

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL
LITORAL**

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“ DIAGNÓSTICO DE ALARMAS Y DISPARO DE
LA UNIDAD LM6000 GE A DIESEL EN LA
CENTRAL TÉRMICA ELECTROQUIL S.A.”.**

PROYECTO DE TÓPICO DE GRADUACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACIÓN: POTENCIA**

Presentada por:

**JESÚS RICARDO MURILLO MOSCOSO
ROBERTO RONALD ROBLES RIVADENEIRA
PAUL ROBELO LOAIZA ESPINOZA**

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2006

A G R A D E C I M I E N T O

Con gratitud a DIOS que me dio la oportunidad de transitar por este mundo, al Ing. Juan Saavedra Mera nuestro director de t3pico por su respaldo y acertada gu3a, a la Escuela Superior Polit3cnica del Litoral templo del saber en el cual forj3 mi futuro para ser hombre de bien.

R.R.

DEDICATORIA

A mis Padres por el incesante e incondicional apoyo y la fe que tuvieron en mí, a mis Hermanos por la motivación fuente esencial de superación y a mi Novia por su paciencia y amor.

R.R.

A G R A D E C I M I E N T O

A Dios, a mis padres, a mis hermanos y esposa por su amor incondicional y a todos quienes me ayudaron a culminar esta meta y al Ing. Juan Saavedra por su excelente guía y apoyo.

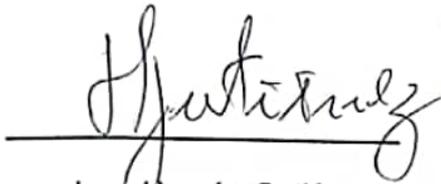
J.M.

DEDICATORIA

A mis Padres por el incesante e incondicional apoyo y la fe que tuvieron en mí, a mis Hermanos por la motivación fuente esencial de superación y a mi Esposa e hija por su comprensión y amor.

J.M.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Hernán Gutiérrez
FISCAL DE LA ESPOL
PRESIDENTE



Ing. Juan Saavedra M
DIRECTOR DE PROYECTO



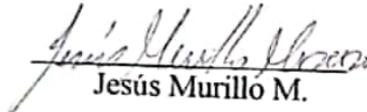
Ing. Eduardo León.
MIEMBRO PRINCIPAL

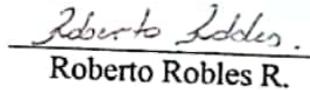


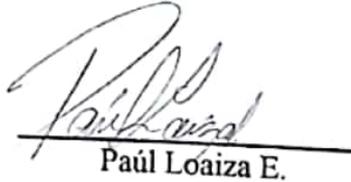
Ing. Leo Salomón.
MIEMBRO PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad de este proyecto de tópico de grado, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma A LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.


Jesús Murillo M.


Roberto Robles R.


Paúl Loaiza E.

R E S U M E N

El presente proyecto tiene como finalidad establecer un procedimiento para la detección de fallas en caso de alarmas y disparo de la unidad LM6000 G.E. de la Central Térmica Electroquil S.A. Lo que permitirá la optimización en el desempeño del departamento de operación y mantenimiento de la Generadora.

El desarrollo del software se basa en los manuales de operación y mantenimiento de fábrica y documentación técnica elaborada por el personal de la planta, básicamente es una recopilación de toda la información técnica pertinente, organizada en una base de datos la misma que se constituye en la parte principal de esta aplicación.

Finalmente el objetivo principal es la interacción del operador con la herramienta informática de tal manera que el operario tarde el menor tiempo posible en dar solución al problema que se le presente en la unidad.

INDICE GENERAL

| | Pág. |
|-------------------|------|
| RESUMEN | VIII |
| ÍNDICE GENERAL | IX |
| ÍNDICE DE FIGURAS | XII |
| ÍNDICE DE TABLAS | XIII |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

INTRODUCCION

CAPITULO I

LA CENTRAL ELÉCTRICA ELECTROQUIL S.A.

| | |
|---|----|
| 1.1 Características Generales..... | 2 |
| 1.2 Elementos constituyentes | |
| 1.2.1 Equipo de almacenamiento..... | 3 |
| 1.2.2 Equipo de tratamiento de combustible..... | 4 |
| 1.2.3 Equipo de tratamiento de agua..... | 5 |
| 1.2.4 Equipo de Enfriamiento..... | 7 |
| 1.2.5 Equipo mecánico..... | 8 |
| 1.2.6 Equipo hidráulico..... | 10 |
| 1.2.7 Equipo eléctrico..... | 11 |
| 1.3 Sistemas de control hidráulico..... | 17 |
| 1.4 Protecciones..... | 19 |

CAPITULO II

SISTEMA DE CONTROL WOODWARD - NETCON 5000

| | |
|--|----|
| 2.1 Descripción general del sistema..... | 20 |
| 2.1.1 Control de proceso..... | 20 |
| 2.1.2 Supervisión de proceso..... | 21 |
| 2.2 Arquitectura del sistema..... | 22 |
| 2.2.1 Sistema de redundancia..... | 23 |
| 2.2.2 Sistema operativo..... | 23 |

CAPITULO III

PROGRAMAS PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LAS UNIDADES GENERADORAS

| | |
|---|----|
| 3.1 Información General..... | 25 |
| 3.1.1 Información General del InTouch..... | 25 |
| 3.1.1 Información General del GAP..... | 26 |
| 3.1.2 Información General del Control Assistant..... | 26 |
| 3.2 Administración Integral del Sistema NETCON5000..... | 27 |
| 3.3 Sistema de Monitoreo..... | 28 |
| 3.4 Ingeniería y desarrollo..... | 28 |
| 3.5 Lenguaje..... | 29 |

**CAPITULO IV
HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA DETECTAR
FALLAS EN LA UNIDAD LM6000.**

| | |
|---|----|
| 4.1 Código Alfanumérico..... | 31 |
| 4.2 Manuales de Operación de la LM6000..... | 32 |
| 4.3 Listado de Alarmas..... | 32 |
| 4.4 Software de aplicación..... | 33 |

**CAPITULO V
PROCEDIMIENTO PARA EL DIAGNOSTICO DE ALARMAS
Y DISPAROS DE LA UNIDA LM6000.**

| | |
|--|----|
| 5.1 Introducción..... | 35 |
| 5.2 Descripción de procedimientos para fallas en las unidades..... | 35 |
| 5.2.1 Listado de alarmas y disparos..... | 36 |
| 5.2.2 Elaboración de la base de datos..... | 36 |
| 5.3 Elaboración de la herramienta informática para detección y diagnostico de fallas..... | 36 |
| 5.4 Procedimiento para detectar fallas con la ayuda de la herramienta informática..... | 37 |

**CAPITULO VI
DEMOSTRACIÓN DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA**

| | |
|------------------------------------|----|
| 6.1 Ejemplos de Aplicación #1..... | 44 |
| 6.2 Ejemplos de Aplicación #2..... | 46 |
| 6.3 Ejemplos de Aplicación #3..... | 48 |

CONCLUSIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE FIGURAS

| | Pag. | |
|-------------|--|----|
| Figura 1.1 | Vista de la Central Térmica Electroquil S.A. | 2 |
| Figura 1.2 | Centrífugas Westfalia | 4 |
| Figura 1.3 | Unidad de enfriamiento "Chiller" | 8 |
| Figura 1.4 | Turbina LM6000 | 10 |
| Figura 1.5 | Generador Eléctrico | 11 |
| Figura 1.6 | Subestación 69 Kv | 14 |
| Figura 1.7 | Subestación 138 Kv | 16 |
| Figura 1.8 | Sistema de Control Hidráulico | 18 |
| Figura 2.2 | Arquitectura del Sistema | 22 |
| Figura 5.1 | Inicio de sesión | 38 |
| Figura 5.2 | Ingreso de usuarios | 38 |
| Figura 5.3 | Ingreso de contraseña | 38 |
| Figura 5.4 | Ingreso a ventana de consulta | 38 |
| Figura 5.5 | Ventana de consulta de códigos | 39 |
| Figura 5.6 | Accediendo a notas | 40 |
| Figura 5.7 | Ventana consulta de notas | 40 |
| Figura 5.8 | Accediendo a abreviaciones | 41 |
| Figura 5.9 | Ventana consulta de abreviaciones | 41 |
| Figura 5.10 | Accediendo a action codes | 42 |
| Figura 5.11 | Ventana consulta de action codes | 42 |
| Figura 5.12 | Accediendo a ingreso de nuevos códigos | 43 |
| Figura 5.13 | Ventana de ingreso de nuevos códigos | 43 |
| Figura 6.1 | Pantalla de Operación 1 | 45 |
| Figura 6.2 | Ejemplo de Aplicación 1 | 45 |
| Figura 6.3 | Pantalla de Operación 2 | 46 |
| Figura 6.4 | Ejemplo de Aplicación 2 | 47 |
| Figura 6.5 | Pantalla de Operación 3 | 48 |
| Figura 6.6 | Ejemplo de Aplicación 3 | 49 |

INDICE DE TABLAS

| | Pag. |
|--|------|
| Tabla 1.1 Características de los Generadores de la Central a Diesel Electroquil S.A. | 11 |
| Tabla 1.2 Protección de Generadores | 19 |
| Tabla 4.1 Tabla Ilustrativa | 32 |

INTRODUCCIÓN

En las centrales de generación eléctrica la base del éxito radica en que sus operadores estén lo suficientemente preparados y cuenten con todas las herramientas necesarias, para tener la capacidad de actuar de manera inmediata en la detección y mas aun en el despeje de algún tipo de falla que provoque la interrupción temporal o permanente del suministro de energía causando perdidas económicas a la empresa así como también a los usuarios o consumidores del servicio, y a la vez exponiéndose a algún tipo de sanción por parte de los entes reguladores como el CENACE.

El objetivo principal en la ejecución de este proyecto consiste en la optimización del tiempo requerido para solucionar cualquier tipo de desperfecto o anomalía que pudiere presentarse en la Central Térmica Electroquil, sean éstas de tipo eléctricas o mecánicas, con este propósito se ha implementado una base de datos que recopila toda la información concerniente a las unidades de generación; elementos de campo, planos de control, señales de proceso, ubicación de los tableros, etc.

Esta base de datos interactúa conjuntamente con un programa computarizado el cual iniciará la búsqueda de toda la información disponible a cerca de la alarma o elemento fallado guiando al operario al lugar y elementos exactos donde se ha presentado el problema permitiéndole al mismo un ahorro sustancial de tiempo.

Como muestra fehaciente de la validez del proyecto se desarrollaran tres ejemplos de aplicación.

CAPÍTULO I

LA CENTRAL ELÉCTRICA ELECTROQUIL S.A.

I. LA CENTRAL ELECTRICA ELECTROQUIL S.A.

1.1 CARACTERISTICAS GENERALES

La Central Térmica Electroquil S.A. tiene una capacidad de generación de 180MW, con unidades tipo LM6000 GE de posición horizontal de combustión a diesel.

Cuenta con 4 unidades de 45MW, las mismas que están acopladas a generadores característicos trifásicos y con tipo de excitación de barrido de 2 polos con un sistema de enfriamiento de circuito abierto.

FIGURA 1.1

VISTA DE LA CENTRAL TERMICA ELECTROQUIL S.A.



1.2 ELEMENTOS CONSTITUYENTES.

1.2.1 EQUIPO DE ALMACENAMIENTO

Se cuenta con tanques reservorios de insumos para etapas de procesos de gran capacidad, separándose en dos secciones de almacenamiento: Combustible y Agua.

Tanques de almacenamiento de combustible:

Dos elementos con 900.000 galones de capacidad cada uno para la recepción de combustible sin proceso de purificación.

Tres elementos con 220.000 galones de capacidad para stock de consumo de combustible de las unidades.

Tanques de almacenamiento de agua:

Un elemento con 220.000 galones de capacidad para agua cruda proveniente del trasvase Daule-Peripa (Chongón).

Un elemento de 220.000 galones de capacidad para proceso de Osmosis Inversa (RO).

Un elemento de 220.000 galones de capacidad para proceso de desmineralización (DEMI.).

Un elemento de 800.000 galones de capacidad para proceso de clarificación de agua y suministro de sistema contra incendios.

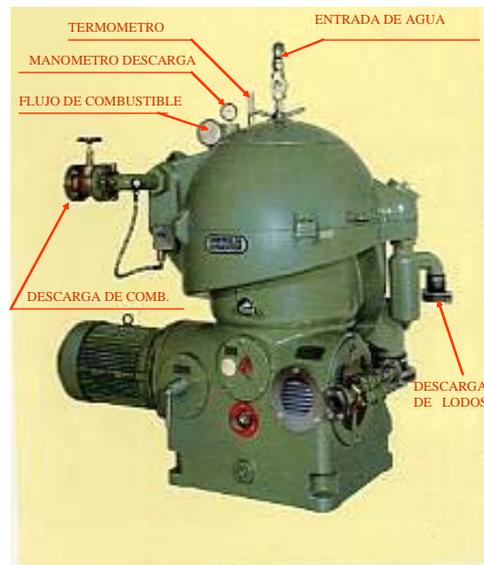
Cuatro elementos contenedores de 1500 galones cada uno, mas uno de 900 galones para aguas residuales (Desechos).

1.2.2 EQUIPO DE TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE

Este equipo se compone básicamente de centrifugadoras que trabajan en conjunto con una bomba de inyección de agua y un suministro de aire comprimido, para realizar el proceso.

FIGURA 1.2

CENTRÍFUGAS DE ACEITE MINERAL CON TAMBOR AUTODESLODANTE “WESTFALIA”



Modelo: OSB 35-02-066

Las centrifugadoras se usan para separar mezclas de líquidos o para eliminar sólidos en suspensión, por medio de la fuerza centrífuga en tiempos cortos se logra dicha disolución.

Componentes de mayor densidad se desplazan hacia la periferia, mientras que los de menor densidad se desplazan al interior

La separación de la mezcla aceite-agua ocurre en un paquete de platos colocados uno encima del otro. Los platos tienen nervios distanciadores, de manera que formen pequeños espacios subdividiendo el líquido contenido en el tambor, reduciendo el recorrido radial del líquido. Los sólidos se colectan en los pequeños espacios entre los platos y se deslizan fácilmente al recinto de sólidos. El ángulo cónico de los platos es igual al ángulo de talud de los sólidos. La superficie lisa permite el deslizamiento de los sólidos

1.2.3 EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA.

Para el tratamiento de agua, nos valemos de diferentes conjuntos de equipos para el proceso en distintas etapas que se detallan a continuación:

Clarificador: En la Planta se usa clarificadores tipo DAF (Por sus siglas en inglés: Dissolved Air Flotation, es decir, Flotación por Aire Disuelto) se utilizan normalmente para remover sólidos suspendidos, grasas, aceites y partículas flotantes en el agua que recibimos desde el trasvase de Chongón.

Osmosis Inversa: El agua viene desde el tanque clarificador y pasa a unos filtros de carbón a una tasa de 148 gpm. Donde se elimina el cloro residual luego pasa a través de los filtros de 20 micrones para eliminar los sólidos suspendidos, luego se inyecta

anti incrustantes por medio de una bomba regulada a 3ppm. Por medio de una bomba de alta presión el agua es obligada a pasar por el primer paso de las membranas, el cual está compuesto por dos arreglos. Del primer arreglo se obtiene un rechazo de agua aproximado de 32 gpm, el flujo total de agua es de 116 gpm es enviado a la segunda bomba de alta presión la cual envía a las membranas del segundo paso, constituido por un solo arreglo. De aquí se obtiene un rechazo aproximado de 12 gpm, y el flujo final es de 105 gpm, los cuales son enviados al tanque de almacenamiento AGUA RO (220.000) galones de capacidad. Al final del proceso los sólidos que contiene el agua son reducidos en un 99%.

Desmineralizador: El agua desmineralizada o el agua demi es el agua a la cual se le quitan los minerales y las sales. Se utiliza cuando se requiere agua con bajo contenido en sal o baja conductividad. El agua desmineralizada de mejor calidad tiene una resistencia de aproximadamente 18,2 megohmios por centímetro o una conductividad de 0,055 micro siemens por centímetro. El agua desionizada se puede producir vía intercambio iónico con resinas catiónicas y aniónicas. En este caso los contaminantes orgánicos se quitan junto con todos los componentes biológicos.

1.2.4 EQUIPO DE ENFRIAMIENTO

* El sistema de enfriamiento por agua provee de un medio enfriante a los intercambiadores de calor del aceite lubricante de la turbina y al mismo tiempo a los intercambiadores de calor del aceite lubricante del generador. El circuito de agua trabaja independientemente para cada unidad y se compone de los siguientes elementos: Un tanque de agua cruda (tanque #4) de 220.000 galones de capacidad; una bomba centrífuga impulsada por un motor eléctrico de 5 HP, para el agua de enfriamiento del aceite lubricante de la turbina; una bomba centrífuga impulsada por un motor eléctrico de 3 HP, para el agua de enfriamiento del aceite lubricante del generador. Ambos circuitos funcionan con una presión normal de trabajo de 30 psig.

* **Chillers:**

Los chillers frecuentemente se usan en conjunto con turbinas de combustión para el aumento de la capacidad de potencia, eficiencia, y su vida útil. Refrescando la entrada de la misma se puede eliminar la necesidad del ingreso de rocío de agua para reducir emisiones de NOx. Con este sistema, las plantas generadoras evitan la necesidad de turbinas adicionales, porque puede obtenerse mayor capacidad con las existentes.

FIGURA 1.3

UNIDAD DE ENFRIAMIENTO “CHILLER”



1.2.5 EQUIPO MECANICO

TURBINA A DIESEL LM6000GE.- El motor LM6000 es una máquina de eje dual, capaz de impulsar una carga desde cualquier válvula de admisión de aire o del final de los gases de combustión. El paquete de Stewart Stevenson se ha diseñado para manejar el generador eléctrico desde la toma extrema de aire frío para una eficacia mejorada. Los componentes fundamentales del equipo son ilustrados a continuación. El rotor dual de la turbina a gas consiste en un conjunto de alabes guías móviles de admisión (VIVG) a la entrada del LPC, un compresor de baja presión de 5 etapas (LPC), un compresor de 14 etapas de alta presión (HPC), combustor anular, una turbina de 2 etapas de alta presión (HPT), una turbina de baja presión de 5 etapas (LPT), caja de engranajes (GB) y caja

de engranajes para accesorios (AGB). El LPC es manejado por un eje de motor concéntrico con el LPT, formando el rotor LP.

El rotor de HP es formado por el HPC de 14 etapas y conducido por HPT de 2 etapas. El centro del HP es formado por el HPC, combustor, y HPT.

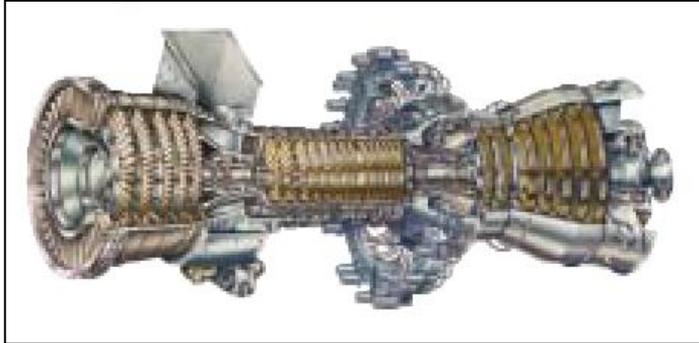
El aire entra en la turbina a gas por VIGV y pasa al LPC. El LPC comprime el aire a la proporción de aproximadamente 2.4:1. El aire abandona el LPC y es dirigido dentro del HPC. Las válvulas variables de desfogue son dispuestas en el paso del flujo entre los dos compresores para regular el flujo entrante al HPC en ideal y baja potencia. Para complementar el control de flujo, el HPC es equipado con un estator de alabes variables. El HPC comprime el aire a una proporción de aproximadamente 12.5:1, causando una compresión total de cerca de 30:1 en relación con el ambiente.

El aire que sale desde el HPC, se dirige al combustor anular para mezclarse con el combustible proveniente de 30 inyectores.

La mezcla de aire-combustible al principio es inflamada por dos bujías y una vez que la combustión es auto sostenida, las bujías son apagadas.

Los gases calientes resultantes de la combustión pasan al HPT la cual impulsa al HPC, estos gases se expanden en la LPT e impulsan al LPC y este a su vez mueve la carga.

FIGURA 1.4
TURBINA LM6000



1.2.6 EQUIPO HIDRAULICO

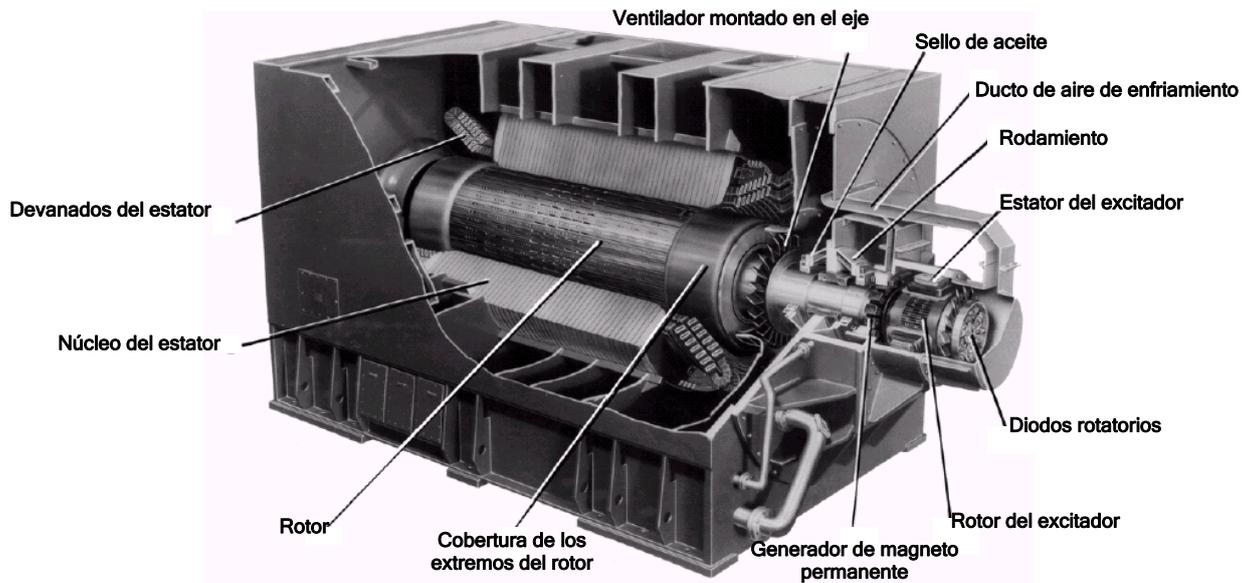
El equipo hidráulico se detalla a continuación:

- Reservorio hidráulico.
- Un equipo de enfriamiento.
- Bomba de enfriamiento.
- Bomba hidráulica: Bomba de carga y bomba principal
- Motor de arranque hidráulico
- Línea de drenaje central
- Válvula Bypass
- Control electrónico amplificador
- Motor de la bomba de conducción.

1.2.7 EQUIPO ELECTRICO

GENERADOR ELECTRICO.- A continuación se detalla las características de su diseño:

**FIGURA 1.5
GENERADOR ELECTRICO**



**TABLA 1.1
CARACTERISTICA DE LOS GENERADORES DE LA CENTRAL
A DIESEL ELECTROQUIL S.A.**

| | |
|--------------------|--------------|
| Fases | 3 |
| Potencia Nominal | 45 MW |
| Tensión nominal | 13.8 ± 5% KV |
| Factor de Potencia | 0.85 |
| Números de polos | 2 |
| Velocidad | 3.600 rpm. |
| Frecuencia | 60 Hz. |

NOTA: EL TRANSFORMADOR CONECTANDO A TIERRA DEL NEUTRO DEL GENERADOR, ES UN DISPOSITIVO DE MEDIDA DE SEGURIDAD CUYO RENDIMIENTO ES CERO, A MENOS QUE LAS CORRIENTES DESEQUILIBRADAS DEL ESTATOR OCURRAN.

SUBESTACION y TRANSFORMADORES.-

La Subestación se divide en 2 grupos:

- Distribución Eléctrica de 69 KV
- Distribución Eléctrica de 138 KV

Distribución Eléctrica Sistema de 69 KV

La función primaria del sistema de 69KV es entregar la energía generada al sistema eléctrico de la red de distribución y al mismo tiempo suministrar potencial a la planta para el manejo de las cargas auxiliares. La parte principal de este sistema son dos barras eléctricas de 13800 V. La producción de los generadores, así como los dos transformadores auxiliares, están conectados a estas barras. Los transformadores principales o de elevación, TE-1 y TE-2 respectivamente, elevan el voltaje de salida de los generadores hasta 69.000 Voltios, para su distribución en el sistema interconectado.

Los transformadores auxiliares TA-1 y TA-2 disminuyen el voltaje desde 13.800 Voltios hasta 480 Voltios para el uso de los equipos auxiliares de

las turbinas No. 1 y No. 2. Estos transformadores auxiliares están conectados directamente a los centros de control de motores (CCM) de las unidades 1 y 2 sin que haya interruptores de desconexión sobre el lado de 480V.

Los componentes del sistema de 69KV son:

- Tres líneas de transmisión de 69KV con sus respectivas instrumentaciones y protecciones con sus respectivos sistemas de desconexión aéreos.
- Disyuntores de 69KV, tipo ABB operados con SF₆ con sus respectivos sistemas de desconexión aéreos.
- Dos transformadores de 69KV/13.8KV. (TE-1 y TE-2) respectivamente con sus respectivas instrumentaciones y protecciones con sus respectivos sistemas de desconexión aéreos.
- Un transformador de 69KV/4.16KV (TAP) con su respectiva instrumentación y protecciones.
- Dos transformadores auxiliares de 13.8KV/480V, (TA-1 y TA-2) con sus respectivas instrumentaciones y protecciones.
- Un transformador de interconexión TIC de 69KV/138KV con su respectiva instrumentación y protecciones y con sus respectivos sistemas de desconexión aéreos.

- Dos centros de control de motores (CCM No. 1 y 2) de 480V, para el manejo de todo el equipo auxiliar necesario para hacer funcionar la turbina

FIGURA 1.6

SUBESTACION 69KV



Distribución Eléctrica Sistema de 138 KV

La función primaria del sistema de 138KV es entregar la potencia y energía generada al sistema eléctrico de la red de transmisión y al mismo tiempo suministrar potencial a la planta para el manejo de las cargas auxiliares. Los transformadores principales o de elevación, TE-3 y TE-4 respectivamente, elevan el voltaje de salida de los generadores eléctricos (de 13.800 V) hasta 138.000 V, para su distribución en el sistema

interconectado.

Los transformadores auxiliares TA-3 y TA-4 disminuyen el voltaje desde 13800 V hasta 480 V para el uso de los equipos auxiliares de las turbinas No. 3 y No. 4. Estos transformadores auxiliares están conectados directamente a los centros de control de motores (CCM) de las unidades Nos. 3 y 4 sin que haya interruptores de desconexión sobre el lado de 480 V, sin embargo se alimenta a través de un interruptor en vacío aislado para 15KV.

Los componentes del sistema de 138KV son:

- Dos líneas de transmisión de 138KV con su respectiva instrumentación y protecciones con sus respectivos sistemas de desconexión aéreos y puestas a tierra.
- Disyuntores de 138KV, tipo ABB operados en SF6 con sus respectivos sistemas de desconexión aéreos.
- Dos transformadores de 138KV/13.8KV. (TE-3 y TE-4) respectivamente con su respectiva instrumentación y protecciones con sus respectivos sistemas de desconexión aéreos.
- Dos transformadores auxiliares de 13.8KV/480V, (TA-3 y TA-4) con su respectiva instrumentación y protecciones.
- Un transformador de interconexión TIC de 138KV/69KV con su

respectiva instrumentación y protecciones.

- Dos centros de control de motores (CCM No. 3 y 4) de 480V, para el manejo de todo el equipo auxiliar necesario para hacer funcionar la turbina.

FIGURA 1.7
SUBESTACION 138KV



1.3 SISTEMA DE CONTROL HIDRAULICO

Componentes:

- Bomba de engranajes (desplazamiento positivo).
- Líneas de suministro, retorno, y purga.
- Filtros sistema hidráulico (12 micrones).

Sirve para suministrar aceite a los actuadores de:

- Válvula de combustible
- Válvula de agua de inyección.
- Válvula de gas.

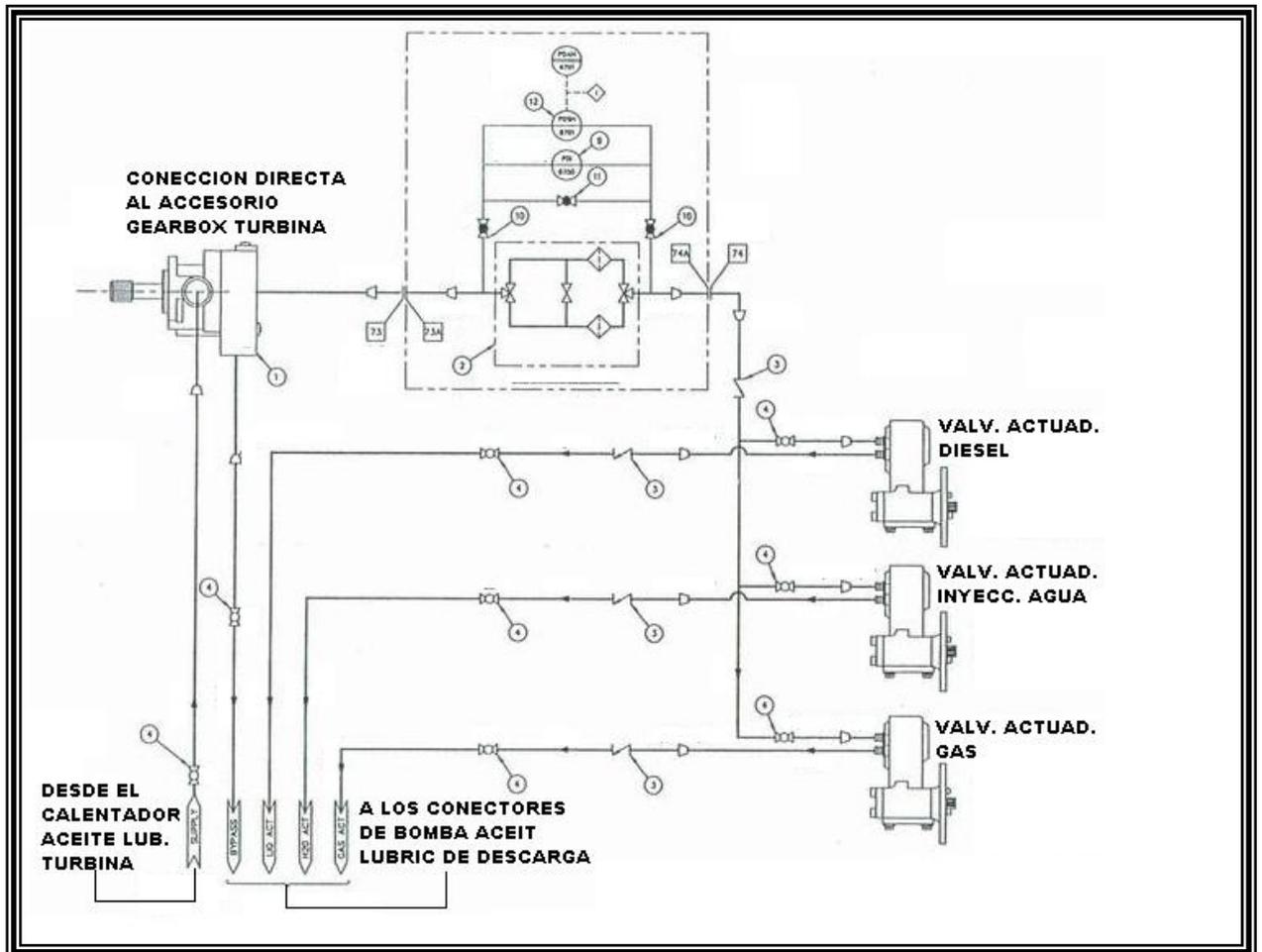
La bomba montada en una conexión directa sobre los accesorios de la caja de engranajes (AGB), el suministro de aceite lo toma desde el cabezal principal en la turbina y lo envía hacia los filtros de 12 micrones y luego regresa para mover los actuadores de las válvulas: AGUA, COMBUSTIBLE (LIQUIDO Y GAS).

Eleva la presión a 600 PSIG, tiene acoplada una válvula de alivio ajustada a 650 PSIG.

Los filtros tienen un diferencial de presión como alarma ajustada a 20 PSID.

FIGURA 1.8

SISTEMA DE CONTROL HIDRAULICO



1.4 PROTECCIONES

PROTECCIONES DE GENERADOR

A continuación se detalla los relés de protección del generador y su función.

TABLA 1.2

| RELE N° | DESCRIPCIÓN |
|----------------|---|
| 24 | Alarmas por sobre excitación y disparo por sobre excitación instantáneas o extendidas. Incluye funciones de ajustes instantáneos, de retardo y de reposición. |
| 27 | Alarmas por una excesiva caída de voltaje causada por sobrecargas. Previene la propagación de fallas. |
| 32 | Disparo por flujo de corriente inversa dentro del generador. Incluye tiempo de retardo y evita disparo por transiente. |
| 40 | Detecta pérdidas de excitación en el generador y previene sobre velocidad por disminución de potencia. |
| 46 | Detecta desbalance en las corrientes de carga y genera una alarma. La reposición es inhibida por un retardo proporcional a la duración del desbalance. |
| 51V | Censa voltajes y corrientes de fase. Como disminución de voltaje, la pérdida de corriente es necesaria para el disparo del relé 86 Lockout; para altos voltajes el disparo ocurrirá para valores de corrientes altos. |
| 59 | Detecta condiciones de sobre voltaje con tiempo de retardo ajustable de disparo para condiciones instantáneas y retardos. |
| 81 | Disparo para condiciones de sobre o baja frecuencia. La baja frecuencia causa calentamiento al generador; la sobre frecuencia causa daño a las cargas conectadas. |
| 86 | Disparo en al salida del interruptor del circuito si otro relé interconectado detecta condiciones inseguras. |
| 87 | Entrada/Salida |

CAPITULO II

SISTEMA DE CONTROL WOODWARD

NETCON 5000

II. SISTEMA DE CONTROL WOODWARD - NETCON 5000

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

La Central Térmica a Diesel Electroquil S.A. esta prevista por un Sistema De Control llamado NETCON 5000 System que se encarga de la operación del sistema turbina-generador, compuesto de: Medidas, paneles anunciadores, botoneras de empuje, interruptores de operación manual, una pantalla de datos y un panel de servicios. Este sistema esta implementado sobre un controlador que no es mas que un computador llamado NETCON 5000 este es programado usando un paquete de software propiedad de Woodward Governor Company llamado Menu Oriented Editor (MOE).

Este sistema esta configurado para dos niveles de automatización:

- * Control de proceso
- * Supervisión del proceso

2.1.1 CONTROL DE PROCESO

El control de la automatización de los procesos contiene las funciones de secuencia como también las de control de combustible. El sistema no solo recibe las entradas desde los sensores proporcionados como parte del conjunto Turbina – Generador, sino también desde otros paneles. La función principal de este controlador es mantener la velocidad de la turbina para asegurar una potencia constante desde condiciones de vacío hasta máxima carga.

Este controlador también realiza las siguientes funciones:

- * Ajusta la frecuencia de salida del generador a la barra activa para la sincronización automática.
- * Controla la velocidad de aceleración y desaceleración de la turbina.
- * Iniciar, regular y terminar el flujo de agua inyectada dentro de la turbina.

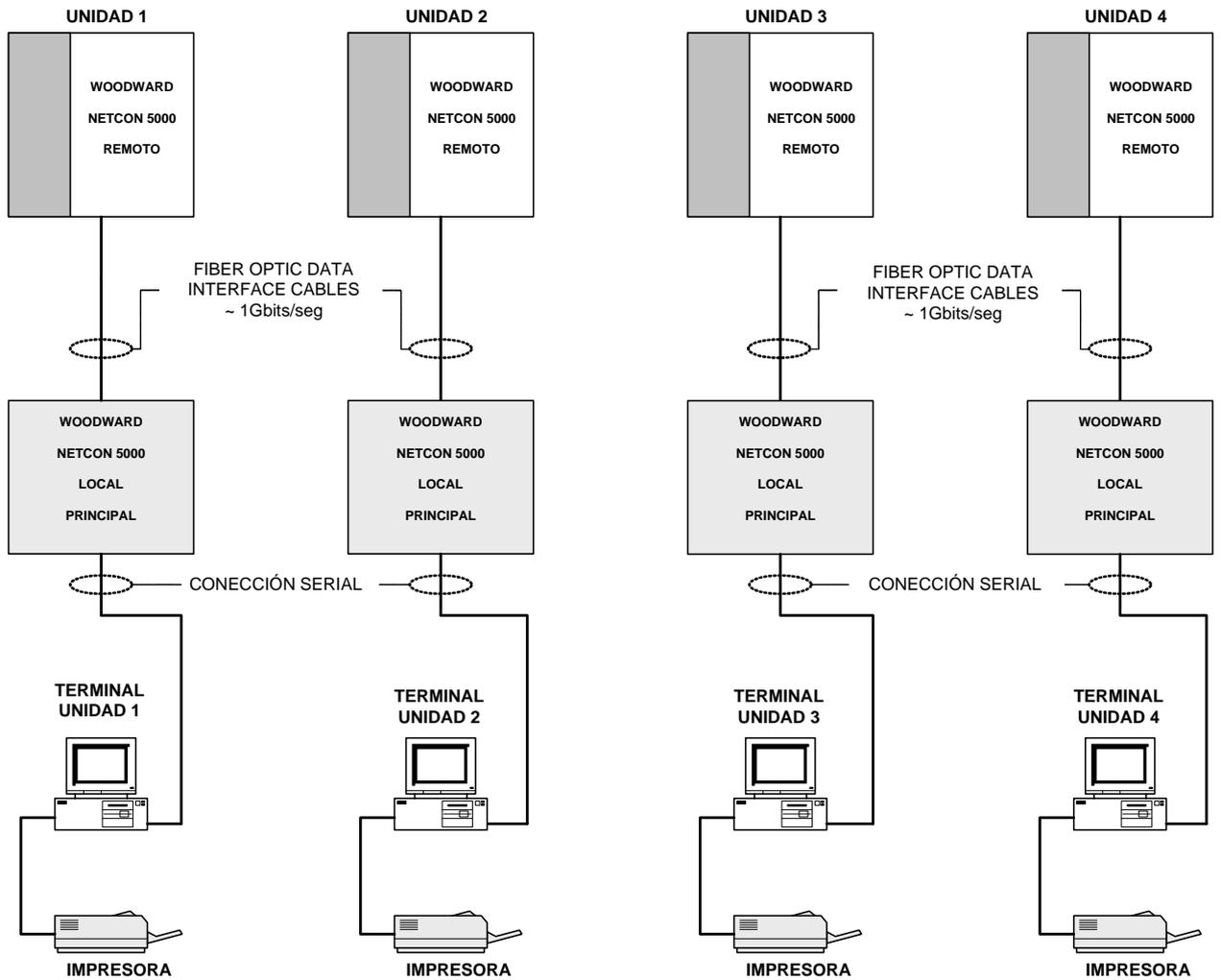
2.1.2 SUPERVISIÓN DEL PROCESO

Otra parte importante en la automatización de los procesos es la interacción del mencionado sistema con los operadores, esto se lo realiza por medio de una interfase visual desarrollada y montada sobre un computador que reúna las características básicas para su correcto funcionamiento. Esto le va a permitir al operador tener una cobertura completa de todas las necesidades de supervisión de la planta.

1.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

FIGURA 2.2

ARQUITECTURA DEL WOODWARD



La arquitectura del sistema comprende:

* 4 Sistemas de Control Remotos Woodward NETCON 5000

- * 4 Sistemas de Control Locales Woodward NETCON 5000
- * 4 Estaciones de operación y monitoreo por NETCON 5000
- * 4 Impresoras en blanco y negro
- * Sistema de comunicación redundante
- * Sistema de almacenamiento y visor de eventos cronológico

2.2.1 SISTEMA DE REDUNDANCIA

Este ocurre entre el NETCON 5000 Remoto con el NETCON 5000 Local por medio de 4 cables de fibra óptica, dos para la etapa de transmisión y los otros 2 para la de recepción de información. Este sistema cuando falla uno de los cables en cualquiera de las dos etapas manda una señal de advertencia, y cuando fallan los dos se procede al apagado del sistema.

2.2.2 SISTEMA OPERATIVO

La aplicación del chip 8086 como controlador de proceso requiere de un sistema operativo multitareas que permita ejecutar códigos e instrucciones en forma estable, debe estar grabado en una memoria ROM imborrable que permita el arranque del procesador y el reconocimiento de áreas de memoria asignadas para cargar el programa objeto, el área de datos, reconocimientos de periféricos, controladores de acceso a memoria, controladores de red, etc.

El programa MOE corre sobre una IBM PC o una maquina compatible, esta al arrancar levanta y compila el archivo de aplicación del programa. La secuencia del programa esta escrita en Pascal. Ambos programas son entonces procesados por un programa llamado Coder que genera el código de aplicación del programa. La aplicación de este código es descargado dentro del UV PROM chip e instalado sobre una tarjeta del circuito en un panel montado en el cubículo 5.

CAPITULO III

PROGRAMAS PARA EL CONTROL Y

MONITOREO DE LAS

UNIDADES GENERADORAS.

III. PROGRAMAS PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LAS UNIDADES GENERADORAS.

3.1 INFORMACIÓN GENERAL.

La Central Térmica Electroquil S.A. fue diseñada de tal forma que el proceso de generación de energía esté completamente automatizado y así el operador pueda realizar la supervisión de las unidades siendo necesario instalar en su Terminal los programas que le permitan interactuar con la maquina. Estos son el InTouch, GAP y el Control Assistant.

3.1.1 INFORMACION GENERAL DEL INTOUCH.

El programa de visualización InTouch desarrollado por Wonderware es una interfaz hombre-maquina (HMI) gráfica de gran alcance para la automatización industrial, el control de procesos y supervisión de control.

El InTouch HMI recibe toda la información procedente de los PMC's localizados en el campo y permite a usuarios visualizar y controlar procesos industriales mientras que provee a los ingenieros un ambiente de desarrollo cómodo y una extensa funcionalidad para crear, probar y desplegar rápidamente las poderosas aplicaciones de la automatización que reciben y entregan la información en tiempo real. El software de InTouch es un HMI abierto y extensible que

permite flexibilidad en el diseño de aplicaciones personalizadas con conectividad al sistema más amplio de dispositivos de la automatización en la industria.

3.1.2 INFORMACION GENERAL DEL GAP.

El programador de aplicación gráfica del Woodward es una herramienta basada en ventanas que permiten el mando para crear programas de aplicación en formatos de bloques para varios Sistemas de Control Woodward. Una vez que la lógica de control es ingresada usando dicho programa el GAP compila las funciones generando códigos que corren en el controlador. El programa garantiza que cada tarea correrá cada 5ms (o cualquier grupo de valor asignado) al mismo tiempo sin importar que otras funciones de control estén ejecutándose.

3.1.3 INFORMACION GENERAL DEL CONTROL ASSISTANT.

El programa Control Assistant provee una poderosa herramienta de mantenimiento y reparación de productos de la línea Woodward NETCON 5000. Proveyendo adicional funcionalidad más allá de las variables vistas, Control Assistant provee las herramientas para desempeñar sistemas de diagnósticos avanzados y otras funciones. Control Assistant es el conjunto de tres productos:

1. Las funciones Datalog Capture y Graph View provee una poderosa herramienta grafica para observar la representación de la variable de control dinámica estando la unidad fuera de línea. La resolución en milisegundos da una gran claridad para los transientes de control dinámicos. Los gráficos del Control Assitant caracterizan un complemento de la tendencia de baja resolución desde una tradicional HMI, dejándolo resolver problemas rápidamente y regresar tempranamente en línea.
2. La utilidad de mantenimiento de ajuste incluye la captura, clasificación, comparación, salvado y cargado de nuevos ajustes para el control. Esta característica permite a usuarios descargar todo la información de ajustes fuera de un sistema de control y cargarlo en otro. O descargar ajustes desde dos sistemas de control y comparar las diferencias.
3. El archivo HEX descargado es la utilidad para cargar un nuevo programa dentro del sistema de control.

3.2 ADMINISTRACION INTEGRAL DEL SISTEMA NETCON5000

La Administración integral del sistema como su nombre mismo lo sugiere cumple como papel principal administrar todas las aplicaciones instaladas que controlan los PMC's instalados en la unidad.

El software InTouch es el que se encarga de la administración integral del sistema y se divide en dos grupos, sistema de monitoreo e ingeniería y desarrollo.

3.3 SISTEMA DE MONITOREO.

Este sistema consiste en una interfase grafica en forma de ventanas que le dan al operador la facilidad de poder interactuar con los equipos que comprenden un proceso y su estado en las unidades generadoras a través de los (PMC's). Algunas de las ventanas se muestran en el *Anexo #2*.

En dichas ventanas se muestran dibujos de bombas, válvulas, tanques, notas, botones, RTDs, y otros elementos, denominados como objetos, todos ellos hechos basándose en figuras geométricas.

Los atributos de cada uno de estos objetos (color de fondo o de líneas, posición, texto, etc.) Puede ser relacionado con una variable (lógica o real) del equipo al que representa, de esta forma dicho objeto se vuelve dinámico y se facilita la interpretación de su estado.

3.4 INGENIERIA Y DESARROLLO.

Los programas que conforman el bloque de ingeniería y desarrollo trabajan directamente en la programación de los procesos, ya sean estos de control o en supervisión, son desarrollados bajo un lenguaje en común para que puedan interactuar con todos los PMC's instalados en la unidad, los más usados son Ladder Logic y Diagrama de bloques.

Este medio de programación brinda la facilidad de implementar programas de control y mandarlos a los PMC's para correrlos de esta manera se puede corregir o modificar algún error en la programación mientras la unidad este operativa o fuera de línea.

3.5 LENGUAJE.

El lenguaje Ladder es el mas utilizado y común en la mayoría de los controladores existentes en el mercado, a continuación se explicara brevemente los fundamentos del mismo.

Para el desarrollo de los diagramas de programación y proyectos se utilizan elementos lógicos que funcionan como contactos normalmente abiertos o normalmente cerrados y para su operación se usan bobinas. Todos estos dispositivos interconectados entre si pueden extenderse de manera ramificada vertical u horizontalmente, componiendo de esta forma una gran red de comandos lógicos. La gran red de comandos lógicos está compuesta de un sin numero de elementos lógicos o peldaños, por eso su nombre de Ladder, cada uno de los cuales puede ser simplificado como simples expresiones Booleanas. Estas expresiones habilitan o deshabilitan la ejecución de un bloque de salida.

Un programa en lenguaje Ladder no es más que una combinación de algoritmos lógicos Booleanos donde se cuenta con diversos contactos y salidas representando la secuencia de un proceso determinado diseñado por el programador.

CAPITULO IV

HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA DETECTAR FALLAS EN LA UNIDAD LM6000GE

IV. HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA DETECTAR FALLAS EN LA UNIDAD LM6000GE

4.1 CÓDIGO ALFANUMÉRICO.

El código alfanumérico es muy usado en el formato americano por su sencillez y fácil comprensión, este se genera precisamente con números y letras que describen los elementos o acciones que se mencionan en las hojas de trabajo y en los manuales de entrenamiento u operación del personal de la planta.

Para este caso el código alfanumérico se encuentra en la columna SVN existente en las hojas de trabajo del NETCON 5000 y, que describe la ubicación o de donde proviene la señal, por ejemplo la señal L1_1A6.GENFLDAMP nos dice que el elemento de medición o control esta conectado en el chasis local principal del NETCON 5000 (L1), ranura principal A6 y que su función es medir los amperios de campo del generador que en el ingles seria Generator Field Amps. Como se pudo apreciar este código es generado a partir de su función y ubicación del elemento lo cual facilita la comprensión del mismo.

TABLA ILUSTRATIVA 4.1

| SOFTWARE VARIABLE NAME | SIGNAL TYPE | FUNCTION |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| L1_1A6.GEN_VAR | ANALOG | GENERATOR VAR SIGNAL |
| L1_1A6.GEN_VOLT | ANALOG | GENERATOR VOLTS |
| L1_1A6.GEN_AMP | ANALOG | GENERATOR AMPS |
| L1_1A6.GEN_HZ | ANALOG | GENERATOR FREQUENCY |
| L1_1A6.GEN_PF | ANALOG | GENERATOR POWER FACTOR |
| L1_1A6.GEN_MWH | ANALOG | GENERATOR WH |
| L1_1A6.GENFLDVOLT | ANALOG | GENERATOR FIELD VOLTS |
| L1_1A6.GENFLDAMP | ANALOG | GENERATOR FIELD AMPS |

4.2 MANUALES DE OPERACIÓN DE LA LM6000

Los manuales de operación de la unidad son archivos que comprenden documentos como catálogos de equipos, planos constructivos, diagramas, hojas técnicas, diagramas lógicos, entre otros; todos estos proporcionados por múltiples fuentes y fabricantes.

Los manuales de operación de las unidades en la central se encuentran divididos en grupos o tomos según el sistema de instalación.

4.3 LISTADO DE ALARMAS

El listado de alarmas en cuestión, es un documento que ha sido emitido por la compañía Woodward fabricante del sistema NETCON5000 para las unidades en la central.

En este listado constan tanto el código alfanumérico como la descripción de la alarma que se visualiza en la estación del operador en caso de una eventual falla de la central.

Además, este archivo recopila información sobre la procedencia de la falla en el campo con la ubicación del panel donde están las borneras y terminales de la señal que emite el dispositivo que esta fallando.

También proporciona datos del NETCON 5000 como la tarjeta, dirección, rack, gabinete y slot en este sistema y más específicamente el canal, bornera y terminal de la alarma que se accione.

El listado de alarmas contiene básicamente el código alfanumérico de los dispositivos de cada grupo generador con su nombre respectivo. Este documento será presentado en el *Anexo1*.

4.4 SOFTWARE DE APLICACION

Se comenzó a organizar la información a partir de las hojas de trabajo del NETCON 5000 las cuales se las paso a Excel iniciando así el proceso de automatizar esta búsqueda que en principio era tediosa para el operador hacerla en forma manual.

Se analizó los tipos de búsqueda que hace el operador, los tipos de alarmas y la forma de la presentación de la pantalla “Front End” Según con los datos que se recopilaron se comenzó a buscar el software y la

base de datos con la cual se quería interactuar para este programa. Como el programa no era muy complicado entonces se concluyó en usar Visual Basic 6.0 y la Base de Datos se la realizó en Access.

Para poder acceder a la información desde la hoja de Excel hacia la Base de Datos se hizo simplemente una importación de la misma y se obtuvo absolutamente todo el material requerido para poder realizar el proyecto.

Lo demás concierne a la programación del software con respecto a Ingresos, Consultas y Eliminación de datos de alarmas o disparos. Con este programa el operador ya tendrá una forma más rápida de acceder a los datos con tan solo ingresar el código de la alarma.

4.5 MANUAL DEL PROGRAMADOR

Una vez ya instalado el programa en la dirección: "C:\ALARMAS" ojo si no está en esta dirección instalado el programa puede tener fallos ya que el programa apunta a una base de datos que debe estar en la dirección: "C:\ALARMAS\Base" con su nombre base_total3.mdb y también por unos archivos .DLL que son instalados en el system32 del Sistema Operativo en el caso de Windows XP.

Como ya sabemos este es un programa en el cual el usuario puede hacer:

- 1.Ingreso
- 2.Consultas
- 3.Eliminación

Como tenemos una base, entonces lo primero que tenemos que hacer es abrirla para ya sea ingresar, consultar o eliminar los datos de las alarmas.

Una vez abierta, tenemos que comprobar si es que los datos ingresados ya están en el caso de Ingresar y si es que existen en el caso de hacer consultas o de eliminar.

Sea cual sea la rutina que escoja el usuario este no va a poder hacer nada, ya que el programa le presenta a este, algún tipo de error detectado, ya sea por alguno de los casos ya mostrados arriba y una vez verificado todo esto la base se cierra automáticamente.

Al presionar el botón de ingresar nos aparece un mensaje en el cual nos pregunta si estamos seguros de guardar esta información...

COMANDO GUARDAR

```
var = MsgBox("¿Esta seguro de Guardar esta informacion?", 1, "Guardar Informacion")
```

Abrimos la base...

```
Set DBB1 = OpenDatabase("...\base_total3.mdb ")  
sql1 = "SELECT * FROM datos_alarmas where name_variable = " & Text1.Text &  
""
```

Set TBL1 = DBB1.OpenRecordset(sql1)

Si ya esta creada este registro...

If Not TBL1.EOF Then

MsgBox "YA ESTA CREADA ESTA ALARMA... VUELVA A INTENTAR CON OTRO NOMBRE..."

Text1.SetFocus

Caso Contrario...

Else

If Combo1.ListIndex = -1 Then

MsgBox "Debe seleccionar un tipo de señal"

Combo1.SetFocus

Exit Sub

End If

If Combo1 = "ANALOG" Then

Set DBB = OpenDatabase("...\base_total3.mdb ")

sql = "INSERT INTO datos_alarmas

(name_variable,signal,funtion,signal_source,in_out,type,display_range,action_range,fault_action,unit,alarm_sp,alarm_unit,alarm_rf,action1,sd_sp,sd_unit,sd_rf,action2,chasis,board,channel,woodward_terminal,cable,tcp_terminal,mttb_terminal,wire,relay_box_terminal,relay,comment) VALUES (" & Text1.Text & "," & Combo1.Text & "," & Text37.Text & "," & Text38.Text & "," & Text2.Text & "," & Text3.Text & "," & Text4.Text & "," & Text5.Text & "," & Text6.Text & "," & Text7.Text & "," & Text8.Text & "," & Text9.Text & "," & Text10.Text & "," & Text11.Text & "," & Text12.Text & "," & Text13.Text & "," & Text14.Text & "," & Text15.Text & "," & Text27.Text & "," & Text28.Text & "," & Text29.Text & "," & Text30.Text & "," & Text31.Text & "," & Text32.Text & "," & Text33.Text & "," & Text34.Text & "," & Text35.Text & "," & Text36.Text & "," & Text39.Text & ")"

DBB.Execute sql

MsgBox "Informacion se guardo satisfactoriamente..."

DBB.Close

Else

If Combo1 = "DIGITAL INPUTS" Then

Set DBB = OpenDatabase("...\base_total3.mdb ")

sql = "INSERT INTO datos_alarmas

(name_variable,signal,funtion,signal_source,action1,trip_point,unit,alarm_rf,active_signal,switch_wired,chasis,board,channel,woodward_terminal,cable,tcp_terminal,mttb_terminal,wire,relay_box_terminal,relay,comment) VALUES (" & Text1.Text & "," & Combo1.Text & "," & Text37.Text & "," & Text38.Text & "," & Text16.Text & "," & Text17.Text & "," & Text18.Text & "," & Text19.Text & "," & Text20.Text & "," & Text21.Text & "," & Text27.Text & "," & Text28.Text & "," & Text29.Text & "," & Text30.Text & "," & Text31.Text & "," & Text32.Text &

```

",'" & Text33.Text & "','" & Text34.Text & "','" & Text35.Text & "','" & Text36.Text
& "','" & Text39.Text & '"')"
    DBB.Execute sql
    MsgBox "Informacion se guardo satisfactoriamente..."
    DBB.Close
Else
    Set DBB = OpenDatabase("...\base_total3.mdb")
    sql = "INSERT INTO datos_alarmas
(name_variable,signal,funtion,signal_source,signal_to,cntl_voltage,relay_bus,active_
signal,contact_used,chasis,board,channel,woodward_terminal,cable,tcp_terminal,mtt
b_terminal,wire,relay_box_terminal,relay,comment) VALUES ('" & Text1.Text & "','"
& Combo1.Text & "','" & Text37.Text & "','" & Text38.Text & "','" & Text22.Text &
','" & Text23.Text & "','" & Text24.Text & "','" & Text25.Text & "','" & Text26.Text
& "','" & Text27.Text & "','" & Text28.Text & "','" & Text29.Text & "','" &
Text30.Text & "','" & Text31.Text & "','" & Text32.Text & "','" & Text33.Text & "','"
& Text34.Text & "','" & Text35.Text & "','" & Text36.Text & "','" & Text39.Text &
'"')"
    DBB.Execute sql
    MsgBox "Informacion se guardo satisfactoriamente..."
    DBB.Close
End If
End If
End If
End If

```

Este es el procedimiento que se debe seguir para poder hacer el ingreso de Alarmas o registros nuevos.

COMANDO NUEVO

Ahora el procedimiento del comando NUEVO lo único que hace es el borrado de todos los campos de textos para que el usuario lo único que haga es nuevamente el ingreso de datos.

```

Text1.Text = ""
Combo1.Clear
Text37.Text = ""
Text38.Text = ""
Text37.Text = ""
Text2.Text = ""
Text3.Text = ""
Text4.Text = ""
Text5.Text = ""
Text6.Text = ""
Text7.Text = ""

```

```
Text8.Text = ""
Text9.Text = ""
Text10.Text = ""
Text11.Text = ""
Text12.Text = ""
Text13.Text = ""
Text14.Text = ""
Text15.Text = ""
Text16.Text = ""
Text17.Text = ""
Text18.Text = ""
Text19.Text = ""
Text20.Text = ""
Text21.Text = ""
Text22.Text = ""
Text23.Text = ""
Text24.Text = ""
Text25.Text = ""
Text26.Text = ""
Text27.Text = ""
Text28.Text = ""
Text29.Text = ""
Text30.Text = ""
Text31.Text = ""
Text32.Text = ""
Text33.Text = ""
Text34.Text = ""
Text35.Text = ""
Text36.Text = ""
Combo1.AddItem ("ANALOG")
Combo1.AddItem ("DIGITAL INPUTS")
Combo1.AddItem ("DIGITAL OUTPUTS")
Text1.SetFocus
End Sub
```

COMANDO CONSULTAR

Este comando nos va a facilitar la consulta de registros, una vez que hacemos clic en este comando nos mostrara la información que nosotros queramos, tan solo tenemos que ingresar el nombre de la alarma.

Abrimos la base:

```
Set DBB = OpenDatabase("...\base_total3.mdb ")
```

Se hace la búsqueda del registro...

```
sql = "SELECT * FROM datos_alarmas where name_variable = '" & Text1.Text &
''''
```

```
Set TBL = DBB.OpenRecordset(sql)
```

Si existe...

```
If Not TBL.EOF Then
```

```
    sql = "SELECT * FROM datos_alarmas WHERE name_variable = '" & Text1.Text &
    & ''''
```

```
    Set TBL = DBB.OpenRecordset(sql)
```

Si lo cargado es una señal ANALOG...

```
If TBL("signal") = "ANALOG" Then
```

```
    Frame3.Visible = True
```

```
    Text37.Text = TBL("funtion")
```

```
    Text38.Text = TBL("signal_source")
```

```
    Text2.Text = TBL("in_out")
```

```
    Text3.Text = TBL("type")
```

```
    Text4.Text = TBL("display_range")
```

```
    Text5.Text = TBL("action_range")
```

```
    Text6.Text = TBL("fault_action")
```

```
    Text7.Text = TBL("unit")
```

```
    Text8.Text = TBL("alarm_sp")
```

```
    Text9.Text = TBL("alarm_unit")
```

```
    Text10.Text = TBL("alarm_rf")
```

```
    Text11.Text = TBL("action1")
```

```
    Text12.Text = TBL("sd_sp")
```

```
    Text13.Text = TBL("sd_unit")
```

```
    Text14.Text = TBL("sd_rf")
```

```
    Text15.Text = TBL("action2")
```

```
    Text27.Text = TBL("chasis")
```

```
    Text28.Text = TBL("board")
```

```
    Text29.Text = TBL("channel")
```

```
    Text30.Text = TBL("woodward_terminal")
```

```
    Text31.Text = TBL("cable")
```

```
    Text32.Text = TBL("tcp_terminal")
```

```
    Text33.Text = TBL("mttb_terminal")
```

```
    Text34.Text = TBL("wire")
```

```
    Text35.Text = TBL("relay_box_terminal")
```

```
    Text36.Text = TBL("relay")
```

```
    List1.AddItem TBL("comment")
```

```
Else
```

Si lo cargado es una señal DIGITAL INPUTS...

```
If TBL("signal") = "DIGITAL INPUTS" Then
```

```
    Frame4.Visible = True
```

```
    Text37.Text = TBL("funtion")
```

```
    Text38.Text = TBL("signal_source")
```

Text16.Text = TBL("action1")
Text17.Text = TBL("trip_point")
Text18.Text = TBL("unit")
Text19.Text = TBL("alarm_rf")
Text20.Text = TBL("active_signal")
Text21.Text = TBL("switch_wired")
Text27.Text = TBL("chasis")
Text28.Text = TBL("board")
Text29.Text = TBL("channel")
Text30.Text = TBL("woodward_terminal")
Text31.Text = TBL("cable")
Text32.Text = TBL("tcp_terminal")
Text33.Text = TBL("mttb_terminal")
Text34.Text = TBL("wire")
Text35.Text = TBL("relay_box_terminal")
Text36.Text = TBL("relay")
List1.AddItem TBL("comment")

Else

Si lo cargado es una señal DIGITAL OUTPUT...

Frame5.Visible = True
Text37.Text = TBL("funtion")
Text38.Text = TBL("signal_source")
Text22.Text = TBL("signal_to")
Text23.Text = TBL("cntl_voltage")
Text24.Text = TBL("relay_bus")
Text25.Text = TBL("active_signal")
Text26.Text = TBL("contact_used")
Text27.Text = TBL("chasis")
Text28.Text = TBL("board")
Text29.Text = TBL("channel")
Text30.Text = TBL("woodward_terminal")
Text31.Text = TBL("cable")
Text32.Text = TBL("tcp_terminal")
Text33.Text = TBL("mttb_terminal")
Text34.Text = TBL("wire")
Text35.Text = TBL("relay_box_terminal")
Text36.Text = TBL("relay")
List1.AddItem TBL("comment")

Si la alarma no existe...

MsgBox "ESTA ALARMA NO EXISTE... VUELVA A INTENTAR CON OTRO NOMBRE..."

Text1.Text = ""
Text1.SetFocus

COMANDO IMPRIMIR

Este comando lo que hace es mostrar la consulta que hemos hecho en un archivo .RPT, o sea un reporte, que lo presenta tal y cual como va hacer impreso.

COMANDO ELIMINAR

Este comando nos sirve para eliminar los registros o las alarmas que nosotros queramos, una vez hecha la consulta los datos quedan libres para el usuario y queda a plena disposición de este si las borra. Acordémonos que una vez eliminado el registro entonces ya no hay como recuperarlo.

Primero, por medio de un mensaje le preguntamos al usuario si desea o no eliminar el registro...

```
var = MsgBox("¿Esta seguro de Eliminar esta alarma?", 1, "Eliminar Alarma")
```

Si acepta...

```
If var = 1 Then
```

```
Set DBB = OpenDatabase("...\base_total3.mdb ")
```

```
sql = "DELETE FROM datos_alarmas WHERE name_variable= " & Text1.Text  
& ""
```

```
DBB.Execute sql
```

Y dejamos todos los campos limpios mas o menos como el comando NUEVO

```
MsgBox "Alarma ha sido Eliminada satisfactoriamente..."
```

CAPITULO V

PROCEDIMIENTO PARA EL DIAGNOSTICO DE ALARMAS Y DISPAROS DE LA UNIDAD LM6000GE

V. PROCEDIMIENTO PARA EL DIAGNOSTICO DE ALARMAS Y DISPAROS DE LA UNIDAD LM6000GE

5.1 INTRODUCCION

En el instante en que se origine una falla que conlleve al disparo de las unidades, la prioridad es localizar el elemento que suscita dicha anomalía (detección de falla) e inmediatamente analizar el problema para así efectuar las maniobras que garanticen la continuidad del servicio (solución de la falla). Luego, es realizado un estudio más exhaustivo y detallado para explicar el origen del disparo.

Esto sugiere que existen dos pasos que deben ser optimizados en función del tiempo: El de detección y el de solución de la falla. El segundo punto depende de muchos factores exógenos como la experiencia o destreza del operador, o la ubicación física de los elementos de campo que causan la falla, es por este motivo que se ha trabajado en un soporte para agilizar la búsqueda de datos correspondiente al disparo de la unidad.

5.2 DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTOS PARA FALLAS EN LAS UNIDADES.

El procedimiento propuesto ha sido realizado en dos etapas:

- Listado de alarmas y disparos.
- Elaboración de la base datos.

5.2.1 LISTADO DE ALARMAS Y DISPAROS.

Este es un archivo donde se encuentra información sobre la descripción de las alarmas. El listado se encuentra en un documento que será presentado en el Anexo1.

5.2.2 ELABORACION DE LA BASE DE DATOS.

Consiste en una base de datos electrónica la misma que es modificable y expandible, y es una recopilación de información sobre las alarmas que producen el disparo de las unidades, así se tienen lo siguiente:

- Descripción textual de las alarmas y sus respectivos códigos.
- Información sobre las conexiones físicas del NETCON 5000.
- Información sobre los rangos de acción de las alarmas.
- Listado del elemento en la unidad que origina la señal con su respectiva ubicación física.

5.3 HERRAMIENTA INFORMATICA PARA DETECCION Y DIAGNOSTICO DE FALLAS.

El operador tendrá a disposición la ayuda de una herramienta computarizada, a la cual podría acceder de manera inmediata a través de un icono ubicado en el escritorio de la pantalla de su computador.

Esta herramienta proporcionará la información más importante y necesaria relacionada a los tipos de alarmas y disparos en las unidades como por ejemplo sus códigos alfanuméricos, y dirección específica en el DCS. También se describe el elemento de campo que detectó el desperfecto (ubicado en las unidades).

Además el programa nos da la facilidad de obtener un reporte impreso donde conste toda la información antes mencionada junto con las condiciones de operación previa a la falla de las unidades, las cuales deben ser ingresadas manualmente.

La herramienta fundamental del programa consiste en una base de datos actualizable desarrollada en Microsoft Acces.

5.4 PROCEDIMIENTO PARA DETECTAR FALLAS CON LA AYUDA DE LA HERRAMIENTA INFORMATICA.

El procedimiento para la ejecución del asistente para detectar fallas se detalla de la siguiente manera:

- Se ejecuta la herramienta y se inicia la sesión de consulta ingresando en el campo de usuario la palabra "electro", a continuación se ingresará la clave "123".

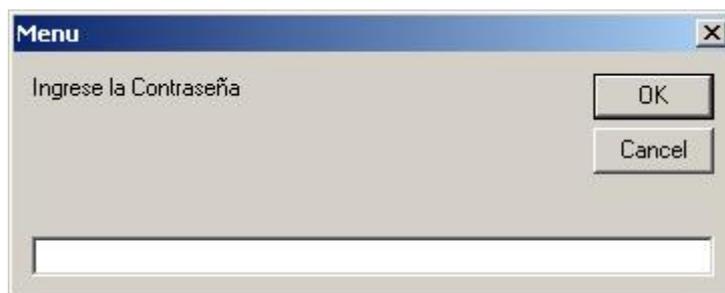
**FIGURA 5.1
INICIO DE SESION**



**FIGURA 5.2
INGRESO DE USUARIO**



**FIGURA 5.3
INGRESO DE CONTRASEÑA**



- En la ventana de menú vamos a la opción formularios y elegimos consulta donde aparecerá la ventana de consulta de códigos de alarma.

**FIGURA 5.4
INGRESO A VENTANA DE CONSULTA**



- Una vez visualizada una alarma en la interfaz gráfica del operador se procede a escribir la parte más relevante del texto de la alarma que es su código en la ventana de consulta como se muestra en la figura.

FIGURA 5.5
VENTANA DE CONSULTA DE CODIGOS

The screenshot shows a software window titled 'Consulta de Codigos'. The main heading is 'CONSULTA DE CODIGOS DE ALARMAS'. On the left, there is a logo of a stylized figure with arms raised. Below the logo is a search bar labeled 'Consultar...' with the instruction 'Ingresar el codigo de la Alarma'. This search bar is highlighted with a red oval. Below the search bar are two input fields: 'Funtion:' and 'Signal Source:'. To the right of the search bar is a panel titled 'Opciones' containing four buttons: 'Consultar' (with a magnifying glass icon), 'Nueva' (with a document icon), 'Eliminar' (with a red cross icon), and 'Imprimir' (with a printer icon). Below the search bar is a section titled '...UBICACION (DCS)...' containing several input fields: 'CHASIS', 'BOARD', 'CHANNEL', 'WOODWARD TERMINAL', 'CABLE', 'TCP TERMINAL', 'MTTB TERMINAL', 'WIRE', 'RELAY BOX TERMINAL', and 'RELAY'. At the bottom is a section titled '...COMENTARIOS...' with a large text area.

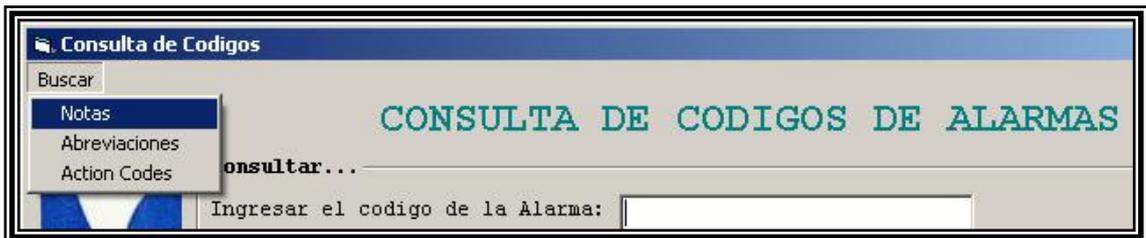
- Una vez ingresado el código en su correspondiente campo se elige la opción consultar.
- Inmediatamente aparecerá las diferentes casillas de información referente a las alarmas o disparos en las unidades.
- Adicionalmente se proporcionará al operador de comentarios, códigos de acción y notas referentes al código de alarma ingresado, dicha información se la obtuvo de los manuales técnicos de fábrica de los equipos.

- Finalmente con el reporte impreso el operador podrá tomar esa información y deberá decidir a criterio propio la mejor maniobra para resolver en el menor tiempo posible la alarma o disparo generado en la unidad.

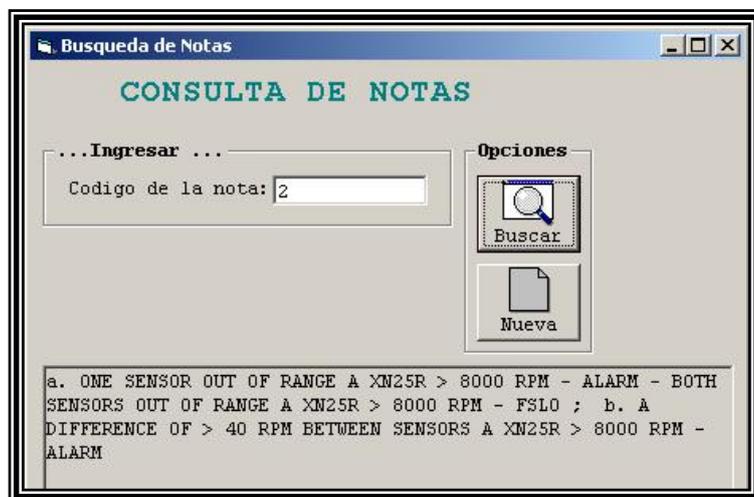
NOTAS:

En la ventana de consulta de códigos de alarma vamos a la opción buscar y elegimos notas a continuación se mostrara la ventana consulta de notas, en la cual escribiremos el numero de la nota que deseamos consultar mostrando el resultado en el campo inferior.

**FIGURA 5.6
ACEDIENDO A NOTAS**



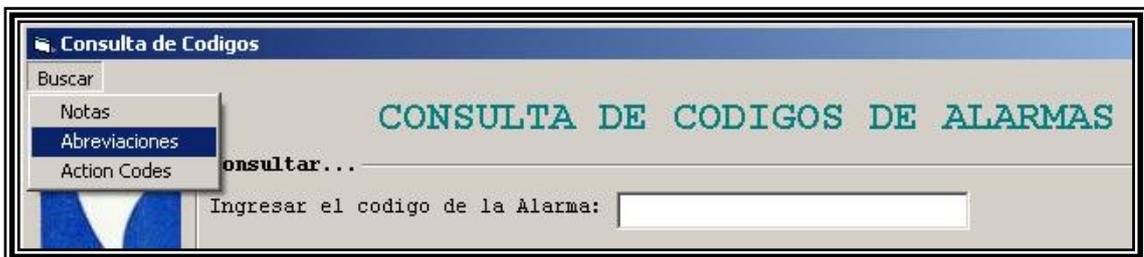
**FIGURA 5.7
VENTANA CONSULTA DE NOTAS**



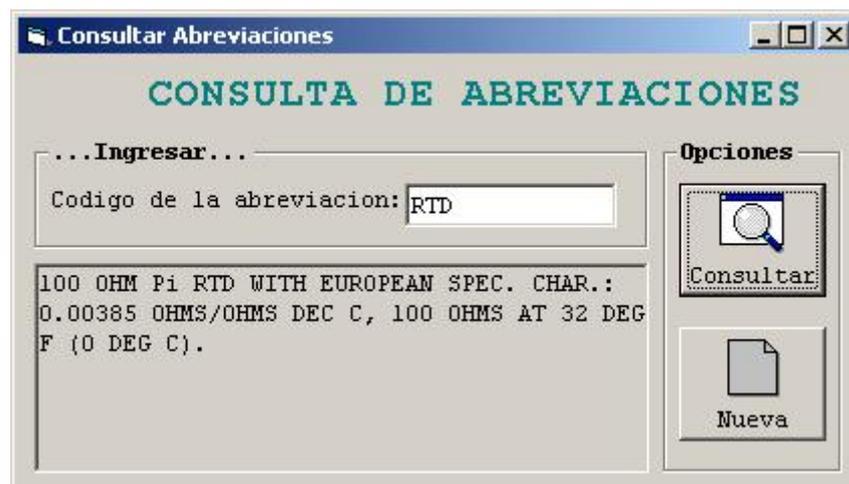
ABREVIACIONES:

En la ventana de consulta de códigos de alarma vamos a la opción buscar y elegimos abreviaciones a continuación se mostrará la ventana consulta de abreviaciones, en la cual escribiremos la abreviatura que deseamos consultar mostrando el resultado en el campo inferior.

**FIGURA 5.8
ACCEDIENDO A ABREVIACIONES**



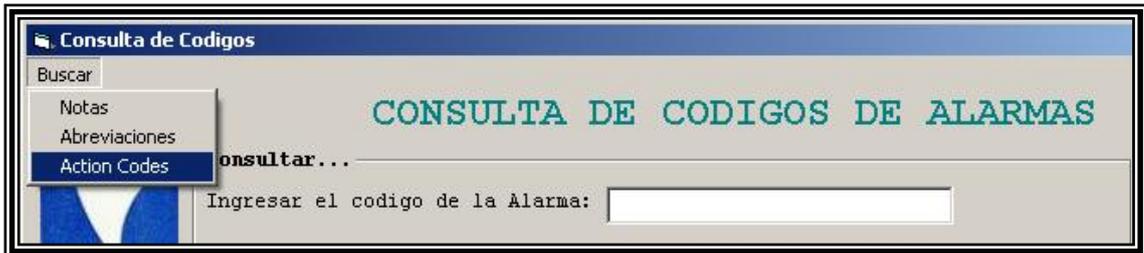
**FIGURA 5.9
VENTANA CONSULTA DE ABREVIACIONES**



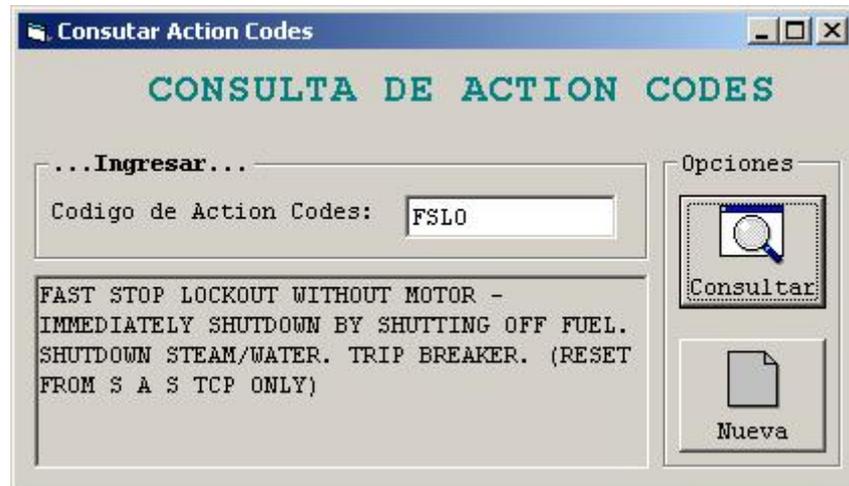
ACTION CODES:

En la ventana de consulta de códigos de alarma vamos a la opción buscar y elegimos ACTION CODES a continuación se mostrará la ventana consulta de action codes, en la cual escribiremos el código de acción que deseamos consultar mostrando el resultado en el campo inferior.

**FIGURA 5.10
ACEDIENDO A ACTION CODES**



**FIGURA 5.11
VENTANA CONSULTA DE ACTION CODES**



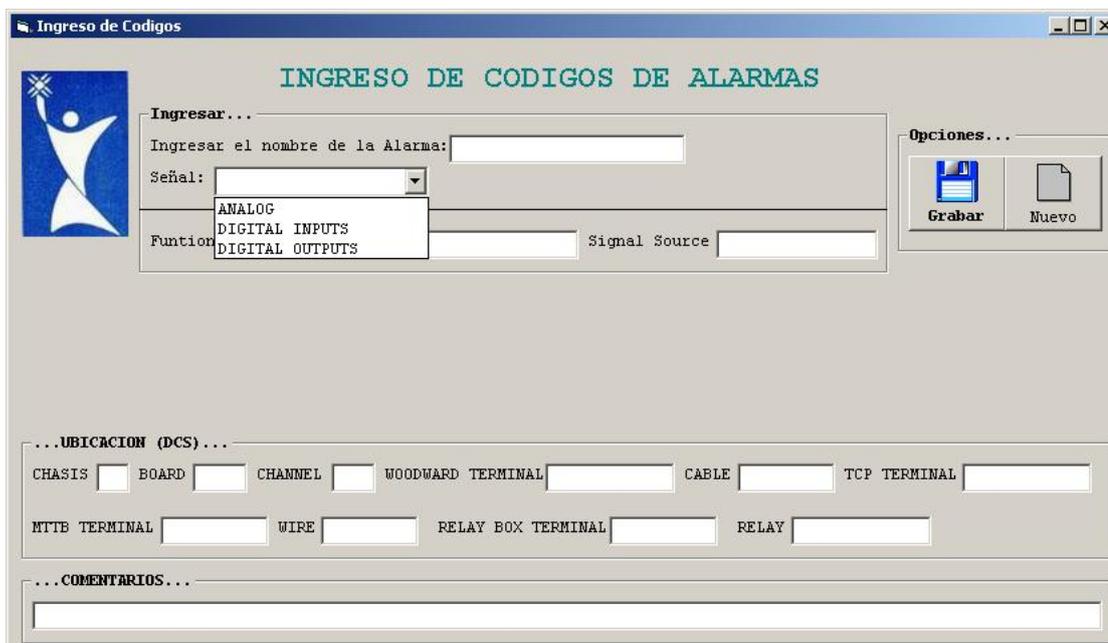
INGRESO DE NUEVOS CODIGOS.

En la venta de menú del programa en la opción formularios elegimos ingreso y a continuación se mostrara la ventana de ingreso de códigos en la cual se llenarán todos los campos respecto a la nueva variable. Una vez llenado todos los campos lo guardamos con la opción grabar, si deseamos seguir añadiendo nuevas variables elegimos la opción nuevo.

FIGURA 5.12
ACEDIENDO A INGRESO DE NUEVOS CODIGOS



FIGURA 5.13
VENTANA DE INGRESO DE NUEVOS CODIGOS



CAPITULO VI

DEMOSTRACION DE LA HERRAMIENTA INFORMATICA

VI. DEMOSTRACION DE LA HERRAMIENTA INFORMATICA

A continuación se citarán ejemplos en forma detallada los mismos que se tomaron desde los reportes de falla de la Central Térmica Electroquil S.A. Se ha desarrollado tres ejemplos de alarmas y disparos reales que se han suscitado, el propósito es verificar la efectividad del programa.

Nótese que la intención de esta herramienta es brindar apoyo al operador para encontrar la información técnica referente a la falla o alarma de una manera sumamente rápida.

6.1 EJEMPLO DE APLICACIÓN #1

Fecha: 10 de Octubre del 2004

Causa: Falla del elemento Termocupla (TE-6844), activación de alarma preventiva en la pantalla del operador.

Descripción del Evento: La unidad #2 se encontraba generando 43.15 Mw. A las 02:26 a.m. en ese momento se visualizó en la pantalla de operación, figura 6.1, una señal de alarma que indicaba que el elemento (TE-6844) en la sección de alta presión de la turbina (HPT) tenía una lectura fuera del rango de operación normal. De los códigos generados por el NETCON 5000 se los ingresa al programa y se consulta,

mostrando la información necesaria para concluir que acción se dio y bajo que condiciones la unidad dio una alarma. Se reviso el elemento con la información proporcionada por el programa y se detecto que efectivamente estaba dañado por lo que se procedió a cambiarlo.

El programa dio como referencia las notas 5,6,7 para apoyo del operador en las especificaciones del elemento y acciones.

Nota5:

- a) Si el promedio de T48 < 400 DEG F después de 10 segundos (para combustible de gas) sobre 1700 RPM XN25 = F-SD (Disparo rápido)
- b) Si el promedio de T48 <400 DEG F después de 20 segundos (para combustible liquido) sobre 1200 RPM XN25 = F-SD (Disparo rápido)
- c) Si el promedio de T48 > 400 DEG F y luego < 400 DEG F mientras arranca o en funcionamiento = FSWM (Parada rápida con motor)
- d) Durante el arranque si el promedio de T48 > 200 DEG F por mas de 3 segundos = FSWM (Parada rápida con motor)
- e) Si el promedio de T48 > 1750 DEG F = SDTI (Desacelera hasta condición de vacío)

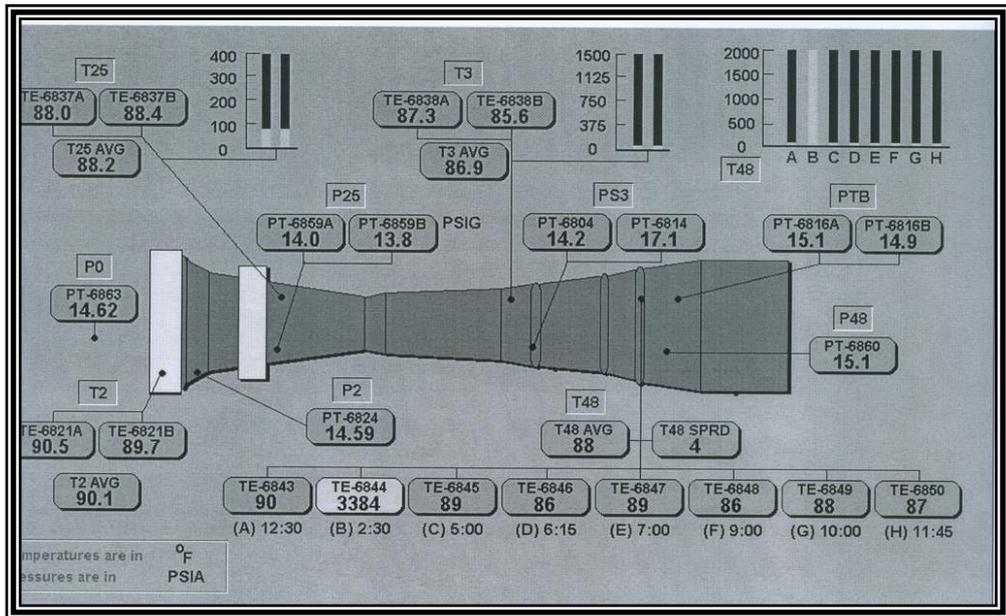
Nota6:

Si cualquier termocupla de prueba > 1730 DEG F o Si el promedio de T48 > 1650 DEG F = ALARMA

Nota7:

- a) Para cualquier termocupla fuera de rango = ALARMA y podrá ser removida desde el control de promedio.
- b) Para cualquier termocupla > 200 DEG F inferior al promedio y XN25 > 9000 RPM = ALARMA y podrá ser removida desde el control de promedio.
- c) Perdida excesiva de termocuplas de prueba como se describe: 3 ADYACENTES Y promedio de T48 > 400 DEG F = SML (Desacelera lentamente a mínima carga), 4 o mas y promedio T48 > 400 DEG F = SML (Desacelera lentamente a mínima carga), perdida del promedio del T48 = SML (Desacelera lentamente a mínima carga)
- d) El control anulara todas señales de perdida de temperatura del T48 hasta el promedio T48 > 400 DEG F.

**FIGURA 6.1
PANTALLA DE OPERACION 1**



**FIGURA 6.2
EJEMPLO DE APLICACIÓN # 1**

Consulta de Codigos

Buscar

CONSULTA DE CODIGOS DE ALARMAS

Consultar...

Ingresar el codigo de la Alarma:

Funcion: Signal Source:

Opciones

...SEÑAL ANALOGA...

IN/OUT TYPE DISPLAY RANGE ACTION RANGE FAULT ACTION UNIT

ALARM S/P ALARM UNIT ALARM R/F ACTION 1 S/D S/P UNIT R/F ACTION 2

...UBICACION (DCS)...

CHASSIS BOARD CHANNEL WOODWARD TERMINAL CABLE TCP TERMINAL

MTTB TERMINAL WIRE RELAY BOX TERMINAL RELAY

...COMENTARIOS...

6.2 EJEMPLO DE APLICACIÓN #2

Fecha: 30 de Julio del 2005

Causa: Elementos de Temperatura (TE-6023, TE-6021, TE-6035, TE-6036 y TE-6025) del sistema de suministro de lubricación de aceite del generador marcaron temperaturas de hasta 205 °F (96.1 °C) lo que dio una señal de alarma y posteriormente la siguiente acción: parada rápida y bloqueo sin motor, inmediatamente se paralizó el suministro de combustible y se disparó del disyuntor.

Descripción del Evento: La unidad #1 se encontraba generando 42.22 Mw. A las 17:55 p.m. en ese momento se visualizó en la pantalla de operación, figura 6.3, una señal de alarma proveniente de la unidad remota (UR1) que indicaba que los elementos anteriormente ya mencionados en la línea de suministro del aceite lubricante tenía una lectura fuera del rango de operación normal. De los códigos generados por el NETCON 5000 se los ingresa al programa y se consulta, mostrando la información necesaria para concluir que acción se dio y bajo que condiciones la unidad se disparó.

Esta nos hace referencia a la nota 13 que nos dice que el Generador será inhibido de arrancar si la temperaturas en sus cojinetes esta por debajo de 14 °F y que el calentamiento del aceite lubricante tiene como función calentar los rodamientos a 68 °F para conservar su viscosidad dentro de este, además calefactores son usados para calentar el estator del generador.

Dada la información se procedió a revisar los elementos para cerciorarse si están en buen estado y para posteriormente revisar el resto del sistema del suministro de aceite lubricante. Se reviso: los intercambiadores de calor, las bombas centrífugas, líneas de retorno del agua, alineamiento de válvulas cheque y de control del agua, filtro de arena en la línea de retorno del agua, dando como resultado que éste ultimo estaba en muy mal estado (sucio sin mantenimiento) ya que no se le había realizado los retrolavados motivo por el cual el retorno del agua para ser enfriada no era lo suficiente rápido restándole así la capacidad de enfriamiento al sistema.

FIGURA 6.3
PANTALLA DE OPERACION 2

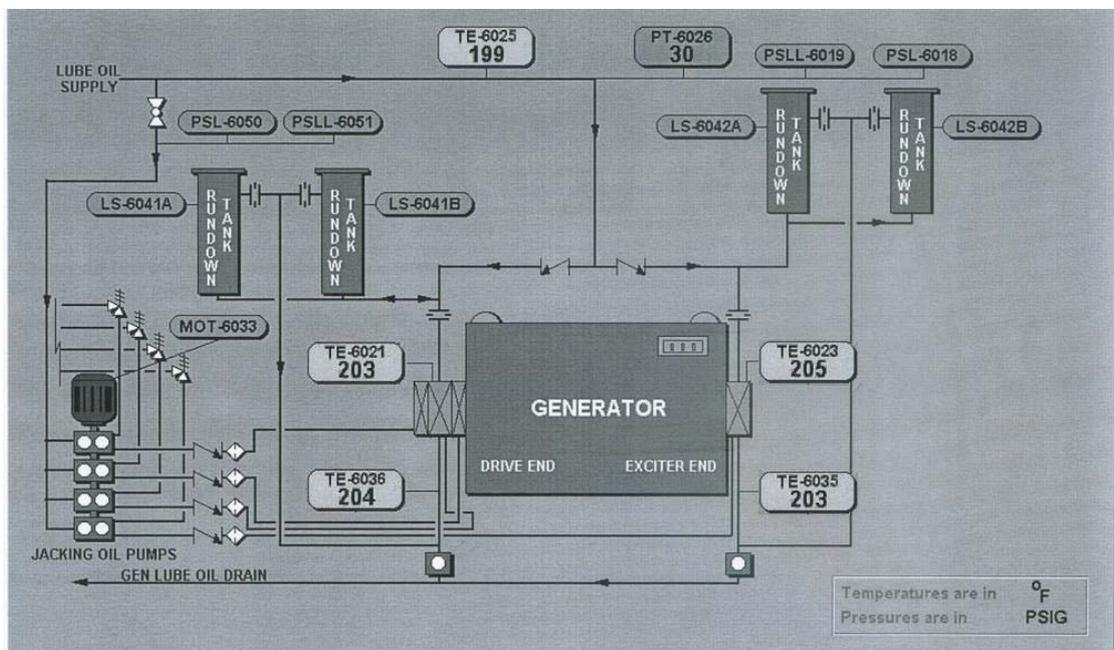


FIGURA 6.4

EJEMPLO DE APLICACIÓN 2

Consulta de Codigos

Buscar

CONSULTA DE CODIGOS DE ALARMAS

Consultar...

Ingresa el codigo de la Alarma:

Function: Signal Source:

Opciones

...SEÑAL ANALOGA...

IN/OUT TYPE DISPLAY RANGE ACTION RANGE FAULT ACTION UNIT

ALARM S/P ALARM UNIT ALARM R/F ACTION 1 S/D S/P S/D UNIT S/D R/F ACTION 2

...UBICACION (DCS)...

CHASIS BOARD CHANNEL WOODWARD TERMINAL CABLE TCP TERMINAL

MTTB TERMINAL WIRE RELAY BOX TERMINAL RELAY

...COMENTARIOS...

6.3 EJEMPLO DE APLICACIÓN #3

Fecha: 17 de Septiembre del 2005.

Causa: El elemento transmisor de presión (PT-6231) de la sección del amplificador de presión de combustible líquido por bomba dual, dio un valor menor a 5PSIG lo cual generó una señal de alarma y posterior la siguiente acción: parada rápida con motor, luego los engranajes se ponen en marcha durante 25 minutos cuando XN25 alcance 1700RPM, resetear solamente desde el panel de control de la turbina.

Descripción del Evento: La unidad #3 se encontraba generando 41.82 Mw. A las 03:19 a.m. en ese momento se visualizó en la pantalla de operación, figura 6.5, una señal de alarma proveniente de la unidad remota (UR1) que indicaba que la presión de entrada de combustible estaba por debajo de los límites de operación normal de la turbina lo que dio como consecuencia el disparo de la unidad.

Tomando el código generado por el NETCON 5000 se lo ingresa al programa y se consulta, mostrando la información necesaria para concluir que acción se dio y bajo que condiciones la unidad se disparó.

Se concluyó que el error fue humano ya que del sistema dual de bombas por lo general se usa solo una de ellas y la otra en caso de emergencia o mantenimiento, se le estaba haciendo un correctivo a los filtros de una de las bombas de transferencia ubicados a la entrada de la turbina, este trabajo se lo estaba realizando en caliente, una vez realizada la operación de limpieza se procedió a poner en funcionamiento esta sección y se realizó una mala maniobra la cual fue, parar la bomba que estaba en

funcionamiento y se puso en marcha la que estaba en mantenimiento esto produjo una baja de presión en la línea de combustible ya que para que el sistema entrante conserve la misma presión con la que venía funcionando la turbina primero debe llenarse un tanque reservorio de combustible que están después de los filtros para luego así enviar el combustible con mayor presión, entonces como esto toma un cierto tiempo la turbina ya se quedo sin presión de combustible lo que ocasionó el disparo.

FIGURA 6.5
PANTALLA DE OPERACION 3

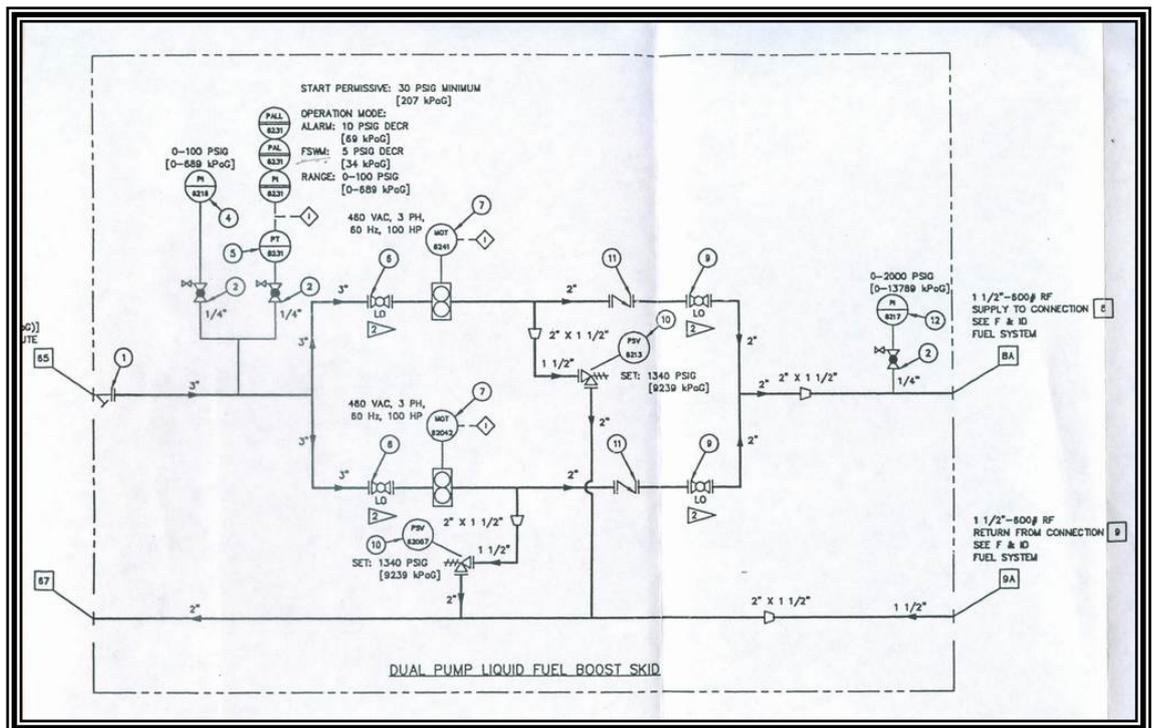


FIGURA 6.6
EJEMPLO DE APLICACIÓN 3

Consulta de Codigos

Buscar

CONSULTA DE CODIGOS DE ALARMAS

Consultar...

Ingresar el codigo de la Alarma:

Funcion: Signal Source:

Opciones

...SEÑAL ANALOGA...

IN/OUT TYPE DISPLAY RANGE ACTION RANGE FAULT ACTION UNIT

ALARM S/P ALARM UNIT ALARM R/F ACTION 1 S/D S/P S/D UNIT S/D R/F ACTION 2

...UBICACION (DCS)...

CHASIS BOARD CHANNEL WOODWARD TERMINAL CABLE TCP TERMINAL

MTTB TERMINAL WIRE RELAY BOX TERMINAL RELAY

...COMENTARIOS...

CONCLUSIONES

- Usualmente, el procedimiento para la detección de fallas que conducen a una alarma y disparo en la unidad, conlleva al operador a ejecutar una serie de pasos, como la búsqueda manual de ciertos datos, lo que resta efectividad al proceso.
- La herramienta informática implementada permitirá al operador optimizar el tiempo de búsqueda de los elementos relacionados con cada una de las fallas que produzcan alarmas o disparos en las unidades, ya que resumiera en una sola pantalla la información mas relevante correspondiente a cada una de ellas, omitiendo pasos intermedio innecesarios.
- El objetivo del presente trabajo es dar apoyo al operador mas no solucionar por completo la falla, ya que esta puede tener múltiples orígenes. Por tal razón queda a juicio del operario las acciones a seguir para aclarar la falla.
- La herramienta informática contiene una base de datos que permite modificaciones o actualizaciones dependiendo de las necesidades de la central.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda al operador la implementación y el uso de la herramienta informática, cuyo objetivo principal consiste en la optimización del tiempo requerido para solucionar cualquier tipo de desperfecto o anomalía que pudiere presentarse en las unidades de generación de la Central Térmica Electroquil S.A. sean estas de naturaleza eléctrica o mecánica, de manera que el operario realice su trabajo de manera efectiva.
- Es importante realizar el mantenimiento preventivo del conjunto generador turbina, esto permitirá garantizar un correcto funcionamiento del mismo y la no interrupción temporal o permanente del suministro de energía al sistema interconectado evitando así pérdidas de tipo económicas para los usuarios o consumidores del servicio y a la vez no exponiéndose a sanción alguna por parte de los entes reguladores.
- Se recomienda de forma permanente se capacite al personal de la central, solo teniendo gente más instruida se puede ir atenuando los problemas y corrigiendo los errores. Así como también incentivar al personal para que desarrollen herramientas como la que se presenta de tal forma que su trabajo lo realicen de forma eficiente ahorrando tiempo y costos.

ANEXOS # 1

LISTADO DE ALARMAS DE SEÑALES ANALOGAS

| SOFTWARE VARIABLE NAME | FUNCTION |
|------------------------|----------------------------------|
| RL_1A14.GSPHASEBTP | GEN STATOR TEMP PHASE B (NO.5) |
| RL_1A14.GSPHASCITP | GEN STATOR TEMP PHASE C (NO.6) |
| RL_1A14.GAOUTLTP | GEN AIR OUTLET TEMP |
| RL_1A14.GAEXOUTLTP | GEN EXCITER AIR OUTLET TEMP |
| RL_1A15.INVENTAIRR | INLET FILTER VENT AIR (SEC B) |
| RL_1A15.ASAIRTP | DELTA 12 |
| RL_1A15.RIOAIRTP1 | REMOTE I/O ENC AIR TEMP (A) |
| RL_1A15.INVENTAIRL | INLET FILTER VENT AIR (SEC A) |
| RL_1A15.TFGASSYTP | GAS FUEL SUPPLY TEMP |
| RL_1A15.TFLIGSYTP | LIQ FUEL SUPPLY TEMP |
| RL_1A15.TAENRMTPA | TURB ROOM AIR TEMP (NO. 1) |
| RL_1A15.TAENRMTPB | TURB ROOM AIR TEMP (NO.2) |
| RL_1A16.TLAGBTPA | TURB AGB SCAVENGE OIL TEMP (A) |
| RL_1A16.TLTGBTPA | TURBSUMPTGBMSCAVOILT(A) |
| RL_1A16.TLSPBTPA | TURB SUMP BSCAV OIL TEMP (A) |
| RL_1A16.TLSPCTPA | TURB SUMP CSCAV OIL TEMP (A) |
| RL_1A16.TLSPDTPA | TURB SUMP DSCAV OIL TEMP (A) |
| RL_1A16.TLSPETPA | TURB SUMP ESCAV OIL TEMP (A) |
| RL_1A16.TLSYTPA | TURB LUBE OIL SUPPLY TEMP (A) |
| RL_1A16.INCOMBAJRR | INLET FILTER COMB AD. (SEC B) |
| RL_1A17.TLAGBTPB | TURB AGB SCAVENGE OIL TEMP (B) |
| RL_1A17.TLTGBTPB | TURBSUMPTGBMSCAVOILT(B) |
| RL_1A17.TLSPBTPB | TURB SUMP B SCAV OH. TEMP (B) |
| RL_1A17.TLSPCTPB | TURB SUMP CSCAV00.TEMP (B) |
| RL_1A17.TLSPDTPB | TURB SUMP D SCAV OIL TEMP (B) |
| RL_1A17.TLSPETPB | TURB SUMP E SCAV OIL TEMP (B) |
| RL_1A17.TLSYTPB | TURB LUBE OIL SUPPLY TEMP (B) |
| RL_1A17.INCOMBAJRL | INLET FILTER COMB AIR (SEC A) |
| RL_2A2.TLTGBCHIP | TURB SUMP TGB/A MAG CHIP DET |
| RL_2A2.TLSPBCHIP | TURB SUMP B MAGNETIC CHIP DET |
| RL_2A2.TLCOMCHIP | TURB SUMP COM MAG CHIP DET |
| RL_2A2.TLSPCCHIP | DELTA 12 |
| RL_2A2.TLSPDCHIP | DELTA 12 |
| RL_2A2.TLSPCCHIP | DELTA 12 |
| RL_2A2.CDPPRGTP | CDP PURGE TEMP |
| RL_2A2.TLCOMSCHIP | DELTA 12 |
| RL_2A3.GADEINTP | DELTA 12 |
| RL_2A3.GADEINTP | DELTA 12 |
| RL_2A3.CHATROUTT | CHILLED COMB AIR TEMP (SEC A) |
| RL_2A3.CHAIROUTTR | CHILLED COMB AIR TEMP (SEC B) |
| RL_2A3.GWINTP | DELTA 12 |
| RL_2A3.GWOUTTP | DELTA 12 |
| RL_2A3.H2OPMPPROU | DELTA 12 |
| RL_2A5.T2_A | T2 LPC INLET AIR TEMP (A) |
| RL_2A5.T2_B | T2 LPC INLET AIR TEMP (B) |
| RL_2A5.T25_A | T25 HPC INLET AIR TEMP (A) |
| RL_2A5.T25_B | T25 HPC INLET AIR TEMP (B) |
| RL_2A5.CHILVMTTPB | CHILLED VENT AIR TEMP (SEC B) |
| RL_2A5.CHILVMTTPA | CHILLED VENT AIR TEMP (SEC A) |
| RL_2A7.VBV_FDVR | VBV ACTUATOR TORQ MOTOR |
| RL_2A7.VBV_POSN_A | VBV LVDT EXCITATION (LEFT) |
| RL_2A7.VBV_POSN_A | VBVA LVDT RETURN (LEFT.SEC1) |
| RL_2A7.VBV_POSN_A | VBVA LVDT RETURN (LEFT.SEC 2) |
| RL_2A7.TBAL_FDVR | DELTA 12 |
| RL_2A7.VBV_POSN_B | VBV LVDT EXCITATION (RIGHT) |
| RL_2A7.VBV_POSN_B | VBVB LVDT RETURN (RIGHT, SEC 1) |
| RL_2A7.VBV_POSN_B | VBVB LVDT RETURN (RIGHT, SEC 2) |
| RL_2A8.VGV_FDVR | VIGV ACTUATOR TORQ MOTOR |
| RL_2A8.VGV_POSN_A | VIGV LVDT EXCITATION (LEFT) |
| RL_2A8.VGV_POSN_A | VIGVA LVDT RETURN (LEFT.SEC 1) |
| RL_2A8.VGV_POSN_A | VIGVA LVDT RETURN (LEFT.SEC 2) |
| RL_2A8.STEAM_FDVR | DELTA 12 |
| RL_2A8.VGV_POSN_B | VIGV LVDT EXCITATION (RIGHT) |
| RL_2A8.VGV_POSN_B | VIGVB LVDT RETRNR (RIGHT, SEC 1) |
| RL_2A8.VGV_POSN_B | VIGVB LVDT RETRNR (RIGHT.SEC 2) |
| RL_2A9.VSV_FDVR | VSV ACTUATOR TORQ MOTOR |
| RL_2A9.VSV_POSN_A | VSV LVDT EXCITATION (LEFT) |
| RL_2A9.VSV_POSN_A | VSVVA LVDT RETURN (LEFT.SEC 1) |
| RL_2A9.VSV_POSN_A | VSVVA LVDT RETURN (LEFT.SEC 2) |
| RL_2A9.WATER_FDVR | DELTA 12 |
| RL_2A9.VSV_POSN_B | VSV LVDT EXCITATION (RIGHT) |
| RL_2A9.VSV_POSN_B | VSVVB LVDT RETURN (RIGHT.SEC 1) |
| RL_2A9.VSV_POSN_B | VSVVB LVDT RETURN (RIGHT.SEC 2) |
| RL_2A10.GAS_DRVVR | GAS FUEL ACTUATOR TORQ MOTOR |
| RL_2A10.GAS_POSN | GAS FUEL RVDT EXCITATION |
| RL_2A10.GAS_POSN | GAS FUEL RVDT RETURN |
| RL_2A10.LIQ_DRVVR | LIQ FUEL ACTUATOR TORQ MOTOR |
| RL_2A10.LIQ_POSN | LIQ FUEL RVDT EXCITATION |
| RL_2A10.LIQ_POSN | LIQ FUEL RVDT RETURN |

| SOFTWARE VARIABLE NAME | FUNCTION |
|------------------------|---------------------------------|
| LL_1A6.GEN_VAR | GENERATOR VAR SIGNAL |
| LL_1A6.GEN_VOLT | GENERATOR VOLTS |
| LL_1A6.GEN_AMP | GENERATOR AMPS |
| LL_1A6.GEN_HZ | GENERATOR FREQUENCY |
| LL_1A6.GEN_PF | GENERATOR POWER FACTOR |
| LL_1A6.GEN_MWH | GENERATOR WH |
| LL_1A6.GENFLDVOLT | GENERATOR FIELD VOLTS |
| LL_1A6.GENFLDAMP | GENERATOR FIELD AMPS |
| LL_1A7.MW_SNSR | GEN MW SIGNAL (GNMW) |
| LL_1A7.TF8ASFLOW | COMPENSATED GAS FUEL FLOW RATE |
| LL_1A7.HSNOZSTMFL | DELTA 12 |
| LL_1A7.CILOADSHAR | DELTA 12 |
| LL_1A7.CIMWLIMCNT | MW TO UTILITY FOR MW CONTROL |
| LL_1A7.HSFT6290 | DELTA 12 |
| LL_1A7.G_SUP_PKES | Pgas GAS FUEL SUPPLY PRESSURE |
| LL_1A7.CIPROCCNT | DELTA 12 |
| LL_1A8.SP_1_8_1 | CTG MW SIGNAL TO CUSTOMER |
| LL_1A8.SP_1_8_2 | CTG VAR SIGNAL TO CUSTOMER |
| LL_1A8.SP_1_8_3 | GAS FUEL FLOW TO CUSTOMER |
| LL_1A8.SP_1_8_4 | LIQ FUEL FLOW TO CUSTOMER |
| LL_1A8.SP_1_8_5 | TURBINE INLET TEMP (T2 AVG) |
| LL_1A8.SP_1_8_6 | AIR FILTER INLET TEMP |
| LL_1A9.XN25SPD_RO | XN25 ACTUAL SPEED READOUT |
| LL_1A9.XN25REF_RO | XN25 REFERENCE READOUT |
| LL_1A9.XN25SPD_RO | T3 HPC DISCHARGE TEMP |
| LL_1A9.XN25SPD_RO | XN25 ACTUAL SPEED READOUT |
| LL_1A9.XN25REF_RO | XN25 REFERENCE READOUT |
| LL_1A9.T48AVG_RO | LPT AVG TEMP READOUT (T48) |
| LL_1A9.SP_1_9_7 | DELTA 12 |
| LL_1A9.SP_1_9_8 | DELTA 12 |
| RL_1A3.XN2_A | XN2A LPC SPEED PICKUP (LEFT) |
| RL_1A3.XN25_A | XN25A HPC SPEED PICKUP (NO. 1) |
| RL_1A3.XN25_A | XN25A LPT SPEED PICKUP (LEFT) |
| RL_1A4.XN2_B | XN2B LPC SPEED PICKUP (RIGHT) |
| RL_1A4.XN25_B | XN25B HPC SPEED PICKUP (NO.2) |
| RL_1A4.XN25_B | XN25B LPT SPEED PICKUP (RIGHT) |
| RL_1A5.T48JV | T48A LPT INLET GAS TEMP (UP) |
| RL_1A5.T48_C | T48C LPT INLET GAS TEMP (LO) |
| RL_1A5.T48JE | T48E LPT INLET GAS TEMP (LO) |
| RL_1A5.T48_G | T48G LPT INLET GAS TEMP (UP) |
| RL_1A5.T3_A | T3 HPC DISCHARGE TEMP (A) |
| RL_1A5.TFLIGMTP1 | LIQ FUEL PRI MANIFOLD TEMP #1 |
| RL_1A5.A5_CLTEMP | COLD JUNCTION COMPENSATION |
| RL_1A6.T48_B | T48B LPT INLET GAS TEMP (UP) |
| RL_1A6.T48_D | T48D LPT INLET GAS TEMP (LO) |
| RL_1A6.T48_F | T48F LPT INLET GAS TEMP (LO) |
| RL_1A6.T48_H | T48H LPT INLET GAS TEMP (UP) |
| RL_1A6.T3_B | T3 HPC DISCHARGE TEMP (B) |
| RL_1A6.TFLIGMTP2 | LIQ FUEL SEC MANIFOLD TEMP # 2 |
| RL_1A6.A6_CJ_TEMP | COLD JUNCTION COMPENSATION |
| RL_1A7.THRBALPRES | PTB1 THRUST BALANCE PRESSURE |
| RL_1A7.TAP2PRES | P2 LPC INLET AIR TOTAL PRESS |
| RL_1A7.TFLIGMNDPPR | LIQ FUEL SEC MANIFOLD PRESS |
| RL_1A7.TFLPDISPR | LIQ FUEL PUMP DISCHARGE |
| RL_1A7.P0_SNSR | P0 INLET STATIC PRESSURE |
| RL_1A7.HSPT6289 | DELTA 12 |
| RL_1A7.PS3_A | PS3A HPC DISCH ST PRESS (A) |
| RL_1A8.TFGSMNDPPR | GAS FUEL MANIFOLD PRESS |
| RL_1A8.TLOILSYPR | TURB LUBE OIL SUPPLY PRESSURE |
| RL_1A8.TLOILSCVPR | TURB LUBE OIL SCAVENGE PRESS |
| RL_1A8.GLOILSYPR | GENERATOR LUBE OIL SUPP PRESS |
| RL_1A8.P48_SNSR | P48 LPT INLET TOTAL PRESS |
| RL_1A8.P25INPR | P25 HPC INLET TOTAL PRESS |
| RL_1A8.PS3_B | PS3B HPC DISCH ST PRESS (B) |
| RL_1A10.WWPRES | DELTA 12 |
| RL_1A10.WATER_PPH | DELTA 12 |
| RL_1A10.TFLIGSYPR | LIQUID FUEL SUPPLY PRESS |
| RL_1A10.TFLIGMNDPP | LIQUID FUEL MAN PRESS (PRI) |
| RL_1A10.LIQSUP_PPH | LIQUID FUEL FLOW RATE (SUPPLY) |
| RL_1A10.LIQRET_PPH | LIQUID FUEL FLOW RATE (RETURN) |
| RL_1A10.H2OPMPPRIN | DELTA 12 |
| RL_1A13.GLTHRBGTP | DELTA 12 |
| RL_1A13.RIOAIRTP2 | REMOTE I/O ENC AIR TEMP (B) |
| RL_1A13.GAENCLRMTP | GENERATOR ROOM AIR TEMP |
| RL_1A13.GLOILSYTP | GEN LUBE OIL SUPPLY TEMP |
| RL_1A13.GLDRBGTP | GEN BEARING TEMP (DE) |
| RL_1A13.GLDRBGDRTP | GEN BEARING OIL DRN TEMP (DE) |
| RL_1A13.GLEXBGTP | GEN BEARING TEMP (NDE) |
| RL_1A13.GLEXBGDRTP | GEN BEARING OIL DRN TEMP (NDE) |
| RL_1A14.GSPHASEATP | GEN STATOR TEMP PHASE A (NO. 1) |
| RL_1A14.GSPHASEBTP | GEN STATOR TEMP PHASE B (NO.2) |
| RL_1A14.GSPHASECTP | GEN STATOR TEMP PHASE C (NO.3) |
| RL_1A14.GSPHASEATP | GEN STATOR TEMP PHASE A (NO.4) |

LISTADO DE ALARMAS DE SEÑALES DIGITALES DE ENTRADA

| SOFTWARE VARIABLE NAMES | FUNCTION |
|-------------------------|--------------------------------------|
| LL_1A10.LO.SP_1_L10_1 | AMS SUMMARY TROUBLE |
| LL_1A10.LO.CIPROCN | DELTA 12 |
| LL_1A10.LO.CIAMNLRST | DELTA 12 |
| LL_1A10.LO.HSRAISENOX | DELTA 12 |
| LL_1A10.LO.HSLOWERNOX | DELTA 12 |
| LL_1A10.LO.FMEYESOK | DELTA 12 |
| LL_1A10.LO.GEOVREXC | GEN EXCITATION LIMITER OPERATION |
| LL_1A10.LO.GEDIODEFLT | GEN EXCITER DIODE FAILURE |
| LL_1A10.LO.GAUTOBKRSY | DELTA 12 |
| LL_1A10.LO.TFSDFUELNX | SHUTDOWN FUEL AND NOX SUPPRESSION |
| LL_1A10.LO.GISODDROOP | ISOC./DROOP CONTROL |
| LL_1A10.LO.VIBSUMAM | VIBRATION SUMMARY ALARM |
| LL_1A10.LO.VIBSUMSD | VIBRATION SUMMARY SHUTDOWN |
| LL_1A10.LO.VIBSYSMAL | VIB SYS MALFUNCTION |
| LL_1A10.LO.HSNOZEN | DELTA 12 |
| LL_1A10.LO.ROTGNDFLT | ROTOR GROUND FAULT |
| LL_1A10.MID.PRC_3W_GR | LOSS OF DC POWER ON SYSTEM |
| LL_1A10.MID.CINOXSD | DELTA 12 |
| LL_1A10.MID.EXTOVRSPOD | TURBINE EXTERNAL OVERSPEED |
| LL_1A10.MID.CISTRPTERM | CUSTOMER PERMISSIVE START |
| LL_1A10.MID.GSKEYSPDSD | DELTA 12 |
| LL_1A10.MID.GSZEROSPD | GEN ZERO SPEED SWITCH |
| LL_1A10.MID.GEEXFLTAM | GEN MAIN AVR FAULT |
| LL_1A10.MID.OILOCEMSTP | LOCAL EMERGENCY STOP |
| LL_1A10.MID.OREMESTP | REMOTE EMERGENCY STOP |
| LL_1A10.MID.OINORMSTP | NORMAL STOP |
| LL_1A10.MID.CILOADSHED | DELTA 12 |
| LL_1A10.MID.OIRESSET | RESET (AL / LOCKED OUT SD / NLO SD) |
| LL_1A10.MID.TFLAMEDT1 | TURB UV FLAME DETECTOR NO.1 |
| LL_1A10.MID.TFLAMEDT2 | TURB UV FLAME DETECTOR NO.2 |
| LL_1A10.MID.OIAMACK | ALARM ACKNOWLEDGE |
| LL_1A10.MID.FMFIAGASSD | FIRE/GAS MONITOR SD |
| LL_1A10.HIFMTLELAM | ALARM L.E.L.-TURB ROOM |
| LL_1A10.HIFMGLLELAM | ALARM L.E.L. - GEN ROOM |
| LL_1A10.HIFMTLELSD | SD L.E.L.-TURB ROOM |
| LL_1A10.HIFMGLLELSD | SD L.E.L.-GEN ROOM |
| LL_1A10.HIFMMONFLAM | FIRE/GAS MONITOR FAILURE |
| LL_1A10.HIBUS86TRIP | BUS/UTILITRY 86TRIP |
| LL_1A10.HIBBRKROOPEN | GEN BREAKER OPEN |
| LL_1A10.HIBBRKRCLSD | GEN BREAKER CLOSED |
| LL_1A10.HIBUSBRKOPEN | BUS/UTILITY BREAKER OPEN |
| LL_1A10.HIBUSBRKCLSD | BUS/UTILITY BREAKER CLOSED |
| LL_1A10.HIG86LOCTRIIP | GEN 86 TRIP (LOCAL) |
| LL_1A10.HIG86REMTRIP | GEN 86 TRIP (REMOTE) |
| LL_1A10.HIOIAUTOMAN | AUTO/MANUAL SYNC |
| LL_1A10.HIOIFUELXFER | FUEL TRANSFER SELECTED |
| LL_1A10.HIENTSTIMERS | EN ABLE TEST TIMERS |
| LL_1A10.HISYNC_CLK | SYNC NETCON CLOCK |
| LL_1A11.LO.OISTRFT | START |
| LL_1A11.LO.OIHISPCDNK | HIGH SPEED CRANK |
| LL_1A11.LO.OU.OSPCDNK | LOW SPEED CRANK |
| LL_1A11.LO.OIRAXNSD | RAISE XNSD SPEED (MANUAL) |
| LL_1A11.LO.OIOXNSD | LOWER XNSD SPEED (MANUAL) |
| LL_1A11.LO.SP_1_L11_6 | START SKID MOTOR STARTER AUX CONTACT |
| LL_1A11.LO.BCDCFAJL | BATTERY CHARGER FAILURE- DC (24VDC) |
| LL_1A11.LO.BCACFADL | BATTERY CHARGER FAILURE- AC (24VDC) |
| LL_1A11.LO.BCLOVOLTSD | LO BATTERY VOLTAGE (24 VDC) |
| LL_1A11.LO.BCGNDFLT | BATTERY CHARGER GROUND FAULT (24VDC) |
| LL_1A11.LO.TPEAKING | DELTA 12 |
| LL_1A11.LO.GEMW/LIMEN | ENABLE MEGA/WATT CONTROL |
| LL_1A11.LO.TRXNSDHILM | SELECT XNSD UPPER UMITT |
| LL_1A11.LO.TRXNSDL0LM | SELECT XNSD LOWER LIMIT |
| LL_1A11.LO.SP_1_L11_15 | AMS SUMMARY FAILURE |
| LL_1A11.LO.OIW/WSEL | WATER WASH SELECT |
| LL_1A11.MID.OIW/WRINSEI | DELTA 12 |
| LL_1A11.MID.FMHALLOAM | DELTA 12 |
| LL_1A11.MID.FMHALLOSD | DELTA 12 |
| LL_1A11.MID.FMHALRELS | DELTA 12 |
| LL_1A11.MID.FMC02RELS | CO2 BOTTLE RELEASED |
| LL_1A11.MID.DGP52DTRP | DGP 52G TRIP |
| LL_1A11.MID.DGPFALUT | DGP ALARM |
| LL_1A11.MID.DGPFALURE | DGP FAILURE |
| RL_2A15.LO.TAHIDPSCAM | BELLMOUTH INLET SCREEN HIGH D/P |
| RL_2A15.LO.TAHIDPSCSD | BELLMOUTH INLET SCREEN HIGH HIGH D/P |
| RL_2A15.LO.GASBOVCLS | GAS FUEL BLOWOFF VALVE CLOSED (B) |

| SOFTWARE VARIABLE NAMES | FUNCTION |
|-------------------------|---|
| RL_2A15.LO.TL6KLOPRSD | TURB LUBE LO LO PRESS (XN25>7.8K RPM) |
| RL_2A15.LO.TLLOPRSD | TURB LUBE LO LO PRE (4.5<XN25<7.8K RPM) |
| RL_2A15.LO.TLSCYPRAM | TURB SCAV OIL PUMP DISCH HI PRESS |
| RL_2A15.LO.TLSYDPPFLAM | TURB SCAV OIL FILTER HI D/P |
| RL_2A15.LO.TLSYDPPFLSD | TURB SCAV OIL FILTER HI HI D/P |
| RL_2A15.LO.TLDPSPFLSD | TURB LUBE OIL SUPPLY FILTER HI HI D/P |
| RL_2A15.LO.TFHIPRSD | GAS FUEL HI HI PRESS |
| RL_2A15.LO.TFLOPRAM | GAS FUEL SUPPLY LOW PRESS |
| RL_2A15.LO.OIW/WSELECT | WATER WASH SELECT |
| RL_2A15.LO.TFGVLYMNP0 | GAS FUEL METERING VALVE MIN POS |
| RL_2A15.LO.THDPSPFLAM | HYD ACTUATOR SUPPLY FILTER HI D/P |
| RL_2A15.LO.THDPSPFLAM | TURB LUBE OIL SUPPLY FILTER HI D/P |
| RL_2A15.LO.TAINFLDPAM | AIR INLET FILTER HI D/P |
| RL_2A15.MID.TAINFLDP0SD | AIR INLET FILTER HI HI D/P |
| RL_2A15.MID.SSNOT AUTO | START SKID NOT IN AUTO |
| RL_2A15.MID.TLSFLDPAM | AIR/OIL SEPARATOR FILTER HI D/P |
| RL_2A15.MID.HS2S6277 | DELTA 12 |
| RL_2A15.MID.HS2S6267 | DELTA 12 |
| RL_2A15.MID.HS2S6270 | DELTA 12 |
| RL_2A15.MID.HS2S6275 | DELTA 12 |
| RL_2A15.MID.HS2S6287 | DELTA 12 |
| RL_2A15.MID.GASBOVPOS | GAS FUEL BLOWOFF VALVE OPEN (A) |
| RL_2A15.MID.SSINMAN | START SKID IN MANUAL |
| RL_2A15.MID.TLVGFLDPHI | TURB VG LUBE OIL FILTER HI D/P |
| RL_2A15.MID.GLJACPLOAM | GEN JACKING OIL PUMP INLET LOW PRESS |
| RL_2A15.MID.GLJACPL0SD | GEN JACK OIL PUMP INLET LO LO PRESS |
| RL_2A15.MID.GLTKLYLAM | GEN LUBE OIL TANK LOW LEVEL |
| RL_2A15.MID.GLLOTKTPAM | GEN LUBE OIL TANK LOW TEMP |
| RL_2A15.MID.GLACPUMPPR | GEN AC LUBE OIL PUMP HI PRESS |
| RL_2A15.HI.GLPMFILK | GEN MECHANICAL LUBE OIL PUMP LO PRESS |
| RL_2A15.HI.GLLOPRAM | GEN LUBE OIL LOW PRESS |
| RL_2A15.HI.GLLOPRSD | GEN LUBE OIL LOW LOW PRESS |
| RL_2A15.HI.GLDPFLAM | GEN LUBE OIL FILTER HI D/P |
| RL_2A15.HI.GAENCLODPAM | TURB/GEN ROOM LOW D/P |
| RL_2A15.HI.GAFLOW\$1AM | GEN VENT FAN AIR LOW FLOW (FAN A) |
| RL_2A15.HI.GAFLOW\$2AM | GEN VENT FAN AIR LOW FLOW (FAN B) |
| RL_2A15.HI.TAFLOW\$1AM | TURB VENT FAN AIR LOW FLOW (FAN A) |
| RL_2A15.HI.TAFLOW\$2AM | TURB VENT FAN AIR LOW FLOW (FAN B) |
| RL_2A15.HI.EVAPASUMAM | DELTA 12 |
| RL_2A15.HI.SPJL15.44 | GEN LUBE OIL RUNDOWN TANK LEVEL (DE) |
| RL_2A15.HI.SP.2.15.45 | GEN LUBE OIL RUNDOWN TANK LEVEL (DE) |
| RL_2A15.HI.LLOTKLYAM | TURB LUBE OIL TANK LOW LEVEL |
| RL_2A15.HI.EVAPBSUMAM | DELTA 12 |
| RL_2A15.HI.LLOTKTPAM | TURB LUBE OIL TANK LOW TEMP |
| RL_2A16.LO.TFDTKLVHI | DELTA 12 |
| RL_2A16XO.TFGADPPFLAM | DELTA 12 |
| RL_2A16XO.TFSEPULVL | DELTA 12 |
| RL_2A16XO.TFLOPRSD | DELTA 12 |
| RL_2A16.LO.SP_X16.5 | GEN LUBE OIL RUNDOWN TANK LEVEL (NDE) |
| RL_2A16XO.SP_2J6.6 | GEN LUBE OIL RUNDOWN TANK LEVEL (NDE) |
| RL_2A16XO.TFUFLDPHI | LIQ FUEL FILTER HI D/P |
| RL_2A16.LO.TFUVLYMIN | LIQ FUEL METERING VALVE MIN POS |
| RL_2A16.LO.TAFILTDOOR | DELTA 12 |
| RL_2A16.LO.GLHTIKLYAM | DELTA 12 |
| RL_2A16.LO.TLHIKLYAM | TURB LUBE OIL TANK HIGH LEVEL |
| RL_2A16.LO.GLDCPUMPPR | DELTA 12 |
| RL_2A16.LO.GWCOOLERAM | DELTA 12 |
| RL_2A16.MID.TWFLDPHI | DELTA 12 |
| RL_2A16.MID.HYDLYLLO | START SKID HYD RESERVOIR OIL LEVEL LO |
| RL_2A16.MID.HYDTMPHI | START SKID HYD RESERVOIR OIL TEMP HI |
| RL_2A16.MID.HYDTMPL0 | START SKID HYD RESERVOIR OIL TEMP LO |
| RL_2A16.MID.HYDLORETPR | START SKID HYD PUMP PRESSURE LO |
| RL_2A16.MID.HYDHIVAY | START SKID HYD PUMP VACUUM DELTA PHI |
| RL_2A16.MID.VAOPEN | CDP PURGE VALVE (VA) FCV-62033 OPEN |
| RL_2A16.MID.VACLOSED | CDP PURGE VALVE (VA) FCV-62033 CLOSED |
| RL_2A16.MID.VYIOPEN | CDP PURGE VENT (W)FCV-2040 OPEN |
| RL_2A16.MID.VYICLOSED | CDP PURGE VENT (W)FCV-62040 CLOSED |
| RL_2A16.MID.VBOPEN | CDP PURGE VALVE (VB) FCV-62031 OPEN |
| RL_2A16.MID.VBCLOSED | CDP PURGE VALVE (VB) FCV-42033 CLOSED |
| RL_2A16.MID.CDPWTRFLO | DELTA 12 |

LISTADO DE ALARMAS DE SEÑALES DIGITALES

DE SALIDA

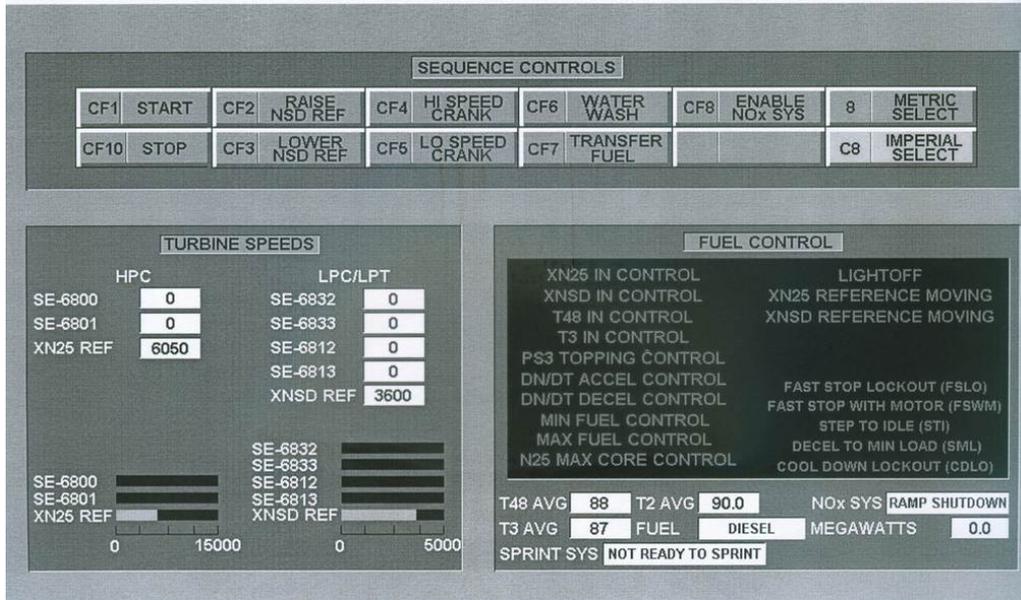
| SOFTWARE VARIABLE NAMES | FUNCTION |
|-------------------------|-------------------------------------|
| LL_1A13.CRITSD | SUMMARY CRITICAL SHUTDOWN |
| LL_1A13.GTGSUMSD | TURBINE-GENERATOR SUMMARY SHUTDOWN |
| LL_1A13.SYNCEN | SYNCHRONIZER ENABLE |
| LL_1A13.OIHORN | HORN |
| LL_1A13.TRIPRIOPWR | TRIP REMOTE NETCON POWER |
| LL_1A13.REMOHTR | REMOTE I/O HEATER CONTROL |
| LL_1A13.GASFTOTINH | GAS FUEL FLOW TOTALIZER INHIBIT |
| LL_1A13.NZSTTOTINH | DELTA 12 |
| LL_1A13ASIPWRDMP1 | AMS ENABLE |
| LL_1A13ASIPWRDMP2 | DELTA 12 |
| LL_1A13.TFLIOPUMPB | LIQ FUEL PUMP "B" |
| LL_1A13.ASEPWRDMP2 | DELTA 12 |
| LL_1A13.SP_L13_13 | DECEL TO MIN LOAD INITIATED (INDIC) |
| LL_1A13.NETOPER | NETCON OPERATIONAL (INDICATION) |
| LL_1A13.SDINIT | SHUTDOWN INITIATED (INDICATION) |
| LL_1A13.DTOIDLEINI | STEP TO IDLE INITIATED (INDICATION) |
| LL_1A13.TFINITIAL | FUEL SYSTEM INTTAUZE |
| LL_1A13.GAS100 | 100% GAS FUEL (INDICATION) |
| LL_1A13.UBRKRCONT | DELTA 12 |
| LL_1A13.LIQ100 | 100% LIQUID FUEL (INDICATION) |
| LL_1A13.STSKNOTAUT | START SKID NOT IN AUTO (REPEATED) |
| LL_1A13.STSINMAN | START SKID IN MANUAL (REPEATED) |
| LL_1A13.T48_CUST | DELTA 12 |
| LL_1A13.FUELLIMIND | FUEL / XN25 CONTROL (INDICATION) |
| LL_1A13.PS3TOP_IND | P33 TOPPING CONTROL (INDICATION) |
| LL_1A13.T3_IND | T3 CONTROL (INDICATION) |
| LL_1A13.XN25_IND | XN25 CONTROL (INDICATION) |
| LL_1A13.XNSD_IND | XNSD CONTROL (INDICATION) |
| LL_1A13.T48_IND | T48 CONTROL (INDICATION) |
| LL_1A13.ACCEL_IND | DN/DT ACCEL CONTROL (INDICATION) |
| LL_1A13.DECEL_IND | DN/DT DECEL CONTROL (INDICATION) |
| LL_1A13.START_IND | START CONTROL (INDICATION) |
| LL_1A13.OILTEOFF | LITE-OFF SWITCH (INDICATION) |
| LL_1A13.XN2S_CUST | DELTA 12 |
| LL_1A13.XN25REFIND | XN25 REFERENCE MOVING (INDICATION) |
| LL_1A13.XNSDREFIND | XNSD REFERENCE MOVING (INDICATION) |
| LL_1A13.Mw_IND | MEGAWATT CONTROL (INDICATION) |
| LL_1A13.DPS3DT_IND | DPS3/DT TRIP (INDICATION) |
| LL_1A13.GLACLUBPMP | GEN AC LUBE OIL PUMP |
| LL_1A13.GLJACKPMP | GEN JACKING OIL PUMP |
| LL_1A13.OIRUNRDY | TURB RUNNING/READY |
| LL_1A13.GAFANA | GEN ENCLOSURE VENT FAN A |
| LL_1A13.GAFANB | GEN ENCLOSURE VENT FAN B |
| LL_1A13.TWPMPGAS | NOX WATER INJ PUMP FOR GAS FUEL |
| LL_1A13.TWPMPLIQ | NOX WATER INJ PUMP FOR LIQ FUEL |
| LL_1A13.GBBRKRCONT | CIRCUIT BREAKER CONTROL |

| SOFTWARE VARIABLE NAMES | FUNCTION |
|-------------------------|---------------------------------------|
| LL_1A13.HYPUMPMOT | HYDRAULIC STARTER PUMP |
| LL_1A13.VINHIBITHP | INHIBIT VIB MON BELOW HP IDLE |
| LL_1A13.VINHIBITLP | INHIBIT VIB MON BELOW LP IDLE |
| LL_1A13.TAFANA | TURB VENT ENCLOSURE FAN A |
| LL_1A13.TAFANB | TURB VENT ENCLOSURE FAN B |
| LL_1A13.TFLIOPUMP | LIQ FUEL PUMP "A" |
| LL_1A13.TIIGNITOR | IGNITOR |
| LL_1A13.OISYSRESET | SYSTEM RESET (VIB/ESD BUS) |
| LL_1A13.TWDMBLKVLV | DELTA 12 |
| LL_1A13.SP_L13_56 | 100 % GAS FUEL STATUS |
| LL_1A13.GLDCLUBPMP | DELTA 12 |
| LL_1A13.SP_L13_58 | 100 % LIQ FUEL STATUS |
| LL_1A13.TLCOOLFANA | DELTA 12 |
| LL_1A13.TLCOOLFANB | DELTA 12 |
| LL_1A13.TRIOFANA | REMOTE I/O MODULE VENT FAN A |
| LL_1A13.TRIOFANB | REMOTE I/O MODULE VENT FAN B |
| LL_1A13.ASVNTFANA | DELTA 12 |
| LL_1A13.ASVNTFANB | DELTA 12 |
| RL_2A17.HSSOV6267 | DELTA 12 |
| RL_2A17.HSSOV6270 | DELTA 12 |
| RL_2A17.HSSOV6275 | DELTA 12 |
| RL_2A17.HSSOV6287 | DELTA 12 |
| RL_2A17.TFMANIBLOF | GAS FUEL BLOWOFF VALVE |
| RL_2A17.TFUPSTRVLY | GAS FUEL SUPPLY SHUTOFF VLV (UPSTRM) |
| RL_2A17.TFDNSTRVLY | GAS FUEL SHUTOFF VALVE (DOWNSTREAM) |
| RL_2A17.TFGASYMT | GAS FUEL VENT VALVE |
| RL_2A17.TFLIQSOUS | LIQ FUEL SHUTOFF VALVE (UPSTREAM) |
| RL_2A17.TFLIQSODS | LIQ FUEL SHUTOFF VALVE (DOWNSTREAM) |
| RL_2A17.TFLIQBYPAS | LIQ FUEL BYPASS VALVE |
| RL_2A17.TFSECMNPG | SECONDARY MANIFOLD PURGE VALVE |
| RL_2A17.TFLIQDRNP | LIQ FUEL DRAIN VALVE (PRIMARY) |
| RL_2A17.TFLIQDRNS | LIQ FUEL DRAIN VALVE (SECONDARY) |
| RL_2A17.TWOLWASHEN | ON-LINE WATER WASH SYSTEM ENABLE VLV |
| RL_2A17.TWOFLWASEN | OFF-LINE WATER WASH SYSTEM ENABLE VLV |
| RL_2A17.TAPSTSDSOL | POST SHUTDOWN COOLING AIR VALVE |
| RL_2A17.THRBALSOL | DELTA 12 |
| RL_2A17.UVDCOOLAIR | TURB UV FLAME DET COOLING AIR VALVE |
| RL_2A17.VA | CDP PURGE VALVE VA |
| RL_2A17.VB | CDP PURGE VALVE VB |
| RL_2A17.HYLOSPD | LOW SPEED START CONTROL |
| RL_2A17.HYHSPD | HIGH SPEED START CONTROL |
| RL_2A17.W1 | CDP PURGE VENT VALVE W1 |
| RL_2A17.S5WDRESHT | START SKID OIL TANK HEATER |
| RL_2A17.TLLOTKLVAM | TURBINE LUBE OIL TANK HEATER |
| RL_2A17.GLTCLVLAM1 | GENERATOR LUBE OIL TANK HEATER |
| RL_2A17.GLTCLVLAM2 | GENERATOR LUBE OIL TANK HEATER |

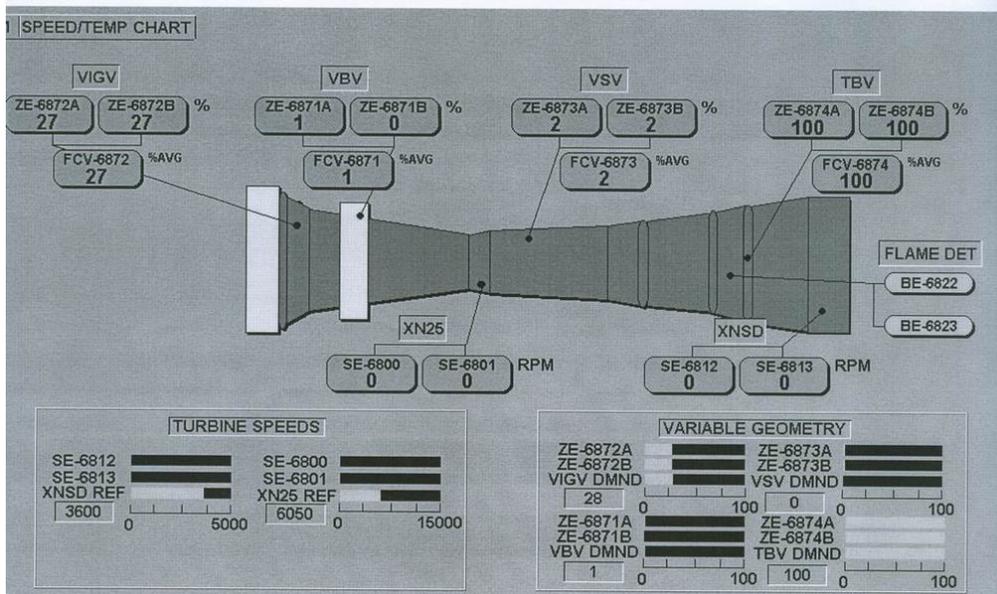
ANEXO # 2

PANTALLAS DE OPERACION USADAS POR EL CUARTO DE CONTROL

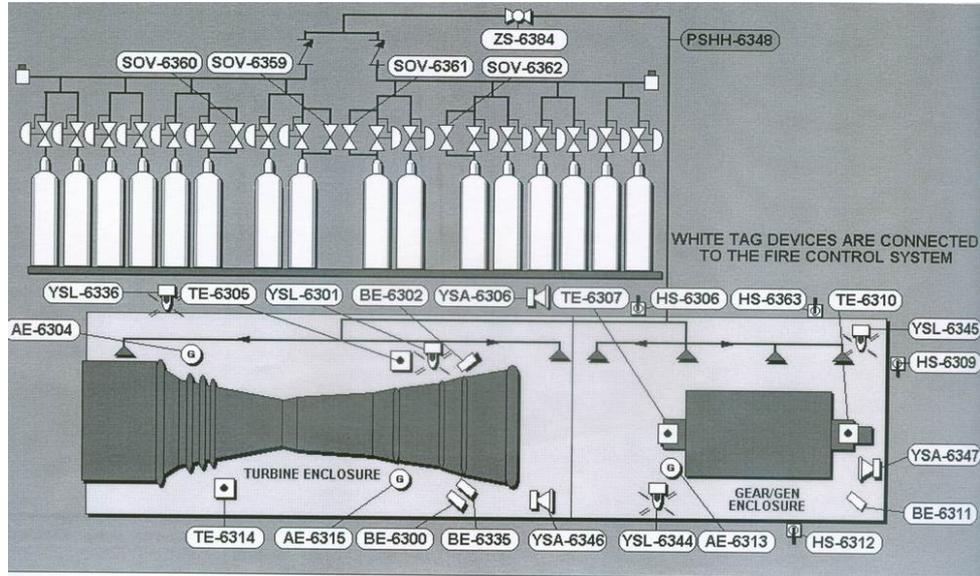
PANTALLA CONTROL DE SECUENCIA



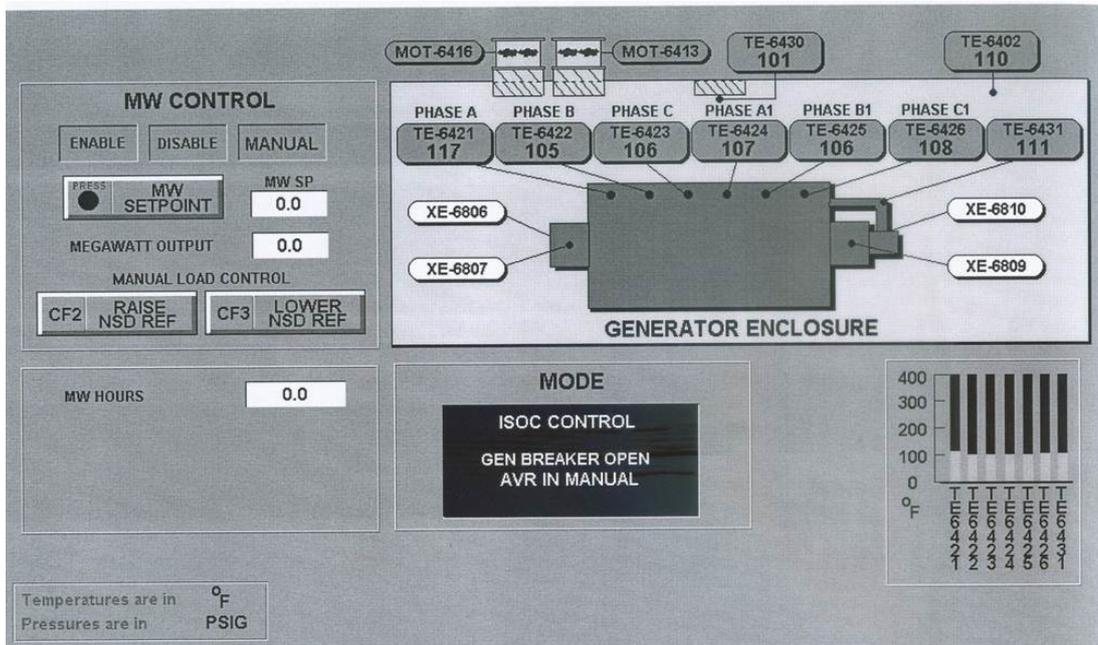
PANTALLA DE VELOCIDAD Y TEMPERATURA



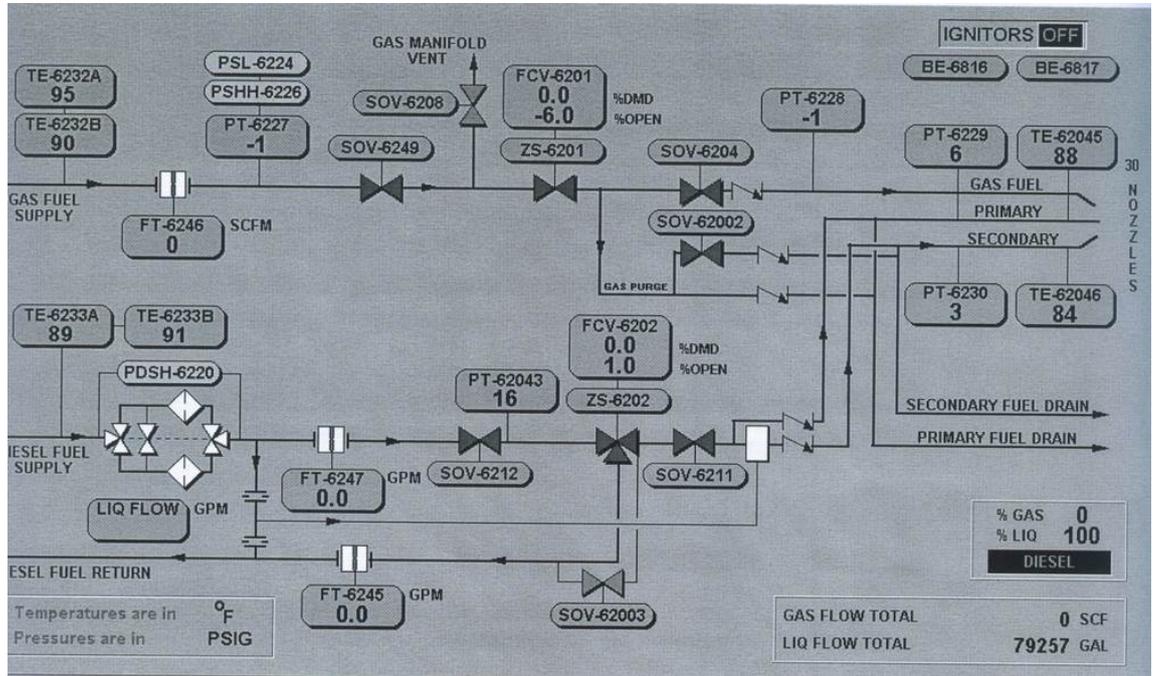
PANTALLA SISTEMA CONTRA INCENDIO



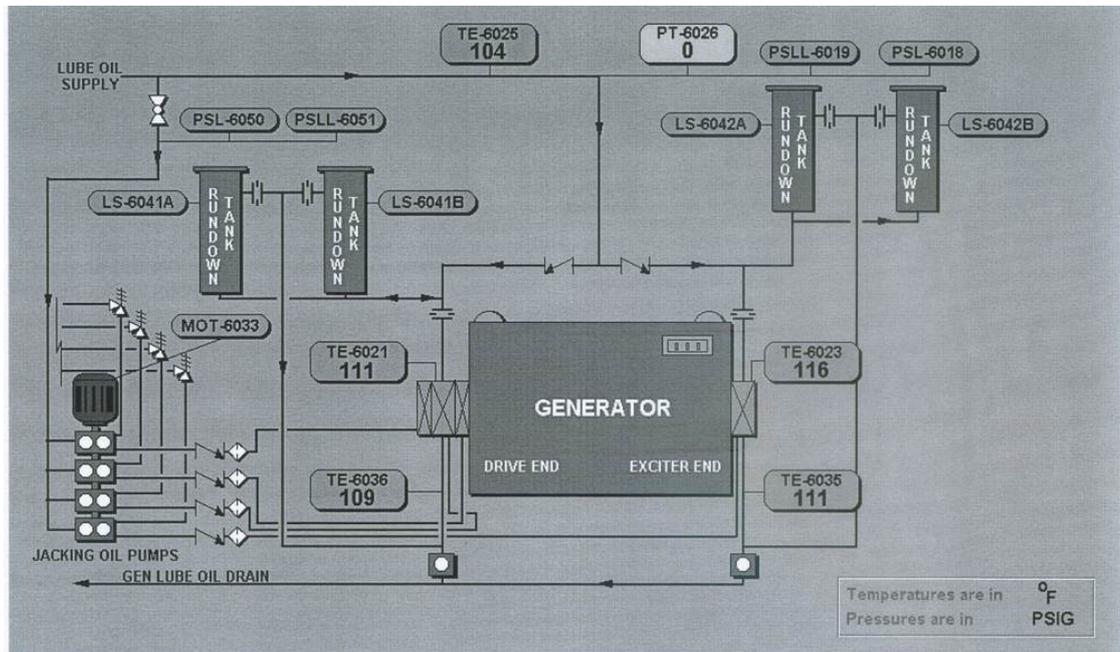
PANTALLA CONTROL MW.



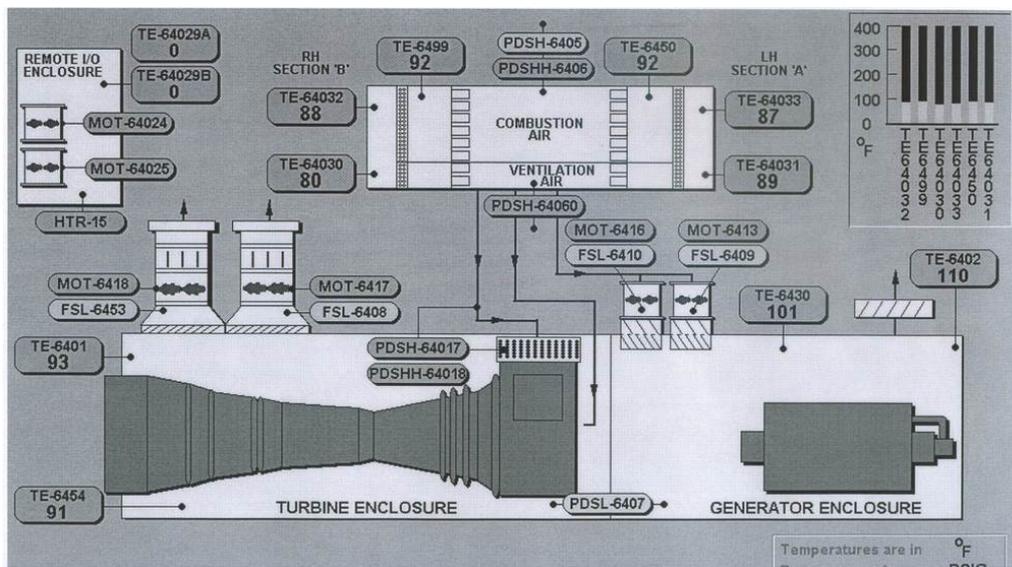
PANTALLA SISTEMA INYECCION DE COMBUSTIBLE



PANTALLA SISTEMA BOMBEO HIDRAULICO



PANTALLA SISTEMA DE VENTILACION



PANTALLA TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE

GAS / DIESEL FUEL ON

NO SHUTDOWNS

GENERATOR BREAKER CLOSED

XN25 GREATER THAN 8400 RPM

XNSD CONTROL

DROOP CONTROL

READY TO XFER TO GAS

READY TO XFER TO DIESEL

| | | | | |
|------|---|-----|-----|-------|
| XN25 | 0 | RPM | MW | 0.0 |
| XNSD | 0 | RPM | T3 | 87 °F |
| | | | T48 | 88 °F |

FUEL

DIESEL

CF7 TRANSFER FUEL

TRANSFER TO GAS SEQUENCE

REDUCE POWER FOR TRANSFER
 DELAY FOR NOX WATER DMD LT 10
 WAIT 5 SECONDS FOR PSL-6224
 CLOSE GAS VENT VALVE
 GAS METERING VLV @ MIN POSITION
 OPEN GAS SHUTOFF VALVES
 START TRANSFER RAMP TO GAS
 CLOSE LIQUID DOWNSTREAM SOV
 STOP LIQUID BOOST PUMP
 CLOSE LIQUID UPSTREAM SOV

TRANSFER TO LIQUID SEQUENCE

REDUCE POWER FOR TRANSFER
 DELAY FOR NOX WATER DMD LT 10
 OPEN LIQUID UPSTREAM VALVE
 START LIQUID BOOST PUMP
 LIQUID METERING VLV @ MIN POSITION
 OPEN LIQUID DOWNSTREAM VALVE
 START TRANSFER RAMP TO LIQUID
 CLOSE GAS SHUTOFF VALVES
 OPEN GAS VENT VALVE
 5 min GAS LINE PURGE

ANEXOS # 3

IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS

| | | | |
|--------------|--|---------------|---|
| AA(*) | Analyzer Alarm | MZ | Manual Actuator |
| AE | Analyzer Element | MCD | Magnetic Chip Detector |
| AI | Analyzer Indicator | MCV | Motor Control Valve |
| AIT | Analyzer Indicating Transmitter | MOT | Motor |
| AS(*) | Analyzer Switch | MOV | Motor Operated Valve |
| AT | Analyzer Transmitter | PA(*) | Pressure Alarm |
| BE | Burner Element (Flame) | PC | Pressure Controller |
| BI | Burner Indicator (Flame) | PCV | Pressure Control Valve |
| BS | Burner Switch (Flame) | PDA(*) | Pressure Differential Alarm |
| FA(*) | Flow Alarm | PDC | Pressure Differential Controller |
| FC | Flow Controller | PDI | Pressure Differential Indicator |
| FCV | Flow Control Valve | PDR | Pressure Differential Recorder |
| FE | Flow Element | PDS(*) | Pressure Differential Switch |
| FG | Flow Sight Glass | PDT | Pressure Differential Transmitter |
| FI | Flow Indicator | PI | Pressure Indicator |
| FIC | Flow Indicating Controller | PIC | Pressure Indicating Controller |
| FIR | Flow Indicating Recorder | PR | Pressure Recorder |
| FIT | Flow Indicating Transmitter | PRC | Pressure Recording Controller |
| FO | Flow Restriction Orifice | PSE | Pressure Safety Element |
| FR | Flow Recorder | PS(*) | Pressure Switch |
| FRC | Flow Recording Controller | PSV | Pressure Safety Valve |
| FS(*) | Flow Switch | PT | Pressure Transmitter |
| FSV | Flow Safety Valve | SA(*) | Speed Alarm |
| FT | Flow Transmitter | SC | Speed Controller |
| FY | Flow Transducer | SE | Speed Element |
| HCV | Hand Control Valve | SI | Speed Indicator |
| HE | Heater Element | SIC | Speed Indicating Controller |
| HIC | Hand Indicating Controller | SIT | Speed Indicating Transmitter |
| HV | Hand Valve | SOV | Speed Operated Valve |
| HS | Hand Switch | SRC | Speed Recording Controller |
| LA(*) | Level Alarm | SS(*) | Speed Switch |
| LC | Level Controller | SSS(*) | Speed Safety Switch |
| LCS | Level Control Switch | SZ | Speed Actuator |
| LCV | Level Control Valve | TA(*) | Temperature Alarm |
| LG | Level Glass | TC | Temperature Controller |
| LI | Level Indicator | TCV | Temperature Control Valve |
| LIC | Level Indicating Controller | TDT | Temperature Differential Transmitter |
| LIT | Level Indicating Transmitter | TE | Temperature Element |
| LR | Level Recorder | TI | Temperature Indicator |
| LRC | Level Recording Controller | TIC | Temperature Indicating Controller |
| LS(*) | Level Switch | TIT | Temperature Indicating Transmitter |
| LT | Level Transmitter | TJI | Temperature Multipoint Scanning Indicator |
| TJR | Temperature Multipoint Scanning Recorder | XE | Vibration Element |
| TR | Temperature Recorder | XI | Vibration Indicator |
| TRC | Temperature Recording Controller | XS(*) | Vibration Switch |
| TSE | Temperature Safety Element | YSA | Fire/Gas Safety Alarm |
| TS(*) | Temperature Switch | YSL | Fire/Gas Safety Light |
| TT | Temperature Transmitter | ZE | Position Element |
| TW | Thermo Well | ZS | Position Switch |
| TV | Temperature Actuated Valve | ZT | Position Transmitter |

| | | | |
|--------------|-----------------|-----------|-------------------|
| XA(*) | Vibration Alarm | ZV | Position Actuator |
|--------------|-----------------|-----------|-------------------|

(*) Suffix Identification:

| | |
|-----------|----------------------|
| L | Low (Alarm) |
| LL | Low Low (Shutdown) |
| H | High (Alarm) |
| HH | High High (Shutdown) |

COMPONENTES DE LA TURBINA LM6000

| COMPONENTES | ABREVIATURA |
|--------------------------------------|--------------------|
| Variable Inlet Guide Vane | VIGV |
| Low Pressure Stator Case | LPS-C |
| Low Pressure Compressor Rotor | LPC-R |
| Compressor Front Frame | CFF |
| High Pressure Compressor Stator Case | HPC-S |
| High Pressure Compressor Rotor | HPC-R |
| Compressor Rear Frame | CRF |
| Combustor | CB |
| High Pressure Turbine Nozzles | HPT-N |
| High Pressure Turbine Rotor | HPT-R |
| Low Pressure Turbine Stator | LPT-S |
| Low Pressure Turbine Rotor | LPT-R |
| Turbine Rear Frame | TRF |
| Accessory Drive Gearbox | AGB |
| Load Coupling | LC |
| Variable Bleed Valve | VBV |
| Variable Stator Vane | VSV |

BIBLIOGRAFIA

- Operador Training Manual (LM 6000 Gas Turbina Generator Set)
- Documentos de los manuales de operación y mantenimiento de la Central Termoeléctrica Electroquil S.A.
- Hojas de trabajo de sistema de control NETCON 5000