



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Laureate International Universities

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE
GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL DUCTO PRINCIPAL
DE UNA EMPRESA DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

Bach. Yactayo Castañeda, David
Bach. López Lozano, Félix José

ASESOR:

Ing. Luis Mauricio Gutiérrez Magán

TRUJILLO – PERÚ
2017

DEDICATORIA

A nuestros padres por ser el modelo a seguir y quienes aún nos brindan su apoyo en nuestra carrera de la vida.

EPIGRAFE

“Cuando menos esperamos, la vida nos coloca delante un desafío que pone a prueba nuestro coraje y nuestra voluntad de cambio”

(Paulo Coelho)

AGRADECIMIENTO

A nuestro Padre Celestial por darnos la vida y la oportunidad de alcanzar nuestras metas.

LISTA DE ABREVIACIONES

SCADA:	Supervisory Control And Data Acquisition
RTU:	Remote Terminal Unit
TEG:	Thermo Electrical Generator
PLC:	Programmable Logic Controller
MSF:	Meter Station Facility
LSF:	Launcher Receiver Facility
PCS:	Pressure Control Station
PRF:	Plant Receiver Facility
VAN:	Valor Actual Neto
TIR:	Tasa Interna de Retorno
B/C:	Relacion de Beneficio y Costo

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente:

“PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL DUCTO PRINCIPAL DE UNA EMPRESA DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS”

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los primeros de Enero a Mayo del año 2017, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros Proyectos o Investigaciones.

Bach. Yactayo Castañeda, David

Bach. López Lozano, Félix José

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **David Yactayo Castañeda y Félix José López Lozano**, denominada:

“PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL DUCTO PRINCIPAL DE UNA EMPRESA DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS”

Ing. Luis Mauricio Gutiérrez Magán
ASESOR

Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Willy Roberto Mantilla Correa
JURADO

Ing. Juan Alfredo Romero Alvarado
JURADO

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal incrementar la eficiencia del sistema de generación en el Ducto Principal de la Planta Melchorita. (408 km en total), que se extiende desde Chiquintirca en Ayacucho hasta la Planta de Licuefacción en Melchorita en la Panamericana Sur Km 163.

Se han registrado fallas en el sistema de generación mencionado con cortes repentinos de energía en dos estaciones (MSF/PCS), interrumpiendo las comunicaciones y el monitoreo de los parámetros operativos del transporte (flujo, presión y temperatura) en el Sistema SCADA.

Estos cortes de energía se originaron debido a la falla de los limitadores de voltaje de los termogeneradores de las estaciones mencionadas. Luego de realizar un contraste de los parámetros eléctricos se ha detectado un sobredimensionamiento entre la cantidad de energía generada y la energía consumida en las estaciones, ocasionando la falla de los limitadores de voltaje y a la vez de los termogeneradores. A la fecha se han dañado 9 limitadores de voltaje.

La solución consiste en monitorear el consumo de las estaciones por medio del sistema SCADA y activar los termogeneradores de acuerdo a la demanda de energía. Como beneficio adicional del proyecto el SCADA permite agregar una barrera de protección adicional (alarmas de bajo voltaje en las baterías) para notificar al equipo de mantenimiento de un posible corte de energía en las estaciones.

Finalmente se ha realizado la evaluación económica considerando los indicadores VAN, TIR y B/C obteniéndose valores de US\$ 155,637 dólares, 69,12% y 2.87 respectivamente, se concluye que la propuesta es rentable para desarrollarse.

ABSTRACT

The main objective of this project is to increase the efficiency of the electrical generation system in the Main Pipeline of the Melchorita Plant. (408 km in total), stretching from Chiquintirca in Ayacucho to the Melchorita Liquefaction Plant in Panamericana Sur Highway at Km 163.

Failures have been reported in the abovementioned generation system with sudden power cuts at two stations (MSF / PCS), interrupting both communications and monitoring of transportation operation's parameters (such flow, pressure and temperature) in the SCADA System.

These power outages originated due to the failure of the voltage limiters of the thermogenerators on these stations. After a comparison of the electrical parameters, an oversizing has been detected between the amount of energy generated and the energy consumed in the stations, causing the failure of the voltage limiters and therefore the thermogenerators. Up to date, nine voltage limiters have been damaged.

The solution is to monitor the consumption of the stations through the SCADA system and activate the thermogenerators according to the energy demand. As an additional benefit of the project the SCADA allows to add an additional protection barrier (low voltage alarms in the batteries) to notify the maintenance team of a possible power outage in the stations.

Finally, after the economic evaluation considering the indicators PV, IRR and C/B were obtained values such US\$ 155,637 dollars, 69,12% and 2.87 respectively, it is concluded that proposal is feasible for development.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ABREVIACIONES	5
PRESENTACIÓN	6
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
ÍNDICE GENERAL	10
INDICE DE FIGURAS	12
INDICE DE TABLAS	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPITULO I.....	15
1 GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.1 PROYECTO DE TESIS	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	16
1.4 OBJETIVOS.....	16
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.6 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.7 HIPÓTESIS.....	19
1.8 VARIABLES.....	19
1.9 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.10 RECURSOS.....	23
1.11 PRESUPUESTO DE TESIS	23
1.12 FINANCIAMIENTO	23
CAPITULO II.....	24
2 MARCO TEORICO	25
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.2 BASE TEÓRICA	28
CAPITULO III.....	41
3 DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA	42
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	42
3.2 DESCRIPCIÓN PARTICULAR DEL ÁREA PROBLEMÁTICA	46
3.3 RECOLECCIÓN DE HOJA DE DATOS DEL FABRICANTE – FUENTE: MANUAL [01].....	49
3.4 MONITOREO DE LOS DATOS DE CAMPO.....	51
3.5 MATRIZ DE INDICADORES.....	54
CAPITULO IV	55
4 SOLUCIÓN PROPUESTA	56
4.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN:	56
4.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS:.....	57
4.3 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	58
4.4 IMPLEMENTACIÓN TÉCNICA:.....	59
4.5 DESARROLLO DE LA LÓGICA EMPLEADA.....	61
4.6 IMPLEMENTACIÓN EN EL SCADA	63
CAPITULO V	64
5 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	65
5.1 CÁLCULO DE LOS COSTOS - INVERSIÓN.....	65
5.2 CALCULO DE LA RENTABILIDAD.....	66

5.3	ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE GENERACIÓN.....	69
5.4	BENEFICIOS ADICIONALES:	71
CAPITULO VI		72
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
6.1	OBTENCIÓN DE LOS DATOS	73
6.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS	74
6.3	DISCUSIÓN.....	74
7	CONCLUSIONES.....	76
8	RECOMENDACIONES.....	77
9	BIBLIOGRAFIA.....	78
9.1	DOCUMENTOS.....	78
9.2	FUENTES ELECTRÓNICAS.....	78
10	ANEXOS	79
10.1	A1.- CÁLCULO DE CONSUMO DE POTENCIA.....	80
10.2	A2. - HOJA TÉCNICA DEL TRANSDUCTOR	85
10.3	A3.- DETALLES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA POR EL PROVEEDOR	90
10.4	A4.- WACC - WEIGHTED AVERAGE COST OF CAPITAL	94
10.5	A5.- FACTORES DE EVALUACIÓN.....	97
10.6	A6.- MANUAL DE OPERACIÓN DEL TERMOGENERADOR 8550.....	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Etapas de la Investigación	22
Figura 02: Mapa Geográfico del Ducto Principal	28
Figura 03: MSF - Estación de Medición	29
Figura 04: LSF - Estación de Recepción y Lanzamiento de Raspador.....	29
Figura 05: Estación Reductora de Presión.....	30
Figura 06: Estación de Recepción de Planta	30
Figura 07: Arquitectura del Sistema General RTU y SCADA.....	31
Figura 08: PLC Compactlogix.....	31
Figura 09: Gabinete RTU	32
Figura 10: Diagrama de bloques del Sistema de Generación.....	33
Figura 11: Lado frontal del termogenerador (TEG).....	34
Figura 12: Ilustración del corte de una unidad termogeneradora	35
Figura 13 : Modelo de Gestión de mantenimiento.....	37
Figura 14: Rutina de inspección y mantenimiento.....	39
Figura 15: Ducto Principal de 34" (408 km de longitud)	40
Figura 16: Estaciones principales en el Ducto Principal de 34"	43
Figura 17: Mapa de la ruta del Ducto Principal.....	44
Figura 18: Altimetría en la ruta del Ducto Principal.....	44
Figura 19: Diagrama de Causa – Efecto.....	46
Figura 20: Evaluación de Entorno.....	46
Figura 21: Curva de operación típica a 20 °C	49
Figura 22: Esquema Tecnológico	58
Figura 23: Transductor de Corriente Phoenix Contact	59
Figura 24: Esquemático del divisor de Voltaje.....	60
Figura 25: Resumen de datos del termogenerador.....	63
Figura 26: Ventana de encendido - apagado.....	63
Figura 27: Variación de la eficiencia en los termogeneradores.	70
Figura 28: Documento de importación de las resistencias.....	91
Figura 29: Foto de los termogeneradores sin resistencias instaladas	92
Figura 30: Foto de los termogeneradores con resistencias instaladas.....	93
Figura 31: Calculo del WACC para la industria de Oil & Gas en Perú, parte 1	95
Figura 32: Calculo del WACC para la industria de Oil & Gas en Perú, parte 2	96

INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Operacionalización de Variables.....	20
Tabla 02: Financiamiento del Proyecto de Tesis	23
Tabla 03: Cantidad de termogeneradores por estación.....	36
Tabla 04: Energía para el Panel de Cargas Esenciales	51
Tabla 05: Energía para el Panel de Cargas No Esenciales	52
Tabla 06: Consumo de Potencia de una estación	52
Tabla 07: Consumo y requerimiento de Termogeneradores según estación.....	53
Tabla 08: Matriz de Indicadores.....	54
Tabla 09: Evaluación ponderada de alternativas	57
Tabla 10: Cálculo de los costos de materiales y servicios	65
Tabla 11: Cálculo del consumo de gas de un TEG durante un año.....	66
Tabla 12: Cálculo del costo anual del gas utilizado en un año	66
Tabla 13: Calculo del ahorro en Combustible.....	67
Tabla 14: Calculo de los indicadores financieros.....	68
Tabla 15: Cálculo de la eficiencia de los termogeneradores en las estaciones.....	69
Tabla 16: Cálculo del consumo de potencia del sistema de telecomunicaciones	81
Tabla 17: Cálculo del consumo de potencia del PLC y equipo de Panel View	82
Tabla 18: Cálculo del consumo de potencia de las E/S análogas/digitales del PLC.....	83
Tabla 19: Consumo de potencia de la sirena exterior.....	84
Tabla 20: Ponderación de los factores a evaluar.....	98

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de tesis tiene por objetivo generar un impacto positivo en la eficiencia del sistema de generación de energía en el ducto principal de una empresa de Hidrocarburos. Se registra la eficiencia antes y después de implementar la mejora y las fuentes bibliográficas refieren principalmente a los fabricantes de los equipos descritos.

El trabajo presenta los siguientes capítulos;

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el planteamiento del problema, objetivos y el diseño de la investigación.

En el Capítulo II, se aborda el aporte de los antecedentes y los aspectos teóricos relacionados con la presente investigación.

En el Capítulo III, se brinda mayor detalle de la empresa y el área problemática detallando los instrumentos utilizados para poder determinar la solución.

En el Capítulo IV, se presentan las alternativas y su proceso de selección en base a lineamientos de la empresa. Luego se desarrolla la implementación empezando por los sensores, transmisores y lógica del PLC y sistema SCADA.

En el Capítulo V, se realiza la evaluación económica de implementar la solución y se identifican beneficios adicionales.

En el Capítulo VI, se ofrece la discusión e interpretación de los resultados obtenidos mediante los instrumentos previamente definidos.

Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1 GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Proyecto de Tesis

(1) Facultad

Ingeniería

(2) Carrera profesional

Ingeniería Industrial

(3) Título de la investigación

Propuesta de mejora del sistema de generación de energía en el ducto principal de una empresa del sector de Hidrocarburos.

(4) Autores

- David Yactayo Castañeda dyactayo@gmail.com
- Félix José López Lozano felix_mjm@hotmail.com

(5) Asesor

- Luis Mauricio Gutiérrez Magán
- luis.magan@upn.edu.pe

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la eficiencia del sistema de generación de energía en las estaciones del ducto principal de la Planta Melchorita?

1.3 Delimitación del estudio

El alcance del proyecto está limitado a determinar y desarrollar la solución óptima al problema presentado en los termogeneradores y reducir los costos (consumo de gas combustible) en el sistema de generación de energía.

1.4 Objetivos

A continuación se detallan los objetivos generales y específicos para el desarrollo del proyecto de tesis:

1.4.1 Objetivo General

Incrementar la eficiencia del sistema de generación de energía mediante la propuesta de mejora basada en el monitoreo de los parámetros eléctricos en las estaciones del ducto principal de la Planta Melchorita.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Desarrollar el monitoreo del funcionamiento de los termogeneradores.
2. Reducir los cortes repentinos de energía en las estaciones del ducto principal.
3. Incrementar la eficiencia de los termogeneradores en las estaciones.
4. Reducir los costos del uso del gas combustible.
5. Evaluar la factibilidad económica del proyecto y su retorno de inversión.

1.5 Justificación del problema

El desarrollo del proyecto busca incrementar la eficiencia del sistema de generación, reduciendo el consumo de gas y aumentando la vida útil de los termogeneradores, al reducir las fallas en los limitadores de voltaje y los cortes repentinos de energía.

1.5.1 Criterio teórico:

En la presente investigación se realizará un análisis entre la energía generada y la energía consumida para posteriormente incrementar la eficiencia de los termogeneradores en las estaciones.

1.5.2 Criterio aplicativo o práctico:

En esta investigación se buscar dar solución a un problema específico de la empresa, se hará efectiva la aplicación de la metodología de contrastación donde se ha determinado que la causa del problema es por la generación excesiva de energía debido a un sobredimensionamiento del sistema de los termogeneradores.

1.5.3 Criterio valorativo:

Se pretende reducir costos, alcanzando un incremento en la eficiencia del uso de los recursos (reduciendo el consumo de gas combustible).

1.5.4 Criterio académico:

La presente investigación contribuirá a demostrar la aplicación efectiva de la Ingeniería Industrial para las Áreas de Automatización Industrial, lo cual permitirá mejorar los conocimientos de los estudiantes durante la carrera de Ingeniería Industrial y así mismo puedan consultar esta investigación y utilizarla en proyectos de mejora.

1.6 Tipo de investigación

1.6.1 Según la orientación.

APLICADA: Donde el principal objetivo es brindar solución a problemas específicos dentro de una empresa u organización.

En el caso de nuestra organización, se buscan reducir las fallas del sistema de generación y a la vez incrementar la eficiencia.

1.6.2 Según el diseño de investigación.

PRE-EXPERIMENTAL: En la que se está manipulando la variable dependiente, para controlar un efecto positivo en la variable independiente. Esto de acuerdo a lo definido en la hipótesis que será comprobada en el desarrollo del presente trabajo.

El grupo experimental incluye a todas las estaciones del ducto principal, es decir a los 52 termogeneradores.

1.7 Hipótesis

La propuesta de mejora genera un impacto positivo en la eficiencia del sistema de generación de energía del Ducto principal de la Planta Melchorita.

1.8 Variables

1.8.1 Sistema de Variables

1.8.1.1 Variable Independiente

La propuesta de mejora del sistema.

Definición.- Conjunto de tareas a desarrollar para aumentar la eficiencia del sistema de generación de energía.

1.8.1.2 Variable Dependiente

La eficiencia del sistema de generación de energía del Ducto principal de la Planta Melchorita.

Definición.- Es la relación entre los recursos utilizados en comparación con la cantidad de energía consumida.

1.8.2 Operacionalización de Variables

A continuación se detalla la Tabla No 01 con el desarrollo de la Operacionalización de las Variables incluyendo las sub variables, indicadores e instrumentos utilizados en el presente trabajo.

Tabla 01: Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Sub - Variable	Indicador	Unidad	Instrumentos
Variable Independiente: Propuesta de Mejora del sistema	Eficiencia (f)	Energía Requerida	Potencia Requerida	Watts	Monitoreo de parámetros eléctricos; 1. Medición manual con multímetro. 2. Instalación de transductores.
		Energía Generada	Potencia Generada	Watts	
	Factibilidad de ejecución del proyecto	Inversión	Costo	\$	Evaluación económica y financiera del proyecto
		Rentabilidad	VAN	%	
TIR			%		
B/C	%				
Variable Dependiente: La eficiencia del sistema de generación de energía	Combustible	-	Gas combustible de exceso	%	1. Nro. de TEGs en servicio 2. Hoja de datos del fabricante

Fuente: Elaboración propia

1.9 Diseño de la investigación

1.9.1 Grupo de evaluación

En el desarrollo del presente trabajo se ha considerado como grupo de investigación a todas las estaciones del Ducto principal que dan un total de 52 termogeneradores.

Se realizará la medición de la eficiencia del sistema de generación antes y después de la implementación de la propuesta de mejora.

1.9.2 Técnicas e instrumentos

a) Recolección de Hoja de datos del fabricante

La información del termogenerador sobre la cantidad de combustible requerido por Watt de generación será tomada del manual del fabricante.

b) Monitoreo de los parámetros eléctricos

La contrastación de los parámetros eléctricos y posterior implementación del monitoreo de realizar de dos formas;

1. Medición manual con multímetro.
2. Instalación de transductores.

c) Evaluación económica del proyecto

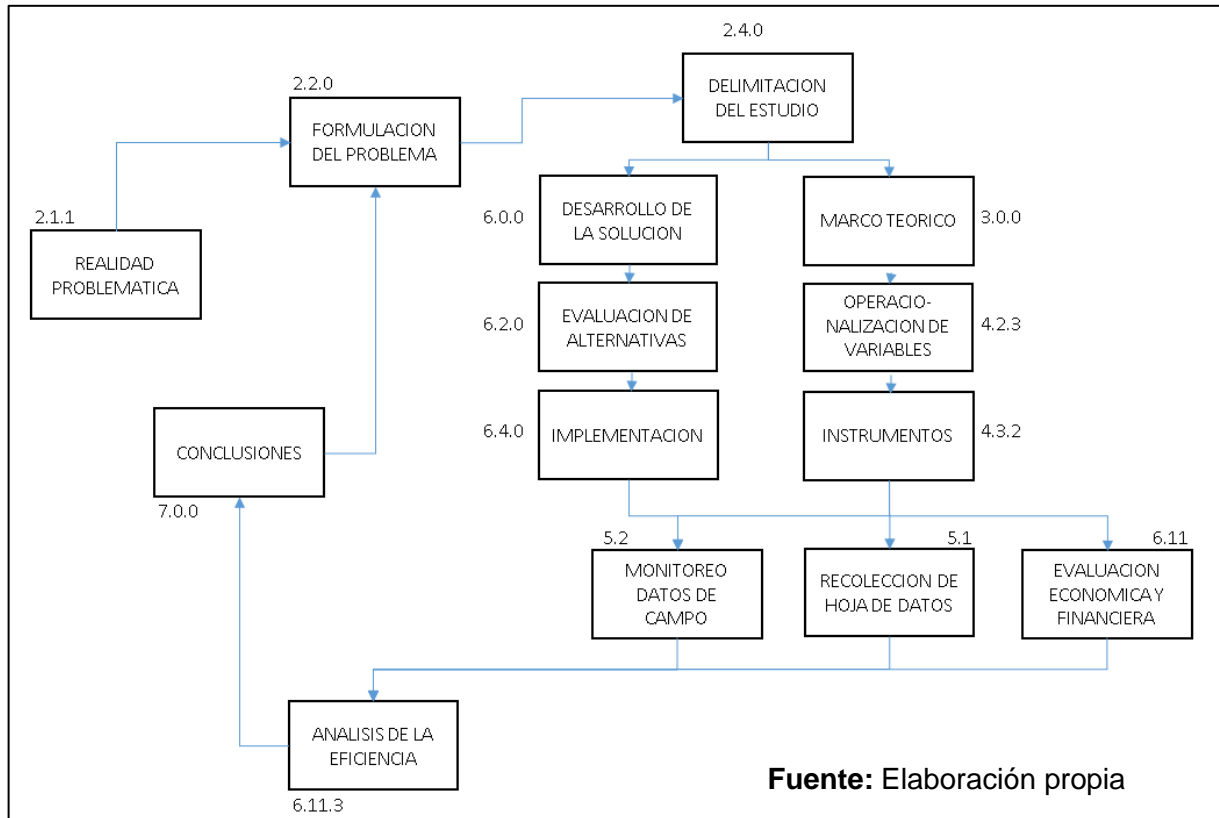
Para evaluar la factibilidad económica de la implementación del proyecto se tienen en cuenta los siguientes indicadores;

1. **Costo**, determinado por los materiales e instalación.
2. **VAN**, cálculo del valor presente.
3. **TIR**, cálculo de la tasa interna de Retorno.
4. **B/C**, cálculo de la relación Beneficio y Costo.

1.9.3 Etapas de la investigación

A continuación se tiene el esquema con las etapas del proyecto incluyendo los puntos de referencia del documento.

Figura 01: Etapas de la Investigación



1.9.4 Esquema de la Investigación

En la contrastación de la hipótesis se utilizará el método de Pre-Test / Post-Test.

Estudio	Diseño de la Investigación		
G	O1	--> X -->	O2

Donde;

- G : Sistema de Generación de Energía.
- O1 : Medición pre-experimental de la variable independiente.
- X : Propuesta de mejora del sistema de generación.
- O2 : Medición post-experimental de la variable independiente.

La comparación de los resultados permitirá demostrar la validez de la hipótesis formulada. La variación de la eficiencia se ha detallado en la sección 6.11.3.

1.10 Recursos

1.10.1 Humanos

Responsables Del Proyecto	- David Yactayo Castañeda
	- Félix José López Lozano
Asesor	- Luis Mauricio Gutiérrez Magán

1.10.2 Materiales.

- Útiles de Oficina.

1.10.3 Servicios.

- Internet, Impresiones y Fotocopias.

1.10.4 Equipos.

- Laptop, USB y Celular.

1.11 Presupuesto de Tesis

Tabla 02: Financiamiento del Proyecto de Tesis

RECURSOS		CANTIDAD	COSTOS
			Nuevos Soles - S/.
Equipos	Computadora	01	1,400.00
	Celular	01	480.00
	USB	01	20.00
Materiales	Útiles de Oficina	01	200.00
Servicios	Internet	01	350.00
	Impresiones(01 = S/. 0.10)	450	45.00
	Fotocopias (01 = S/. 0.05)	100	5.00
TOTAL			S/. 2,500.00

Fuente: Elaboración propia

1.12 Financiamiento

Financiamiento propio.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2 MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

A continuación se detallan los antecedentes que contribuyeron a identificar diferentes alternativas a la propuesta por el fabricante del equipo:

Título: Propuesta de desarrollo de control de carga de un termogenerador

Autores: Brenda Marlen Menéndez Laguna y Miguel Pilola Ortega

Institución: Instituto Politécnico Nacional

Periodo: Agosto 2011

Problemática:

El proyecto detalla los componentes necesarios para realizar un control automático de cargas utilizando el Termogenerador 8550 con la finalidad de abastecer de energía eléctrica a las estaciones remotas de la empresa PEMEX de México. El proyecto también considera el dimensionamiento de los equipos de adquisición de datos e integración a un controlador PLC.

Aporte:

La revisión del trabajo nos permitió identificar la importancia del sistema de control de cargas en el funcionamiento de los termogeneradores, es decir, este equipo genera una cantidad constante de energía que sin el apropiado control de cargas puede deteriorarse o fallar.

Título: Generadores termoeléctricos
Generación de energía sin partes móviles

Autores: Eduardo Bollati

Institución: Instituto Argentino de Petróleo y Gas

Periodo: Abril 2007

Problemática:

El material consultado detalla las tecnologías y mezclas de materiales componentes utilizados en la fabricación de los termogeneradores así como las ventajas y desventajas en comparación con otras tecnologías de generación como las de redes eléctricas y grupos electrógenos. La mayor ventaja de los termogeneradores es el de una larga vida útil de hasta 10 años con mínimo recambio de componentes.

Aporte:

La revisión de la documentación ayudo a confirmar la sospecha de que las fallas tempranas en nuestro sistema de generación, se originan en la implementación y configuración. Por tanto nos motiva a la búsqueda e identificación de la causa de falla en el sistema de generación.

2.2 Base Teórica

2.2.1 Sistema SCADA

En esta parte se describe el sistema SCADA desde el nivel de la aplicación, donde se presenta la información al Operador de la Sala de Control, hasta los transmisores utilizados para adquirir los parámetros operativos. La propuesta detallada más adelante incluye la integración de parámetros adicionales.

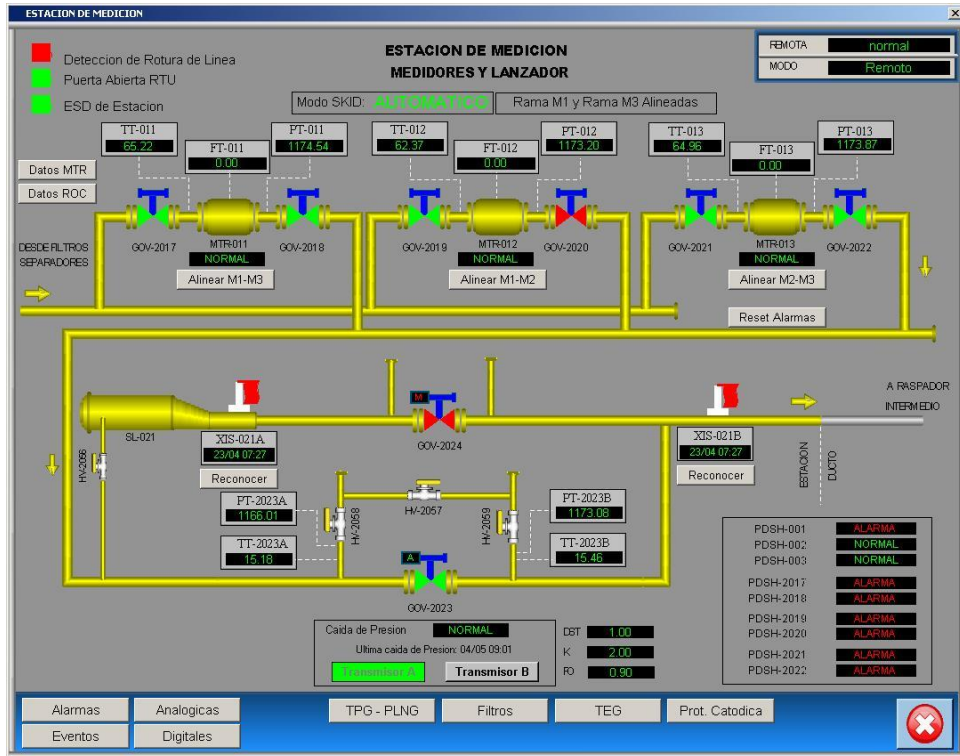
El sistema permite a los operadores monitorear el desempeño del sistema de transporte, responder a las alarmas y controlar los dispositivos de campo. A continuación se detallan las pantallas de control del ducto completo y de las estaciones principales.

Figura 02: Mapa Geográfico del Ducto Principal



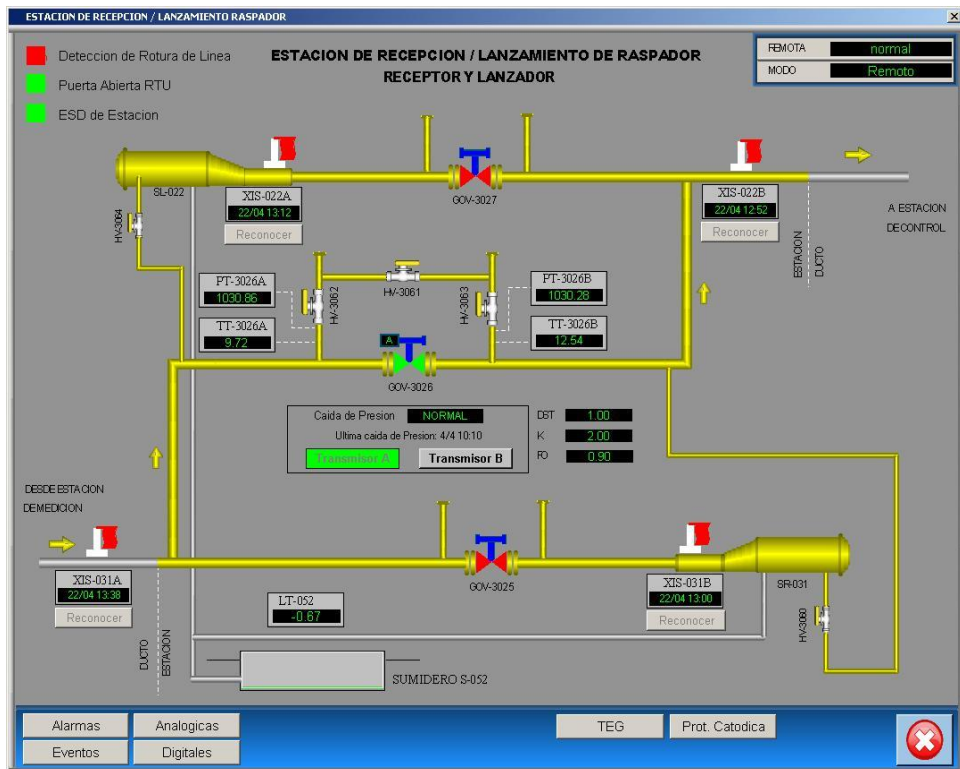
Fuente: Planta Melchorita

Figura 03: MSF - Estación de Medición



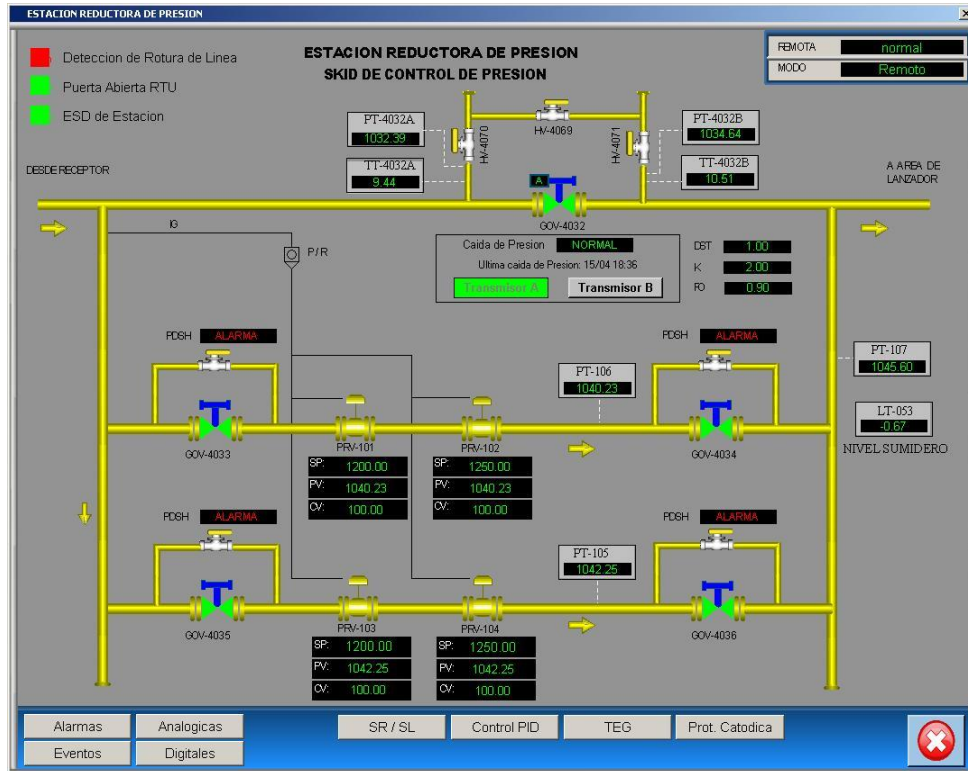
Fuente: Planta Melchorita

Figura 04: LSF - Estación de Recepción y Lanzamiento de Raspador



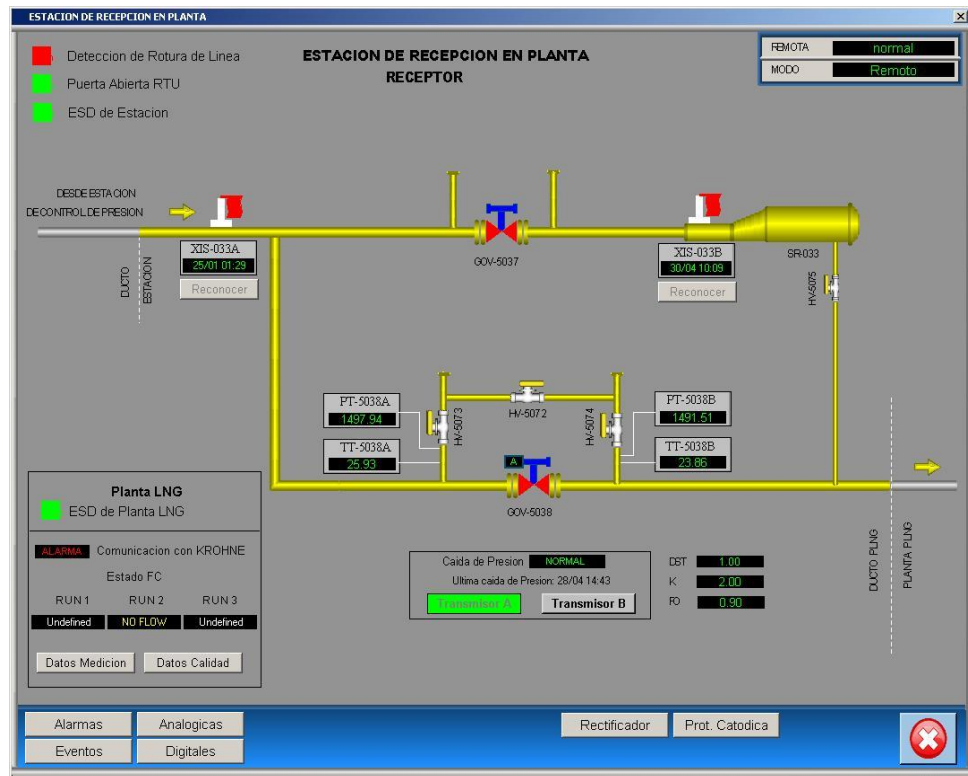
Fuente: Planta Melchorita

Figura 05: Estación Reductora de Presión



Fuente: Planta Melchorita

Figura 06: Estación de Recepción de Planta



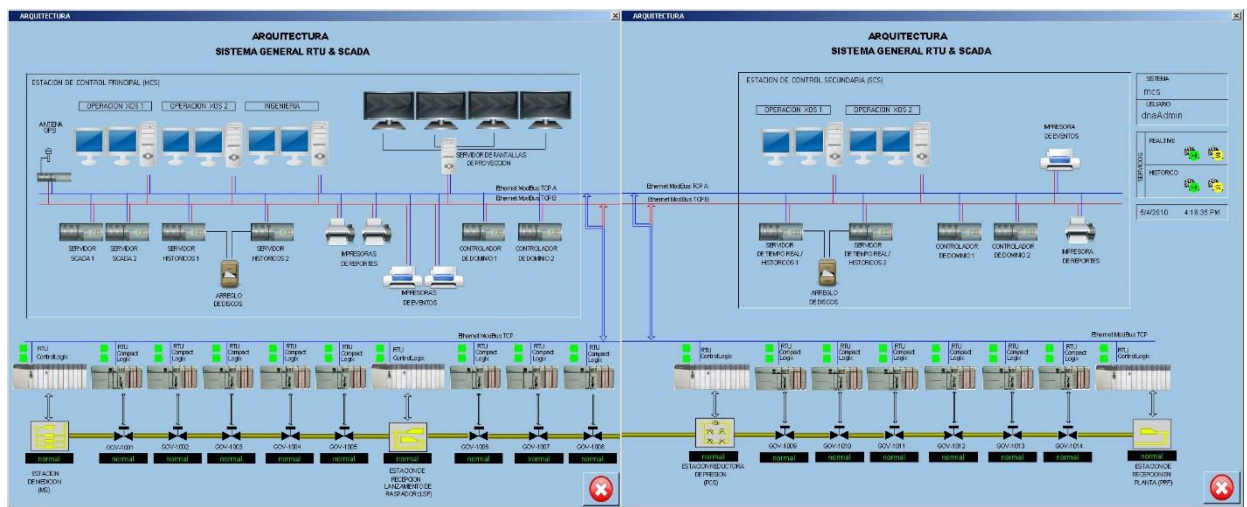
Fuente: Planta Melchorita

2.2.2 Arquitectura de Comunicación

La información adquirida desde campo es recopilada por los PLC en una red de comunicación, luego es procesada y almacenada por los servidores del SCADA.

Esta información es presentada mediante las pantallas de Operador. A continuación se ilustra la arquitectura de todo el sistema y el CompactLogix.

Figura 07: Arquitectura del Sistema General RTU y SCADA



Fuente: Planta Melchorita

Figura 08: PLC Compactlogix



Fuente: Planta Melchorita

2.2.3 RTU – Unidad Terminal Remota

Las señales de campo, tanto digitales como análogas son cableadas directamente en las borneras del gabinete del RTU, cada señal cuenta con un fusible para proteger las entradas de los PLCs.

A continuación se ilustra un gabinete de RTU donde se observan los PLCs, las fuentes de alimentación y los módulos de entradas y salidas.

Figura 09: Gabinete RTU



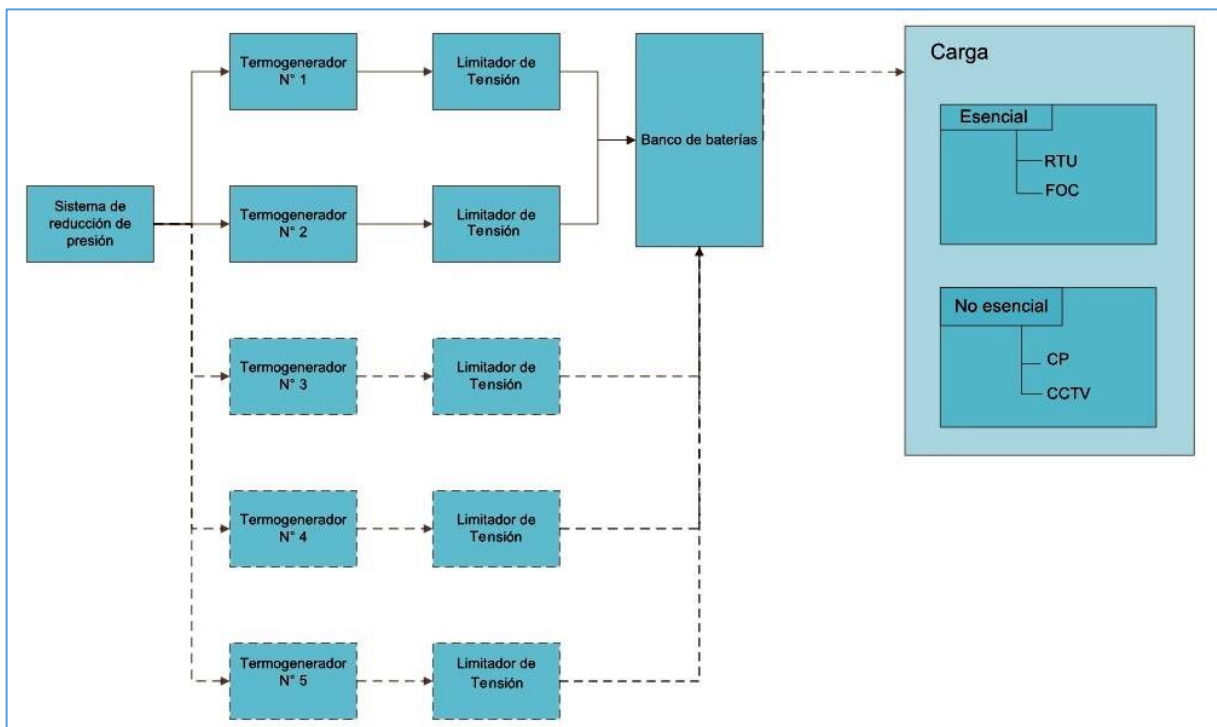
Fuente: Planta Melchorita

2.2.4 Sistema de Generación

El gas utilizado para alimentar a los termogeneradores es tomado directamente de la línea a una presión de operación de 1800 PSI, esta presión es acondicionada mediante un sistema de reducción de presión el cual distribuye el gas a los TEG existentes que pueden variar de 2 a 5 unidades.

El voltaje generado es acondicionado mediante un limitador de tensión, para luego ser interconectados al banco de baterías. Tanto las cargas esenciales y no esenciales se encuentran conectadas al banco de baterías.

Figura 10: Diagrama de bloques del Sistema de Generación

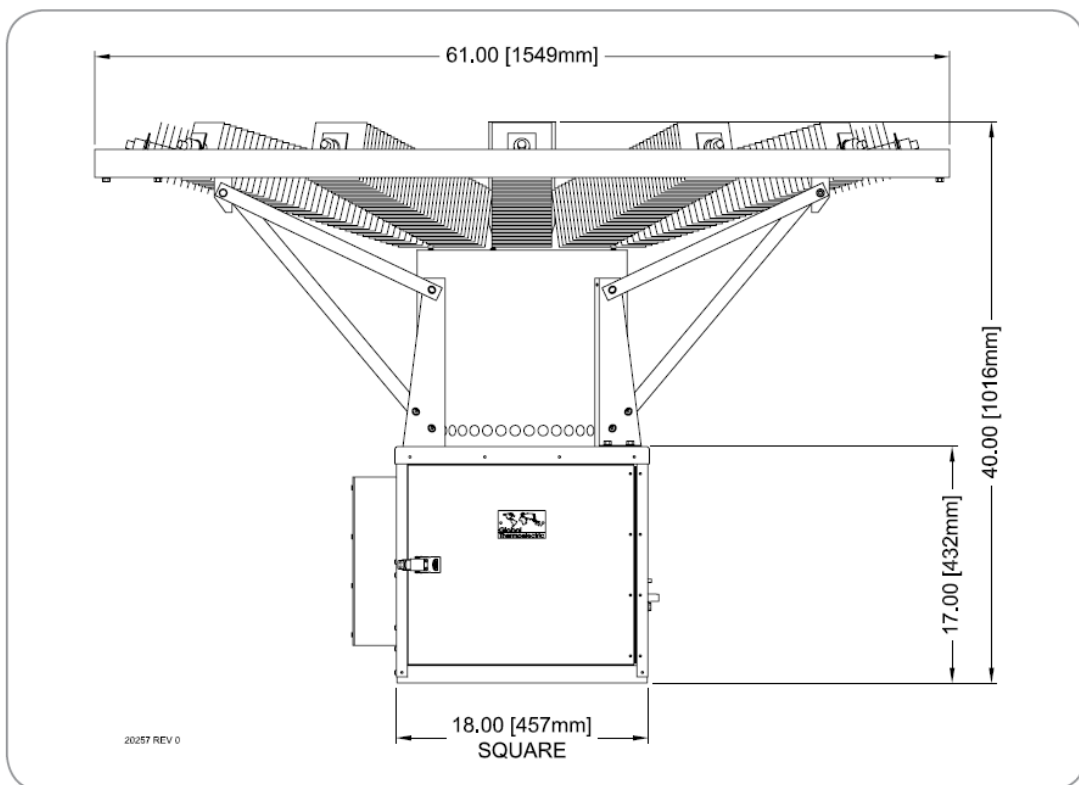


Fuente: Elaboración propia

2.2.5 TEG – Termogenerador 8550

Los termogeneradores (TEG - Thermo-electrical Generator) instalados en las estaciones del ducto Principal son el modelo 8550 y son fabricados en la actualidad por Gentherm Global Power Technologies. En la Figura N° 11 se muestra la parte frontal con el detalle de sus dimensiones.

Figura 11: Lado frontal del termogenerador (TEG)



Fuente: Manual [01]

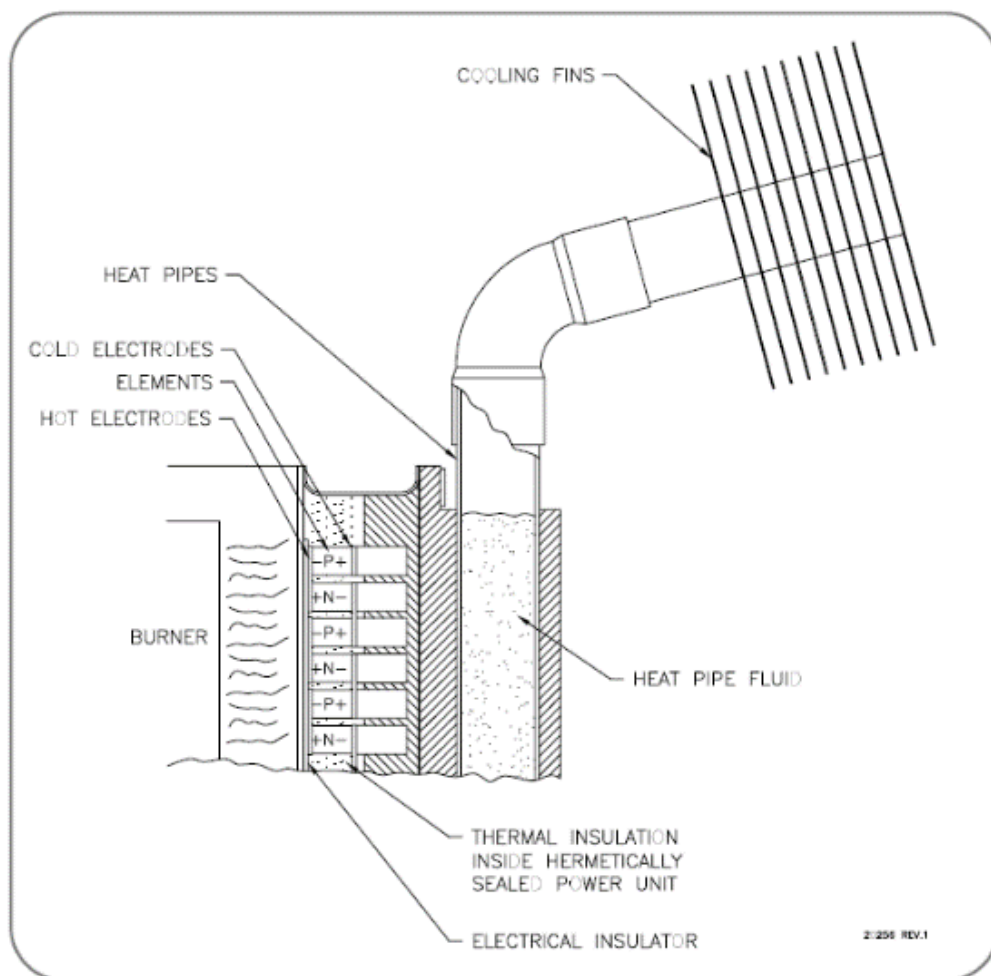
Los termogeneradores producen energía eléctrica convirtiendo la energía calorífica de la combustión del gas natural en energía eléctrica. Por medio de juntas de materiales con diferente potencial electroquímico, es decir mientras se mantiene una diferencia de temperatura entre la cara interna (combustión) y la cara externa (medio ambiente) se produce la generación de energía eléctrica.

Un total de 325 termopares se encuentran conectados en serie, generando 87mV cada una, sumando un voltaje nominal de 28.27 V.

Según el principio de operación de este sistema, la unión caliente de los termopares se mantiene a una temperatura de 538 grados Celsius en el quemador. Y la junta fría se mantiene a 163 grados Celsius por medio de un fluido y un arreglo de disipadores que transfieren el calor al medio ambiente mediante un proceso de convección natural.

Los termopares están contenidos y herméticamente sellados para minimizar la pérdida de calor. En la figura N° 12 se muestra la distribución del quemador y los elementos termoeléctricos tipo P y N.

Figura 12: Ilustración del corte de una unidad termogeneradora



Fuente: Manual [01]

La cantidad total de termogeneradores (TEGs) instalados en el ducto principal, es de 52 unidades, la cantidad varía de 2 hasta 5 unidades según el detalle de la Tabla N° 03.

Tabla 03: Cantidad de termogeneradores por estación

Item	Estación	Cantidad	TEGs				
			#01	#02	#03	#04	#05
1	MSF	4					
2	MLV1	4					
3	MLV2	3					
4	MLV3	2					
5	MLV4	3					
6	MLV5	2					
7	LSF	5					
8	MLV6	3					
9	MLV7	4					
10	MLV8	3					
11	PCS	5					
12	MLV9	2					
13	MLV10	3					
14	MLV11	2					
15	MLV12	3					
16	MLV13	2					
17	MLV14	2					
		52					

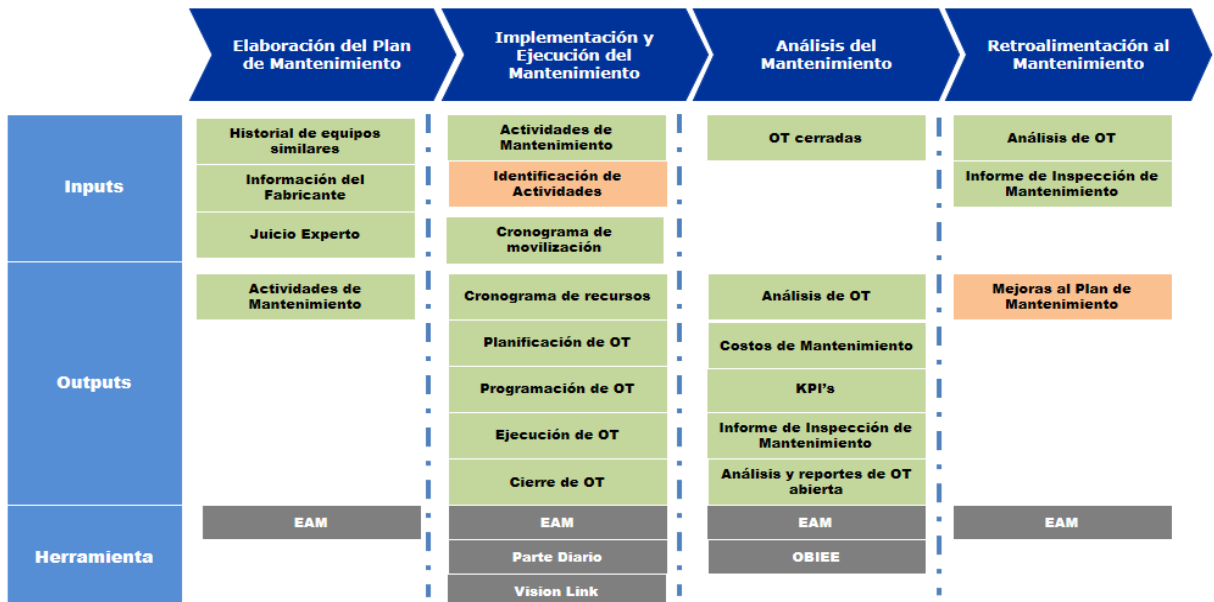
Fuente: Elaboración propia

2.2.6 Mantenimiento

Para asegurar el correcto funcionamiento de los termogeneradores, la compañía tiene implementado un modelo de gestión de mantenimiento donde se elabora la estrategia de mantenimiento para el termogenerador, para este modelo tenemos 4 procedimientos:

- Elaboración del plan de mantenimiento; Donde se desarrolla la estrategia de mantenimiento basado al Manual del fabricante, Juicio expertos, historial de equipos similares.
- Implementación y Ejecución del mantenimiento; Donde el plan de mantenimiento definido se asegura al ciclo de planificar, programar, ejecutar y Finalizar la actividad.
- Análisis de Mantenimiento; Donde se revisan las desviaciones como de la planificación Vs el Real, observaciones encontradas en las inspecciones para su próxima programación.
- Retroalimentación al Mantenimiento; Donde luego del análisis se toma las acciones correctivas como programar actividades encontradas (Observaciones), se mejora el plan de mantenimiento inicial, etc.

Figura 13 : Modelo de Gestión de mantenimiento



Fuente: Planta Melchorita

Dentro del plan de mantenimiento definido para el termogenerador detallamos:

- Realizar un protocolo de verificación del banco de batería, siendo de *frecuencia anual*.
- Verificar las aletas del tubo de calor, las pantallas de admisión de aire y el obturador de aire; siendo de *frecuencia Semestral*.

- Verificar el sistema de combustible, siendo de *frecuencia Semestral*.
 - o Reemplace el filtro de combustible.
 - o Drene el recipiente para sedimentos del regulador de presión.
 - o Revise que no haya obstrucciones en la boquilla del combustible y reemplace de ser necesario.

- Prueba del Sistema de ignición, siendo de *frecuencia Semestral*.
 - o Revisar el electrodo de chispa que enciende el gas.
 - o Revisar el interruptor de presión.
 - o Hacer pruebas en el módulo de control, ya que debe generar el pulso de alta tensión para el electrodo y controla el funcionamiento del sistema.

- Prueba del Sistema de refrigeración, siendo de *frecuencia Semestral*.

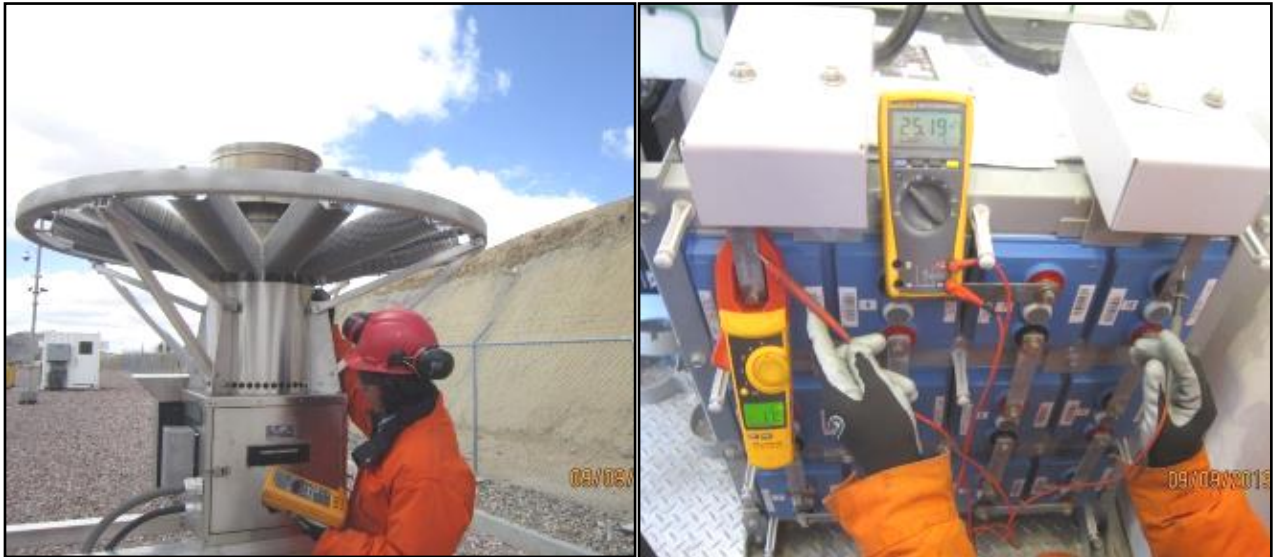
El sistema de refrigeración consiste en un conjunto de doce tubos de calor. Cada tubo de calor está herméticamente cerrado y contiene una cantidad medida de líquido en equilibrio con el vapor. Cuando se aplica calor al líquido, este hierve y luego se vuelve a condensar en la parte superior debido al efecto de enfriamiento de las aletas. De esta forma, el calor se transfiere a las aletas de refrigeración de manera muy eficiente.

- o Para probar el funcionamiento de los tubos de calor, el TEG debe estar en funcionamiento.
 - o Todos los tubos de calor que estén dañados físicamente o tengan orificios en el tubo hermético ya no pueden utilizarse y deben reemplazarse.
-
- Verificar el Sistema del Quemador, siendo de *frecuencia Semestral*.

El sistema del quemador consta de los siguientes componentes:

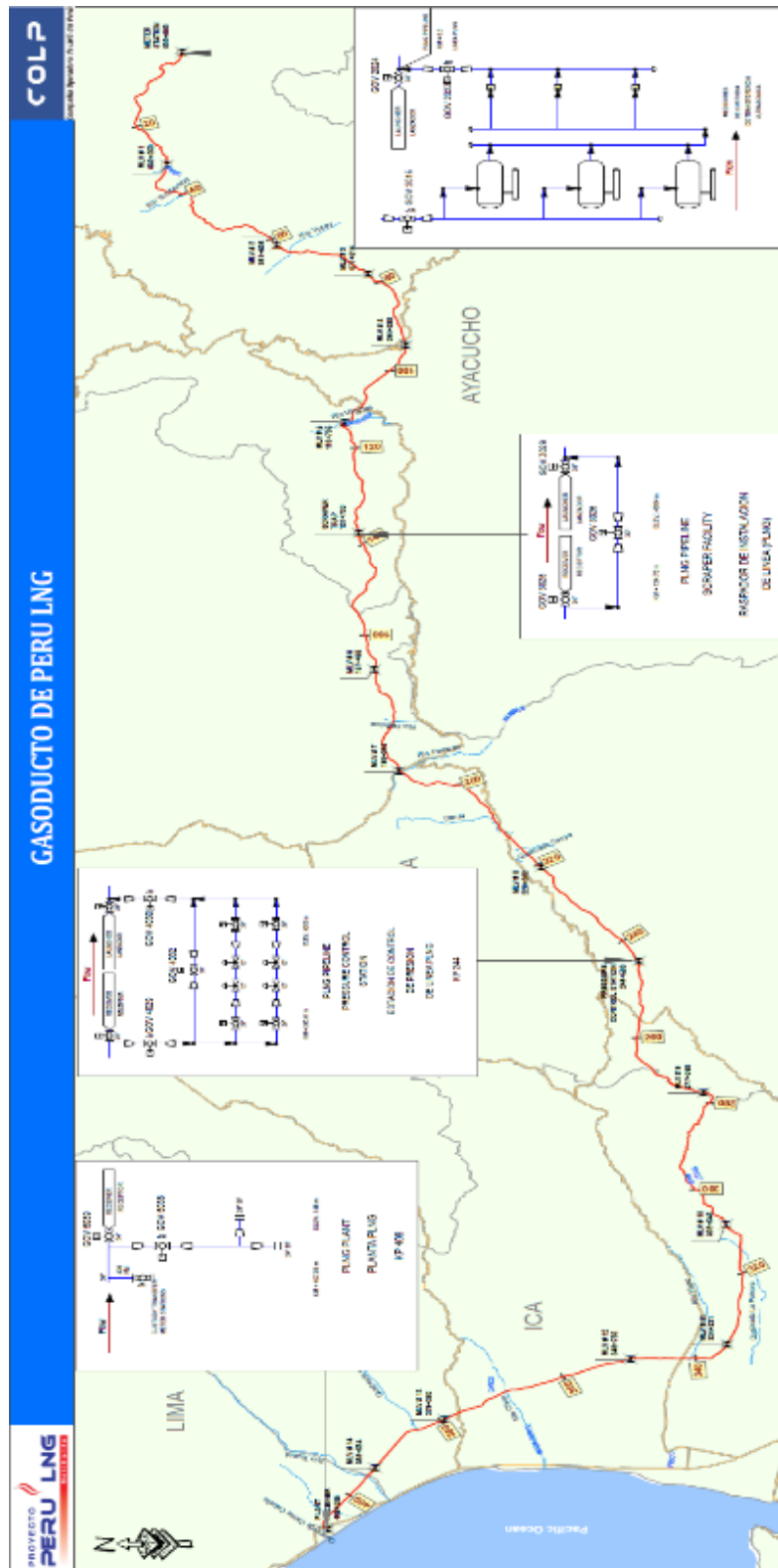
- o Conjunto del obturador de aire y tubo Venturi del quemador que mezclan el combustible con el aire de combustión.
- o Conjunto de la placa del quemador donde ocurre la combustión.
- o Conjunto de la chimenea de salida que recolecta y libera los gases de escape.

Figura 14: Rutina de inspección y mantenimiento



Fuente: Planta Melchorita

Figura 15: Ducto Principal de 34" (408 km de longitud)



Fuente: Planta Melchorita

CAPITULO III

DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA

3 DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA

3.1 Descripción general de la Empresa

3.1.1 Área de la empresa donde se desarrollará el proyecto.

El trabajo de campo y la recolección de datos de información para la presente investigación se llevarán a cabo en las estaciones del Ducto principal de la Planta Melchorita.

Las tareas de gabinete (análisis de la información, procesamiento, etc.) se realizarán en las oficinas de la Empresa en la ciudad de Lima.

3.1.2 Distrito, Provincia, Región.

Lugar : Víctor Andrés Belaunde 147. Torre 12 Piso 2
Distrito : San Isidro
Provincia : Lima
Región : Lima

3.1.3 Descripción geográfica del área

Las instalaciones del Ducto Principal de la Planta Melchorita incluyen 408 kilómetros de ducto de alta presión con un diámetro exterior de 34" para transportar gas natural desde el punto de partida en la Estación de Medición de Chiquintirca (KP 0) hasta la Planta de Licuefacción de gas natural construida en la costa del Perú, en Pampa Melchorita (KP 408).

El Ducto atraviesa aproximadamente 308 Km de terreno montañoso con diversos cruces de ríos y aproximadamente 100 Km de planicie desértica costera. El Ducto alcanza una elevación máxima de 4900 metros sobre el nivel del mar.

El Ducto está construido de acero soldado de 34" de diámetro exterior, con un recubrimiento interno que mejora el flujo de gas y un recubrimiento externo que lo protege de la corrosión.

El punto de partida del Ducto Principal de la Planta Melchorita, se ubica en el KP 0 cerca de la comunidad de Chiquintirca, en este punto se encuentra ubicada una Estación de Medición y un lanzador de raspatubos (MS-Área 200).

La Estación de Raspatubos Intermedia (LSF-Área 300) ubicada en el KP 137 aproximadamente, contiene un lanzador y un receptor de raspatubos.

Una Estación de Control de Presión (PCS-Área 400) ubicada aproximadamente en el KP 244 protege el gasoducto contra la sobre presurización cuando se presentan condiciones de aumento de carga de la capacidad volumétrica de gas en el gasoducto, causadas ya sea por un bajo flujo o por una parada de emergencia (ESD). La Estación de Control de Presión también contiene un lanzador y un receptor del raspatabos.

Un receptor de raspatabos (PRF-Área 500) se encuentra ubicado en la Planta de Licuefacción de gas natural en la costa de Perú, en Pampa Melchorita.

Los lanzadores y receptores de raspatabos situados en varias ubicaciones permiten la introducción y el retiro de los raspatabos de limpieza y de inspección interna.

A lo largo del gasoducto, adicionalmente a las 4 estaciones principales, se encuentran catorce (14) válvulas de bloqueo de la línea principal de 34" a intervalos aproximados de 30 Km que permiten el aislamiento y purga de segmentos del gasoducto con fines de mantenimiento y en caso de emergencia.

Las válvulas de la línea principal de 34" son válvulas de bola operadas a gas. El gas utilizado para el movimiento de las válvulas proviene del gasoducto.

Figura 16: Estaciones principales en el Ducto Principal de 34"



Fuente: Planta Melchorita

Figura 17: Mapa de la ruta del Ducto Principal



Fuente: Planta Melchorita

Figura 18: Altimetría en la ruta del Ducto Principal



Fuente: Planta Melchorita

Un sistema SCADA monitorea y controla el sistema de transporte desde una Estación Maestra SCADA ubicado en el Cuarto de Control Central (CCR) de la Planta de Licuefacción. El principal sistema de comunicación es un cable de fibra óptica dedicado enterrado al lado del ducto.

El sistema de transporte es controlado desde la Estación de Control Principal y la Estación de Control Secundaria (MCS y SCS por sus siglas en inglés) mediante operadores del sistema SCADA que tienen una perspectiva completa de todas las operaciones del sistema de transporte desde la Estación de Medición en el KP 0 hasta el terminal del gasoducto en la Planta de Licuefacción en Pampa Melchorita en el KP 408.

La Estación de Control Principal (MCS) se encuentra en la Planta de Licuefacción en Pampa Melchorita y la Estación de Control Secundaria (SCS) se encuentra en un edificio administrativo separado.

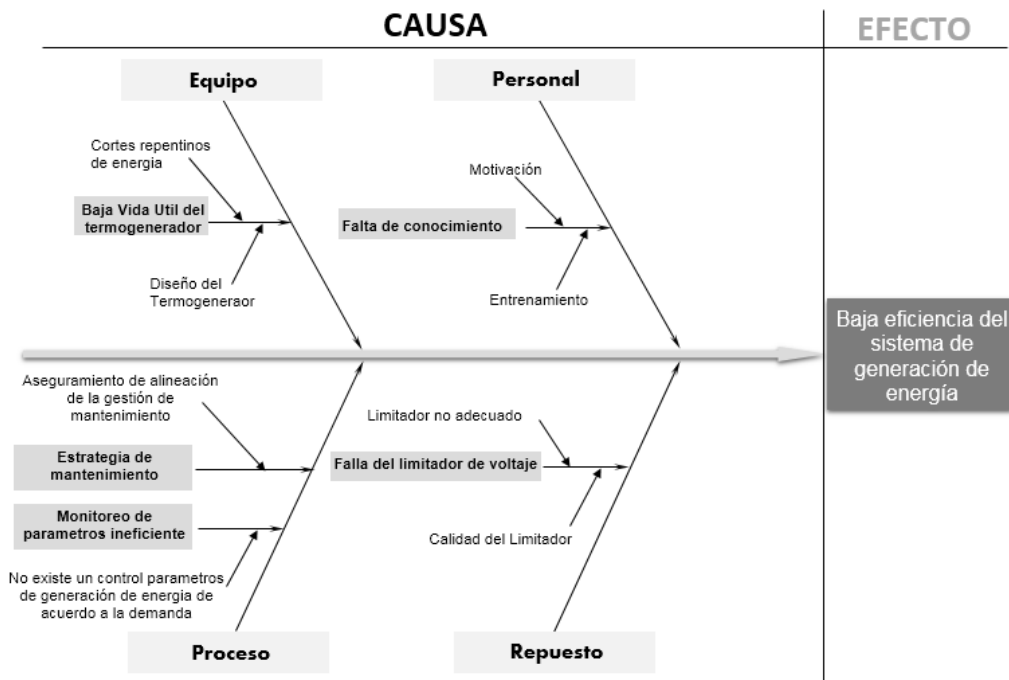
En condiciones operativas normales, los operadores de Sala de Control tienen acceso a la totalidad de la base de datos del gasoducto. La MCS está equipada con servidores duales, uno designado como servidor en línea y el otro servidor como reserva. El servidor de reserva de la MCS monitorea toda la actividad del sistema y mantiene una copia actualizada de la base de datos. Una falla en el hardware o software del servidor en línea automáticamente causa el traspaso de la operación al servidor de reserva y la transferencia es ininterrumpida. Todo el sistema de control del gasoducto posee las siguientes provisiones de relevo redundantes:

- El servidor de la MCS falla y la operación se transfiere al servidor SCS.
- El servidor de la SCS falla y la operación se transfiere al servidor MCS.

Cuando la MCS se recupera, los operadores pueden transferir en forma manual el control de la SCS a la MCS. La sincronización de datos entre todos los centros de control garantiza que exista una base de datos precisa y actualizada, así como copias del historial y la configuración.

3.2 Descripción particular del área problemática

Figura 19: Diagrama de Causa – Efecto



Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa – efecto, se desarrolló bajo 4 entornos siendo esto Personal, Equipo, Proceso y Repuesto, este diagrama ayuda bastante en una representación gráfica el problema a analizar.

Figura 20: Evaluación de Entorno

ENTORNO	PROBLEMA	CAUSA RAIZ	DATO	PLAN DE ACCION REALIZADA
PERSONAL	Falta de conocimiento	Motivación	Evaluación de clima laboral de Operadores: 3.2 Ptos (siendo esto nota bajo de lo normal en la organización).	* Se Motivó con capacitaciones certificadas. * Se incluyó en el plan de capacitación anual los planes de mantenimiento del Termogenerador, alineado a la política de mantenimiento.
		Entrenamiento	No hay capacitación alineado a una estrategia de gestión.	
EQUIPO	Baja Vida útil de Termogenerador	Corte repentino de energía	Este corte se debe a la falla del limitador de voltaje	* Nos contactamos con Fábrica y solicitamos soporte donde el planteamiento fue hacer una modificación ... (B) Alternativa a evaluar.
		Diseño de termogenerador	El Termogenerador tiene una Vida útil de 10 años según Fabricante Global Thermoelectric.	
REPUESTO	Falla del limitador de voltaje	Limitador de Voltaje no adecuado	A la fecha se dañó 9 limitadores de voltaje	* Fábrica envió certificado. * Apagar la mitad de los termogeneradores, sin considerar el monitoreo de los parámetros eléctricos ... (A) Alternativa a evaluar.
		Calidad del Limitador	No hay un certificado de calidad emitido por fábrica	
PROCESO	Estrategia de mantenimiento	Aseguramiento de alineación de la gestión de mantenimiento	Se encuentra con un modelo de gestión	* Se alineó el modelo de gestión al plan de capacitación de mantenimiento.
	Monitoreo de parámetros ineficiente	No existe un control parámetros de generación de energía de acuerdo a la demanda	La información generada no llega a un centro de control para monitoreo de data.	* Implementar una lógica en el PLC de aviso de alarmas en función de la energía consumida en las estaciones... (C) Alternativa a evaluar

Fuente: Elaboración propia

En contexto, a lo largo de la tubería se tienen en total 17 estaciones de monitoreo (RTU), los cuales cuentan con termogeneradores que generan energía eléctrica y lo almacenan en un banco de baterías al combustionar una pequeña porción del gas que es transportado en el ducto.

Se han registrado fallas en el sistema de generación mencionado, ocasionando cortes repentinos de energía eléctrica en dos estaciones principales (MSF/PCS), interrumpiendo las comunicaciones y el monitoreo de los parámetros operativos (flujo, presión y temperatura) en el Sistema SCADA.

Estos cortes se originaron debido a la salida de servicio de los termogeneradores y descarga completa de las baterías terminando en un corte de energía en las estaciones. Luego de evaluar los parámetros eléctricos se ha detectado un sobredimensionamiento entre la cantidad de energía generada y la consumida en las estaciones, lo que ocasionaba la falla de los limitadores de voltaje y a la vez de los termogeneradores. A la fecha se han dañado 9 limitadores de voltaje.

El consumo de gas combustible se mantiene constante al estar en operación los 52 termogeneradores en las estaciones del ducto principal.

En caso de continuar con la situación actual, los cortes de energía afectaran el transporte de gas natural de la siguiente manera:

1. Interrumpiendo el monitoreo y control de las estaciones remotas,
2. reduciendo la confiabilidad del sistema de transporte,
3. y ocasionando pérdidas económicas por exceso de gas combustible utilizado.

La pérdida económica anual por exceso de consumo del gas combustible en el sistema de generación asciende a US\$ 89,000.

Como primera acción ante la cantidad de fallas en el sistema de generación, se realiza la consulta al fabricante del equipo Global Thermoelectric, quien en primera instancia se extraña de lo sucedido ya que los equipos en otras empresas tienen una estadística de operación mayor a 10 años continuos sin presentar fallas.

Luego de realizada la consulta con su área técnica nos responden, que ellos ya han desarrollado la solución y se comprometen a enviar como garantía repuestos para los termogeneradores en una estación sin cargo adicional ni por los repuestos ni por el servicio del técnico encargado de realizar la instalación en campo.

El recibo comercial solo para los procesos aduaneros esta adjunto en el Anexo 3 – Figura 29. “DETALLES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA POR EL PROVEEDOR”. La modificación realizada esta se ilustra en la Figura 30 del mismo Anexo 3. Foto de los termogeneradores con las resistencias instaladas.

El hacer extensiva la solución propuesta por el fabricante a los 50 termogeneradores restantes tendría un costo de US\$50,000 en materiales y la instalación sería completada por nuestro personal durante las actividades de mantenimiento.

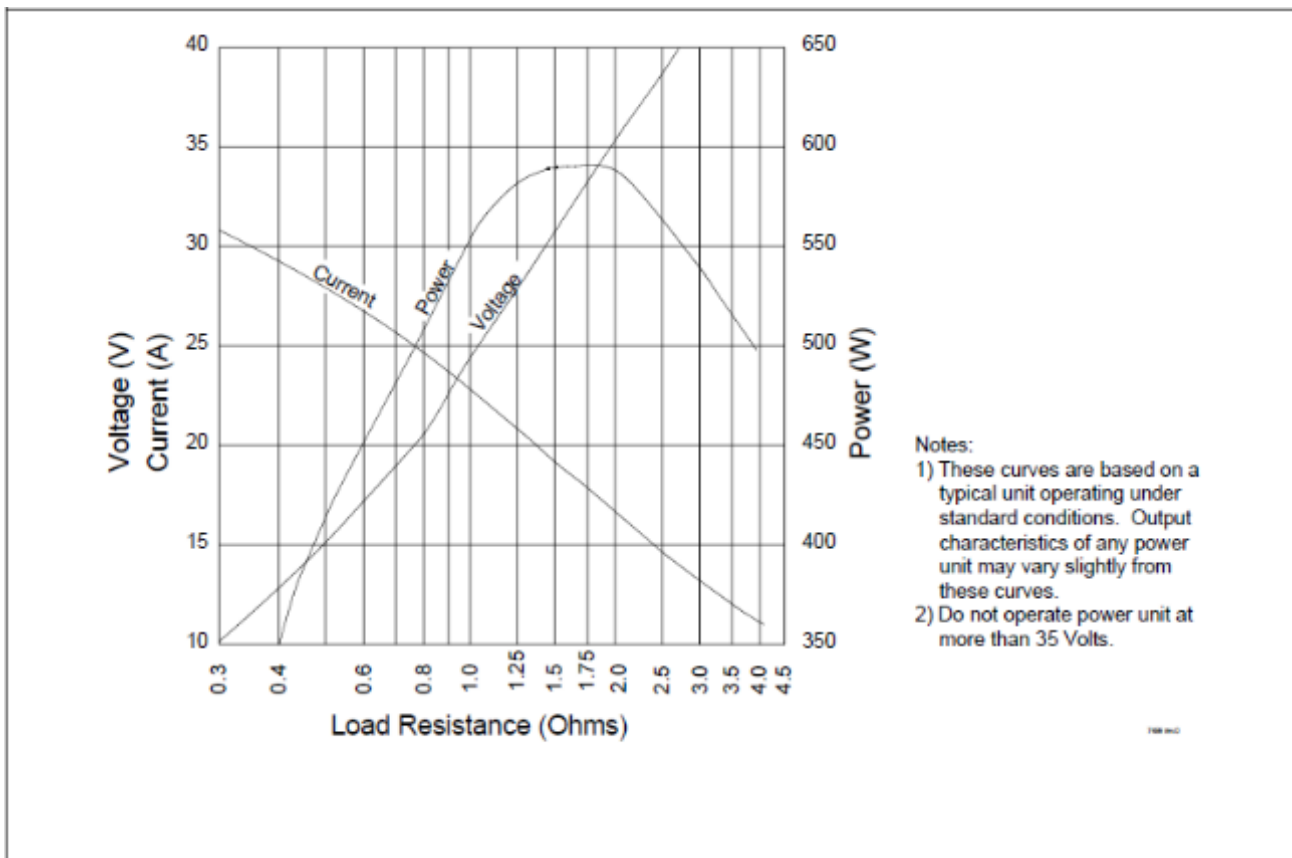
La propuesta del área de mantenimiento fue el de buscar proveedores locales de los componentes y así obtener un ahorro de por lo menos el 50% en costo de los materiales.

3.3 Recolección de Hoja de Datos del Fabricante – Fuente: Manual [01]

Luego de revisar la información del fabricante del termogenerador se encontró que la potencia máxima de generación es afectada por la relación entre el voltaje y la corriente.

En la Figura N° 21 se detalla la curva de operación, en base a condiciones estándar el termogenerador no debe ser operado por encima de los 35 Voltios.

Figura 21: Curva de operación típica a 20 °C



Fuente: Manual [01] – página 11

Para determinar la potencia máxima del termogenerador vamos a encontrar la función de la potencia, usando para ello las ecuaciones de las rectas de voltaje y corriente.

A continuación se detallan los pasos a seguir:

De la gráfica se usan los puntos de corriente y voltaje para determinar las funciones:

(1) Voltaje: $f1(x) = 11.82x + 10.7$

(2) Corriente: $f2(x) = -6.45x + 30.48$

Procedemos a multiplicar (1) y (2) para hallar la función de la curva de potencia:

(3) Potencia: $f3(x) = f1(x) * f2(x)$

(3) Potencia: $f3(x) = -76.239x^2 + 291.259x + 326.136$

Para determinar la potencia máxima del termogenerador derivamos la función de la potencia (3), obteniendo (4):

(4) Derivada: $f4(x) = \frac{df3(x)}{dx} = -152.48x + 291.259$

Igualando a cero esta ecuación obtenemos el valor de x, para la máxima potencia:

(5) Resultando: $x = 1.91$

Al reemplazar (5) en la ecuación (3) obtenemos: **604.3 Watts** como la mayor potencia a ser generada por el termogenerador.

Para nuestro caso se va a considerar operar los termogeneradores a un 75% de capacidad, es decir a 453 Watts, para incrementar el margen de seguridad y así cubrir las variaciones en la carga.

3.4 Monitoreo de los datos de campo

La metodología empleada es la contrastación, es decir, en base a la potencia nominal de los equipos se calcula la potencia total requerida y luego se contrasta con la potencia medida, información recopilada durante las actividades de mantenimiento de los termogeneradores.

En las tablas N° 04 al N° 06 se muestra el detalle de los cálculos efectuados para determinar el consumo total de las estaciones en base a los consumos nominales de los equipos instalados, tanto en el grupo de cargas esenciales y no esenciales. (El detalle de los consumos se encuentra adjunto en el Anexo 1).

Tabla 04: Energía para el Panel de Cargas Esenciales

Equipos	Cantidad	Ubicación	Corriente [A]	Energía [W]
TELECOM SYSTEM (FIBRA OPTICA)	1	Panel de Cargas Esenciales	10.44	250.4
SCADA RTU	1	Panel de Cargas Esenciales	7.633	183.4
SCADA I/O	1	Panel de Cargas Esenciales	1.152	27.664
GPRS	1	Panel de Cargas Esenciales	3	72
MONITOR DE INCENDIOS	1	Panel de Cargas Esenciales	3	72
Consumo Total			25.225	605.464

Fuente: Elaboración propia

Tabla 05: Energía para el Panel de Cargas No Esenciales

Equipos	Cant.	Ubicación	Corriente [A]	Energía [W]
RESERVA 1	1	Panel de Cargas No Esenciales	6	144
CCTV System	1	Panel de Cargas No Esenciales	0.08	1.92
CP MONITOR	1	Panel de Cargas No Esenciales	3	72
Consumo Total			9.08	217.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla 06: Consumo de Potencia de una estación

Equipos	Corriente [A]	Energía [W]
Panel de Carga Esencial	Corriente 25.225 [A]	Energía 605.464 [W]
Panel de Carga No Esencial	Corriente 9.08 [A]	Energía 217.92 [W]
Consumo Total de la válvula (estación)	Corriente 34.305 [A]	Energía 823.384 [W]

Fuente: Elaboración propia

La potencia total calculada es de 823 Watts. De esta información se concluye, que de acuerdo al consumo nominal de los equipos se necesitarán, al menos dos (2) termogeneradores con una potencia de 411,5 W cada uno. Esto quiere decir que cada TEG funcionaría a un 69% de su capacidad.

Durante las actividades de mantenimiento de los termogeneradores se procedió a registrar los parámetros eléctricos a fin de determinar la potencia real que demandan las estaciones.

En la tabla N° 07 se detallan los parámetros eléctricos medidos (Corriente, voltaje) y se sugiere una cantidad de termogeneradores de acuerdo a ello en todas las estaciones.

Tabla 07: Consumo y requerimiento de Termogeneradores según estación

Estación	Amperaje	Voltaje	Potencia	# TEGs	TEGs requeridos
	(A)	(V)	(W)		
MSF	26.3	27.0	710.1	4	2
MLV1	18.5	27.1	501.4	4	2
MLV2	13.5	27.1	366.3	3	1
MLV3	12.9	26.8	346.3	2	1
MLV4	13.5	27.00	364.5	3	1
MLV5	11.8	27.3	321.6	2	1
LSF	17.5	27.4	479.5	5	2
MLV6	12.3	27.1	333.3	3	1
MLV7	13.5	27.4	369.6	4	1
MLV8	12.5	27.1	339.4	3	1
PCS	22.5	26.9	604.8	5	2
MLV9	12	27.1	325.2	2	1
MLV10	13.5	27.00	364.1	3	1
MLV11	13.5	27.1	365.6	2	1
MLV12	14	27.3	381.5	3	1
MLV13	13.5	27.2	367.2	2	1
MLV14	14.3	27.1	388.2	2	1
TOTAL				52	21

Fuente: Elaboración propia

Se ha verificado que existe un sobredimensionamiento entre la energía generada y energía consumida en una proporción de **2.48 : 1**. Este sobredimensionamiento origina las fallas en los limitadores de voltaje de los termogeneradores, ocasionando su mal funcionamiento y posterior pérdida de energía en las estaciones.

3.5 Matriz de Indicadores

Tabla 08: Matriz de Indicadores

No	Causa Raíz	Indicador %	Formula	Valor Actual %	Perdida (anual)	Valor meta %	Perdida Reducida (anual)	Beneficio (anual)	Propuesta de Mejora	Inversión US\$
1	No existe un control de generación de acuerdo a la demanda	Eficiencia	$(Potencia\ Requerida) \times 100\% / (Potencia\ Generada)$	25.50%	\$ 89,210	61.80%	\$ 18,339	\$ 70,870	Monitoreo de los parámetros eléctricos y activación a demanda	\$ 55,647
2		Gas combustible de exceso	$C. U.x(TEGs\ activos - TEGs\ requeridos) \times 100\% / TEGs\ requeridos$	59.62%		0.00%				

Fuente: Elaboración propia

La propuesta de mejora consiste en monitorear los parámetros eléctricos del sistema de generación en las estaciones y activar los termogeneradores desde el sistema SCADA de acuerdo a la demanda de energía requerida por la estación.

CAPITULO IV

SOLUCIÓN PROPUESTA

4 SOLUCIÓN PROPUESTA

Luego de contrastar y verificar el desbalance entre la energía generada con el consumo en las estaciones. Se identifica la necesidad de reducir la energía generada, para lo cual se plantea 3 alternativas de solución:

4.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN:

4.1.1 ALTERNATIVA A:

Se considera la opción de apagar la mitad de los termogeneradores, sin considerar el monitoreo de los parámetros eléctricos. Esta opción no requiere inversión en materiales ni equipos, pero no es confiable para las operaciones.

4.1.2 ALTERNATIVA B:

Luego de realizar la consulta con el fabricante de los termogeneradores, nos recomendó la instalación de resistores adicionales en los limitadores de voltaje (Ver Anexo 3), cuya instalación podría incrementar la capacidad de potencia disipada en un 50%.

Esta alternativa aseguraba el funcionamiento completo de todos 52 termogeneradores y un costo adicional en los resistores adicionales para su implementación.

4.1.3 ALTERNATIVA C:

Monitoreo de los parámetros eléctricos de los termogeneradores desde el Sistema SCADA e implementación de una lógica en el PLC de aviso de alarmas en función de la energía consumida en las estaciones.

4.2 Evaluación de alternativas:

En la evaluación de la solución óptima se consideran 7 factores calificándose con una escala de 1 al 5. Siendo 5 la calificación más alta. En la tabla N° 09 se detalla la puntuación de las alternativas, la alternativa C destaca por la Integración y expansibilidad del sistema. Además de considerar la facilidad de mantenimiento y Seguridad en las operaciones.

Tabla 09: Evaluación ponderada de alternativas

FACTOR A EVALUAR	PONDERACION	ALTERNATIVAS		
		A	B	C
Seguridad	32%	3	5	5
Costo Inicial	4%	5	3	1
Costo de mantenimiento	4%	5	3	3
Integración	20%	5	3	5
Expansibilidad	20%	4	2	4
Mantenibilidad	20%	3	5	5
TOTAL	100%	3.76	3.44	4.56

Fuente: Elaboración propia – El cálculo de la proporción de cada factor está detallado en el **Anexo 5**.

Los factores que fueron evaluados entre las alternativas, tienen el siguiente alcance:

Seguridad; Es el factor de mayor ponderación porque dentro de la política empresarial la seguridad es fundamental para toda la operación y por lo tanto todas las alternativas deben estar alineados a ello.

Costo Inicial; Dentro de las alternativas tiene el menor ponderado a considerar por ser un proyecto de retorno de inversión en el tiempo.

Costo de Mantenimiento; Considera los costos de mantenimiento que hacen sostenible a las alternativas en el tiempo.

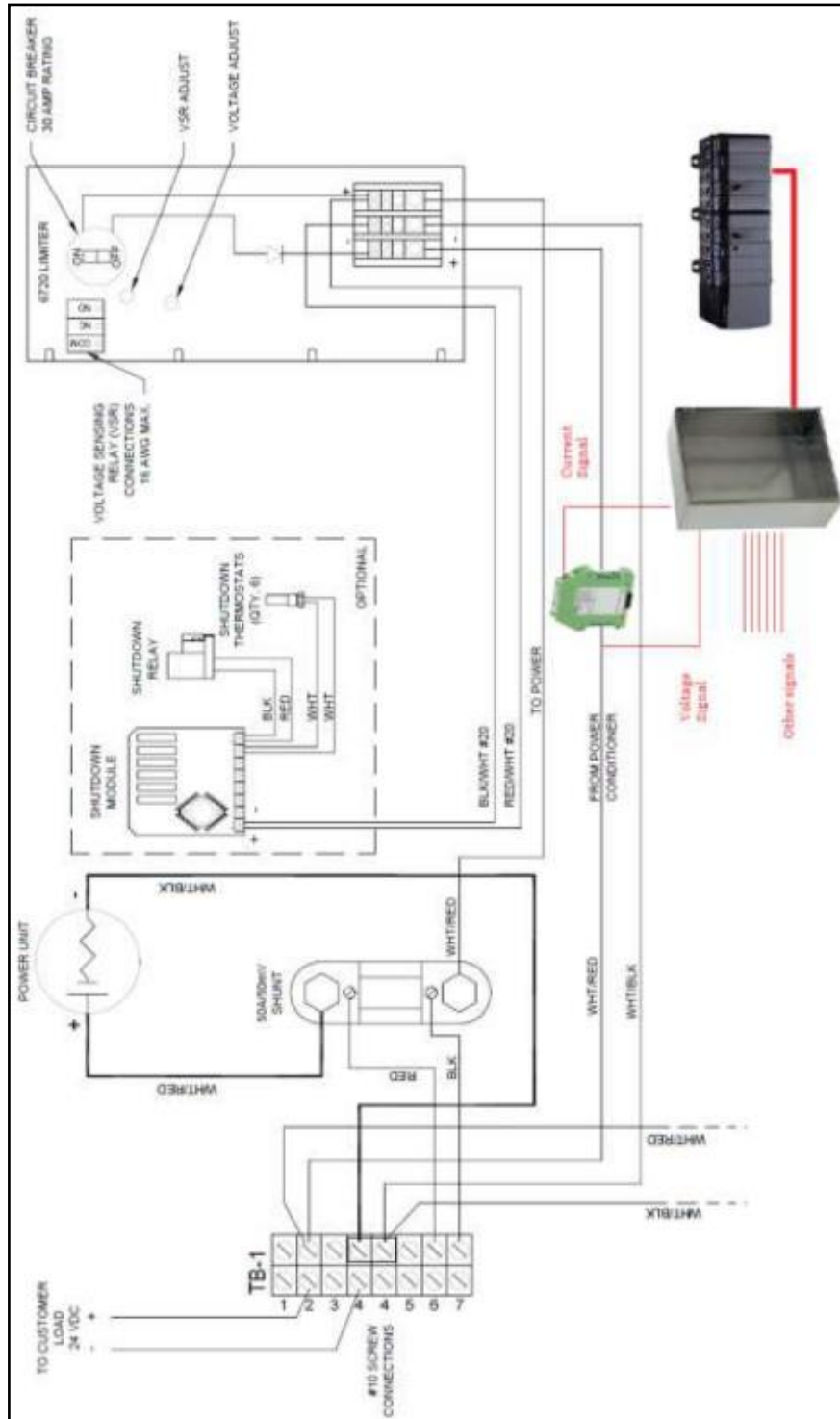
Integración; Representa la compatibilidad con el sistema actual.

Expansibilidad; Representa la facilidad de ampliar y replicar la alternativa.

Mantenibilidad; Se considera desde la facilidad de realizar el mantenimiento.

4.3 Diseño de la Solución

Figura 22: Esquema Tecnológico



Fuente: Elaboración propia

4.4 Implementación técnica:

Las señales de corriente de los termogeneradores, el consumo de la estación y el voltaje en el banco de baterías de las estaciones serán cableadas al PLC, para luego ser integradas al sistema SCADA.

A continuación se detallan los dispositivos y equipos a ser empleados:

4.4.1 Señal de Corriente (Termogenerador):

Se procederán a instalar los transductores Phoenix Contact (modelo MCR-S-10-50-UI-DCI). Este transductor está diseñado para medir corriente DC en un rango de 0-50 Amperios con una salida programable de 0-20mA o 4-20mA. Se utilizará la salida de 4-20mA para configurar la alarma de falla de instrumento en el SCADA. Esta señal será cableada a la tarjeta análoga del PLC.

(En la figura N° 22 de la página anterior, se muestra el diagrama de conexión del transductor. Para revisar la hoja técnica de datos del transductor revisar el Anexo 2)

Figura 23: Transductor de Corriente Phoenix Contact



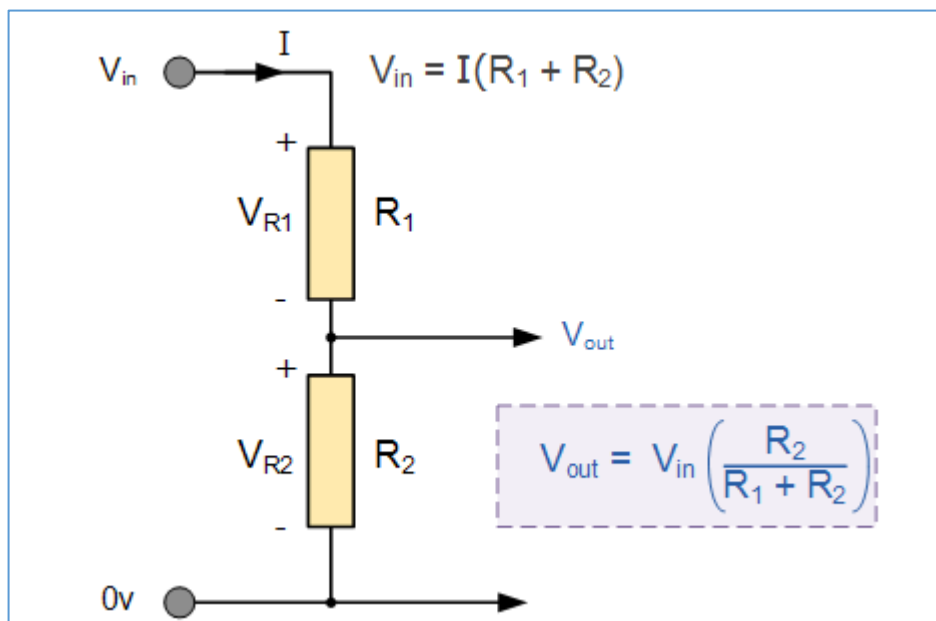
MCR-S-10-50-UI-DCI

Fuente: Manual [02]

4.4.2 Señal de Voltaje (Batería):

La señal de voltaje de las baterías (0 - 27 VDC) será acondicionada con resistores de precisión, utilizando un divisor de tensión de 3 a 1, con lo cual la señal que llegara al PLC será de 0 – 9 VDC, y la entrada analógica será configurada de 0 a 10 VDC. Posteriormente en el PLC la señal será escalada a su valor original.

Figura 24: Esquemático del divisor de Voltaje



Fuente: http://www.electronics-tutorials.ws/resistor/res_3.html

En nuestro caso el valor de $R_1=2k\Omega$ y $R_2=1 k\Omega$, por lo que la señal de 27 VDC es reducida a un tercio de su valor original.

4.4.3 Cajas de Conexión:

En las cajas de conexiones no se cuentan con cables de reserva, así que es necesaria una nueva instalación con cable TECK90 (10 conductores). Desde este punto un cable de 10 conductores será instalado a la caja de conexiones del PLC ubicado dentro del Shelter.

4.4.4 Tarjetas Análogas:

Los PLCs de las estaciones (CompacLogix/ Controllogix) han sido dimensionados con tarjetas análogas de reserva. Todas son programables como entradas de voltaje o corriente, por lo que no será necesaria la instalación de nuevas tarjetas.

4.5 Desarrollo de la Lógica empleada

La lógica de rotación es establecida teniendo en consideración 2 factores:

1. El consumo de cada estación
2. Tiempo máximo en el cual el termogenerador permanece apagado

La potencia máxima de operación de los termogeneradores, es de 604W. Considerando operar los termogeneradores dentro de un 75 % - 80% de su capacidad, esto representa (453 W). En la Tabla No 07, se determina la cantidad de termogeneradores necesarios para mantener la condición mencionada. Y considerando el máximo tiempo que un termogenerador puede estar apagado, la lógica de rotación debe respetar los siguientes lineamientos:

El máximo tiempo que un termogenerador debe permanecer apagado es de 4 meses, de esto se desprende que la rotación es independiente para cada estación según las necesidades señaladas de la siguiente manera:

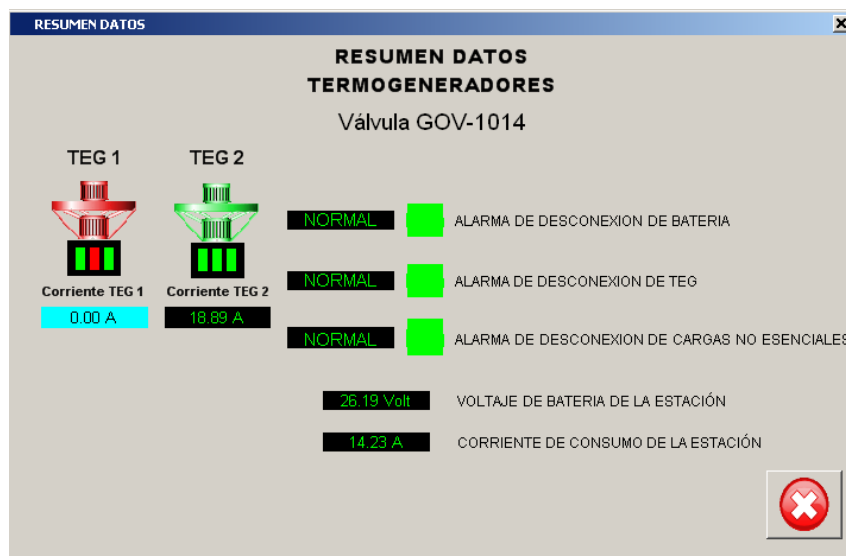
1. Todos los termogeneradores deben tener un contador que registre el tiempo en el que se encuentre apagado ya sea por rotación o por avería; así mismo la lógica debe dar prioridad al termogenerador que tenga mayor tiempo apagado; cada vez que se incorpore un termogenerador que estuvo apagado por avería e inmediatamente el ciclo de rotación debe ser recalculado.
2. En el ciclo de rotación solo intervienen los termogeneradores en funcionamiento; esto quiere decir si es que uno de los termogeneradores se encuentra fuera de servicio por avería debe ser “retirado” de la lógica de rotación he incorporado automáticamente una vez que se encuentre operativo.
3. El ciclo de rotación debe ser iniciado a las 7 am del día establecido por la lógica. Este debe iniciarse luego que el operador de sala de control reciba y apruebe un pop up que indique la ejecución de tal proceso.
4. En el caso que no hayan termogeneradores operativos que puedan rotar se generará una alarma al operador.
5. La rotación debe ejecutarse en la siguiente secuencia:
 - a. Encendido del (los) termogenerador (es) en stand-by.

- b. 40 minutos después y luego de comprobar que están generando la potencia necesaria (potencia actual – potencia anterior = potencia necesaria especificada en la Tabla No 07), se procede al apagado del (los) termogenerador (es) que estaba (n) en funcionamiento.
 - c. Si durante este proceso se comprueba que uno o más de los termogeneradores no funcione correctamente, este debe ser apagado y debe iniciarse el ciclo nuevamente con el siguiente en el orden de prioridad (el ciclo de rotación debe ser recalculado con la nueva cantidad de termogeneradores operativos). Adicionalmente una alarma debe ser generada en la que se indique al operador de Sala de Control que informe del hecho al Inspector de instalaciones de superficies.
6. Cuando un termogenerador genere más del 80% de su capacidad, la lógica de rotación debe activarse y encender un termogenerador adicional. Así mismo se debe activar una alarma que se genere en la que se indique al operador de Sala de Control que informe del hecho al Inspector de instalaciones de superficies.
 7. En el caso que no se genere la potencia establecida; la lógica debe identificar el termogenerador que origina el problema y al igual que en el caso anterior generar una alarma y solicitar el inicio del ciclo de rotación con el siguiente termogenerador en la línea de prioridad.
 8. El comando de encendido y apagado de termogeneradores enviado por el operador de Sala de Control prevalece sobre la lógica de rotación; esto quiere decir si se desea encender o apagar un termogenerador éste debe ejecutar la orden así no se cumpla con la lógica de rotación.

4.6 Implementación en el SCADA

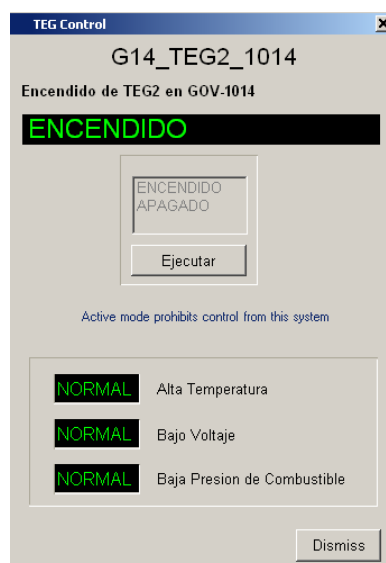
Los parámetros eléctricos configurados en los PLCs serán integrados al sistema SCADA. Modificando la pantalla resumen del termogenerador para incluir esta información (Figura N° 23). En la Figura N° 26 se muestra la ventana de encendido/apagado del termogenerador.

Figura 25: Resumen de datos del termogenerador



Fuente: Planta Melchorita

Figura 26: Ventana de encendido - apagado



Fuente: Planta Melchorita

CAPITULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

5 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

5.1 Cálculo de los Costos - Inversión

En la Tabla N° 10 se detallan el cálculo de los costos en dólares de los materiales y los servicios necesarios durante la instalación de los transductores en los 52 termogeneradores de las 17 estaciones del gasoducto.

Tabla 10: Cálculo de los costos de materiales y servicios

MATERIALES				
Item	Descripción	Cantidad	Costo/Unidad	Sub Total
1	MCR-S-10-50-UI-DCI - Transductor	52	308.12	16022.24
2	Terminal Blocks, 4mm, Legrand	400	0.55	220.00
3	Symmetric Rail Din, x2m	5	6.05	30.25
4	2" Teck connectors, T&B	110	3.14	345.40
5	3" Teck connectors, T&B	50	5.89	294.50
6	Armored cable, 600V, 6 conductors, x mts	250	9.30	2325.00
7	Armored cable, 600V, 10 conductors, x mts	100	13.17	1317.00
8	Armored cable, 600V, 15 conductors, x mts	90	18.30	1647.00
9	Armored cable, 600V, 20 conductors, x mts	90	24.90	2241.00
10	Cabinet Nema 4X, Himmel, 50x40x210	18	116.90	2104.20
11	Accessories and tools	1	1230.10	1230.10
			<i>Sub Total: US\$</i>	<i>27776.69</i>
SERVICIOS				
1	Cableado, instalación y prueba de campo para la instalación en las 17 estaciones. Incluye los costos de personal y transporte.			22870.35
			<i>Sub Total: US\$</i>	<i>22870.35</i>
			<i>Contingencia:</i>	<i>5000.00</i>
			TOTAL US\$:	55647.04

Fuente: Elaboración propia

5.2 Cálculo de la Rentabilidad

Luego de evaluar los datos de energía generada y el consumo en las estaciones detallados en la Tabla No 07, se requieren solo 21 termogeneradores operando de los 52 instalados.

Para el cálculo de la rentabilidad se va a considerar el ahorro los costos del gas natural luego de implementar la alternativa C.

A. Evaluación económica – Alternativa C: (VAN / TIR)

Según los datos del fabricante, fuente Manual [01] página 12, el consumo de un TEG es equivalente a:

Tabla 11: Cálculo del consumo de gas de un TEG durante un año

(*) SCFH	Horas	Días	SCF/Año	MMSCF
70	24	360	604800	0.6048

El costo de la Energía está relacionado en US\$/ MMBTU a un costo de **US\$ 3.5**

Son 31 Equipos, los que estarán fuera de servicio.

Tabla 12: Cálculo del costo anual del gas utilizado en un año

SCF/Año	BTU/SCF	\$/MMBTU	\$/Año - TEG	Costo Anual / 31 TEGs
604800	1080	3.5	2,286.14	\$ 70,870.34

A continuación se indican la tasa y el periodo empleado para evaluar el proyecto;

Tasa: 11.98% (**) WACC

Periodo: 10 años

En la Tabla No 13 se detallan los costos y gastos asociados al cálculo del ahorro en el combustible.

En la Tabla No 14 se detalla el flujo de caja y se obtienen como resultado los siguientes indicadores;

VAN = \$ 155,637

TIR = 69.12 %

B/C = 2.87

(*) **SCFH**_ *Standard Cubic feet per hour*: Consumo de gas en pies cúbicos a condiciones estándar.

(**) **WACC**_ *Weighted average cost of capital*: El costo medio ponderado de capital. Ver; **Anexo 4**

Tabla 133: Calculo del ahorro en Combustible

ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

ESTADO DE RESULTADOS											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro		\$ 70,870.34	\$ 72,287.75	\$ 73,733.50	\$ 75,208.17	\$ 76,712.34	\$ 78,246.58	\$ 79,811.51	\$ 81,407.74	\$ 83,035.90	\$ 84,696.62
Costos Mtto		\$ 17,717.59	\$ 18,071.94	\$ 18,433.38	\$ 18,802.04	\$ 19,178.08	\$ 19,561.65	\$ 19,952.88	\$ 20,351.94	\$ 20,758.97	\$ 21,174.15
Depreciación activos		\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70
Gastos Operativos		\$ 1,771.76	\$ 1,807.19	\$ 1,843.34	\$ 1,880.20	\$ 1,917.81	\$ 1,956.16	\$ 1,995.29	\$ 2,035.19	\$ 2,075.90	\$ 2,117.42
Utilidad antes de impuestos		\$ 45,816.29	\$ 46,843.91	\$ 47,892.08	\$ 48,961.22	\$ 50,051.74	\$ 51,164.07	\$ 52,298.64	\$ 53,455.91	\$ 54,636.32	\$ 55,840.34
Impuestos (30%)		\$ 13,744.89	\$ 14,053.17	\$ 14,367.63	\$ 14,688.37	\$ 15,015.52	\$ 15,349.22	\$ 15,689.59	\$ 16,036.77	\$ 16,390.90	\$ 16,752.10
Utilidad después de impuestos		\$ 32,071.40	\$ 32,790.74	\$ 33,524.46	\$ 34,272.85	\$ 35,036.22	\$ 35,814.85	\$ 36,609.05	\$ 37,419.14	\$ 38,245.43	\$ 39,088.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 144: Calculo de los indicadores financieros

FLUJO DE CAJA											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad después de impuestos		\$ 32,071.40	\$ 32,790.74	\$ 33,524.46	\$ 34,272.85	\$ 35,036.22	\$ 35,814.85	\$ 36,609.05	\$ 37,419.14	\$ 38,245.43	\$ 39,088.24
Depreciación		\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70	\$ 5,564.70
Inversión	\$ -55,647.04										
	\$ -55,647.04	\$ 37,636.11	\$ 38,355.44	\$ 39,089.16	\$ 39,837.56	\$ 40,600.92	\$ 41,379.55	\$ 42,173.75	\$ 42,983.84	\$ 43,810.13	\$ 44,652.94

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Neto de Efectivo	\$ -55,647.04	\$ 37,636.11	\$ 38,355.44	\$ 39,089.16	\$ 39,837.56	\$ 40,600.92	\$ 41,379.55	\$ 42,173.75	\$ 42,983.84	\$ 43,810.13	\$ 44,652.94

VAN	\$ 155,637
TIR	69.12 %

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 70,870.34	\$ 72,287.75	\$ 73,733.50	\$ 75,208.17	\$ 76,712.34	\$ 78,246.58	\$ 79,811.51	\$ 81,407.74	\$ 83,035.90	\$ 84,696.62
Egresos		\$ 25,054.05	\$ 25,443.83	\$ 25,841.42	\$ 26,246.95	\$ 26,660.60	\$ 27,082.51	\$ 27,512.87	\$ 27,951.83	\$ 28,399.58	\$ 28,856.27

VAN Ingresos	\$433,848.11
VAN Egresos	\$150,983.08

B/C	2.87
-----	------

Fuente: Elaboración propia

5.3 Análisis de la eficiencia del Sistema de Generación

La eficiencia es la relación entre la potencia requerida y la potencia generada, esta expresada en % y en condiciones ideales debe estar próximo a 100%.

$$\text{Eficiencia (f) \%} = \text{Potencia Requerida} / \text{Potencia Generada}$$

En la Tabla N° 15, se detalla la potencia requerida por cada estación, la potencia generada inicialmente con una eficiencia (f) inicial. Luego se observa la cantidad final de termogeneradores TEGs empleados, con el incremento en la eficiencia.

Al ser necesarios solo 21 termogeneradores, la eficiencia promedio de todo el sistema de generación en las estaciones, se incrementa de 25.5% a 61.8%.

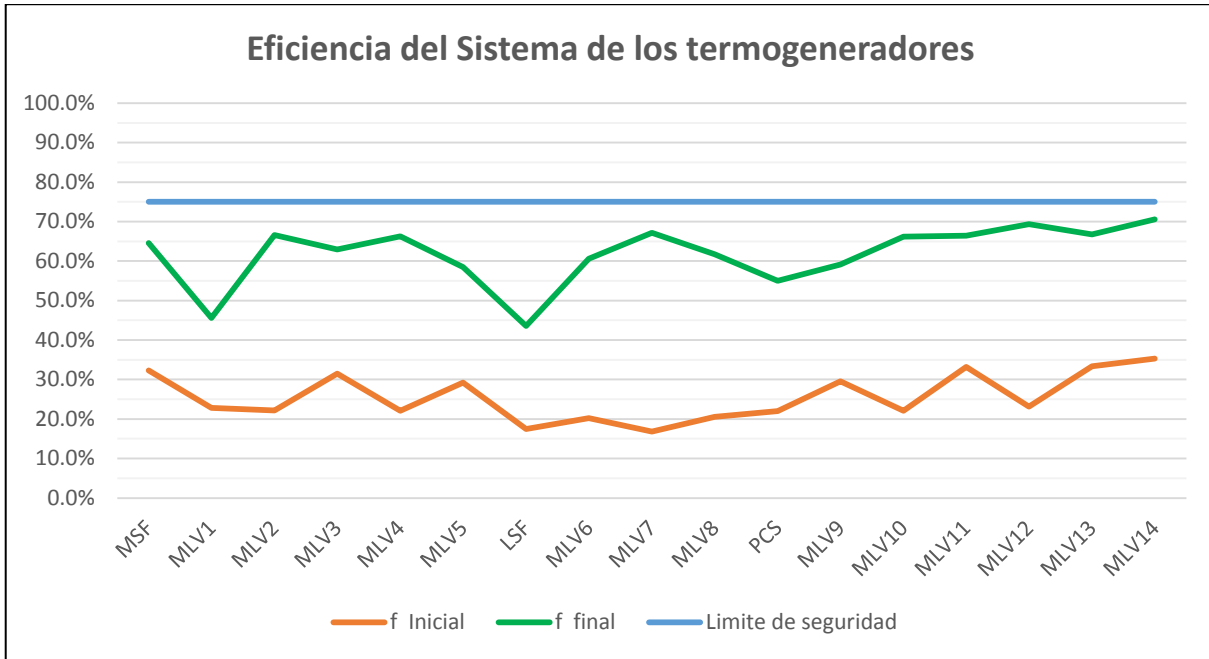
Tabla 15: Cálculo de la eficiencia de los termogeneradores en las estaciones

Estación	Potencia Requerida	TEGs Inicial	Potencia Generada inicial	f Inicial	TEGs Final	Potencia Generada final	f Final
	(W)	(#)	(W)	%	(#)	(W)	%
MSF	710.1	4	2200	32.3%	2	1100	64.6%
MLV1	501.4	4	2200	22.8%	2	1100	45.6%
MLV2	366.3	3	1650	22.2%	1	550	66.6%
MLV3	346.3	2	1100	31.5%	1	550	63.0%
MLV4	364.5	3	1650	22.1%	1	550	66.3%
MLV5	321.6	2	1100	29.2%	1	550	58.5%
LSF	479.5	5	2750	17.4%	2	1100	43.6%
MLV6	333.3	3	1650	20.2%	1	550	60.6%
MLV7	369.6	4	2200	16.8%	1	550	67.2%
MLV8	339.4	3	1650	20.6%	1	550	61.7%
PCS	604.8	5	2750	22.0%	2	1100	55.0%
MLV9	325.2	2	1100	29.6%	1	550	59.1%
MLV10	364.1	3	1650	22.1%	1	550	66.2%
MLV11	365.6	2	1100	33.2%	1	550	66.5%
MLV12	381.5	3	1650	23.1%	1	550	69.4%
MLV13	367.2	2	1100	33.4%	1	550	66.8%
MLV14	388.2	2	1100	35.3%	1	550	70.6%
TOTAL		52		25.5%	21		61.8%

Fuente: Elaboración propia

En la figura Nº 27, se muestra como varia la eficiencia del sistema de los termogeneradores en todas las instalaciones luego de implementar la Alternativa C.

Figura 27: Variación de la eficiencia en los termogeneradores.



Fuente: Elaboración propia

5.4 Beneficios Adicionales:

Se detallan los siguientes beneficios considerados como intangibles o difíciles de cuantificar su ahorro en dinero:

1. Incremento en la vida útil de los equipos al operar solo cuando son requeridos y no todo el tiempo.
2. Reducción en los costos de movilización del personal para realizar el mantenimiento y los repuestos de los limitadores de voltaje.
3. Se disminuye la probabilidad de tener un corte en las comunicaciones con las estaciones, al tener equipos en reserva en el sistema de generación de energía.
4. Disponibilidad de información sobre el sistema de generación que permite un análisis en la variación de la corriente de los termogeneradores y permite al área de mantenimiento anticiparse a contratiempos.

CAPITULO VI

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Obtención de los Datos

A continuación se enumeran los datos obtenidos de los instrumentos utilizados en la presente investigación;

A. Recolección de Hoja de datos del fabricante

1. El consumo de gas de cada termogenerador.
2. La potencia nominal generada por cada termogenerador.
3. La potencia nominal requerida por los equipos instalados en las estaciones.

B. Monitoreo de los parámetros eléctricos

1. Potencia generada real en cada estación.
2. Potencia requerida real en cada estación.
3. Parámetros eléctricos accesibles remotamente por medio del sistema SCADA.

C. Evaluación económica del proyecto

Para evaluar la factibilidad económica de la implementación del proyecto se tienen en cuenta los siguientes indicadores;

1. Costo total de la inversión en el proyecto.
2. Valor presente proyectado.
3. Tasa interna de Retorno.
4. Relación del Beneficio y Costo.

Mediante el monitoreo de los datos de campo, antes y después de la implementación de la mejora, se ha demostrado un impacto positivo en la eficiencia del sistema de generación de energía (ver punto 5.3), de 25.5% a 61.8 %

6.2 Análisis de resultados

En la sección 5.3 se detallan los cálculos de la eficiencia del sistema de generación de inicial de 25.5% y final de 61.8% al retirar de servicio a 31 equipos termogeneradores.

En la sección 5.2 se muestra el cálculo del costo anual del combustible de los 31 termogeneradores, equivalente a US\$ 70,870.34. Esta cantidad se convierte en un ahorro anual sostenible que hace viable la implementación del proyecto.

En la figura No 27 se muestra en forma gráfica el incremento de la eficiencia del sistema de generación a lo largo de las estaciones, así también se observa que los equipos están operando por debajo del límite de seguridad establecido.

6.3 Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos de la Tabla No 13 se puede demostrar un incremento en la eficiencia en todas las estaciones y la validez de la hipótesis.

Se puede observar en la misma tabla como la eficiencia aumenta en mayor proporción en las estaciones que cuentan con mayor cantidad de termogeneradores.

Finalmente, luego de realizar un análisis económico en la sección 5.2 podemos concluir que el proyecto es económicamente viable al tener un resultado satisfactorio en los 3 indicadores. (VAN, TIR y B/C)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7 CONCLUSIONES

Mediante la verificación de los parámetros eléctricos, se ha demostrado un impacto positivo al duplicar la eficiencia del sistema de generación de energía, reduciendo a menos de la mitad el número de equipos necesarios en operación y así también el gas combustible utilizado para su funcionamiento.

El monitoreo de los parámetros eléctricos del sistema de generación permite alertar al operador de sala de control sobre desviaciones en la operación normal, integrados en el sistema SCADA nos permite utilizar las funciones de históricos y alarmas automáticas. Revisando los históricos es posible determinar las causas de un desbalance o estimar un tiempo de energía remanente en las baterías antes de producirse un corte de energía en la estación.

Al determinar la causa de la falla de los limitadores de voltaje, el exceso de generación de energía, nos ha permitido reducir considerablemente los cortes de energía en las estaciones del gasoducto principal.

La contrastación del valor generado con el valor consumido en cada estación nos ha permitido reducir el número de termogeneradores en servicio prácticamente a la mitad, es decir la eficiencia del sistema se ha duplicado al generar la energía necesaria utilizando solo la mitad de los equipos.

La reducción del número de termogeneradores en servicio ha reducido también en forma proporcional el consumo de gas necesario para su funcionamiento. El ahorro obtenido de la reducción permite la viabilidad de la propuesta de mejora.

Luego de evaluar la propuesta a través de los indicadores VAN, TIR y B/C obteniéndose valores de US\$ 155,637 dólares, 69,12% y 2.87 respectivamente, se concluye que la propuesta es rentable para desarrollarse.

Al completar el trabajo hemos verificado como a medida que un sistema se vuelve más complejo, ya sea por componentes de regulación y/o protección se pueden generar deficiencias que originan desperdicios, anulándose entre sí y afectando la eficiencia de todo el sistema.

8 RECOMENDACIONES

1. Es necesario continuar con el monitoreo de los históricos de los parámetros eléctricos de los termogeneradores en el sistema SCADA a fin de mantener balanceada la relación entre energía generada y energía consumida.
2. Durante las actividades de mantenimiento se deben considerar todos los termogeneradores así no hayan estado en funcionamiento para asegurar su disponibilidad en caso sean requeridos.
3. Se debe monitorear el comportamiento del sistema de protección catódica, que es considerado como la carga de mayor variación en el sistema.
4. Para futuros trabajos de tesis donde se plantean propuestas de mejora recomendamos revisar el diseño original del sistema, cada componente puede haber demostrado cumplir su función individualmente, pero durante la integración se pueden generar deficiencias que afectan su desempeño en conjunto, las cuales no son fáciles de identificar a menos se realice un contraste detallado en campo.
5. Al desarrollar propuestas de mejora se recomienda aprovechar la integración a los sistemas de información ya existentes en la organización como por ejemplo de comunicaciones, monitoreo, control y base de datos.

9 BIBLIOGRAFIA

9.1 Documentos

TESIS - MENENDEZ LAGUNA, Brenda Marlen & PILOLA ORTEGA, Miguel Angel; *“Propuesta de desarrollo de control de carga de un termogenerador”* para automatizar la generación de energía en la empresa PEMEX1.

tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/9924/1/49.pdf

[Consultado 30 de Mayo 2017]

ARTICULO – BOLLATI, Eduardo. Generadores termoeléctricos
“Generación de energía sin partes móviles” del Instituto Argentino de Petróleo y Gas.

biblioteca.iapg.org.ar/ArchivosAdjuntos/Petrotecnia/2007-2/Generadores.pdf

[Consultado 30 de Mayo 2017]

LIBRO – CREUS, Antonio. INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL, Editorial Marcombo
Termopar pag. 254

9.2 Fuentes Electrónicas

Manual [01] Operating Manual 54254 (Rev. 8).- Thermoelectric Generator 8550

<http://www.genthermglobalpower.com> [Web del fabricante]

[Consultado 30 de Mayo 2017]

Manual [02] Hoja técnica de datos. - Phoenix Contact - Technical Data Sheet

<http://www.phoenixcontact.com/index.php> [Web del fabricante]

[Consultado 30 de Mayo 2017]

Manual [03] OASyS SCADA for Oil and Gas

schneider-electric.com/en/product-range/61943-oasys-scada/189048404-oasys-scada-for-oil-and-gas?subNodeld=189051073en_WW#tabs [Web del fabricante]

[Consultado 30 de Mayo 2017]

Manual [04] Sistemas de Control ControlLogix

ab.rockwellautomation.com/programmable-controllers/ [Web del fabricante]

[Consultado 30 de Mayo 2017]

Web [01] Cálculo del WACC de acuerdo al sector y país

<http://www.waccexpert.com/?country>

[Consultado 30 de Mayo 2017]

10 ANEXOS

A1.- Calculo de consumo de potencia

A2.- Hoja técnica del transductor

A3.- Detalles de la solución propuesta por el proveedor

A4.- WACC - El costo medio ponderado de capital

A5.- Factores De Evaluación

A6.- Manual de Operación del Termogenerador 8550

10.1 A1.- CÁLCULO DE CONSUMO DE POTENCIA

Cálculo de Consumo de Potencia

General

El consumo de energía para cada sistema, validando los interruptores de circuito en el documento PLNG-PL-12004-DIA-0001 "Distribution Panel, DC one line Diagram", las cargas DC Esenciales y las cargas DC no esenciales se detallarán de la siguiente forma:

Para dimensionar el Sistema de Generación de Energía, se debería considerar:

- Consumo de energía de 10A (típico máximo) para una unidad de mantenimiento portátil. Se debería considerar, también, agregar un interruptor de circuito para este propósito.
- Reserva de consumo de energía para futuras ampliaciones del sistema. Recomendamos considerar no menos del 30%. En algunos casos particulares se ha considerado un porcentaje menor, porque no se adicionarán más equipos de consumo.

Panel de carga esencial

Sistema TELECOM (Fibra Óptica)

En la Tabla N° 16 se detalla el consumo de energía de los equipos convertidores, y de comunicación como el switch y teléfono IP.

Tabla 16: Cálculo del consumo de potencia del sistema de telecomunicaciones

Equipamiento (Fabricante)	Cant.	Ubicación	Factor de Simultaneidad	Unidades [A]	Unidades [Watt]	Subtotal [A] @ 24Vdc	Subtotal [Watt] @ 24Vdc
Switch IE-3010-24TC (Cisco IE-3010-24TC)	1	Telecom Cabinet	1	1.12	26.8	1.12	26.8
IP Phone (CISCO 7941G)	1	Indoor Shelter	1	0.92	22	0.92	22
DC/DC Converter (MW. SD-150)	1	Telecom Cabinet	1	6.8	163.2	6.8	163.2
DC/DC Converter (MiniPS24to48)	1	Telecom Cabinet	1	1.6	38.4	1.6	38.4
Consumo Total						10.44	250.4

Fuente: Elaboración propia

RTU SCADA

Los valores de consumo de energía mostrados para el Banco, son los valores máximos especificados por el fabricante. El detalle se muestra en la Tabla N° 17.

Tabla 17: Cálculo del consumo de potencia del PLC y equipo de Panel View

Equipamiento (Fabricante)	Cant.	Ubicación	Factor de Simultaneidad	Unidades [A]	Unidades [Watt]	Subtotal [A] @ 24Vdc	Subtotal [Watt] @ 24Vdc
PLC Bank 0 (Allen Bradley)	1	RTU Panel	1	4.16	100	4.16	100
PLC Bank 1 (Allen Bradley)	1	RTU Panel	1	2.083	50	2.083	50
Panel View (Allen Bradley)	1	RTU Panel	1	1.04	25	1.04	25
Ethernet Switch (for Panel View and CPU connection)	1	RTU Panel	1	0.350	8.4	0.350	8.4
Consumo Total						7.633	183.4

Fuente: Elaboración propia

E/S SCADA

Los valores de consumo de energía mostrados para los módulos de entradas y salidas análogas son los valores máximos especificados por el fabricante. El detalle se muestra en la Tabla N° 18.

Tabla 18: Cálculo del consumo de potencia de las E/S análogas/digitales del PLC

Equipamiento (Fabricante)	Cant.	Ubicación	Factor de Simultaneidad	Unidades [A]	Unidades [Watt]	Subtotal [A] @ 24Vdc	Subtotal [Watt] @ 24Vdc
Analog Input 24VDC (Allen Bradley / 1769-IF8)	16	RTU Panel	1	0.02	0.48	0.32	7.68
Digital Input 24VDC (Allen Bradley / 1769-IQ32)	64	RTU Panel	1	0.004	0.096	0.256	6.144
Solenoids Digital Output Relay Module	2	RTU Panel	0.5	0.416	10	0.416	10
Relay Interface 24VDC	16	RTU Panel	0.5	0.02	0.48	0.16	3.84
Consumo Total						1.152	27.664

Fuente: Elaboración propia

GPRS

El GPRS (Gas Pressure Reduction System) sistema de reducción de presión de gas utilizado para adaptar los niveles de presión de la línea al rango de operación del equipo tiene instalado un calentador de 72 Watts a 24VDC.

MONITOR DE INCENDIOS

Se cuenta con un equipo de monitoreo de humo y de activación del extintor de CO₂ que requiere una alimentación de alimentación de 72 Watts a 24VDC.

PANEL DE CARGA NO ESENCIAL

RESERVA 1

Se está considerando una reserva de una carga máxima de 144 W en 24VDC.

SISTEMA CCTV

Para el sistema de CCTV solo se considera la sirena exterior según Tabla N° 19.

Tabla 19: Consumo de potencia de la sirena exterior

Equipamiento (Fabricante)	Cant.	Ubicación	Factor de Simulta neidad	Unidade s [A]	Unidade s [Watt]	Subtotal [A] @ 24Vdc	Subtotal [Watt] @ 24Vdc
Outdoor Siren	1	Telecom Cabinet	1	0,08	1.92	0.08	1.92
Consumo Total						0.08	1.92

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los consumos de: Video Camera IP, Outdoor PIR, Lighting Infrared para el Sistema CCTV, han sido incluidos dentro del convertidor de 24VDC a 12VDC.

MONITOR DE CP

Se dispondrá para este circuito de alimentación de 72 Watts a 24VDC.

10.2 A2. - HOJA TÉCNICA DEL TRANSDUCTOR

<https://www.phoenixcontact.com/pi/products/2814663>



Current transducers - MCR-S-10-50-UI-SW-DCI - 2814663

Please be informed that the data shown in this PDF Document is generated from our Online Catalog. Please find the complete data in the user's documentation. Our General Terms of Use for Downloads are valid (<http://phoenixcontact.com/download>)



The illustration shows version
MCR-S-10-50-UI-DCI

MCR current measuring transducer, programmable and configurable, for measuring direct, alternating and distorted currents, with relay and transistor output, input current 0...10 to 0...50 A, configured

Why buy this product

- ✔ 3-way isolation
- ✔ Device can be set via DIP switches or MCR/PI-CONF-WIN configuration software
- ✔ True r.m.s. value measurement



Key Commercial Data

Packing unit	1 STK
Weight per Piece (excluding packing)	189.400 g
Weight per piece (including packing)	189.400 g
Custom tariff number	85437090
Country of origin	Germany
Note	Made to Order (non-returnable)

Technical data

Note

Utilization restriction	EMC: class A product, see manufacturer's declaration in the download area
-------------------------	---

Dimensions

Width	22.5 mm
Height	99 mm
Depth	114.5 mm

Ambient conditions

Ambient temperature (operation)	-20 °C ... 60 °C
Ambient temperature (storage/transport)	-40 °C ... 85 °C
Degree of protection	IP20

02/07/2017 Page 1 / 4

<https://www.phoenixcontact.com/pi/products/2814663>



Current transducers - MCR-S-10-50-UI-SW-DCI - 2814663

Technical data

Input data

Input	Current measuring input
Configurable/programmable	Yes, preconfigured
Input current range	0 A ... 55 A (AC/DC)
Operate threshold	1 % (of measuring range nominal value 50 A)
Setting range for min. input current	0 A ... 9.5 A
Setting range for max. input current	0 A ... 55 A
Impulse form	AC, DC or distorted currents
Overload capacity	Depending on through connected conductor
Surge strength	Depending on through connected conductor
Frequency measuring range	15 Hz ... 400 Hz
Connection method	Through connection, diameter 10.5 mm

Output data

Output name	Voltage output / current output
Configurable/programmable	Yes, preconfigured
Voltage output signal	0 V ... 10 V
	2 V ... 10 V
	-10 V ... 10 V
	0 V ... 5 V
	1 V ... 5 V
	-5 V ... 5 V
	10 V ... 0 V
	10 V ... 2 V
	10 V ... -10 V
	5 V ... 0 V
	5 V ... 1 V
	5 V ... -5 V
Current output signal	0 mA ... 20 mA
	4 mA ... 20 mA
	20 mA ... 0 mA
	20 mA ... 4 mA
Load/output load voltage output	> 10 kΩ
Load/output load current output	< 500 Ω

Switching output

Output name	Relay output
Contact type	1 PDT
Contact material	AgSnO, hard gold-plated
Maximum switching voltage	30 V AC
	36 V DC
	250 V AC
Limiting continuous current	50 mA (for gold layer, 30 V AC/ 36 V DC)

02/07/2017 Page 2 / 4

<https://www.phoenixcontact.com/pi/products/2814663>



Current transducers - MCR-S-10-50-UI-SW-DCI - 2814663

Technical data

Switching output

	2 A (in case of a destroyed gold layer, 250 V AC)
Output name	Transistor output, pnp
Output voltage range	19 V ... 29 V (supply voltage - 1 V)
Continuous load current	80 mA (Not short-circuit proof)
Setting range of the threshold value	1 % ... 110 %
Setting range of the response delay	0.1 s ... 20 s
Status display	Yellow LED

Power supply

Supply voltage range	20 V DC ... 30 V DC
Max. current consumption	< 50 mA (without load)

Connection data

Connection method	Screw connection
Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²
Conductor cross section solid max.	2.5 mm ²
Conductor cross section AWG min.	24
Conductor cross section AWG max.	14
Conductor cross section flexible min.	0.2 mm ²
Conductor cross section flexible max.	2.5 mm ²
Stripping length	8 mm
Screw thread	M3

General

Maximum transmission error	< 0.5 % (of nominal range value under nominal conditions)
Temperature coefficient, typical	< 0.025 %/K
Step response (10-90%)	330 ms (with AC)
	40 ms (with DC)
Status display	Green LED
Overvoltage category	III
Degree of pollution	2
Rated insulation voltage	300 V AC (to earth)
Test voltage input/output	4 kV (50 Hz, 1 min.)
Test voltage input/power supply	4 kV (50 Hz, 1 min.)
Test voltage output/power supply	500 V (50 Hz, 1 min.)
Electromagnetic compatibility	Conformance with EMC Directive 2004/108/EC
Noise emission	EN 61000-6-4
Noise immunity	EN 61000-6-2
Color	green
Housing material	Polyamide PA non-reinforced
Mounting position	any
Conformance	CE-compliant

02/07/2017 Page 3 / 4

<https://www.phoenixcontact.com/pi/products/2814663>



Current transducers - MCR-S-10-50-UI-SW-DCI - 2814663

Technical data

General

UL, USA/Canada	Class I, Zone 2, AEx nA nC IIC T4, Ex nA nC IIC T4 Gc X
	Class I, Div. 2, Groups A, B, C and D or Non-Hazardous Locations Only

Standards and Regulations

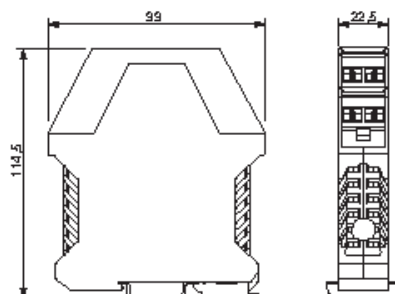
Electromagnetic compatibility	Conformance with EMC Directive 2004/108/EC
Noise emission	EN 61000-6-4
Noise immunity	EN 61000-6-2
Connection in acc. with standard	CUL
Low Voltage Directive	Conformance with Low Voltage Directive 2006/95/EC
Conformance	CE-compliant
UL, USA/Canada	Class I, Zone 2, AEx nA nC IIC T4, Ex nA nC IIC T4 Gc X
	Class I, Div. 2, Groups A, B, C and D or Non-Hazardous Locations Only

Environmental Product Compliance

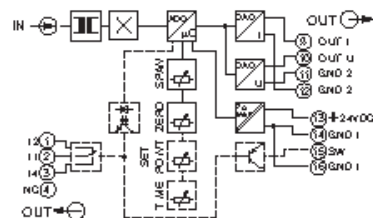
China RoHS	Environmentally Friendly Use Period = 50
	For details about hazardous substances go to tab "Downloads", Category "Manufacturer's declaration"

Drawings

Dimensional drawing



Circuit diagram



Phoenix Contact 2017 © - all rights reserved
<http://www.phoenixcontact.com>

02/07/2017 Page 4 / 4

10.3 A3.- DETALLES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA POR EL PROVEEDOR

Figura 28: Documento de importación de las resistencias



Global Thermoelectric Inc.
#9, 3700 – 78 Avenue S.E.
Calgary, Alberta, Canada T2C 2L8
Phone: (403) 236-5556
Fax: (403) 236-5575
Web: www.globalte.com

WARRANTY COMMERCIAL INVOICE

****No commercial Value. Value for Customs Purposes Only****

DATE:				
GLOBAL REFERENCE #	23894	P.O. #	WARRANTY	
SELLER:	Global Thermoelectric Inc. #9, 3700-78 Avenue S.E. Calgary, Alberta T2C 2LB, Canada	SOLD TO:	Peru LNG S.R.L. Av. Víctor Andrés Belaúnde 147 Vía Real 185, Torre Doce, Ofic. 105 San Isidro, Lima 27 Perú	
NOTIFY:	ATTN: Luis Saez	SHIP TO:	Peru LNG S.R.L. Av. Víctor Andrés Belaúnde 147 Vía Real 185, Torre Doce, Ofic. 105 San Isidro, Lima 27 Perú	
LINE #	DESCRIPTION OF MATERIALS	EX WORKS		
		QTY	UNIT PRICE (USD)	TOTAL PRICE (USD)
1	Resistor Assy, fold down P/N: 4900-60650	8	\$200.00	\$1600.00
2	PCB assy, driver board, 6720 limiter P/N 2400-61042	8	\$10.00	\$80.00
3	Diode kit, Field replacement P/N 4900-61040	8	\$5.00	\$40.00
4	Nut, hex, 10-32, Brass P/N 2710-52681	8	\$0.25	\$2.00
5	Screw, mach, P-H-P, 6-32 X ½ P/N 2506-21771	16	\$0.03	\$0.48
6	Spacer, nylon, #6X5/16", ¼" OD P/N 2900-61134	16	\$0.20	\$3.20
7	Mini plug thermocouple, K-type PR-K-24 & SWPM-K-M (P/N: NA)	10	\$2.00	\$20.00
8	Fixture, 1 ohm resistor assy, 1000W P/N 4900-61133	2	\$120.00	\$240.00
SUBTOTAL EX-WORKS CALGARY, AB, CANADA:				USD \$1985.68
SHIPPING MARKS:	One (1) wooden crate Dimensions: 122 cm x 120 cm x 89 cm Gross weight: 137 kg HS Code: 8503.00.00 MADE IN CANADA	** PLEASE NOTE THAT THIS INVOICE IS FOR CUSTOMS PURPOSES ONLY AS THESE PARTS ARE UNDER WARRANTY AND ARE BEING SENT AT NO CHARGE TO THE CUSTOMER **		

We certify that the product is of Canadian origin and that the price, quantity, packing, marking, rates and all other details of the merchandise is shipped strictly in accordance with the purchase order.

Kind regards,



Jorge Hernandez
Technical Sales Specialist
Global Thermoelectric Inc.

POWER WHERE YOU NEED IT

Fuente: Planta Melchorita

Figura 29: Foto de los termogeneradores sin resistencias instaladas



Fuente: Planta Melchorita

Figura 30: Foto de los termogeneradores con resistencias instaladas



Fuente: Planta Melchorita

10.4 A4.- WACC - WEIGHTED AVERAGE COST OF CAPITAL

Figura 31: Calculo del WACC para la industria de Oil & Gas en Perú, parte 1

Country

PERU ▼

Sector

OIL & GAS ▼

	Default WACC	11.82%
	Adjusted WACC	11.82%
	Minimum WACC	8.85%
	Maximum WACC	13.98%

Parameter	Source	Value	Rationale	Reset
Weight of Debt	WACC Expert ▼	11.40%	Our weight of debt calculation reflects the sector's average gearing. Besides, we adjust the sector's gearing based on your country choice. Indeed, emerging countries tend to have a lower gearing compared with developed economies. As your company may have a different financial structure, you can adjust this parameter in your WACC calculation.	↺
Corporate Tax Rate	WACC Expert ▼	30.00%	We use the marginal corporate tax rate of the country you selected as the default tax rate. Nevertheless, to take into account fiscal optimization and match your effective tax rate, you can adjust this parameter for your personalized WACC calculation.	↺
Cost Of Debt	WACC Expert ▼	5.02%	Our cost of debt calculation reflects i) the Risk-Free rate, ii) the country Risk Premium and iii) the sector's specific cost-of-borrowing. However, as your company may have its own calculated cost of debt, you can adjust this parameter for your personalized WACC calculation.	↺
Annual Inflation Rate	WACC Expert ▼	2.80%	We use the annual inflation rate as a component of our cost of equity calculation. We take inflation into account as investors require a compensation for reduced purchasing power of their currency over the life of the investment.	↺
Country Risk Premium	WACC Expert ▼	1.50%	Credit risk and political risk in a given country impact both the cost of equity and the cost of debt, as investors and creditors require a compensation for those risks. For each country, we computed a country risk premium based on its credit rating and observations available on the CDS market.	↺

Fuente: Web: <http://www.waccexpert.com/?country=1752§or=145&detailedView=true#>

Figura 32: Calculo del WACC para la industria de Oil & Gas en Perú, parte 2

Parameter	Source	Value	Rationale	Reset
Risk Free Rate	WACC Expert ▾	UNITED STATES-10Y ▾ 2.52%	The choice of a Risk Free Rate depends on i) your investors' reference markets and ii) your investment horizon. To take into account high volatility, we offer three different calculation methods: spot, 1-month average and 3-month average. You may choose the Risk-Free Rate that fits your company best.	↻
Unlevered Beta	WACC Expert ▾	LARGE CAPS ▾ 0.84	Our Unlevered Beta is computed from our WACC Expert Index, representing the 1,000 largest listed companies worldwide. Studies show that the cost-of-capital is impacted by the size and liquidity of a company: this is why you may adjust your Beta by selecting "Large Caps", "Mid Caps" or "Small Caps"	↻
Market Premium	WACC Expert ▾	6.63%	To be consistent in our analyses, we computed the market premium using our WACC Expert Index. It reflects the distribution expectations based on i) the analysts' reports and ii) the historical distribution rate.	↻

Download Excel File

Request a tailor-made analysis

Fuente: Web: <http://www.waccexpert.com/?country=1752§or=145&detailedView=true#>

10.5 A5.- FACTORES DE EVALUACIÓN

Tabla 20: Ponderación de los factores a evaluar

	Seguridad	Costo Inicial	Costo de Mantenimiento	Integración	Expansibilidad	Facilidad de Mantenimiento			
Seguridad		2	2	2	2	2	10	33.3%	34.0%
Costo Inicial	0		1	0	0	0	1	3.3%	4.0%
Costo de Repuestos	0	1		0	0	0	1	3.3%	4.0%
Integración	0	2	2		1	1	6	20.0%	20.0%
Expansibilidad	0	2	2	1		1	6	20.0%	20.0%
Facilidad de Mantenimiento	0	2	2	1	1		6	20.0%	20.0%
							30		

Fuente: Elaboración propia

10.6 A6.- MANUAL DE OPERACIÓN DEL TERMOGENERADOR 8550



8550
Generador
Termoeléctrico
Manual de instrucciones

54254 Rev. 8

Gentherm Global Power Technologies
Unit 16, 7875 - 57th Street SE
Calgary, Alberta
Canada, T2C 5K7

Teléfono: +1-403-236-5556

Fax: +1-403-236-5575

Página web: www.genthermglobalpower.com *

* Para obtener version mas reciente favor consultar nuesmo website.



GENTHERM GLOBAL POWER TECHNOLOGIES GENERADOR MODELO CP8550

ADVERTENCIA: NO PERMITA QUE LA CORRIENTE PARA LA CARGA DE PROTECCIÓN CATÓDICA SUPERE LOS 30 A.

EL GENERADOR MODELO CP8550 NO ESTÁ PREPARADO PARA SUMINISTRAR MÁS DE 30 A DE CORRIENTE PARA LA CARGA. SI LA RESISTENCIA TOTAL DEL CIRCUITO ES INFERIOR A 0,5 OHMIOS, ENTONCES LA RESISTENCIA VARIABLE DE 1000 W DE LA CAJA DE CP (PROTECCIÓN CATÓDICA) SE DEBE CONECTAR EN SERIE CON EL CIRCUITO Y AJUSTARLA DE MODO TAL QUE LA CORRIENTE NO SUPERE LOS 30 A.

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTÁCTESE CON EL DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN AL CLIENTE DE GENTHERM GLOBAL POWER TECHNOLOGIES AL NÚMERO QUE SE INDICA CONTINUACIÓN.

GENTHERM GLOBAL POWER TECHNOLOGIES
BAY 9, 3700 - 78 AVE. S.E.
CALGARY, ALBERTA, CANADA
T2C 2L8

TELÉFONO: +1-403-236-5556
FAX: +1-403-236-5575

TABLA DE CONTENIDOS

1	INFORMACIÓN GENERAL	1-1
	1.1 Identificación del manual	1-1
	1.2 Definición de términos	1-1
	1.3 Teoría del funcionamiento	1-2
	1.4 Descripción física	1-3
	1.5 Características de la potencia eléctrica	1-4
	1.6 Información del combustible	1-6
2	INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO	2-1
	2.1 Desembalaje y montaje	2-1
	2.2 Información de la placa de datos	2-2
	2.3 Suministro de combustible	2-3
	2.4 Procedimiento de ignición y encendido	2-4
	2.5 Calentamiento y ajuste de potencia	2-8
	2.6 Aplicación de la carga del usuario	2-11
	2.7 Hoja de datos de puesta en marcha	2-11
3	SERVICIO TÉCNICO Y MANTENIMIENTO	3-1
	3.1 Mantenimiento periódico sugerido	3-1
	3.2 Verificación de la potencia	3-3
	3.3 Sistema de combustible	3-3
	3.4 Sistema del quemador	3-5
	3.5 Sistema de refrigeración	3-7
	3.6 Ignición por chispa (SI)	3-8
	3.7 Cierre automático (SO)	3-12
	3.8 Prueba de la unidad de potencia	3-13
	3.9 Guía de solución de problemas	3-14
	3.10 Lista de piezas del TEG 8550	3-16
	3.11 Lista de piezas del sistema de combustible	3-19
4	LIMITADOR DE TENSIÓN 6720 OPCIONAL	4-1
	4.1 Información general	4-1
	4.2 Funcionamiento	4-2
	4.3 Servicio	4-3
5	SISTEMA DE INTERFAZ DE PROTECCIÓN CATÓDICA	5-1
	5.1 Información general	5-1
6	ANEXO	6-1
	6.1 Especificaciones del gas	6-1
	6.2 Registro de rendimiento del modelo 8550	6-3

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1	Ilustración del diseño	1-2
Figura 2	Medidas del modelo 8550	1-4
Figura 3	Características de la potencia eléctrica bruta de la unidad de potencia a 20 °C, comienzo de la vida útil (sin acondicionador de potencia)	1-5
Figura 4	Potencia en función de la temperatura ambiente	1-6
Figura 5	Montaje del TEG	2-2
Figura 6	Instalación del dispositivo de ignición por chispa y de la línea de combustible	2-3
Figura 7	Ajuste por altitud.	2-4
Figura 8	Aplicación del sellador de roscas.	2-5
Figura 9	Diagrama de cableado del TEG 8550	2-6
Figura 10	Componentes del sistema de combustible, SI y SO	2-8
Figura 11	Cálculo de la potencia	2-9
Figura 12	Ajuste del obturador de aire.	2-11
Figura 13	Componentes del sistema de combustible, SI y SO	3-4
Figura 14	Extracción del conjunto de la boquilla	3-5
Figura 15	Componentes del sistema del quemador.	3-6
Figura 16	Cableado del sistema de ignición por chispa.	3-8
Figura 17	Componentes de la ignición por chispa.	3-9
Figura 18	Componentes del cierre automático	3-12
Figura 19	Lista de piezas del TEG 8550, hoja 1	3-16
Figura 20	Lista de piezas del TEG 8550, hoja 2	3-17
Figura 21	Lista de piezas del sistema de combustible del TEG 8550	3-19
Figura 22	Descripción física del limitador de tensión 6720	4-1
Figura 23	Limitador de tensión 6720	4-3
Figura 24	Diagrama de cableado del TEG 8550 con limitador de tensión	4-4
Figura 25	Diagrama esquemático del limitador de tensión 6720.	4-6
Figura 26	Piezas principales del limitador 6720.	4-8
Figura 27	Placa del VSR y control	4-10
Figura 28	Tarjeta del controlador del limitador	4-10
Figura 29	Panel de interfaz de protección catódica.	5-1
Figura 30	Diagrama esquemático, conexión en serie	5-2
Figura 31	Diagrama esquemático, conexión en paralelo.	5-3
Figure 32	Piezas del conjunto del panel de CP.	5-4
Figure 33	Piezas del conjunto de la caja de CP	5-6

1 INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Identificación del manual

1.1.1 Este manual brinda instrucciones para la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento del Generador Termoeléctrico modelo 8550 de Gentherm Global Power Technologies (GPT). Este generador se debe utilizar junto con un acondicionador de potencia. La información sobre el funcionamiento del acondicionador de potencia se brinda a continuación en este manual. Además, se incluyen instrucciones para el funcionamiento del sistema de interfaz de protección catódica.

1.2 Definición de términos: Para utilizar este manual correctamente, el lector debe interpretar el significado de los siguientes términos según se definen en el presente:

Generador Termoeléctrico: Dispositivo que produce energía eléctrica a través de la conversión directa de la energía térmica en energía eléctrica; incluye un quemador y un sistema de combustible.

Unidad de potencia: La parte del generador herméticamente sellada que contiene los materiales termoeléctricos.

TEG: Generador termoeléctrico.

Carga equiparada: Condición de carga en la que la tensión de la carga del generador es la mitad de la tensión del circuito abierto.

Carga óptima: Condición de carga en la que la salida de potencia del generador está maximizada.

Carga de precisión: La resistencia de precisión que contiene el generador que provee la condición óptima de carga. La tensión a través de esta resistencia se define como V_{set} y se utiliza para analizar el funcionamiento eléctrico del generador.

Limitador de tensión: Término amplio que se emplea para describir un dispositivo electrónico conectado al generador en serie o en paralelo que convierte, ajusta, limita o estabiliza de alguna manera la potencia.

Acondicionador de potencia: Término amplio que se emplea para describir un dispositivo electrónico conectado al generador que convierte, ajusta, limita o estabiliza de alguna manera la potencia de salida.

Convertidor-Limitador (C/L): Un dispositivo electrónico específico conectado entre el generador y la carga que convierte un nivel de tensión de CC a otro y que limita el nivel de tensión.

Convertidor: Dispositivo electrónico específico conectado entre el generador y la carga que convierte un nivel de tensión de CC a otro.

Limitador: Dispositivo electrónico específico conectado entre el generador y la carga que limita el nivel de tensión.

Tubo de calor: Dispositivo de transferencia de calor lleno de líquido herméticamente sellado y sus aletas de refrigeración asociadas que se emplean para enfriar las uniones frías de la unidad de potencia.

Potencia nominal: Potencia que debe generar el TEG a temperatura y tensión de funcionamiento estándar.

Potencia establecida: Nivel de potencia al cual la unidad de potencia está configurada para temperaturas no estándares de modo que genere potencia nominal cuando la temperatura vuelva a la normalidad.

Sistema del generador: El sistema consta del generador, incluidos los opcionales de fábrica, el acondicionador de potencia y las opciones especiales que eligiera el cliente.

1.3 Teoría del funcionamiento

1.3.1 Un TEG produce electricidad a través de la conversión directa de la energía térmica en energía eléctrica. Cuando dos materiales distintos entran en contacto y se calienta uno de sus extremos (termopar), se genera tensión a lo largo del extremo más frío. La energía eléctrica se envía a una carga ubicada en el circuito. Este proceso continúa siempre que se mantenga la diferencia de temperatura. El TEG es un sistema que proporciona los medios para mantener estas condiciones.

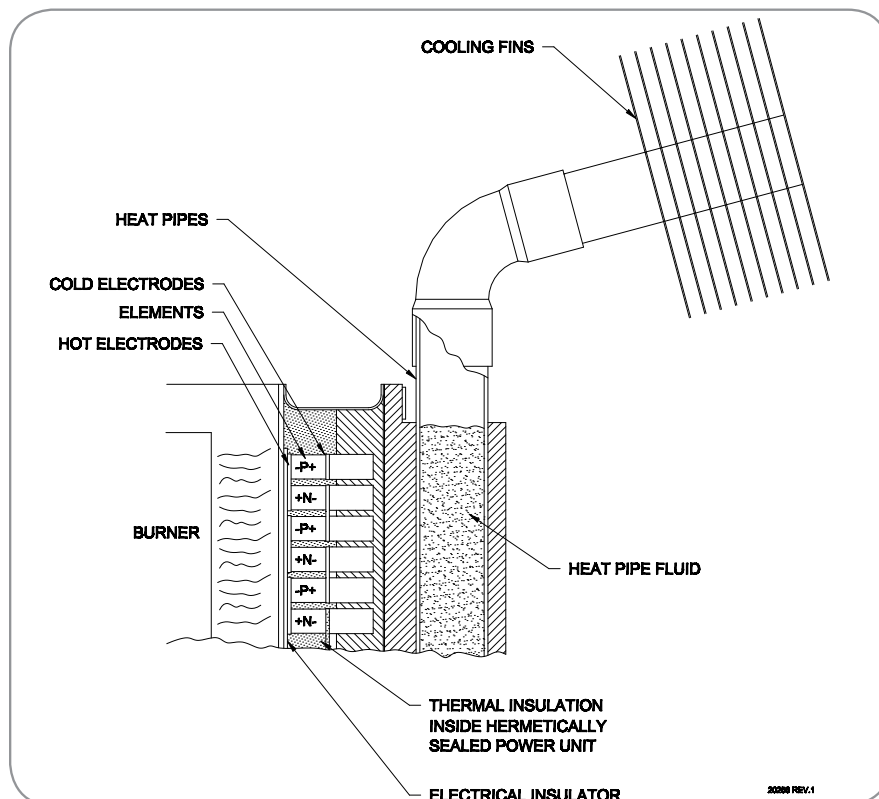


Figura 1 Ilustración del diseño

1.3.2 La figura 1 ilustra cómo se lleva a cabo el proceso en el TEG modelo 8550. Un termopar está formado por dos elementos termoeléctricos, tipos P y N, unidos eléctricamente por un electrodo de unión caliente. Los termopares adyacentes están unidos eléctricamente por electrodos de unión fría. Un total de 325 termopares, que generan 87 mV cada uno, en condiciones estándares se encuentran conectados en serie y generan 590 vatios a 28 voltios y 21 amperios.

La unión caliente de los termopares se mantiene a alta temperatura (538 °C o 1000 °F) por medio de un quemador que funciona con combustibles gaseosos. La unión fría de los termopares se mantiene a una temperatura menor (163 °C o 235 °F) mediante un conjunto de tubos de calor que transfieren el calor al aire ambiente por convección natural. Los termopares se encuentran confinados en un recinto herméticamente cerrado, dado que los perjudica la exposición al aire a distintas temperaturas de funcionamiento. Están revestidos con aislante térmico que minimiza la pérdida de calor.

1.3.3 Las uniones frías del TEG modelo 8550 se enfrían mediante una serie de tubos de calor. Cada tubo de calor está herméticamente cerrado y contiene una cantidad medida de líquido en equilibrio con el vapor. A medida que se aplica calor al líquido, este hierve y vuelve a condensarse en la parte superior debido al efecto de enfriamiento de las aletas de refrigeración. De esta forma, el calor se transfiere a la aleta de refrigeración de manera muy eficiente.

1.3.4 El quemador funciona con presiones moderadas del combustible de aproximadamente 124 kPa (18 psi) para el propano y 62 kPa (9 psi) para el gas natural. El gas combustible se expande a través de una abertura y luego fluye por un tubo Venturi, donde capta el aire necesario para la combustión. El paso del gas combustible se controla mediante un regulador de presión, y el operador lo regula para obtener la potencia requerida.

1.3.5 Recuerde que la teoría de la electricidad sostiene que la máxima potencia se envía a la carga cuando la tensión de carga es la mitad de la tensión del circuito abierto de la fuente. Este estado se denomina carga equiparada. En el TEG es similar, excepto que, debido a un cambio en la resistencia interna de la unidad de potencia con corriente, se suministra la máxima potencia cuando la tensión de carga es ligeramente superior a la mitad de la tensión del circuito abierto.

1.3.6 La unidad de potencia debe estar siempre en estado de cargada. Esto es así porque durante un estado prolongado de tensión de carga alta o abierta, la temperatura de la unión caliente puede elevarse por encima del rango de funcionamiento seguro. Por esta razón, la unidad de potencia siempre debe permanecer conectada al acondicionador de potencia para limitar la tensión a un valor inferior a 32,5 voltios.

Tabla 1

Dimensiones		
Diámetro de la parte superior	155 cm	61 in
Altura general	102 cm	40 in
Longitud del gabinete inferior	46 cm	18 in
Ancho del gabinete inferior	46 cm	18 in
Altura del gabinete inferior	44cm	17 in
Peso (menos el acondicionador de potencia)	83 kg	183 lb

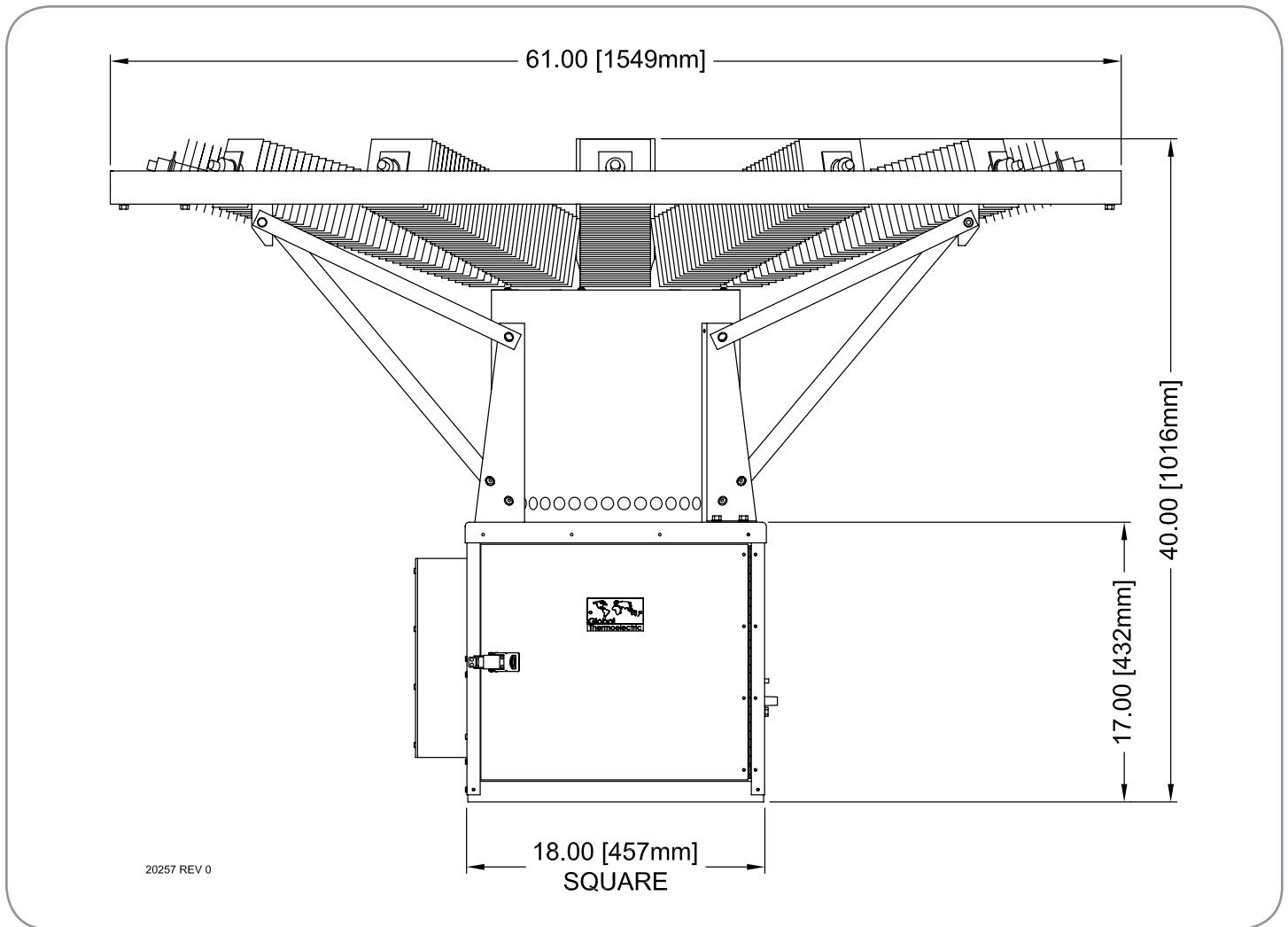


Figura 2 Medidas del modelo 8550

1.3.7 En resumen, el TEG produce potencia eléctrica cuando se mantiene una diferencia de temperatura entre las uniones fría y caliente de los materiales termoelectricos. La diferencia de temperatura y, por lo tanto, la cantidad de potencia generada, depende de la velocidad a la que se suministre combustible al quemador y de la cantidad de refrigeración que proporcione el aire ambiente. El funcionamiento del TEG está controlado por la presión del combustible que se suministra al quemador.

1.4 Descripción física

1.4.1 La figura 2 muestra el TEG modelo 8550 con configuración de funcionamiento normal. En la tabla 1, se proporcionan las dimensiones.

1.5 Características de la potencia eléctrica

1.5.1 En la figura 3, se muestran las características típicas de la potencia eléctrica a temperatura estándar de la unidad de potencia modelo 8550, sin el acondicionador de potencia. La potencia, la corriente y la tensión se muestran como una función de la resistencia de carga de la unidad de potencia. Tenga en cuenta que la curva de potencia de salida llega a un máximo de entre 1 y 2 ohmios y que la potencia nominal solo se puede obtener en este punto. Para emplear la figura 3, utilice el siguiente ejemplo:

Se requiere una resistencia de carga a 25 voltios.

- Ubique en el gráfico 25 voltios y lea de manera horizontal a través de la curva de tensión.
- Leyendo de manera vertical, obtendrá la resistencia de carga, la potencia y la corriente disponibles: 1,1 ohmios, 560 vatios y 22,4 amperios.

Nota: Si la carga real del usuario requiere menor potencia, es decir, posee una resistencia mayor, la tensión aumenta. Por lo tanto, se emplea un acondicionador de potencia que limita la tensión para disipar la diferencia entre la potencia disponible y la carga real del usuario.

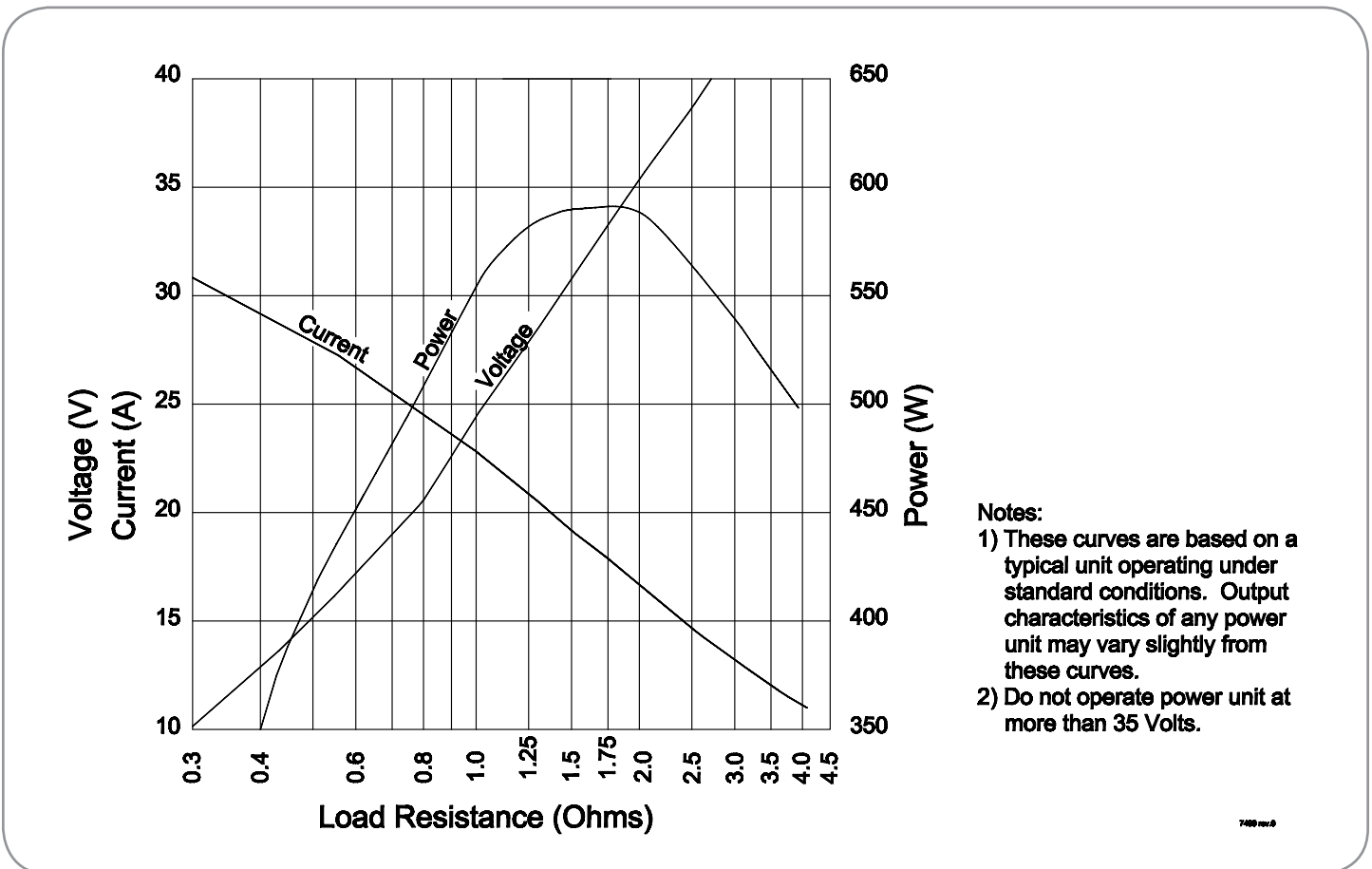
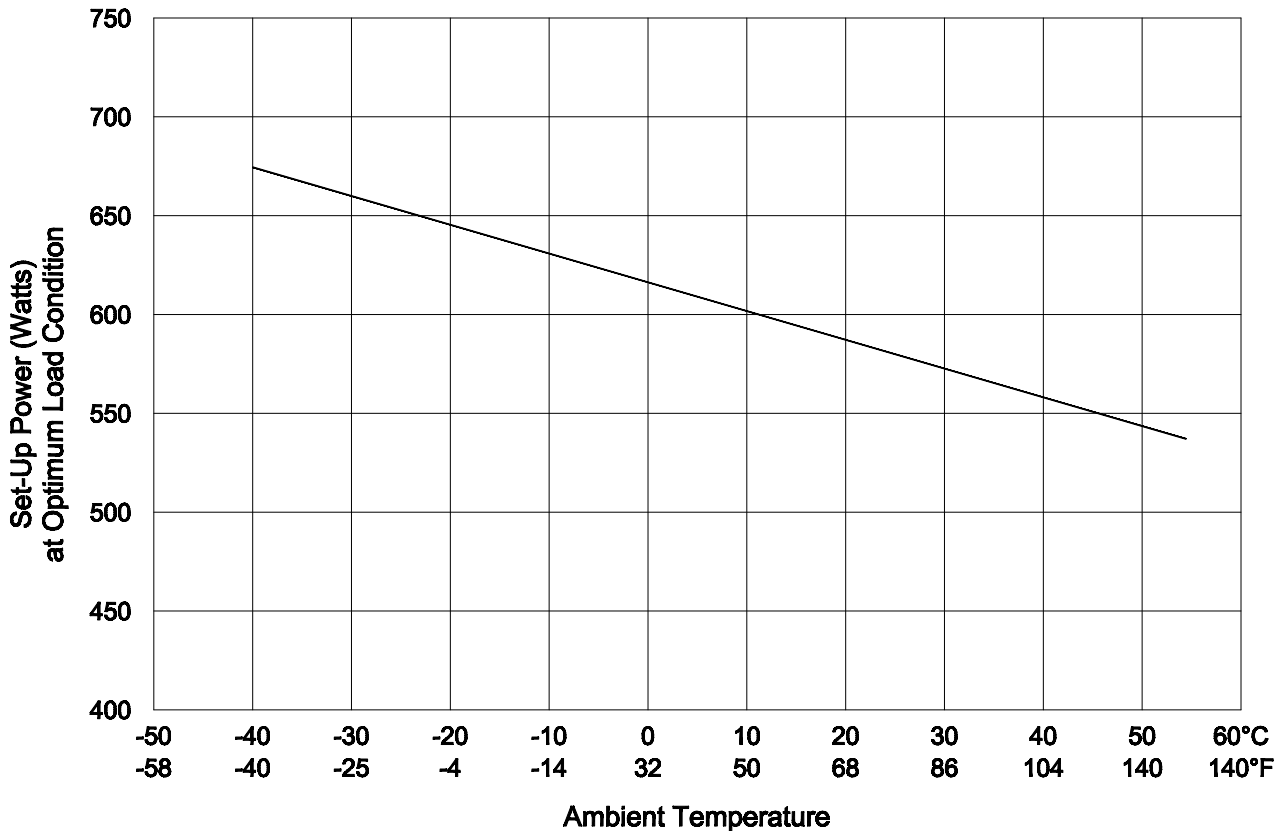


Figura 3 Características de la potencia eléctrica bruta de la unidad de potencia a 20 °C, comienzo de la vida útil (sin acondicionador de potencia)



Notes:

1. This curve is based on a typical power unit operating in calm air. Correction must be made for windy conditions.
2. Do no operate power unit above this curve. Always correct air temperature for wind.

21074 rev.0

Figura 4 Potencia en función de la temperatura ambiente

La figura 3 ilustra la importancia del estabilizador de potencia. Cuando aumenta la resistencia de la carga, también aumenta la tensión. Sin embargo, la unidad de potencia no tolera tensiones superiores a 35 voltios; por lo tanto, el acondicionador de potencia debe restringir la tensión que llega a la carga del usuario y a la unidad de potencia disipando el exceso. Las tensiones que se encuentran fuera del rango de la figura 3 se consiguen conectando varios TEG o utilizando un acondicionador de potencia de tipo convertidor de CC a CC. Consulte a Gentherm Global Power Technologies para conocer el sistema que mejor se adapta a su aplicación.

Tabla 2

Consumo de combustible	
Propano	Gas natural
3,50 lb/h	70 pies ³ /h
1,59 kg/h	2 m ³ /h
0,83 galones estadounidenses/h (líquido)	-
3,13 litros/h (líquido)	-

1.5.2 La potencia disponible del TEG modelo 8550 también depende de la cantidad de refrigeración suministrada por los tubos de calor. La función de refrigeración depende tanto de la temperatura del aire ambiente como de la velocidad del viento. La figura 4 muestra la variación típica de la potencia de salida en función de la temperatura

ambiente para condiciones de viento en calma o de poco viento, a una velocidad inferior a 5 km/h (3 m/h). El efecto del viento aumenta siempre la refrigeración y, por lo tanto, la potencia disponible. Para determinar la potencia requerida, se debe emplear la figura 4 junto con la temperatura corregida del aire de la tabla 3. Cuando sea posible, realice la instalación y las pruebas del generador durante períodos de poco viento, ya que esos valores son más confiables que aquellos que emplean el método de temperatura corregida del aire.

1.5.3 Nunca haga funcionar el TEG por encima de la curva de la figura 4, porque pueden producirse daños en la unidad de potencia.

Tabla 3

Temperatura corregida del aire según el viento															
Viento Velocidad	Temperatura del aire (°C) (°F)														
(km/h)	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
(millas/h)	-4	5	14	23	32	41	50	59	68	77	86	95	104	113	122
0	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0	-4	5	14	23	32	41	50	59	68	77	86	95	104	113	122
5	-27	-21	-16	-11	-6	-1	5	10	16	21	27	32	37	42	47
3,1	-17	-6	3	12	21	30	41	50	61	70	81	90	99	108	117
10	-34	-27	-21	-15	-9	-3	2	9	13	18	24	29	35	40	46
6,2	-29	-17	-6	5	16	27	36	48	55	64	75	84	95	104	115
15	-40	-32	-24	-18	-12	-6	-1	4	10	15	21	26	32	37	42
9,3	-40	-26	-11	0	10	21	30	39	50	59	70	79	90	99	109
20	-41	-35	-29	-21	-14	-8	-3	2	8	13	19	24	30	35	41
12,4	-42	-31	-20	-6	7	18	27	36	46	55	66	75	86	95	106
25	-44	-37	-31	-23	-16	-10	-5	0	6	11	17	22	28	33	38
15,5	-47	-35	-24	-9	3	14	23	32	42	52	63	72	82	91	100
30	-46	-39	-33	-25	-18	-12	-7	-1	4	9	15	20	26	31	37
18,6	-51	-38	-27	-13	0	10	19	30	39	48	59	68	79	88	99
35	-47	-40	-34	-26	-19	-13	-8	2	3	8	14	19	25	30	36
21,7	-53	-40	-29	-15	-2	9	18	28	37	46	57	66	77	86	97
40	-49	-42	-35	-22	-20	-14	-9	-3	2	7	13	18	24	29	35
24,8	-56	-44	-3	-8	-4	7	16	27	35	45	55	64	75	84	95

1.6 Información del combustible

- 1.6.1 La tabla 2 indica el consumo de combustible de un TEG modelo 8550 que funciona a potencia nominal en condiciones estándares de temperatura. Estos valores están sujetos a cambios sin previo aviso.
- 1.6.2 Cuando funciona con propano, se debe tener en cuenta la presión del vapor de este combustible a baja temperatura ambiente. Para que funcione adecuadamente, la presión de entrada del regulador de presión del combustible debe ser superior a 137,9 kPa (20 psig). Esto limita la temperatura de funcionamiento a más de -20 °C (-4 °F). Si desea un funcionamiento a temperaturas menores, debe emplear un sistema de vaporización y de extracción de líquido. Consulte a Gentherm Global Power Technologies para conocer los diseños adecuados para dichos sistemas.

2 INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

2.1 Desembalaje y montaje

2.1.1 Se necesitan las siguientes herramientas para instalar y utilizar el TEG 8550:

- Un voltímetro o medidores con cables y pinzas que puedan medir los siguientes rangos:
 - 0-30 \pm 0,1 V
 - 0-30 \pm 0,1 mV
 - Tensión de carga del usuario
- Dos llaves inglesas ajustables pequeñas que se abran hasta 16 mm (5/8 in).
- Un destornillador de punta plana mediana.
- Un destornillador de punta plana fina.
- Pelacables o cuchilla.
- Cinta de teflón para sellar roscas.

2.1.2 Retire el TEG de su cajón de embalaje. Conserve el cajón hasta que el equipo esté en funcionamiento. Verifique que el TEG no se haya dañado durante el envío. Se deben informar todos los daños lo antes posible. Algunos tipos de daño pueden inutilizar el equipo. Consulte a Gentherm Global Power Technologies (GPT) antes de poner en funcionamiento un TEG 8550 dañado.

2.1.3 Ubique el kit de instalación con los siguientes elementos:

- Un kit de línea de combustible.
- Un electrodo de ignición por chispa.
- 4 pernos de montaje de 6 mm (1/4 in) x 25,4 mm (1 in) con tuercas.

Identifique y ubique el acondicionador de potencia. El acondicionador de potencia puede haber sido colocado en el TEG en fábrica o puede haber sido embalado por separado en el mismo cajón o en otro, dependiendo de la marca y el modelo.

2.1.4 Antes de retirar el equipo, revise los tornillos y vuelva ajustar los que se aflojaron durante el envío. **Quite los precintos negros que fijan los extremos del tubo de calor al anillo de soporte.** El no hacerlo puede hacer que los tubos de calor se agrieten cuando se expandan. Se recomienda que dos o más personas levanten el TEG. Se deben usar como puntos de izaje el anillo superior que rodea los tubos de calor o el bastidor al que está sujeto. El izaje debe ser realizado con eslingas que se deben fijar al anillo superior en tres puntos como mínimo para que el equipo no oscile ni se sacuda durante la elevación.

2.1.5 El TEG se debe colocar sobre una base firme y estable. La base debe estar nivelada y no debe poseer una desviación superior a 3° (50 mm por metro) (0,5 in por pie). El TEG se debe colocar a suficiente altura para evitar que una inundación o una nevada intensa interfieran con el caudal de aire de admisión o de refrigeración. Es conveniente para el operador que la base de montaje se encuentre a 900 mm (36 in) del suelo.

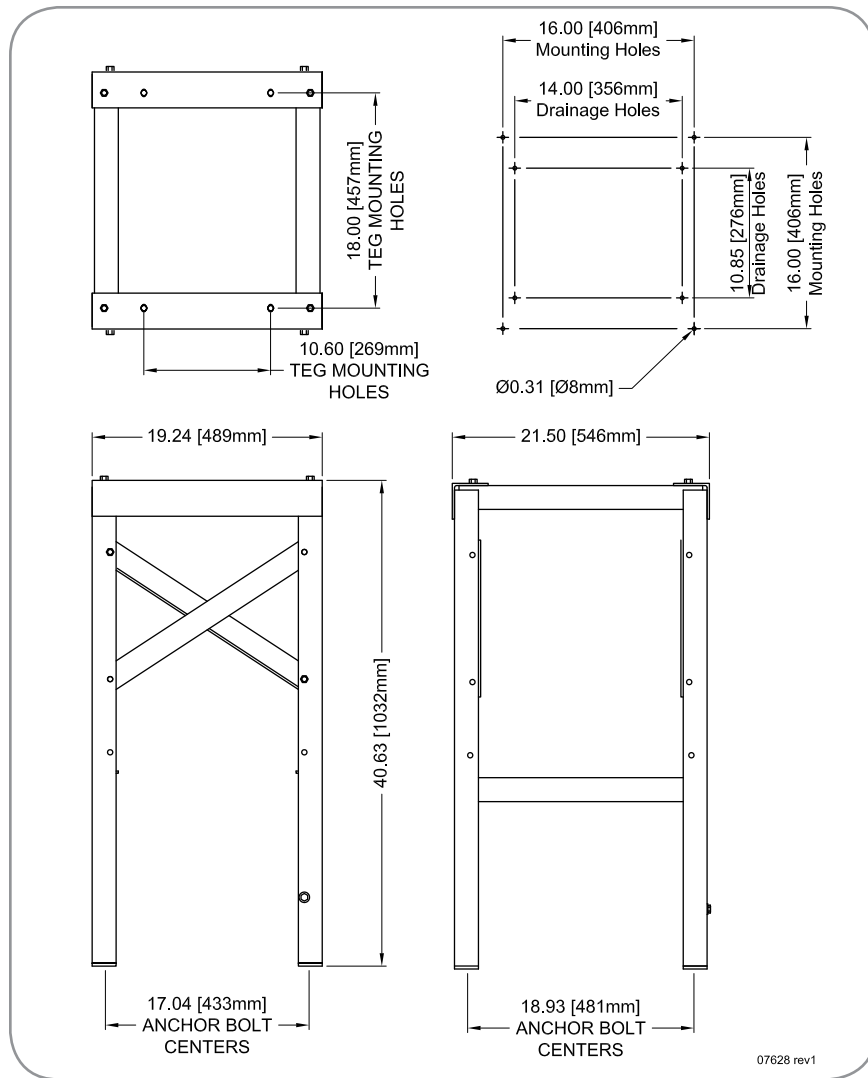


Figura 5 Montaje del TEG

Si se instala el TEG cerca de un edificio u otro objeto grande que pueda obstruir el caudal de viento, por experiencia recomendamos ubicarlo contra el viento, a un mínimo de 15 m (45 pies) del objeto o en el techo si es posible. Asegúrese de que la ubicación del TEG con relación a los edificios y a los depósitos de combustible se realice de acuerdo con las normas locales.



ADVERTENCIA: El funcionamiento del TEG sobre una base inestable o no nivelada o en lugares donde el caudal del aire de refrigeración pueda verse obstruido provocará el sobrecalentamiento del equipo.

2.1.6 En la figura 5 a continuación, se muestra una base de montaje probada en la práctica.

2.1.7 Instale el kit de línea de combustible conectando un extremo a la parte inferior del accesorio en “T” en el sistema de combustible y el otro extremo al orificio de la parte inferior del tubo Venturi. Verifique que no haya fugas en ninguna de las uniones antes de utilizar el equipo.

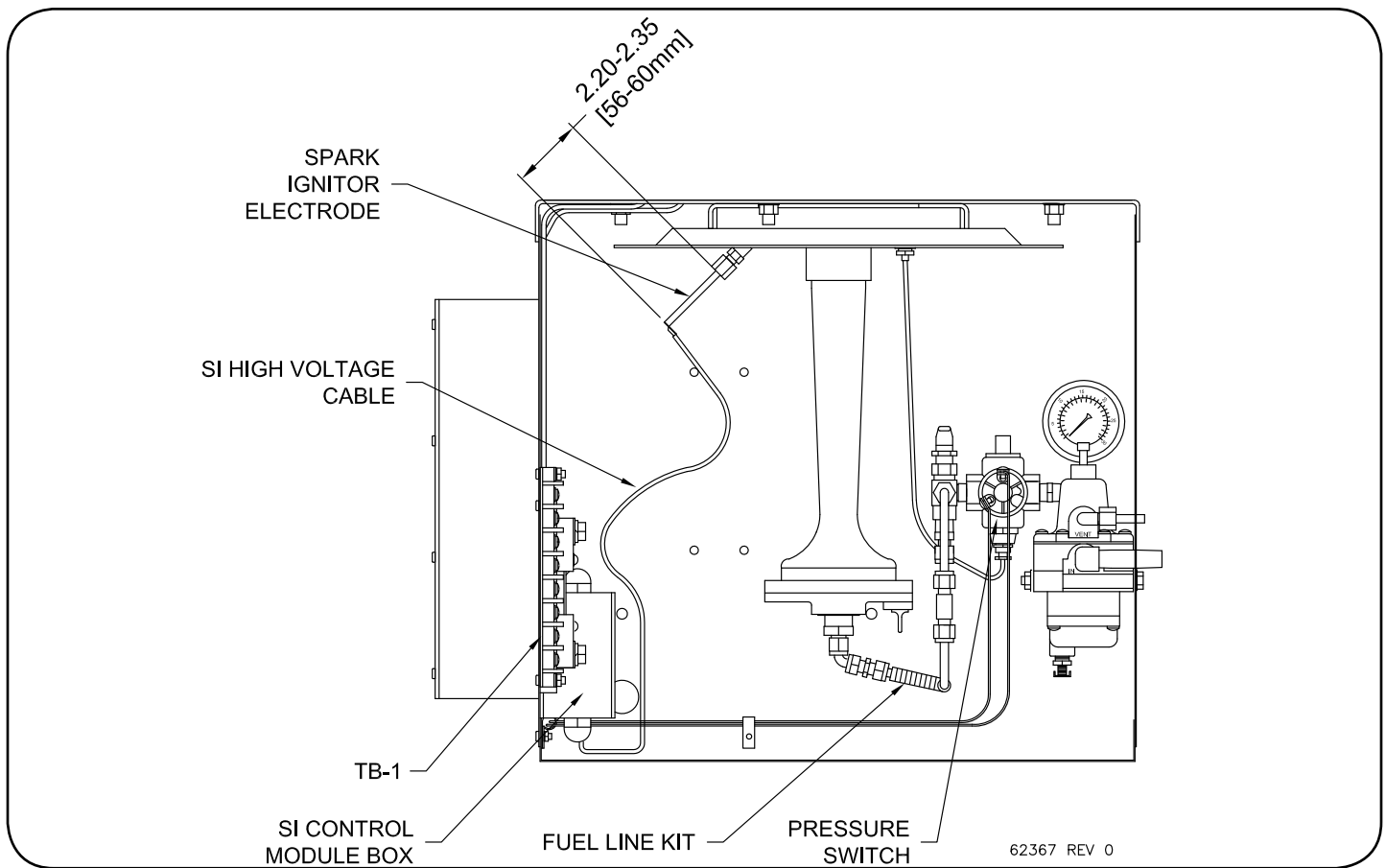


Figura 6 Instalación del dispositivo de ignición por chispa y de la línea de combustible

2.1.8 Para instalar el electrodo de ignición por chispa, deslícelo a través del accesorio en la parte lateral inferior del quemador. Deslícelo hasta que haga tope, luego jálalo aproximadamente 6 mm (1/4"). De esta forma, sobresaldrá entre 56 y 60 mm (2,20" a 2,35") con respecto al accesorio; vea la figura 6. Ajuste ligeramente la tuerca en el accesorio para fijar la posición del electrodo. Conecte el terminal de orejeta al cable de alta tensión en el extremo de la varilla de ignición por chispa.

2.2 Información de la placa de datos

2.2.1 La placa de datos se encuentra en el interior de la puerta del gabinete. Indica lo siguiente:

- a) Tipo de combustible: Cada uno de estos combustibles emplea diferentes componentes para el sistema de combustible; por lo tanto, el TEG solo se debe emplear con el combustible indicado.
- b) Número de modelo: El número de modelo se interpreta de la siguiente manera:

TIPO DE COMBUSTIBLE

L = PROPANO

N = GAS NATURAL

TENSIÓN DEL ACONDICIONADOR DE POTENCIA:

12 V, 24 V, O BIEN 48 V

Opcionales de fábrica:

SI = Ignición por chispa

SO = Cierre automático

- c) Presión del combustible, potencia y tensión: La placa de datos indica la presión del combustible, la potencia y la tensión que se midieron durante la prueba de rendimiento en fábrica. La potencia establecida, la tensión y la presión del combustible en funcionamiento se deben determinar y ajustar de acuerdo con las secciones 2.4 y 2.5.
- d) Número de Serie: El número de serie es un número único asignado por GPT que permite la trazabilidad.

Cuando se contacte con GPT, indique el número de modelo y el número de serie completos.

2.3 Suministro de combustible

2.3.1 La presión máxima de entrada del regulador de presión del combustible es de 172 kPa (25 psi). Asegúrese de que la presión del suministro no supere nunca este valor. Si se prevé que la presión del suministro de combustible variará considerablemente, se recomienda el uso de un regulador primario adicional para que la presión de entrada del regulador interno de presión del combustible sea relativamente constante.

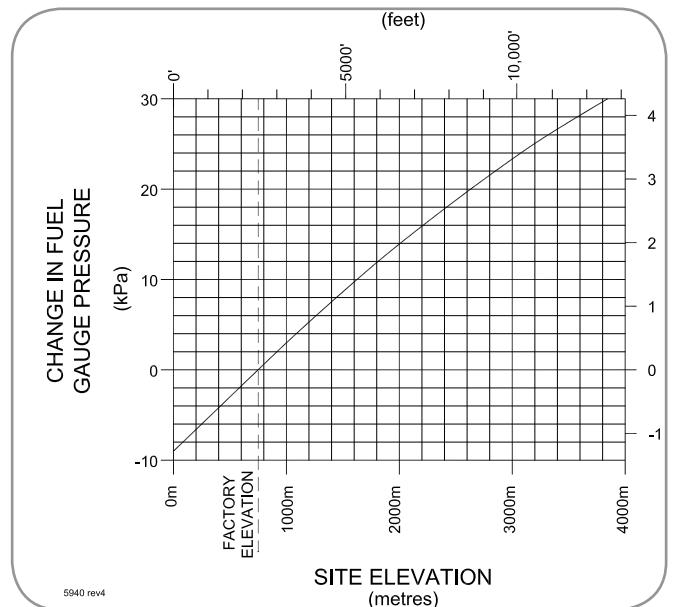


Figura 7 Ajuste por altitud

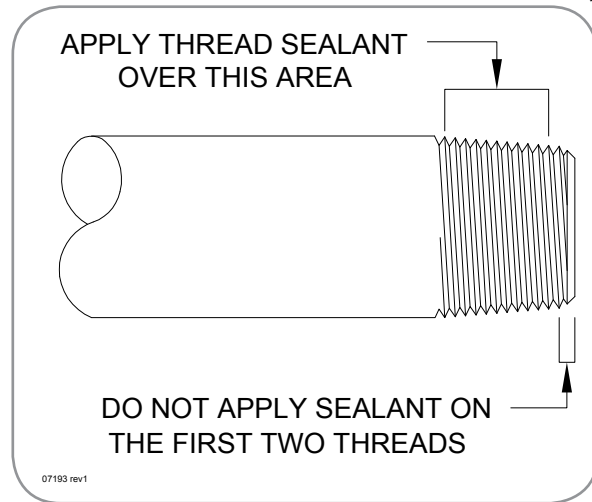
2.3.2 Revise que la presión del combustible tenga un valor cercano al establecido en fábrica. Esta presión está indicada en el interior de la puerta del gabinete. Es posible que sea necesario ajustar la presión del combustible suministrado según la altitud. La figura 7 muestra la corrección para la variación de altitud con respecto a la de fábrica de 750 m (2460 pies).

2.3.3 Si se utiliza propano a temperaturas inferiores a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-4\text{ }^{\circ}\text{F}$), es posible que la presión del vapor no sea suficiente; vea la sección 1.6.2. Si se utiliza propano a temperaturas inferiores a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($41\text{ }^{\circ}\text{F}$), se puede congelar la humedad que contiene. Se recomienda agregar hidrato de metilo puro en una proporción de 1 a 800 en volumen como aditivo anticongelante.

2.3.4 Se debe instalar una válvula de cierre entre el TEG y el suministro de combustible. Todas las tuberías de combustible deben cumplir con las normas locales. Compruebe que no haya elementos extraños en las líneas de combustible ni en sus accesorios. Aplique cinta de teflón como se ilustra en la figura 7 para minimizar la contaminación de la línea de combustible. Purgue el aire de las líneas de combustible.

2.3.5 Si se cree que el combustible puede contener humedad u otro tipo de contaminación, se deben emplear filtros o un sistema de acondicionamiento para el combustible. Para más información, consulte a Gentherm Global Power Technologies.

2.3.6 El TEG está equipado con un conector macho de 1/4 in NPT. Quite la tapa protectora de plástico y conecte la línea de combustible. Verifique que no haya fugas en ninguna parte del sistema de combustible.



ADVERTENCIA: Utilice solamente el tipo de combustible indicado en la placa de datos; vea la sección 2.2. La presión máxima de entrada del combustible nunca debe superar los 172 kPa (25 psi).

Figura 8 Aplicación del sellador de roscas

2.4 Procedimiento de ignición y encendido

2.4.1 Antes de intentar encender el TEG modelo 8550, el operador debe asegurarse de que el sistema de combustible esté correctamente instalado como se indica en la sección 2.3. El operador también debe comprender las características de la potencia eléctrica que se describen en la figura 3, la definición de los términos en la sección 1.2, y el funcionamiento del acondicionador de potencia suministrado para este TEG.

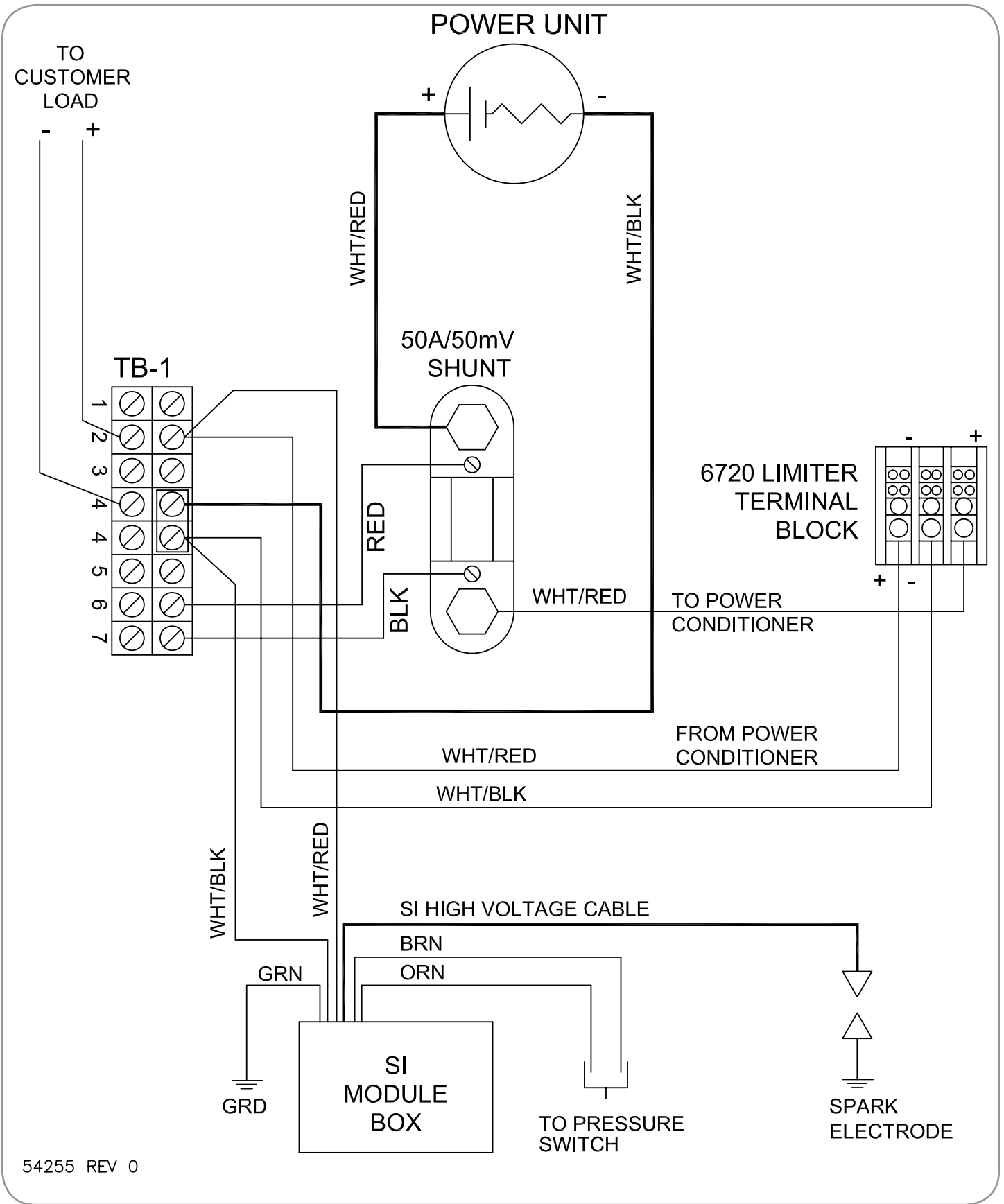
2.4.2 Antes de encender el TEG, familiarícese con el diagrama básico de cableado de la figura 9. Identifique los distintos componentes y su ubicación en el sistema de TEG. Asimismo debe estar familiarizado con el funcionamiento del acondicionador de potencia y el procedimiento de ajuste de la tensión.

2.4.3 Se debe desconectar la carga del usuario para realizar el ajuste de potencia y la puesta en marcha. Es mejor quitar ambos cables de carga positivo y negativo de los bornes 2 y 4 de la placa de bornes TB -1.



ADVERTENCIA: Antes de encender el equipo, asegúrese de que los cables de salida de la unidad de potencia estén conectados a la entrada del acondicionador de potencia.

2.4.4 Las hojas de datos de puesta en marcha que se encuentran en la parte posterior de esta sección facilitan el encendido, el calentamiento y el ajuste de potencia. Se sugiere utilizar estas hojas durante la puesta en marcha.



54255 REV 0

Figura 9 Diagrama de cableado del TEG 8550

Primero determine la potencia establecida para la temperatura del aire ambiente y la velocidad del viento. Ingrese esta información en la hoja de datos de puesta en marcha. Vea la temperatura corregida del aire en la tabla 3 e ingrésela en la hoja de datos de puesta en marcha. Utilice esta temperatura corregida del aire con la figura 4 para identificar la potencia establecida e ingrésela en la hoja de datos de puesta en marcha. Esta será la potencia a la que se debe ajustar el TEG para sus condiciones ambientales de modo que se genere la potencia nominal cuando las condiciones ambientales vuelvan a ser normales.

2.4.5 Procedimiento de encendido para TEG con ignición por chispa (SI) y cierre automático (SO), vea la figura 10. Abra el suministro de combustible al TEG y observe la presión del combustible en el manómetro. Esta debe encontrarse en el rango de 110 a 150 kPa (16 a 22 psi) para propano o 41 a 69 kPa (6 a 10 psi) para gas natural. Si la presión es menor, gire el tornillo del regulador de presión hacia la derecha para aumentarla. Si la presión es mayor, disminúyala girando el tornillo del regulador de presión hacia la izquierda y ventilando la presión a través del quemador al presionar momentáneamente el botón que se encuentra en la válvula de cierre automático.

Verifique el funcionamiento del sistema de ignición puenteando los bornes del interruptor de presión. Se debe sentir el chasquido del dispositivo de ignición por chispa; si no se oye, investigue el problema como se indica en la sección 3.6. El chasquido debe sonar rápido y fuerte.

Conecte un voltímetro para comprobar la tensión de la unidad de potencia en los bornes 6(+) y 4(-) de la placa de bornes TB-1.

Cierre la placa de aire en el tubo Venturi completamente (vea la figura 12). Cierre el suministro de combustible en la válvula externa.

Verifique que la válvula de paso del quemador esté cerrada (hacia abajo). Abra la válvula de cierre automático presionando el botón con una mano y manteniéndolo oprimido. Abra la válvula externa; se debe oír el chasquido del dispositivo de ignición por chispa. Se producirá la ignición con una serie de ruidos fuertes. La combustión se indicará mediante un pequeño aumento en la tensión de la unidad de potencia y un cambio en el sonido. Continúe presionando el botón. Si no se produce la ignición en 5 segundos, suelte el botón y revise que el combustible llegue al quemador, es decir, que no haya aire en las líneas de combustible. Si llega combustible al quemador, investigue el problema en el sistema de ignición; vea la sección 3.6.

En cuanto note que hay combustión, abra lentamente la válvula de paso del quemador. Abra la placa de aire a su posición completamente abierta. Se debe notar un cambio en el sonido del quemador. La combustión continua se indicará mediante un rápido aumento en la tensión de la unidad de potencia. Continúe presionando el botón. Si la llama se apaga, cierre la válvula de paso del quemador para volver a encender la llama y luego vuelva a abrir la válvula.

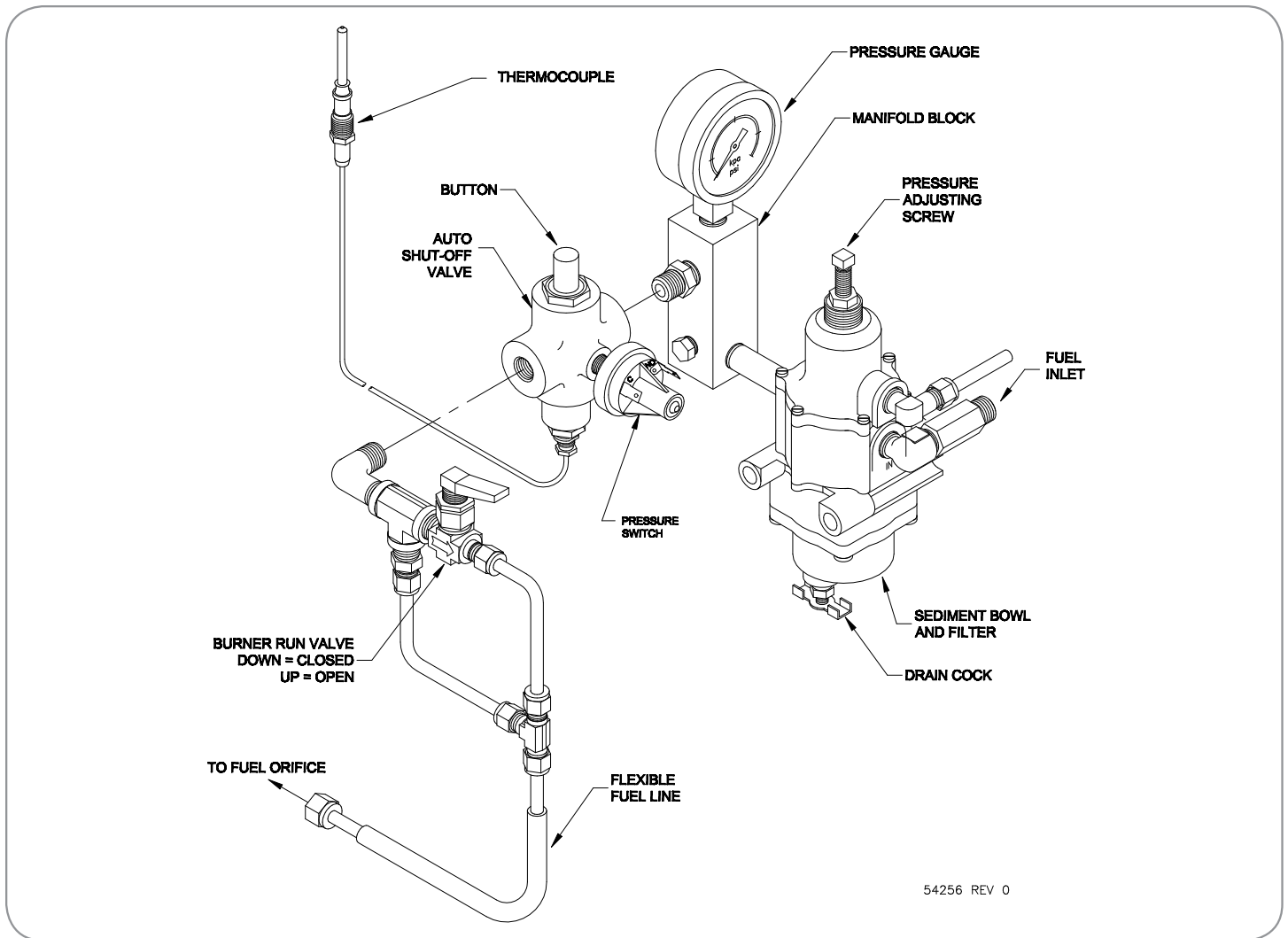


Figura 10 Componentes del sistema de combustible, SI y SO

ADVERTENCIA: No deje que el quemador funcione con la válvula de cierre automático abierta solamente durante más de 5 minutos. La válvula de paso del quemador se debe abrir apenas se produzca la llama.



Cinco minutos después de abrir la válvula de paso del quemador, oprima completamente el botón y luego suéltelo lentamente. El electroimán interno debe mantener abierta la válvula de cierre automático. Si la válvula no permanece abierta, inmediatamente vuelva a oprimir el botón y manténgalo presionado durante un minuto más; luego, intente soltarlo nuevamente. Si la válvula no permanece abierta nuevamente, investigue el problema del sistema de cierre automático; vea la sección 3.7.

Una vez que se ha encendido el quemador, continúe con la sección 2.5 *Calentamiento y ajuste de potencia*.

Si se debe detener el funcionamiento del quemador, cierre el suministro de combustible en la válvula externa. Luego cierre la válvula de paso del quemador, la válvula de cierre automático se cierra cuando se enfría el quemador y su electroimán interno ya no mantiene abierta la válvula.

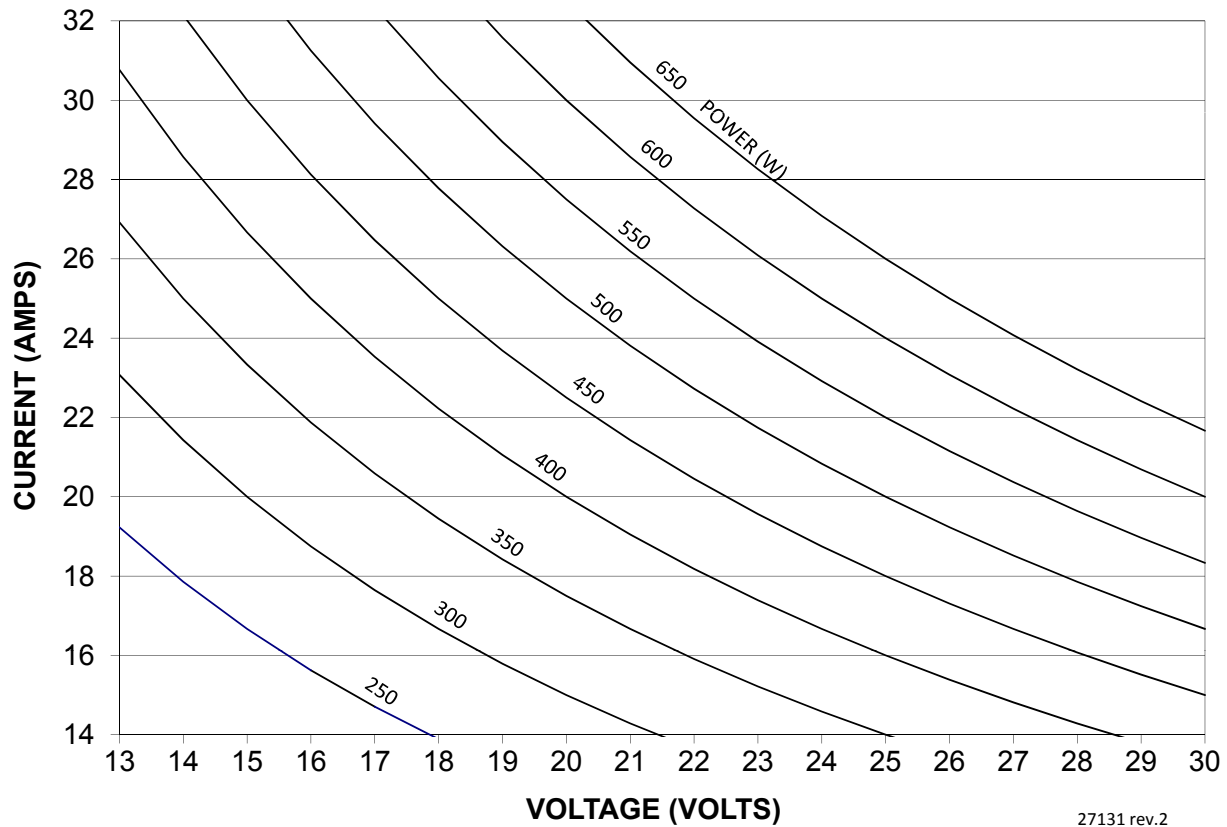


Figura 11 Cálculo de la potencia



ADVERTENCIA: Una vez que se ha encendido el quemador, continúe con el Calentamiento y el ajuste de potencia (sección 2.5). De lo contrario, se puede producir un sobrecalentamiento de la unidad de potencia.

2.5 Calentamiento y ajuste de potencia

2.5.1 Una vez que el quemador esté funcionando, la tensión de salida de la unidad de potencia debe aumentar rápidamente hasta aproximadamente 25 voltios. Si la tensión se nivela por debajo o por encima de 25 voltios, es necesario ajustar el acondicionador de potencia, como se indica en el manual.



ADVERTENCIA: No permita que la tensión de la unidad de potencia exceda los 35 voltios. Si el acondicionador de potencia no puede controlar la tensión, apague el quemador.

2.5.2 Una vez que la tensión es de aproximadamente 25 voltios, observe la corriente de la unidad de potencia midiendo la tensión a través de la derivación de corriente en los bornes 6(+) y 7(-) de la placa de bornes TB-1. El valor nominal de la derivación es de 50 A/50 mV; 1 mV a través de la derivación equivale a 1 A. En principio, la corriente aumenta rápidamente y luego disminuye cuando alcanza su punto de funcionamiento. Continúe controlando la tensión de la unidad de potencia en los bornes 6(+) y 7(-) de la placa de bornes TB-1. La tensión debe permanecer en 25 voltios. Ajuste el acondicionador de potencia, si es necesario.

- 2.5.3 La potencia de salida es el producto de la tensión de la unidad de potencia multiplicado por la corriente de la unidad de potencia, es decir, 25 voltios y 22,2 mA (amperios) da $25 \times 22,2 = 555$ vatios. Se puede usar la figura 11 para realizar la multiplicación. Busque la tensión en el eje inferior y trace una línea vertical hacia arriba. Busque la corriente (o mA medidos a través de la derivación) en el eje lateral y trace una línea horizontal a lo ancho. La potencia queda indicada por la línea más cercana a la intersección de las dos líneas, realice la interpolación si es necesario.
- 2.5.4 Vuelva a consultar la hoja de datos de puesta en marcha que se indicó en la sección 2.4.4. La potencia de salida de la unidad de potencia se debe ajustar a la potencia establecida que se determinó en la sección 2.4.4. Mantenga la puerta del gabinete cerrada el mayor tiempo posible durante el período de calentamiento. La estabilización de la potencia lleva aproximadamente una hora completa. Controle y registre la potencia a los 15, 30, 40, 50 y 60 minutos en la hoja de datos de puesta en marcha.
- 2.5.5 Cuando los tubos de calor comienzan a funcionar se pueden producir sonidos crepitantes. Esto es normal. 15 minutos después del encendido, revise los extremos de cada tubo de calor y verifique si se están calentando. Si no lo hacen, vuelva a verificarlos 10 minutos después. Si permanecen fríos hasta 50 mm (2 in) del extremo, investigue el problema en el sistema de refrigeración según lo especificado en la sección 3.5. Tenga en cuenta que si hace frío o hay mucho viento, puede resultar difícil notar el calentamiento de los tubos de calor. Si todas las aletas tienen aproximadamente la misma temperatura, entonces, el tubo de calor está funcionando bien.
- 2.5.6 Cuando ascienda la potencia de salida de la unidad de potencia, asegúrese de que no se exceda el nivel de la potencia establecida. El nivel de potencia debe llegar a aproximadamente un 70 a 80 % de la potencia establecida a los 30 minutos del encendido. Si la potencia se encuentra por encima del 80 % después de 30 minutos, continúe controlando la potencia de salida de la unidad de potencia y prepárese para reducir la presión del combustible si la potencia supera el nivel de la potencia establecida. Si el nivel de la potencia se eleva más de 10 vatios por encima de la potencia establecida, primero reduzca la presión en 6,8 kPa (1 psi) y espere 3 minutos, luego determine si es necesario realizar otros ajustes. Recuerde que lleva aproximadamente 10 minutos que se estabilice el efecto del cambio de presión del combustible. Registre los cambios en la presión del combustible en la hoja de datos de la puesta en marcha. Si el nivel de potencia es inferior al 70 % después de 30 minutos, la presión del combustible es demasiado baja, pero no la ajuste hasta que se haya estabilizado el nivel de potencia.
- 2.5.7 Compare la potencia de salida de la unidad de potencia a los 60 minutos con el valor obtenido a los 50 minutos. Debe haber 5 vatios de diferencia entre ellos. Si el nivel de potencia no se estabilizó todavía, espere otros 10 minutos. Una vez que se haya estabilizado el nivel de potencia, determine si la potencia de salida de la unidad de potencia se encuentra dentro de los 5 vatios de diferencia con la potencia establecida.

Si es así, proceda con la sección 2.5.8 *Ajuste del obturador de aire.*

Si la potencia supera en 5 vatios la potencia establecida, disminuya la presión del combustible en aproximadamente 1,7 kPa (0,25 psi), no más de 3,4 kPa (0,50 psi) y espere 10 minutos. Pasados esos 10 minutos, determine si se requieren mayores ajustes. Una vez que se ha estabilizado la potencia de salida de la unidad de potencia en 5 vatios de diferencia con la potencia establecida y haya permanecido así durante al menos 15 minutos, proceda con la sección 2.5.8 *Ajuste del obturador de aire*.

Si la potencia se encuentra 5 vatios por debajo de la potencia establecida, aumente la presión del combustible en aproximadamente 1,7 kPa (0,25 psi), no más de 3,4 kPa (0,50 psi) y espere 10 minutos. Si la potencia se encuentra a más de 20 vatios por debajo de la potencia establecida, aumente la presión del combustible en aproximadamente 3,4 kPa (0,50 psi), no más de 6,8 kPa (1 psi). Pasados esos 10 minutos, determine si se requieren mayores ajustes. Una vez que se ha estabilizado la potencia de salida de la unidad de potencia en 5 vatios de diferencia con la potencia establecida y haya permanecido así durante al menos 15 minutos, proceda con la sección 2.5.8 *Ajuste del obturador de aire*.

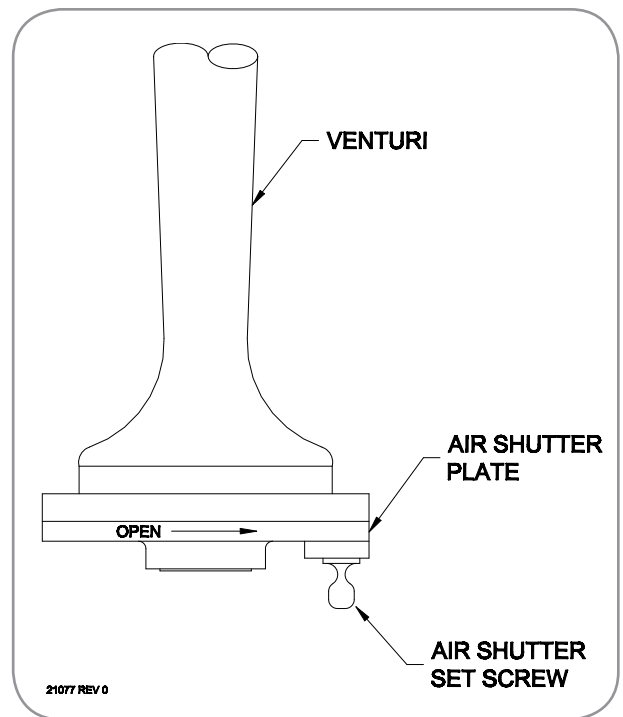


Figura 12 Ajuste del obturador de aire

2.5.8 Una vez que el obturador de aire está completamente abierto, la unidad debe funcionar correctamente y no debería ser necesario realizar otros ajustes. Sin embargo, lleve a cabo la siguiente prueba para determinar si el obturador de aire está correctamente ajustado para las condiciones del emplazamiento. Identifique las piezas del obturador de aire en la figura 12. La posición de la puerta del gabinete afecta los valores de ajuste del obturador de aire. Por este motivo, abra la puerta solamente para ajustar el obturador de aire y manténgala cerrada el mayor tiempo posible. Tome una lectura inicial de la potencia después de que el gabinete haya estado cerrado durante al menos 15 minutos y registre este valor en la hoja de datos de puesta en marcha. Ahora cierre el obturador de aire 3 mm (1/8 in) y cierre la puerta del gabinete. A los 10 minutos, mida nuevamente la potencia.

Si este valor es mayor que el inicial, cierre el obturador de aire otros 3 mm (1/8 in) y espere 10 minutos. Repita este procedimiento hasta que no aumente la potencia. Luego debe abrir el obturador de aire otros 6 mm (1/4 in) teniendo en cuenta los cambios en las condiciones ambientales del emplazamiento. Nuevamente espere 10 minutos y revise que la tensión de salida de la unidad de potencia tenga una diferencia de 5 vatios con respecto a la potencia establecida; si es necesario, ajuste la presión del combustible de acuerdo con la sección 2.5.7. No será necesario realizar otros ajustes en el obturador de aire.

Si este valor es menor que el inicial, abra el obturador de aire 3 mm (1/8 in) más del ajuste inicial, cierre la puerta del gabinete y espere 10 minutos. Si después de 10 minutos el valor de la potencia es el mismo o menor que el valor inicial, el obturador de aire está correctamente ajustado. Si después de 10 minutos la potencia es mayor que la inicial, abra el obturador de aire otros 3 mm (1/8 in) y espere 10 minutos. Repita este procedimiento hasta que no aumente la potencia. Luego debe abrir el obturador de aire otros 5 mm (3/16 in) teniendo en cuenta los cambios en las condiciones ambientales del emplazamiento. El obturador de aire puede alcanzar su máxima posición abierta antes de que la potencia llegue al máximo; en ese caso, deje el obturador de aire en el ajuste máximo. Espere 10 minutos y revise que la potencia de salida de la unidad de potencia tenga una diferencia de 5 vatios con respecto a la potencia establecida; si es necesario, ajuste la presión del combustible de acuerdo con la sección 2.5.7. No será necesario realizar otros ajustes en el obturador de aire.

Si este valor es igual al inicial, abra el obturador de aire 6 mm (1/4 in) y cierre la puerta del gabinete. Después de 10 minutos, revise que la potencia de salida de la unidad de potencia tenga una diferencia de 5 vatios con respecto a la potencia establecida. Si es necesario, ajuste la presión del combustible de acuerdo con la sección 2.5.7. No será necesario realizar otros ajustes en el obturador de aire.

- 2.5.9 Si el TEG es nuevo o ha recibido un reacondicionamiento importante, la potencia de salida de la unidad de potencia puede desviarse ligeramente durante las primeras semanas de funcionamiento. Puede ser necesario ajustar ligeramente la presión del combustible para obtener la potencia establecida después de este período.

2.6 Aplicación de la carga del usuario

- 2.6.1 Ahora el TEG debe estar funcionando al nivel de potencia correcto. Antes de aplicar la carga del usuario, asegúrese de que todas las conexiones de los cables estén firmes.
- 2.6.2 Ajuste la salida del acondicionador de potencia a la tensión deseada del usuario de acuerdo con el manual del acondicionador de potencia.
- 2.6.3 Conecte la carga del usuario al acondicionador de potencia en los bornes 2(+) y 4(-) de la placa de bornes TB-1. Asegúrese de que la unidad de potencia permanezca conectada al acondicionador de potencia.
- 2.6.4 Coloque el disyuntor del acondicionador de potencia en la posición ON. Cierre la puerta del gabinete con el cerrojo.



ADVERTENCIA: La salida de la unidad de potencia debe permanecer siempre conectada al acondicionador de potencia.

2.7 Registro de rendimiento del sistema

2.7.1 El Registro de rendimiento del sistema se encuentra al final de la sección 3. Se recomienda el uso de este registro para controlar el rendimiento del sistema cada vez que se visite el emplazamiento. Esta información es importante para referencias futuras. Si en el lugar hay varios TEG instalados, puede ser conveniente mantener el registro en un libro de mantenimiento común para el emplazamiento.

Generador Termoeléctrico 8550

Hoja de datos de puesta en marcha

Puesta en marcha por:		Fecha:	
Número de modelo:	Número de serie:	Tipo de combustible:	
Temperatura:		Velocidad del viento:	
Temperatura corregida:		Presión del combustible de ignición:	
Potencia establecida a temperatura corregida		Presión de funcionamiento del combustible	

Niveles de potencia

Hora	Presión del combustible en la boquilla	Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia (W)
	(Encendido)			
	(15 minutos)			
	(30 minutos)			
	(40 minutos)			
	(50 minutos)			
	(60 minutos)			

Generador Termoeléctrico 8550

Hoja de datos de puesta en marcha

Puesta en marcha por:		Fecha:	
Número de modelo:	Número de serie:	Tipo de combustible:	
Temperatura:		Velocidad del viento:	
Temperatura corregida:		Presión del combustible de ignición:	
Potencia establecida a temperatura corregida		Presión de funcionamiento del combustible	

Niveles de potencia

Hora	Presión del combustible en la boquilla	Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia (W)
(Encendido)				
(15 minutos)				
(30 minutos)				
(40 minutos)				
(50 minutos)				
(60 minutos)				

3 SERVICIO TÉCNICO Y MANTENIMIENTO



ADVERTENCIA: En todo este manual, hay párrafos precedidos con la palabra “ADVERTENCIA”. Es importante que se cumplan las instrucciones de estos párrafos; de lo contrario, se pueden producir daños en el generador o a otros bienes o causar lesiones físicas. Antes de intentar realizar el mantenimiento del TEG modelo 8550, debe estar muy familiarizado con el funcionamiento de este generador. Se sugiere que lea las secciones 1.2, 1.5, 2.4 y 2.5 y el funcionamiento del acondicionador de potencia antes de intentar realizar el servicio técnico de este TEG.

3.1 Mantenimiento periódico sugerido

3.1.1 El TEG 8550 es un equipo de estado sólido de alta fiabilidad que requiere muy poco mantenimiento. Sin embargo, es necesario realizar verificaciones de mantenimiento periódicas a fin de que pueda brindar los años de “servicio sin problemas” que el TEG es capaz de proporcionar. La frecuencia de mantenimiento depende de las condiciones del emplazamiento (pureza del combustible, clima, etc.) y deben establecerse sobre la base de la experiencia que se tiene sobre el lugar. La experiencia práctica indica que un TEG 8550 instalado correctamente, por lo general, requiere mantenimiento solo una vez al año. Para una máxima fiabilidad, se recomienda realizar la siguiente serie de verificaciones de mantenimiento.

3.1.2 Al menos una vez por año, lleve a cabo una Verificación de la potencia; vea la sección 3.2. Este debe ser el primer procedimiento que se realice durante cualquier visita de servicio técnico y determinará qué otra tarea puede ser necesaria.

Si el valor de salida de la unidad de potencia supera en más de 10 vatios de la potencia establecida, se debe reducir la presión del combustible. Proceda con el servicio técnico básico, como se indica en la sección 3.1.4, pero no olvide ajustar la presión del combustible durante el reinicio o antes de abandonar el emplazamiento. Vea la sección 2.5.7. NO permita que continúe funcionando por encima de la potencia establecida.

Si la potencia de la unidad tiene una diferencia de 10 vatios con respecto a la potencia establecida, el TEG funciona correctamente y requiere solo el mantenimiento básico, según se indica en la sección 3.1.4.

Si la potencia de salida de la unidad de potencia se encuentra a más de 10 vatios por debajo de la potencia establecida, se debe evaluar la causa. Consulte la última anotación del Registro de rendimiento del sistema. Con la información del registro, determine si el TEG quedó funcionando a la potencia establecida durante la última visita de servicio técnico; recuerde que la potencia establecida cambia con las condiciones ambientales. Si el TEG no quedó funcionando a la potencia establecida durante la última visita, determine cuál fue la razón. El equipo ahora no funcionará a la potencia establecida. Si el TEG quedó funcionando a la potencia establecida durante la última visita y ahora no es así, debe considerar las causas posibles que se mencionan a continuación.

- 3.1.2.1 Cambio en la presión del combustible: Consulte la última anotación del registro y determine si cambió la presión del combustible. Si es así, vuelva a ajustar la presión del combustible según esta última anotación. Si la potencia de salida de la unidad de potencia vuelve al margen de 10 vatios de la potencia establecida, puede proceder con el servicio técnico básico de acuerdo con la sección 3.1.4.
- 3.1.2.2 Obstrucción del caudal de aire: Verifique que las aletas del tubo de calor, las pantallas de admisión de aire y el obturador de aire no estén obstruidos. Realice la prueba del obturador de aire; vea la sección 2.5.8. Si esto hace que la potencia de salida vuelva al margen de 10 vatios de la potencia establecida, puede proceder con el servicio técnico básico, según la sección 3.1.4.
- 3.1.2.3 Cambio en la calidad del combustible: Para mantener una potencia de salida constante, es esencial que se emplee un combustible con poder calorífico constante.
- 3.1.2.4 Enfriamiento insuficiente de los tubos de calor: Revise que las aletas del tubo de calor no estén obstruidas con residuos o polvo. Verifique que los extremos del tubo de calor estén calientes. Pruebe el sistema de refrigeración como se indica en la sección 3.5.2.

Si se han descartado las causas anteriores, el TEG puede requerir un servicio técnico más profundo. Consulte otros procedimientos para aislar la causa de la baja potencia establecida en la sección 3.1.3, pero, por el momento, mantenga el TEG en funcionamiento.

- 3.1.3 Los procedimientos de esta sección están diseñados para aislar la causa por la cual la unidad posee una baja potencia establecida, una vez que se han descartado las causas enumeradas en la sección 3.1.2. Continúe con estas pruebas solamente si las que se describen en la sección 3.1.2 indican que es necesario; de lo contrario, vaya a la sección 3.1.4.

Hay tres razones básicas para una baja potencia establecida. Estas son: poco o ineficiente calentamiento del quemador y del sistema de combustible, refrigeración deficiente o ineficaz, fallas o daños en la unidad de potencia. Con el fin de que la siguiente prueba resulte precisa, es necesario que el TEG haya funcionado de manera permanente entre 24 y 26 V durante las últimas 12 horas. Mida el circuito abierto momentáneo de acuerdo con el procedimiento detallado en la sección 3.8. Calcule la tensión del circuito abierto (V_{oc}) y la resistencia interna (R_{INT}) de la unidad de potencia como se describe en la sección 3.2.

Si la V_{oc} es superior a 56 voltios y la R_{INT} es superior a 1,40 ohmios, es probable que la unidad de potencia esté defectuosa. Es posible que la unidad de potencia todavía pueda funcionar con potencia reducida. Consulte a Gentherm Global Power Technologies para determinar el nivel de funcionamiento seguro de la unidad de potencia de acuerdo con sus condiciones.

Si la V_{oc} es inferior a 56 voltios y la R_{INT} es superior a 1,30 Ohm, es probable que el sistema de refrigeración esté defectuoso; vea otras pruebas en la sección 3.5.

Si la V_{oc} es inferior a 56 voltios y la R_{INT} es inferior a 1 ohmio, es probable que el quemador o el sistema de combustible no estén proporcionando calor suficiente. Además del servicio técnico básico que se detalla en la sección 3.1.4, revise y reemplace la boquilla de combustible y compruebe que no haya obstrucciones ni daños en ninguna parte del sistema del quemador; vea las secciones 3.3 y 3.4. Si después de realizar el mantenimiento y volver a encender el equipo, la unidad de potencia no llega a la potencia establecida, probablemente se deba a un cambio en la calidad del combustible. Se puede aumentar la presión del combustible para obtener la potencia establecida, siempre que no se superen los máximos absolutos para la V_{oc} y la R_{INT} según se establece en la sección 3.8.4.



ADVERTENCIA: Nunca aumente la presión del combustible sin verificar los límites máximos de la V_{oc} y la R_{INT} en la sección 3.8.4.

3.1.4 Salvo que en los párrafos anteriores, se indique otro tipo de servicio, lo único que se requiere es el siguiente servicio técnico básico.

- 3.1.4.1 Reemplace el filtro de combustible del regulador de presión una vez por año; vea la sección 3.3.
- 3.1.4.2 Drene el recipiente para sedimentos del regulador de presión; vea la sección 3.3.
- 3.1.4.3 Revise que no haya obstrucciones en la boquilla de combustible y reemplace de ser necesario; vea la sección 3.3.
- 3.1.4.4 Quite los residuos, la arena y el polvo de las aletas del tubo de calor, de las pantallas de admisión de aire del gabinete y del interior del gabinete.
- 3.1.4.5 Revise todas las conexiones de los tornillos y los cables para comprobar que estén bien ajustadas.
- 3.1.4.6 Vuelva a encender el TEG de acuerdo con las secciones 2.4 y 2.5.
- 3.1.4.7 Anote los parámetros del mantenimiento y del funcionamiento actual en el Registro de rendimiento del sistema.

3.2 Verificación de la potencia

- 3.2.1 El propósito de realizar una verificación de la potencia es determinar si el TEG está funcionando a la potencia establecida correcta para las condiciones ambientales actuales. Primero determine la potencia establecida para sus condiciones ambientales según la sección 2.4.4. Luego revise la tensión de la unidad de potencia en los bornes 6(+) y 4(-) de la placa de bornes TB-1.
- 3.2.2 Si la tensión de la unidad de potencia se encuentra entre 24 y 26 voltios, se puede calcular la potencia de salida de la unidad de potencia multiplicando la tensión por la corriente (medida en milivoltios) en los bornes 6(+) y 7(-) de la placa de bornes TB-1; vea las secciones 2.5.2 y 2.5.3.

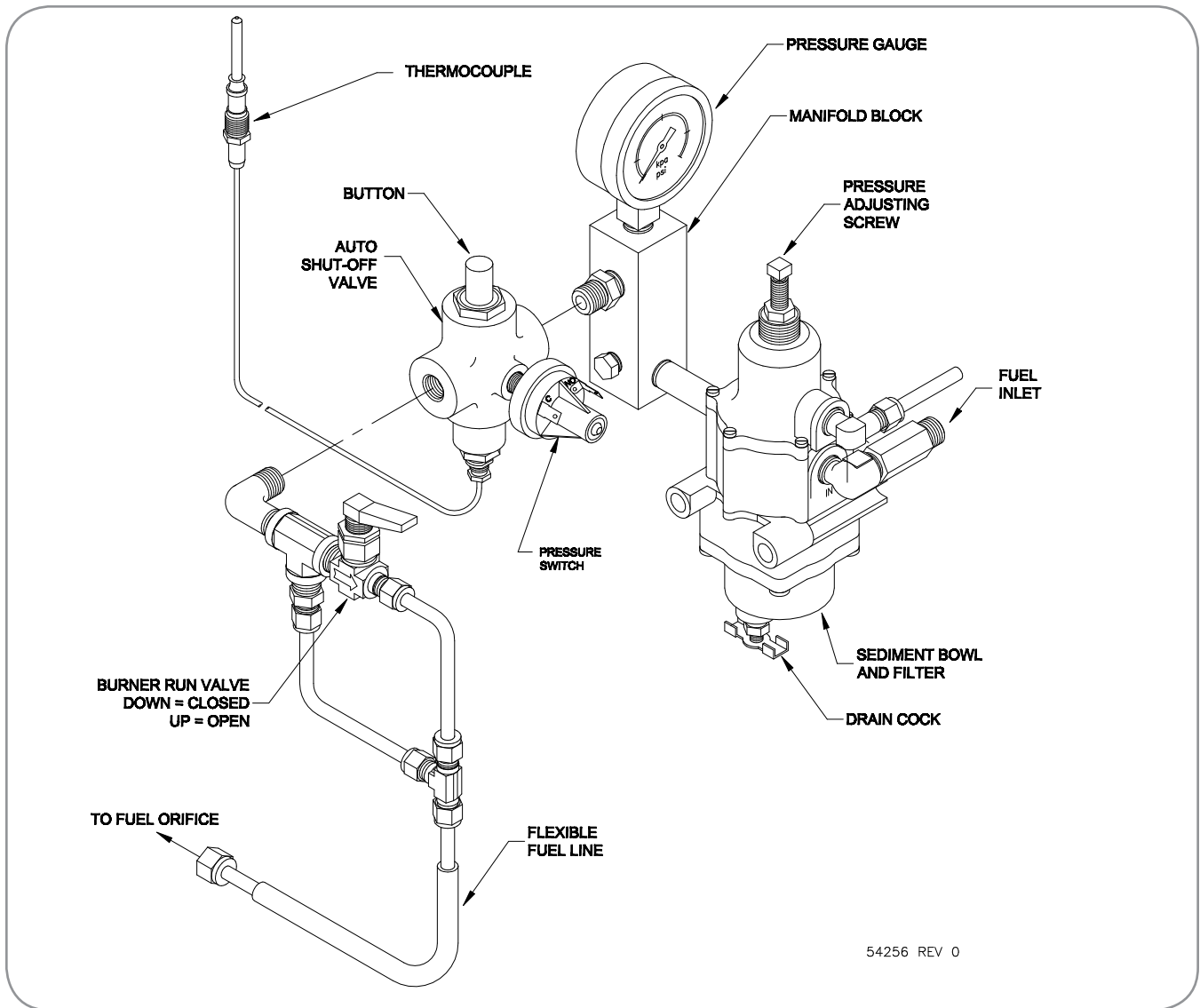


Figura 13 Componentes del sistema de combustible, SI y SO

3.2.3 Si la tensión de la unidad de potencia se encuentra fuera del rango de 24 a 26 voltios, quite la carga del usuario del acondicionador de potencia. Ajuste el acondicionador de potencia para obtener una tensión de 25 voltios y deje que se establezca la unidad de potencia. Luego calcule la potencia de salida de la unidad de potencia según la sección 2.5.3.



ADVERTENCIA: Asegúrese de que los cables de salida de la unidad de potencia estén siempre conectados a la entrada del acondicionador de potencia. No permita que la unidad de potencia funcione en circuito abierto durante más de unos pocos segundos.

3.3 Sistema de combustible

3.3.1 Los componentes básicos del sistema de combustible se muestran en la figura 13; tenga en cuenta que algunos detalles pueden ser diferentes dependiendo del sistema de combustible. Identifique los componentes y su ubicación en el TEG.

3.3.2 El sistema de combustible consta de un regulador de presión que regula la presión que ejerce el combustible en la boquilla. El regulador contiene un filtro de combustible y un recipiente para sedimentos integral con llave de drenaje manual. La salida del regulador de presión está conectada a un múltiple y a un manómetro que controla la presión del combustible en la boquilla. Entre el múltiple y la boquilla de combustible, hay una serie de válvulas de control y un conjunto de la línea de combustible. La combinación de válvulas de control depende de las opciones del sistema de combustible y normalmente incluye una válvula de cierre automático, válvula de paso del quemador, válvula de encendido del quemador y reductor de encendido del quemador. La boquilla de combustible tiene un orificio de precisión de rubí que controla el caudal de combustible al quemador según la presión corriente arriba.

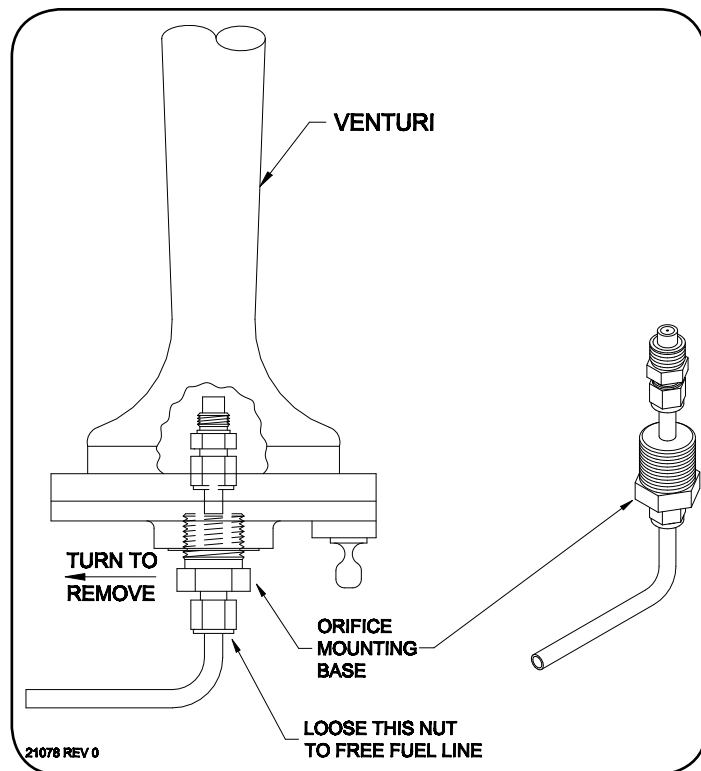


Figura 14

Extracción del conjunto de la boquilla

3.3.3 Para realizar el servicio técnico del sistema de combustible, cierre el suministro de combustible en la válvula externa.

3.3.3.1 Para vaciar el recipiente para sedimentos del regulador de presión, abra la llave de drenaje que se encuentra debajo del regulador. Emplee un recipiente pequeño para recolectar las impurezas líquidas que pueden haberse acumulado en el recipiente de drenaje. Después de vaciar el recipiente, cierre la llave.

3.3.3.2 Cambie el filtro de combustible, quite los 4 tornillos de cabeza hueca que sujetan la parte inferior del recipiente en el regulador de presión. Quite el recipiente inferior y reemplace el filtro. Revise la junta y reemplácela si es necesario. Con cuidado, vuelva a armar el regulador: asegúrese de que el resorte de la válvula de aguja esté ubicado correctamente sobre el manguito de centrado de la válvula en el cuerpo del regulador. Verifique que funcione adecuadamente y que no haya fugas de combustible en las uniones.

3.3.3.3 Para cambiar la boquilla de combustible, desconecte el tubo flexible del tubo rígido del combustible que ingresa al tubo Venturi del quemador. Quite el tubo rígido y el conjunto de la boquilla girando la base de montaje de esta. Quite el cuerpo de la boquilla del conjunto; vea la figura 14. Revise el orificio de la boquilla. No debe haber ningún tipo de obstrucción ni residuos. Reemplace el cuerpo de la boquilla si es necesario. Vuelva a armarla y verifique que no haya fugas.



ADVERTENCIA: Luego de cualquier mantenimiento del sistema de combustible, revise que no haya fugas.

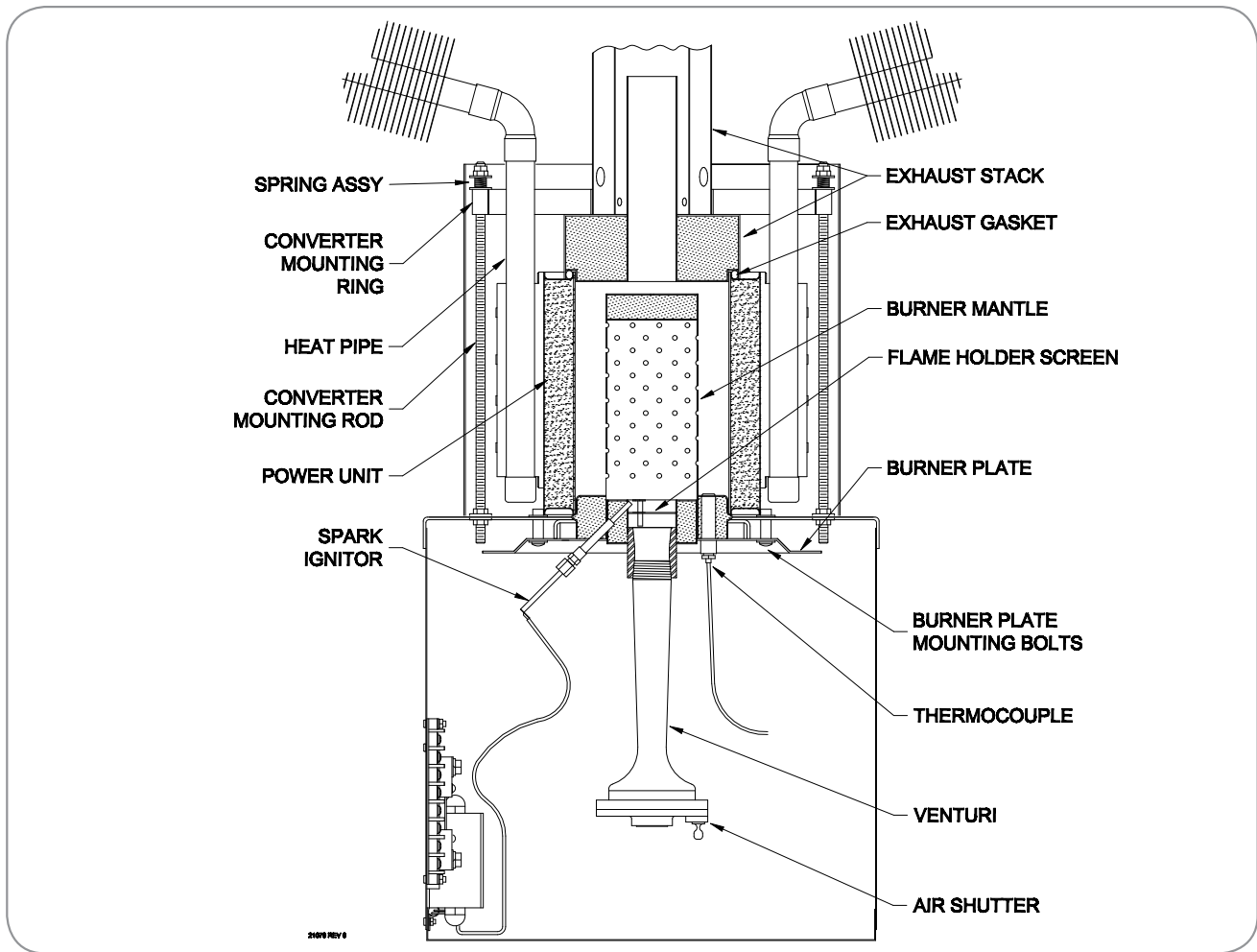


Figura 15 Componentes del sistema del quemador

3.4 Sistema del quemador

3.4.1 El sistema del quemador consta de los siguientes componentes:

- Conjunto del obturador de aire y tubo Venturi del quemador que mezclan el combustible con el aire de combustión.
- Conjunto de la placa del quemador donde ocurre la combustión.
- Conjunto de la chimenea de salida que recolecta y libera los gases de escape.

3.4.2 Se debe desmontar el sistema del quemador solamente si hay razones para sospechar que existe un problema con el funcionamiento de este. Primero retire la boquilla de combustible como se indica en la sección 3.3.3. Deje que se enfríe el quemador antes de comenzar a desmontar el sistema de este. Identifique y ubique los componentes de la figura 15. Quite el conjunto del obturador de aire y tubo Venturi de la placa del quemador girando el tubo Venturi que está fijado al conjunto de la placa del quemador. Se puede quitar el obturador de aire del tubo Venturi cerrando completamente el obturador y quitando los cuatro tornillos ubicados en las aberturas de la placa del obturador. El conjunto de la placa del quemador se retira quitando los cuatro tornillos de montaje de la placa y luego jalándola hacia abajo para quitarla de la unidad de potencia.

- 3.4.3 Verifique que no haya obstrucciones ni corrosión en el conjunto del obturador de aire y tubo Venturi. Revise que no haya obstrucciones ni corrosión en la pantalla del estabilizador de llama, ubicada en el accesorio de montaje del tubo Venturi sobre el conjunto de la placa del quemador ni en la camisa del quemador. Si estas piezas están obstruidas, límpielas con un cepillo de alambre rígido. Si están corroídas, se debe reparar o reemplazar el quemador.
- 3.4.4 Cuando quite el conjunto de la placa del quemador, examine la chimenea de salida a través de la unidad de potencia. Quite las obstrucciones y revise que no haya corrosión. Si la chimenea de salida está corroída, debe reemplazarse de la siguiente manera: Retire el protector del convertidor que cubre la parte inferior de los tubos de calor. Tenga en cuenta que no es necesario quitar el bastidor de soporte de los tubos de calor para hacerlo. Luego, quite los cuatro conjuntos de tuercas y resortes que sujetan el anillo de montaje del convertidor. Antes de quitar este anillo, marque su posición para facilitar el montaje posterior en el mismo lugar. Ahora es posible retirar la chimenea de salida. Cuando vuelva a colocar la chimenea, verifique que la junta de escape de alta temperatura se encuentre en buenas condiciones; reemplace si es necesario. Los conjuntos de resorte que sujetan el anillo de montaje del convertidor se deben ajustar hasta que los resortes estén firmes, luego aflójelos aproximadamente cinco vueltas (6 mm o 1/4 in).
- 3.4.5 Aplique siempre un compuesto antiagarrotamiento de alta temperatura a las roscas del tubo Venturi antes de instalarlo. Para ajustar el tubo Venturi, basta con hacerlo manualmente.

3.5 Sistema de refrigeración

- 3.5.1 El sistema de refrigeración consiste en un conjunto de doce tubos de calor. Cada tubo de calor está herméticamente cerrado y contiene una cantidad medida de líquido en equilibrio con el vapor. Cuando se aplica calor al líquido, este hierve y luego se vuelve a condensar en la parte superior debido al efecto de enfriamiento de las aletas. De esta forma, el calor se transfiere a las aletas de refrigeración de manera muy eficiente.

Para probar el funcionamiento de los tubos de calor, el TEG debe estar en funcionamiento. Hay dos maneras de probar los tubos de calor. El primer método detallado en esta sección 3.5.2 no es tan preciso, pero no requiere equipamiento adicional. El segundo método que se describe en la sección 3.5.3 da resultados más precisos, pero requiere más tiempo y equipamiento. Todos los tubos de calor que estén dañados físicamente o tengan orificios en el tubo hermético ya no pueden utilizarse y deben reemplazarse. No opere el TEG si algún tubo de calor está dañado.

- 3.5.2 Con el TEG en funcionamiento, verifique que los extremos del tubo de calor estén calientes. Revise todos los tubos de calor cuyos extremos hasta 50 mm (2 in) no estén calientes usando el procedimiento que se describe en la sección 3.5.3. Tenga en cuenta que si hace frío o hay mucho viento, puede resultar difícil notar el calentamiento del tubo de calor. Palpe a lo largo de las aletas del tubo de calor. Si todas las aletas tienen aproximadamente la misma temperatura, el tubo de calor está funcionando bien. Si uno o más tubos de calor se perciben mucho más fríos que el resto de los tubos, revíselos utilizando el procedimiento detallado en la sección 3.5.3.
- 3.5.3 Para este procedimiento, se necesita un medidor de termopar con una sonda de superficie de 50 mm (2 in) con un diámetro no mayor que 5 mm (0,2 in). El medidor debe poder registrar temperaturas de hasta 150 °C (300 °F) con una precisión de ± 1 °C (2 °F).

Este procedimiento implica tomar un perfil de temperatura del tubo condensador (la parte del tubo de calor que pasa a través de las aletas de refrigeración) del tubo de calor. Es importante tomar la temperatura de la superficie del tubo y no la temperatura de las aletas o del aire que rodea el tubo. El tubo condensador de un tubo de calor en buenas condiciones debe poseer un perfil de temperatura que sea constante hasta su extremo. Antes de tomar el perfil de temperatura del tubo condensador, el TEG debe funcionar durante al menos una hora en condiciones de buen clima.

Se sugiere que inicie el perfil de temperatura entre la tercera y la cuarta aleta contando desde el extremo interior de la unidad de potencia del tubo condensador en la superficie inferior del tubo. Tome la temperatura cada 50 mm (2 in) aproximadamente a lo largo del tubo condensador. Todos los valores deben tener una diferencia inferior a 5 °C (9 °F) entre ellos hasta el extremo de la sección con aletas del tubo condensador. Si el perfil de temperatura cae en más de 5 °C (9 °F) a lo largo de la sección con aletas, tome más valores para ubicar el punto donde cae la temperatura. Si este punto se encuentra dentro de las últimas 7 aletas del tubo condensador, o todos los valores poseen una diferencia inferior a 5 °C (9 °F) entre ellos, el tubo de calor está funcionando bien. Si este punto se encuentra a una distancia superior a las últimas siete aletas del tubo condensador, el tubo de calor está deteriorado y debe reemplazarse. Se debe sospechar la presencia de problemas si alguno de los tubos de calor funciona a una temperatura mucho menor que el resto.

3.5.4 El reemplazo de los tubos de calor solo debe ser realizado por un técnico capacitado por la fábrica. Consulte a Gentherm Global Power Technologies acerca de este tipo de trabajo.

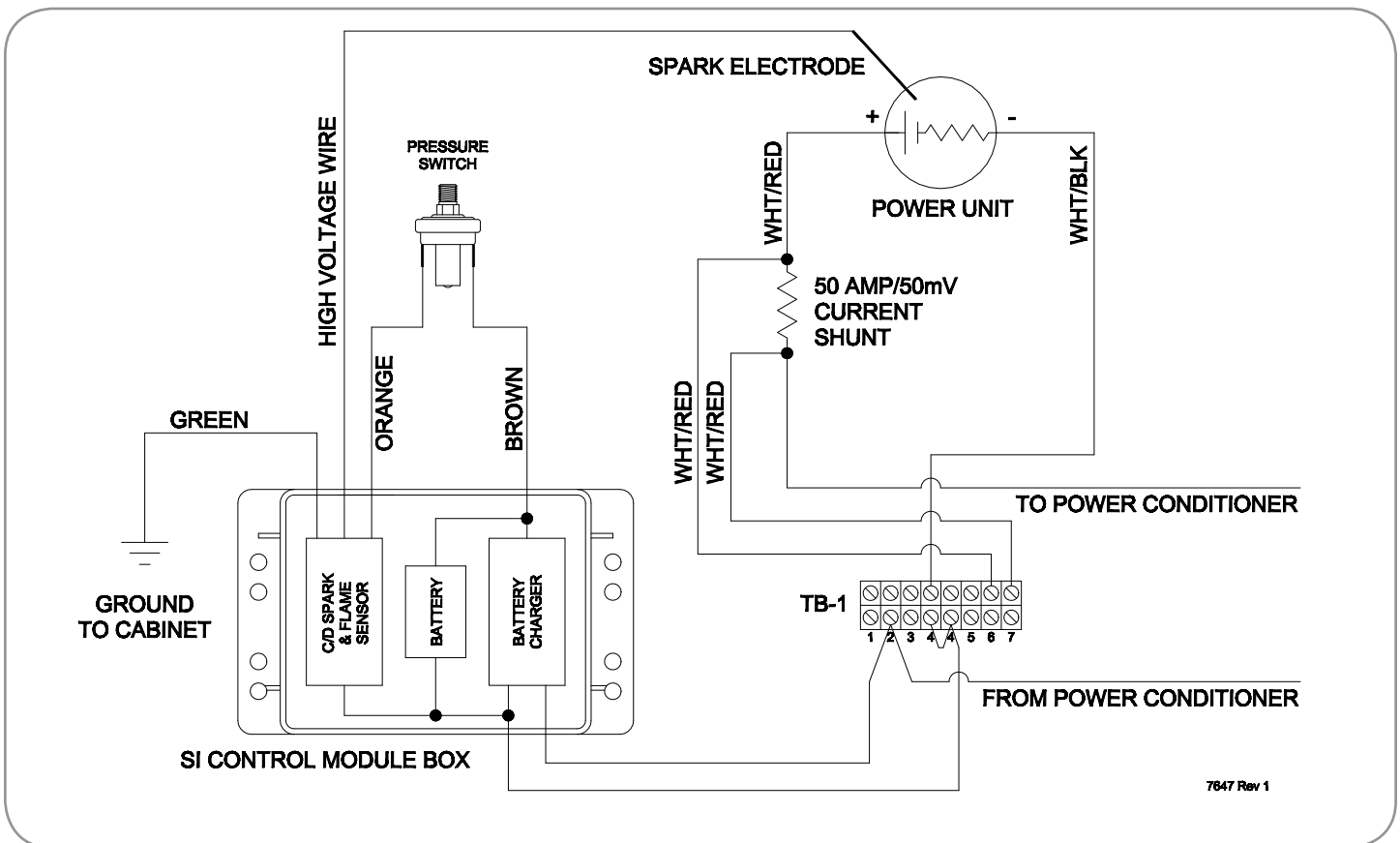


Figura 16 Cableado del sistema de ignición por chispa

3.6 Ignición por chispa (SI)

3.6.1 El sistema de ignición por chispa consta de tres componentes principales:

- Electrodo de chispa que enciende el gas.
- Interruptor de presión que enciende el sistema cuando hay presión de gas en el sistema de combustible.
- Módulo de control que genera el pulso de alta tensión para el electrodo de chispa y controla el funcionamiento del sistema.

Cuando hay suficiente presión del combustible en el sistema de combustible, el interruptor de presión está cerrado. Con el interruptor de presión cerrado, el módulo de control genera pulsos de 12 kV que forman un arco desde el electrodo de chispa. El módulo de control continuará generando los pulsos de alta tensión hasta que detecte la presencia de gas a alta temperatura en el electrodo de chispa o hasta que se abra el interruptor de presión.

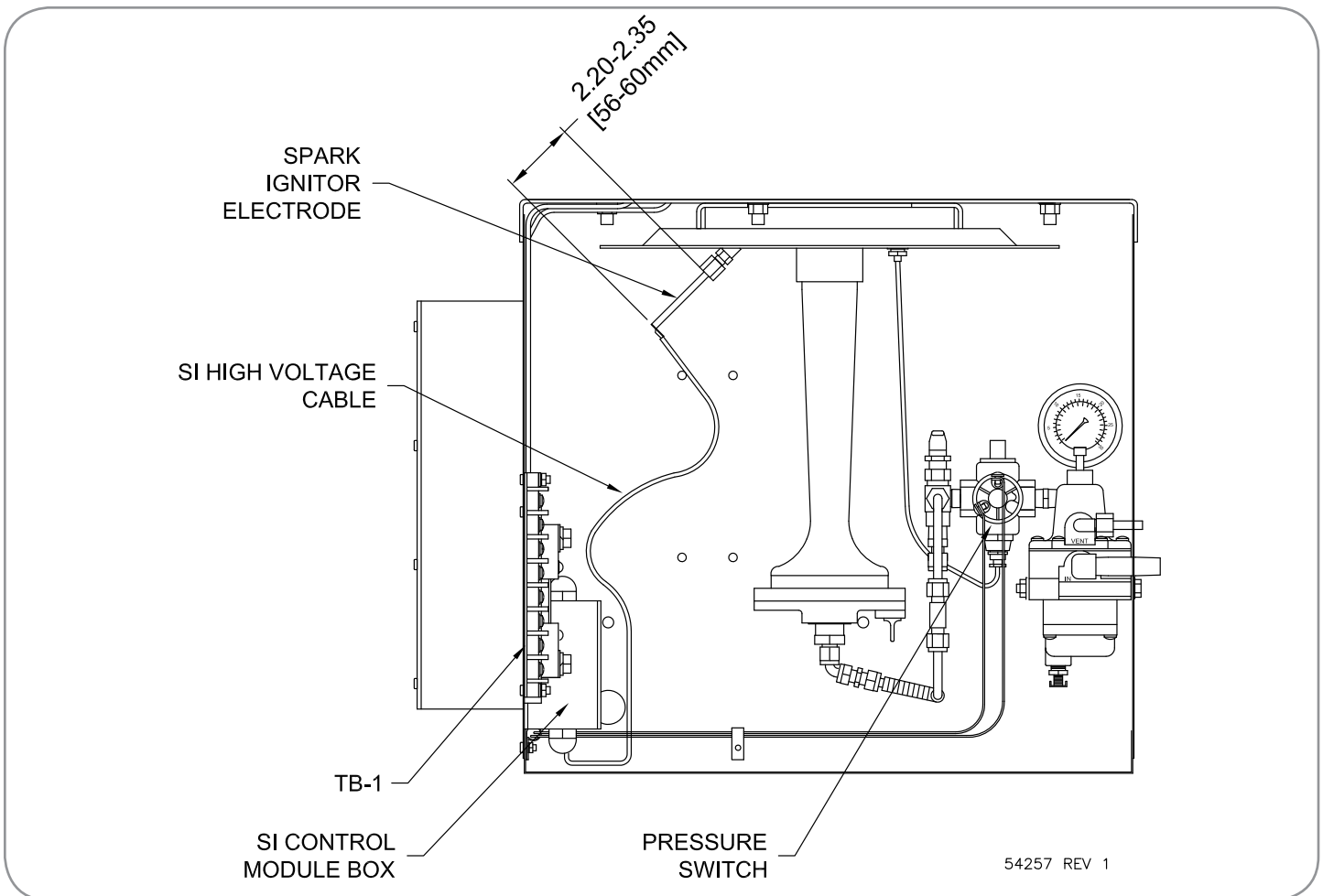


Figura 17 Componentes de la ignición por chispa

El módulo de control contiene una batería recargable de 2 voltios y 2,5 amperios/hora y un cargador de batería de potencial constante. Una nueva batería completamente cargada proporciona alrededor de 16 horas de capacidad de inicio constante sin recargarse. Veinte minutos de recarga son suficientes para un ciclo de encendido; para recargar completamente una batería totalmente descargada, se necesitan 15 horas.

El módulo de control también posee un generador de alta tensión de descarga capacitiva y un filtro de interferencia electromagnética, EMI.

La figura 16 muestra el cableado del sistema de ignición por chispa y la figura 17 muestra la ubicación de los componentes del sistema de ignición por chispa.

3.6.2 Si el sistema de ignición por chispa funciona mal, siga el procedimiento a continuación para aislar el problema.

3.6.2.1 Verifique que la separación entre los electrodos sea correcta. Afloje el accesorio en la parte lateral inferior del quemador y deslice la varilla de ignición por chispa hasta que haga tope, luego jálelo aproximadamente 6 mm (1/4"). De esta forma, sobresaldrá entre 56 y 60 mm (2,20" a 2,35") con respecto al accesorio; vea la figura 17. Una vez confirmado esto, proceda de la siguiente manera:

Tabla 4

Especificaciones del módulo de control de ignición por chispa		
Eléctricas	Tensión de entrada	Mínimo 4 voltios
		Máximo 30 voltios
	Corriente de entrada	Máximo 150 mA con el TEG en funcionamiento
	Tensión de salida:	Mínimo 12 k voltios
	Tasa de chispa:	1 a 3 Hz
	Ruido conducido	40 m voltios P-P
28 m voltios RMS		
Temperatura de funcionamiento:	Módulo de control:	-55 °C a +65 °C
		-67 °F a +149 °F
	Conjuntos de cables:	-55 °C a +200 °C
		-67 °F a +392 °F
	Electrodo de chispa:	conductor metálico (Haynes 214) 1490 °C o 2700 °F
		Tubo cerámico (alúmina) 1926 °C o 3500 °F
Vida útil del módulo de control	5 x 10 ⁶ chispas como mínimo	
Tiempo de funcionamiento continuo sin carga	16 horas con batería cargada en su totalidad a 23 °C (73 °F)	

Tabla 5

Especificaciones de la batería del dispositivo de ignición por chispa		
Tipo	Plomo-ácido sellada	
Tensión de las células de la batería	2 voltios	
Capacidad nominal: a 23 °C (73 °F)	125 mA	2,7 Ah
	250 mA	2,5 Ah
Temperatura de las celdas	Almacenamiento	-40 °C a +45 °C -40 °F a +113 °F
	Descarga	-40 °C a +45 °C -40 °F a +113 °F
	Carga	-40 °C a +45 °C -40 °F a +113 °F
Tiempo de almacenamiento	A 0 °C (32 °F)	7200 días
	A 23 °C (73 °F)	1200 días
	A 65 °C (149 °F)	60 días
Vida útil prevista de flotación	8 años	

- 3.6.2.2 Para evitar una electrocución por alta tensión, desconecte el cable naranja del interruptor de presión y aíslalo para que no pueda entrar en contacto con las demás conexiones eléctricas.
- 3.6.2.3 Con cuidado, afloje el accesorio y deslícelo hacia fuera del electrodo para retirar el conjunto del electrodo de ignición por chispa.
- 3.6.2.4 Compruebe que el tubo cerámico del electrodo de ignición por chispa no tenga grietas. Revise que el cable que atraviesa el tubo cerámico no esté cortado. Reemplace el electrodo del dispositivo de ignición por chispa si está dañado.
- 3.6.2.5 Para probar el funcionamiento del módulo de control de SI, ubique la punta del electrodo de ignición por chispa de modo tal que haya una separación de 3 mm (1/8 in) con el gabinete del TEG. Luego toque el conector del cable naranja del interruptor de presión. Deben formarse arcos en la separación entre los electrodos a razón de aproximadamente uno por segundo. Si se forman arcos, el sistema está funcionando correctamente.
- 3.6.2.6 Revise el interruptor de presión. El interruptor debe cerrarse con una presión del combustible superior a 16 kPa (2,5 psi). Reemplace el interruptor de presión si es necesario.

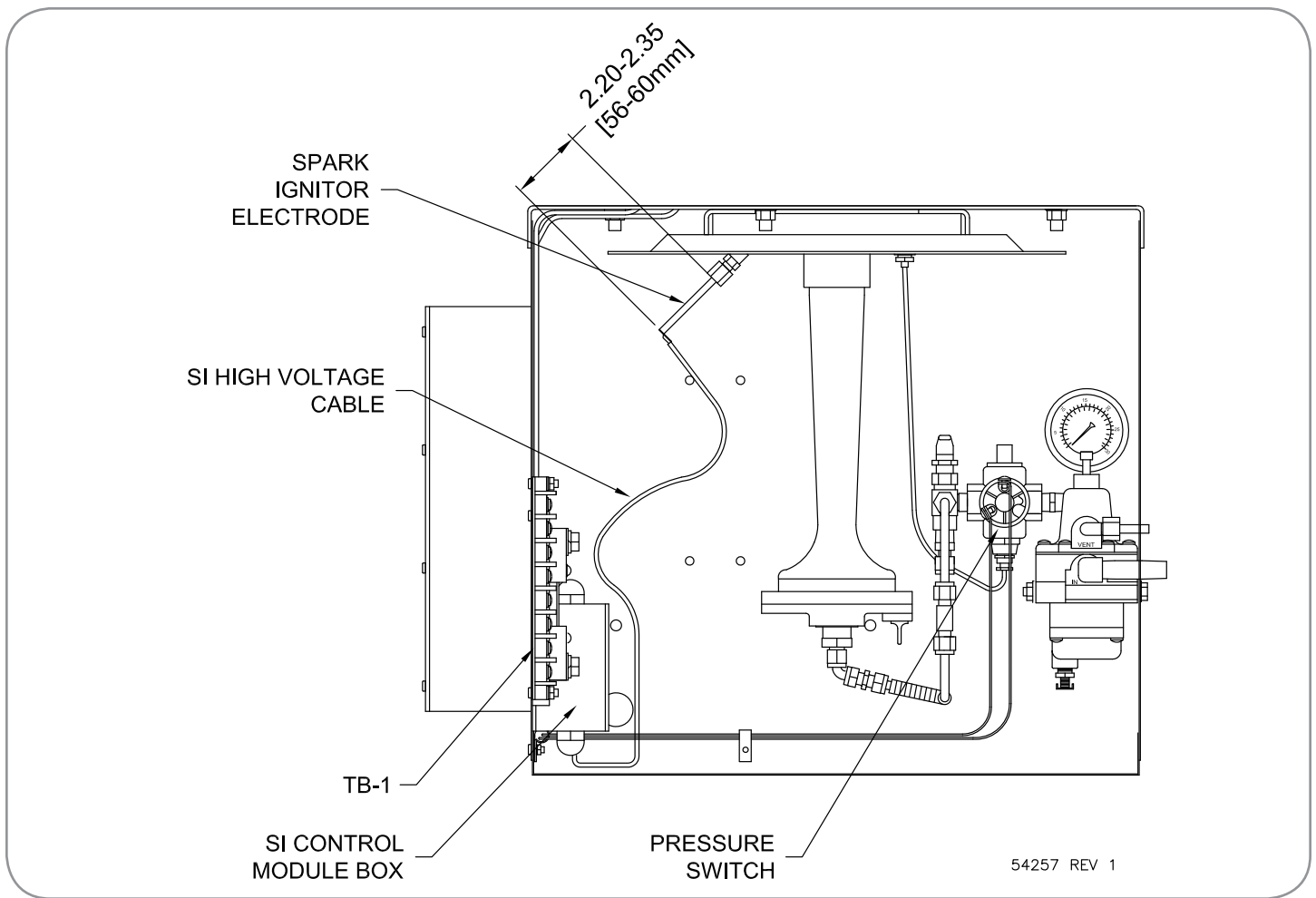


Figura 18 Componentes del cierre automático

3.6.2.7 Verifique la tensión de la batería midiéndola entre el cable marrón en el interruptor de presión y el cable delgado blanco/negro en el borne 4 de la placa de bornes TB-1. La tensión debe ser superior a 2 voltios. Si la tensión es inferior a 2 voltios, la batería necesita recargarse. Para encender el TEG con una batería baja, quite los cables delgados blanco/rojo y blanco/negro de los bornes 2 y 4 de la placa de bornes TB-1 y aplique una fuente de 30 voltios a los cables. Luego se puede encender el TEG, vuelva a conectar los cables y espere a que se recargue la batería. Si después de la recarga, la batería no tiene tensión, reemplace la batería o el módulo de control de SI.

3.7 Cierre automático (SO)

3.7.1 El sistema de cierre automático está diseñado para detener el suministro de combustible al TEG si la llama se apaga. La válvula de cierre automático contiene un electroimán que funciona con un termopar montado en el conjunto de la placa del quemador. Cuando el termopar no esté siendo calentado por la llama, la corriente bajará a cero y esto hará que el electroimán permita que la válvula se cierre. El sistema es el mismo que se encuentra en la mayor parte de los artefactos de gas. La figura 18 muestra la ubicación de los componentes del sistema.

3.7.2 Si el sistema de cierre automático funciona mal, proceda de la siguiente manera:

- 3.7.2.1 Revise que el sensor del termopar esté instalado correctamente en el conjunto de la placa del quemador. Verifique que el accesorio del termopar esté bien ajustado en la válvula de cierre. Utilice siempre un compuesto antiagarrotamiento de alta temperatura en el accesorio de la placa del quemador.
- 3.7.2.2 Revise el funcionamiento del sensor del termopar. Quite el accesorio del termopar de la válvula. Si el sensor está caliente, revise que haya tensión entre la cubierta del centro de la conexión y la caja del sensor; debe haber aproximadamente de 15 a 30 mV. Si no hay tensión o continuidad del sensor, reemplácelo. Utilice siempre un compuesto antiagarrotamiento de alta temperatura en el accesorio de la placa del quemador.
- 3.7.2.3 Si el sensor está funcionando y el sistema todavía no mantiene abierta la válvula de cierre con el quemador caliente, reemplace la válvula. Tenga en cuenta que para que se active la válvula de cierre es necesario oprimir completamente el botón de la válvula. Cuando instale una válvula nueva, asegúrese de no introducir compuesto sellador de rosca ni ningún otro agente contaminante en la tubería; revise que no existan pérdidas de combustible.

3.8 Prueba de la unidad de potencia

- 3.8.1 La unidad de potencia contiene los materiales termoeléctricos que producen la energía eléctrica. Esta unidad está herméticamente sellada porque los materiales termoeléctricos se ven afectados por la exposición al aire a temperatura de funcionamiento. Debido a este sellado hermético, la unidad de potencia no se puede reparar una vez que sale de la fábrica. Los procedimientos que se describen a continuación están diseñados para evaluar las condiciones de la unidad de potencia y determinar su punto de funcionamiento. Estos procedimientos solo se deben realizar si se sospecha un problema con la unidad de potencia; no tienen ningún otro objetivo.
- 3.8.2 Prueba de resistencia interna y tensión del circuito abierto: El propósito de esta prueba es determinar la tensión momentánea del circuito abierto (V_{oc}) de la unidad de potencia a partir de la cual se puede calcular la resistencia interna (R_{INT}). Con el fin de que esta prueba resulte precisa, es necesario que el TEG haya funcionado entre 24 y 26 voltios durante las 12 horas previas.
 - 3.8.2.1 Mida y registre la corriente de la unidad de potencia (I) en los bornes 6(+) y 7(-) de la placa de bornes TB-1.
 - 3.8.2.2 Conecte un voltímetro para comprobar la tensión de la unidad de potencia en los bornes 6(+) y 4(-) de la placa de bornes TB-1. Los cables del voltímetro se deben conectar a estos bornes porque es necesario que tenga ambas manos libres para realizar la prueba de circuito abierto.
 - 3.8.2.3 Mida y registre la tensión de carga (V_L) de la unidad de potencia.

3.8.2.4 Registre la tensión del circuito abierto momentáneo de la unidad de potencia (V_{oc}). Es mejor hacerlo quitando el cable positivo (blanco/rojo) de la parte inferior de la derivación. Con una mano, sostenga firmemente el conector de la derivación hasta quitar el tornillo, luego extraiga el conector y mida el valor de la tensión. La medición debe tomar menos de 3 segundos. Vuelva a conectar inmediatamente el cable a la derivación. Vea la figura 9. NO permita que la unidad de potencia permanezca en circuito abierto durante más de 20 segundos. Registre la tensión del circuito abierto. Si es necesario realizar una nueva medición, espere al menos 10 minutos con el acondicionador de potencia conectado de modo tal que la unidad de potencia se pueda estabilizar.

3.8.2.5 Calcule la resistencia interna (R_{INT}) con la siguiente ecuación:

$$R_{int} = \frac{(V_{oc} - V_L)}{I}$$

En donde: R_{INT} = resistencia interna en ohmios
 V_{oc} = tensión del circuito abierto de la unidad de potencia
 V_L = tensión de carga de la unidad de potencia
 I = corriente de carga de la unidad de potencia



ADVERTENCIA: No permita que la unidad de potencia funcione en circuito abierto durante más de 20 segundos. Cierre el suministro de combustible si no puede volver a conectar el acondicionador de potencia.

Si se llevó a cabo esta prueba porque la potencia de la unidad era inferior a la potencia establecida, vea el diagnóstico del resultado de la prueba en la sección 3.1.3.

3.8.3 Si la unidad genera la potencia establecida, la tensión del circuito abierto (V_{oc}) debe encontrarse dentro del rango de 52 a 56 voltios y la resistencia interna (R_{INT}), dentro del rango de 1,10 a 1,35 ohmios. Tenga en cuenta que si se encendió el TEG hace menos de 10 horas, o si se lo ha detenido y vuelto a encender varias veces en los últimos días, su resistencia interna puede ser algo mayor.

3.8.4 Los límites de funcionamiento máximo son 56,5 voltios para la tensión del circuito abierto y 1,45 ohmios para la resistencia interna. Si la unidad no produce la potencia establecida y se han descartado problemas con el sistema del quemador, el sistema de combustible y el sistema de refrigeración, se puede aumentar la presión del combustible hasta uno de los límites mencionados o hasta que se alcance la potencia establecida. Recuerde que tomará por lo menos 15 minutos para que el cambio en la presión del combustible surta efecto. Vea también las secciones 2.5.7 y 2.5.8.

Si la unidad no produce la potencia establecida sin superar estos límites o no responde al aumento de la presión del combustible, es posible que esté dañada. Tenga en cuenta que en algunos casos la unidad puede funcionar por debajo de la potencia nominal. Para más información, consulte a Gentherm Global Power Technologies.



ADVERTENCIA: No haga funcionar la unidad de potencia por sobre la potencia establecida, la máxima tensión del circuito abierto o la máxima resistencia interna.

3.9 Guía de solución de problemas

3.9.1 Cuando el TEG no funciona correctamente, es necesario determinar qué parte presenta fallas. Primero asegúrese de que todos los cables hagan buen contacto y estén correctamente conectados. Luego aíse la carga del usuario del acondicionador de potencia. Utilice la tabla 6 como guía para la solución de problemas del TEG y consulte las secciones indicadas de este manual para obtener más información.

Tabla 6

Guía de solución de problemas		
Síntoma	Causa/Solución	Sección
El quemador no enciende	Aire en la línea de combustible	2.3
	No hay combustible en la boquilla	
	a) Baja presión de gas	2.3
	b) Ajustes del regulador	2.4.5
	c) Filtro de combustible sucio	3.3.3
	d) Boquilla obstruida	3.3.3
	e) Válvula de paso del quemador abierta	2.4.5
	Con ignición por chispa opcional SI	
	a) Verifique el funcionamiento del sistema con SI	3.6
El quemador se enciende, pero no continúa encendido	Válvula de paso del quemador cerrada	2.4.5
	Sistema de combustible	
	a) Baja presión de gas	2.3
	b) Ajustes del regulador	2.4.5
	c) Combustible sucio	3.3.3
	d) Boquilla obstruida	3.3.3
	Con válvula de cierre automático	
	a) Verifique el termopar del SO	3.7.2
b) Válvula de cierre defectuosa	3.7.2	
Potencia de salida de la unidad de potencia baja	Tensión incorrecta, baja potencia de salida de la unidad de potencia	3.2
	Verifique que esté utilizando la potencia establecida correcta para las condiciones actuales.	1.5.2
	Siga el procedimiento de evaluación en las secciones 3.1.2 y 3.1.3	3.1.2 y 3.1.3
	Pruebe la unidad de potencia	3.8
	Verifique el funcionamiento del acondicionador de potencia	Manual por separado
Potencia de salida de la unidad de potencia alta	Presión del combustible incorrecta	3.1.2
	Verifique el funcionamiento del acondicionador de potencia	Manual por separado

3.11 Lista de piezas del TEG 8550

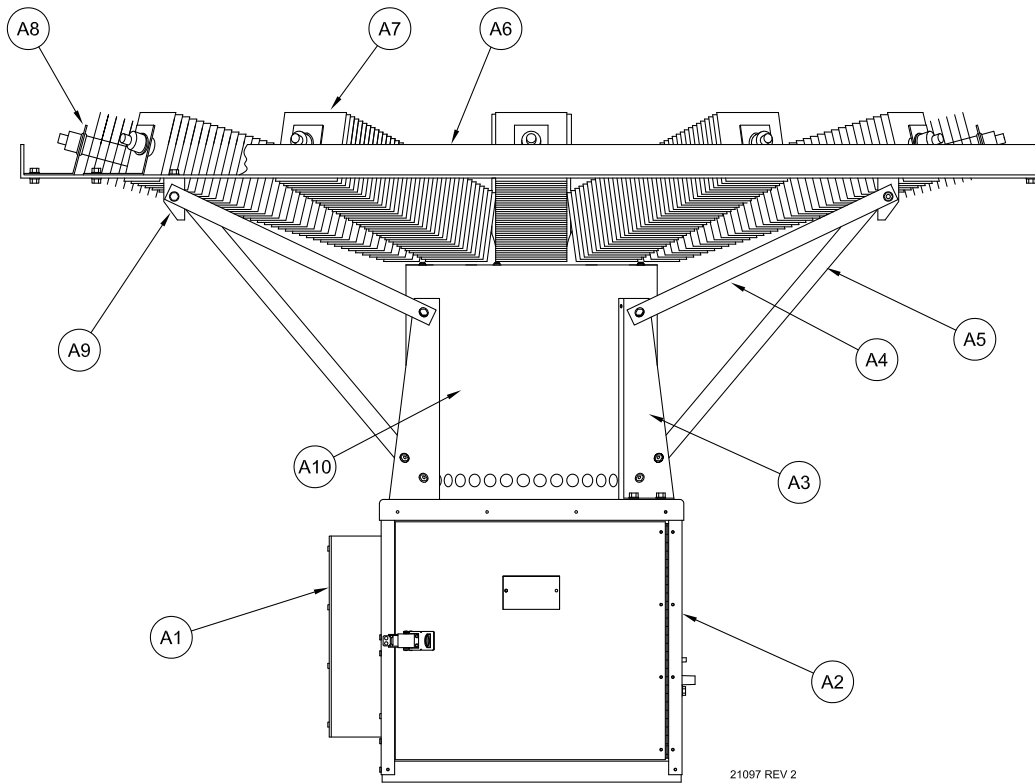


Figura 19 Lista de piezas del TEG 8550

Elemento	Pieza	Nro.	Descripción
----------	-------	------	-------------

A1	6300-03162		Limitador, Modelo 6720
A2	6200-21611		Conj. del gabinete
A3	4900-06431		Soporte, vertical, tubo de calor
A4	4900-06394		Brazo de soporte, superior, tubo de calor
A5	4900-06395		Brazo de soporte, inferior, tubo de calor
A6	4900-06393		Anillo de soporte, tubo de calor
A7	4900-22895		Conj. de tubo de calor, agua/metanol (extremo naranja)
	4900-22896		*Conj. de tubo de calor, agua/etanol (extremo negro)
	4900-22897		*Conj. de tubo de calor, metanol (extremo blanco)
A8	4900-06396		Sujetador de tubo de calor
A9	4900-06397		Soporte
A10	4900-06398		Protector del convertidor

*Nota: El tipo de conjunto de tubos de calor varía según el tipo de TEG de la siguiente manera:

Temperatura cálida: utiliza 12 4900-22895

Temperatura fría: utiliza 6 4900-22897 (extremo blanco)

alternando con 6 4900-22896 (extremo negro).

Temperatura ambiente: utiliza 12 4900-22896

Verifique el color del extremo del tubo de calor para determinar qué tipo utilizar.

3.10.1 Lista de piezas del TEG 8550

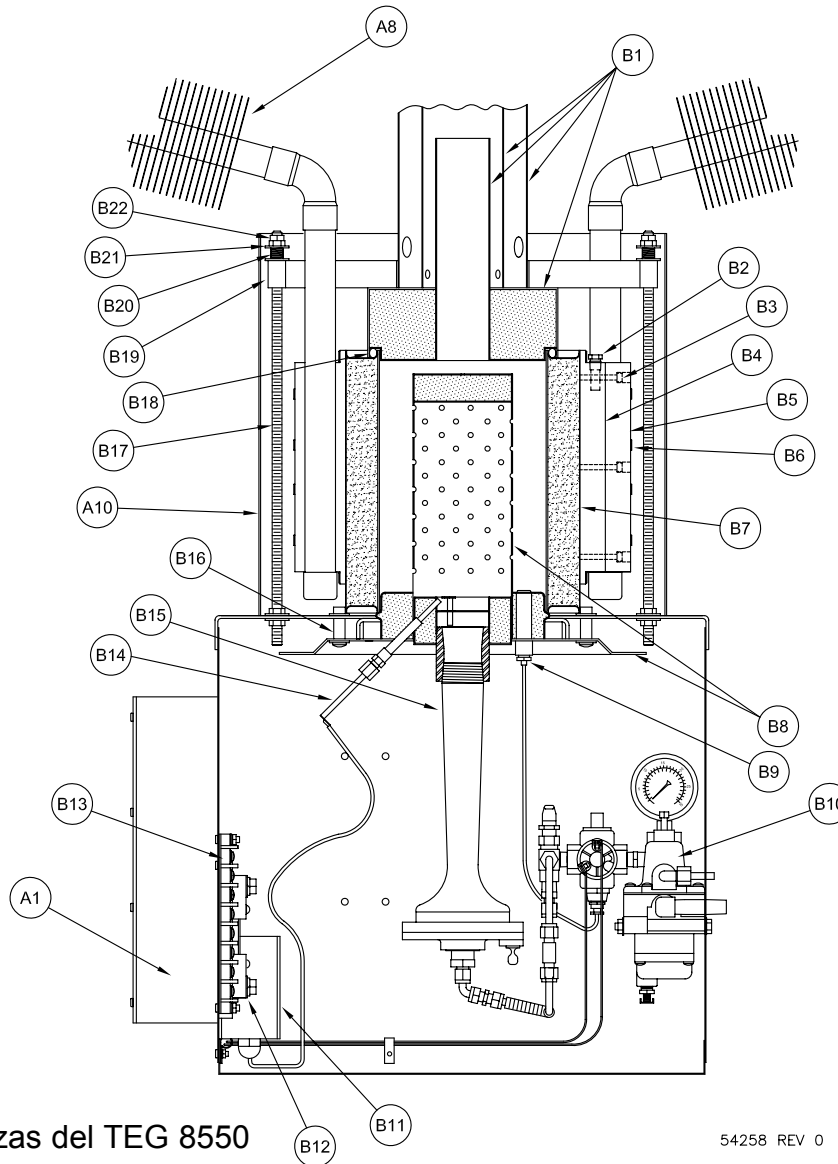


Figura 20 Lista de piezas del TEG 8550

54258 REV 0

Elemento	Pieza	Nro.	Descripción
B1	4500-05406		Conj. de chimenea de salida, 8550
B2	3054-50506		Tapón, 1/4 MNPT, hex., latón, B-4-P
B3	2510-02104		Tornillo, cabeza hue. hex., 10-32 x 1", a. inox.
B4	4900-21646		Base de apoyo, tubo de calor
B5	4900-06462		Bloque, tubo de calor
B6	2900-06991		Abrazadera, Oetiker, 178-315SQ
B7	7900-08906		Unidad de potencia, 8550
B8	6100-22490		Conj. del quemador
B9	3400-00177		Termopar, 24"
B10	6400-54253		Sistema de combustible, gas natural
o	6400-54252		Sistema de combustible, propano

3.10.2 Lista de piezas del TEG 8550

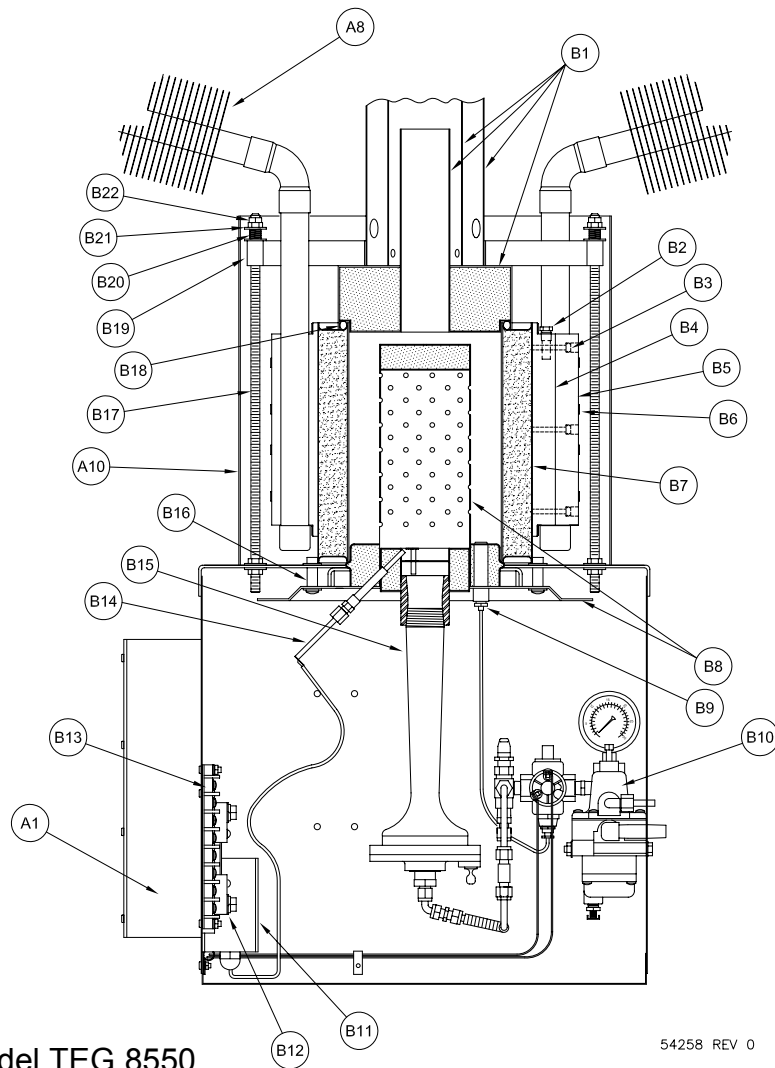


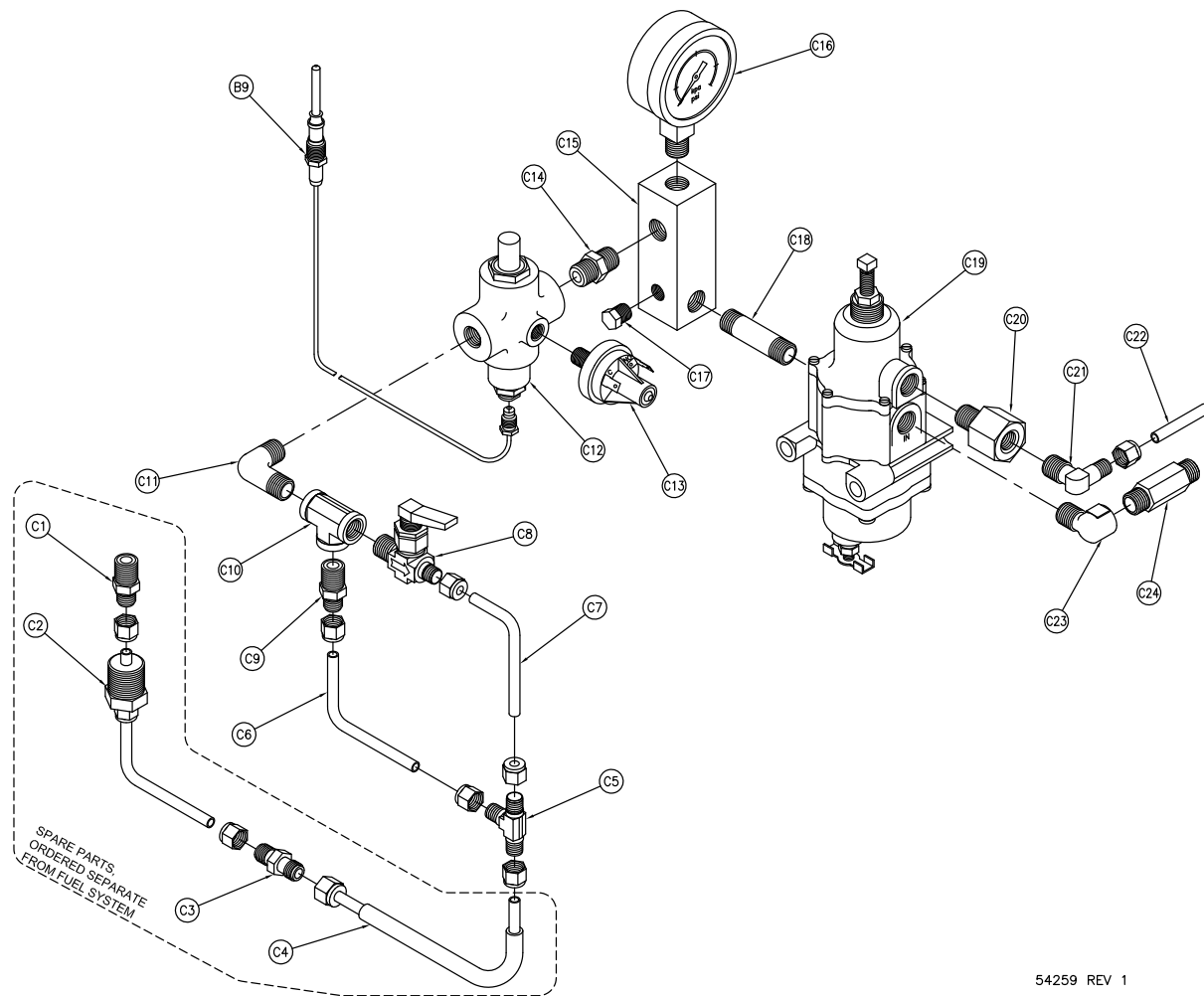
Figura 20 Lista de piezas del TEG 8550

54258 REV 0

Elemento	Pieza	Nro.	Descripción
----------	-------	------	-------------

B11	6300-20144	Módulo de ignición por chispa
	2400-27019	Batería, 2 V, 2,5 Ah, tamaño D (dentro de B11)
B12	2400-05238	Derivación, 50 A 50 mV, Bach 6709
B13	2200-02110	Placa de bornes, posición 8
B14	4900-06768	Conj. de electrodos de chispa
B15	4000-06418	Tubo Venturi
B16	2900-06968	Separador, 1/2" Hex., 1/4-20 x 5/8", a. inox.
B17	4900-06400	Varilla de montaje, convertidor
B18	4900-05545	Junta de escape
B19	4900-06645	Anillo de montaje del convertidor
B20	2900-05576	Resorte, Spaenaur, 610-403
B21	2856-05578	Arandela plana, 5/16, a. inox
B22	2556-05579	Tuerca, hex., 5/16-18, a. inox.

3.11 Lista de piezas del sistema de combustible



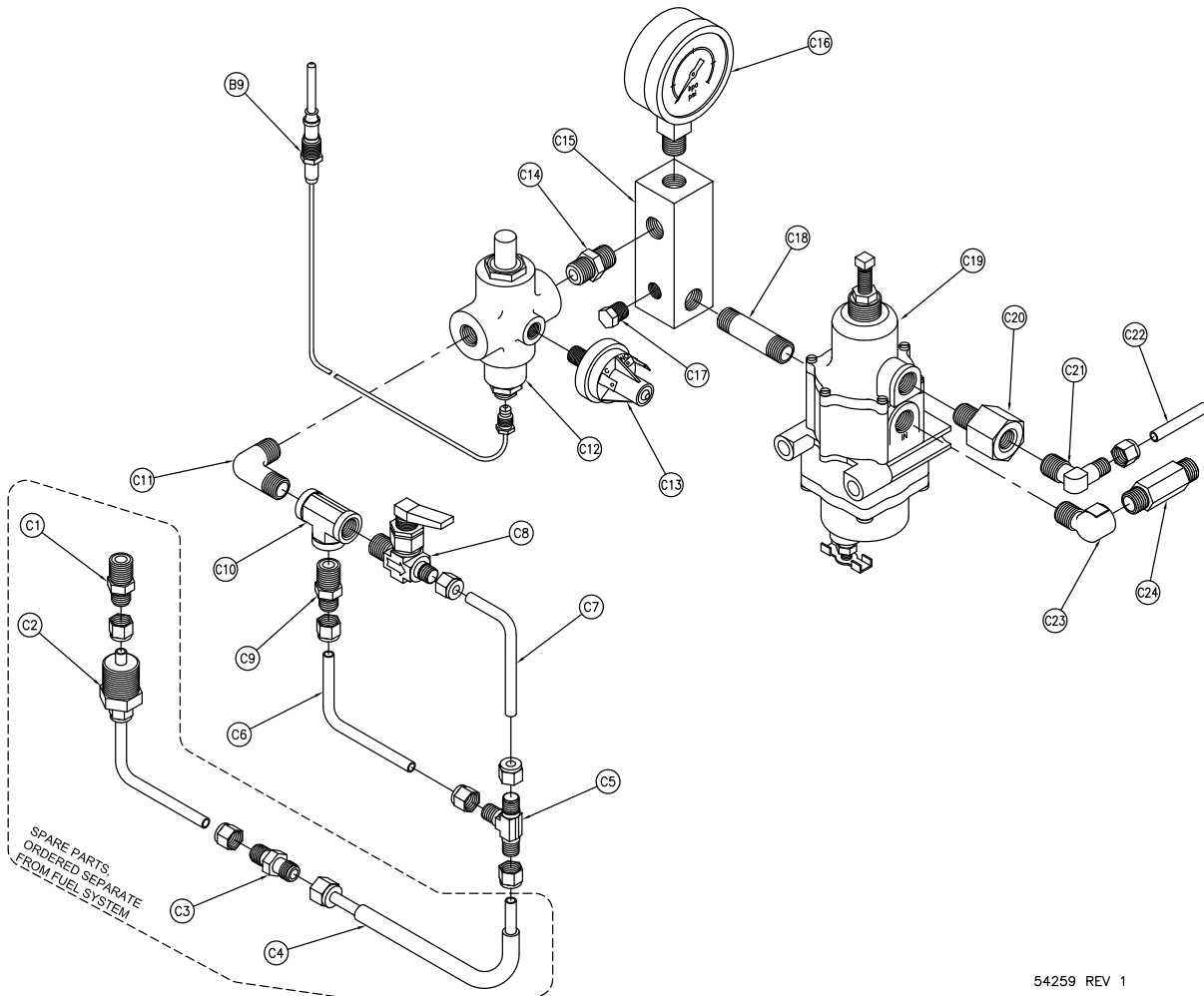
54259 REV 1

Figura 21 Lista de piezas del sistema de combustible, TEG 8550

Elemento	Pieza	Nro.	Descripción
C1	4200-06434	*	Boquilla, propano, 0,040
	4200-06433	*	Boquilla, gas natural, 0,061
C2	4200-05897	*	Conj. de tubo boquilla
C3	3084-05554	*	Unión, 1/4 TB, B-400-6, latón
C4	4200-05286	*	Kit de línea de combustible
C5	3084-05551	*	Unión en T, 1/4 TB, B-400-3, latón
C6	4200-24915		Tubo, circuito de encendido
C7	4200-24916		Tubo, circuito de funcionamiento
C8	3094-05552		Válvula, purgadora, de aguja, B-IGM4-S4, latón
C9	3400-05549		Amortiguadora, propano, B4SMA-400W
	3400-05550		Amortiguadora, gas natural, B4SMA-400L
C10	3074-05048		T, 1/4 FNPT, 101-B, latón
C11	3034-00476		Codo, 90, 1/4 MNPT, latón

* Las piezas se deben solicitar por separado del resto del sistema de combustible.

3.11.1 Lista de piezas del sistema de combustible



54259 REV 1

Figura 21 Lista de piezas del sistema de combustible, TEG 8550

Elemento	Pieza	Nro.	Descripción
C12	3090-00176		Válvula, cierre
C13	3400-06471		Interruptor, presión, 1,5 PSI
C14	3044-00501		Niple, hexagonal, 1/4 NPT x 1 1/2", latón
C15	4200-02100		Bloque múltiple
C16	3200-00406		Manómetro, 0 a 30 PSI
C17	3054-00432		Tapón, cabeza hex., 1/8-27 NPT, latón
C18	3044-00376		Niple, 1/4 NPT x 2" long., latón
C19	3100-22359		Regulador, 3 a 20 PSI, Fisher 67CFR
C20	3011-02360		Adaptador, 1 1/4 MNPT x 1/4 FNPT, a. inox.
C21	3031-20071		Codo, 1/4 TB x 1/4 MNPT, a. inox.
C22	4200-20122		Conj. de tubo ventilación
C23	3034-00384		Codo macho-hembra, 1/4 NPT, latón
C24	3044-02154		Niple, hexagonal, 1/4 NPT x 2" long., latón
C25	3400-22363		Kit de filtros, Fisher 67CFR, 1F257706992 y T14057T0022

4 LIMITADOR DE TENSIÓN 6720 OPCIONAL PARA EL MODELO 8550

4.1 Información general

4.1.1 Aplicación del producto

Los limitadores de tensión 6720 están unidos a la salida del generador en paralelo con la carga del usuario. Se los puede utilizar en sistemas de múltiples generadores para:

- Proporcionar una carga óptima para los TEG.
- Proporcionar tensión constante ajustable a la carga del usuario.

4.1.2 Descripción del producto

El limitador de tensión 6720 es un regulador de derivación con amplificador lineal de estado sólido. El circuito del limitador detecta la tensión de salida del TEG a través de una serie de resistencias y transistores que actúan manteniendo la tensión a un nivel ajustable. La figura 22 muestra las medidas del limitador de tensión 6720.

Especificaciones:

Rango de tensión: 24 a 30 voltios

Rango de potencia: 0 a 729 vatios

Regulación: 0,25 % a 25 °C, sin carga a regulación completa

Coefficiente de temperatura: 0,009 %/°C (promedio de -40 °C a +45 °C)

Ondulación: 0 (fuente CC pura)

Protección contra sobrecarga: El limitador está en paralelo con el TEG; por lo tanto, la resistencia interna del TEG limita la corriente del circuito.

Protección contra corriente inversa: Protegido por un diodo en serie con la salida.

Circuito abierto: La tensión del circuito abierto no puede superar la tensión establecida del limitador.

Relé detector de tensión (VSR): El limitador está equipado con un relé detector de tensión estándar. El VSR proporciona un conjunto de contactos que activan la alarma cuando la tensión cae por debajo del mínimo preestablecido.

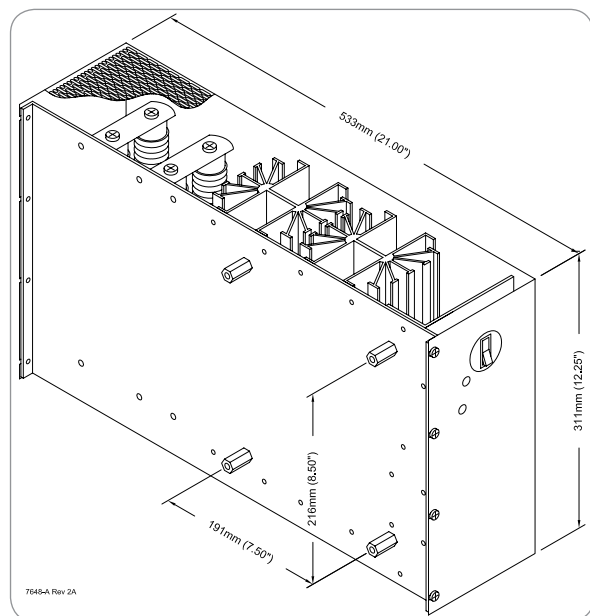


Figura 22 Descripción física del limitador de tensión 6720

4.2 Funcionamiento

4.2.1 Ajuste de la tensión de salida

No se debe intentar ajustar la tensión de salida del limitador de tensión hasta que el sistema del generador esté configurado y en funcionamiento de acuerdo con el manual de instrucciones del generador.

- 1) Revise todas las conexiones eléctricas.
- 2) Desconecte las cargas de usuario de los bornes 2 y 4 de la placa de bornes TB-1.
- 3) Conecte el positivo (+) de un voltímetro de CC al borne 6 y el negativo (-) al borne 4 con un voltímetro de rango adecuado y utilizando un 1 % de precisión.
- 4) Ubique el tornillo de ajuste de tensión (vea las figuras 23 y 24) y gírelo hasta obtener la tensión deseada.
- 5) Conecte la carga del usuario a los bornes 2(+) y 4(-).
- 6) Verifique que todas las conexiones de los cables estén bien ajustadas y cierre la puerta con el cerrojo.

4.2.2 Extracción del diodo de corriente inversa

Cada limitador de tensión tiene un diodo de alta corriente en serie con la salida para proporcionar protección en caso de corriente inversa en instalaciones donde se están cargando baterías. Es posible que las baterías se descarguen si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- a) El limitador de tensión está ajustado a una tensión menor a la de la batería con salida normal al TEG.
- b) La tensión del limitador está ajustado a una tensión igual o menor a la de la batería y el TEG tiene tensión cero o tensión menor que la salida de tensión de la batería.

El diodo tiene una pérdida de potencia de 12 vatios con una corriente de carga de 17 A y una caída de tensión de aproximadamente 0,7 voltios.

En instalaciones donde se requiere máxima potencia, puede ser conveniente derivar permanentemente el diodo.

Importante: Antes de derivar el diodo, el usuario debe confirmar que la batería no se descargue o que no sea perjudicial para la instalación.

Si desea derivar el diodo, consulte el diagrama esquemático (figura 25) y la ilustración de piezas (figura 26).

Recuerde que el TEG envía potencia de 20 a 30 amperios; por lo tanto, seleccione el tamaño de los cables y el método de conexión en consecuencia.

4.2.3 Ajuste del relé detector de tensión

Si necesita utilizar este VSR en su sistema, proceda con el siguiente procedimiento de ajuste.

1. Consulte las figuras 23 y 24.
2. Conecte un voltímetro de CC a la salida del limitador de tensión.
3. Quite la cubierta del limitador de tensión.
4. Ajuste la tensión de salida del limitador de tensión a la tensión deseada para que active la alarma según la sección 2.1.
5. Coloque un ohmímetro entre los bornes 1 y 2 de la regleta de terminales del relé detector de tensión.
6. Gire el tornillo de ajuste del relé (figura 23) hasta que los contactos se abran (se encuentran cerrados durante el funcionamiento normal).
7. Vuelva a ajustar la tensión de salida del limitador de tensión al nivel de funcionamiento deseado.
8. Conecte el cableado de la alarma del usuario a la regleta de terminales del VSR (figura 24).

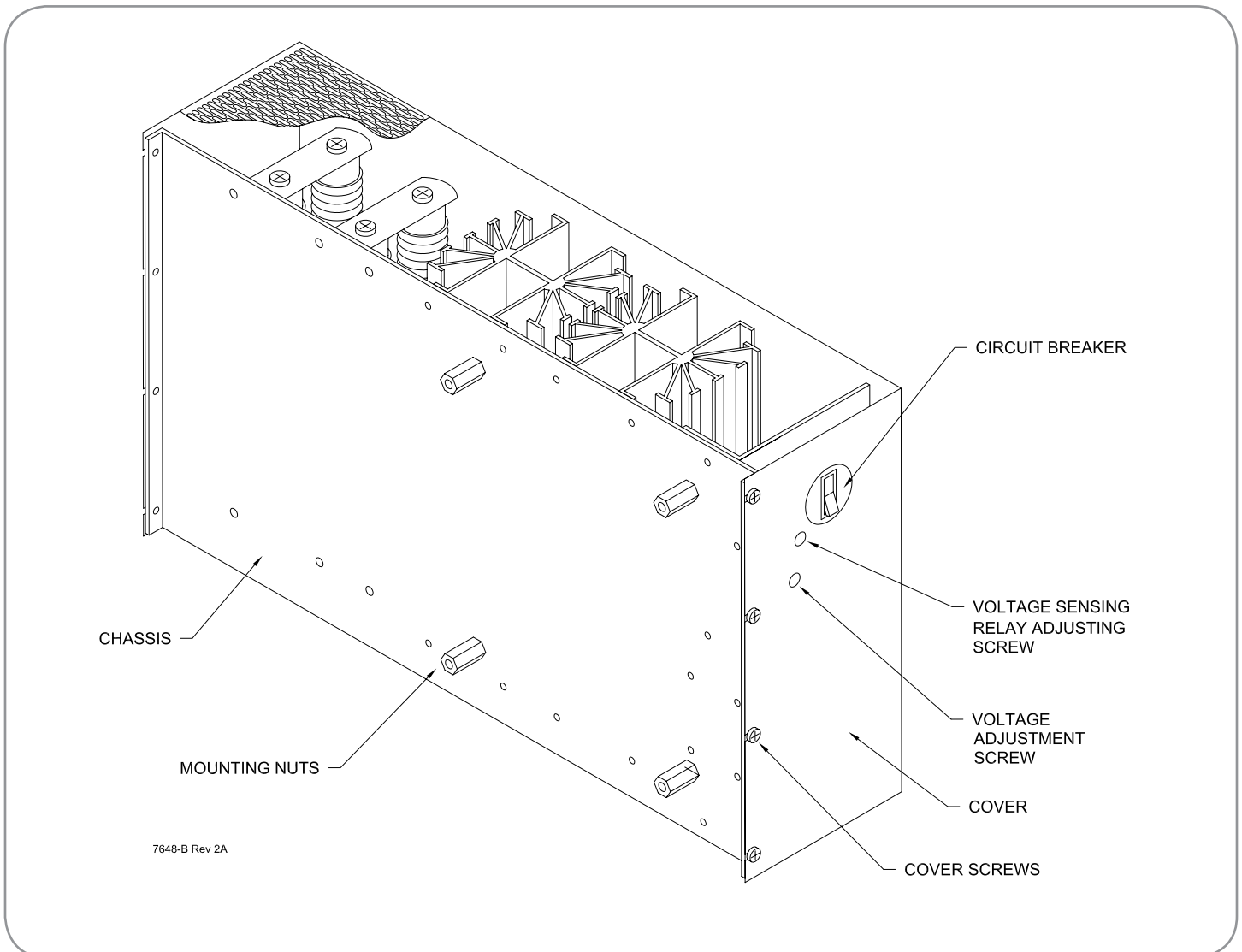
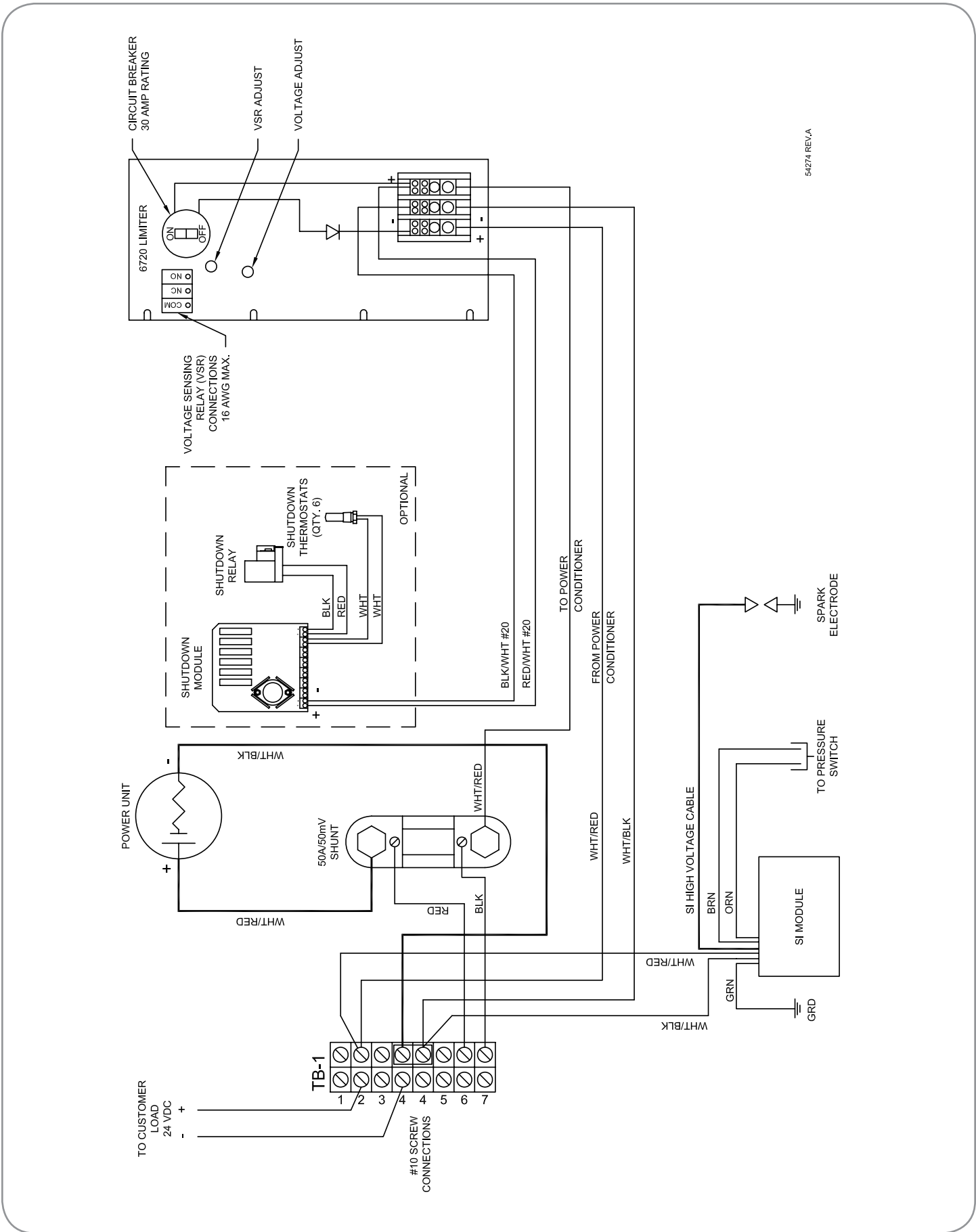


Figura 23 Limitador de tensión 6720



54274 REV.A

Figura 24 Diagrama de cableado del TEG 8550 con limitador de tensión

4.3 Servicio

4.3.1 Teoría del funcionamiento

4.3.1.1 Cada par termoeléctrico del TEG se parece más a una celda de batería plomo-ácido única en el sentido de que es principalmente una fuente de corriente alta y tensión baja. Por ejemplo, cada par termoeléctrico de un TEG modelo 8550 genera normalmente 87 mV a 21 A. El generador consta de 325 pares en serie que generan una tensión de carga de 28 voltios. Esta tensión es el punto de carga equiparada en el TEG modelo 8550 donde la potencia máxima se transfiere a la carga. En los sistemas con múltiples generadores, varios TEG se conectan en serie para obtener la tensión de carga requerida.

4.3.1.2 El limitador de tensión 6720 se puede utilizar en sistemas de múltiples generadores para:

- a) Proporcionar la carga óptima para los TEG.
- b) Proporcionar tensión constante ajustable a la carga del usuario.

El limitador de tensión es un regulador de derivación de estado sólido. Los transistores Q1 y Q3 funcionan como una red de controladores para los transistores Q25 y Q26, que proporcionan el control que activa a los transistores Q21 a Q24. Una red de divisores de tensión (resistencias R4, R13 y R16) detecta la tensión de salida del TEG en la base del Q3. La resistencia R13 es ajustable y se emplea para fijar el punto de límite de tensión. La tensión del emisor de Q3 se mantiene constante mediante el diodo Zener D1. La resistencia R5 mantiene el D1 con una ligera conducción y en modo de funcionamiento lineal para mantener una buena regulación.

Un aumento de la resistencia de carga del usuario hace que la tensión de salida del TEG aumente y que se encienda el Q3. El flujo de corriente a través de las resistencias R1, R7 y R15 enciende los transistores Q1, Q25 y Q26 que controlan del Q21 al Q24. Los transistores de potencia Q21 a Q24 y las resistencias de potencia R29, R30 y R31 juntas disipan el exceso de potencia y mantienen constante la tensión de salida del TEG.

Si la resistencia de carga del usuario disminuye, sucede lo contrario. El transistor Q3 y las etapas subsiguientes se inactivan, lo que produce que se disipe menos potencia en Q21 a Q24 y R29 a R31, manteniendo así una tensión de salida constante.

3.1.3 El circuito de VSR (Relés detectores de tensión) se emplea para detectar condiciones de subtensión en la salida del TEG que activa la alarma. El funcionamiento del circuito es muy similar al circuito limitador de tensión que se describe anteriormente. La resistencia R14 es ajustable y se emplea para fijar el punto de alarma. Si la tensión de salida del TEG aumenta por sobre el nivel fijado por R14, Q4 se enciende, energizando el relé K1 a través de Q2. La realimentación a través de la resistencia R11 hace que el circuito K1 se desenergice a una tensión menor que el nivel al cual se energizó (p. ej., relé energizado a 15 V, desenergizado a 12 V). Esto proporciona una mayor estabilidad al circuito del VSR.

4.3.2 Mantenimiento

El diseño de estado sólido de alta fiabilidad del limitador de tensión hace que esencialmente no requiera mantenimiento. Compruebe de forma periódica que:

1. El caudal de aire fluya sin obstrucciones a través del área de disipación de calor.
2. El nivel de la tensión de salida sea correcto. Vuelva a fijarlo si es necesario; vea la sección 4.2.1.
3. Ajuste las conexiones de los cables en la entrada y en la salida del acondicionador de potencia. Verifique que los contactos de alta resistencia no estén oxidados. Si lo están, límpielos y vuelva a ajustarlos.

4.3.3 Solución de problemas

Cuando el sistema del generador al cual está conectado el limitador de tensión no produce potencia o tensión nominales, es necesario determinar cuál es el equipo que presenta fallas.

Nota: No intente solucionar el problema del limitador de tensión hasta no haber confirmado que los TEG funcionan correctamente de acuerdo con el manual de instrucciones.

Si los TEG funcionan correctamente, tome las siguientes medidas:

1. Revise que los cables no estén haciendo mal contacto; asegúrese de que estén firmes y que el limitador de tensión esté eléctricamente conectado al TEG de manera correcta.
2. Desconecte las cargas del usuario de los bornes 2 y 4 de la placa de bornes TB-1 (vea el diagrama de cableado, figura 24).
3. Revise la tensión de salida de los bornes 2 y 4 de la placa de bornes TB-1. Si los TEG funcionan correctamente, pero la tensión no es normal, es posible que el limitador de tensión esté defectuoso. Para conocer más acerca de la reparación; vea la sección 4.3.4.

4.3.4 Reparación

4.3.4.1 Reparación en el emplazamiento: Si se determina que el limitador de tensión presenta defectos, después de haber investigado el TEG, siga estos pasos:

1. Consulte el diagrama de cableado, figura 24.
2. Quite la cubierta del limitador de tensión (8 tornillos nro. 10-32).
3. Mirando el diagrama esquemático, figura 25, verifique la tensión de los diversos circuitos con un voltímetro.
4. Determine si alguno de los componentes es defectuoso y cámbielo.

4.3.4.2 Reparación en banco: Para realizar la prueba del limitador de tensión, se necesita una fuente de alimentación de CC con un rango mínimo de 0 a 39 V y una capacidad de corriente superior a 1 A, pero inferior a 20 A.

1. Quite el limitador de tensión del TEG.
2. Consulte el diagrama esquemático, figura 25.

3. Enciéndalo y coloque el control de tensión de alimentación en cero. Si la fuente de alimentación tiene limitación de corriente, fije el control del límite de corriente entre 1 y 20 amperios.
4. Aumente lentamente la tensión de salida de la alimentación hasta que empiece a fluir la corriente.
5. Utilice el diagrama esquemático para verificar y reemplazar los componentes defectuosos.

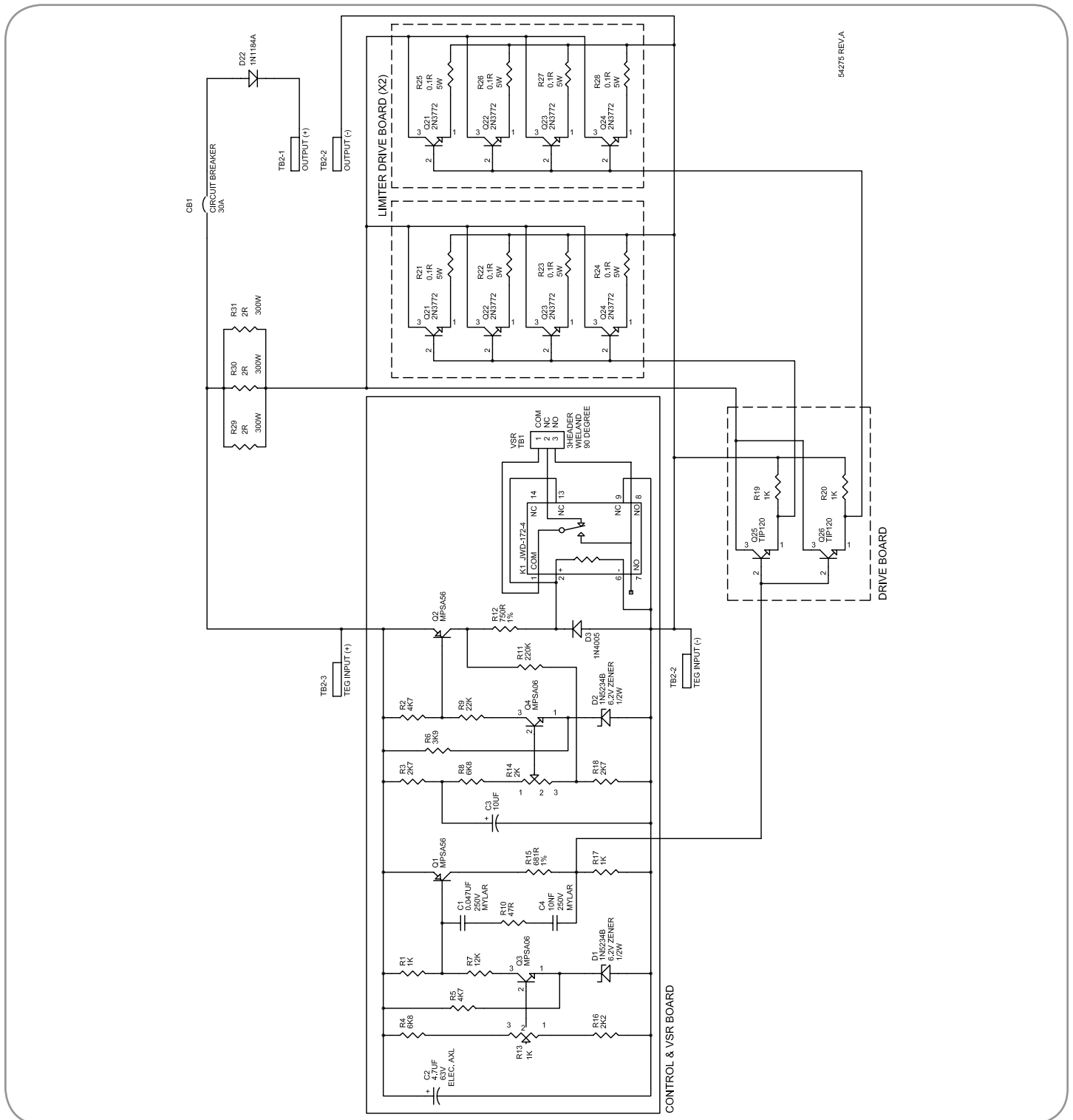
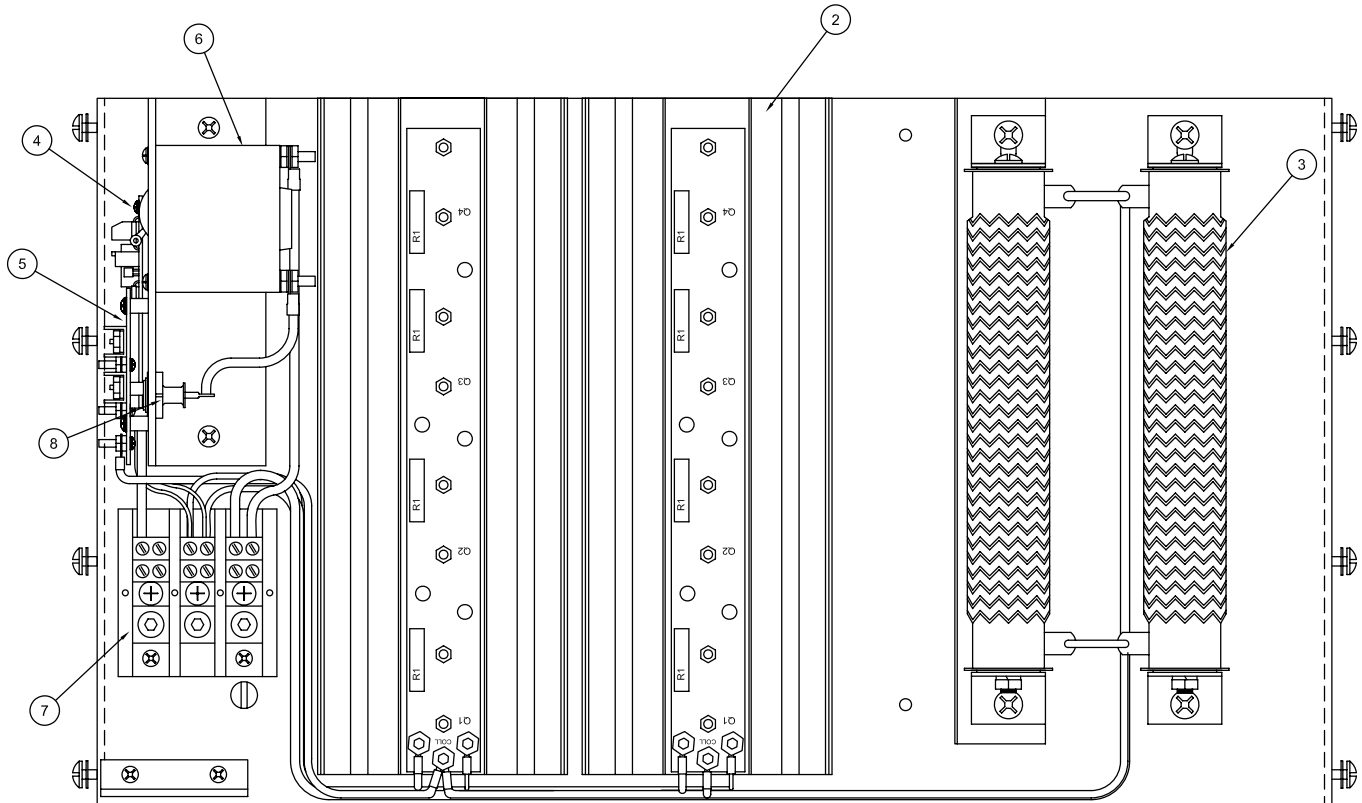


Figura 25 Diagrama esquemático del limitador de tensión 6720

4.3.5 Lista de piezas del limitador 6720



54278 REV.A

Figura 26 Piezas principales del limitador 6720

Elemento	Pieza Nro.	Descripción
1	4900-20184	Conj. de cubierta, limitador, 8550 (no ilustrado, solicitar por separado)
2	2400-03154	Conj. de disipador calor
3	2410-00116	Resistencia, 2 ohmios, 300 vatios, 10 %
4	4900-59056	Placa del VSR y control, 24 voltios
5	2400-61042	Tarjeta de controladores
6	2400-00284	Disyuntor, 30 amperios
7	2200-06714	Placa de bornes, 3 polos, de alta resistencia
8	2400-02580	Diode de salida

4.3.6 Lista de piezas electrónicas del limitador 6720 (vea las figuras 6 y 7)

Elemento	Descripción
C1	Capacitor, 0,047 μ F, 250 voltios, Mylar
C2	Capacitor, 4,7 μ F, 50 voltios, elec. radial
C3	Capacitor, 10 μ F, 35 voltios, elec. radial 0,1
C4	Capacitor, 10 nF, 50 voltios, mono radial 0,2"
H1	Conector, 3 Pos, Wieland, 90 grados,
K1	Relé, Dip
R1	Resistencia, 1K, 1/4 vatio, 5 %
R2	Resistencia, 4K7, 1/4 vatio, 5 %
R3	Resistencia, 2K7, 1/4 vatio, 5 %
R4	Resistencia, 6K8, 1/4 vatio, 5 %
R5	Resistencia, 4K7, 1/4 vatio, 5 %
R6	Resistencia, 3K9, 1/4 vatio, 5 %
R7	Resistencia, 12K, 1/4 vatio, 5 %
R8	Resistencia, 6K8, 1/4 vatio, 5 %
R9	Resistencia, 22K, 1/4 vatio, 5 %
R10	Resistencia, 47R, 1/4 vatio, 5 %
R11	Resistencia, 220K, 1/4 vatio, 5 %
R12	Resistencia, 750R, 1/4 vatio, 1 %
R13	Potenciómetro, 1K, 10 vueltas, TT
R14	Potenciómetro, 2K, 10 vueltas, TT
R15	Resistencia, 681R, 1/4 vatio, 1 %
R16	Resistencia, 2K2, 1/4 vatio, 5 %
R17	Resistencia, 1K, 1/4 vatio, 5 %
R18	Resistencia, 2K7, 1/4 vatio, 5 %
R21-R24	Resistencia, 5 vatios, 10 %
R25-R26	Resistencia, 1K, 1/4 vatio, 5 %
R29-R31	Resistencia, 2R0, 300 vatios, 10 %
D1	Diodo, Zener, 1N5234B, 6,2 V, 1/2 vatio
D2	Diodo, Zener, 1N5234B, 6,2 V, 1/2 vatio
D3	Diodo, 1N4005/7 1A
D22	Diodo, 1N1184A
Q1	Transistor, TO-92, MPSA56
Q2	Transistor, TO-92, MPSA56
Q3	Transistor, TO-92, MPSA06
Q4	Transistor, TO-92, MPSA06
Q21-Q24	Transistor, TO-3, 2N3772
Q25-Q26	Transistor, TIP120

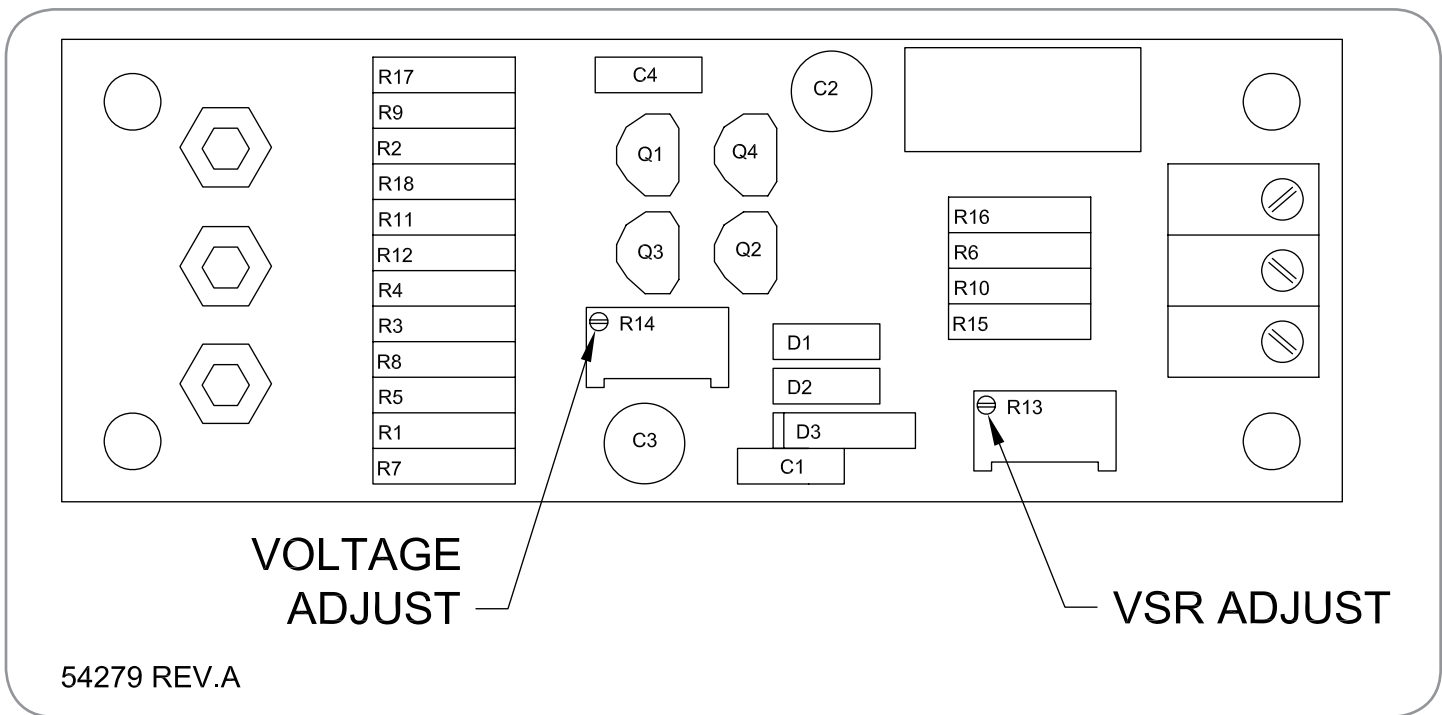


Figura 27 Placa del VSR y control

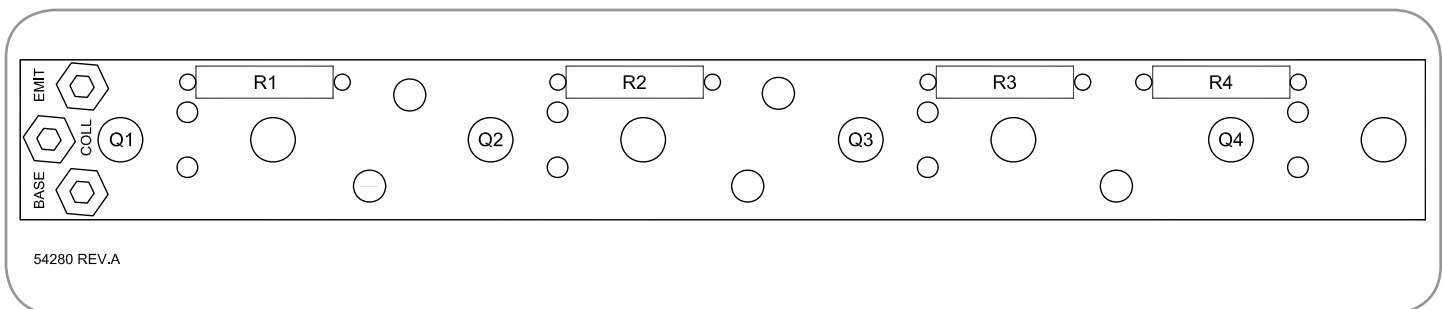


Figura 28 Tarjeta del controlador del limitador

5 SISTEMA DE INTERFAZ DE PROTECCIÓN CATÓDICA OPCIONAL

5.1 INFORMACIÓN GENERAL

5.1.1 Introducción

El sistema de interfaz de protección catódica proporciona ajuste y control de la potencia a la carga de CP. Los cables de ánodo y cátodo entran al gabinete por su parte inferior y se conectan directamente a una placa de bornes de alta resistencia. Consulte las ubicaciones y descripciones de los componentes más importantes del gabinete de la interfaz de CP en la figura 29.

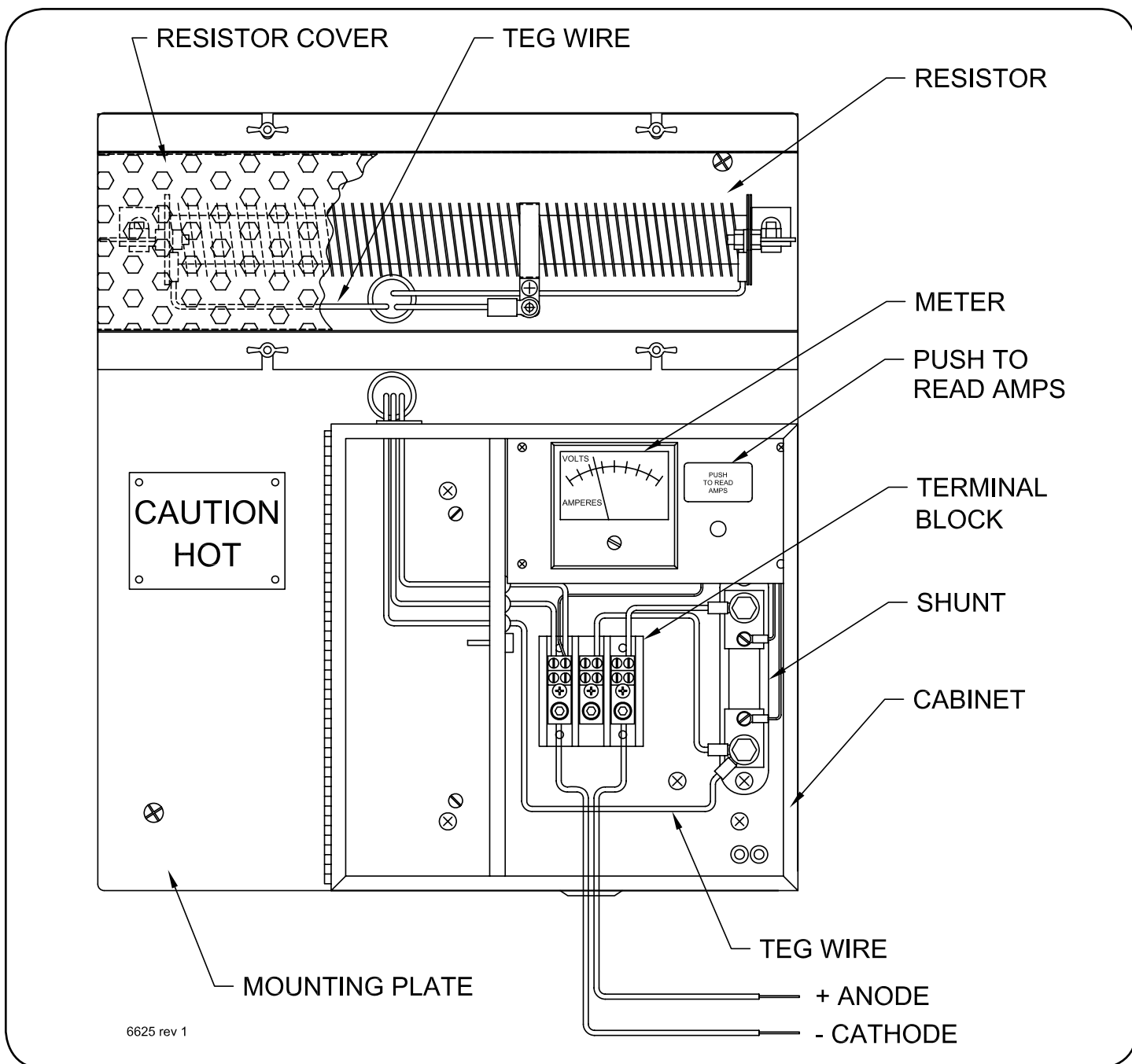


Figura 29 Panel de interfaz de protección catódica

5.1.2 Indicador

El indicador de doble escala muestra la tensión en la placa de bornes y la corriente cuando se oprime el botón PUSH TO READ AMPS (Presionar para leer amperios). El medidor tiene una precisión de $\pm 3\%$ de la escala completa (50 mV) y es hermético.

5.1.3 Derivación de corriente

Se utiliza una derivación para medir la corriente a la placa de bornes. La caída de tensión a lo largo de la derivación es proporcional a la corriente que fluye a través de ella. La capacidad nominal de la derivación de corriente es de 30 A = 50 mV.

5.1.4 Ajuste

Es posible utilizar una resistencia variable de 0 a 1 ohmio, 1000 vatios ubicada en la parte superior del panel de CP para ajustar la potencia de salida de la interfaz de CP. Esta resistencia puede conectarse en serie o en paralelo con la carga de CP. Vea la conexión en serie en la figura 30 y la conexión en paralelo en la figura 31.

5.1.5 En serie

Al conectar la resistencia de 1000 vatios en serie con la carga de CP, es posible enviar la máxima potencia permitida a la carga de CP. Esto se logra moviendo la toma hacia el lado izquierdo de la resistencia. Para reducir la potencia hacia la carga de CP, deslice la toma hacia la derecha.

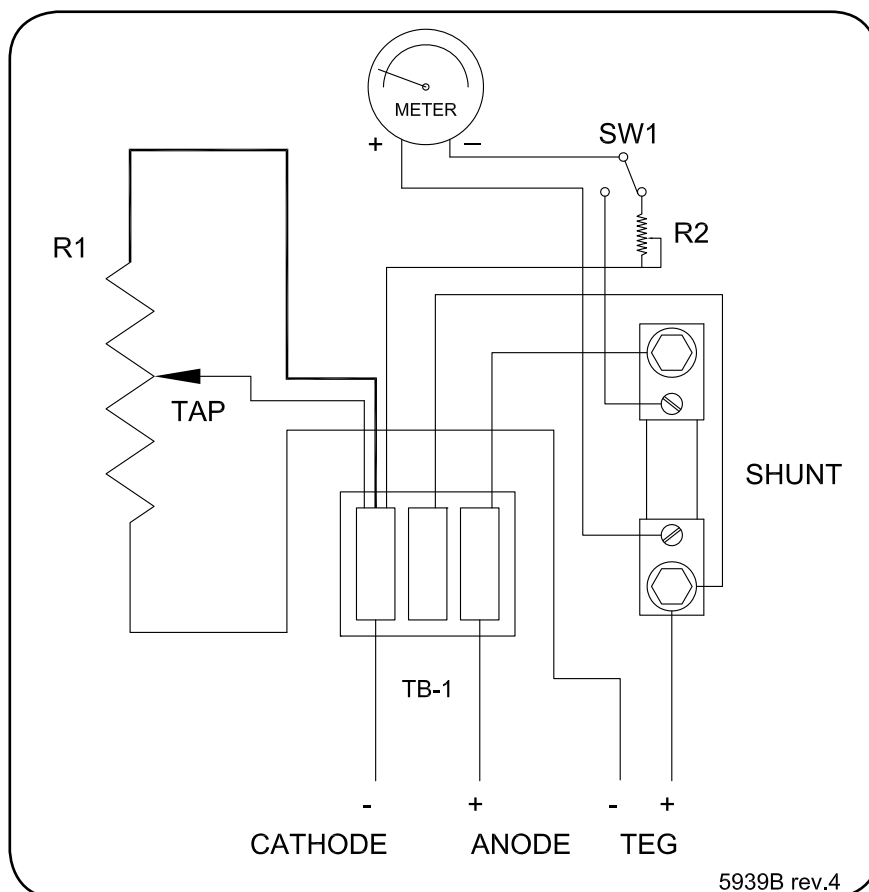


Figura 30 Diagrama esquemático, conexión en serie

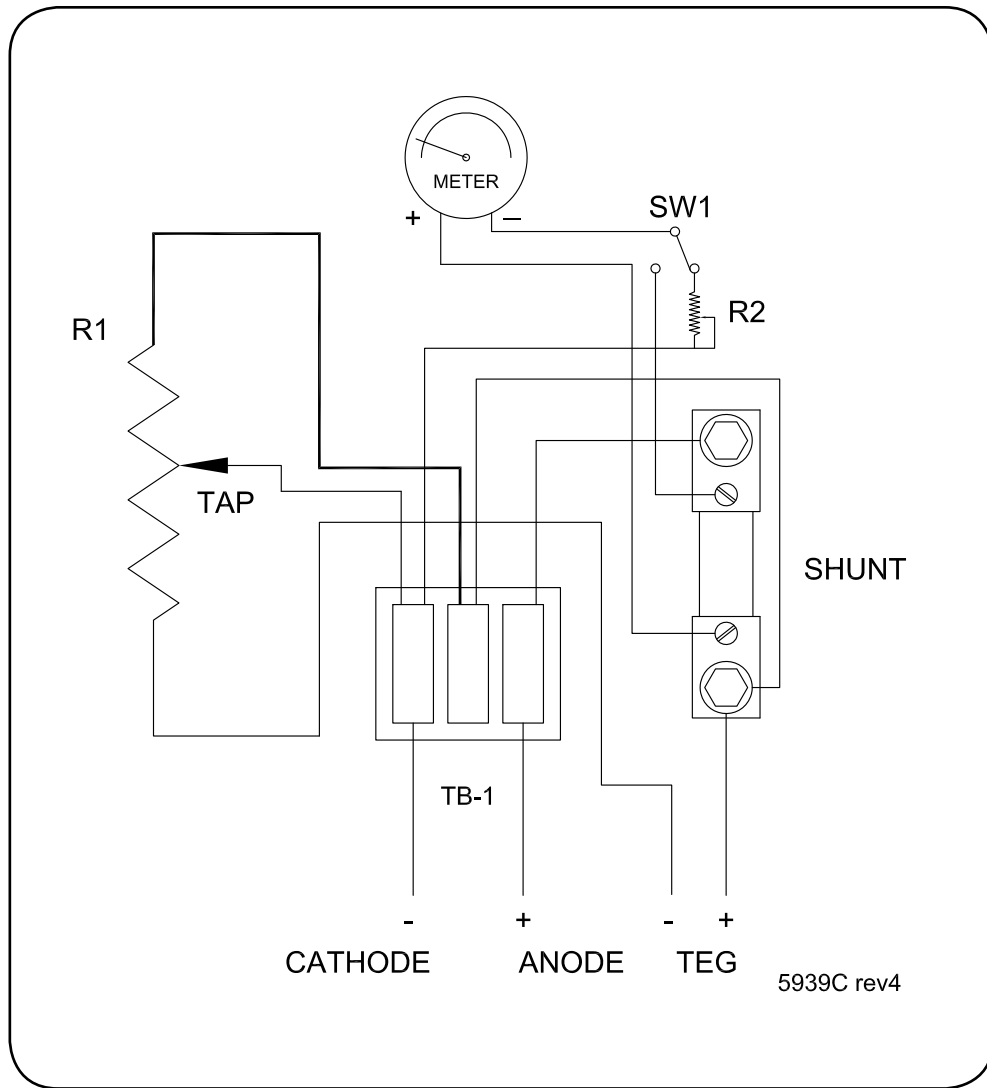


Figura 31 Diagrama esquemático, conexión en paralelo

5.1.6 En paralelo

Al conectar la resistencia de 1000 vatios en paralelo con el TEG, es posible enviar niveles de potencia más pequeños a la carga de CP. A veces esto es necesario para reducir los puntos calientes del ánodo. Con la toma ubicada en el lado derecho de la resistencia, la potencia de salida es cero. Cuando se mueve la toma a la izquierda, aumenta la potencia de la carga de CP.

El cambio de conexión en serie a conexión en paralelo se realiza moviendo el cable que proviene del lado derecho de la resistencia de 1000 vatios, de la posición izquierda al centro de la placa de bornes de alta resistencia.

Se proporciona una lista completa de piezas para los sistemas de interfaz de protección catódica en las siguientes páginas.

5.1.7 LISTA DE PIEZAS, PANEL DE INTERFAZ DE CP, 8550

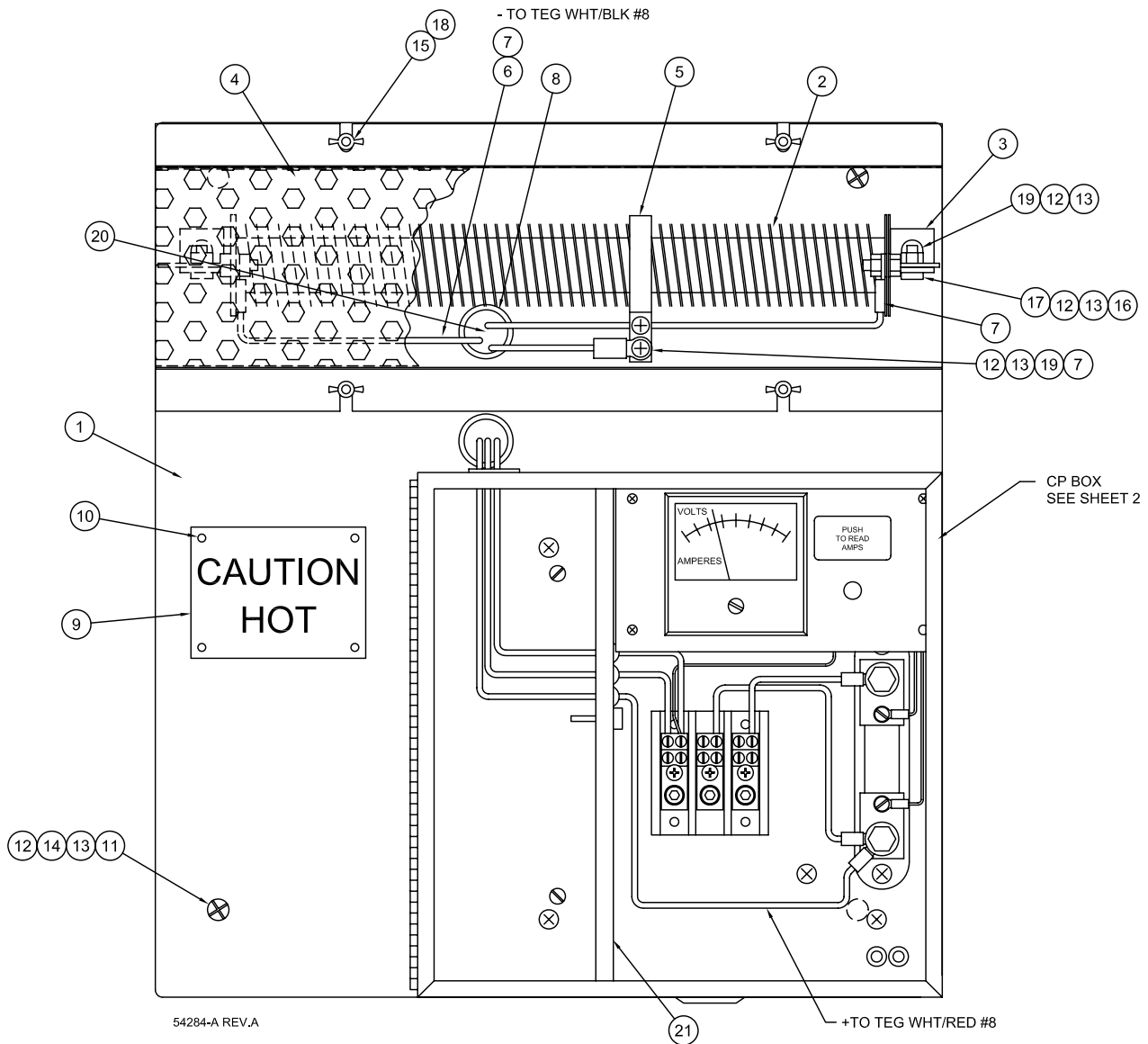


Figure 32 Piezas del conjunto del panel de CP

Elemento	Pieza Nro.	Descripción	Cant.
1	4900-06621	Placa de montaje, 8550 CP	1
2	2410-06566	Resistencia, 1 ohmio, PFE5K1R00	1
3	4900-06567	Soporte de montaje, resistencia	2
4	4900-06594	Conj. de cubierta, resistencia	1
5	4900-06608	Resistencia deslizante	1
6	2108-02107	Cable, nro. 8 blanco/negro, ESTAÑO-PLATINO-COBRE	35
7	2010-02584	Terminal anillo, rojo, cable nro. 8, prisionero 1/4	1
8	2900-05722	Buje, universal, 1"	2
9	3600-06609	Etiqueta, Precaución caliente	1
10	2900-05225	Remache, POP, 1/8 a. inox., 0,126 – agarre 0,187	4

5.1.7 LISTA DE PIEZAS, PANEL DE INTERFAZ DE CP, 8550

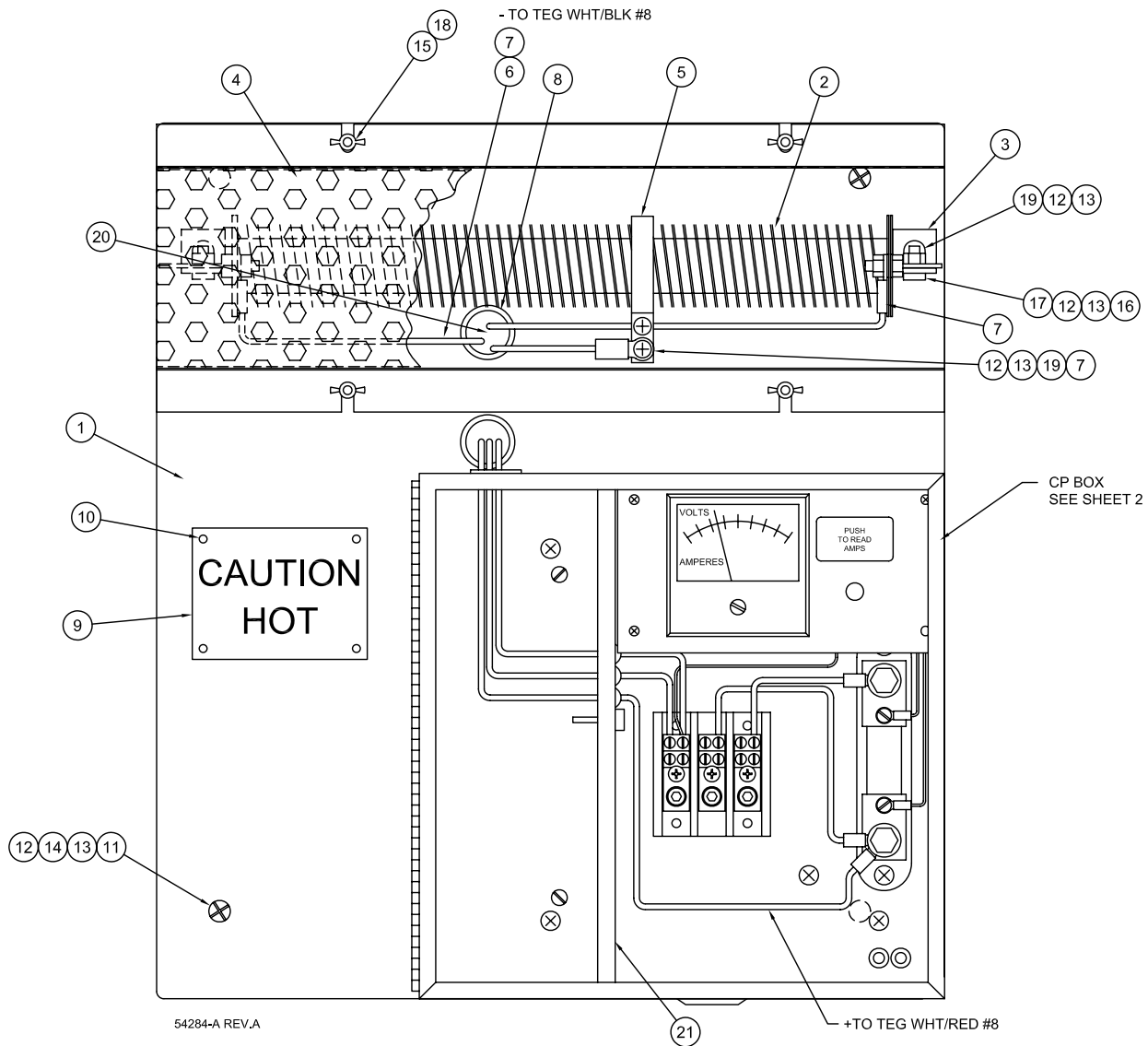


Figure 32 Piezas del conjunto del panel de CP

Elemento	Pieza Nro.	Descripción	Cant.
11	2514-07323	Tornillo, mecanizado, P-H-P, 1/4-20 x 1,5	4
12	2714-00611	Tuerca, Hex. 1/4-20, a. inox.	13
13	2814-00473	Arandela, cierre, ext., 1/4, a. inox.	13
14	2814-00557	Arandela, plana, 1/4, a. inox.	4
15	2510-00255	Tornillo, mecanizado, P-H-P, 10-32 x 3/8, a. inox.	4
16	2810-00569	Arandela, plana, nro. 10, a. inox.	2
17	2514-00258	Tornillo, mecanizado, P-H-P, 1/4-20 x 5/8, a. inox.	2
18	2710-00601	Tuerca de mariposa, 10-32, a. inox.	4
19	2514-00258	Tornillo, mecanizado, P-H-P, 1/4-20 x 5/8, a. inox.	3
20	N/C	Precinto, 7 3/8 in	2
21	N/C	Etiqueta, Número de serie	1

5.1.8 Lista de piezas, conjunto de la caja de CP

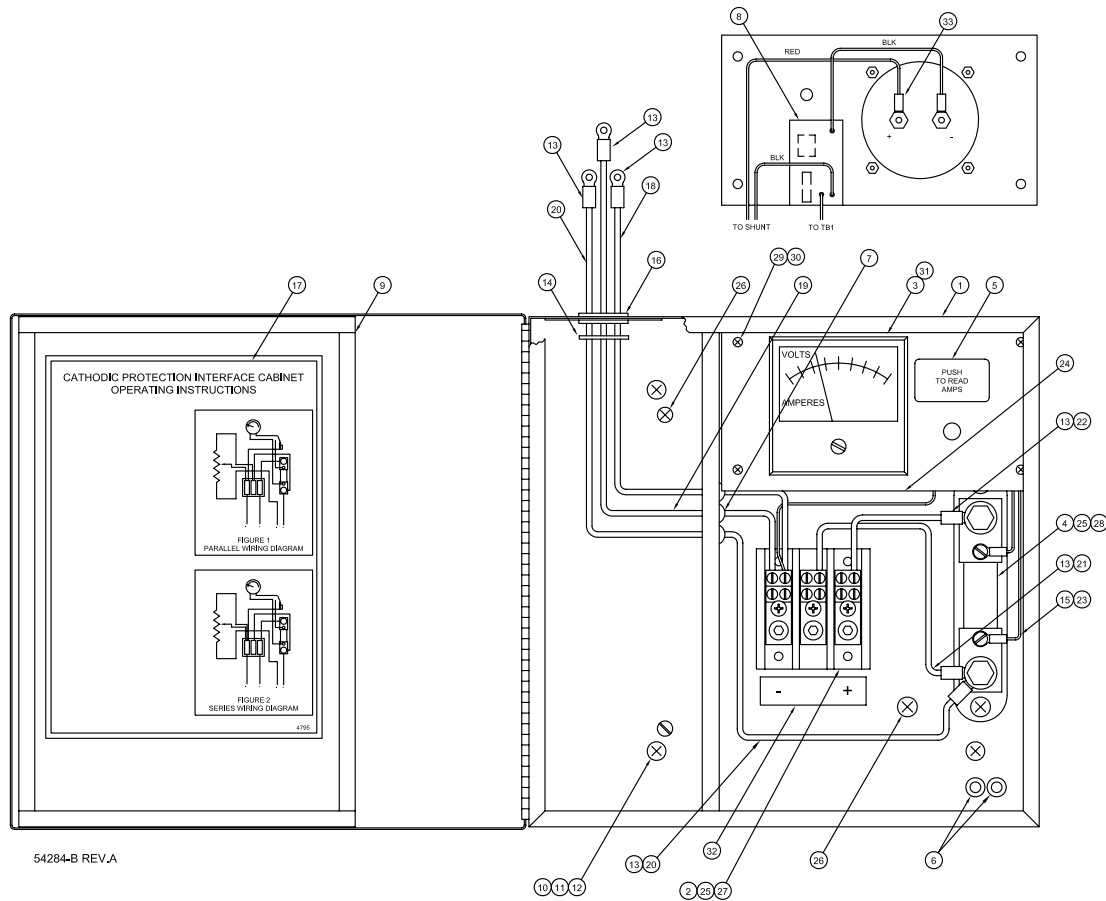


Figure 33 Piezas del conjunto de la caja de CP

Elemento	Pieza Nro.	Descripción	Cant.
1	4900-06634	Caja, CP 8550	1
2	2200-01815	Placa de bornes, alta resistencia, 3 polos	1
3	2420-05211	Medidor, 0 a 30 V, 0 a 30 A	1
4	2400-06217	Derivación, Tipo 766, 30 amperios, 50 mV	1
5	3600-01931	Etiqueta, Push to read amps (Presionar para leer amperios)	1
6	2900-03192	Tapón, tope	3
7	2900-00023	Arandela, goma, 7/16"	3
8	2400-02284	Conj. de medidor de CP	1
9	1600-01852	Junta de goma, 3/8" x 1/8" de espesor	39
10	2514-03094	Tornillo, cab. hueca hex., 1/4-20 x 3/4, a. inox.	4
11	2814-00473	Arandela, cierre, ext., 1/4, a. inox.	8
12	2714-00611	Tuerca, Hex. 1/4-20, a. inox.	2
13	2010-02584	Terminal, anillo, rojo, cable nro. 8, prisionero 1/4, PV8-14R	3
14	N/C	Precinto, 7 3/8"	1
15	2010-03600	Terminal, anillo, rojo, cable nro. 8, prisionero 3/8, PV8-38RX	3
16	2900-05014	Buje, universal, 1"	1

5.1.8 Lista de piezas, conjunto de la caja de CP

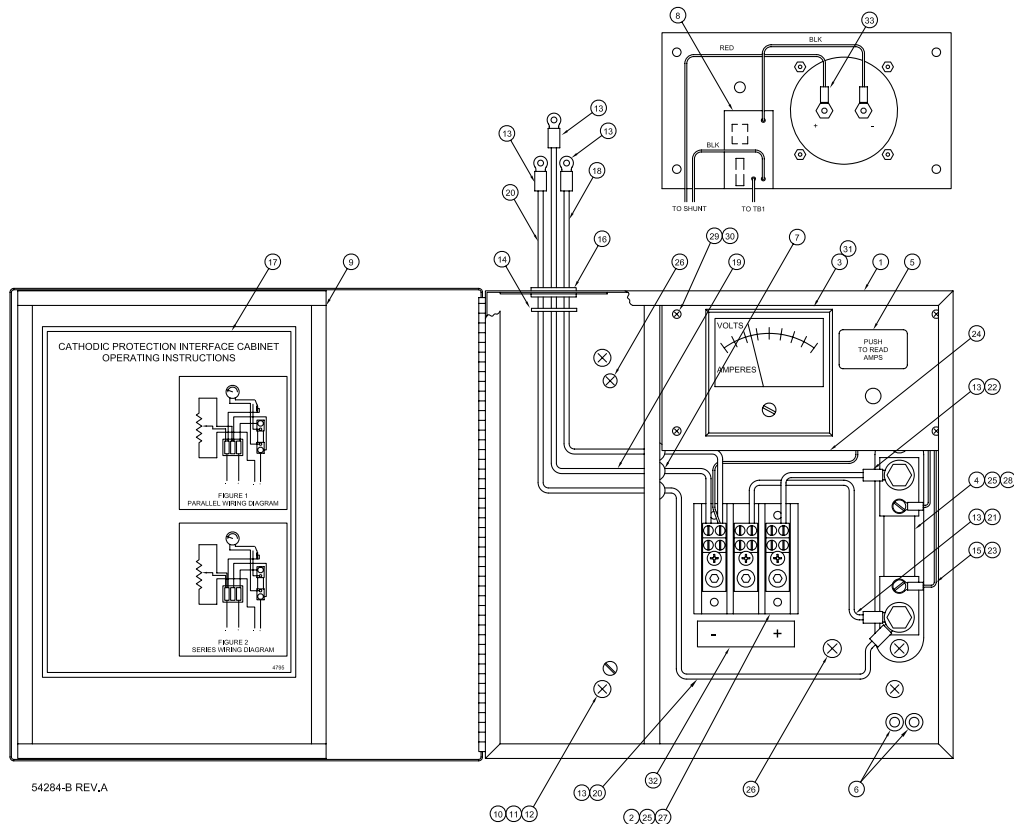


Figure 33 Piezas del conjunto de la caja de CP

Elemento	Pieza Nro.	Descripción	Cant.
17	3600-04795	Etiqueta, Instrucciones de interfaz de CP	1
18	2108-02107	Cable, nro. 8 blanco/negro, ESTAÑO-PLATINO-COBRE	28
19	2108-02107	Cable, nro. 8 blanco/negro, ESTAÑO-PLATINO-COBRE	27
20	2108-02106	Cable, nro. 8 blanco/rojo, ESTAÑO-PLATINO-COBRE	44
21	2108-02106	Cable, nro. 8 blanco/rojo, ESTAÑO-PLATINO-COBRE	8
22	2108-02106	Cable, nro. 8 blanco/rojo, ESTAÑO-PLATINO-COBRE	6
23	2120-00133	Cable, nro. 20 rojo, ESTAÑO-PLATINO-COBRE	11
24	4900-02134	Panel medidor, CP, cepillado	1
25	2510-00256	Tornillo, mecanizado, P-H-P, 10-32 x 1/2, a. inox.	6
26	2510-00255	Tornillo, mecanizado, P-H-P, 10-32 x 3/8, a. inox.	8
27	2810-00469	Arandela, cierre, int., nro. 10, a. inox.	4
28	2810-00539	Arandela, seguridad, resorte., nro. 10, CAD.	2
29	2508-00254	Tornillo, mecanizado, P-H-P, 8-32 x 3/8, a. inox.	4
30	2808-00468	Arandela, cierre, int., nro. 8, a. inox.	4
31	2420-06226	Frente del medidor, 0 a 15 V, 0 a 30 A	1
32	N/C	Etiqueta, placa de bornes	1
33	2010-00204	Terminal, anillo, rojo, cable nro. 20, prisionero 1/4	1

6 ANEXO

6.1 Especificaciones del gas

Los combustibles gaseosos que alimentan los generadores termoeléctricos Gentherm Global Power Technologies:⁽¹⁾

1. No deben contener partículas con un diámetro superior a 30 μ m, incluidos, entre otros: arena, polvo, resinas, petróleo crudo e impurezas.
2. No deben tener un punto de condensación del hidrocarburo superior a 0°C (32°F) a 170kPa_g (25 psi_g).
3. No deben contener más de 115 mg/Sm³ ⁽²⁾ (aprox. 170ppm) de H₂S. ⁽³⁾
4. No deben contener más de 60 mg/Sm³ (aprox. 88ppm) de azufre mercaptano.
5. No deben contener más de 200 mg/Sm³ (aprox. 294ppm) de azufre total.
6. No deben poseer más del 10% de su volumen compuesto por [CO₂] ni [N₂] y el [CO₂] o el [N₂] no pueden variar en más de +/- 1% mientras el equipo está en funcionamiento.
7. No deben contener más de 120mg/Sm³ de vapor de agua.
8. No deben contener más del 1% de su volumen de oxígeno libre.
9. Deberán tener un valor de poder calorífico superior (HHV) de:

Gas natural:	37 MJ/m ³ (1000 BTU/pies ³)(1)
Propano/GLP:	93 MJ/m ³ (2500 BTU/pies ³)(1)
Butano:	122 MJ/m ³ (3300 BTU/pies ³)(1)
10. Su temperatura no debe exceder los 60°C (140°F).

Notas:

- (1) – En los casos de combustibles gaseosos para los que no se aplican estas especificaciones, contáctese con Global Thermoelectric
- (2) - A 1 atmósfera y 15°C
- (3) - Si la concentración de H₂S es superior a 170ppm, comuníquese con el representante local o con Global

