

**INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE TARJETA DE CONTROL
POWERCOMMAND EN GRUPO ELECTRÓGENO 1200 KW DEL INGENIO
RISARALDA**

**OSCAR EDUARDO BETANCUR QUICENO
DIEGO FERNANDO GARZÓN VALENCIA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS
INGENIERÍA MECATRÓNICA
PEREIRA
2015**

**INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE TARJETA DE
CONTROL POWERCOMMAND EN GRUPO ELECTRÓGENO 1200 KW
DEL INGENIO RISARALDA**

**OSCAR EDUARDO BETANCUR QUICENO
DIEGO FERNANDO GARZÓN VALENCIA**

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Mecatrónico

**Director
Ing. MARINO VELÁSQUEZ CÁRDENAS**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS
INGENIERÍA MECATRÓNICA
PEREIRA
2015**

DEDICATORIA

Queremos darle gracias a Dios por permitirnos dar este paso en nuestras vidas, a nuestros padres que siempre han estado a nuestro lado brindándonos su apoyo, sus sabios consejos; sin ellos que difícil hubiese sido alcanzar esta meta. Cómo olvidar a nuestros compañeros de estudio, a nuestros profesores, a nuestros amigos; quienes siempre estuvieron allí con nosotros, alentándonos a seguir adelante y a no desfallecer en el camino.

A todos ellos les dedicamos de corazón este trabajo y los llevaremos en nuestras almas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin la influencia directa e indirecta de muchas personas a las que agradecemos profundamente por estar presentes en las distintas etapas de la elaboración.

Así mismo, a todos los docentes del Programa de Ingeniería Mecatrónica de Universidad Tecnológica de Pereira que compartieron sus conocimientos, dentro y fuera de clase, haciendo posible nuestra formación profesional que se resume en satisfacciones académicas.

A los ingenieros Marino Velásquez Cárdenas y Oscar Darío Herrera por su apoyo incondicional para lograr la meta propuesta

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVOS.....	13
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
1 CONCEPTOS BÁSICOS	14
1.1 GENERADOR ELÉCTRICO	14
1.2 GRUPO ELECTRÓGENO	14
1.2.1 Partes de un grupo electrógeno	14
1.3 TARJETA DE CONTROL 1302	16
1.3.1 Características control 1302.....	16
1.3.2 Conexiones tarjeta de control 1302.....	17
1.4 TABLERO DE OPERADOR (HMI211).....	18
1.4.1 Conexiones del tablero operador	19
1.5 SENSOR DE TEMPERATURA.....	20
1.6 SENSOR DE PRESIÓN.....	20
1.7 SENSOR DETECCIÓN VELOCIDAD MOTOR.....	21
2 PROGRAMACIÓN POWER COMMAND HMI211	22
2.1 TABLERO DEL OPERADOR	22
2.1.1 Descripción componentes tablero del operador	23
2.2 PROGRAMACIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO	24
2.2.1 Introducción del código de acceso para cambio de modo.....	24
2.2.2 Selección de modo manual	25
2.3 CONFIGURACIÓN DE SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE	27
2.3.1 Configuración parada por baja presión (Low Oil Pressure Shutdown)	29
2.4 CONFIGURACION DEL SENSOR DE TEMPERATURA	32
2.4.1 Advertencia de alta temperatura del refrigerante (Menú High Coolant Temperature Warning)	33

2.4.2	Parada por alta temperatura del refrigerante (Menú High Coolant Temperature Shutdown).....	35
2.5	SENSOR DETECTOR DE VELOCIDAD	37
2.5.1	Protección de sobre velocidad del motor (Menú Engine Protection Overspeed).....	39
2.5.2	Protección de velocidad/frecuencia del motor (Menú Engine Protection Speed/Frequency)	41
2.5.3	Potencia nominal primaria en kVA (Menú Prime kVA Rating)	43
2.6	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	46
2.7	SELECCIÓN BATERIA (Menú Battery Select)	47
2.7.1	Umbral de batería (Menú Battery Thresholds)	48
3	PRUEBAS CON PATRONES METROLÓGICOS	51
3.1	VERIFICACIÓN VARIABLE PRESIÓN.....	51
3.1.1	Conexión sensor de presión.....	52
3.1.2	Pruebas con patrón de presión	53
3.2	VERIFICACIÓN VARIABLE TEMPERATURA	56
3.2.1	Conexión sensor de temperatura	56
3.2.2	Pruebas con patrón de temperatura.....	58
4	INSTALACIÓN TARJETA DE CONTROL	62
4.1	INSTALACIÓN Y CONEXIÓN TARJETA DE CONTROL	62
4.1.1	Conexión tarjeta de control	62
4.2	CONEXIÓN E INSTALACIÓN INTERFASE GRÁFICA.....	70
4.2.1	Conexión tablero de operación	70
4.3	INSTALACIÓN SENSORES	73
4.3.1	Instalación sensor temperatura de refrigerante.....	73
4.3.2	Instalación sensor presión de aceite	74
4.3.3	Instalación sensor de velocidad	74
5	pruebas con el grupo electrógeno en funcionamiento	75
5.1	VERIFICACIÓN FUNCIONAMIENTO DE VELOCIDAD DEL EQUIPO	75
5.1.1	Pruebas con el patrón de velocidad	76

5.2	VERIFICACIÓN VOLTAJE LINEA NEUTRO.....	78
5.2.1	Pruebas con Multímetro Patrón.....	78
5.3	VERIFICACIÓN CORRIENTE DE FASE.....	80
5.3.1	Pruebas con Pinza Amperimétrica Patrón.....	80
5.4	VERIFICACIÓN VOLTAJE DE BATERÍAS.....	82
5.4.1	Pruebas con Pinza Amperimétrica Patrón.....	82
5.5	VERIFICACIÓN FRECUENCIA DE TRABAJO.....	83
5.5.1	Pruebas con Multímetro Patrón.....	83
6	RECURSOS Y PRESUPUESTO.....	85
6.1	RECURSOS MATERIALES.....	85
6.2	RECURSOS INSTITUCIONALES	85
6.3	RECURSOS FINANCIEROS.....	85
7	CONCLUSIONES.....	86
8	BIBLIOGRAFIA	87
9	ANEXO 1.....	88
10	ANEXO 2	113

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Partes grupo electrógeno	16
Figura 2. Tarjeta de control 1302.....	17
Figura 3. Tablero operador	18
Figura 4. Conexiones tablero operador	19
Figura 5. Partes de un sensor.....	20
Figura 6. Sensor de presión.....	21
Figura 7. Sensor detección velocidad.....	21
Figura 8. Tablero operador	22
Figura 9. Código de acceso	25
Figura 10. Menú cambio de modo	25
Figura 11. Menús de servicios	26
Figura 12. Sensor de presión de aceite (3hilos)	27
Figura 13. Configuración tipo sensor aceite	28
Figura 14. Menú programación baja presión	30
Figura 15. Menú configuración LOP	31
Figura 16. Sensor de temperatura de refrigerante	32
Figura 17. Programación del parámetro dientes del volante	38
Figura 18. Protección del motor.....	40
Figura 19. Programación del Parámetro.....	44
Figura 20. Programación del parámetro sistema de combustible	47
Figura 21. Menú seleccionar batería	50
Figura 22. Sensor de presión Kavlico	51
Figura 23. Conexión lado sensor	52
Figura 24. Arnés sensor presión aceite	52
Figura 25. Conector lado tarjeta de control.....	53
Figura 26. Conexión en la tarjeta de control	53
Figura 27. Patrón de presión.....	54
Figura 28. Prueba con patrón de presión	55
Figura 29. Resultados prueba sensor presión	55
Figura 30. Sensor temperatura AIRPAX.....	56
Figura 31. Conector sensor temperatura	57
Figura 32. Arnés sensor de temperatura	57
Figura 33. Conector lado tarjeta de control.....	58
Figura 34. Conexión en la tarjeta de control	58
Figura 35. Termómetro y sonda patrón	59
Figura 36. Banco generador de calor	59
Figura 37. Prueba con termómetro y sonda patrón	60
Figura 38. Resultados prueba sensor de temperatura	61
Figura 39. Conexiones tarjeta de control	62
Figura 40. Arnés grupo electrógeno	67
Figura 41. Conexiones pantalla operador.....	71
Figura 42. Configuración cable tablero operador.....	71
Figura 43. Tacómetro patrón.....	76
Figura 44. Resultado prueba de velocidad	77

Figura 45. Multímetro patrón..... 78
Figura 46. Pinza amperimetrica patrón..... 80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de símbolos.....	18
Tabla 2. Conexiones tablero operador.....	19
Tabla 3. Tipo de sensor	28
Tabla 4. Tipo de emisor	28
Tabla 5. Retardo de parada como consecuencia a la baja presión del aceite	32
Tabla 6. Umbral de parada por presión baja del aceite.....	32
Tabla 7. Umbral de advertencia de alta temperatura del refrigerante	34
Tabla 8. Retardo de advertencia de alta temperatura del refrigerante	35
Tabla 9. Umbral parada de alta temperatura del refrigerante.....	36
Tabla 10. Retardo de parada por alta temperatura del refrigerante	36
Tabla 11. Requerimientos de dientes de volante.....	37
Tabla 12. Dientes del volante	39
Tabla 13. Umbral de sobre velocidad [60 Hz].....	41
Tabla 14. Umbral de falla de velocidad/frecuencia	42
Tabla 15. Retardo de falla de velocidad/frecuencia.....	43
Tabla 16. Potencia nominal trifásica	44
Tabla 17. Parámetro relación de transformador de corriente	45
Tabla 18. Sistema de combustible	46
Tabla 19. Tensión Nominal de Batería	47
Tabla 20. Batería baja.....	48
Tabla 21. Batería alta.....	48
Tabla 22. Batería débil.....	48
Tabla 23. Características manómetro patrón.....	54
Tabla 24. Características termómetro patrón	59
Tabla 25. Características sonda temperatura patrón.....	60
Tabla 26. Conexiones del cliente	63
Tabla 27. Conexiones de interfase de herramientas	63
Tabla 28. Conexiones del motor	64
Tabla 29. Conexiones transformador de corriente	64
Tabla 30. Conexiones del devanado de campo	65
Tabla 31. Conexiones alimentación de campo	65
Tabla 32. Conexiones del grupo electrógeno	65
Tabla 33. Conexiones de detección de voltaje	66
Tabla 34. Conexiones de pantalla	66
Tabla 35. Tabla de conductores para arnés del grupo electrógeno	67
Tabla 36. Configuración del conector pantalla grafica.....	71
Tabla 37. Características tacómetro patrón.....	77
Tabla 38. Características multímetro patrón.....	79
Tabla 39. Características pinza amperimetrica patrón	81

INTRODUCCIÓN

Para el proceso productivo del Ingenio Risaralda S.A es de suma importancia que el suministro de energía sea constante, por eso se cuenta con tres turbo generadores con capacidad de generar la energía que la fábrica necesita; cuando en estos equipos se presentan fallas se tiene como plan de acción la compra de energía a un ente externo que, por lo general, es suministrado por la Central Hidroeléctrica de Caldas, CHEC.

Sin embargo, en ocasiones la empresa no cuenta con ninguna de las opciones antes mencionadas, por lo cual optó por tener un grupo electrógeno, con capacidad de generar hasta 1200 KW, para cubrir los circuitos más importantes de la fábrica, permitiendo la generación de vapor para arrancar los turbogeneradores y estabilizar nuevamente la energía en sus instalaciones.

El vapor es la principal fuente de energía del Ingenio Risaralda S.A, por este motivo se debe tener la seguridad del continuo funcionamiento de los sistemas que permiten la producción de vapor, uno de los sistemas de respaldo es la Planta Diesel, que aprovechando los principios de la combustión interna y por medio de procesos mecánicos, eléctricos, magnéticos y de control, permite generar la energía necesaria para que el departamento de calderas no tenga que interrumpir su ciclo de trabajo por falta del fluido eléctrico.

Infortunadamente, el controlador original de la Planta Diesel sufrió daños por una descarga eléctrica y no es posible su reparación ya que este modelo fue discontinuado; por este motivo se debe hacer la adaptación de un modelo diferente, aprovechando la coyuntura para generar mejoras en el control de la planta.

La Planta Diesel que genera energía en casos de emergencia, se debe mantener en óptimas condiciones para el momento en que se requiera, por eso es necesario que remplazar el controlador que sufrió la falla en el menor tiempo posible.

En ese sentido, para incrementar y optimizar el desempeño del grupo electrógeno se investigará la instalación, conexión y programación del controlado, para cubrir las necesidades del equipo y la empresa.

Es en este punto donde la ingeniera mecatrónica, encuentra un espacio para integrar todos estos campos tecnológicos y aplicarlos en la optimización de este proceso.

Dado que el controlador original era muy antiguo y manejaba una tecnología que en este momento no cubre las necesidades del proceso, ya que contaba con una interfaz análoga y con resoluciones muy altas lo cual podría generar incertidumbres muy grandes en las lecturas.

Se pretende que con la implementación de un nuevo equipo que cuente con una interfaz digital, con resoluciones en las lecturas más pequeñas y con la capacidad de controlar todas las variables del equipo, se genere una mayor confiabilidad en los procesos productivos del Ingenio Risaralda S.A.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Cambiar, conectar, programar y ejecutar un controlador para la planta de generación eléctrica Diesel en el Ingenio Risaralda

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Instalar los sensores disponibles para funcionamiento del controlador.
- Programar el controlador PowerCommand HMI1211 para monitorear y controlar planta Diesel.
- Hacer pruebas del funcionamiento de la planta Diesel sin carga para analizar si los datos del controlador son los correctos.
- Realizar nuevos protocolos de arranque y parada de la planta Diesel.
- Construir un manual de operación del nuevo controlador para los operadores de la planta eléctrica del Ingenio Risaralda.

1 CONCEPTOS BÁSICOS

1.1 GENERADOR ELÉCTRICO

Los generadores eléctricos son los encargados de convertir la energía mecánica en energía eléctrica, y depende de dos principios electromagnéticos para su funcionamiento.

Al primero se le conoce como **acción del generador** o de **inducción**. El voltaje se puede inducir en un conductor que este dentro de un campo magnético, esto ocurre cuando el flujo magnético es cortado por el conductor, este corte puede ser generado por el movimiento del alambre; y en otros se mueve el campo magnético.

Al segundo principio se le denomina **acción del motor**, este se produce cuando dos imanes (o electroimanes) se aproximan uno a otro, y por el efecto de la energía eléctrica se crea al menos un campo magnético el cual es el encargado de generar el movimiento. (Enriquez Hasper, 2000)

1.2 GRUPO ELECTRÓGENO

La necesidad de disponer de energía eléctrica generada localmente para cubrir fallos de suministro eléctrico ha extendido la utilización de equipos de generación compuestos, básicamente, por un motor de combustión interna y un alternador eléctrico.

Los grupos electrógenos están clasificados como maquinas térmicas, en las que un motor de combustión interna genera energía mecánica que posteriormente es transformada en energía eléctrica. (Villa Menacho)

1.2.1 Partes de un grupo electrógeno

Además del motor y el alternador, los grupos electrógenos necesitan de otra serie de componentes para su correcto funcionamiento. A continuación se indican los más importantes (ver Figura 1).

- **Motor:** Es una maquina destinada a producir energía a partir de la combustión de aceite pesado en una masa de aire, la cual ha sido previamente comprimida hasta alcanzar una presión suficientemente elevada. Como la combustión tiene lugar al interior del motor se denomina

un motor de combustión interna. En este caso el calor es convertido en energía mecánica la cual moverá el generador para producir energía eléctrica. (Kates, 1981)

- **Alternador:** Los alternadores basan su funcionamiento en el principio general de la inducción electromagnética. Cuando se pone a girar conductores en el seno de un campo magnético, lo que se produce es una fuerza electromotriz (FEM), inducida de carácter senoidal que se puede conectar a un circuito exterior mediante anillos colectores y un par de escobillas. En la práctica es mucho más interesante hacer girar las piezas polares que producen el campo magnético (inductor) y dejar fijos los conductores (inducido). Gracias a la energía mecánica que genera el motor, el alternador es capaz de generar corriente alterna, esto se logra gracias al cambio constante de polaridad 50 o 60 veces por segundo. (Alcalde san miguel, 2012)
- **Regulación del motor:** Es un dispositivo mecánico que permite mantener constante la velocidad del motor, y a la vez la frecuencia de salida del alternador.
- **Sistema de control:** Es el encargado de controlar y proteger el funcionamiento de la máquina.
- **Sistema de refrigeración:** Este sistema permite que el motor mantenga una temperatura óptima de trabajo, se puede lograr por medio de agua, aceite o aire.

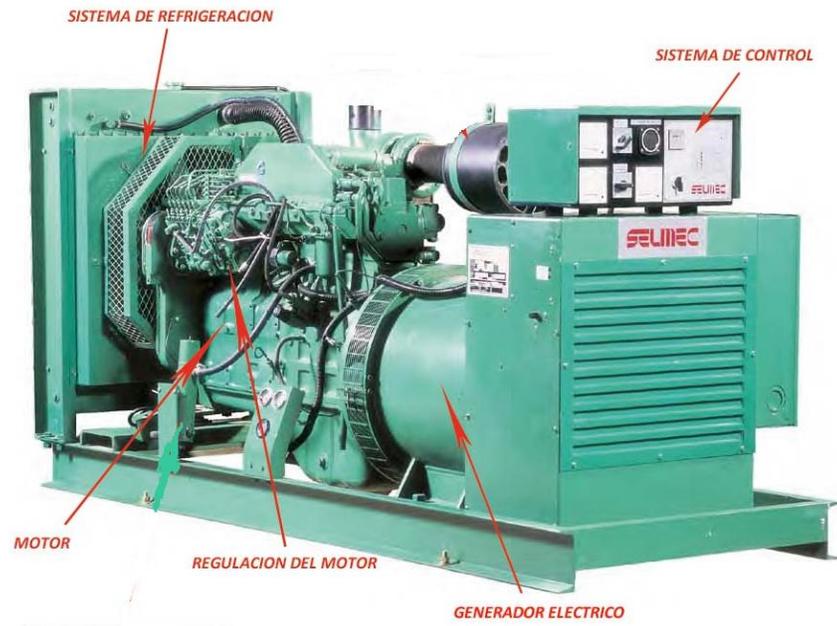


Figura 1. Partes grupo electrógeno

1.3 TARJETA DE CONTROL 1302

La tarjeta de control 1302 es un sistema que permite monitorear, medir y controlar el grupo electrógeno, su funcionamiento se genera gracias a un microprocesador. El sistema se controla gracias a que cuenta con una interface sencilla de manipular, por medio de la cual el operador puede regular la velocidad del motor, controlar el arranque y parada del equipo, y al mismo tiempo contar con indicaciones que permite visualizar posibles fallas que se puedan generar en el equipo.

El equipo se puede configurar para las diferentes frecuencias (50/60 Hz), y voltajes de alimentación de 190 a 600 VCA. (Cummins, Power Generation, 2008)

1.3.1 Características control 1302

- Alimentación 12 o 24 VCC
- Conexión PCCNet
- Conexión ModBus
- Regulación de velocidad digital
- Regulación de voltaje digital

- Controles de relé del motor
- Monitoreo de todas las funciones del grupo electrógeno, visualización del estado de las funciones importantes del motor.
- Protección del grupo electrógeno
- Pantalla de operador que muestra funcionamiento del grupo electrógeno
- Entradas y salidas configurables, 4 entradas configurables y 2 salidas de relé de contacto seco.

1.3.2 Conexiones tarjeta de control 1302

La tarjeta de control 1308 cuenta con las siguientes conexiones como se muestran en la Figura 2.

- TB1 – Conexiones del cliente.
- TB15 – Conexiones de interface de herramientas.
- J11 – Conexiones del motor
- J12 – Conexiones del transformador de corriente
- J17 – Conexiones del devanado de campo
- J18 – Conexiones de alimentación de campo
- J20 – Conexiones del grupo electrógeno
- J22 – Conexiones de detección de voltaje del alternador
- J25 – Conexiones de pantalla.

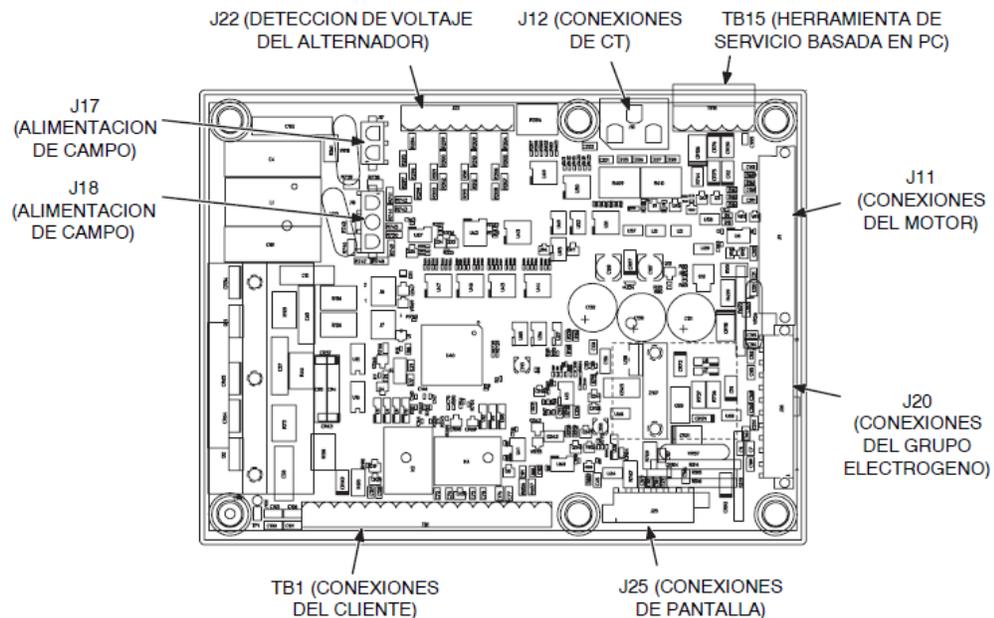


Figura 2. Tarjeta de control 1302

1.4 TABLERO DE OPERADOR (HMI211)

El tablero de operador viene equipado con 6 interruptores de membrana sensibles al tacto que permite al operario navegar por los menús de control para realizar los ajustes que sean necesarios, la pantalla funciona por medio de la tecnología LCD y la luz de fondo se puede ajustar dependiendo de la necesidad del cliente. El equipo puede ser montado de manera local o remota.

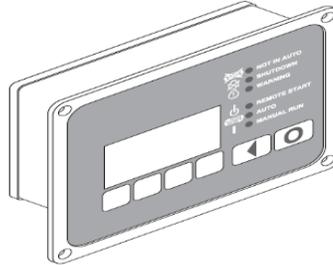


Figura 3. Tablero operador

El lenguaje de los menús viene predefinido en inglés y no es posible cambiar de idioma, sin embargo estos vienen acompañados de símbolos internacionalmente

SIMBOLO	DESCRIPCION
	Falla de advertencia de generador
	Falla de parada de generador
	Temperatura de refrigerante
	Presión de aceite
	Voltaje de corriente alterna (VCA)
	Voltaje de corriente continua (VCC)
	CA
	Frecuencia
	Batería
	Fuera de gama
	Alta o pre-alarma
	Baja o pre-alarma
	Anunciador

reconocidos como se muestran en la Tabla 1.

SÍMBOLO	DESCRIPCION
	Falla de advertencia de generador
	Falla de parada de generador
	Temperatura de refrigerante
	Presión de aceite
	Voltaje de corriente alterna (VCA)
	Voltaje de corriente continua (VCC)
	CA
	Frecuencia
	Batería
	Fuera de gama
	Alta o pre-alarma
	Baja o pre-alarma
	Anunciador

Tabla 1. Tabla de símbolos

1.4.1 Conexiones del tablero operador

Existen dos conectores (J1 y J2) situados en la parte posterior del tablero de operación, ambos conectores son idénticos y se puede utilizar cualquiera de los dos para su conexión con la tarjeta de control. Ver Figura 4.

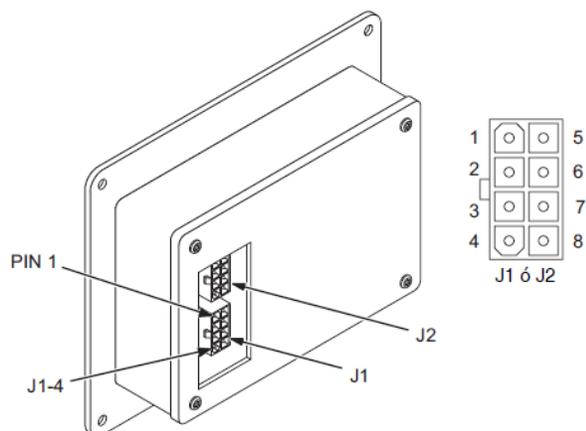


Figura 4. Conexiones tablero operador

El equipo posee dos puertos RS-485 (J1-1 y J1-2), el cual es una interfaz multipunto que permite una velocidad de comunicación hasta de 10 Mbps en grandes distancias, y permite el intercambio de datos de red (Guerreo, 2009).

El punto (J1-3 y J1-5) es el que posee el suministro y el retorno de red. El conector (J1-4) es la activación del sistema PCCNet que permite la conexión desde el tablero de operación y el módulo de entrada y salidas del sistema. Ver Tabla 2.

Clavija del conector	Nombre de señal	Conectar a/Comentarios
J1-1	RS-485 Datos A	Datos de red A
J1-2	RS-485 Datos B	Datos de red B
J1-3	B+	Suministro de red
J1-4	Activación del sistema PCCNet	Activación del sistema
J1-5	Retorno	Retorno de suministro de red
J1-6	Salida de marcha	
J1-7	Salida automática	
J1-8		

Tabla 2. Conexiones tablero operador

1.5 SENSOR DE TEMPERATURA

La temperatura es una magnitud de gran importancia, ya que muchas propiedades de los materiales depende de ésta, por lo general los aumentos de temperatura en un conductor conlleva al aumento de la corriente eléctrica.

Existen unos tipos de semiconductores cuyo funcionamiento viene dado por la modificación de la resistencia eléctrica en función de la temperatura, y estos son los termistores, que pueden ser de dos tipos **NTC**¹ y **PTC**². (Serna Ruiz, 2010)

¹ Negative Temperature Coefficient

² Positive Temperature coefficient

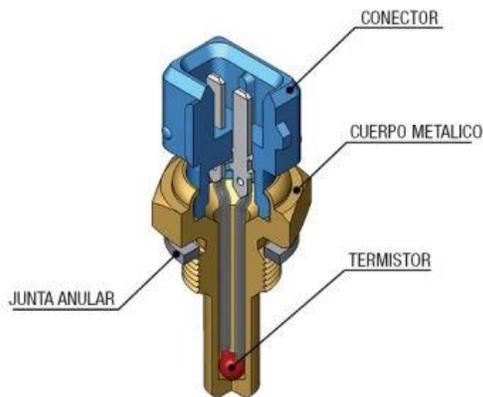


Figura 5. Partes de un sensor

1.6 SENSOR DE PRESIÓN

La presión se define como fuerza por unidad de área que un fluido ejerce en sus inmediaciones. Esta fuerza puede ser medida al detectar la cantidad de deflexión en un diafragma situado en la misma línea del fluido, como ya se conoce el área del diafragma entonces la presión puede ser calculada.

Existen gran variedad de diseños para los sensores de presión que dependen de las condiciones de uso, rangos y materiales usados en el diseño y construcción del sensor. Los tipos de sensores más comunes son los basados en el puente de wheatstone, amplificado o piezoeléctrico.

El sensor de presión usado en este proyecto es de tipo capacitivo. Este es capaz de medir el cambio de la capacitancia entre un diafragma de metal y una fuente de metal fija. La capacitancia entre dos fuentes de metal cambia si la distancia entre las dos fuentes también varía debido a la presión aplicada (instruments, 2011)



Figura 6. Sensor de presión

1.7 SENSOR DETECCIÓN VELOCIDAD MOTOR

Los sensores de velocidad de rotación y de velocidad lineal miden el ángulo descrito o el trecho recorrido por unidad de tiempo, para la detección de la velocidad de rotación del motor se hace por medio de un número de marcas que son detectadas por dicho sensor. Para esta aplicación las marcas que le generan la señal al sensor las produce el número de dientes que tiene la volante del motor. Ver Figura 7.

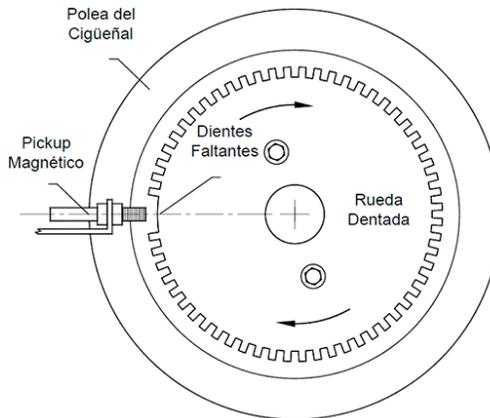


Figura 7. Sensor detección velocidad

El sensor usado es en forma de barra, que se aproxima a los dientes de la volante, y aprovechando la ley de la inducción genera una tensión de salida, este sensor está equipado con un imán, el cual depende del entrehierro de la volante para su funcionamiento, el nivel de inducción que se necesita para conmutar la salida es demasiado bajo, por lo que es necesario un buen ajuste para no recibir señales falsas.

2 PROGRAMACIÓN POWER COMMAND HMI211

En este capítulo se mostrara la programación del grupo electrógeno donde se configuran los parámetros de medición, protección, acondicionamiento de los sensores y control desde la interfaz hmi211, que se hará de manera local (desde el panel). Esta programación tiene la opción de realizarse por software, debido a que esto genera un costo adicional, se decide realizar desde el tablero operador, que da igual confiabilidad y acceso a las necesidades primarias de protección y control que requiere el equipo.

Se describe a continuación características del panel donde se realizara la programación.

2.1 TABLERO DEL OPERADOR

La Figura 8 ilustra la parte delantera del tablero del operador HMI211, incluye seis indicadores LED, la pantalla gráfica, y seis botones que se utilizan para navegar por los menús y ajustar los parámetros.

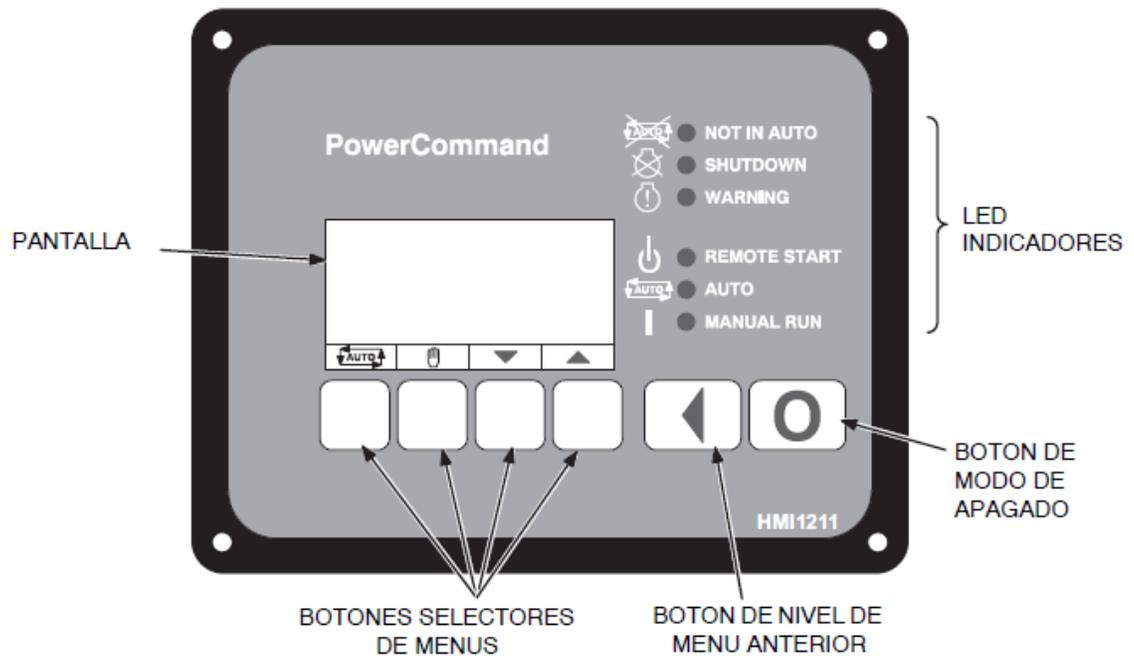


Figura 8. Tablero operador

2.1.1 Descripción componentes tablero del operador

- **Pantalla gráfica:** La pantalla gráfica se usa para ver los menús del sistema operativo, la parte inferior de la pantalla indica las funciones que están disponibles si se presionan los cuatro botones selectores.
- **Botones selectores de menús:** Se utilizan cuatro botones de contacto momentáneo para avanzar por los diversos menús y para ajustar parámetros. Estos botones selectores están “activos” cuando se muestra una palabra o un símbolo arriba del botón en la pantalla gráfica.
- **Botón de nivel de menú anterior:** Presionar el botón  para ver el menú principal anterior, desplegará una lista donde se podrá realizar la programación inicial del grupo electrógeno.
- **Botón de modo apagado:** Presionar el botón  para cambiar al modo de apagado. El modo de apagado inhabilita los modos automático y manual del control. Si se presiona el botón  durante el funcionamiento del grupo electrógeno (arranque manual o remoto), el motor se apaga inmediatamente y el control pasa a modo de apagado. De ser posible, se debe evitar esta parada en caliente para ayudar a prolongar la vida útil del grupo electrógeno.

Nota: Cuando se visualiza una falla, se puede borrar del tablero delantero presionando el botón 

- **Led indicadores:**

Indicador Not in Auto (no en automático): Esta luz roja se ilumina cuando el control no está en modo automático.

Indicador Shutdown (parada): Esta luz roja se ilumina cuando el control detecta una condición de parada, cuando esta luz está iluminada no se puede arrancar el grupo electrógeno, una vez que se corrige la condición, se puede reposicionar la luz con una reposición de falla.

Indicador Warning (advertencia): Esta luz amarilla se ilumina cuando el sistema de control detecta una condición de alarma. Esta luz se apaga automáticamente cuando desaparece la condición de advertencia.

Indicador Remote Start (arranque remoto): Esta luz verde indica que el control está recibiendo una señal de arranque remoto.

Indicador Auto (automático): Esta luz verde indica que el control está en modo automático. El modo automático se puede seleccionar presionando el botón selector  de cualquiera de los menús del operador

Indicador Manual Run (funcionamiento manual): Esta luz verde indica que el control está en modo de funcionamiento manual. El modo de funcionamiento manual se puede seleccionar presionando el botón selector de cualquiera de los menús del operador.

2.2 PROGRAMACIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO

Hay tres modos de funcionamiento: modo automático, manual y apagado. Se selecciona el modo manual para la programación del controlador. Para poder cambiar el modo de funcionamiento es necesario introducir un código de acceso.

2.2.1 Introducción del código de acceso para cambio de modo

Para introducir el código de acceso se debe seguir la ruta que se muestra en la Figura 9:

- Con el primer carácter resaltado, presionar el botón debajo de los símbolos (+) o (-) hasta que el valor indique "1".
- Presionar el botón de flecha (→) para moverse al carácter numérico siguiente.
- Presionar el botón debajo de los símbolos (+) o (-) hasta que el valor indique "2".
- Presionar el botón de flecha (→) para moverse al carácter numérico siguiente.
- Presionar el botón debajo de los símbolos (+) o (-) hasta que el valor indique "1".
- Después de haber completado la introducción de la contraseña, presionar el botón de flecha (→).

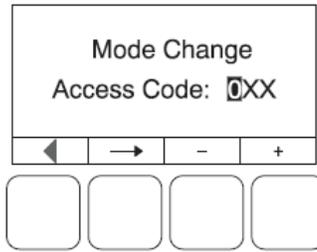


Figura 9. Código de acceso

2.2.2 Selección de modo manual

Una vez introducido el código de acceso se visualiza un menú con flechas alternantes sobre un segundo símbolo. Luego se presiona el botón que se encuentra debajo del símbolo () como se muestra en la Figura 10. De este modo queda seleccionado el modo manual.

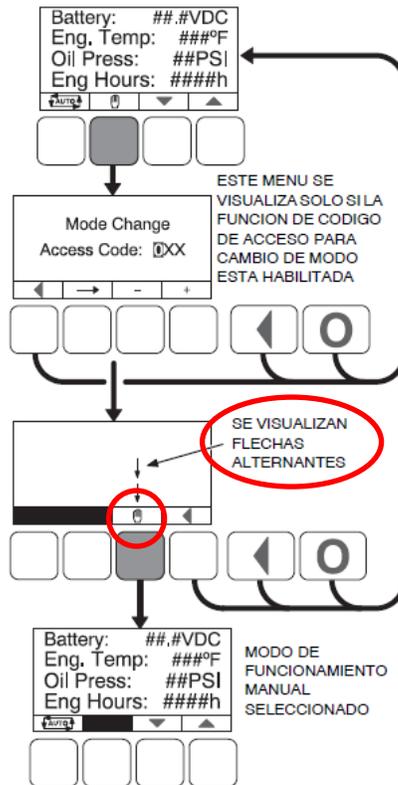


Figura 10. Menú cambio de modo

Tras haber seleccionado el modo manual se inicia la programación del controlador.

Los menús de servicio que se muestran, pueden verse y modificarse si se introducen las contraseñas correctas.

En la Figura 11 se muestra un diagrama en bloques en el que se puede visualizar el menú de servicio, con el cual se pueden programar todos los parámetros que controlan el grupo electrógeno.

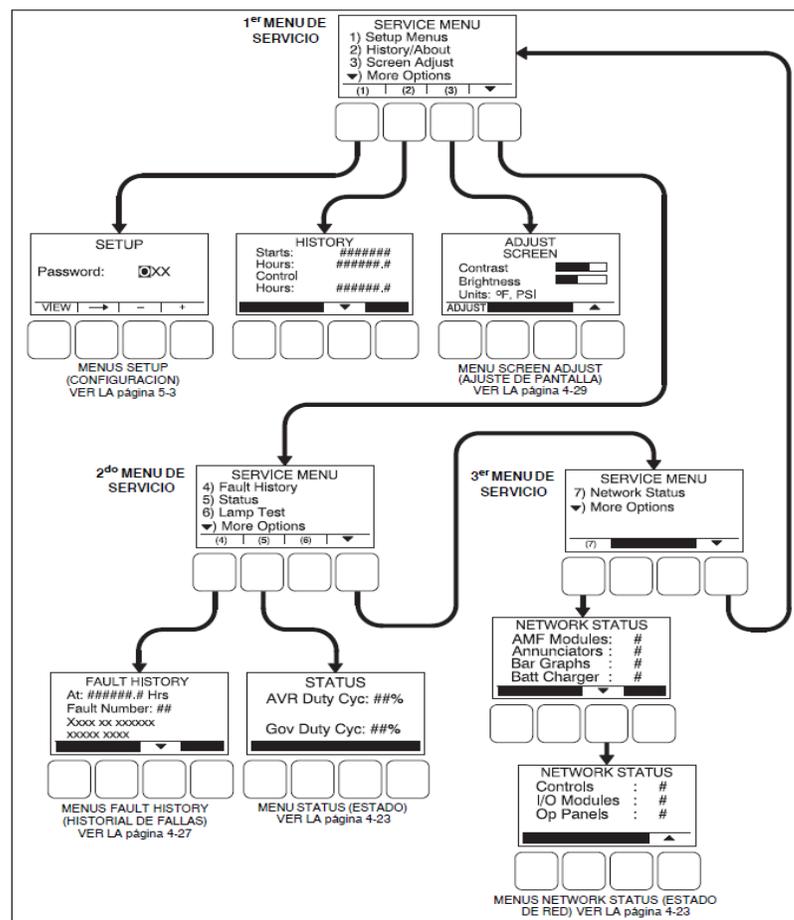


Figura 11. Menús de servicios

2.3 CONFIGURACIÓN DE SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE

El sensor de presión de aceite ejercerá acción de control y medición, protegiendo el equipo de algún problema que llegase a suceder, ya sea por baja o alta presión de aceite. Esto se logra programando tiempos de parada o advertencias por alarmas presentadas en algún instante del funcionamiento.

Se cuenta con un sensor tipo emisor de 3 hilos para monitorear y ejercer control para protección del grupo electrógeno en caso de que ocurra una falla, es importante realizar la configuración correcta para no incurrir en daños graves al equipo. El control serie 1302 puede programarse tanto para sensores como para interruptores de presión de aceite.

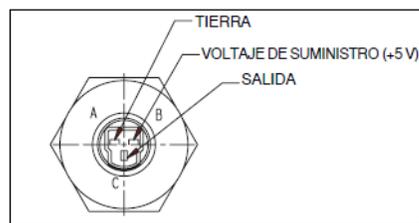


Figura 12. Sensor de presión de aceite (3hilos)

El sensor de presión de aceite que llegó con el equipo de es de 3 hilos tipo sensor emisor, ver Figura 12.

Para la programación del control serie 1302 es necesario realizar dos tipos de operaciones, la primera consiste en ajustar el parámetro sensor type el cual tiene como característica la posibilidad de programarse como swicht (interruptor) o sensor (emisor), la segunda consiste en ajustar el parámetro sender el cual tiene como característica que es de tres hilos.

El camino de programación del sensor type y el sender se realiza a través de un esquema que contiene un recuadro el cual visualiza el menú principal (oil press setup), ver Figura 13.

Para la programación del sensor es necesario:

- Ubicarse en el menú principal, luego navegar con las flechas de selección inferior y superior y entrar al texto de programación sensor type.
- Después de navegar con las flechas superior e inferior se debe buscar el tipo de (sensor).

- Finalmente se guarda la opción seleccionada para lo cual se debe pulsar el botón (Save).

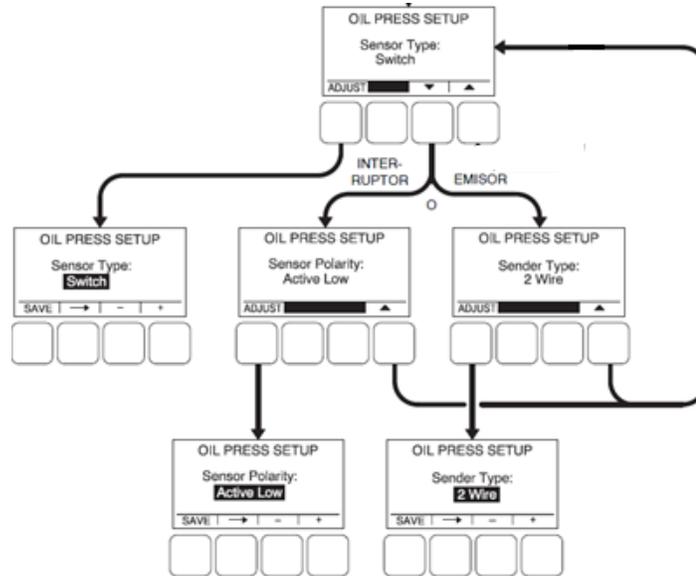


Figura 13. Configuración tipo sensor aceite

Posteriormente, en la programación del dispositivo se tiene como resultado la visualización del nombre del parámetro junto con el valor programado tanto para el tipo de sensor como para el tipo de emisor. Ver Tabla 3 y Tabla 4.

- Tipo de sensor (Sensor Type)

Nombre del parámetro	Valor Programado
Sensor Type	Sender

Tabla 3. Tipo de sensor

- Tipo de emisor (Sender Type)

Nombre del parámetro	Valor Programado
Sensor type	Sender
sender type	3 hilos

Tabla 4. Tipo de emisor

2.3.1 Configuración parada por baja presión (Low Oil Pressure Shutdown)

Luego de la programación del sensor se procede a realizar una nueva etapa de programación de parada del grupo electrógeno, como consecuencia de una baja presión de aceite. En primer lugar, si durante un tiempo 8 segundos la presión del aceite no se recupera del estado normal de operación (60-80 psi), se detiene el equipo (grupo electrógeno).

El parámetro (**Low Oil Pressure Shutdown**) se usa en la condición de falla de parada debido a la presión baja del aceite, además, la duración de la condición de la falla debe estar presente antes de que el motor se detenga.

Del menú **Low Oil Pressure Shutdown** se precede a configurar dos parámetros esenciales para el correcto funcionamiento del equipo electrógeno, estos parámetros son: LOP Shutdown Threshold (umbral de parada por presión baja del aceite), se usa para ajustar el valor de presión de aceite necesario para activar la condición de falla de parada a razón de baja presión de aceite.

El valor de presión de aceite puede configurarse de 0 a 100 psi. En el parámetro LOP Shutdown Time Delay (retardo de parada como consecuencia a la baja presión del aceite), debe presentarse un retardo de 2 a 15 segundos antes de que el motor se detenga por medio de la falla de baja presión de aceite. Si la condición de falla se mantiene activa mientras el retardo perdura el motor se detiene instantáneamente y se muestra el mensaje de parada por baja presión de aceite.

Para realizar la programación de los parámetros LOP Shutdown Threshold (umbral de parada por presión baja del aceite) y LOP Shutdown Time Delay (retardo de parada por presión baja del aceite), se debe proceder de la siguiente manera ver Figura 14:

- Ir a SETUP MENUS presionando simultáneamente los dos botones que se pueden seleccionar del interface (menús).
- Se presiona la tecla donde se visualiza el número 2 del submenú (Genset setup).
- En la pantalla de la Figura 14 se visualiza una solicitud de código, por lo tanto, se debe ingresar el password 1209 para lograr configurar los parámetros.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior) al aparecer se debe presionar para desplegar los demás menús.

- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior) al aparecer se debe presionar el número 4 (engine protection).

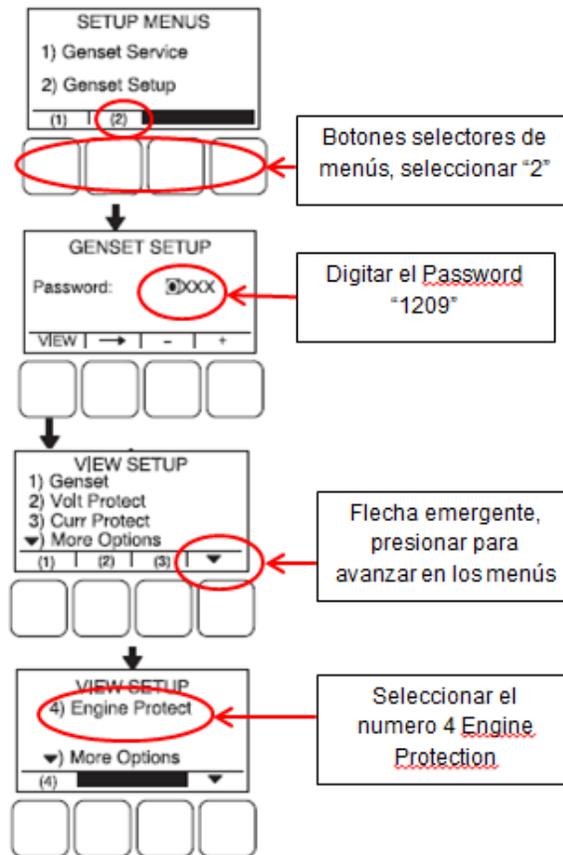


Figura 14. Menú programación baja presión

En el menú (ENG PROTECCION) se debe seleccionar flecha inferior ▼ , en donde se despliega el menú (LOP SETUP), ver Figura 15.

- Para empezar a navegar se debe localizar el parámetro (LOP shutdown Threshold), consecuentemente seleccionar flecha inferior ▼
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (-) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.

- Con la flecha de indicación inferior ▼ seleccionar (LOP Shutdown time delay).
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (-) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.

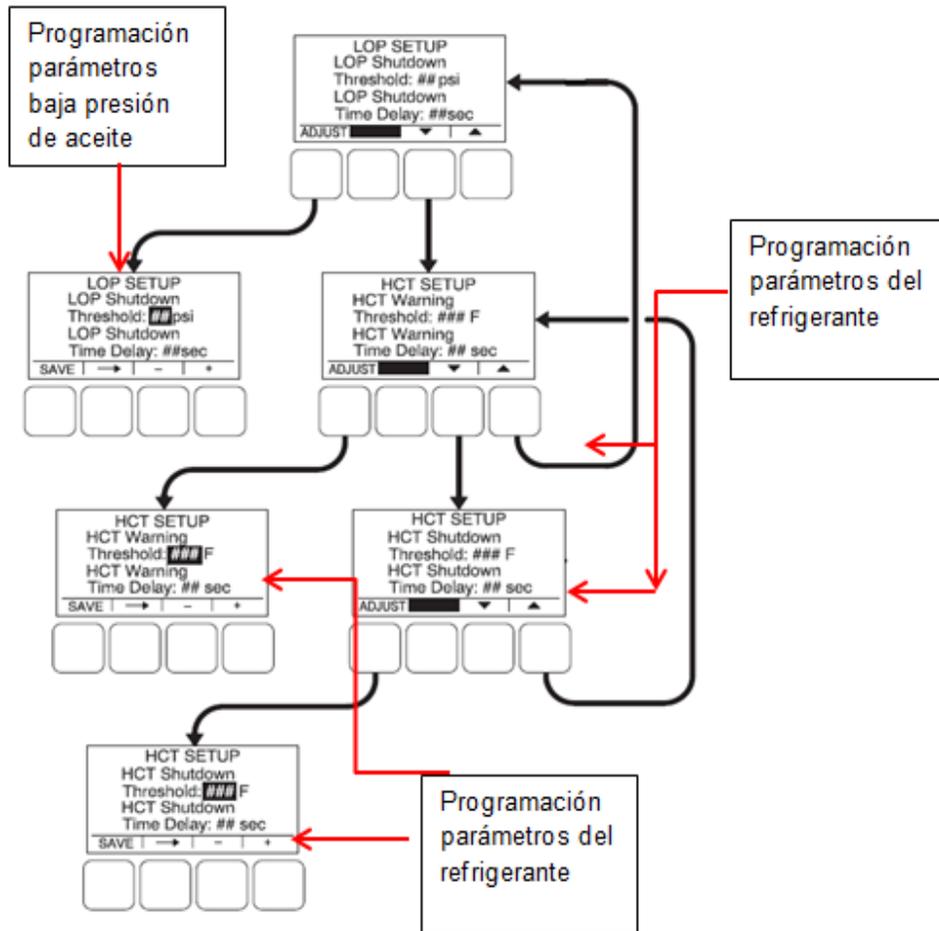


Figura 15. Menú configuración LOP

Posteriormente, en la programación del controlador se tiene como resultado la visualización del nombre del parámetro y del valor programado, tanto para el LOP Shutdown Threshold como para el LOP Shutdown Time Delay. Ver Tabla 5. Y Tabla 6.

- Retardo de parada como consecuencia a la baja presión del aceite (LOP Shutdown Threshold)

Nombre del parámetro	Valor Programado
LOP Shutdown Threshold	40 PSIG

Tabla 5. Retardo de parada como consecuencia a la baja presión del aceite

- Umbral de parada por presión baja del aceite (LOP Shutdown Time Delay)

Nombre del parámetro	Valor Programado
LOP Shutdown Time Delay	8 SEG

Tabla 6. Umbral de parada por presión baja del aceite

2.4 CONFIGURACION DEL SENSOR DE TEMPERATURA

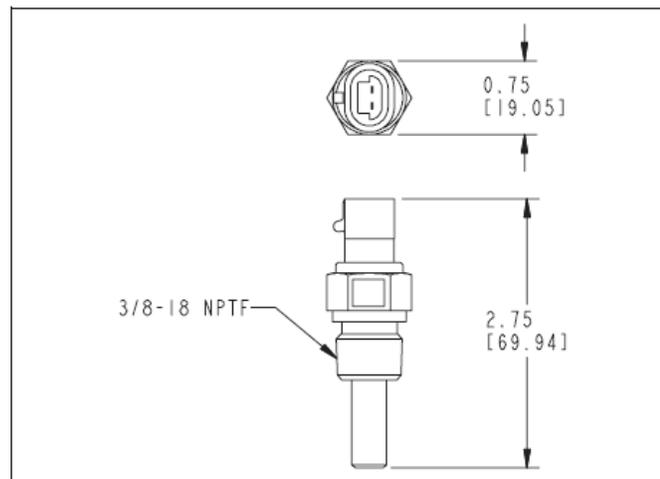


Figura 16. Sensor de temperatura de refrigerante

El sensor de temperatura del líquido refrigerante del grupo electrógeno tiene como principal función proteger al equipo de no sufrir un calentamiento más alto de la temperatura normal de operación. Las posibles fallas de un calentamiento

anormal, respecto al funcionamiento del equipo, son el resultado de diversos factores tales como: pérdida del líquido refrigerante por escape, problemas mecánicos en las tuberías por donde fluye el líquido refrigerante y falla en el funcionamiento del ventilador. Ver Figura 16.

Se deben programar parámetros asociados a advertencias predeterminadas las cuales poseen un tiempo establecido por el programador para ejercer control en el equipo, al finalizar el tiempo predeterminado se dará una orden de parada para proteger el equipo.

2.4.1 Advertencia de alta temperatura del refrigerante (Menú High Coolant Temperature Warning)

Del menú **High Coolant Temperature Warning** se precede a configurar dos parámetros para el correcto funcionamiento del equipo eléctrico, estos parámetros son: HCT Warning Threshold (umbral de advertencia de alta temperatura del refrigerante: se usa para ajustar el valor de temperatura del refrigerante necesario para activar la condición de advertencia a la alta temperatura del refrigerante. El valor de alta temperatura puede configurarse de 150 a 290 °F. En el parámetro HCT Warning Time Delay (retardo de advertencia de alta temperatura del refrigerante) como consecuencia a la alta temperatura del refrigerante) debe presentarse un retardo de 2 a 10 segundos antes de que se anuncie el mensaje de advertencia por medio de la falla de alta temperatura. Si la condición de falla se mantiene activa mientras el retardo perdura aparece el mensaje de advertencia.

Para realizar la programación de los parámetros HCT Warning Threshold (umbral de advertencia de alta temperatura del refrigerante) y HCT Warning Time Delay (retardo de advertencia de alta temperatura del refrigerante), ver Figura 14. Se debe proceder de la siguiente manera:

- Ir al menú SETUP MENUS presionando simultáneamente los dos botones que se pueden seleccionar del interface (menús).
- Se presiona la tecla donde se visualiza el número 2 del submenú (Genset Setup).
- En la pantalla de la Figura 14 se visualiza una solicitud de código, por lo tanto, se debe Ingresar el password 1209 para lograr configurar los parámetros.

- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior) al aparecer se debe presionar para desplegar los demás menús.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior) al aparecer se debe presionar el número 4 (engine protection).

En el menú (ENG PROTECCION) se debe seleccionar flecha inferior ▼ , en donde se despliega el menú (LOP SETUP), ver Figura 15

- Para empezar a navegar se debe localizar el parámetro (HCT Warning Threshold), consecuentemente seleccionar flecha inferior ▼
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (–) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.
- Con la flecha de indicación inferior ▼ seleccionar (HCT Warning Time Delay).
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (–) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.

Posteriormente, en la programación del controlador se tiene como resultado la visualización del nombre del parámetro junto con el valor programado, tanto para el HCT Warning Threshold como para el HCT Warning Time Delay. Ver Tabla 7 y Tabla 8.

- Umbral de advertencia de alta temperatura del refrigerante (HCT Warning Threshold)

Nombre del parámetro	Valor Programado
HCT Warning Threshold	210 °F

Tabla 7. Umbral de advertencia de alta temperatura del refrigerante

- Retardo de advertencia de alta temperatura del refrigerante (HCT Warning Time Delay)

Nombre del parámetro	Valor Programado
HCT Warning Time Delay	5 SEG

Tabla 8. Retardo de advertencia de alta temperatura del refrigerante

2.4.2 Parada por alta temperatura del refrigerante (Menú High Coolant Temperature Shutdown)

Del menú **High Coolant Temperature Shutdown** se precede a configurar dos parámetros para el correcto funcionamiento del equipo eléctrico, estos parámetros son: HCT Shutdown Threshold (umbral de parada por alta temperatura del refrigerante), se usa para ajustar el valor de temperatura del refrigerante necesario para activar la condición de advertencia a la alta temperatura del refrigerante. El valor de alta temperatura puede configurarse de 150 a 290 °F. En el parámetro HCT Shutdown Time Delay (retardo de parada por alta temperatura del refrigerante) como consecuencia a la alta temperatura del refrigerante) debe presentarse un retardo de 2 a 10 segundos antes de que se anuncie el mensaje de advertencia por medio de la falla de alta temperatura. Si la condición de falla se mantiene activa mientras el retardo perdura aparece el mensaje de advertencia.

Para realizar la programación de los parámetros HCT Shutdown Threshold (umbral de advertencia de alta temperatura del refrigerante) y HCT Shutdown Time Delay (retardo de advertencia de alta temperatura del refrigerante), ver Figura 14. Se debe proceder de la siguiente manera:

- Ir al menú SETUP MENUS presionando simultáneamente los dos botones que se pueden seleccionar del interface (menús).
- Se presiona la tecla donde se visualiza el número 2 del submenú (Genset setup).
- En la pantalla de la Figura 14 se visualiza una solicitud de código, por lo tanto, se debe Ingresar el password 1209 para lograr configurar los parámetros.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior) al aparecer se debe presionar para desplegar los demás menús.

- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior) al aparecer se debe presionar el número 4 (engine protection).

En el menú (ENG PROTECCION) se debe seleccionar flecha inferior ▼ , de la cual se despliega el menú (LOP SETUP), ver Figura 15.

- Para empezar a navegar se debe localizar el parámetro (HCT Shutdown Threshold), consecuentemente seleccionar flecha inferior ▼ .
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (–) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.
- Con la flecha de indicación inferior ▼ seleccionar (HCT Shutdown Time Delay).
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (–) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.

En la programación del controlador se tiene como resultado la visualización del nombre del parámetro junto con el valor programado tanto para el (HCT Shutdown Threshold) y HCT Shutdown Time Delay. Ver Tabla 9 y Tabla 10.

- Umbral de parada de alta temperatura del refrigerante (HCT Warning Threshold)

Nombre del parámetro	Valor Programado
HCT Shutdown Threshold	220 °F

Tabla 9. Umbral parada de alta temperatura del refrigerante

- Retardo de parada por alta temperatura del refrigerante (HCT Shutdown Time Delay)

Nombre del parámetro	Valor Programado
HCT Shutdown Time Delay	5 SEG

Tabla 10. Retardo de parada por alta temperatura del refrigerante

2.5 SENSOR DETECTOR DE VELOCIDAD

En los grupos electrógenos, el controlador de la serie 1302 exige una entrada de velocidad para el motor a través de un sensor de velocidad. La señal del sensor tipo captador magnético debe calibrarse según la cantidad de dientes del volante del motor, el equipo corresponde a una volante de 142 dientes, el sensor de tipo captador magnético capta las rpm del motor y es visualizada en la pantalla hmi. La tabla que se muestra a continuación indica la cantidad de dientes del volante para algunos tipos comunes de motor:

Tipo de motor	Cantidad de dientes del volante
Motores Kubota	105
Cummins L10, NT855	118
Komatsu 3,3 litros	110
Cummins V28, K19, K38, K50	142
De gas V6 y V10, Ford	133

Tabla 11. Requerimientos de dientes de volante

Tabla 11. Muestra el tipo de motor con relación al número de dientes del volante, para el caso del presente trabajo se usará el motor tipo Cummins V28.

Para realizar la programación del parámetro dientes del volante (Fly Teeth). Ver Figura 17. Se debe proceder de la siguiente manera:

- Ir al menú SETUP MENUS presionando simultáneamente los dos botones que se pueden seleccionar del interface (menús).
- Se presiona la tecla donde se visualiza el número 1 del submenú (Genset setup)
- En la pantalla de la Figura 14 se visualiza una solicitud de código, por lo tanto, se debe Ingresar el password 1209 para lograr configurar los parámetros. Figura 14.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior) se debe presionar para desplegar los demás menús.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior) se debe presionar el número 1 (Genset service).

- Se despliega un nuevo menú (VIEW SETUP) y se debe presionar el botón número 1.
- Aparece el menú GENSET y con flecha inferior ▼ se ubica el parámetro fly teeth.
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (-) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.

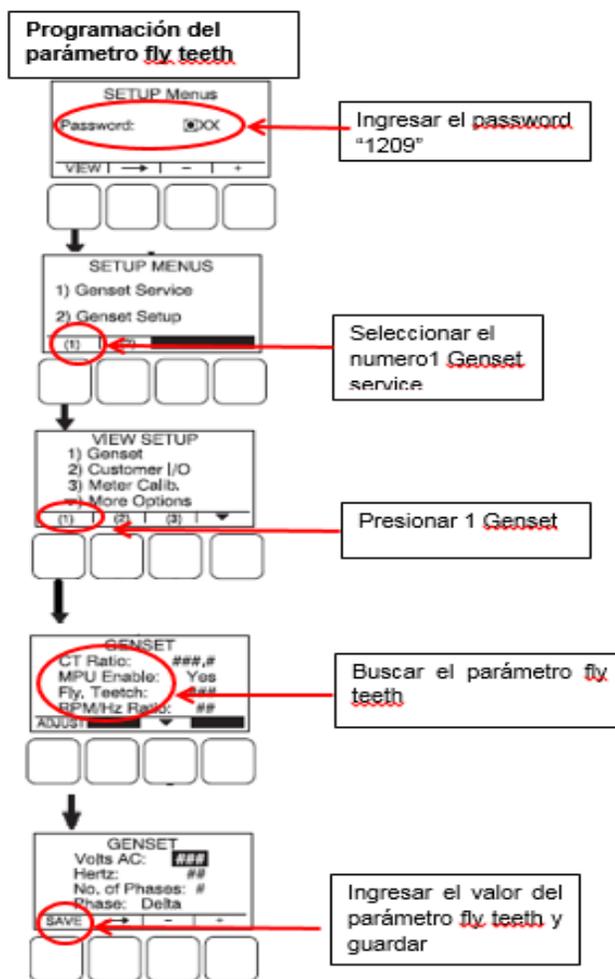


Figura 17. Programación del parámetro dientes del volante

Luego, en la programación del controlador se tiene como resultado la visualización del nombre del parámetro junto con el valor programado. Ver Tabla 12

Nombre del parámetro	Valor Programado
Fly Teeth (dientes del volante)	142

Tabla 12. Dientes del volante

2.5.1 Protección de sobre velocidad del motor (Menú Engine Protection Overspeed)

En grupos electrógenos de 50 y 60 Hz, el menú se usa para ajustar el valor de parada y en consecuencia activar un mensaje por sobre velocidad actuando como indicador exceso de velocidad respecto al funcionamiento normal.

- Overspeed (60 Hz) Threshold (umbral de sobrevelocidad [60 Hz]): Se usa para ajustar el valor de sobrevelocidad en condición de falla y parada por sobrevelocidad en grupos electrógenos de 60 Hz. Este valor puede ajustarse de 0 a 24096 rpm, en incrementos de 25 rpm (valor predeterminado = 2075 rpm).

Para realizar la programación de Overspeed (60 Hz) Threshold (umbral de sobrevelocidad [60 Hz]) ver Figura 14. Se debe proceder de la siguiente manera:

- Ir al menú SETUP MENUS presionando simultáneamente los dos botones que se pueden seleccionar del interface (menús).
- Se presiona la tecla donde se visualiza el número 2 del submenú (Genset setup).
- En la pantalla de la Figura 14 se visualiza una solicitud de código, por lo tanto, se debe ingresar el password 1209 para lograr configurar los parámetros.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior), se debe presionar para desplegar los demás menús.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior), se debe presionar el número 4 (engine protection).

En el menú (ENG PROTECCION) se debe seleccionar flecha inferior ▼ , buscar el parámetro (Overspeed (60 Hz) Threshold), ver Figura 18.

- Seleccionar flecha inferior ▼ y localizar el parámetro (Overspeed (60 Hz) Threshold).
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (-) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.

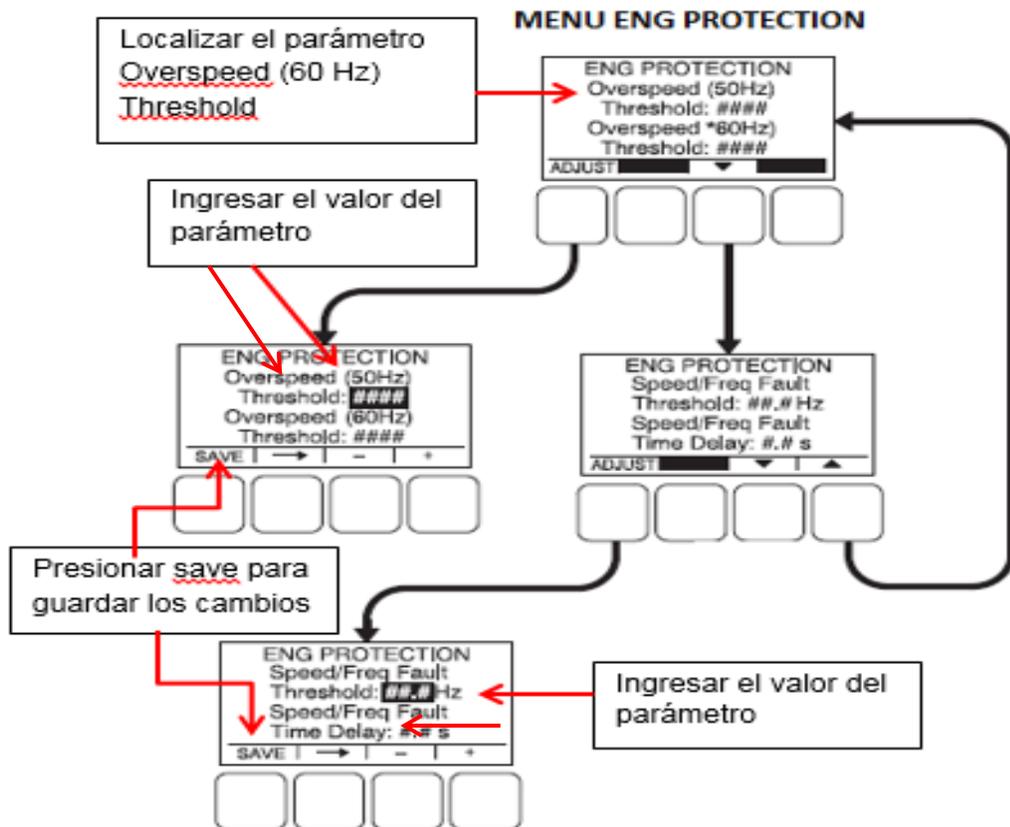


Figura 18. Protección del motor

En la programación del controlador se tiene como resultado la visualización del nombre del parámetro overspeed threshold junto con el valor programado. Ver Tabla 13.

- Umbral de sobre velocidad [60 Hz] (Overspeed (60 Hz) Threshold)

Nombre del parámetro	Valor Programado
overspeed threshold	2075 rpm

Tabla 13. Umbral de sobre velocidad [60 Hz]

2.5.2 Protección de velocidad/frecuencia del motor (Menú Engine Protection Speed/Frequency)

Este menú se usa para determinar cuándo existe una condición de falla de parada por conflicto de velocidad/frecuencia y durante cuánto tiempo la condición de falla debe estar presente antes de que el motor se pare.

- Speed/Freq Fault Threshold (umbral de falla de velocidad/frecuencia): Este umbral se usa para ajustar el valor de parada del grupo electrogeno por conflicto de velocidad/frecuencia. Este valor puede configurarse de 0,1 a 20,0 Hz (valor predeterminado = 2,0 Hz).
- Speed/Freq Fault Time Delay (retardo de falla de velocidad/frecuencia): Debe pasar un retardo de 0,2 a 10,0 segundos (valor predeterminado = 1 segundo) antes de que se anuncie un mensaje de advertencia debido a una condición de falla de parada por conflicto de velocidad/frecuencia. Si la condición de falla está activa mientras dura este retardo, el grupo electrógeno se para y se anuncia el mensaje de parada por conflicto de velocidad/Hz.

Para realizar la programación de los parámetros Speed/Freq Fault Threshold (umbral de falla de velocidad/frecuencia) y Speed/Freq Fault Time Delay (retardo de falla de velocidad/frecuencia) ver Figura 14. Se debe proceder de la siguiente manera:

- Ir al menú SETUP MENUS presionando simultáneamente los dos botones que se pueden seleccionar del interface (menús).
- Se presiona la tecla donde se visualiza el número 2 del submenú (Genset Setup).

- En la pantalla de la Figura 14 se visualiza una solicitud de código, por lo tanto, se debe Ingresar el password 1209 para lograr configurar los parámetros.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior), se debe presionar para desplegar los demás menús.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior), se debe presionar el número 4 (engine protection).

En el menú (ENG PROTECCION) se debe seleccionar flecha inferior ▼ , buscar el menú Speed/Freq ver Retardo de falla de velocidad/frecuencia. Ver Figura 18.

- Seleccionar flecha inferior ▼ y localizar el parámetro Speed/Freq Fault Threshold.
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (–) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.
- Con la flecha de indicación inferior ▼ seleccionar (Speed/Freq Fault Time Delay).
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (–) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.

Posteriormente, en la programación del controlador se tiene como resultado la visualización del nombre de los parámetros junto con el valor programado tanto para (Speed/Freq Fault Threshold) como para (Speed/Freq Fault Time Delay). Ver Tabla 14 y Tabla 15.

- Umbral de falla de velocidad/frecuencia (Speed/Freq Fault Threshold)

Nombre del parámetro	Valor Programado
Speed/Freq Fault Threshold	2,0 HZ

Tabla 14. Umbral de falla de velocidad/frecuencia

- Retardo de falla de velocidad/frecuencia (Speed/Freq Fault Time Delay)

Nombre del parámetro	Valor Programado
Speed/Freq Fault Time Delay	3 SEG

Tabla 15. Retardo de falla de velocidad/frecuencia

2.5.3 Potencia nominal primaria en kVA (Menú Prime kVA Rating)

Este menú muestra la potencia nominal en KVA de sistemas de grupos electrógenos primarios de 50 ó 60 Hz monofásicos o trifásicos. Estos valores son usados por el controlador del grupo electrógeno para determinar la máxima carga.

Los valores deben coincidir con la potencia nominal en kVA de la aplicación del grupo electrógeno y no pueden superar 2000 kVA.

Para realizar la programación del parámetro (3Ph/60 Hz (trifásica/60 Hz), ver Figura 17. Se debe proceder de la siguiente manera:

- Ir al menú SETUP MENUS presionando simultáneamente los dos botones que se pueden seleccionar del interface (menús).
- Se presiona la tecla donde se visualiza el número 1 del submenú (Genset setup).
- En la pantalla de la Figura 14 se visualiza una solicitud de código, por lo tanto, se debe Ingresar el password 1209 para lograr configurar los parámetros.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior), se debe presionar para desplegar los demás menús.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior), se debe presionar el número 1 (Genset service).
- Se despliega un nuevo menú (VIEW SETUP) y se debe presionar el botón número 1.

- Aparece el menú GENSET, otra etapa de programación y con flecha inferior ▼ localizar el menú Application Rating Select. Ver Figura 19.
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (-) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.

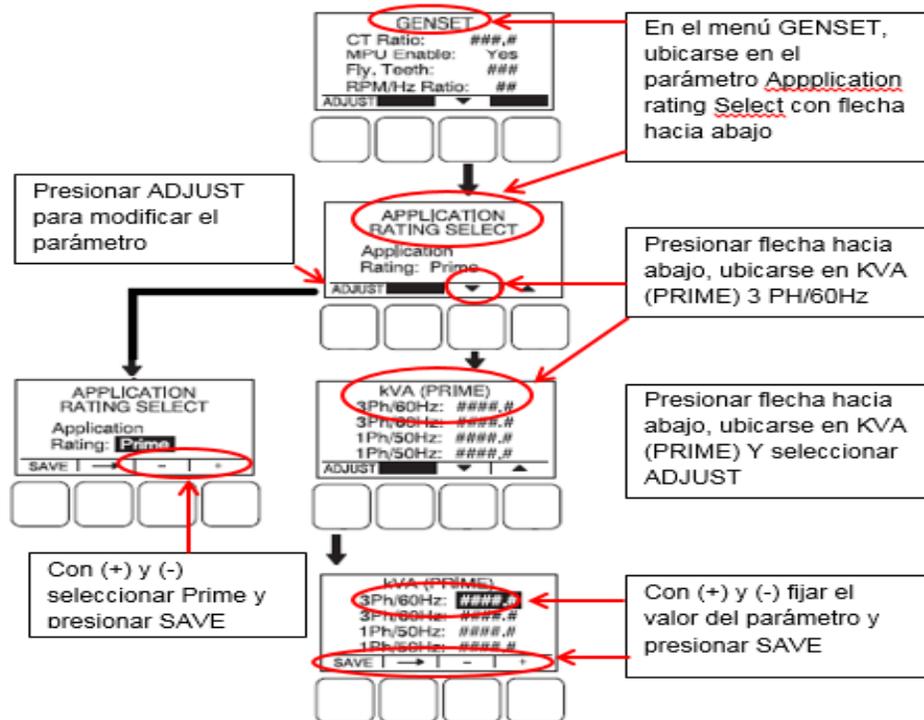


Figura 19. Programación del Parámetro

- 3Ph/60 Hz (trifásica/60 Hz): La potencia nominal trifásica de 60 Hz puede ajustarse de 0 a 2000 kVA (valor predeterminado = 25 kVA).

Nombre del parámetro	Valor Programado
3Ph/60 Hz (trifásica/60 Hz)	1500

Tabla 16. Potencia nominal trifásica

Relación de transformador de corriente (CT Ratio): El valor de relación de transformación de corriente debe configurarse para que coincida con la programación del grupo electrógeno. Es importante programar este parámetro con el valor correcto, debido a que los transformadores son los que van a enviar la señal al controlador, de acuerdo a esos valores se realiza programaciones de parámetros importantes que protegen al grupo electrógeno de una falla eléctrica.

Para realizar la programación del parámetro relación de transformador de corriente (CT Ratio) ver Figura 17. Se debe proceder de la siguiente manera:

- Ir al menú SETUP MENUS presionando simultáneamente los dos botones que se pueden seleccionar del interface (menús).
- Se presiona la tecla donde se visualiza el número 1 del submenú (Genset setup).
- En la pantalla de la Figura 14 se visualiza una solicitud de código, por lo tanto, se debe Ingresar el password 1209 para lograr configurar los parámetros.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior). Se debe presionar para desplegar los demás menús.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior) se presiona el número 1 (Genset service).
- Se despliega un nuevo menú (VIEW SETUP) y se debe presionar el botón número 1
- Aparece el menú GENSET y con flecha inferior ▼ ubicar el parámetro CT Ratio.
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (-) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.

Nombre del parámetro	Valor Programado
CT Ratio	1500:5

Tabla 17. Parámetro relación de transformador de corriente

2.6 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Sistema de combustible (Fuel System): este parámetro permite seleccionar la clase de combustible que la máquina debe usar para funcionar adecuadamente ya sea diesel o gas, (diesel o gas; valor predeterminado = diesel).

Nombre del parámetro	Valor Programado
Fuel System	Diesel

Tabla 18. Sistema de combustible

Para realizar la programación del parámetro sistema de combustible (Fuel System), ver Figura 17. Se debe proceder de la siguiente manera:

- Ir al menú SETUP MENUS presionando simultáneamente los dos botones que se pueden seleccionar del interface (Menús).
- Se presiona la tecla donde se visualiza el número 1 del submenú (Genset Setup).
- En la pantalla de la Figura 14 se visualiza una solicitud de código, por lo tanto, se debe Ingresar el password 1209 para lograr configurar los parámetros.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior); se debe presionar para desplegar los demás menús.
- En el siguiente menú se muestra una flecha emergente ▼ (inferior); al aparecer se debe presionar el número 1 (Genset service).
- Se despliega un nuevo menú (VIEW SETUP) y se debe presionar el botón número 1.
- Aparece el menú GENSET y con flecha inferior ▼ se ubica el parámetro Fuel System, Figura 20.
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (–) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.

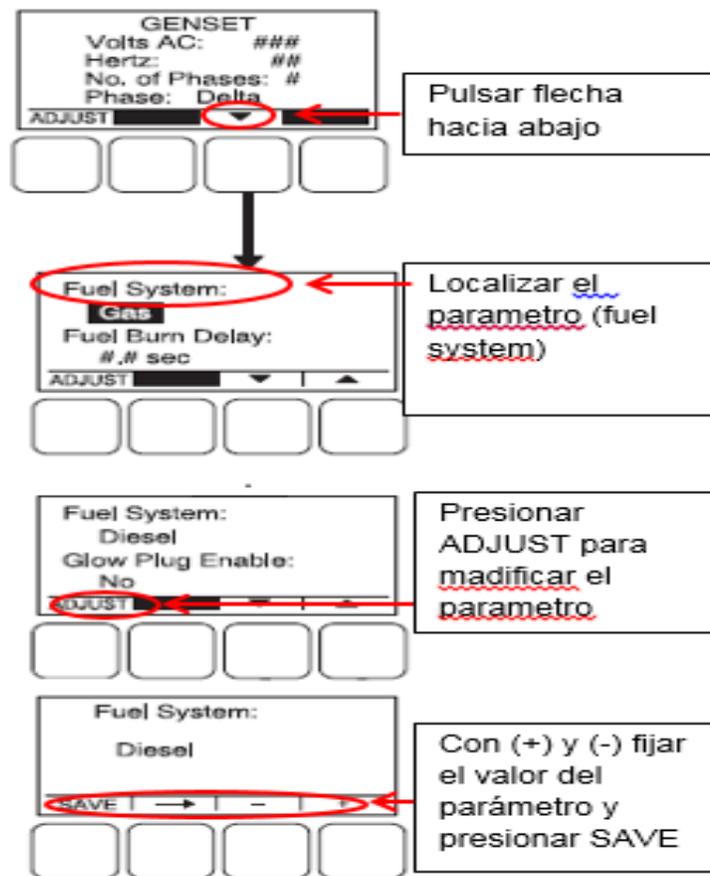


Figura 20. Programación del parámetro sistema de combustible

2.7 SELECCIÓN BATERIA (Menú Battery Select)

Este menú se usa para ajustar la tensión nominal de la batería.

- Tensión nominal de la batería (Nominal Battery Voltage): Permite ajustar la tensión nominal de la batería (12 ó 24 Vdc; valor predeterminado = 12 Vdc).

Nombre del parámetro	Valor Programado
Nominal Battery Voltage	24 Vdc

Tabla 19. Tensión Nominal de Batería

2.7.1 Umbrales de batería (Menú Battery Thresholds)

Se usa para ajustar los valores de alta y baja tensión, además, determina cuando la batería está fuera de los valores umbrales durante el funcionamiento normal.

También, se usa para saber en qué momento la batería está debajo del umbral de batería débil mientras el motor se encuentra en operación.

- **Batería baja (Low Batt):** El umbral de baja tensión de batería puede ajustarse de 22,0 a 27,0 VCC para baterías de 24 V (valor predeterminado = 24,0 VCC), en incrementos de 0,1 VCC.

Nombre del parámetro	Valor Programado
Low Batt (batería baja):	22 VCC

Tabla 20. Batería baja

- **Batería alta (High Batt):** El umbral de alta tensión de batería puede ajustarse de 28,0 a 34,0 VCC para baterías de 24 V (valor predeterminado = 32,0 VCC), en incrementos de 0,1 VCC.

Nombre del parámetro	Valor Programado
High Batt (batería alta)	32 VCC

Tabla 21. Batería alta

- **Batería débil (Weak Batt):** El umbral de voltaje débil de batería puede ajustarse de 6,0 a 10,0 VCC para baterías de 12 V (valor predeterminado = 8,0 VCC) y de 12,0 a 16,0 VCC para baterías de 24 V (valor predeterminado = 14,4 VCC), en incrementos de 0,1 VCC.

Nombre del parámetro	Valor Programado
Weak Batt (batería débil)	14,4 VCC

Tabla 22. Batería débil

Para realizar la programación de los parámetros Tensión nominal de la batería (Nominal Battery Voltage), batería baja (Low Batt), batería alta (High Batt) y batería débil (Weak Batt) ver Figura 21. Se debe proceder de la siguiente manera:

- Ir al menú SETUP MENUS presionando simultáneamente los dos botones que se pueden seleccionar del interface (Menús).
- Se presiona la tecla donde se visualiza el número 1 del submenú (Genset setup).
- En la pantalla de la Figura 14 se visualiza una solicitud de código, por lo tanto, se debe Ingresar el password 1209 para lograr configurar los parámetros.
- Luego se muestra una flecha emergente ▼ (inferior); al aparecer se debe presionar para desplegar los demás menús.
- En el siguiente menú se muestra una flecha emergente ▼ (inferior); al aparecer se debe presionar el número 1 (Genset service).
- Se despliega un nuevo menú (VIEW SETUP) y se debe presionar el botón número 1.
- Aparece el menú GENSET y con flecha inferior ▼ se ubica el parámetro batttery select, ver Figura 21.
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (–) el ingreso del valor del parámetro.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios.
- Presionar flecha hacia abajo ▼ y localizar el menú BATT THRESHOLDS 24.
- Presionar el botón (ADJUST) para incrementar (+) o para disminuir (–) el ingreso de los valores de los parámetros low batt, High batt y weak batt.
- Presionar el botón (SAVE) para guardar los cambios en cada parámetro modificado.

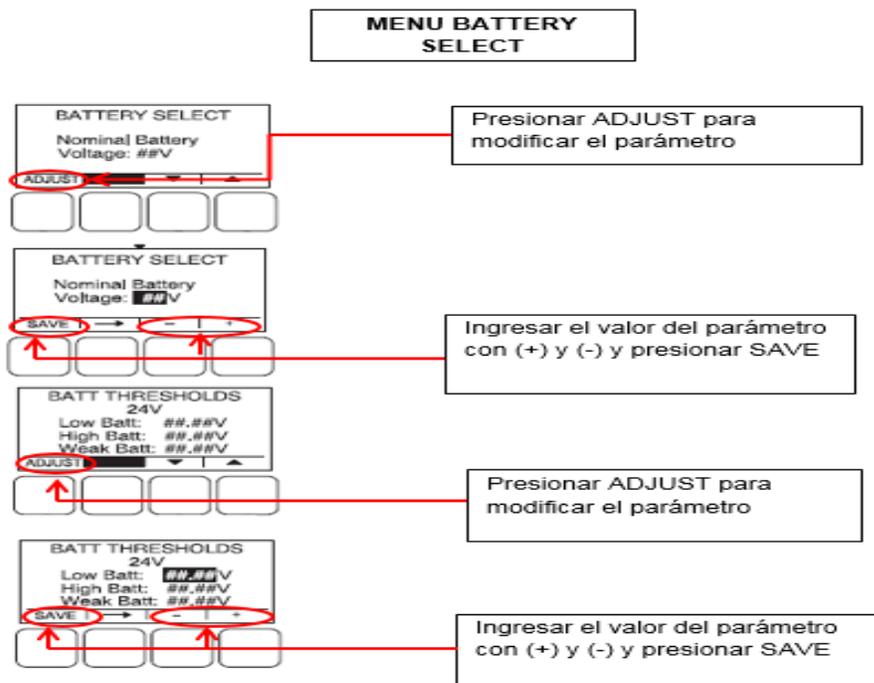


Figura 21. Menú seleccionar batería

3 PRUEBAS CON PATRONES METROLÓGICOS

En este capítulo se recopila los resultados obtenidos después de la programación del controlador, las pruebas se realizan con patrones certificados pertenecientes al laboratorio de metrología del Ingenio Risaralda S.A para las variables de temperatura y presión.

3.1 VERIFICACIÓN VARIABLE PRESIÓN

El sensor de presión que se instalará es de tipo capacitivo de la marca Kavlico P165-5110, ver Figura 22, esta marca posee más de 20 años en el desarrollo de la tecnología de detección capacitiva y tiene una vida útil de más de 10 millones de ciclos de presión completos.

Su carcasa es en acero y su membrana es resistente a la exposición a líquidos, medios gaseosos o aceites. Este sensor de tipo industrial es de alto rendimiento por lo cual puede estar expuesto a vibraciones, altas temperaturas y sobrevoltajes, el equipo presenta las siguientes características:

- Carcasa en acero
- Conector tipo Packard
- Rango de presión 0-100 psig
- Rango de salida 0-5 VCC lineal



Figura 22. Sensor de presión Kavlico

3.1.1 Conexión sensor de presión

El sensor de presión posee tres hilos los cuales se conectan como se muestra a continuación:

- Conector del lado del sensor, ver Figura 23.

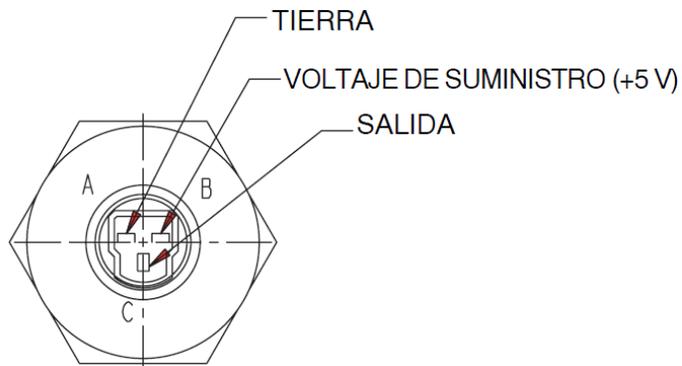


Figura 23. Conexión lado sensor

- Arnés del sensor de presión de aceite. (del lado del sensor), la tabla de conductores, indica a que punto de la tarjeta van conectados (P11-1, P11-2 y P11-3).



TABLA DE CONDUCTORES	
DE	A
P11-2	A
P11-1	B
P11-3	C

Figura 24. Arnés sensor presión aceite

- Conector del lado de la tarjeta de control.

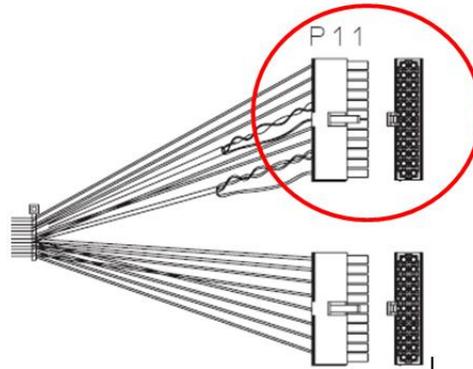


Figura 25. Conector lado tarjeta de control

- La conexión en la tarjeta de control se hace en la bornera J11 de la tarjeta de control como se muestra en la Figura 2 y la Figura 26.

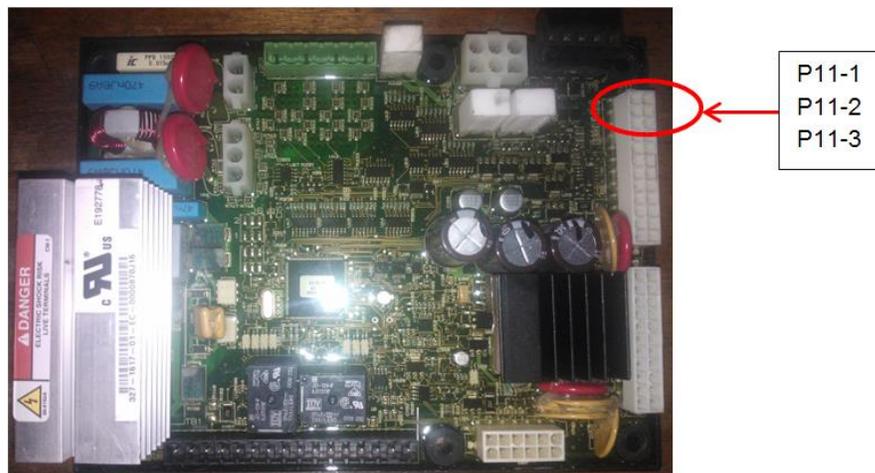


Figura 26. Conexión en la tarjeta de control

3.1.2 Pruebas con patrón de presión

Después de la programación y conexión del sensor de presión, se hacen pruebas de funcionamiento del equipo, ayudados por un patrón de presión del laboratorio de metrología del Ingenio Risaralda S.A, (Ver Figura 27). La prueba se hace generando presión gracias a un punto de aire con el que se cuenta en el laboratorio, el cual contiene aire comprimido por los compresores de la fábrica.

En la Tabla 23 se muestran las características del patrón usado:



Figura 27. Patrón de presión

Marca	ASHCROFT
Unidad	psi
Tolerancia	± 0,4% de la lectura
Resolución	0,5 psi
Rango del equipo	0-160 psi
Norma calibración	NTC 2263

Tabla 23. Características manómetro patrón

Dicha prueba se logra conectando el sensor y el manómetro patrón a una misma presión de entrada. Ver Figura 28.

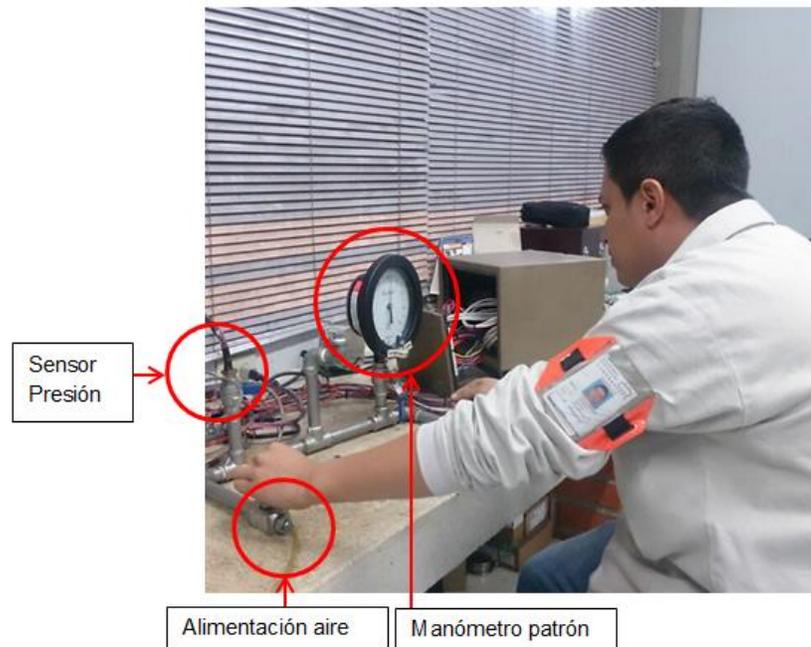


Figura 28. Prueba con patrón de presión

Después de los ajustes de programación para el sensor de presión que se describen en la página 27, se obtuvieron los siguientes datos. Ver Figura 29.



Figura 29. Resultados prueba sensor presión

Las lecturas que generan tanto en el equipo patrón como en el controlador son de 80 psi, lo que indica que la programación es correcta para la variable de presión.

3.2 VERIFICACIÓN VARIABLE TEMPERATURA

El controlador incluye en su juego un sensor de temperatura de la serie AIRPAX 5024, los cuales están diseñados para satisfacer diferentes necesidades. Estas sondas de inmersión se utilizan para detectar cambios de temperatura en diferentes ambientes (aire, agua, aceite, combustible y similares) manteniendo la integridad física del sensor.

Gracias a un termistor este sensor tiene la capacidad de monitorear y enviar la información a un microcontrolador para la toma de decisiones.

En el grupo electrógeno el sensor está montado en el circuito del líquido refrigerante, con el fin de determinar la temperatura del motor (-40 a 230 °F), la rosca que usa el sensor es NPTF de 3/8 pulgada. Ver Figura 30.



Figura 30. Sensor temperatura AIRPAX

3.2.1 Conexión sensor de temperatura

El sensor de temperatura del circuito de refrigeración del motor posee dos hilos los cuales se conectan como se muestra a continuación:

- Conector del lado del sensor, en cual se conecta la entrada (A) y el retorno (B). Ver
- Figura 31

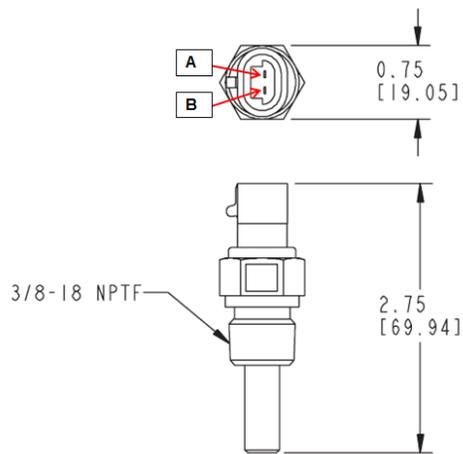


Figura 31. Conector sensor temperatura

- Arnés del sensor de temperatura de refrigerante. (del lado del sensor), la tabla de conductores indica a qué punto de la tarjeta van conectados (P11-11 y P11-12).

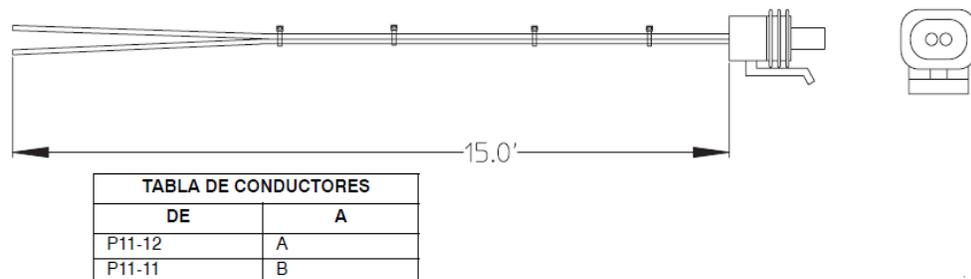


Figura 32. Arnés sensor de temperatura

- Conector del lado de la tarjeta de control.

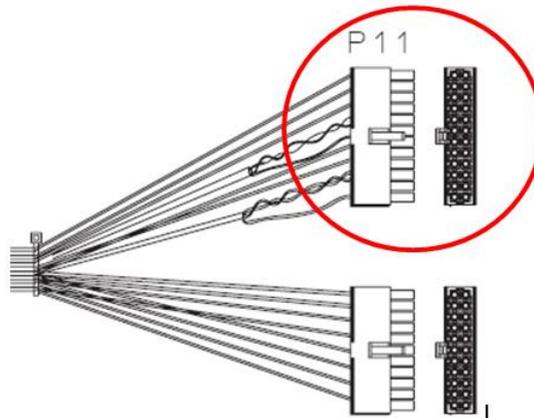


Figura 33. Conector lado tarjeta de control

La conexión en la tarjeta de control se hace en la bornera J11 de la tarjeta de control como se muestra de control como se muestra en la **Figura 2** y la

- Figura 34.

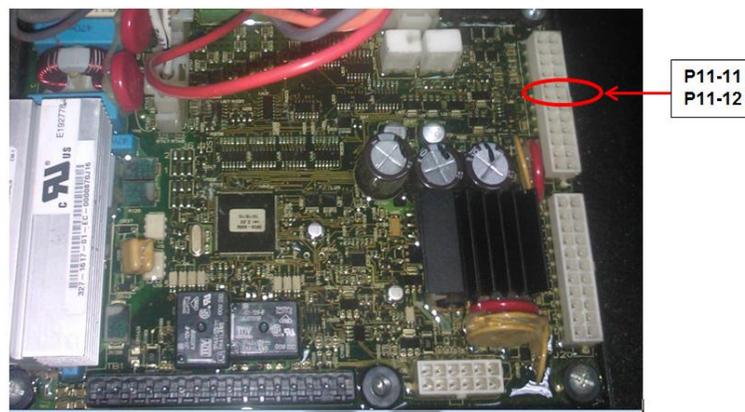


Figura 34. Conexión en la tarjeta de control

3.2.2 Pruebas con patrón de temperatura

Después de la programación y conexión del sensor de temperatura, se hacen pruebas de funcionamiento del equipo, ayudados por un termómetro y una sonda patrón que pertenece al Laboratorio de Metrología del Ingenio Risaralda S.A, (Ver Figura 35).



Figura 35. Termómetro y sonda patrón

La prueba se hace generando calor gracias a un banco de temperatura con el que cuenta el laboratorio de metrología, este tiene un rango de operación de 20 °C a 300 °C. Ver Figura 36.



Figura 36. Banco generador de calor

En la Tabla 24 se encuentran las características del termómetro patrón y en la Tabla 25 se observan las de la sonda patrón.

Rango del equipo	-200 °C a 1372 °C
Rango de trabajo	0 °C a 1000 °C
Resolución	0,1 °C
Precisión	±0,05% + 0,3 °C
Tolerancia	±1% de la lectura
Norma de calibración	NTC 4476 y ASTM E563

Tabla 24. Características termómetro patrón

Rango del equipo	-40 °C a 1090 °C
Rango de trabajo	0 °C a 1000 °C
Resolución	No aplica
Precisión	±0,75% de la lectura
Tolerancia	±0,75% de la lectura
Norma de calibración	NTC 4476 y ASTM E563

Tabla 25. Características sonda temperatura patrón

Dicha prueba se logra montando el sensor de temperatura, el termómetro y la sonda patrón en el banco generador de calor. Ver Figura 37.



Figura 37. Prueba con termómetro y sonda patrón

Después de los ajustes de programación para el sensor de temperatura que se describen en la página 32, se obtuvieron los siguientes datos. Ver Figura 38 Figura 29.

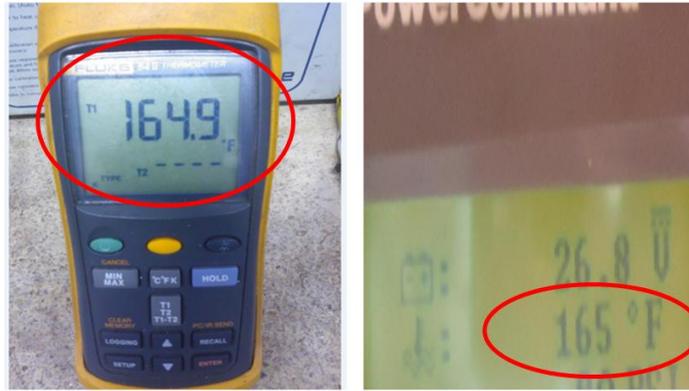


Figura 38. Resultados prueba sensor de temperatura

La lectura que muestra el termómetro patrón es de 164.9 °F y la del controlador de 165 °F, teniendo en cuenta que la resolución del termómetro es mayor que la del controlador se puede concluir que los datos son muy confiables, lo que indica que la programación es correcta para la variable de temperatura.

4 INSTALACIÓN TARJETA DE CONTROL

En este capítulo se describe el proceso de instalación y conexión de la tarjeta de control, sensores y demás componentes necesarios para el buen funcionamiento del grupo electrógeno.

4.1 INSTALACIÓN Y CONEXIÓN TARJETA DE CONTROL

La instalación y conexión de la tarjeta de control consiste en inicialmente en la conexión de la tarjeta de control y posteriormente la instalación en el tablero para su funcionamiento, como se muestra a continuación.

4.1.1 Conexión tarjeta de control

En este proceso se explica cómo se realizan las conexiones en la tarjeta de control y en qué puntos van ubicadas con sus respectivos conectores. Como se muestra en la Figura 39.

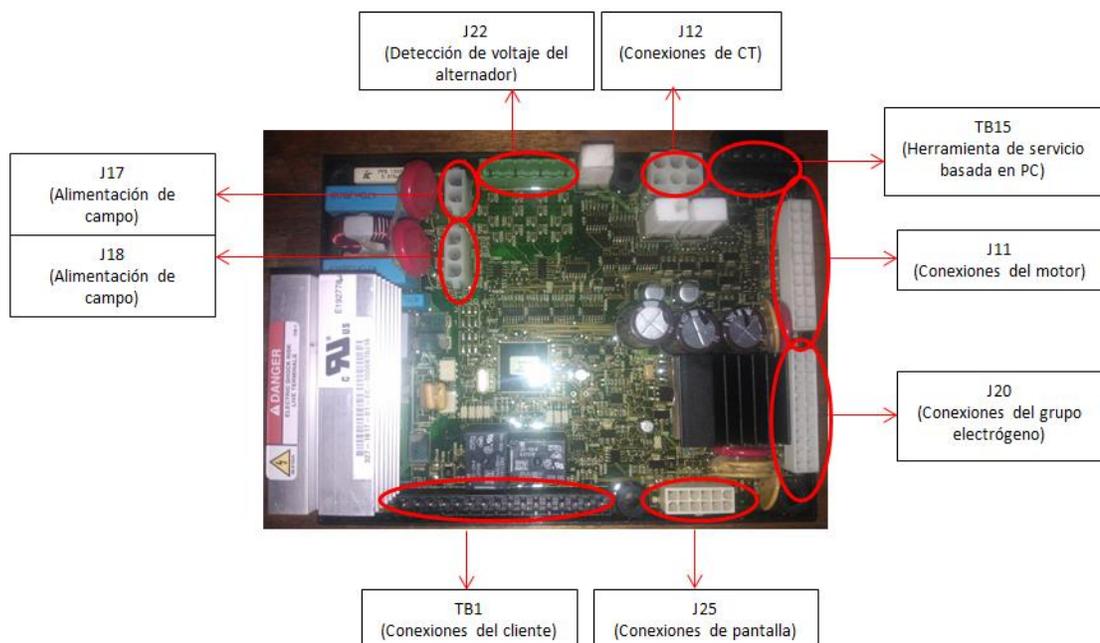


Figura 39. Conexiones tarjeta de control

En las tablas que se muestran a continuación, se describen cada uno de los puntos de conexión, y dónde van conectados respectivamente.

Clavija	Nombre de señal	Se conecta con
TB1-1	PCCNet A	Datos de red A
TB1-2	PCCNet B	Datos de red B
TB1-3	Blindaje de PCCNet/Retorno de B+	
TB1-4	Listo para cargar	Control de relé de lado bajo, 20 mA
TB1-5	Salida de B+ (5 A)	
TB1-6	Relé configurable 1 – A	
TB1-7	Relé configurable 1 – B	
TB1-8	Relé configurable 2 – A	
TB1-9	Relé configurable 2 – B	
TB1-10	Retorno de arranque remoto	
TB1-11	Arranque remoto	
TB1-12	Entrada configurable 1	Llevar al nivel de TB1-13 para activar la entrada. Desconectar de TB1-13 para desactivar la entrada.
TB1-13	Entrada configurable – Común	Conductor común para las dos entradas de falla
TB1-14	Entrada configurable 2	Llevar al nivel de TB1-13 para activar la entrada. Desconectar de TB1-13 para desactivar la entrada.
TB1-15	Retorno de parada de emergencia remota	Interruptor de parada de emergencia remota, normalmente cerrado
TB1-16	Parada de emergencia remota	Interruptor de parada de emergencia remota, normalmente cerrado

Tabla 26. Conexiones del cliente

Clavija del conector	Nombre de señal	Se conecta con
TB15-1	Retorno	Retorno de alimentación de red
TB15-2		
TB15-3	RS-485 Datos A	Datos de red A
TB15-4	RS-495 Datos B	Datos de red B
TB15-5	Activación del sistema PCCNet	

Tabla 27. Conexiones de interfase de herramientas

Clavija del conector	Nombre de señal	Se conecta con
J11-1	Emisor de presión del aceite (activo) +5 V	
J11-2	Emisor de presión de aceite o retorno de interruptor	
J11-3	Emisor de presión del aceite	
J11-4	Control del gobernador –	Control de lado bajo de PWM del gobernador
J11-5	Control del gobernador +	Control del gobernador + (para control de lado bajo)
J11-6	B+ de bobina de relé	Bobina de relé de bujías de precalentamiento
J11-7	Control de relé de bujías de precalentamiento/control de encendido	Lado bajo de bobina de relé
J11-8	Blindaje de captación magnética	
J11-9	Suministro de captación magnética	
J11-10	Retorno de captación magnética	
J11-11	Emisor de temperatura del refrigerante	
J11-12	Retorno del emisor de temperatura del refrigerante	
J11-13	NA	
J11-14	NA	
J11-15	NA	
J11-16	NA	
J11-17	Blindaje de CAN de ECM	
J11-18	Retorno de B+ para ECM	
J11-19	CAN bajo de ECM	
J11-20	CAN alto de ECM	
J11-21	Control de lado bajo del interruptor con llave	Lado bajo de bobina de relé del interruptor con llave
J11-22	Bt de bobina de relé de interruptor con llave	Lado alto de bobina de relé del interruptor con llave
J11-23	NA	
J11-24	NA	

Tabla 28. Conexiones del motor

Clavija del conector	Nombre de señal	Se conecta con
J12-1	CT1	
J12-2	CT2	
J12-3	CT3	
J12-4	Común de CT1	
J12-5	Común de CT2	
J12-6	Común de CT3	

Tabla 29. Conexiones transformador de corriente

Clavija del conector	Nombre de señal	Se conecta con
J17-1	Campo +	X+ (F1)
J17-2	Campo –	XX– (F2)

Tabla 30. Conexiones del devanado de campo

Clavija del conector	Nombre de señal	Se conecta con
J18-1	PMG 1/En paralelo L1	Fuente de excitación máx. 240 V
J18-2	PMG 2/En paralelo L2	Fuente de excitación máx. 240 V
J18-3	NC	

Tabla 31. Conexiones alimentación de campo

Clavija del conector	Nombre de señal	Se conecta con
J20-1	Conexión a tierra del chasis	
J20-2	Retorno de B+	
J20-3	Control de lado bajo con B+ conmutada	
J20-4	Retorno de B+	
J20-5	Retorno de entrada discreta	
J20-6	Retorno de entrada discreta	
J20-7	Retorno de B+	
J20-8	Retorno de entrada discreta	
J20-9	Entrada B+	
J20-10	Entrada B+	
J20-11	Entrada de desconexión del arrancador	Alternador de carga
J20-12	Retorno de B+	
J20-13	Suministro de B+ de bobina de relé	B+ conmutada (B+ conmutada podría estar conectado a parada de emergencia B+)
J20-14	Control de relé de corte de combustible	Lado bajo de bobina de relé de corte de combustible
J20-15	Control de relé del arrancador	Lado bajo de bobina de relé del arrancador
J20-16	NA	
J20-17	Entrada configurable N° 3	Conexión predeterminada al interruptor de bajo nivel del refrigerante
J20-18	Entrada configurable N° 4	Conexión predeterminada al interruptor de bajo nivel del combustible
J20-19	NA	
J20-20	Entrada B+	
J20-21	Entrada B+	
J20-22	Entrada de voltaje flash del alternador	

Tabla 32. Conexiones del grupo electrógeno

Clavija del conector	Nombre de señal	Se conecta con
J22-1	L1	Fuente L1 de 600 V máx.
J22-2	L2	Fuente L2 de 600 V máx.
J22-3	L3	Fuente L3 de 600 V máx.
J22-4	LN	Fuente LN de 600 V máx.

Tabla 33. Conexiones de detección de voltaje

Clavija del conector	Nombre de señal	Se conecta con
J25-1	Estado local	Lado bajo de luz indicadora de estado local
J25-2	Parada de emergencia local	Interruptor de parada de emergencia local, normalmente cerrado
J25-3	PCCNet B	Datos de red B
J25-4	PCCNet A	Datos de red A
J25-5	Activación del sistema	
J25-6	Retorno de entrada discreta	
J25-7	Retorno de entrada discreta	
J25-8	Retorno de B+	
J25-9	Retorno de B+/PCCNet	
J25-10	Manual	
J25-11	Automático	
J25-12	B+	

Tabla 34. Conexiones de pantalla

Las conexiones de los cables que se describen en la Figura 40 y en la Tabla 35 de conductores, muestran cómo van conectados cada uno de los conectores en la tarjeta de control para el arnés del grupo electrógeno, es importante tener en cuenta que las conexiones van así:

- P12 va conectada en J12
- P18 va conectada en J18
- P17 va conectada en J17
- P22 va conectada en J22

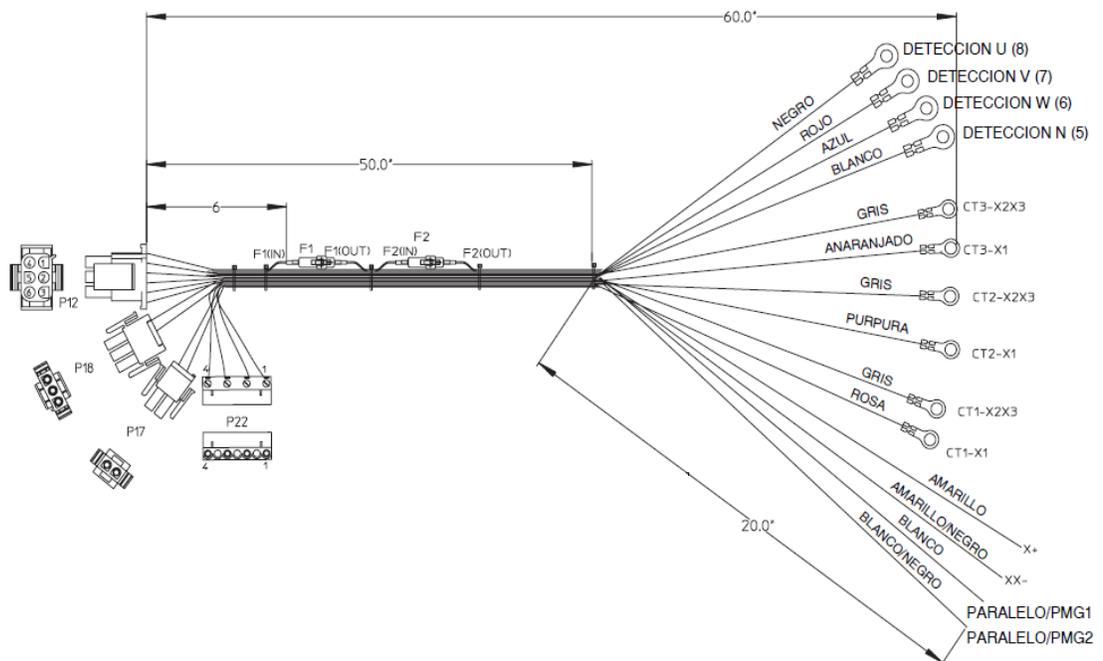


Figura 40. Arnés grupo electrógeno

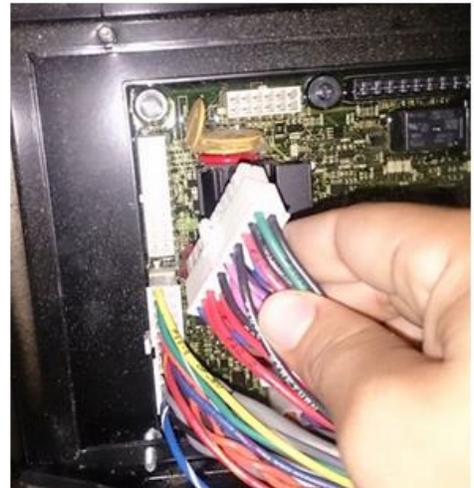
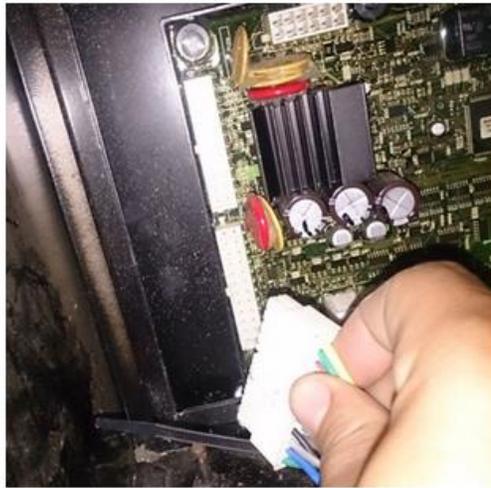
TABLA DE CONDUCTORES					
N° CONDUCTOR	DE	A	CALIBRE DE ALAMBRE	COLOR DEL ALAMBRE	OBSERVACIONES
1	P12-1	CT1-X1	16 AWG	ROSA	PAR TRENZADO
2	P12-4	CT1-X2/X3	16 AWG	GRIS	
3	P12-2	CT2-X1	16 AWG	PURPURA	PAR TRENZADO
4	P12-5	CT2-X2/X3	16 AWG	GRIS	
5	P12-3	CT3-X1	16 AWG	ANARANJADO	PAR TRENZADO
6	P12-6	CT3-X2/X3	16 AWG	GRIS	
7	P22-1	DETECCION U	16 AWG	BLANCO/NEGRO	
8	P22-2	DETECCION V	16 AWG	ROJO	
9	P22-3	DETECCION W	16 AWG	AZUL	
10	P22-4	DETECCION N	16 AWG	BLANCO	
11	P17-1	X+ (F1)	16 AWG	AMARILLO	PAR TRENZADO
12	P17-2	XX- (F2)	16 AWG	AMARILLO/NEGRO	
13	P18-1	F1(ENT)	16 AWG	BLANCO	PAR TRENZADO
14	P18-2	F2(ENT)	16 AWG	BLANCO/NEGRO	
15	F1(SAL)	PARALELO/PMG1	16 AWG	BLANCO	PAR TRENZADO
16	F2(SAL)	PARALELO/PMG2	16 AWG	BLANCO/NEGRO	

Tabla 35. Tabla de conductores para arnés del grupo electrógeno

A continuación se muestra con evidencias gráficas el proceso de montaje:







4.2 CONEXIÓN E INSTALACIÓN INTERFASE GRÁFICA

En esta parte se encuentra el proceso de conexión y posterior instalación del tablero de operación.

4.2.1 Conexión tablero de operación

En este proceso se explica cómo se realizan las conexiones de la pantalla de operación y en qué puntos van ubicadas sus conectores. Como se muestra en la Figura 41.

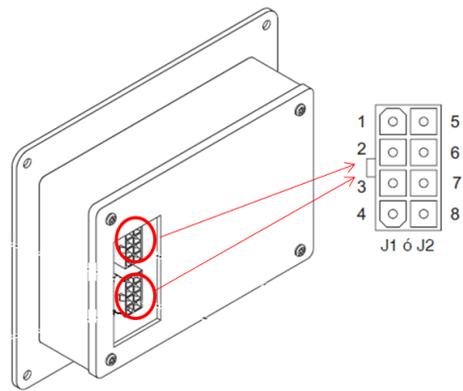


Figura 41. Conexiones pantalla operador

En la tabla que se muestra a continuación, encontramos la configuración del conector de la pantalla gráfica y al punto que va conectado en la tarjeta de control.

TABLA DE CONDUCTORES		
DE	A	OBSERVACIONES
P25-4	P1-1	RS485A
P25-3	P1-2	RS485B
P25-12	P1-3	B+
P25-8	P1-5	RETORNO DE B+
P25-11	P1-7	AUTOMATICO
P25-10	P1-6	MANUAL
P25-5	P1-4	BDSW
P25-5	P25-6	PARADA EMERG. LOCAL

Tabla 36. Configuración del conector pantalla grafica

La configuración del cable es la que se muestra en la Figura 42.

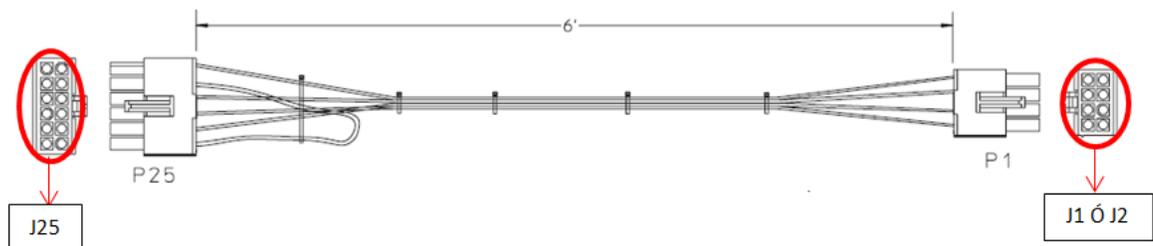
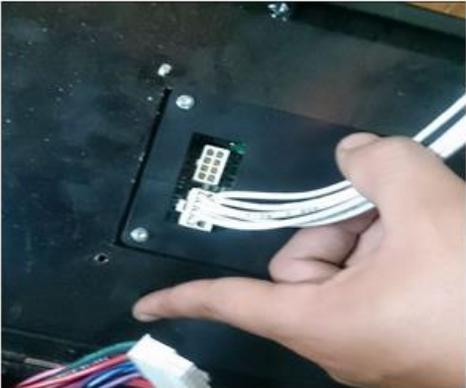
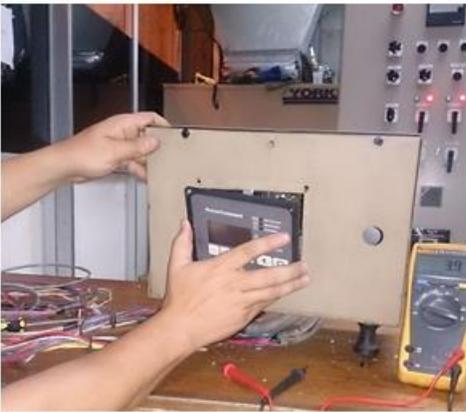


Figura 42. Configuración cable tablero operador

A continuación se muestra con evidencias graficas el proceso de montaje:





4.3 INSTALACIÓN SENSORES

En esta parte del proyecto se presenta el proceso de montaje de los sensores de temperatura del refrigerante, presión de aceite y velocidad en el grupo electrógeno.

4.3.1 Instalación sensor temperatura de refrigerante.

Las características y las conexiones del sensor de temperatura de refrigerante se describen en el capítulo 3, en esta sección se muestra la conexión de este en el grupo electrógeno.



4.3.2 Instalación sensor presión de aceite

Las características y las conexiones del sensor de presión de aceite se describen en el capítulo 3, en esta sección se muestra la conexión de este en el grupo electrógeno.



4.3.3 Instalación sensor de velocidad

El controlador de la serie 1302 exige una entrada de velocidad para el motor, a través de un sensor de velocidad. La señal del sensor es del tipo captador magnético, estos deben calibrarse según la cantidad de dientes de la volante del motor, el equipo corresponde a una volante de 142 dientes, este sensor es el

encargado de captar las rpm del motor para que esta información pueda ser visualizada en la pantalla gráfica.

A continuación se muestra el montaje del sensor magnético.



5 PRUEBAS CON EL GRUPO ELECTRÓGENO EN FUNCIONAMIENTO

En este capítulo se recopilan los resultados obtenidos después de la programación del controlador y posterior montaje de este en el grupo electrógeno. Las pruebas se realizan con patrones certificados pertenecientes al Laboratorio de Metrología del Ingenio Risaralda S.A para las variables de velocidad (RPM), voltaje (línea-neutro), corriente (fase), voltaje de baterías y frecuencia.

5.1 VERIFICACIÓN FUNCIONAMIENTO DE VELOCIDAD DEL EQUIPO

Ayudado por un sensor magnético que capta la señal que generan los dientes de la volante, se puede conocer el número de vueltas que da el motor por minuto (RPM), esta señal se envía a la tarjeta de control que contiene la programación necesaria para la toma de decisiones, en este caso el control de velocidad se logra gracias a la señal que envía el control a la válvula solenoide que permite la alimentación de combustible. Por lo tanto, si el equipo requiere más velocidad la válvula abrirá y dejará pasar más combustible para que este gire más rápido, y para el caso inverso la válvula se cerrará.

Para este motor que contiene 4 polos la velocidad debe ser constante, y se debe mantener a 1800 RPM a 60Hz, esto para tener una buena sincronización de la red y así no afectar los equipos que se vayan a alimentar posteriormente.

5.1.1 Pruebas con el patrón de velocidad

Esta prueba se logra gracias a un tacómetro el cual genera un haz luminoso de tipo láser y que en la pieza que va a estar en movimiento; se marca una zona la cual es la encargada de reflejar el haz luminoso, lo que significa que cada vez que esta zona pasa en frente del tacómetro genera un pulso el cual es detectado por un sensor que está ubicado cerca al emisor de luz, y lo convierte en una señal eléctrica dentro del equipo el cual nos indica la velocidad a la cual está girando la pieza.

El tacómetro que se usó en esta prueba pertenece al Laboratorio de Metrología y se encuentra calibrado y en óptimas condiciones para su uso. Ver Figura 43.



Figura 43. Tacómetro patrón

En la Tabla 37 podemos encontrar las características del equipo patrón con el cual se hacen las pruebas de velocidad.

Marca	EXTECH
-------	--------

Unidad	rpm
Tolerancia	$\pm 0,05\% + 1$ dígito
Resolución	1 rpm
Rango del equipo	5-99999 rpm
Norma calibración	NTC 2263

Tabla 37. Características tacómetro patrón

La prueba se logra colocando una cinta que refleja el haz luminoso del láser en uno de los dientes de la volante, posteriormente con el equipo en funcionamiento nos genera la velocidad a la que se encuentra girando el equipo. En la Figura 44 se muestran los resultados obtenidos.



Figura 44. Resultado prueba de velocidad

Este resultado indica que el funcionamiento del equipo es el óptimo para la programación, conexión y configuración del equipo para la variable de velocidad.

5.2 VERIFICACIÓN VOLTAJE LINEA NEUTRO.

Gracias a la acción del generador en el barraje del equipo se genera una diferencia de potencial entre dos puntos, esta se conoce como voltaje. Esta puede ser medida gracias a un equipo conocido como Multímetro.

5.2.1 Pruebas con Multímetro Patrón

Este es un instrumento eléctrico portátil que tiene la capacidad de medir directamente magnitudes eléctricas como corrientes y potenciales, estas medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios rangos de medida. El equipo con el que se cuenta en el Laboratorio de Metrología es digital y cuenta con calibración vigente por un ente externo, el cual brinda toda la confiabilidad en los datos que arroje. Ver Figura 45.



Figura 45. Multímetro patrón

En la Tabla 38 podemos encontrar las características del equipo patrón con el cual se hacen las pruebas de tensión.

Marca	FLUKE
Unidad	V

Tolerancia	$\pm 0,1 \text{ V}$
Resolución	0,01 V
Rango del equipo	0-1000 V

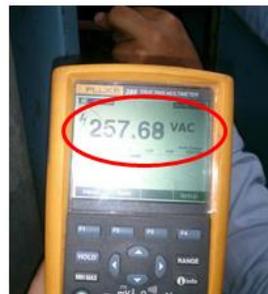
Tabla 38. Características multímetro patrón

La prueba se logra midiendo en el barraje entre cada una de las fases y el neutro. En las siguientes figuras se muestran los resultados obtenidos.

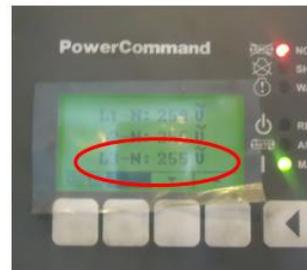
L1 – N



L2 – N



L3 – N



Este resultado indica que el funcionamiento del equipo es el óptimo para la programación, conexión y configuración del equipo para la variable de tensión línea-neutro.

5.3 VERIFICACIÓN CORRIENTE DE FASE

Gracias a la acción del generador en el barraje del equipo se genera un flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo, a este se le conoce como corriente eléctrica, en el sistema internacional de medida se expresa como culombios sobre segundo, unidad que se denomina como Amperio, el equipo patrón usado para medir esta variable es una Pinza Amperimétrica.

5.3.1 Pruebas con Pinza Amperimétrica Patrón

Este instrumento tiene la capacidad de medir la corriente que pasa por un circuito sin necesidad de que este sea abierto, su funcionamiento se basa en la medida indirecta de la corriente que circula por un conductor a partir de su campo magnético, el equipo con el que cuenta el Laboratorio de Metrología tiene calibración vigente por un ente externo, el cual brinda toda la confiabilidad en los datos que arroje, Ver Figura 46.



Figura 46. Pinza amperimetrica patrón

En la Tabla 39 se encuentran las características del equipo patrón con el cual se hacen las pruebas de tensión.

Marca	FLUKE
Unidad	A
Tolerancia	$\pm 0,3$ A
Resolución	0,1 A
Rango del equipo	0-999.9 A

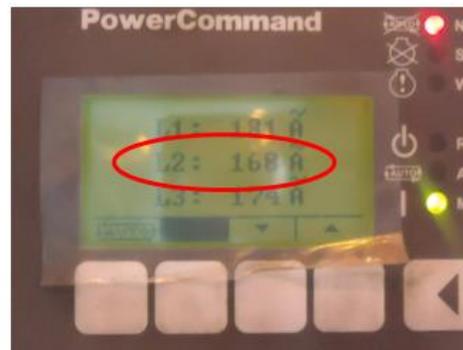
Tabla 39. Características pinza amperimetrica patrón

La prueba se logra midiendo en el barraje en cada una de las líneas. En las figuras que se muestran a continuación se muestran los resultados obtenidos.

- Para L1



- Para L2



- Para L3



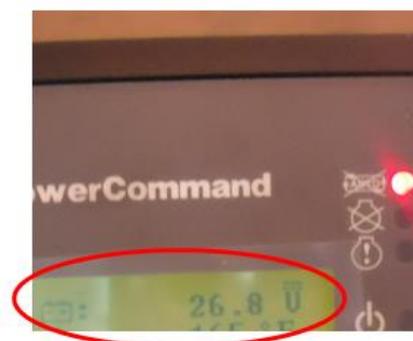
Este resultado indica que el funcionamiento del equipo es el óptimo para la programación, conexión y configuración del equipo para la variable de corriente en cada una de las líneas.

5.4 VERIFICACIÓN VOLTAJE DE BATERÍAS

Las baterías son un subsistema crítico en un grupo electrógeno, ya que son las que permiten que se genere el arranque del motor, además de mantener alimentado todo el sistema de control de la máquina. El grupo electrógeno posee cuatro baterías dispuestas en paralelo ya que así está dispuesto por el fabricante, se encuentran ubicadas cerca del grupo generador para minimizar la resistencia que podrían generar largos trayectos de cable en el arranque.

5.4.1 Pruebas con Pinza Amperimétrica Patrón

Este instrumento tiene la capacidad de medir el voltaje que tiene las baterías, el equipo con el que cuenta el Laboratorio de Metrología tiene calibración vigente por un ente externo el cual brinda toda la confiabilidad en los datos que arroja, en este caso se procede a verificar el estado de las baterías en las borneras.



Este resultado indica que el funcionamiento del equipo es el óptimo para la programación, conexión y configuración del equipo para la variable de voltaje en las baterías.

5.5 VERIFICACIÓN FRECUENCIA DE TRABAJO

La frecuencia es una magnitud que nos muestra el número de repeticiones por unidad de tiempo de un fenómeno periódico, en algunas partes del mundo se trabaja con frecuencias de corriente alterna de 50 Hz, pero para este caso se trabaja con una frecuencia de 60 Hz, es muy importante garantizar que este valor sea constante. En el grupo generador este valor depende de la velocidad (rpm), y del número de polos, para este grupo electrógeno se garantizan 1800 rpm y 4 polos por lo que la frecuencia debe ser 60 Hz.

5.5.1 Pruebas con Multímetro Patrón

Es un instrumento eléctrico portátil que tiene la capacidad de medir directamente magnitudes eléctricas como corrientes y potenciales, estas medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios rangos de medida. El equipo con el que se cuenta en el Laboratorio de Metrología es digital y cuenta con calibración vigente por un ente externo que brinda toda la confiabilidad en los datos que arroje. La prueba se realiza en el barraje del grupo electrógeno encontrando los siguientes datos:



Este resultado indica que el funcionamiento del equipo es el óptimo para la programación, conexión y configuración del equipo para la variable de frecuencia.

6 RECURSOS Y PRESUPUESTO

Presupuesto global para la instalación y programación del controlador Powercommand

6.1 RECURSOS MATERIALES

- Computador portátil propiedad de los integrantes del proyecto.

6.2 RECURSOS INSTITUCIONALES

- Laboratorio de Metrología, Ingenio Risaralda S.A.
- Planta de generación de energía Ingenio Risaralda S.A.

6.3 RECURSOS FINANCIEROS

1.	Equipos, Software y servicios técnicos	\$ 300.000
2.	Transporte	\$ 300.000
3.	Materiales y suministros	\$ 5.000.000
4.	Material bibliográfico y fotocopias	\$ 100.000
5.	Varios e imprevistos	\$ 200.000
TOTAL		\$5.900.000

7 CONCLUSIONES

- Gracias a la información recolectada se logró tener más claridad sobre el proceso de ejecución de este proyecto y poder así obtener los resultados esperados.
- Se logró realizar una conexión exitosa tanto de la sensórica, tarjeta de control y pantalla de operación basada en las especificaciones enviadas por el fabricante, generando una excelente comunicación entre todos los sistemas asegurando así confiabilidad en todo momento.
- Se realizó la programación del controlador gracias al manual del equipo y ayudados por la pantalla de operación incluida en el juego, asegurando así que el equipo cumpla con las especificaciones requerida por el cliente.
- Gracias a los patrones del Laboratorio de Metrología se pudo realizar pruebas de funcionamiento del equipo, en frío (presión y temperatura), y en caliente (voltaje, corriente, velocidad y frecuencia), los cuales ayudaron a visualizar el funcionamiento real del control y la máquina después de la programación y montaje, encontrando que para todas las variables el equipo funciona de manera eficiente.
- Con este proyecto se logró obtener un equipo con una confiabilidad muy alta que nos permite ver ahora datos de forma digital y con resoluciones más bajas que el equipo que se tenía con anterioridad, además con un respaldo mayor para posibles fallas.
- Se lograron realizar manuales de arranque y parada, al igual que una lista de chequeo que va a facilitar el trabajo de los operadores de la planta eléctrica.

8 BIBLIOGRAFIA

- [1] Alcalde san miguel, P. (2012). *Electrotecnia*. Paraninfo.
- [2] Cummins, Power Generation. (12 de 2008). Manual operador juego de control grupo electrógeno.
- [3] Enriquez Hasper, G. (2000). El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos. Limusa.
- [4] Guerreo, v. (2009). *Comunicaciones industriales siemens*. MARCOMBO S.A. instruments, N. (14 de 09 de 2011). *national instruments*. Obtenido de <http://www.ni.com/>
- [5] Kates, E. J. (1981). *DIESEL and high compression gas engines*. REVERTÉ S.A.
- [6] Lajara Viscaíno, J. r. (2012). *labVIEW: Entorno gráfico de programación*. Marcombo.
- [6] Pallás Areny, R. (2004). *Sensores y acondicionadores de señal*. Marcombo.
- [7] Serna Ruiz, A. (2010). *Guía practica de sensores*. Creaciones copyright S.L.
- [8] Villa Menacho, A. (s.f.). *Sistemas de alimentación ininterrumpida*. Ediciones paraninfo, S.A.

9 ANEXO 1

PROTOCOLO DE ARRANQUE PLANTA DIESEL 1200 KW **RESULTADOS ESPERADOS**

Establecer el procedimiento para el arranque de Fabrica con la Planta Diesel sin el Circuito CHEC 33KV.

ALCANCE Y CAMPO DE LA APLICACION

Este protocolo aplica para la Planta Diesel ubicada en Planta Eléctrica del Ingenio Risaralda S.A.

CONDICIONES GENERALES

El operador de Planta Eléctrica tiene la responsabilidad de realizar esta maniobra cada vez que se dispare por algún evento el Circuito CHEC 33KV y que demore más de 30 minutos en normalizar.

El operador de Planta Eléctrica tiene la responsabilidad de coordinar con el Electricista de Turno y con las demás secciones del Ingenio Risaralda S.A para el arranque de Fábrica con la Planta Diesel sin el Circuito CEHC, además establecer comunicación con CLD CHEC para cualquier maniobra referente al arranque de la Fábrica.

En cada Turno el operador de Planta Eléctrica debe verificar en el Tanque Principal y en el Tanque Auxiliar el nivel de ACPM.

Refiérase en este documento a CLD CHEC el equivalente a Centro Local de Despacho Central Hidroeléctrica de Caldas.

Esta operación debe efectuarse con los siguientes elementos de protección personal.

- Botas dieléctricas.
- Protección auditiva.
- Gafas protectoras.
- Guantes.
- Casco.

Refiérase en este documento a Planta Diesel el equivalente a 1200KW.

Refiérase en este documento a DEPE-010 como el código asignado a este Protocolo donde:

DP: Departamento Eléctrico; PE: Planta Eléctrica; 010: Numero consecutivo asignado.

PROCEDIMIENTO

1. Verificar Nivel de ACPM en el tanque principal. Si es necesario coordinar con taller agrícola para el suministro de ACPM.
2. Verificar que este abierta la Válvula del **Tanque principal de ACPM** la cual alimenta el Tanque **Auxiliar de ACPM** de la Planta Diésel.



3. Verificar que la Válvula del Tanque auxiliar de ACPM esté abierta y verificar nivel de ACPM en el Tanque.



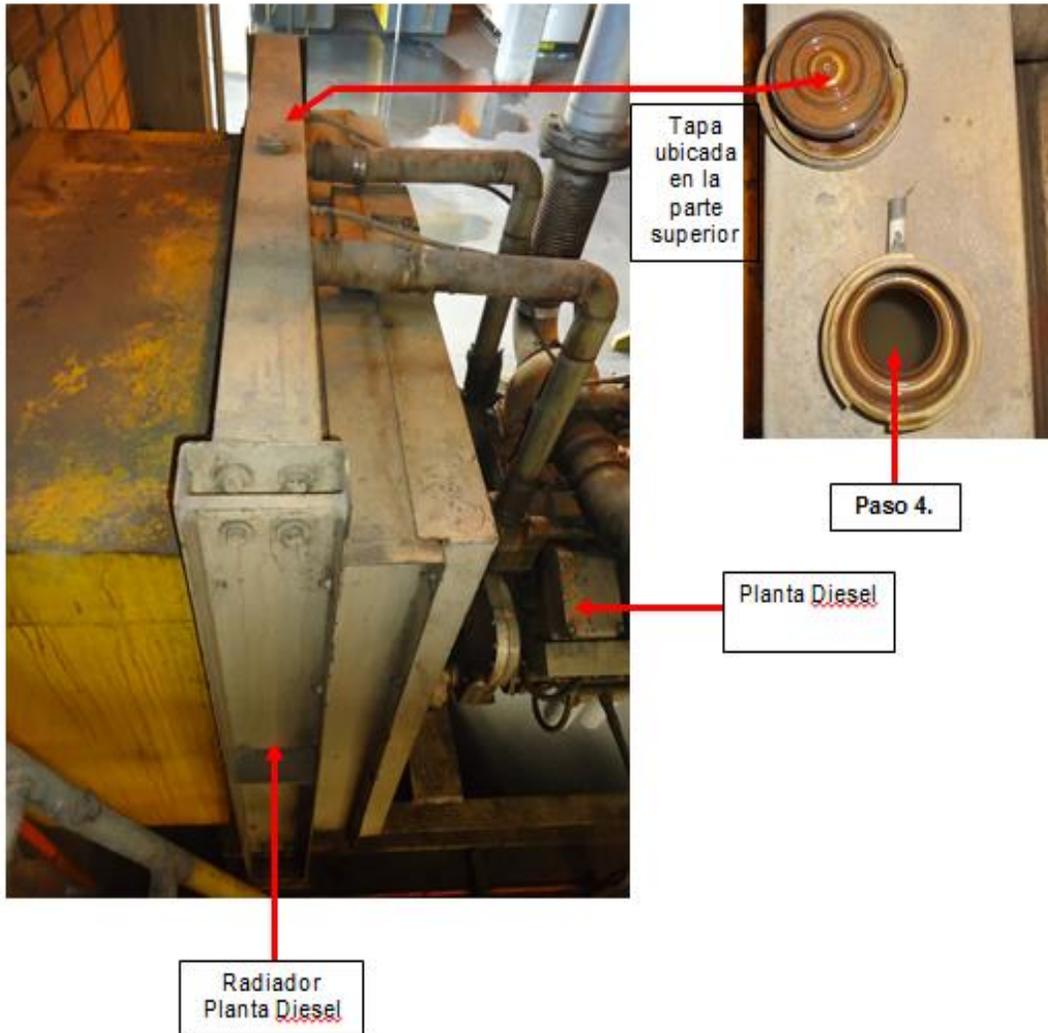
Válvula del Tanque auxiliar de ACPM



Paso 3.

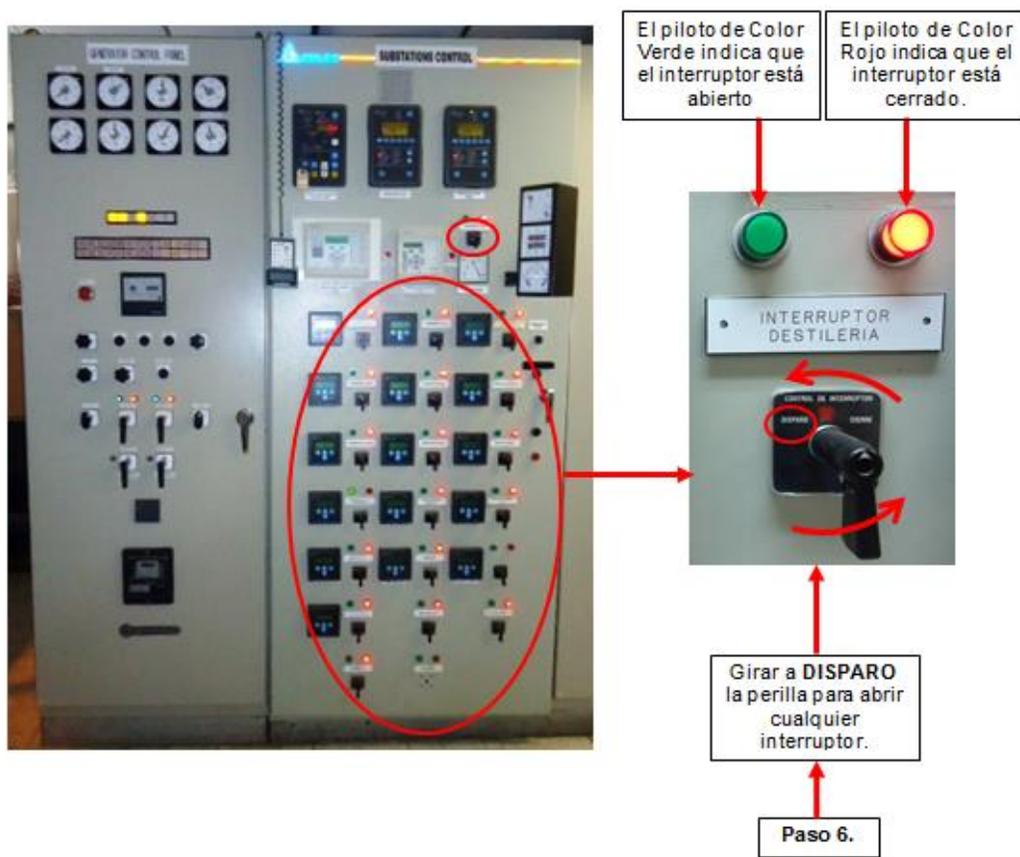
Tanque auxiliar de ACPM ubicado junto a la Planta Diesel

4. Verificar el nivel de agua en el Radiador de la Planta Diésel quitando la Tapa ubicada en la parte superior del Radiador. Adicionar agua en caso de que el nivel este bajo.

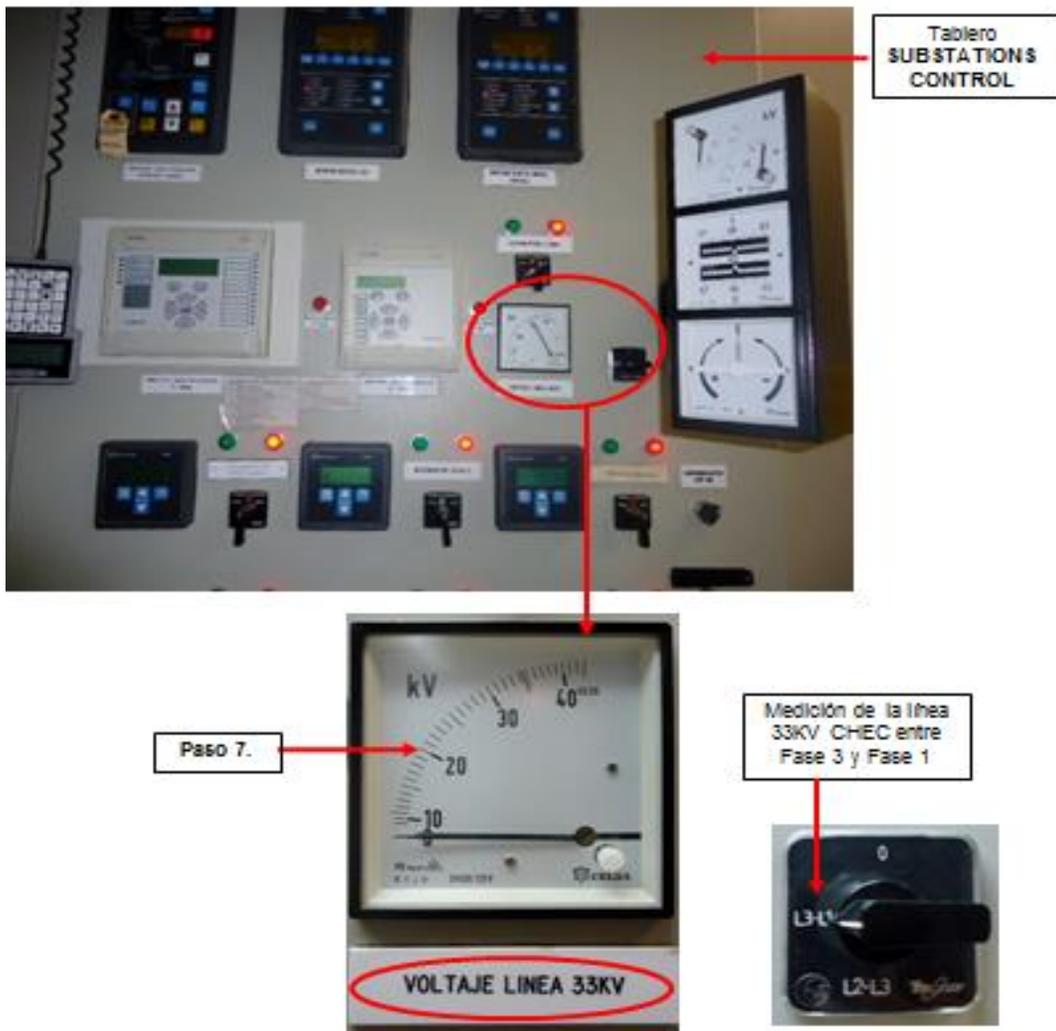


5. Verificar nivel de aceite. Adicionar si es necesario, coordinar con el supervisor de lubricación

6. Desde el tablero SUBSTATIONS CONTROL ubicado en el cuarto de operaciones abrir todos los circuitos (**INTERRUPTOR L130KV, INTERRUPTOR DESTILERIA, INTERRUPTOR TURBOGENERADOR 3, QUIMICA BASICA, INTERRUPTOR ELABORACION, INTERRUPTOR MOLINOS, INTERRUPTOR T130KV, INTERRUPTOR CTO AEREO, INTERRUPTOR REFINERIA, INTERRUPTOR ENLACE, INTERRUPTOR CALDERAS 3 Y 5, INTERRUPTOR AGUAS RESIDUALES, INTERRUPTOR PLANTA DE EMERGENCIA, PLANTA DE AGUA, CALDERA No. 5, PREPARACION, INTERRUPTOR BOMBA PLANTA DE AGUA No 4, INTERRUPTOR BOMBA PLANTA DE AGUA No 2 y MOLINO No. 4).**



7. Verificar que no haya voltaje en CHEC (33KV). Se puede visualizar en el medidor **VOLTAJE LINEA 33 KV** ubicado en el Tablero **SUBSTATIONS CONTROL** del cuarto de operaciones, girando la perilla a la posición **L1-L2, L2-L3 y L3-L1**



8. Arrancar la Planta Diesel con el pulsador que está ubicado en el tablero de control y dejarla trabajando por espacio de 5 minutos para calentarla. Oprimir cualquier botón para encender la pantalla, Pulsar el indicador (figura mano) de nuevo indica (figura mano), volver a pulsar.



Paso 8.



Oprimir cualquier botón para encender la pantalla, Pulsar el indicador (figura mano) de nuevo indica (figura mano), volver a pulsar



9. Pasar a **0** todas las perillas de los pasos automáticos Bancos de Condensadores y solicitar al electricista de turno que saque los demás bancos de condensadores de los otros circuitos de fábrica.

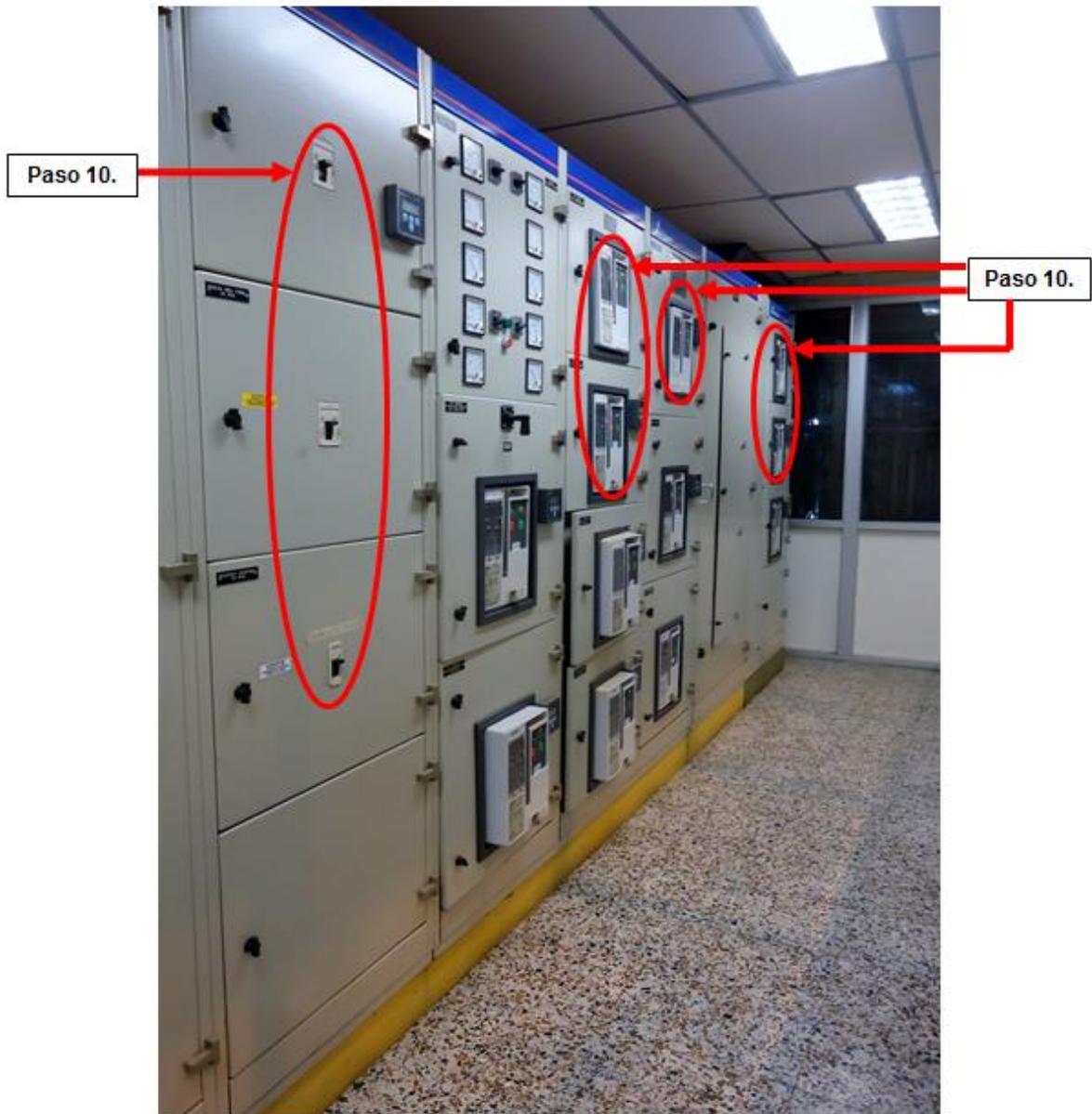


Paso 9.



Pasar a **0** todas las perillas

10. Abrir todos los interruptores principales de la SUBESTACION ENLACE 440V. (TRAFO AA BODEGA AZUCAR, MAQUINARIA, SUPRESOR DE VOLTAJE, AA CENTRIFUGAS, BODEGA MIEL FINAL, INT. GENERAL BCO CONDENSADORES, INT. GENERAL SALA COMPRESORES, INT. GENERAL TBLERO ALUMBRADO, RED CONTRA INCENDIOS DESTILERIA, ALUMBRADO DESTILERIA).



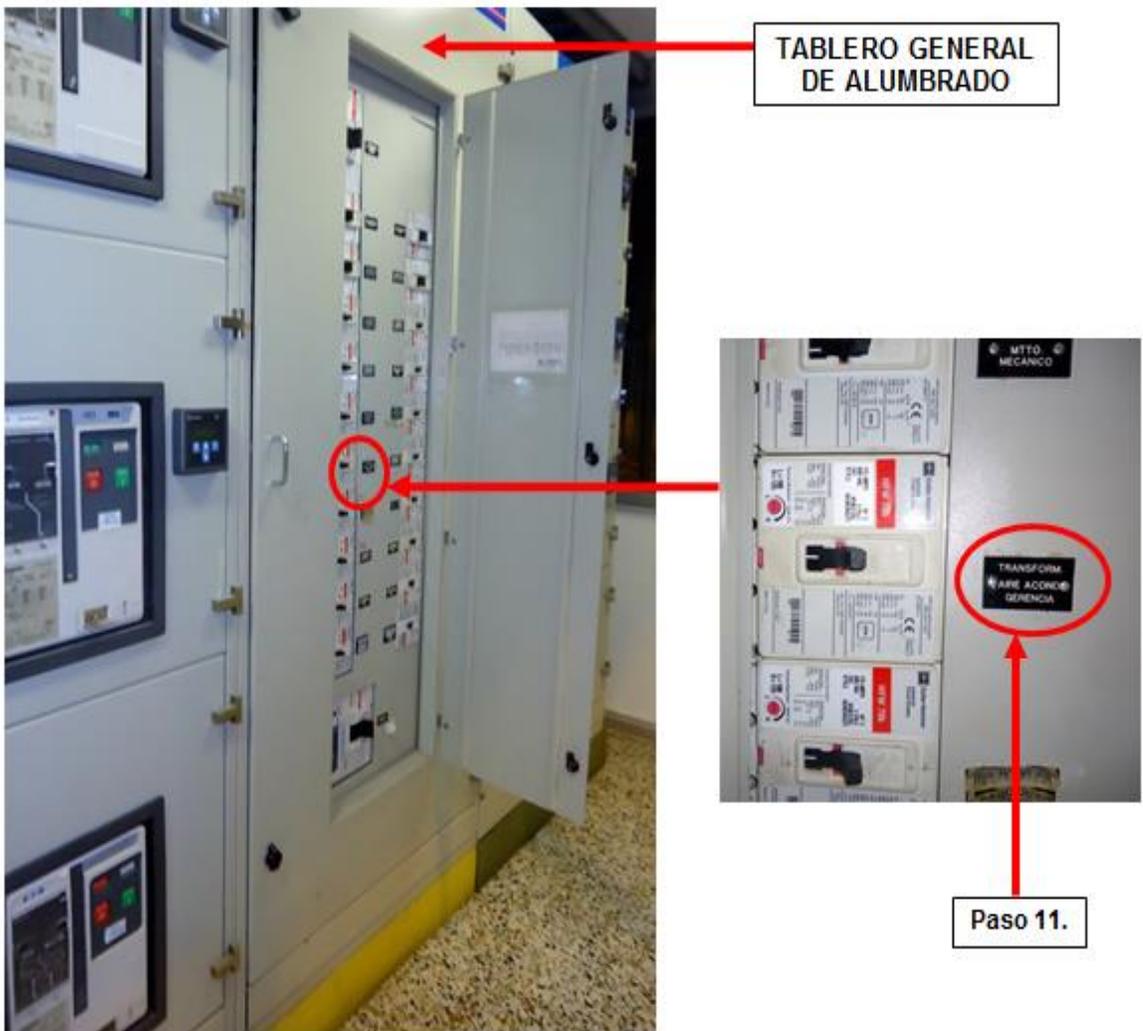
Para abrir los interruptores (**TRAFO AA BODEGA AZUCAR, MAQUINARIA, SUPRESOR DE VOLTAJE, AA CENTRIFUGAS, BODEGA MIEL FINAL**) se debe bajar con fuerza la palanca de accionamiento.



Para abrir los interruptores CUTLER HAMMER (INT. GENERAL BCO CONDENSADORES, INT. GENERAL SALA COMPRESORES, INT. GENERAL TBLERO ALUMBRADO, RED CONTRA INCENDIOS DESTILERIA, ALUMBRADO DESTILERIA) se debe presionar el boton **PUSH OFF** y verificar que la indicacion pase de Cerrado (**CLOSED**) a Abierto (**OPEN**).



11. Abrir el interruptor **TRANSFORM. AIRE ACONDICIONADO GERENCIA** ubicado en el **TABLERO GENERAL DE ALUMBRADO** de la SUBESTACION ENLACE 440V.

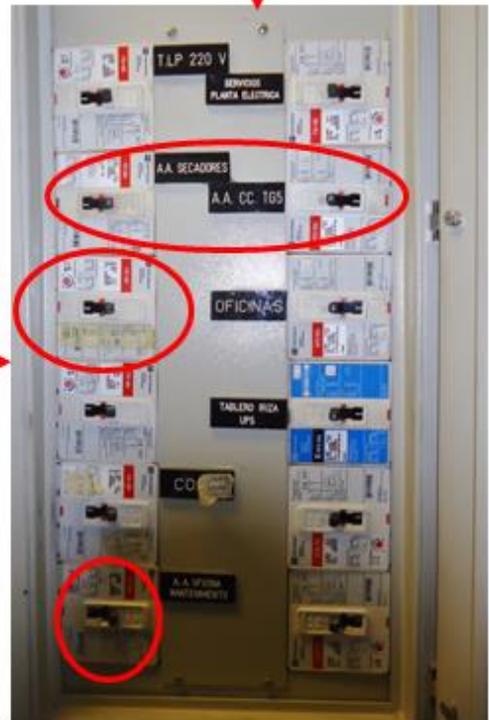


12. Abrir todos los interruptores de Aires Acondicionados del tablero ubicado en la parte posterior de la SUBESTACION ENLACE 440V (AA CC TURBOGENERADOR 5, AA SECADORES, AA OFICINA MTO, AA TURBOGENERADOR 3 Y 4).

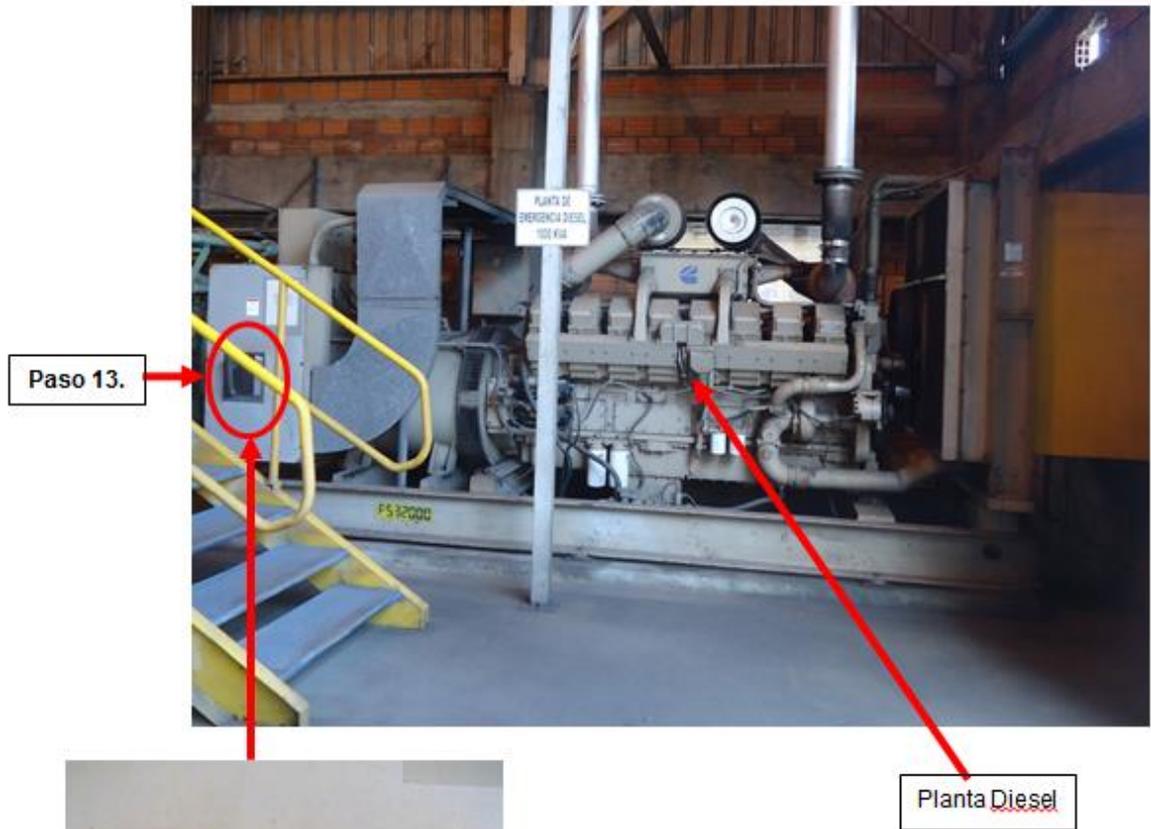
Tablero ubicado en la parte posterior de la SUBESTACION ENLACE 440V



Paso 12.

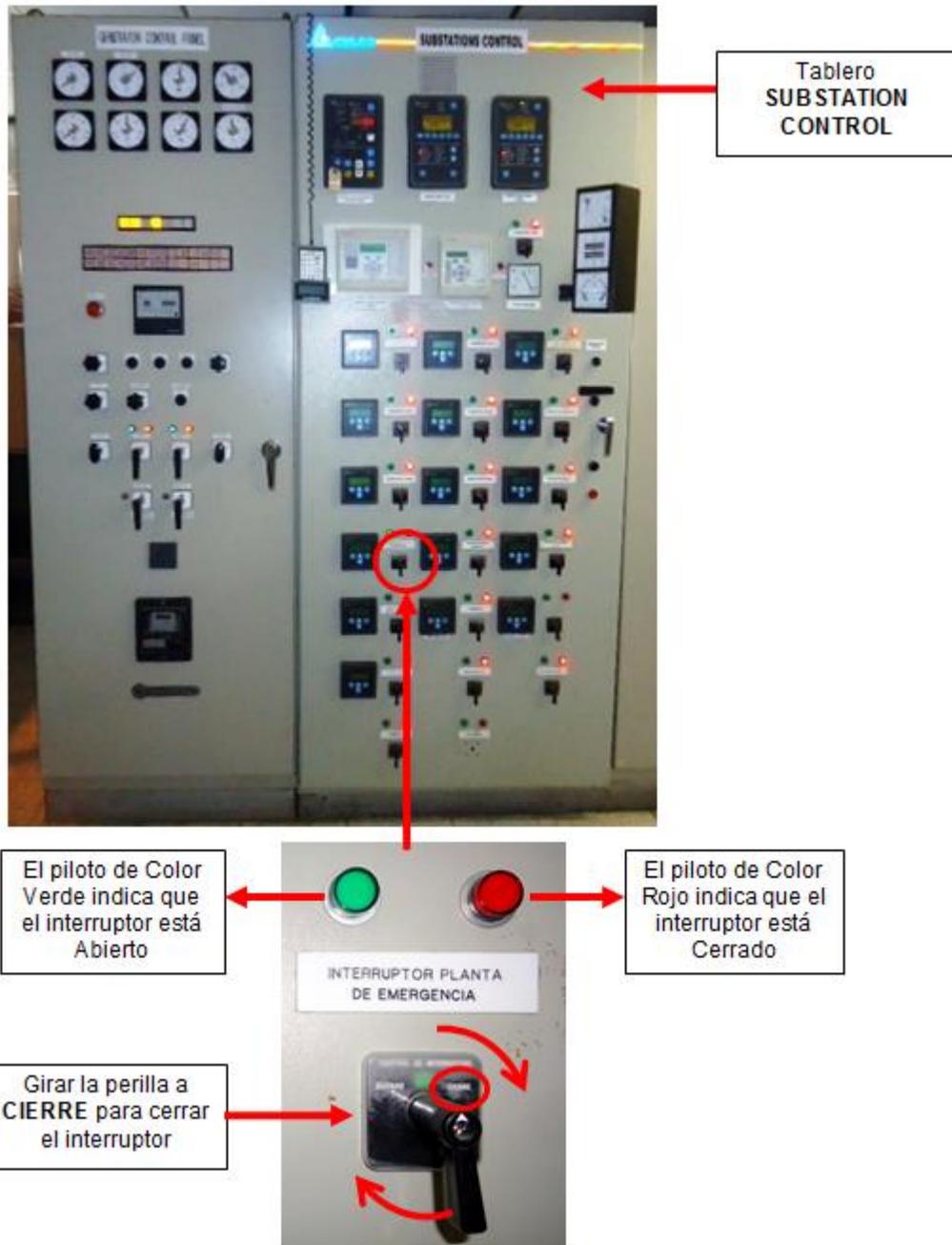


13. Cerrar el **INTERRUPTOR DE PALANCA** color negro que esta al costado de la Planta Diesel.



Para cerrar el interruptor se gira en sentido anti horario la palanca. Esta debe quedar de forma horizontal.

14. Cerrar el **INTERRUPTOR PLANTA DE EMERGENCIA** desde el tablero **SUBSTATIONS CONTROL** cuarto de operaciones. También se puede cerrar desde la subestación enlace 440V.

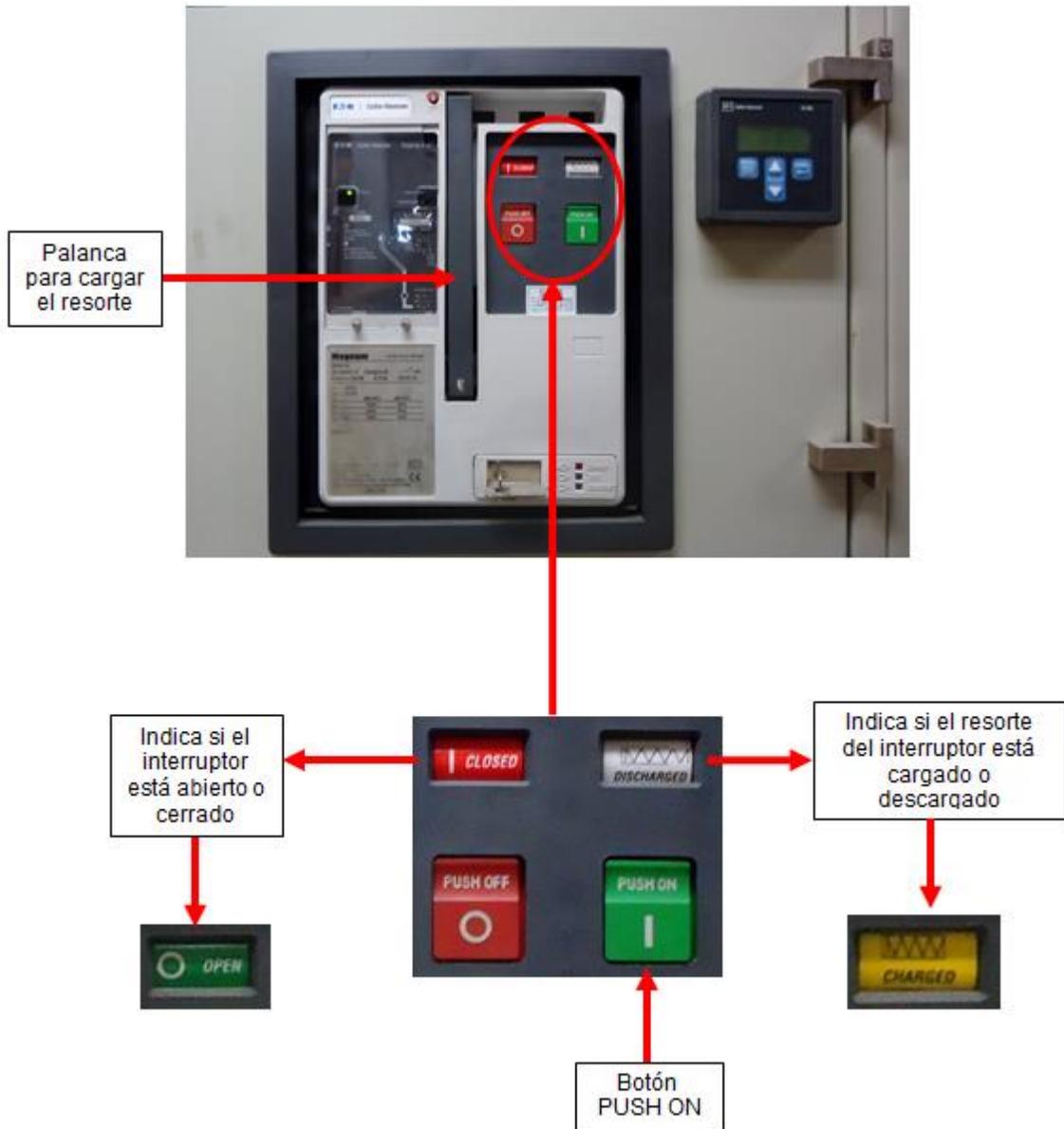


15. Cerrar el interruptor **TABLERO GENERAL DE ALUMBRADO** ubicado en la **SUBESTACION ENLACE 440V** para energizar la iluminación de la Fabrica al igual que las transferencias de Elaboración.



Paso 15.

Para cerrar el interruptor se debe cargar el resorte del interruptor, bajando y subiendo la palanca varias veces hasta que le indicador del resorte muestre **(CHARGED)**. Lugo se presiona el botón **PUSH ON**.



Verificar Voltaje, Corriente, Frecuencia, desde el tablero de medición general Diésel, ubicado en el CCM subestación enlace y Potencia, Nivel de Temperatura (90 °C) y Aceite (60 - 80 psi) desde el Tablero de control de la Planta Diésel. Verificar que no sobrepase 509A, 1800RPM, 440V, 90°C y la presión entre 60 y 80 psi.



Se verifica la potencia consumida, la frecuencia y las rpm



Se verifican voltajes

Se verifica parámetros tales como corrientes en cada fase, presión de aceite, temperatura del refrigerante y tensión en baterías.



Se verifica las corrientes por fase



Se verifica el voltaje de baterías, presión de aceite y temperatura

16. Llamar al **CLD CHEC** para confirmar el evento y consultar el tiempo en que demora normalizar la línea de 33KV.



Teléfono ubicado en el cuarto de control Planta Eléctrica disponible para la comunicación con el CLD CHEC

CLD CHEC	
CONMUTADOR	(096)8899000 EXT, 1268-1286
TELEFONO	(096) 8899140 - 8899166
FAX	(096)8899113
CELULAR	3146266821
CELULAR DIRECTO	3104559228

Si el CLD CHEC informa que la línea de 33KV se normalizara en poco tiempo entonces se debe continuar con el **PROTOCOLO SALIDA DE PLANTA DIESEL Y CONSUMIR CHEC (CODIGO: DEPE-011)**.

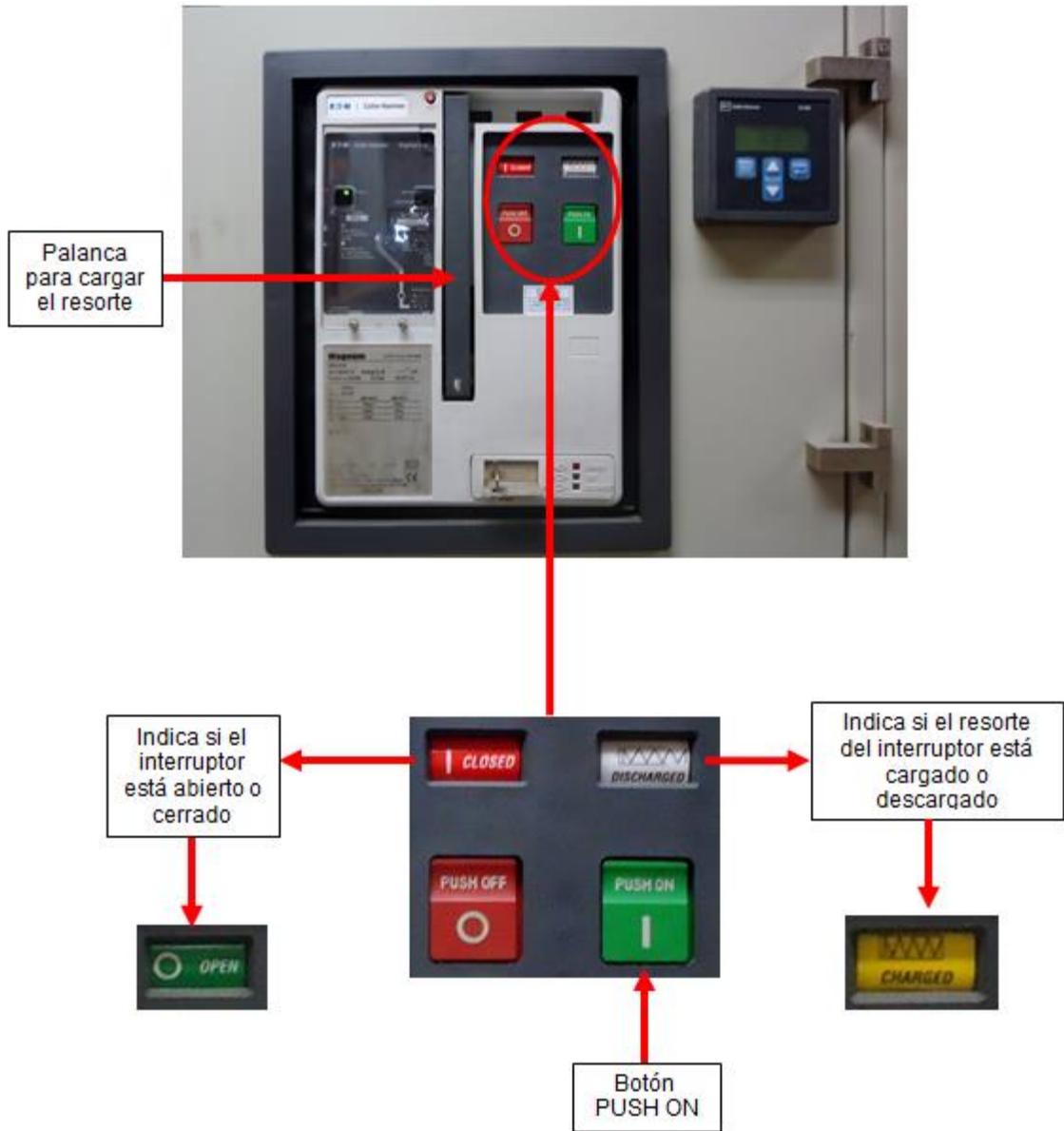
Si el CLD CHEC informa que debido al evento tienen problemas y se demoran **más de 30 minutos** para normalizar la línea de 33KV, entonces se continúa con el **paso 17** de este protocolo para realizar arranque de la Fábrica con Planta Diesel sin CHEC.

17. Confirmar con el electricista de turno que los demás bancos de condensadores estén por fuera.
18. Cerrar el **INTERRUPTOR ENLACE 440V** ubicado en la SUBESTACION ENLACE 440V.

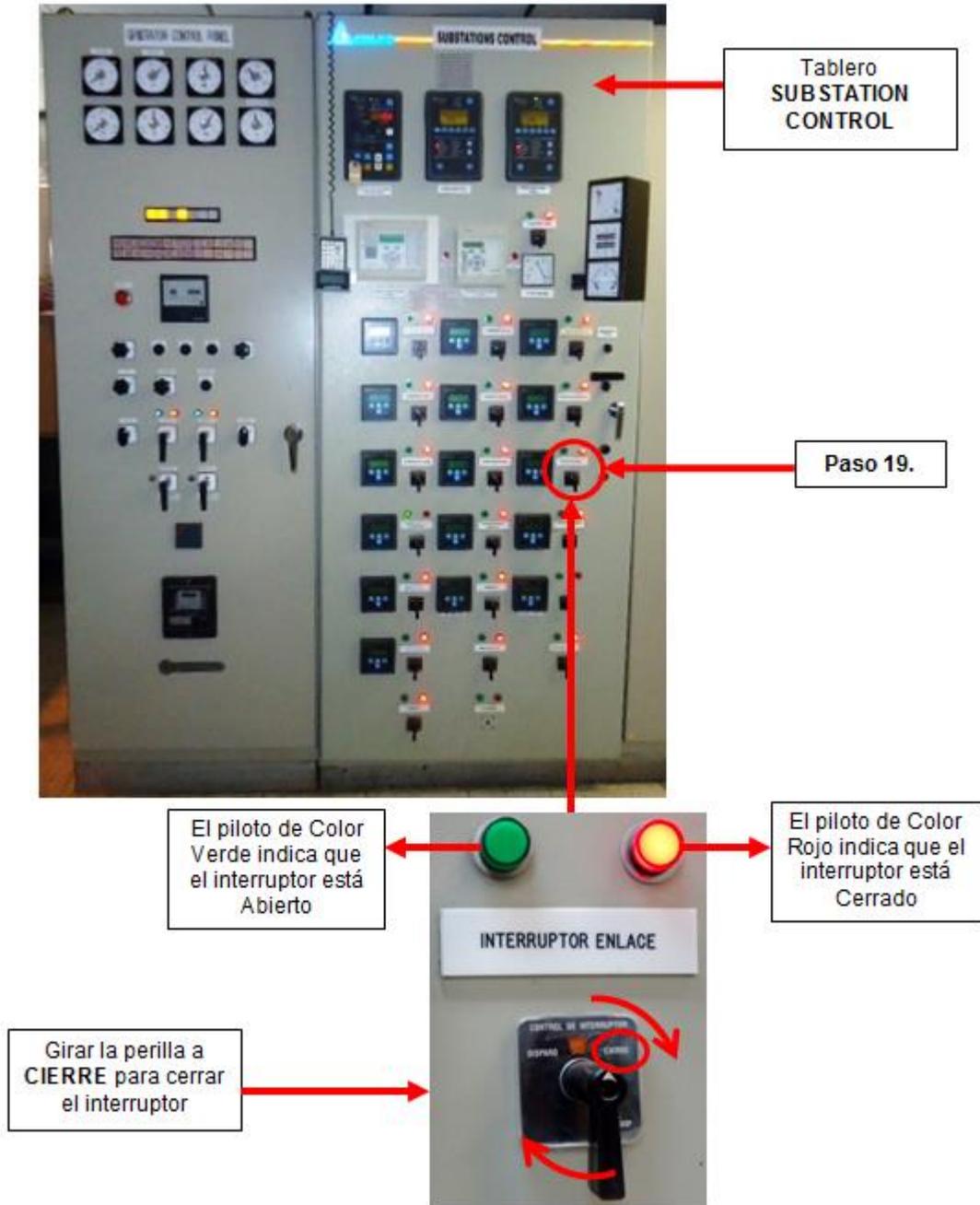


Paso 18.

Para cerrar el interruptor se debe cargar el resorte del interruptor, bajando y subiendo la palanca varias veces hasta que el indicador del resorte muestre **(CHARGED)**. Lugo se presiona el botón **PUSH ON**.



19. Cerrar el **INTERRUPTOR ENLACE 13,2KV** desde el tablero **SUBSTATIONS CONTROL** ubicado en el cuarto de operaciones.



20. Cerrar los interruptores principales de la SUBESTACION ENLACE 440V. (INT. GENERAL BCO CONDENSADORES, INT. GENERAL SALA COMPRESORES). La forma de cerrar estos interruptores se muestra en el paso 18 de este Protocolo.



21. Pasar a de **0** a **MAN 3** de las perillas de los pasos automáticos Bancos de Condensadores. Las demás perillas quedan en **0**.



Paso 21.

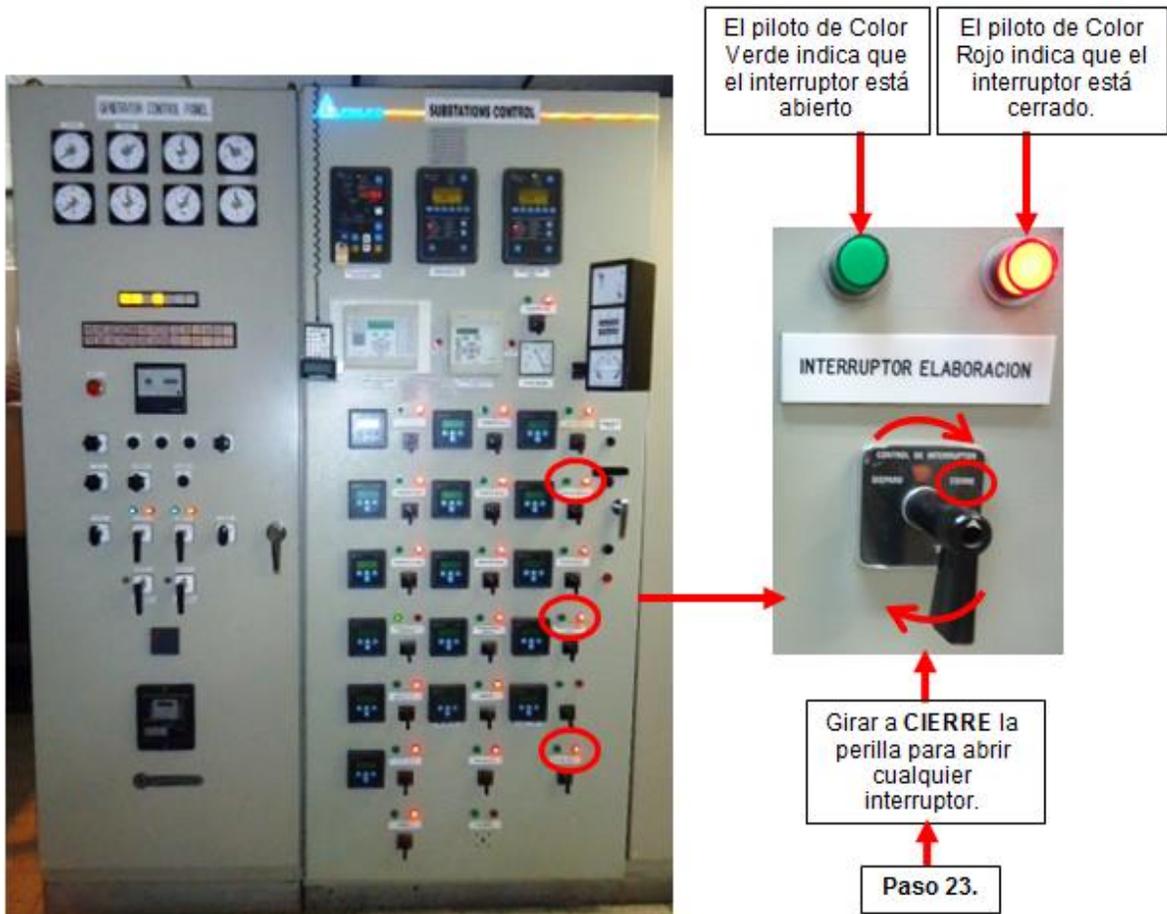


Pasar a MAN solamente 3 de las perillas

22. Verificar que haya suministro de aire por parte de alguno de los Compresores. Ver **PROTOCOLO PARA PONER EN SERVICIO LOS COMPRESORES DE AIRE FÁBRICA (CODIGO: DEPE-019)**.

23. Se empieza a meter carga circuito por circuito desde el tablero **SUBSTATIONS CONTROL** ubicado en el cuarto de operaciones, dando prioridad a los circuitos de **CALDERAS, PLANTA DE AGUA Y ELABORACION**, verificando Voltaje, Corriente y Frecuencia cada vez que se agregue un circuito para garantizar que no se dispare la Planta Diesel por sobre voltajes > 440v, por sobrecarga > 647 KW o por sobre velocidad.

Se debe establecer comunicación permanente con el electricista de turno y demás áreas para controlar la carga y garantizar que no se dispare la Planta Diesel por sobre carga. Ver **CUADRO DE CARGAS PARA EL ARANQUE DE LA FABRICA SIN CHEC (CODIGO: DEPE-009)**.



10 ANEXO 2

PROTOCOLO DE SALIDA PLANTA DIESEL 1200 KW

RESULTADOS ESPERADOS

Establecer el procedimiento para la salida de la planta diésel y consumir del Circuito CHEC 33KV

ALCANCE Y CAMPO DE LA APLICACION

Este procedimiento aplica para la Planta Diesel ubicada en Planta Eléctrica del Ingenio Risaralda S.A.

CONDICIONES GENERALES

El operador de Planta Eléctrica tiene la responsabilidad de coordinar con el Electricista de Turno y con las demás secciones del Ingenio Risaralda S.A para la salida de la Planta Diesel y arranque de Fabrica consumiendo energía del Circuito de 33KV CHEC, además establecer comunicación con CLD CHEC para cualquier maniobra referente al arranque de la Fábrica.

En cada Turno el operador de Planta Eléctrica debe verificar en el Tanque Principal y en el Tanque Auxiliar el nivel de ACPM.

Esta operación debe efectuarse con los siguientes elementos de protección personal.

- Ropa de dotación.
- Botas dieléctricas.
- Protección auditiva.
- Gafas protectoras.
- Guantes.
- Casco.

Refiérase en este documento a Planta Diesel o Planta de Emergencia.

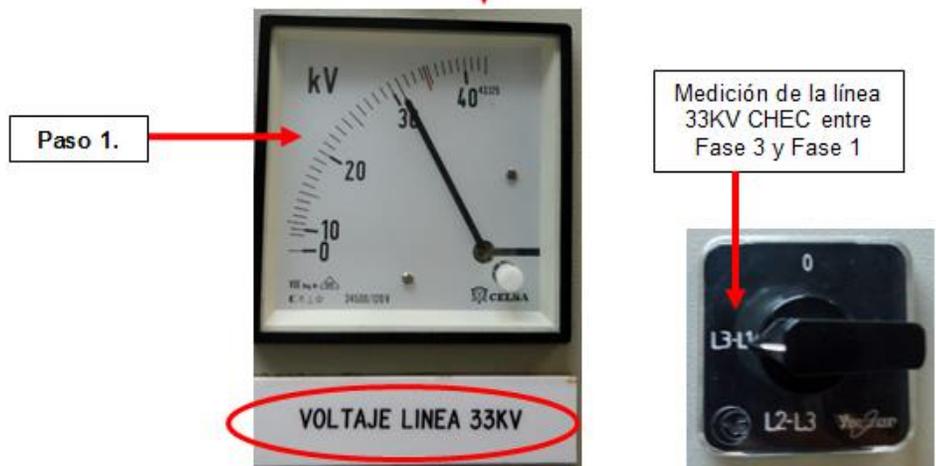
Refiérase en este documento a CLD CHEC como Centro Local de Despacho Central Hidroeléctrica de Caldas.

Refiérase en este documento a DEPE-011 como el código asignado a este Protocolo donde:

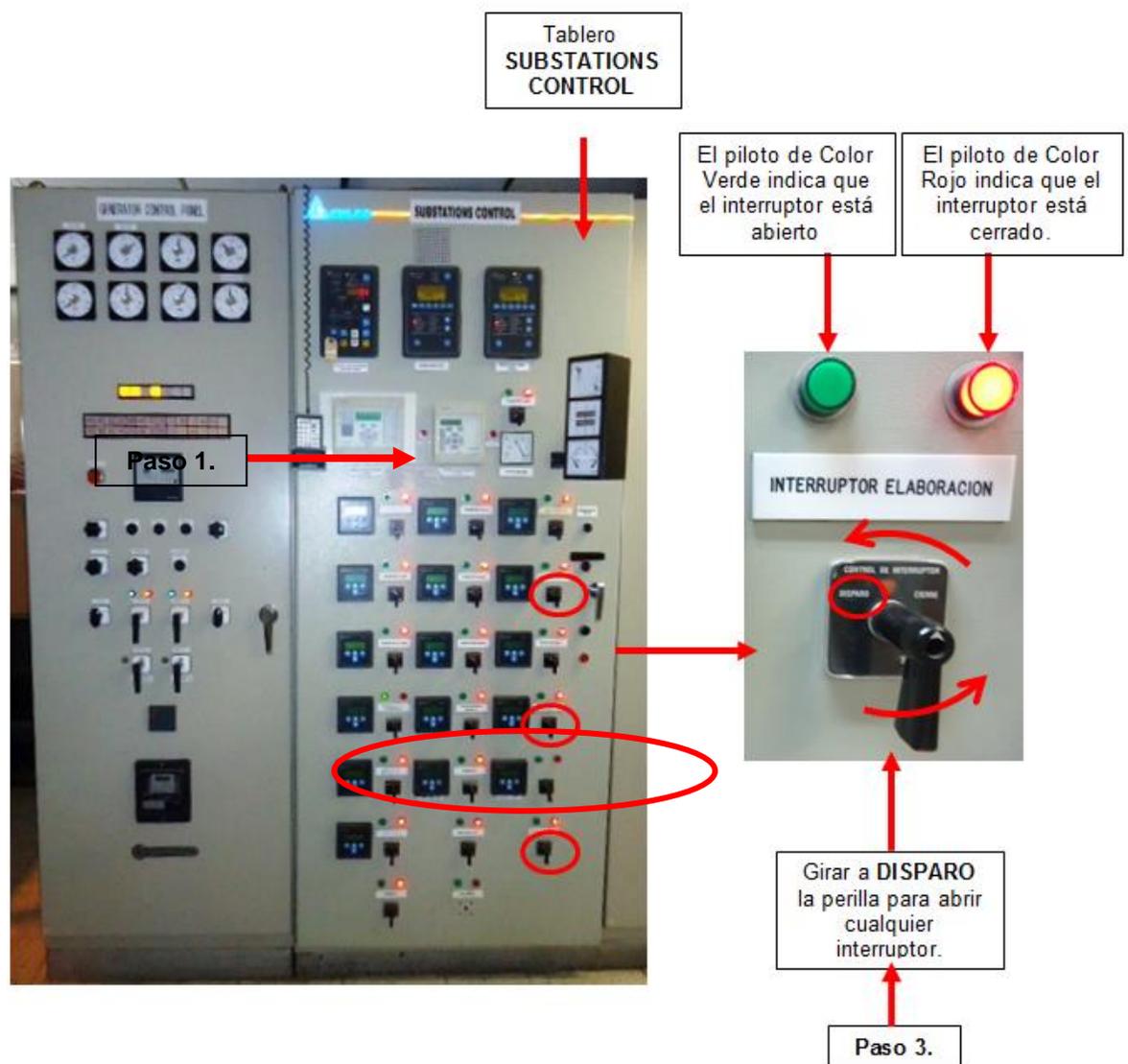
DP: Departamento Eléctrico; PE: Planta Eléctrica; 011: Numero consecutivo asignado.

PROCEDIMIENTO

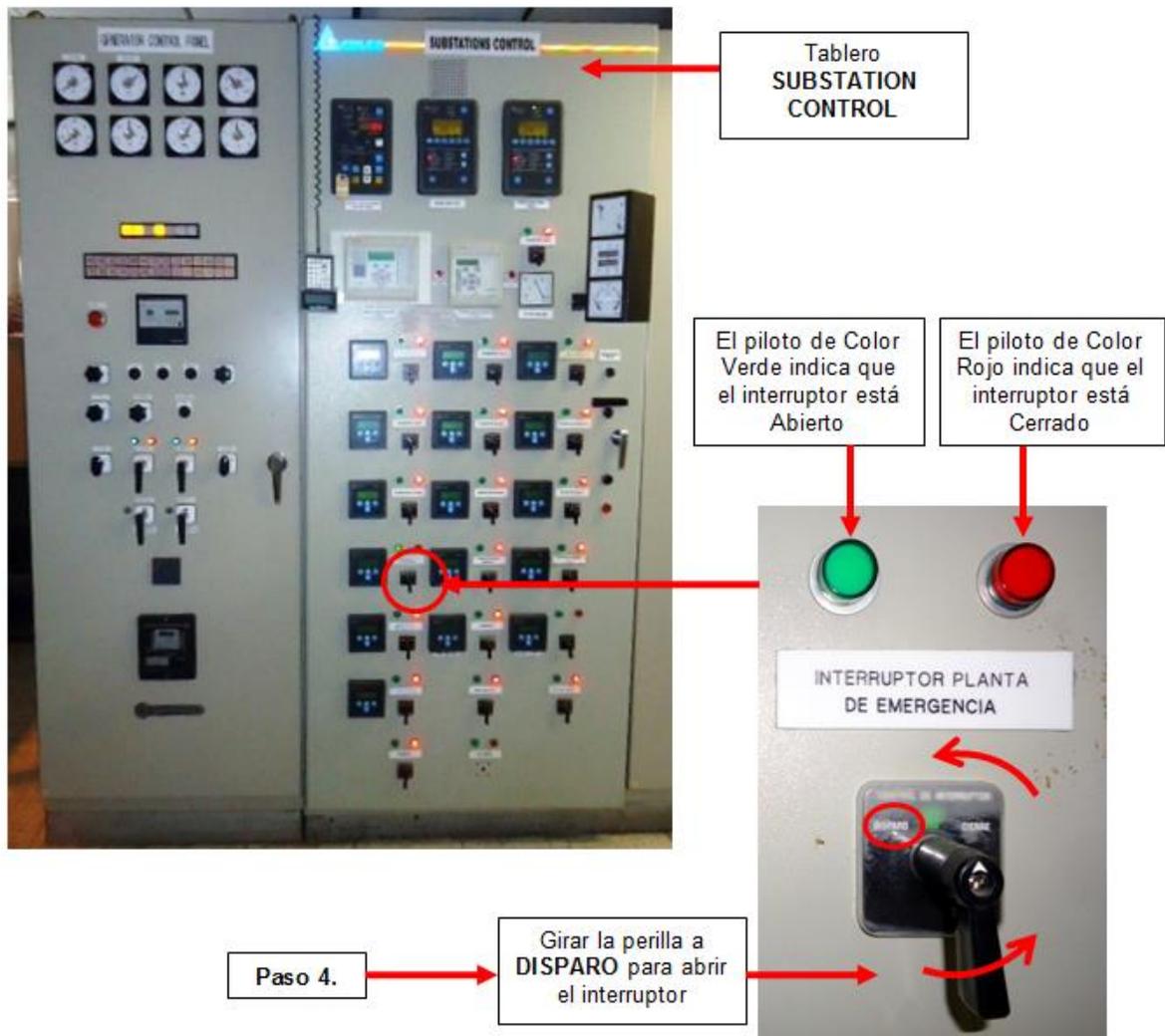
1. Verificar que haya voltaje en CHEC (33KV). Se puede visualizar en el medidor **VOLTAJE LINEA 33 KV** ubicado en el Tablero **SUBSTATIONS CONTROL** del cuarto de operaciones, girando la perilla a la posición **L1-L2, L2-L3 y L3-L1**.



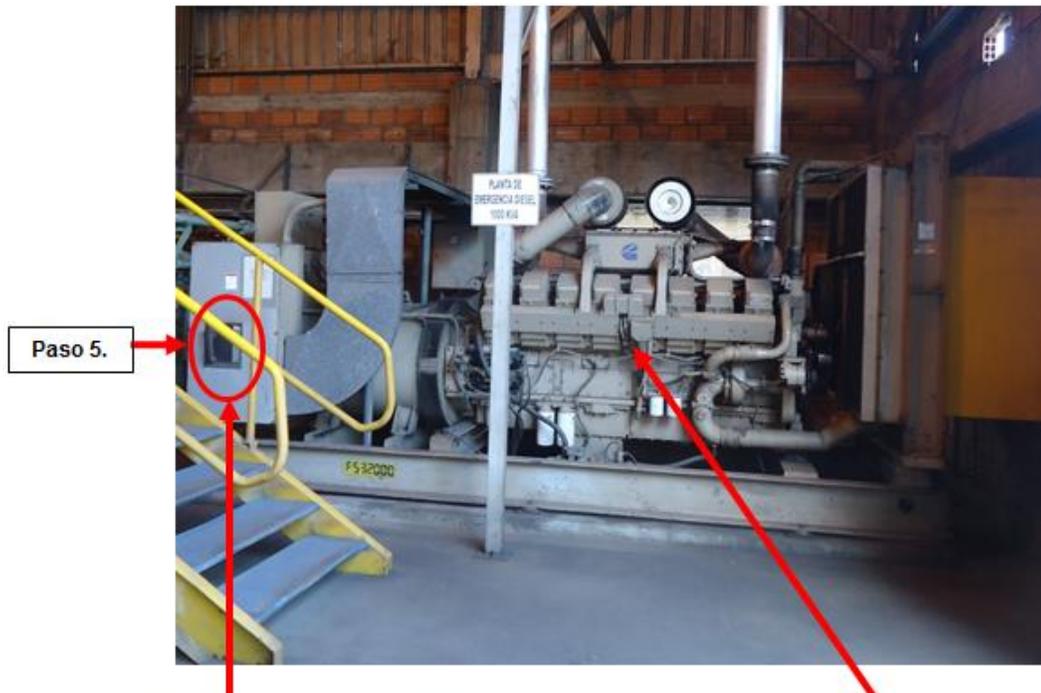
2. Informar a **CALDERAS, ELABORACION** y **PLANTA DE AGUA** que desenergizaran los circuitos momentáneamente para sacar la Planta Diesel y consumir CHEC.
3. Quitar carga a la Planta Diesel (**CALDERAS, ELABORACION** y **PLANTA DE AGUA**) abriendo circuito por circuito desde el tablero **SUBSTATIONS CONTROL**.



4. Abrir el **INTERRUPTOR PLANTA DE EMERGENCIA** desde el tablero **SUBSTATIONS CONTROL** del cuarto de operaciones. También se puede realizar desde la subestación enlace 440V abriendo el **INTERRUPTOR GENERAL GENERADOR DIESEL 1000 KW.** (en ese momento todo queda sin energía).



5. Abrir el **INTERRUPTOR DE PALANCA** color negro que esta al costado de la Planta Diesel.



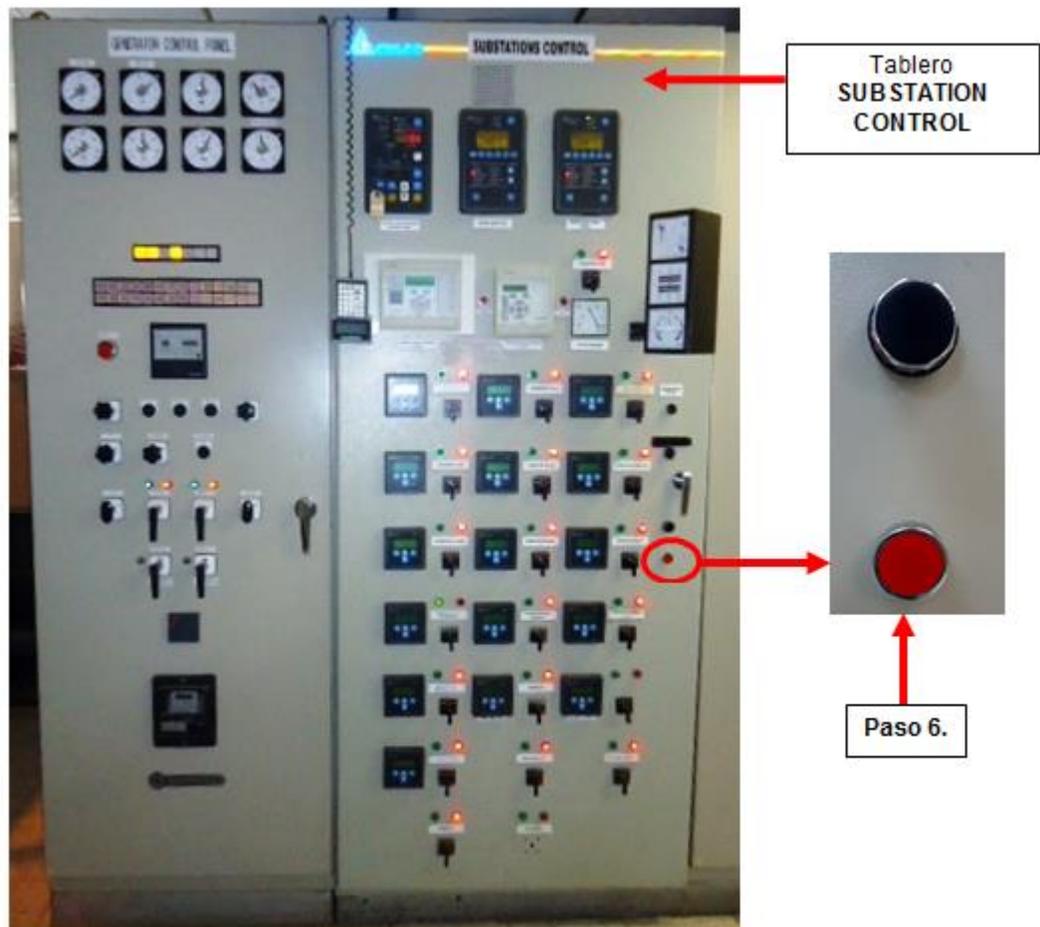
Paso 5.

Planta Diesel



Para abrir el interruptor se gira en sentido horario la palanca. Esta debe quedar de forma vertical como se muestra en la imagen.

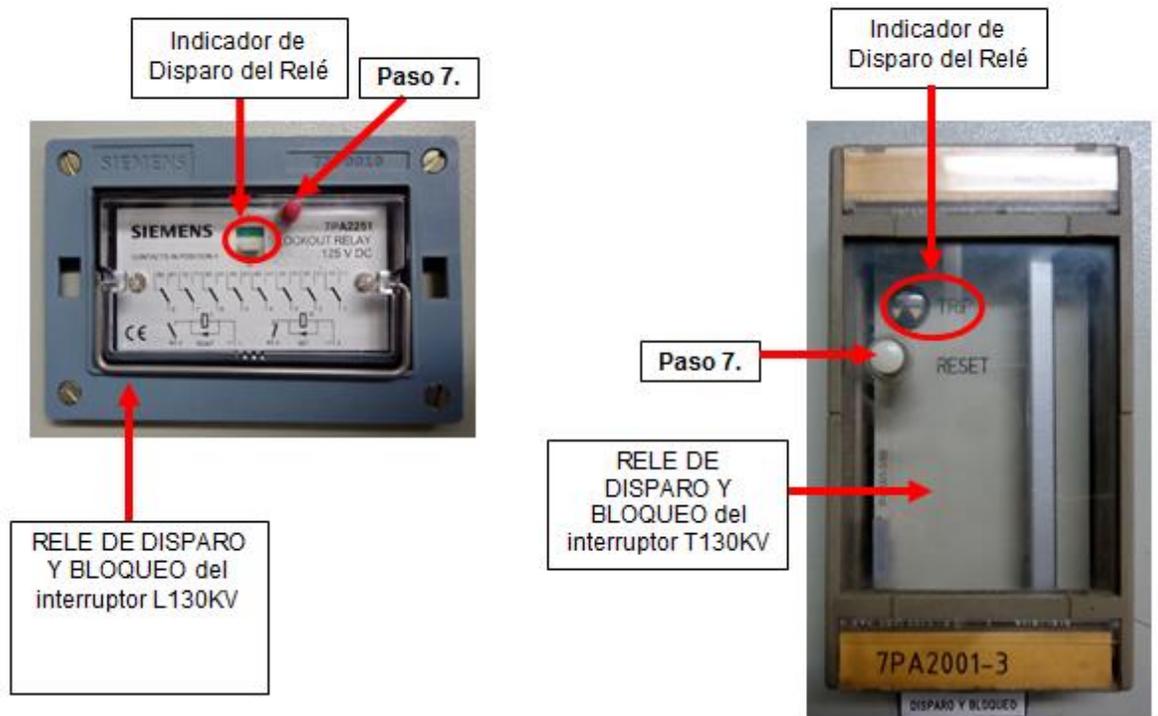
6. Presionar el **Pulsador Rojo** que se encuentra junto al **INTERRUPTOR ENLACE** del **Tablero SUBSTATIONS CONTROL** para reconocer las alarmas en los **RELES DE DISPARO Y BLOQUEO** del interruptor L130KV y del interruptor T130KV. Estos Relés están ubicados detrás del tablero **SUBSTATIONS CONTROL**.



7. Restablecer primero el **RELE DE DISPARO Y BLOQUEO** del interruptor **L130KV** y luego el **RELE DE DISPARO Y BLOQUEO** del interruptor **T130KV** ubicados detrás del tablero **SUBSTATIONS CONTROL**.

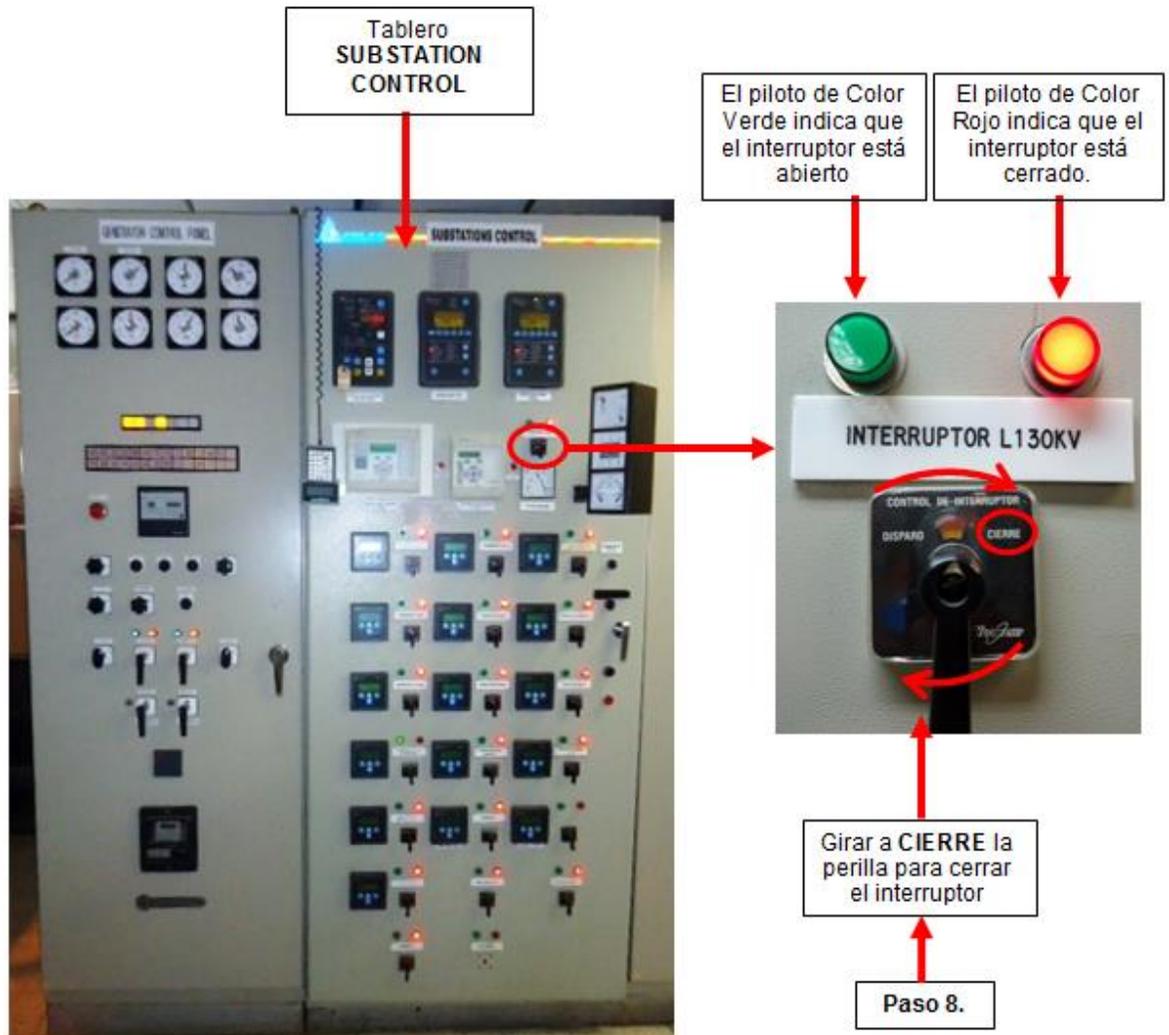
Para restablecer el RELE DE DISPARO Y BLOQUEO del interruptor L130KV se debe pulsar el Botón de color rojo y verificar que el indicador de disparo del Relé pase de color Rojo a color Verde.

Para restablecer el RELE DE DISPARO Y BLOQUEO del interruptor LT30KV se debe pulsar el Botón **RESET** y verificar que el indicador de disparo del Relé pase de color Rojo a color blanco.



I

8. Cerrar el **INTERRUPTOR L130KV** desde el tablero **SUBSTATIONS CONTROL** cuarto de control.



- Tomar apunte de las alarmas que muestra el **Relé de Protección Multifunción P632** ubicado en el Tablero **SUBSTATIONS CONTROL**. Reconocer alarmas y restablecer el Relé.

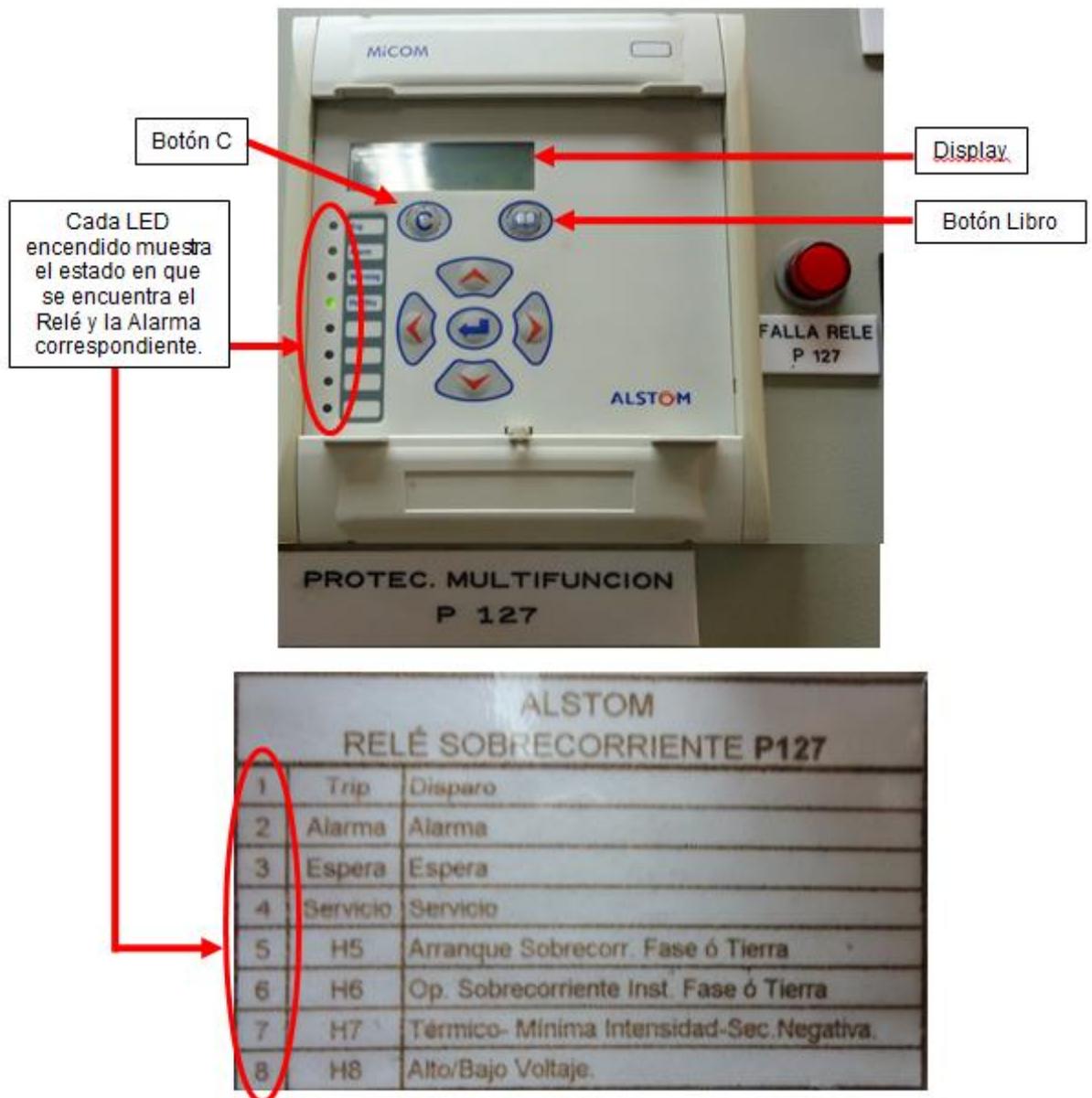
Para reconocer las alarmas y restablecer el Relé se presiona una vez el **Botón Libro** y luego se presiona varias veces el **Botón C** hasta que desaparezcan las alarmas.



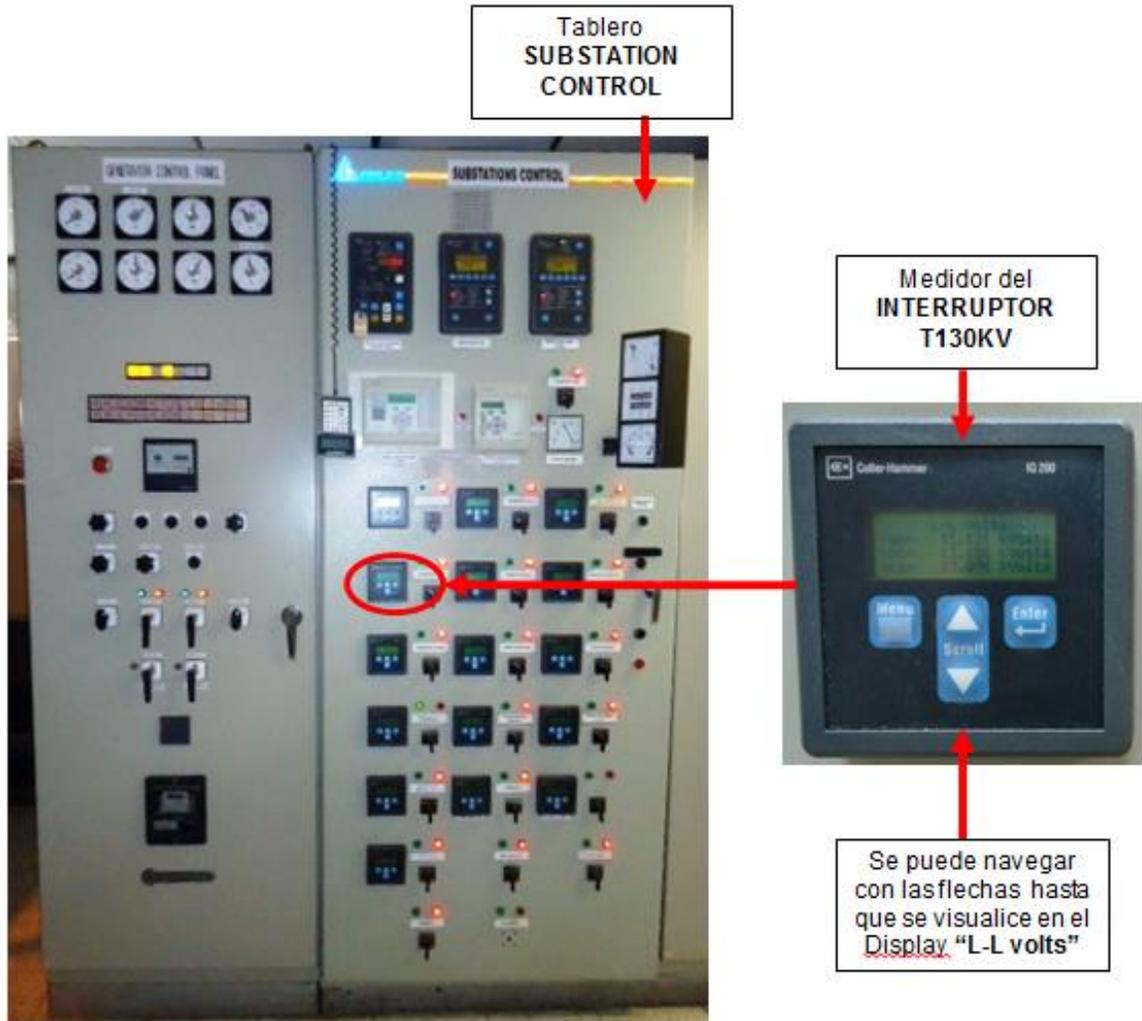
ALSTOM RELÉ PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR P632		
1	45	Disparo Protección diferencial
2	46	Temp. Sobrecorriente Fase lado 33kv.
3	47	Temp. Sobrecorriente Tierra lado 33Kv.
4	48	Arranque S/cte. Instantaneo Lado 33Kv.
5	49	Arranque temp. Sobrecorr. Lado 33Kv.
6	410	Disparo Unidad Térmica
7	411	Sobrecorriente Fase lado 13.2Kv.
8	412	Sobrecorriente Tierra lado 13.2Kv.
9	413	Sobrecorriente Inst. lado 13.2Kv.
10	414	Arranque S/cte. Temporizado Lado 13.2kv
11	415	Alto/Bajo Voltaje
12	416	Bloqueo Frecuencia 59,4hz.

10. Tomar apunte de las alarmas que muestra el **Relé de Protección Multifunción P127** ubicado en el Tablero **SUBSTATIONS CONTROL**. Reconocer alarmas y restablecer el Relé.

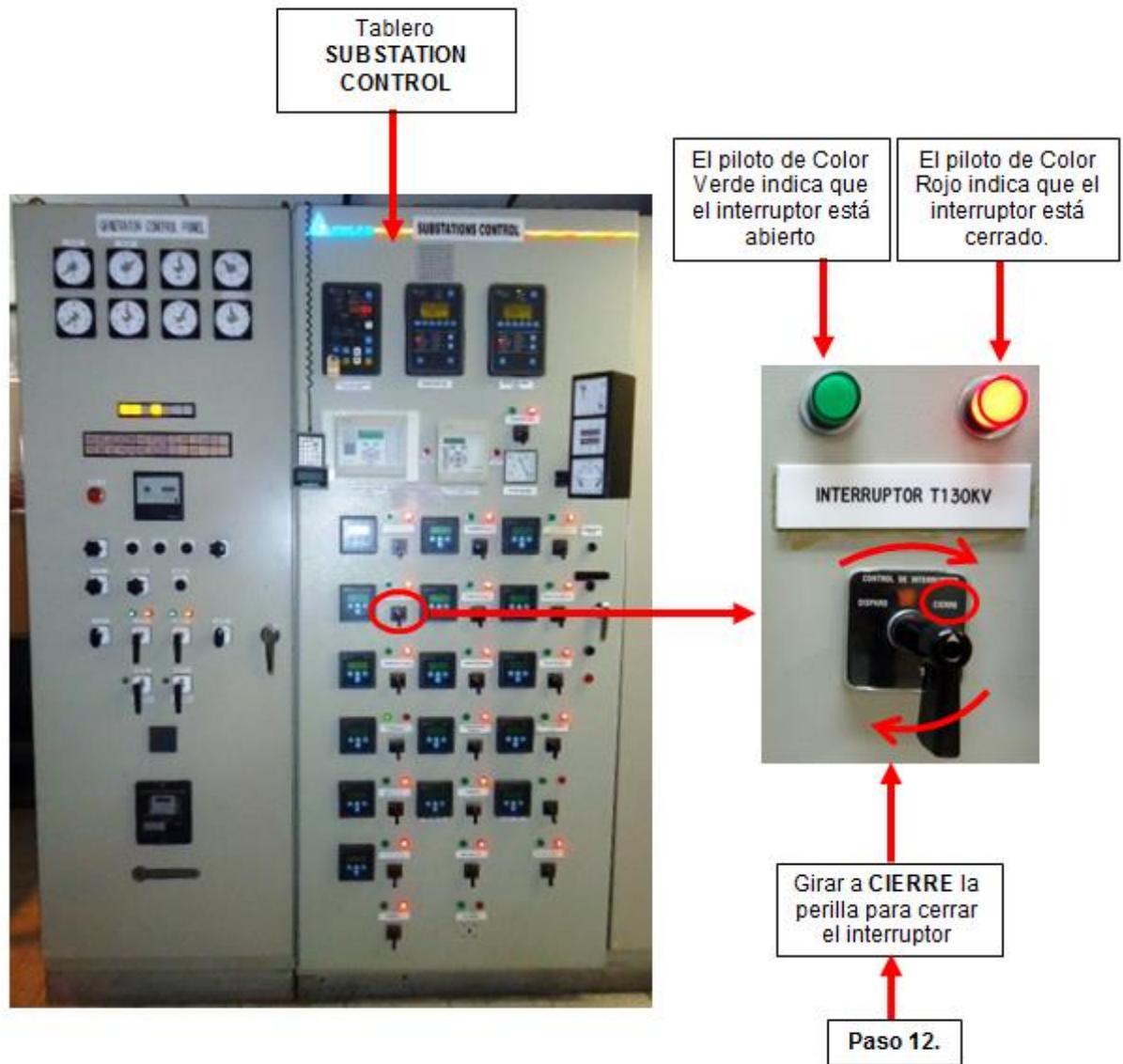
Para reconocer las alarmas y restablecer el Relé se presiona varias veces el **Botón Libro** hasta que se muestre en el Display **“Liberar Alarmas”**, luego se presiona el **Botón C**.



11. Verificar que no haya voltaje de 13,2KV en barras. Se puede visualizar en el medidor **CUTLER HAMMER IQ200** del **INTERRUPTOR T130KV** ubicado en el tablero **SUBSTATIONS CONTROL** cuarto de operaciones.



12. Cerrar el **INTERRUPTOR T130KV** desde el tablero **SUBSTATIONS CONTROL**.



13. Pasar a **AUTO** todas las perillas de los pasos automáticos Bancos de Condensadores.



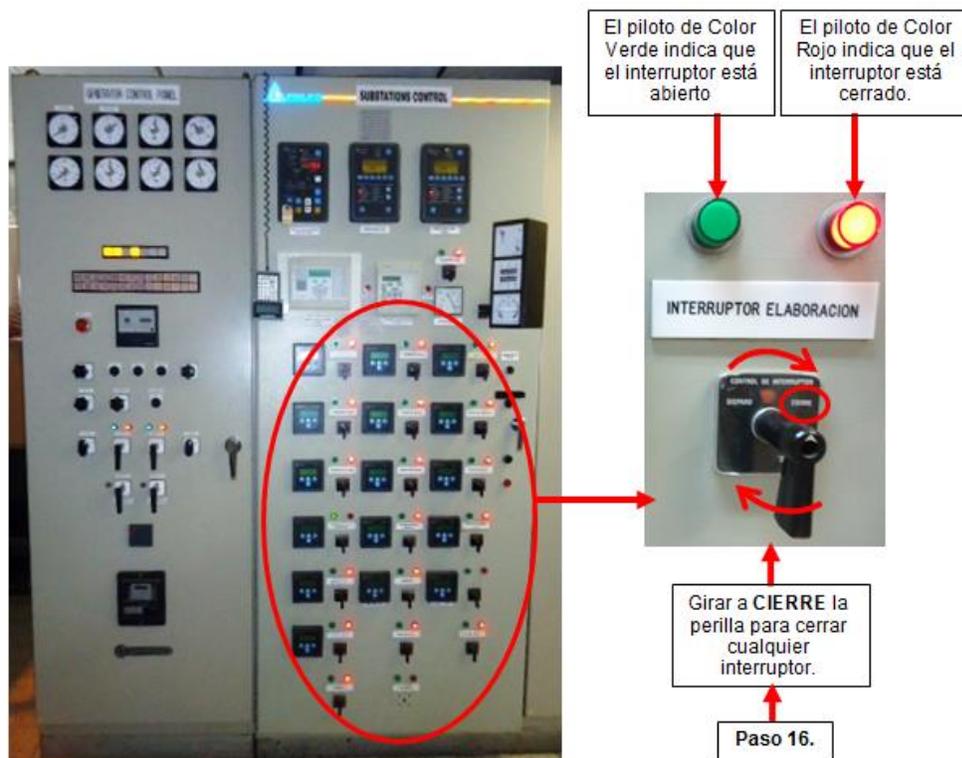
Paso 13.



Pasar a **AUTO** todas las perillas

14. Solicitarle al Electricista de turno normalizar bancos de Condensadores de los circuitos de Fábrica General.

15. Verificar que haya suministro de aire por parte de alguno de los Compresores. Ver **PROTOCOLO PARA PONER EN FUNCIONAMIENTO COMPRESORES DE AIRE FÁBRICA (CODIGO: DEPE-019)**.
16. Empezar a energizar los todos los circuitos de la Fabrica ((**INTERRUPTOR L130KV, INTERRUPTOR DESTILERIA, INTERRUPTOR TURBOGENERADOR 3, QUIMICA BASICA, INTERRUPTOR ELABORACION, INTERRUPTOR MOLINOS, INTERRUPTOR T130KV, INTERRUPTOR CTO AEREO, INTERRUPTOR REFINERIA, INTERRUPTOR ENLACE, INTERRPTOR CALDERAS 3 Y 5, INTERRUPTOR AGUS RESIDUALES, INTERRUPTOR PLANTA DE EMERGENCIA, PLANTA DE AGUA, CALDERA No. 5, PREPARACION, INTERRUPTOR BOMBA PLANTA DE AGUA No 4, INTERRUPTOR BOMBA PLANTA DE AGUA No 2 y MOLINO No. 4**). desde el Tablero **SUBSTATIONS CONTROL** verificando que **NO se consuma más de 3 MW del circuito CHEC**. Coordinar con el Electricista de Turno y demás áreas de Fábrica.



17. Dejar rodar la Planta Diesel por espacio de 5 minutos en vacío. Luego Abrir el interruptor de arranque de la Planta Diesel ubicado dentro del **TABLERO GENERAL DE CONTROL TURBOGENERADOR 3** cuarto de operaciones.



TABLERO GENERAL
DE CONTROL
TURBOGENERADOR 3

Paso 17.

18. Dejar con nivel el Tanque Auxiliar de ACPM de la Planta Diesel y cerrar la válvula.



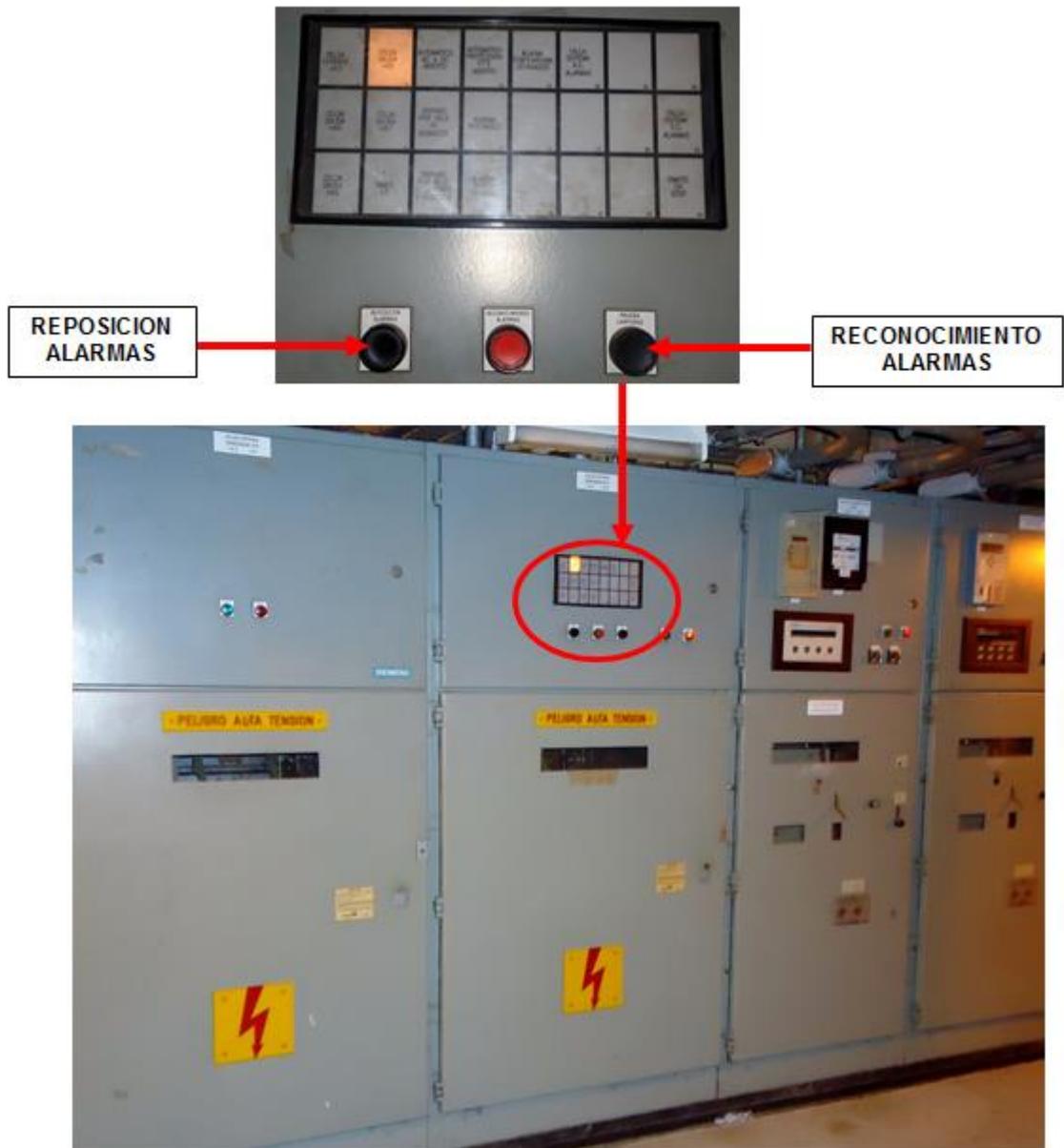
Válvula del Tanque auxiliar de ACPM



Paso 18.

Tanque auxiliar de ACPM ubicado junto a la Planta Diesel

19. Reconocer y restablecer Alarmas existentes en la **CELDA DE ENTRADA GENERADOR NO. 3** ubicada en las celdas de media tensión (13.2KV) primer piso Planta Eléctrica. Para reconocer las alarmas se presiona el pulsador de color Rojo (**RECONOCIMIENTO ALARMAS**) y para restablecer se presiona el pulsador de color Negro (**REPOSICION ALARMAS**).



20. Continuar con el PROTOCOLO PARA ARRANQUE EN FRIO DEL TURBOGENERADOR 2500KVA (CODIGO: DEPE-012) y PROTOCOLO PARA ARRANQUE EN FRIO DEL TURBOGENERADOR 10500KVA (CODIGO DEPE-015).