



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



“MODERNIZACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE QUEMADORES Y  
PROTECCIONES DE CALDERA DE LA UNIDAD TV2 DE LA CENTRAL  
TERMICA ELECTROGUAYAS”

Examen Complexivo, Componente Práctico

Informe Profesional

Previa la obtención del título de:

MAGISTER EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL

Autor: Ing. Jorge Eduardo Dután Sarango

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO 2016

## AGRADECIMIENTO

A Dios que me ha permitido contar con mi familia cuyas enseñanzas me han ayudado a terminar esta etapa de mi vida estudiantil.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral por la formación de profesionales con un buen nivel académico.

---

Jorge Eduardo Dután Sarango

## DEDICATORIA

A mis padres Sr. Segundo Dután y Sra. Feresmilda Sarango por sus ejemplos y enseñanzas de responsabilidad y constancia que he aplicado a lo largo de mi vida personal, profesional y estudiantil.

A mi hija Nadia Amelia Dután Reyes que me ha permitido conocer una nueva faceta de mi vida.

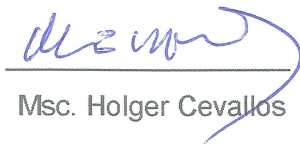
---

Jorge Eduardo Dután Sarango

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



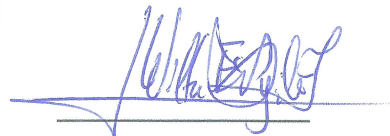
Msc. Sara Ríos



Msc. Holger Cevallos



Msc. Efrén Herrera



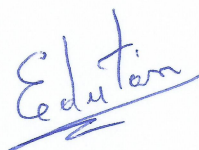
Ph. D Wilton Agila

## DECLARACIÓN EXPRESA

Este informe profesional me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL).

Guayaquil, 14 de abril de 2016



---

Jorge Eduardo Dután Sarango.

C.I. 0919127852

## RESUMEN

La Central Térmica de la Unidad de Negocio Electroguayas de CELEC EP ha realizado la modernización de las calderas de sus dos unidades a vapor TV2 y TV3, marca Mitsubishi, migrando los sistema de control de quemadores y protecciones de caldera antiguos a sistemas de control moderno, con el fin de obtener mayor eficiencia en el proceso de generación de energía eléctrica, al tener un sistema de control confiable. El sistema de control antiguo utilizado en la Unidad TV2 para el encendido de los seis quemadores y protecciones de caldera, consistía en lógica discreta de relés que trabajaban con niveles de voltaje de 120Vac; siendo un problema para el mantenimiento de estos equipos, ya que se presentaban continuas fallas de sus diferentes componentes así como del cableado de sus señales. Todas estas fallas a pesar de ser solucionados por los técnicos de mantenimiento se convertían en problemas por fallas recurrentes en periodos cortos de tiempo, falta de repuestos por la no fabricación de los mismos por parte del fabricante Mitsubishi debido a la antigüedad de las Unidades TV2 y TV3 que presentaban más de 35 años de fabricación.

Ante la situación de tener equipos y un sistema de control con más de 35 años de servicio se perdió la confiabilidad de la unidad TV2 al no contar con repuestos de equipos del sistema de control, lo que ponía en riesgo la generación de energía eléctrica al Sistema Nacional Interconectado. Por tanto, Electroguayas modernizó el control antiguo a un sistema nuevo que ofrece mayor flexibilidad en la operación, manejo de información en tiempo real, disminución de paradas forzadas, registro y

seguimiento de eventos con el fin de tener un eficiente control y un fácil mantenimiento preventivo.

La arquitectura implementada en esta modernización permite que la instrumentación de campo se comunique a los chasis remotos de entradas (contactos secos) y salidas (digital output), para continuar con la comunicación a los controladores lógicos vía ControlNet, para finalmente a través de la red Ethernet TCP/IP enviar la información a ser monitoreado desde la Sala de control. Para el sistema Scada se utilizó el software de Factory TalkView en su versión 6.04.

Una vez migrado el sistema de control, se mejoró los tiempos de salidas de servicio de la unidad TV2 por fallas presentadas en el cableado o fallas de los relés de la lógica de control antigua y falta de repuestos.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
DECLARACIÓN EXPRESA	iv
RESUMEN	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPITULO I: METODOLOGÍA	01
1.1 Técnica de recolección de datos	01
1.2 Solución tecnológica	02
1.2.1 Implementación del sistema de control	03
1.2.2 Selección de los equipos de campo y de control	06
1.2.3 Adecuación de las áreas e instalación de tableros	12
1.2.4 Programación del sistema de control y sistema de supervisión o monitoreo	15
1.2.5 Comunicación industrial entre controladores, PLC y sistema de Monitoreo	21
CAPITULO II	25
2.1 Control y monitoreo del sistema	26



Conclusiones	29
Recomendaciones	31
Bibliografía	32
Glosario de términos	33
Anexos	34

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

Kg	Kilogramos
Cm <sup>2</sup>	Centímetros cuadrados
PS	Switch de presión
Mmca	Milímetros de columna de agua
SPDT	Simple polo doble vía
Vdc	Voltaje continuo
Vac	Voltaje alterno
NO	Normalmente abierto
NC	Normalmente cerrado
VFT	Ventilador de tiro forzado
PSI	Libra fuerza por pulgada cuadrada

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Antiguo quemador con sus accesorios: detector de llama, bujía	02
Figura 2. Antiguo tablero de control de quemadores	03
Figura 3. Detector de llama y bujía de alta potencia instalados	06
Figura 4. Esquemático de montaje de escáner frente al quemador	06
Figura 5. Ruta de electrocanales y ubicación de tablero de la caldera	13
Figura 6. Cuarto de tablero de caldera y control de temperatura de aires	14
Figura 7. Interior del tablero de protecciones de caldera y quemadores	14
Figura 8. Diagrama de bloque de condiciones de disparo de las protecciones de caldera	17
Figura 9. Permisivo de quemadores para reset de caldera	18
Figura 10. Condición de operación de las bombas de combustible	18
Figura 11. Condición de disparo por bombas de agua	19
Figura 12. Condición de disparo por turbina	19
Figura 13. Condición de paro de emergencia	19
Figura 14. Condiciones que determinan ignición de diesel listo	20
Figura 15. Condiciones que determinan ignición de fuel oil listo	21
Figura 16. Arquitectura de control de la caldera unidad TV2	24
Figura 17. Tablero de control de quemadores y protecciones de caldera con pantallas táctiles	25

Figura 18. HMI de los quemadores de la cadera en las pantallas táctiles	26
Figura 19. HMI de revisión de estados del sistema de control	27
Figura 20. Quemador nuevo con sus accesorios: bujía, detector de llama	27
Figura 21. HMI de disparo de caldera	28

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla #1: Módulos de entrada y salidas del sistema de control de quemadores y protecciones de caldera.....	05
Tabla #2: Características de la instrumentación de campo para el sistema de protección de caldera.....	7-8

## INTRODUCCIÓN

La caldera de la unidad TV2 de la central térmica Ing. Gonzalo Zevallos de CELEC EP - Electroguayas contaba con un sistema de control antiguo para su protección y encendido de los quemadores. Estas protecciones de caldera se encargaban del disparo general de los elementos críticos de los seis quemadores que la conforman; cada quemador cuenta con un sistema de ignición o llama piloto que pueden trabajar con diesel y fuel oil como combustible primario para la generación de energía eléctrica, 73 MW, al Sistema Nacional Interconectado. Este sistema de protección disponía de un control discreto manejado con cientos de relés y temporizadores, los cuales daban muchos problemas por fallas de contactos, el sistema de ignición de quemadores con aire y diesel presentaban fallas a tierra de los cables de las bujías, el fabricante de la caldera no disponía de técnicos para los servicios de mantenimiento y calibración de parámetros por lo que no se contaba con el soporte de fábrica, así como los tiempos de entrega de los pocos repuestos que disponían demoraban más de quince meses. Todos estos problemas provocaban constante indisponibilidad de la unidad TV2 originando inconvenientes al Sistema Nacional Interconectado por la falta de energía eléctrica, obligando el ingreso de unidades térmicas del sector privado con costos económicos más elevados. El sistema de control antiguo fue reemplazado por paneles electrónicos con PLC Control Logix redundante, además se realizó la programación de la lógica en lenguaje escalera y bloques funcionales de: protecciones de caldera y control de encendido y disparo de quemadores.

La modernización de la unidad TV2 se realizó en dos etapas que comprendieron diseño y ejecución. La etapa de diseño tuvo una duración aproximada de tres años, la etapa de ejecución, debido a que la unidad TV2 no podía estar indisponible por largos periodos de tiempo, por la necesidad de energía eléctrica al Sistema Nacional Interconectado, se realizó durante una parada anual de mantenimiento y tuvo una duración aproximada de dos meses.

Finalmente, la modernización fue realizada mediante un proceso de licitación con un proveedor local, Genesys S.A, integrador de la compañía Rockwell Automation en Ecuador, la misma cumplía con todas las especificaciones técnicas solicitadas y sus costos estaban en un valor menor que las otras compañías participantes.

# CAPITULO I

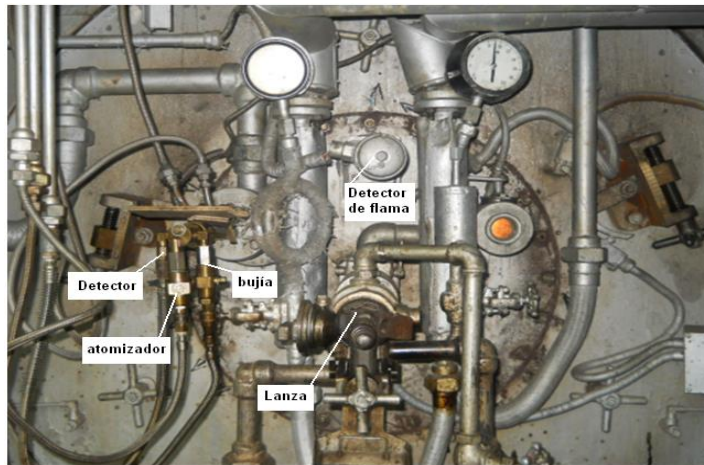
## METODOLOGÍA

### 1.1 Técnicas de recolección de datos.

La unidad TV2 de la central térmica Ing. Gonzalo Zevallos contaba de un sistema de control e instrumentos con más de 35 años de antigüedad para protección de la caldera y control de quemadores con una lógica discreta que permitía su operación. Las bujías para el encendido de los quemadores ya habían cumplido su tiempo de vida útil y no se contaba con stock de las mismas, la detección de la llama era obsoleta, el área de operación tenía que solicitar consignaciones imprevistas al CENACE para que mantenimiento intervenga en los equipos, lo cuales a pesar de ser reparados presentaban en periodos cortos de tiempo nuevas intervenciones por problemas de fallas en el cableado o en la lógica de encendido de los quemadores, observándose en la figura 1, la bujía y detector de flama del quemador antiguo. Con todo ello para realizar la modernización de estos sistemas se utilizó como fuente de información:

- Planos y lógicos del sistema antiguo.
- Esquemáticos de control.
- Manuales de operación.
- Reuniones con el área de operación para definir condiciones y adecuaciones de trabajo para el nuevo sistema de control debido a la implementación de las pantallas de los HMI.



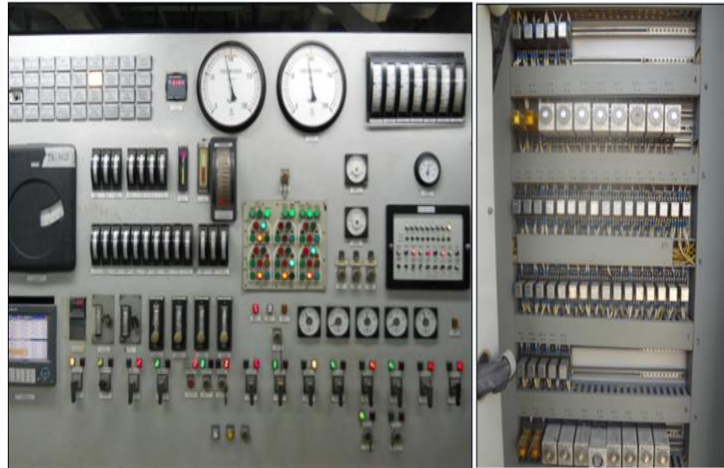


**Figura #1:** Antiguo quemador con sus accesorio: detector de llama, bujía

## 1.2 Solución Tecnológica.

La solución tecnológica implementada en esta modernización consistió en:

- El reemplazo de elementos de campo y control: switches de presión, switches de posición de válvulas switches de presión diferencial, detectores de llama, sistema de ignición.
- Implementación de un nuevo sistema de control que reemplaza el antiguo sistema por falta de repuestos y fallas de cableado que ocasionaban problemas recurrentes de indisponibilidad de la unidad TV2.
- Reemplazo de panel de control de caldera antiguo, figura 2.
- Instalación de pantallas táctiles en conjunto con la implementación de HMI para el control de encendido de quemadores, monitoreo y pruebas de protección de la caldera.



**Figura #2:** Antiguo tablero de control de quemadores

### 1.2.1 Implementación del sistema de control.

Este proyecto de modernización consistió en la actualización del control antiguo, conjunto de contactos de relés y temporizadores que realizaban con una lógica de control discreta la protecciones de caldera y control de los quemadores, ANEXO 1, por un sistema de control moderno, robusto, confiable, mediante el uso de controladores lógicos programables cuya programación lógica sea por bloques de función o escalera cumplan con los requisitos estándares de las normas SIL 2 y tecnología redundante.

Para el sistema de control de los quemadores se utilizaron las lógicas existentes de la caldera Mitsubishi de acuerdo a los manuales de operación:

- Permisivos de arranque de caldera, ANEXO 3.

- Barrido del hogar.
- Calentamiento de caldera en frío.
- Arranque de caldera en caliente.
- Encendido de ignitores, ANEXO 2.
- Encendido fallido de ignitores.
- Encendido de quemadores a diesel.
- Encendido fallido de quemadores a diesel.
- Encendido de quemadores a Fuel.
- Encendido fallido de quemadores a fuel.
- Disparo por baja presión de combustible diesel.
- Disparo por baja presión de combustible bunker.
- Disparo por baja presión de vapor atomización.
- Disparo por muy alta presión del hogar.
- Disparo por muy bajo nivel del domo.
- Disparo por bajo caudal de aire <30%.
- Disparo por incongruencia válvula de ignitores.
- Disparo por incongruencia válvula de quemadores a diesel.
- Disparo por incongruencia válvula de quemadores a bunker.
- Disparo por falta de llama.
- Disparo caldera por VTF off.
- Mando de arranque del ventilador de ignitores AC.
- Mando de arranque del ventilador de enfriamiento detectores de llama Vac.

- Mando de arranque del ventilador de enfriamiento detectores de llama Vdc.
- Entrada/Salidas para generador disparo caldera.
- Salidas para turbina disparo caldera.

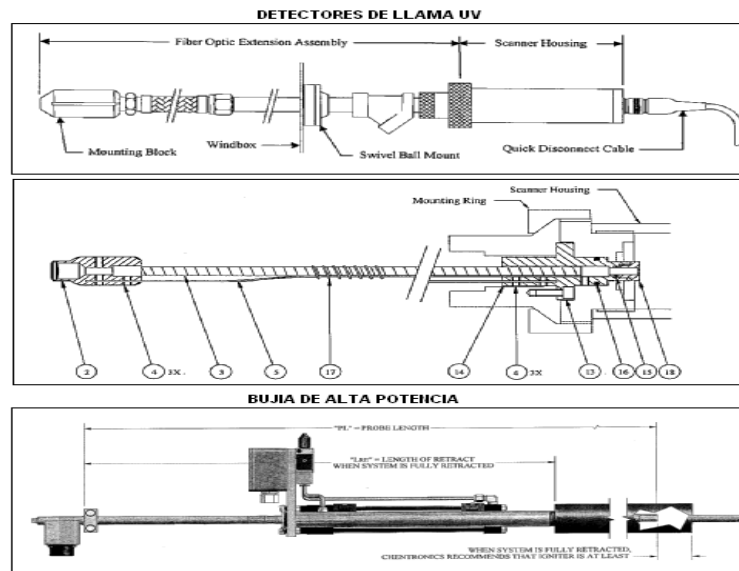
Para el requerimiento de los módulos de entrada y salida se realizo un levantamiento en sitio de las señales existentes en el control antiguo, definiéndose el tipo de entradas y salidas, como sus cantidades, tal como se indica en la tabla #1.

SISTEMA DE CONTROL	MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA	TIPO	N° DE ENTRADAS/SALIDAS NECESARIAS
Quemadores	Entradas Digitales 125Vdc para el BMS	DI 125vdc.	159
	Entradas Análogas 4-20mA + HarT para el BMS	AI 4-20mA.+HarT.	6
	*Salidas Digitales 125Vdc + relé para el BMS	DO 125vdc.	87
Protecciones de caldera	Entradas Digitales 125Vdc para el MFT	DI 125vdc.	48
	Entradas Análogas 4-20mA + HarT para el MFT	AI 4-20mA.+HarT.	7
	*Salidas Digitales 125Vdc + relé para el MFT	DO 125vdc.	10
	Entradas Digitales 125Vdc para el Soplado de hollín	DI 125vdc.	16
	*Salidas Digitales 125Vdc + relé para el Soplado de hollín	DO 125vdc.	10

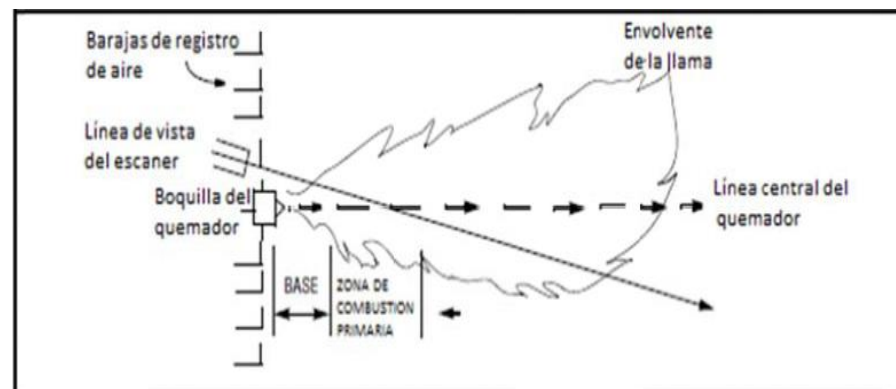
**Tabla #1:** Módulos de entrada y salidas del sistema de control de quemadores y protecciones de caldera

Para los quemadores también se implemento la instalación de tres detectores de llama para quemadores duales: diesel y fuel oil y tres detectores de llama para quemadores solo con fuel oil con bujías de alta potencia tal como se muestra en la figura 3. Estos detectores determinan la presencia o ausencia de llama mediante el control de frecuencia de la

misma, el escáner se monto de manera que la zona de combustión primaria es dentro de la línea de visión como se observar en la figura 4.



**Figura #3:** Detector de llama y bujía de alta potencia instalados.



**Figura #4:** Esquemático de montaje de escáner frente al quemador.

### 1.2.2 Selección de los equipos de campo y de control.

Para la selección de la instrumentación de campo se utilizó la tabla #2:

TAG	SERVICE	RANGE	DESING		SET POINT		REMARKS
			ON	OFF	ON	OFF	
PS-1	Furnance press high (boiler trip)	0 - 1000 mmca	47 mmca		470 mmca	450 mmca	
PS-2	Air flow > 30% (purge interlock)	0 - 40 psi	30%		6.6 psi	6.3 psi	
PS-3	Furnance gas temp probe cooling air press low	0 - 10 kg/cm2	4.0 kg/cm2		4.0 kg/cm2	4.38 kg/cm2	
PS-4	H.O press excess low (shut off valve close)	0 -15 kg/cm2	2.0 kg/cm2		2.33 kg/cm2	2.84 kg/cm2	Correction head + 3.3 m
PS-5	H.O atomize steam press excess low (shut off valve close)	0 - 10 kg/cm2	2.5 kg/cm2		2.83 kg/cm2	3.26 kg/cm2	Correction head + 3.3 m
PS-6	Warm up diesel oil press excess low	0 -15 kg/cm2	2.0 kg/cm2		2.33 kg/cm2	2.88 kg/cm2	Correction head + 3.3 m
PS-7	Diesel oil atomize air press low	0 - 10 kg/cm2	2.5 kg/cm2		2.5 kg/cm2	2.93 kg/cm2	
PS-8	Ignitor oil press excess low	0 - 6 kg/cm2	1 kg/cm2		1.33 kg/cm2	1.67 kg/cm2	Correction head + 3.3 m
PS-9	Ignitor oil atomize air press excess low	0 - 6 kg/cm2	2.5 kg/cm2		2.5 kg/cm2	2.81 kg/cm2	
PS-16	Main steam press high	x	95 kg/cm2		96 kg/cm2	94 kg/cm2	$\Delta P = 2.1\%$
PS-22	Oil conditioner pup discharge press igh (pump stop and alarm)	0 -15 kg/cm2	4.5 kg/cm2		4.6 kg/cm2	3.8 kg/cm2	
PS-24	Station air reservoir press low (auto start)	0 - 10 kg/cm2	6.0 kg/cm2	7.5 kg/cm2	6.0 kg/cm2	6.44kg/cm2	
PS-25A	A/B - station air reservoir press low (load unload)	0 - 10 kg/cm2	6.3 kg/cm2	7.3 kg/cm2	6.3 kg/cm2	7.3 kg/cm2	
PS-26A	A - station air comp lub oil press low (interlock)	0 - 6 kg/cm2	1 kg/cm2		1 kg/cm2	2.1 kg/cm2	
PS-26B	A - station air comp lub oil press low (interlock)	0 - 6 kg/cm2	1 kg/cm2		1 kg/cm2	2.1 kg/cm2	
PS-27	Instrument air reservoir press low (auto start)	0 - 10 kg/cm2	6.0 kg/cm2	7.5 kg/cm2	6.0 kg/cm2	6.43 kg/cm2	
PS-28A	A - Instrument air reservoir press low (load unload)	0 - 10 kg/cm2	6.3 kg/cm2	7.3 kg/cm2	6.3 kg/cm2	7.3 kg/cm2	
PS-28B	B – Ditto	0 - 10 kg/cm2	6.3 kg/cm2	7.3 kg/cm2	6.3 kg/cm2	7.3 kg/cm2	
PS-29A	A - Instrument air comp lub oil press low (interlock)	0 - 6 kg/cm2	1 kg/cm2		1 kg/cm2	1.63 kg/cm2	
PS-29B	B – Ditto	0 - 6 kg/cm2	1 kg/cm2		1 kg/cm2	1.63 kg/cm2	
PS-30	CWP lube water press low (alarm)	0 - 6 kg/cm2	0.5 kg/cm2		0.5 kg/cm2	0.65 kg/cm2	
PS-31	Ignitor diesel oil press normal (burner sequence)	0 - 6 kg/cm2	2 kg/cm2		2.35 kg/cm2	2.05 kg/cm2	Correction head + 3.5 m
PS-32	Ignitor atomize air press normal (burner sequence)	0 - 6 kg/cm2	4.0 kg/cm2		4.0 kg/cm2	3.67 kg/cm2	
PS-33	diesel oil press normal (burner sequence)	0 - 15 kg/cm2	7 kg/cm2		7.35 kg/cm2	6.9 kg/cm2	Correction head + 3.5 m
PS-34	Diesel atomize air press normal (burner sequence)	0 - 10 kg/cm2	4.0 kg/cm2		4.0 kg/cm2	3.61 kg/cm2	
PS-35	Heavy oil press normal (burner sequence)	0 - 15 kg/cm2	7 kg/cm2		7.35 kg/cm2	6.82 kg/cm2	Correction head + 3.5 m
PS-36	Heavy oil atomize steam press normal (burner sequence)	0 - 10 kg/cm2	4.0 kg/cm2		4.35 kg/cm2	3.92 kg/cm2	Correction head + 3.5 m
PS-37	Heavy oil press low (alarm)	0 - 15 kg/cm2	3 kg/cm2		3.37 kg/cm2	3.90 kg/cm2	Correction head + 3.7 m

			L 3 kg/cm2 H 7 kg/cm2		3.37 kg/cm2 7.37 kg/cm2	3.95 kg/cm2 7 kg/cm2	Correction head + 3.7 m
<b>PS-38</b>	Heavy oil atomize steam press low & high (alarm)	0 - 10 kg/cm2					
<b>PS-41</b>	Heavy oil temperature high (alarm)	0 -15 psi			11.8 psi	11.6 psi	
<b>PS-42</b>	Heavy oil temp low (alarm)	0 -15 psi			10.2 psi	10.4 psi	
<b>PS-45</b>	Station air press low (alarm)	0 - 10 kg/cm2	5 kg/cm2		5 kg/cm2	5.45 kg/cm2	
<b>PS-46</b>	Intrument air press low (alarm)	0 - 10 kg/cm2	5 kg/cm2		5 kg/cm2	5.7 kg/cm2	
<b>PS-56</b>	Furnce press high (alarm)	0 - 1000 mmca	400 mmca		401 mmca	383 mmca	
<b>PS-57</b>	Ignitor diesel oil press low (alarm)	0 - 6 kg/cm2	1.5 kg/cm2		1.87 kg/cm2	2.2 kg/cm2	
<b>PS-58</b>	Warm up diesel oil press low (alarm)	0 - 15 kg/cm2	3 kg/cm2		3.39 kg/cm2	3.94 kg/cm2	Correction head + 3.7 m
<b>PS-59</b>	Ignitor diesel oil atomize air press low (alarm)	0 - 6 kg/cm2	3.5 kg/cm2		3.5 kg/cm2	3.78 kg/cm2	
<b>PS-60</b>	Warm up diesel oil atomize air press low (alarm)	0 - 10 kg/cm2	3.0 kg/cm2		2.99 kg/cm2	3.4 kg/cm2	
<b>PS-61</b>	Furnance Ignitor air diff press low (alarm)	0 - 400 mmca	50 mmca		50 mmca	59 mmca	
<b>PS-62</b>	Condenser vacum low (trip)		450 mmHg		460 mmHg	540 mmHg	
<b>PS-64</b>	Sott blower steam press low (interlock)	0 - 60 kg/cm2	25 kg/cm2		25.8 kg/cm2	27.5 kg/cm2	
<b>PS-65</b>	City water pump discharge press low (interlock)	0 - 15 kg/cm2	6.50 kg/cm2		6.50 kg/cm2	7.10 kg/cm2	

**Tabla #2:** Características de la instrumentación de campo para el sistema de protección de caldera.

Los switches industriales seleccionados, ANEXO 7, presentan las siguientes características:

- Alimentación 120vac 60Hz.
- Velocidad 100Mbps. Conector RJ45
- Led Indicador de estatus: alarma, alimentación, sistema, sincronismo
- Temperatura de trabajo 45°C.
- Humedad 95%.

Dentro de estos switches industriales se consideraron los switch de presión diferencial con las siguientes características: para fluido aire, contacto seco de salida SPDT - 24Vdc, protección IP66, toma inferior de ¼" NPT macho, bourdon de acero inoxidable, ajuste de punto de calibración rango 0 a 150mmH2O, set 80mmH2O.

Para los switches de posición de válvulas se consideraron las características de: salida de contacto seco SPDT, NC, NO tensión de entrada 24vdc, protección IP66, toma eléctrica de ½" NPT.

Los switches de presión cumplen las siguientes características:

- Para fluido bunker o diesel contacto seco de salida SPDT - 24Vdc, protección IP66 toma inferior de ¼" NPT macho, bourdon de acero inoxidable, ajuste de punto de calibración.
- Aplicación de campo: Medida y monitoreo de presiones relativas.
- Conexión al proceso: Roscada recta de ½.
- Temperatura de proceso: para combustible máximo 120°C y para vapor máximo 500°C.
- Para presión del hogar máximo 500mmH2O de la caldera, máximo 1200mmH2O, 800°C
- Certificados: SIL II.



Los detectores de llama instalados presentan las siguientes características técnicas:

- Para detección de luz ultra violeta, transmisión de flama presente por fibra óptica con salida de contacto SPDT NO/NC (24vdc) y salida analógica 4-20 mA.de magnitud de flama, con línea de aire para su enfriamiento de los mismos.
- Sensibilidad para detectar la llama con diesel y bunker.
- Housing Material: Cast aluminum with gray polyester powder coat finish
- Environmental: NEMA 4X, IP66, Class I Division 2, Groups A, B, C & D, Class II
- Division 2, Groups F& G
- Temperatura de la pared donde se instala el scanner: 115°C.
- Presión de la Caja de Aire: 80 PSI.
- Humidity: 0% to 95% relative humidity, non-condensing
- Voltaje de entrada 24 Vdc, +10%, -15% supply current: 0.35 A, 8.5 VA
- Relay Output FLAME RELAY, SPST (N.O.)
- Falla de réle, SPST (N.C.)
- Rango de contactos: Minimum: 10mA - 5 Vdc, maximum: 2A - 30 Vdc, 50 Vac, 240 Vac (FM & UL models and all "CG" models)
- Salida análoga: 4-20 mA dc current, referencia a 24Vdc common, maximum connected load: 750 ohms
- Status Indication: Eight (8) character alpha-numeric LED display (scrolling capability)

- Operator Interface: Four (4) pushbutton style keys
- Cable Jacket: Irradiated Modified Polyolefin (flame-retardant, low smoke, zero halogen)
- Maximum Temperature: 257°F (125°C)
- Nominal O.D. 0.41" (10.4 mm), Maximum O.D. 0.43" (10.9 mm)
- Maximum cable length 1000 feet (305 meters)
- Calibración y configuración por software vía RS485 o equivalente más cable de comunicación y accesorios.

Para los módulos de entradas digitales se tienen las siguientes características:

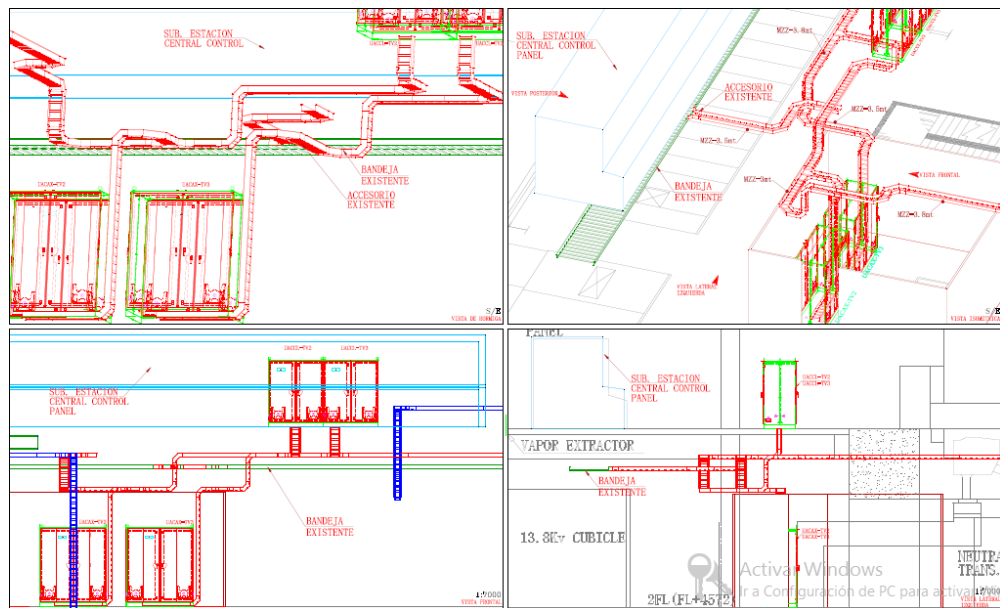
- Soportar voltaje de 125Vdc
- Habilitación desde software por cada canal
- Filtro seleccionable desde software
- Conexión a dos hilos.
- Indicador de estatus de cada señal y módulo.
- Protección contra sobre tensión
- Protección contra apertura de bobinas.
- Detección de "1" verdadero voltaje entre 80 y 130vdc
- Detección de "0" falso voltaje entre 0 y 20vdc.
- Tensión de aislamiento 250Vdc.
- Temperatura de trabajo 40°C.

Para los módulos de salidas digitales se tienen las siguientes características:

- Voltaje de salida 125Vdc.
- Habilitación desde software por cada canal.
- Filtro seleccionable desde software
- Indicador de estatus de cada señal y modulo.
- Protección contra sobre tensión
- Protección contra apertura de bobinas.
- Capacidad del contacto final 2,5Acd. a 125Vdc. y 3 SPDT
- Detección de "1" verdadero voltaje entre 80 y 130vdc
- Detección de "0" falso voltaje entre 0 y 20vdc.
- Tensión de aislamiento 250Vdc.
- Temperatura de trabajo 40°C
- Los relés o contactos propios de los módulos de salida son de estado sólido.

### **1.2.3 Adecuación de las áreas e instalación de tableros.**

En esta parte se detalla las adecuaciones civil, eléctrica y mecánica que se realizaron para llevar a cabo esta modernización así como las rutas establecidas con electrocanales para las señales de control, alimentación de energía, ubicación de paneles como se observa en la figura 5. La ruta de los electrocanales, atraviesa la casa de máquinas desde el área de quemadores hasta el cuarto de control.



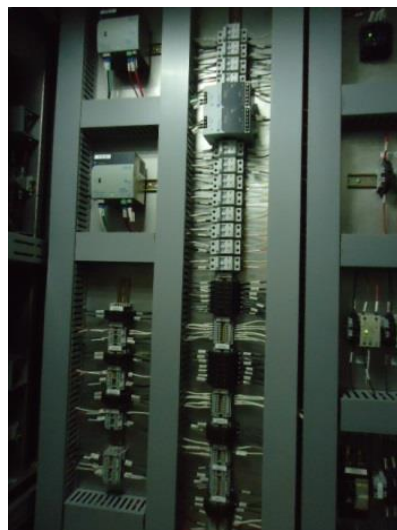
**Figura #5:** Ruta de electrocanales y ubicación de tablero de la caldera.

Debido a que la temperatura en la casa de máquinas esta alrededor de los 40°C se tuvo que construir por cuenta de Electroguayas cuartos refrigerados, para la ubicación de los tableros a ser remplazados con centrales de aire de precisión para evitar la presencia de humedad y proteger los equipos electrónicos como se detalla en la figura 6. La ubicación del nuevo tablero de encendido de quemadores y protecciones de la caldera, descritos en la figura 7, se mantuvo frente al área de quemadores por su interacción con el personal de operación para tiempo de respuestas inmediatos en situaciones de emergencia que se pueden presentar durante el funcionamiento de la caldera. Para llevar el cableado de fuerza y control desde el tablero de la caldera hasta el cuarto de control y recoger el cableado de la instrumentación de campo y llevarla al tablero de caldera la compañía Genesys instaló nuevos electrocanales. Para evitar daños en los equipos

electrónicos, Electroguayas implemento el uso de un sistema de barra segura que garantiza la calidad de la energía en su salida de voltaje y frecuencia.



**Figura #6:** Cuarto de tablero de caldera y control de temperatura de aires.



**Figura #7:** Interior del tablero de protecciones de caldera y quemadores.

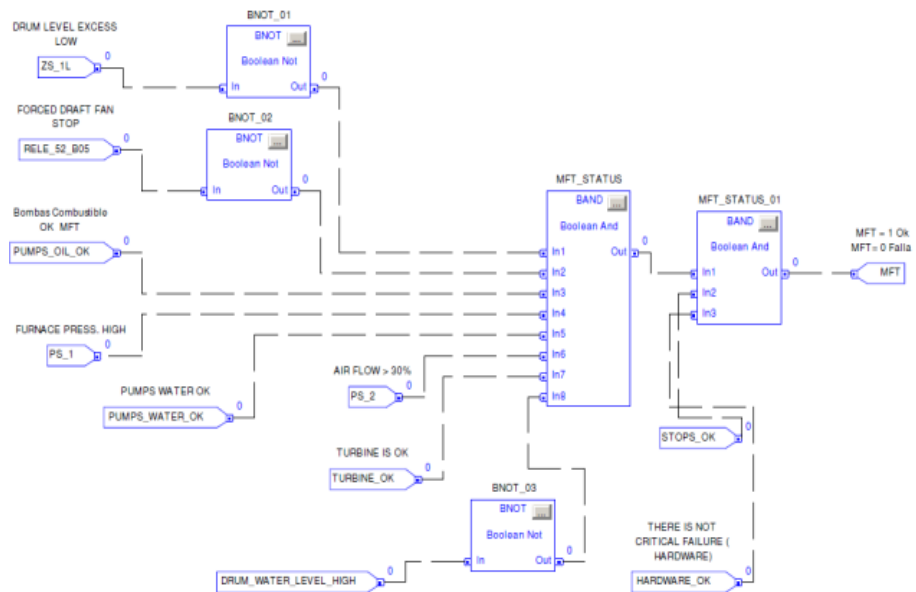
#### **1.2.4 Programación del sistema de control y sistema de supervisión o monitoreo.**

La unidad TV2 de Electroguayas cuenta con seis quemadores cada uno de ellos con un sistema de ignición o llama piloto. En la funcionalidad de este sistema los quemadores 1-2-3 durante el inicio de operación de la caldera solo pueden trabajar con diesel, mientras que los quemadores 4-5-6 pueden trabajar solo con fuel oil como combustible primario, luego del arranque los quemadores 1-2-3 pueden funcionar con fuel oil. La programación se realizó en bloques y escalera utilizando un PLC de la marca Allen Bradley. Para el sistema de protecciones de caldera o MFT encargado de hacer el disparo general de los elementos críticos en los quemadores se considero para la programación, observada en la figura 8, las siguientes condiciones de disparo o fallas críticas:

- Bajo nivel de la caldera: los quemadores nunca pueden trabajar en el caso que se presente un bajo nivel del domo por más de tres segundos.
- Alta presión hogar de caldera: para evitar una ruptura o explosión, los quemadores se paran al presentarse una alta presión en el sistema de vapor de la caldera (mayor a 470 mmca).
- Ventilador de tiro forzado (VTF), en el caso de no existir el aire que permite la combustión en los quemadores de la caldera por paro del VTF, los quemadores se disparan.
- Bomba de combustible, si durante la operación normal de los quemadores las bombas de combustible se paran, se presentara un paro

por falla en la alimentación de combustible de acuerdo al diagrama de la figura 10.

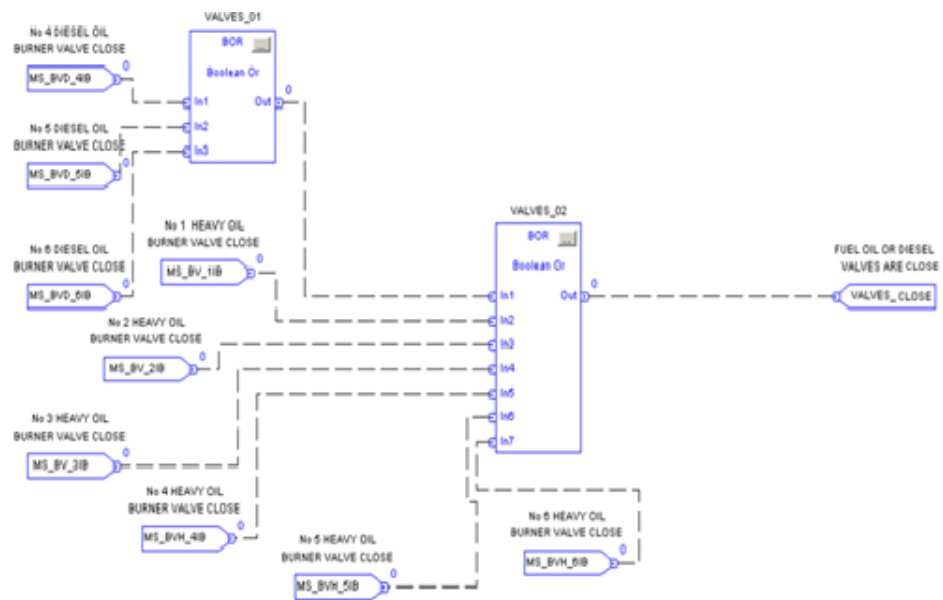
- Bomba de agua, ante la falla de las bombas de agua de alimentación a la caldera y operación de los quemadores, para evitar daños en los tubos de caldera por falta de agua, se dispara la caldera de acuerdo a diagrama de bloque de figura 11.
- Paro operación de turbina, los quemadores se disparan de que el caso que el generador este sincronizado y se presenta un cierre de la válvula principal de vapor a la turbina de acuerdo a diagrama de bloques de figura 12.
- Alto Nivel de la caldera, los quemadores nunca pueden trabajar en el caso que se presente un alto nivel del domo por más de tres segundo.
- Stop de emergencia caldera, permite el disparo manual de la caldera por parte del operador ante la presencia de alguna emergencia, según lo observado en diagrama de bloques de figura 13.
- Flujo de aire, para una correcta operación de la caldera el flujo de aire debe ser mayor al 30% en el caso de no cumplir esta condición se disparan los quemadores.



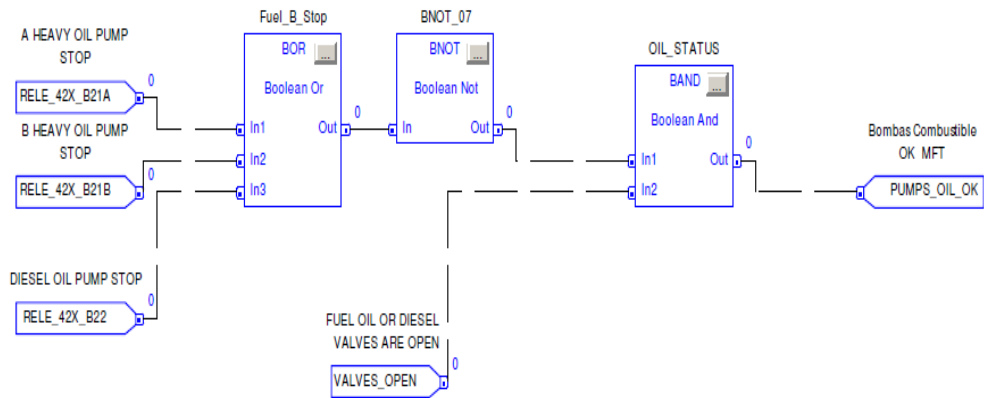
**Figura #8:** Diagrama de bloque de condiciones de disparo de las protecciones de caldera

Las protecciones de caldera solo se restablecen, de acuerdo a lo indicado en la figura 9, si se cumple con las siguientes condiciones: nivel del domo ok, todas las válvulas de combustible cerradas, flujo de aire mayor al 30%, registros de aire abiertos y la no presencia de llama.

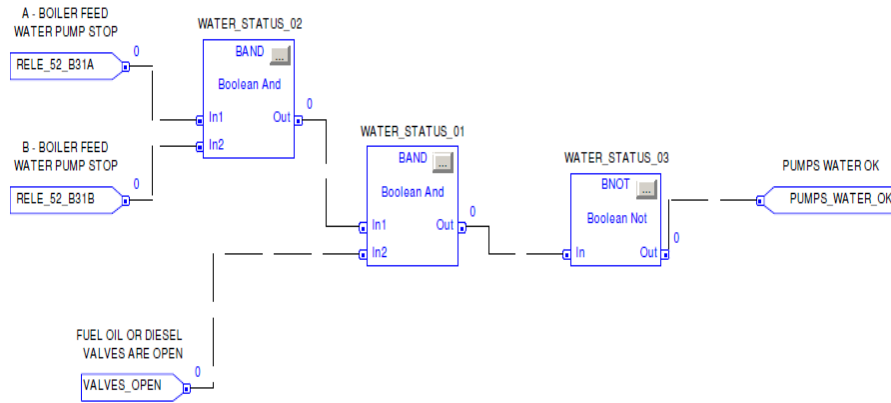




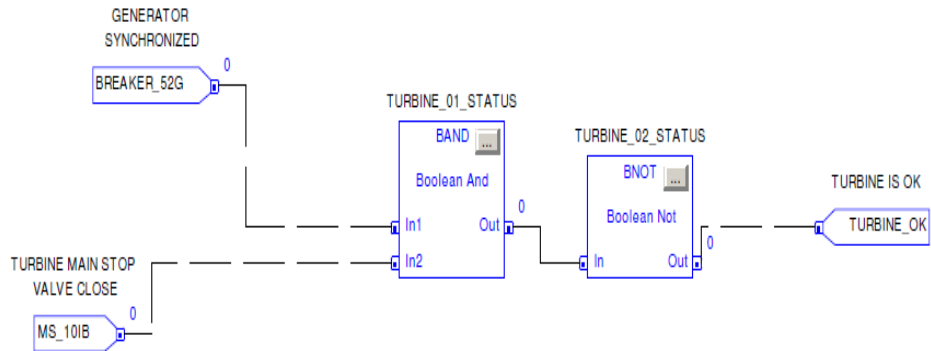
**Figura #9:** Permisivo de quemadores para reset de caldera



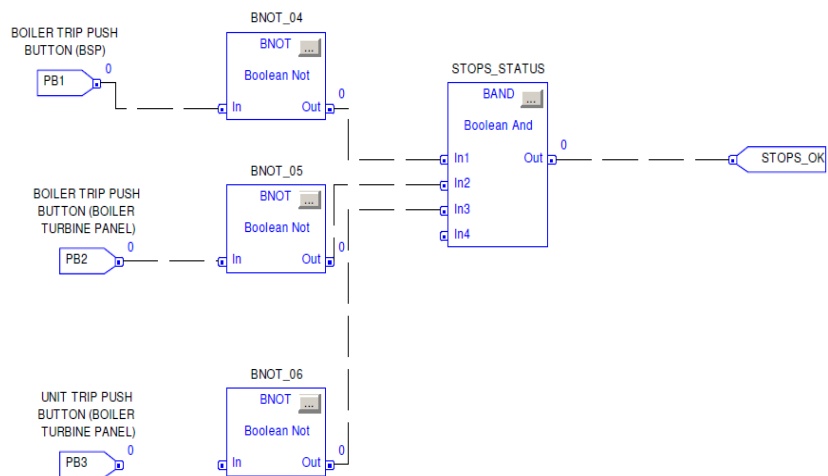
**Figura #10:** Condición de operación de las bombas de combustible



**Figura #11:** Condición de disparo por bombas de agua



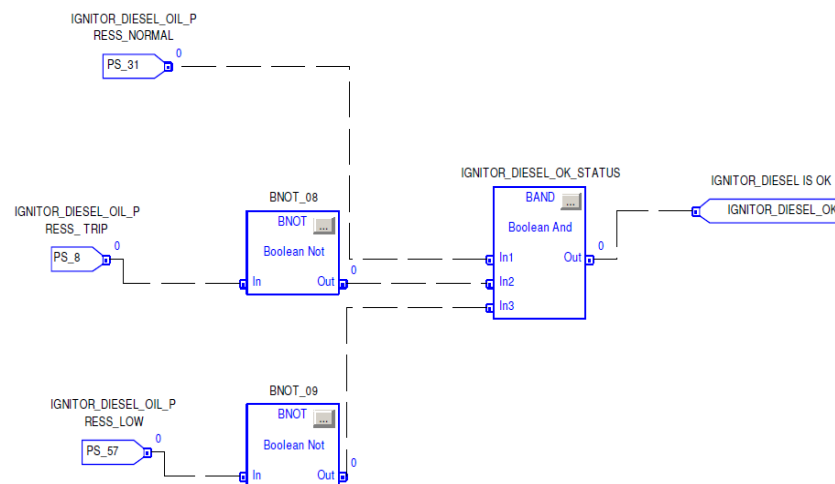
**Figura #12:** Condición de disparo por turbina



**Figura #13:** Condición de paro de emergencia

El sistema de control de quemadores se encarga del arranque y paro del sistema de ignición como del encendido y apagado de los quemadores. El arranque del sistema de ignición permite el arranque primario de la llama piloto, previamente que el operador presiones la botonera de arranque, sistema ignición listo debe estar ok y no existir ninguna falla las protecciones de caldera.

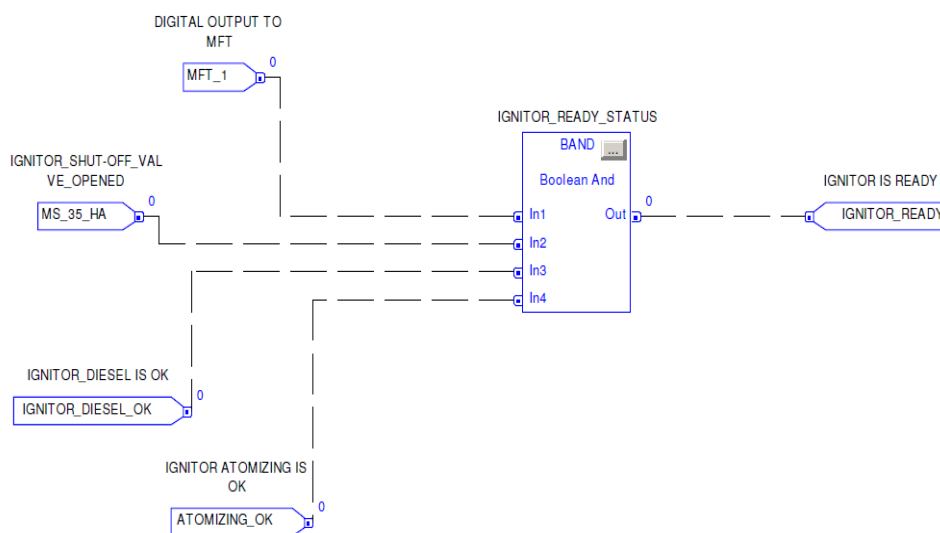
Para que sistema ignición diesel esté listo, según se observa en figura 14, se debe tener: presión normal diesel ignición, presión normal de atomización, MFT listo, válvula shut off de ignición listo.



**Figura #14:** Condiciones que determinan ignición de diesel listo

En la ignición se abre la válvula de ignición y se activa el transformador de ignición. Si después de un tiempo no hay confirmación de llama, la válvula de ignición y el transformador se apagan. Otra programación efectuada de

acuerdo a la figura 15, tiene referencia al paro del sistema de ignición, durante el arranque del sistema de ignición se presenta una falla por protecciones de caldera o la válvula principal de shut off se cierra, automáticamente el sistema de ignición se apaga.



**Figura #15:** Condiciones que determinan ignición de fuel oil listo

### 1.2.5 Comunicación industrial entre controladores, PLC y sistema de monitoreo.

Para este proyecto se implemento una arquitectura de tecnología abierta, escalable tanto en hardware como en software que permite la integración de equipos y sistemas como:

- Control regulatorio de caldera
- Control de turbina,
- Control de auxiliares de planta,

- Sistema de alarmas y protecciones
- Sistemas de seguridad,
- Sistemas de comunicaciones, PLC's y registradores.

Además esta arquitectura permitir la interconexión, comunicación, en todos sus niveles con equipos de diferentes fabricantes con sus diferentes protocolos de comunicación. El ambiente de trabajo utilizado es Windows Xp, una red de planta como la Ethernet de 100Mbps, utilizando comunicación TCP/IP de forma directa entre los controladores y las estaciones de trabajo, el manejo de datos e información está basado en OLE de OPC.

Esta comunicación Ethernet / IP de red industrial entre las estaciones de operación, los paneles PC locales y las unidades de adquisición y control, cumplen con las características de ser redundantes.

El esquema general para la arquitectura implementada se detalla a continuación:

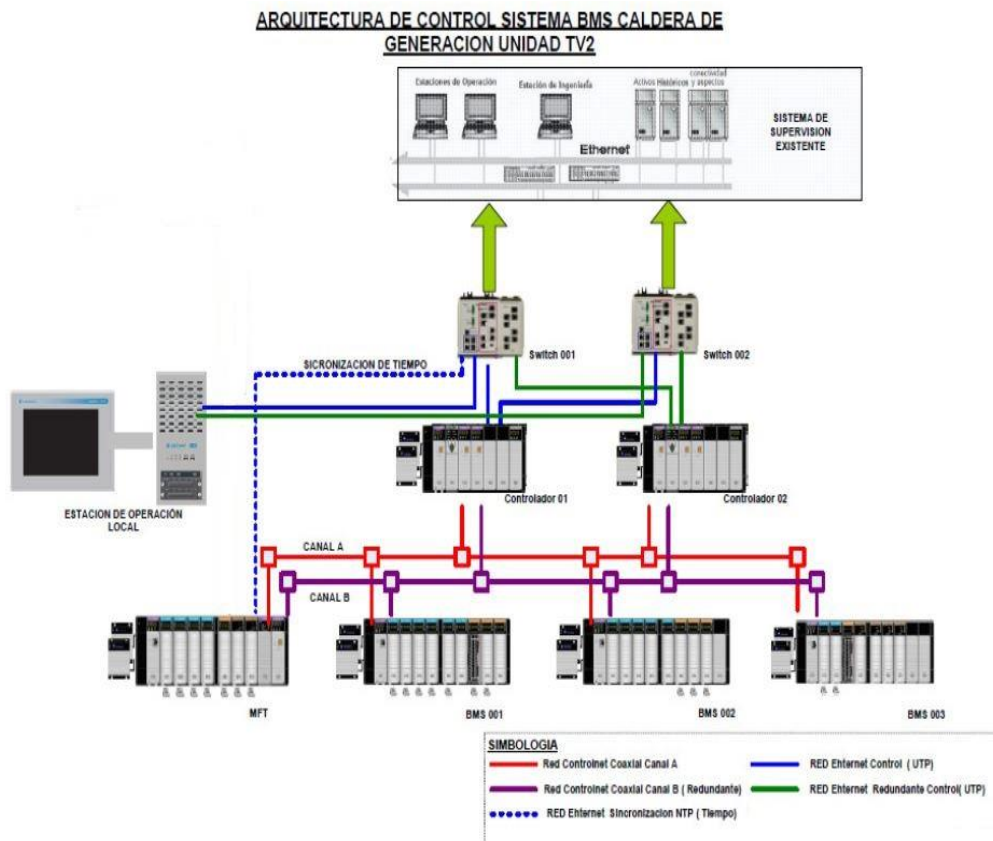
- Una estación de operación
- Un controlador lógico(redundante) basado en control logix L61
- Una red controlNET (chasis IO)
- Una red ethernet/IP supervisión
- Cuatro chasis remotos para las entradas y salidas.

De acuerdo a lo arquitectura mostrada en la figura 16, se observa que en el cuarto de control se encuentra el sistema Scada con los equipos de monitoreo y control, servidores primarios y secundarios de HMI, servidor de históricos y servidor de administrador de activos además de las estaciones de trabajo e ingeniería. El tablero de control del sistema de protecciones de caldera y quemadores se comunica con el Scada por medio de una red Ethernet/IP con redundancia de switches administrables en capa dos, estos switches también enlazan las pantallas táctiles de control de quemadores y el sistema auxiliar general de caldera dentro de la red del Scada. Este tablero de control está conformado por los siguientes equipos:

- Dos chasis (primario y respaldo) de siete slots cada uno en donde se encuentran los procesadores, tarjetas de redundancia de procesadores, tarjetas de comunicación Ethernet y ControlNet.
- Cuatro chasis de 10 slots divididos en chasis de MFT, chasis de BMS1, chasis de BM2 y chasis de BM3.

En el chasis de MFT se encuentran las tarjetas de entrada y salida digital, ANEXO 4 y 5, encargadas de recibir las señales principales de protecciones de la caldera y que generan a su vez los respectivos disparos del sistema. En el chasis de BMS1 se encuentran las tarjetas de entradas y salidas digitales y análogas (ANEXO 6) encargadas de los permisivos de arranque y

disparo de los quemadores 1-2, el chasis de BMS2 corresponde a los quemadores 3-4 y el chasis de BMS3 corresponde a los quemadores 5-6.



**Figura #16:** Arquitectura de control de la caldera unidad TV2.

## CAPITULO II

La modernización del sistema de control de quemadores y protecciones de la caldera de la unidad TV2 realizada por Electroguayas, inicio el 13 de abril de 2013 durante el periodo de la parada anual programada y planificada ante el CENACE culminando el 9 de junio de 2013, siendo el resultado final de estos trabajos:

- Mejoras operativas y HMI amigables, debido a la visualización y control del proceso de encendido de quemadores en las estaciones de trabajo de la caldera y cuarto de control incorporando el uso de pantallas táctiles, mostradas en la figura 17.
- Redundancia de los PLCs encargados del sistema de control y protecciones de la caldera.
- Habilitación del sistema de detección de llama para el encendido de quemadores el cual dejo de operar por falta de repuesto y tiempo de vida útil.



**Figura #17:** Tablero de control de quemadores y protecciones de caldera con pantallas táctiles



El costo total de esta modernización en la Unidad TV2 para bienes y servicios fue de \$247,044.50 + IVA, desglosándose los valores de \$189,148.90 + IVA para bienes y \$67,895.53 + IVA para servicios.

## 2.1. Control y Monitoreo del Sistema.

Una vez culminado los trabajos de modernización se procedió con el arranque de la unidad para su reingreso al sistema nacional interconectado con la producción de 73 MW de energía eléctrica. En el nuevo panel de quemadores se tiene instalado dos pantallas táctiles que permite la interacción del área de operación con los equipos de manera amigable para selección del tipo de combustible a utilizar, encendido, apagado y disparo manual de cada uno de los seis quemadores, así como el monitoreo de los mismos y de las protecciones de la caldera. Esta interacción se realiza a través de pantallas de HMI mostradas en la figura 18.

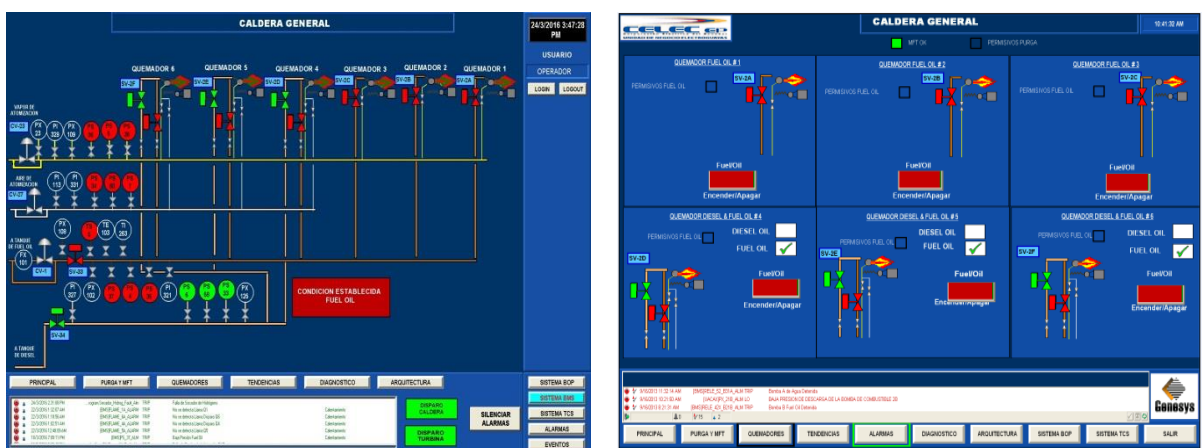
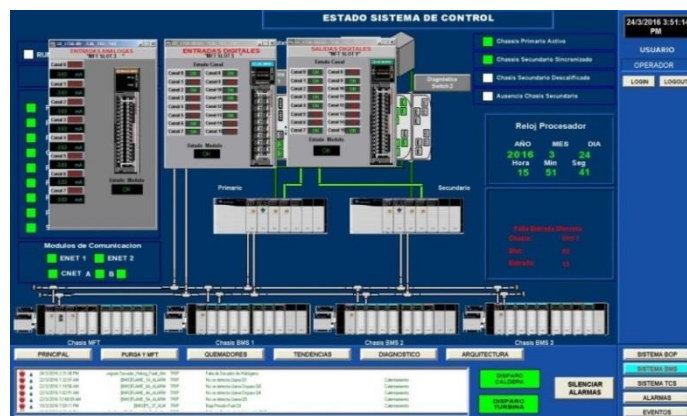
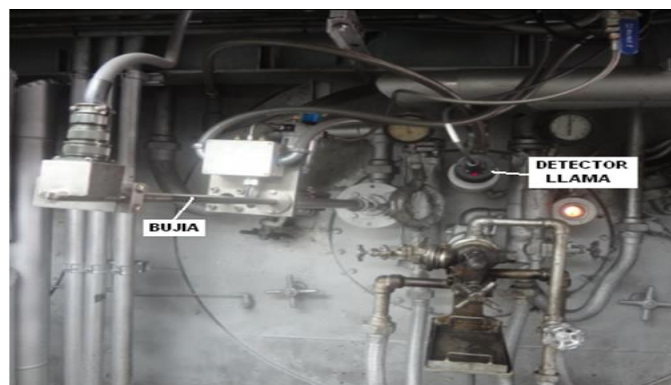


Figura #18: HMI de los quemadores de la cadera en las pantallas táctiles

En el sistema de monitoreo se confirma el estado de cada quemador así como también un histórico de alarmas de las protecciones de caldera y quemadores. El área técnica por medio de la estación de Ingeniería puede realizar la revisión y pruebas del estado de los módulos de electrónicos de los PLCs por medio de verificaciones vía HMI de cada modulo de control, figura 19. Todas estas revisiones de los nuevos quemadores que se instalaron, figura 20, se realizan en las actividades diarias de mantenimiento en un preventivo y correctivo o durante las paradas anuales programadas, situación que no se podía realizar con el sistema de control antiguo.

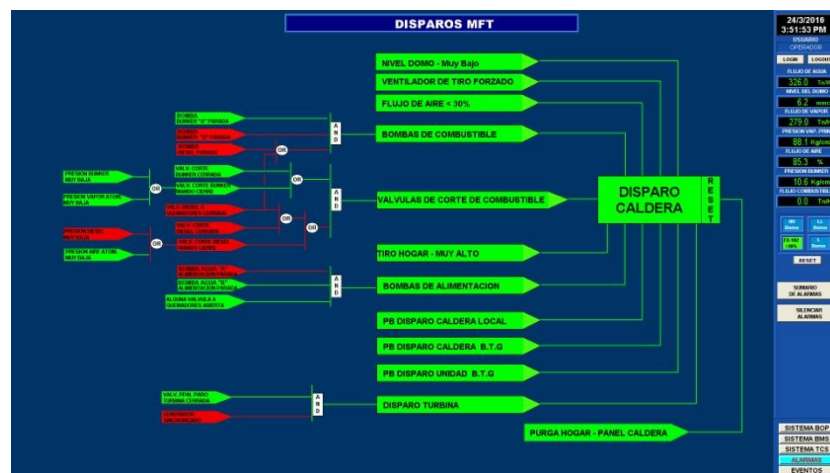


**Figura #19:** HMI de revisión de estados del sistema de control.



**Figura #20:** Nuevo quemador con sus accesorios: bujía, detector de llama.

También se cuenta con un HMI, mostrado en la figura 21, que permite al área de mantenimiento realizar un diagnostico en línea cuando ocurre un disparo de la unidad a causa de las protecciones de la caldera, por medio de la visualización del lógico de control.



**Figura #21:** HMI de estado de disparo de caldera.

## **Conclusiones.**

Para la modernización de las protecciones de caldera y control de quemadores de la Unidad TV2, se realizó un proceso de licitación con la compañía Genesys S.A, la cual además de cumplir con la mejor oferta económica y especificaciones técnicas solicitadas, contaba con tecnología Rockwell, implementada previamente en la modernización del nivel del domo de la caldera y control de la turbina, lo cual permitió uniformidad de tecnologías en todo el sistema de control de la unidad TV2.

Con la implementación del nuevo sistema se logró más eficiencia en el mantenimiento debido a que los elementos que se utilizan en los sistemas de protección como de control se encuentran fácilmente en el mercado, lo cual era una limitante con el sistema anterior por su tiempo de operación, más de 35 años.

El nuevo sistema implementado permitió contratar el servicio directo, con la compañía Rockwell Automation, para asistencia técnica remota, lo cual es una gran ayuda para los técnicos de mantenimiento, debido a que interactúan con profesionales de otros países sobre fallas presentadas en sistemas similares, situación que no ocurría con el sistema antiguo.

A pesar que al inicio de la operación del nuevo sistema se tuvo problemas en la adaptación de los operadores al mismo, con el pasar del tiempo y continua capacitación de la operación del sistema se logró un manejo óptimo que permitió en conjunto con el área de mantenimiento una mayor confiabilidad de la unidad TV2 en lo referente a la instrumentación y control de la misma.

Se redujo la salida de la unidad TV2 por mantenimientos forzados debido a fallas en la instrumentación de campo y control.

## **Recomendaciones.**

Continuar con la adquisición de respuestos del sistema de control e instrumentación de campo para stock lo cual no fue cubierto en la modernización.

Continuar con la contratación del servicio para la asistencia técnica remota con la compañía Rockwell Automation, debido a que permite descargas de actualizaciones de software de la base de conocimientos de Rockwell e interacción con técnicos Rocwell via web.

Continuar con la modernización del resto de sistemas, como por ejemplo, el Scada eléctrico de manera que se integren a los sistemas que han cumplido con este proceso.

Continuar con la capacitación del personal en el manejo de estos sistemas, en especial el personal de operación, debido a los retiros voluntarios que se están presentado de las personas que conforman esta área y así evitar fallas en el sistema por una mala operación.

**BIBLIOGRAFÍA**

[1] Sistema oficial de contratacion publica, LICBS-CELEC EP-EGU-2.0483-11, <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/>, fecha de consulta 25 de marzo de 2016.

[2] Rocwell Automation, Sistema de control BMS TV2-TV3, referencia M9830NJ002, consulta 21 de marzo de 2016.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

[1] PLC: Controlador lógico programable.

[2] Hart: Señal de 4 – 20 mA que lleva el protocolo industrial para comunicar los datos de los equipos de campo con el PLC.

[3] CENACE: Centro Nacional de Control de la Energía.

[4] Diesel oil: combustible liviano utilizado en las calderas para la generación térmica.

[5] Fuel oil: combustible pesado utilizado en las calderas para la generación térmica.

[6] SIL: Estandar de seguridad europeo.

[7] OPC: Estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales.

[8] Ethernet/IP: Protocolo de red en niveles para aplicaciones de automatización industrial.

[9] HMI: Interfaz hombre máquina.

[10] SCADA: Sistema supervisorio de adquisición y control de datos.

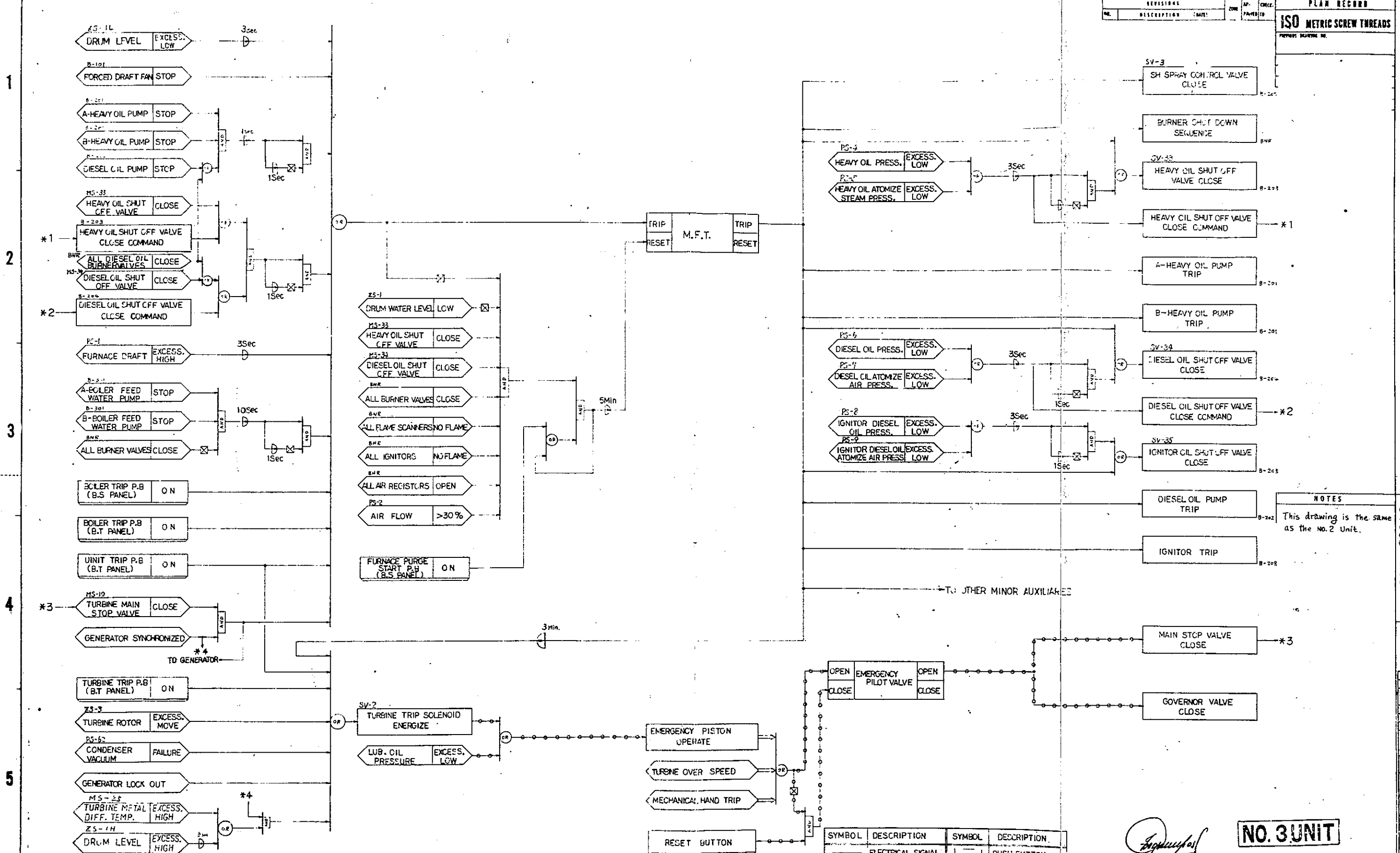
[11] MFT: Main fuel trip, disparo de protecciones principales de caldera.

[12] BMS: Burner Management System, control de quemadores.



## **ANEXOS**

1. LÓGICA DE CONTROL DE PROTECCIONES DE CALDERA.
2. LÓGICA DE CONTROL DE ARRANQUE DE IGNITORES
3. LÓGICA DE CONTROL DE QUEMADORES.
4. MÓDULO DE ENTRADA DIGITAL.
5. MÓDULO DE SALIDA DIGITAL.
6. MÓDULO DE ENTRADA ANÁLOGA.
7. TÍPICO DE MONTAJE DE TRANSMISOR DE PRESIÓN.



NOTES  
This drawing is the same as the No. 2 Unit.

SYMBOL	DESCRIPTION	SYMBOL	DESCRIPTION
[Symbol]	ELECTRICAL SIGNAL	[Symbol]	PUSH BUTTON
[Symbol]	HYDRAULIC SIGNAL	[Symbol]	AND LOGIC
[Symbol]	MECHANICAL	[Symbol]	OR LOGIC
[Symbol]	AIR SIGNAL	[Symbol]	NOT LOGIC
[Symbol]	CONDITION	[Symbol]	TIME DELAY (ON DELAY)
[Symbol]	OPERATION	[Symbol]	

NOTE:  
INTERLOCK OF ELECTRICAL PART REFER TO THE ELECTRICAL INTERLOCK DIAGRAM 'JE 000045'

**NO. 3 UNIT**

APPROVED: [Signature]

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRICIDAD  
CENTRO TECNICO NACIONAL GUANO-EQUADOR

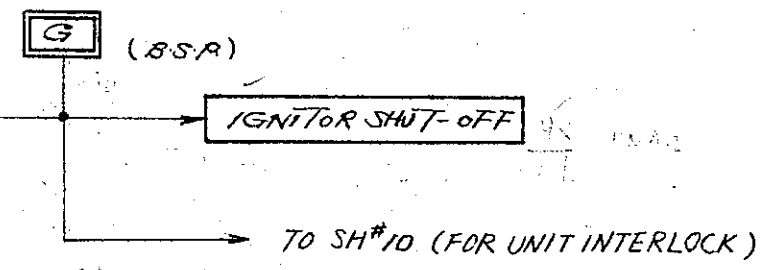
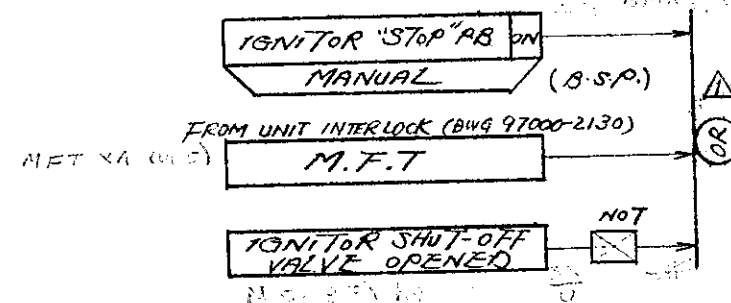
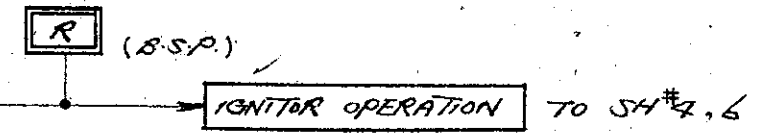
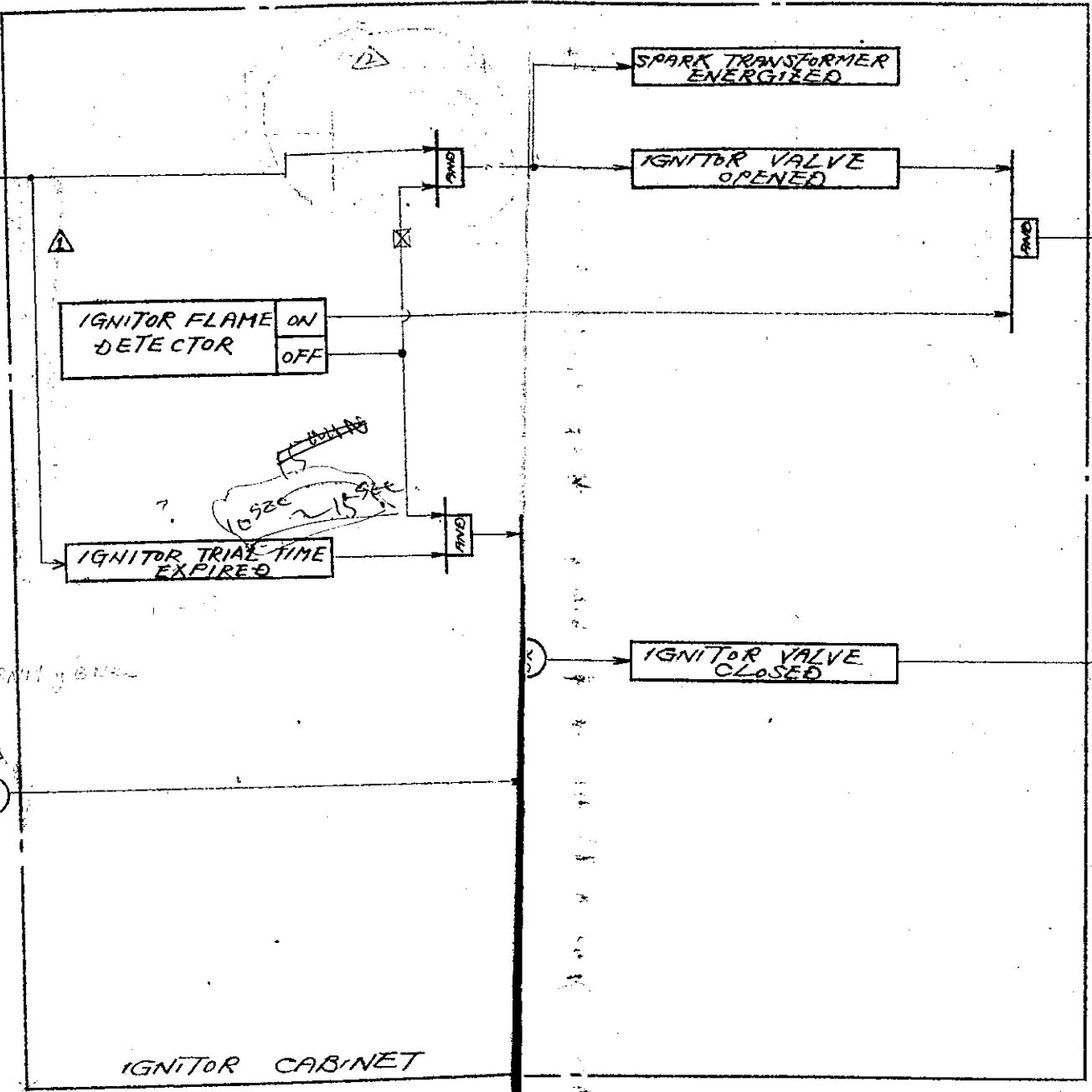
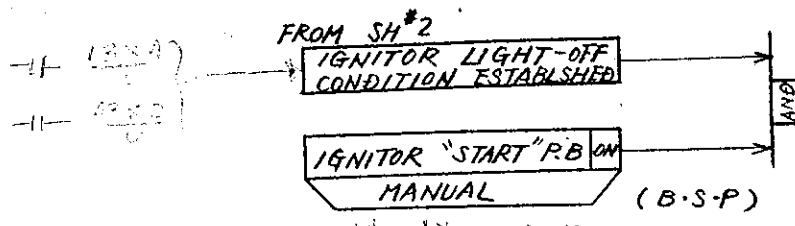
UNIT INTERLOCK DIAGRAM

30332  
3042597000

97000-2130

97000-2130

APPROVED	[Signature]
CHECKED	[Signature]
DESIGNED	[Signature]
SCALE	
DATE	
PROJECT	
NO.	
REV.	
BY	
CHKD	
APP'D	
DATE	



NOTE: THIS DIAGRAM DENOTES ONE IGNITOR.

SH#3

HISTORY

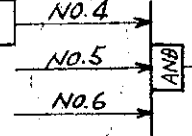
APPROVED	
CHECKED	
DRAWN	
計	関係部
出回先	六印

IGNITOR START-UP AND SHUT DOWN DIAGRAM

ORDER DRAWING NO

FROM SH#5

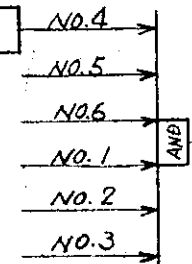
DIESEL OIL BURNER VALVE CLOSED



ALL DIESEL OIL BURNER VALVES CLOSED  
TO UNIT INTERLOCK  
(D.W.G 97000-2130)

FROM SH#7

HEAVY OIL BURNER VALVE CLOSED

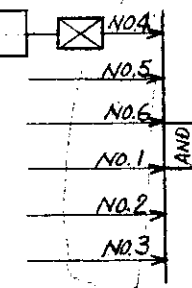


ALL HEAVY OIL BURNER VALVES CLOSED

ALL BURNER VALVES CLOSED  
TO UNIT INTERLOCK  
(D.W.G 97000-2130)

FROM SH#8

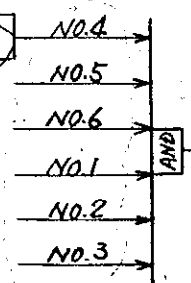
FLAME DETECTOR FLAME "ON"



ALL FLAME DETECTORES NO FLAME  
TO UNIT INTERLOCK  
(D.W.G 97000-2130)

FROM SH#3

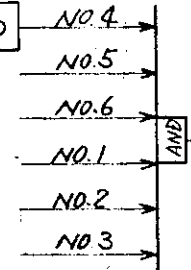
IGNITOR NO FLAME



ALL IGNITORES NO FLAME  
TO UNIT INTERLOCK  
(D.W.G 97000-2130)

FROM SH#4 AND 6

AIR REGISTOR OPENED



ALL AIR REGISTERES OPENED  
TO UNIT INTERLOCK  
(D.W.G 97000-2130)

THIS SHEET IS ADDED BY REVISION 1

SH# 10

HISTORY

APPROVED \_\_\_\_\_  
CHECKED \_\_\_\_\_  
DRAWN \_\_\_\_\_  
計 関係部  
出図先 査印

CONTACTS FOR UNIT INTERLOCK /

ORDER

DRAWING NO

SH #

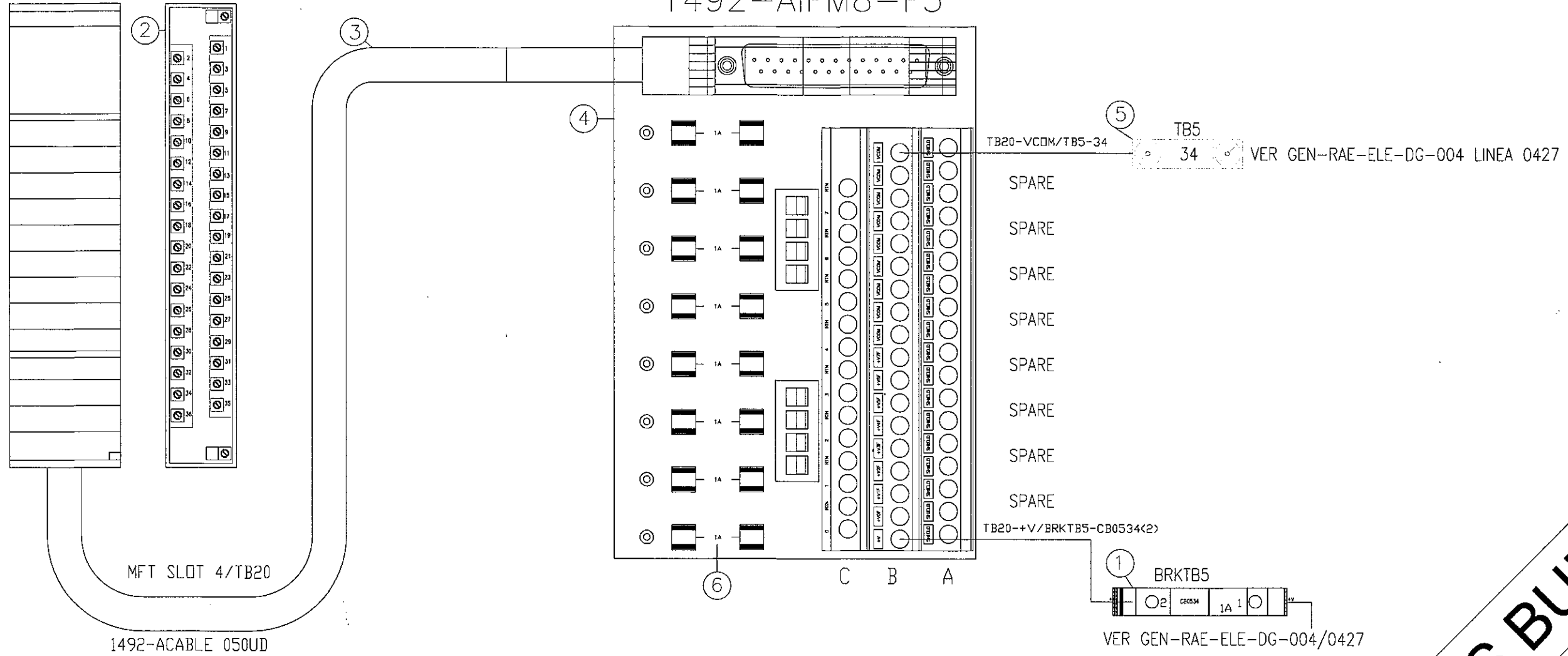
# MODULO DE ENTRADAS ANALOGAS 1756-IF8H

*Diferencias*

LISTA DE MATERIALES				
ITEM	CANT.	REFERENCIA	ABREV.	DESCRIPCION / MATERIAL
1	1	1492-GH010		MINIATURE CIRCUIT BREAKER 1 AMPERIO RATING
2	1	1756-IF8H		MODULO DE ENTRADA ANALOGICA HART DE 8 CANALES
3	1	1492ACABLE050UD		MODULO PRE CABLEADO CON TBH INCLUIDO
4	1	1492AIFM8F5		MODULO DE CONEXION REMOTA DE ENTRADA ANALOGA
5	1	1492-J4		BORNERA SENCILLA
6	8	FUSIBLE CERAMICO		FUSIBLES CERAMICO DE 1 AMPERIO

CHASIS MFT  
SLOT 4  
1756-IF8H

TB20  
1492-AIFM8-F5

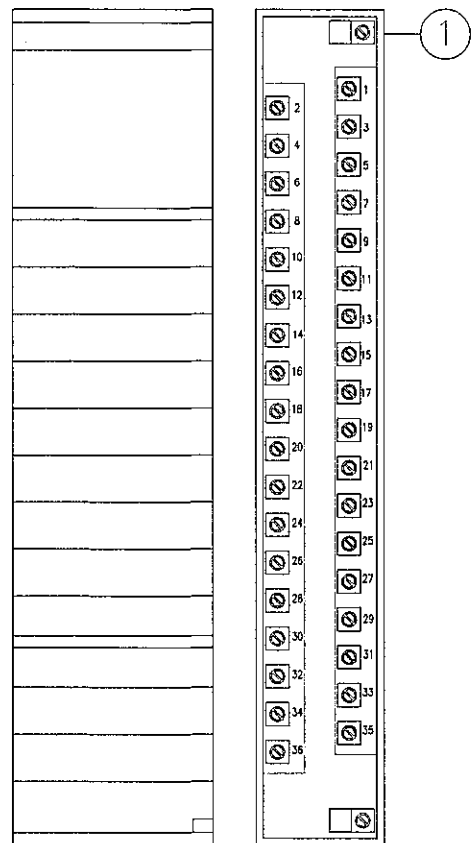


**AS BUILT**

<b>Rockwell Automation</b> SOBJETO: C. MESA APROBADO: D. GONZALEZ DIBUJADO: R. PARADA DISEÑADO: E. LINDAO Nº PLANO: GEN-RAE-MEC-DG-009	<b>FASES DEL PROYECTO</b> V: VISUALIZAR C: CONCEPTUALIZAR D: DEFINIR (INGENIERIA BASICA) I: IMPLANTAR (INGENIERIA DE DETALLES) O: OPERAR	<b>REVISIONES</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>REV.</th> <th>PROYECTISTA</th> <th>APROBADO</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td>20/03/12</td> <td>EMISION FINAL REVISION INTERNA</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td>13/04/12</td> <td>EMISION PARA REVISION</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td>17/05/12</td> <td>EMISION PARA CONSTRUCCION</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>22/10/12</td> <td>ACTUALIZADO COMO CONSTRUIDO FAT</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td>19/03/13</td> <td>ACTUALIZADO DESPUES DE ARRANQUE</td> </tr> </tbody> </table>	REV.	PROYECTISTA	APROBADO	FECHA	DESCRIPCION	A			20/03/12	EMISION FINAL REVISION INTERNA	B			13/04/12	EMISION PARA REVISION	C			17/05/12	EMISION PARA CONSTRUCCION	1			22/10/12	ACTUALIZADO COMO CONSTRUIDO FAT	2			19/03/13	ACTUALIZADO DESPUES DE ARRANQUE	<b>ESTADO DEL PLANO</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>FASE</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>APROBADO</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V</td> <td>EMISION ORIGINAL</td> <td></td> <td>16/03/12</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>EMISION ORIGINAL</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EMISION PRELIMINAR</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>INCORPORACION DE COMENTARIOS</td> <td></td> <td>10/04/12</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>EMISION ORIGINAL</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EMISION PRELIMINAR</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>APROBADO PARA LICITACION</td> <td></td> <td>17/05/12</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>APROBADO PARA CONSTRUCCION</td> <td></td> <td>17/05/12</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>INCORPORACION DE COMENTARIOS</td> <td></td> <td>22/10/12</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>ACTUALIZADO COMO CONSTRUIDO FAT</td> <td></td> <td>22/10/12</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>ACTUALIZADO DESPUES DE ARRANQUE</td> <td></td> <td>19/03/13</td> </tr> </tbody> </table>	FASE	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA	V	EMISION ORIGINAL		16/03/12	G	EMISION ORIGINAL			A	EMISION PRELIMINAR			D	INCORPORACION DE COMENTARIOS		10/04/12	I	EMISION ORIGINAL			A	EMISION PRELIMINAR			B	APROBADO PARA LICITACION		17/05/12	D	APROBADO PARA CONSTRUCCION		17/05/12	I	INCORPORACION DE COMENTARIOS		22/10/12	C	ACTUALIZADO COMO CONSTRUIDO FAT		22/10/12	Z	ACTUALIZADO DESPUES DE ARRANQUE		19/03/13	<b>ARCHIVO No.</b> <b>PLANOS DE REFERENCIA</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No. PROY.</th> <th>FASE</th> <th>FECHA</th> <th>ING.</th> <th>PROYECTISTA</th> <th>EMPRESA</th> <th>TITULO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	No. PROY.	FASE	FECHA	ING.	PROYECTISTA	EMPRESA	TITULO								<b>PROYECTOS</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No. PROY.</th> <th>FASE</th> <th>FECHA</th> <th>ING.</th> <th>PROYECTISTA</th> <th>EMPRESA</th> <th>TITULO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	No. PROY.	FASE	FECHA	ING.	PROYECTISTA	EMPRESA	TITULO								<b>COLOMBIA</b> PROYECTISTA: LIDER CAD/CAB: INGENIERO DE PROYECTOR: ASESOR SUP. PROYECTOR:	<b>INSTALADOR:</b> Sistema de manejo de quemadores BMS para calderas TV2 Y TV3 <b>TITULO:</b> MODULO DE ENTRADA ANALOGICA CHASIS MFT SLOT 4 <b>DESCRIPCION:</b>
	REV.	PROYECTISTA	APROBADO	FECHA	DESCRIPCION																																																																																																												
A			20/03/12	EMISION FINAL REVISION INTERNA																																																																																																													
B			13/04/12	EMISION PARA REVISION																																																																																																													
C			17/05/12	EMISION PARA CONSTRUCCION																																																																																																													
1			22/10/12	ACTUALIZADO COMO CONSTRUIDO FAT																																																																																																													
2			19/03/13	ACTUALIZADO DESPUES DE ARRANQUE																																																																																																													
FASE	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA																																																																																																														
V	EMISION ORIGINAL		16/03/12																																																																																																														
G	EMISION ORIGINAL																																																																																																																
A	EMISION PRELIMINAR																																																																																																																
D	INCORPORACION DE COMENTARIOS		10/04/12																																																																																																														
I	EMISION ORIGINAL																																																																																																																
A	EMISION PRELIMINAR																																																																																																																
B	APROBADO PARA LICITACION		17/05/12																																																																																																														
D	APROBADO PARA CONSTRUCCION		17/05/12																																																																																																														
I	INCORPORACION DE COMENTARIOS		22/10/12																																																																																																														
C	ACTUALIZADO COMO CONSTRUIDO FAT		22/10/12																																																																																																														
Z	ACTUALIZADO DESPUES DE ARRANQUE		19/03/13																																																																																																														
No. PROY.	FASE	FECHA	ING.	PROYECTISTA	EMPRESA	TITULO																																																																																																											
No. PROY.	FASE	FECHA	ING.	PROYECTISTA	EMPRESA	TITULO																																																																																																											
		CAMPO: N/A ESCALA: S/E FECHA: 19/03/13 No. DE PLANO EXISTENTE: GEN-RAE-MEC-DG-009 No. DEL PLANO MAESTRO: GEN-RAE-MEC-DG-009 Hoja: 40 REV: 0 ESTADO: 0																																																																																																															

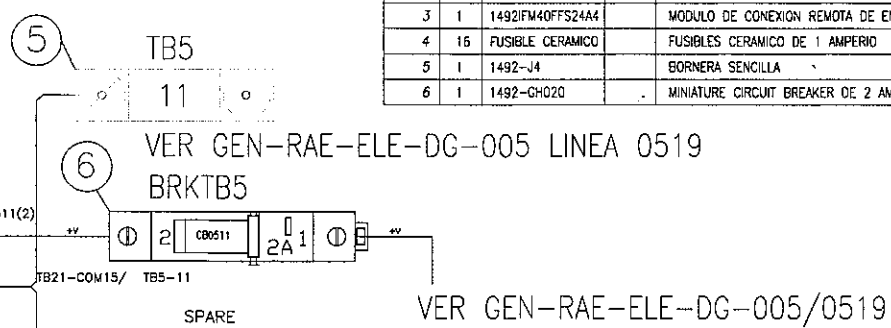
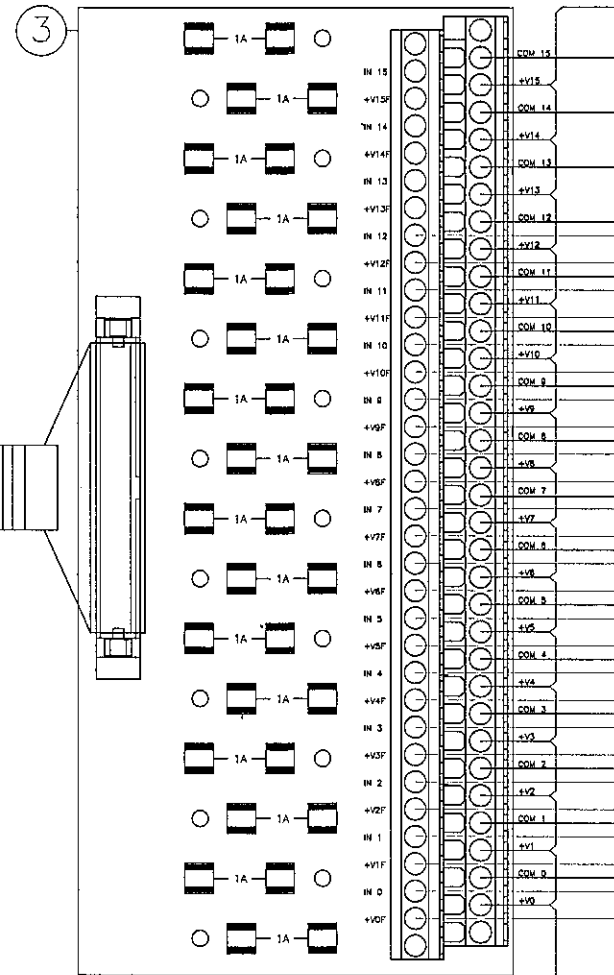
# MODULO DE ENTRADAS DIGITALES 1756-IB16ISOE

CHASIS MFT  
SLOT 5  
1756-IB16ISOE



MFT SLOT 5/TB21  
1492-CABLE-050Y

TB21  
1492-IFM40F-FS24A-4



- TB21-IN 12/ 52G+ BREAKER\_52G
- TB21-+V12F/ 52G- PS\_2
- TB21-IN 11/ PS2+ PS\_2
- TB21-+V11F/ PS2- MS\_10LB
- TB21-IN 10/ 10LB+ MS\_10LB
- TB21-+V10F/ 10LB- RELE\_52\_B31B
- TB21-IN 9/ B31B+ RELE\_52\_B31B
- TB21-+V9F/ B31B- RELE\_52\_B31A
- TB21-IN 8/ B31A+ RELE\_52\_B31A
- TB21-+V8F/ B31A- PS\_1
- TB21-IN 7/ PS1+ PS\_1
- TB21-+V7F/ PS1- MS\_34\_LB.
- TB21-IN 6/ 34LB+ MS\_34\_LB.
- TB21-+V6F/ 34LB- MS\_33LB
- TB21-IN 5/ 33LB+ MS\_33LB
- TB21-+V5F/ 33LB- RELE\_42X\_B22
- TB21-IN 4/ 42XB22+ RELE\_42X\_B22
- TB21-+V4F/ 42XB22- RELE\_42X\_B21B
- TB21-IN 3/ 42XB21B+ RELE\_42X\_B21B
- TB21-+V3F/ 42XB21B- RELE\_42X\_B21A
- TB21-IN 2/ 42XB21A+ RELE\_42X\_B21A
- TB21-+V2F/ 42XB21A- RELE\_52\_B05
- TB21-IN 1/ 52B5+ RELE\_52\_B05
- TB21-+V1F/ 52B5- ZS\_1L
- TB21-IN 0/ ZS1L+ ZS\_1L
- TB21-+V0F/ ZS1L-

TB21-COM 0/ TB22-COM15  
OVDC PARA BORNERA TB22  
VER GEN-RAE-MEC-DG-011  
TB21-+V0/ TB22-+V15  
24VDC PARA BORNERA TB22  
VER GEN-RAE-MEC-DG-011

LISTA DE MATERIALES			
ITEM.	CANT.	REFERENCIA	DESCRIPCION / MATERIAL
1	1	1756-IB16ISOE	MODULO DE ENTRADA DIGITAL SOE DE 16 CANALES
2	1	1492CABLE050Y	MODULO PRE CABLEADO CON TBCH INCLUIDO
3	1	1492IFM40FFS24A4	MODULO DE CONEXION REMOTA DE ENTRADA DIGITAL
4	16	FUSIBLE CERAMICO	FUSIBLES CERAMICO DE 1 AMPERIO
5	1	1492-J4	BORNERA SENCILLA
6	1	1492-CH020	MINIATURE CIRCUIT BREAKER DE 2 AMPERIOS

*Entradas de acuerdo a logica antigua.*

**AS BUILT**

**Rockwell Automation**

COMITADO: C. MESA APROBADO: D. GONZALEZ  
DISEÑADO: R. PARADA COTIZADO: E. LINDAO  
PLANOS: GEN-RAE-MEC-DG-010

FASES DEL PROYECTO	
V. VISUALIZAR	
C. CONCEPTUALIZAR	
D. DISEÑAR (INGENIERIA BASICA)	
E. IMPLEMENTAR (INGENIERIA DE DETALLES)	
O. OPERAR	

REVISIONES			
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	FECHA
A			20/03/12
B			10/04/12
C			17/05/12
D			22/10/12
E			19/03/13

ESTADO DEL PLANO			
FASE	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA
V	EMISION ORIGINAL		16/03/12
C	EMISION PRELIMINAR		
D	INCORPORACION DE COMENTARIOS		10/04/12
E	EMISION ORIGINAL		
F	EMISION PRELIMINAR		
G	APROBADO PARA LICITACION		17/05/12
H	INCORPORACION DE COMENTARIOS		22/10/12
I	ACTUALIZADO COMO CONSTRUIDO "AS BUILT"		19/03/13

ARCHIVO No.	PLANOS DE REFERENCIA

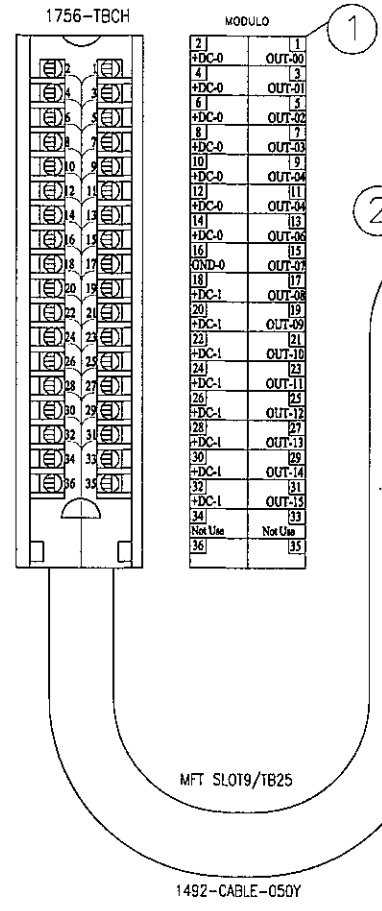
PROYECTOS					
No. PROJ.	FASE	FECHA	ING.	PROYECTISTA	EMPRESA

COLOMBIA	
PROYECTISTA:	INGENIERO DE PROYECTO:
LEDER CAD/CAM:	ASESOR SUP. PROYECTO:

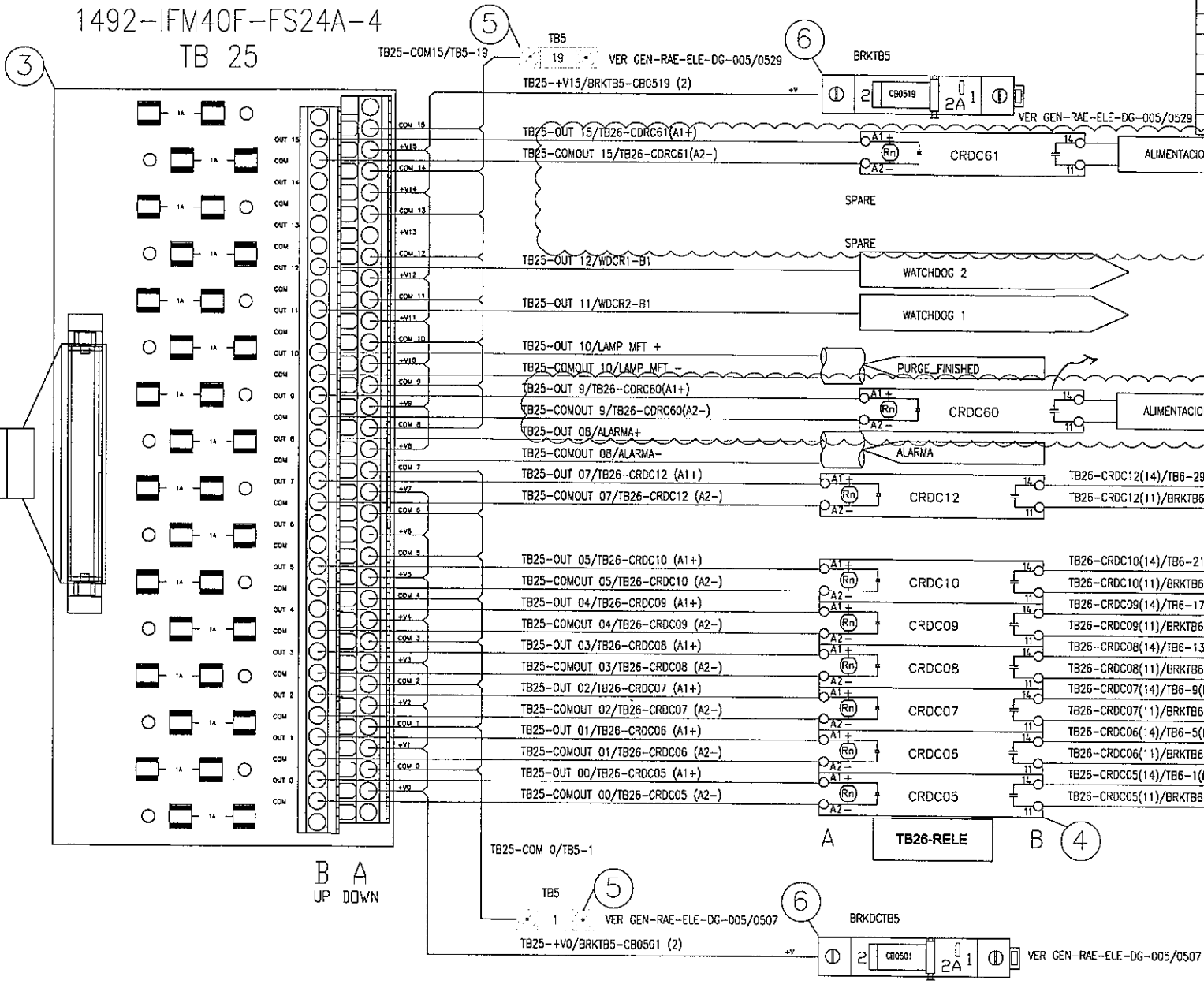
INSTALACION					
Sistema de manejo de quemadores BMS para calderas TV2 Y TV3					
TITULO: MODULO DE ENTRADA DIGITAL CONTACTO SECO CHASIS MFT SLOT 5					
DESCRIPCION:					
CAMPO:	ESCALA:	FECHA:	No. DE PLANO EXISTENTE	No. DEL PLANO MAESTRO	HOUJ. ( ) REV. ESTADO:
N/A	S/E	19/03/13	GEN-RAE-MEC-00-010	GEN-RAE-MEC-00-010	DE 40 0 0

# MODULO DE SALIDA DIGITAL DIGITAL 1756-0B161

SALIDA DIGITAL  
MFT Slot 9 Mod. 1756-0B161



## SALIDA DIGITAL 1492-IFM40F-FS24A-4 TB 25



LISTA DE MATERIALES				
ITEM	CANT.	REFERENCIA	ABREV.	DESCRIPCION / MATERIAL
1	1	1756-0B161		MODULO DE SALIDA DIGITAL DE 16 CANALES
2	1	1492CABLE050Y		MODULO PRE CABLEADO CON TBCH INCLUIDO
3	1	1492IFM40FFS24A4		MODULO DE CONEXION REMOTA DE SALIDA DIGITAL
4	8	700HK32224-4		RELE DE 24 VDC 8 AMPERIOS MAS BASE 700HN122
5	2	1492-J4		BORNERA SENCILLA
6	2	1492-GH020		MINIATURE CIRCUIT BREAKER DE 2 AMPERIOS
7	16	FUSIBLE-CERAMICO		FUSIBLES-CERAMICO DE 1 AMPERIO

POR DISEÑO LAS SALIDAS DE DISPARO DE LAS BOMBAS FUEL OIL DIESEL OIL, Y LAS VALVULAS SHUT-OFF SE DEBIERON CABLEAR CON LA CONDICION "DE ENERGIZE TO TRIP", EN EL ARRANQUE EL CLIENTE SOLICITA SE CAMBIEN ESTAS SALIDAS PARA QUE ACTUEN "ENERGIZE TO TRIP"

**AS BUILT**

**Rockwell Automation**

FASES DEL PROYECTO  
V. VISUALIZAR  
C. CONCEPTUALIZAR  
D. DISEÑO (INGENIERIA BARICA)  
E. INSTALACION (INGENIERIA DE DETALLE)  
O. OPERAR

REV.	PROYECTISTA/APROBADO	FECHA	DESCRIPCION
A		20/03/12	ENTRADA PARA "ENERGIZE TO TRIP"
B		19/04/12	ENTRADA PARA ARRANQUE
C		17/05/12	ENTRADA PARA CONSTRUCCION
E		22/10/12	ACTUALIZADO COMO CONSTRUCCION FAT
Z		19/03/13	ACTUALIZADO DESPUES DE ARRANQUE

FASE/NO.	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA
V	EMISION ORIGINAL		16/03/12
C	EMISION ORIGINAL		
A	EMISION PRELIMINAR		
D	INCORPORACION DE COMENTARIOS		19/04/12
E	EMISION ORIGINAL		
I	EMISION PRELIMINAR		
B	APROBADO PARA LICITACION		11/05/12
I	INCORPORACION DE COMENTARIOS		
C	ACTUALIZADO COMO CONSTRUCCION FAT		22/10/12
Z	ACTUALIZADO DESPUES DE ARRANQUE		19/03/13

ARCHIVO No.	PLANOS DE REFERENCIA

No. PROJ.	FASE	FECHA	ING.	PROYECTISTA	EMPRESA	TITULO

PROYECTOS  
COLOMBIA

INSTALACION: Sistema de manejo de quemadores BMS para calderas TV2 Y TV3  
TITULO: SALIDAS DIGITALES DE CONTACTO SECO CHASIS MFT SLOT 9  
DESCRIPCION:

PROYECTO: GEN-RAE-MEC-DG-014

PROYECTISTA: R. PARADA  
CORRECCION: E. LINDAO

INGENIERO DE PROYECTO: C. MESA  
INGENIERO SUPLENTE: D. GONZALEZ

PROYECTISTA: R. PARADA  
CORRECCION: E. LINDAO

PROYECTISTA: R. PARADA  
CORRECCION: E. LINDAO

PROYECTISTA: R. PARADA  
CORRECCION: E. LINDAO

PROYECTISTA: R. PARADA  
CORRECCION: E. LINDAO

CAMPO: N/A  
ESCALA: S/E  
FECHA: 19/03/13  
No. DE PLANO EXISTENTE: GEN-RAE-MEC-00-014  
No. DEL PLANO MAESTRO: GEN-RAE-MEC-00-014  
HOJA: 1 de 4  
REV: 0  
ESTADO: 0

