctrica del breaker Q24 del motor del reóstato R5.4.
- ✓ Contactor de maniobra para aumentar resistencia de R5.4.
- ✓ Final de carrera para el límite máximo de R5.4.
- ✓ Contactor de maniobra para reducir resistencia de R5.4.
- ✓ Final de carrera para el límite mínimo de R5.4.
- ✓ Señalización eléctrica del térmico F9 para el motor del reóstato R5.4.

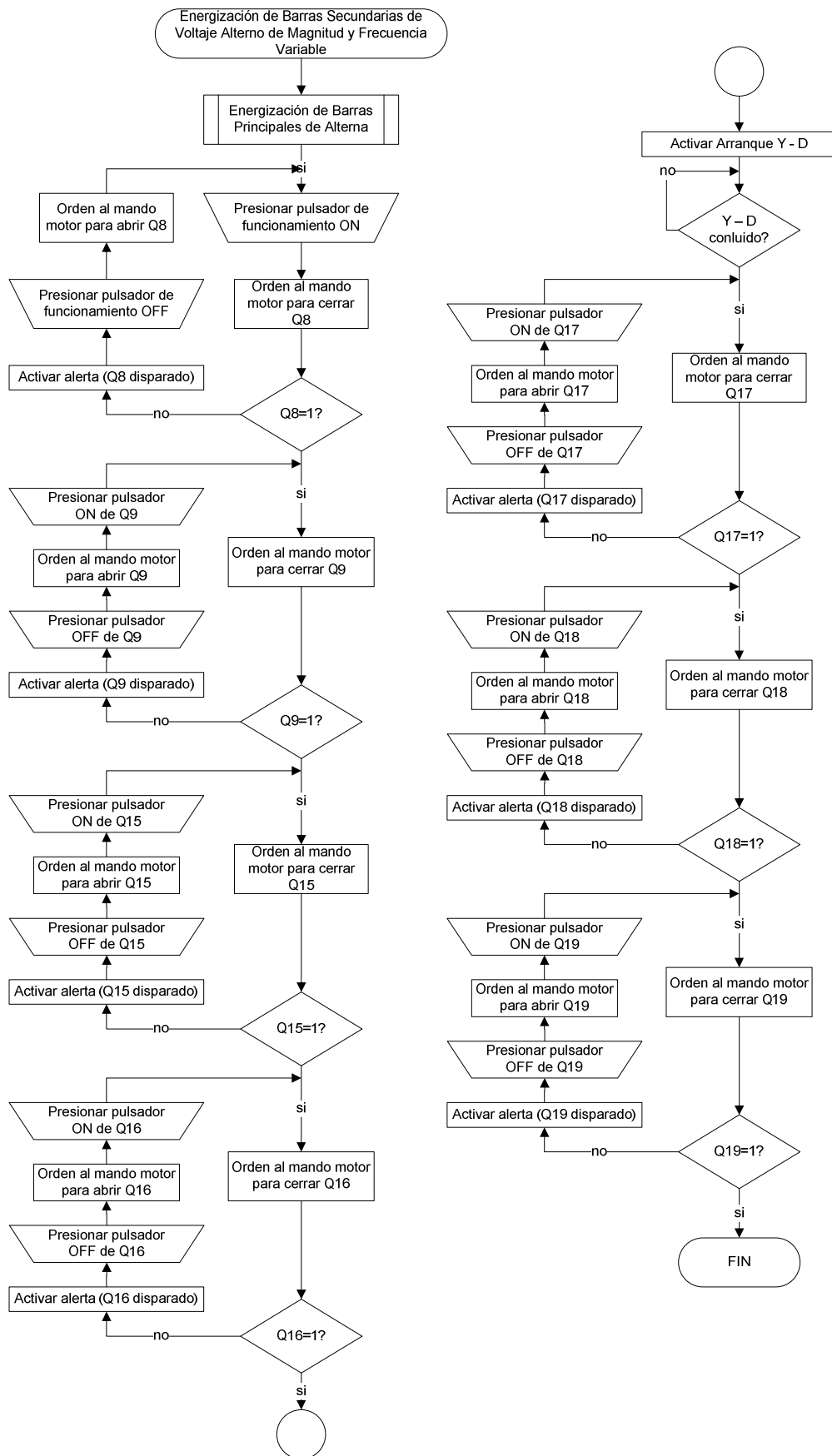


FIGURA 3.12. Diagrama de flujo para energizar barras secundarias de voltaje alterno de magnitud y frecuencia variable.

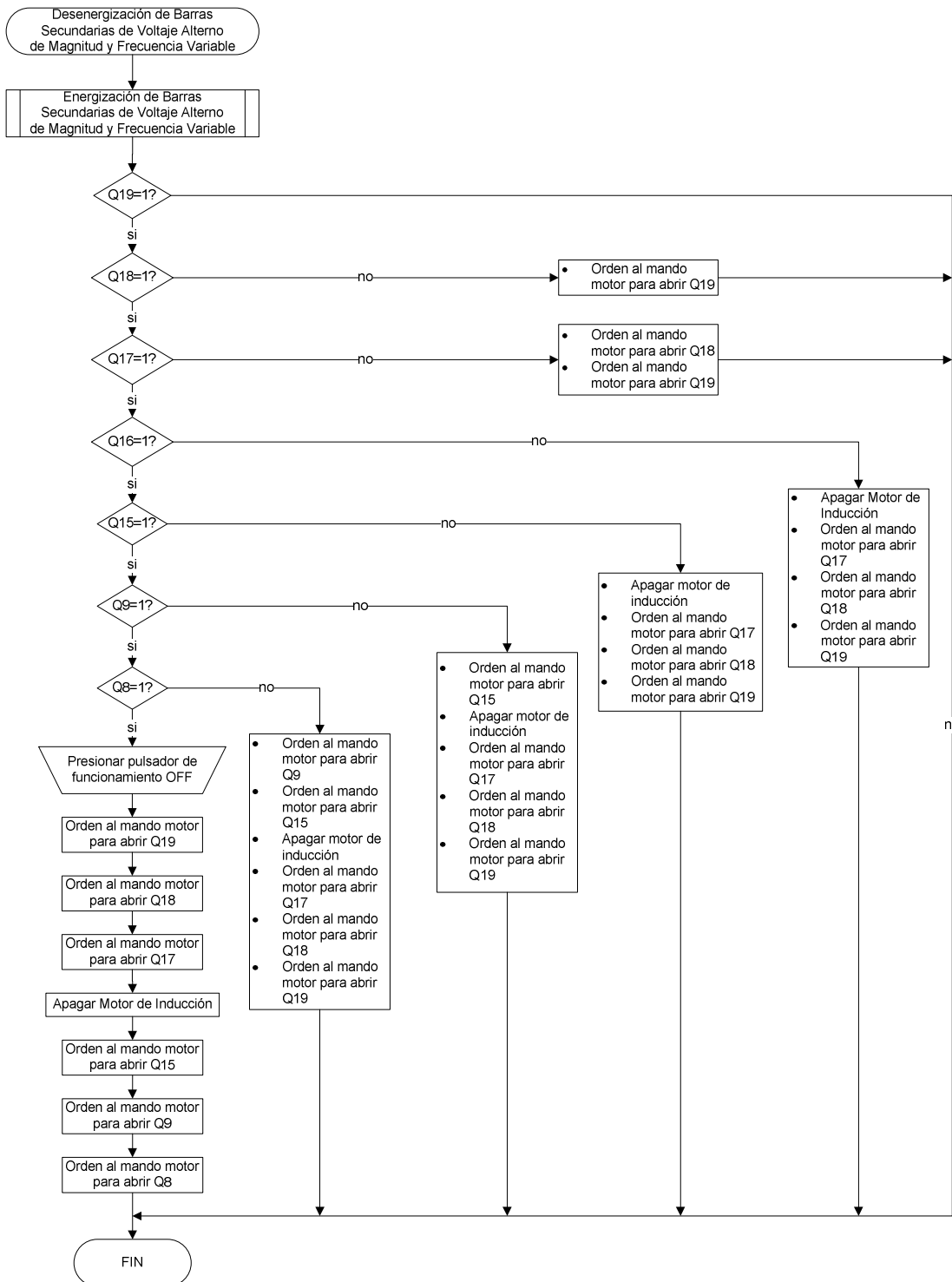


FIGURA 3.13. Diagrama de flujo para desenergizar barras secundarias de voltaje alterno de magnitud y frecuencia variable.

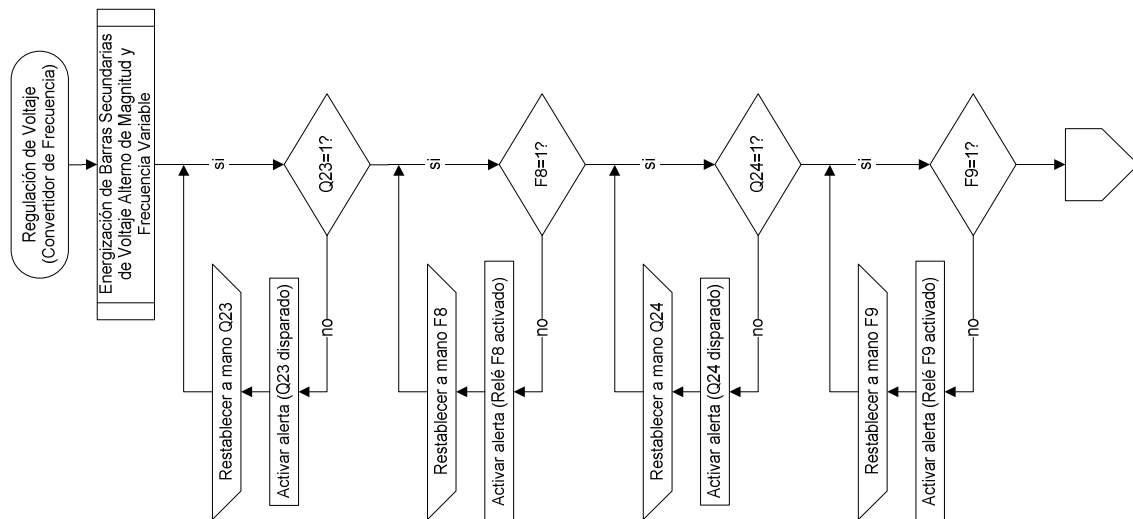


FIGURA 3.14. Diagrama de flujo para la regulación de voltaje en el sistema convertidor de frecuencia.

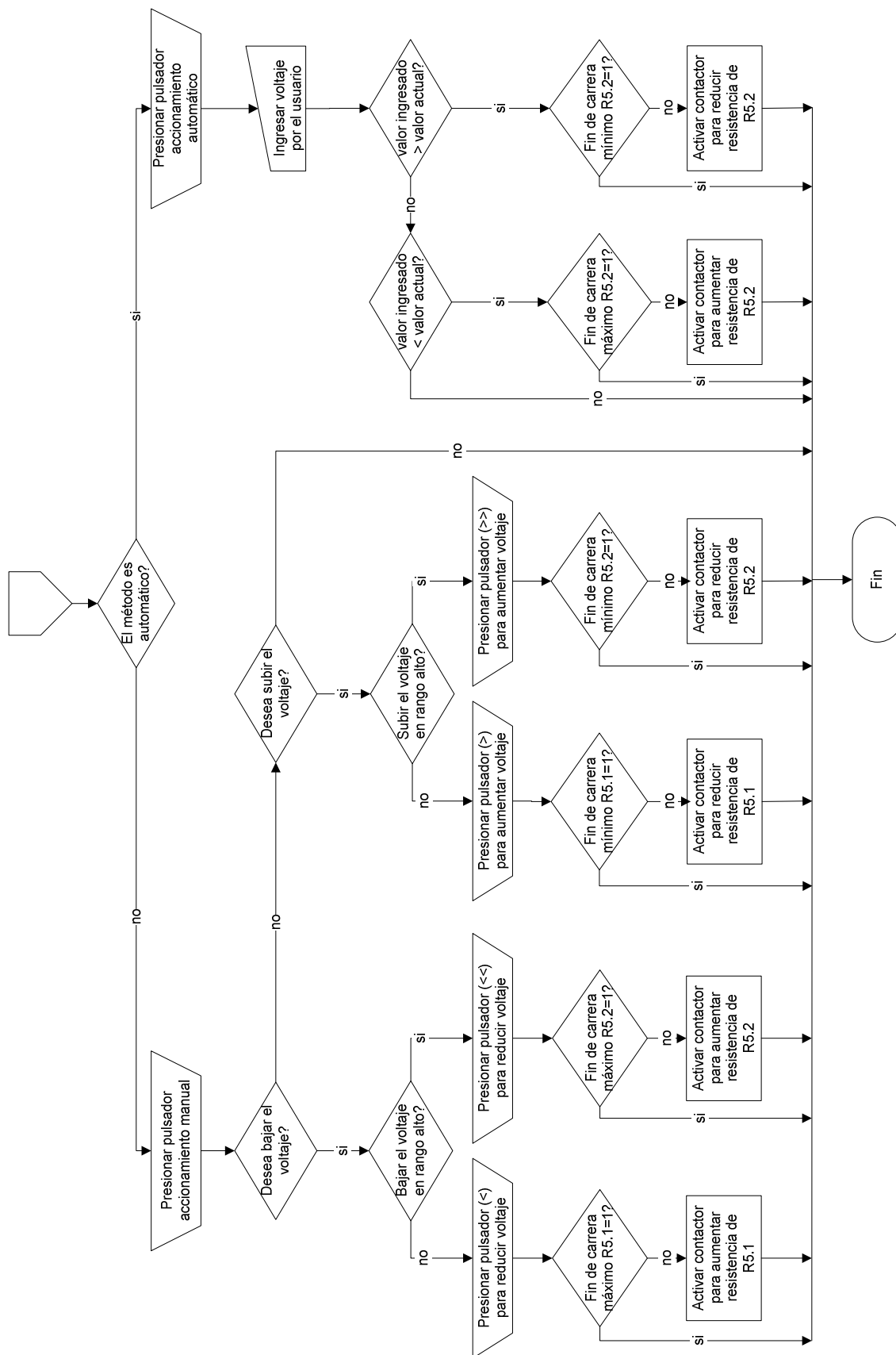


FIGURA 3.15. Diagrama de flujo para la regulación de voltaje en el sistema convertidor de frecuencia.

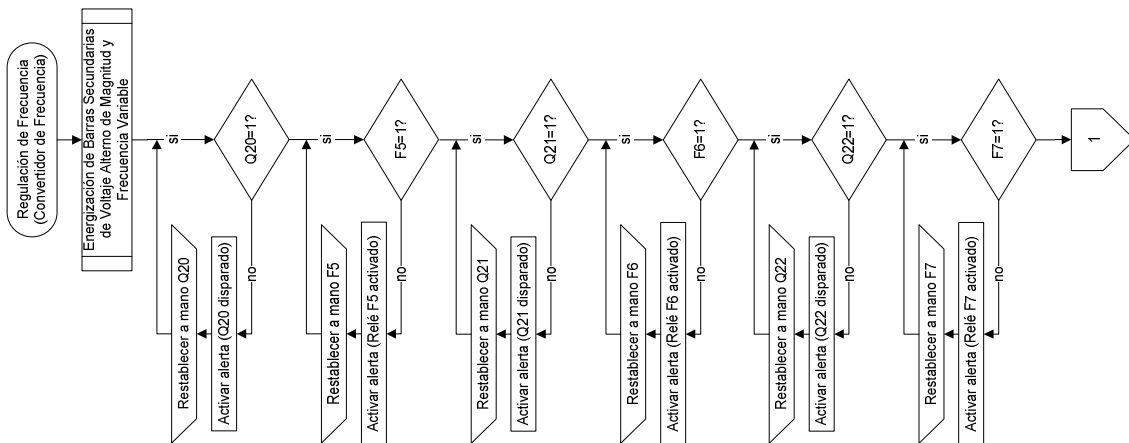


FIGURA 3.16. Diagrama de flujo para la regulación de frecuencia en el sistema convertidor alterna – continua.

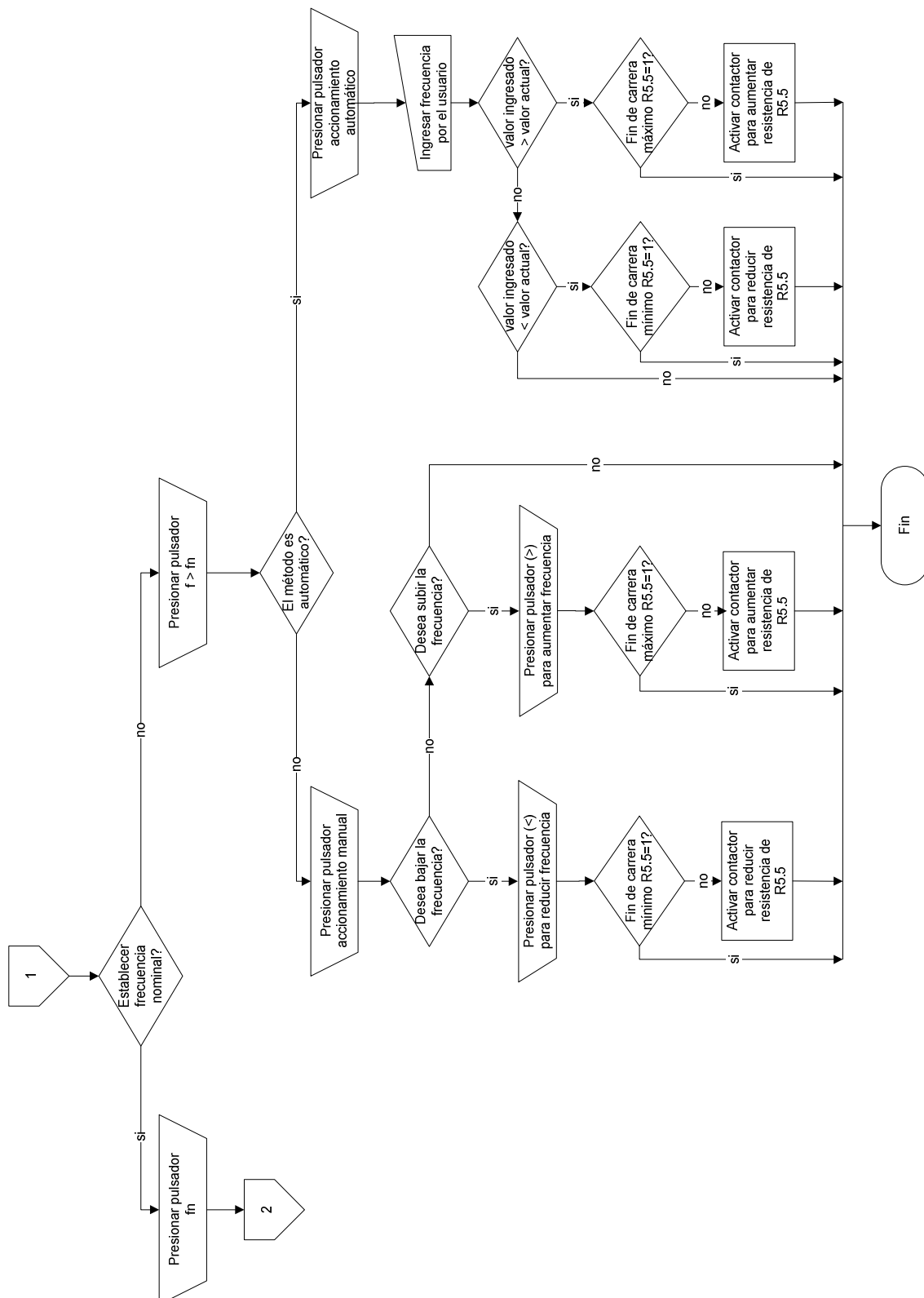


FIGURA 3.17. Diagrama de flujo para la regulación de frecuencia en el sistema convertidor alterna – continua.

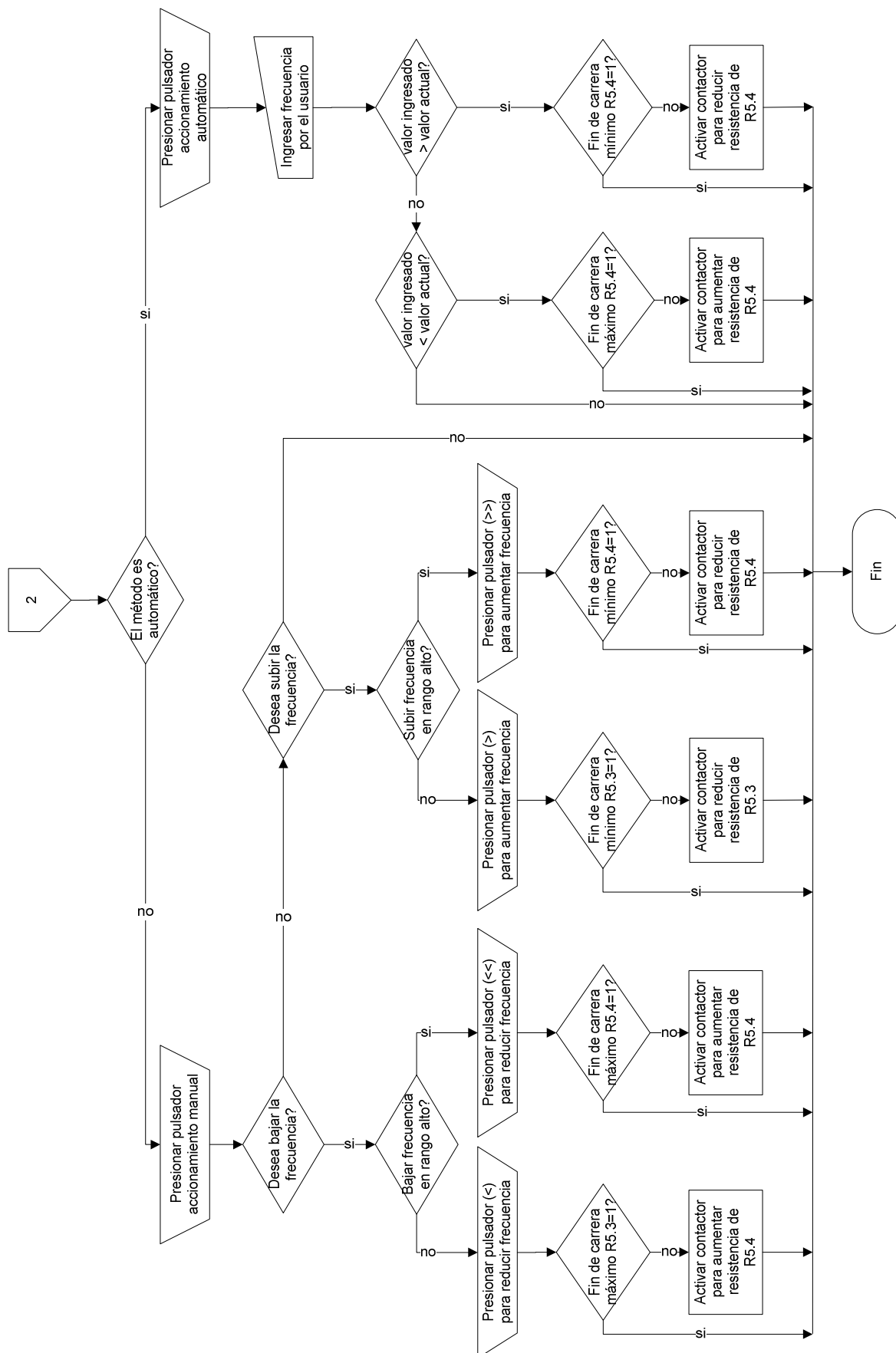


FIGURA 3.18. Diagrama de flujo para la regulación de frecuencia nominal en el sistema convertidor alterna – continua.

3.2.1.6 Selección de las Mesas de Trabajo

Para seleccionar las mesas de trabajo se establece el método indicado en la figura 3.19, cabe señalar que están considerados aspectos como:

- ✓ Cada mesa de trabajo tiene tres tipos de terminales: alterna fija, continua fija y voltaje a elegir. Estos se energizarán en forma manual con sus respectivos seccionadores ubicados en las mesas.
- ✓ A los terminales de voltaje a elegir en una mesa de trabajo, no se puede enviar dos o más señales de energía a través del tablero.
- ✓ Para energizar los terminales de una mesa con el tipo de energía solicitado por el operador, se debe primero establecer los parámetros de funcionamiento del sistema (nivel de voltaje y frecuencia) que alimentará la mesa.
- ✓ En caso de activarse el relé de protección de la mesa de trabajo, se establece indicar al operador mediante un mensaje de alerta la activación del mismo.

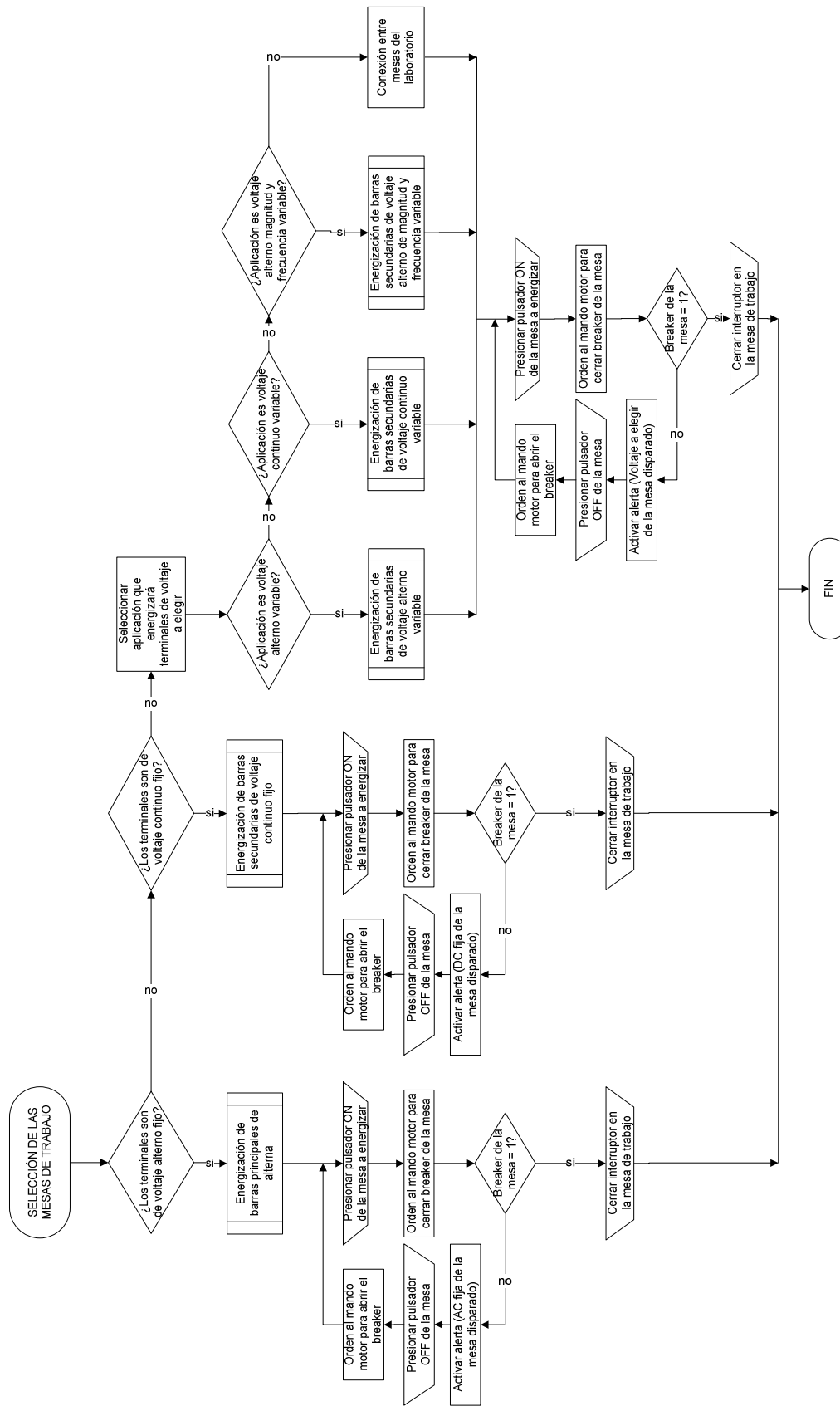


FIGURA 3.19. Diagrama de flujo para seleccionar las mesas trabajo.

3.2.2 CONTROL MANUAL

El control manual funcionará como un circuito de respaldo, permitiendo operar el sistema ante una eventual falla de los dispositivos electrónicos del control automático, cabe señalar que esta prestación en el tablero actual no se dispone para el regulador de inducción, el sistema convertidor alterna - continua y el sistema convertidor de frecuencia.

Para acceder a la operación del sistema en forma manual, el operador deberá considerar los siguientes aspectos, con el objeto de evitar la activación de los relés de protección:

- ✓ Seleccionar el mando manual mediante el selector ubicado en la parte frontal del tablero.
- ✓ Poner los selectores de todos los breakers del tablero en posición manual.
- ✓ Instalar bloqueos por llave en los breakers que alimentan los terminales de voltaje a elegir en cada mesa de trabajo.

En el circuito de control manual se plantea la utilización de elementos electromecánicos para controlar el arranque de los motores de inducción del cuarto de máquinas y la regulación de voltaje en el sistema del regulador de inducción. En los sistemas convertidor alterna - continua y convertidor de frecuencia no se considera este aspecto porque las magnitudes generadas se pueden regular manualmente girando los reóstatos en el cuarto de máquinas.

En la figura 3.20, está determinado el circuito de control para la activación de los sistemas de refrigeración y regulación de voltaje en el regulador de inducción y en la figura 3.21 se encuentra el diagrama de control para el arranque Y - D de los motores de inducción en los sistemas convertidor alterna - continua y convertidor de frecuencia.

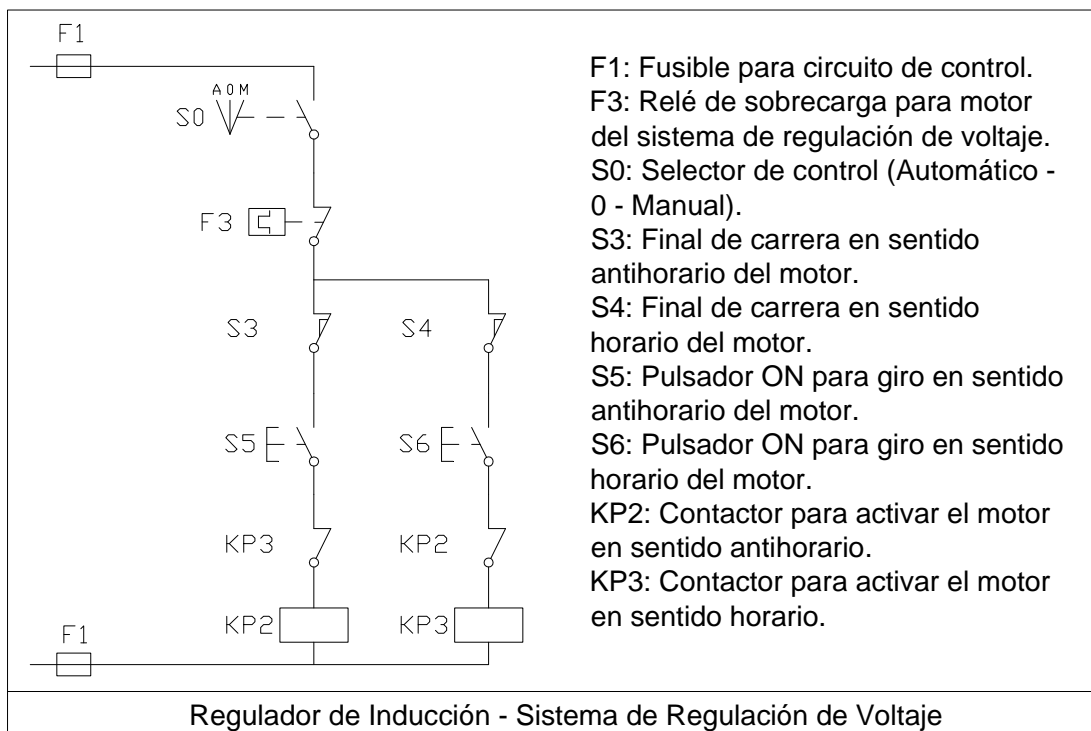
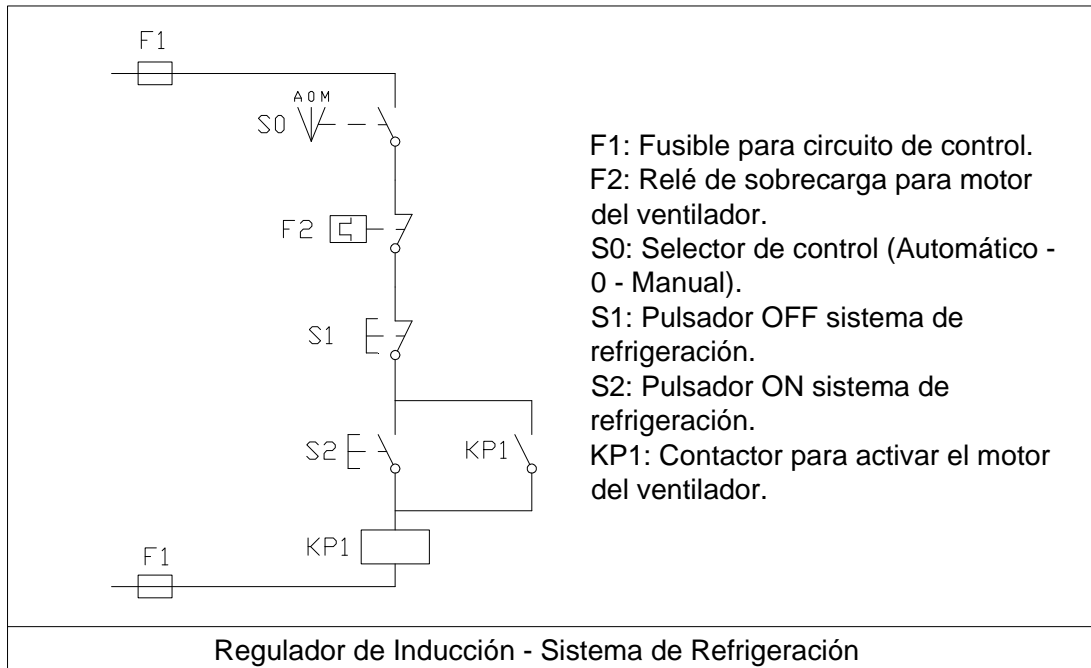
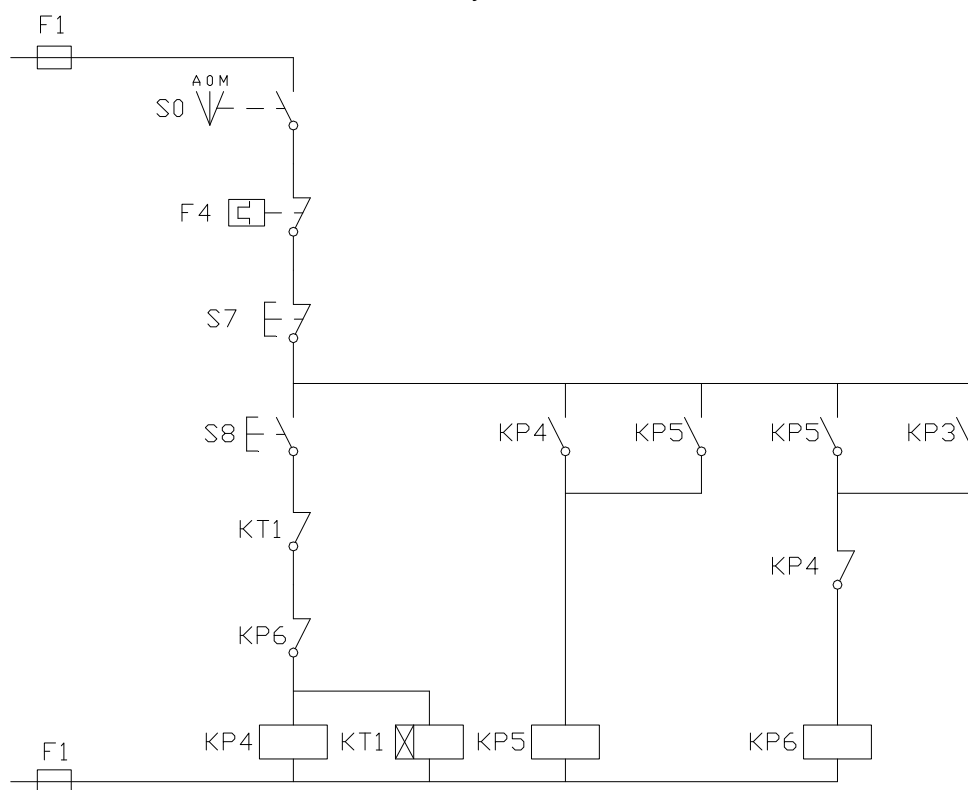


FIGURA 3.20. Diagrama de control para el sistema de refrigeración y de regulación de voltaje.

F1: Fusible para circuito de control.
 F4: Relé de sobrecarga para motor de inducción.
 S0: Selector de control (Automático - 0 - Manual).
 S7: Pulsador ON arranque Y -D motor de inducción.
 S8: Pulsador OFF motor de inducción.
 KP4: Contactor para conexión Y del motor.
 KP5: Contactor para conexión del motor.
 KP6: Contactor para conexión D del motor.
 KT1: Relé On delay.



Alterna - Continua y Convertidor de Frecuencia
 Arranque Y - D Motor de Inducción

FIGURA 3.21. Diagrama de control para el arranque Y – D.

3.3 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA SCADA

El avance tecnológico en el campo de la automatización industrial donde los procesos exigen el control en tiempo real y la relación humano - máquina no compleja, establece un software que realiza la interface entre dispositivos de campo y el operador del sistema, para acceder desde un mando remoto a la modificación de los parámetros del sistema (control), observación desde un monitor las variables de control (supervisión) y la recolección de datos en el mismo (adquisición de datos).

3.3.1 MARCO TEÓRICO DEL SCADA

3.3.1.1 Interface Humano – Máquina

La interface Humano – Máquina (HMI) consiste en la representación gráfica y simplificada del sistema en el laboratorio de máquinas eléctricas, proporciona al operador las funciones de control y supervisión del mismo.

El software empleado para crear la aplicación de HMI deberá funcionar en Windows, para aprovechar sus capacidades gráficas y permitir la conexión a sistemas externos o a otras aplicaciones Windows.

3.3.1.2 Unidad Terminal Maestra (MTU)

La unidad terminal maestra del sistema SCADA siguiendo un esquema maestro – esclavo, envía ordenes a la Unidad Terminal Remota (RTU) y la interroga periódicamente para procesar la información proveniente de esta y presentarla de una manera comprensible al operador mediante la HMI.

Está conformada por un computador que contiene el software encargado de desempeñar las siguientes funciones:

- ✓ Comunicación con el operador.
- ✓ Control y supervisión centralizada del sistema.
- ✓ Visualizar gráficamente el equipamiento del laboratorio para reflejar datos del campo.
- ✓ Recolección de datos de las magnitudes eléctricas principales del sistema desde la RTU.
- ✓ Presentar gráficamente los datos, dando a conocer su tendencia.
- ✓ Guardar estos datos para ponerlos a disposición del operador cuando realice estudios del sistema.
- ✓ Interface con otros sistemas para el intercambio de datos.
- ✓ Analizar los datos para conocer una situación de alarma y alertar al operador sobre la misma.
- ✓ Llevar un registro de alarmas que esté a disposición del operador.

Para que la MTU pueda realizar todas las funciones, la HMI debe tener acceso a las variables del PLC, el enlace entre los dos dispositivos se realiza mediante el driver adecuado que reconoce el PLC en el nivel de control.

3.3.1.3 Unidad Terminal Remota (RTU)

La RTU se encargará de comandar los elementos finales de control, adquiriendo información del sistema y transfiriéndola a la MTU, permitiendo que la unidad maestra se comuniquen con los equipos de campo.

3.3.1.4 Sistemas de Comunicación

Buses de comunicación permiten al operador intercambiar información con los dispositivos de control en tiempo real. Los aspectos principales a considerarse para determinar el medio de comunicación son:

- ✓ Medio de transmisión.
- ✓ Transmisión de datos.
- ✓ Modo de comunicación.
- ✓ Velocidad de transmisión.

- ✓ Protocolo de Comunicación.
- ✓ Tipo de transmisión.
- ✓ Interfaz.
- ✓ Topología de la Red.

3.3.1.5 Seguridad

Dependiendo del sistema de comunicación en el SCADA se pone en riesgo de accesos no deseados al punto de control, para lo cual se toman medidas preventivas como:

- ✓ Establecer jerarquías de usuario.
- ✓ Determinar los puertos de acceso al sistema.
- ✓ Filtrar la información, comprobando su origen.
- ✓ Antivirus informáticos.
- ✓ Problemas de comunicación.

3.3.2 DESCRIPCIÓN DEL SCADA

3.3.2.1 Interface Humano – Máquina

Las ventanas que se detallan a continuación conforman la HMI, estas ventanas son interactivas y amigables al operador permitiendo desarrollar los procesos de control, supervisión y adquisición datos del sistema.

Ventana de Menú

La ventana de menú está siempre visible y permite al usuario acceder a las funciones principales en el HMI mediante los botones de enlace “Sistema”, “Conexión Mesas”, “Analizador FLUKE”, “Créditos”, “Seguridad” y “Salida”. (Ver Figura 3.22).

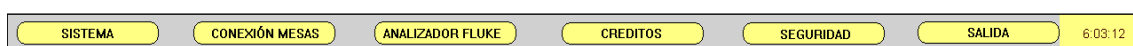


FIGURA 3.22. Ventana de menú.

Los botones de enlace “Sistema”, “Conexión Mesas” y “Analizador FLUKE” son habilitados para su selección si previamente el operador abre su sesión en la ventana de seguridad. Y los botones “Créditos”, “Seguridad” y “Salida” pueden ser seleccionados sin la necesidad de que el operador habrá su sesión previamente.

Cabe señalar que el botón “Analizador FLUKE” permite abrir y desplegar todas las opciones del programa Power Log (Ver figura 3.23), para acceder a datos de los parámetros eléctricos de las máquinas en las mesas de trabajo.

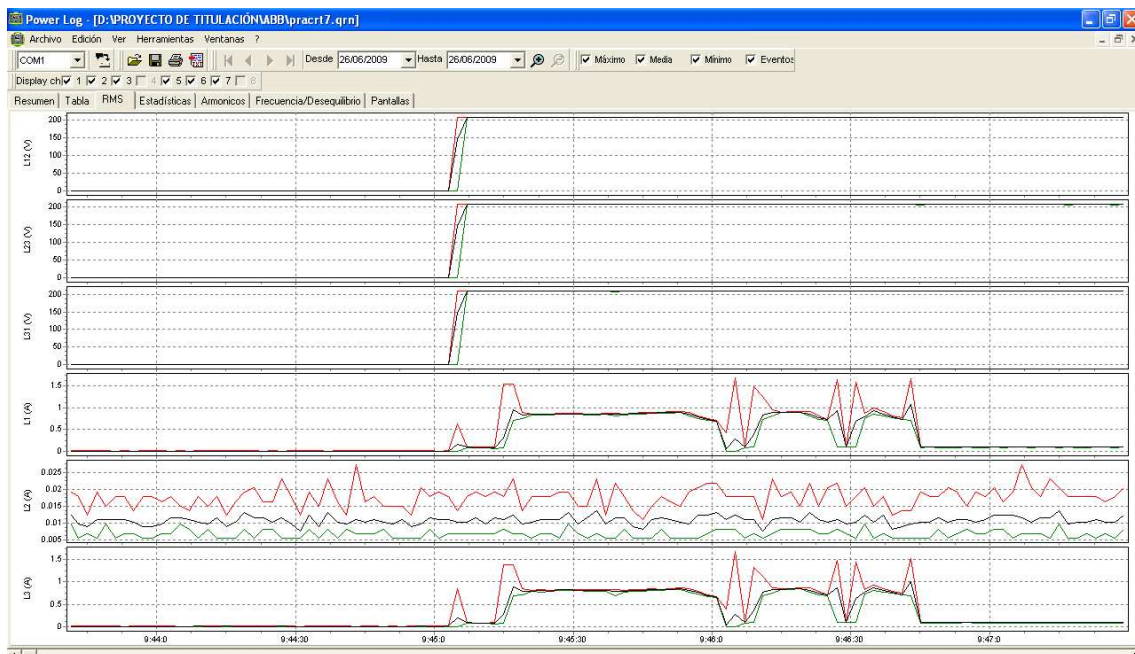


FIGURA 3.23. Ventana de Power Log.

Ventana de Seguridad

La ventana de seguridad se representa en la Figura 3.24, ésta contiene la información necesaria para permitir al operador abrir o cerrar su sesión, cambiar la contraseña y configurar el número de usuarios.

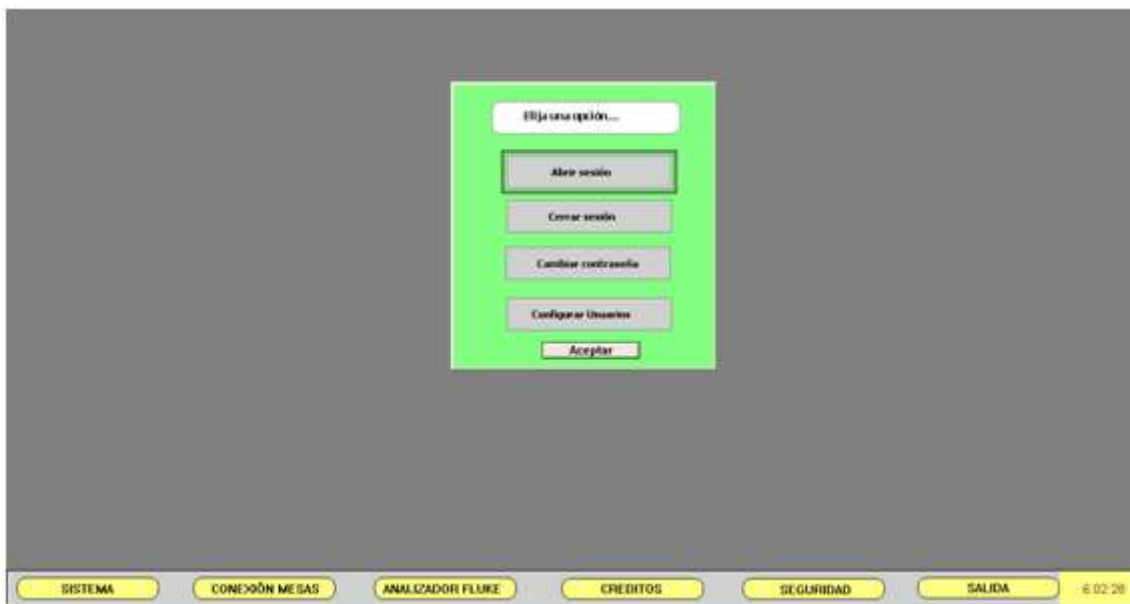


FIGURA 3.24. Ventana de seguridad.

La ventana secundaria Log On (Ver Figura 3.25), se despliega al elegir la opción “Abrir sesión” en la ventana de seguridad, en esta ventana el operador ingresará su nombre y el password personal para registrarse en el sistema. La ventana secundaria Change Password (Ver Figura 3.26), permite cambiar la contraseña del usuario registrado cuando él lo requiera, esta ventana se despliega al escoger la opción “Cambiar contraseña” en la ventana de seguridad.



FIGURA 3.25. Ventana Log On.

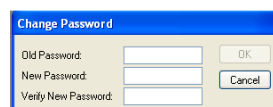


FIGURA 3.26. Ventana Change Password.

La ventana secundaria Configure Users (Ver Figura 3.27), se presentará solamente para el usuario Jefe del Laboratorio, ya que el determinará el personal autorizado para operar el sistema y limitará su nivel de acceso de ser necesario.

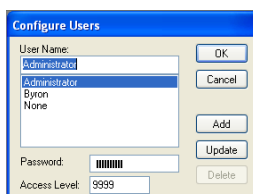


FIGURA 3.27. Ventana Configure Users.

Ventana de Información

Esta ventana se despliega al hacer clic en el botón de “Créditos” de la ventana de menú, presenta datos informativos del sistema y las personas que son responsables del mismo, Ver Figura 3.28.



FIGURA 3.28. Ventana de información del sistema.

Ventana Principal

La ventana principal (Ver figura 3.29), contiene la información necesaria para conocer el estado operativo del sistema, las magnitudes eléctricas principales de la acometida y un registro de los eventos asociado a alarmas en tiempo real.

En esta ventana se utiliza botones para realizar un enlace directo con las ventanas secundarias que contienen información detallada de la energía generada mediante el tablero y a la ventana de ayuda para guiar la operación del sistema.

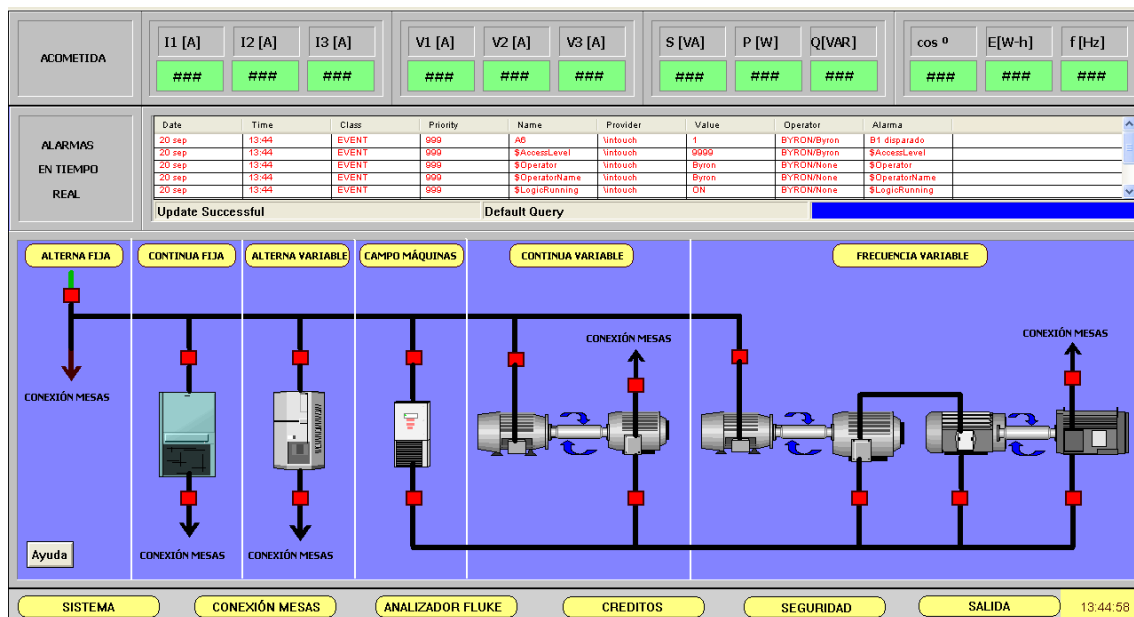


FIGURA 3.29. Ventana principal del sistema bajo control

Ventana Secundaria - Alimentador Principal

Esta ventana permite operar el alimentador principal, bajo condiciones de seguridad para los usuarios y los equipos (Ver figura 3.30). Se considera avisos de alerta para cuando el operador se encuentre fuera del horario de funcionamiento, el suministro de energía no sea adecuado, se haya activado un pulsador de emergencia o el breaker principal se encuentre disparado por la actuación de su relé de protección.

Las magnitudes eléctricas de la acometida que se podrán visualizar son:

- ✓ Corriente que circula en cada fase.
- ✓ El voltaje fase – neutro en el alimentador principal.
- ✓ Potencia aparente, potencia activa y potencia reactiva.
- ✓ El factor de potencia.
- ✓ La frecuencia.
- ✓ Y la energía consumida por el sistema.

Además de visualizar el comportamiento en tiempo real de las magnitudes eléctricas y su desarrollo en curvas históricas, permite exportar los datos hacia hojas de cálculo para su posterior análisis.

Cabe señalar que solo el Jefe de Laboratorio puede visualizar un botón que sirve de enlace hacia la ventana horario de funcionamiento (Ver figura 3.31).



FIGURA 3.30. Ventana del alimentador principal.

Mediante la ventana del horario de funcionamiento se establece los días y las horas que los operadores pueden utilizar el laboratorio, para evitar la activación de los equipos en el cuarto de máquinas los días y noches no laborables.

HORARIO DE FUNCIONAMIENTO			ATRAS
DÍA	DATOS	HORARIO ESTABLECIDO	
LUNES	DESDE: ## HASTA: ##	7:00	- 19:00
MARTES	DESDE: ## HASTA: ##	7:00	- 19:00
MIÉRCOLES	DESDE: ## HASTA: ##	7:00	- 7:00
JUEVES	DESDE: ## HASTA: ##	7:00	- 7:00
VIERNES	DESDE: ## HASTA: ##	7:00	- 7:00
SABADO	DESDE: ## HASTA: ##	7:00	- 19:00
DOMINGO	DESDE: ## HASTA: ##	0:00	- 0:00

FIGURA 3.31. Ventana del Horario de Funcionamiento.

Ventana Secundaria – Rectificador Exafásico

La ventana del rectificador exafásico (Ver figura 3.32), permite controlar y supervisar el funcionamiento mediante avisos de alerta, estos indicarán si los breakers de entrada y salida están disparados debido a la actuación de sus

relés de protección. Las magnitudes de voltaje, corriente y potencia que fluye hacia las mesas de trabajo se leen en esta ventana, donde también se tiene una gráfica que indica su comportamiento en tiempo real.

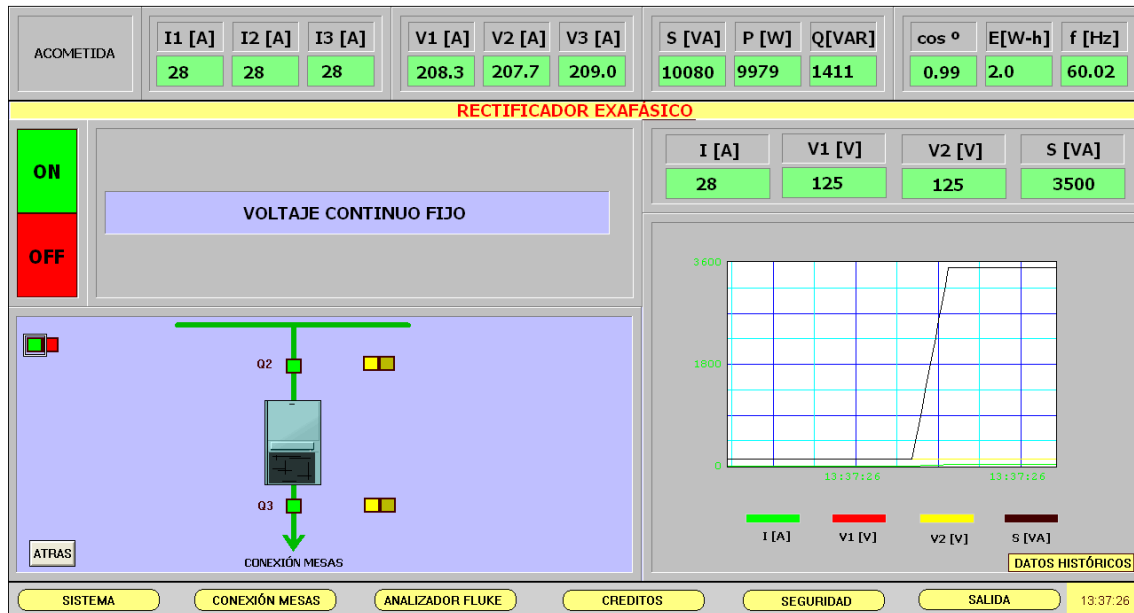


FIGURA 3.32. Ventana del Rectificador Exafásico.

Un botón de enlace en esta ventana, permitirá acceder a las curvas históricas de las magnitudes eléctricas (Ver figura 3.33), los datos de las curvas podrán exportarse hacia una hoja de Excel para disposición del operador, mediante el botón “Send To File” disponible en esta subventana.

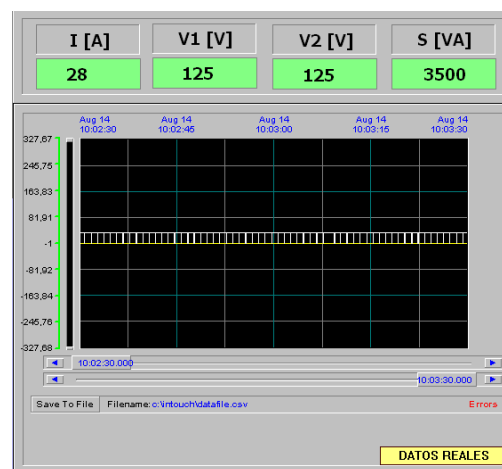


FIGURA 3.33. Ventana de Curvas Históricas - Rectificador Exafásico.

Ventana Secundaria – Regulador de Inducción

La figura 3.34, indica la ventana interactiva que permitirá obtener los parámetros generados por este sistema que fluyen hacia las mesas de trabajo en forma numérica y en gráficos de tiempo real.

También permite supervisar el comportamiento de sus componentes y visualizar avisos de alerta en caso de que los breakers hayan disparado o los relés de sobrecarga para los motores estén activados.

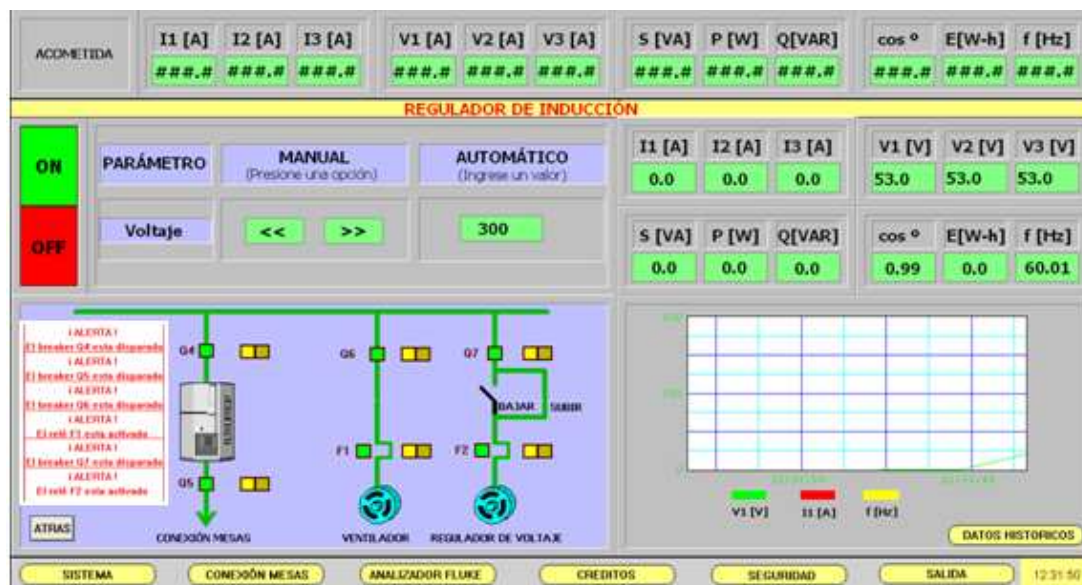


FIGURA 3.34. Ventana del Regulador de Inducción.

Cabe señalar que las tendencias históricas de las magnitudes generadas pueden visualizarse mediante un botón de enlace, para permitir al operador descargar los datos hacia hojas de cálculo (Ver figura 3.35).



FIGURA 3.35. Ventana de Curvas Históricas – Regulador de Inducción.

Ventana Secundaria – Rectificador de Semiconductores

Mediante la ventana del rectificador de semiconductores (Ver figura 3.36), se puede leer el voltaje la corriente y la potencia que se esta utilizando en la excitación de los motores y generadores para los sistemas convertidor alterna continua y convertidor de frecuencia.

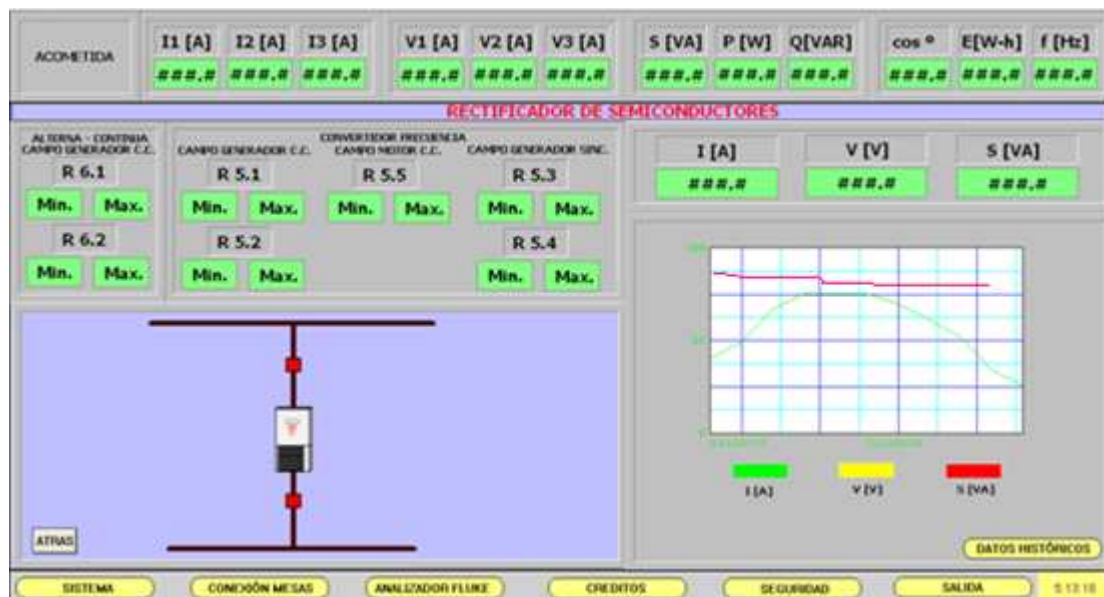


FIGURA 3.36. Ventana de Curvas Históricas – Rectificador de Semiconductores.

Los datos históricos de los parámetros generados por este equipo, son presentados por la ventana de la figura 3.37, donde se considera un botón para la exportación de los datos registrados en la HMI hacia una hoja de cálculo para su análisis.

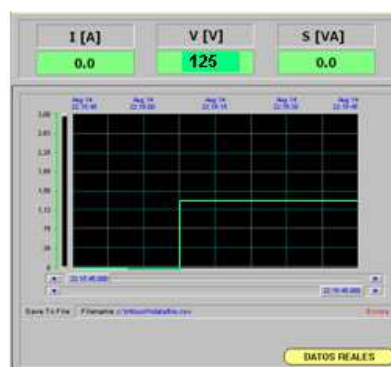


FIGURA 3.37. Ventana de Curvas Históricas – Rectificador de Semiconductores.

Ventana Secundaria – Convertidor Alterna Continua

Esta ventana (Ver figura 3.38), considera animaciones para supervisar y controlar el rectificador de semiconductores y el sistema convertidor alterna continua, donde se incluye los enlaces necesarios para la regulación automática y manual del voltaje generado y avisos de alerta para identificar el breaker que esta disparado.

Cabe señalar que se visualiza el comportamiento en tiempo real de las magnitudes generadas y tiene un botón de enlace para activar una ventana que presenta los datos históricos.

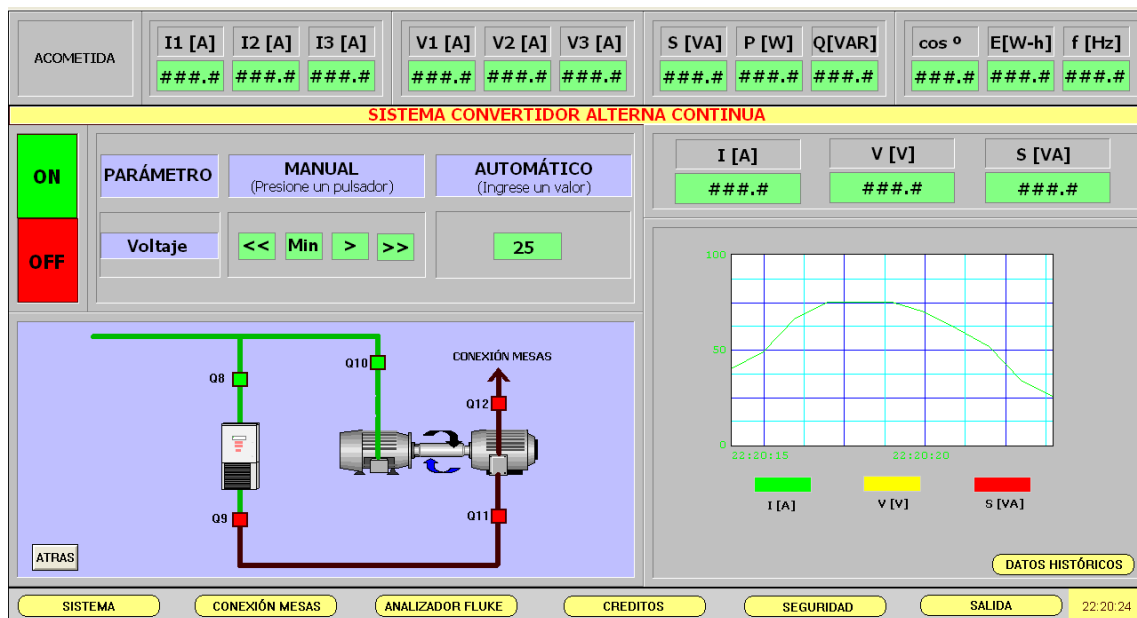


FIGURA 3.38. Ventana del Convertidor Alterna Continua.

La ventana de la figura 3.39, indica el comportamiento histórico de las variables en este sistema e indica el botón de enlace para exportar los datos adquiridos hacia una hoja de cálculo.

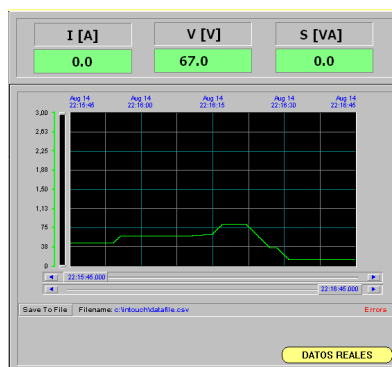


FIGURA 3.39. Ventana de Curvas Históricas – Convertidor Alterna Continua.

Ventana Secundaria – Convertidor de Frecuencia

El sistema convertidor de frecuencia y el rectificador de semiconductores están incluidos en esta ventana (Ver figura 3.40), donde se controlan para generar el voltaje alterno de magnitud y frecuencia variable.

Los parámetros eléctricos requeridos por el usuario como nivel de voltaje y la frecuencia que se controlan de forma manual o automática, son determinados desde esta ventana, permitiendo al operador leer las magnitudes mientras son reguladas.

Cabe señalar que en esta ventana se despliegan avisos de alerta para identificar el breaker que se dispara al activarse su relé de protección correspondiente, además que permite visualizar en tiempo real el comportamiento de las magnitudes eléctricas generadas en este sistema.

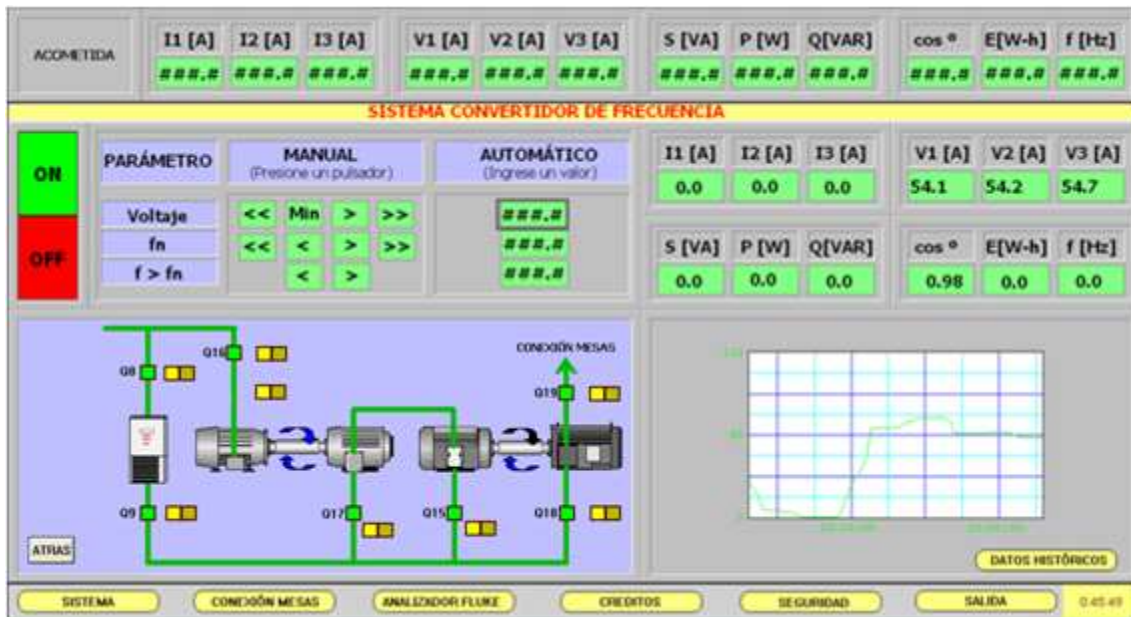


FIGURA 3.40. Ventana del Convertidor de Frecuencia.

La figura 3.41 indica la ventana que tiene los datos históricos del sistema convertidor de frecuencia, en la cual se considera un botón de enlace para exportar los datos adquiridos por la HMI hacia una hoja de cálculo para su análisis posterior.

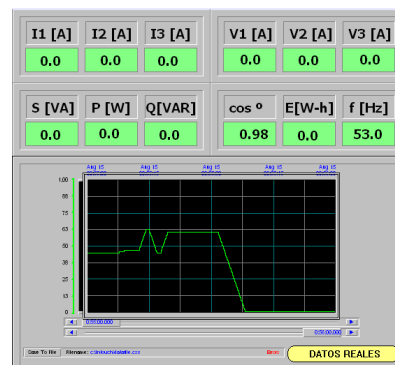


FIGURA 3.41. Ventana de Curvas Históricas – Convertidor de Frecuencia.

Ventana de Conexión de Mesas

La pantalla donde se elige la mesa de trabajo y el tipo de aplicación con la que se desea energizar o desenergizar sus terminales, se presenta en las figuras 3.42 y 3.43.

En estas ventanas se incluyen avisos de alerta para notificar al operador si un breaker esta disparado debido a la activación de su relé de protección, para que el operador rápidamente pueda restablecerlo en forma local manualmente o a distancia utilizando la HMI.

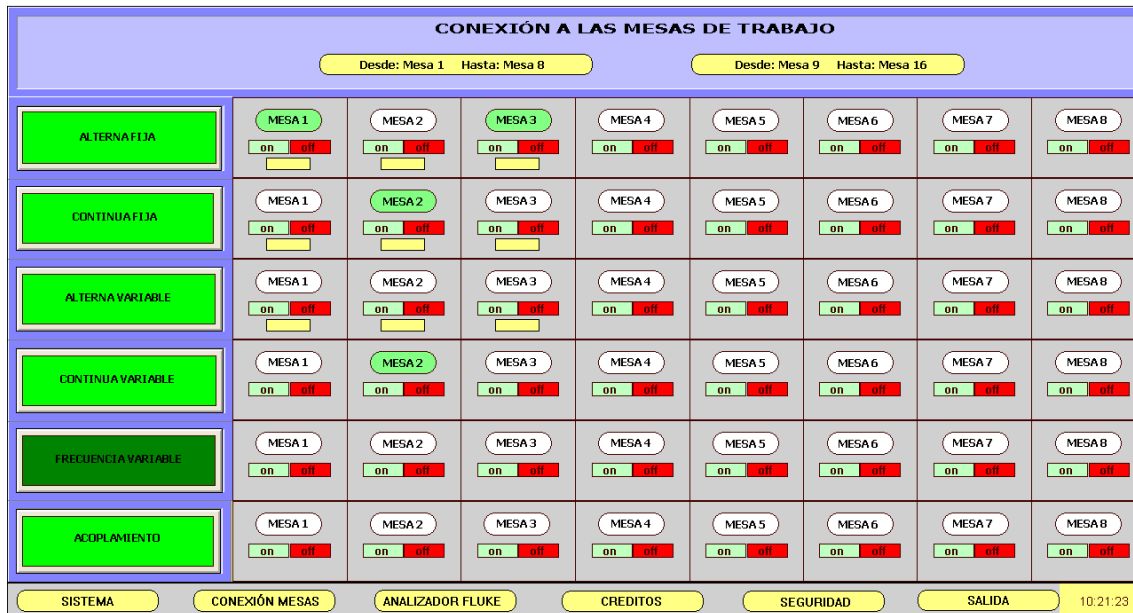


FIGURA 3.42. Ventana de Conexión Mesa (Mesa 1 - Mesa 8).



FIGURA 3.43. Ventana de Conexión Mesa (Mesa 9 - Mesa 16).

Ventana de Ayuda

La ventana de ayuda (Ver figura 3.44), informa al operador el tipo de control que tiene al seleccionar los botones de enlace “Sistema”, “Conexión Mesas” y “Analizador Fluke” en la ventana de menú principal, además de indicar como se accede a las aplicaciones que generan el voltaje requerido por los usuarios en la ventana principal del sistema.

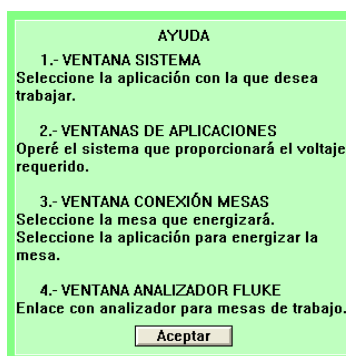


FIGURA 3.44. Ventana de Ayuda.

3.3.2.2 Unidad Terminal Maestra (MTU)

La MTU estará conformada por un computador, donde se instalará el driver correspondiente al dispositivo utilizado en el control y se ejecutará el programa Run-time de la aplicación de HMI.

Debido a que estará ubicada con el analizador de redes (logger) en un módulo móvil en el laboratorio, podrá ubicarse junto a todas las mesas de trabajo que deberán tener un puerto de comunicación RS - 485 instalado para que la MTU pueda conectarse al sistema y controlarlo. De esta manera se permite al operador adquirir datos de las magnitudes generadas en el cuarto de máquinas mediante el PLC y de las prácticas de laboratorio a través del logger.

Cabe señalar que el tablero también podrá ser controlado por una HMI desde una pantalla táctil ubicada en el panel frontal del mismo, accediendo localmente al sistema.

3.3.2.3 Unidad Terminal Remota (RTU)

La RTU estará conformada por un PLC con las entradas y salidas señaladas en la lista de materiales, este dispositivo permitirá controlar el equipamiento del tablero, interpretar las magnitudes eléctricas de continua captadas a través de los transductores y leer las magnitudes eléctricas de alterna medidas por los relés electrónicos utilizados en los breakers.

3.3.2.4 Sistemas de Comunicación

El sistema de comunicación en el SCADA deberá considerar un protocolo de comunicación abierto Maestro/Esclavo, el PLC en este protocolo deberá tener la capacidad de comunicarse a través de sus interfaces ya integrados en la CPU, con la estación Maestra y los relés electrónicos de los breakers que recolectan los datos de las magnitudes eléctricas en alterna.

La topología adoptada en el sistema es multipunto mediante una interface RS-485, la cual nos permite enlazar varios dispositivos en el bus de comunicación como se indica en la Figura. 3.45, cabe señalar que para la comunicación con la estación maestra se utilizará un convertidor RS-485/RS-232 ó RS-485/USB.

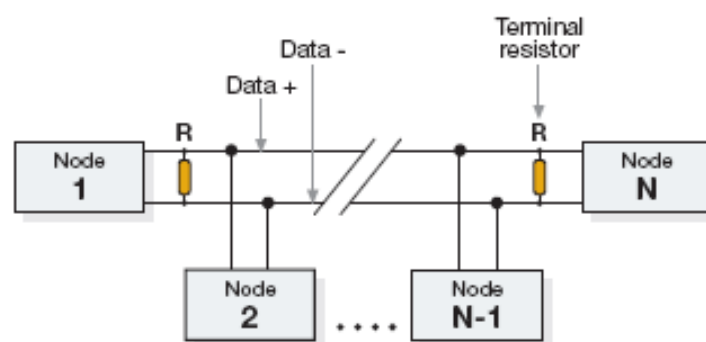


Figura 3.45. Comunicación multipunto mediante RS-485.

Los datos serán enviados y recibidos a través de un medio de transmisión guiado, mediante un cable apantallado de par trenzado y esta información será transmitida en ambas direcciones, es decir, el maestro transmite una petición al esclavo y después recibe la respuesta.

El esquema de la figura 3.46 determina la conexión de la Unidad Terminal Maestra, Unidad Terminal Remota, los relés electrónicos de los breakers y su conexión con los dispositivos de campo.

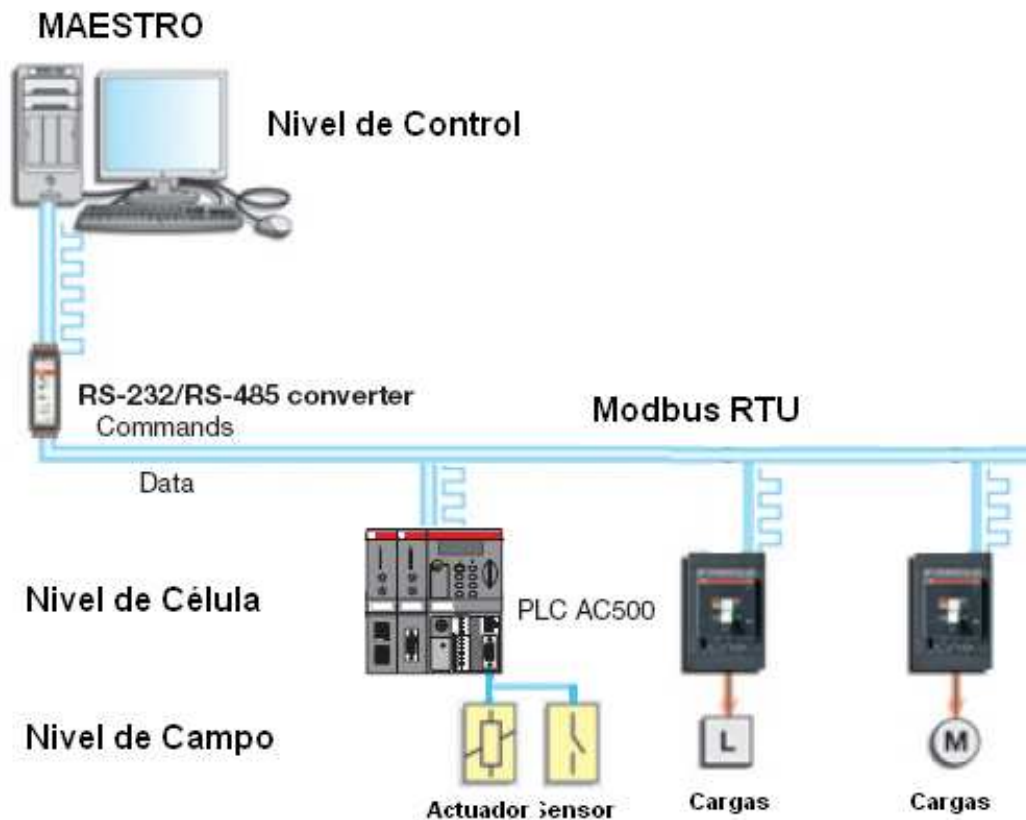


FIGURA 3.46. Sistema SCADA

3.3.2.5 Seguridad

Debido a que no hay la necesidad de conectarse con un centro de control, donde se exponga al sistema a accesos Hacking que pueden afectar su funcionamiento, se establece la utilización de sesiones de usuario con lo cual el operador tendrá acceso al sistema mediante un nombre de usuario y contraseña.

3.3.3 VENTAJAS DEL SCADA

Mediante un sistema SCADA (Control supervisor y adquisición de datos) aplicado en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas se obtendrían las siguientes ventajas:

- ✓ Controlar remotamente desde las mesas de trabajo los equipos en el cuarto de máquinas, para desarrollar las prácticas de laboratorio energizando los terminales de las mesas con el tipo de voltaje apropiado.
- ✓ Para los sistemas que pueden energizar las mesas con parámetros eléctricos variables, se determina la opción de establecer la magnitud exacta de estos parámetros manual y automáticamente.
- ✓ Identificar oportunamente la activación de una protección para que el operador determine los motivos de su actuación y restablezca la protección a su posición inicial pudiendo continuar con la práctica de laboratorio rápidamente.
- ✓ Adquirir información a distancia de las magnitudes eléctricas del alimentador principal y de las generadas en los equipos del cuarto de máquinas, para visualizar en curvas históricas el comportamiento de estas variables adquiridas mediante el PLC.
- ✓ Permitir a otras aplicaciones (hojas de cálculo) o dispositivos (impresoras) el acceso a la información que fue almacenada y procesada ordenadamente.
- ✓ Permitir el enlace directo desde el HMI con el programa utilizado actualmente por el analizador de redes en el laboratorio, para obtener información del comportamiento de las magnitudes eléctricas de las máquinas en las mesas de trabajo.

3.4 DISEÑO DE LA PUESTA A TIERRA.

Debido a que el laboratorio no tiene instalado un sistema de puesta a tierra y que el nuevo diseño prevé la instalación de múltiples elementos eléctricos y electrónicos, en esta sección se realizan los cálculos y el estudio necesario para la implementación de un sistema de puesta a tierra.

3.4.1 RESISTIVIDAD DEL SUELO

La medición de la resistencia del suelo ha sido realizada en el jardín a las afueras de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, área en el cual se propone instalar la puesta a tierra diseñada, debido a que se aprovecharía la calidad del suelo y su cercanía al Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

Equipo Utilizado:

AEMC Instruments, Ground Tester. Model 4630.

IEC 61010

IEC 61557

IP53/IK04

Conexión Aplicada:

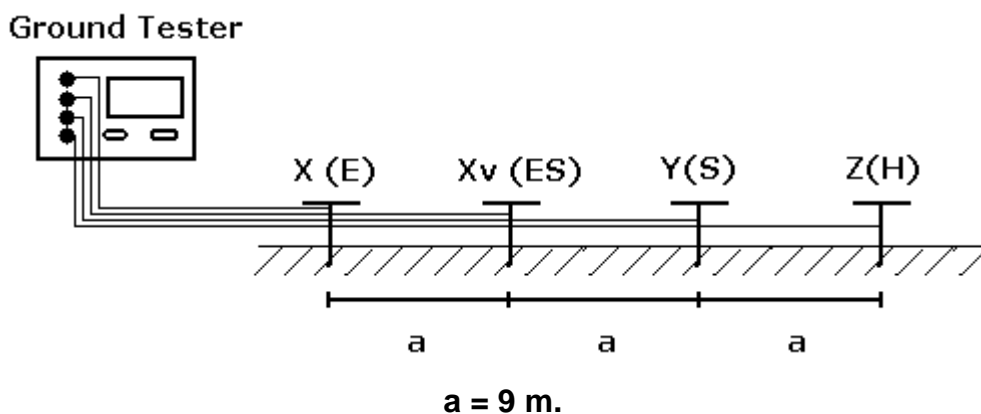


FIGURA 3.47. Conexión para medición de resistividad del suelo.

Pruebas Realizadas:

No.	FECHA	HORA	R [Ω]
1	29 - 07 - 2009	15:30	0.45
2	30 - 07 - 2009	14:37	0.45
3	31 - 07 - 2009	15:00	0.45
4	17 - 08 - 2009	11:10	0.47
5	18 - 08 - 2009	11:05	0.47

6	19 – 08 – 2009	12:11	0.46
7	20 – 08 – 2009	12:02	0.46
8	21 – 08 – 2009	12:08	0.47
9	24 – 08 – 2009	14:17	0.46
10	25 – 08 – 2009	14:24	0.46

Las pruebas se realizaron en los meses de verano donde el suelo es más seco y tiene la resistencia más alta, el valor considerado para calcular la resistividad del suelo es de 0.45Ω tomando en cuenta un criterio pesimista.

Resistividad del Suelo:

$$\text{Soil resistivity} = \rho = 2 \cdot \pi \cdot \alpha \cdot R$$

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot 9m \cdot 0.45\Omega$$

$$\text{Resistividad} = \rho = 25.4\Omega m$$

3.4.2 FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS EMPLEADOS EN EL DISEÑO

El método aplicado para el diseño de la malla de puesta a tierra se encuentra detallado en el libro “INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA”, Ing. Paúl Ayora.

Variables consideradas:

n = Número de varillas por lado.

N= Número total de varillas.

k = Constante de incidencia entre varillas.

α = Relación que influye a las varillas en paralelo.

Resistencia de una varilla:

$$R_{1v} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot l}{d} \right)$$

Resistencia de una semiesfera:

$$R_s = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Parámetros de cálculo empleando para varillas en cuadro hueco:

n	N	k
2	4	2.919
3	8	6.186
4	12	8.108
5	16	9.139
6	20	10.450
7	24	11.265
8	28	11.946
9	32	12.523
10	36	13.034

3.4.3 DISEÑO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA

Datos:

Tamaño del jardín considerado = 4m / lado.

$\rho = 25.4 \ \Omega \cdot m$

Longitud varillas = 6 ft = 1.82 m

Diámetro varillas = 5/8 in = 0.0158 m

Cable cu desnudo #2 AWG

Cálculos:

Resistencia de una varilla:

$$R_{1v} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot l}{d} \right)$$

$$R_{1v} = 13.56 \ \Omega$$

Igualando las ecuaciones correspondientes a la resistencia de una varilla y una semiesfera:

$$\frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot l}{d} \right)$$

$$r = \frac{l}{\ln\left(\frac{4 \cdot l}{d}\right)} = \frac{6 \cdot 0.3048}{\ln\left(\frac{4 \cdot 6 \cdot 0.3048}{\frac{5}{8} \cdot 0.0254}\right)}$$

$$r = 0.298$$

$$\alpha = \frac{r}{D} = \frac{0.298}{2} = 0.149$$

Considerando un cuadro hueco de 8 varillas:

$$R_{NV} = R_{1V} \cdot \frac{1 + k \alpha}{N}$$

$$R_{NV} = 13.56 \cdot \frac{1 + 6.186 \cdot 0.149}{8}$$

Resistencia de la puesta a tierra:

$$R_{8V} = 3.25 \Omega$$

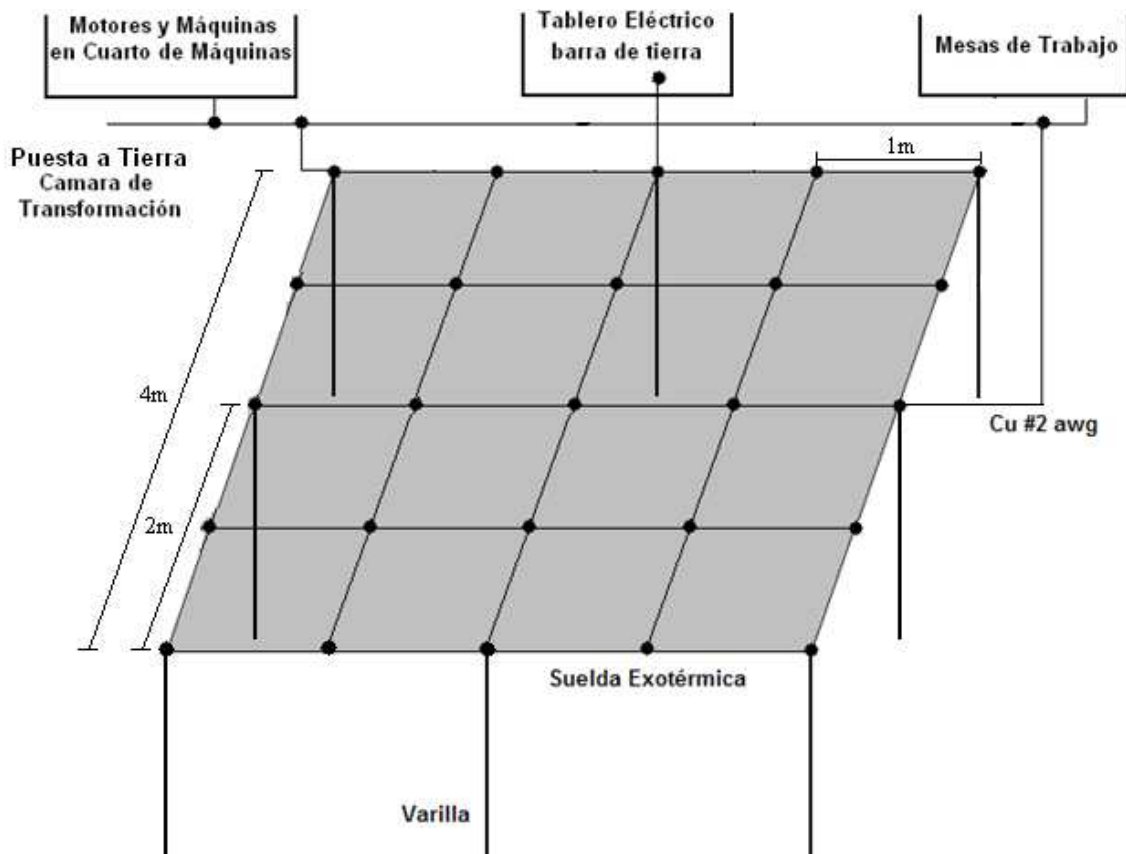


FIGURA 3.48. Sistema de Puesta a Tierra.

3.4.4 ESTUDIO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA

Para realizar el estudio se considera el procedimiento indicado en la norma IEEE Std 80-2000, el cual hace referencia a especificaciones de diseño para mallas de puesta a tierra.

Resistencia de la Malla de Puesta a Tierra:

$$L_c = 40m = \text{longitud del conductor enterrado}$$

$$L_p = 16m = \text{longitud del perímetro de la red}$$

$$L_T = 56m = \text{longitud total} = L_c + L_p$$

$$A = 16m^2 \text{ área de aterramiento}$$

$$h = 0.5m = \text{profundidad de la malla}$$

$$R = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20} \cdot A} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right]$$

$$R = 2.8\Omega$$

Cumple con la normativa para sistemas en baja tensión menor a 10Ω y con los parámetros asignados por fabricantes de dispositivos electrónicos menor a 4Ω .

Voltaje de toque para una persona de 50kg.

$$E_{touch_{50}} = (1000 + 1.5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

$$C_s = 1 - \frac{0.09 \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2hs + 0.09}$$

$$\rho = 25.4\Omega m = \text{resistividad del suelo}$$

$$\rho_s = 100\Omega m = \text{resistividad pared humeda}$$

$$hs = 0.40m = \text{espesor de la pared}$$

$$C_s = 0.92$$

$$t_s = 0.3s$$

$$E_{touch_{50}} = 219.25 V$$

Voltaje de paso para una persona de 50kg.

$$E_{step_{50}} = (1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

$$E_{step_{50}} = 244.06 V$$

Calculo del voltaje de malla:

$$kh = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}}$$

$h = 0.5m =$ profundidad de la malla

$h_0 = 1m$ profundidad de referencia

$$kh = 1.22$$

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p}$$

$$n_a = 5$$

$n_b = 1$ para redes cuadradas

$n_c = 1$ para redes cuadradas y rectangulares

$n_d = 1$ para redes cuadradas, rectangulares y en forma de L

$$n = 5$$

$$k_m = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\ln \left[\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 + h)^2}{8 \cdot D \cdot h} - \frac{h}{4 \cdot d} \right] + \frac{k_{il}}{kh} \cdot \ln \left[\frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot n - 1)} \right] \right]$$

$D = 1m =$ distancia paralela entre conductores de la malla

$$d = \frac{5}{8} \text{ inch} = 0.0158m \text{ diametro varilla copperweld}$$

$k_{il} = 1$ para mallas con varillas a lo largo del perimetro y en los extremos

$h = 0.5m =$ profundidad de la malla

$$k_m = 0.014$$

$$k_i = 0.644 + 0.148 \cdot n$$

$$k_i = 1.384$$

$$I = 8.360 \text{ kA}$$

$$E_m = \frac{\rho \cdot km \cdot k_i \cdot I}{L_T}$$

$$E_m = 73.83 \text{ V}$$

Calculo del voltaje de paso:

$$k_s = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot h + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} \cdot (1-0.5)^{n-2} \right]$$

$$k_s = 0.165$$

$$L_R = 14.63\text{m} = \text{longitud total de las varillas}$$

$$E_s = \frac{\rho \cdot I \cdot k_s \cdot k_i}{0.75 \cdot L_c + 0.85 \cdot L_R}$$

$$E_s = 114.27 \text{ V}$$

Comparación entre voltajes:

$$E_m < E_{touch_{50}}$$

$$73.83 < 219.25$$

Cumple con las características de voltaje de toque

$$E_s < E_{step_{50}}$$

$$114.26 < 244.06$$

Cumple con las características de voltaje de paso

Con el cumplimiento de las características de voltaje de toque y voltaje de paso, se garantiza la seguridad de las personas que utilizan los equipos en el laboratorio y de quienes circulan por el jardín donde se ubicará la malla de puesta a tierra.

3.4.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el desempeño adecuado de los equipos del sistema automatizado en el laboratorio y brindar seguridad a la vida humana de las personas, se propone un sistema de puesta a tierra bajo las siguientes especificaciones:

1. La malla de tierra estará constituida por ocho varillas alrededor de su perímetro formando un cuadrado hueco de 4m. por lado, este cuadrado estará mallado con cable solido desnudo 2 AWG para evacuar con facilidad la corriente en caso de falla.
2. Considerando la Norma CEI 60364-4-41 (Conexiones a Tierra en Sistemas de Corriente Alterna), la conexión del sistema de puesta a tierra establecerá un sistema TN, que consiste en poner a tierra un punto del conductor de neutro en el tablero y conectar las carcasas de las máquinas a la puesta a tierra por medio del conductor de tierra.
3. Los sistemas de puesta a tierra de la cámara de transformación y del laboratorio estarán conectados entre sí por un cable solido desnudo 2AWG, para evitar una diferencia de potencial a tierra entre las dos mallas.
4. Debido a que los dispositivos electrónicos en el laboratorio estarán expuestos a perturbaciones, se recomienda mantener el valor de la resistencia de puesta a tierra de 3.25Ω , ya que aseguran una baja impedancia de tierra para que los datos enviados en el sistema no sean alterados por magnitudes perturbadoras.

Cabe señalar que los dispositivos electrónicos tienen incorporado un borne de tierra, el cual corresponde a un filtro de ruido para evitar su mal funcionamiento y alteración en los datos cuando son sometidos a interferencias electromagnéticas.

5. Para que las perturbaciones no se expandan por toda la instalación eléctrica en el laboratorio creando un acoplamiento galvánico entre los equipos eléctricos y electrónicos, se establece un sistema de conexión en estrella, el cual determina un punto común localizado en la malla de tierra y la conexión de cables de tierra dirigidos al cuarto de máquinas, las mesas de trabajo, la barra de tierra del tablero para los elementos electrónicos y la malla de tierra en la cámara de transformación.

Bajo estas especificaciones se garantiza un sistema de puesta a tierra confiable, que brinde los siguientes beneficios en el laboratorio.

- ✓ Evitar que en las carcasas de los equipos aparezcan voltajes peligrosos para las personas que acuden al laboratorio.
- ✓ Proteger las instalaciones, equipos y bienes en general, al garantizar la correcta operación de los dispositivos de protección.
- ✓ Establecer la permanencia de un potencial de referencia, bajo condiciones normales de operación.
- ✓ Evitar el funcionamiento no adecuado de dispositivos electrónicos cuando son sometidos a interferencias.
- ✓ Seguridad a estudiantes, profesores y trabajadores dispersando las cargas estáticas a tierra.
- ✓ Disipar la corriente asociada a descargas atmosféricas y limitar las sobre tensiones generadas.

3.5 DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS.

Se determina los elementos de fuerza, medida y control que conformarán el nuevo tablero eléctrico, basándose en un criterio donde se consideran las necesidades actuales del laboratorio.

Cabe señalar que el valor de seteo para las protecciones en nuestro sistema automatizado está indicado en la sección de equipos dimensionados (3.5.2), este valor de diseño se fundamenta en el criterio estudiado en la sección 3.5.1,

por tanto, si a futuro en un mantenimiento se requiere cambiar el valor de seteo, previamente se deberá realizar un estudio indicando las nuevas necesidades que atendería el laboratorio.

Los equipos utilizados para la protección del sistema deberán poseer en sus características un umbral de regulación en la protección, para que se cambie el valor de seteo en las protecciones después de implementado el nuevo tablero eléctrico. El nuevo diseño sugiere la regulación del umbral en forma manual por las siguientes razones:

- ✓ La necesidad de cambiar el valor de seteo en las protecciones es poco probable, puesto que las futuras expansiones del laboratorio considerarían equipos de alta tecnología y eficientes que no causarían sobrecargas en los alimentadores.
- ✓ Considerar la regulación en forma manual es una opción técnicamente viable, porque el acceso a las protecciones es inmediato ya que el tablero estaría ubicado en mismo laboratorio donde se encontraría el operador.
- ✓ Si se llegara a considerar una regulación de protecciones en forma remota, el costo del proyecto subiría considerablemente debido a que implicaría conseguir dispositivos electrónicos que puedan cumplir con estas funciones.
- ✓ La disponibilidad de dispositivos electrónicos para la protección de circuitos de continua es mínima en el mercado eléctrico industrial.

3.5.1 CRITERIO UTILIZADO PARA DIMENSIONAR LOS EQUIPOS.

Para dimensionar los elementos utilizados en los diagramas de fuerza y control que conformarán el nuevo tablero eléctrico, se hace referencia a un criterio basado en la experiencia de ingenieros en el campo, textos de control industrial, la norma del NEC y además se considera que el uso de los equipos en el laboratorio no es permanente.

Protección Termomagnética del Alimentador Principal

Considerando que en el laboratorio de máquinas eléctricas pueden coincidir simultáneamente dos sesiones en un mismo horario y que las máquinas utilizadas en las prácticas no funcionan a carga nominal, se dimensiona la protección del alimentador principal para la corriente que consumen los dos sistemas más grandes en el cuarto de máquinas (Convertidor Alterna – Continua y Convertidor de Frecuencia), más la corriente de los siete motores considerados en el plan de expansión del proyecto de tesis “Actualización del Tablero de Control del Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la EPN”. El detalle de la corriente que consumen los equipos se presenta en la tabla 3.1.

$$I_{\text{ALIMENTADOR PRINCIPAL}} = 1.25I_{\text{MOTOR MAS GRANDE}} + I_{\text{OTROS MOTORES}} + I_{\text{OTRAS CARGAS}}$$

Tabla 3.1.				
	DESCRIPCIÓN	In [A]	Fact.	I [A]
MAS GRANDE	Motor Inducción Sistema Convertidor (f)	120	1.25	150
OTROS MOTORES	Ventilador Motor C.C.	1.17	1	1.17
	Ventilador Generador Sincrónico	1.17	1	1.17
	Motor Inducción Sistema (AC – DC)	70	1	70
	Motores para Reóstatos	2.45	1	2.45
CARGAS	Rectificador Semiconductores Entrada	10	1	10
Corriente Alimentador Principal				234.8
Corriente de Expansión [A]				30
Corriente Alimentador Principal Dimensionada				264.8

Protección Termomagnética de Alimentadores Para Mesas de Trabajo

La protección en los alimentadores se establece de acuerdo a los terminales que se van a energizar (alterna fija - continua fija - voltaje a elegir), considerando su aplicación para las 16 mesas de trabajo debido a que la carga en ellas no es fija.

Para el alimentador que se conectan a los terminales de voltaje alterno fijo se considera la corriente del motor 3 Φ más grande instalado en las mesas de trabajo, este se encuentra en la mesa 4.

La protección del alimentador que se conecta a los terminales de voltaje continuo fijo se determina considerando la corriente del motor de C.C. más grande, ubicado en el mesa 5.

Los alimentadores que se conectan a los terminales de voltaje a elegir consideran la protección utilizada en voltaje alterno fijo, debido a que el voltaje continuo variable se utiliza solamente para alimentar el campo de los generadores en las prácticas de laboratorio.

El factor considerado para dimensionar la protección es de 1.25 veces la corriente que pasa a través del alimentador, en la Tabla 3.2 se detalla los criterios considerados para el dimensionamiento.

Tabla 3.2.			
Terminales en las mesas	Imotor mesas[A]	Factor	Iprotec. [A]
Alimentador para voltaje alterno fijo	18	1.25	22.5
Alimentador para voltaje continuo fijo	28	1.25	35
Alimentador para voltaje a elegir	18	1.25	22.5

Protección Para Motores

La protección magnética para motores está dimensionada para 1.4 veces la corriente nominal de cada motor, de acuerdo con el Artículo 430. Sección 32 B (1) de la norma NEC.

El relé térmico se ajusta para la corriente nominal en el caso de los motores que tienen arranque directo, para los motores con arranque Y-D el térmico ubicado para controlar la corriente de fase se ajusta para la corriente nominal dividida por la raíz cuadrada de tres.

Protección Termomagnética para Generadores

La protección ubicada en el tramo desde los terminales del generador al primer sitio de distribución (barras secundarias en tablero), esta dimensionada para 1.15 veces la corriente nominal, según el Artículo 445. Sección 13 de la norma NEC.

Protección Termomagnética para Otras Cargas

En este caso la protección está dimensionada para 1.25 veces la corriente nominal, según el Artículo 210. Sección 20 (A) de la norma NEC.

Elemento de Maniobra (Contactor), Conductor y Barras

Estos tres elementos estarán dimensionados para la corriente nominal que pase por el alimentador según sea el caso. Para contactores que se utilizan en los arranques Y-D están dimensionados según la Tabla 3.3.

Tabla 3.3	
DIMENSIÓN	CONTACTOR
$I_n / 3$	De la conexión estrella
$I_n / \sqrt{3}$	De la conexión triángulo
$I_n / \sqrt{3}$	De alimentación

Cabe señalar que el tipo del contactor dependerá de la carga que va a alimentar, el tipo de corriente que pasará por sus contactos principales y el voltaje al que estará alimentada su bobina.

Equipos de Medida

El rango de los voltímetros y amperímetros depende del voltaje y la corriente de los equipos donde se medirán estos parámetros, cabe señalar que se debe establecer si el circuito donde se conectará es de alterna o continua y el voltaje de alimentación auxiliar en caso de ser digital.

La relación que deben tener los transformadores de corriente estará dada por la corriente que pasa a través del conductor o barra donde se medirá este parámetro y la corriente para la que este diseñado el amperímetro.

La protección utilizada para las señales de voltaje y la alimentación auxiliar es la establecida por el fabricante del equipo de medida.

Controlador Lógico Programable (PLC)

Considerando que el sistema a ser controlado no excede el espacio físico del laboratorio de máquinas se determina un tipo de control centralizado, los requerimientos que debe tener el PLC se determinan considerando los siguientes aspectos:

- ✓ Número de entradas y salidas digitales o analógicas, sus especificaciones y la consideración del 10% extra para futuros planes de expansión.
- ✓ Tipo de memoria del PLC y su capacidad.
- ✓ El lenguaje de programación para el PLC.
- ✓ Alimentación auxiliar del PLC.
- ✓ Espacio físico en el tablero.

Para la salida del PLC a 24Vdc se consideran relés de interface que cierran o abren un contacto seco que determinará el funcionamiento de los contactores. Este tipo de relés es considerado porque la corriente que proporciona el PLC en las salidas no es suficiente para activar todos los contactores en nuestro sistema y en caso de una falla o mala conexión en el contactor la salida del PLC no se dañaría.

Las entradas análogas para el proyecto deben tener alta precisión debido a que se utilizarán para adquirir los datos de las magnitudes eléctricas en continua a través de los transductores de corriente.

Transductores

Los transductores de voltaje y corriente para el laboratorio serán definidos considerando el voltaje de entrada y la corriente que circulará en las barras que se instalarán, cabe señalar que el transductor de corriente utiliza una resistencia laminada (shunt) para censar el valor de la corriente. La corriente o el voltaje en la salida del transductor se determinarán por el tipo de entrada analógica del PLC.

3.5.2 EQUIPOS DIMENSIONADOS

Haciendo referencia a estudios previos realizados en el laboratorio donde se calcula que la corriente máxima de interrupción de los breakers en caso de falla es 8.36kA^1 , se determinan los valores de corriente para los que son dimensionados los equipos.

Las siguientes tablas establecen la dimensión de los elementos de fuerza, control y medida que conformarán el nuevo tablero eléctrico. Además se incluyen los requerimientos del PLC que cada aplicación en el tablero necesitaría para un funcionamiento adecuado.

ACOMETIDA

Tabla 3.4. Elementos de Fuerza			
ELEMENTO	In [A]	PROTECCIÓN Termomagnética [A]	Conductor / Barras [A]
Alimentador Principal	235	264.8	264.8

Tabla 3.5. Elementos Adicionales				
	Alimentación	Rango	TC	Fusible
Multímetro Digital	187-264 Vac	0 - 220 Vac	300 / 5	2A
Supervisor de Voltaje	120 Vac	-	-	2A

1. Tesis Diagnóstico y Actualización del Tablero de Control y Mesas de Trabajo del Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

Tabla 3.6. Control Para PLC			
Entrada Digital	Cant.	Salida Digital	Cant.
On	1	Salida abrir breaker Q1	1
Off	1	Salida cerrar breaker Q1	1
Estado Breaker	1		
Pulsador Emergencia	17		
Supervisor voltaje	1		
TOTAL:	21	TOTAL:	2

RECTIFICADOR EXAFÁSICO

Tabla 3.7. Elementos de Fuerza			
ELEMENTO	In [A]	PROTECCIÓN Termomagnética [A]	Conductor / Barras [A]
Rectif. Exafásico Entrada	68	85	68
Rectif. Exafásico Salida	100	125	100

Tabla 3.8. Elementos Adicionales					
Elemento	Alimentación	Rango	TC	Fusible	Output
Voltímetro DC	-	0 - 125 Vdc	-	-	-
Amperímetro DC	-	0 - 100 Adc	-	-	-
Transductor Voltaje	24Vdc	0 - 125 Vdc	-	2A	0-20mA
Transductor Corriente	24Vdc	0 - 100 Adc	-	2A	0-20mA
Shunt	-	0 - 100 Adc	-	-	-

Tabla 3.9. Control Para PLC					
Entrada Digital	Cant	Salida Digital	Cant	Entrada Análoga	Cant
On	1	Salida abrir breaker Q2	1	Transductor I	2
Off	1	Salida cerrar breaker Q2	1	Transductor V	2
Estado Breaker	2	Salida abrir breaker Q3	1		
Contacto abrir breaker Q3	1	Salida cerrar breaker Q3	1		
Contacto cerrar breaker Q3	1				
TOTAL:	6	TOTAL:	4	TOTAL:	4

REGULADOR DE INDUCCIÓN

Tabla 3.10. Elementos de Fuerza					
ELEMENTO	In [A]	PROTECCIÓN		MANIOBRA	Conductor / Barras [A]
		Termomagnética [A]	Térmica [A]	Contactador [A]	
Reg. Inducción Primario	88	110	-	-	88
Reg. Inducción Secundario	100	125	-	-	100
Ventilador Reg. Inducción	2.4	3.3	2.4	2.4	2.4
Motor de Regulación	1.1	1.5	1.1	1.1	1.1

Tabla 3.11. Elementos de Medida				
	Alimentación	Rango	TC	Fusible
Multímetro Digital	187-264 Vac	0 - 500 Vac	100 / 5	2A

Tabla 3.12. Control Para PLC			
Entrada Digital	Cant	Salida Digital	Cant
On	1	Contactador	3
Off	1	Salida abrir breaker Q4	1
Estado Breaker	4	Salida cerrar breaker Q4	1
Estado Térmico	2	Salida abrir breaker Q5	1
Estado Contactador	3	Salida cerrar breaker Q5	1
Contacto abrir breaker Q5	1		
Contacto cerrar breaker Q5	1		
TOTAL:	13	TOTAL:	7

RECTIFICADOR DE SEMICONDUCTORES

Tabla 3.13. Elementos de Fuerza			
ELEMENTO	In [A]	PROTECCIÓN	Conductor / Barras [A]
		Termomagnética [A]	
Rectificador Semicond. Entrada	10	12.5	10
Rectificador Semicond. Salida	25	31.25	25

Tabla 3.14. Elementos Adicionales					
Elemento	Alimentación	Rango	TC	Fusible	Output
Voltímetro DC	-	0 - 250 Vdc	-	-	-
Amperímetro DC	-	0 - 25 Adc	-	-	-
Transductor Voltaje	24Vdc	0 - 250Vdc	-	2A	0-20mA
Transductor Corriente	24Vdc	0 - 25 Adc	-	2A	0-20mA
Shunt	-	0 - 25 Adc	-	-	-

Tabla 3.15. Control Para PLC					
Entrada Digital	Cant	Salida Digital	Cant	Entrada Análoga	Cant
On sistema	1	Salida abrir breaker Q8	1	Transductor I	1
Off sistema	1	Salida cerrar breaker Q8	1	Transductor V	1
Estado Breaker	2	Salida abrir breaker Q9	1		
Contacto abrir breaker Q9	1	Salida cerrar breaker Q9	1		
Contacto cerrar breaker Q9	1				
TOTAL:	6	TOTAL:	4	TOTAL:	2

SISTEMA CONVERTIDOR ALTERNA – CONTINUA

Tabla 3.16. Elementos de Fuerza					
ELEMENTO	In [A]	PROTECCIÓN		MANIOBRA	Conductor / Barras [A]
		Termomagnética [A]	Térmica [A]	Contactador [A]	
Motor 3Φ Inducción*	70	98	-	40.5 - 23.3	70
Generador C.C. Salida	63	72.45	-	-	63
Generador C.C. Exit. Separada	2.4	3	-	-	2.4
Motor de Reóstatos	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4
* Relé electrónico incluye protección de relé térmico					

Tabla 3.17. Elementos Adicionales						
Elemento	Alimentación	Rango	TC	Fusible	Output	
Multímetro Digital	187-264 Vac	0 - 220 Vac	100 / 5	2A	-	
Voltímetro DC	-	0 - 300 Vdc	-	-	-	
Amperímetro DC	-	0 - 100 Adc	-	-	-	
Amperímetro DC	-	0 - 6 Adc	-	-	-	
Transductor Voltaje	24Vdc	0 - 300Vdc	-	2A	0-20mA	
Transductor Corriente	24Vdc	0 - 100 Adc	-	2A	0-20mA	
Shunt	-	0 - 100 Adc	-	-	-	

Tabla 3.18. Control Para PLC					
Entrada Digital	Cant	Salida Digital	Cant	Entrada Análoga	Cant
On sistema	1	Contactador sistema	3	Transductor I	1
Off sistema	1	Contactador reóstato	4	Transductor V	1
Estado Breaker sistema	3	Salida abrir breaker Q10	1		
Estado Breaker reóstatos	2	Salida cerrar breaker Q10	1		

Estado Térmico reóstatos	2	Salida abrir breaker Q11	1		
Estado Y - D	3	Salida cerrar breaker Q11	1		
Estado Contactor reóstatos	4	Salida abrir breaker Q12	1		
Contacto abrir breaker Q10	1	Salida cerrar breaker Q12	1		
Contacto cerrar breaker Q10	1				
Contacto abrir breaker Q11	1				
Contacto cerrar breaker Q11	1				
Contacto abrir breaker Q12	1				
Contacto cerrar breaker Q12	1				
TOTAL:	22	TOTAL:	13	TOTAL:	2

SISTEMA CONVERTIDOR DE FRECUENCIA

Tabla 3.19. Elementos de Fuerza					
ELEMENTO	In [A]	PROTECCIÓN		MANIOBRA	Conductor / Barras [A]
		Termomagnética [A]	Térmica [A]	Contactador [A]	
Motor 3Φ Inducción*	120	168	-	69.4-40	120
Generador C.C. Exit. Separada	4.4	5.5	-	-	4.4
Motor C.C. Exit. Separada	1.8	2.25	-	-	1.8
Ventilador Motor C.C.	1.2	1.638	1.17	1.2	1.2
Gen. Sincrónico Exit. Separada	8	10	-	-	8
Gen. Sincrónico Salida	70	80.5	-	-	70
Ventilador Gen. Sincrónico	1.2	1.638	1.17	1.2	1.2
Motor de Reóstatos	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4

* Relé electrónico incluye protección de relé térmico

Tabla 3.20. Elementos de Medida				
Elemento	Alimentación	Rango	TC	Fusible
Multímetro Digital Salida	187-264 Vac	0 - 250 Vac	250 / 5	2A
Multímetro Digital Motor	187-264 Vac	0 - 220 Vac	150 / 5	2A
Amperímetro DC x3	-	0-6 Adc	-	-

Tabla 3.21. Control Para PLC			
Entrada Digital	Cant	Salida Digital	Cant
On sistema	1	Contactador sistema	5
Off sistema	1	Contactador reóstato	10
Estado Breaker sistema	7	Salida abrir breaker Q16	1

Estado Breaker reóstatos	5	Salida cerrar breaker Q16	1
Estado Térmico sistema	2	Salida abrir breaker Q17	1
Estado Térmico reóstatos	5	Salida cerrar breaker Q17	1
Estado Contactor sistema	5	Salida abrir breaker Q18	1
Estado Contactor reóstatos	10	Salida cerrar breaker Q18	1
Contacto abrir breaker Q16	1	Salida abrir breaker Q19	1
Contacto cerrar breaker Q16	1	Salida cerrar breaker Q19	1
Contacto abrir breaker Q17	1	Salida abrir breaker Q20	1
Contacto cerrar breaker Q17	1	Salida cerrar breaker Q20	1
Contacto abrir breaker Q18	1		
Contacto cerrar breaker Q18	1		
Contacto abrir breaker Q19	1		
Contacto cerrar breaker Q19	1		
Contacto abrir breaker Q20	1		
Contacto cerrar breaker Q20	1		
TOTAL:	46	TOTAL:	25

TERMINALES DE VOLTAJE ALTERNO FIJO EN MESAS DE TRABAJO

Tabla 3.22. Elementos de Fuerza			
ELEMENTO	In [A]	PROTECCIÓN Termomagnetica [A]	Conductor / Barras [A]
Alimentador Mesas	18	22.5	18

Tabla 3.23. Control Para PLC			
Entrada Digital	Cant	Salida Digital	Cant
On mesa	16	Salida abrir Q27 - Q42	16
Off mesa	16	Salida cerrar Q27 - Q42	16
Estado Breaker	16		
TOTAL:	48	TOTAL:	32

TERMINALES DE VOLTAJE CONTINUO FIJO EN MESAS DE TRABAJO

Tabla 3.24. Elementos de Fuerza			
ELEMENTO	In [A]	PROTECCIÓN Termomagnetica [A]	Conductor / Barras [A]
Alimentador Mesas	28	35	28

Tabla 3.25. Control Para PLC			
Entrada Digital	Cant	Salida Digital	Cant
On mesa	16	Salida abrir Q43 - Q58	16
Off mesa	16	Salida cerrar Q43 - Q58	16
Estado Breaker	16		
TOTAL:	48	TOTAL:	32

TERMINALES DE VOLTAJE A ELEGIR EN MESAS DE TRABAJO

Tabla 3.26. Elementos de Fuerza			
ELEMENTO	In [A]	PROTECCIÓN Termomagnetica [A]	Conductor / Barras [A]
Alimentador Mesas	18	22.5	18

Tabla 3.27. Control Para PLC			
Entrada Digital	Cant	Salida Digital	Cant
On mesas	16	Salida abrir Q59 - Q122	64
Off mesas	16	Salida cerrar Q59 - Q122	64
Estado Breaker	4		
TOTAL:	36	TOTAL:	128

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Tabla 3.28. PLC			
Variables	Número de Entradas Digitales	Número de Salidas Digitales	Número de Entradas Análogas
Diseño Propuesto	246	247	8
Futura Expansión	24	24	-
Totales Proyecto	270	271	8
Alimentación a 24Vdc ó 120Vac.			
Tipo de memoria EPROM superior a 30Kbyte			
Capaz de funcionar con varios buses de campo			
Expansión centralizada y descentralizada.			
Lenguaje de programación LADDER - FBD - Lista de Instrucciones			

3.6 LISTA DE MATERIALES

Los equipos que se requieren para la implementación de un nuevo sistema en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas se encuentran detallados en las siguientes tablas, cabe señalar que su clasificación se ha realizado según el servicio y la alimentación que proporcionan en las mesas de trabajo.

ACOMETIDA

Tabla 3.29. Acometida				
Aplicación	Ubicación	Designación	Cant	Equipo
Alimentador Principal	A2	Q1	1	Breaker caja moldeada. Protección Relé Electrónico (Tipo1). 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 264.8 [A]
Alimentador Principal	A2	Q1	1	Mando Motor de energía acumulada para breaker con relé electrónico
Alimentador Principal	A2	Q1	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé electrónico
Barras principales alterna	-	-	5	Barras 294A. (6metros).
Barras principales alterna	A9	P1	1	Multímetro Digital. Alimentación: 187-264 Vac. Rango: 0 - 220 V
Barras principales alterna	A2	T1	3	Transformador de Corriente 300/5
Barras principales alterna	A12	E1	1	Supervisor de Voltaje. Alimentación 190-240 Vac. Trifásico. Voltaje de servicio 220V.
Barras principales alterna	A4-A11	FM1-FM2	6	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38
Barras principales alterna	-	-	15	Borneras 2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Barras alterna fija	-	-	3	Alambre desnudo de cobre No. 2. (2metros).
Barras acoplamiento o mesas	-	-	3	Alambre desnudo de cobre No. 2. (2metros).

RECTIFICADOR DE EXAFÁSICO

Tabla 3.30. Rectificador Exafásico				
Detalle	Ubicación	Designación	Cant	Equipo
Terminales de Entrada	B1	Q2	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD TMA. 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 85 [A]
Terminales de Entrada	B1	Q2	1	Mando Motor de energía acumulada para breaker con relé TMD TMA

Terminales de Entrada	B1	Q2	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD TMA
Terminales de Entrada	-	-	4	Borneras 68A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales de Salida	B5	Q3	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD TMA. 2 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 125 [A]
Terminales de Salida	B5	Q3	1	Mando Motor de energía acumulada para breaker con reléTMD TMA
Terminales de Salida	B5	Q3	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD TMA
Terminales de Salida	-	-	3	Borneras 100A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales de Salida	-	-	3	Alambre desnudo de cobre No. 2. (2metros).
Barras continua fija	B8	P2, P3	2	Voltímetro DC. Rango: 0 - 125 Vdc
Barras continua fija	B13	P4, P5	2	Amperímetro DC. Rango: 0 - 100 A
Barras continua fija	B7	E2, E3	2	Transductor de voltaje. Entrada 0-125Vdc. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.
Barras continua fija	B15	E4, E5	2	Transductor de corriente. Entrada con shunt. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.
Barras continua fija	-	-	2	Shunt (Resistencia Laminada). Corriente 0-100Adc
Barras continua fija	B9- B10	FM3-4- 5-6-7-8	12	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38
Barras continua fija	-	-	16	Borneras 2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al

REGULADOR DE INDUCCIÓN

Tabla 3.31. Regulador de Inducción				
Aplicación	Ubicación	Designación	Cant.	Equipo
Terminales Primario	C2	Q4	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD TMA. 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 110 [A]
Terminales Primario	C2	Q4	1	Mando Motor de energía acumulada para breaker con reléTMD TMA
Terminales Primario	C2	Q4	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD TMA
Terminales Primario	-	-	4	Borneras 88A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al

Ventilador	C6	Q6	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 3.3 [A]
Ventilador	C6	Q6	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Ventilador	C6	F1	1	Relé Térmico 2.4A, Clase 20
Ventilador	C6	KM1	1	Contactador 2.4A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3
Ventilador	-	-	1	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base
Ventilador	-	-	4	Borneras 2.4A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Motor Regulación	C9	Q7	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 1.5 [A]
Motor Regulación	C9	Q7	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Motor Regulación	C9	F2	1	Relé Térmico 1.1A, Clase 20
Motor Regulación	C9-C12	KM2, KM3	2	Contactador 1.1A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3
Motor Regulación	-	-	2	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base
Motor Regulación	-	-	4	Borneras 1.1A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales Secundario	D5	Q5	1	Breaker caja moldeada. Protección Relé Electrónico (Tipo1). 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 125 [A]
Terminales Secundario	D5	Q5	1	Mando Motor de energía acumulada para breaker con relé electrónico
Terminales Secundario	D5	Q5	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé electrónico
Terminales Secundario	-	-	4	Borneras 100A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales Secundario	-	-	3	Alambre desnudo de cobre No. 2. (2metros).
Barras alterna variable	D12	P6	1	Multímetro Digital. Alimentación:187-264 Vac. Rango: 0 - 500 V
Barras alterna variable	D5	T2	3	Transformador de Corriente 100/5
Barras alterna variable	D7	FM9	3	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38
Barras alterna variable	-	-	10	Borneras 2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al

RECTIFICADOR DE SEMICONDUCTORES

Tabla 3.32. Rectificador de Semiconductores				
Aplicación	Ubicación	Designación	Cant.	Equipo
Terminales de Entrada	E2	Q8	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 12.5 [A]
Terminales de Entrada	E2	Q8	1	Mando solenoide para breaker con relé TMD
Terminales de Entrada	E2	Q8	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Terminales de Entrada	-	-	4	Borneras 10A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales de Salida	E5	Q9	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 2 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 31.3 [A]
Terminales de Salida	E5	Q9	1	Mando solenoide para breaker con relé TMD
Terminales de Salida	E5	Q9	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Terminales de Salida	-	-	2	Borneras 25A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales de Salida	-	-	2	Alambre desnudo de cobre No. 2. (2metros).
Barras principales continua	E9	P7	1	Voltímetro DC. Rango: 0 - 250 Vdc
Barras principales continua	E12	P8	1	Amperímetro DC. Rango: 0 - 25 Adc
Barras principales continua	E8	E6	1	Transductor de voltaje. Entrada 0-250Vdc. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.
Barras principales continua	E8	E7	1	Transductor de corriente. Entrada con shunt. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.
Barras principales continua	-	-	1	Shunt (Resistencia Laminada). Corriente 0-100Adc
Barras principales continua	E10-E11	FM10-11-12	6	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38
Barras principales continua	-	-	8	Borneras 2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.

CONVERTIDOR ALTERNA CONTINUA

Tabla 3.33. Convertidor Alterna - Continua				
Aplicación	Ubicación	Designación	Cant.	Equipo
Motor Inducción 3Φ	F3	Q10	1	Breaker caja moldeada. Protección Relé Electrónico (Tipo2). 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 98 [A]
Motor Inducción 3Φ	F3	Q10	1	Mando Motor de energía acumulada para breaker con relé electrónico
Motor Inducción 3Φ	F3	Q10	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé electrónico
Motor Inducción 3Φ	F3-F6	KM4, KM5	2	Contactador 40.5A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3
Motor Inducción 3Φ	-	-	2	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base
Motor Inducción 3Φ	F9	KM6	1	Contactador 23.3A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3
Motor Inducción 3Φ	-	-	1	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base
Motor Inducción 3Φ	-	-	6	Borneras 70A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Motor Inducción 3Φ	F11	P9	1	Multímetro Digital. Alimentación:187-264 Vac. Rango: 0 - 220 V
Motor Inducción 3Φ	F3	T3	3	Transformador de Corriente 100/5
Motor Inducción 3Φ	-	-	10	Borneras 2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.
Motor Inducción 3Φ	F5	FM13	3	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38
Excitación Generador C.C.	G2	Q11	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 2 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 3[A]
Excitación Generador C.C.	G2	Q11	1	Mando solenoide para breaker con relé TMD.
Excitación Generador C.C.	G2	Q11	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Excitación Generador C.C.	G1	P10	1	Amperímetro DC. Rango: 0 - 6 A
Excitación Generador C.C.	-	-	6	Borneras 2.4A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.

Reóstatos R6	G4- G10	Q13, Q14	2	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. $U_e > 220$ ac[V]. $I_{cu} > 8.3$ [kA]. $I > 0.6$ [A]
Reóstatos R6	G4- G10	Q13, Q14	2	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Reóstatos R6	G4- G10	F3, F4	2	Relé Térmico 0.4A, Clase 20
Reóstatos R6	G4- G7- G10- G13	KM7- 8-9-10	4	Contacto 0.4A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3
Reóstatos R6	-	-	4	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base
Reóstatos R6	-	-	8	Borneras 0.4A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales de Salida	H4	Q12	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMG. 2 Polos. $U_e > 220$ ac[V]. $I_{cu} > 8.3$ [kA]. $I > 72$ [A]
Terminales de Salida	H4	Q12	1	Mando Motor de energía acumulada para breaker con relé TMG
Terminales de Salida	H4	Q12	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMG
Terminales de Salida	-	-	2	Borneras 63A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales de Salida	-	-	2	Alambre desnudo de cobre No. 2. (2metros).
Barras continua variable	H7	P11	1	Voltímetro DC Rango: 0 - 300 V
Barras continua variable	H10	P12	1	Amperímetro DC. Rango: 0 - 100 A
Barras continua variable	H6	E8	1	Transductor de voltaje. Entrada 0-300Vdc. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.
Barras continua variable	H6	E9	1	Transductor de corriente. Entrada con shunt. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.
Barras continua variable	-	-	1	Shunt (Resistencia Laminada). Corriente 0-100Adc
Barras continua variable	H9	FM14- 15-16	6	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38
Barras continua variable	-	-	8	Borneras 2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al

CONVERTIDOR DE FRECUENCIA

Tabla 3.34. Convertidor de Frecuencia				
Aplicación	Ubicación	Designación	Cant.	Equipo
Motor Inducción 3Φ	I3	Q16	1	Breaker caja moldeada. Protección Relé Electrónico (Tipo2). 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 168 [A]
Motor Inducción 3Φ	I3	Q16	1	Mando Motor de energía acumulada para breaker con relé electrónico
Motor Inducción 3Φ	I3	Q16	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé electrónico
Motor Inducción 3Φ	I3-I6	KM11 KM12	2	Contactador 70A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3
Motor Inducción 3Φ	-	-	2	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base
Motor Inducción 3Φ	I9	KM13	1	Contactador 40A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3
Motor Inducción 3Φ	-	-	1	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base
Motor Inducción 3Φ	-	-	6	Borneras 120A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Motor Inducción 3Φ	I11	P13	1	Multímetro Digital. Alimentación:187-264 Vac. Rango: 0 - 220 V
Motor Inducción 3Φ	I3	T4	3	Transformador de Corriente 150/5
Motor Inducción 3Φ	-	-	10	Borneras 2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Motor Inducción 3Φ	I5	FM17	3	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38
Excitación Motor C.C.	I4	Q15	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 2 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 2.3[A]
Excitación Motor C.C.	I4	Q15	1	Mando solenoide para breaker con relé TMD
Excitación Motor C.C.	I4	Q15	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Excitación Motor C.C.	I2	P14	1	Amperímetro DC. Rango: 0 - 6 A
Excitación Motor C.C.	-	-	4	Borneras 2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Excitación Generador C.C.	K2	Q17	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 2 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 5.5[A]
Excitación Generador C.C.	K2	Q17	1	Mando solenoide para breaker con relé TMD

Excitación Generador C.C.	K2	Q17	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Excitación Generador C.C.	K1	P15	1	Amperímetro DC. Rango: 0 - 6 A
Excitación Generador C.C.	-	-	6	Borneras 4.4A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Excitación Generador Sinc.	L2	Q18	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 2 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 10[A]
Excitación Generador Sinc.	L2	Q18	1	Mando solenoide para breaker con relé TMD
Excitación Generador Sinc.	L2	Q18	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Excitación Generador Sinc.	L1	P16	1	Amperímetro DC. Rango: 0 - 6 A
Excitación Generador Sinc.	-	-	6	Borneras 8A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Reóstatos R5	J9-K4- K10- L4- L10	Q20- 21-22- 23-24	5	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 0.6[A]
Reóstatos R5	J9-K4- K10- L4- L10	Q20- 21-22- 23-24	5	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Reóstatos R5	J9-K4- K10- L4- L10	F5-6- 7-8-9	5	Relé Térmico 0.4A, Clase 20
Reóstatos R5	J9-12- K4- K7- K10- K13- L4-L7- L10- L13	KM14- 15-16- 17-18- 19-20- 21-22- 23	10	Contactador 0.4A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3.
Reóstatos R5	-	-	10	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base
Reóstatos R5	-	-	20	Borneras 0.4A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Ventilador Motor C.C.	M10	Q25	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 1.6[A]

Ventilador Motor C.C.	M10	Q25	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Ventilador Motor C.C.	M10	F10	1	Relé Térmico 1.2A, Clase 20
Ventilador Motor C.C.	M10	KM24	1	Contactador 1.2A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3
Ventilador Motor C.C.	-	-	1	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base
Ventilador Motor C.C.	-	-	4	Borneras 1.2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Ventilador Gen. Sinc.	M13	Q26	1	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. $U_e > 220$ ac[V]. $I_{cu} > 8.3$ [kA]. $I > 1.6$ [A]
Ventilador Gen. Sinc.	M13	Q26	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Ventilador Gen. Sinc.	M13	F11	1	Relé Térmico 1.2A, Clase 20
Ventilador Gen. Sinc.	M13	KM25	1	Contactador 1.2A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3
Ventilador Gen. Sinc.	-	-	1	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base
Ventilador Gen. Sinc.	-	-	4	Borneras 1.2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales de Salida	M2	Q19	1	Breaker caja moldeada. Protección Relé Electrónico (Tipo1). 3 Polos. $U_e > 220$ ac[V]. $I_{cu} > 8.3$ [kA]. $I > 81$ [A]
Terminales de Salida	M2	Q19	1	Mando Motor de energía acumulada para breaker con relé electrónico
Terminales de Salida	M2	Q19	1	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé electrónico
Terminales de Salida	-	-	4	Borneras 70A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales de Salida	-	-	3	Alambre desnudo de cobre No. 2. (2metros).
Barras alterna mag. y f variable	M9	P17	1	Multímetro Digital. Alimentación:187-264 Vac. Rango: 0 - 250 V
Barras alterna mag. y f variable	M2	T5	3	Transformador de Corriente 250/5
Barras alterna mag. y f variable	M4	FM18	3	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38
Barras alterna mag. y f variable	-	-	10	Borneras 2A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al

TERMINALES EN MESAS DE TRABAJO

Tabla 3.35. Terminales en Mesas de Trabajo				
Aplicación	Ubicación	Desig	Cant	Equipo
Terminales AC FIJA	N2-N4-N6-N8-N10-N12-O2-O4-O6-O8-O10-O12-P4-P6-P8-P10	Q27 hasta Q42	16	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 22.5[A]
Terminales AC FIJA	N2-N4-N6-N8-N10-N12-O2-O4-O6-O8-O10-O12-P4-P6-P8-P10	Q27 hasta Q42	16	Mando solenoide para breaker con relé TMD
Terminales AC FIJA	N2-N4-N6-N8-N10-N12-O2-O4-O6-O8-O10-O12-P4-P6-P8-P10	Q27 hasta Q42	16	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Terminales AC FIJA	-	-	64	Borneras 18A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales DC FIJA	Q1-Q3-Q5-Q7-Q9-Q11-Q13-R1-R3-R5-R7-R9-R11-R13-S5-S7	Q43 hasta Q58	16	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 2 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 35[A]
Terminales DC FIJA	Q1-Q3-Q5-Q7-Q9-Q11-Q13-R1-R3-R5-R7-R9-R11-R13-S5-S7	Q43 hasta Q58	16	Mando solenoide para breaker con relé TMD
Terminales DC FIJA	Q1-Q3-Q5-Q7-Q9-Q11-Q13-R1-R3-R5-R7-R9-R11-R13-S5-S7	Q43 hasta Q58	16	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Terminales DC FIJA	-	-	64	Borneras 28A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al
Terminales Voltaje a Elegir	T3-T6-T9-T12-U3-U6-U9-U12-V3-V6-V9-V12	Q59 hasta Q122	64	Breaker caja moldeada. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue > 220 ac[V]. Icu > 8.3[kA]. I > 22.5[A]
Terminales Voltaje a Elegir	T3-T6-T9-T12-U3-U6-U9-U12-V3-V6-V9-V12	Q59 hasta Q122	64	Mando solenoide para breaker con relé TMD
Terminales Voltaje a Elegir	T3-T6-T9-T12-U3-U6-U9-U12-V3-V6-V9-V12	Q59 hasta Q122	64	Contacto para señalización eléctrica de disparado del breaker con relé TMD
Terminales Voltaje a Elegir	-	-	256	Borneras 18A. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al

ELEMENTOS DE CONTROL Y ESCADA

Tabla 3.36. Elementos para control y SCADA		
Aplicación	Cant	Equipo
PLC para control CPU	1	Micro CPU 64kB. 24 Vdc ó 120Vac. Memory Card Slot. 2x RS-232/485. 1x FBP.
Base PLC para control CPU	1	CPU Terminal Base AC500. 1x CPU Slot. 1x Coupler Slot.
Módulo de ampliación digital	9	Digital Input Module. 32 DI. 24 V DC. 1-wire
Módulo de ampliación digital	9	Digital Input Module. 32 DO. 24 V DC. 1-wire
Base módulo de ampliación digital	18	Bus-I/O Terminal Unit. 24 V DC. Spring Terminals
Módulo de ampliación analógica	1	Analog Input Module 16AI U/I/PT100 12bit+sign. 2-wire
MTU computador personal	1	PROCESADOR 2.00 GHz Intel Core2 Duo Processor . DISCO DURO DE 320 GB. T6400. MEMORIA RAM 4GB (8GB max) PANTALLA 15,4" High-Definition 4 Universal Serial Bus (USB) 2.0,
MTU computador personal.	1	Software para visualizar, supervisar y controlar procesos, runtime 1000 tags Ejecutable en windows, incluir drivers del PLC utilizado
HMI Pantalla Táctil	1	Pantalla táctil para PLC. Con pantalla STN 6". Configurable en modo vertical y horizontal.
Fuente para PLC y relé electrónico	1	Fuente 120 VAC / 24VDC, 10A
Adquisición datos mesas de trabajo.	1	Multímetro digital con conexión a PC. Funciones: DCI, DCV, ACI, ACV, Frecuencia, periodo, adquirir datos y enviarlos a Word y Excel. Interface USB. 2000 mediciones por segundo. DCV rango [1.0000-1000.0000]. DCI rango [1.0000-3.0000].
Maniobra	1	Selector de posición metálica. 3 posiciones. I-0-II
Maniobra	1	Pulsador rojo de hongo 40mm + 1NC con retención
Maniobra	10	Bloque de contacto 1NA, 1NC
Maniobra	4	Pulsador doble 0-I más portalampara
Maniobra	108	Luz piloto y cuerpo de fijación posterior
Maniobra	4	Soquet
Protección	5	Fusible 10A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG
Cableado tablero	1lote	Cable de cobre flexible #18AWG. Voltaje de servicio 600V. Terminales y accesorios.
Cableado tablero	1lote	Cable par trenzado #16AWG (7x24) conductores de cobre desnudo. Escudo Beldfoil. Aislamiento PVC. Terminales y accesorios.

ELEMENTOS DE LA PUESTA A TIERRA

Tabla 3.37. Elementos de la puesta a tierra		
Aplicación	Cantidad	Equipo
Puesta a Tierra	8	Varilla Cooperweld 1.80m
Puesta a Tierra	80	Cable Cu desnudo #2 AWG (metro)
Puesta a Tierra	9	Suelda Exotérmica

La especificación de los relés incorporados en los breakers caja moldeada de la lista de materiales se detalla a continuación:

✓ **TMD:**

Relé termomagnético con umbral térmico regulable y umbral magnético fijo.

✓ **TMA:**

Relé termomagnético con umbral térmico y umbral magnético regulable.

✓ **TMG:**

Relé termomagnético para la protección de generadores.

✓ **Relé Electrónico (TIPO1):**

Protección contra sobrecarga con actuación a tiempo largo inverso.

Protección contra cortocircuito con actuación instantánea regulable.

Disponibilidad de leer magnitudes eléctricas principales:

Corriente:	$I_1, I_2, I_3.$
Voltaje:	$V_{12}, V_{23}, V_{31}.$
Potencia:	$S_{tot}, P_{tot}, Q_{tot}.$
fp:	$\cos\phi.$
Energía:	$E_{tot}.$
Frecuencia:	$f.$

✓ **Relé Electrónico (TIPO2):**

Protección contra cortocircuito.

Protección contra sobrecarga.

Protección contra falta de fase.

Protección contra desequilibrio de fase.

3.7 DISPOSICIÓN FÍSICA DEL TABLERO Y SUS COMPONENTES

En la presente sección se detallaran las dimensiones necesarias para los paneles que conformarán el nuevo tablero eléctrico, así como también la distribución física de los elementos de mando, señalización, maniobra, medida y protección requeridos dentro del sistema. Las dimensiones físicas de estos elementos corresponden a las referencias [8], [9] y [10].

Se debe tomar en cuenta que las estructuras metálicas de los paneles 3, 4, 5, 8, 10 y 11 del tablero actual se encuentran en buenas condiciones y cumplen con las características físicas y mecánicas necesarias para el nuevo diseño, por lo cual se sugiere su reutilización para disminuir los costos del proyecto.

Las ventajas que ofrecen los paneles seleccionados son:

- ✓ Utilizar una puerta desmontable para los equipos de medida.
- ✓ Tener soportes en cada panel para la ubicación de las borneras.
- ✓ Estar definido los lugares para las barras principales y las barras secundarias.
- ✓ Tener espacios dedicados para el cableado del tablero y la sujeción de los equipos de protección y maniobra.
- ✓ Fácil acceso para mantenimiento del tablero.
- ✓ Espacio suficiente para equipos que se utilizarían en la implementación del nuevo sistema.

En el nuevo diseño se considera reemplazar la puerta desmontable de los paneles 3, 4 y 5 utilizada para los equipos de medida, debido a que la disposición física actual difiere con las especificadas en el diseño.

3.7.1 PANEL 1

La estructura metálica del Panel 1 en el nuevo diseño corresponde a la estructura del Panel 3 en el tablero actual, la nueva disposición de los equipos se presenta en la figura 3.47, donde se considera la ubicación física de los elementos de la acometida, el rectificador exafásico y el regulador de inducción.

Este panel tiene un semifondo donde están ubicados los disyuntores de alimentación para los equipos en el cuarto de máquinas, el tol lateral izquierdo tiene los elementos correspondientes al regulador de inducción y el tol lateral derecho los elementos del rectificador exafásico. Las conexiones se realizan por la parte inferior del panel manteniendo el acceso a los canales del laboratorio y la parte superior está dedicada para las barras principales de alterna que se energizan mediante la acometida.

Los circuitos de salida del rectificador y del regulador tienen sus protecciones en este panel y la conexión de estos circuitos con las barras secundarias del panel 4 se realiza mediante borneras.

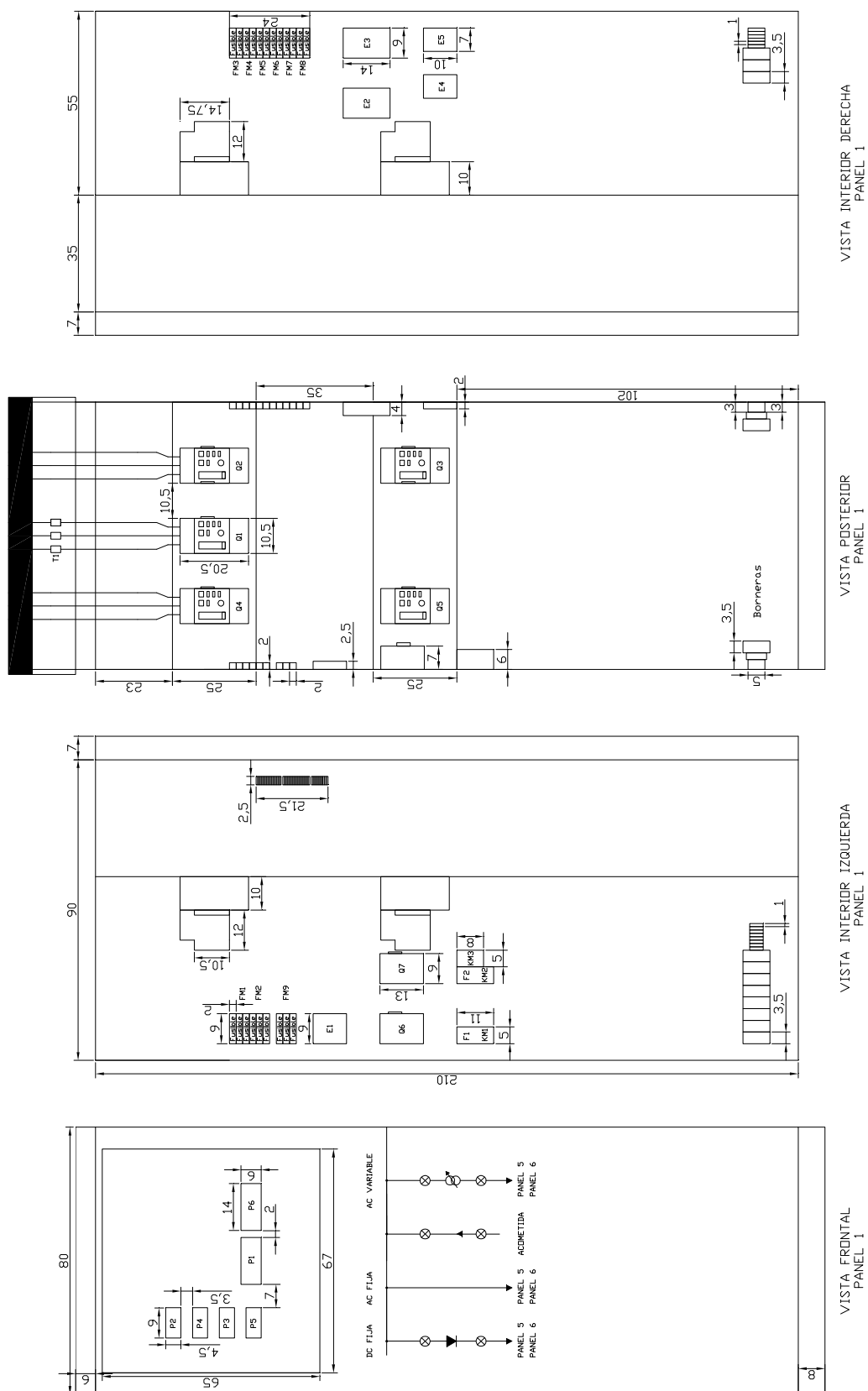


FIGURA 3.47. Panel 1.

3.7.2 PANEL 2

El panel 2 del nuevo tablero está conformado por la estructura metálica del panel 4 del tablero actual, donde se ubican los elementos correspondientes al rectificador de semiconductores y del sistema convertidor alterna - continua, ver figura 3.48.

En este panel el semifondo tiene los disyuntores de los equipos en el cuarto de máquinas y los contactores que realizan el arranque Y – D del motor de inducción. Los elementos del rectificador de semiconductores se ubican en el tol lateral derecho y los elementos del sistema convertidor alterna – continua en el tol lateral izquierdo.

La corriente continua para la excitación de los Generadores C.C., el Motor C.C. y el Generador Sincrónico, se distribuirá desde este panel utilizando las barras principales de continua, que estarán energizadas a través del rectificador de semiconductores y ubicadas en la parte superior del tablero junto a las barras principales de alterna.

La protección del circuito de salida del generador de C.C. se ubicará en este panel y mediante borneras se permitirá su conexión a las barras secundarias del panel 4.

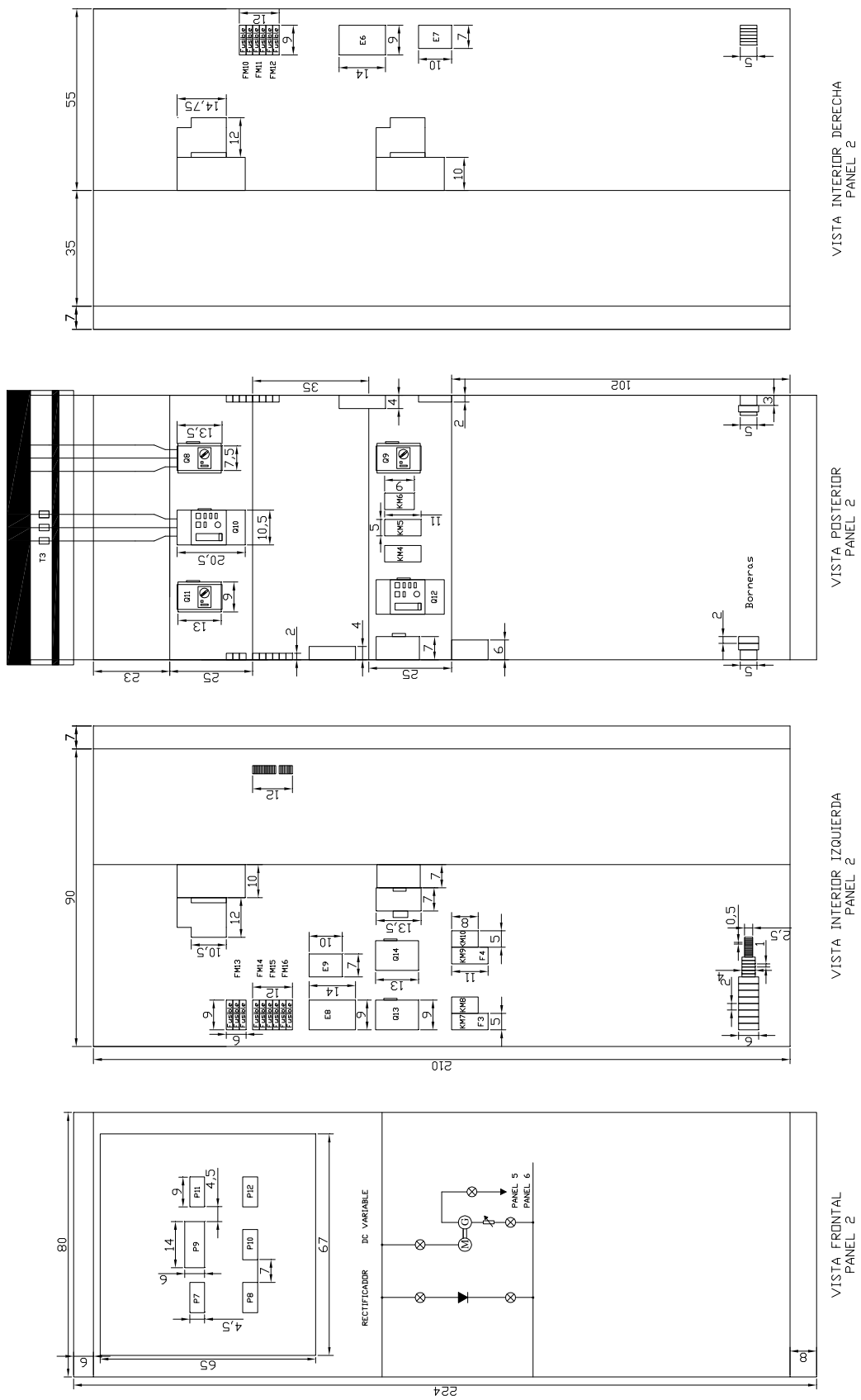


FIGURA 3.48. Panel 2.

3.7.3 PANEL 3

La estructura metálica del Panel 3 en el nuevo diseño corresponde a la estructura del Panel 5 en el tablero actual, donde se considera la ubicación física de los elementos que ponen en funcionamiento, controlan y realizan la medición de los parámetros en el convertidor de frecuencia ver figura 3.49.

El panel 3 tiene un semifondo donde están ubicados los disyuntores y los contactores para controlar los equipos en el cuarto de máquinas, el tol lateral izquierdo tiene los elementos para controlar el campo del motor de C.C. y el tol lateral derecho los elementos para controlar el campo del generador de C.C. y el generador sincrónico.

Las conexiones entre este panel y el cuarto de máquinas se realizan por la parte inferior del panel, empleando los canales actuales del laboratorio.

El circuito de salida del convertidor de frecuencia tiene su protección en este panel y su conexión a las barras secundarias del panel 4 se realiza mediante borneras ubicadas en ambos paneles.

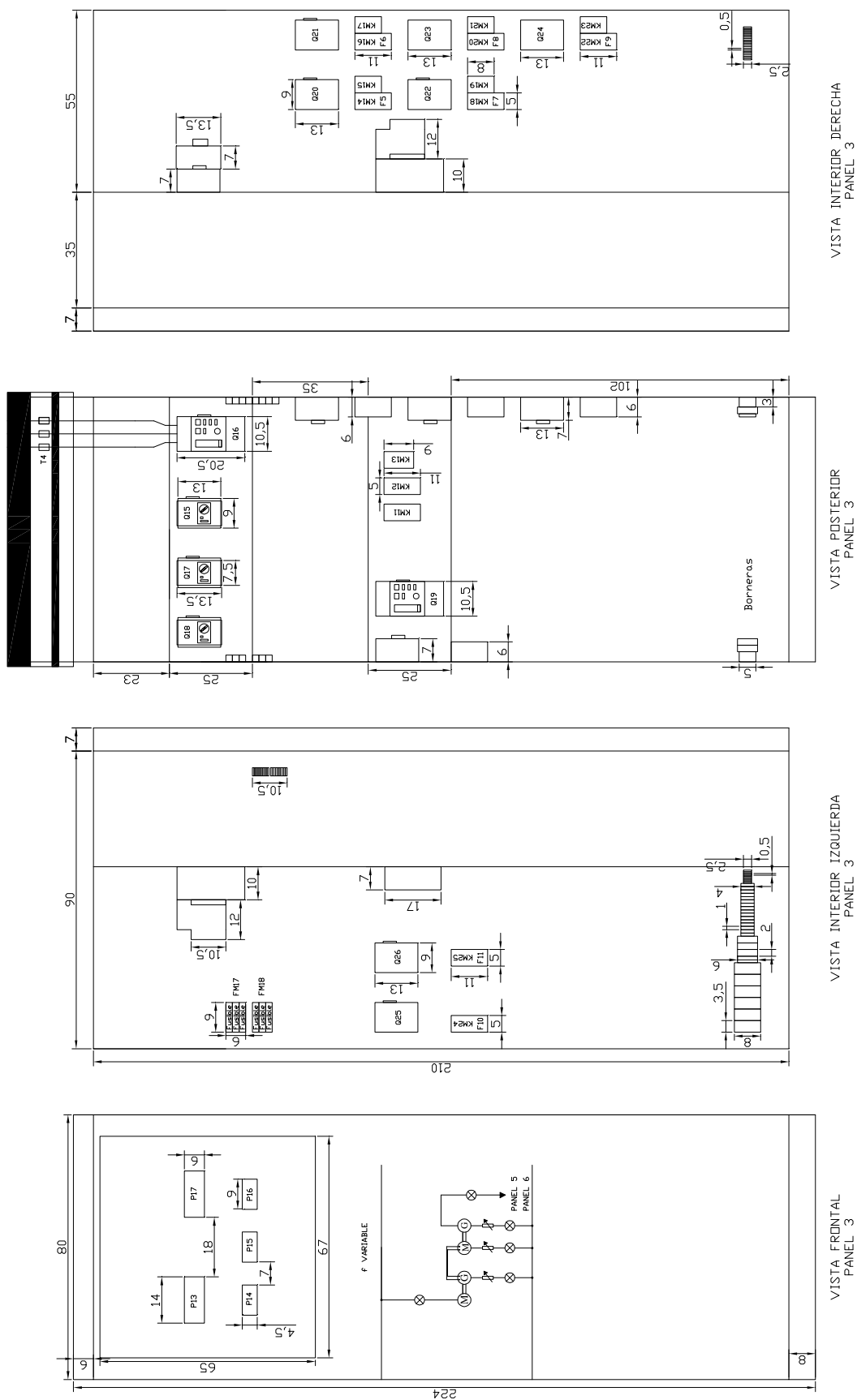


FIGURA 3.49. Panel 3.

3.7.4 PANEL 4

El panel 4 en el nuevo diseño es la estructura metálica del panel 8 en el tablero actual, en este panel se considera la disposición física del controlador lógico programable con sus respectivos módulos de ampliación, la interface HMI, la fuente de corriente continua, las protecciones de los circuitos de control y el selector que definirá el modo de operación requerido por el usuario, ver figura 3.50.

En este panel está considerada la ubicación de los 6 juegos de barras secundarias las cuales están conectadas por la parte superior a los paneles 5 y 6, los juegos de barras corresponden a los siguientes tipos de alimentación:

1. Voltaje alterno fijo.
2. Voltaje continuo fijo.
3. Voltaje alterno variable.
4. Voltaje continuo variable.
5. Voltaje alterno de magnitud y frecuencia variable.
6. Conexión entre mesas

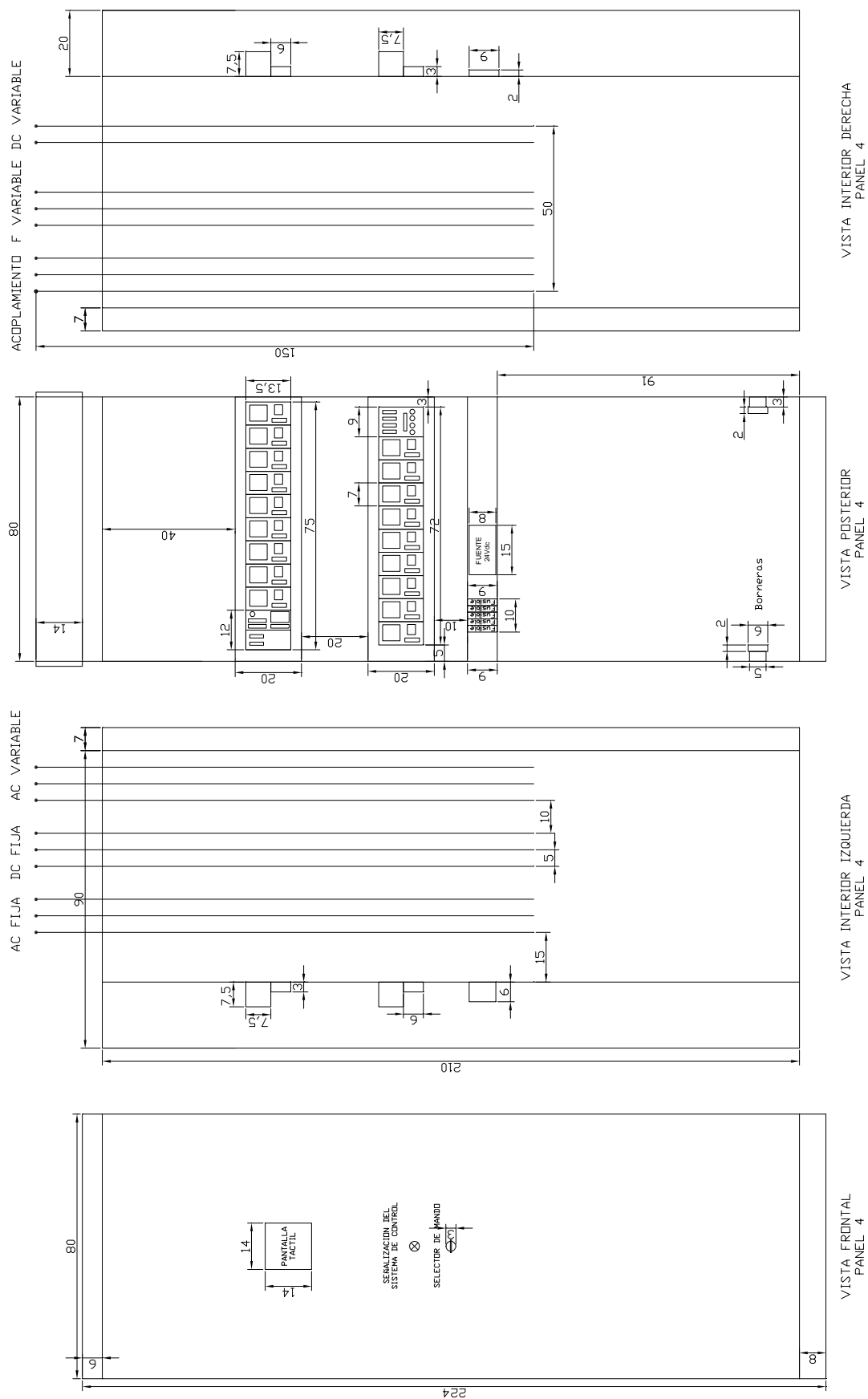


FIGURA 3.50. Panel 4.

3.7.5 PANEL 5 Y PANEL 6

Los paneles 5 y 6 del nuevo tablero corresponden a los paneles 10 y 11 del tablero actual, ver figura 3.51 y 3.52, desde estos paneles se alimentarán los terminales en las mesas de trabajo mediante circuitos secundarios, permitiendo la conexión entre mesas del laboratorio y la energización de los terminales de voltaje alterno fijo, voltaje continuo fijo y voltaje a elegir.

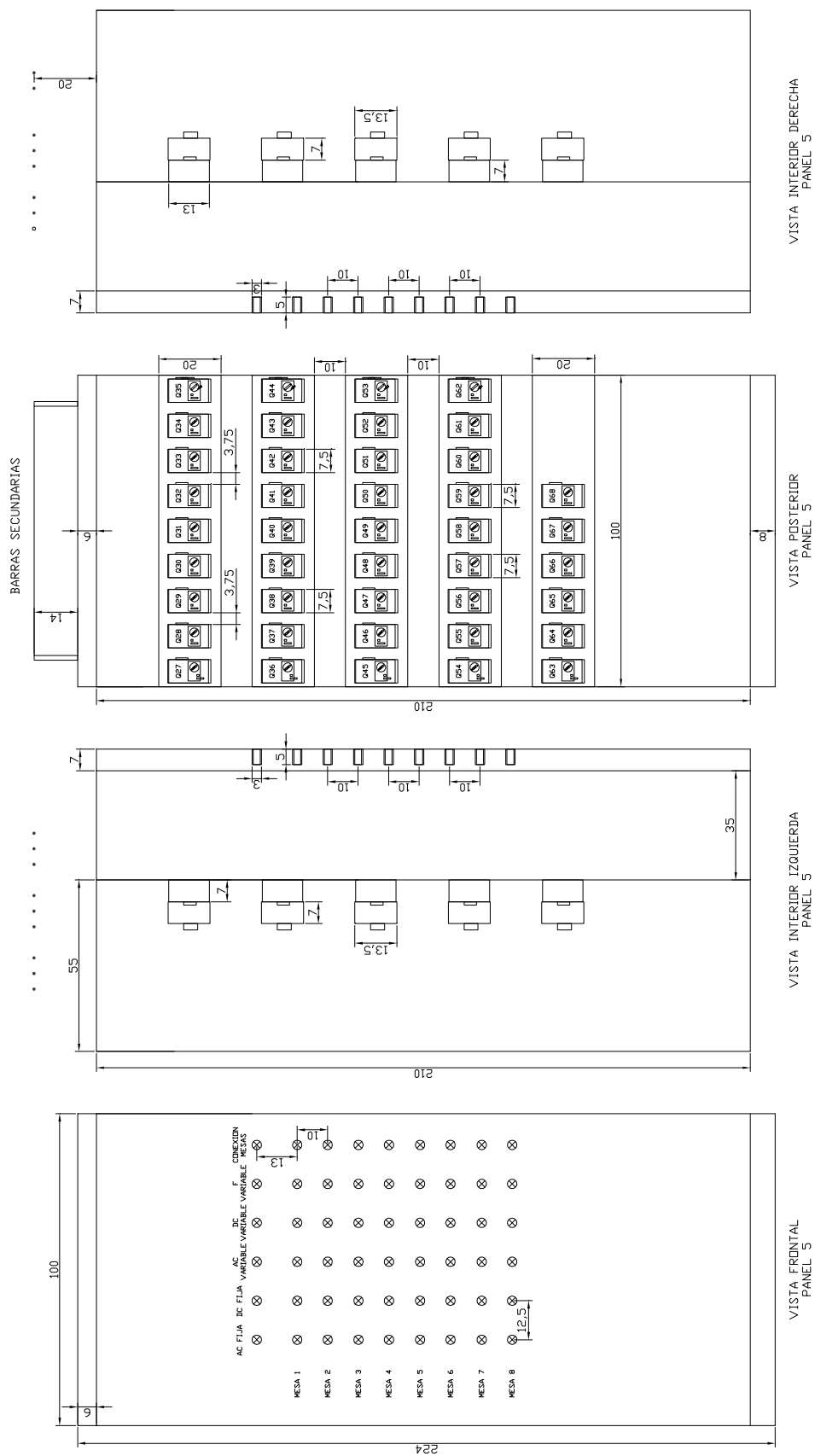


FIGURA 3.51. Panel 5.

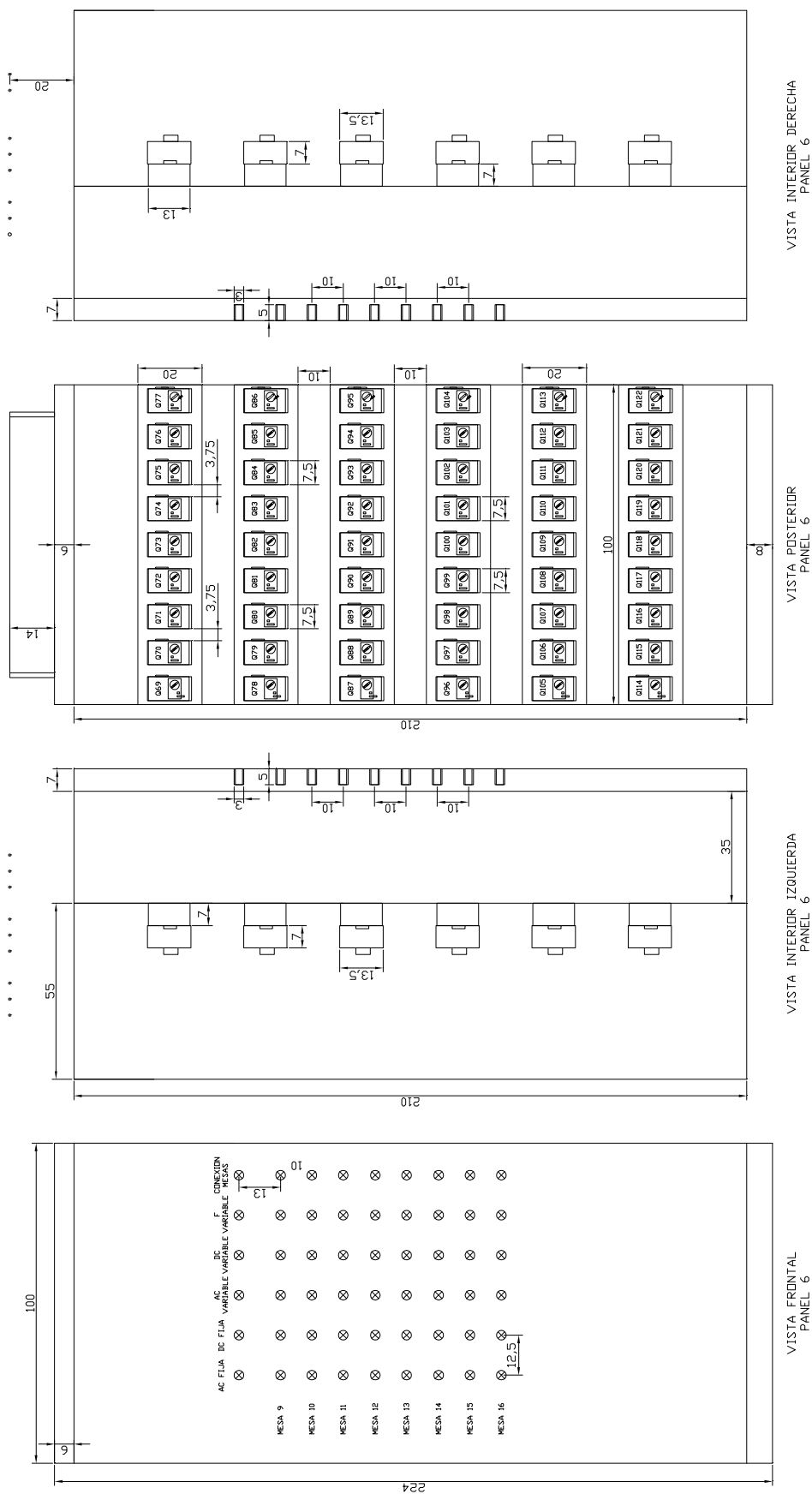


FIGURA 3.52. Panel 6.

3.7.6 MÓDULO MÓVIL

El módulo móvil conformado por el computador y el analizador de redes tiene como fin controlar el sistema y recopilar datos dentro del mismo. El computador estará ubicado en la parte superior del elemento móvil y el analizador de redes empotrado en el mismo, ver figura 3.53, facilitando así la realización de las prácticas en el laboratorio.

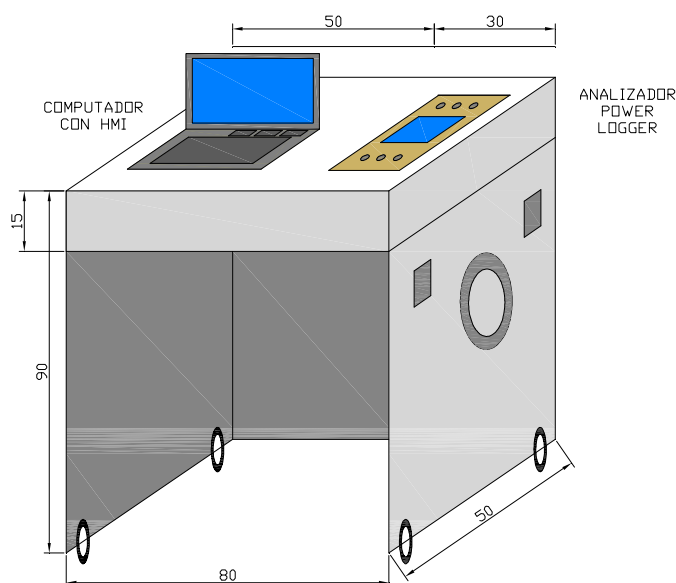


FIGURA 3.53. Módulo móvil.

3.8 PRESENTACIÓN DE PLANOS





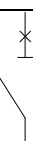
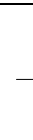
3.8.1 ESQUEMAS ELÉCTRICOS


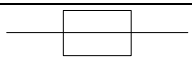



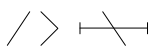





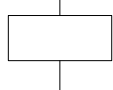
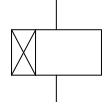
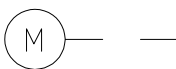

La representación gráfica de los esquemas eléctricos del anexo 3 y de los diagramas de control presentados en la sección 3.2. Se realiza con elementos normalizados, los mismos que para su identificación alfanumérica en los diagramas hacen referencia a la norma IEC 750 (1983), donde se especifican las letras de código para los aparatos eléctricos

La codificación de equipo utilizado en los diagramas eléctricos del nuevo diseño del tablero, se indica en la tabla 3.37:

TABLA 3.37	
LETRA DE CÓDIGO	EQUIPO ELÉCTRICO
A	PLC
F	Dispositivos de Protección
FM	Fusibles de medida
G	Generador
KM	Contactador Principal
KA	Contactador Auxiliar
KT	Temporizador
M	Motor
P	Equipo de Medición
R	Resistencia Variable
S	Pulsador
TC	Transformador Corriente

Los signos gráficos empleados en el diagrama de fuerza se establecen mediante la norma IEC 60617 (2006), su representación está establecida en la tabla 3.38.

Tabla 3.38. Signos gráficos Normas IEC 60617	
	Contacto de apertura.
	Contacto de cierre.
	Contactador (contacto de cierre).
	Contacto de posición de apertura (final de carrera).
	Interruptor de potencia - seccionador con apertura automática.
	Selector de 3 posiciones.

	Mando con pulsador.
	Fusible.
	Efecto Térmico.
	Efecto electromagnético.
	Relé de sobreintensidad instantánea.
	Relé de sobreintensidad con característica de retardo de tiempo inverso.
$m < 3$	Relé de detección de la falta de fase en un sistema trifásico.
	Relé amperimétrico para desequilibrio de corriente entre las fases.
	Relé térmico.
	Conexión de conductores.
	Tierra (signo general).
	Conexión mecánica.
	Bobina de mando (signo general).
	Relé de tiempo on delay.
	Mando motor eléctrico.
	Transformador de corriente.

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE PRESUPUESTO

4.1 LISTA DE PRECIOS EN EL MERCADO LOCAL

Los precios de los equipos eléctricos que cumplen con los requerimientos del proyecto se presentan mediante una proforma en el Anexo 5, en la cual los valores indicados son referenciales, están sujetos a cambios sin previo aviso y no consideran el IVA vigente en el mercado.

Los equipos y fabricantes seleccionados en la cotización de los equipos son:

Interruptores en caja moldeada Tmax Generación T del fabricante ABB, debido a que tienen la mejor relación prestación/dimensión del mercado, permiten acoplar accesorios para informar al operador sobre su estado de funcionamiento y los breakers utilizados para la distribución de potencia tienen incorporados relés electrónicos, para cumplir con las funciones de protección y tomar datos de las magnitudes eléctricas en alterna del sistema.

Para los elementos utilizados en la automatización se determina el PLC AC500 del fabricante ABB, debido a que comparten el mismo protocolo de comunicación de los breakers Tmax con lo cual se tiene acceso a las magnitudes eléctricas del sistema sin la necesidad de acoplar un módulo de comunicación que incrementa el costo del proyecto y hacer más compleja la programación.

Los equipos de protección térmica, maniobra, mando y señalización eléctrica seleccionados en el proyecto corresponden al fabricante Cutler - Hammer, por conveniencia de costo, garantía técnica y disponibilidad en el mercado industrial. Los elementos de medida seleccionados son de diferentes fabricantes, ya que el rango de las magnitudes a medir en el laboratorio no es común en el mercado industrial.

4.2 DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto para implementar el sistema diseñado en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas se presenta a continuación:

Tabla 4.1 Acometida				
Aplicación	Equipo	Cant	Valor Unit.	Valor Total
Alimentador Principal	Breaker T4 320. Relé Electrónico. PR223DS. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 36[kA]. I = 320 [A].	1	963.96	963.96
Alimentador Principal	Mando Motor MOE-E T4 110V AC	1	591.06	591.06
Alimentador Principal	Contacto auxiliar AUX-E-C 1Q 1SY	1	70.92	70.92
Barras de alterna principales	Barras 294 A. (6metros) 1/8" x 1"	5	155.04	775.20
Barras de alterna principales	Multímetro Digital. Alimentación:187-264 Vac. Rango: 0 - 600 V	1	393.30	393.30
Barras de alterna principales	Transformador de Corriente 300/5	3	18.32	54.96
Barras de alterna principales	Supervisor de Voltaje. Alimentación 190-240 Vac. Trifásico. Voltaje de servicio 220V.	1	185.02	185.02
Barras de alterna principales	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38	6	9.32	55.89
Barras de alterna principales	Borneras cable #14. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	15	1.12	16.73
Barras de AC fija	Alambre desnudo duro de cobre No. 2. (2metros).	3	8.10	24.30
Barras de acoplamiento o mesas	Alambre desnudo duro de cobre No. 2. (2metros).	3	8.10	24.30
			SUB 1	3155.65

Tabla 4.2. Rectificador Exafásico				
Detalle	Equipo	Cant	Valor Unit.	Valor Total
Terminales de Entrada	Breaker T4 250. Relé Termomagnético TMD TMA. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 36[kA]. I = 100 [A]	1	282.62	282.62
Terminales de Entrada	Mando Motor MOE 110V AC	1	499.10	499.10
Terminales de Entrada	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Terminales de Entrada	Borneras cable #6. Voltaje Servicio 500V	4	1.96	7.82
Terminales de Salida	Breaker T4 250. Relé Termomagnético TMD TMA. 3 Polos. Ue = 500 dc[V]. Icu = 36[kA]. I = 125 [A]	1	282.62	282.62
Terminales de Salida	Mando Motor MOE 110V AC	1	499.10	499.10
Terminales de Salida	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Terminales de Salida	Borneras cable #1/0. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	3	4.11	12.32
Terminales de Salida	Alambre desnudo duro de cobre No. 2. (2metros).	3	8.10	24.30
Barras de DC fija	Voltímetro DC. Rango: 0 - 125 Vdc	2	140.71	281.43
Barras de DC fija	Amperímetro DC. Rango: 0 - 100 A	2	10.47	20.93
Barras de DC fija	Transductor de voltaje. Entrada 0-125Vdc. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.	2	203.50	406.99
Barras de DC fija	Transductor de corriente. Entrada con shunt. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.	2	203.50	406.99
Barras de DC fija	Shunt (Resistencia Laminada). Corriente 0-100Adc	2	68.24	136.48
Barras de DC fija	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38	12	9.32	111.78
Barras de DC fija	Borneras cable #14. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	16	1.12	17.85
			SUB 2	3034.09

Tabla 4.3. Regulador de Inducción				
Aplicación	Equipo	Cant	Valor Unit.	Valor Total
Terminales Primario	Breaker T4 250. Relé Termomagnético TMD TMA. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 16[kA]. I = 125 [A]	1	282.62	282.62
Terminales Primario	Mando Motor MOE 110V AC	1	499.10	499.10
Terminales Primario	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Terminales Primario	Borneras cable #1/0. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	4	4.11	16.42
Ventilador	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue=690ac[V]. Icu=16[kA]. I = 4 [A]	1	137.26	137.26
Ventilador	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Ventilador	Relé Térmico 1-1.6 A, Clase 20	1	39.94	39.94
Ventilador	Contactador 7A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3	1	25.76	25.76
Ventilador	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	1	19.72	19.72
Ventilador	Borneras cable #12. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	4	1.12	4.46
Motor Regulación	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 16[kA]. I = 1.6 [A]	1	137.26	137.26
Motor Regulación	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Motor Regulación	Relé Térmico 1-1.6 A, Clase 20	1	39.94	39.94
Motor Regulación	Contactador 7A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3	2	25.76	51.52
Motor Regulación	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	2	19.72	39.44
Motor Regulación	Borneras cable #12. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	4	1.12	4.46
Terminales Secundario	Breaker T4 250. Relé Electrónico PR223DS. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 36[kA]. I = 160 [A]	1	941.38	941.38
Terminales Secundario	Mando Motor MOE-E T4 110V AC	1	591.06	591.06
Terminales Secundario	Contacto auxiliar AUX-E-C 1Q 1SY	1	70.92	70.92
Terminales Secundario	Borneras cable #1/0. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	4	4.11	16.42
Terminales Secundario	Alambre desnudo duro de cobre No. 2. (2metros).	3	8.10	24.30
Barras de AC variable	Multímetro Digital. Alimentación:187-264 Vac. Rango: 0 - 600 V	1	393.30	393.30

Barras de AC variable	Transformador de Corriente 100/5	3	14.27	42.81
Barras de AC variable	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38	3	9.32	27.95
Barras de AC variable	Borneras cable #14. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	10	1.12	11.16
			SUB 3	3482.83

Tabla 4.4. Rectificador de Semiconductores				
Aplicación	Equipo	Cant	Valor Unit.	Valor Total
Terminales de Entrada	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 16[kA]. I = 16 [A]	1	137.26	137.26
Terminales de Entrada	Mando solenoide MOS	1	177.41	177.41
Terminales de Entrada	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Terminales de Entrada	Borneras cable #10. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	4	1.15	4.60
Terminales de Salida	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 2 Polos. Ue =500 dc[V]. Icu = 16[kA]. I = 32 [A]	1	137.25	137.25
Terminales de Salida	Mando solenoide MOS	1	177.41	177.41
Terminales de Salida	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Terminales de Salida	Borneras cable #10. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	2	1.15	2.30
Terminales de Salida	Alambre desnudo duro de cobre No. 2. (5metros).	2	20.25	40.50
Barras DC principales	Voltmetro DC. Rango: 0 - 250 Vdc	1	140.71	140.71
Barras DC principales	Amperímetro DC. Rango: 0 - 25 Adc	1	10.47	10.47
Barras DC principales	Transductor de voltaje. Entrada 0-250Vdc. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.	1	203.50	203.50
Barras DC principales	Transductor de corriente. Entrada con shunt. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.	1	203.50	203.50
Barras DC principales	Shunt (Resistencia Laminada). Corriente 0-100Adc	1	68.24	68.24
Barras DC principales	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38	6	9.32	55.89
Barras DC principales	Borneras cable #14. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	8	1.12	8.92
			SUB 4	1411.71

Tabla 4.5. Convertidor Alterna - Continua				
Aplicación	Equipo	Cant	Valor Unit.	Valor Total
Motor 3Φ Inducción	Breaker T4 250. Relé Electrónico PR222MP. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 36[kA]. I = 100 [A]	1	916.92	916.92
Motor 3Φ Inducción	Mando Motor MOE-E T4 110V AC	1	591.06	591.06
Motor 3Φ Inducción	Contacto auxiliar AUX-E-C 1Q 1SY	1	70.92	70.92
Motor 3Φ Inducción	Contactador 40A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3	2	104.83	209.67
Motor 3Φ Inducción	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	2	19.72	39.44
Motor 3Φ Inducción	Contactador 25A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3	1	61.59	61.59
Motor 3Φ Inducción	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	1	19.72	19.72
Motor 3Φ Inducción	Borneras cable #6. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	6	1.96	11.73
Motor 3Φ Inducción	Multímetro Digital. Alimentación:187-264 Vac. Rango: 0 - 600 V	1	393.30	393.30
Motor 3Φ Inducción	Transformador de Corriente 100/5	3	14.27	42.81
Motor 3Φ Inducción	Borneras cable #14. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	10	1.12	11.16
Motor 3Φ Inducción	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38	3	9.32	27.95
Excitación Generador C.C.	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 16[kA]. I = 3.2[A]	1	137.26	137.26
Excitación Generador C.C.	Mando solenoide MOS	1	177.41	177.41
Excitación Generador C.C.	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Excitación Generador C.C.	Amperímetro DC. Rango: 0 - 6 A	1	10.47	10.47
Excitación Generador C.C.	Borneras cable #12. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	6	1.12	6.69
Reóstatos R6	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 16[kA]. I = 1.6[A]	2	137.26	274.51
Reóstatos R6	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	2	21.88	43.76

Reóstatos R6	Relé Térmico 0.24-0.4 A, Clase 20	2	39.94	79.88
Reóstatos R6	Contactador 7A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3	4	25.76	103.04
Reóstatos R6	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	4	19.72	78.88
Reóstatos R6	Borneras cable #12. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	8	1.12	8.92
Terminales de Salida	Breaker T4 250. Relé Termomagnético TMG. 3 Polos. Ue = 500 dc[V]. Icu = 36[kA]. I = 80[A]	1	282.62	282.62
Terminales de Salida	Mando Motor MOE 110V AC	1	499.10	499.10
Terminales de Salida	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Terminales de Salida	Borneras cable #6. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	2	1.96	3.91
Terminales de Salida	Alambre desnudo duro de cobre No. 2. (2metros).	2	8.10	16.20
Barras de DC variable	Voltímetro DC Rango: 0 - 300 V	1	140.71	140.71
Barras de DC variable	Amperímetro DC. Rango: 0 - 100 A	1	10.47	10.47
Barras de DC variable	Transductor de voltaje. Entrada 0-300Vdc. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.	1	203.50	203.50
Barras de DC variable	Transductor de corriente. Entrada con shunt. Output 0-20mA. Alimentación 24Vdc.	1	203.50	203.50
Barras de DC variable	Shunt (Resistencia Laminada). Corriente 0-100Adc	1	68.24	68.24
Barras de DC variable	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38	6	9.32	55.89
Barras de DC variable	Borneras cable #14. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	8	1.12	8.92
			SUB 5	4853.89

Tabla 4.6. Convertidor de Frecuencia				
Aplicación	Equipo	Cant	Valor Unit.	Valor Total
Motor 3Φ Inducción	Breaker T4 250. Relé Electrónico PR222MP. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 36[kA]. I = 160 [A]	1	916.92	916.92
Motor 3Φ Inducción	Mando Motor MOE-E T4 110V AC	1	591.06	591.06
Motor 3Φ Inducción	Contacto auxiliar AUX-E-C 1Q 1SY	1	70.92	70.92
Motor 3Φ Inducción	Contactador 80A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3	2	234.70	469.41

Motor 3Φ Inducción	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	2	19.72	39.44
Motor 3Φ Inducción	Contactador 40A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3	1	104.83	104.83
Motor 3Φ Inducción	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	1	19.72	19.72
Motor 3Φ Inducción	Borneras cable #1/0. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	6	4.11	24.63
Motor 3Φ Inducción	Multímetro Digital. Alimentación:187- 264 Vac. Rango: 0 - 600 V	1	393.30	393.30
Motor 3Φ Inducción	Transformador de Corriente 150/5	3	14.27	42.81
Motor 3Φ Inducción	Borneras cable #14. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	10	1.12	11.16
Motor 3Φ Inducción	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38	3	9.32	27.95
Excitación Motor C.C.	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 500 dc[V]. Icu = 16[kA]. I = 2.5[A]	1	137.26	137.26
Excitación Motor C.C.	Mando solenoide MOS	1	177.41	177.41
Excitación Motor C.C.	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Excitación Motor C.C.	Amperímetro DC. Rango: 0 - 6 A	1	10.47	10.47
Excitación Motor C.C.	Borneras cable #12. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	4	1.15	4.60
Excitación Gen. C.C.	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 500 dc[V]. Icu = 16[kA]. I = 6.3[A]	1	137.26	137.26
Excitación Gen. C.C.	Mando solenoide MOS	1	177.41	177.41
Excitación Gen. C.C.	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Excitación Gen. C.C.	Amperímetro DC. Rango: 0 - 6 A	1	10.47	10.47
Excitación Gen. C.C.	Borneras cable #12. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	6	1.12	6.69
Excitación Gen. Sinc.	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 500 dc[V]. Icu = 16[kA]. I = 10[A]	1	137.26	137.26
Excitación Gen. Sinc.	Mando solenoide MOS	1	177.41	177.41
Excitación Gen. Sinc.	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88

Excitación Gen. Sinc.	Amperímetro DC. Rango: 0 - 6 A	1	10.47	10.47
Excitación Gen. Sinc.	Borneras cable #12. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	6	1.12	6.69
Reóstatos R5	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 16[kA]. I = 1.6[A]	5	137.26	686.29
Reóstatos R5	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	5	21.88	109.40
Reóstatos R5	Relé Térmico 0.24-0.4 A, Clase 20	5	39.94	199.70
Reóstatos R5	Contactador 7A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3	10	25.76	257.60
Reóstatos R5	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	10	19.72	197.20
Reóstatos R5	Borneras cable #12. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	20	1.12	22.31
Ventilador Motor C.C.	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 16[kA]. I = 1.6[A]	1	137.26	137.26
Ventilador Motor C.C.	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Ventilador Motor C.C.	Relé Térmico 1-1.6 A, Clase 20	1	39.94	39.94
Ventilador Motor C.C.	Contactador 7A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3	1	25.76	25.76
Ventilador Motor C.C.	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	1	19.72	19.72
Ventilador Motor C.C.	Borneras cable #12. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	4	1.12	4.46
Ventilador Gen. Sinc.	Breaker T2 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 16[kA]. I = 1.6[A]	1	137.26	137.26
Ventilador Gen. Sinc.	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	1	21.88	21.88
Ventilador Gen. Sinc.	Relé Térmico 1-1.6 A, Clase 20	1	39.94	39.94
Ventilador Gen. Sinc.	Contactador 7A, 3 Polos, Voltaje Bobina 120Vac, Tipo AC3	1	25.76	25.76
Ventilador Gen. Sinc.	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	1	19.72	19.72
Ventilador Gen. Sinc.	Borneras cable #12. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	4	1.12	4.46
Terminales de Salida	Breaker T4 250. Relé Electrónico PR223DS. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 36[kA]. I = 100[A]	1	941.38	941.38

Terminales de Salida	Mando Motor MOE-E T4 110V AC	1	591.06	591.06
Terminales de Salida	Contacto auxiliar AUX-E-C 1Q 1SY	1	70.92	70.92
Terminales de Salida	Borneras cable #6. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	4	1.96	7.82
Terminales de Salida	Alambre desnudo duro de cobre No. 2. (2metros).	3	8.10	24.30
Barras de AC de mag. y f variable	Multímetro Digital. Alimentación:187-264 Vac. Rango: 0 - 600 V	1	393.30	393.30
Barras de AC de mag. y f variable	Transformador de Corriente 250/5	3	18.32	54.96
Barras de AC de mag. y f variable	Fusible 2A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG, 10x38	3	9.32	27.95
Barras de AC de mag. y f variable	Borneras cable #14. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	10	1.12	11.16
			SUB 6	7864.51

Tabla 4.7. Terminales en Mesas de Trabajo

Aplicación	Equipo	Cant	Valor Unit.	Valor Total
Terminales AC FIJA	Breaker T1 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 16[kA]. I = 25[A]	16	72.25	1155.98
Terminales AC FIJA	Mando solenoide MOS	16	177.41	2838.51
Terminales AC FIJA	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	16	21.88	350.06
Terminales AC FIJA	Borneras cable #10. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	64	1.15	73.60
Terminales DC FIJA	Breaker T1 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 500 dc[V]. Icu = 16[kA]. I = 40[A]	16	72.25	1155.98
Terminales DC FIJA	Mando solenoide MOS	16	177.41	2838.51
Terminales DC FIJA	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	16	21.88	350.06
Terminales DC FIJA	Borneras cable #10. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	64	1.15	73.60

Terminales Voltaje a Elegir	Breaker T1 160. Relé Termomagnético TMD. 3 Polos. Ue = 690 ac[V]. Icu = 16[kA]. I = 25[A]	64	72.25	4623.93
Terminales Voltaje a Elegir	Mando solenoide MOS	64	177.41	11354.05
Terminales Voltaje a Elegir	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	64	21.88	1400.23
Terminales Voltaje a Elegir	Borneras cable #10. 600V. Aislamiento Poliamida. Punto de contacto Cu- Al.	256	1.15	294.40
			SUB 7	26508.91

Tabla 4.8. Elementos para control y SCADA

Aplicación	Equipo	Cant	Valor Unit.	Valor Total
PLC para control CPU	Micro CPU 64kB. 24 V DC. Memory Card Slot. 2x RS-232/485 . 1x FBP. Display	1	372.60	372.60
Base PLC para control CPU	CPU Terminal Base AC500. 1x CPU Slot. 1x Coupler Slot. Ethernet RJ45 Connector	1	223.56	223.56
Módulo de ampliación digital	Digital Input Module. 32 DI. 24 V DC. 1-wire	9	353.97	3185.73
Módulo de ampliación digital	Digital Input Module. 32 DO. 24 V DC. 1-wire	9	353.97	3185.73
Base módulo de ampliación digital	Bus-I/O Terminal Unit. 24 V DC. Spring Terminals	18	83.82	1508.78
Módulo de ampliación analógica	Analog Input Module 16AI U/I/PT100 12bit+sign. 2-wire	1	959.43	959.43
MTU computador personal	PROCESADOR 2.00 GHz Intel Core2 Duo DISCO DURO DE 320 GB. MEMORIA RAM 4GB T6 (8GB max) PANTALLA 15,4" High-Definition 4 Universal Serial Bus (USB) 2.0, 4th port shared with eSATA	1	1045.22	1045.22

MTU computador personal	DAQFactory developer y runtime. (hardware key incluida)	1	2598.00	2598.00
HMI Pantalla Tactil	Pantalla tactil para PLC. Con pantalla STN 6" con interface de comunicación. Configurable en modo vertical y horizontal.	1	990.18	990.18
Fuente para PLC y relé electrónico	Fuente 120 VAC / 24VDC, 10A	1	396.51	396.51
++Adquisición datos mesas de trabajo	Multímetro digital con conexión a PC. Funciones: DCI, DCV, ACI, ACV, Frecuencia, periodo, adquirir datos y enviarlos a Word y Excel. Interface USB.	1	995.00	995.00
Maniobra	Selector de posición metálica. 3 posiciones. I-0-II	1	20.54	20.54
Maniobra	Pulsador rojo de hongo 40mm + 1NC con retención	1	26.90	26.90
Maniobra	Bloque de contacto 1NA, 1NC	10	5.62	56.24
Maniobra	Pulsador doble 0-I más portalampara	4	13.94	55.75
Maniobra	Luz indicadora 22 MM Verde 120 - 220 VAC	108	7.10	766.80
Maniobra	Soquet	4	6.36	25.44
Protección Control	Fusible 10A. Voltaje Servicio 500V, Tipo gG	5	9.32	46.58
			SUB 8	16458.98

Tabla 4.9. Elementos para Puesta a Tierra				
Aplicación	Equipo	Cant	Valor Unit.	Valor Total
Puesta a Tierra	Varilla Cooperweld 1.80m	8	7.00	56.00
Puesta a Tierra	Cable Cu desnudo #2 AWG (metro)	80	4.96	396.80
Puesta a Tierra	Suelda Exotérmica	15	14.00	210.00
			SUB 9	662.80

Tabla 4.10. Valor Total	
Descripción	Valor
Acometida	3155.65
Rectificador Exafásico	3034.09
Regulador de Inducción	3482.83
Rectificador de Semiconductores	1411.71
Convertidor Alterna - Continua	4853.89
Convertidor de Frecuencia	7864.51
Terminales en Mesas de Trabajo	26508.91
Elementos para control y SCADA	16458.98
TOTAL MATERIALES TABLERO	66770.55
TOTAL MATERIALES PUESTA A TIERRA	662.80
TOTAL TOL METÁLICO (PUERTAS PANELES 1, 2 y 3)	700
MANO DE OBRA Y CONSTRUCCIÓN TABLERO	20031.17
VALOR TOTAL DEL PROYECTO	88164.52

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ El sistema del laboratorio en su periodo de implementación fue la mejor instalación eléctrica para el desarrollo académico de los estudiantes en la Escuela Politécnica Nacional, sin embargo actualmente posee tecnología antigua que impide la realización de las prácticas del laboratorio cuando se producen errores en su operación. Por consiguiente, el desarrollo que considere un sistema automatizado es esencial para instruir en forma demostrativa la tecnología que se encuentra actualmente en las industrias, complementar prácticamente el conocimiento teórico adquirido en las aulas de clase, desarrollar y defender proyectos de titulación y realizar trabajos para la industria de los departamentos de la facultad.
- ✓ Los equipos en el cuarto de máquinas proporcionan la energía necesaria para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, entonces es imprescindible tener un plan de mantenimiento para los mismos, ya que de esta manera se prolonga su vida útil y se obtiene la operación normal del sistema manteniendo un servicio continuo.
- ✓ El cuarto de máquinas contiene elementos pasivos (reóstatos) y máquinas rotativas que generan parámetros eléctricos variables para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, estos equipos debido a las características constructivas, estructura robusta, aislamiento en buen estado y que su utilización en el laboratorio no es frecuente, permiten seguir siendo utilizados por su disponibilidad, alta potencia instalada y los métodos didácticos que se utilizan para regular los parámetros eléctricos generados.

- ✓ La magnitud de los voltajes de continua que proporcionan los equipos en el cuarto de máquinas no difiere significativamente de la indicada en los datos de placa, debido a que el rectificador de semiconductores no presenta cambios desde su implementación y en el rectificador exafásico los elementos semiconductores cambiados son del mismo material de los originales utilizados en su implementación.
- ✓ El funcionamiento inadecuado de los motores que controlan los parámetros en el cuarto de máquinas corresponde a problemas en su alimentación, la cual se ve afectada por las malas maniobras que realizan los elementos y circuitos de control en el tablero actual.
- ✓ Debido a los múltiples cambios que ha tenido el tablero desde su implementación hasta la actualidad, su funcionamiento no permite la visualización adecuada de cualquier contingencia en el laboratorio, poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios y la de los equipos al no identificar las protecciones activadas ni los alimentadores que estarían cortocircuitados.
- ✓ Varios circuitos de control están deshabilitados en el tablero actual, el mismo que utiliza elementos de tecnología antigua e insegura donde los múltiples puntos de conexión equivalen a riesgos de falla, estos motivos determinan que el tablero no preste una atención adecuada para el laboratorio, ya que no tiene el control total del sistema y establece los parámetros generados en forma manual e inexacta para la realización de las prácticas.
- ✓ Los cables multifilares que conectan el cuarto de máquinas con el tablero pueden ser reutilizados en el nuevo proyecto, debido a que su resistencia de aislamiento se encuentra en rangos normalizados, su disposición en los canales del laboratorio es organizada y su capacidad permite abastecer los equipos actuales del laboratorio y los considerados en el proyecto de expansión.

- ✓ Debido a que el laboratorio no tiene instalado un sistema de puesta a tierra y que el proyecto contempla la utilización de elementos eléctricos y electrónicos, es indispensable considerar este sistema para brindar seguridad a las personas que acuden al laboratorio y a los equipos por la alta inversión que representan.
- ✓ El sistema de puesta a tierra propuesto en el proyecto se ha diseñado para mejorar la instalación eléctrica en el laboratorio, permitiendo obtener un camino de evacuación a tierra para corrientes de falla y establecer un potencial de referencia para las máquinas eléctricas en condiciones normales de operación, cabe señalar que el sistema actual no posee estas características por tanto es indispensable la implementación del mismo.
- ✓ Los diagramas de fuerza y control diseñados permiten tener un servicio continuo del laboratorio de máquinas eléctricas, proponiendo alternativas de operación de los equipos en forma manual o bajo un sistema de control automatizado, con el fin de contar con los servicios del laboratorio para un periodo de tiempo mayor al del sistema actual.
- ✓ El sistema de lazo cerrado diseñado para el laboratorio permitirá obtener la supervisión total del sistema, localizando en forma selectiva la activación de los relés de protección, para que los usuarios restablezcan rápidamente el equipo a su estado original y puedan continuar con las labores en el laboratorio.
- ✓ Mediante un sistema SCADA se brindará una respuesta adecuada a los requerimientos actuales y futuros del laboratorio, operando automáticamente los equipos en el cuarto de máquinas, reduciendo el riesgo de fallos en éstos, estableciendo eficiencia en el mantenimiento de los mismos y determinando un sistema altamente confiable que no impida la realización de las prácticas en el laboratorio.

- ✓ El control automatizado propuesto en el diseño permite controlar el sistema localmente en el tablero utilizando un panel táctil y a distancia desde las mesas de trabajo mediante un módulo móvil, dando más dinámica al laboratorio para realizar varias prácticas simultáneamente.
- ✓ Utilizar un sistema híbrido para controlar el laboratorio restaría servicios y ventajas que por separado poseen los sistemas de control manual y automatizado. Por tanto, en el nuevo diseño se considera la utilización de los dos sistemas de control que operen en forma independiente. El control automatizado con los beneficios que un SCADA ofrece para el laboratorio y el control manual como respaldo ante una contingencia de los elementos electrónicos del sistema de control automatizado.
- ✓ La utilización de la HMI para registrar las alarmas del sistema permitirá el procesamiento adecuado de las mismas, ya que el Jefe de Laboratorio al determinar el horario y los usuarios identificaría la sesión de laboratorio y los equipos que resultaron afectados por operaciones no adecuadas, estableciendo un mantenimiento preventivo que evite el reemplazo de los equipos afectados.
- ✓ La adquisición de datos de la energía generada por las aplicaciones en el laboratorio se podría utilizar en forma estadística para establecer el desarrollo de la demanda de estudiantes y simultáneamente realizar planes de expansión donde se implementen nuevos equipos para el laboratorio.
- ✓ Un sistema de adquisición de datos en el laboratorio permitirá recopilar información de los parámetros eléctricos en las mesas de trabajo y de los generados en el cuarto de máquinas, poniéndola a disposición del operador y permitiendo su procesamiento para realizar estudios de calidad de energía guiados a un pensum académico o al desarrollo de tecnología.

- ✓ El tratamiento digital de la información propuesto es viable para estudios de ingeniería en el laboratorio, debido a que se propone la transferencia de datos hacia otras aplicaciones Windows, para el almacenamiento de la información o su procesamiento mediante modelos matemáticos.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Para precautelar la seguridad de las personas que realicen el mantenimiento del tablero actual, se debe utilizar como referencia los planos adjuntos al proyecto, ya que varios elementos de control permanecen energizados al apagar el mando del tablero.
- ✓ Desarrollar periódicamente un mantenimiento preventivo y predictivo ayudará a prolongar la vida útil de los equipos en el laboratorio, debido a que se evitaría el eventual daño de las máquinas y se establecería un desempeño adecuado de las mismas.
- ✓ Los canales tablero – cuarto de máquinas y tablero - mesas de trabajo no han tenido mantenimiento, por tanto la limpieza de los mismos y el cambio de sus tapas superiores es imprescindible para evitar daños en el aislamiento eléctrico de los cables.
- ✓ En la implementación del sistema diseñado se debe considerar la etapa de construcción del proyecto y la etapa de pruebas, con el objeto de determinar correcciones en la parte constructiva y ejecutar un sistema SCADA confiable para el laboratorio.
- ✓ El laboratorio tiene el espacio físico necesario como para abastecer hasta 20 mesas de trabajo, por tanto los elementos de control y fuerza que se consideren en la implementación deberán permitir el acoplamiento de nuevas mesas de trabajo y nuevos equipos al laboratorio.
- ✓ Debido a que las máquinas en las prácticas de laboratorio no trabajan a plena carga y las máquinas consideradas en el proyecto de expansión no exceden el 1HP de potencia, se recomienda la reutilización de los alimentadores que energizan los terminales en las mesas de trabajo.

- ✓ Para la implementación de la puesta a tierra del laboratorio, se debe seguir las especificaciones indicadas en el proyecto, puesto que se garantiza la operación correcta de los equipos, los datos transferidos por equipos electrónicos no se ven alterados y principalmente se brinda seguridad a las personas en el laboratorio.
- ✓ Una vez implementado el sistema de puesta a tierra se recomienda realizar periódicamente trabajos de inspección y mantenimiento en el mismo, con el fin de garantizar la seguridad de las personas y de los equipos en el laboratorio de máquinas eléctricas.
- ✓ La tecnología utilizada en el control del tablero actual del laboratorio está obsoleta, por tanto se sugiere el reemplazo de este tipo de control y la utilización de nueva tecnología, donde un sistema automatizado puede ser controlado informáticamente brindando seguridad a las personas y equipos en el laboratorio.
- ✓ En el proyecto se especifican las características técnicas de los equipos que se utilizarán en el sistema automatizado, sin embargo se debe considerar en la implementación que los equipos seleccionados cumplan con estándares de calidad para obtener un sistema SCADA confiable en el laboratorio.
- ✓ Debido a que las estructuras metálicas de los paneles del tablero actual presentan dimensiones y características adecuadas para la ubicación de equipos, se sugiere la reutilización de las mismas con el fin de disminuir el costo total del proyecto.
- ✓ Para la implementación de un nuevo sistema en el laboratorio de máquinas eléctricas se recomienda utilizar el diseño propuesto, debido a que si ocurre una contingencia y los dispositivos electrónicos de control se dañan, el sistema de respaldo que se operaría manualmente permitirá generar los diferentes tipos de energía desde el cuarto de máquinas, sin suspender la realización de prácticas en el laboratorio.

- ✓ Para el laboratorio de máquinas eléctricas se debe establecer en el diseño de control un horario de funcionamiento, ya que la energización de los equipos en el cuarto de máquinas en días no laborables, determina un consumo ineficiente de energía y disminuye la vida útil de los equipos.
- ✓ Para implementar el sistema propuesto se sugiere adquirir equipos de automatización del mismo fabricante, sin embargo si en la implementación se adquieren equipos de diferentes marcas estos deberán funcionar bajo un protocolo común permitiendo el control, monitoreo y adquisición de datos adecuado para estudios de investigación en el laboratorio.
- ✓ Para la realización del circuito de control en el sistema a implementarse se debe seguir puntualmente los diagramas de bloque de la sección 3.2, debido a que están considerados los principios de funcionamiento de las máquinas y se establece un proceso para que los terminales de voltaje a elegir en las mesas de trabajo no reciban más de una señal simultáneamente.
- ✓ Se recomienda la implementación del sistema de adquisición de datos propuesto para el laboratorio, ya que se tendría la capacidad de realizar estudios relacionando la calidad de energía con el comportamiento de las máquinas eléctricas, ayudando al desarrollo profesional de los estudiantes.
- ✓ El SCADA diseñado para el laboratorio permite la recopilación de información en un sistema eléctrico, sin embargo la calidad del estudio que se realice con estos datos dependerá de los usuarios, por tanto se recomienda realizar un proyecto para desarrollar aplicaciones que trabajen con los datos adquiridos, estableciendo los parámetros eléctricos de las máquinas, evaluando el comportamiento ante un evento planificado y determinando gráficamente sus características.

- ✓ Se recomienda mantener la configuración de las ventanas interactivas propuestas en la HMI del proyecto, debido a que el sistema en el laboratorio se representa en forma gráfica y se permite el acceso a las funciones de control, supervisión y adquisición de datos del sistema.
- ✓ Cuando el sistema planteado se esté utilizando en el laboratorio, las señales de alarma que se desplieguen en la HMI deberán ser atendidas inmediatamente por el operador, ya que la solución rápida de problemas no permitirá que los equipos entren en funcionamiento crítico donde su vida útil resulte afectada.
- ✓ Para determinar un diagnóstico adecuado de las máquinas eléctricas empleando el sistema SCADA propuesto, los datos adquiridos se deberán tratar en forma estadística, evaluando mediante mediciones periódicas el comportamiento de las máquinas y proponiendo el mantenimiento que requieran las mismas.
- ✓ Debido a que el sistema SCADA permite la adquisición de datos en tiempo real, se recomienda realizar un plan de estudio para renovar y actualizar las hojas guías con el objetivo de incluir la interpretación de resultados por parte de los estudiantes.
- ✓ Además de implementar el sistema diseñado en el proyecto se recomienda considerar las máquinas propuestas en el estudio de actualización del laboratorio, para crear un entorno de investigación experimental donde se puedan plantear soluciones a los problemas que estos equipos enfrentan en un sistema eléctrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] FITZGERALD, A.E., “Electric Machinery”, Third Edition, McGraw-Hill, New York, 1971.
- [2] NFPA70™, “National Electrical Code”, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2006.
- [3] TAPIA, Luis, “Operación de Subestaciones”, Quito 2005.
- [4] FREILE, Pedro, “Apuntes de clase – Instalaciones Industriales”, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2007
- [5] ANGULO, Pablo. MOLINA, Jorge, “Diagramas de Control Industrial”, Facultad de Ingeniería Eléctrica. 1985.
- [6] ENCICLOPEDIA CEAC DE ELECTRICIDAD. “Máquinas Motrices Generadores de Energía Eléctrica”, Quinta Edición, Ediciones CEAC, S.A. España. 1984.
- [7] VILORA, Roldán J. “Motores Eléctricos Aplicación Industrial”, Segunda Edición. Editorial Paraninfo, Madrid, 1996.
- [8] ABB SACE, “Tmax. Generation T. Interruptores Automáticos en caja moldeada de baja tensión hasta 1600A”, L.V. Breakers, Italia. Octubre 2006.
- [9] ABB, “AC500 – PLCs modulares y adaptables para una automatización a medida”, Barcelona. Enero 2008.
- [10] CUTLER HAMMER & HAGER, “Catálogo general”, ELECTROMAR, Mayo 2001.

- [11] CORTES CHERTA, Manuel, "Curso moderno de máquinas eléctricas rotativas", Reverte, 2008.

- [12] SPURGEON, Charles E. BALCELLS, Josep. BALCELLS SENDRA Josep. ROMERAL José Luis, "Autómatas programables", Marcombo, 1997.

- [13] SIEMENS, ""Catalogo IK PI Industrial Communication and Field Devices", Octubre 2000.

- [14] SIEMENS, "Catálogo general", Tomo 1, 1971/1972.

- [15] SIEMENS, "Catálogo general", Tomo 2, 1971/1972.

- [16] KENDALL, Julie E. NUÑEZ RAMOS, Antonio. "Análisis y diseño de sistemas", Pearson Educación, 2005.

- [17] HARPER ENRIQUEZ, Gilberto, "Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales", Editorial Limusa, 2005.

- [18] COLE DIDACTICUM CIA. LTDA, "Catalogo de Sistemas Didácticos", Marzo 2009.

- [19] ZBAR, PaulB. "Basic Electricity", Tercera Edición, Mc-GRAW-HILL, Inc. Estados Unidos.1966.


ANEXO 1

LEVANTAMIENTO DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

CASA DE MÁQUINAS

PANEL 2

RECTIFICADOR EXAFÁSICO DE ONDA COMPLETA

	SIEMENS SCHUCKERTWERKE AG			
	Halbleitergleichrichter Nr.		643/2518	
	Type	GL3-D 115+115/100W-S-643		
	Aufnahme	D220 V	68 A	60 Hz
	Abgabe	2 x115 V	100 A	
	Belast. Art.	Wid	kuhlg	L

Estado: Operación Normal

PANEL 3

REGULADOR DE INDUCCION




Regulador doble inducción	Tipo RT+RT 1372	DDT / Sp
Nº N790356/357	VDE 0532	Clase Prot. P00
Clase de Aislamiento A	60 c/s	Clase Refrig F
Potencia propia nominal 2 x 25 kVA	cos φ = 0.8	
Potencia nominal de paso 88 kVA	permanente	
Tensión nominal primario 220 V sec. $\pm 2 \times 143 / \sqrt{3}$ V		
Intensidad nom. Primario	2 x 88 A	sec 100 A

U	V	W	Grupo de Conexión Y0	Z	Y	X
Entrada 220V Salida 0...506V						


Estado: Operación Normal

VENTILADOR DEL REGULADOR

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Ventilador:</td> <td style="width: 25%;">Tipo L328</td> <td style="width: 25%;">No. N</td> <td style="width: 25%;">901791</td> </tr> <tr> <td>Motor:</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Tipo R19 - 2E5</td> </tr> <tr> <td>0.55 kW</td> <td>220 / 380</td> <td>$\Delta / Y V$</td> <td>60 p/s</td> </tr> <tr> <td>2.35 / 1.35</td> <td>A</td> <td>3370</td> <td>rpm</td> </tr> </table>	Ventilador:	Tipo L328	No. N	901791	Motor:	Tipo R19 - 2E5			0.55 kW	220 / 380	$\Delta / Y V$	60 p/s	2.35 / 1.35	A	3370	rpm
Ventilador:	Tipo L328	No. N	901791														
Motor:	Tipo R19 - 2E5																
0.55 kW	220 / 380	$\Delta / Y V$	60 p/s														
2.35 / 1.35	A	3370	rpm														

Estado: Operación Normal


MOTOR DE REGULACION DE VOLTAJE

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">CT Motor</td> <td style="width: 25%;">OR 226-4</td> <td style="width: 25%;">No. E</td> <td style="width: 25%;">1138907</td> </tr> <tr> <td>220 / 380</td> <td>$\Delta / Y V$</td> <td>1.1 / 0.65</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>0,25</td> <td>kW</td> <td>cos φ</td> <td>0,86</td> </tr> <tr> <td>1620</td> <td>rev / min</td> <td>60</td> <td>per/seg</td> </tr> </table>	CT Motor	OR 226-4	No. E	1138907	220 / 380	$\Delta / Y V$	1.1 / 0.65	A	0,25	kW	cos φ	0,86	1620	rev / min	60	per/seg
CT Motor	OR 226-4	No. E	1138907														
220 / 380	$\Delta / Y V$	1.1 / 0.65	A														
0,25	kW	cos φ	0,86														
1620	rev / min	60	per/seg														

Estado: Operación Normal

PANEL 4

RECTIFICADOR DE SEMICONDUCTORES

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4">Rectificador Semiconductor</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Tipo G 68 - D 115 + 115 / 25 W - 2</td> </tr> <tr> <td style="width: 25%;">3 x 220</td> <td style="width: 25%;">V ~</td> <td style="width: 25%;">50 - 60</td> <td style="width: 25%;">c/s</td> </tr> <tr> <td>115+115</td> <td>V -</td> <td>25</td> <td>A -</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Clase de carga resistiva</td> </tr> </table>	Rectificador Semiconductor				Tipo G 68 - D 115 + 115 / 25 W - 2				3 x 220	V ~	50 - 60	c/s	115+115	V -	25	A -	Clase de carga resistiva			
Rectificador Semiconductor																					
Tipo G 68 - D 115 + 115 / 25 W - 2																					
3 x 220	V ~	50 - 60	c/s																		
115+115	V -	25	A -																		
Clase de carga resistiva																					

Estado: Operación Normal

PANEL 5
MOTOR 3Φ DE INDUCCIÓN



Motor Trifásico		Tipo R 1426 - 4		B3	P22
DIN Tamaño Constr 180L		Nº N 825837			
Cl. Aislam. E		VDE 0530		60 c/s	
V	Δ	A	kW	cos φ	rpm
220		120	36	0.87	1755
Rotor en jaula (KL 13) Refrigeración 30°C					

Estado: Operación Normal

GENERADOR DE CORRIENTE CONTÍNUA



Tipo G 1592 - 4		B3	P22
Generador C.C.	No. N 616993	VDE 0530	
Cl. Aislam:	Polo pral. E	Polo aux. B	Induc. B
V	A	rpm	kW
75	117	1755	8.8
245	115	1755	28.2
390	72	1755	28.0
Excit. Separada 178 ... 24 V		4.4 0.4 A	
3000m. Sobre el nivel del mar		Refrigeración 30°C	

Estado: Operación Normal

MOTOR DE CORRIENTE CONTÍNUA



Tipo QG 1292 - 4		B3	P22
Motor C. C.	No. N 617366	VDE 0530	
Cl. Aislam:	Polo pral. E	Polo aux. B	Induc. B
V	A	rpm	kW
75	117	450	6.5
245	115	1800	25
390	72	3000	25
Excit. Separada		190 V	1.8 A
Ventilación Separada		0.155 m ³ /s	
3000m. Sobre el nivel del mar		Refrigeración 30°C	

Estado: Operación Normal


GENERADOR SINCRÓNICO



Tipo QF 1292 - 4			B3	P22	
Altern. Trifásico	No. N 790787		1964		
Cl. Aislam: E	Refrig. 30°C		15 / 60 / 100 p / s		
V	Y	A	kVA	cos φ	rpm
57		70	7	0.8	450
230		70	28	0.8	1800
385		42	28	0.8	3000
100 / 60 V			8 / 5 A		
Ventilación Separada			0.145 m ³ /s		
3000m. Sobre el nivel del mar			26 mm. Cda		


Estado: Operación Normal

VENTILADOR DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTÍNUA

	Ventilador Tipo L 258		No. N901794	
	Motor Tipo R 8.9 - 2E4			
	0.22 kW	220 / 380	$\Delta / Y V$	60 p/s
	1.17 / 0.68 A		3400 rpm	

Estado: Operación Normal


VENTILADOR DEL GENERADOR SINCRÓNICO

	Ventilador Tipo L 258		No. N91792	
	Motor Tipo R 8.9 - 2E4			
	0.22 kW	220 / 380	$\Delta / Y V$	60 p/s
	1.17 / 0.68 A		3400 rpm	

Estado: Operación Normal


REOSTATO – CAMPO GENERADOR DE CORRIENTE CONTÍNUA

R5.1

	Tipo	K374 - 6M	VDE 0660
	No.	N 479748	kW
	6.3 + 4 / 320 Ω		
	220 V		5.2 A

Estado: Operación Normal

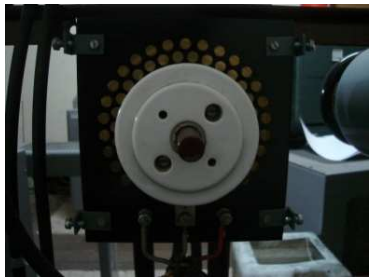
R5.2

	Tipo	K374 -10M	VDE 0660
	No.	N 479750	kW
	367 + 7.5/2 Ω		
	220 V		0.6 - 3.1 A

Estado: Operación Normal


REOSTATO – CAMPO MOTOR DE CORRIENTE CONTÍNUA

R 5.3

	Tipo	K374 - 3M	VDE 0660
	No.	N 479744	kW
	1.52 / 11.5 Ω		
	220 V	8.7 A	

Estado: Operación Normal


R 5.4

	Tipo	K374 -14M	VDE 0660
	No.	N 479742	kW
	43.5 + 15 Ω		
	220 V	3.4 - 8.7 A	

Estado: Operación Normal

REOSTATO – CAMPO GENERADOR SINCRÓNICO

R 5.5

	Tipo	K374 - 3M	VDE 0660
	No.	N 480632	kW
	46 + 22 Ω		
	220 V	1.5 - 1.8 A	

Estado: Operación Normal

PANEL 6

MOTOR 3Φ DE INDUCCIÓN



Motor Trifásico		Tipo R 1226 - 4		B3	P22
DIN Tamaño Constr 160 L		Nº N 855396		3000m. snm	
Cl. Aislam. E		VDE 0530			60 p/s
V	Δ	A	kW	cos φ	rpm
220		79	22.2	0.84	1745
Rotor en jaula (KL 13) Refrigeración 30°C					

Estado: Operación Normal

GENERADOR DE CORRIENTE CONTÍNUA




Tipo G 1092 - 4		B3	P22
Generador C.C.	No. N 617197	VDE 0530	
Cl. Aislam:	Polo pral. E	Polo aux. B	Induc. B
V	A	rpm	kW
300	63	1745	19
Excit. Separada		186 V	2.4 A
3000m. Sobre el nivel del mar		Refrigeración 30°C	

Estado: Operación Normal


REOSTATOS – CAMPO DE GENERADOR DE CORRIENTE CONTÍNUA

R6.1

	Tipo	K374 - 6M	VDE 0660
	No.	N 479752	kW
	13 + 5 / 330 Ω		
	220 V		3.1 A


Estado: Operación Normal

R6.2

	Tipo	K374 -10M	VDE 0660
	No.	N 479746	kW
	200 + 2/1 Ω		
	220 V		1.1 - 5.6 A

Estado: Operación Normal

MOTOR PARA REOSTATOS – CAMPO

	G/E - Mot.		A3240E
	G/E 220 V	0.35 A	W
	4500 U/min		50 hz
	No.	E 1820??	

Estado: Operación Normal

MESAS DE TRABAJO




Estado: Operación Normal

Los elementos del tablero de la mesa de trabajo se encuentran definidos en los planos del Anexo 2, donde se enumeran los elementos que se encuentran habilitados:


1. Interruptores Tripolares
2. Borneras de Fuerza
3. Tomacorriente doble
4. Disyuntor 6A

MESA 1: GENERADOR CORRIENTE CONTÍNUA

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	16	Ex	110 V
	V	110	A	18	Tm	1800 rpm
	CV	2	W	-	η	-
	Excitación Independiente					


Estado: Operación Normal

MESA 1: MOTOR CORRIENTE CONTÍNUA

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	1	Ex	110 V
	V	110	A	28	Tm	1800 rpm
	CV	3,5	W	-	η	-
	Motor CPD					


Estado: Operación Normal

MESA 2: MOTOR REPULSIÓN

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	9	~	60 V
	V	220	A	3,15	Tmin	1800 rpm
	CV	0,3	ph	1	cosφ	0,7
	VA	-	η	35%		


Estado: Operación Normal

MESA 3: GENERADOR CORRIENTE ALTERNA

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	2	~	60 V
	V	220	A	7,25	Tmin	1800 rpm
	CV	-	ph	3	cosφ	0,8
	VA	2750	η	-		
Excitación 110 V 2.5 A						

Estado: Operación Normal

MESA 3: MOTOR 3Φ DE INDUCCIÓN

	CETEL Bruxelles			
	Type	S611	Nº	19
	Elektra - Faurndau			
	Mot. Type	DNR2.5	Nº	95761
	220 / 380	V	9.9 - 13.5/5.7 - 7.8	A
	0.85 - 3.3	kW	0.49 - 0.95	cos φ
	675 - 2500	U / min	60	pcr / s

Estado: Operación Normal

MESA 4: GENERADOR CORRIENTE ALTERNA



SIEMENS					
Mot	Gen 1FA9064-4WV90-Z			Tamaño	-
Nº E	62949901001			Forma	B3
230	V	A	8,7	-	
3,5	kW	cos φ	0,8	-	
1800	r/min	Hz.	60	Cl. Aisl.	B
Uerr	110 V	Rot.	-	P	21
frecuencia variable de 25 - 70 Hz					

Estado: Operación Normal

MESA 4: MOTOR 3Φ DE INDUCCIÓN



SIEMENS					
Type	IKD 1205-4 BB60				
Motor Trifásico			Nº D	67514569/01	
V	A	kW	Servicio	cos φ	rpm
220Δ	18	4,1	-	-	2100
-	10	1,45	-	-	1750
Estat.	III	67 V	23 A	60per/seg	
C. Aisl.	E	P	22		
VDE 530 / 1966		T. Amb.	24°C		
Servicio máx. 2800m s.n.m.					

Estado: Operación Normal


MESA 5: GENERADOR CORRIENTE CONTÍNUA



CETEL Bruxelles					
Type	S611	Nº	3	Ex	110 V
V	110	A	18,2	Tm	1800 rpm
CV	-	W	2000	η	-
DYN CPD					


Estado: Operación Normal

MESA 5: MOTOR CORRIENTE CONTÍNUA

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	2	Ex	110 V
	V	110	A	28	Tm	1800 rpm
	CV	3,5	W	-	η	-
Motor CPD						


Estado: Operación Normal

MESA 7: GENERADOR CORRIENTE CONTÍNUA

	RELIANCE			
	IDENTIFICATION Nº		456522 - KY	
	TYPE	T	FR	R56H
	kW	1 / 3	RPM	1725
	V	115		
	A	1		
	SEP. EXC.	12.5 V		
	FIELD AMPS.	0,44		
	WDG. TYPE	CPD		
	INSUL CLASS	B		
	MAX. T. AMB.	40°C		
	TIME RATING	CONT.		
	DC Generator			


Estado: Operación Normal

MESA 7: MOTOR CORRIENTE CONTÍNUA

	RELIANCE			
	IDENTIFICATION Nº		437698 - QC	
	TYPE	T	FR	P56H
	HP	1 / 3	RPM	1725
	V	115		
	A	3,4		
	SEP. EXC.	115 V		
	FIELD AMPS.	0,4		
	WDG. TYPE	CPD		
	INSUL CLASS	B		
	TIME RATING	CONT.		
	E54825 Motor			


Estado: Operación Normal

MESA 8: GENERADOR CORRIENTE ALTERNA

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	16	Ex	60
	V	220/380	A	11 / 6.5	Tm	1800 rpm
	CV	4	W	3	η	-


Estado: Operación Normal

MESA 8: MOTOR CORRIENTE CONTÍNUA

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	16	Ex	110 V
	V	110	A	18,2	Tm	1800 rpm
	CV	-	W	2000	η	-
EX Indep.						


Estado: Operación Normal

MESA 8: GENERADOR CORRIENTE CONTÍNUA

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	16	Ex	110 V
	V	110	A	1,8	Tm	1800 rpm
	CV	-	W	200	η	-
DYN SHUNT						


Estado: Operación Normal

MESA 9: MOTOR 3Φ DE INDUCCIÓN

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	20	Ex	60
	V	220/380	A	14 / 8.1	Tm	3450 rpm
	CV	5	W	3	η	-


Estado: Operación Normal

MESA 10: MOTOR CORRIENTE CONTÍNUA

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	1	Ex	110 V
	V	110	A	18,2	Tm	1800 rpm
	CV	-	W	2000	η	-
	DYN CPD					


Estado: Operación Normal

MESA 10: DINAMOMETRO

	MAWSDLEY'S			
	DC DYNAMOMETER No.		60 R 9419	
	TO B.S.S.	2613 / 70	INSULCLASS	P
	ENCL	5P	RATING	CONT
	SHUNT	Generator		
	VOLTS	110	AMP	48
	Kw	-	RPM	2000/3500
	TO ABSORB	5 kW		
	TORQUE ARM RADIUS			250 M/M


Estado: Operación Normal

MESA 10: GENERADOR TACOMETRICO

	MAWSDLEY'S	
	TACHO - GENERATOR	
	NUMBER	6T G
	V/1000 RPM	21
	A	0,35


Estado: Operación Normal

MESA 11: GENERADOR CORRIENTE CONTÍNUA

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	4	Ex	110 V
	V	110	A	22,7	Tm	1800 rpm
	CV	-	W	2500	η	-
	2KG. 1800Tp / MIN = 1°C					


Estado: Fuera de Operación

MESA 11: MOTOR 3Φ DE INDUCCIÓN

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	17	~	60 V
	V	220/380	A	7 / 4.04	Tmin	1800 rpm
	CV	2	ph	3	cosφ	-
	VA	-	η	-		
ROT - 130 V - EX R POL - 110V						


Estado: Operación Normal

MESA 12: MÁQUINA DE CORRIENTE CONTÍNUA

	Hampden					
	Corriente Directa					
	Type	DYN - 100				
	V	125	A	3,5	HP	1 / 3
	Winding	COMPOUND		DUTY		
RPM	1725		Crise			


Estado: Operación Normal

MESA 15: MOTOR 3Φ DE INDUCCIÓN

	CETEL Bruxelles					
	Type	S611	Nº	3	~	60 V
	V	220/380	A	16.3/9.55	Tmin	1740 rpm
	CV	5,5	ph	3	cosφ	0,8
	VA	-	η	-		


Estado: Operación Normal

MESA 15: DINAMOMETRO

	MAWSDLEY'S			
	DC DYNAMOMETER No.		60 R 9420	
	TO B.S.S.	2613 / 70	INSULCLASS	P
	ENCL		RATING	CONT
	SHUNT	Generator		
	VOLTS	110	AMP	40
	kW	-	RPM	2000/3600
	TO ABSORB	5 kW		
	EXC. VOLT. (IF SEP EXC)			110

Estado: Fuera de Operación por Falta de Tornillos

MESA 15: GENERADOR TACOMÉTRICO

	MAWSDLEY'S	
	TACHO - GENERATOR	
	NUMBER	6T G
	V/1000 RPM	21
	A	0,35

Estado: Operación Normal

MODULOS DE MOTORES



Hampden					
Corriente Alterna					
Type	WRM-100			No.	N
V	208	A	1,7	HP	1 / 3
PH	3	CYC	60	RPM	1750
CODE	-	DUTY	CONT.	CRise	-



3~ Motor ILA3 082-4YC60		
SIEMENS	1.0 / 0.75 HP / kW	FS 1.0
B6080	Form. Cons. IMB3	S1
IP44	220 YY - 440 Y V	Cl. Aisl. F
9.1 kg.	3.5 - 1.75 A	60 Hz
IEC34	cos φ = 0.86	1670 rpm



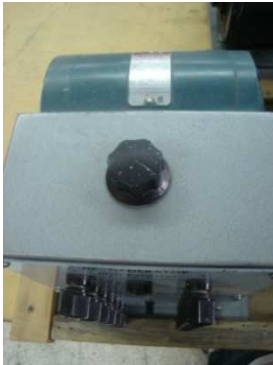
RELIANCE			
IDENTIFICATION N°		437698 - QC	
TYPE	T	FR	P56H
HP	1 / 3	RPM	1725
V	115		
A	3,4		
SEP. EXC.	115 V		
FIELD AMPS.	4		
WDG. TYPE	CPD		
INSUL CLASS	B		
MAX. T. AMB.	40°C		
TIME RATING	CONT.		
E54825 Motor			



Hampden					
Corriente Alterna					
Type	SM-100			No.	N
V	208	A	0,3	HP	1 kW
PH	3	CYC	60	RPM	1800
CODE	-	DUTY	CONT.	CRise	-



RELIANCE			
IDENTIFICATION N°		438277-7B	
TYPE	P	K56	PH 3
kW	1 / 3	Hz	60
RPM	1725		
VOLTS	208		
AMP	2,4		
MAX. T. AMB.	40°C		
TIME RATING	CONT		
INSUL CLASS	A		



RELIANCE			
IDENTIFICATION N°		456522-KY	
TYPE	T	FR	P56H
kW	1 / 8	RPM	1725
V	125		
A	1		
SEP. EXC.	125 V		
FIELD AMPS.	0,44		
WDG. TYPE	CPD		
INSUL. CLASS	B		
MAX. T. AMB.	40°C		
TIME RATING	CONT.		
DC GENERATOR			



Hampden					
Corriente Directa					
Type	DM - 100				
V	125	A	3,5	HP	1 / 3
Winding	COMPOUND		DUTY		
RPM	1725		°Crise		



Hampden					
Corriente Directa					
Type	DM - 100				
V	125	A	3,5	HP	1 / 3
Winding	COMPOUND		DUTY		
RPM	1725		°Crise		



Hampden					
Corriente Alterna					
Type	SM-100			No.	N
V	208	A	0,3	HP	1kW
PH	3	CYC	60	RPM	1800
CODE	-	DUTY	CONT.	°Crise	-





RELIANCE			
IDENTIFICATION N°		438277-7B	
TYPE	T	K56	PH 3
kW	1 / 3	Hz	60
RPM	1725		
VOLTS	208		
AMP	2,4		
MAX. T. AMB.	40°C		
TIME RATING	CONT		
INSUL CLASS	A		
CODE	M		


Estado: Operación Normal


TABLERO ELÉCTRICO

PANEL 1

INSTRUMENTOS DE MEDIDA		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	<p>Amperímetros de corriente alterna.</p> <p>Escala: 0 – 150 A</p>	<p>1g1, 1g2, 1g3.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>


BARRAS DE FUERZA AC		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	<p>Barras para corriente alterna.</p> <p>Dimensiones: 30 x 5 mm</p> <p>Capacidad: 400 A</p>	<p>Estado: Operación Normal</p>


INTERRUPTOR AUTOMÁTICO																						
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO																				
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Hitachi Ltd.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Breaker F-30B 3P</td> </tr> <tr> <td colspan="2">AC 600V</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Amb. Temp. 40°C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interrup. Cap.</td> </tr> <tr> <td>AC 240V</td> <td>2.5 kA</td> </tr> <tr> <td>AC 415V</td> <td>2.5 kA</td> </tr> <tr> <td>AC 480V</td> <td>2.5 kA</td> </tr> <tr> <td>AC 600V</td> <td>1.5 kA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">MFG No. F30B30</td> </tr> </table>	Hitachi Ltd.		Breaker F-30B 3P		AC 600V		Amb. Temp. 40°C		Interrup. Cap.		AC 240V	2.5 kA	AC 415V	2.5 kA	AC 480V	2.5 kA	AC 600V	1.5 kA	MFG No. F30B30		<p>1e1, 1e2, 1e3, 1e4, 1e5, 1e6, 1e7, 1e8, 1e9, 1e10, 1e11, 1e12, 1e13, 1e14, 1e15, 1e16, 1e17, 1e18, 1e19.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Hitachi Ltd.																						
Breaker F-30B 3P																						
AC 600V																						
Amb. Temp. 40°C																						
Interrup. Cap.																						
AC 240V	2.5 kA																					
AC 415V	2.5 kA																					
AC 480V	2.5 kA																					
AC 600V	1.5 kA																					
MFG No. F30B30																						


INTERRUPTOR GIRATORIO														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td>Polos</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Posiciones</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>500 V~</td> <td>440 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		Polos	3	Posiciones	4	500 V~	440 V-	VDE 0660		<p>1a1, 1a2, 1a3, 1a4, 1a5, 1a6, 1a7, 1a8, 1a9, 1a10, 1a11, 1a12, 1a13, 1a14, 1a15, 1a16, 1a17, 1a18, 1a19, 1a20, 1a21, 1a22, 1a23, 1a24.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Interruptor PACC0														
Polos	3													
Posiciones	4													
500 V~	440 V-													
VDE 0660														


TRANSFORMADOR DE CORRIENTE										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">AETO 5-K1</td> </tr> <tr> <td>100/5 A</td> <td>50Hz.</td> </tr> <tr> <td>0.5/3.1 kV</td> <td>3VA</td> </tr> </table>	Siemens		AETO 5-K1		100/5 A	50Hz.	0.5/3.1 kV	3VA	<p>1f1, 1f2, 1f3.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
AETO 5-K1										
100/5 A	50Hz.									
0.5/3.1 kV	3VA									


PANEL 2

INSTRUMENTOS DE MEDIDA		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	<p>Amperímetros de corriente continua.</p> <p>Escala: 0 – 100 A</p>	<p>2g1, 2g2.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>


BARRAS DE FUERZA DC		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	<p>Barras para corriente continua.</p> <p>Dimensiones: 25 x 5 mm</p> <p>Capacidad: 350 A</p>	<p>Estado: Operación Normal</p>

BASES PORTAFUSIBLES														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Bases universales UZ</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">KIII</td> <td style="text-align: center;">500 V~</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">200 A</td> <td style="text-align: center;">5SF1 02</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Recubrimiento</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Material Aislante</td> </tr> </table>	Siemens		Bases universales UZ		KIII	500 V~	200 A	5SF1 02	Recubrimiento		Material Aislante		<p>2e1, 2e2, 2e3, 2e4, 2e5, 2e6, 2e7, 2e8, 2e9, 2e10, 2e11, 2e12, 2e13, 2e14, 2e15, 2e16, 2e17, 2e18, 2e19, 2e20, 2e21, 2e22, 2e23, 2e24.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Bases universales UZ														
KIII	500 V~													
200 A	5SF1 02													
Recubrimiento														
Material Aislante														

CARTUCHO FUSIBLE														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Cartuchos Fusibles</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">DIAZED</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">35 A</td> <td style="text-align: center;">5SD6 08</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">VDE 0635</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">.DIN 49 367</td> </tr> </table>	Siemens		Cartuchos Fusibles		DIAZED		35 A	5SD6 08	VDE 0635		.DIN 49 367		<p>2e1, 2e2, 2e3, 2e4, 2e5, 2e6, 2e7, 2e8, 2e9, 2e10, 2e11, 2e12, 2e13, 2e14, 2e15, 2e16, 2e17, 2e18, 2e19, 2e20, 2e21, 2e22, 2e23, 2e24.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Cartuchos Fusibles														
DIAZED														
35 A	5SD6 08													
VDE 0635														
.DIN 49 367														

INTERRUPTOR GIRATORIO														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACCO</td> </tr> <tr> <td>Polos</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Posiciones</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>500 V~</td> <td>440 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACCO		Polos	2	Posiciones	4	500 V~	440 V-	VDE 0660		<p>2a1, 2a2, 2a3, 2a4, 2a5, 2a6, 2a7, 2a8, 2a9, 2a10, 2a11, 2a12, 2a13, 2a14, 2a15, 2a16, 2a17, 2a18, 2a19, 2a20, 2a21, 2a22, 2a23, 2a24.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Interruptor PACCO														
Polos	2													
Posiciones	4													
500 V~	440 V-													
VDE 0660														


PANEL 3


INSTRUMENTOS DE MEDIDA		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	<p>Amperímetros AC Escala: 0 – 100 A</p> <p>Voltímetro AC Escala: 0 – 500 V</p> <p>Voltímetro DC Escala: 0 – 150 V</p>	<p>3g4, 3g5, 3g6. 3g3 3g1, 3g2.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>

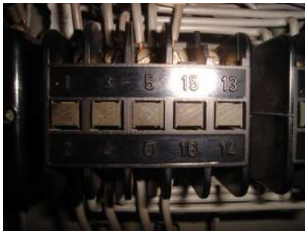
BASE PORTAFUSIBLE														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Bases universales UZ</td> </tr> <tr> <td>KII</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr> <td>200 A</td> <td>5SF1 02</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Recubrimiento</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Material Aislante</td> </tr> </table>	Siemens		Bases universales UZ		KII	500 V~	200 A	5SF1 02	Recubrimiento		Material Aislante		<p>3e3, 3e4, 3e2.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Bases universales UZ														
KII	500 V~													
200 A	5SF1 02													
Recubrimiento														
Material Aislante														


CARTUCHO FUSIBLE														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Cartuchos Fusibles</td></tr> <tr><td colspan="2">DIAZED</td></tr> <tr><td>A</td><td>5SD6</td></tr> <tr><td colspan="2">VDE 0635</td></tr> <tr><td colspan="2">.DIN 49 367</td></tr> </table>	Siemens		Cartuchos Fusibles		DIAZED		A	5SD6	VDE 0635		.DIN 49 367		<p>3e3, 3e4, 3e2.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	Siemens													
	Cartuchos Fusibles													
	DIAZED													
	A	5SD6												
	VDE 0635													
.DIN 49 367														


INTERRUPTOR AUTOMÁTICO														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Automático S</td></tr> <tr><td>280 V~</td><td>250 V-</td></tr> <tr><td>6 A</td><td>G6Aho</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr><td>1 NO</td><td>1NC</td></tr> </table>	Siemens		Automático S		280 V~	250 V-	6 A	G6Aho	Contactos		1 NO	1NC	<p>3a5, 3a6.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	Siemens													
	Automático S													
	280 V~	250 V-												
	6 A	G6Aho												
	Contactos													
1 NO	1NC													


DISYUNTOR																				
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN /ESTADO																		
	<table border="1"> <tr><td colspan="3">SIEMENS - SCHUCKERT</td></tr> <tr><td>R 921</td><td colspan="2">M III - 100 anf</td></tr> <tr><td>500 V</td><td>50 - 70 A</td><td>~</td></tr> <tr><td>No. G 9717</td><td colspan="2">VDE 0660</td></tr> <tr><td>Motor</td><td>220 V</td><td>60 Hz</td></tr> <tr><td>Desenganche</td><td>220 V</td><td>60 Hz</td></tr> </table>	SIEMENS - SCHUCKERT			R 921	M III - 100 anf		500 V	50 - 70 A	~	No. G 9717	VDE 0660		Motor	220 V	60 Hz	Desenganche	220 V	60 Hz	<p>3a1, 3a3, 3a4.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	SIEMENS - SCHUCKERT																			
	R 921	M III - 100 anf																		
	500 V	50 - 70 A	~																	
	No. G 9717	VDE 0660																		
	Motor	220 V	60 Hz																	
Desenganche	220 V	60 Hz																		


DISYUNTOR																				
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN /ESTADO																		
	<table border="1"> <tr><td colspan="3">SIEMENS - SCHUCKERT</td></tr> <tr><td>R 921</td><td colspan="2">M II - 200 anf</td></tr> <tr><td>600 V</td><td>70-100 A</td><td>-</td></tr> <tr><td>No. G 9719</td><td colspan="2">VDE 0660</td></tr> <tr><td>Motor</td><td>220 V</td><td>60 Hz</td></tr> <tr><td>Desenganche</td><td>220 V</td><td>60 Hz</td></tr> </table>	SIEMENS - SCHUCKERT			R 921	M II - 200 anf		600 V	70-100 A	-	No. G 9719	VDE 0660		Motor	220 V	60 Hz	Desenganche	220 V	60 Hz	<p>3a2</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	SIEMENS - SCHUCKERT																			
	R 921	M II - 200 anf																		
	600 V	70-100 A	-																	
	No. G 9719	VDE 0660																		
	Motor	220 V	60 Hz																	
Desenganche	220 V	60 Hz																		

CONTACTOR 3 POLOS																	
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO															
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactor</td></tr> <tr><td colspan="2">K_915_111_5-1</td></tr> <tr> <td>16 A</td> <td>220 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>Principal</td> <td>3 NO</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Auxiliar</td> <td>1 NO</td> </tr> <tr> <td>1NC</td> </tr> </table>	Siemens		Contactor		K_915_111_5-1		16 A	220 V~	Contactos		Principal	3 NO	Auxiliar	1 NO	1NC	<p>3c1, 3c2.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																	
Contactor																	
K_915_111_5-1																	
16 A	220 V~																
Contactos																	
Principal	3 NO																
Auxiliar	1 NO																
	1NC																


RELÉ TÉRMICO										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Relé Térmico</td></tr> <tr><td colspan="2">R_1337_111_10</td></tr> <tr> <td>1 - 2 A</td> <td>500 V~</td> </tr> </table>	Siemens		Relé Térmico		R_1337_111_10		1 - 2 A	500 V~	<p>3e1.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
Relé Térmico										
R_1337_111_10										
1 - 2 A	500 V~									


CONTACTOR 3 POLOS																	
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO															
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactor</td></tr> <tr><td colspan="2">K_915_0/H8</td></tr> <tr> <td>4 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>Principal</td> <td>3 NO</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Auxiliar</td> <td>1 NO</td> </tr> <tr> <td>4 NC</td> </tr> </table>	Siemens		Contactor		K_915_0/H8		4 A	500 V~	Contactos		Principal	3 NO	Auxiliar	1 NO	4 NC	<p>3d1, 3d2.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																	
Contactor																	
K_915_0/H8																	
4 A	500 V~																
Contactos																	
Principal	3 NO																
Auxiliar	1 NO																
	4 NC																


GUARDAMOTOR ACTIVACIÓN MANUAL												
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO										
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Guardamotor</td></tr> <tr><td colspan="2">R_920_111_10_an</td></tr> <tr> <td>10 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">0.35 - 0.5 A</td></tr> </table>	Siemens		Guardamotor		R_920_111_10_an		10 A	500 V~	0.35 - 0.5 A		<p>3a6.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens												
Guardamotor												
R_920_111_10_an												
10 A	500 V~											
0.35 - 0.5 A												

GUARDAMOTOR ACTIVACIÓN MANUAL												
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO										
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Guardamotor</td></tr> <tr><td colspan="2">R_920_111_10_an</td></tr> <tr> <td>20 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">1.5 - 2 A</td></tr> </table>	Siemens		Guardamotor		R_920_111_10_an		20 A	500 V~	1.5 - 2 A		<p>3a5. (ventilador del transformador) Estado: Operación Normal</p>
Siemens												
Guardamotor												
R_920_111_10_an												
20 A	500 V~											
1.5 - 2 A												


TRANSFORMADOR DE CORRIENTE										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">AETO 5-K1</td></tr> <tr> <td>100/5 A</td> <td>50Hz.</td> </tr> <tr> <td>0.5/3.1 kV</td> <td>3VA</td> </tr> </table>	Siemens		AETO 5-K1		100/5 A	50Hz.	0.5/3.1 kV	3VA	<p>3f1, 3f2, 3f3. Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
AETO 5-K1										
100/5 A	50Hz.									
0.5/3.1 kV	3VA									

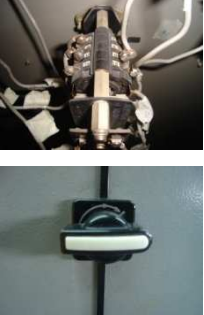
INTERRUPTOR																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Interruptor PACCO</td></tr> <tr><td colspan="2">N1000 - 3</td></tr> <tr><td colspan="2">NS3417</td></tr> <tr> <td>Termin</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr><td colspan="2">VDE 0660</td></tr> </table>	Siemens		Interruptor PACCO		N1000 - 3		NS3417		Termin	12	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>3b5 Estado: Operación Normal</p>
Siemens																
Interruptor PACCO																
N1000 - 3																
NS3417																
Termin	12															
380 V~	220 V-															
VDE 0660																


INTERRUPTOR																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Interruptor PACCO</td></tr> <tr><td colspan="2">N959Smd</td></tr> <tr><td colspan="2">NS173</td></tr> <tr> <td>Termin</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr><td colspan="2">VDE 0660</td></tr> </table>	Siemens		Interruptor PACCO		N959Smd		NS173		Termin	18	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>3b1, 3b2, 3b3, 3b4. Estado: Operación Normal</p>
Siemens																
Interruptor PACCO																
N959Smd																
NS173																
Termin	18															
380 V~	220 V-															
VDE 0660																

INTERRUPTOR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACCO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N1004 – 4</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACCO		N1004 – 4		Termin	16	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>3b6.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Interruptor PACCO														
N1004 – 4														
Termin	16													
380 V~	220 V-													
VDE 0660														


PANEL 4

INSTRUMENTOS DE MEDIDA		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	<p>Amperímetros AC Escala: 0 – 400 A</p> <p>Voltímetro AC Escala: 0 – 250 V</p> <p>Voltímetro DC Escala: 0 – 250 V</p> <p>Amperímetro DC Escala: 0 – 25 A</p> <p>Amperímetro DC Escala: ±100 A</p>	<p>4g1, 4g2, 4g3.</p> <p>4g4</p> <p>4g5, 4g7.</p> <p>4g8</p> <p>4g6</p> <p>Estado: Operación Normal</p>


INTERRUPTOR																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACCO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N959Sm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NS131</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACCO		N959Sm		NS131		Termin	18	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>4b5</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																
Interruptor PACCO																
N959Sm																
NS131																
Termin	18															
380 V~	220 V-															
VDE 0660																


INTERRUPTOR																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N959Smd</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NS173</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N959Smd		NS173		Termin	18	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>4b2, 4b3, 4b4.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																
Interruptor PACC0																
N959Smd																
NS173																
Termin	18															
380 V~	220 V-															
VDE 0660																


INTERRUPTOR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N1004 - 4</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N1004 - 4		Termin	16	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>4b1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Interruptor PACC0														
N1004 - 4														
Termin	16													
380 V~	220 V-													
VDE 0660														

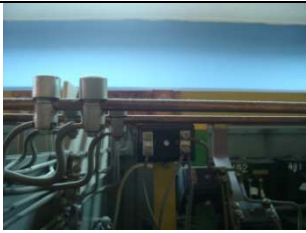
DISYUNTOR																				
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIG./ESTADO																		
	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">SIEMENS - SCHUCKERT</td> </tr> <tr> <td>R 921</td> <td colspan="2">M III - 400 anf</td> </tr> <tr> <td>500 V</td> <td>400 A</td> <td>~</td> </tr> <tr> <td>S 30570324</td> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> <tr> <td>Motor</td> <td>220 V</td> <td>60 Hz</td> </tr> <tr> <td>Desenganche</td> <td>220 V</td> <td>60 Hz</td> </tr> </table>	SIEMENS - SCHUCKERT			R 921	M III - 400 anf		500 V	400 A	~	S 30570324	VDE 0660		Motor	220 V	60 Hz	Desenganche	220 V	60 Hz	<p>4a1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
SIEMENS - SCHUCKERT																				
R 921	M III - 400 anf																			
500 V	400 A	~																		
S 30570324	VDE 0660																			
Motor	220 V	60 Hz																		
Desenganche	220 V	60 Hz																		


TRANSFORMADOR DE CORRIENTE										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">AETO 5-K1</td> </tr> <tr> <td>100 / 5 A</td> <td>50Hz.</td> </tr> <tr> <td>0.5/3.1 kV</td> <td>3VA</td> </tr> </table>	Siemens		AETO 5-K1		100 / 5 A	50Hz.	0.5/3.1 kV	3VA	<p>4f1, 4f2, 4f3.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
AETO 5-K1										
100 / 5 A	50Hz.									
0.5/3.1 kV	3VA									

DISYUNTOR		
GRÁFICO	DESIGNACIÓN/ESTADO	DESIG./ESTADO
	SIEMENS - SCHUCKERT	
	R 921	M III - 100 anf
	500 V	50 - 70 A ~
	No. G 9717	VDE 0660
	Motor	220 V 60 Hz
	Desenganche	220 V 60 Hz
		4a2 (Rectificador de Batería) Estado: Fuera de Operación

DISYUNTOR		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIG./ESTADO
	SIEMENS - SCHUCKERT	
	R 921	M II - 200 anf
	600 V	70 - 100 A -
	No. G 9719	VDE 0660
	Motor	220 V 60 Hz
	Desenganche	220 V 60 Hz
		4a3 (Rectificador de Batería) Estado: Fuera de Operación

BARRAS DE FUERZA PRINCIPAL AC		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Barras para corriente alterna.	Estado: Operación Normal
	Dimensiones: 40 x 5 mm	
	Capacidad: 520 A	


BARRAS CAMPO DC		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGN./ESTADO
	Barras para corriente de campo en panel 5 y 6.	Estado: Operación Normal
	Dimensiones: 33mm ²	
	Capacidad: 175	


FUSIBLE LIMITADOR												
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO										
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Fusible</td></tr> <tr><td>50 A</td><td>5SD6</td></tr> <tr><td colspan="2">VDE 0635</td></tr> <tr><td colspan="2">.DIN 49 367</td></tr> </table>	Siemens		Fusible		50 A	5SD6	VDE 0635		.DIN 49 367		<p>4f3</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens												
Fusible												
50 A	5SD6											
VDE 0635												
.DIN 49 367												

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Automático S</td></tr> <tr><td>280 V~</td><td>250 V-</td></tr> <tr><td>6 A</td><td>G6Aho</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr><td>1 NO</td><td>1NC</td></tr> </table>	Siemens		Automático S		280 V~	250 V-	6 A	G6Aho	Contactos		1 NO	1NC	<p>4a4, 4a5, 4a6.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Automático S														
280 V~	250 V-													
6 A	G6Aho													
Contactos														
1 NO	1NC													


BASE PORTAFUSIBLE														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Bases universales UZ</td></tr> <tr><td>KII</td><td>500 V~</td></tr> <tr><td>200 A</td><td>5SF1 02</td></tr> <tr><td colspan="2">Recubrimiento</td></tr> <tr><td colspan="2">Material Aislante</td></tr> </table>	Siemens		Bases universales UZ		KII	500 V~	200 A	5SF1 02	Recubrimiento		Material Aislante		<p>4e1, 4e5, 4e4, 4e6, 4e3, 4e2.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Bases universales UZ														
KII	500 V~													
200 A	5SF1 02													
Recubrimiento														
Material Aislante														


CARTUCHO FUSIBLE														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Cartuchos Fusibles</td></tr> <tr><td colspan="2">DIAZED</td></tr> <tr><td>A</td><td>5SD6</td></tr> <tr><td colspan="2">VDE 0635</td></tr> <tr><td colspan="2">.DIN 49 367</td></tr> </table>	Siemens		Cartuchos Fusibles		DIAZED		A	5SD6	VDE 0635		.DIN 49 367		<p>4e1, 4e5, 4e4, 4e6, 4e3, 4e2.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Cartuchos Fusibles														
DIAZED														
A	5SD6													
VDE 0635														
.DIN 49 367														

CONTACTOR 3 POLOS																	
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIG./ESTADO															
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactador</td></tr> <tr><td colspan="2">K_915_111_5A</td></tr> <tr> <td>10 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>Principal</td> <td>3 NO</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Auxiliar</td> <td>2 NO</td> </tr> <tr> <td>3 NC</td> </tr> </table>	Siemens		Contactador		K_915_111_5A		10 A	500 V~	Contactos		Principal	3 NO	Auxiliar	2 NO	3 NC	<p>4c1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																	
Contactador																	
K_915_111_5A																	
10 A	500 V~																
Contactos																	
Principal	3 NO																
Auxiliar	2 NO																
	3 NC																

RELÉ TÉRMICO												
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO										
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Relé Térmico</td></tr> <tr><td colspan="2">R_1337_111_10</td></tr> <tr> <td>13 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">VDE 0660</td></tr> </table>	Siemens		Relé Térmico		R_1337_111_10		13 A	500 V~	VDE 0660		<p>4c1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens												
Relé Térmico												
R_1337_111_10												
13 A	500 V~											
VDE 0660												

CONTACTOR 3 POLOS																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactador</td></tr> <tr><td colspan="2">K_915_0/H4</td></tr> <tr> <td>6 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>Principal</td> <td>3 NO</td> </tr> <tr> <td>Auxiliar</td> <td>1 NC</td> </tr> </table>	Siemens		Contactador		K_915_0/H4		6 A	500 V~	Contactos		Principal	3 NO	Auxiliar	1 NC	<p>4d3</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																
Contactador																
K_915_0/H4																
6 A	500 V~															
Contactos																
Principal	3 NO															
Auxiliar	1 NC															


CONTACTOR 3 POLOS																	
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO															
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactador</td></tr> <tr><td colspan="2">K_915_0/H8</td></tr> <tr> <td>4 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>Principal</td> <td>3 NO</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Auxiliar</td> <td>1 NO</td> </tr> <tr> <td>4 NC</td> </tr> </table>	Siemens		Contactador		K_915_0/H8		4 A	500 V~	Contactos		Principal	3 NO	Auxiliar	1 NO	4 NC	<p>4d1 Y 4d2</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																	
Contactador																	
K_915_0/H8																	
4 A	500 V~																
Contactos																	
Principal	3 NO																
Auxiliar	1 NO																
	4 NC																


RELÉ BIESTABLE										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">R_18805</td> </tr> <tr> <td>220 V</td> <td>50Hz.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		R_18805		220 V	50Hz.	VDE 0660		<p>4d4</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
R_18805										
220 V	50Hz.									
VDE 0660										


PANEL 5


INSTRUMENTOS DE MEDIDA		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	<p>Amperímetros AC Escala: 0 – 100 A</p> <p>Amperímetros AC Escala: 0 – 150 A</p> <p>Voltímetro AC Escala: 0 – 250 V</p> <p>Frecuencímetro AC Escala: 0 – 100 Hz</p> <p>Amperímetro DC Escala: 0 - 6 A</p>	<p>5g1, 5g2, 5g3.</p> <p>5g6</p> <p>5g4</p> <p>5g5</p> <p>5g7, 5g8, 5g9.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>


INTERRUPTOR																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N1000 - 3</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NS3417</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N1000 - 3		NS3417		Termin	12	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>5b2, 5b3, 5b4.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																
Interruptor PACC0																
N1000 - 3																
NS3417																
Termin	12															
380 V~	220 V-															
VDE 0660																


INTERRUPTOR																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N959Smd</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NS173</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N959Smd		NS173		Termin	18	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>5b9</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	Siemens															
	Interruptor PACC0															
	N959Smd															
	NS173															
	Termin	18														
380 V~	220 V-															
VDE 0660																


INTERRUPTOR																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N959Sm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NS131</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N959Sm		NS131		Termin	18	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>5b6, 5b7, 5b8.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	Siemens															
	Interruptor PACC0															
	N959Sm															
	NS131															
	Termin	18														
380 V~	220 V-															
VDE 0660																

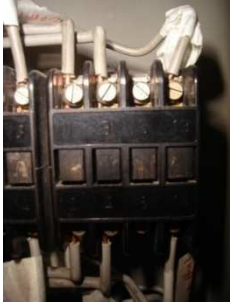
INTERRUPTOR																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N959-Sm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NS604</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N959-Sm		NS604		Termin	22	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>5b5</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	Siemens															
	Interruptor PACC0															
	N959-Sm															
	NS604															
	Termin	22														
380 V~	220 V-															
VDE 0660																


INTERRUPTOR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGN./ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N1004 - 4</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N1004 - 4		Termin	16	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>5b1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	Siemens													
	Interruptor PACC0													
	N1004 - 4													
	Termin	16												
	380 V~	220 V-												
VDE 0660														


DISYUNTOR		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGN/ESTADO
	SIEMENS - SCHUCKERT	
	R 921	M III - 100 anf
	500 V	70 - 100 A ~
	No. G 9718	VDE 0660
	Motor	220 V 60 Hz
	Desenganche	220 V 60 Hz
		5a2 Estado: Operación Normal


ARRANQUE Y - D		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	
	K987 - 8	
	Nº G	
	220 V	60 Hz
	Térmico	60-100 A

CONTACTOR 2 POLOS		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	
	Contactor	
	K_916_11-2	
	3.5 kW	220 V
	VDE 0660	
	Contactos	
	Principal	2 NO
	Auxiliar	2 NO 2 NC
		5c1, 5c9, 5c6. Estado: Operación Normal


CONTACTOR 3 POLOS		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	
	Contactor	
	K_915_0/H4	
	6 A	500 V~
	Contactos	
	Principal	3 NO
	Auxiliar	1 NC
		5c2, 5c3, 5c4, 5c5, 5c7, 5c8, 5c10, 5c11, 5c12, 5c13. Estado: Operación Normal

RELÉ TÉRMICO		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	5e15, 5e16, 5e17. Estado: Operación Normal
	Relé Térmico	
	R_1337_111_10	
	0.25-0.5 A 500 V~	
	VDE 0660	

FUSIBLE		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	5e9-1, 5e9-2, 5e9-3. Estado: Operación Normal
	R 1240 - 1	
	500 V 125 A	

AMPLIFICADOR BIESTABLE		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	5g5a Estado: Operación Normal
	kippverstärker	
	220 V~ 50 Hz 5 VA	
	Nmax 60 W	
	Umax 750 V~	
	Imax 4 A~	
	Typ K 112 - 009	
	F-Nr T 08 - 166	

RELÉ BIESTABLE		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	5d2, 5d6. Estado: Operación Normal
	R_18805	
	220 V 50Hz.	
	VDE 0660	

CONTACTOR 3 POLOS																	
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO															
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactador</td></tr> <tr><td colspan="2">K_915_0/H8</td></tr> <tr> <td>4 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>Principal</td> <td>3 NO</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Auxiliar</td> <td>1 NO</td> </tr> <tr> <td>4 NC</td> </tr> </table>	Siemens		Contactador		K_915_0/H8		4 A	500 V~	Contactos		Principal	3 NO	Auxiliar	1 NO	4 NC	<p>5d1, 5d3, 5d4, 5d5, 5c6a.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																	
Contactador																	
K_915_0/H8																	
4 A	500 V~																
Contactos																	
Principal	3 NO																
Auxiliar	1 NO																
	4 NC																

GUARDAMOTOR												
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO										
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Guardamotor</td></tr> <tr><td colspan="2">R_920_111_10_an</td></tr> <tr> <td>10 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">1 - 1.5 A</td></tr> </table>	Siemens		Guardamotor		R_920_111_10_an		10 A	500 V~	1 - 1.5 A		<p>5a4, 5a5.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens												
Guardamotor												
R_920_111_10_an												
10 A	500 V~											
1 - 1.5 A												

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">AETO 5-K1</td></tr> <tr> <td>100 / 5 A</td> <td>50Hz.</td> </tr> <tr> <td>0.5/3.1 kV</td> <td>3VA</td> </tr> </table>	Siemens		AETO 5-K1		100 / 5 A	50Hz.	0.5/3.1 kV	3VA	<p>5f1, 5f2, 5f3, 5f4.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
AETO 5-K1										
100 / 5 A	50Hz.									
0.5/3.1 kV	3VA									


INTERRUPTOR AUTOMÁTICO														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Automático S</td></tr> <tr> <td>280 V~</td> <td>250 V-</td> </tr> <tr> <td>6 A</td> <td>G6Aho</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>1 NO</td> <td>1NC</td> </tr> </table>	Siemens		Automático S		280 V~	250 V-	6 A	G6Aho	Contactos		1 NO	1NC	<p>5a3</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Automático S														
280 V~	250 V-													
6 A	G6Aho													
Contactos														
1 NO	1NC													


BASES PORTAFUSIBLES			
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO	
	Siemens	5e1, 5e2, 5e3, 5e4, 5e5, 5e6, 5e7, 5e8, 5e10. Estado: Operación Normal	
	Bases universales UZ		
	KII		500 V~
	200 A		5SF1 02
	Recubrimiento		
	Material Aislante		


CARTUCHO FUSIBLE			
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO	
	Siemens	5e4, 5e5, 5e6, 5e7, 5e8, 5e10. Estado: Operación Normal	
	Cartuchos Fusibles		
	DIAZED		
	A		5SD6
	VDE 0635		
	.DIN 49 367		

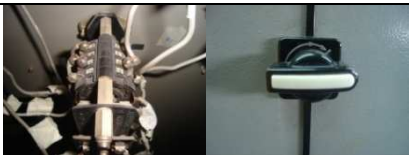
PANEL 6


INSTRUMENTOS DE MEDIDA		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Amperímetro AC Escala: 0 – 100 A	6g1
	Amperímetro DC Escala: 0 – 100 A	6g3
	Voltímetro AC Escala: 0 – 300 V	6g4
	Amperímetro DC Escala: 0 - 6 A	6g2
		Estado: Operación Normal


INTERRUPTOR			
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO	
	Siemens	<p>6b4</p> <p>Estado: Operación Normal</p>	
	Interruptor PACC0		
	N1000 - 3		
	NS3417		
	Termin		12
	380 V~		220 V-
VDE 0660			


INTERRUPTOR			
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO	
	Siemens	<p>6b2</p> <p>Estado: Operación Normal</p>	
	Interruptor PACC0		
	N959Smd		
	NS173		
	Termin		18
	380 V~		220 V-
VDE 0660			


INTERRUPTOR			
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO	
	Siemens	<p>6b3</p> <p>Estado: Operación Normal</p>	
	Interruptor PACC0		
	N959Sm		
	NS131		
	Termin		18
	380 V~		220 V-
VDE 0660			


INTERRUPTOR			
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO	
	Siemens	<p>6b1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>	
	Interruptor PACC0		
	N959-Sm		
	NS604		
	Termin		22
	380 V~		220 V-
VDE 0660			

DISYUNTOR		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIG./ESTADO
	SIEMENS - SCHUCKERT	
	R 921	M II - 200 anf
	600 V	70 -100 A -
	No. G 9719	VDE 0660
	Motor	220 V 60 Hz
	Desenganche	220 V 60 Hz
	6a1 Estado: Operación Normal	


ARRANQUE Y - D		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	
	K987 - 8	
	Nº G	
	220 V	60 Hz
	Térmico	60-100 A
	6u1 Estado: Operación Normal, actualmente no existen fusibles para el arrancador, se encuentran reemplazados por cable.	

CONTACTOR 2 POLOS		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	
	Contactador	
	K_916_11-2	
	3.5 kW	220 V
	VDE 0660	
	Contactos	
	Principal	2 NO
	Auxiliar	2 NO 2 NC
6c1 Estado: Operación Normal		

CONTACTOR 3 POLOS																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactor</td></tr> <tr><td colspan="2">K_915_0/ H4</td></tr> <tr> <td>6 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>Principal</td> <td>3 NO</td> </tr> <tr> <td>Auxiliar</td> <td>1 NC</td> </tr> </table>	Siemens		Contactor		K_915_0/ H4		6 A	500 V~	Contactos		Principal	3 NO	Auxiliar	1 NC	<p>6c2, 6c3, 6c4, 6c5.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																
Contactor																
K_915_0/ H4																
6 A	500 V~															
Contactos																
Principal	3 NO															
Auxiliar	1 NC															

RELÉ TÉRMICO												
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO										
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Relé Térmico</td></tr> <tr><td colspan="2">R_1337_111_10</td></tr> <tr> <td>0.25-0.5 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">VDE 0660</td></tr> </table>	Siemens		Relé Térmico		R_1337_111_10		0.25-0.5 A	500 V~	VDE 0660		<p>6e1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens												
Relé Térmico												
R_1337_111_10												
0.25-0.5 A	500 V~											
VDE 0660												

RELÉ BIESTABLE										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">R_18805</td></tr> <tr> <td>220 V</td> <td>50Hz.</td> </tr> <tr><td colspan="2">VDE 0660</td></tr> </table>	Siemens		R_18805		220 V	50Hz.	VDE 0660		<p>6d2</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
R_18805										
220 V	50Hz.									
VDE 0660										

CONTANTOR 3 POLOS																		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO																
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactor</td></tr> <tr><td colspan="2">K_915_0/ H8</td></tr> <tr> <td>4 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>Principal</td> <td>3 NO</td> </tr> <tr> <td>Auxiliar</td> <td>1 NO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4 NC</td> </tr> </table>	Siemens		Contactor		K_915_0/ H8		4 A	500 V~	Contactos		Principal	3 NO	Auxiliar	1 NO		4 NC	<p>6d1, 6d1a, 6d3, 6c1a.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																		
Contactor																		
K_915_0/ H8																		
4 A	500 V~																	
Contactos																		
Principal	3 NO																	
Auxiliar	1 NO																	
	4 NC																	




TRANSFORMADOR DE CORRIENTE										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">AETO 5-K1</td></tr> <tr> <td>100 / 5 A</td> <td>50Hz.</td> </tr> <tr> <td>0.5/3.1 kV</td> <td>3VA</td> </tr> </table>	Siemens		AETO 5-K1		100 / 5 A	50Hz.	0.5/3.1 kV	3VA	<p>6f1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
AETO 5-K1										
100 / 5 A	50Hz.									
0.5/3.1 kV	3VA									

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Automático S</td></tr> <tr> <td>280 V~</td> <td>250 V-</td> </tr> <tr> <td>6 A</td> <td>G6Aho</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>1 NO</td> <td>1NC</td> </tr> </table>	Siemens		Automático S		280 V~	250 V-	6 A	G6Aho	Contactos		1 NO	1NC	<p>6a2</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Automático S														
280 V~	250 V-													
6 A	G6Aho													
Contactos														
1 NO	1NC													

BASES PORTAFUSIBLES														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Bases universales UZ</td></tr> <tr> <td>KII</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr> <td>200 A</td> <td>5SF1 02</td> </tr> <tr><td colspan="2">Recubrimiento</td></tr> <tr><td colspan="2">Material Aislante</td></tr> </table>	Siemens		Bases universales UZ		KII	500 V~	200 A	5SF1 02	Recubrimiento		Material Aislante		<p>6e3, 6e5, 6e6, 6e4.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Bases universales UZ														
KII	500 V~													
200 A	5SF1 02													
Recubrimiento														
Material Aislante														


CARTUCHO FUSIBLE														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Cartuchos Fusibles</td></tr> <tr><td colspan="2">DIAZED</td></tr> <tr> <td>A</td> <td>5SD6</td> </tr> <tr><td colspan="2">VDE 0635</td></tr> <tr><td colspan="2">.DIN 49 367</td></tr> </table>	Siemens		Cartuchos Fusibles		DIAZED		A	5SD6	VDE 0635		.DIN 49 367		<p>6e4, 6e3, 6e5, 6e6.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Cartuchos Fusibles														
DIAZED														
A	5SD6													
VDE 0635														
.DIN 49 367														


PANEL 7

INSTRUMENTOS DE MEDIDA		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
  	<p>Amperímetro AC Escala: 0 – 100 A</p> <p>Voltímetro AC Escala: 0 – 250 V</p> <p>Frecuencímetro Escala: 56 – 64 Hz.</p> <p>Amperímetro DC Escala: 0 - 6 A</p> <p>Voltímetro AC Escala: 0 – 250 V</p> <p>2 Frecuencímetro Escala: 56 – 64 Hz</p> <p>Secuencímetro de Fases</p>	<p>7g1, 7g2, 7g3.</p> <p>7g4</p> <p>7g5</p> <p>7b7</p> <p>7g6</p> <p>7g7</p> <p>7g8</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>


INTERRUPTOR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td align="center" colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">Interruptor PACCO</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">N1004 – 4</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACCO		N1004 – 4		Termin	16	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>7b7</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens														
Interruptor PACCO														
N1004 – 4														
Termin	16													
380 V~	220 V-													
VDE 0660														


INTERRUPTOR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td align="center" colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">Interruptor PACCO</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">N1002 – 4</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACCO		N1002 – 4		Termin	16	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>7g6</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens														
Interruptor PACCO														
N1002 – 4														
Termin	16													
380 V~	220 V-													
VDE 0660														


INTERRUPTOR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N1002 – 6</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N1002 – 6		Termin	16	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>7b4</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens														
Interruptor PACC0														
N1002 – 6														
Termin	16													
380 V~	220 V-													
VDE 0660														


INTERRUPTOR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N1000 – 2B3</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N1000 – 2B3		Termin	16	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>7b3, 7b5.</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens														
Interruptor PACC0														
N1000 – 2B3														
Termin	16													
380 V~	220 V-													
VDE 0660														


INTERRUPTOR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N959Smd NS173</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N959Smd NS173		Termin	18	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>7b1</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens														
Interruptor PACC0														
N959Smd NS173														
Termin	18													
380 V~	220 V-													
VDE 0660														


INTERRUPTOR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N959Sm NS131</td> </tr> <tr> <td>Termin</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>380 V~</td> <td>220 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		N959Sm NS131		Termin	18	380 V~	220 V-	VDE 0660		<p>7b2</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens														
Interruptor PACC0														
N959Sm NS131														
Termin	18													
380 V~	220 V-													
VDE 0660														

DISYUNTOR		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGN/ESTADO
	SIEMENS - SCHUCKERT	
	R 921	M III - 100 anf
	500 V	70 - 100 A ~
	No. G 9718	VDE 0660
	Motor	220 V 60 Hz
	Desenganche	220 V 60 Hz
	7a1 Estado: Fuera de Operación	

CONTACTOR 2 POLOS		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	
	Contactor	
	K_916_11-2	
	3.5 kW	220 V
	VDE 0660	
	Contactos	
	Principal	2 NO
	Auxiliar	2 NO 2 NC
7c1, 7c2, 7c3. Estado: Fuera de Operación		

CONTACTOR 3 POLOS		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO
	Siemens	
	Contactor	
	K_915_0/ H8	
	4 A	500 V~
	Contactos	
	Principal	3 NO
	Auxiliar	1 NO 4 NC
	7d1 Estado: Fuera de Operación	

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">AETO 5-K1</td> </tr> <tr> <td>100 / 5 A</td> <td>50Hz.</td> </tr> <tr> <td>0.5/3.1 kV</td> <td>3VA</td> </tr> </table>	Siemens		AETO 5-K1		100 / 5 A	50Hz.	0.5/3.1 kV	3VA	<p>7f1-1, 7f1-2, 7f1-3.</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens										
AETO 5-K1										
100 / 5 A	50Hz.									
0.5/3.1 kV	3VA									

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Automático S</td> </tr> <tr> <td>280 V~</td> <td>250 V-</td> </tr> <tr> <td>6 A</td> <td>G6Aho</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Contactos</td> </tr> <tr> <td>1 NO</td> <td>1NC</td> </tr> </table>	Siemens		Automático S		280 V~	250 V-	6 A	G6Aho	Contactos		1 NO	1NC	<p>7a2</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens														
Automático S														
280 V~	250 V-													
6 A	G6Aho													
Contactos														
1 NO	1NC													

BASES PORTAFUSIBLES														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Bases universales UZ</td> </tr> <tr> <td>KII</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr> <td>200 A</td> <td>5SF1 02</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Recubrimiento</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Material Aislante</td> </tr> </table>	Siemens		Bases universales UZ		KII	500 V~	200 A	5SF1 02	Recubrimiento		Material Aislante		<p>7e1, 7e2, 7e3, 7e4.</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens														
Bases universales UZ														
KII	500 V~													
200 A	5SF1 02													
Recubrimiento														
Material Aislante														



CARTUCHO FUSIBLE														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cartuchos Fusibles</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DIAZED</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>5SD6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0635</td> </tr> <tr> <td colspan="2">.DIN 49 367</td> </tr> </table>	Siemens		Cartuchos Fusibles		DIAZED		A	5SD6	VDE 0635		.DIN 49 367		<p>7e1, 7e2, 7e3, 7e4.</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens														
Cartuchos Fusibles														
DIAZED														
A	5SD6													
VDE 0635														
.DIN 49 367														


AMPLIFICADOR BIESTABLE							
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO					
	<table border="1"> <tr><td>Siemens</td></tr> <tr><td>Relé</td></tr> <tr><td>R5H112a1</td></tr> <tr><td>Nr 1'485'325</td></tr> <tr><td>60 V -</td></tr> </table>	Siemens	Relé	R5H112a1	Nr 1'485'325	60 V -	<p>RP1</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens							
Relé							
R5H112a1							
Nr 1'485'325							
60 V -							


PANEL 8


BASES PORTAFUSIBLES												
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO										
	<table border="1"> <tr><td>Siemens</td></tr> <tr><td>Bases universales UZ</td></tr> <tr><td>KII</td><td>500 V~</td></tr> <tr><td>200 A</td><td>5SF1 02</td></tr> <tr><td colspan="2">Recubrimiento</td></tr> <tr><td colspan="2">Material Aislante</td></tr> </table>	Siemens	Bases universales UZ	KII	500 V~	200 A	5SF1 02	Recubrimiento		Material Aislante		<p>8e1, 8e2, 8e3, 8e4.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens												
Bases universales UZ												
KII	500 V~											
200 A	5SF1 02											
Recubrimiento												
Material Aislante												

CARTUCHO FUSIBLE											
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO									
	<table border="1"> <tr><td>Siemens</td></tr> <tr><td>Cartuchos Fusibles</td></tr> <tr><td>DIAZED</td></tr> <tr><td>A</td><td>5SD6</td></tr> <tr><td colspan="2">VDE 0635</td></tr> <tr><td colspan="2">.DIN 49 367</td></tr> </table>	Siemens	Cartuchos Fusibles	DIAZED	A	5SD6	VDE 0635		.DIN 49 367		<p>8e1, 8e2, 8e3, 8e4.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens											
Cartuchos Fusibles											
DIAZED											
A	5SD6										
VDE 0635											
.DIN 49 367											


PULSADORES							
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO					
 	<table border="1"> <tr><td>Siemens</td></tr> <tr><td>ZUGANG</td></tr> <tr><td>Contactos</td></tr> <tr><td>3 NO</td><td>3NC</td></tr> </table>	Siemens	ZUGANG	Contactos	3 NO	3NC	<p>8b3, 8b4, 8b5, 8b6.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens							
ZUGANG							
Contactos							
3 NO	3NC						


LAMPARAS								
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO						
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">10 Lámparas</td> </tr> <tr> <td>65 V</td> <td>10W</td> </tr> </table>	Siemens		10 Lámparas		65 V	10W	<p>8h1</p> <p>Estado: Fuera de Operación - Inhabilitado por Falta de lámparas</p>
Siemens								
10 Lámparas								
65 V	10W							


CAPACITORES										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Capacitores</td> </tr> <tr> <td colspan="2">B 25224-J2205-K</td> </tr> <tr> <td colspan="2">MP J/S 2uF ± 10%</td> </tr> </table>	Siemens		Capacitores		B 25224-J2205-K		MP J/S 2uF ± 10%		<p>8k1, 8k2.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
Capacitores										
B 25224-J2205-K										
MP J/S 2uF ± 10%										


RELÉ DE MERCURIO														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Relé</td> </tr> <tr> <td>RB 107</td> <td>1963</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1'491'870 63</td> </tr> <tr> <td colspan="2">60 V -</td> </tr> <tr> <td>60 V ~</td> <td>350 W ~</td> </tr> </table>	Siemens		Relé		RB 107	1963	1'491'870 63		60 V -		60 V ~	350 W ~	<p>8d1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Relé														
RB 107	1963													
1'491'870 63														
60 V -														
60 V ~	350 W ~													


RELÉ BIESTABLE										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2">R_18805</td> </tr> <tr> <td>220 V</td> <td>50Hz.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		R_18805		220 V	50Hz.	VDE 0660		<p>8d6</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
R_18805										
220 V	50Hz.									
VDE 0660										


RECTIFICADOR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Tipo</td></tr> <tr><td colspan="2">G_44-E_60/6_Bwu-8</td></tr> <tr> <td>Entrada</td> <td>Salida</td> </tr> <tr> <td>125/220 V</td> <td>60 V -</td> </tr> <tr> <td>45 - 60 Hz</td> <td>6 A -</td> </tr> </table>	Siemens		Tipo		G_44-E_60/6_Bwu-8		Entrada	Salida	125/220 V	60 V -	45 - 60 Hz	6 A -	<p>8n1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Tipo														
G_44-E_60/6_Bwu-8														
Entrada	Salida													
125/220 V	60 V -													
45 - 60 Hz	6 A -													

AMPLIFICADOR BIESTABLE												
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO										
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Relé</td></tr> <tr> <td>R10H112a1</td> <td>1963</td> </tr> <tr><td colspan="2">Nr 1'485'900</td></tr> <tr><td colspan="2">60 V -</td></tr> </table>	Siemens		Relé		R10H112a1	1963	Nr 1'485'900		60 V -		<p>8d2</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens												
Relé												
R10H112a1	1963											
Nr 1'485'900												
60 V -												


RELÉS BIESTABLES										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Relé</td></tr> <tr><td colspan="2">RI - II425 a</td></tr> <tr><td colspan="2">60 V -</td></tr> </table>	Siemens		Relé		RI - II425 a		60 V -		<p>8u1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
Relé										
RI - II425 a										
60 V -										


BOCINA										
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO								
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Bocina Local Seco</td></tr> <tr><td colspan="2">Protección IP 20</td></tr> <tr> <td>50 VA</td> <td>V</td> </tr> </table>	Siemens		Bocina Local Seco		Protección IP 20		50 VA	V	<p>8h2</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens										
Bocina Local Seco										
Protección IP 20										
50 VA	V									


TRANSFORMADOR																		
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO																
	<table border="1"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Transformador</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Typ. FI 130 / 46</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">TRK 25635</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">U - V</td> <td style="text-align: center;">220 V</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">u - v</td> <td style="text-align: center;">60 V</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">3000 VA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">f</td> <td style="text-align: center;">60 Hz</td> </tr> </table>	Siemens		Transformador		Typ. FI 130 / 46		TRK 25635		U - V	220 V	u - v	60 V	N	3000 VA	f	60 Hz	<p>8m2</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																		
Transformador																		
Typ. FI 130 / 46																		
TRK 25635																		
U - V	220 V																	
u - v	60 V																	
N	3000 VA																	
f	60 Hz																	

TRANSFORMADOR																						
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO																				
	<table border="1"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Transformador</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Typ. UJ120 / 60</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">TRK 17449</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">U1 - V1</td> <td style="text-align: center;">231 V</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">U2 - V1</td> <td style="text-align: center;">220 V</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">U2 - V2</td> <td style="text-align: center;">209 V</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">u - v</td> <td style="text-align: center;">220 V</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">750 VA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">f</td> <td style="text-align: center;">60 Hz</td> </tr> </table>	Siemens		Transformador		Typ. UJ120 / 60		TRK 17449		U1 - V1	231 V	U2 - V1	220 V	U2 - V2	209 V	u - v	220 V	N	750 VA	f	60 Hz	<p>8m1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																						
Transformador																						
Typ. UJ120 / 60																						
TRK 17449																						
U1 - V1	231 V																					
U2 - V1	220 V																					
U2 - V2	209 V																					
u - v	220 V																					
N	750 VA																					
f	60 Hz																					


PANEL 9

RELE AUXILIAR														
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO												
	<table border="1"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Relé</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Str 10 ha</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">15 A</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">bobina</td> <td style="text-align: center;">220 V</td> </tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">50 - 60 Hz</td></tr> </table>	Siemens		Relé		Str 10 ha		15 A		bobina	220 V	50 - 60 Hz		<p>9d1</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens														
Relé														
Str 10 ha														
15 A														
bobina	220 V													
50 - 60 Hz														

CONTACTOR																	
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO															
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Contactor</td></tr> <tr><td colspan="2">K_915_0/ H8</td></tr> <tr> <td>4 A</td> <td>500 V~</td> </tr> <tr><td colspan="2">Contactos</td></tr> <tr> <td>Principal</td> <td>3 NO</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Auxiliar</td> <td>1 NO</td> </tr> <tr> <td>4 NC</td> </tr> </table>	Siemens		Contactor		K_915_0/ H8		4 A	500 V~	Contactos		Principal	3 NO	Auxiliar	1 NO	4 NC	<p>9d2, 9d3, 9d4, 9d5.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Siemens																	
Contactor																	
K_915_0/ H8																	
4 A	500 V~																
Contactos																	
Principal	3 NO																
Auxiliar	1 NO																
	4 NC																


LAMPARAS								
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO						
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Siemens</td></tr> <tr><td colspan="2">Lámparas</td></tr> <tr> <td>60 V</td> <td>10W</td> </tr> </table>	Siemens		Lámparas		60 V	10W	<p>Desde 9h1 hasta 9h25</p> <p>Estado: Fuera de Operación</p>
Siemens								
Lámparas								
60 V	10W							


PANEL 10

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO																						
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO																				
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Hitachi Ltd.</td></tr> <tr><td colspan="2">Breaker F-30B 3P</td></tr> <tr><td colspan="2">AC 600V</td></tr> <tr><td colspan="2">Amb. Temp. 40°C</td></tr> <tr><td colspan="2">Interrup. Cap.</td></tr> <tr> <td>AC 240V</td> <td>2.5 kA</td> </tr> <tr> <td>AC 415V</td> <td>2.5 kA</td> </tr> <tr> <td>AC 480V</td> <td>2.5 kA</td> </tr> <tr> <td>AC 600V</td> <td>1.5 kA</td> </tr> <tr><td colspan="2">MFG No. F30B30</td></tr> </table>	Hitachi Ltd.		Breaker F-30B 3P		AC 600V		Amb. Temp. 40°C		Interrup. Cap.		AC 240V	2.5 kA	AC 415V	2.5 kA	AC 480V	2.5 kA	AC 600V	1.5 kA	MFG No. F30B30		<p>10e1, 10e2, 10e3, 10e4, 10e5, 10e6, 10e7, 10e8, 10e9, 10e11.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
Hitachi Ltd.																						
Breaker F-30B 3P																						
AC 600V																						
Amb. Temp. 40°C																						
Interrup. Cap.																						
AC 240V	2.5 kA																					
AC 415V	2.5 kA																					
AC 480V	2.5 kA																					
AC 600V	1.5 kA																					
MFG No. F30B30																						

INTERRUPTOR GIRATORIO																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Accionamiento manija</td> </tr> <tr> <td>Polos</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Posiciones</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>500 V~</td> <td style="text-align: center;">440 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		Accionamiento manija		Polos	3	Posiciones	4	500 V~	440 V-	VDE 0660		<p>10a1, hasta 10a66</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	Siemens															
	Interruptor PACC0															
	Accionamiento manija															
	Polos	3														
	Posiciones	4														
	500 V~	440 V-														
	VDE 0660															

PANEL 11

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO																						
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO																				
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Hitachi Ltd.</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Breaker F-30B 3P</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">AC 600V</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Amb. Temp. 40°C</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Interrup. Cap.</td> </tr> <tr> <td>AC 240V</td> <td style="text-align: center;">2.5 kA</td> </tr> <tr> <td>AC 415V</td> <td style="text-align: center;">2.5 kA</td> </tr> <tr> <td>AC 480V</td> <td style="text-align: center;">2.5 kA</td> </tr> <tr> <td>AC 600V</td> <td style="text-align: center;">1.5 kA</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">MFG No. F30B30</td> </tr> </table>	Hitachi Ltd.		Breaker F-30B 3P		AC 600V		Amb. Temp. 40°C		Interrup. Cap.		AC 240V	2.5 kA	AC 415V	2.5 kA	AC 480V	2.5 kA	AC 600V	1.5 kA	MFG No. F30B30		<p>11e1, 11e2, 11e3, 11e4, 11e5, 11e6, 11e7, 11e8, 11e9, 11e11.</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	Hitachi Ltd.																					
	Breaker F-30B 3P																					
	AC 600V																					
	Amb. Temp. 40°C																					
	Interrup. Cap.																					
	AC 240V	2.5 kA																				
	AC 415V	2.5 kA																				
	AC 480V	2.5 kA																				
	AC 600V	1.5 kA																				
MFG No. F30B30																						

INTERRUPTOR GIRATORIO																
GRÁFICO	DATOS DE PLACA	DESIGNACIÓN/ESTADO														
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Siemens</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Interruptor PACC0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Accionamiento manija</td> </tr> <tr> <td>Polos</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Posiciones</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>500 V~</td> <td style="text-align: center;">440 V-</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">VDE 0660</td> </tr> </table>	Siemens		Interruptor PACC0		Accionamiento manija		Polos	3	Posiciones	4	500 V~	440 V-	VDE 0660		<p>11a1, hasta 11a66</p> <p>Estado: Operación Normal</p>
	Siemens															
	Interruptor PACC0															
	Accionamiento manija															
	Polos	3														
	Posiciones	4														
	500 V~	440 V-														
	VDE 0660															

ANEXO 2

INTERCONEXIÓN DE MANGUERAS Y PRUEBAS DE AISLAMIENTO

INTERCONEXION DE LOS PANELES

PANEL 3						
NÚMERO	COLOR	NOMBRE	MANGUERA	DESTINO		
BORNERA	CABLE	MANGUERA	Nº/Sección mm ²	NOMBRE	BORNERA	PANEL
1	N	A3	4 x 4 re	A4	1	4
2	A	A3	4 x 4 re	A4	2	4
3	R	A3	4 x 4 re	A4	3	4
4	G	A3	4 x 4 re	A4	4	4
5	N	B3	4 x 4 re	D4	5	4
6	A	B3	4 x 4 re	D4	6	4
7	R	B3	4 x 4 re	D4	7	4
8	G	B3	4 x 4 re	D4	8	4
10	N	C3	2 x 2.5 re	G4	18	4
11	G	C3	2 x 2.5 re	G4	19	4
12	R	D3	3 x 4 re	D9	11	9
13	G	D3	3 x 4 re	D9	15	9
14	N	D3	3 x 4 re	D9	16	9
13	N	E3	4 x 4 re	Control TAP Transformador		
14	A	E3	4 x 4 re	Control TAP Transformador		
15	R	E3	4 x 4 re	Control TAP Transformador		
16	G	E3	4 x 4 re	Control TAP Transformador		
20	N	F3	2 x 2.5 re	F9	25	9
21	G	F3	2 x 2.5 re	F9	26	9
23	N	G3	4 x 6 re	Motor Ventilador Transformador		
24	A	G3	4 x 6 re	Motor Ventilador Transformador		
25	R	G3	4 x 6 re	Motor Ventilador Transformador		
26	G	G3	4 x 6 re	Motor Ventilador Transformador		
26	G	H3	4 x 4 re	Motor TAP Transformador		
27	N	H3	4 x 4 re	Motor TAP Transformador		
28	A	H3	4 x 4 re	Motor TAP Transformador		
29	R	H3	4 x 4 re	Motor TAP Transformador		
50	N	I3	2 x 2.5 re	H4	20	4
51	G	I3	2 x 2.5 re	H4	21	4
30	N	J3	4 x 16 re	Transformador Entrada		
31	A	J3	4 x 16 re	Transformador Entrada		
32	R	J3	4 x 16 re	Transformador Entrada		
33	G	J3	4 x 16 re	Transformador Entrada		
33	G	K3	4 x 16 re	Transformador Salida		
34	N	K3	4 x 16 re	Transformador Salida		
35	A	K3	4 x 16 re	Transformador Salida		
36	R	K3	4 x 16 re	Transformador Salida		
37	N	L3	3 x 25/16 rm	Panles de Acoplamiento 10 y 11.		
38	R	L3	3 x 25/16 rm	Panles de Acoplamiento 10 y 11.		
39	G	L3	3 x 25/16 rm	Panles de Acoplamiento 10 y 11.		
59	G	M3	4 x 16 re	Rectificador Exafásico Entrada		
60	N	M3	4 x 16 re	Rectificador Exafásico Entrada		
61	A	M3	4 x 16 re	Rectificador Exafásico Entrada		
62	R	M3	4 x 16 re	Rectificador Exafásico Entrada		
63	N	N3	4 x 16 re	Rectificador Exafásico Salida		
64	R	N3	4 x 16 re	Rectificador Exafásico Salida		
65	A-G	N3	4 x 16 re	Rectificador Exafásico Salida		
65	G	O3	4 x 25 rm	Panel 2 Barras Continúa		
66	N	O3	4 x 25 rm	Panel 2 Barras Continúa		
67	R	O3	4 x 25 rm	Panel 2 Barras Continúa		

PANEL 5						
NÚMERO	COLOR	NOMBRE	MANGUERA	DESTINO		
BORNERA	CABLE	MANGUERA	Nº/Sección mm ²	NOMBRE	BORNERA	PANEL
1	N	A5	4 x 4 re	B4	1	4
2	A	A5	4 x 4 re	B4	2	4
3	R	A5	4 x 4 re	B4	3	4
4	G	A5	4 x 4 re	B4	4	4
1	N	B5	4 x 4 re	M6	1	6
2	A	B5	4 x 4 re	M6	2	6
3	R	B5	4 x 4 re	M6	3	6
4	G	B5	4 x 4 re	M6	4	6
5	N	C5	4 x 4 re	C4	5	4
6	A	C5	4 x 4 re	C4	6	4
7	R	C5	4 x 4 re	C4	7	4
8	G	C5	4 x 4 re	C4	8	4
5	N	D5	4 x 4 re	N6	5	6
6	A	D5	4 x 4 re	N6	6	6
7	R	D5	4 x 4 re	N6	7	6
8	G	D5	4 x 4 re	N6	8	6
10	N	E5	4 x 4 re	I4	22	4
11	A	E5	4 x 4 re	I4	23	4
12	R	E5	4 x 4 re	I4	24	4
13	N-G	F5	2 x 2.5 re	F8	13	8
22	N	G5	4 x 4 re	G9	41	9
26	G	G5	4 x 4 re	G9	45	9
28	R	G5	4 x 4 re	G9	44	9
30	A	G5	4 x 4 re	G9	43	9
24	N	H5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.1		
25	A	H5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.1		
26	R	H5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.1		
27	G	H5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.1		
28	N	I5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.2		
29	A	I5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.2		
30	R	I5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.2		
31	G	I5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.2		
33	N	J5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.5		
34	A	J5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.5		
35	R	J5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.5		
36	G	J5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.5		
39	N	K5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.4		
40	A	K5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.4		
41	R	K5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.4		
42	G	K5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.4		
39	N	L5	4 x 4 re	H9	50	9
41	A	L5	4 x 4 re	H9	49	9
43	R	L5	4 x 4 re	H9	48	9
45	G	L5	4 x 4 re	H9	47	9
43	N	M5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.3		
44	A	M5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.3		

45	R	M5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.3		
46	G	M5	4 x 4 re	Resistencia Variable R 5.3		
48-60-64	V-R-A	N5	3 x 1.5 re	M4	33	4
48	G	O5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.2		
49	N	O5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.2		
50	A	O5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.2		
51	R	O5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.2		
48	G	P5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.1		
53	N	P5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.1		
54	A	P5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.1		
55	R	P5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.1		
57	N	Q5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.5		
58	A	Q5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.5		
59	R	Q5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.5		
60	G	Q5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.5		
60	G	R5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.3		
61	N	R5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.3		
62	A	R5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.3		
63	R	R5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.3		
64	G	S5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.4		
65	N	S5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.4		
66	A	S5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.4		
67	R	S5	4 x 4 re	MOTOR DE R 5.4		
100	N	T5	2 x 2.5 re	Generador C.C. (K)		
101	G	T5	2 x 2.5 re	Generador C.C. (J)		
101	G	U5	4 x 4 re	R 5.2 (J)		
102	A	U5	4 x 4 re	R 5.1 (K)		
105	N	U5	4 x 4 re	R 5.1 (P)		
106	R	U5	4 x 4 re	R 5.1 (N)		
107	N	V5	4 x 4 re	R 5.5 (t)		
108	A	V5	4 x 4 re	Motor C.C. (K)		
120	G-R	V5	4 x 4 re	Motor C.C. (J) R5.5 (s)		
109	R	W5	4 x 4 re	Generador Sincrónico (J)		
110	N	W5	4 x 4 re	R 5.4 (s)		
113	A-G	W5	4 x 4 re	G. Sincrónico (K) R5.3 (s)		
111	N	X5	4 x 4 re	R 5.4 (t)		
112	G	X5	4 x 4 re	R 5.3 (t)		
119	R-A	X5	4 x 4 re	R 5.4 (q) R 5.3 (q)		
98	G	Y5	3 x 4 re	I9	55	9
114	N	Y5	3 x 4 re	I9	56	9
115	R	Y5	3 x 4 re	I9	57	9
116	N	Z5	3 x 4 re	Generador Sincrónico frecuen.		
117	G	Z5	3 x 4 re	Generador Sincrónico frecuen.		
118	R	Z5	3 x 4 re	-		
121	N	AA5	4 x 4 re	Ventilador Generador Sincrónico		
122	A	AA5	4 x 4 re	Ventilador Generador Sincrónico		
123	R	AA5	4 x 4 re	Ventilador Generador Sincrónico		
124	G	AA5	4 x 4 re	Ventilador Generador Sincrónico		
124	G	BB5	4 x 4 re	Ventilador Motor C.C.		
125	N	BB5	4 x 4 re	Ventilador Motor C.C.		

126	A	BB5	4 x 4 re	Ventilador Motor C.C.		
127	R	BB5	4 x 4 re	Ventilador Motor C.C.		
99	N-R-G	CC5	3 x 4 re	J9	58-59-60	9
70		DD5	4 x 10 re	Disyuntor Entrada		
71		DD5	4 x 10 re	Disyuntor Entrada		
72		DD5	4 x 10 re	Disyuntor Entrada		
73			4 x 10 re	Neutro		
74		EE5	4 x 16 re	Paneles de Acoplamiento 10 y 11.		
75		EE5	4 x 16 re	Paneles de Acoplamiento 10 y 11.		
76		EE5	4 x 16 re	Paneles de Acoplamiento 10 y 11.		
129	A	FF5	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (U)		
130	N	FF5	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (W)		
128	R	FF5	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (V)		
131	G	FF5	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción Carcaza		
132	R	GG5	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (y)		
133	A	GG5	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (x)		
134	N	GG5	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (z)		

	EMPALME 1	EMPALME 2	EMPALME 3	EMPALME 4	EMPALME 5
	14	17	20	23	36
BORNERA	15	18	21	22	37
	16	19			

PANEL 6						
NÚMERO	COLOR	NOMBRE	MANGUERA	DESTINO		
BORNERA	CABLE	MANGUERA	Nº/Sección mm ²	NOMBRE	BORNERA	PANEL
1	N	A6	4 x 4 re	A7	1	7
2	A	A6	4 x 4 re	A7	2	7
3	R	A6	4 x 4 re	A7	3	7
4	G	A6	4 x 4 re	A7	4	7
5	N	B6	4 x 4 re	B7	5	7
6	A	B6	4 x 4 re	B7	6	7
7	R	B6	4 x 4 re	B7	7	7
8	G	B6	4 x 4 re	B7	8	7
10	N	C6	3 x 4 re	J4	25	4
11	R	C6	3 x 4 re	J4	26	4
12	G	C6	3 x 4 re	J4	27	4
13	R	D6	3 x 4 re	K9	71	9
17	G	D6	3 x 4 re	K9	76	9
17	G	E6	4 x 4 re	Resistencia Variable R 6.1		
18	R	E6	4 x 4 re	Resistencia Variable R 6.1		
19	N	E6	4 x 4 re	Resistencia Variable R 6.1		
20	A	E6	4 x 4 re	Resistencia Variable R 6.1		
19	R	F6	3 x 4 re	L9	75	9
21	G	F6	3 x 4 re	L9	74	9
23	N	F6	3 x 4 re	L9	73	9
21	G	G6	4 x 4 re	Resistencia Variable R 6.2		
22	R	G6	4 x 4 re	Resistencia Variable R 6.2		
23	A	G6	4 x 4 re	Resistencia Variable R 6.2		
24	N	G6	4 x 4 re	Resistencia Variable R 6.2		
25	N	H6	4 x 4 re	M9	85	9
26	A	H6	4 x 4 re	M9	86	9
39	R	H6	4 x 4 re	M9	87	9
40	G	H6	4 x 4 re	M9	88	9
27	N	I6	4 x 4 re	Generador C.C. (K)		
28	G	I6	4 x 4 re	R 6.1 (K)		
31	A-R	I6	4 x 4 re	R 6.2 (J) - Generador C.C. (J)		
29	N	J6	2 x 2.5 re	R 6.1 (P)		
30	G	J6	2 x 2.5 re	R 6.1 (N)		
32	N	K6	4 x 4 re	MOTOR DE R 6.2		
33	R	K6	4 x 4 re	MOTOR DE R 6.2		
34	A	K6	4 x 4 re	MOTOR DE R 6.2		
35	G	K6	4 x 4 re	MOTOR DE R 6.2		
35	A	L6	4 x 4 re	MOTOR DE R 6.1		
36	N	L6	4 x 4 re	MOTOR DE R 6.1		
37	G	L6	4 x 4 re	MOTOR DE R 6.1		
38	R	L6	4 x 4 re	MOTOR DE R 6.1		
1	N	M6	4 x 4 re	B5	1	5
2	A	M6	4 x 4 re	B5	2	5
3	R	M6	4 x 4 re	B5	3	5
4	G	M6	4 x 4 re	B5	4	5

5	N	N6	4 x 4 re	D5	5	5
6	A	N6	4 x 4 re	D5	6	5
7	R	N6	4 x 4 re	D5	7	5
8	G	N6	4 x 4 re	D5	8	5
41	R-N	O6	4 x 10 re	Disyuntor Entrada		
42	A-G	O6	4 x 10 re	Disyuntor Entrada		
43	N-R	P6	4 x 16 re	Panles de Acoplamiento 10 y 11.		
44	A-G	P6	4 x 16 re	Panles de Acoplamiento 10 y 11.		
50	R	Q6	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (U)		
51	A	Q6	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (W)		
52	N	Q6	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (V)		
56	G	Q6	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción Carcaza		
53	R	R6	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (y)		
54	A	R6	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (x)		
55	N	R6	4 x 16 re	Motor 3Φ Inducción (z)		

	EMPALME 1	EMPALME 2				
BORNERA	14	15				
	15	16				

PANEL 7						
NÚMERO	COLOR	NOMBRE	MANGUERA	DESTINO		
BORNERA	CABLE	MANGUERA	Nº/Sección mm ²	NOMBRE	BORNERA	PANEL
1	N	A7	4 x 4 re	A6	1	6
2	A	A7	4 x 4 re	A6	2	6
3	R	A7	4 x 4 re	A6	3	6
4	G	A7	4 x 4 re	A6	4	6
5	N	B7	4 x 4 re	B6	5	6
6	A	B7	4 x 4 re	B6	6	6
7	R	B7	4 x 4 re	B6	7	6
8	G	B7	4 x 4 re	B6	8	6
10	N	C7	3 x 4 re	K4	10	4
11	R	C7	3 x 4 re	K4	11	4
12	G	C7	3 x 4 re	K4	12	4
1	N	D7	4 x 4 re	D8	1	8
2	R	D7	4 x 4 re	D8	2	8
3	A	D7	4 x 4 re	D8	3	8
4	G	D7	4 x 4 re	D8	4	8
5	N	E7	4 x 4 re	E8	5	8
6	A	E7	4 x 4 re	E8	6	8
7	R	E7	4 x 4 re	E8	7	8
8	G	E7	4 x 4 re	E8	8	8

PANEL 8						
NÚMERO	COLOR	NOMBRE	MANGUERA	DESTINO		
BORNERA	CABLE	MANGUERA	Nº/Sección mm ²	NOMBRE	BORNERA	PANEL
1	N	A8	4 x 4 re	A9	1	9
2	A	A8	4 x 4 re	A9	2	9
3	R	A8	4 x 4 re	A9	3	9
4	G	A8	4 x 4 re	A9	4	9
5	N	B8	4 x 4 re	B9	5	9
6	A	B8	4 x 4 re	B9	6	9
7	R	B8	4 x 4 re	B9	7	9
8	G	B8	4 x 4 re	B9	8	9
10	N	C8	4 x 4 re	E4	10	4
11	A	C8	4 x 4 re	E4	11	4
12	R	C8	4 x 4 re	E4	12	4
15	G	C8	4 x 4 re	E4	15	4
1	N	D8	4 x 4 re	D7	1	7
2	R	D8	4 x 4 re	D7	2	7
3	A	D8	4 x 4 re	D7	3	7
4	G	D8	4 x 4 re	D7	4	7
5	N	E8	4 x 4 re	E7	5	7
6	A	E8	4 x 4 re	E7	6	7
7	R	E8	4 x 4 re	E7	7	7
8	G	E8	4 x 4 re	E7	8	7
13	G N	F8	2 x 2.5 re	F5	13	5
6	N	G8	4 x 4 re	C9	6	9
7	A	G8	4 x 4 re	C9	7	9
9	R	G8	4 x 4 re	C9	9	9
24	G	G8	4 x 4 re	C9	10	9

PANEL 9						
NÚMERO	COLOR	NOMBRE	MANGUERA	DESTINO		
BORNERA	CABLE	MANGUERA	Nº/Sección mm ²	NOMBRE	BORNERA	PANEL
1	N	A9	4 x 4 re	A8	1	8
2	A	A9	4 x 4 re	A8	2	8
3	R	A9	4 x 4 re	A8	3	8
4	G	A9	4 x 4 re	A8	4	8
5	N	B9	4 x 4 re	B8	5	8
6	A	B9	4 x 4 re	B8	6	8
7	R	B9	4 x 4 re	B8	7	8
8	G	B9	4 x 4 re	B8	8	8
6	N	C9	4 x 4 re	G8	6	8
7	A	C9	4 x 4 re	G8	7	8
9	R	C9	4 x 4 re	G8	9	8
10	G	C9	4 x 4 re	G8	24	8
11	R	D9	3 x 4 re	D3	12	3
15	G	D9	3 x 4 re	D3	13	3
16	N	D9	3 x 4 re	D3	14	3
81-21-111-51	R-N-A-G	E9	4 x 4 re	F4	14	4
25	N	F9	2 x 2.5 re	F3	20	3
26	G	F9	2 x 2.5 re	F3	21	3
41	N	G9	4 x 4 re	G5	22	5
45	G	G9	4 x 4 re	G5	26	5
44	R	G9	4 x 4 re	G5	28	5
43	A	G9	4 x 4 re	G5	30	5
50	N	H9	4 x 4 re	L5	39	5
49	A	H9	4 x 4 re	L5	41	5
48	R	H9	4 x 4 re	L5	43	5
47	G	H9	4 x 4 re	L5	45	5
55	N	I9	3 x 4 re	Y5	114	5
56	R	I9	3 x 4 re	Y5	115	5
57	G	I9	3 x 4 re	Y5	98	5
58-59-60	N-R-G	J9	3 x 4 re	CC5	99	5
71	R	K9	3 x 4 re	D6	13	6
76	G	K9	3 x 4 re	D6	17	6
73	N	L9	3 x 4 re	F6	23	6
74	G	L9	3 x 4 re	F6	21	6
75	R	L9	3 x 4 re	F6	19	6
85	N	M9	4 x 4 re	H6	25	6
86	A	M9	4 x 4 re	H6	26	6
87	R	M9	4 x 4 re	H6	39	6
88	G	M9	4 x 4 re	H6	40	6

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

PANEL 1			
COMBINACIÓN	MANGUERA	Medición [MΩ]	SERVICIO
N-A	M1	1.401	Mesa 1
N-R	M1	1.405	Mesa 1
N-G	M1	1.419	Mesa 1
A-R	M1	1.378	Mesa 1
A-G	M1	1.411	Mesa 1
R-G	M1	1.389	Mesa 1
N-A	M2	1.596	Mesa 2
N-R	M2	1.613	Mesa 2
N-G	M2	1.548	Mesa 2
A-R	M2	1.598	Mesa 2
A-G	M2	1.500	Mesa 2
R-G	M2	1.625	Mesa 2
N-A	M3	1.498	Mesa 3
N-R	M3	1.403	Mesa 3
N-G	M3	1.397	Mesa 3
A-R	M3	1.562	Mesa 3
A-G	M3	1.461	Mesa 3
R-G	M3	1.589	Mesa 3
N-A	M4	1.247	Mesa 4
N-R	M4	1.364	Mesa 4
N-G	M4	1.467	Mesa 4
A-R	M4	1.341	Mesa 4
A-G	M4	1.318	Mesa 4
R-G	M4	1.264	Mesa 4
N-A	M5	1.415	Mesa 5
N-R	M5	1.368	Mesa 5
N-G	M5	1.476	Mesa 5
A-R	M5	1.371	Mesa 5
A-G	M5	1.409	Mesa 5
R-G	M5	1.483	Mesa 5
N-A	M6	1.522	Mesa 6
N-R	M6	1.516	Mesa 6
N-G	M6	1.491	Mesa 6
A-R	M6	1.573	Mesa 6
A-G	M6	1.487	Mesa 6
R-G	M6	1.554	Mesa 6
N-A	M7	1.284	Mesa 7
N-R	M7	1.314	Mesa 7
N-G	M7	1.285	Mesa 7
A-R	M7	1.334	Mesa 7
A-G	M7	1.298	Mesa 7
R-G	M7	1.316	Mesa 7
N-A	M8	1.657	Mesa 8
N-R	M8	1.518	Mesa 8
N-G	M8	1.546	Mesa 8
A-R	M8	1.756	Mesa 8
A-G	M8	1.645	Mesa 8
R-G	M8	1.578	Mesa 8
N-A	M9	1.343	Mesa 9
N-R	M9	1.401	Mesa 9
N-G	M9	1.398	Mesa 9
A-R	M9	1.425	Mesa 9
A-G	M9	1.375	Mesa 9
R-G	M9	1.358	Mesa 9

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**PANEL 2**

COMBINACIÓN	MANGUERA	Medición [MΩ]	SERVICIO
N-A	M1	1.396	Mesa 1
N-R	M1	1.302	Mesa 1
A-R	M1	1.294	Mesa 1
N-A	M2	1.343	Mesa 2
N-R	M2	1.375	Mesa 2
A-R	M2	1.329	Mesa 2
N-A	M3	1.276	Mesa 3
N-R	M3	1.248	Mesa 3
A-R	M3	1.251	Mesa 3
N-A	M4	1.346	Mesa 4
N-R	M4	1.325	Mesa 4
A-R	M4	1.374	Mesa 4
N-A	M5	1.261	Mesa 5
N-R	M5	1.298	Mesa 5
A-R	M5	1.234	Mesa 5
N-A	M6	1.395	Mesa 6
N-R	M6	1.402	Mesa 6
A-R	M6	1.418	Mesa 6
N-A	M7	1.279	Mesa 7
N-R	M7	1.325	Mesa 7
A-R	M7	1.285	Mesa 7
N-A	M8	1.405	Mesa 8
N-R	M8	1.421	Mesa 8
A-R	M8	1.406	Mesa 8
N-A	M9	1.259	Mesa 9
N-R	M9	1.261	Mesa 9
A-R	M9	1.198	Mesa 9
N-A	M10	1.365	Mesa 10
N-R	M10	1.307	Mesa 10
A-R	M10	1.385	Mesa 10
N-A	M11	1.246	Mesa 11
N-R	M11	1.275	Mesa 11
A-R	M11	1.295	Mesa 11
N-A	M12	1.328	Mesa 12
N-R	M12	1.318	Mesa 12
A-R	M12	1.278	Mesa 12
N-A	M13	1.354	Mesa 13
N-R	M13	1.432	Mesa 13
A-R	M13	1.385	Mesa 13
N-A	M14	1.344	Mesa 14
N-R	M14	1.298	Mesa 14
A-R	M14	1.352	Mesa 14
N-A	M15	1.256	Mesa 15
N-R	M15	1.287	Mesa 15
A-R	M15	1.295	Mesa 15
N-A	M16	1.421	Mesa 16
N-R	M16	1.429	Mesa 16
A-R	M16	1.456	Mesa 16

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO EN CABLES

PANEL 3

COMBINACIÓN	MANGUERA	Medición [MΩ]	SERVICIO
N-A	E3	2.165	Control TAP Transformador
N-R	E3	2.115	Control TAP Transformador
N-G	E3	2.176	Control TAP Transformador
A-R	E3	2.089	Control TAP Transformador
A-G	E3	2.195	Control TAP Transformador
R-G	E3	2.258	Control TAP Transformador
N-A	G3	1.932	Motor Ventilador Transformador
N-R	G3	2.182	Motor Ventilador Transformador
N-G	G3	2.127	Motor Ventilador Transformador
A-R	G3	2.089	Motor Ventilador Transformador
A-G	G3	1.876	Motor Ventilador Transformador
R-G	G3	1.947	Motor Ventilador Transformador
N-A	H3	2.184	Motor TAP Transformador
N-R	H3	2.213	Motor TAP Transformador
N-G	H3	1.989	Motor TAP Transformador
A-R	H3	2.298	Motor TAP Transformador
A-G	H3	1.875	Motor TAP Transformador
R-G	H3	2.002	Motor TAP Transformador
N-A	J3	3.628	Transformador Entrada
N-R	J3	3.496	Transformador Entrada
N-G	J3	3.756	Transformador Entrada
A-R	J3	3.211	Transformador Entrada
A-G	J3	3.945	Transformador Entrada
R-G	J3	3.625	Transformador Entrada
N-A	K3	3.518	Transformador Salida
N-R	K3	3.685	Transformador Salida
N-G	K3	3.458	Transformador Salida
A-R	K3	3.785	Transformador Salida
A-G	K3	3.728	Transformador Salida
R-G	K3	3.619	Transformador Salida
N-R	L3	3.645	Paneles de Acoplamiento 10 y 11.
N-G	L3	3.896	Paneles de Acoplamiento 10 y 11.
R-G	L3	3.993	Paneles de Acoplamiento 10 y 11.
N-A	M3	3.318	Rectificador Exafásico Entrada
N-R	M3	3.194	Rectificador Exafásico Entrada
N-G	M3	2.925	Rectificador Exafásico Entrada
A-R	M3	3.458	Rectificador Exafásico Entrada
A-G	M3	3.268	Rectificador Exafásico Entrada
R-G	M3	3.140	Rectificador Exafásico Entrada
N-A	N3	3.428	Rectificador Exafásico Salida
N-R	N3	3.338	Rectificador Exafásico Salida
N-G	N3	3.314	Rectificador Exafásico Salida
A-R	N3	3.622	Rectificador Exafásico Salida
A-G	N3	3.579	Rectificador Exafásico Salida
R-G	N3	3.629	Rectificador Exafásico Salida
G-N	O3	3.103	Panel 2 Barras Continua
G-R	O3	3.259	Panel 2 Barras Continua
N-R	O3	3.545	Panel 2 Barras Continua

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO EN CABLES

PANEL 4

COMBINACIÓN	MANGUERA	Medición [MΩ]	SERVICIO DE LA MANGUERA
N-A	L4	3.654	Rectificador Semiconductor Izq
N-R	L4	3.798	Rectificador Semiconductor Izq
N-G	L4	3.705	Rectificador Semiconductor Izq
A-R	L4	3.026	Rectificador Semiconductor Izq
A-G	L4	3.296	Rectificador Semiconductor Izq
R-G	L4	3.178	Rectificador Semiconductor Izq
N-R	N4	3.456	Rectificador Semiconductor Der

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO EN CABLES

PANEL 5

COMBINACIÓN	MANGUERA	Medición [MΩ]	SERVICIO
N-A	O5	3.456	MOTOR DE R 5.2
N-R	O5	3.513	MOTOR DE R 5.2
N-G	O5	3.846	MOTOR DE R 5.2
A-R	O5	3.642	MOTOR DE R 5.2
A-G	O5	3.751	MOTOR DE R 5.2
R-G	O5	3.699	MOTOR DE R 5.2
N-A	P5	3.825	MOTOR DE R 5.1
N-R	P5	3.845	MOTOR DE R 5.1
N-G	P5	3.890	MOTOR DE R 5.1
A-R	P5	3.901	MOTOR DE R 5.1
A-G	P5	3.812	MOTOR DE R 5.1
R-G	P5	3.755	MOTOR DE R 5.1
N-A	Q5	3.628	MOTOR DE R 5.5
N-R	Q5	3.645	MOTOR DE R 5.5
N-G	Q5	3.622	MOTOR DE R 5.5
A-R	Q5	3.711	MOTOR DE R 5.5
A-G	Q5	3.688	MOTOR DE R 5.5
R-G	Q5	3.749	MOTOR DE R 5.5
N-A	R5	3.624	MOTOR DE R 5.3
N-R	R5	3.745	MOTOR DE R 5.3
N-G	R5	3.798	MOTOR DE R 5.3
A-R	R5	3.674	MOTOR DE R 5.3
A-G	R5	3.664	MOTOR DE R 5.3
R-G	R5	3.705	MOTOR DE R 5.3
N-A	S5	3.698	MOTOR DE R 5.4
N-R	S5	3.621	MOTOR DE R 5.4
N-G	S5	3.675	MOTOR DE R 5.4
A-R	S5	3.725	MOTOR DE R 5.4
A-G	S5	3.716	MOTOR DE R 5.4
R-G	S5	3.754	MOTOR DE R 5.4
N-G	T5	2.958	Generador C.C. (K)
N-A	U5	3.025	R 5.2 (J)
N-R	U5	3.154	R 5.1 (K)
N-G	U5	2.946	R 5.1 (P)
A-R	U5	2.967	R 5.1 (N)
A-G	U5	3.098	R 5.1 (P)
R-G	U5	2.896	R 5.1 (N)
N-A	V5	3.046	R 5.5 (t)
N-R	V5	3.182	Motor C.C. (K)
N-G	V5	2.847	Motor C.C. (J) R5.5 (s)

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

PANEL 10			
COMBINACIÓN	MANGUERA	Medición [MΩ]	SERVICIO
N-A	M1	1.542	Mesa 1
N-R	M1	1.429	Mesa 1
N-G	M1	1.475	Mesa 1
A-R	M1	1.465	Mesa 1
A-G	M1	1.438	Mesa 1
R-G	M1	1.402	Mesa 1
N-A	M2	1.555	Mesa 2
N-R	M2	1.526	Mesa 2
N-G	M2	1.507	Mesa 2
A-R	M2	1.460	Mesa 2
A-G	M2	1.523	Mesa 2
R-G	M2	1.485	Mesa 2
N-A	M3	1.428	Mesa 3
N-R	M3	1.360	Mesa 3
N-G	M3	1.438	Mesa 3
A-R	M3	1.541	Mesa 3
A-G	M3	1.425	Mesa 3
R-G	M3	1.402	Mesa 3
N-A	M4	1.502	Mesa 4
N-R	M4	1.549	Mesa 4
N-G	M4	1.428	Mesa 4
A-R	M4	1.487	Mesa 4
A-G	M4	1.454	Mesa 4
R-G	M4	1.521	Mesa 4
N-A	M5	1.543	Mesa 5
N-R	M5	1.498	Mesa 5
N-G	M5	1.501	Mesa 5
A-R	M5	1.464	Mesa 5
A-G	M5	1.575	Mesa 5
R-G	M5	1.422	Mesa 5
N-A	M6	1.892	Mesa 6
N-R	M6	1.765	Mesa 6
N-G	M6	1.779	Mesa 6
A-R	M6	1.804	Mesa 6
A-G	M6	1.855	Mesa 6
R-G	M6	1.794	Mesa 6
N-A	M7	1.836	Mesa 7
N-R	M7	1.802	Mesa 7
N-G	M7	1.786	Mesa 7
A-R	M7	1.825	Mesa 7
A-G	M7	1.843	Mesa 7
R-G	M7	1.864	Mesa 7
N-A	M8	1.869	Mesa 8
N-R	M8	1.730	Mesa 8
N-G	M8	1.814	Mesa 8
A-R	M8	1.882	Mesa 8
A-G	M8	1.831	Mesa 8
R-G	M8	1.795	Mesa 8
N-A	M9	1.946	Mesa 9
N-R	M9	1.895	Mesa 9
N-G	M9	1.903	Mesa 9
A-R	M9	1.922	Mesa 9
A-G	M9	1.977	Mesa 9
R-G	M9	1.846	Mesa 9

N-A	M10	1.892	Mesa 10
N-R	M10	1.902	Mesa 10
N-G	M10	1.964	Mesa 10
A-R	M10	1.957	Mesa 10
A-G	M10	1.876	Mesa 10
R-G	M10	1.911	Mesa 10
N-A	M11	1.846	Mesa 11
N-R	M11	1.805	Mesa 11
N-G	M11	1.887	Mesa 11
A-R	M11	1.826	Mesa 11
A-G	M11	1.867	Mesa 11
R-G	M11	1.875	Mesa 11
N-A	M12	1.826	Mesa 12
N-R	M12	1.817	Mesa 12
N-G	M12	1.895	Mesa 12
A-R	M12	1.822	Mesa 12
A-G	M12	1.858	Mesa 12
R-G	M12	1.846	Mesa 12

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

PANEL 11			
COMBINACIÓN	MANGUERA	Medición [MΩ]	SERVICIO
N-A	M13	1.876	Mesa 13
N-R	M13	1.754	Mesa 13
N-G	M13	1.810	Mesa 13
A-R	M13	1.858	Mesa 13
A-G	M13	1.811	Mesa 13
R-G	M13	1.825	Mesa 13
N-A	M14	1.870	Mesa 14
N-R	M14	1.754	Mesa 14
N-G	M14	1.841	Mesa 14
A-R	M14	1.747	Mesa 14
A-G	M14	1.863	Mesa 14
R-G	M14	1.821	Mesa 14
N-A	M15	1.714	Mesa 15
N-R	M15	1.835	Mesa 15
N-G	M15	1.862	Mesa 15
A-R	M15	1.724	Mesa 15
A-G	M15	1.796	Mesa 15
R-G	M15	1.831	Mesa 15
N-A	M16	1.725	Mesa 16
N-R	M16	1.796	Mesa 16
N-G	M16	1.824	Mesa 16
A-R	M16	1.722	Mesa 16
A-G	M16	1.763	Mesa 16
R-G	M16	1.847	Mesa 16

ANEXO 3

PLANOS DE ESQUEMAS ELÉCTRICOS DEL LABORATORIO

ANEXO 4

DIAGRAMA DE FUERZA DEL SISTEMA DISEÑADO

ANEXO 5

LISTA DE PRECIOS EN EL MERCADO LOCAL

José Correa E10-287 y Av. 6 de Diciembre
 Telefax.: 2 432 050 / 2 269 980 / 2 469 873
 E-mail:
 dsancev@fixgroup.net / hssancev@fixgroup.net

Fecha: 17 de Julio de 2009

Señores: Ing. Byron Nieto

Atentamente:

Vendedor: DP

Referencia: JUL.1709



Cutler - Hammer

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	V. UNIT.	DSCTO.	V.TOTAL
1SDA059493R1	Breaker T4 320 Relé Electrónico PR223DS 3 Polos Ue=690acV Icu=36kA	1	963.96		963.96
1SDA054175R1	Breaker T4 250 Relé Termomag. TMD TMA 3 Polos Ue=690acV Icu=36kA	3	282.62		847.86
1SDA050948R1	Breaker T2 160. Relé Termomag. TMD 3 Polos Ue=690acV Icu=16kA	17	137.26		2,333.42
1SDA059489R1	Breaker T4 250 Relé Electrónico PR223DS 3 Polos Ue=690ac[V] Icu=36kA	2	941.38		1,882.76
1SDA054522R1	Breaker T4 250 Relé Electrónico PR222MP 3 Polos Ue=690 acV Icu=36kA	2	916.92		1,833.84
1SDA055106R1	Breaker T4 250 Relé Termomag. TMG 3Polos Ue=500dcV Icu=36kA I=80A	1	282.62		282.62
1SDA063516R1	Breaker T1 160 Relé Termomagnético TMD 3 Polos Ue=690acV Icu=16kA	96	72.25		6,936.00
1SDA054901R1	Mando Motbr MOE-E T4 110V AC	5	591.06		2,955.30
1SDA054896R1	Mando Motbr MOE 110V AC	4	499.10		1,996.40
1SDA059597R1	Mando solenoide MOS	102	177.41		18,095.82
1SDA054916R1	Contacto auxiliar AUX-E-C 1Q 1SY	5	70.92		354.60
1SDA051368R1	Contacto auxiliar AUX 1Q 1SY 250V AC/DC	117	21.88		2,559.96
C321MP4	Fusible 2 AMP 500VAC 10 X 38	42	9.32		391.44
C321MP5	Fusible 10 AMP 500VAC 10 X 38	5	9.32		46.60
XTCE007B10A	Contactador 7A, 3 Polos, Bobina 120Vac, Tipo AC3	19	25.76		489.44
XTCE040D00A	Contactador 40A, 3 Polos, Bobina 120Vac, Tipo AC3	3	104.83		314.49
XTCE025C10A	Contactador 25A, 3 Polos, Bobina 120Vac, Tipo AC3	1	61.59		61.59
XTCE080F00A	Contactador 80A, 3 Polos, Bobina 120Vac, Tipo AC3	2	234.70		469.40
XTOB1P6BC1	Relé Térmico 1-1.6 A, Clase 20	4	39.94		159.76
XTOB0P4BC1	Relé Térmico 0.24-0.4 A, Clase 20	7	39.94		279.58
D7PR2T1	Relé tipo plug bobina 24Vdc con base	25	19.72		493.00
DMK27-1	Multímetro Digital. Alimentación:187-264 Vac. Rango: 0 - 600 V	5	393.30		1,966.50
DMK27-2	Voltímetro DC. Rango: 0 - 125 Vdc	2	140.71		281.42
DMK27-3	Amperímetro DC. Rango: 0 - 100 A	3	10.47		31.41
DMK27-4	Voltímetro DC. Rango: 0 - 250 Vdc	1	140.71		140.71
DMK27-5	Amperímetro DC. Rango: 0 - 25 Adc	1	10.47		10.47
DMK27-6	Voltímetro DC Rango: 0 - 300 V	1	140.71		140.71
DMK27-7	Supervisor de Voltaje. Alimentación 190-240 Vac. Trifásico. 220V.	1	185.02		185.02
DMK27-8	Amperímetro DC. Rango: 0 - 6 A	4	10.47		41.88
SUMAN					46545.96

ESTE PRECIO NO INCLUYE EL I.V.A. VIGENTE

GARANTIA: 12 MESES DE GARANTIA
 ENTREGA: INMEDIATA
 PAGO: CHEQUE 30 DIAS

Atentamente,

Sr. Diego Ponce C.
 Cel. 092 944116

Sancev **Eléctrica** Industrial

PROFORMA

José Correa E10-287 y Av. 6 de Diciembre
 Telefax.: 2 432 050 / 2 269 980 / 2 469 873
 E-mail:
 dsancev@fixgroup.net / hssancev@fixgroup.net

Fecha: 17 de Julio de 2009

Señores: Ing. Byron Nieto

Atentamente:

Vendedor: DP

Referencia: JUL.1709



Cutler - Hammer

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	V. UNIT.	DSCTO.	V.TOTAL
C321MP12	Transformador de Corriente 300/5	3	18.32		54.96
C321MP13	Transformador de Corriente 100/5	6	14.27		85.62
C321MP14	Transformador de Corriente 150/5	3	14.27		42.81
C321MP15	Transformador de Corriente 250/5	3	18.32		54.96
ETI50 - V1	Transductor voltaje. Entrada 0-125Vdc. Output 0-20mA. 24Vdc.	2	203.50		407.00
ETI50 - V2	Transductor voltaje. Entrada 0-250Vdc. Output 0-20mA. 24Vdc.	1	203.50		203.50
ETI50 - V3	Transductor voltaje. Entrada 0-300Vdc. Output 0-20mA.24Vdc.	1	203.50		203.50
ETI50 - C	Transductor corriente Entrada con shunt Output 0-20mA. 24Vdc.	4	203.50		814.00
Shunt	Shunt (Resistencia Laminada). Corriente 0-100Adc	4	68.24		272.96
C321MP16	Borneras cable #14. Voltaje Servicio 500V	87	1.12		97.44
C321MP17	Borneras cable #6. Voltaje Servicio 500V	16	1.96		31.36
C321MP18	Borneras cable #1/0. Voltaje Servicio 500V.	17	4.11		69.87
C321MP19	Borneras cable #12. Voltaje Servicio 500V.	66	1.12		73.92
C321MP20	Borneras cable #10. Voltaje Servicio 500V.	390	1.15		448.50
C321MP21	Barras 294 A. (6metros) 1/8" x 1"	5	155.04		775.20
C321MP22	Barras 18 A. (1.5metros)	6	8.10		48.60
C321MP23	Barras 100 A. (1.5metros).	6	8.10		48.60
C321MP24	Barras 25 A. (5metros)	2	20.25		40.50
C321MP25	Barras 63A. (1.5metros).	2	8.10		16.20
C321MP26	Barras 70A. (1.5metros).	3	8.10		24.30
1SAP130100R0100	MicroCPU 64kB 24VDC Memory Slot 2x RS-232/485 Display	1	372.60		372.60
1SAP111100R0170	CPU Terminal Base AC500. 1x CPU Slot 1x Coupler Slot.	1	223.56		223.56
1SAP240000R0001	Digital Input Module. 32 DI. 24 V DC. 1-wire	9	353.97		3,185.73
1SAP240500R0001	Digital Input Module. 32 DO. 24 V DC. 1-wire	9	353.97		3,185.73
1SAP210400R0001	Bus-I/O Terminal Unit 24 V DC. Spring Terminals	18	83.82		1,508.76
1SAP250300R0001	Analog Input Module 16AI U/I/PT100 12bit+sign. 2-wire	1	959.43		959.43
1SNA607052R0000	Pantalla STN 6" para PLC con interface de comunicación.	1	990.18		990.18
C321MP27	Fuente 120 VAC / 24VDC, 10A	1	396.51		396.51
SUMAN					14636.30

ESTE PRECIO NO INCLUYE EL I.V.A. VIGENTE

GARANTIA: 12 MESES DE GARANTIA
 ENTREGA: INMEDIATA
 PAGO: CHEQUE 30 DIAS

Atentamente,

Sr. Diego Ponce C.

Sancev Eléctrica Industrial

PROFORMA

José Correa E10-287 y Av. 6 de Diciembre
 Telefax.: 2 432 050 / 2 269 980 / 2 469 873
 E-mail:
 dsancev@fixgroup.net / hssancev@fixgroup.net

Fecha: 17 de Julio de 2009

Señores: Ing. Byron Nieto

Atentamente:

Vendedor: DP

Referencia: JUL.1709



Cutler - Hammer

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	V. UNIT.	DSCTO.	V.TOTAL
C321MP28	Laptp 2.00 GHz Intel Core2 Duo DISCO DURO DE 320 GB.	1	1045.22		1,045.22
C321MP29	DAQFactory developer y runtime. (hardware key incluida)	1	2598.00		2,598.00
E23CK511P	Selector de posición metálica. 3 posiciones. I-0-II	1	20.54		20.54
E23BT11R	Pulsador rojo de hongo 40mm + 1NC con retención	1	26.90		26.90
E23BP11G	Bloque de contacto 1NA, 1NC	10	5.62		56.20
E23BK881	Pulsador doble 0-I más portalampara	4	13.94		55.76
E23SD00G	Luz indicadora 22 MM Verde 120 - 220 VAC	108	7.10		766.80
D7PR2T0	Soquet	4	6.36		25.44
E23BP11G	Varilla Cooperweld 1.80m	8	7.00		56.00
C321MP30	Cable Cu desnudo #2 AWG (metro)	80	4.96		396.80
C321MP31	Puntos de Suelta Exotérmica	15	14.00		210.00
C321MP32	Tol Metálico puertas y bandejas	1	700.00		700.00
				SUMAN	5957.66

ESTE PRECIO NO INCLUYE EL I.V.A. VIGENTE

GARANTIA: 12 MESES DE GARANTIA
ENTREGA: INMEDIATA
PAGO: CHEQUE 30 DIAS

Atentamente,

Sr. Diego Ponce C.
 Cel. 092 944116