

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA**



**INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UN SISTEMA DE  
SINCRONISMO DE DOS GRUPOS ELECTROGENOS DE  
350 KW EN NUEVO HOSPITAL TARAPOTO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**CARLOS ROBERT INGA DE LA CRUZ**

**PROMOCION 2011-I**

**LIMA - PERÚ**

**2014**

## **DEDICATORIA**

Con mucho afecto a mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda la educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de informe primeramente me gustaría agradecer a ti dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño a mis padres por todo el esfuerzo que hicieron para darme una profesión y hacer de mí una persona de bien, gracias por los sacrificios y la paciencia que demostraron todos estos años.

Gracias a mi hermana por apoyarme moralmente en los momentos más difíciles de mi etapa universitaria y confiar en mi capacidad de salir adelante.

Gracias a mis amigos quienes han sido fieles y sinceros, en los que he podido confiar y apoyarme para seguir adelante.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron a crecer como persona y como profesional.

Agradezco también de manera especial a mi asesor del informe de suficiencia quién con sus conocimientos y apoyo supo guiar el desarrollo del presente informe desde el inicio hasta su culminación.

“Ahora puedo decir que todo lo que soy es gracias a todos ustedes”.

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se describen las consideraciones a tener en cuenta para la instalación y puesta en servicio de un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350 KW y su respectivo tablero de sincronismo en complemento con los tableros de transferencia automática.

El caso de estudio está referido al nuevo hospital Tarapoto ubicado en el distrito de Tarapoto departamento de San Martín.

Para el desarrollo del informe se recurre a los documentos técnicos de los equipos, además el presente informe se apoya en las diversas normas existentes en la materia, básicamente las normas NFPA (National Fire Protection Association), NEMA (National Electrical Manufacturers Association), IEC (International Electrotechnical Committee), ISO (International Organization for Standardization), CSA (Canadian Standards Association), NEC (National Electrical Code), UL (Underwriters Laboratories), y el CNE (Código Nacional de Electricidad).

El informe se divide en cinco capítulos y sus respectivos anexos, se desarrollan los aspectos técnicos y normativos relacionados a los grupos electrógenos y a los tableros de sincronismo, se expone la metodología para la instalación y puesta en servicio de un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350KW con tablero de sincronismo y en complemento con los tableros de transferencia automática como puede ser de transición abierta como de transición cerrada y se presenta un caso de estudio sobre la instalación y puesta en servicio de un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350KW (stand by) impulsados con motor diesel y las consideraciones para dos generadores de energía operando en modo efectivo continuo con un sistema de respaldo de energía comunicado mediante un tablero de transferencia automática siendo de transición abierta y mejorada con la de transición cerrada.

# INDICE

<b>PROLOGO</b>	01
<b>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN</b>	03
1.1 Antecedentes	04
1.2 Objetivo general	07
1.3 Objetivos específicos	08
1.4 Justificación	08
1.5 Alcance y metas	08
1.6 Recursos empleados	09
<b>CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL</b>	10
2.1 Grupos electrógenos	10
2.1.1 Aspectos técnicos	10
2.1.2 Aspectos legales	24
2.2 Sincronización de grupos electrógenos	27
2.2.1 Operación de generadores en paralelo	28
2.2.2 Sincronización	29
2.3 Casos de sincronización	30
2.3.1 Voltajes diferentes, pero frecuencia y secuencia iguales.	31
2.3.2 Frecuencias diferentes, voltajes y secuencia iguales.	31
2.3.3 Secuencia de fase incorrecta	32
2.3.4 Fase no es igual, voltaje, frecuencia, secuencia de fase, Idénticas.	33
2.4 Tablero de Sincronismo y el enfoque al tablero de transferencia Automática.	33
2.4.1 Aspectos generales	34
2.4.2 De transición cerrada	46

<b>CAPITULO 3: METODOLOGIA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA</b>	<b>52</b>
3.1 Plataforma de concreto	52
3.1.1 Cimientos y montaje	52
3.1.2 Cimiento aislante de vibración	54
3.2 Almacenamiento de combustible	56
3.2.1 Diseño mecánico de sistemas de combustible	56
3.3 Suministro de combustible	58
3.4 Nivel de ruido	62
3.4.1 La ciencia del ruido	63
3.4.2 Niveles de ruido	64
3.4.3 Casetas acústicas	65
3.5 Sistema de ventilación	66
3.6 Cálculos del flujo del aire	68
3.7 Sistema de escape	69
3.8 Instalación eléctrica	76
3.8.1 Consideraciones de diseño	76
3.8.2 Consideraciones de conexión A.C. en el generador	77
3.9 Aterramiento	79
3.10 Accesorios importantes	81
3.10.1 Calentadores de agua	81
3.10.2 Aisladores de vibración	82
3.10.3 Filtro separador de agua	85
3.10.4 Resistencia anti humedad (Deshumedecedora)	86
3.11 Monitoreo	86
3.12 Programa de mantenimiento	87
<b>CAPITULO 4: COSTOS DE SUMINISTROS E INSTALACIÓN</b>	
<b>ELECTROMECHANICA</b>	<b>92</b>
4.1 Costos de los grupos electrógenos	92
4.1.1 Costo del grupo electrógeno abierto GS-350 de 350KW	93
4.1.2 Costo de capsula metálica insonorizada de grupo electrógeno GS-350	97
4.2 Costos del sistema de sincronismo	98
4.2.1 Costo del tablero de sincronismo de 800 AMP	98

4.3	Costos de suministros electromecánicos	99
4.3.1	Costo de tanque de almacenamiento de 3000 Gal	99
4.3.2	Costo de tanque diario de 250 Gal	101
4.4	Costos de la instalación electromecánica	101
<b>CAPITULO 5: APLICACIÓN DE LA INSTALACION</b>		<b>104</b>
5.1	Ubicación y características del nuevo hospital Tarapoto	104
5.2	Trabajos a realizar	106
5.3	Descripción de los equipos a instalar	107
5.3.1	Grupo electrógeno	107
5.3.2	Tablero de sincronismo	115
5.3.3	Tanque de combustible	122
5.4	Pruebas y configuraciones en taller	124
5.5	Consideraciones para la instalación	125
5.5.1	Estudio estructural	125
5.5.2	Estudio almacenamiento de combustible	127
5.5.3	Estudio de suministro de combustible	129
5.5.4	Estudio de ruido generado por el grupo electrógeno	131
5.5.5	Estudio de ventilación del grupo electrógeno	135
5.5.6	Estudio de sistema de escape y emisión de gases	136
5.5.7	Accesorios	141
5.6	Anclaje y conexión de grupos electrógenos y tablero de sincronismo	143
5.6.1	Conexiones de conductores de fuerza	143
5.6.2	Conexiones auxiliares	144
5.7	Acabados, señalizaciones e inspección final	144
5.7.1	Revisión de la parte eléctrica	145
5.7.2	Revisión de los dos grupos electrógenos	146
5.7.3	Prueba de los sistemas de ventilación en campo	146
5.8	Prueba final de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350 KW al realizarse corte de la red comercial y con enfoque al respaldo de energía mediante tablero de transferencia automática	147
5.8.1	Prueba sincronización de dos grupos electrógenos al realizarse corte de la red comercial	147
5.8.2	Prueba sincronización de dos grupos electrógenos al retornar	

la red comercial con enfoque al tablero de transferencia automática de transición cerrada.	154
5.9 Puesta en servicio	167
5.9.1 Acta de puesta en servicio de grupos electrógenos	167
5.9.2 Acta de puesta en servicio del tablero de Sincronismo	169
<b>CONCLUSIONES</b>	171
<b>RECOMENDACIONES</b>	173
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	174
<b>ANEXOS</b>	



## PRÓLOGO

La necesidad de la energía eléctrica se presenta en casi todas las sociedades del mundo, sin embargo en algunos sitios del planeta el suministro de energía eléctrica es vital y al producirse un corte de energía eléctrica resultaría perjudicial para la vida vista particularmente en el ámbito de la salud como es el caso de los hospitales para la cual se ha empleado el de generación sincronización de grupos electrógenos.

El desarrollo del presente trabajo tiene como finalidad documentar la forma de realizar la instalación y puesta en servicio de un sistema de sincronismo utilizando dos grupos electrógenos con tablero de sincronismo ubicados en el cuarto de fuerza del Nuevo Hospital Tarapoto el cual se complementa con un breve enfoque al respaldo de energía con los tableros de transferencia automática de transición abierta mejorado con uno de transición cerrada cuyo grupos electrógenos cuentan con motor, generador (alternador), tablero de control con módulo modelo deepsea electronic dse 7320, tablero de sincronismo con módulos modelo Deepsea electronic dse 8610 y complementando con el breve enfoque a los tableros de transferencia automática con módulo modelo Deepsea electronic dse 7420 de transición abierta y mejorado con uno de transición cerrada cuyo modulo es el modelo deepsea electronic dse 8660 para controlar el respaldo de energía.

En el cuarto de control se encuentra el tablero de transferencia automática que para este caso de estudio el sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos actúa mediante la señal del módulo de transferencia.

El informe se divide en cinco capítulos principales:

El primer capítulo expone el planteamiento de ingeniería del problema, es decir, se concentra en hacer una breve descripción de la problemática, plantear el objetivo del informe y hacer una evaluación del problema.

El segundo capítulo desarrolla los aspectos teóricos para la comprensión de la parte aplicativa del informe.

Está dividido en cuatro secciones, la primera describe lo correspondiente a los grupos electrógenos, en esta se ven los aspectos generales, es decir los técnicos y los legales, en la segunda y tercera sección se describe la sincronización de grupos electrógenos de acuerdo a la demanda de carga, finalmente se enfoca en la transferencia de carga automática en la que igualmente se analizan los tipos de esta tecnología.

El tercer capítulo expone la metodología para la instalación y puesta en servicio de dos grupos electrógenos de 350 KW con tablero de sincronismo.

El capítulo se divide en doce secciones: plataforma de concreto, almacenamiento de combustible, suministro de combustible, nivel de ruido, sistema de ventilación, cálculos del flujo del aire, sistema de escape, instalación eléctrica, aterramiento, accesorios importantes, monitoreo y programa de mantenimiento.

En el cuarto capítulo presenta los costos para la ejecución del sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos como respaldo de energía para el Nuevo Hospital Tarapoto.

En el quinto capítulo presenta la aplicación de la instalación y puesta en servicio del sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350KW y consideraciones acerca de dos grupos electrógenos accionado por motor diesel operando en caso de emergencia con un sistema de sincronismo y respaldo de energía con transferencia automática.

El informe se complementa con los anexos en donde presentan las tablas de especificaciones de combustible, datos técnicos de componentes de cada grupo electrógeno y glosario de términos.

Las fuentes bibliográficas utilizadas para el desarrollo del presente informe son principalmente los documentos técnicos de los equipos, además de las normas NFPA, NEMA, IEC, ISO, CSA, NEC, UL y el CNE del Perú.

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

El sistema de respaldo de energía básicamente lo constituye el generador que comúnmente se le denomina grupo electrógeno, el tablero de sincronismo, tablero de transferencia, y la infraestructura que amortigua las vibraciones, los ruidos, el conexionado eléctrico de los equipos.

La instalación del sistema sincronismo de dos grupos electrógenos para situaciones de respaldo de energía debe cumplir ciertas consideraciones que son ampliamente normadas por diversas entidades y que serán documentadas en el presente informe.

Los sistemas convencionales de respaldo de energía (de transferencia abierta) presentan deficiencias en el proceso de retorno a la energía comercial en relación con los actuales sistemas (de transferencia cerrada). Los sistemas normalmente son del tipo abierto, son aquellos equipos que teniendo dos fuentes de energía, no admiten ambas fuentes como alimentación, sólo precisan una sola fuente, mientras que los sistemas con transferencia cerrada son aquellos equipos que teniendo dos fuentes de energía pueden lograr el paralelismo entre ambas fuentes para alimentar una carga común que en este caso de estudio se realizara con el sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350KW. En relación a costos hay situaciones donde el requerimiento de grupos electrógenos se basa a la potencia demandada en donde en nuestra actualidad la posibilidad de asumir carga con un grupo electrógeno se tiene por un determinado tiempo y donde al elevarse dicha carga un segundo grupo electrógeno se sincroniza con el primero para que al final el reparto de carga sea por igual respecto a la demanda de carga total llamando así esta operación sincronización de dos grupos electrógenos.

El presente informe tiene como objetivo principal exponer la instalación y puesta en servicio de un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350 KW en Nuevo Hospital Tarapoto con un breve enfoque al respaldo de energía con los tableros de transferencia automática de transición abierta o cerrada y consideraciones a tomar cuando se instala los dos grupos electrógenos de 350 KW y el tablero de sincronismo.

## **1.1 ANTECEDENTES**

El desarrollo de la tecnología y el mercado competitivo, obliga a las empresas peruanas, entidades y hospitales a mejorar sus técnicas de operación y servicios.

La instalación de un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350 KW facilitará a las entidades, hospitales y empresas soluciones para el respaldo de energía ante el corte de la red comercial presente en nuestro país, por lo que hay situaciones donde la demanda de carga es baja y un solo grupo electrógeno puede asumir esta demanda y el otro quedaría en backup (reserva) y ante un aumento de la demanda de carga se da lugar al sincronismo de los dos grupos electrógenos para el respaldo de energía, la necesidad de evitar paradas no programadas en producción o intervenciones médicas y la molestia en el cliente fomenta la mejora del sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos con tablero de Sincronismo y con el complemento de respaldo de energía con transferencia automática de transición abierta por uno que garantice confiabilidad y eficiencia en el medio, como antecedente cabe señalar que el método de transición abierta corre el riesgo de interrumpir el servicio de energía eléctrica en la re-transferencia de carga ocasionando pérdidas económicas en producción y vidas en intervenciones médicas, por ejemplo en un hospital se encuentran equipos en stand by (casos de emergencia) pero con funcionamiento a futuro en régimen prime (de acuerdo al fabricante es aproximadamente el 90% de la potencia stand by), estos requieren mantenimiento.

En este caso de estudio realizado en un hospital que cuenta con una carga aproximada de 576 kW prime en el transcurso del día se presentan cargas por debajo de la potencia de un grupo electrógeno de 350 kW (Stand by), que de acuerdo al fabricante en régimen prime es equivalente a una potencia de 318kW cada uno, pero después de un cierto tiempo se presenta un aumento de carga donde en ese momento el segundo grupo electrógeno de 350KW (stand by) empieza a sincronizar con el primer grupo electrógeno de 350kW siempre en cuando se encuentre dentro de sus parámetros nominales de frecuencia y voltaje y cuando se registre corriente por lado del grupo electrógeno, es ahí donde los dos grupos electrógenos asumen la carga en mitades iguales, en el instante de sincronismo existe un medio de repartición de carga por consecuente ingresan las unidades en paralelo luego al retorno de la red comercial se produce un corte de energía para transferir la carga de los dos grupos electrógenos a la red comercial.

Se propone un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350KW con el enfoque al respaldo de energía con tablero de transferencia automática de transición cerrada una nueva tecnología de tableros de transferencia los de transición cerrada, cuyo uso se está difundiendo. Esta tecnología permite que se logre colocar en simultáneo ambas energías (la de la red comercial y la del grupo electrógeno o cuando los dos grupos electrógenos están en sincronismo) por un pequeño instante, evitando que la carga perciba el cambio de fuente a la que ha sido sometido que contará con dos grupos electrógenos GS-350 de 350KW de potencia en régimen stand by (con trabajo efectivo en régimen prime entregando una potencia de 318 KW) con motor volvo y alternador Stamford con un panel de control deepsea electronic dse 7320, mismo que resultara fácil su conexión y desconexión momentánea a la red alimentadora logrando disminuir costos y tiempos de operación, ya que no será necesario interrumpir la entrega de energía hacia las distintas áreas del nuevo hospital Tarapoto mejorando la calidad del servicio caso de estudio a presentar en el informe eliminando posibles errores humanos con técnicas manuales.

Considerando que en nuevo hospital de Tarapoto, en principio se observó lo siguiente:

Muchos equipos no cuentan con un sistema de respaldo dotado por bancos de baterías ya que al sufrir cortes de energía implica que el hospital pueda tener un caso de intervención de emergencia y producto del corte se complicaría la intervención afectando la seguridad de la vida o la salud del ser humano, el sistema de sincronismo de grupos electrógenos es el sistema que respalda de energía al hospital de acuerdo a la demanda de carga ya que hay situaciones donde solamente un grupo electrógeno puede asumir la carga y al elevarse la carga es ahí donde se realiza la sincronización de los dos grupos electrógenos y todo en régimen de trabajo prime, así mismo este sistema de sincronismo en la actualidad tiene un complemento con los tableros de transferencia automática la cual contribuye con el respaldo de energía sea de transición abierta como de transición cerrada.

Los costos operativos diarios y medidos por hora indican numéricamente el valor que deja que producir un equipo cuando sufre un corte intempestivo de energía eléctrica la cual para este caso de estudio con aplicación en el nuevo hospital Tarapoto tiene gran importancia ya que la ausencia de energía eléctrica puede afectar a la vida de las personas que son atendidas y situaciones de operaciones de gravedad.

Al producirse el corte de energía, es el tablero de transferencia automática el encargado de realizar la conmutación entre las dos fuentes de energía. Por lo tanto, después de pasado unos instantes, el tablero procede a encender el grupo electrógeno, si la demanda de carga está por debajo de la potencia de un grupo electrógeno normalmente asume la carga, si la carga aumenta entonces el segundo grupo electrógeno entrara en sincronismo con el primero para que luego los dos grupos electrógenos asuman la carga del hospital.

La energía comercial no cumple con el voltaje, ni frecuencia estándar por ende significa que se presenta como si no hubiera red comercial.

Para el hospital el simple hecho de existir un corte de energía eléctrica por algunos segundos demanda una gran pérdida funcional.

De acuerdo al problema se plantea lo siguiente:

¿Se puede seleccionar dos equipos de generación para suministrar potencia de acuerdo a la variación de carga del hospital?.

¿Se puede instalar un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350KW para el respaldo de energía eléctrica en nuevo hospital Tarapoto?.

¿Se pueden calcular los costos directos y operativos para la instalación del sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350KW en nuevo hospital Tarapoto?.

Se enfoca la problemática identificando el problema específico mediante la siguiente pregunta:

¿Es factible realizar la instalación y puesta en servicio de un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350 kW ante el corte de la red comercial en nuevo hospital Tarapoto?.

## **1.2 OBJETIVO GENERAL**

Instalar y poner en servicio un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350KW por demanda de carga en nuevo hospital Tarapoto y obtener un sistema de respaldo de energía con el propósito de optimizar el proceso de retorno de energía y brindar las condiciones óptimas de operación donde la pérdida del suministro de energía normal representaría peligros para la seguridad de la vida o la salud.

### **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los fundamentos y componentes de cada uno de los grupos generadores de energía eléctrica GS-350 de potencia 350 KW en régimen de trabajo stand by y con una potencia de 318 KW en régimen de trabajo prime de acuerdo al fabricante.
- Identificación de los componentes a complementar con el sistema de emergencia.
- Instalar un tablero de sincronismo para grupos electrógenos con módulo de control de sincronismo modelo deepsea electronic dse 8610.
- Respuesta de transferencia de carga mediante el enfoque de la instalación de un tablero de transferencia automática de transición abierta a transición cerrada con panel de control módulo deepsea electronic dse 8660 para grupos electrógenos.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

- La importancia de tener un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos y tablero de transición cerrada es eliminar los errores humanos, disminuyendo el tiempo de accionamiento en distintos elementos actuadores, evitando daños materiales, pérdidas humanas y económicas.
- El proyecto planteado ayuda al desarrollo de un Control de carga y gestión del motor de un generador, basado a los módulos de control modelo deepsea electronic dse 8610 y dse 8660 para utilizarlo con un control electrónico de velocidad del motor y un regulador de tensión independiente.

### **1.5 ALCANCE Y METAS**

- Establecer el control del sistema electrógeno GS-350 de 350 KW.
- Analizar el funcionamiento de un control de velocidad.
- Analizar las características que brinda el panel de control modelo dse 8610 y dse 8660.
- Establecer los elementos de control para el funcionamiento del panel de control deepsea electronic dse 8610 y 8660.



- Realizar la sincronización entre grupos electrógenos modelo GS-350 de 350KW.
- Establecer un enfoque de operación con los tableros de transferencia de transición cerrada con módulo deepsea dse 8660 con la red comercial.

#### **1.6 RECURSOS EMPLEADOS**

- Financiamiento de Essalud quien es propietario del hospital.
- Comunicación vía correo electrónico corporativo y vía telefónica con la contratista constructora Incot S.A.C. contratistas generales.
- Camión grúa, montacargas, estocas y accesorios que complementan la ejecución de la instalación.
- Equipos de protección personal completos (Epps), seguros médicos, hospedaje y viáticos.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **2.1 GRUPOS ELECTRÓGENOS**

Esta sección se enfoca en los aspectos relacionados a los grupos electrógenos. Se abarca, tanto los aspectos técnicos como legales.

##### **2.1.1 Aspectos técnicos**

Este ítem desarrolla los aspectos técnicos fundamentales de los grupos electrógenos.

Los grupos electrógenos básicamente generan energía eléctrica, alimentado por un motor de combustión interna de cuatro tiempos.

El combustible normalmente es diesel (por encima de los 5 KW), sin embargo también se utiliza gas natural y GLP (desde 20 KW hasta 2500KW).

Los de gasolina son equipos domésticos, la clasificación analizada en esta subsección se enfoca en su gobernación, equipos con gobernación mecánica y equipos con gobernación electrónica integrada. Esto por ser de importancia en el reparto de carga (sincronismo) y en las transferencias de carga ante los eventos de la red comercial.

Las consideraciones generales del alternador del grupo electrógeno, que son desarrolladas en esta subsección son:

Conceptos funcionales y excitación.

Carga de transición.

- Curvas de saturación de generador - las curvas de saturación de generador.
- Caída sostenida de voltaje.
- Respuesta de falla.
- Gobernación del motor.

Es deseable tener claro lo fundamental de los generadores de AC y los sistemas de excitación con respecto a la respuesta de transición de carga, y la respuesta del sistema de excitación a las fallas de salida del generador.

### a.1 Operación del generador

Un generador convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica, consiste esencialmente de un rotor y un estator. La Figura 2.1 muestra el corte seccional.

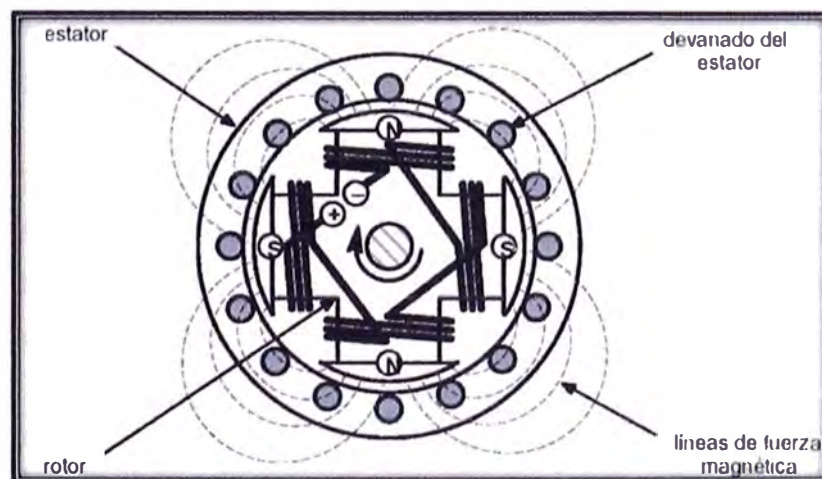


Figura 2.1 Corte seccional del alternador

El rotor lleva el campo del generador (mostrado como de 4 polos) que es girado por un motor de combustión interna.

El campo es energizado por una fuente de DC llamada excitador, el cual está conectado a las terminales + y - de los devanados de campo.

El generador está construido de manera que las líneas de fuerza del campo magnético cortan perpendicularmente a través de los devanados del estator

cuando el motor gira el rotor induciendo voltaje en los elementos del devanado del estator.

El voltaje en un elemento de devanado, se voltea cada vez que la polaridad cambia (dos veces cada revolución en un generador de 4 polos), típicamente un generador tiene 4 veces más ranuras de devanado como se muestra y esta embobinado para obtener una salida sinusoidal, alternante, monofásica o trifásica.

El voltaje inducido en cada elemento del devanado depende de la fuerza del campo el cual podría representarse por una más alta densidad de la líneas de fuerza), la velocidad con la que las líneas de fuerza cruzan los elementos del devanado (rpm) y la longitud del banco, por lo tanto, para poder variar el voltaje de salida de un generador, de un tamaño y velocidad de operación dados, es necesario variar la fuerza del campo, esto lo realiza el regulador de voltaje que controla la corriente de salida del excitador.

#### **a.2 Generadores auto-excitados**

El sistema de excitación de un generador auto-excitado es energizado, por medio del regulador del voltaje automático (AVR), derivando potencia de la salida del generador.

El voltaje del regulador detecta el voltaje y la frecuencia de salida, la compara con los valores de referencias y entonces suministra una salida de DC a los devanados decampo del excitador.

El campo del excitador induce una salida de AC en el rotor del excitador, el cual está en el eje giratorio del generador impulsado por el motor. La salida del excitador es rectificada por los diodos rotativos, que también están en el eje del generador, para suministrar DC al rotor principal (campo de generador).

El regulador de voltaje incrementa o decrece la corriente del excitador al detectar cambios en el voltaje y frecuencia de salida debido a los cambios

en la carga, incrementando o decreciendo así la fuerza del campo del generador. La salida del generador es directamente proporcional a la fuerza del campo. La Figura 2.2 muestra el diagrama del generador auto-excitado.

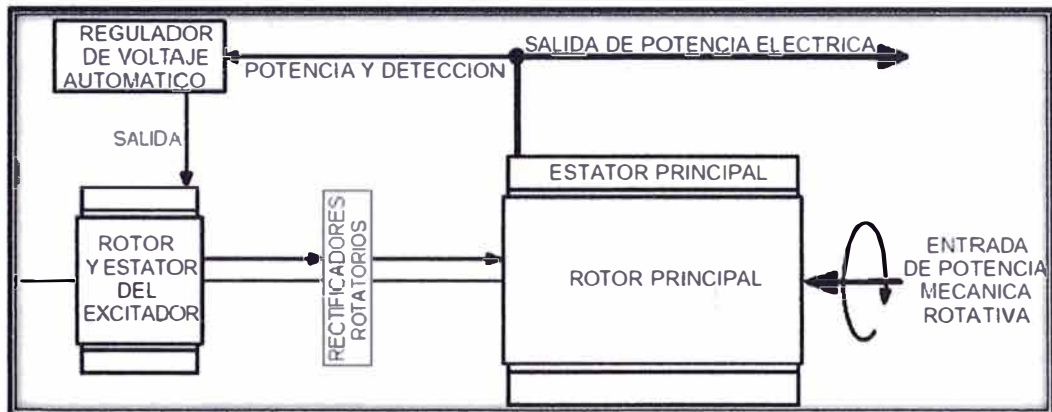


Figura 2.2 generador auto-excitado

Típicamente un sistema de excitación de generador auto-excitado, es el sistema más económico disponible de un fabricante.

Da buen servicio a todas las condiciones de operación cuando el generador es del tamaño apropiado para la aplicación. La ventaja de un sistema auto-excitado sobre un sistema excitado separadamente, es que el sistema auto-excitado está inherentemente auto-protegido bajo condiciones de corto circuito simétricas porque el campo se colapsa. Debido a esto, no se considera necesario un interruptor de circuito en línea para proteger a generador y a los conductores al primer nivel de distribución reduciendo así el costo del sistema instalado.

Las desventajas de un sistema auto-excitado son:

- Podría ser necesario seleccionar un generador más grande para proveer desempeño de arranque de motor aceptable.
- Las máquinas auto-excitables dependen del magnetismo residual para energizar el campo. Si este no es suficiente, será necesario alimentar el campo con una fuente de potencia DC.

- Podría no sostener fallas de corriente lo suficiente para disparar interruptores de circuito más adelante en el circuito.

### a.3 Generadores no auto-excitados

El sistema de excitación de un generador excitado separadamente (Figura 2.3), es similar al de un generador auto-excitado excepto que un generador de magneto permanente separado o PMG (Permanent magnet synchronous generator), ubicado al final del eje principal del generador brinda potencia al regulador del voltaje. Se muestra en la siguiente figura:

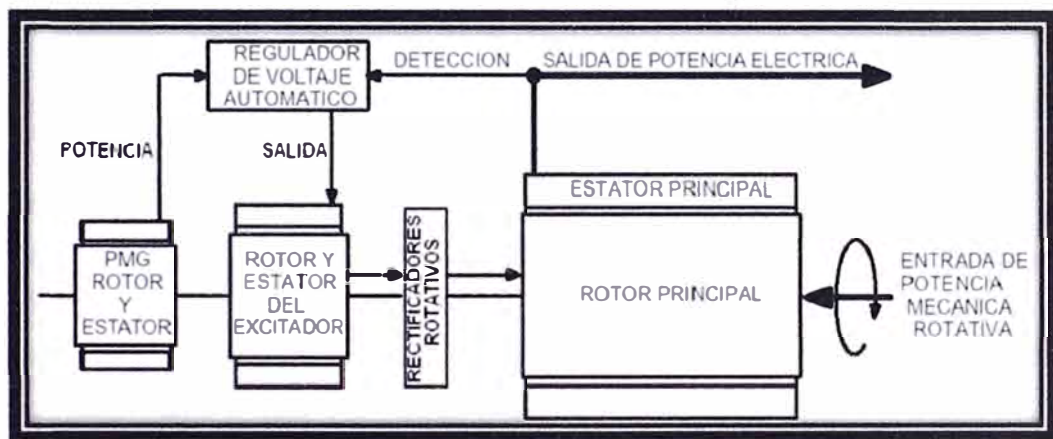


Figura 2.3 Generador no auto-excitado (PMG)

Puesto que es una fuente separada de potencia, el circuito de excitación no es afectado por las cargas del generador. El generador es capaz de sostener dos o tres veces la corriente de rango durante aproximadamente diez segundos. Por estas razones, los sistemas de excitación de generador separadamente excitados son recomendados para aplicaciones donde se necesitan capacidad mejorada de arranque de motor, buen desempeño con cargas no lineales o desempeño con cortos circuitos de duración extendida. Con este sistema de excitación es necesario proteger el generador de condiciones de falla porque el generador es capaz de operar hasta su destrucción. Los sistemas de control que tienen AmpSentry (Figura 2.4) brinda ésta protección al regular la corriente de corto circuito sostenido y apagando el generador en el caso de que la falla de corriente persista pero antes de que el generador se dañe.

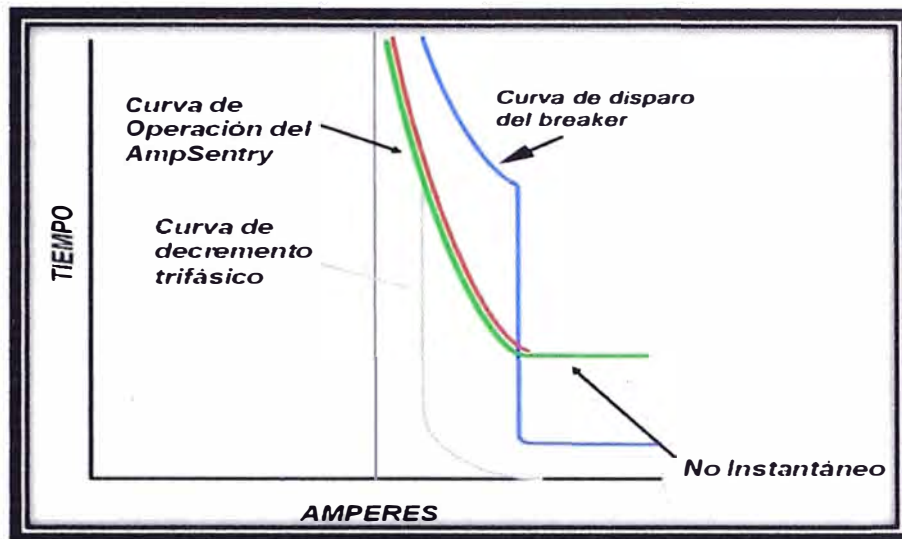


Figura 2.4 Generador con protección AmpSentry

#### b. Carga De Transición

Un generador es una fuente limitada de potencia en términos de potencia del motor (kWm) y volts-amperes de generador (kVA) sin importar el sistema de excitación, debido a esto los cambios de carga causarían excursiones de transición en el voltaje y la frecuencia.

La magnitud y duración de estas excursiones son afectadas principalmente por las características de la carga y el tamaño del generador relativo a la carga. Un generador es una fuente relativamente alta de impedancia cuando se compara con un transformador de red pública. Un perfil típico de voltaje en una aplicación y remoción de carga se muestra en la Figura 2.5., al lado izquierdo de la gráfica, el voltaje estable sin carga se regula al 100% del voltaje de rango. Cuando se aplica una carga el voltaje cae inmediatamente. El regulador de voltaje siente la caída de voltaje y responde incrementando al campo de corriente para recuperar el voltaje de rango. El tiempo de recuperación de voltaje es la duración entre la aplicación de la carga y el regreso del voltaje al rango de regulación mostrado como  $\pm 2\%$ . Típicamente la caída inicial de voltaje va desde 15 a 35% del voltaje nominal cuando 100% de la carga de rango del generador (0.8 fdp) se conecta en un paso. La recuperación a nivel de voltaje nominal sucederá en 1-10 segundos dependiendo de la naturaleza de la carga y el diseño del generador.

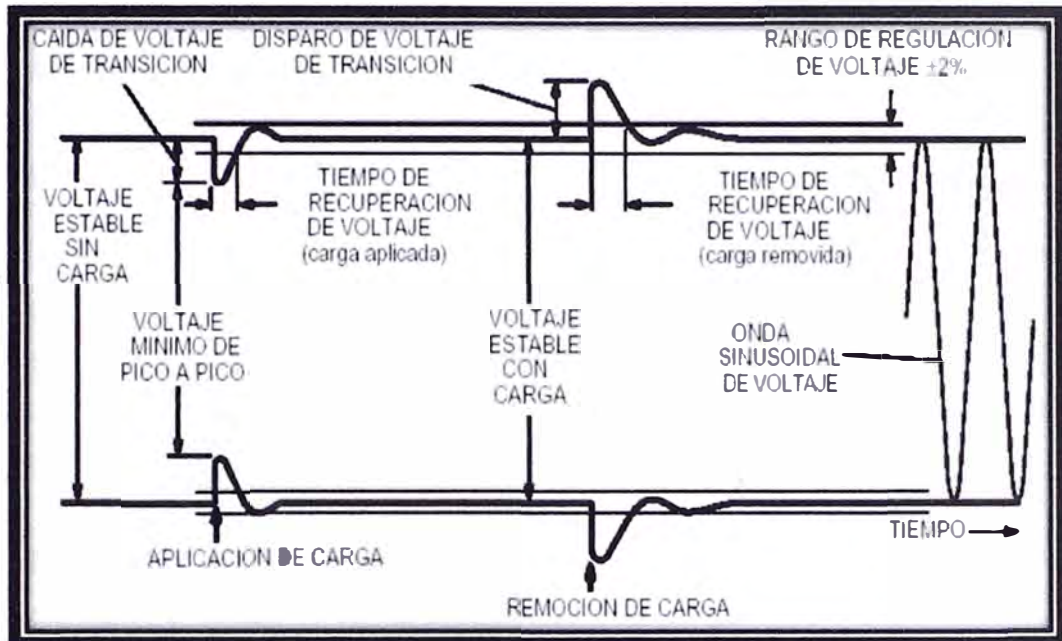


Figura 2.5 Respuesta a cargas transitorias

La diferencia más significativa entre un generador y una red pública es que cuando una carga se aplica repentinamente a la red típicamente no hay variación de frecuencia.

Cuando las cargas se aplican a un generador, las rpm del motor (frecuencia) caen, la máquina debe sentir el cambio de velocidad y reajustar su rango de combustible para su nuevo nivel de carga hasta que un nuevo rango de carga y combustible se igualen, la frecuencia será diferente a la normal.

Típicamente, la caída de frecuencia va de 5 a 15% de la frecuencia nominal cuando una carga de 100% se agrega en un paso, la recuperación podría tomar algunos segundos.

De las diversas marcas de grupos electrógenos, sólo algunas marcas pueden aceptar una carga en bloque de 100% en un paso.

El desempeño varía entre generadores debido a diferencias en las características de regulador de voltaje, respuesta del gobernador, diseño del sistema de combustible, aspiración del motor, (natural o turbocargado), y a como están empatados los motores y generadores.



Una meta importante en el diseño de los generadores es limitar la excursión de voltaje y frecuencia a niveles aceptables.

### c. Curvas de Saturación de Generador

Las curvas de saturación de generador grafican el voltaje de salida para diferentes cargas al cambiar la corriente devanado de campo principal. Para el generador típico mostrado, la curva de saturación sin carga A (Figura 2.6) cruza la línea de voltaje de rango del generador cuando la corriente de campo es aproximadamente de 18 amperios.

En otras palabras se requieren al menos 18 amperios de campo para mantener el voltaje de salida del generador sin carga.

La curva de saturación a carga completa B muestra que se requieren aproximadamente 38 Amperios de corriente de campo para mantener el voltaje de salida y el rango del generador cuando el factor de potencia de carga completa es 0.8.

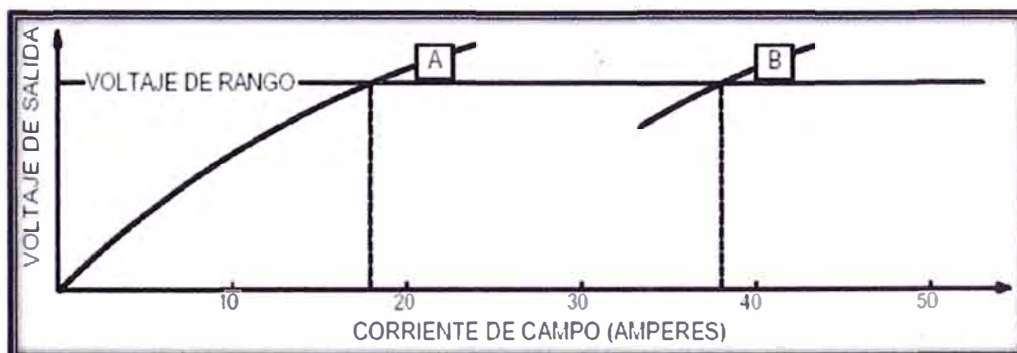


Figura 2.6 Curva típica de saturación de generador

La corriente de campo no se puede cambiar instantáneamente en respuesta al cambio de carga. El regulador, el campo excitador y el campo principal tienen constantes de tiempo que tienen que sumarse.

El regulador de voltaje tiene una respuesta relativamente rápida mientras que el campo principal tiene una respuesta significativamente más lenta que el campo excitador porque es muchas veces más grande.

Debe hacerse notar que la respuesta de un sistema auto-excitado será aproximadamente la misma que aquel ha de un sistema excitado separadamente porque las constantes de tiempo para los campos principales y de excitación son los factores significativos en este aspecto, y son comunes a los dos sistemas.

El forzamiento de campo está diseñado en consideración de todos los componentes de sistemas de excitación para optimizar el tiempo de recuperación. Debe ser suficiente para minimizar el tiempo de recuperación, pero no tanto para llevar a la inestabilidad o para sobre pasar al motor (el cual es una fuente limitada de potencia) como se muestra en la Figura 2.7.

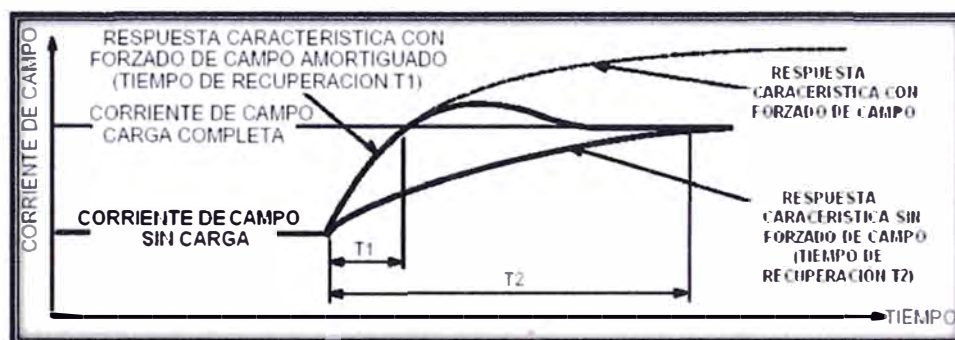


Figura 2.7 Características de respuesta de los sistemas de excitación

#### d. Caída sostenida de voltaje

Después de la relativamente corta pero abrupta caída de voltaje de transición (típicamente menos de 10 ciclos pero de hasta algunos segundos), sigue un periodo de recuperación de voltaje como se muestra en la Figura 2.8.

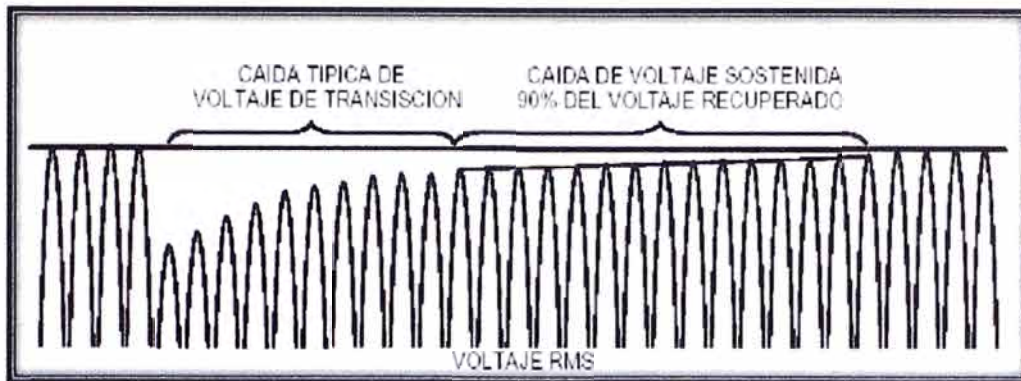


Figura 2.8 Caída de voltaje sostenida

Los máximos kVA de arranque del motor en la hoja de especificaciones del generador son los máximos kVA que el generador puede sostener y aún recuperarse hasta el 90% del voltaje de rango como se muestra en la Figura 2.9.

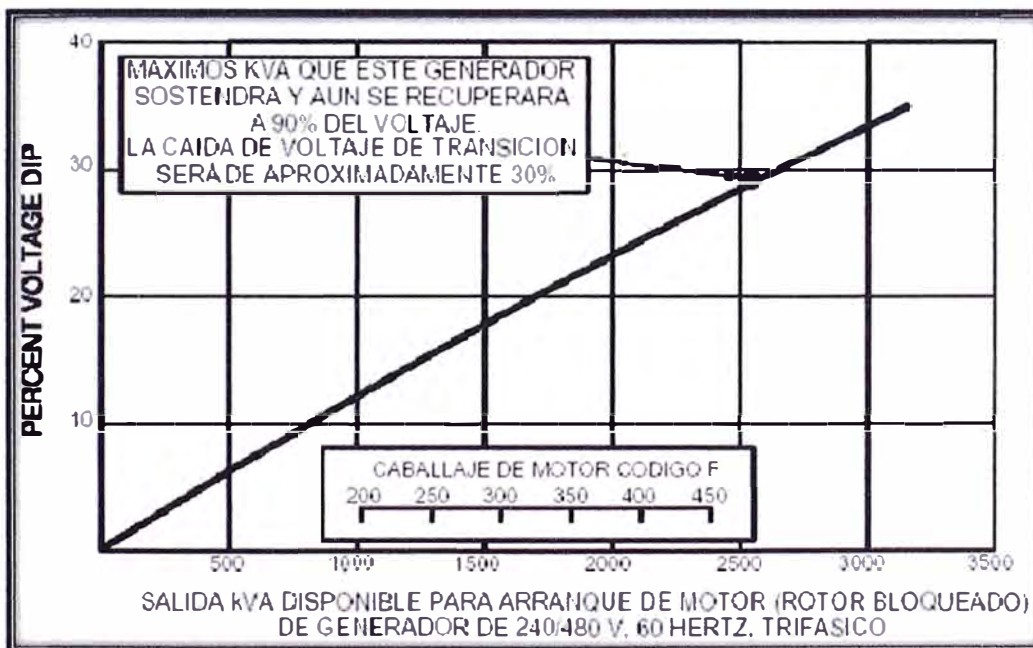


Figura 2.9 Gráfica de generador típica NEMA caída de voltaje de transición vs. KVA

Debe notarse que éste solamente es el desempeño combinado del alternador, excitador y AVR. El desempeño de arranque de motor de un

generador en particular depende del motor gobernador y regulador de voltaje así como del generador.

#### e. Respuesta de falla

La respuesta de falla de generadores auto-excitados y excitados separadamente es diferente. Un generador auto-excitado es conocido como de campo colapsante porque el campo se colapsa cuando las terminales de salida del generador se ponen en corto (cortotrifásico o corto L-L a través de las fases sensibles). Un generador excitado separadamente puede sostener el campo de generador en un corto circuito porque la excitación es suministrada por un generador de magneto permanente separado.

La figura siguiente muestra la típica respuesta al corto circuito simétrico trifásico de generadores auto-excitados y excitados separadamente.

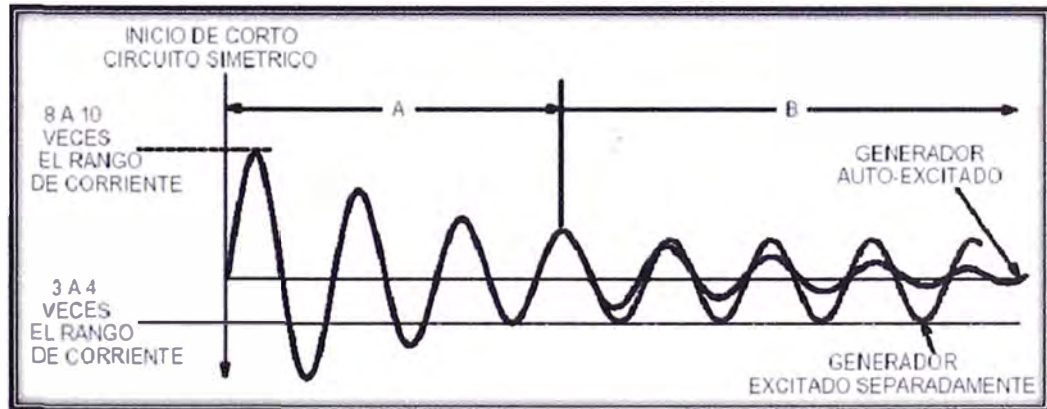


Figura 2.10 Respuesta de corto circuito trifásico simétrico

La corriente corto circuito inicial es nominalmente 8 a 10 veces la corriente de rango del generador y es una función de la reactancia sub-transición recíproca del generador  $1/X''_d$ . Para los primeros ciclos (A). Prácticamente no hay diferencia en respuesta entre los generadores auto-excitados y los separadamente excitados porque siguen la misma curva de decaimiento de corriente corto circuito al disiparse la energía de campo.

Después de los primeros ciclos (B), un generador auto-excitado continuará siguiendo la curva de decrecimiento de corto circuito a prácticamente cero de corriente. Un generador excitado separadamente puesto que la corriente de campo es derivada separadamente, puede sostener 2.5 a 3 veces la corriente de rango con una falla trifásica aplicada. Este nivel de corriente se puede mantener por aproximadamente 10 segundos sin daño al alternador.

La Figura 2.11 es otro medio de visualizar la diferencia de respuesta a una falla trifásica. Si el generador es auto-excitado, el voltaje y la corriente se colapsarán a cero cuando la corriente se incremente más allá de la rodilla de la curva. Un generador excitado separadamente puede sostener un corto directo porque no depende del voltaje de salida del generador para la potencia de excitación.

La operación estable y las condiciones de la transición, la respuesta de falla y más son afectados por este sistema. Estos efectos característicos son importantes en los estudios de desempeño de un sistema.



Figura 2.11 Capacidad de corto circuito

En resumen los sistemas auto-excitados presentan:

- Caídas de voltaje más altas.
- Campo colapsante.
- Detección de promedio monofásicos.
- Menor tolerancia a cargas no lineales.
- Menor capacidad de arranque de motor.
- Los sistemas excitados separadamente.
- Menores caídas de voltaje.

- Corriente de falla sostenida.
- Detección de RMS trifásica.
- Mejor inmunidad a cargas no lineales.
- Mejor capacidad de arranque de motores.

#### **f. Gobernación del motor**

Las RPM del motor afectan directamente la frecuencia de la onda de tensión que brinda el generador. El motor siendo de combustión interna depende de la tasa con que el combustible es explosionado, pero a su vez depende del gobernador. A continuación se explican los dos principales tipos de gobernadores y sus consecuencias.

##### **f.1 Motor con gobernación mecánica**

Los gobernadores mecánicos como lo indica su nombre, controlan la alimentación de combustible del motor basándose en la detección mecánica de las RPM a través de contrapesos o mecanismo similares.

Estos sistemas exhiben una caída de velocidad de aproximadamente 3-5% de no carga hasta carga total inherente al diseño. Este tipo de sistemas es generalmente el más económico y es apropiado para aplicaciones donde la caída de frecuencias no es un problema para las cargas que se sirven, algunos pero no todos los generadores tienen disponible gobernación mecánica opcional.

##### **f.2 Motor con Gobernadores Electrónicos**

Los gobernadores electrónicos se usan en aplicaciones donde se requiere paralelismo activo.

Las Rpm del motor son generalmente detectadas por un sensor electromagnético y la alimentación del motor se controla por solenoides impulsados por circuitos electrónicos.

Estos circuitos, ya sea integrado o como parte de un control de generador por microprocesador, utilizan sofisticados algoritmos para mantener el

control de generador por microprocesador para mantener el control de la velocidad precisa y por lo tanto afecta la frecuencia.

Los gobernadores electrónicos permiten que los generadores se recuperen más rápidamente de los pasos de la carga transición que los gobernadores mecánicos. Los gobernadores electrónicos se deben usar siempre donde las cargas incluyan equipos UPS.

Los motores modernos, especialmente los motores diesel con sistemas de combustible de autoridad total, solo están disponibles con sistemas de gobernanación electrónica.

La demanda o los requerimientos de la ley para lograr más alta eficiencia de combustible, bajas emisiones y otras ventajas requieren el control preciso ofrecido por estos sistemas.

La Figura 2.12 muestra las funciones de control en un generador moderno, las cuales son mostradas a continuación.

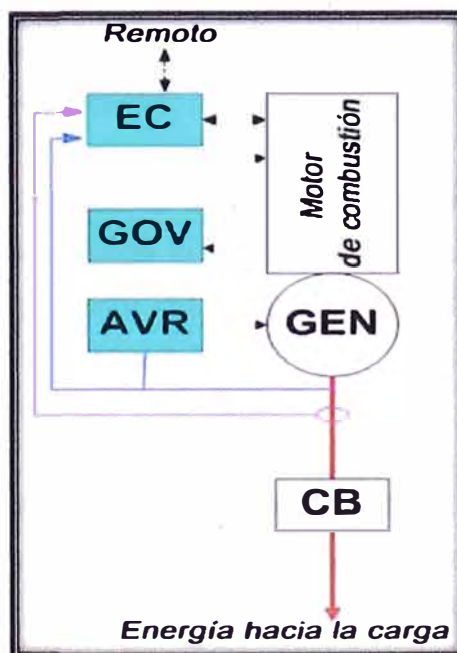


Figura 2.12 Funciones de control en un generador moderno

**EC: Control del Motor**

- Protección para el motor
- Arranque y paro
- Interfase del operador (control y monitoreo)

**GOV: Gobernador**

- Mide Velocidad/Controla alimentación de combustible
- AVR: Regulador Automático de Voltaje
- Mide Voltaje/Controla Excitación

**CB: Interruptor**

- Protección del alternador
- Interruptor de paralelismo

**2.1.2 Aspectos legales**

Existen diversas normas y recomendaciones relacionadas a los grupos electrógenos, se presenta a continuación:

**a. IEC-INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMITTEE**

Son estándares de las máquinas eléctricas rotativas:

IEC 60034. Esta norma abarca en la contribución con la eficiencia energética en motores eléctricos.

IEC 34-1. Esta norma abarca desde la normativa, diseño, selección e instalación. La norma detallan lo siguiente: ciclos de operación, potencia nominal, derrateo por altura de operación del equipo, condiciones de operación eléctrica, funcionamiento térmico y pruebas, pruebas de aislamiento, sobre velocidad, conmutación, etc.

**b. INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION**

Son estándares para motores de combustión interna y alternadores de corriente. El tratado 8528-1:2005 de la organización internacional de normalización define clasificaciones diversas para la aplicación, la evaluación y la actuación de generadores de emergencia consistente en un



motor de combustión interna, alternador de corriente, el generador, control asociado, dispositivos de distribución y cualquier equipo auxiliar.

La norma se aplica al generadores A.C. accionados por motores para el uso terrestre y marino excluyendo generadores de emergencia usados en aeronave o para propulsar locomotoras y vehículos terrestres.

Los generadores de emergencia encontrados en los requisitos de 8528-1:2005 de la organización internacional de normalización, se usan para generar energía eléctrica para carga continua, culminante y las aplicaciones de reserva. Las clasificaciones impuestas en 8528-1:2005 de la organización internacional de normalización, está dirigida a ayudar al fabricante y cliente.

BS (British Standards) ISO 8528-3: motor de combustión interna alternativo que impulsa grupos electrógenos de corriente alterna, generadores de corriente alterna para grupos electrógenos.

BS 5000-3: maquinas eléctricas con piezas rotatorias, generadores impulsados con motores de combustión interna alternativos, requisitos para la resistencia a las vibraciones.

Debido a que el motor de combustión interna funciona con el sistema de combustible, bomba de agua, bomba de aceite lubricante, filtro de aire y el escape de debe cumplir con el ISO 3046 con referencia a las condiciones estándar de:

- Presión barométrica: 100 kPa (29,53 en Hg)
- Temperatura del aire: 25 ° C (77 ° F)
- Altitud: 110 m (361 pies)
- Humedad relativa: 30%.

c. NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION

Estándares para motores y generadores NEMA MGI-1. El contenido se aplica en general a motores eléctricos. En lo referente a generadores abarca:

- Referencias estándares y definiciones
- Clasificación de acuerdo a la medida
- Clasificación de acuerdo a la aplicación
- Clasificación de acuerdo a la clasificación eléctrica
- Clasificación de acuerdo a métodos de refrigeración y protección del medio ambiente.
- Clasificación de acuerdo a la variación de velocidad
- Evaluación, funcionamiento y pruebas.
- Máquinas y partes
- Clasificación de aislamientos
- Terminología y señalización
- Pruebas de alto potencial

**d. CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION: CSA 22, Canadian Electrical Code. CSA282,**

Son normas para uso de sistemas de emergencia en edificaciones. Esta norma CSA es similar a las anteriores. Se incorpora los siguientes capítulos de operación y mantenimiento:

- Operación y mantenimiento
- Inspección, pruebas y mantenimiento
- Instrucciones, herramientas y partes
- Mantenimientos anuales y pruebas operacionales periódicas
- Frecuencia e historial de los mantenimientos.
- Seguridad
- Inspección visual de combustible

**e. UNDERWRITERS LABORATORIES: UL 2200**

Orientado al ensamblado de los generadores estacionarios a motor de combustión interna. Esta norma abarca:

**e.1 Construcción**

Materiales, encapsulados, protección, shock eléctricos, protección de corrosión, ensamblaje mecánica, laves y control, aparatos de conexión, conexiones de salida, espacio de cableado, aterramiento, unión de partes

internas, conexiones internas, partes de las conexiones eléctricas, control de circuitos, transformadores, circuitos de separación, protección de sobrecorriente, filtros de aire, capacitores, resistores, señalizaciones, adhesivas, arranque de motor de combustión, baterías, protección del personal.

#### e.2 Sistemas Mecánicos

Existen sistemas de tubería, sistemas de tuberías de escape.

#### e.3 Sistemas Mecánicos y funcionamiento

Pruebas de temperaturas, voltaje dieléctrico, distorsión armónica, salida de voltaje y frecuencia de fluctuación, pruebas de rotor bloqueado, medida a neutral, protección de sobrecorriente, pruebas de impacto, etc.

## 2.2 SINCRONIZACIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS

Los equipos de sincronización son necesarios en lugares de producciones diarias y sin lapso de tiempo de paralización, también es de gran demanda en el sector salud ya que normalmente la variación de la carga depende mucho de las intervenciones que son delicadas por ello debido a esta variación hay intervalos de tiempo donde la carga es baja y donde un grupo electrógeno tranquilamente puede asumir la carga, pero luego de un intervalo de tiempo se observa que la carga aumenta y por ende se procede a entrar a lo que es el sincronismo de grupos electrógenos que mediante los módulos de control de sincronismo se comunican para poder compartir la carga que luego de un intervalo de tiempo pequeño se consigue que cada grupo electrógeno asume la misma carga respecto a la cantidad de grupos electrógenos y la carga total.

Los interruptores termo magnéticos motorizados juegan un papel muy importante ya que estos se activan mediante la señal del módulo de control quien detecta que el voltaje y frecuencia alcanzan los parámetros nominales y por ende manda a cerrar el ITM del primer GE y luego al realizarse la

sincronización entran enseguida los GE aguas arriba de acuerdo al quien alcance primero sus parámetros nominales.

Los grupos electrógenos pueden también asumir la carga en caso de que la red comercial no se encuentra dentro de sus parámetros nominales o en todo caso si presenta armónicos en su comportamiento las cuales pueden producir perturbaciones en la red, disparo del interruptor para que luego se realice el respaldo de energía mediante los grupos electrógenos y el sistema de transferencia automática.

### **2.2.1 Operación de generadores en paralelo**

La operación de dos o más generadores en paralelo tiene ventajas significativas respecto a un generador trabajando en solitario conectado a una carga, quizás la ventaja más relevante sea la disponibilidad, es posible conectar en paralelo únicamente los generadores necesarios que entregan potencia en régimen de trabajo prime o régimen continuo el cual de acuerdo al fabricante la potencia prime es equivalente al 90.9 % de la potencia Standby, así mismo también los generadores que trabajaran en régimen continuo según el fabricante los generadores pueden entregar una potencia equivalente del 70% de la potencia stand by para suplir la necesidades de potencia debidas a los incrementos de la carga, esto con una disponibilidad de generación mayor que cuando se dispone de un solo generador.

Antes de conectar en paralelo un generador a una barra común es necesario sincronizarlo, puesto que cada uno de los generadores cuenta con un Interruptor Motorizado, este debe cerrar únicamente cuando la barra y el generador entrante coinciden en frecuencia, voltaje y secuencia de fases; además la onda senoidal de la barra común y los generadores coinciden en el pico; es hasta el momento del cierre del interruptor que el generador está en paralelo.

Si dos o más generadores están conectados en paralelo esto no implica que la distribución de carga sea proporcional para cada uno de los generadores, para los generadores sincrónicos conectados en paralelo la distribución de

potencia aparente depende de los ajustes de voltaje y frecuencia para cada uno de los generadores, el voltaje se regula con la corriente de excitación en el rotor determinando el monto de potencia reactiva entregada por el generador sincrónico, cuando el voltaje interno del generador es igual al voltaje de la barra común, el generador no entrega potencia reactiva, si el voltaje interno es mayor al voltaje de la barra, el generador entrega potencia reactiva, y por último si el voltaje interno del generador es menor al voltaje de la barra común, el generador sincrónico absorbe energía reactiva.

En el caso de la potencia real, esta depende del desplazamiento angular del eje del generador respecto del ángulo instantáneo del voltaje en la barra, si el ángulo entre el generador y la barra es positivo esto implica que el generador está levemente acelerado y entregando potencia real, si por el contrario, el generador tiene un ángulo negativo respecto de la barra común se dice que el generador recibe potencia real, por último si el ángulo del generador es idéntico al de la barra común el generador no entrega potencia a la barra y se dice que está en vacío.

### **2.2.2 Sincronización**

Tal como se indica anteriormente la sincronización es poner en paralelo dos fuentes, uno o varios generadores y el bus infinito.

Cuando un generador se pone en paralelo con otro generador o con un sistema grande (bus infinito), debemos tener las siguientes situaciones:

- a) Voltajes iguales.
- b) Misma frecuencia.
- c) Igual secuencia de fases.
- d) Idéntica fase.

En el lugar de instalación del sistema de sincronismo, el cumplimiento de estas condiciones es verificada por el módulo de control deepsea electronic dse 8610 (módulo de sincronismo de procedencia inglesa) la cual se presenta con un previo esquema según la figura 2.13.

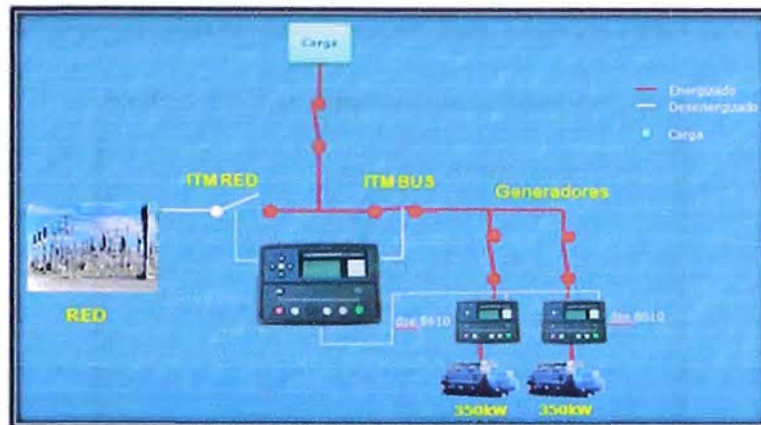


Figura 2.13 Los módulos dse 8610 para sincronismo de grupos electrógenos

### 2.3 CASOS DE SINCRONIZACIÓN

Presentaremos a continuación varias situaciones de sincronización comunes en las que se pudiese encontrar un operario al tratar de sincronizar un generador con el bus infinito.

Se indica primero a los voltajes de esta forma:

EA, EB, EC: Voltajes del bus infinito.

Ea, Eb, Ec: Voltajes del generador sincrónico.

EAa, EBb, ECc: Voltajes aplicados a las lámparas de sincronización, (La magnitud de éstos representa el brillo de las lámparas), (Método de las Lámparas), Figura 2.14 se muestra el método.

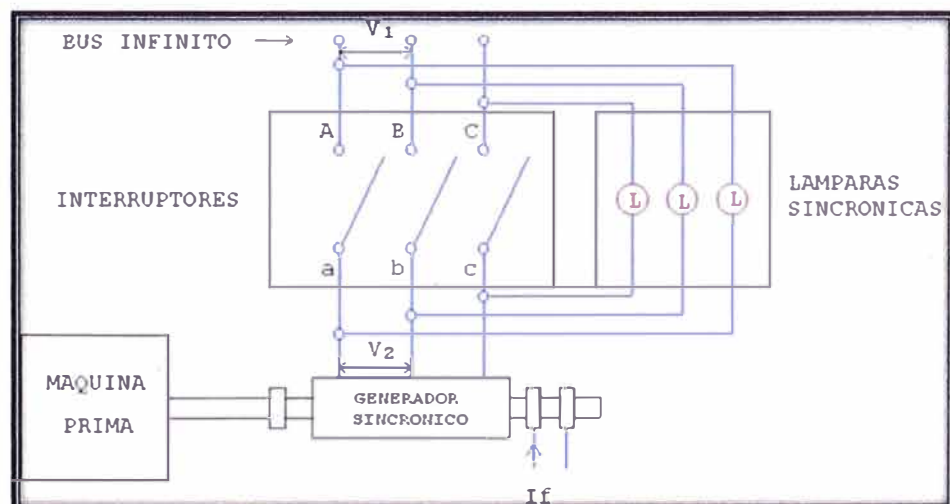


Figura 2.14 Método de las lámparas

### 2.3.1 Voltajes diferentes, pero frecuencia y secuencia iguales.

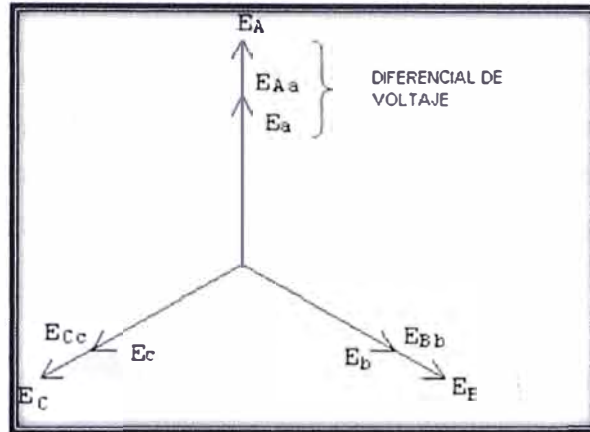


Figura 2.15 Voltajes diferentes, pero frecuencia y secuencia iguales

Ante esta condición, las lámparas tendrán un brillo constante e igual para todas. Para corregir esto, basta con ajustar  $I_f$  hasta que el brillo de las lámparas sea nulo, es decir,  $V_1=V_2$ . Luego entonces podremos cerrar los interruptores para concluir la sincronización.

### 2.3.2 Frecuencias diferentes, voltajes y secuencia iguales

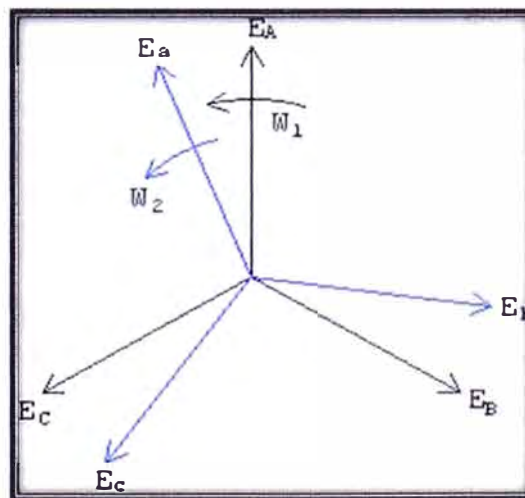


Figura 2.16 Frecuencias diferentes, voltajes y secuencia iguales

Para este caso, las lámparas tendrán un brillo fluctuante, pero igual para todas. Las lámparas encenderán y apagarán a la frecuencia  $R$ .

Este caso ocurre porque la frecuencia de la máquina prima es diferente a la del bus. Así que para corregir la sincronización, debemos variar la velocidad de la flecha de la máquina prima, pero debemos ajustar  $I_f$  para mantener los voltajes iguales, porque el voltaje  $E_{af}$  depende de la frecuencia.

Cuando se hacen estas correcciones, la frecuencia del brillo de las lámparas se reduce, así que cuando la intensidad de la luz de los focos cruce lentamente por cero, cerramos los interruptores y listo. No debemos esperar que las frecuencias se igualen exactamente porque es casi imposible, así que podemos esperar a que se aproximen lo suficiente para culminar la sincronización.

### 2.3.3 Secuencia de fase incorrecta.

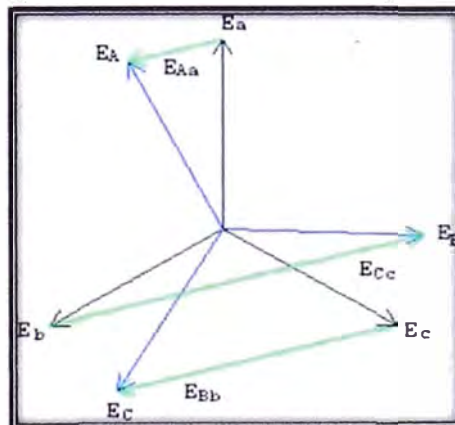


Figura 2.17 Secuencia de fase incorrecta

Ante este caso las lámparas tendrán un brillo diferente cada una debido a la inversión de fases. Para corregir esto, basta con sólo cambiar dos cables entre sí para que la secuencia sea correcta. (A-B, B-C, C-A).



### 2.3.4 Fase no es igual, voltaje, frecuencia, secuencia de fase, idénticas.

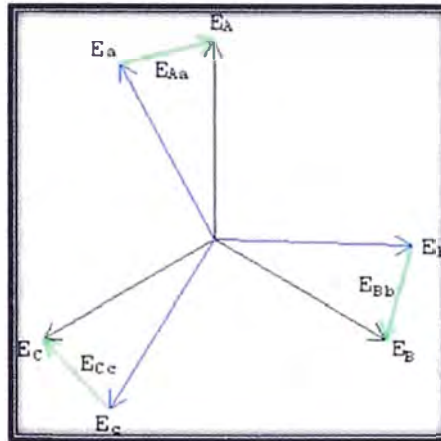


Figura 2.18 Fase no es igual, voltaje, frecuencia, secuencia de fase, idénticas.

Aquí las lámparas encenderán y apagarán con la misma intensidad todas a la frecuencia  $f_s$ , por lo que para el ojo humano tendrán un brillo constante. Sólo basta alterar levemente la velocidad de la máquina sincrónica, para ajustar las fases. Cuando la intensidad de las lámparas sea cero, cerramos los interruptores.

Los casos anteriores son un tanto idealizados, pero los casos reales son por lo general, combinaciones de ellos. El operador debe saber identificarlos y determinar el proceso para corregir la sincronización. Nótese que las lámparas deben tener capacidad para el doble de voltaje de la línea, porque en algunos casos se tendrán aplicados estos voltajes a los focos.

## 2.4 **TABLERO DE SINCRONISMO Y EL ENFOQUE AL TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA**

Esta sección está enfocada a describir los aspectos técnicos y legales relacionados a los tableros de transferencia automática. Así mismo se desarrolla lo correspondiente a los dos tipos de tecnologías principales: los de transición abierta y los de transición cerrada.

La sección se enfoca en desarrollar esta última tecnología.

#### **2.4.1 Aspectos generales**

La presente subsección abarca, tanto los aspectos técnicos y legales.

##### **a. Técnicos**

Este ítem desarrolla los aspectos técnicos fundamentales para el Tablero de Sincronismo y los sistemas de transferencia automática.

##### *a.1 Funciones de un Tablero de Sincronismo*

El tablero de sincronismo es un equipo que tiene la función de enviar señales de arranque a los grupos electrógenos el cual tiene integrado un interruptor motorizado y módulo de control de sincronismo, el tablero de sincronismo normalmente son del tipo autosoportado con grado de protección IP 55 concerniente a expuestos de partículas líquidas y sólidas, viene integrado las barras para la conexión de los cables de fuerza tanto por parte de la red comercial como también de los mismos grupos electrógenos. El tablero de sincronismo será instalado, para la puesta en paralelo de los dos grupos electrógenos, al producirse una falla del suministro del Concesionario, se generará una señal en el tablero de transferencia automática (TTA) que originará el arranque automático de ambos grupos, el primer grupo que llegue a los valores nominales de tensión y frecuencia se conectará automáticamente a la barra.

##### *a.2 Definición de interruptor de transferencia*

Los interruptores de transferencia trasladan la carga de un circuito a otro en caso de falla de energía, son utilizados tanto en subestaciones eléctricas como en industrias.

##### *a.3 Funciones de un Tablero de Transferencia*

Las principales son las siguientes:

Conducir corriente continuamente.

Detectar fallas eléctricas en la fuente normal (concesionaria)

- Inicializar la fuente alterna.
- Transferir cargas a la fuente alterna.
- Detectar restablecimiento de la fuente normal.
- Retransferir cargas de la fuente normal.
- Soportar y mantenerse cerrado ante fallas por cortocircuito.

#### a.4 Partes fundamentales de un interruptor de transferencia

Está definida por tres partes principales:

##### a.4.1 La unidad de potencia

La cual está conformada por cuatro elementos: mecanismo operador, contactos principales, contactos de control y auxiliares, conexiones de Potencia.

##### a.4.2 Panel de control

Se compone de lo siguiente: detector de voltaje y frecuencia, temporizador, controles de entrada/salida, y dispositivos indicadores.

##### a.4.3 El gabinete

Existen tipos de gabinete según sea el caso, esencialmente son los tableros murales y los tableros autosoportados. Las características principales son: Tableros con grados de protección IP según sea el caso, fabricado de plancha de acero LAF (Acero laminado en frío) de diversos espesores. Formado de una sola pieza perfilada y doblada.

- La puerta delantera con chapa de seguridad.
- Apertura de la puerta superior a 120°.
- Decapado químico, pintura base anticorrosiva y pintura de acabado normalmente se solicita la pintura RAL 7032.
- Contra placa para fijación de equipos eléctricos.
- Placa inferior de fácil retiro para disponer entrada y salida de cables de Fuerza y otra disposición.

#### *a.5 Aplicaciones y usos de los tableros de transferencia*

Tenemos entre las aplicaciones principales a las siguientes:

- Hospitales y otros centros de salud.
- Telecomunicaciones.
- Centros de cómputo y centros comerciales.
- Procesos y edificios industriales.
- Bancos/instituciones financieras.
- Aeropuertos.
- Hoteles y resorts.
- Edificios de oficinas.
- Instalaciones del gobierno y militares.
- Sistemas de seguridad.

#### *a.6 Modos de transferencia*

Existen dos familias principales de métodos de transferencia: transferencia abierta y transferencia cerrada.

##### **a.6.1 Sistemas con transferencia abierta**

Son aquellos equipos que teniendo dos fuentes de energía, no admiten ambas fuentes como alimentación. Sólo precisan una sola fuente.

##### **a.6.2 Sistemas con transferencia cerrada**

Son aquellos equipos que teniendo dos fuentes de Energía, pueden lograr el paralelismo entre ambas fuentes para alimentar una carga común.

La Figura 2.19 ilustra estos dos tipos de transferencia, y adicionalmente la transferencia programada.

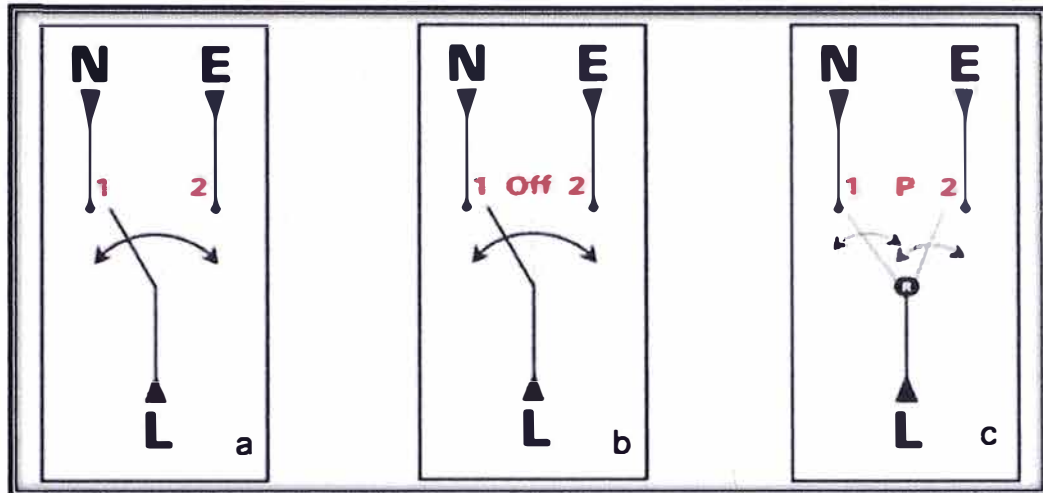


Figura 2.19 Modos de transferencia: a) abierto; b) programado, c) cerrado.

#### a.7 Tecnologías de tableros de transferencia automática abierta

Existen tres principales:

##### a.7.1 Tablero de transferencia con breakers

Estos equipos son diseñados en caja moldeada, son mecánica y eléctricamente enclavados. El sistema mecánico debe ser omitido para transiciones cerradas. Sin embargo requeriría controles preventivos de salida de fase del paralelismo.

Está operado por un motor el cual cierra o realiza la apertura del sistema mecánico.

La Figura 2.20 ilustra el comportamiento de este tipo de tablero de transferencia.

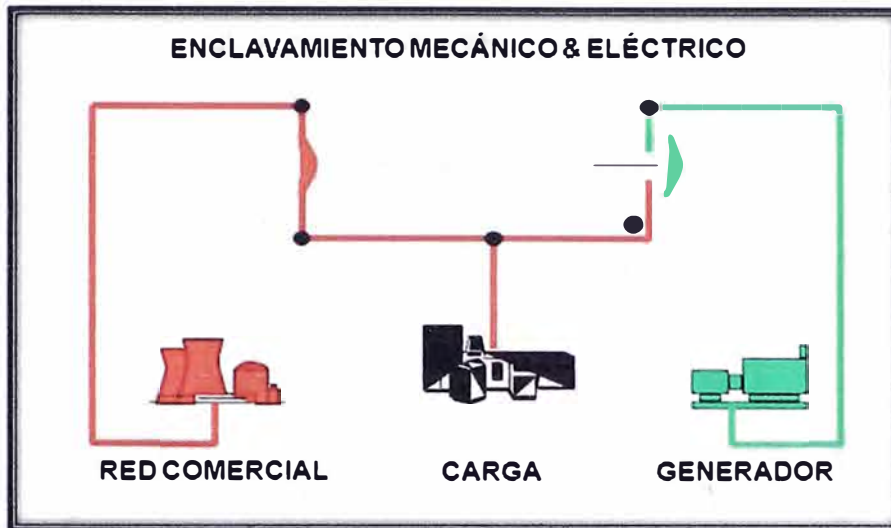


Figura 2.20 Comportamiento de tableros con breakers

Estos equipos de caja moldeada pueden realizar rápidamente el cambio de fuente. También al usar éstos tableros se requiere protección externa contra los sobre voltajes. Existen breakers con protección interna a sobrecorrientes, con los cuales se hace innecesaria la protección externa.

#### a.7.2 Enclavamiento mecánico de doble tiro

La construcción conmutativa de los mecanismos es diseñada específicamente para uso de dos fuentes. Las protecciones contra sobrecorriente son necesarias. A éstos dispositivos también se les llama conmutadores motorizados.

La Figura 2.21 ilustra su comportamiento.

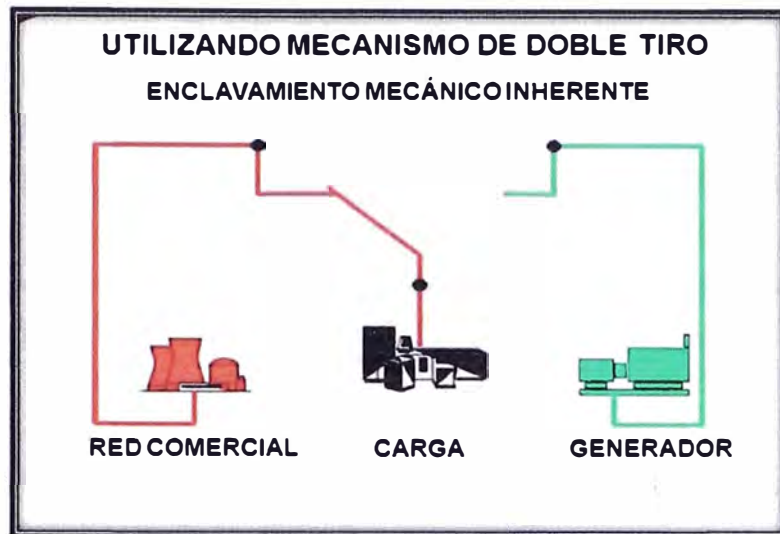


Figura 2.21 Comportamiento de tableros con doble tiro.

#### a.7.3 Utilizando contactores eléctricos

La construcción de éste tipo de tableros son de par mecánico y eléctricamente enclavados. Se tienen dos contactores que actúan independientemente con solenoides independientes. Sin embargo el PLC que gobierna éste sistema permite que uno esté abierto y el otro esté cerrado por defecto.

Con este sistema ambas fuentes jamás estarán en contacto. La Figura 2.22 ilustra su comportamiento.

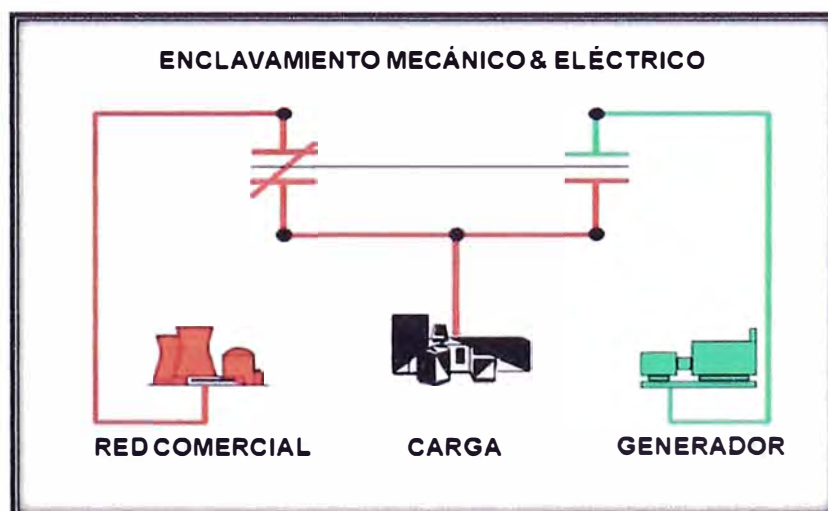


Figura 2.22 Comportamiento de tableros con doble tiro

Las desventajas de éste sistema de transferencia radica cuando existen altas cargas superiores a los 600 amperios. En corrientes superiores existe demasiada pérdida de energía por medio de los contactos lo cual ocasiona pérdidas económicas y según la UL 1008 éste tablero de transferencia debe operar en condiciones de temperatura exigidas en la norma. Los sistemas con contactores son usados en sistemas con baja corrientes por su costo principalmente y su operación es suficientemente estable.

#### **b. Legales**

Existen diversas normas y recomendaciones relacionadas a estos sistemas. Estas son desarrolladas a continuación:

##### **b.1 Norma NFPA 70**

La National Electrical Code (NEC) o la NFPA 70 (Nacional Fire Protection Association), establecen las características que deben cumplir las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica. Para el caso de estudio, esta norma involucra el artículo 700 "sistemas de emergencia". En general el artículo 700 consta de diversos sub-artículos (700 a 770), cada uno con sus acápites correspondientes.

La 700, ve los aspectos generales, La 700.9 "Wiring, Emergency System", define los temas de identificación y de cableado.

El 702 de la NFPA está dedicado a sistemas stand by. El 702.6 define a los equipos de transferencia como equipo diseñado para prevenir cortes inadvertidos de energía que tiene la función de transferir la carga desde una fuente principal a una fuente de emergencia.

También está considerado el artículo 700 "instalaciones para centros de salud".

El artículo 517.32 inciso E indica que los tableros de los Generadores estacionarios de respaldo deben estar iluminados y hace referencia al cargador flotante de baterías.

##### **b.2 NFPA 99**

La norma NFPA 99 es aplicada para instalaciones para cuidados de la salud.



El artículo 4.4.2.1.4 indica las características de un tablero de transferencia.

- Un tablero de transferencia puede ser eléctricamente operado o mecánicamente. El mecanismo de transferencia transfiere o retransfiere la carga automáticamente.
- Indica excepciones cuando el tablero de transferencia está en modo manual.
- Debe disponer un enclavamiento para sólo disponer una sola fuente y evitar la interconexión.
- Debe contar con medidores de voltaje
- Debe tener retardo de tiempo para inicializar el uso de a fuente alternativa
- Debe tener retardo de tiempo para transferir a la fuente alternativa.
- Debe tener retardo de tiempo para retransferir a la fuente principal.
- Debe tener una llave para testeo, es decir para simular el corte de la fuente de poder normal.
- Debe disponer de indicadores de posición de las llaves. Indicadores cuando opera en fuente principal y en fuente alternativa.
- Debe contar con un manual de control y operación.
- Debe disponer de retardo de tiempo para apagado del grupo electrógeno
- Para uso de motores eléctricos con arranque simple debe ser prevista adecuadamente para evitar las sobrecorrientes originadas por el arranque.
- La línea neutral debe contar con aislamiento y separado del conductor de tierra.

El artículo 4.4.3.2 abarca sobre tableros de transferencia, sus protecciones y su lógica operación.

### **b.3 NFPA 110**

El estándar para los sistemas de emergencia y respaldo contiene en su capítulo 6 lo relacionado a equipamiento para llaves de transferencia. Se detalla a continuación:

**En 6.1 "General":**

- 6.1.1. Los interruptores transferirán cargas eléctricas de una fuente de poder a otro.**
- 6.1.2. El tamaño del tablero y su capacidad de corriente será clasificada según el tamaño para la carga total que es diseñada para estar conectada.**
- 6.1.3. Cada interruptor estará en un compartimiento cercado y separado.**
- 6.1.4. La capacidad del interruptor, incluyendo todos los componentes que transmiten la corriente de carga será diseñada para incluir todas las cargas a ser conectadas.**
- 6.1.5. El interruptor, incluyendo todos los componentes que transportan la corriente de carga, será diseñado para resistir las corrientes de falla.**
- 6.1.6. Cada interruptor se encontrará enumerados para el servicio de emergencia como para servicio principal.**

**En 6.2 "Características de los tableros de transferencia automática":**

**6.2.1 General. Los interruptores automáticos de transferencia debe ser capaces de todo lo siguiente: capacidad de operación eléctrica y mecánica, transferencia y la retransferencia de la carga automáticamente, monitoreo de la fuente principal, detección de bajo voltaje y será provisto para monitorear todas las líneas de la fuente primaria de poder como sigue: (1) Cuando el voltaje en cualquier fase cae debajo del voltaje operativo mínimo, el interruptor de transferencia automáticamente iniciará el encendido del motor y el proceso de transferencia para la fuente de alimentación de emergencia. (2) Cuando el voltaje en todas las fases de la línea principal vuelva a su rango normal comienza un tiempo programable para inicializar el retorno a la fuente primaria. (3) Visualización cuando opera en automático y en manual. debe estar provisto de un medidor de voltaje y frecuencia, además de una línea para aterramiento.**

**Transferir a la fuente de emergencia cuando el voltaje y frecuencia se encuentren dentro del rango aceptable de operación.**

6.2.3 Debe existir enclavamiento o un sistema alterno apropiado que impida la conexión de las dos fuentes.

6.2.4 Debe existir un manual de operación en el Tablero  
Este equipo debe incluir un manual para retransferencia manual si el tablero funciona incorrectamente.

El tablero debe anunciar visualmente cuando “no opera en automático.”

6.2.5 Tiempo de retardo para activar el sistema de emergencia

6.2.6 Tiempo de retardo para control de encendido del generador

6.2.7 Tiempo de retardo para transferencia de fuente.

El retraso de tiempo comenzará cuando el voltaje y frecuencia se encuentren dentro del rango establecido para operación.

Los tiempos de retardo serán permitidos también en el control del generador.

6.2.8 Tiempo de retardo para retransferencia a fuente primaria y se estabilice la fuente primaria.

6.2.9 Tiempo de retardo si existe falla del sistema de emergencia

6.2.10 Para el apagado del generador de tiempo mínimo de 5 minutos.

El retraso de 5 minutos mínimo no será requerido para equipos menores de 15 kW.

Un temporizador no será necesario debido a que éste retardo debe estar incluido en el generador.

6.2.11 El sistema de emergencia debe incluir un reloj de ejercicios, la transferencia cambia de fuente principal a fuente de emergencia para alimentar la carga y en caso de que el sistema de emergencia falle deberá volver automáticamente a fuente principal.

El reloj de ejercicios puede ser instalado en el panel de control del generador o en el tablero de transferencia El reloj de ejercicios no será requerido en centros de salud que proveen el mantenimiento de conformidad con NFPA 99, Estándar para Centros de Salud.

6.2.12. Todo Tablero de transferencia será provisto de un I ave que permita simular una falta de energía de la fuente principal.

6.2.13 Existirá luces indicadores la cuales señalarán la posición del interruptor en fuente principal o fuente de emergencia.

6.2.14. Debe existir protección contra sobre corriente tanto en el generador como el tablero de transferencia.

6.2.15 Existencia del conductor aislado neutro separado de la tierra.

6.2.16 Enclavamiento y con operación manual o eléctrico y remoto Enclavamiento Confiable mecánico interbloqueado, o un método alterno aprobado, que impedirá la interconexión inadvertida de la fuente primaria de poder y con la fuente de emergencia.

Indicadores de posición del Interruptor.

#### b.4 UL 1008

UL (Underwriters Laboratories), ha desarrollado más de 1,000 estándares para seguridad. Estos son esenciales para la seguridad pública y confiabilidad, reduciendo costos, mejorando la calidad, y el mercadeo de productos y servicios. Millones de productos y sus componentes, son probados bajo los rigurosos estándares de seguridad, con el resultado que los consumidores vivan en un ambiente más seguro de lo que comúnmente podrían tener.

La UL 108 exige especificaciones para la fabricación de los equipos. En resumen la norma indica lo siguiente:

b.4.1.-Los requerimientos para los tableros de transferencia automática para uso de sistemas de emergencia.

b.4.2.-Estas exigencias cubren el rango hasta 6000 Amperios y debajo de 600 voltios.

b.4.3.-Los tableros de transferencia deben tener controles como testeadores de voltaje, frecuencia, temporizadores como mínimo.

#### **b.5 UL 2200**

Esta norma indica todo lo recomendable para ensamblado de generadores estacionarios y equipos anexos.

Construcción.

Sistemas mecánicos – Construcción.

Sistemas mecánicos – Performance.

Evaluación.

Señalizando.

Pruebas de fabricación y producción.

#### **b.6 Código nacional de electricidad peruano**

El Código Nacional de Electricidad – Utilización, tiene como objetivo establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la propiedad, frente a los peligros derivados del uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente y la protección del Patrimonio Cultural de la Nación. Los artículos involucrados son los siguientes:

080-612 Equipos de Transferencia para Sistemas de Suministro de Energía de Emergencia.- Los equipos de transferencia para los sistemas de suministro de energía de emergencia, deben prevenir la interconexión inadvertida de las fuentes de suministro normal y de emergencia en cualquier tipo de operación.

#### 240-204 Control

La alimentación para sistemas de emergencia debe estar controlada por un sistema automático de transferencia de carga, que energice los sistemas de emergencia desde el momento de la falla de la alimentación normal, y debe ser accesible sólo a personas autorizadas.

Se permite un dispositivo automático accionado por luz, aprobado para este propósito que sea usado para controlar separadamente, las luces ubicadas en un área adecuadamente iluminada durante las horas de iluminación natural, sin la necesidad de iluminación artificial.

#### **2.4.2 De transición cerrada**

Es una nueva tecnología que va creciendo sus aplicaciones debido a las exigencias en otros países sobre todo en instituciones dedicadas a la salud y que proporciona muchas ventajas respecto a los sistemas convencionales.

Existen diversos tipos los cuales serán desarrollados a continuación:

##### **a. Transición cerrada momentánea**

Este tipo de transición tiene paralelismo en un grado mínimo. No supera los 100ms que ambas fuentes de alimentación alimentan la carga. Por su aplicación los circuitos alimentados son cargas no sensibles a la transferencia de fuente.

La Figura 2.23 muestra las fases de comportamiento las cuales son descritas a continuación:

1. Al retornar la energía de la red pública ésta es detectada por el tablero de transferencia.
2. El tablero de transferencia ajusta el voltaje y frecuencia del grupo electrógeno para estar en sincronía con la red pública.
3. El tablero de transferencia logra el paralelismo entre las dos fuentes cuando el voltaje y frecuencia están en sincronía.
4. Se activa el temporizador el cual permite sólo 100ms de paralelismo.
5. Cumplido el tiempo se apertura la fuente procedente del Grupo Electrónico.

6. Se activa la señal de apagado del grupo electrógeno.

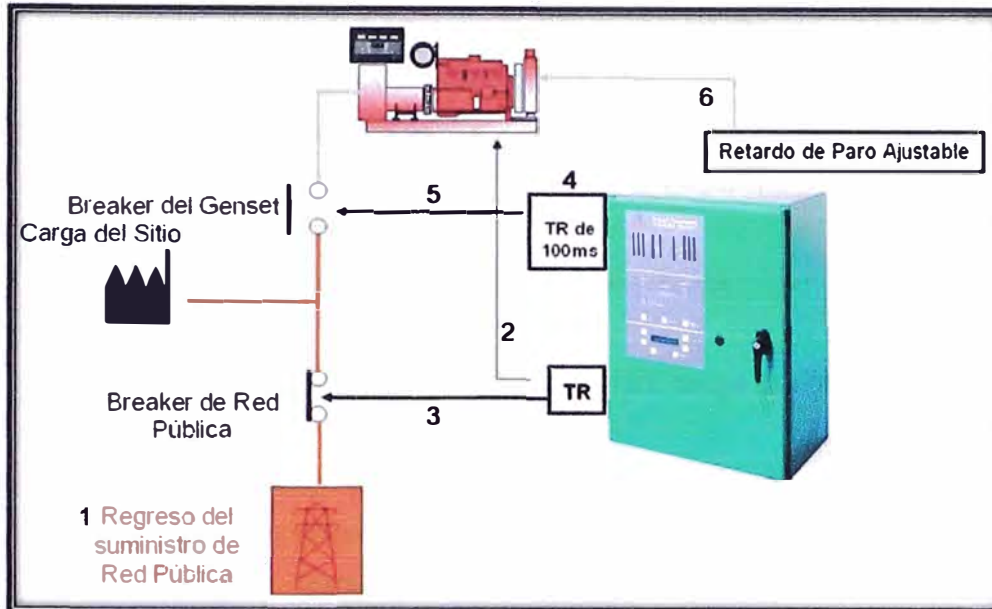


Figura 2.23 Transición cerrada momentánea

**b. Transición cerrada con carga suave**

Este tipo de transferencia exige mayor tiempo de paralelismo entre ambas fuentes.

A diferencia de la momentánea aquí la carga que viene soportando la primera fuente se traslada hacia la segunda de una manera escalonada de tal forma que no se produce corte de suministro ni picos abruptos de energía.

Son recomendables donde las cargas son más sensibles y no admiten picos en la señal de voltaje.

Este tipo de transferencia se aplica para trasladar carga de la red pública al grupo electrógeno y también para retomar del grupo electrógeno a la red pública.

La Figura 2.24 ilustra los pasos para transferir carga de la red pública al grupo electrógeno:

1. El tablero de transferencia ordena el encendido del grupo electrógeno o los dos grupos electrógenos.
2. Ajusta el voltaje y frecuencia del grupo electrógeno para ponerlo en paralelo con la red pública. Aquí gradualmente el grupo o los dos grupos electrógenos asumen la carga.
3. Puesta en paralelo del grupo o los dos grupos electrógenos con la red pública.
4. Apertura de llaves de la fuente de red pública.

La Figura 2.25 ilustra los pasos para transferir carga del grupo electrógeno a la red pública.

1. Se ajusta voltaje y frecuencia para estar en sincronía con la red
2. Se pone en paralelo el Grupo con la red pública, el tablero logra el paralelismo activando la llave de la red pública. Aquí asume gradualmente carga la red pública.
3. Apertura de la llave del grupo electrógeno
4. El tablero de transferencia ordena el apagado del grupo electrógeno.

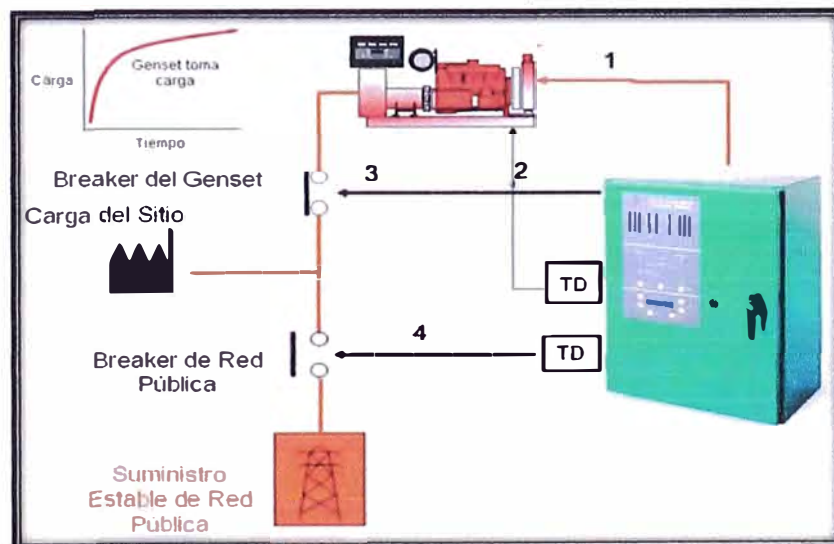


Figura 2.24 Transición cerrada con carga suave asumiendo carga



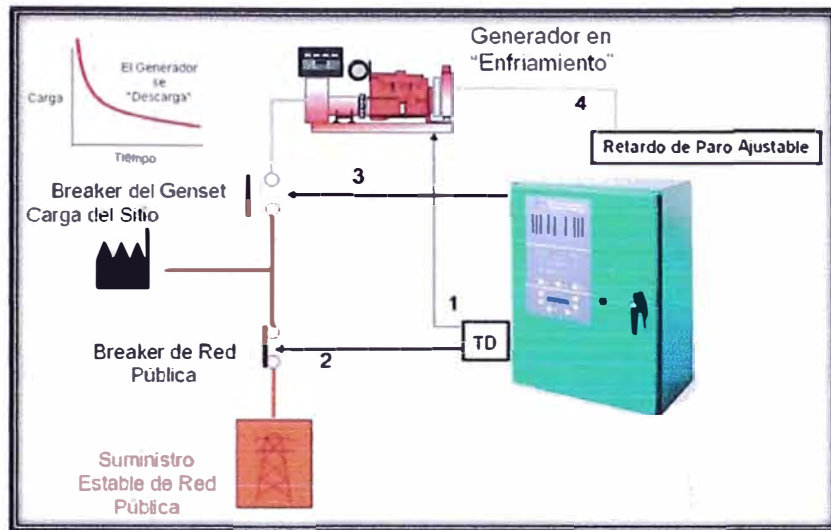


Figura 2.25 Transición cerrada con carga suave devolviendo carga.

### c. Transición cerrada con paralelismo extendido

La Figura 2.26 y 2.27 muestra el comportamiento de esta tecnología.

Este tipo de transición cerrada logra que ambas fuentes estén operando en paralelo como modo de operación no como un proceso.

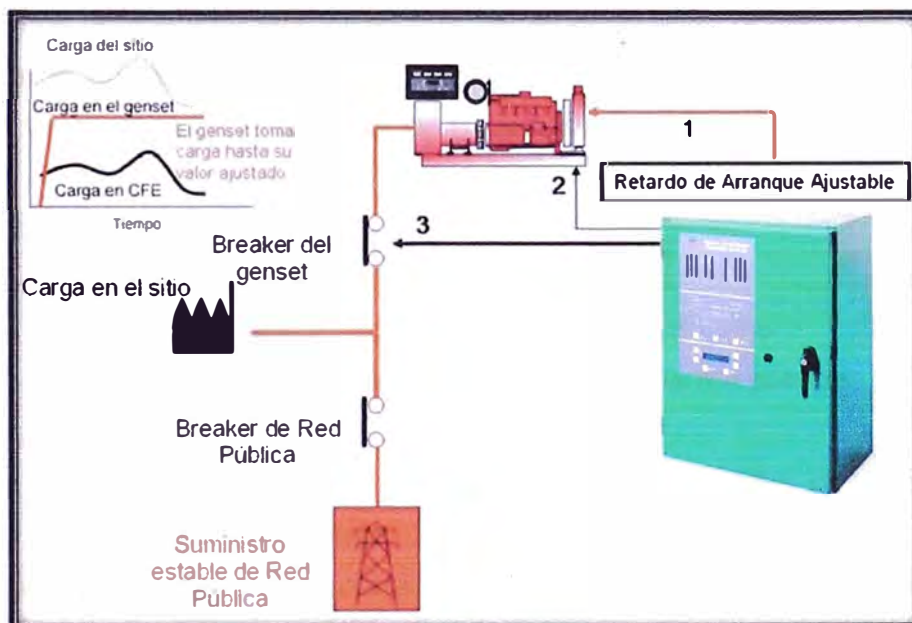


Figura 2.26 Transición cerrada con paralelismo extendido con un grupo electrógeno.

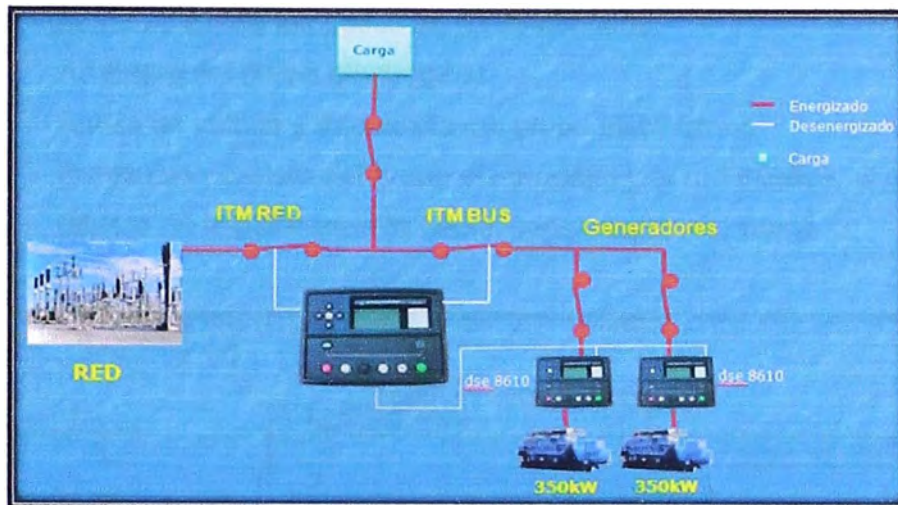


Figura 2.27 Transición cerrada con paralelismo extendido con dos grupos electrógenos

Por lo tanto, aquí el tablero de transferencia está diseñado para operar nominalmente.

El grupo electrógeno está programado para operar asumiendo una carga base. Estos sistemas se aplican cuando el grupo electrógeno no es utilizado como un respaldo sino como una fuente de energía estable. Su aplicación se da por beneficios tarifarios ya que en hora punta es posible tener una energía alternativa y sin exceder el consumo habitual de la carga.

Los pasos son:

1. Arranque del grupo electrógeno
2. Ajuste de voltaje y frecuencia del grupo electrógeno
3. Puesta en paralelo del grupo electrógeno y la red pública

**d. Transición cerrada con paralelismo extendido con opción de seguimiento de carga.**

Este tipo de transición cerrada a diferencia del anterior sigue la misma secuencia a diferencia del seguimiento de carga, este paralelismo le hace seguimiento a la carga de tal manera que se ajusta de acuerdo al requerimiento solicitado por la carga, así logra que la energía base sea suministrada por la red pública y el resto de energía sea compensada por el grupo electrógeno.

La Figura 2.28 ilustra los pasos de su desempeño:

1. Arranque del grupo electrógeno
2. Ajuste de voltaje y frecuencia del grupo electrógeno
3. Puesta en paralelo del grupo electrógeno y la red pública, el grupo y el tablero de transferencia le hacen seguimiento a la carga.

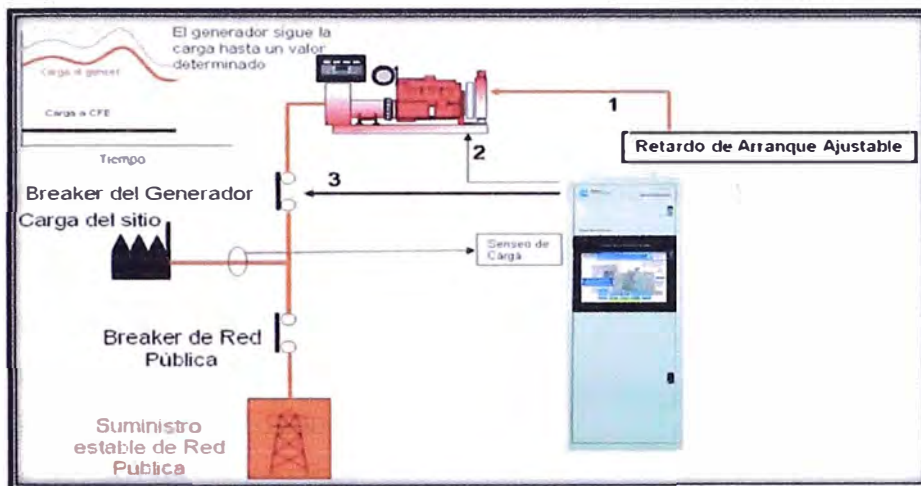


Figura 2.28 Transición cerrada con paralelismo extendido

## **CAPITULO 3**

### **METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

En el presente capítulo se describe la metodología para la instalación y puesta en servicio de un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350 KW en nuevo hospital Tarapoto.

Los temas a desarrollar son los siguientes:

- Plataforma de concreto.
- Almacenamiento de combustible.
- Suministro de combustible.
- Nivel de ruido.
- Sistema de ventilación.
- Cálculos del Flujo del Aire.
- Sistema de escape.
- Instalación eléctrica.
- Aterramiento.
- Accesorios importantes.
- Monitoreo.
- Programa de mantenimiento.

#### **3.1 PLATAFORMA DE CONCRETO**

En este tema se desarrollan dos aspectos:

- Cimientos y montaje
- Cimiento aislante de Vibración.

##### **3.1.1 Cimientos y montaje**

El diseño de instalación debe dar un cimiento apropiado para soportar a los dos grupos electrógenos de 350 KW y para prevenir que niveles de vibración

molestos o dañinos lleguen hasta las instalaciones de atención al paciente del hospital.

Además, la instalación debe asegurar que la infraestructura de soporte para el generador no permita que la vibración del GE llegue a la porción estacionaria del equipo, todos los componentes que se conectan físicamente al GE deben ser flexibles para absorber el movimiento vibratorio sin daños. Los componentes que requieren aislamiento son:

El sistema de escape del motor, las líneas de combustible, el cableado de potencia de AC, cableado de control, el generador de la placa de montaje y los ductos de aire de ventilación para los generadores con radiadores montados en el patín. La falta de atención de aislamiento a estos puntos de interconexión física y eléctrica, puede resultar en un daño por vibración al Hospital o a los generadores y falla del generador o Generadores cuando estén en servicio.

El motor del generador, alternador y otro equipo están montados típicamente en una base de patín. La base de patín es una estructura rígida que da integridad estructural y un grado de aislamiento de la vibración. Los cimientos, el piso o techo deben ser capaces de soportar el peso del grupo electrógeno ensamblado y sus accesorios (como el tanque sub-base), así como resistir cargas dinámicas y no transmitir vibración o ruido que sea motivo de objeción.

Para muchas aplicaciones, no es necesario un cimiento masivo para el generador.

Los generadores son aisladores de vibración integrado que pueden reducir la vibración transmitida en un 60 a 80 %, poner resortes de acero entre el generador y la plancha puede aislar hasta más del 95% de las vibraciones. Si la transmisión de la vibración al edificio no es una preocupación crítica, el problema será instalar el generador para su peso, y estar apropiadamente soportado para que la unidad sea fácilmente accesible para su servicio.

Se debe construir una plancha de concreto sobre el piso de concreto para elevar el Grupo Electrónico a una altura que haga el servicio conveniente y la limpieza alrededor del Grupo Electrónico más fácil.

La plancha del generador debe ser plana y a nivel para permitir el correcto montaje y ajuste del sistema de aislamiento e vibración.

### **3.1.2 Cimiento aislante de Vibración**

En aplicaciones donde la transmisión de vibración al edificio es altamente crítica, se podría requerir el montaje del generador en un cimiento aislante de vibración. En este caso, se hacen necesarias consideraciones adicionales. En la Figura 3.1 muestra el cimiento aislante de vibración:

- El peso ( $W$ ) del cimiento debe ser de cuando menos 2 veces (y hasta de 5 a 10 veces) el peso del generador para resistir las cargas dinámicas (el peso del combustible en un tanque sub-base no debe considerarse en el peso de un cimiento aislador de vibración aún que los aisladores están entre el tanque y el generador.
- El cimiento debe extenderse cuando menos 150mm más allá del patín en todos los lados.  
Esto determina la longitud ( $l$ ) y el ancho ( $w$ ) del cimiento.
- El cimiento debe extenderse cuando menos 150 mm sobre el piso para facilitar el servicio y mantenimiento del generador.
- El cimiento debe ser realizado por el método de resistencia, siguiendo las indicaciones de la Norma Peruana de Concreto Armado E-060.
- La altura ( $h$ ) del cimiento debe ser suficiente para obtener el peso necesario ( $W$ ) usando la siguiente fórmula (3.1).

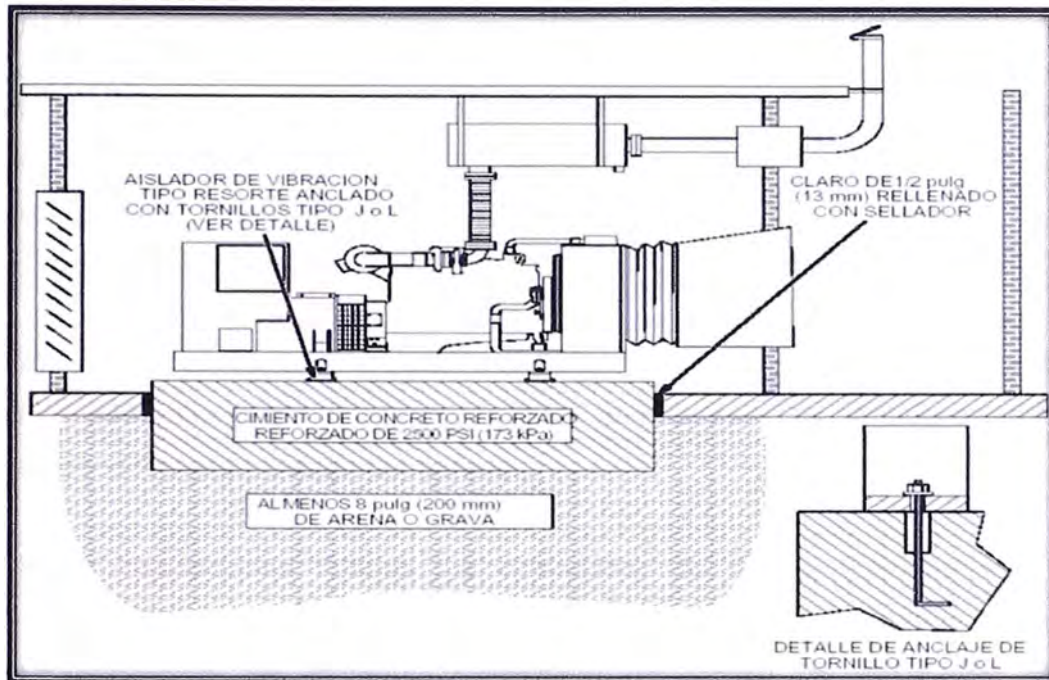


Figura 3.1 Cimiento aislante de vibración

$$h = \frac{W}{(w) \times (l) \times (d)} \dots \dots \dots \text{ula 3.1}$$

Dónde:

- h = Altura del cimiento en metros.
- l = Longitud del cimiento en metros.
- w = Ancho del cimiento en metros.
- d = Densidad del concreto 2322 kg/m3.
- W = Peso total del generador en lbs (kg).

El peso total del generador, refrigerante, combustible y cimiento generalmente resulta en una carga de suelo de menos de 9800 kg/m2 psi (96 kPa), aunque esto está dentro de la capacidad de carga de la mayoría de los suelos, siempre es recomendable revisar el código local y el reporte de análisis del suelo del Hospital.

Para hallar el SBL se aplica la siguiente fórmula:

$$SBL(psi) = \frac{W}{(l) \times (w) \times (144)} \dots \dots \dots 3.2$$

$$SBL(KPa) = \frac{(W) \times (20.88)}{(l) \times (w)} \dots \dots \dots 3.3$$

SBL = capacidad de carga del suelo.

### **3.2 ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE**

El diseño del tanque de abastecimiento en muchas áreas es controlado por reglamentos escritos generalmente con dos propósitos separados:

- Protección ambiental.
- Protección contra incendio.

En el Perú, las leyes de protección ambiental existen a nivel local y nacional. Hay diferentes regulaciones que aplican para tanques de almacenamiento sobre el terreno y debajo del terreno.

Estas regulaciones cubren los estándares de diseño, construcción y evaluación, con pruebas de tanques y detección de fugas, también cubren requerimientos de cerrado, preparación de planes de prevención de derrames, provisiones para responsabilidad financiera.

Como regla general sujeta a verificación local, se ofrecen exenciones de regulación para tanques de almacenamiento de diesel subterráneos o sobre el terreno que dan servicio en sitio a generadores de emergencia donde la capacidad de la instalación de almacenaje es de capacidad menor a 1000 litros.

Aun cuando la instalación esté exenta de regulaciones, se debe reconocer que los gastos de limpieza podrían ser muy altos aún para un derrame muy pequeño que resulte de fugas sobrellenado, etc. La tendencia en el almacenaje de diesel para generadores en sitio en interiores y exteriores ha sido hacia tanques de terceros certificados, de sub-base de doble pared, sobre el terreno, con detección de fallas y protección contra sobrellenados.

#### **3.2.1 Diseño mecánico de sistemas de combustible**

Para el caso de protección contra incendios típicamente adoptan o se refieren a una o más de los estándares de la Asociación de protección contra incendio (NFPA).

Estos estándares cubren requerimientos tales como capacidad de almacenamiento en interiores, tubería de sistemas de combustible, el diseño



y construcción de los tanques de combustible, ubicaciones de los tanques de combustible, diques y/o provisiones para un drenado seguro.

Existen diferentes tipos de tanques:

**Tanque de almacenamiento:**

Tanque usado para almacenar mayores cantidades de combustible, cuando el tanque diario no es suficiente, debe contar con un tubo de aspiración, visor de nivel, una tapa suficientemente grande para que ingrese una persona realice el mantenimiento y limpieza respectiva.

**Tanque Diario:**

Son llamados tanques de día (aunque no necesariamente contengan suficiente combustible para operar un día completo). Se usan como una conveniencia cuando no es práctico obtener combustible del tanque principal de almacenamiento. Las distancias, la altura por arriba o por abajo, o el tamaño del tanque principal son razones para usar un tanque de día.

Todos los motores diesel tienen limitaciones en cuanto a la capacidad de succión de combustible (o restricción de succión) y la temperatura del combustible suministrado.

El combustible es transferido del tanque principal al tanque de día usando una bomba de transferencia a menudo controlada utilizando sensores de nivel en el tanque diario.

Si el tanque es pequeño, el combustible de retorno es bombeado de regreso al tanque primario para evitar el sobre calentamiento del combustible.

**Tina anti-derrames:1**

La tina anti-derrames es una alternativa para evitar el derrame de petróleo sobre la superficie. Su función específica es evitar la salida del diesel ante un derrame o fuga de combustible.

Su capacidad está en función a la capacidad del tanque de combustible. INDECI solicita que sea del 110% de la capacidad del tanque de combustible.

Existen tinas metálicas, de concreto sobre el nivel o debajo del nivel de terreno. Lo importantes es que estén diseñadas con material adecuado para prevenir el almacenamiento de diesel si hubiera derrame y que dispongan de una llave de expulsión que permita el desfogue de diesel.

#### **Tanque Sub-Base:**

Estos tanques son generalmente más grandes que los tanques de día y están construidas en la estructura bases del generador o construidos de manera que el chasis del generador pueda estar montado directamente sobre ellos.

Estos tanques contienen una cantidad de combustible para una cantidad especificada de horas de funcionamiento.

Los tanques sub-base a menudo son de doble pared, incorporando un tanque secundario alrededor del tanque contenedor para contener el combustible en caso de una fuga del tanque principal.

Muchas regulaciones locales requieren contención secundaria tal como construcción de pared doble, junto con monitoreo total de contenedores primario y secundario.

### **3.3 SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE**

Los generadores impulsados por un motor diesel son generalmente diseñados para operar con combustible diesel ASTM D975 número 2. Tal vez otros combustibles funcionen durante operación de corto plazo, si cumplen con la calidad y características físicas descritas en la Tabla B.1 del anexo B.

Se debe tener cuidado en la compra de combustible y en el llenado de los tanques para prevenir la entrada de suciedad y humedad al sistema de combustible. La suciedad y humedad al sistema de combustible. La suciedad tupidará lo inyectores y causará desgaste acelerado en los componentes finamente maquinados del sistema de combustible. La humedad puede causar corrosión y falla de estos componentes.

Si el tanque principal está ubicado lejos del generador, se podría requerir un tanque intermedio (de día) para suministrar apropiadamente al generador. Hay considerables diferencias en las capacidades de los motores entre los fabricantes, así que el sistema de combustible debe ser diseñado para el generador específico instalado en el sitio.

La ventaja primaria de los tanques sub-base es que puede ser diseñado y ensamblado de fábrica para minimizar el trabajo en el sitio. Sin embargo, podrían, no ser una selección práctica o posible basados en los requerimientos de capacidad del tanque principal y las limitaciones del código establecido en determinado lugar, así como la habilidad de acceder al tanque para su relleno.

Cuando seleccione un tanque de combustible sub-base se debe tener en cuenta que el sistema de control del generador y otros puntos de servicio de mantenimiento quedarán a una altura que puede ser impráctica. Esto podría requerir que se le agreguen estructuras a la instalación para permitir un servicio conveniente o para cumplir los requerimientos de operación.

Debido a las limitaciones de las bombas mecánicas en la mayoría de los motores, muchas instalaciones que requieren tanques principales remotos, también requerirán tanques intermedios (diario). El tanque principal puede estar arriba o abajo del generador y cada una de estas instalaciones requiere diferentes diseños de tanques intermedios y sistema de control de combustible.

Se debe considerar lo siguiente cuando se diseña y se instala cualquier sistema de combustible:

- La capacidad del tanque, construcción, ubicación, instalación ventilación, prueba e inspección, deben cumplir con todos los códigos y sus interpretaciones locales. Las regulaciones ambientales locales generalmente requieren una segunda contención (llamada una bandeja de "ruptura", "dique" o "tina anti-derrames") para prevenir que el combustible que se fugue entre al piso o al sistema de drenaje. El área de contención secundaria normalmente incluirá características para detectar y sonar una alarma cuando el tanque principal existe fuga.
- Se debe seleccionar la ubicación con la consideración para la accesibilidad del relleno y en caso de que las líneas deban calentarse (en climas fríos).
- El tanque de combustible de suministro debe almacenar suficiente combustible para hacer funcionar al generador el número prescrito de horas sin relleno. Los cálculos del tamaño del tanque se pueden basar en los rangos de consumo por hora, atemperados con el conocimiento de que la operación a plena carga de la mayoría de los generadores es rara. Otras consideraciones para el tamaño de los tanques incluyen la duración esperada de los apagones vs. La disponibilidad de combustible y la vida almacenada del combustible. La vida almacenada del diesel es de 1.5 a 2 años, cuando se mantiene apropiadamente.
- Los tanques de suministro deben estar adecuadamente ventilados para evitar la presurización. Puede haber requerimientos para ventilación primaria y secundaria del tanque, dependiendo de los códigos locales y sus interpretaciones. También deben tener provisiones para drenar un tanque manualmente o para bombear el agua y los sedimentos, y tener cuando menos un espacio de expansión del 5% para prevenir derrames cuando el combustible se calienta.

- La bomba de "alzado" del combustible, la bomba de transferencia al tanque diario o el asiento de la válvula o del flotador, deben estar protegidos de la suciedad del tanque principal por un pre-filtro o un tazón de sedimentos con un elemento de mal a protectora.
- Se deben proveer líneas de retorno de combustible separadas para cada generador en una instalación múltiple para prevenir la presurización de las líneas de los generadores en espera. También una línea de retorno no debe tener una válvula de cerrado. Se podría dañar el motor si el motor se hace funcionar con la línea cerrada.
- Se pueden exceder los límites de temperatura de los tanques diarios en algunas aplicaciones donde el combustible caliente del motor es retornado al tanque diario. Al incrementarse la temperatura del combustible, se reducen la densidad de este y su lubricidad, reduciendo la potencia máxima de salida y la ubicación de partes que manejan combustible. Una solución es conducir el combustible de regreso al tanque de suministro en lugar del tanque diario. Otros diseños podrían requerir un enfriador de combustible para regresar la temperatura de este a un nivel más seguro para su retorno al tanque diario.
- La capacidad de la bomba de transferencia del tanque diario, y el tamaño de la tubería de suministro deben estar basadas en el flujo máximo de combustible indicado en la hoja de especificaciones del generador.
- Los códigos locales contra incendio podrían incluir requerimientos específicos para el generador, tal como un medio de impedir que el flujo de combustible al cuarto del generador, si se detecta un incendio, y medios para retornar combustible al tanque principal, si ocurre un incendio en el cuarto del generador.
- La tubería del sistema de combustible debe estar soportada correctamente para evitar que se fatigue y se rompa debido a la vibración. La tubería no debe mantenerse cerca de tubos de calentamiento, cableado eléctrico. Los componentes del sistema de tubería deben incluir válvulas en las ubicaciones adecuadas para

permitir la reparación o reemplazo de los componentes del sistema sin tener que vaciarlo completamente.

- Los sistemas de tubería se deben inspeccionar regularmente buscando fugas y chocando su condición general. El sistema de tubería debe lavarse por dentro antes de la operación del motor para eliminar impurezas que puedan dañarlo. El uso de conexiones T tapadas en lugar de codos permite una mejor limpieza del sistema.
- Los datos del fabricante del motor indican las restricciones máximas de entrada y retorno, el flujo máximo de combustible y los tamaños de mangueras para las conexiones a un tanque de suministro o diario cuando se encuentra a más de 15 metros del generador y aproximadamente a la misma elevación.
- Se debe referenciar los tamaños del tubo y la de la manguera en el flujo máximo más que en el consumo de combustible. Se recomienda ampliamente que se verifiquen las restricciones de la entrada de combustible antes de que el generador se ponga en servicio.

En el siguiente un cuadro (Tabla 3.1) para referenciar los tipos de tuberías.

Rango Max de Flujo de Combustible GPH (L/hr.)	Manguera Flexible N° *	Tamaño tubo NPS(pulg)	Tamaño tubo DN(mm)
Menos que 80 (303)	10	1/2	15
81 - 100(304-378)	10	1/2	15
101-160(379-604)	12	3/4	20
161-230(605-869)	12	3/4	20
231-310(870-1170)	16	1	25
311-410(1171-1550)	20	1-1/4	32
411-610(1550-2309)	24	1-1/2	40
611-920(2309-3480)	24	1-1/2	40

Tabla 3.1 Tamaños mínimos de manguera hasta 15 metros de longitud

### 3.4 NIVEL DE RUIDO

En esta sección se tratan tres temas; la ciencia del ruido, niveles de ruido y casetas acústicas.

### 3.4.1 La ciencia del ruido

La medición de nivel de ruido está representada en decibeles dB(A), su unidad de medición de sonido es el decibel. El decibel es un número en una escala logarítmica que expresa la relación de dos presiones de sonido, comparando la presión real con una presión de referencia.

Las regulaciones de sonido se escriben generalmente en términos de decibels escala A o dB(A). La A denota que la escala ha sido ajustada para aproximarla a como una persona percibe la intensidad del sonido. La intensidad depende del nivel de presión de sonido (amplitud) y frecuencia.

Las mediciones de ruido se hacen usando un medidor de nivel de sonido y un analizador banda de octavo para un análisis más detallado por los consultores acústicos. Los micrófonos se ponen en un círculo de 7 metros de radio centrado en el generador distancia suficiente para este tipo y tamaño o de equipo. Alternativamente se puede usar la siguiente fórmula para sumar los niveles de presión de sonido medidos en dB(A).

$$dBA_{total} = 10 \cdot \log_{10} \left[ 10 \left( \frac{dBA_1}{10} \right) + 10 \left( \frac{dBA_2}{10} \right) + \dots + 10 \left( \frac{dBA_n}{10} \right) \right]$$

Fórmula 3.4

En un campo libre el nivel de sonido decrece al incrementarse la distancia. Si por ejemplo se toma una segunda medición al doble de la distancia de la fuente la segunda medición será aproximadamente 6 dB(A) menos que la primera (cuatro veces menor). Si la distancia se corta a la mitad la segunda medición será aproximadamente 6dB(A) más alta (cuatro veces mayor). Para el caso más general si se conoce el nivel de presión de sonido (SPL1) de una fuente a distancia d1 el nivel de presión de sonido (SPL2) a d2 se puede encontrar como sigue:

$$SPL_2 = SPL_1 - 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{d_2}{d_1} \right) \quad (3.5)$$

Fórmula 3.5

El nivel de ruido producido por un generador en un límite de propiedad es predecible si el generador está instalado en un ambiente de campo libre.

En un ambiente a campo libre, no hay paredes que reflejen y magnifiquen el ruido producido por el generador y el nivel de ruido sigue la regla de 6dB(A) de reducción por el doble de la distancia.

Las paredes reflejantes y otras superficies duras magnifican el nivel de ruido percibido por el receptor.

Por ejemplo si un generador es ubicado junto a una pared de superficie dura el nivel de ruido perpendicular a la pared será de aproximadamente el doble de potencia de sonido esperado del generador en un ambiente de campo libre (esto es en generador operando con un nivel de 68dB(A) mediría 71dB(A) junto a un muro reflejante), al ubicar un generador en un esquina magnifica aún más el nivel de ruido percibido.

### 3.4.2 Niveles de ruido

En las ciudades modernas, la ley estatal y local establece niveles máximos de ruido para áreas específicas. La Tabla 3.2 muestra algunas regulaciones representativas de ruido exterior que requiere un entendimiento entre el nivel de ruido ambiente y el nivel de ruido resultante con el grupo electrógeno funcionando a carga máxima en ese ambiente.

Zonas de Ruido	pico de dia dB (A)	pico de noche dB (A).	continuo de dia dB(A)	continuo de noche dB(A)
Urbano-Residencial	62	52	57	47
Sub-urbana-Residencial	57	47	52	42
Sub-urbana muy silenciosa o Rural Residencial	52	42	47	37
Urbana - Industrial cercana	67	57	62	52
Industria Pesada	72	62	67	57

**Tabla 3.2 Niveles representativos de ruido exterior**



Las regulaciones de ruido también existen para proteger la audición del operario. Las personas que trabajan en cuartos de generador deberán usar siempre protección para los oídos mientras el generador esté funcionando.

### **3.4.3 Casetas acústicas**

Para atenuar el ruido del equipo se usan las casetas acústicas. Se puede categorizar a las casetas en tres tipos: las outdoor, acústicas y walk-in.

**a.1 Casetas Outdoor.-** Estas casetas protegen y aseguran el generador (No disponen elementos atenuadores de sonido). A menudo están disponibles con cerrojos. Tiene persianas o paneles perforados para permitir el flujo de aire. Se obtiene muy poca o nula atenuación de ruido y a veces puede haber más ruido inducido por la vibración. Estas casetas no retienen calor o temperatura sobre la temperatura ambiente.

**a.2 Casetas Acústicas.-** Las casetas atenuadoras de sonido se especifican basadas en una cierta cantidad de atenuación de ruido, o un rango de sonido publicado exteriormente.

Algunas de estas casetas exhibirán algo de capacidad para mantener el calor, esta no es la intención del diseño. Si se requiere mantener el generador sobre las temperaturas ambiente, se necesita una casa de fuerza para el equipo.

**a.3 Casetas Walk-in.-** Este término agrupa una gran variedad de casetas que se construyen especialmente a las especificaciones del cliente.

A menudo incluyen atenuación de ruido, equipo de monitores e interrupción de potencia, iluminación, sistemas contra incendio, tanque de combustible y otros equipos. Este tipo de casetas se construyen de forma de cubiertas en una sola unidad integrales con grandes paneles removibles para acceso de servicio. Estas casetas se pueden construir con aislantes y capacidad de calentamiento.

### **3.5 SISTEMA DE VENTILACIÓN**

La ventilación del cuarto del generador es necesaria para eliminar el calor generado por el motor, alternador y otros equipos generadores de calor en el cuarto del generador, así como para eliminar gases peligrosos y proveer de aire para la combustión. El mal diseño de la ventilación crea altas temperaturas ambiente alrededor del generador que pueden causar baja eficiencia de combustible, pobre desempeño del generador, falla prematura de los componentes y sobrecalentamiento del motor. También resulta en pobres condiciones de trabajo alrededor del motor.

La selección de las ubicaciones de ventilación de entrada y escape es crítica para el funcionamiento correcto del sistema idealmente, la entrada y el escape permiten que el aire de ventilación sea circulado a través del cuarto completo del generador. Los efectos de los vientos dominantes deben tomarse en consideración cuando se determine la ubicación de la salida del aire. Estos efectos pueden degradar seriamente el desempeño de generadores con radiador montado en el patín. Si hay alguna duda en cuanto a la velocidad del viento y su dirección, se pueden usar paredes de bloqueo para prevenir que el viento sople hacia dentro de la salida de aire del motor.

Se debe tener cuidado de evitar que la salida de aire de ventilación llegue en una región de recirculación de un edificio que se forme debido a la dirección dominante del viento.

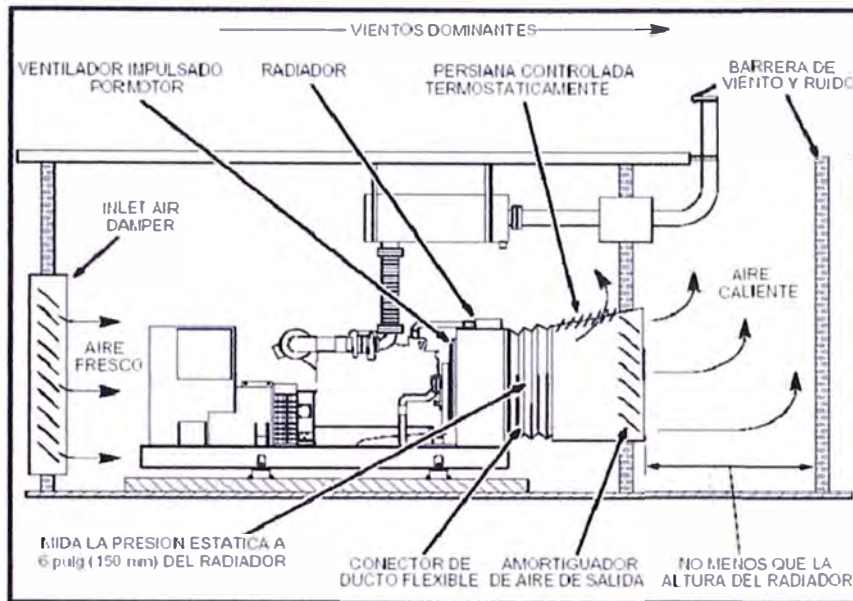


Figura 3.2 Sistema de ventilación típico

El aire de ventilación contaminado con polvo, fibras u otros materiales puede requerir filtros especiales en el motor y alternador para permitir la operación y enfriamiento adecuados, en especial en operaciones de potencia primaria. Consulte a la fábrica para la información en el uso de generadores en ambientes que incluyen contaminación química.

Los sistemas de ventilación del motor pueden expeler aire cargado de aceite al cuarto del generador. El aceite se puede depositar en lo radiadores u otro equipo de ventilación impidiendo su operación. El uso de trampas de ventilación de motor, o el ventilar el motor a la parte exterior es la mejor práctica.

Una buena meta de diseño para aplicaciones de emergencia es mantener la temperatura del cuarto a no más de 50° C .Sin embargo, limitar la temperatura del cuarto del generador a 40 ° C permitirá que el generador sea suministrado con un radiador montado en el patín de tamaño más pequeño y menos costoso, y eliminará la necesidad de derrateo debido a las altas temperaturas de aire de combustión.

La clave para la operación del sistema es estar seguro de que la temperatura máxima de operación y de incremento de temperatura máxima de operación y de temperatura se hagan cuidadosamente y que el fabricante del generador diseñe el sistema de enfriamiento (no solo el radiador) para las temperaturas y ventilación requeridos.

El resultado de un inadecuado diseño es que el generador se calentará cuando la temperatura ambiente y las cargas en el generador sean altas. A temperaturas más bajas, o menores niveles de carga el sistema podría operar correctamente. La Figura 3.3 muestra el esquema de temperatura de aire típica alrededor de un generador.

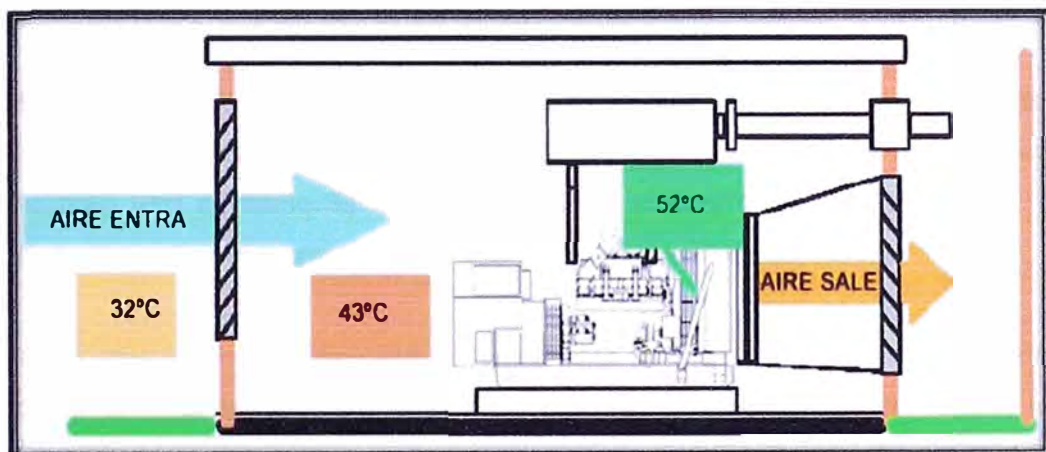


Figura 3.3 Temperatura de aire típica alrededor de un generador

### 3.6 CÁLCULOS DEL FLUJO DEL AIRE

El rango de flujo de aire requerido para mantener un incremento específico de temperatura en un cuarto de generador se describe con la fórmula:

$$m = \frac{Q}{C_p \cdot \Delta T \cdot d}$$

Fórmula 3.6

Dónde:

$m$  = Rango de flujo de masa de aire que entra al cuarto en ft<sup>3</sup>/min (m<sup>3</sup>/min)

$Q$  = Rechazo de calor al cuarto del generador o de otras fuentes de calor  
BTU/min (MJ/min).

$C_p$  = Calor específico a presión constante: 0.241 BTU/lb-°F

$\Delta T$  = Incremento de temperatura en el cuarto del generador

$d$  = densidad del aire 0,0754 lb/ft<sup>3</sup>

Lo que se puede reducir a:

$$m = \frac{Q}{0.241 \cdot 0.0724 \cdot \Delta T} = \frac{55.0 \cdot Q}{\Delta T} \text{ (ft}^3 \text{ / min)}$$

$$m = \frac{Q}{(1.01 \cdot 10^3) \cdot 1.21 \cdot \Delta T} = \frac{818 \cdot Q}{\Delta T} \text{ (m}^3 \text{ / min)}$$

7

El flujo total de aire en el cuarto es el valor calculado por esta ecuación, más el aire de combustión requerido por el motor. En éste cálculo los factores mayores son obviamente el calor irradiado al cuarto por el generador (y otros equipos) y el incremento de temperatura máximo permisible.

Puesto que el rechazo de calor al cuarto está fundamentalmente relacionado con el tamaño en KW del generador, y ese rango está controlado por la demanda local del edificio, la mayor decisión por el diseñador en cuanto a la ventilación es el incremento a la temperatura en el cuarto.

### 3.7 SISTEMA DE ESCAPE

Las regulaciones de ruido o las preferencias son los principales puntos a considerar en la elección de un silenciador y también dependen obviamente de si el generador está en interiores o exteriores. Una caseta protectora para exteriores suministrada por el fabricante del generador tendrá usualmente varias opciones de silenciador con éste montado generalmente adentro de la cápsula insonorizada. Las opciones son clasificadas como industriales, residenciales o críticas dependiendo de su grado de atenuación. Las casetas acústicas por lo general incluyen un sistema de silenciador integrado como parte del paquete acústico.

Un elemento clave concerniente al sistema de escape en general es que el generador tiende a vibrar. Es decir se mueve dentro de la estructura que lo contiene. Por lo tanto se requiere una pieza de tubo flexible en la salida de escape del generador.

Los sistemas en interiores unen grandes tubos de escape y también requieren espacio para la expansión para evitar el daño al sistema de escape y a los múltiples de escape o turbocargadores.

Al sistema de escape del motor se le pueden instalar termocuplas y equipo de monitoreo para medir con precisión la temperatura de escape del motor con el propósito de diagnóstico de servicio o para verificar la temperatura si el motor está operando a un nivel de carga suficiente para prevenir problemas de operaciones por carga ligera.

La función del sistema de escape es llevar con seguridad el escape del motor hacia fuera del edificio y dispersar los gases, hollín y ruido lejos de la gente y los edificios. El sistema de escape debe estar de acuerdo para minimizar la retro-presión en el motor. La restricción excesiva resultará en consumo excesivo de combustible, temperatura de sistema de escape anormalmente alta y fallas relacionadas a la alta temperatura del escape así como humo negro.



Figura 3.4 Consideraciones de diseño de instalación

#### Consideraciones:

Se recomienda usar tubo de fierro negro de grado 40 para tubería de escape. Otros materiales que se aceptan incluyen los sistemas prefabricados de acero inoxidable.

Se debe conectar tubo flexible corrugado de acero inoxidable sin costura en una medida mínima de 610mm de largo, a las salidas de escape del motor para permitir la expansión térmica y el movimiento y vibración del generador cuando el generador está montado en aisladores de vibración. Los generadores más pequeños con aisladores de vibración integrados que se montan directamente al piso deben ser conectados con tubo flexible corrugado de acero inoxidable sin costura, de medida mínima 457mm de largo. El tubo de escape flexible no se debe usar para formar curvas o compensar tubo de escape incorrectamente alineado.

Se puede proveer a los generadores con conexiones de tubo de escape en rosca, de ensamble con abrazadera o de herraje, las conexiones de rosca y de herraje son menos propensas a las fugas para más costosas de instalar.

La tubería de escape debe ser soportada por soportes o colgantes no combustibles.

No por la salida del escape del motor, el peso en la salida de escape del motor puede causar daños al múltiple de escape y reducir la vida del turbocargador y puede causar que la vibración del generador se transmita a la estructura del edificio, el uso de monturas con aisladores limita aún más la vibración que se transmite a la estructura del edificio.

Para reducir la corrosión debido a la condensación se debe instalar un silenciador lo más cerca del motor que sea prácticamente posible para que se caliente rápidamente.

Ubicar el silenciador cerca del motor también mejora la atenuación del silenciador. Los radios dobles del tubo deben ser tan largos como sea práctico.

Se realizará según las siguientes recomendaciones:

La tubería de escape debe ser del mismo diámetro nominal (o más grande) que la salida del escape del motor a lo largo de toda el recorrido de esta. Verifique que toda la tubería es del diámetro suficiente para limitar la retro-presión a un valor que esté dentro del rango para el motor usado, (los diferentes motores tienen diferentes tamaños de salidas de escape y diferentes limitaciones de retro-presión). El tubo que es más largo que lo necesario está más sujeto a la corrosión debido a la condensación que un tubo más pequeño. La tubería que es demasiado grande también reduce la velocidad de los gases disponibles para dispersar los gases hacia las corrientes de aire externas.

Todos los componentes del sistema de escape del motor deben incluir barreras para prevenir contactos peligrosos. La tubería de escape y los silenciadores deben estar aislados térmicamente para prevenir contactos accidentales peligrosos prevenir quemaduras accidentales, prevenir la activación de sistemas contra incendio, reducir la cantidad



de calor irradiada al cuarto del generador. Nunca se deben aislar las juntas de expansión, los múltiples de escape, y los turbo-cargadores a menos que sean enfriados por agua. Conducir la tubería de escape a cuando 2 a 3 metros del suelo ayuda a evitar contactos accidentales con el sistema de escape.

La tubería del sistema de escape debe conducirse a cuando menos 230mm de construcciones combustibles. Use ojillos aprobados donde el sistema de escape deba pasar por muros o combustibles. Ver las siguientes figuras:



Figura 3.5 Consideraciones de diseño de instalación con silenciador

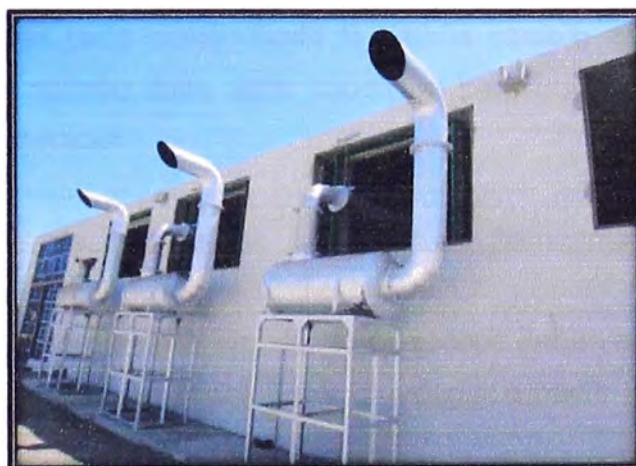


Figura 3.6 Consideraciones de diseño de instalación con silenciador

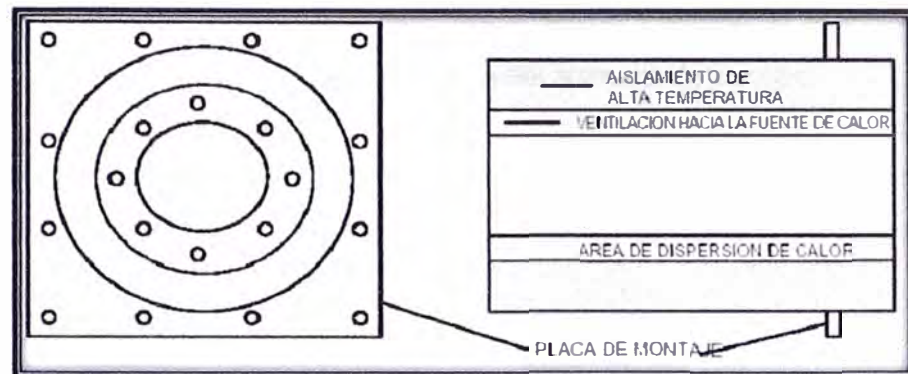


Figura 3.7 Construcción de silenciador con placa de montaje

- También se debe considerar cuidadosamente la dirección de la salida de escape. El escape nunca debe dirigirse hacia el techo de un edificio o hacia superficies combustibles.
- El escape de un motor diesel es caliente y tiene hollín y otros contaminantes que pueden adherirse a las superficies circundantes.
- Ubique y dirija la salida del escape lejos de las entradas de ventilación.
- Si el ruido es un factor, dirija la salida lejos de ubicaciones críticas.
- El tubo de escape de acero se expande aproximadamente 1.14 mm por metro de tubo por cada 100° C de incremento de gases de escape sobre la temperatura ambiente. Se requiere que se usen juntas de expansión en tramos largos y rectos de tubería, debe haber juntas de expansión en cada punto donde la tubería cambie de dirección. El sistema de escape debe estar soportado para que la expansión se aleje del generador.

Las temperaturas de escape las suministra el fabricante del motor o generador para el motor usado específicamente.

- Las corridas horizontales de tubería de escape deben estar inclinadas hacia abajo, lejos del motor hacia el exterior o hacia una trampa de condensación.
- Se deben instalar una trampa de condensación y un tapón donde la tubería da la vuelta hacia arriba. Las trampas de condensación también deben tener un silenciador. Los procedimientos de

mantenimiento para el generador deben incluir también el drenado regular de las trampas de condensación del sistema de escape.

- Se deben tomar provisiones para evitar la entrada de la lluvia al sistema de escape de un motor que no está operando. Estas pueden incluir una cubierta de lluvia o una trampa de escape como en las siguientes figuras en salidas verticales.



Figura 3.8 Pasamuro

Escudo de lluvia fabricado para una chimenea vertical del generador. Las dimensiones mostradas son para una chimenea de escape típica de 14 pulg.

Las salidas horizontales deben cortarse en ángulo y protegerse con malla. Las cubiertas de lluvia se pueden congelar en climas fríos, deshabilitando el motor, así que otros dispositivos de protección deben usarse para esas situaciones.

Los generadores sin importar aplicación, podrían estar sujetos a regulaciones de emisiones de escape a nivel local, nacional o ambos. El cumplimiento de las regulaciones de emisiones generalmente requiere de permisos especiales. Algunas localidades podrían tener designaciones

específicas requiriendo estrategias de post-tratamiento para los combustibles de los motores de gas o diesel.

En la Tabla 3.3 se muestran emisiones típicas de diesel para generadores de 40- 2000kW con escapes sin tratamiento de estimación.

CRITERIO DE CONTAMINANTES	GRAMOS / BHP
HC( Total de Hidrocarburos no quemados)	0,1-0,7
NDx ( Óxidos de Nitrógeno como NO2)	6,0-13,0
CO(Monóxido de Carbono)	0,5-2,0
PM(Particulas)	0,25-0,5
SO2 (Dióxido de Azufre)	0,5-0,7

Tabla 3.3 Emisiones típicas de motores diesel

En algunas ciudades existen normativas para los equipos móviles que están sujetas a la certificación de la EPA que esencialmente limita las emisiones federales de NOx a 6.9 g/bph.hr.

### 3.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Comprende: consideraciones de diseño y consideraciones de conexión a.c. en el generador, y tipo de conductores.

#### 3.8.1 Consideraciones de diseño

a. El diseño de la distribución eléctrica para sistemas de generación de emergencia en sitio deben minimizar las interrupciones debido a problemas internos como sobrecargas y fallas. Para proveer la protección de fallas internas del tablero de sincronismo y del tablero de transferencia debe ubicarse tan cerca del equipo de utilización de la carga como sea práctico.

b. La separación física de los alimentadores del generador debe prevenir destrucción simultánea como resultado de un incendio, inundación, etc.

- c. El tablero de transferencia con sobrepaso aislado para que los interruptores de transferencia puedan mantenerse o repararse sin afectar equipos críticos de carga.
- d. Protección contra incendio de los conductores de funciones críticas como bombas de incendios, elevadores para el uso de los bomberos iluminación de salida para evacuación, ventiladores de remoción de humo o presurización, sistemas de comunicación, etc.
- e. La seguridad y accesibilidad a los tableros y paneles con dispositivos de sobre corriente.
- f. Provisiones para la conexión de generadores temporales (portátiles de renta) para periodos cuando el generador permanentemente instalado esté fuera de servicio o necesite potencia para dar energía a otras cargas (aire acondicionado, etc.).

### **3.8.2 Consideraciones de conexión A.C. En el generador**

Para realizar una correcta instalación el número de conductor por fase y su tamaño deben adecuadamente dimensionados, el conductor, los terminales, el breaker del generador y los tornillos en el equipo (breakers de circuito, e interruptores de transferencia), contiene las siguientes partes:

#### ***a. Breakers de Circuito de caja moldeada montados en el generador***

El breaker seleccionado debe tener apropiada capacidad interruptora basada en un corriente corto circuito.

Con un solo generador el corto circuito de corriente simétrico de primer ciclo disponible está típicamente en el rango de 8 a 10 veces la corriente de rango.

Para un generador específico es igual al recíproco de la reactancia sub-transitoria por unidad del generador, o  $1/X''d$ . Se debe usar la tolerancia

mínima de reactancia sub- transitoria de los datos del fabricante del generador para el cálculo.

*b. Conductores de Potencia AC*

La salida de AC del generador se conecta a los conductores dimensionados para la operación en base a la corriente de carga, aplicación y códigos.

Si el generador no viene con un breaker principal instalado de fábrica, la ampacidad de los conductores de fase AC instalados en el campo de las terminales de salida del generador al primer dispositivo debe ser cuando menos 115% del rango de la corriente total de carga, sin derrateo de temperatura o altitud. La ampacidad de los conductores debe ser del 100% del rango de corriente total de carga. Las siguientes fórmulas muestran la manera para calcular la corriente de línea.

$$I_{LINEA} = \frac{KW \cdot 1000}{V_{L-L} \cdot 0.80 \cdot 1.73}$$

$$I_{LINEA} = \frac{kVA \cdot 1000}{V_{L-L} \cdot 1.73}$$

3.8

Dónde:

$I_{línea}$  = corriente de línea (amp)

KW = Rango de kilowatts del generador

kVA = Rango kVA del generador

$V_{L-L}$  = Rango de voltaje Línea-Línea

*c. Cálculos de caídas de voltaje*

La impedancia del conductor debido a la resistencia y la reactancia causan una caída de voltaje en el circuito AC. Para obtener el desempeño adecuado esperado del equipo de carga, los conductores deben ser de tamaño de forma que el voltaje no caiga más de 3% en un circuito ramal, o de más de 5% total en la caída de servicio y el equipo de carga. Pueden usarse fórmulas razonables con bastante aproximación

$$V_{CAIDA} = \frac{I_{FASE} \cdot Z_{CONDUCTOR}}{V_{RANGO}}$$

$$Z_{(ohms)} = \frac{L}{1000 \cdot N} \left[ (R \cdot fdp) + X \sqrt{1 - fdp^2} \right]$$

a 3.9

Dónde:

Z = Impedancia del conductor

R = Resistencia del conductor

X = Reactancia del conductor

L = Longitud del conductor en pies

N = número de conductores por fase

fdp = Factor de potencia

### 3.9 ATERRAMIENTO

La Figura 3.9 muestra diagramas típicos de aterramiento.

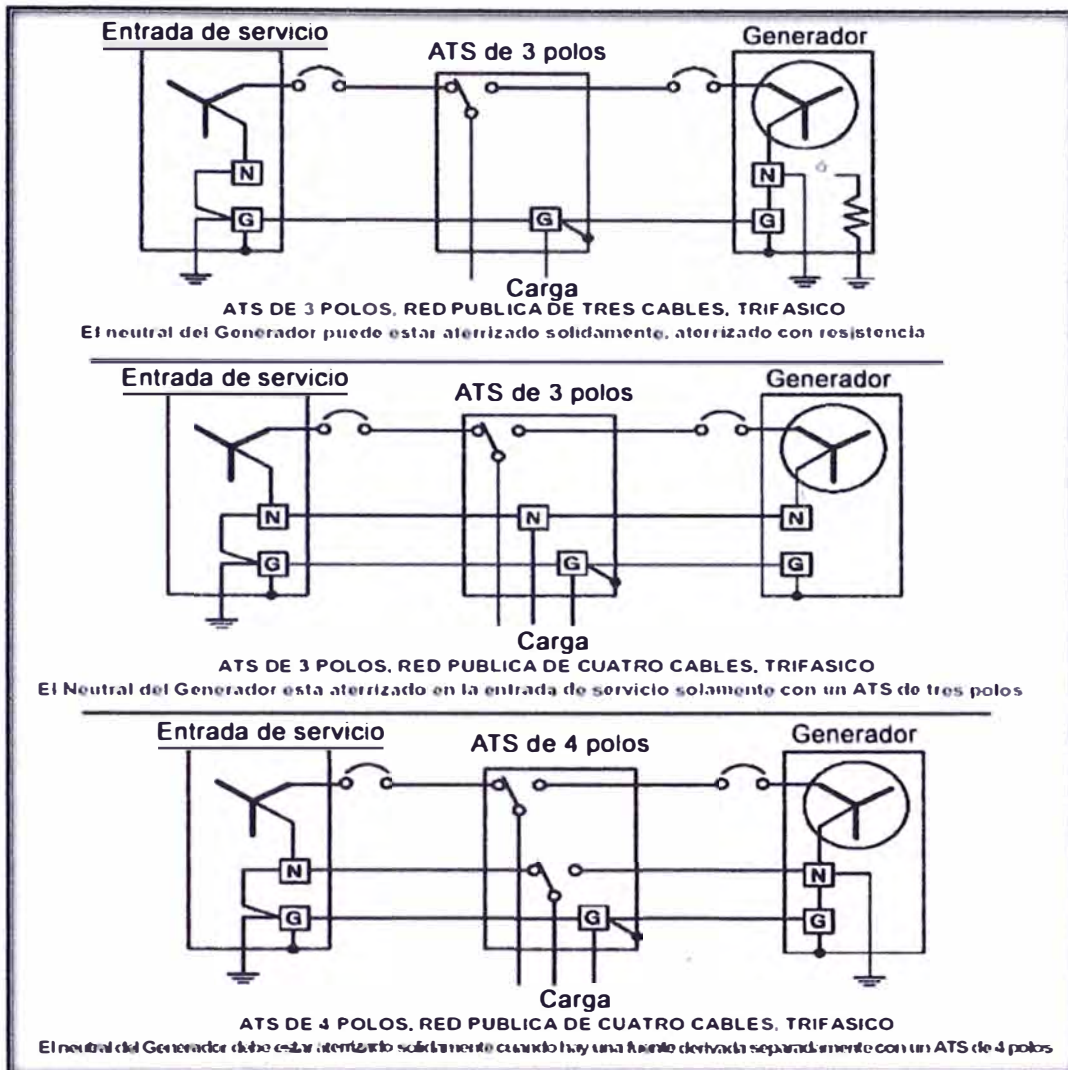


Figura 3.9 Diagramas típicos de aterramiento

Es bien conocido que los sistemas puesta a tierra tienen como finalidad descargar y proteger a las personas y equipos, para el aterramiento del grupo electrógeno y tablero de transferencia se considera lo siguiente:

**Aterrizado del sistema:** El aterrizado del sistema es el aterrizado intencional del punto neutral de un generador conectado en estrella a la esquina de un generador conectado en delta, o el punto medio de un devanado en monofásico de un generador conectado en delta a tierra.



Es mucho más común aterrizar el punto neutral de un generador conectado en estrella y sacar el neutral (conductor de circuito aterrizado) en un sistema de cuatro cables trifásico. Un sistema delta aterrizado en la esquina tiene un conductor de circuito aterrizado que no es neutral.

**Aterrizaje sólido:** Un sistema aterrizado sólidamente es aterrizado directamente por un conductor (el electrodo conductor de tierra) sin impedancia intencional a tierra (electrodo de tierra). Este método es típicamente usado y es requerido por el código eléctrico en todos lo sistema de bajo voltaje con un conductor de circuito de aterrizaje a menudo neutral que sirva cargas L-N.

### 3.10 ACCESORIOS IMPORTANTES

Se estudia los calentadores de agua, los aisladores de vibración, filtro separador de agua y resistencia anti humedad (Deshumecedora).

#### 3.10.1 Calentadores de agua

Una preocupación crítica del sistema es el tiempo que le toma al equipo de emergencia el detectar una falla de energía, arrancar al generador y transferir la carga.

El calentador de agua es un dispositivo para mantener el motor del grupo electrógeno - generador eléctrico a una temperatura adecuada para iniciar su funcionamiento mientras está parado, básicamente está compuesto por una resistencia eléctrica que calienta el líquido refrigerante. La circulación se produce por termosifón (es decir, el líquido más caliente asciende, mientras que el líquido más frío desciende dentro del bloque del motor). Este dispositivo se usa para permitir que el grupo electrógeno - generador eléctrico tome carga inmediatamente después de haber arrancado, en lugar de hacer funcionar el equipo en vacío (sin carga) hasta que tome temperatura.

Algunos códigos y estándares para sistemas de potencia de emergencia indican que el generador debe ser capaz de tomar todas las cargas de emergencia dentro de los siguientes 10 segundos de la falla de potencia.

Algunos fabricantes de generadores limitan el rango de desempeño de arranque en frío un porcentaje del rango de emergencia del generador, esta práctica reconoce que en muchas aplicaciones, sólo una porción de la carga total conectable es carga de emergencia (se permite que las cargas no críticas se conecten después) y que es difícil arrancar y lograr aceptación total de cargas con generadores diesel.

Para éste tipo de operación el generador debe estar ubicado en una planta donde la temperatura no sea inferior a 4°C y que el generador esté equipado con calentadores de refrigerante. Esto se debe lograr instalando el generador en una caseta o cuarto con calefacción.

Las casetas exteriores protectoras al ambiente generalmente no están aisladas y hacen difícil el mantener un generador caliente en temperaturas ambiente frías.

### **3.10.2 Aisladores de vibración**

Para reducir la vibración transmitida al edificio o la estructura del montaje, los generadores a menudo se montan en aisladores. Estos aisladores existen en tipo de resorte y de hule, siendo el más común el de resorte. EL desempeño del aislamiento de la vibración, es generalmente de 90% o más, y comúnmente más de 95%. La capacidad de peso y la ubicación correcta son críticos para su desempeño. En el caso de generadores de mayor tamaño con tanque sub-base los aisladores son instalados entre el tanque y la estructura base.

El motor y el alternador de un generador deben estar aislados de la estructura de montaje donde se instalan. Algunos generadores, particularmente los modelos de menor potencia, utilizan aisladores de vibración de hule/neopreno insertados en la máquina entre el motor/alternador y el patín. El patín de estos generadores generalmente se

puede montar directamente al cimiento, piso o subestructura. Otros generadores pueden tener un diseño que tenga el motor/alternador montado sólidamente en el patín.

**Nota:** El atornillar un generador que no incluye aisladores directamente al cimiento o piso resultará en ruido y vibraciones excesivas y posibles daños al generador, el piso y otros equipos.

**Aisladores de Resorte:** Estos aisladores de resorte de acero pueden amortiguar hasta 98% de la energía vibratoria producida por el generador. Puede que los aisladores no estén ubicados simétricamente alrededor del motor, porque se requiere que estén ubicados considerando el centro de gravedad de la máquina. El número de aisladores que se requieran varía con los rangos de los aisladores y el peso del generador.

La figura siguiente ilustra un aislador de resorte de acero del tipo requerido para montar generadores que no incluyen aisladores integrados. Se muestran la almohadilla inferior de hule, el cuerpo del aislador, los tornillos de anclaje, resorte de soporte, tornillo de ajuste y tuerca de bloqueo.

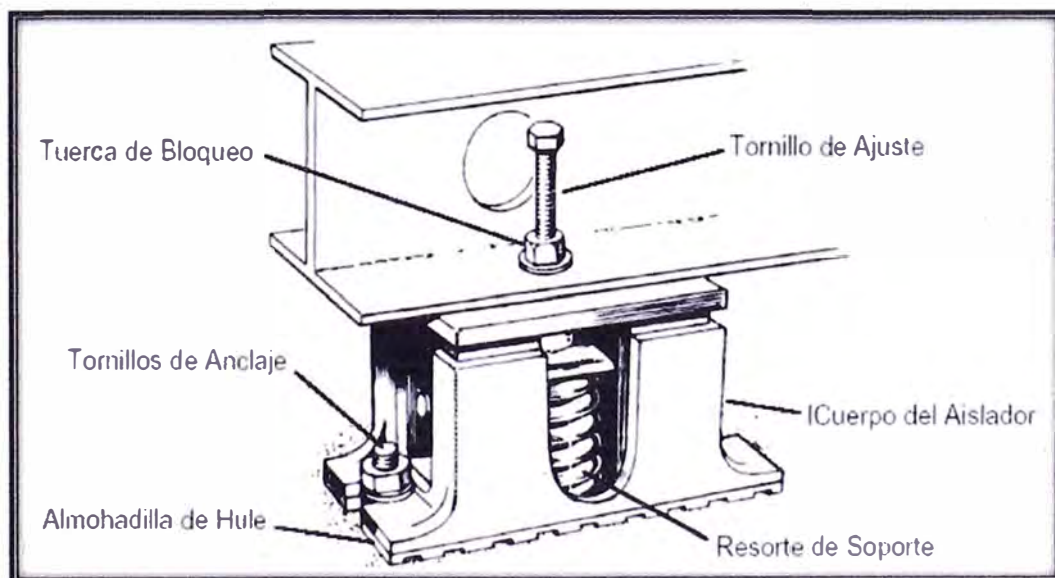


Figura 3.10 Aisladores de resorte



Figura 3.11 Aisladores de dos resortes



Figura 3.12 Instalación de resilientes tipos resorte (segundo piso) de tienda comercial.

**Aisladores de Almohadilla:**

Los aisladores de almohadilla están hechos de capas de materiales flexibles diseñado para amortiguar los niveles de vibración en aplicaciones no críticas, tales como las de generadores montado en su propia caseta de exteriores, o donde se usan aisladores integrados en el generador.

Los aisladores de almohadilla varían en su efectividad, pero son aproximadamente 75% eficientes. Dependiendo de su construcción. También pueden variar en efectividad con la temperatura, puesto que las bajas temperaturas afectan la flexibilidad del medio de hule haciéndolo mucho menos flexible.

Cuando la máquina se monta en un tanque de combustible sub-base el tipo de aisladores de vibración requeridos para proteger el tanque sub-base depende de la estructura de éste y el nivel de fuerza de vibración creado por la máquina. Si se instala aisladores de hule entre el motor/alternador y el patín, generalmente no se requiere aislamiento adicional entre la máquina y el tanque sub-base. Sin embargo la frecuencia natural del tanque sub-base en los puntos de fijación al generador debe ser de 200Hz o más. Si el motor/alternador está fijado sólidamente al patín se necesita aislamiento de vibración entre el patín y el tanque sub-base y aislar adecuadamente el edificio de la vibración. En todos los casos siga las recomendaciones del fabricante para la combinación específica de generador y sub-base.

El amortiguamiento de los aisladores de aire es generalmente bajo con una relación de amortiguación de 0.05 o menos. Este amortiguamiento es provisto por la flexión en el diafragma o pared por fricción o por amortiguamiento en el gas. Incorporar resistencia al flujo capilar (aumentar un orificio al flujo) puede incrementar el amortiguamiento entre el cilindro del aislador de aire y los tanque de contención.

**3.10.3 Filtro separador de agua**

Los Filtros Separadores de Agua cumplen la función de retener las impurezas y separar el agua que contiene el combustible diesel procedente

del almacenaje del combustible y de la condensación por los cambios de temperatura en el depósito, de esta manera evitamos los daños que el agua puede ocasionar en los sistemas de inyección.

El filtro separa las gotas de agua que trae el combustible y las acumula en la parte baja para que cada cierto tiempo pueda vaciarse por medio de un tornillo o válvula de purga. Algunos de estos filtros llevan sensores de presencia de agua que avisan para hacer las operaciones de mantenimiento.

Resulta vital para la vida de su motor que el agua no se introduzca en el motor pues podría causarle daños irreparables, nuestros filtros separadores deben estar fabricados bajo los más altos estándares de calidad para proporcionar la seguridad de estar protegiendo el motor en todo momento.

#### **3.10.4 Resistencia anti humedad (Deshumecedora)**

La resistencia deshumecedora es un dispositivo que se encarga de brindar calefacción a los devanados del alternador (generador) y por ende no permite que los devanados se humedezcan ya que hay lugares de instalación donde los grupos electrógenos habitualmente se da la presencia de humedad.

### **3.11 MONITOREO**

El objetivo es mostrar conexiones y configuración de parámetros en el control y los adaptadores para monitoreo de grupos electrógenos en una red a Ethernet.

La aplicación es:

- Monitorear en cualquier momento las condiciones y variables de operación de la planta en una PC.

- Visualizar las alarmas del equipo eventualmente activas.

- Optimizar los tiempos de los técnicos de servicio o el operador para corregir problemas con la planta, ya que el sistema permite detallar las fallas específicas.

- Modificar una configuración existente de los parámetros de operación de la planta sin tener que ir hasta el sitio.
- Realizar arranques, paros y operar la transferencia a distancia.
- Generar gráficas de históricos y tablas de eventos.

Los módulos deepsea electronic que tienen incorporado el puerto de comunicación RS485 permite la comunicación mediante el protocolo de comunicaciones Modbus la cual permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunicar los resultados a un ordenador. Modbus también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión adquisición de datos (SCADA), mediante la vía de comunicación RS485 hay señales que se pueden monitorear siempre en cuando estén disponibles en el equipo:

- Arranque de grupo electrógeno.
- Nivel de Combustible.
- Alta temperatura.
- Alta velocidad.
- Baja carga de baterías.
- Baja presión de aceite.
- Sobre arranque.
- Voltaje de línea, etc.

### **3.12 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

Un programa bien planeado de mantenimiento y servicio preventivo debe ser una parte integral del diseño de un sistema de potencia en sitio.

Que un generador de emergencia falle al arrancar o al funcionar podría llevar a la pérdida de vidas humanas.

La falla al arranque y funcionamiento debido a la baja carga de la batería por falta de un mantenimiento correcto es la falta más común.

Un programa completo llevado a cabo con regularidad por personas calificadas puede prevenir tales fallas y sus posibles consecuencias.

Se deben considerar los programas de mantenimiento y servicio ofrecidos por los distribuidores por medio de un contrato. Estos típicamente incluyen mantenimiento programado, reparaciones, reemplazo de partes y documentación de servicio.

El programa de mantenimiento para generadores de potencia primaria debe basarse en el tiempo de funcionamiento como lo publica el fabricante.

Puesto que los generadores de emergencia funcionan infrecuentemente, el mantenimiento de estos está programado en términos diarios, semanales, mensuales o más largos, debe revisarse las instrucciones del fabricante para mayor detalle. En cualquier caso, el mantenimiento programado debe incluir:

**Diario:**

- Buscar fugas de aceite, refrigerante y combustible.
- Verificar la operación de los calentadores de refrigerante del motor. Si el bloque no está caliente, los calentadores no están funcionando y el generador podría no arrancar.
- Verificar los niveles de refrigerante y aceite.
- Verificar el sistema de carga de las baterías.

**Mensualmente:**

- Buscar restricciones en el filtro de aire
- Ejercitar el generador arrancándolo y haciéndolo funcionar durante cuando menos 30 minutos a no menos de 30% de su rango de carga. Niveles más bajos de carga son aceptables si la temperatura del escape alcanza el nivel suficiente para prevenir daños al motor.
- Se debe revisar que no haya vibraciones extrañas, ruidos ni fugas de aceite, refrigerante y combustible en el generador mientras éste funciona (la ejercitación regular mantiene las partes lubricadas, mejora



la confiabilidad del arranque previene la oxidación de los contactos eléctricos y consume el combustible antes de que se deteriore y tenga que ser desechado).

- Verificar que no hay restricciones en el radiador, fugas de refrigerante, mangueras deterioradas, bandas flojas o dañadas, persianas motorizadas que no funcionan y que la concentración de aditivos en el refrigerante sea la correcta.
- Buscar perforaciones, fugas u conexiones flojas en el sistema de filtración de aire.
- Verificar el nivel de combustible y la operación de la bomba de transferencia.
- Buscar fugas en el sistema de escape y drene la trampa de condensación.
- Verificar que todos los medidores, instrumentos y lámparas indicativas funcionen correctamente.
- Revisar las conexiones de la batería y sus cables, el nivel del fluido de las baterías y su carga y recargarlas si fuera necesario.
- Revisar que no haya restricciones en las entradas y salidas de ventilación de cada Grupo Electrónico.
- Asegurarse de tener todas las herramientas de servicio a la mano.

**Semi-Anualmente:**

- Cambiar los filtros de aire.
- Cambiar los filtros en el circuito de acondicionador de refrigerante.
- Limpiar o reemplazar los filtros de los respiraderos del motor.
- Cambiar los filtros de combustible, drene los sedimentos de los tanques de combustible, verifique que las mangueras flexibles de combustible no tengan cortes o desgastes y revise el varillaje del gobernador.
- Verificar los controles y alarmas de seguridad.
- Limpiar las acumulaciones de grasa, aceite, combustible y polvo de los generadores.
- Verifique el cableado de distribución, conexiones, breakers de circuito e interruptores de transferencia.

- Simular un apagón. Esto probará la habilidad del generador para arrancar y tomar la carga de rango. Verifique la operación de los interruptores de transferencia automáticos conjuntos de interruptores relacionados y controles y todos los otros componentes en el sistema de emergencia.

**Anualmente:**

- Verificar las paletas del ventilador, poleas y bomba de agua.
- Limpiar el respiradero del tanque diario.
- Verificar y limpie el múltiple de escape y los tornillos del turbocargador.
- Apretar el sistema de montaje del generador.
- Limpiar las cajas de control y de salida de potencia. Revise y apriete todas las conexiones de cableado que estén flojas.
- Medir y registrar las resistencias del aislamiento de los devanados del generador.
- Verifique la operación de las cintas de calentamiento del generador y engrase los cojinetes.
- Verificar la operación del breaker principal de generador operándolo manualmente.
- Probar la unidad de disparo de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- Si el generador es ejercitado normalmente sin carga o solo lleva cargas ligeras correr el generador por lo menos durante 3 horas, incluyendo una hora cercana a la carga de rango.
- Conducir pruebas del aislamiento del generador anualmente durante la vida del generador. Las pruebas iniciales hechas antes de hacer las conexiones finales de las cargas servirán como referencia para las pruebas anuales. Estas pruebas son obligatorias para el estándar ANSI/IEEE # 43, prácticas y recomendaciones para la resistencia del aislamiento de maquinaria rotativa.

De acuerdo a las normas internacionales muchos asuntos de seguridad y ambientales relacionados con las aplicaciones de generadores se tratan en los siguientes estándares de la National Fire Protection Association (NFPA).

- Normas para líquidos y combustibles NFPA 30
- Estándares para la instalación u uso de los Motores de combustión estacionarios-NFPA
- Código nacional de Combustibles para Norteamérica NFPA 54
- National Electrical Code –NFPA 70
- Storage and handling of liquified petroleum gas-NFPA 58
- Health Care Facilities Code-NFPA 99
- Life Safety Code NFPA 101
- Emergency and Standby Power Systems NFPA 110

En el anexo G se muestra modelo de programa de Mantenimiento para grupos electrógenos de emergencia GS 350 de 350 KW.

## **CAPITULO 4**

### **COSTOS DE SUMINISTROS E INSTALACIÓN ELECTROMECHANICA**

#### **4.1 COSTOS DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS**

Los precios de los Grupos Electrónicos pueden variar de acuerdo a los accesorios que adicionalmente requieren los clientes para las diferentes marcas de motores imponentes en el mercado peruano como son las marcas detalladas a continuación:

- Cummins
- Volvo
- Doosan-daewoo
- Mitsubishi
- Jhon Deere
- Perkins

Con alternadores:

- Stamford
- Leroy somer
- Marathon
- Olympian

En el presente informe se detalla las empresas que como competencia también ofertan grupos electrónicos como:

- Distribuidora cummins Perú S.A.C.
- Rivera Diesel S.A.
- Motores Diesel Andinos S.A.- Modasa
- Ferreyros S.A.
- Unimaq S.A. (solo hasta potencia de 275KW en Stand by).

#### **4.1.1 Costo grupo electrógeno abierto GS-350 de 350KW**

##### **Grupo electrógeno Volvo - Stamford 350 kW modelo GS-350**

Grupo electrógeno diesel Volvo - Stamford, de 350KW (438KVA) de potencia stand by y 318KW (398KVA) de potencia prime, hasta una altura de 1000 m.s.n.m., el cual presenta las siguientes características:

##### **Motor**

Marca	:	Volvo Penta
Año de Fabricación	:	2012
Modelo	:	Tad1342ge
Procedencia	:	Suecia
Potencia	:	395KWm
Emisión de gases	:	EU Stage 2 (ver anexo K)
Velocidad	:	1800 RPM
Aspiración	:	Turboalimentado y post-enfriado
N° de cilindros	:	6 en línea
N° de tiempos	:	4
Sistema Eléctrico	:	24 VDC. Incluye arrancador y alternador.
Sistema de Combustible:		Control electrónico de inyección. Inyección directa, inyectores individuales para cada pistón, elemento de filtro reemplazable.
Tipo de Gobernación	:	Electrónica +/- 0.5%.
Sistema de Lubricación	:	Bomba de aceite accionado por engranajes, elemento de filtro reemplazable.
Sistema de Refrigeración:		Por agua
Sistema de Inyección	:	Directa
Relación de Compresión:		18.1:1
Sistema de Protección	:	Parada automática de motor por falla de baja presión de aceite, alta temperatura de agua, sobre arranque y sobre velocidad.

##### **Alternador**

Marca	:	Stamford
Procedencia	:	Inglaterra

Modelo	:	HCI434E
Tipo	:	4 polos, auto excitado, auto regulado y sin escobillas
Potencia Stand by	:	350 KW
Potencia Prime	:	318 KW
Factor de Potencia	:	0.8
Voltaje	:	400/240 Voltios + N
N° de fases	:	Trifásico
Frecuencia	:	60 Hz
Aislamiento	:	Clase H. Rotor y excitatriz con resina poliéster, grado tropical, resistente a ácidos y aceites.
Regulación de voltaje	:	+/- 1 %
Tipo de excitación	:	Separada-PMG

### **Base y armado**

El motor, alternador y radiador están montados sobre una base común de acero estructural tipo patín. El alternador se acopla directamente a la volante del motor mediante discos flexibles.

### **Tablero de control – módulo DEEP SEA ELECTRONICS DSE 7320**

El modelo DSE 7320 es un módulo de control automático montado sobre el generador.

El modulo se usa para monitorear el suministro de normal y automáticamente arrancar un generador que se encuentra en reposo. El modulo indica el estado de operación y las condiciones de falla, automáticamente parando el equipo e indicando la falla del motor mediante una pantalla de cristal líquido LCD y su led apropiado en el panel frontal. Los temporizadores y alarmas seleccionados, pueden ser modificados por el usuario mediante el panel frontal. También es posible monitorear la operación del sistema local o remotamente. (Opcional: solo en la versión de salida de comunicación remota).

### **Medición**

El modulo provee de medición vía la pantalla de cristal líquido con la siguiente lista:

Gen. Volts	: L1-N, L2-N, L3-N
Gen. Volts	: L1-L2, L2-L3, L3-L1
Gen. Amp	: L1, L2, L3
Gen. Frecuencia	: Hz
Vel. Motor	: RPM
Presión aceite	: PSI
Nivel combustible	: %
Temperatura motor	: °C
Bat. Volts	: Vcd
Horómetro	: Hrs.
Gen Kva	
Gen kw	
Gen PF	
Voltaje de línea	: L1-N, L2-N, L3-N
Voltaje de línea	: L1-L2, L2-L3, L3-L1
Frecuencia de línea	: Hz

### **Lista de eventos**

La pantalla de instrumentación suministra, además, de la visualización de una lista de eventos con el día y la hora del bloqueo.

### **Indicación por led.**

Iconos de led son usados para mostrar la presencia de condiciones de alarma detectadas Por el modulo. Adicionalmente 4 segmentos de la pantalla, permiten al usuario, configurar al módulo para proveer otras indicaciones de estado ya sean internas o de las entradas digitales.

### **Canales múltiples de alarma.**

Provistas para monitorear lo siguiente:

- Bajo/sobre voltaje de generador.

- Sobre corriente.
- Baja/sobre frecuencia de generador
- Baja/sobre velocidad
- Falla del alternador
- Paro de emergencia
- Baja presión de aceite
- Alta temperatura de motor
- Falla de paro
- Falla de arranque
- Bajo/alto voltaje de batería
- Alarma de nivel bajo de combustible
- Perdida de señal de sensor de velocidad
- Acometida fuera de límites
- Bajo voltaje de acometida
- Alto voltaje de acometida
- Baja frecuencia de acometida
- Alta frecuencia de acometida.

Puertos de comunicación: USB, RS232, RS485.

### **Accesorios**

- Un interruptor termo magnético ABB mecánico de 800 AMP (Instalado).
- Un calentador de refrigerante marca Kim Hotstart de 2000W- 230VAC (Instalado en el Grupo Electrónico).
- Una resistencia deshumedecedora marca Kim Hotstart 125W – 230VAC (Instalado en el Grupo Electrónico).
- Bastidor tipo patin.
- Resilentes antivibratorios instalados entre el grupo electrónico y la base común tipo jebe.
- Mangueras flexibles para conexión al motor de tuberías de petróleo de alimentación y retorno (Instalados).
- Cables de batería más bornes y terminales.
- Dos baterías de 12 vdc / 27 placas cada una.



- Manuales de operación y mantenimiento.
- Rejilla de protección para el ventilador del motor.

**Valor Venta Unitario: US\$ 48,700.00 + IGV**

**Valor Venta (02 Unds): US\$ 97,400.00 + IGV**

**Condiciones de suministro del equipo:**

**Lugar de Entrega : Nuestras Instalaciones-Lima**  
**Garantía : 01 Año**

**4.1.2 Costo de capsula metálica insonorizada de grupo electrógeno GS-350**

**Suministro de una capsula metálica insonorizada de grupo electrógeno volvo-stamford modelo GS-350 DE 350KW, compuesto por:**

**Gabinete metálico**

- Fabricado de plancha de Acero SAE 1020 1/16" de espesor.
- Puertas laterales con chapa para el mantenimiento del Motor.
- Puerta posterior con ventana (sólo en caso de insonorización)
- El sistema de ventilación asegura un barrido completo del grupo electrógeno del sentido Alternador / Motor, evitando de este modo cualquier zona caliente.
- El acceso al conjunto del radiador, se realiza fácilmente mediante el desmontaje del panel delantero.
- La estructura de chapa de acero plegada de 1/16" de espesor en promedio, está compuesta por paneles unidos mediante tornillo o pernos que permite un desmontaje rápido.
- Tiene pasos en zigzag en las entradas y salidas de aire, que funcionan como trampas de atenuación de ruidos.
- Las puertas de acceso laterales tienen cerraduras de llave y de amplias dimensiones para un cómodo acceso al mantenimiento.

- El tablero de control está en una posición que permite fácil acceso para el mantenimiento y lectura de los instrumentos, a través de una ventana.
- Color de Gabinete: Verde Volvo

#### **Aislamiento acústico (insonorización)**

- Forrado interno con material absorbedor de ruido y resistente a la alta temperatura de trabajo del motor.
- Instalación de un silenciador residencial
- Nivel de ruido: 75 ( $\pm$  2) dBA a campo abierto (escala "A") a 7 m.
- Suministro de un silenciador residencial de Ø10" fabricado de plancha rolada de 2mm de espesor.
- Suministro de un tubo flexible de Ø8".

**Valor Venta Unitario : US\$ 9,700.00 + IGV**

**Valor Venta (02 Unds) : US\$ 19,400.00 + IGV**

#### **Condiciones de suministro del equipo:**

**Lugar De Entrega : Nuestras Instalaciones-Lima**

**Garantía : Un Año**

## **4.2 COSTOS DEL SISTEMA DE SINCRONISMO**

### **4.2.1 Costo del tablero de sincronismo de 800 amp**

Suministro de 01 tablero de sincronismo para grupo electrógeno GS-350 de 350 KW, de 3x 800amp – 380VAC y con las siguientes características:

#### **Gabinete:**

- Tablero tipo autosoportado, de construcción modular, estructura de plancha doblada de acero laf 2mm de espesor, tapas laterales y posterior, fabricadas de plancha de acero laf 1.5mm de espesor.

- Puerta delantera fabricada de plancha de acero laf de 2mm de espesor, con chapa de seguridad y bisagras.
- Decapado químico, base anticorrosiva y pintura de acabado color rail 7032/7035
- Juego de aisladores, barras de cobre (según capacidad) y portabarras hasta la barra de enlace.

**Sistema de fuerza:**

Compuesto por:

- Un Interruptor termo magnético Motorizado (mando 220VAC) marca ABB o similar, de 3 x 800Amp, regulable, con bobina de enganche y cierre.
- Un juego de barras para ingreso de cables por la parte inferior.
- Un barra de tierra.

**Sistema de control:**

- Compuesto por un módulo de control de grupo generador con sincronización y reparto de carga marca deep sea electronics modelos dse 8610.

**Valor Venta Unitario: US\$ 9,950.00 + IGV**

**Valor Venta (02 Unds): US\$ 19,900.00 + IGV**

**Condiciones de suministro del equipo:**

**Lugar De Entrega : Nuestras Instalaciones-Lima**  
**Garantía : Un Año**

**4.3 COSTOS DE SUMINISTROS ELECTROMECAÑICOS**

**4.3.1 Costo de tanque de almacenamiento de 3000 gal**

(\*)Tanque estacionario para DB5 (petróleo) de 3000 Gal Soterrado

Capacidad Nomina : 3,000 gal

Diámetro : 1,900 mm.

**Longitud Total** : 4,900 mm.  
**Tipo** : Tanque soterrado horizontal.  
**Material** : Fabricado con plancha de acero importado A- 36 de 1/4 de espesor para el cuerpo y de acero al carbono.  
**Certificado** : Se otorgara el certificado de prueba hermética, pruebas de tintes penetrantes y placas radiográficas según las normas aplicadas a los tanques atmosféricos por una empresa supervisora otorgada por INDECOPI.

- Conexiones roscadas NPT.
- Una Tapa Manhole de 24"
- Acopla (02) Cáncamos de Izaje.
- Una copla de 4" de llenado
- Una copla de 4" de ventilación.
- Una copla de 2" de control de nivel
- Una copla de 2" para alarma sonora.
- Una copla de 1 1/2" de succión.
- Dos coplas de 1" de retorno.
- Una copla de 2" purga.
- Varilla de medición: (01) regla medición de 11/2 un octavo de pulgada
- Una Canastilla de succión

**Prueba neumática** : 10 psi

**Probado según normas técnicas:** (D.S.042-2005) Norma UL 58.

**Certificado y placa de fabricante.**

**Acabado** : Arenado al metal blanco de toda la unidad, dos capas de bases de zincromato y dos capas de piroxilina con un cavado de pintura coaltar.

**Valor Venta Unitario: US\$ 6,170.00 + IGV**

**Condiciones de suministro del equipo:**

**Lugar De Entrega** : Nuestras Instalaciones-Lima

**Garantía** : Un Año

### **4.3.2 Costo de tanque diario de 250 gal**

#### **Forma Rectangular**

- Fabricado de Plancha de Acero SAE 1020 – 1/8” de espesor.
- Tapa MANHOLE
- Tubo de Ventilación en forma de “U” de Ø1¼”.
- Dos Uniones de Ø1” para el Llenado y Rebose de Combustible entre el Tanque Diario y el Tanque de Almacenamiento.
- Cuatro Uniones Ø1” para la Succión y Retorno de Combustible, entre el Motor y el Tanque Diario.
- Una Unión Ø1” para purga del Tanque.
- Un Visor de Nivel de Combustible compuesto vidrio Transparente y una Válvula de ¼” de vuelta para el mantenimiento de la Manguera.
- Una Mesa Metálica de 0.80m de Altura fabricada de Angulo 2” x 3/16”.

**Valor Venta Unitario: US\$ 1,250.00 + IGV**

#### **Condiciones de suministro del equipo:**

**Lugar De Entrega : Nuestras Instalaciones-Lima**  
**Garantía : Un Año**

## **4.4 COSTOS DE LA INSTALACIÓN ELECTROMECAÁNICA**

### **a.1 Transporte, descarga, manipuleo y anclaje**

- Transporte de los dos G.E + TS desde nuestros almacenes en LIMA, hasta el hospital regional de Tarapoto.
- Descarga y manipuleo de cada uno de los G.E. de Camión hasta su respectiva sala, ubicado en el 1° nivel NPT ±0.0
- Nivelación y anclaje del G.E. sobre su base de concreto antivibratoria (construido por el cliente) con pernos de expansión tipo HILTI o similar.

**a.2 Sistema de Combustible**

- Suministro e instalación de un máximo de 12.0m de tubería de combustible de Ø1" para la alimentación del tanque diario de 250 gal cada grupo electrógeno y 12.0m el rebose de cada grupo electrógeno al tanque diario incluye una válvula bola para llenado manual.

**a.3 Sistema de escape**

- Suministro de Tuberías de Escape de FN, plancha de 2mm, hasta diámetros de Ø 8" y Ø 10", incluye pintura de alta temperatura color aluminio, se considera 20 mts. Aprox. por cada grupo electrógeno para ubicar fuera de la sala.
- Suministro de accesorios para el sistema de escape, incluye codos, bridas tipo SAE para uniones, empaquetaduras, pernos y sombrero cubre lluvias desmontable.
- Suministro de materiales para el forrado térmico de la tubería de escape, solo para tramos dentro de la sala del grupo electrógeno.

**a.4 Sistema de ventilación**

- Los 02 ductos para acople entre grupo y ducto de material noble que construye el cliente bajo nuestro diseño acústico, incluye manga o lona flexible, las medidas serán similares a salida del radiador.
- Suministro de rejillas o persianas para los ductos de ventilación, estará a cargo del cliente.

**a.5 Tratamiento acústico del cuarto de fuerza**

- Forrado acústico en las PAREDES interiores de la sala (120 m<sup>2</sup>). Los materiales a emplear son lana de roca, lana de vidrio, con espesor total de 3" y/o 4" + plancha shullman perforada de 1/32", porcentaje de área libre 37% (materiales no combustible ni inflamable), sujetado con listonería metálica, perfiles, ángulos, platinas, etc.
- Forrado acústico del TECHO (75 m<sup>2</sup>) interiores con lana de vidrio, con espesor de 2" tipo QR, (materiales no combustible ni inflamable), sujetado con listonería metálica, perfiles, ángulos, platinas, etc.

- Suministro e instalación de 02 Splitter de ingreso de aire a montarse en el techo o ventana de ingreso de aire a la casa de fuerza (ocupará espacio exterior). El cliente deberá de dejar ventanas de ingreso de aire en el techo de la casa de fuerza
- Suministro e instalación de 02 Splitter de salida de aire a montarse en el techo exterior a la casa de fuerza (ocupará espacio exterior). El cliente deberá de dejar ventanas de salida de aire en el techo de la casa de fuerza por encima de los ductos
- Suministro, instalación y forrado interior acústico de ducto de salida de aire caliente dentro del cuarto de fuerza (ducto de 2.0m y ducto de material noble construido por el cliente)
- Suministro y montaje de 01 Puerta acústica de doble hoja en el lado de ingreso de los grupos generadores, de 2.40m x 3.00m (ancho por alto)
- Instalación 02 silenciadores hospitalarios de Ø12"
- Trampas acústicas internas al cuarto de fuerza
- Acabados y retoques

**Valor Venta Unitario: US\$ 67,780.00 + IGV**

**Condiciones de suministro del equipo:**

**Lugar De Entrega : Sus Instalaciones -Tarapoto**  
**Garantía : Un Año**

## **CAPITULO 5**

### **APLICACIÓN DE LA INSTALACION**

#### **5.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO HOSPITAL TARAPOTO**

El Seguro Social de Salud, Essalud, es un organismo público descentralizado, con personería jurídica de derecho público interno, adscrito al sector trabajo y promoción social.

Essalud seguro social de salud propietario de centros asistenciales tiene como uno de sus dependencias al nuevo hospital Tarapoto ubicado en Av. Vía de evitamiento cuadra 3 esquina con Jr. Manco Inca cuadra 8 sector 9 de abril distrito de Tarapoto provincia de San Martín departamento de San Martín construida por una de las partes la constructora incot S.A.C. contratistas generales.



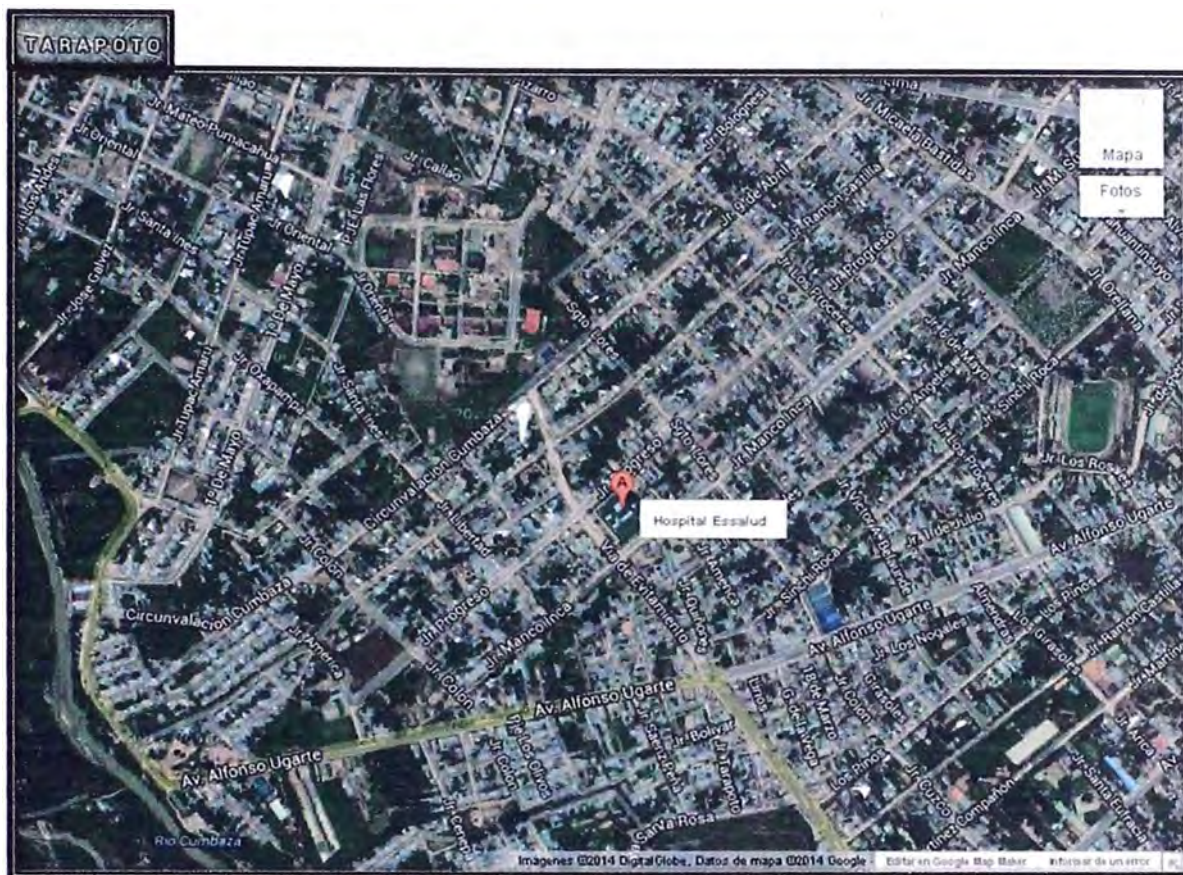


Figura 5.1 Ubicación del Nuevo Hospital Tarapoto

El nuevo hospital Tarapoto tiene por finalidad dar cobertura a los asegurados y todas las personas que requieran atención médica, a través del otorgamiento de prestaciones de prevención, promoción, recuperación, rehabilitación, prestaciones económicas, y prestaciones sociales que corresponden al régimen contributivo de la seguridad social en salud, así como otros seguros de riesgos humanos, así mismo garantizar la atención a la sociedad cumpliendo así un claro anhelo de más de 50 años de asegurados y derechohabientes de la región San Martín,

El hospital nuevo Tarapoto tiene como gestión cuatro objetivos estratégicos:

1. Dar un buen trato al paciente (trato humano).
2. Sostenibilidad económica y financiera institucional (gastos de manera racional).
3. Extender la seguridad social.
4. Una gestión transparente y en lucha permanente contra la corrupción.

El nuevo hospital Tarapoto cuenta con 64 camas, así como ambientes para consulta externa, ayuda al diagnóstico, anatomía patológica, medicina física y rehabilitación, emergencia, centro quirúrgico, centro obstétrico, esterilización, administración y servicios generales, la nueva infraestructura está considerada como de nivel II y está construida sobre un terreno de 10 mil 852.32 metros cuadrados, ubicado frente a la vía de evitamiento, en el centro poblado menor "Nueve de Abril". El nuevo establecimiento de salud tiene una ampliación de los servicios que está brindando Essalud en su local ubicado en la plaza mayor de Tarapoto, en el nororiente del país.

La infraestructura cuenta con laparoscopio, equipos de diagnóstico por imágenes, así como con áreas de emergencia, consultorios externos, servicios de medicina interna, ginecología, obstetricia, pediatría y cirugía, entre otros.

La inversión para que se construya el nuevo hospital Tarapoto demanda aproximadamente 37 millones 62 mil 163.80 nuevos soles.

Por tratarse de un centro hospitalario, el cuarto de fuerza de los dos grupos electrógenos con capsula metálica insonorizada en conjunto deben generar no más de 50 dB a 10 metros escala A de acuerdo al DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM.

La energía de respaldo solicitada para la instalación es de 576 kW prime como máxima demanda de carga a respaldar en el nuevo hospital Tarapoto.

## **5.2 TRABAJOS A REALIZAR**

Debido a que la Instalación de los dos grupos electrógenos está definida por la parte estructural y civil para la instalación de un sistema de sincronismo de dos grupos electrógenos de 350 kW con un enfoque de funcionamiento con un tablero de transferencia automática con sistema cerrado, por tanto se ha considerado el montaje de los siguientes equipos:

Grupos electrógenos de 350kW-400/240 Voltios + N - 60Hz.

- Tablero de sincronismo de 800 Amp.
- Tanque de almacenamiento de combustible de 3000 gal.
- Tanque diario de 250 galones.

Se describen el montaje de los grupos electrógenos encapsulados e insonorizados que entregan 700kW en régimen de trabajo stand by la cual de acuerdo a la indicación del fabricante es equivalente en potencia prime de 636KW el mismo que es suficiente para la potencia que requieren para el modo de operación, 400/240V mas neutro equivalente a 380V mas neutro, 60Hz en régimen de trabajo prime teniendo en cuenta que la demanda máxima de carga es 576 KW en régimen prime.

- Anclaje de los grupos electrógenos.
- Sistema de escape.
- Anclaje y ubicación del tablero de sincronismo.
- Instalación eléctrica de cables de fuerza para el grupo electrógeno, cables de señal, aterramiento del grupo electrógeno y del mismo modo con el tablero de sincronismo.
- Instalación del sistema de escape y sistema de ventilación.
- Instalación de tanque de combustible, instalación de tuberías de petróleo y aterramiento de tanque de combustible.

### **5.3 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR**

Los equipos a instalar son:

- Grupos electrógenos de 350 kW en potencia stand by, equivalente a 318kw en potencia prime.
- Tablero de sincronismo.

#### **5.3.1 Grupo electrógeno**

Este equipo (Figura 5.1) es un modelo Volvo GS-350 KW, se instalaran dos GE del mismo modelo en nuevo hospital Tarapoto, se detalla a continuación sus características:

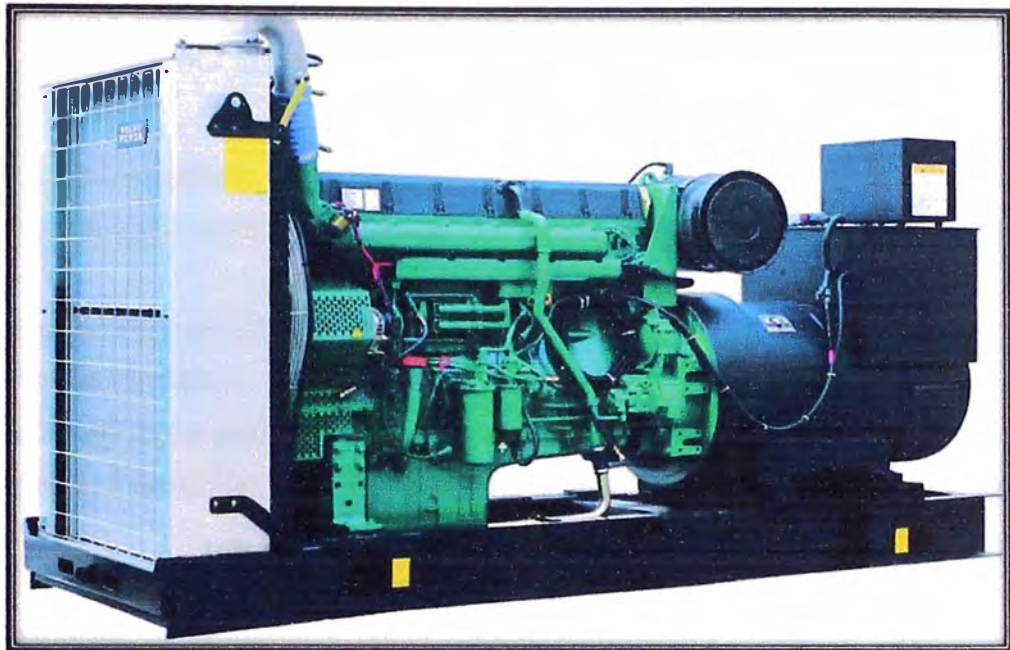


Figura 5.2 GE modelo Volvo/Stamford GS-350 de 350kW

Grupo electrógeno diesel Volvo - Stamford, de 350 kW (438KVA) de potencia stand by y 318kW (398kVA) de potencia prime, hasta una altura de 1000 m.s.n.m., el cual presenta las siguientes características:

#### Motor

Marca	:	Volvo Penta
Año de Fabricación	:	2012
Modelo	:	Tad1342ge
Procedencia	:	Suecia
Potencia	:	395KWm
EPA	:	Tier 2
Velocidad	:	1800 RPM
Aspiración	:	Turboalimentado y post-enfriado
N° de cilindros	:	6 en línea
N° de tiempos	:	4
Sistema Eléctrico	:	24 VDC. Incluye arrancador y alternador.

Sistema de Combustible:	Control electrónico de inyección. Inyección directa, inyectores individuales para cada pistón, elemento de filtro reemplazable.
Tipo de Gobernación :	Electrónica +/- 0.5%.
Sistema de Lubricación :	Bomba de aceite accionado por engranajes, elemento de filtro reemplazable.
Sistema de Refrigeración:	Por agua
Sistema de Inyección :	Directa
Relación de Compresión :	18.1:1
Sistema de Protección :	Parada automática de motor por falla de baja presión de aceite, alta temperatura de agua, sobre arranque y sobre velocidad.

#### **Alternador**

Marca :	Stamford
Procedencia :	Inglaterra
Modelo :	HCI434E
Tipo :	4 polos, auto excitado, auto regulado y sin escobillas
Potencia Stand by :	350 KW
Potencia Prime :	318 KW
Factor de Potencia :	0.8
Voltaje :	400/240 Voltios + N
N° de fases :	Trifásico
Frecuencia :	60 Hz
Aislamiento :	Clase H. Rotor y excitatriz con resina poliéster, grado tropical, resistente a ácidos y aceites.
Regulación de voltaje :	+/- 1 %
Tipo de excitación :	Separada-PMG

#### **Base y armado**

El motor, alternador y radiador están montados sobre una base común de acero estructural tipo patín. El alternador se acopla directamente a la volante del motor mediante discos flexibles.

### **Tablero de control – módulo deep sea electronics dse 7320**

El modelo DSE 7320 es un módulo de control automático montado sobre el generador.

El modulo se usa para monitorear el suministro de normal y automáticamente arrancar un generador que se encuentra en reposo. El modulo indica el estado de operación y las condiciones de falla, automáticamente parando el equipo e indicando la falla del motor mediante una pantalla de cristal líquido LCD y su led apropiado en el panel frontal. Los temporizadores y alarmas seleccionados, pueden ser modificados por el usuario mediante el panel frontal. También es posible monitorear la operación del sistema local o remotamente. (Opcional: solo en la versión de salida de comunicación remota).

#### **Medición**

El modulo provee de medición vía la pantalla de cristal líquido con la siguiente lista:

Gen. Volts: L1-N, L2-N, L3-N

Gen. Volts: L1-L2, L2-L3, L3-L1

Gen. Amp: L1, L2, L3

Gen. Frecuencia: Hz

Vel. Motor: RPM

Presión aceite: PSI

Nivel combustible: %

Temperatura motor: °C

Bat. Volts: Vcd

Horómetro: Hrs,

Gen Kva

Gen kw

Gen PF

Voltaje de línea: L1-N, L2-N, L3-N

Voltaje de línea: L1-L2, L2-L3, L3-L1

Frecuencia de línea: Hz

**Lista de eventos**

La pantalla de instrumentación suministra, además, de la visualización de una lista de eventos con el día y la hora del bloqueo.

**Indicación por led.**

Iconos de led son usados para mostrar la presencia de condiciones de alarma detectadas Por el modulo. Adicionalmente 4 segmentos de la pantalla, permiten al usuario, configurar al módulo para proveer otras indicaciones de estado ya sean internas o de las entradas digitales.

**Canales múltiples de alarma.**

Provistas para monitorear lo siguiente:

- Bajo/sobre voltaje de generador.
- Sobre corriente.
- Baja/sobre frecuencia de generador
- Baja/sobre velocidad
- Falla del alternador
- Paro de emergencia
- Baja presión de aceite
- Alta temperatura de motor
- Falla de paro
- Falla de arranque
- Bajo/alto voltaje de batería
- Alarma de nivel bajo de combustible
- Perdida de señal de sensor de velocidad
- Acometida fuera de limites
- Bajo voltaje de acometida
- Alto voltaje de acometida
- Baja frecuencia de acometida
- Alta frecuencia de acometida.

Puertos de comunicación: USB, RS232, RS485.

### **Accesorios**

- Un interruptor termo magnético ABB mecánico de 800 AMP (Instalado).
- Un calentador de refrigerante marca Kim Hotstart de 2000W- 230VAC (Instalado en el Grupo Electrónico).
- Una resistencia deshumedecedora marca Kim Hotstart 125W – 230VAC (Instalado en el Grupo Electrónico).
- Bastidor tipo patin.
- Resilentes antivibratorios instalados entre el grupo electrónico y la base común tipo jebe.
- Mangueras flexibles para conexión al motor de tuberías de petróleo de alimentación y retorno (Instalados).
- Cables de batería más bornes y terminales.
- Dos baterías de 12 vdc / 27 placas cada una.
- Manuales de operación y mantenimiento.
- Rejilla de protección para el ventilador del motor.

### **Normas Técnicas**

- Motor: ISO 3046, BS 5514, BS ISO 8528-3
- Alternador: IEC 60034, NEMA MG-1, CSA 22, ISO 8528/3, BS 5000-3.
- Grupo Electrónico: ISO 3046, ISO 8528-1.

### **Capsula Metálica Insonorizada de dos grupos electrónicos volvo-stamford modelo GS-350 de 350kW, compuesto por:**

#### **Gabinete Metálico**

- Fabricado de plancha de Acero SAE 1020 1/16" de espesor.
- Puertas laterales con chapa para el mantenimiento del Motor.
- Puerta posterior con ventana (sólo en caso de insonorización)
- El sistema de ventilación asegura un barrido completo del grupo electrónico del sentido Alternador / Motor, evitando de este modo cualquier zona caliente.



- El acceso al conjunto del radiador, se realiza fácilmente mediante el desmontaje del panel delantero.
- La estructura de chapa de acero plegada de 1/16" de espesor en promedio, está compuesta por paneles unidos mediante tornillo o pernos que permite un desmontaje rápido.
- Tiene pasos en zigzag en las entradas y salidas de aire, que funcionan como trampas de atenuación de ruidos.
- Las puertas de acceso laterales tienen cerraduras de llave y de amplias dimensiones para un cómodo acceso al mantenimiento.
- El tablero de control está en una posición que permite fácil acceso para el mantenimiento y lectura de los instrumentos, a través de una ventana.
- Color de Gabinete: Verde Volvo

#### **Aislamiento acústico (insonorización)**

- Forrado interno con material absorbedor de ruido y resistente a la alta temperatura de trabajo del motor.
- Instalación de un silenciador residencial
- Nivel de ruido: 75 ( $\pm$  2) dBA a campo abierto (escala "A") a 7 m.
- Suministro de un silenciador residencial de Ø10" fabricado de plancha rolada de 2mm de espesor.
- Suministro de un tubo flexible de Ø8".
- Respecto al aislamiento acústico e insonorización, este está forrado internamente con material absorbente de ruido y resistente a la alta temperatura de trabajo del motor. El silenciador forma parte de la capsula metálica insonorizada. La cápsula que se ha solicitado es de tipo outdoor acústica por consiguiente atenúa el ruido y a la vez protege al grupo electrógeno.



**Figura 5.3 Capsula metálica insonorizada de primer  
GE GS-350 de 350 KW**



**Figura 5.4 Capsula metálica insonorizada de segundo  
GE GS-350 de 350 KW**

### **5.3.2 Tablero de sincronismo**

**Tablero de sincronismo para grupos electrógenos, de 3 x 800Amp – 380VAC y con las siguientes características:**

#### **Gabinete:**

- Tablero tipo autosoportado, de construcción modular, estructura de plancha doblada de acero laf 2mm de espesor, tapas laterales y posterior, fabricadas de plancha de acero laf 1.5mm de espesor.
- Puerta delantera fabricada de plancha de acero laf de 2mm de espesor, con chapa de seguridad y bisagras.
- Decapado químico, base anticorrosiva y pintura de acabado color rail 7032/7035.
- juego de aisladores, barras de cobre (según capacidad) y portabarras hasta la barra de enlace.

#### **Sistema de fuerza:**

Compuesto por:

- Un interruptor termomagnético motorizado (mando 220VAC) marca ABB o similar, de 3 x 800Amp, regulable, con bobina de enganche y cierre.
- Un juego de barras para ingreso de cables por la parte inferior
- Una barra de tierra

#### **Sistema de control:**

- •Compuesto por un módulo de control de grupo generador con sincronización y reparto de carga marca deep sea electronics modelos dse8610.

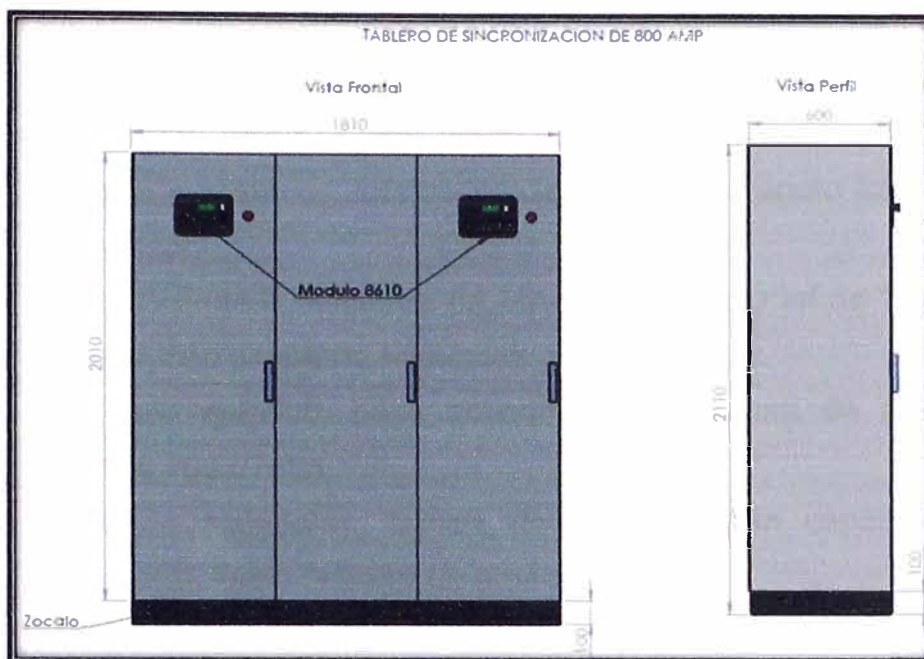


Figura 5.5 Tablero de sincronismo de 800 amp con tablero de salida de cargas al centro

**a.1 Tablero de salida a cargas, de barra de 1,600Amp – 380VAC y con las siguientes características:**



Figura 5.6 Tablero de salida de cargas con ITM 800-630 y 160 amp

**Gabinete:**

- Tablero tipo autosoportado, de construcción modular, estructura de plancha doblada de acero laf 2mm de espesor, tapas laterales y posterior, fabricadas de plancha de acero laf 1.5mm de espesor.
- Puerta delantera fabricada de plancha de acero laf de 2mm de espesor, con chapa de seguridad y bisagras.
- Decapado químico, base anticorrosiva y pintura de acabado color rail 7032/7035.
- Juego de aisladores, barras de cobre (según capacidad) y portabarras hasta la barra de enlace.

**Sistema de fuerza:**

Compuesto por:

- Un interruptor termomagnético mecánico (mando 220VAC) marca ABB o similar, de 3 x 800Amp, regulable.
- Un interruptor termomagnético mecánico (mando 220VAC) marca ABB o similar, de 3 x 630Amp, regulable.
- Un Interruptor Termomagnético mecánico (mando 220VAC) marca ABB o similar, de 3 x 160Amp, regulable.
- Un juego de barras para ingreso de cables por la parte inferior
- Una barra de tierra
- Barra de enlace entre dos tableros de puesta en paralelo de 3 x 800Amp con un tablero de salida a carga de 1,600Amp de capacidad, a 380VAC (tablero de salida a carga en medio).

**a.2 Modulo deepsea electronic dse 8610**

El dse 8610 es un dispositivo de procedencia inglesa que tiene un sistema fácil de utilizar y fue diseñado para sincronizar hasta 32 generadores incluyendo los motores electrónicos y no electrónicos.

El dse 8610 supervisa el generador e indica estado operacional y las condiciones de avería, encendiendo o parando automáticamente el motor en demanda de la carga o la condición de avería. Las alarmas de sistema se anuncian en la pantalla del LCD (opciones múltiples de la lengua disponibles), el LED iluminado y el receptor acústico audible.

El registro de acontecimiento registrará 250 acontecimientos para facilitar mantenimiento fácil. Un número extenso de fijo y las características flexibles de la supervisión, de la medición y de protección son incluidos así como opciones comprensivas de la extensión de la comunicación y de sistema, el modulo trabaja con Voltaje de operación: 8-35 vcd continuos y una entrada del generador de 15 VAC (L-N) hasta 333 VAC (L-N).

#### **Características dominantes**

- Entradas configurables (11)
- Salidas configurables (8)
- Medida del voltaje
- Gobernador incorporado y control del AVR
- Alarmas de la sobrecarga del kilovatio
- Protección eléctrica comprensiva
- Recolección magnética
- Capacidad electrónica del motor
- Comunicaciones alejadas RS232 y RS485
- Modbus RTU
- Funcionalidad del PLC
- Contador de tiempo multi del ejercicio del acontecimiento
- Línea retroiluminada exhibición del LCD 4 del texto
- Idiomas múltiples de la exhibición
- Comienzo automático/comienzo manual
- Alarma audible
- Indicadores fijos y flexibles del LED
- Registro de acontecimiento (250)
- Notificación de la condición de avería a una PC señalada
- Montaje del panel de delante

- Configuración protegida PIN del panel de delante
- Configuración de la PC
- Alarmas y contadores de tiempo configurables
- Contadores de tiempo configurables del comienzo y de la parada
- Mensajería alerta de SMS
- 

#### **Instrumentación del dse8610**

- Velocidad del Motor
- Presión de Aceite del Motor
- Temperatura del Enfriador del Motor
- Tensión de la Batería del Motor
- Tiempo de Funcionamiento del Motor / Numero de partidas
- Tensión del Generador (L1-N, L2-N, L3-N)
- Tensión del Generador (L1-L2, L2-L3, L3-L1)
- Hz del Generador
- Amps del Generador
- Corriente de Tierra del Generador
- Carga del Generador (kW)
- Carga del Generador (kVA)
- Factor de Potencia del Generador
- Carga del Generador (kVAr)
- Energía del Generador
- Secuencia de Fases del Generador
- Sincronoscopio
- Tensión del Bus (L1-N, L2-N, L3-N)
- Tensión del Bus (L1-L2, L2-L3, L3-L1)
- Hz del Bus

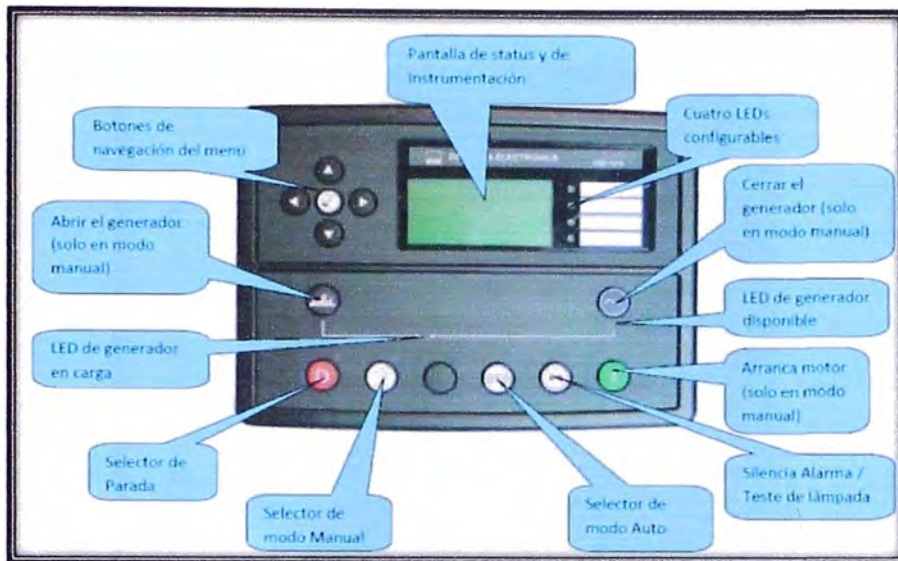


Figura 5.7 módulo deepsea dse 8610

### a.3 Interruptores motorizados de 800 amp

#### Características constructivas

##### Estructura de los interruptores automáticos

La estructura del interruptor automático, fabricada con chapa de acero, es extremadamente compacta y con unas dimensiones reducidas. La seguridad está reforzada por el empleo del doble aislamiento en las partes bajo tensión y por la segregación completa de las fases. En cuanto a las dimensiones, los interruptores de la misma ejecución se caracterizan por presentar alturas y profundidades iguales.

La profundidad de la ejecución extraíble permite su instalación en cuadros con una profundidad de 500 mm. La anchura de 324 mm (hasta 2000A) en la ejecución extraíble permite el uso en aparatos en celdas de cuadros con 400 mm de anchura. Las dimensiones reducidas permiten, además, la sustitución de los interruptores automáticos abiertos de las precedentes series de cualquier modelo.



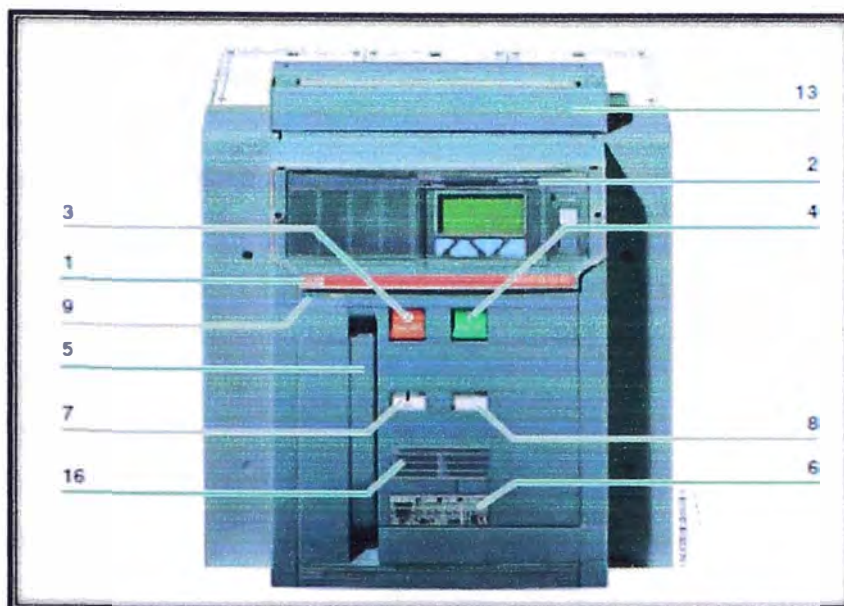


Figura 5.8 ITM motorizado ABB de 800 amp

### Leyenda

1. Marca de fábrica y tamaño de interruptor automático
2. Relé SACE PR121, PR122 o PR123
3. Pulsador para la maniobra manual de apertura
4. Pulsador para la maniobra manual de cierre
5. Palanca para la carga manual de los resortes de cierre
6. Etiqueta con las características eléctricas
7. Indicador mecánico de interruptor automático abierto "O" y cerrado "I"
8. Indicador de resortes cargados - descargados
9. Indicador mecánico de actuación del relé de protección
10. Bloqueo a llave en posición de abierto
11. Bloqueo a llave y por candados en posición de insertado/extraído (sólo para ejecución extraíble)
12. Dispositivos para las maniobras de inserción/extracción (sólo para ejecución extraíble)
13. Placa de bornes (sólo para ejecución fija)
14. Contactos deslizantes (sólo para ejecución extraíble)
15. Indicador de la posición del interruptor automático Insertado/ Extraído prueba/Extraído (sólo para ejecución extraíble)

16. Placa accesorios: la placa indica el número de serie del interruptor y los accesorios montados

### **5.3.3 Tanque de combustible**

**a. Costo de tanque de almacenamiento de 3000 gal**

(\*)Tanque estacionario para DB5 (petróleo) de 3000 Gal Soterrado

Capacidad Nomina	:	3,000 gal
Diámetro	:	1,900 mm.
Longitud Total	:	4,900 mm.
Tipo	:	Tanque soterrado horizontal.
Material	:	Fabricado con plancha de acero importado A- 36 de 1/4 de espesor para el cuerpo y de acero al carbono.
Certificado	:	Se otorgara el certificado de prueba hermética, pruebas de tintes penetrantes y placas radiográficas según las normas aplicadas a los tanques atmosféricos por una empresa supervisora otorgada por INDECOPI.

- Conexiones roscadas NPT.
- Una Tapa Manhole de 24"
- Acopla (02) Cáncamos de Izaje.
- Una copla de 4" de llenado
- Una copla de 4"de ventilación.
- Una copla de 2" de control de nivel
- Una copla de 2" para alarma sonora.
- Una copla de 1 1/2" de succión.
- Dos coplas de 1" de retorno.
- Una copla de 2" purga.
- Varilla de medición: (01) regula medición de 1 1/2 un octavo de pulgada
- Una Canastilla de succión

Prueba neumática : 10 psi

Probado según normas técnicas: (D.S.042-2005) Norma UL 58.

Certificado y placa de fabricante.

Acabado : Arenado al metal blanco de toda la unidad, dos capas de bases de zincromato y dos capas de piroxilina con un cavado de pintura coaltar color negro.

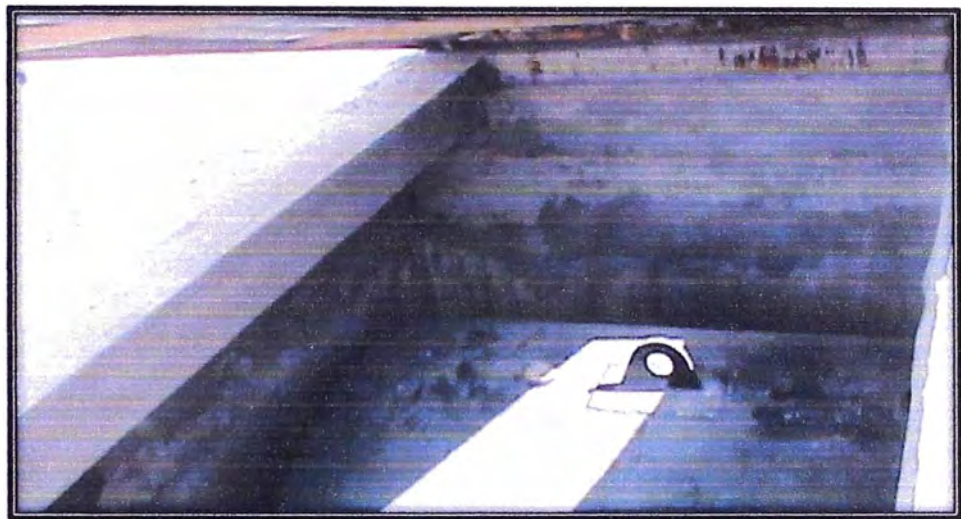


Figura 5.9 Tanque de almacenamiento de 3000 gal

**b. Tanque diario de 250gal con las siguientes características:**

- Forma rectangular
- Fabricado de plancha de acero sae 1020 – 1/8" de espesor.
- Tapa MANHOLE
- Tubo de ventilación en forma de "u" de  $\varnothing 1\frac{1}{4}$ ".
- Dos uniones de  $\varnothing 1$ " para el llenado y rebose de combustible entre el tanque diario y el tanque de almacenamiento.
- Cuatro uniones  $\varnothing 1$ " para la succión y retorno de combustible, entre el motor y el tanque diario.
- Una unión  $\varnothing 1$ " para purga del tanque.
- Un visor de nivel de combustible compuesto vidrio transparente y una válvula de  $\frac{1}{4}$ " de vuelta para el mantenimiento de la manguera.
- Una mesa metálica de 0.80m de altura fabricada de ángulo 2" x 3/16".

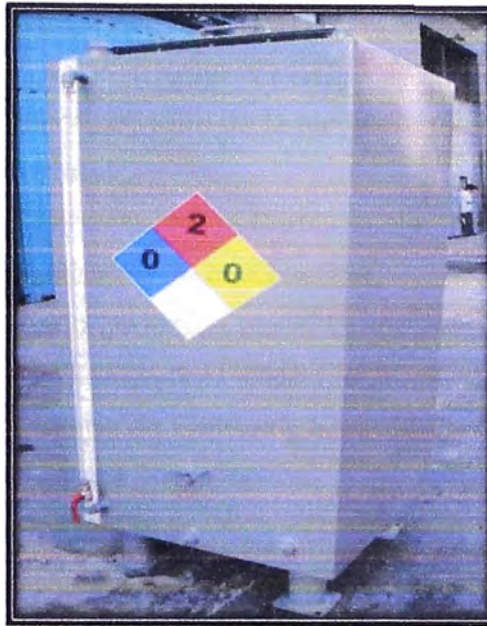


Figura 5.10 Tanque diario de 250 gal

#### 5.4 PRUEBAS Y CONFIGURACIONES EN TALLER

El equipo seleccionado brinda 700KW hasta 1000 msnm en régimen de trabajo stand by, con trabajo efectivo en régimen prime de 636 KW.

El catálogo del grupo electrógeno indica que el modelo del motor es TAD1342GE la altura de la estación de estudio está a 250 msnm.

El motor no es afectado por baja densidad de oxígeno por ende puede producir la suficiente combustión que le permita desarrollar la potencia normal. Sin embargo el catálogo del fabricante indica que teniendo los dos grupos electrógenos, juntos pueden proporcionar la potencia de 700 kW hasta una altura de 1000 msnm en régimen stand by equivalente a una potencia de 636 kW de trabajo efectivo en régimen prime.

También indica que por sobre los 1000 msnm, por cada 300m cae la potencia 4%, esto significa que los dos grupos electrógenos de 350kW entregan una potencia efectiva de 700 kW en régimen stand by y 636 KW en régimen prime por estar por debajo de los 1000 msnm.

## 5.5 CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN

Esta referencia está organizada de la siguiente manera:

- Estudio Estructural.
- Estudio Almacenamiento de Combustible.
- Estudio de Suministro de combustible.
- Estudio de Ruido generado por el Grupo Electrónico.
- Estudio de Ventilación del Grupo Electrónico.
- Estudio de Sistema de Escape y Emisión de gases.
- Instalación Eléctrica y accesorios.
- Sistema de Aterramiento.
- Accesorios.

### 5.5.1 Estudio estructural

Se ha considerado que el concreto sea de resistencia a la compresión  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y que el acero corrugado sea de  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$  y formado con 2 mallas de  $1/2\emptyset@0.25$  superior e inferior.

Según el peso del equipo a instalar:

- Peso del Grupo electrónico con cápsula acústica: 3940 kg
- Longitud : 3,80 metros
- Ancho : 1,58 metros
- Altura : 1,97 metros

Para la plataforma se agregará 20 cm por el borde según el marco teórico.

Según fórmula de altura del cimiento:

$h = (3940 / (2322) * (3,80 + 0,2) * (1,58 + 0,2))$ , de lo que se obtiene

$h = 0.24 \text{ m}$  o  $h = 24 \text{ cm}$ .

Significa que la losa de concreto como mínimo ha de tener 24 cm de profundidad para compensar adecuadamente las vibraciones generadas por cada grupo electrónico.



**Figura 5.11 Trabajos previos para base de cimentación de los dos grupos electrógenos**

En la fase de construcción los encargados de la obra civil realizaron la mezcla de concreto y estructura sólida para cual se solicitó 2500psi en referencia a la Norma Peruana de Concreto Armado E-060, por lo tanto lo único que nos queda es verificar si la plataforma cumple con lo solicitado y asegurarnos que disponga al menos 24 cm de profundidad para amortiguar las vibraciones.



**Figura 5.12 Base de cimentación culminados para los dos grupos electrógenos**

### **5.5.2 Estudio almacenamiento de combustible**

**i.1** Para la instalación del tanque de almacenamiento de 3000 gal primero debe estar dentro de las normas y estándares siguientes:

- UL58, Standard for Steel Underground Tank For Flammable and Combustible Liquids.
- ANSI/UL 142, Standard For Steel Aboveground Tanks For Flammable and Combustible Liquids.
- ANSI/UL 1316, Standard for Glass-Fiber Reinforced Plastic Underground Storage Tank For Petroleum Products, Alcohols, and Alcohol-Gasoline Mixtures.
- ANSI/UL 1746, Standard For External Corrosion Protection Systems For Steel Underground Storage Tanks
- UL 2080, Standard for Fire Resistant tank for flammable and combustible liquids
- ANSI/UL 2085, Standard for protected aboveground tanks for flammable and combustible liquids.

Así mismo el tanque de almacenamiento de 3000 gal debe estar construido según norma, API 12B, API 12D, API 12F, UL 142, UL 58, UL 142, o sus equivalentes.

La plancha será de fierro negro de ¼" de espesor, totalmente soldado eléctricamente a tope interior y exteriormente.

Estará provisto de "entrada de hombre", con brida a la cual irá empernada la tapa de plancha del mismo material y de ¼" de espesor.

Todas las coplas serán extra pesadas y soldadas eléctricamente al tanque sobre una misma generatriz, la cual no debe coincidir con las costuras de la soldadura.

La conexión de medición deberá llevar tapón roscado con cadena. La tubería de llenado tendrá en la caja-toma una boca-toma de conexión rápida.

La conexión de succión llevará copla de 4" con bridas para facilitar la revisión de la canastilla y colador.

En la planta de fabricación, el tanque de almacenamiento debe ser inspeccionado radiográficamente o mediante prueba de líquidos penetrantes según las normas equivalentes, en todas las uniones soldadas del cilindro, en las uniones de las boquillas con el cilindro y en la plancha anular del fondo del tanque. La ubicación y cantidad de radiografías será de acuerdo al UL 58.

Todas las conexiones al cilindro, incluyendo boquillas, entrada de hombre y entradas de limpieza se harán de acuerdo al UL 58. Las boquillas de tubería se diseñarán para la presión estática más las cargas impuestas por las tuberías.

En el lugar de fabricación el tanque será probado hidrostáticamente con agua dulce. El llenado se hará por etapas y se controlará cuidadosamente los asentamientos totales y diferenciales.



Figura 5.13 Tanque de almacenamiento de 3000 gal - soterrado



i.2 Para la instalación del tanque diario de 250 gal primero éste debe estar construido según Norma, API 12B, API 12D, API 12F, UL 142, UL 58, o sus equivalentes.

Cada grupo electrógeno consume: 22.9 gal/hora a 100% de carga, 17.5 al 75% de carga, 12.3 al 50% y 7.1 al 25%. Para el caso, si la autonomía solicitada es de 8 horas siempre en cuando el régimen de trabajo sea continuo, para el caso de emergencia régimen stand by es máximo por 40 minutos de operación por lo que se necesita 250 gal de capacidad de almacenamiento.

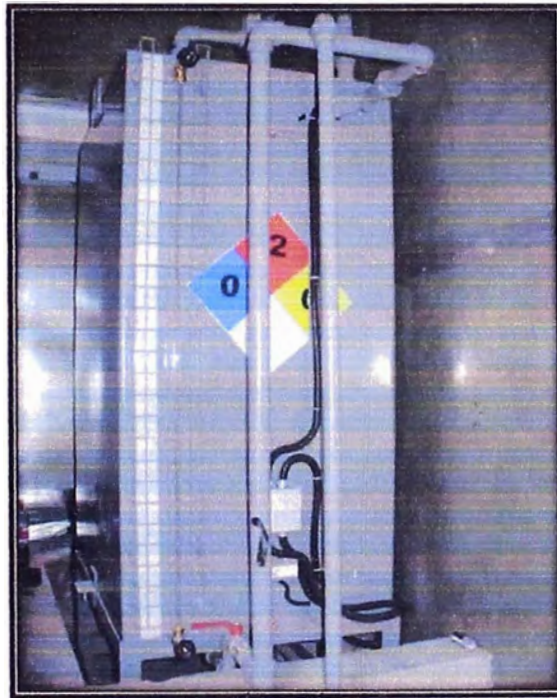


Figura 5.14 Tanque diario de 250 gal para alimentación de los dos grupos electrógenos

### **5.5.3 Estudio de suministro de combustible**

Para la correcta instalación de tuberías de combustible desde el tanque hasta el motor de cada grupo electrógeno se deberá revisar la tasa de succión motor. Será tomado el valor máximo de succión que según la información anterior para 22.9 gal/hora, para esta instalación le corresponde tubo SCH40 de 1 pulgada para la alimentación del tanque diario hacia los motores de combustión interna y para el rebose

se está considerando tubería SCH 40 de 1 ¼ pulgada debido a que en el retorno de combustible de los motores hacia el tanque diario de 250 gal el caudal tiende a ser mayor y por ende el diámetro de la tubería de retorno es mayor al de la alimentación, los codos y T que se requieran serán de 1 pulgada.

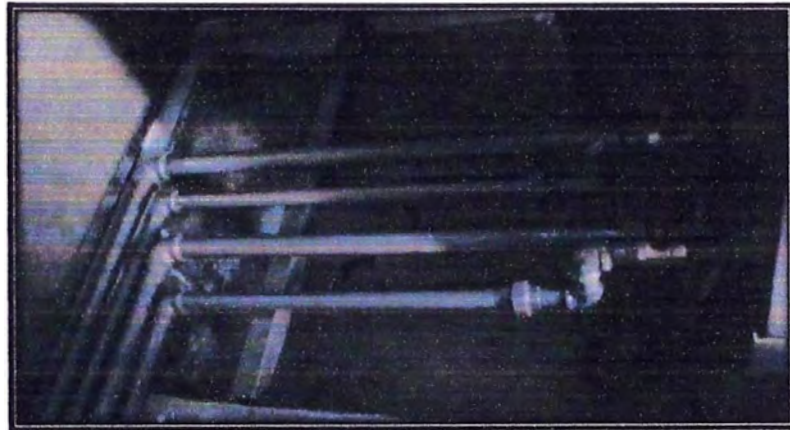


Figura 5.15 Las tuberías están conectadas en el tanque diario de 250 gal



Figura 5.16 Las tuberías en dirección a los motores de cada grupo electrógeno

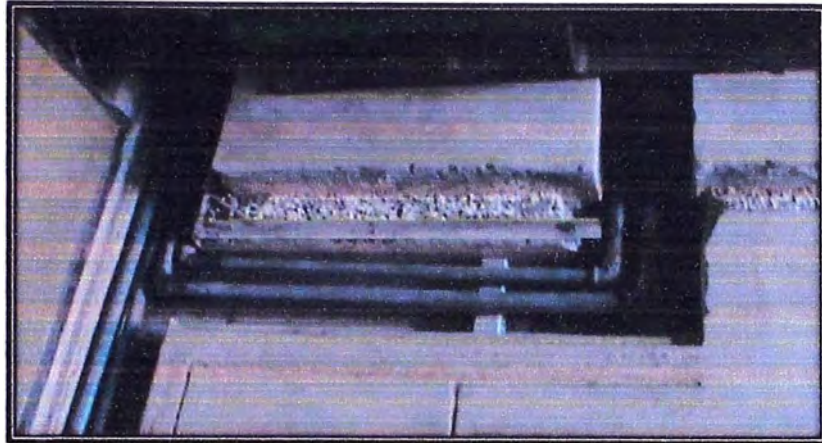


Figura 5.17 Las tuberías en el punto de alimentación al motor de un grupo electrógeno.

- Una vez instalada la tubería de alimentación y retorno se realizara la prueba neumática a toda la red de tubería, tanto de suministro de petróleo como de retorno, se probará con aire comprimido a 100 psig por medio de compresor equipado con filtro y secador, presión que deberá mantenerse por 6 horas, según norma API 620.

La detección de fallas se efectuará con el empleo de pinceladas de agua jabonosa. Limpieza general de la red de petróleo y retorno mediante el empleo de aire comprimido, para lo cual, se deberá previamente retirar los filtros. Esta operación deberá hacerse en la troncal y salida por salida, y debe durar por lo menos un minuto en cada salida.

#### **5.5.4 Estudio de ruido generado por el grupo electrógeno**

Para ésta sección primero se revisa el ruido del grupo electrógeno. Las pruebas de sonido se realizan en 8 puntos alrededor del generador. Se tienen dos casos para revisar. El primero es cuando el generador está abierto es decir sin encapsulado e insonorizado (Standard - unhoused).

Tabla 5.1 Niveles de ruido de un grupo electrógeno.

Configuración	1	2	3	4	5	6	7	8	Prom.
Sin cápsula sin silenciador	79.5	83.5	83.7	84.8	80.3	82,7	81.8	73.1	82.4
F 182 con silenciador	79.4	84.9	82.7	83	79	73.1	83.9	84.9	82.6
Capsula F 182-Nivel I	76	78.6	70.4	69.3	65.5	68.3	69.8	79	72.1
Capsula F 173-Nivel II	66	67.8	66.6	67.8	63.2	65.8	64.6	66.6	66.1

Tabla 5.1 Niveles de ruido

- 1.- Posición 1: parte frontal del motor y desde allí girar en 45° grados alrededor del generador.
- 2.- El nivel de ruido está sujeto de acuerdo al tipo de insonorización acústica.
- 3.- La tabla muestra el nivel de ruido con encapsulado de acero.
- 4.- Los datos están basados a plena carga con radiador estándar.
- 5.- La presión de sonido están medidas con norma ANSI S1.13 y ANSI S12.18.
- 6.- La potencia de sonido para ISO3744 y ISO8528-10
- 7.- Potencia de referencia:1 pw (10-12W)

El segundo caso es cuando el grupo electrógeno se encuentra encapsulado e insonorizado. Corresponde a F172-Quiet Site II First Stage. La prueba es realizada a plena carga. Este proyecto requiere en promedio 50 dB a 10 m campo abierto con cuarto de fuerza insonorizada en consecuencia cumple los requerimientos de diseño.

- De acuerdo al Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

**DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM se establece:**

**Primera.-** En tanto el Ministerio de Salud no emita una Norma Nacional para la medición de ruidos y los equipos a utilizar, éstos serán determinados de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas siguientes:

ISO 1996-1:1982: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos.

ISO 1996- 2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

**Segunda.-** La DIGESA del Ministerio de Salud podrá dictar mediante resoluciones directorales disposiciones destinadas a facilitar la implementación de los procedimientos de medición y monitoreo previstos en la presente norma, incluyendo las disposiciones para la utilización de los equipos necesarios para tal fin.

**Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.**

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido		
ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN $L_{AeqT}$	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Figura 5.18 Cuadro niveles de ruido en el Perú

**Trabajos acústicos en casa de fuerza de los dos grupos electrógenos de 350 KW**



Figura 5.19 Paredes y techo insonorizadas.



Figura 5.20 Insonorizado de casa de fuerza y splitter en cobertura de ingreso de aire fresco.

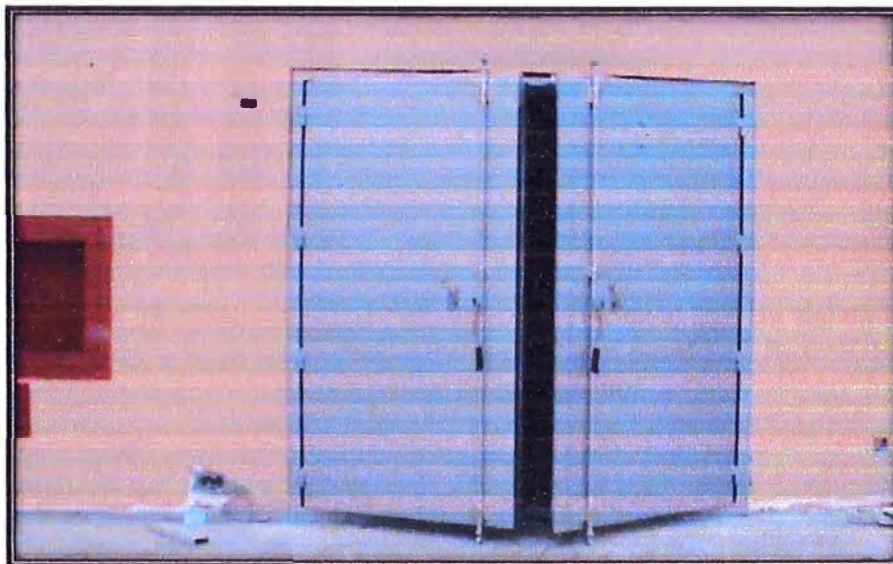


Figura 5.21 Puerta acústica de doble hoja de cuarto de fuerza

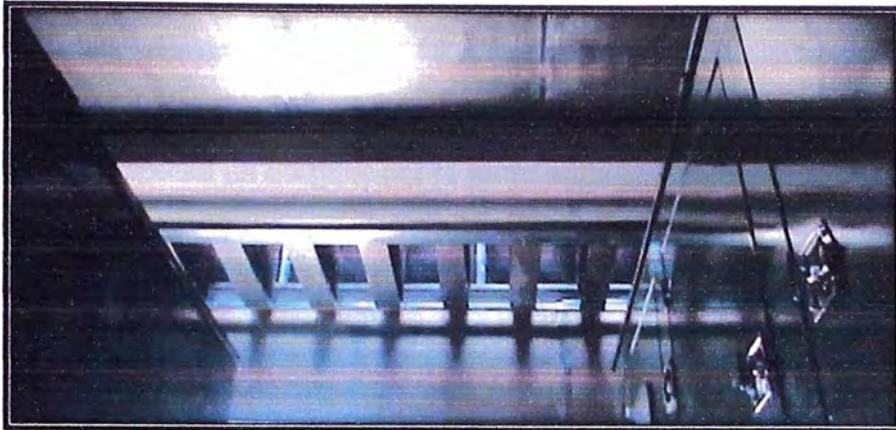


Figura 5.22 Splitter en el ducto de ingreso de aire fresco.

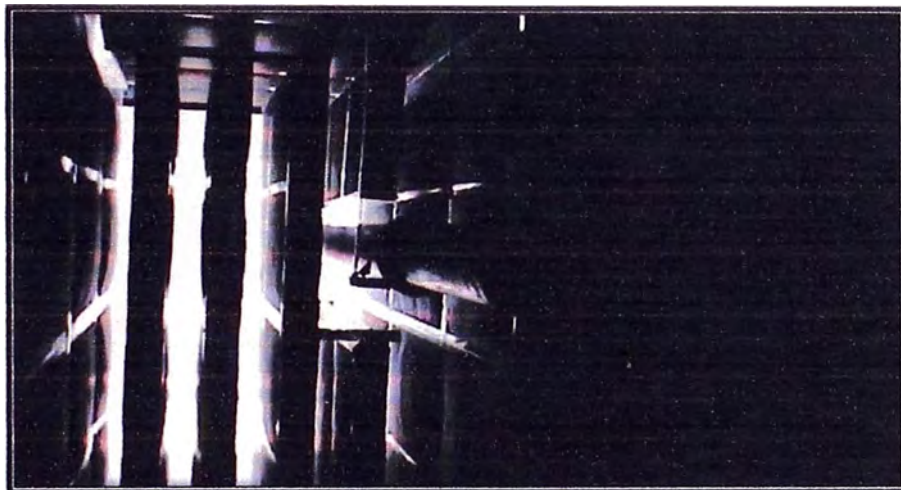


Figura 5.23 Aislamiento acústico con splitter de ducto de salida de aire caliente y tubería de gases de escape del cuarto de fuerza de los dos grupos electrógenos.

### **5.5.5 Estudio de ventilación del grupo electrógeno**

Para realizar el estudio de ventilación se tiene lo siguiente:

- a. Debe asegurarse que el área de salida de la sala de máquinas, donde se encuentra los dos grupos electrógenos, sea equivalente o mayor al área del radiador de cada grupo electrógeno.

Para este caso el área es de 100x100 cm, por lo tanto el ducto de salida debe tener como mínimo esa área.

- b. Debe evitarse la recirculación de aire.

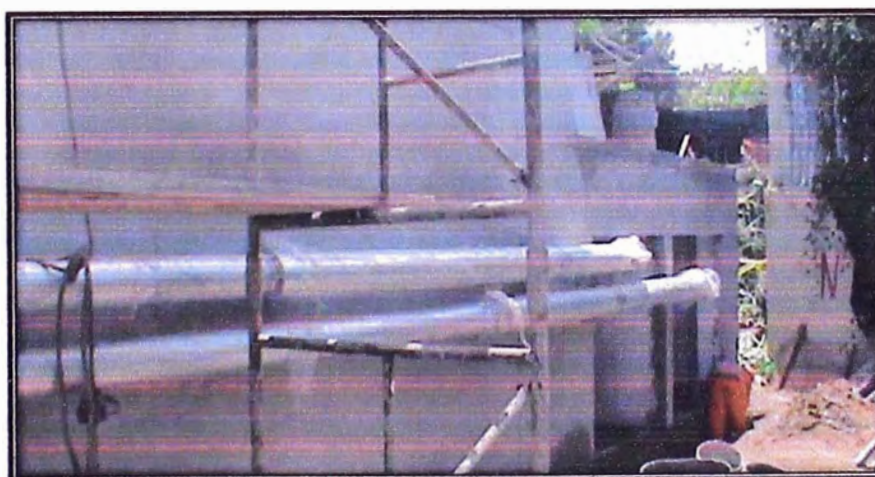
El aire frío será tomado del medio ambiente y expulsado al medio ambiente. El tipo de cápsula es outdoor por lo tanto evita la recirculación del aire.

### **5.5.6 Estudio de sistema de escape y emisión de gases**

Para realizar una correcta instalación del sistema de escape aplicado al caso se procede de la siguiente manera:



**Figura 5.24** Tubería de escape saliendo por las ventanas de salida de aire caliente del cuarto de fuerza.



**Figura 5.25** Tubería de escape hacia el exterior de la casa de fuerza





Figura 5.26 Tubería de escape llevando hacia el exterior de la casa de fuerza



Figura 5.27 Maniobra de izaje de estructura para soporte de tubería de escape que pasara por encima del techo del cuarto de fuerza



Figura 5.28 Dirigiendo estructura para soporte de tubería de escape por encima del techo del cuarto de fuerza.



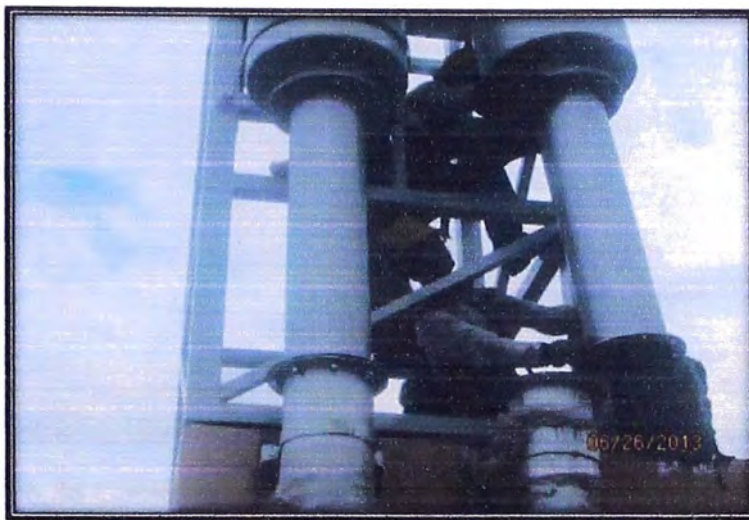
Figura 5.29 Montaje y fijación de la primera línea tubería de escape de 10"  $\varnothing$  con resonadores de 12"  $\varnothing$



Figura 5.30 Izaje de segunda línea tubería de escape de 10 "Ø con resonadores de 12" Ø



Figura 5.31 Dirigiendo segunda línea tubería de escape de 10 "Ø con resonadores de 12" Ø



**Figura 5.32 Montaje y fijación de la segunda línea tubería de escape de 10 "Ø con resonadores de 12" Ø**



**Figura 5.33 Vista de perfil de culminación de montaje de primera y segunda línea tubería de escape de 10 "Ø con resonadores de 12" Ø**

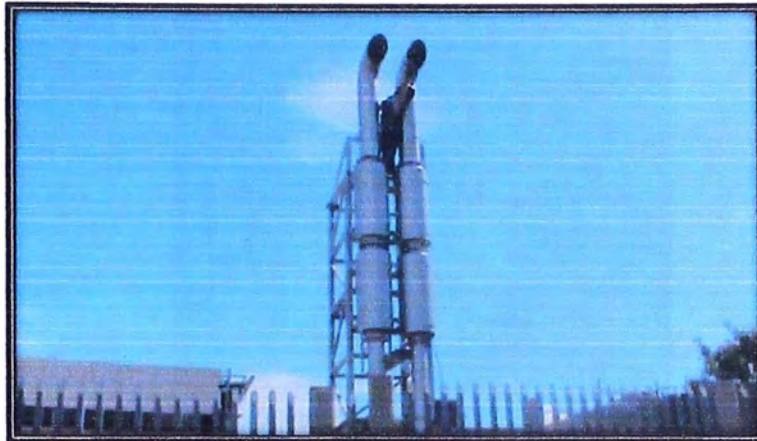


Figura 5.34 Culminación de montaje de primera y segunda línea tubería de escape de 10" Ø" con resonadores de 12" Ø con las mallas en la salida de escape

**Métodos de testeo y condiciones:**

Emisiones de acuerdo a ISO8178-1 en condiciones nominales de operación del motor con ( $\pm 25$ RPM) y con carga constante ( $\pm 2\%$ ) con temperatura, presión y emisiones estables.

Especificaciones del combustible

Número de cetano: 46.5

Nivel de sulfato: 0.035

Referencia: ISO8178-5, 40CFR86.1313-98 Tipo: diesel 2 y ASTM D975 Nro.2-D

Condiciones de prueba:

Temperatura de entrada de aire: 25°C

Temperatura de entrada de combustible: 40 °C

Presión barométrica: 100Kpa

**5.5.7 Accesorios**

Instalación para alimentación de cargas auxiliares como el cargador de baterías (Figura 5.35), calentador de agua (Figura 5.36), filtro separador de agua (Figura 5.37).



Figura 5.35 Cargador de baterías con instrumentos 24V-05 Amp



Figura 5.36 Calentador de agua de 2000 W



Figura 5.37 Filtro separador de agua

## 5.6 ANCLAJE Y CONEXIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS Y TABLERO DE SINCRONISMO

Esta sección hace referencia a la conexión del generador con el grupo electrógeno:

### 5.6.1 Conexiones de conductores de fuerza

Se desarrolla lo siguiente:

#### a. **Conexión de grupo electrógeno con tablero de sincronismo.**

Para la conexión entre terminales de cada generador y el tablero de sincronismo bastará conectar los conductores con los terminales adecuados y prensados con sistemas hidráulicos, se calcularon de acuerdo a la fórmula

$$3.8 \text{ Il} = \frac{350\text{KW} \times 1000}{(380\text{V}) \times (0.8) \times (1.73)} = 665.5 \text{ amp.}$$

Por consiguiente los ITMs motorizados serán el inmediato superior estándar de 800 amp y que de acuerdo al catálogo de CELSA (Ver anexo J) verificamos que los cables que se conectaran son los NYY con calibre 3[3-1x240mm<sup>2</sup>+ 1x240mm<sup>2</sup>(N)]+1x120mm<sup>2</sup>(T) y que las tres fases han de mostrarse diferenciadas por el color de acuerdo al CNE (Utilización-sección 030), Para la conexión con el tablero también se conectan en la entrada de fuente de emergencia (Figura 5.38).

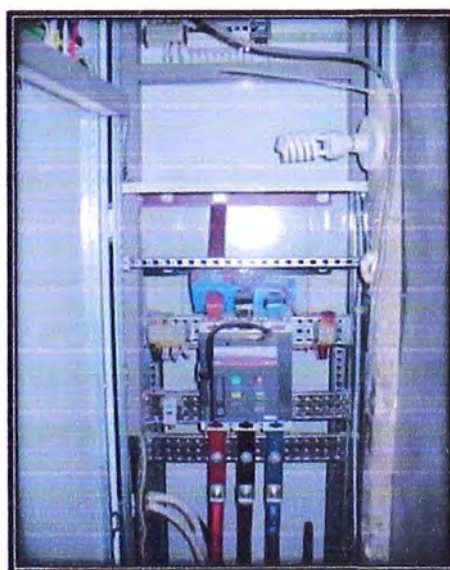


Figura 5.38 Conexión al grupo electrógeno

### **5.6.2 Conexiones auxiliares**

Este equipo dispone 2 breakers, uno para el cargador de baterías se requiere de 2x10 Amperios y otro para el calentador de agua de 2x20 Amperios. Ambos equipos deben mantenerse con protección eléctrica debido a que su funcionamiento es permanente.

## **5.7 ACABADOS, SEÑALIZACIONES E INSPECCIÓN FINAL**

Los acabados deben ser:

- Limpieza de partes sometidas al polvo y suciedad.
- Pintado de superficies dañadas por maniobras.
- Ajuste de pernos de anclaje.
- Revisión de tuberías de suministro de combustible.
- Pintado con pintura epóxica a las superficies de tubería de combustible.
- Revisión con el fasímetro de la correcta ubicación de los conductores y las fases del generador.
- Revisión del cargador de baterías y alimentación del tablero de transferencia por las baterías del grupo electrógeno.

La señalización debe ser:

- Señalizar adecuadamente la tubería de combustible.
- Indicar letrero de peligro en el breaker del generador.
- Señalizar adecuadamente las fases del grupo, la red comercial, y la carga.
- Peinar los conductores que lleguen al tablero de sincronismo y transferencia.
- Señalizar los puntos de tierra del generador.
- Señalizar la llave de suministro de combustible.
- Asegurarse que el tanque esté adecuadamente señalizado e indique su capacidad máxima y su volumen actual de combustible.



### Inspección final

Se deben revisar que los equipos tengan a la mano sus manuales y kit de herramientas básicas, según se detalla a continuación.

#### **5.7.1 Revisión de la parte eléctrica**

Se debe tener las siguientes consideraciones:

- Revisar la continuidad de los conductores de fuerza, y su ajuste con los terminales de fuerza.
- Revisar la continuidad de los conductores de señal, alimentación.
- Verificar que los bornes del tablero a la salida a grupo electrógeno estén bien atornillados, igualmente en la línea de red y a la carga.
- Verificar con el fasímetro la correcta secuencia de las fases en el lado de red y ajustarlo con el lado de grupo electrógeno.
- Ajustar adecuadamente los bornes de la batería del grupo electrógeno y revisar su operación.
- Asegurarse que la batería del grupo esté cargada y el cargador de baterías esté en modo flotante.
- Asegurarse que el calentador de agua esté manteniendo al motor preparado para arranque inminente.
- Medir con el megómetro la resistencia del pozo a tierra y verificar que sea igual o menor a 10 ohm de acuerdo a las normas del CNE (Utilización), NFPA 70 y 77 para baja tensión.
- Medir el nivel de ruido alrededor del cuarto de fuerza con los grupos electrógenos en pleno funcionamiento a distancia de 10 metros usando un sonómetro o decibelímetro correctamente calibrado y verificar en promedio que esté por los 50 dBA de acuerdo al DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM
- Revisar la correcta señalización de las fases, indicadores, tensión.
- Asegurarse que el tablero esté firmemente aterrado.
- Asegurarse que el tanque de combustible esté firmemente aterrado.
- Usa espuma antiexplosiva para sellar orificios y lugares donde puede circular la humedad, insectos y polvo.

### **5.7.2 Revisión de los dos grupos electrógenos**

Se debe tener las siguientes consideraciones:

- Revisar el nivel de combustible adecuado y suficiente es recomendable que disponga al menos  $\frac{1}{4}$  parte del volumen del tanque.
- Revisar el nivel de refrigerante adecuado.
- Asegurarse que las mangueras de combustibles estén firmemente ajustadas las de ida y retorno.
- Revisar que las llaves de combustible estén abiertas.
- Verificar que el tablero del grupo electrógeno se encuentre en automático.
- Asegurarse que el grupo esté cargando la batería.
- Verificar el nivel de aceite adecuado.
- Verificar que el sistema de escape esté correctamente sellado.

### **5.7.3 Prueba de los sistemas de ventilación en campo**

Puesto que es difícil probar la operación adecuada, un factor que tener en cuenta en la prueba del sistema es el incremento de temperatura en el cuarto en condiciones reales de operación vs el incremento de temperatura a carga total.

El procedimiento siguiente se puede usar para la revisión.

- Hacer funcionar el generador a carga plena (fdp 1.0 es aceptable) lo suficiente para que se establezca la temperatura del refrigerante. Esto tomará aproximadamente una hora.
- Con el generador aún funcionando a carga de rango, medir la temperatura ambiente del cuarto del generador en la entrada del filtro de aire.
- Medir la temperatura exterior en la sombra.
- Calcular la diferencia de temperaturas entre las zonas de afuera y la de adentro del cuarto.
- Verificar que el incremento de temperatura diseñado del cuarto del generador y que la temperatura máxima del tanque superior no se exceda.

Teniendo ya todo realizado se pone en servicio. Después de revisar su operación por el rango de 1 hora, se toman los datos de temperatura, presión, tensión, frecuencia.

## **5.8 PRUEBA FINAL DE SINCRONISMO DE DOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE 350 KW AL REALIZARSE CORTE DE LA RED COMERCIAL Y CON ENFOQUE AL RESPALDO DE ENERGÍA MEDIANTE TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.**

### **5.8.1 Prueba sincronización de dos grupos electrógenos al realizarse corte de la red comercial.**



Figura 5.39 módulo de sincronismo deepsea electronic dse 8610

### **Arranque y parada del grupo electrógeno desde el módulo dse 8610**

Antes de iniciar la secuencia de arranque se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. El selector Local-Remoto del grupo electrógeno debe estar en posición Remoto; este selector conmutará la señal CAN hacia el módulo DSE8610 y a la vez apagará el módulo DSE7320 del grupo electrógeno para evitar conflictos de comunicación con el ECM del motor.

2. El interruptor termomagnético del grupo electrógeno debe estar en posición "ON".

Cuando el grupo electrógeno se encuentre en estado de reposo la pantalla del módulo DSE8610 mostrará:

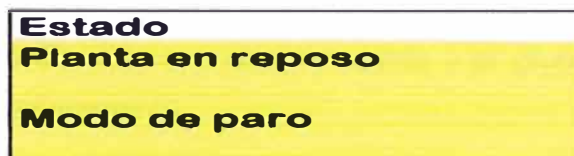
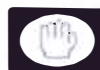


Figura 5.40 grupo electrógeno en reposo

Se presentan 02 modos de operación:

#### a.1 Lógica de operación en modo manual





Para arrancar el grupo electrógeno, presione la tecla "Manual" (se encenderá el Led sobre la tecla) y luego la tecla "Start"; en este instante el módulo DSE8610 enviará una señal de arranque hacia el grupo electrógeno, cuando este arranque y llegue a su voltaje y frecuencia nominal, se encenderá el led ubicado debajo de la tecla  y la pantalla mostrará:





Figura 5.41 frecuencia y voltaje nominales

El grupo electrógeno estará listo para la toma de carga, se pueden verificar

los parámetros usando las teclas  ubicadas al lado izquierdo de la pantalla.

Si después de 1 minuto, el grupo electrógeno no arranca aparecerá la alarma **Falla de arranque**, se deberá resetear esta alarma presionando la tecla “Stop/Reset”  y volver a iniciar la secuencia de arranque.

Para apagar el grupo electrógeno, se debe presionar la tecla “Stop/Reset” , la señal de arranque será removida y el grupo electrógeno deberá apagarse inmediatamente.

Cuando el grupo electrógeno se encuentre disponible es posible cerrar el interruptor; presionando la tecla  y pueden presentarse dos posibilidades:

1. Si la barra se encuentra **desenergizada** (barra muerta), el interruptor cerrará inmediatamente, el módulo DSE8610 tratará de mantener la frecuencia y voltaje nominales.
2. Si la barra se encuentra **energizada**, se iniciará el proceso de sincronización y la pantalla mostrará el sincronoscopio digital:

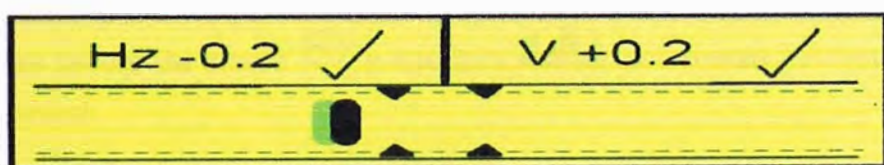


Figura 5.42 tendencia de la frecuencia de la barra

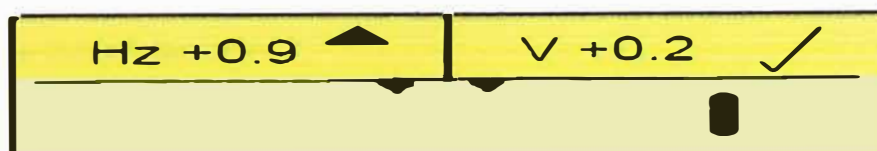


Figura 5.43 tendencia del voltaje de la barra

Cuando el grupo electrógeno se encuentre sincronizado con la barra,






Figura 5.44 frecuencia y voltaje en valores para sincronizar


El módulo dse 8610 dará la orden de cierre del interruptor y el grupo electrógeno se pondrá en paralelo con la barra, los grupos electrógenos permanecerán en paralelo y se repartirán la carga existente por igual en proporción a la potencia de cada uno; las pantallas de sus respectivos módulos dse 8610 mostrarán:


Planta disponible	
L - L	208 v
Pf	0.82
	400 A
	60Hz
	150 Kw

Figura 5.45 parámetros nominales de los grupos electrógenos

Para abrir el interruptor se deberá presionar la tecla , el módulo dse 8610 ordenará abrir el interruptor, quedando el grupo electrógeno en vacío.

**Nota:** Las teclas de cierre  y apertura  solamente funcionan en modo manual.

Para apagar el grupo electrógeno, se debe presionar la tecla “Stop/Reset” , la señal de arranque será removida y el grupo electrógeno deberá apagarse inmediatamente.


**Nota:** Si se presiona la tecla “Stop/Reset”  cuando el grupo electrógeno se encuentra con carga, el módulo DSE8610 ordenará abrir inmediatamente el interruptor y luego apagará el grupo electrógeno.

### a.2 Pruebas con lógica de operación en modo automático




Las opciones descritas en modo manual son posibles realizarlas pero en modo automático y se realiza de dos maneras:

1. Configurando una entrada digital como “arranque remoto con carga”.
2. Configurando el reloj de ejercicios interno del módulo dse 8610 para que el grupo electrógeno arranque a determinada hora del día por un tiempo predeterminado.

Presionar la tecla  (se encenderá el led sobre la tecla), el módulo dse 8610 iniciará la secuencia de arranque, sincronización y toma de carga, cuando se cumpla cualquiera de las dos condiciones descritas anteriormente.


#### Demanda de carga

- Sólo aplicable en modo **automático**.
- En coordinación con el cliente se procede a dar la programación respectiva, cuando un grupo electrógeno esté trabajando solo y alcance el 80% de su potencia stand by (280kW), el siguiente grupo electrógeno recibirá la orden para que arranque (todo en un tiempo programado de 20 s), se sincronice y reparta carga con el otro. Cuando la carga baje al 57% de la potencia stand by (200kW) el grupo electrógeno que ingresó último será removido de la barra en forma gradual y quedará en espera hasta que la carga aumente nuevamente.
- Se asignó las prioridades a cada grupo electrógeno como prioridad 1 y prioridad 2, el cual podrá ser modificado en cualquier momento, incluso con el grupo electrógeno trabajando con carga. El grupo electrógeno con prioridad más baja (1) será el que siempre estará trabajando; el que tenga la prioridad más alta (2) será el que sea removido primero cuando la carga disminuya.
- Para evitar que un grupo electrógeno trabaje más que los otros, se recomienda cambiar la prioridad periódicamente.

**Nota:** Si se presiona la tecla "Stop/Reset"  cuando el grupo electrógeno se encuentra con carga, el módulo dse 8610 ordenará abrir inmediatamente el interruptor y luego apagará el grupo electrógeno.

### **Fallas**

En caso de ocurrir alguna alarma (aviso o parada), se activará la sirena interna del módulo y la pantalla mostrará la página de alarmas indicando la o las alarmas que estuvieran activas. Pueden ocurrir 3 tipos de alarmas:

**Advertencia,** silenciar la sirena presionando la tecla , indica que algún parámetro está llegando a su límite máximo o mínimo de operación pero el grupo electrógeno no se apagará ni soltará la carga. Está alarma desaparecerá cuando la condición que la originó desaparezca.

La pantalla del módulo DSE8610 mostrará:

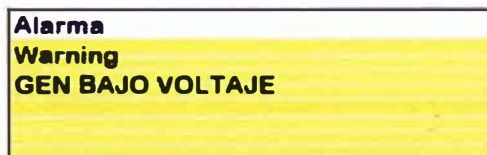




Figura 5.46 alarma-advertencia por bajo voltaje

**Paro,** silenciar la sirena presionando la tecla ; indica que algún parámetro llegó a su límite máximo o mínimo de operación; el módulo DSE8610 desconectará inmediatamente la carga y apagará el grupo electrógeno. Para resetear esta alarma presionar la tecla "Stop/Reset" , si la condición que originó esta alarma continúa, no será posible realizar esta acción.

La pantalla del módulo DSE8610 mostrará:



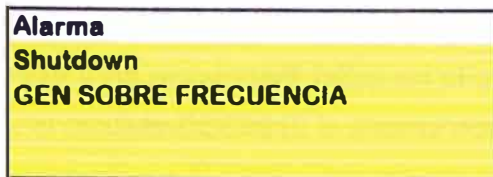


Figura 5.47 alarma-sobre frecuencia en grupo electrógeno

En caso de que ocurriera alguna falla en el grupo electrógeno (eléctrica o mecánica), este enviará una señal hacia el módulo DSE8610 el cual ordenará la apertura inmediata del interruptor y el paro del grupo electrógeno.

La pantalla del módulo dse 8610 mostrará:

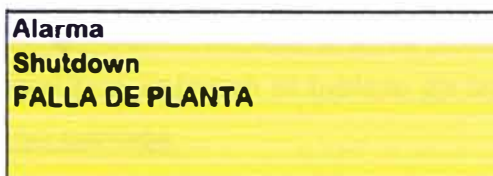



Figura 5.48 alarma-falla de grupo electrógeno

**Disparo eléctrico**, indica que algún parámetro llegó a su límite de operación y está asociado a fallas eléctricas (corto circuito, sobrecarga, etc.), el módulo DSE8610 desconectará inmediatamente la carga y apagará el grupo electrógeno después del tiempo de enfriamiento. Para resetear esta alarma presionar la tecla **"Stop/Reset"** .

La pantalla del módulo dse 8610 mostrará:



Figura 5.49 alarma-disparo eléctrico

En caso de desconectar las baterías del grupo electrógeno y apagar el cargador de baterías, el módulo dse 8610 se apagará ocasionando una

alarma de falla de comunicación en el otro módulo dse 8610, esta solo será sólo una advertencia y no ocasionará fallas en el otro grupo electrógeno, al volver a encender el módulo DSE8610 la alarma desaparecerá.

La pantalla mostrará:

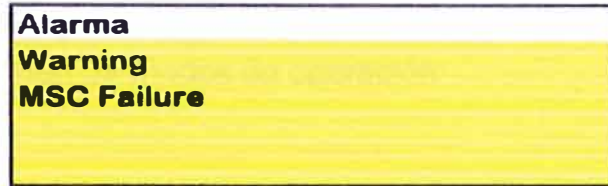


Figura 5.50 alarma-falla de comunicación entre grupos electrógenos

### **5.8.2 Prueba sincronización de dos grupos electrógenos al retornar la red comercial con enfoque al tablero de transferencia automática de transición cerrada.**

Operación del sistema de sincronización y reparto de carga DSE 8660



Figura 5.51 módulo de control de transferencia de sincronización deepsea electronic dse 8660

### Arranque y parada desde el módulo dse8660

Antes de iniciar la secuencia de arranque se deben tener en cuenta que el modulo trabaja con voltaje de operación 8-35 vcd continuos y una entrada del generador de 15 VAC (L-N) hasta 333 VAC (L-N) y tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los módulos dse 8610 correspondientes a cada grupo electrógeno deben estar en modo **automático**.
- Se presentan 02 modos de operación:

#### a.1 Lógica de operación en modo manual






Presione la tecla  (se encenderá el led sobre la tecla) y luego la tecla ; en este instante el módulo dse 8660 enviará una señal de arranque hacia los módulos dse 8610, los cuales arrancarán cada grupo electrógeno, el primero que se encuentre con su voltaje y frecuencia nominal, cerrará su respectivo interruptor, el siguiente se sincronizará y se pondrá en paralelo con la barra; se encenderá el led ubicado sobre la tecla  y la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:



Figura 5.52 inicio arranque de grupos electrógenos en modo manual

Los grupos electrógenos estarán listos para la toma de carga, se pueden verificar los parámetros usando las teclas  ubicadas al lado izquierdo de la pantalla.


Si se desea tomar carga, presionar la tecla ; los grupos electrógenos se sincronizarán con la red principal; la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:



Figura 5.53 grupos electrógenos sincronizados con la red principal

Cuando los grupos electrógenos se hayan sincronizado con la red principal, el módulo dse 8660 ordenará el cierre del interruptor de bus y los grupos electrógenos comenzarán a asumir carga hasta llegar a un nivel prefijado; la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:

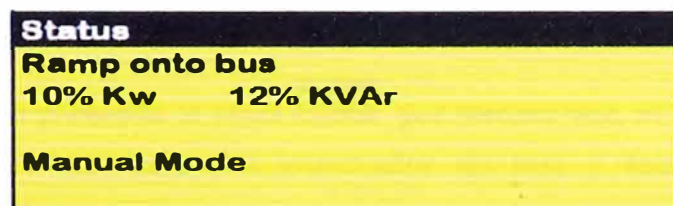


Figura 5.54 grupos electrógenos llegando al nivel prefijado

Cuando este nivel haya sido alcanzado, la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:

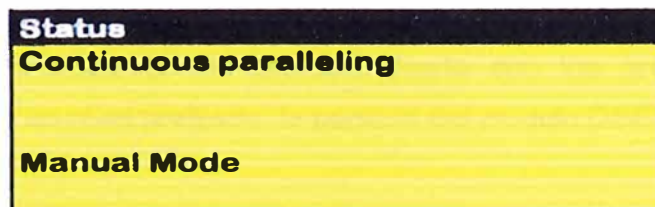


Figura 5.55 nivel prefijado alcanzado por los grupos electrógenos

Si se presiona nuevamente la tecla , toda la carga será transferida hacia los grupos electrógenos; la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:




Figura 5.56 carga transferida hacia los grupos electrógenos

Cuando la red principal se encuentre sin carga, el módulo dse 8660 ordenará la apertura del respectivo interruptor; la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:



Figura 5.57 bus de carga-modos manual

**Nota:** Si se presiona la tecla  por tercera vez, el módulo dse 8660 ordenará la apertura del interruptor de bus y toda la carga será removida de los grupos electrógenos.


Si se presiona la tecla , los grupos electrógenos se sincronizarán nuevamente con la red principal; cuando esto ocurra el módulo dse 8660 ordenará el cierre del interruptor respectivo y luego la carga será retransferida hacia la red principal hasta que los grupos electrógenos queden con un nivel prefijado; la pantalla del módulo DSE8660 mostrará:



Figura 5.58 sincronización de los grupos electrógenos con la barra



Figura 5.59 Red comercial llegando a los niveles prefijados



Figura 5.60 grupos electrógenos en paralelo con la red


Si se presiona nuevamente la tecla , toda la carga será retransferida hacia la red principal; cuando los grupos electrógenos se encuentren en un nivel mínimo de carga, el módulo dse 8660 ordenará la apertura del interruptor del bus; la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:



Figura 5.61 carga transferida hacia la red principal

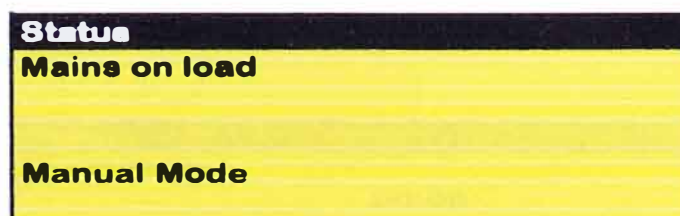




Figura 5.62 Red asumiendo la carga-modo manual

Para apagar los grupos electrógenos se debe presionar la tecla "Stop/Reset" , la señal de arranque será removida, los módulos dse

8610 ordenarán la apertura de sus respectivos interruptores y luego los grupos electrógenos se apagarán.

**Nota:** Si se presiona la tecla "Stop/Reset"  cuando los grupos electrógenos se encuentran con carga, el módulo DSE8660 ordenará abrir el interruptor de BUS, soltando inmediatamente toda la carga y luego los grupos electrógenos se apagarán.

### a.2 Pruebas con lógica de operación en modo automático



Presionar la tecla  (se encenderá el led sobre la tecla).

Los módulos dse 8610 estarán en modo de espera hasta que ocurra una falla en la red principal;

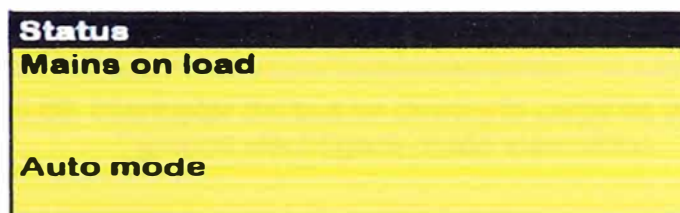


Figura 5.63 Red principal asumiendo la carga-Modo automático

Cuando esto suceda, el módulo dse 8660 ubicado en el tablero de transferencia automática enviará una señal hacia los dos módulos dse 8610 los cuales arrancarán sus respectivos grupos electrógenos, el primero que se encuentre disponible cerrará su respectivo interruptor, el otro iniciará el proceso de sincronización; la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:

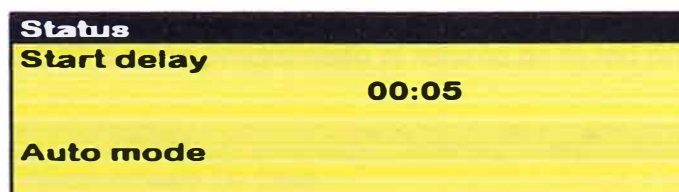


Figura 5.64 arranque de grupos electrógenos en vacío-modo automático



Figura 5.65 arranque de grupos electrógenos listos para asumir la carga- modo automático.

El módulo dse 8660 ordenará la apertura del interruptor de la red principal y luego cerrará el interruptor de bus; los grupos electrógenos asumirán la carga; la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:



Figura 5.66 interruptor del bus se cierra y la carga es asumida por los grupos electrógeno-modo automático.

Cuando retorne la red principal, el módulo dse 8660 dará un retardo de 30 s y luego los grupos electrógenos se sincronizarán con la red principal; la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:

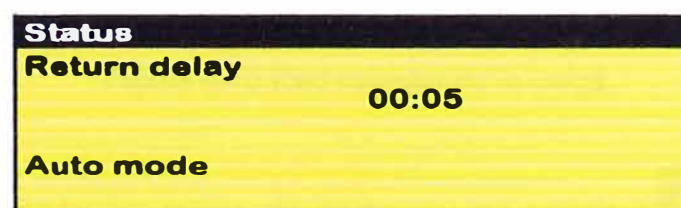


Figura 5.67 tiempo programado al retorno de la red principal

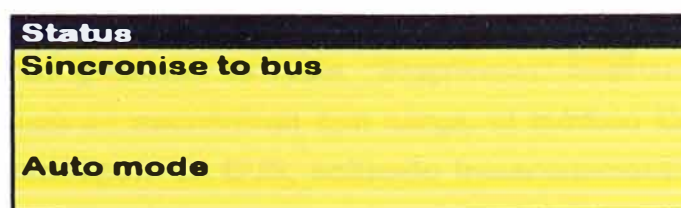


Figura 5.68 sincronizando con el bus



Cuando esto ocurra, el módulo DSE8660 ordenará el cierre del interruptor de red principal y se iniciará la retransferencia de carga desde los grupos electrógenos hacia la red principal, la cual tendrá un tiempo programado de 30 s de acuerdo a lo coordinado con el cliente, la pantalla del módulo DSE8660 mostrará:

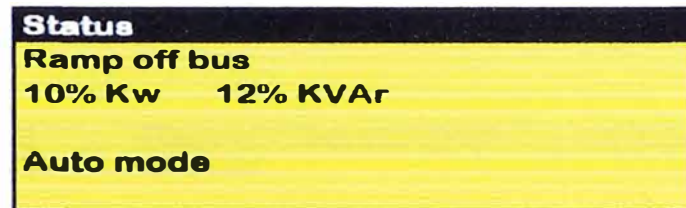





Figura 5.69 carga transferida hacia la red principal

Cuando los grupos electrógenos hayan quedado con un nivel mínimo de carga, el módulo DSE8660 ordenará la apertura del interruptor de bus; luego los módulos DSE8610 ordenarán la apertura de sus respectivos interruptores y después del tiempo de enfriamiento que de acuerdo al cliente se programó de un tiempo de 3 s los grupos electrógenos se apagarán; la pantalla del módulo dse 8660 mostrará:



Figura 5.70 Red asumiendo la carga

En este modo las teclas de cierre de red principal  y de red de emergencia  no se podrán utilizar ya que solamente están operativas en modo manual.

**Nota:** Si se presiona la tecla "Stop/Reset"  cuando los grupos electrógenos se encuentran con carga, el módulo DSE8660 ordenará abrir el interruptor de BUS, soltando inmediatamente toda la carga y luego los grupos electrógenos se apagarán.

**Modo prueba**

En este modo los grupos electrógenos arrancarán y se pondrán en paralelo con la red principal hasta alcanzar un nivel prefijado.

Presionar la tecla **TEST**  , (se encenderá el led sobre la tecla) y luego

presionar la tecla **“Start”**  ; la secuencia es la siguiente:



Figura 5.71 Red asumiendo la carga-modo de prueba



Figura 5.72 arranque de grupos electrógenos en vacío-modo de prueba

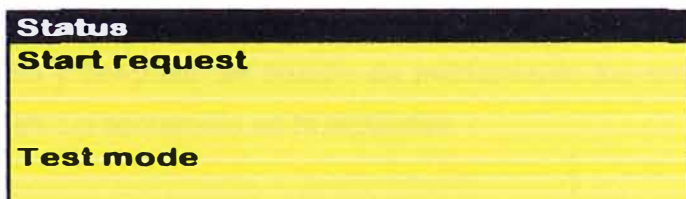


Figura 5.73 arranque de grupos electrógenos listos para asumir la carga-modo de prueba

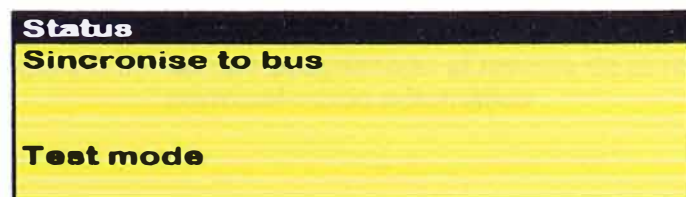



Figura 5.74 sincronizando con el bus



Figura 5.75 carga transferida hacia la red principal



Figura 5.76 grupos electrógenos en paralelo con la red

Para terminar la prueba, presionar la tecla  (se encenderá el led sobre la tecla), el módulo DSE8660 dará un retardo y luego los grupos electrógenos se sincronizarán con la red principal; cuando esto ocurra, ordenará el cierre del interruptor de red principal y se iniciará la retransferencia de carga desde los grupos electrógenos hacia la red principal. Cuando los grupos electrógenos hayan quedado con un nivel mínimo de carga, el módulo DSE8660 ordenará la apertura del interruptor de bus; luego los módulos DSE8610 ordenarán la apertura de sus respectivos interruptores y después del tiempo de enfriamiento los grupos electrógenos se apagarán. La secuencia es la siguiente:

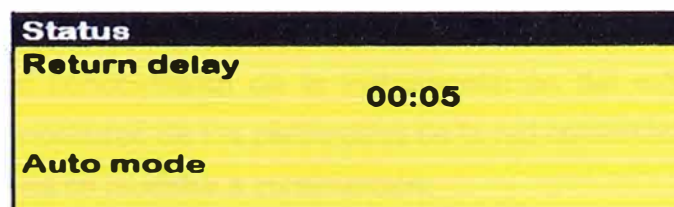


Figura 5.77 tiempo programado al retorno de la red principal-modo automático



Figura 5.78 sincronizando con el bus-modo automático



Figura 5.79 carga transferida hacia la red principal-modo automático

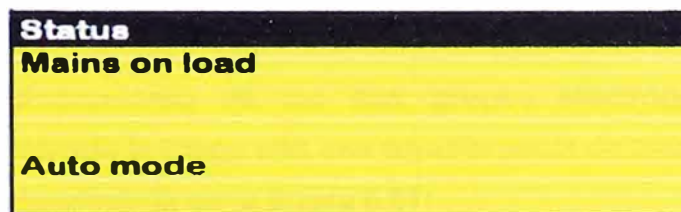



Figura 5.80 Red asumiendo la carga-modo automático

**Nota:** Si se presiona la tecla "Stop/Reset"  cuando los grupos electrógenos se encuentran con carga, el módulo DSE8660 ordenará abrir el interruptor de BUS, soltando inmediatamente toda la carga y luego los grupos electrógenos se apagarán.

Para tener conocimiento de la instrumentación del módulo deepsea dse 8660 por monitoreo de los parámetros de la red comercial y el bus común de generadores se muestra a continuación:

- Tensión del Bus (L1-N, L2-N, L3-N)
- Tensión del Bus (L1-L2, L2-L3, L3-L1)
- Hz del Bus
- kW del Bus
- kVAr del Bus

- Secuencia de Fase del Bus
  - Amps / PF de la carga
  - Potencia de la Carga
  - Tensión de la Red (L1-N, L2-N, L3-N)
  - Tensión de la Red (L1-L2, L2-L3, L3-L1)
  - Hz de la Red
  - Amps de la Red
  - kW de la Red
  - kVA de la Red
  - PF de la Red
  - kVAR de la Red
  - Secuencia de Fase de la Red
- El sincronismo de los dos grupos electrógenos de 350kW asumiendo la carga con una transferencia de transición cerrada la representamos en la figura 5.81:

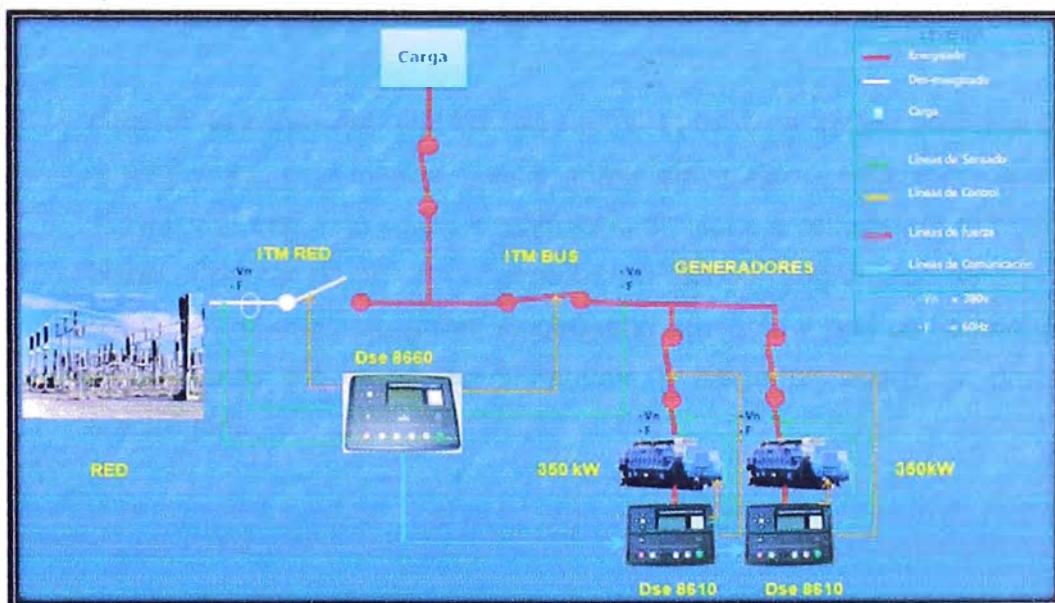


Figura 5.81 sincronismo entre dos grupos electrógenos de 350kW

- En la figura 5.81 se aprecia corte de energía de la red comercial por tanto el dse 8660 envía señal a los dse 8610 para que se inicie el

arranque de los dos grupos electrógenos y el primero que se encuentre dentro de los parámetros nominales de voltaje 380 V y frecuencia 60Hz el dse 8610 envía una señal al ITM motorizado para mandar a cerrar el ITM, luego si se presenta demanda de carga el dse 8610 del TS del GE operativo se comunica con el dse 8610 del TS pero del segundo grupo para que este a su vez envía señal de arranque al segundo GE y una vez que este se encuentre dentro de los parámetros nominales de voltaje 380 V y frecuencia 60Hz el segundo ITM cierra y los dos GEs empiezan a compartir carga en la misma proporción de sus potencias nominales.

- **En la Figura 5.82 representamos el comportamiento de la carga en el nuevo hospital Tarapoto y parámetros programados para la sincronización de los 02 GEs de 350kW:**
- Cuando la carga del hospital es el 80% de la potencia de un grupo electrógeno de 350KW equivalente a 280Kw en ese instante el segundo grupo electrógeno empieza arrancar teniendo un intervalo de tiempo transitorio programado de 60 s para empezar a compartir carga con el primer grupo electrógeno.
- Cuando la carga del hospital llega a ser el 60% de 350kw equivalente a 210kw en ese instante cada grupo electrógeno está entregando 105kw y el segundo grupo electrógeno empieza a retransferir la carga hacia el primer grupo electrógeno en un tiempo programado de 30s y quedando el segundo grupo electrógeno en vacío y con un tiempo de enfriamiento del motor de 3 minutos y luego se apaga el grupo electrógeno.

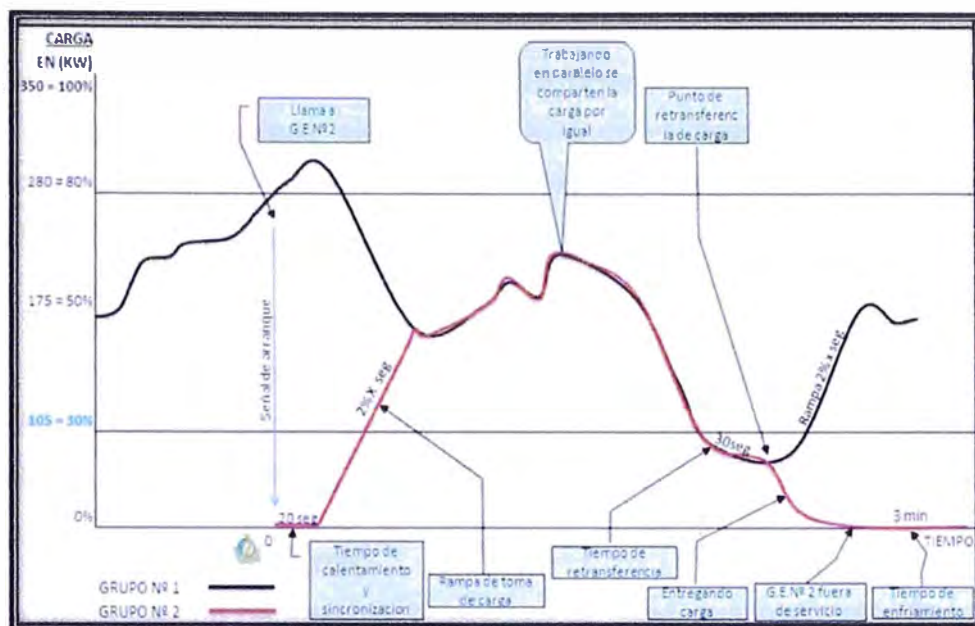


Figura 5.82 Sincronismo de GE de 350kw por demanda de carga en el nuevo hospital Tarapoto

## 5.9 PUESTA EN SERVICIO

- Se solicita el corte de energía.
- Se realiza la conexión de la red pública al TTA.
- Se realiza la conexión de la red de emergencia al TTA y TS.
- Se realiza la conexión de la carga al TTA.
- Se pone en servicio.
- Se simula un corte y se verifica la correcta operación del equipo.
- Se configura los retardos en los grupos electrógenos GS-350 de 20s para sincronizar, la tensión de sub-voltaje, sub-frecuencia, para que el tablero realice transferencias.
- Se programa el reloj de ejercicios una vez a la semana.

Habiendo verificado la correcta operación de los grupos electrógenos y el tablero de Sincronismo, se realiza el acta donde indica los datos principales del equipo y datos relevantes acerca de su operación (Ver anexo H).

### 5.9.1 Acta de puesta en servicio de grupos electrógenos

Aquí es importante detallar el la marca, modelo, serie, registro del grupo electrógeno.

**a.- Montaje del grupo**

Se revisa adecuadamente si el grupo está correctamente instalado en la base de concreto, nivelado, aislado de la sala, con aisladores de vibración, estructura chasis, acceso para drenar aceite y refrigerante, espacio libre alrededor del grupo, disponibilidad para reparaciones y maniobras.

**b.- Sistema de escape**

Aquí se revisa la instalación del tubo flexible, alineación del tubo flexible, silenciador, tubo de escape aislado, tapa contra ingreso de lluvia, diámetro y longitud correctos del tubo de escape, sistema de escape hermético.

**c.- Sistema de refrigeración**

Se revisa el nivel de refrigerante, calentador de agua, suministro eléctrico al calentador de agua.

**d.- Sistema de ventilación de la sala**

Se debe revisar cuidadosamente la salida y entrada de aire. También dependiendo si la instalación tiene casa de fuerza. Si los conductos de aire son mayores en 50% al menos del área del radiador.

**e.- Sistema de combustible**

Se revisa adecuadamente si: la conexión flexible en el grupo electrógeno tanto de ida y retorno, que las tuberías correspondan no ser galvanizadas ni de cobre, válvula manual de corte de combustible, el combustible de retorno, diámetro y longitud de tuberías adecuado, ausencia de curvas elevadas en las tuberías, filtros separadores en línea de suministro, nivel del tanque de combustible, tanque de combustible adecuado con respiradero y medidor de nivel, ausencia de fugas.

**f.- Sistema Eléctrico**

Se revisa las conexiones de control aisladas de cables de fuerza, conexiones de control con conductores flexibles, conductores con el calibre adecuado, transformadores de corriente instalados correctamente con polaridad y fases, conductores de fuerza bien ajustados, faseados, chasis del grupo conectado a tierra, batería adecuada, cargador de batería instalada, resistencia anti humedad (deshumecedora).



g.- Condiciones ambientales

Reportamos la presencia o ausencia de: Humedad, polvo, aire salino, nivel de aceite adecuado, grupo electrógeno limpio y en buen estado.

h.- Parámetros principales de funcionamiento

Se reporta pruebas con carga y en vacío. Se anotan: presión de aceite, refrigerante, escape, rpm, voltaje, potencia, voltaje de batería. (Ver anexo I)

**5.9.2 Acta de puesta en servicio del tablero de Sincronismo**

a.- Datos del tablero de sincronismo:

Marca, modelo, serie en protocolo de pruebas (Ver Anexo E).

b.- Características generales de la instalación:

Mural, autoportado, conexiones, puesta a tierra, limpieza, etc.

c.- Pruebas de funcionamiento

Se revisa adecuadamente:

c.1.- Suministro red pública

Se revisa si la lámpara indicadora de red pública está disponible, la conexión del tablero a red comercial, la señal de arranque del grupo electrógeno.

c.2.- Ausencia de Red pública

Se revisa si existe temporización en arranque el grupo electrógeno, el envío de señal de arranque, la tensión del grupo electrógeno, la temporización de transferencia, la conexión de carga con la fuente de emergencia, las luces indicadoras de operación.

c.3.- Retorno del Suministro Comercial

Se revisa si el tablero de transferencia revisa el voltaje comercial, enciende la lámpara normal disponible, el tablero retorna a la red pública. Realiza la sincronización sin complicación, temporización de la parada del grupo.

d.- Ajustes del tablero

Se revisa los niveles del voltaje y temporizaciones a las cuales se configura la operación del equipo. También se programa el reloj de ejercicios.

Tablero de sincronismo en plena prueba (display encendido)

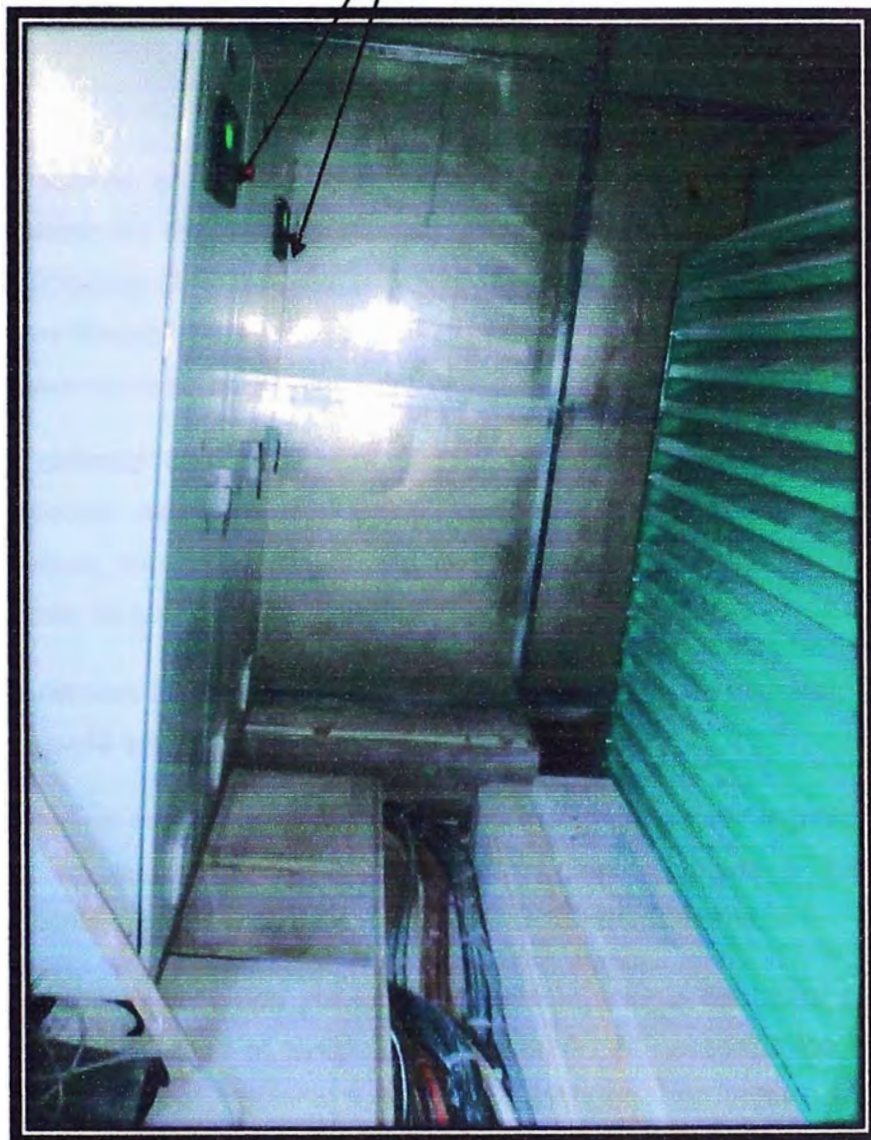


Figura 5.83 Prueba de tablero de sincronismo con módulo deepsea dse 8610

## **CONCLUSIONES**

1. El reciente enunciado final muestra que se ha logrado solucionar el problema de respaldo de energía mediante el sincronismo de dos grupos electrógenos de 350 KW al ocurrir el corte de energía de la red comercial en nuevo hospital Tarapoto, la demostración de esta conclusión o tesis queda documentada en el presente informe.
2. Un sistema con gobernación mecánica tiene menor control sobre la regulación necesaria que un sistema con gobernación electrónica y en sistemas con sincronismo de dos grupos electrógenos y transferencia cerrada ya que es determinante su utilización.
3. Las normas NFPA determinan y especifican el tipo de instalación necesaria para cada aplicación.
4. La sala de máquinas de un grupo electrógeno debe tener ingreso y salida de aire, en aplicaciones outdoor no es necesario debido a que el medio ambiente es suficiente para lograr operar adecuadamente.
5. La vibración generada por el movimiento rotacional del motor perjudica las partes colindantes al equipo, por ésta razón es necesario los aislantes de vibración para equipos que no dispongan resientes antivibratorios incorporados.
6. El grupo electrógeno debe estar equipado con un calentador de agua y cargador de baterías para garantizar la operación de los grupos electrógenos de 350kW que se encuentran en espera en condición stand by.
7. El ruido generado por el motor debe ser atenuado por medio de capsulas acústicas insonorizadas o en todo caso insonorizando la casa de fuerza de los GEs.

8. Debido a costos y protección de un grupo electrógeno por operar como mínimo al 30% de su potencia nominal se considera el sistema de sincronismo de grupos electrógenos.
9. El sistema con transferencia cerrada momentánea es sólo uno de los sistemas de transferencia cerrada existente y sólo logra la simultaneidad de fuentes por no más de 100ms.
10. Un sistema de transferencia abierta no permite la unión de dos fuentes de energía, por lo tanto un sistema de transferencia cerrada permite la combinación de dos o más fuentes de energía.
11. Para sistemas de almacenamiento de combustible que requieran cumplir las normas requieren una antiderrames el cual debe ser del 110% de capacidad del tanque.
12. Los conductores deben ser diseñados de acuerdo a la máxima potencia que pueda entregar el grupo electrógeno en el sitio de operación.

## **RECOMENDACIONES**

- 1. Para la construcción y montaje de los tableros de control se debe dimensionarlo de tal manera que se tenga espacio suficiente, para futuros escalamientos ya sea en los dispositivos de control, cableado o cualquier mejora del sistema, además dejar cables en espera para evitar pasarlos nuevamente por la tubería, para cualquier uso como pruebas o alguna emergencia.**
- 2. Antes de energizar los equipos se debe asegurar que se encuentre conectados a la malla de tierra el sistema tanto de control de generación, como transformadores de alta potencia y reconectores, de esta manera logramos tener una protección más para los equipos, y la parte más importante es que se logra estabilización en las señales analógicas tanto de salida como de entrada, a los equipos de control.**
- 3. Realizar el mantenimiento respectivo a cada uno de los grupos electrógenos tomando como referencia los manuales entregados para verificar aspectos mecánicos y eléctricos.**
- 4. Se recomienda al personal de mantenimiento del hospital, revisar continuamente el procedimiento de operación del tablero de sincronismo y designar al personal autorizado para la manipulación del TTA, para prevenir fallas en el funcionamiento del sistema de transferencia, incluso para prevenir accidentes en el personal por una mala manipulación del mismo.**


## BIBLIOGRAFÍA

1. NFPA, National FIRE Protection Association, "NFPA 70- National Electrical Code", Edición 2008.
2. NFPA, National FIRE Protection Association, "NFPA 99- Health Care Facilities", Edición 2002.
3. NFPA, National FIRE Protection Association, "NFPA 110- Emergency and Standby Power Systems", Edición 2002.
4. UL, "Página institucional", <http://www.ul.com/global/eng/pages/corporate/standards/>.
5. UL, Underwriters Laboratories, "Scope for Transfer Switch Equipment - UL 1008". <http://ulstandardsinfont.net.ul.com/outscope/outscope.asp?Fn=1008a.html>.
6. UL, Underwriters Laboratories, "Stationary Engine Generator Assemblies - UL 2200". 1998, Underwriters Laboratories Inc.
7. Ministerio de Energía y Minas, "Código Nacional de Electricidad – Utilización", Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM, 30 de enero 2006.
8. Komatsu Mitsui Maquinarias Perú S.A, "Power Electronics- Lunch and Learn", 2009, Cummins Power Generation.
9. CHAPMAN, S., Máquinas Eléctricas., 4.a.ed., México D.F.-México., McGraw-Hill., 2005., Pp. 375-441.

**ANEXO**

## ANEXO A

### ORDEN DE COMPRA POR SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS DE 350 KW

<b>INCOT SAC CONTRATISTAS GENERALES</b> Calle Renee Descartes 320 ATE ATE Teléfono: 3482878 Fax: 3482878 Web: www.incot.com.pe		<b>ORDEN DE COMPRA</b> Número: 0162 Fecha: 17/01/2013																																									
Factura a: INCOT SAC CONTRATISTAS GENERALES Dirección: Calle Renee Descartes 320 ATE RUC: 20181028442 Fax: 3482878																																											
Centro de Compra: DC INCOT Gestión de Compra: Gomez, Luis Alberto Aprobado por: Montroy, Heland, Ramos, Jose Solicitante: Gomez, Luis Alberto	Almacén: De Materiales Pedido(s): 0132																																										
Proyecto: NUEVO HOSPITAL TARAPOTO																																											
Proveedor: 02103665 PLASTICOS Y ENERGIA SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - PLASTICO: RUC: 20521921844 Dirección: CAL. SCHRADER NRº. 115 (ALT DE LA CDRA 28 DE LA AV SAN LUIS) LIMA - LIMA - SAN BORJA Teléfono: Forma de Pago: Credito Cta Bancaria: Lugar de entrega: Jr. Progreso 08 esquina Via de evitamiento C-4 Fecha de entrega: 18/02/2013																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Código</th> <th>Recurso</th> <th>Und</th> <th>Cantidad</th> <th>Precio</th> <th>Octo. (%)</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0349270116</td> <td>Grupo electrogeno Encapsulado DIESEL VOLVO - STAMFORD DE 350 KVA DE POTENCIA STANDBY Y 318 KVA DE POTENCIA PRIME</td> <td>und</td> <td>2.0000</td> <td>150.950.0000</td> <td>0.00</td> <td>211.900.00</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: right;">Sub Total</td> <td>211.900.00</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: right;">IGV 18 %</td> <td>38.142.00</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: right;">Total</td> <td>US 250.042.00</td> </tr> </tbody> </table>				Item	Código	Recurso	Und	Cantidad	Precio	Octo. (%)	Parcial	1	0349270116	Grupo electrogeno Encapsulado DIESEL VOLVO - STAMFORD DE 350 KVA DE POTENCIA STANDBY Y 318 KVA DE POTENCIA PRIME	und	2.0000	150.950.0000	0.00	211.900.00	Sub Total							211.900.00	IGV 18 %							38.142.00	Total							US 250.042.00
Item	Código	Recurso	Und	Cantidad	Precio	Octo. (%)	Parcial																																				
1	0349270116	Grupo electrogeno Encapsulado DIESEL VOLVO - STAMFORD DE 350 KVA DE POTENCIA STANDBY Y 318 KVA DE POTENCIA PRIME	und	2.0000	150.950.0000	0.00	211.900.00																																				
Sub Total							211.900.00																																				
IGV 18 %							38.142.00																																				
Total							US 250.042.00																																				
SON DOSCIENTOS CINCUENTA MIL CUARENTA Y DOS Y 06/100 DOLARES AMERICANOS Observación: SEGUN CUADRO DE INSTALACION MECANICAS se detalla lo siguiente: MARCA VOLVO - STAMFORD DE 350 KW POTENCIA STANDBY 02 UNIDADES ENCAPSULADO E INSONORIZADO DE GGEE 350 KW 02 UNIDADES TABLEO SINCROISMO 01 UNIDAD CARGADOR DE BATERIA 24V - 5A 02 UNIDADES INSTALACION MECANICA DE 02 GG-EE VOLVO 350 KW GLOBAL 01 SISTEMA DE COMBUSTIBLE PARA 02 GRUPOS ELECTROGENOS GLOBAL 01 TRATAMIENTO ACUSTICO DE LA SALA 02 GRUPOS GLOBAL 01 03-04 SEMANA PARA LOS GRUPOS ELECTROGENOS 04 SEMANAS PARA INSTALACION MECANICA 06-08 SEMANAS PARA EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE Y EL TRATAMIENTO ACUSTICO GARANTIA DE GGEE 01 AÑO REGIMEN STANDBY Es requerido anexar una copia de la presente Orden de Compra a la presentación de su factura La recepción de materiales en obra es de lunes a viernes hasta las 16 m. y los sábados hasta las 11 a m																																											
																																											
Creación Usuario: Gomez, Luis Alberto		Último Usuario: Gomez, Luis Alberto																																									



**ANEXO B**  
**TABLAS DE ESPECIFICACIONES DE COMBUSTIBLE**

En este anexo se muestran las tablas de especificaciones de combustible a tomar en cuenta., los parámetros considerados son:

- Viscosidad(ASTM D445)
- Número de Cetano (ASTM D 613)
- Contenido de Azufre (ASTM D 129 - 1552)
- Azufre Activo (ASTM D 130)
- Agua y Sedimentos(ASTM D 1796)
- Residuo de Carbón (Ramsbottom. ASTM D254 o Conradson, ASTM D189)
- Densidad(ASTM D287)
- Punto de nubosidad (ASTM D97)
- Ceniza (ASTM D 482)
- Destilación (ASTM D482)
- Numero ácido (ASTM D664)
- Lubricidad
- Viscosidad(ASTM D445)

Tabla B.1 Características físicas del combustible

Propiedad	Especificaciones	Descripción general
Viscosidad (ASTM D445)	1,3-1,5 centisokes (mm/sec) a 40°C.	El sistema de inyección funciona más efectivamente cuando el combustible tiene la viscosidad adecuada. Los combustibles que cumplen los requerimientos ASTM 1-D o 2-D son satisfactorios para los sistemas de combustible.
Numero de Cetano (ASTM D 613)	42 mínimo sobre C 45 mínimo debajo de 0° C	El número de cetano es la medida de las características de arranque y calentamiento de un combustible. En clima frío, o en servicio con cargas bajas prolongadas es deseable un número más alto de cetano.
Contenido de Azufre (ASTM D 129 or 1552)	No exceder 0,5 de masa porcentual (ver nota)	El diesel contiene cantidades diferentes de componentes de azufre los cuales aumentan la acidez del aceite. Un método práctico de neutralizar los ácidos altos, del alto azufre es cambiar el aceite más frecuentemente o usar un TBN de aceite. Un método práctico de neutralizar los ácidos altos, del alto azufre es cambiar el aceite más frecuentemente o usar un TBN de aceite más alto (TBN= 10 to 20) o ambos. El uso de combustible con alto azufre (sobre 0,5 mas porcentual) resultara formación de sulfato en el gas de escape bajo condiciones de alta carga continua. El combustible con alto azufre también acortará la vida de algunos componentes en el sistema de escape, incluyendo el catalizador de oxidado.
Azufre Activo (ASTM D 130)	Corrosión de barra de cobre no exceder rango Nº 2 después de tres horas a 50° C.	Algunos componentes de azufre en el diesel son corrosivos. Combustibles con un rango de corrosión de 3 o mas pueden causar problemas de corrosión.
Agua y Sedimentos (ASTM D 1796)	No exceder 0,05 volumen porcentual	La cantidad de agua y desechos sólidos en el diesel se clasifica como agua y sedimento. Es una práctica sana es filtrar el combustible al ser vaciado en el tanque. En tanques parcialmente llenos se condensa mas vapor de agua debido a la respiración del tanque causada por los cambios de temperatura. Los elementos filtrantes, coladores en la bomba de combustible y los conectores de los inyectores deben limpiarse o cambiarse cuando se ensucian. Estos filtros y coladores se tupiran al funcionar con combustible sucio y necesitaran reemplazarse mas a menudo.
Residuo de Carbon (Ramsbottom. ASTM D254 o Conradson. ASTM D189)	No exceder 0,35 de masa porcentual en residuo de 10 volumen porcentual	La tendencia de un diesel a formar depósitos de carbón en el motor puede estimarse determinando el residuo de carbon Ramsbottom o Conradson en el combustible después de que el 90 % del combustible se ha evaporado.

## Características físicas del combustible-parte 1

Densidad(ASTM D287)	42-30 grados API gravedad 0,0816 - 0,876 g/cc a 15°C.	La gravedad es una indicación de alto contenido de energía del combustible. Un combustible con una alta densidad, (baja gravedad API) contiene mas BTUs por galón que el combustible con una baja densidad( mayor gravedad API). Bajo iguales condiciones de operación, un combustible con mas alta densidad dara mejor economía de combustible que uno con menor densidad.
Punto de nubosidad (ASTM D97)	6° C debajo de la mas baja temperatura ambiente a la que espera que opere	El punto de nubosidad es la temperatura a la que aparecen cristales de parafina. Los cristales se pueden detectar por una nubosidad del combustible. Estos cristales pueden causar el tupido de los filtros.
Ceniza (ASTM D 482)	No exceder 0,02 masa porcentual ( 0,05 por ciento con mezcla de aceite lubricante)	La pequeña cantidad de material metálico no combustible encontrada en asi todos los productos del petróleo se llama ceniza.
Destilación (ASTM D482)	La curva de destilación debe ser suave y continua.	Cuando menos 90 % del combustible se debe evaporar a menos de 360° C. Todos los combustibles deben evaporarse a menos 385° C .
Numero acido (ASTM D664)	No exceder 0,1 Mg KOH por 100 ML	El usar combustible con números de acido mas altos puede llevar a mas altos niveles de desgaste que lo deseable. El total de número de ácido esta en ASTM D664
Lubricidad	3100 gramos o mas al medirse con prueba US Army scuffing BOCLE o Wear Acar Diameter (WSD) menos de 0,45 mm a 60°C(WSD menos que 0,38 mm a 25°C) a medirse con el método HFRR	La lubricidad es la habilidad de un liquido para proveer lubricación hidrodinámica o de superficie para prevenir el desgaste entre las parte móviles.
Viscosidad(ASTM D445)	1,3-1,5 centisokes(mm/sec) a 40°C.	El sistema de inyección funciona mas efectivamente cuando el combustible tiene la viscosidad adecuada. Los combustibles que cumplen los requerimientos ASTM 1-D o 2-D son satisfactorios para los sistemas de combustible.

### Características físicas del combustible-parte 2

## ANEXO C

## DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR Y ALTERNADOR DEL GRUPO ELECTRÓGENO GS-350

## VOLVO PENTA GENSET ENGINE

# TAD1342GE



343 kW (466 hp) at 1500 rpm, 395 kW (537 hp) at 1800 rpm, acc. ISO 9048

The TAD1342GE is a powerful, reliable and economical Generating Set Diesel Engine built on the dependable Volvo in-line six concept.

### Durability & low noise

Designed for easy, fast and economical installation. Field tested to ensure highest standard of durability and long life. Well-balanced to produce smooth and vibration-free operation with low noise level.

To maintain a controlled working temperature in cylinders and combustion chambers, the engine is equipped with piston cooling. The engine is also fitted with replaceable cylinder liners and valve seats/guides to ensure maximum durability and service life of the engine.

### Low exhaust & noise emission

The state of the art, high-tech injection and highly efficient charge air system with low internal losses contributes to excellent combustion and low fuel consumption.

The TAD1342GE is EU Stage 2 emission certified. An electronically controlled viscous fan drive is available giving substantially lower noise and fuel consumption.

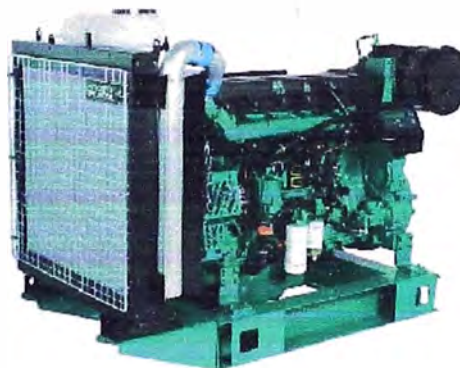
### Easy service & maintenance

Easily accessible service and maintenance points contribute to the ease of service of the engine.

### Technical description

#### Engine and block

- Cast iron cylinder block with optimum distribution of forces without the block being unnecessarily heavy.
- Wet, replaceable cylinder liners
- Piston cooling for low piston temperature and reduced ring temperature
- Tapered connecting rods for increased piston lifetime
- Crankshaft induction hardened bearing surfaces and fillets with crown bearings for moderate load on main and high-end bearings
- Case hardened and Nitro carburized transition gears for heavy duty operation
- Keystone top compression rings for long service life
- Viscous type crankshaft vibration dampers to withstand single bearing alternator torsional vibrations
- Replaceable valve guides and valve seats
- Over head camshaft and four valves per cylinder



### Features

- Excellent load acceptance
- Highly efficient cooling system
- Dual Speed 1500 / 1800 rpm
- EMS 2
- EU Stage 2 emission certified
- Wide range of optional equipment including visco fan.

#### Lubrication system

- Full flow oil cooler
- Full flow disposable spin-on oil filter, for extra high filtration
- The lubricating oil level can be measured during operation
- Gear type lubricating oil pump, gear driven by the transmission

#### Fuel system

- Electronic high pressure unit injectors
- Fuel prefilter with water separator and water-in-fuel indicator / alarm
- Gear driven low-pressure fuel pump
- Fine fuel filter with manual head pump and fuel pressure switch

#### Cooling system

- Efficient cooling with accurate coolant control through a water distribution duct in the cylinder block. Reliable stove thermostat with minimum pressure drop
- Belt driven coolant pump with high degree of efficiency
- Electronically controlled viscous fan drive provides lower noise and fuel consumption (optional)
- Coolant filter as standard

#### Turbo charger

- Efficient and reliable turbo charger
- Electronically controlled Wastegate
- Extra oil filter for the turbo charger

#### Electrical system

- Engine Management System 2 (EMS 2), an electronically controlled processing system which optimizes engine performance. It also includes advanced facilities for diagnostics and fault tracing.
- Possibility to perform a start battery test according to the NFPA requirements via CAN bus signal.
- The instruments and controls connect to the engine via the CAN SAE J1939 interface either through the Central Interface Unit (CIU) or the Digital Control Unit (DCU). The CIU converts the digital CAN bus signal to an analog signal making it possible to connect a variety of instruments. The DCU is a control panel with display, engine control, monitoring, alarm, parameter setting and diagnostic functions. The DCU also presents error codes in clear text.
- Sensors for oil pressure, oil temp, boost pressure, boost temp, coolant temp, fuel temp, water in fuel, fuel pressure and two speed sensors.



# TAD1342GE

## Technical Data

General		TAD1342GE	
Engine designation	TAD1342GE		
No. of cylinders and configuration	in-line 6		
Method of operation	4-stroke		
Bore, mm (in.)	131 (5.16)		
Stroke, mm (in.)	158 (6.22)		
Displacement, l (in <sup>3</sup> )	12.78 (780)		
Compression ratio	18.1:1		
Wet weight engine only, kg (lb)	1325 (2921)		
Wet weight with Gen Pac, kg (lb)	1790 (3946)		

Performance	1500 rpm	1800 rpm
with fan, kW (hp) at:		
Prime Power	303 (412)	345 (469)
Standby Power	333 (453)	377 (513)

Lubrication system	1500 rpm	1800 rpm
Oil consumption, liter/h (US gal/h) at:		
Prime Power	0.04 (0.011)	0.05 (0.013)
Standby Power	0.04 (0.011)	0.05 (0.013)
Oil system capacity incl filters, liter	36	

Fuel system	1500 rpm	1800 rpm
Specific fuel consumption at:		
Prime Power, g/kWh (lb/hph)		
25 %	224 (0.363)	237 (0.384)
50 %	201 (0.326)	207 (0.336)
75 %	193 (0.313)	200 (0.324)
100 %	191 (0.310)	201 (0.326)
Standby Power, g/kWh (lb/hph)		
25 %	220 (0.357)	231 (0.374)
50 %	198 (0.321)	205 (0.332)
75 %	193 (0.313)	200 (0.324)
100 %	191 (0.310)	201 (0.326)

Intake and exhaust system	1500 rpm	1800 rpm
Air consumption, m <sup>3</sup> /min (cfm) at:		
Prime Power	24.6 (869)	28.7 (1014)
Standby Power	25.9 (915)	28.7 (1014)
Max allowable air intake restriction, kPa (PSI)	5 (0.7)	

Exhaust gas temperatures after turbine	1500 rpm	1800 rpm
°C (°F) at:		
Prime Power	395 (743)	423 (793)
Standby Power	402 (756)	468 (874)
Max allowable back-pressure in exhaust line, kPa (PSI)	10 (1.5)	
Exhaust gas flow, m <sup>3</sup> /min (cfm) at:		
Prime power	53.5 (1889)	65.2 (2304)
Standby Power	56.8 (2006)	69.4 (2451)

Cooling system	1500 rpm	1800 rpm
Fan power consumption, std ratio, kW (hp) 10 (14)		
	18 (24)	

Cooling performance	1500 rpm	1800 rpm
AOT at max cooling air flow, °C (°F):		
Prime Power	65 (149)	63 (145)
Standby Power	61 (142)	61 (142)
Max cooling air flow, m <sup>3</sup> /s (cfs)	6.7 (237)	8.2 (290)

## Standard equipment

Engine	Engne	Gen Pac
Automatic belt tensioner	*	*
Lift eyelets	*	*
<b>Flywheel</b>		
Flywheel housing with conn. acc. to SAE 1	*	*
Flywheel for 1.4" flex. plate and flexible coupling	*	*
<b>Engine suspension</b>		
Fixed front suspension	*	*
<b>Lubrication system</b>		
Oil dipstick	*	*
Full-flow oil filter of spin-on type	*	*
Bypass oil filter of spin-on type	*	*
Oil cooler, side mounted	*	*
Low noise oil sump	*	*
<b>Fuel system</b>		
Fuel filters of disposable type	*	*
Electronic unit injectors	*	*
Pre-filter with water separator	*	*
<b>Intake and exhaust system</b>		
Air filter with replaceable paper insert	*	*
Air restriction indicator	*	*
Air cooled exhaust manifold	*	*
Connecting flange for exhaust pipe	*	*
Exhaust flange	*	*
Turbo charger, low right side	*	*
<b>Cooling system</b>		
Radiator incl intercooler	*)	*
Coolant pump	*	*
Fan hub	*	*
Thrust fan	*)	*
Fan guard	*	*
Belt guard	*	*
<b>Control system</b>		
Engine Management System (EMS) with CAN-bus interface SAE J1939	*	*
<b>Alternator</b>		
Alternator 80 A	*	*
<b>Starting system</b>		
Starter motor	*	*
Connection facility for extra starter motor	*	*
<b>Instruments and senders</b>		
Temp.- and oil pressure for automatic stop/alarm	*	*
<b>Other equipment</b>		
Expandable base frame	*	*
<b>Engine Packing</b>		
Plastic wrapping	*	*

1) must be ordered, see order specification.

2) Available later.

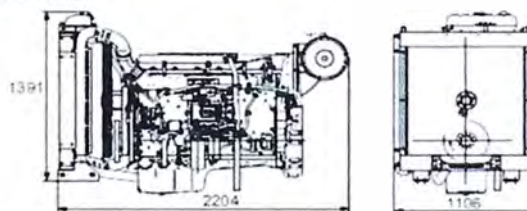
\* optional equipment or not applicable.

\* included in standard specification.

For our wide range of optional equipment, please see Order specification.

## Dimensions TAD1342GE

Unit: mm (inches)



Note! Not all models, standard equipment and accessories are available in all countries. All specifications are subject to change without notice. The engine illustrated may not be entirely identical to production standard engines.

### Power Standards

The engine performance corresponds to ISO 3046, BS 5514 and DIN 6271. The technical data applies to an engine without cooling fan and operating on a fuel with calorific value of 42.7 MJ/kg (10260 BTU/lb) and a density of 0.84 kg/liter (7.01 lb/US gal), also where this involves a deviation from the standards. Power output guaranteed within 0 to +2% at rated ambient conditions at delivery. Ratings are based on ISO 8528. Engine speed governing in accordance with ISO 3046/N, class A1 and ISO 8528-5 class G3.

### Exhaust emissions

The engine complies with EU stage 2 emission legislation according to the Non Road Directive EU 97/68/EEC. The engine also complies with TA Luft 5.09e exhaust emission regulations.

### Rating Guidelines

PRIME POWER rating corresponds to ISO Standard Power for continuous operation. It is applicable for supplying electrical power at variable load for an unlimited number of hours instead of commonly purchased power. A 10% overload capability for governing purpose is available for this rating.

STANDBY POWER rating corresponds to ISO Standard Fuel Stop Power. It is applicable for supplying standby electrical power at variable load in areas with well established electrical networks in the event of normal utility power failure. No overload capability is available for this rating.

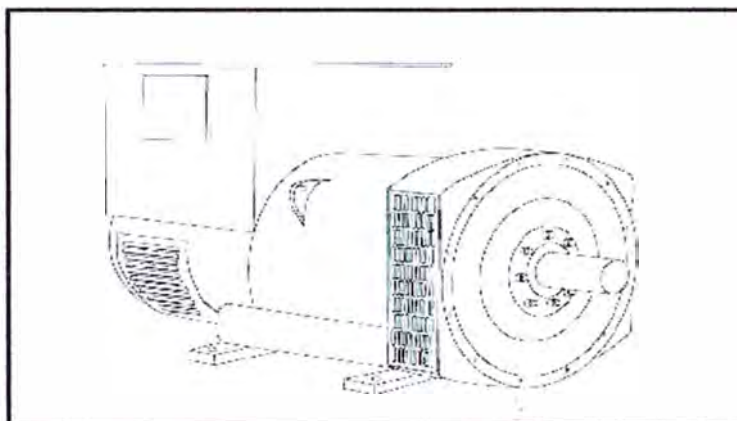
1 hp = 1 kW x 1.36

# VOLVO PENTA

AB Volvo Penta  
SE-405 08 Göteborg, Sweden  
www.volvo-penta.com



### HCI 434E/444E - Technical Data Sheet



Ficha técnica del alternador Stamford HCI434E – parte 1



## HCI434E/444E WINDING 311

CONTROL SYSTEM	SEPARATELY EXCITED BY P.M.G.							
A.V.R.	MX321	MX341						
VOLTAGE REGULATION	± 0.5 %	± 1.0 %	With 4% ENGINE GOVERNING					
SUSTAINED SHORT CIRCUIT	REFER TO SHORT CIRCUIT DECREMENT CURVES (page 7)							
CONTROL SYSTEM	SELF EXCITED							
A.V.R.	SX440	SX421						
VOLTAGE REGULATION	± 1.0 %	± 0.5 %	With 4% ENGINE GOVERNING					
SUSTAINED SHORT CIRCUIT	WILL NOT SUSTAIN A SHORT CIRCUIT							
INSULATION SYSTEM	CLASS H							
PROTECTION	IP23							
RATED POWER FACTOR	0.8							
STATOR WINDING	DOUBLE LAYER LAP							
WINDING PITCH	TWO THIRDS							
WINDING LEADS	12							
STATOR WDG. RESISTANCE	0.009 Ohms PER PHASE AT 22°C. SERIES STAR CONNECTED							
ROTOR WDG. RESISTANCE	1.19 Ohms at 22°C							
R.F.I. SUPPRESSION	BS EN 61000-6-2 & BS EN 61000-6-4/VDE 0875G, VDE 0875N refer to factory for others.							
WAVEFORM DISTORTION	NO LOAD < 1.5% NON-DISTORTING BALANCED LINEAR LOAD < 5.0%							
MAXIMUM OVERSPEED	2250 Rev/Min							
BEARING DRIVE END	BALL 6317 (ISO)							
BEARING NON-DRIVE END	BALL 6314 (ISO)							
	1 BEARING				2 BEARING			
WEIGHT COMP. GENERATOR	1024 kg				1030 kg			
WEIGHT WOUND STATOR	470 kg				470 kg			
WEIGHT WOUND ROTOR	400 kg				377 kg			
WR INERTIA	4.6331 kgm <sup>2</sup>				4.4343 kgm <sup>2</sup>			
SHIPPING WEIGHTS in a crate	1095 kg				1090 kg			
PACKING CRATE SIZE	155 x 87 x 107(cm)				155 x 87 x 107(cm)			
	50 Hz				60 Hz			
TELEPHONE INTERFERENCE	THF<2%				TIF<50			
COOLING AIR	0.486 m <sup>3</sup> /sec 1030 cfm				0.590 m <sup>3</sup> /sec 1240 cfm			
VOLTAGE SERIES STAR	380/220	400/231	415/240	440/254	416/240	440/254	460/266	480/277
VOLTAGE PARALLEL STAR	190/110	200/115	208/120	220/127	208/120	220/127	230/133	240/138
VOLTAGE SERIES DELTA	220/110	230/115	240/120	254/127	240/120	254/127	266/133	277/139
kVA BASE RATING FOR REACTANCE VALUES	325	325	325	325	381	394	400	419
X <sub>d</sub> DIR. AXIS SYNCHRONOUS	2.79	2.52	2.34	2.08	3.33	3.08	2.60	2.75
X <sub>d</sub> DIR. AXIS TRANSIENT	0.19	0.17	0.16	0.14	0.20	0.16	0.17	0.17
X <sub>d</sub> DIR. AXIS SUBTRANSIENT	0.13	0.12	0.11	0.10	0.14	0.13	0.12	0.12
X <sub>q</sub> QUAD. AXIS REACTANCE	2.40	2.16	2.01	1.79	2.80	2.59	2.44	2.31
X <sub>q</sub> QUAD. AXIS SUBTRANSIENT	0.33	0.30	0.28	0.25	0.39	0.36	0.34	0.32
X <sub>1</sub> LEAKAGE REACTANCE	0.07	0.06	0.06	0.05	0.08	0.07	0.07	0.07
X <sub>2</sub> NEGATIVE SEQUENCE	0.23	0.20	0.19	0.17	0.27	0.25	0.24	0.22
X <sub>0</sub> ZERO SEQUENCE	0.09	0.06	0.07	0.06	0.10	0.09	0.09	0.08
	REACTANCES ARE SATURATED				VALUES ARE PER UNIT AT RATING AND VOLTAGE INDICATED			
T <sub>d</sub> TRANSIENT TIME CONST.	0.09s							
T <sub>d</sub> SUB-TRANSTIME CONST.	0.019s							
T <sub>do</sub> O.C. FIELD TIME CONST.	1.7s							
T <sub>a</sub> ARMATURE TIME CONST.	0.018s							
SHORT CIRCUIT RATIO	1.0/c							

**Ficha técnica del alternador Stamford HCI434E – parte 2**

## ANEXO D

## PROTOCOLOS DE PRUEBA DE FÁBRICA DE GRUPOS ELECTRÓGENOS GS-350



Soluciones de Energía - ACT - El generador de Energía para las Empresas

VOLVO STAMFORD  
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD



### PROTOCOLO DE PRUEBAS FINALES

FECHA: 28/09/2012

CLIENTE: PLASTICOS Y ENERGIA S.A.C.

### ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Modelo de la Planta: **VOLVO-STAMFORD GS350** Marca del Generador: **STAMFORD**  
 Potencia Stand by en KW: **350 KW** Modelo del Generador: **HCI434E1**  
 Voltaje de Generación: **380 VCA** Serie del Generador: **M12J407381**  
 Tipo de Arranque: **Automático** Modelo del Controlador: **DSE 7320**  
 Marca del Motor: **VOLVO**  
 Modelo del Motor: **TAD1342 GE** Serie del Motor: **D13\*364300\*A1\*A**

### INSPECCION Y PRUEBAS

Aceite Lubricante  Arranque y Paro Automático   
 Refrigerante  Voltaje y Frecuencia en Vacío

HORA	KW (%)	KW AVTRON	VOLTS	HERTZ	PRESION(PSI)	TEMP (°C)	AMP	OBSERVACIONES
10:00	0	0	380	60	30	136	15	OK
10:15	25	87.5	380	60	88	147	166.25	OK
10:30	50	175	380	60	84	158	332.5	OK
10:45	75	262.5	380	60	61	174	498.75	OK
11:00	100	350	379	60	57	179	655	OK
11:15	75	262.5	380	60	58	176	498.75	OK
11:30	50	175	380	60	71	170	332.5	OK
11:45	0	0	380	60	81	141	15	OK

CARGA SUBITA DE 50%

RECUPERACION: 01 SEG

CARGA SUBITA BLOQUE DEL 60%

RECUPERACION: 01 SEG

**"EN IGSA ESTAMOS DESEOSOS DE SERVIRLE"**

Representación de IGSA S.A. DE C.V.

**ALBERTO RAMÍREZ**  
 Ing. en Ingeniería Eléctrica  
 Líder de Proyecto  
 Plantas Eléctricas Industriales

**IGSA, S.A. DE C.V.**  
 POR EL PESEDO DE LA REFORMA No. 2877  
 CIUDAD GUAYMA, U.F. TEL. 9078-5360 FAX: 6628-5990  
 R.F.C. IGS 081212 114

Por el PESEDO DE LA REFORMA No. 2877 del 10 de Julio del 2008 y del artículo 2877 del Código de Comercio del Estado de Veracruz

**Grupo electrógeno GS-350 #01**





Energías Alternativas • A.C.T. • Internacional • Rentas • Plantas Eléctricas



**VOLVO - STAMFORD**

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

PROTOCOLO DE PRUEBAS FINALES

FECHA: 27/09/2012

CLIENTE: PLASTICOS Y ENERGIA S.A.C.

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Modelo de la Planta: **VOLVO-STAMFORD GS350** Marca del Generador: **STAMFORD**  
 Potencia Stand by en KW: **350 KW** Modelo del Generador: **HCI434E1**  
 Voltaje de Generación: **380 VCA** Serie del Generador: **M121364028**  
 Tipo de Arranque: **Automatico** Modelo del Controlador: **DSE 7320**  
 Marca del Motor: **VOLVO**  
 Modelo del Motor: **TAD1342GE** Serie del Motor: **D13\*327947\*A1\*1A**

INSPECCION Y PRUEBAS

Aceite Lubricante (X) Arranque y Paro Automático (X)  
 Refrigerante (X) Voltaje y Frecuencia en Vacío (X)

HORA	KW (Re)	KW (AVION)	VOLTS	HERTZ	PRESION(PSI)	TEMP (°C)	ASV	OBSERVACIONES
10:00	0	0	380	60	91	138	15	OK
10:15	25	87.5	380	60	86	149	166.25	OK
10:30	50	175	380	60	82	167	332.5	OK
10:45	75	262.5	380	60	60	175	498.75	OK
11:00	100	350	379	60	57	179	665	OK
11:15	75	262.5	380	60	56	177	498.75	OK
11:30	50	175	380	60	70	168	332.5	OK
11:45	0	0	380	60	60	140	15	OK

CARGA SUBITA DE 50%

CARGA SUBITA BLOQUEO DEL 60%

RECUPERACION: 01 SEG

RECUPERACION: 01 SEG

"EN IGSA ESTAMOS DESEOSOS DE SERVIRLE"

En representación de IGSA S.A. de C.V.

*(Handwritten signature)*  
**ATENTAMENTE**  
 Ing. Felipe Flores López

Líder de proyecto  
 Plantas Eléctricas Nacionales

**IGSA, S.A. DE C.V.**

PROLG. PASEO DE LA REFORMA No. 2977  
 CUAJIMALPA, D.F. TEL. 5626-5350 FAX: 5626-5390  
 R.F.C. IGS 081218 L14



NO. 5500  
 EN. A. C. T.


STAMFORD



**Grupo electrógeno GS-350 #02**

ANEXO E

PROTOCOLOS DE PRUEBA DE TS DE 800AMP



**PROTOCOLO DE PRUEBAS TABLERO DE SINCRONISMO**

PERSONAL RESPONSABLE WALTER BALAZA O FECHA 02-03-2013

1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL TABLERO ELECTRICO OTG 016-13

	SERIE	MODELO
TABLERO ELECTRICO	<u>2013-017-000</u>	<u>75A X 2400 X 1100</u>
MODULO	<u>375312</u>	<u>DE 8610</u>
SISTEMA DE FUERZA	<u>DT4005883</u>	<u>TEA 400</u>
CARGADOR BATERIA	<u>-</u>	<u>Vdc / A</u>

1.1. Sistema de Fuerza:

800 Amp  
220 Voltaje Auxiliar (Mando)  
ABB Marca  
800/5 A Transformadores de corriente

1.1.1 Accesorios

(AA) Sensor de humo (AA) Pulsadores externos (X) Bobina minima tension (X4) Ventilador/extractor  
 (AA) Iluminación interior (AA) Alarma audible (AA) Bobina de disco

1.2 Tensión de Trabajo del Tablero: 400 vac 24 vdc

**INSPECCIÓN VISUAL**

(X) Dimensiones 2000x600x1800 (X) Puerta del tablero con jebe protector  
 (X) Cableado de control está identificado (X) Posee acrílico de identificación (TTA, PE Test, Tensión, etc)  
 (X) Posee barra de neutro (X) Posee llaves de las cerraduras de las puertas del tablero  
 (X) Posee barra y/o punto a tierra (X) Las barras se encuentran identificadas (pintadas)  
 (X) Posee puentes para la carga (X) Posee planos electrónicos del tablero

Observaciones:

3. PRUEBAS OPERATIVAS

3.1. Prueba de señales

(X) Arrancador (X) Arranque Remoto (X) Control AVR (X) MSC  
 (X) Controlable (X) Interruptor cerrado (X) Control GOV (X) RS485  
 (X) Arranque Remoto (X) Frecuencia (X) Carga Base (X) Demanda de carga  
 (X) Secuencia de fases (X) Otros: CONTROL DE VELOCIDAD POR CA

3.2. Prueba de fallas

(X) Presión (X) Paro de emergencia (X) Interruptor abre por falla de grupo  
 (X) Temperatura (X) Falta de grupo  
 (X) Otros

3.3. Prueba de Transferecia y Retransferencia

Falta Red principal (AA) Calentamiento (X) Abre Interruptor (X) Enfrimiento (X)  
 Señal de arranque (X) Retransferencia (X) Cierra Interruptor (X)  
 Sincronismo con la Red (AA) Sincronismo entre grupos (X)

4. Torque y Aislamiento

Barras - Interruptor		Barras - Barras		Aislamiento					
Perno	Torque	Perno	Torque	L1-L2	L2-L3	L3-L1	L1-T	L2-T	L3-T
<u>ME</u>	<u>9 NM</u>	<u>1/2"</u>	<u>47 NM</u>	<u>&gt; 16kV</u>	<u>&gt; 16kV</u>	<u>16kV</u>	<u>&gt; 16kV</u>	<u>&gt; 16kV</u>	<u>&gt; 16kV</u>

5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

---

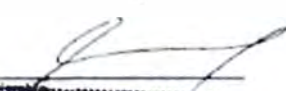


---



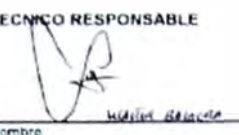
---

SUPERVISOR DE AREA




Nombre: Jair Arenas Rebaza  
 SUPERVISOR DE AREA  
 PROVEJEC S.A.C.

TECNICO RESPONSABLE



Nombre: David M. Bazan Velazco  
 DAVID M. BAZAN VELAZCO  
 Ing. Mecánico Electricista  
 Nº CIP 54792

TS con primer ITM motorizado de 800 AMP



**PROVEJEC SAC**  
CENTRO DE GENERADORES Y TABLEROS

**PROTOCOLO DE PRUEBAS TABLERO DE SINCRONISMO**

PERSONAL RESPONSABLE WALTER BAZAN S.

FECHA 05-03-2013

1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL TABLERO ELECTRICO OTG. 046-13

	SERIE	MODELO	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NA	No aplica
TABLERO ELECTRICO	<u>2013-03B-800</u>	<u>7SA 3X3H 800 (4) B310</u>				
MODULO	<u>3775109</u>	<u>3SE BE10</u>				
SISTEMA DE FUERZA	<u>8C21062503</u>	<u>TGN 800</u>				
CARGADOR BATERIA	<u>—</u>	<u>Vdo / A</u>				

1.1. Sistema de Fuerza:

800 Amp

220 Voltaje Auxilia (Mando)

ABB Marca

800/SA Transformadores de corriente

1.1.1 Accesorios

(  ) Sensor de humo      (  ) Pulsadores externos      (  ) Bobina minima tension      (  ) Ventilador/extractor

(  ) Iluminacion interior      (  ) Alarma audible      (  ) Bobina de disparo

(  ) Otros

1.2. Tension de Trabajo del Tablero: 400 vac      24 vdc

2. INSPECCION VISUAL

( <input checked="" type="checkbox"/> ) Dimensiones <u>2000x600x600</u>	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Puerta del tablero con jabe protector
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Cableado de control está identificado	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Posee acrílico de identificación (TTA, PE, Test Tensión, etc)
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Posee barra de neutro	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Posee llaves de las cerraduras de las puertas del tablero
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Posee barra y/o punto a tierra	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Las barras se encuentran identificadas (pintadas)
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Posee puentes para la carga	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Posee planos electricos del tablero

Observaciones:

3. PRUEBAS OPERATIVAS

3.1. Prueba de señales

( <input checked="" type="checkbox"/> ) Arrancador	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Arranque Remoto	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Control AVR	( <input checked="" type="checkbox"/> ) MSC
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Combustible	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Interruptor cerrado	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Control GOV	( <input checked="" type="checkbox"/> ) RS485
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Arranque Remoto	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Isocrono	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Carga Base	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Demanda de carga
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Secuencia de fases		( <input checked="" type="checkbox"/> ) Otros: <u>CONTROL DE VELOCIDAD POR CAN</u>	

3.2. Prueba de fallas

( <input checked="" type="checkbox"/> ) Presion	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Paro de emergencia	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Interruptor abre por falla de grupo
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Temperatura	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Falla de grupo	
( <input type="checkbox"/> ) Otros		

3.3. Prueba de Transferencia y Retransferencia

Falla Red principal ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Calentamiento ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Abre Interruptor ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Enfriamiento ( <input checked="" type="checkbox"/> )
Señal de arranque ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Retransferencia ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Cierra Interruptor ( <input checked="" type="checkbox"/> )	
Sincronismo con la Red ( <input checked="" type="checkbox"/> )		Sincronismo entre grupos ( <input checked="" type="checkbox"/> )	

4. Torque y Aislamiento

Barras - Interruptor		Barras - Barras		Aislamiento					
Perno	Torque	Perno	Torque	L1-L2	L2-L3	L3-L1	L1-T	L2-T	L3-T
<u>M6</u>	<u>9 NM</u>	<u>1/2"</u>	<u>47 NM</u>	<u>&gt;16u</u>	<u>&gt;16u</u>	<u>&gt;16u</u>	<u>&gt;16u</u>	<u>&gt;16u</u>	<u>&gt;16u</u>

5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

---




---




---

SUPERVISOR DE AREA



Nombre Jair Arenas Rebaza  
SUPERVISOR DE AREA  
PROVEJEC S.A.C.

TECNICO RESPONSABLE



Nombre Walter Bazan S.

DAVID M. BAZAN VELAZCO  
Ing. Mecánico Electricista  
Nº CIP 54792


TS con segundo ITM motorizado de 800 AMP


ANEXO F

FICHA TECNICA MODULO DE SINCRONISMO DSE 8610 Y DE TRANSFERENCIA DE TRANSICION CERRADA DSE 8660

# DSEPOWER<sup>®</sup>

## SHARING WITH SIMPLICITY





**DSE 8610**  
**AUTO START LOAD SHARE MODULE**

The DSE8610 is an easy to use multi-generator loadshare system, designed to synchronise up to 32 generators including electronic and non-electronic.

Using the operational mode and full conditions, automatically starting or stopping the engine on load demand or fault condition.

Features are associated on the LCD screen (multiple language options available), illuminated LCD and audible sounder.

The event log will record 250 events to facilitate easy maintenance. An extensive number of fixed and flexible monitoring, metering and protection features are included as well as sophisticated communication and system expansion options.

Using the DSE PC Configuration Suite software allows easy alteration of the operational sequences, functional alarms. With all communication ports able to be active at the same time, the DSE8610 is ideal for a wide variety of demanding load share applications.

**LOAD SHARE FEATURES INCLUDE:**

- Peak lopping
- Sequential set start
- Manual voltage/frequency adjustment
- RCOF and vector shift
- Generator load demand
- Automatic hours run balancing
- Mains (Utility) de-coupling
- Mains (Utility) de-coupling test mode
- Dead bus sensing
- Bus failure detection
- Direct governor and AVR connections/controls
- Volts and frequency matching
- kW and kVAR load sharing

**ENVIRONMENTAL TESTING STANDARDS**

**ELECTRO MAGNETIC COMPATIBILITY**  
 BS EN 61000-6-2  
 EMC Generic Immunity Standard for the Industrial Environment  
 BS EN 61000-6-4  
 EMC Generic Emission Standard for the Industrial Environment

**ELECTRICAL SAFETY**  
 BS EN 60950  
 Safety of Information Technology Equipment, including Electrical Business Equipment

**TEMPERATURE**  
 BS EN 60068-2-30  
 Alt/Acc Cold Test: -30°C  
 BS EN 60068-2-2  
 Dry Heat: +70°C

**VIBRATION**  
 BS EN 60068-2-6  
 Ten sweeps in each of three major axes: 5-8z to 8-4z @ 1/7.5mm, 8-4z to 500-4z @ 2g

**HUMIDITY**  
 BS EN 60068-2-30  
 Damp Heat Cycle: 20/95°C @ 90% RH 48 Hours  
 BS EN 60068-2-78  
 Cab Damp Heat Static: 40°C @ 90% RH 48 Hours

**SHOCK**  
 BS EN 60068-2-27  
 Three shocks in each of three major axes 16gn in 11ms

**COMPREHENSIVE FEATURE LIST TO SUIT A WIDE VARIETY OF LOAD SHARE APPLICATIONS**

DSE8610 DSE8660 DSE8665	MODEM RS232	PC RS485	PC USB	USB HOST	CONFIGURABLE INPUTS	DC OUTPUTS	ANALOGUE SENDERS	EMERGENCY STOP	DC POWER SUPPLY 8-35V

**DSEPOWER<sup>®</sup>**  
**DSE8610**





DEUTZ  
 ISUZU  
 PERKINS  
 CATERPILLAR  
 MTU  
 VOLVO  
 CLANNA  
 SCANIA

BUS EXPANSION	VOLT FREE OUTPUTS	GENERATOR SENSING	FUEL & CRANK OUTPUTS	CHARGE ALTERNATOR	ELECTRONIC ENGINE	MAGNETIC PICK-UP

1ph  
2ph  
3ph  
N

2

1ph  
2ph  
3ph  
N

1ph  
2ph  
3ph  
N





ISSUE 1

# DSEPOWER® SHARING WITH SIMPLICITY

**DSE**
**NEW  
RELEASE**

## DSE8610 AUTO START LOAD SHARE CONTROL MODULE



### FEATURES

- Configurable Inputs (11)
- Configurable outputs (8)
- Voltage measurement
- Built-in governor and AVR control
- kW overload alarms
- Comprehensive electrical protection
- Magnetic pick-up
- Electronic engine capability
- RS232 & RS485 remote communications
- Modbus RTU
- Multi event exercise timer
- Back-lit LCD 4-line text display
- Multiple display languages
- Automatic start/Manual start
- Audible alarm
- Fixed and flexible LED Indicators

- Event log (250)
- Engine protection
- Fault condition notification to a designated PC
- Front panel mounting
- Protected front panel programming
- PC configuration
- Configurable alarms and timers
- Configurable start and stop timers
- SMS alert messaging
- Remote monitoring

### BENEFITS

- RS232 & RS485 can be used at the same time
- DSENet connection for system expansion
- PLC Functionality

- Auto Voltage Sensing
- Five Step dummy load support
- Five Step Load Shedding support
- High number of Inputs and outputs
- Worldwide Language Support
- Configuration Suite PC Software
- Direct USB connection to PC
- Ethernet monitoring\*
- USB Host\*
- Data Logging & Trending\*

\* To follow

### EXPANSION DEVICES

- DSE2548 LED Expansion Module
- DSE2130 Input Expansion Module
- DSE2157 Output Expansion Module
- DSE124 CAN/MSO Extender

### SPECIFICATION

#### DC SUPPLY

8V to 36V continuous

#### CRANKING DROPOUTS

Able to survive 0V for 50ms, providing supply was at least 10V before dropout and supply recovers to 5V. This is achieved without the need for internal batteries

#### MAXIMUM OPERATING CURRENT

480mA at 12V, 245mA at 24V

#### MAXIMUM STANDBY CURRENT

375mA at 12V, 200mA at 24V

#### ALTERNATOR INPUT RANGE

15V AC (L-N) to 333V AC (L-N) absolute maximum

#### ALTERNATOR INPUT FREQUENCY

50Hz - 60Hz at rated engine speed (Minimum: 15V AC L-N)

#### MAGNETIC PICK-UP VOLTAGE RANGE

0.5V to 70V RMS

#### MAGNETIC INPUT FREQUENCY

1Hz - 10,000 Hz

#### START RELAY OUTPUT

15A DC at supply voltage

#### FUEL RELAY OUTPUT

15A DC at supply voltage

#### AUXILIARY RELAY OUTPUTS

Six outputs 2A DC at supply voltage  
Two outputs volt free 8A at 250V AC

#### CHARGE FAIL/EXCITATION RANGE

0V to 35V

#### BUILT IN GOVERNOR CONTROL

Fully Isolated  
Minimum Load Impedance: 1000Ω  
Offset Volts 0V - 5V DC  
Range Volts +/- 0 - 5V

#### BUILT IN AVR CONTROL

Fully Isolated  
Minimum Load Impedance: 1000Ω  
Gain Volts 0V - 5V DC  
Offset Volts +/- 5V DC

### RELATED LITERATURE

DSE8610 Operator Manual  
DSE8610 Installation Instructions  
DSE8600 PC Configuration Suite Manual

### PART NO

057-115

063-069

057-110

DEEP SEA ELECTRONICS PLC UK  
Highfield House  
Hunmanby Industrial Estate  
Hunmanby  
YO14 0PH

TELEPHONE  
+44 (0) 1723 880088  
FACSIMILE  
+44 (0) 1723 893303  
EMAIL  
sales@deepseapl.com  
WEBSITE  
www.deepseapl.com

DEEP SEA ELECTRONICS INC USA  
3230 Williams Avenue  
Rockford  
IL 61101-2688  
USA

TELEPHONE  
+1 (815) 316 8708  
FACSIMILE  
+1 (815) 316 8708  
EMAIL  
sales@deepseausa.com  
WEBSITE  
www.deepseausa.com

Registered in England & Wales No.01919649  
VAT No.316923457

### DIMENSIONS

240mm x 172mm x 57mm  
9.4" x 6.8" x 2.2"

### PANEL CUTOUT

220mm x 160mm  
8.7" x 6.3"

### ENCLOSURE PROTECTION

(front of module)  
IP65 (with optional gasket)  
IP42 (without gasket)

055-055/04/10 (P1)

# DSEPOWER® SHARING WITH SIMPLICITY



## DSE 8660 AUTO TRANSFER SWITCH & MAINS (UTILITY) CONTROL MODULE

The DSE8660 is an easy-to-use single or main-mains control with automatic transfer switch capability. Designed to synchronise single or multiple DSE8610s with single or multiple mains (utility) supplies, the DSE8660 will automatically control the change over from mains (utility) to generator supply or run generators in synchronisation with the mains (utility) to provide no-break, peak lopping and peak sharing power solutions.

The module can indicate operational status and fault conditions on the LCD screen. Multiple languages available by LED, audible buzzer and SMS messaging. Sophisticated communications are also

available via RS485 and RS232 for remote PC control and monitoring, and integration into building management systems. The comprehensive event log will record up to 250 events to facilitate easy maintenance.

An extensive number of fixed and flexible monitoring and protection features are included. Easy alteration of the sequences, timers and alarms can be made using the DSE PC Configuration Suite Software. Selected programming is also available via the module's front panel making the DSE8660 ideal for a wide variety of load share applications.

### LOAD SHARE FEATURES INCLUDE:

- Peak lopping
- Sequential set start
- Manual voltage/frequency adjustment
- RCOF and vector shift
- Generator load demand
- Automatic hours run balancing
- Mains (Utility) de-coupling
- Bus failure detection
- Volts and frequency matching

### ENVIRONMENTAL TESTING STANDARDS

**ELECTRO MAGNETIC COMPATIBILITY**  
BS EN 61000-6-2  
EMC Generic Immunity Standard for the Industrial Environment  
BS EN 61000-6-4  
EMC Generic Emission Standard for the Industrial Environment

**ELECTRICAL SAFETY**  
BS EN 60950  
Safety of Information Technology Equipment, including Electrical Business Equipment

**TEMPERATURE**  
BS EN 60068-2-1  
Ab/Ac Cold Test -30°C  
BS EN 60068-2-2  
Bb/Bc Dry Heat +70°C

**VIBRATION**  
BS EN 60068-2-6  
Ten sweeps in each of three major axes: 5g to 6g @ 1/7.5mm, 6g to 500Hz @ 2g

**HUMIDITY**  
BS EN 60068-2-30  
Db Damp Heat Cyclic 20/95°C @ 95% RH 48 Hours  
BS EN 60068-2-78  
Cb Damp Heat Static 40°C @ 90% RH 48 Hours

**SHOCK**  
BS EN 60068-2-27  
Three shocks in each of three major axes: 15gn in 11ms

## COMPREHENSIVE FEATURE LIST TO SUIT A WIDE VARIETY OF LOAD SHARE APPLICATIONS

DSE2130 DSE2167 DSE2248	MODEM	PC	PC	USB	11	⊗		
DSENET <sup>™</sup> EXPANSION	RS232 AND RS485	USB PORT	USB HOST	CONFIGURABLE INPUTS	DC OUTPUTS			DC POWER SUPPLY 8-36V
<p><b>DSEPOWER® DSE8660</b></p> <p>RoHS RECYCLE CE OTHER</p> <p>MSC 8610 8615 8660</p>								
MAINS (UTILITY) SENSING		N/O VOLT FREE OUTPUTS		N/O VOLT FREE OUTPUT		BUS SENSING		
CURRENT	VOLTS							
1ph 2ph 3ph N	1ph 2ph 3ph N	1		1		1ph 2ph 3ph N		
<p>CE PCV C-UL US</p> <p>ALL THE QUALITY ASSURANCE</p> <p>LEA</p> <p>IPC MEMBER</p> <p>ISSUE 1</p>								

Ficha técnica del módulo dse 8660 - parte 1

# DSEPOWER<sup>®</sup> SHARING WITH SIMPLICITY



## DSE8660 AUTO TRANSFER SWITCH & MAINS (UTILITY) CONTROL MODULE



### SPECIFICATION

- DC SUPPLY**  
8V to 35V continuous
- CRANKING DROPOUTS**  
Able to survive 0V for 50ms, providing supply was at least 10V before dropout and supply recovers to 6V. This is achieved without the need for internal batteries
- MAXIMUM OPERATING CURRENT**  
460mA at 12V, 245mA at 24V
- MAXIMUM STANDBY CURRENT**  
375mA at 12V, 200mA at 24V
- ALTERNATOR INPUT RANGE**  
15V AC (L-N) to 333V AC (L-N) absolute maximum
- ALTERNATOR INPUT FREQUENCY**  
50Hz - 80Hz at rated engine speed (Minimum: 15V AC L-N)
- AUXILIARY RELAY OUTPUTS**  
Six outputs 2A DC at supply voltage  
Two outputs volt free 2A at 250V

### FEATURES

- Configurable inputs (11)
- Configurable outputs (6)
- Voltage measurement
- RS232 & RS485 remote communications
- Modbus RTU
- Multi event exercise timer
- Backlit LCD 4-line text display
- Multiple display languages
- Automatic start/Manual start
- Audible alarm
- Fixed and flexible LED indicators
- Event log (250)
- Fault condition notification to a designated PC
- Front panel mounting

- Protected front panel programming
- PC configuration
- Configurable alarms and timers
- Configurable start and stop timers
- SMS alert messaging
- Remote monitoring

### BENEFITS

- RS232 & RS485 can be used at the same time
- DSEnet connection for system expansion
- High number of inputs and outputs
- Worldwide Language Support
- Configuration Suite PC Software
- Direct USB connection to PC

- Ethernet monitoring\*
- USB Host\*
- Data Logging & Trending\*

### EXPANSION DEVICES

- DSE2548 LED Expansion Module
- DSE2130 Input Expansion Module
- DSE2157 Output Expansion Module
- DSE124 CAN/MSB Extender

**DIMENSIONS**  
240mm x 172mm x 57mm  
9.4" x 6.8" x 2.2"

**PANEL CUTOUT**  
220mm x 160mm  
8.7" x 6.3"

**ENCLOSURE PROTECTION**  
(front of module)  
IP65 (with optional gasket)  
IP42 (without gasket)

### RELATED LITERATURE

- DSE8660 Operator Manual
- DSE8660 Installation Instructions
- DSE8600 PC Configuration Suite Manual
- DSE8610 Data Sheet

### PART NO

- 057-120
- 053-070
- 057-118
- 055-083

DEEP SEA ELECTRONICS PLC UK  
Highfield House  
Hunmanby Industrial Estate  
Hunmanby  
YO14 0PH

TELEPHONE  
+44 (0) 1723 890099  
FACSIMILE  
+44 (0) 1723 893303  
EMAIL  
sales@deepseapl.com  
WEBSITE  
www.deepseapl.com

DEEP SEA ELECTRONICS INC USA  
3230 Williams Avenue  
Rockford  
IL 61101-2668  
USA

TELEPHONE  
+1 (815) 316 8706  
FACSIMILE  
+1 (815) 316 8706  
EMAIL  
sales@deepseausa.com  
WEBSITE  
www.deepseausa.com

Registered in England & Wales No.01310649  
VAT No.316923457

DSE86604HD P19

Ficha técnica del módulo dse 8660 - parte 2

## ANEXO G

### MODELO PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA GRUPO ELECTRÓGENO GS 350 DE 350KW

#### MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS MPS

##### - AL MOTOR

- ✓ Suministro y cambio de aceite 15w 40 multigrado y sus filtros de aceite.
- ✓ Reemplazo de los filtros de combustible.
- ✓ Limpieza del filtro de aire.
- ✓ Purgar el tanque de combustible.
- ✓ Ajustar mandos de aceleración y parada
- ✓ Verificar el estado de la faja del ventilador
- ✓ Comprobar el estado electrolítico y carga de batería, limpiar y proteger bornes.
- ✓ Limpieza exterior del motor.
- ✓ Cambio de terminales averiados, ajuste de perneria.
- ✓ Regulación del mínimo ralenti del motor así como sus RPM de operación.

##### - AL GENERADOR

- ✓ Verificar temperatura de trabajo del rodaje principal.
- ✓ Detectar posibles ruidos anormales, vibraciones o recalentamientos.

##### - AL TABLERO DE CONTROL

- ✓ Toma de datos y registro de valores en los instrumentos electromecánicos.
- ✓ Realizar un simulacro de corte real para confirmar una correcta configuración del P.L.C.

**TIEMPO ESTIMADO DEL SERVICIO: 04 HORAS**



**ALCANCE DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO –****MP2**

- ✓ Aplicar el servicio MPS.
- ✓ Ajustar la culata, una sola vez al año.
- ✓ Limpieza del prefiltro y canastilla de bomba de levante
- ✓ Verificación de lubricación de los balancines.
- ✓ Corregir posibles fugas leves de agua o aceite.
- ✓ Limpieza de las celdas externas del radiador.
- ✓ Ajustar la tensión de generación de frecuencia de la tarjeta AVR.
- ✓ Controlar la corriente de excitación DC.

**TIEMPO ESTIMADO DE SERVICIO: 06 HORAS**

**ALCANCE DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – MP3**

- ✓ Aplicar el servicio MP2
- ✓ Cambio de filtro de aire.
- ✓ Calibración de válvulas.
- ✓ Cambio de empaquetadura tapa de balancines.
- ✓ Cambios de bornes de batería.
- ✓ Cambio de faja del ventilador.
- ✓ Agregar aditivo al sistema de enfriamiento, radiador, anticongelante.

**TIEMPO ESTIMADO DE SERVICIO: 06 HORAS**

**ALCANCE DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - MP4**

- ✓ Aplicar el servicio MP3
- ✓ Desmontaje del radiador, sondeo, limpieza y agregar anticongelante.
- ✓ Cambio de mangueras de radiador.
- ✓ Servicio de ajuste de toberas.
- ✓ Servicio al alternador DC y al arrancador.
- ✓ Desmontaje del turbo, efectuar su mantenimiento.
- ✓ Servicio de inyección en laboratorio.
- ✓ Megado de las bobinas del alternador y se elaborara un informe.

**TIEMPO ESTIMADO DE SERVICIO: 02 DIAS.**

**ALCANCE DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO –****MP5**

- ✓ Aplicar el servicio MP4.
- ✓ Desmontaje del generador principal AC, lavado con disolvente, estufado y barnizado, en sitio.
- ✓ Cambio del rodaje principal del generador.
- ✓ Corregir fugas resaltantes, de aceite y agua, previa elaboración de presupuesto, como adicional a la oferta.

**TIEMPO ESTIMADO DE SERVICIO: 02 A 04 DIAS, SEGÚN LA AVERIA.**

**RELACION DE MANTENIMIENTOS MPS**

**EQUIPO: GRUPOS ELECTROGENOS**

**TIPOS DE USO: EN EMERGENCIA**

ITEM	Mantenimientos	HORAS DE FUNCIONAMIENTO																			
		200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000
1	MPS	•		•				•			•		•				•		•		
2	MP2		•		•		•		•			•		•			•				
3	MP3					•				•											•
4	MP4								•										•		
5	MP5															•					

ITEM	Mantenimientos	HORAS DE FUNCIONAMIENTO																			
		4200	4400	4600	4800	5000	5200	5400	5600	5800	6000	6200	6400	6600	6800	7000	7200	7400	7600	7800	8000
1	MPS	•		•					•		•		•				•		•		
2	MP2		•		•		•		•			•		•			•			•	

3	MP3					•										•					•
4	MP4								•									•			
5	MP5									•											

Cuadro de programa de mantenimiento para grupo electrógeno GS-350 de 350Kw

## ANEXO H CONSTANCIA DE SERVICIO



### CONSTANCIA DE SERVICIO TECNICO

**CLIENTE :** INCOT SAC CONTRATISTAS GENERALES.   **FECHA:** 04-03-2014  
**DIRECCION:**   **OBRA :** NUEVO HOSPITAL TARAPOTO.  
**GRUPO ELECTROGENO:**  
**MODELO :** GS-350  
**SERIE MOTOR:** D13# 327947\* M# A   **SERIE ALTERNADOR:** M12J407381  
**NATURALEZA DEL SERVICIO:**

PRUEBAS DE SINCRONISMO DEL GRUPO ELECTROGENO.

OTG 46-13

**PARAMETROS REGISTRADOS:**


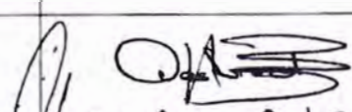
**AMPERAJE:** 0A.   **FRECUENCIA:** 60Hz   **TEMPERATURA:** 82°C  
**VOLTAJE:** 480VAC   **RPM:** 1800   **PRESION ACEITE:** 4.84 Bar  
**VOLTAJE BATERIA:** 27.5 Vol   **HORAS (Horometro):** 2h 39min

**TRABAJOS REALIZADOS:**

SE CONECTA LA SEÑAL DE ALARME REMOTO PROVENIENTE DESDE  
 EL TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA DSE 7420  
 SE CONFIGURA EN MODULO DE FALLO PARA QUE INTERIENE POR DEFENSAS  
 DE CARGA.  
 SE REALIZA PRUEBAS DE SINCRONISMO DEL GRUPO ELECTROGENO  
 EN VACIO.  
 SE REALIZA PRUEBAS DE SINCRONISMO DEL GRUPO ELECTROGENO.  
 SE REALIZA PRUEBAS EN MODO AUTOMATICO RESPONDIENDO  
 CORRECTAMENTE.

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:**

SE DEJA INSTALADO USB DE MONITOREO DEL TABLERO DE  
 SINCRONIZACION.  
 LAS PRUEBAS SE REALIZAN SIN CARGA. PREGUNTE AL TECNICO  
 CUENTA CON CARGA.

PROFESIONAL RESPONSABLE	CONFORMIDAD DEL CLIENTE
 <b>PLESAC</b> DAVID ARBALLO C.	 Ing. Carlos Castañeda

Ing. Milton Restrepo Noriega  
 CP 61250  
 INGENIERO DE MANTENIMIENTO  
 RED ASISTENCIAL TARAPOTO  
 M. E. S. S. A. H.



**CONSTANCIA DE SERVICIO TECNICO**

CLIENTE : INCOT SAC CONTRATISTAS GENERALES. FECHA: 04-03-2014  
 DIRECCION: OBRA : NUEVO HOSPITAL TARAPOTO.

**GRUPO ELECTROGENO:**

MODELO : GS-350  
 SERIE MOTOR: D13#364300#A1#A SERIE ALTERNADOR: M12I364828

**NATURALEZA DEL SERVICIO:**

PRUEBAS DE SINCRONISMO DEL GRUPO ELECTROGENO.

OTG 46-13  
**PARAMETROS REGISTRADOS:**

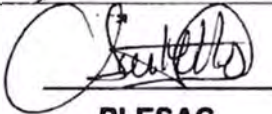
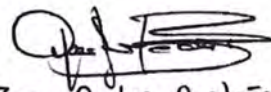
AMPERAJE: 0A. FRECUENCIA 60HZ TEMPERATURA 82°C  
 VOLTAJE 400Vdc RPM: 1800 PRESION ACEITE: 4.84 bar  
 VOLTAJE BATERIA: 27.5Vdc HORAS (Horometro): 139h 39min

**TRABAJOS REALIZADOS:**

SE CONECTA LA SEÑAL DE ARRANQUE REMOTO PROVENIENTE DESDE EL  
 TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA ESE 7420,  
 8610 BAJE POR  
 DEMANDA DE CARGA.  
 SE REALIZA PRUEBAS DE ARRANQUE DE GRUPO ELECTROGENO  
 EN VACIO.  
 SE REALIZA PRUEBAS DE SINCRONISMO DEL GRUPO ELECTROGENO.  
 SE REALIZA PRUEBAS EN MODO AUTOMATICO RESPONDIENDO  
 CORRECTAMENTE.

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:**

SE DESA INSTALADO USB DE DIBUJERAMIENTO DEL TABLERO  
 DE SINCRONISMO.  
 LAS PRUEBAS SE REALIZAN SIN CARGA PORQUE EL LOCAL  
 NO CUENTA CON CARGA.

PROFESIONAL RESPONSABLE	CONFORMIDAD DEL CLIENTE
 <b>PLESAC</b> DAVID ARBILHO C.	 Ing. Carlos Costañeda

Ing. Melian Rodriguez Narango  
 CIP 64756  
 INGENIERO DE MANTENIMIENTO  
 RED ASISTENCIAL TARAPOTO  
 EsSalud


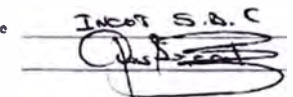
ACTA DE ENTREGA DE PUESTA EN SERVICIO DE GRUPOS ELECTROGENOS

ANEXO I

PLASTICOS Y ENERGIA S.A.C.

**ACTA DE PUESTA EN SERVICIO DE GRUPOS ELECTROGENOS**


**CLIENTE** INCOY SAC CONTRATISTAS GENERALES      **O/T** \_\_\_\_\_  
**LUGAR DE INSTALACION** NUOVO HOSPITAL DE TADAPOTO      **FECHA** 04-03-2014

**PERSONAL RESPONSABLE**  
 Por Plásticos y Energía S.A.C. Dania Arzulo c.      Cliente INCOY S.A.C.  
      

Mediante la presente Acta firmada en el lugar y fecha indicados, entre los representantes de PLASTICOS Y ENERGA S.A.C. y del Cliente, queda constancia de las condiciones y características de instalación de un Grupo Electrógeno con las siguientes especificaciones.

**DATOS DEL GRUPO ELECTROGENO**

	MARCA	MODELO	SERIE	REGISTRO	HORAS
GRUPO	STANFORD	—	M12I364E2B	SPEC —	—
MOTOR	WOLVD	TAD1342GE	D13*364*320* Δ1*Δ	CPL —	139h 29min



Formato Acta de entrega de GE #02 de GS-350-parte 1

ACTA DE PUESTA EN SERVICIO DE GRUPOS ELECTROGENOS

CLIENTE INXOT SAC CONTRATISTAS GENERALES D/I T \_\_\_\_\_  
 LUGAR DE INSTALACION NUOVO HOSPITAL DE TARAPOTO FECHA 04-03-2014  
 PERSONAL RESPONSABLE David Araldo C. Cliente INXOT S.A.C.  
 Por Plásticos y Energía S.A.C.

Mediante la presente Acta firmada en el lugar y fecha indicados, entre los representantes de PLASTICOS Y ENERGI S A C y del Cliente, queda constancia de las condiciones y características de instalación de un Grupo Electrógeno con las siguientes especificaciones.

DATOS DEL GRUPO ELECTROGENO

	MARCA	MODELO	SERIE	REGISTRO	HORAS
GRUPO	STAMFORD	—	M12J40381	SPEC. —	—
MOTOR	VOLVO	TAM342GE	D13#32747* MKA	CPL —	2h 39min

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

Formato Acta de entrega de GE #02 de GS-350-parte 2

### 1. CARACTERISTICAS GENERALES DE INSTALACION

#### 1.1. Montaje del Grupo

- |  |   |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Grupo montado en base de concreto                    | <input checked="" type="checkbox"/> Aisladores con resorte y correctamente ajustados      |
| <input checked="" type="checkbox"/> Base de concreto aislada del piso de la sala         | <input checked="" type="checkbox"/> Grupo electrógeno nivelado                            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aisladores de vibración incorporados en el Grupo     | <input checked="" type="checkbox"/> Espacio / acceso para drenar aceite y refrigerante    |
| <input checked="" type="checkbox"/> Estructura / chasis del Grupo anclada al piso        | <input checked="" type="checkbox"/> Espacio libre alrededor del Grupo (1 mt / 3 pies min) |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aisladores de vibración externos al Grupo y anclados |   |

Observaciones: .....

#### 1.2. Sistema de Escape

- |  |   |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Tubo flexible de escape instalado                | <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de escape soportado por el edificio               |
| <input checked="" type="checkbox"/> Silenciador instalado cerca al Grupo             | <input checked="" type="checkbox"/> Tubo de escape está inclinado alejándose del grupo        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Trampa de escape con válvula en el silenciador   | <input checked="" type="checkbox"/> Diámetro / longitud correctas del tubo de escape          |
| <input checked="" type="checkbox"/> Tubo de escape aislado                           | <input checked="" type="checkbox"/> No hay materiales combustibles cerca al sistema de escape |
| <input checked="" type="checkbox"/> Tapa contra ingreso de lluvia                    | <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de escape hermético, no hay fuga de gases         |
| <input checked="" type="checkbox"/> Tubo de descarga de gases en posición horizontal |   |

Observaciones: .....

#### 1.3. Sistema de Enfriamiento

- |   |  |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Refrigerante con adecuada concentración de aditivos | <input checked="" type="checkbox"/> Se ha provisto calentador de camisa de agua                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Nivel correcto del refrigerante                     | <input checked="" type="checkbox"/> Suministro eléctrico al calentador desde la fuente comercial |

RS

*[Handwritten signature]*



Observaciones: .....



**1.4. Sistema de Ventilación Sala de Máquina**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Grupo en la intemperie o con mínima protección   | <input type="checkbox"/> El Grupo toma el aire mediante ductos  |
| <input checked="" type="checkbox"/> El Grupo está encapsulado   | No hay fuentes de calor en la sala o están aisladas   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Grupo instalado en ambiente cerrado   | <input checked="" type="checkbox"/> El aire caliente del radiador se expulsa al exterior                                |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conducto de admisión de aire de tamaño adecuado (aprox. 1.5 veces tamaño del radiador)        | <input type="checkbox"/> Recirculación del aire de salida del radiador es poco probable                                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conducto de salida de aire de tamaño adecuado (área eficaz no menor que el área del radiador) | <input checked="" type="checkbox"/> Puerta de acceso a la sala se abre hacia adentro (o tiene aberturas de ventilación) |
| <input checked="" type="checkbox"/> El Grupo toma el aire directamente del ambiente   | <input checked="" type="checkbox"/> Dirección de los vientos prevalecientes   |

Observaciones: .....

**1.5. Sistema de Combustible**

- |  |   |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Conexión flexible en el Grupo de las líneas de suministro y retorno de combustible | <input checked="" type="checkbox"/> Tanque diano, respiradero en la parte superior, medidor de nivel, llave / tapón para drenaje de agua y sedimentos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Las tuberías no son galvanizadas ni de cobre                                       | <input checked="" type="checkbox"/> Tanque diano: línea de suministro en la parte inferior y línea de retorno en la parte superior                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> Válvula manual de corte suministro de combustible                                  | <input checked="" type="checkbox"/> Tanque principal respiradero en la parte superior, medidor  |
| <input checked="" type="checkbox"/> El combustible de retorno va al tanque diano                                       |   |

- Diámetro / longitud de tuberías adecuados
- Ausencia de curvas elevadas en las tuberías
- Tanque diario instalado a nivel del Grupo o no más de 3mt por debajo del nivel
- de nivel, llave / tapón para drenaje de agua y sedimentos
- Tanque principal a nivel o debajo de la altura del Grupo
- Tanque principal por arriba de la altura del Grupo
- Ausencia de fugas en el sistema de combustible

Observaciones: .....

**1.6. Sistema Eléctrico**

- Conexiones de control aisladas de cables de fuerza
- Conexiones de control usan conductores flexibles
- Conductores de calibre adecuado (control y fuerza)
- Conexión flexible en el Grupo de las tuberías de fuerza y control.
- Conductores de fuerza / control bien ajustados. Chasis de Grupo conectado a tierra
- Batería adecuada, cargada y llena con electrolito
- Bandeja de batería separada del suelo
- Cargador de batería operativo, conectado a red comercial

Observaciones: .....

**1.7. Otros**


- Condiciones ambientales : humedad
- Condiciones ambientales : polvorento
- Condiciones ambientales : corrosivo / salino
- Nivel de aceite del motor correcto
- Grupo electrógeno limpio / en buen estado


Observaciones: .....

*AB*

*Chavez*

En señal de conformidad con la presente Acta firman:

POR PLASTICOS Y ENERGIA S.A.C. :   
David Arzobal c.

CLIENTE : 

Formato Acta de entrega de GE #02 de GS-350-parte 6

**ANEXO J**  
**CATALOGO CONDUCTORES NYY- CELSA**

**CONDUCTORES ELÉCTRICOS LIMA S.A. CELSA**

## CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMISIBLE EN AMPERES

Temperatura ambiente: 30 °C al aire libre  
25 °C directamente enterrado ó en ducto  
Resistividad térmica del terreno: 0,9 Km/m

Tipo de cable: NYY 0,6/1 kV

Sección Nominal mm <sup>2</sup>	Aire (A)			Directamente Enterrado (A)			Ducto (A)		
	3 Cables Unipolares en Plano	3 Cables Unipolares en Triangulo	1 Cable Tripolar	3 Cables Unipolares en Plano	3 Cables Unipolares en Triangulo	1 Cable Tripolar	1 Cable Unipolares por ducto	3 Cables Unipolares por ducto	1 Cable Tripolar
1,5	24	19,5	17,5	32	26	22	26	21	17
2,5	32	26	24	42	34	32	34	27	25
4	43	35	32	55	45	41	44	36	32
6	54	46	41	68	58	52	54	46	41
10	74	63	57	92	78	71	74	62	56
16	98	85	76	118	101	91	94	81	71
25	130	112	101	150	127	118	120	102	92
35	161	138	125	180	152	140	144	122	110
50	196	168	151	182	178	170	145	142	133
70	250	213	192	260	217	211	208	174	165
95	306	258	232	308	252	245	246	202	191
120	356	299	269	349	287	279	280	230	220
150	408	344	309	396	320	312	317	256	247
185	470	392	353	437	357	346	350	286	274
240	562	461	415	506	406	390	405	325	308
300	646	523	460	569	450	423	455	360	335
400	778	626	533	662	526	486	543	421	384
500	895	713	—	743	578	—	610	462	—

Sección Técnica

Cuadro de calibres de conductores NYY

## ANEXO K

**CUADRO EU STAGE-DIRECTIVA 97/68/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO  
LUEGO MEJORADO POR DIRECTIVA 2010/26/UE DE LA COMISIÓN EUROPEA**

Las emisiones de monóxido de carbono, de hidrocarburos, de óxidos de nitrógeno y de partículas obtenidas no deberán sobrepasar, en la fase II, el valor indicado en el cuadro siguiente:

Potencia neta (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarburos (HC) (g/kWh)	Óxidos de ni- trógeno (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
$130 \leq P \leq 560$	3,5	1,0	6,0	0,2
$75 \leq P < 130$	5,0	1,0	6,0	0,3
$37 \leq P < 75$	5,0	1,3	7,0	0,4
$18 \leq P < 37$	5,5	1,5	8,0	0,8

Valores límites ajustados por la emisión de gases y partículas contaminantes del  
motor de combustión interna

## ANEXO L

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Aislamiento.-** Material no conductor usado para prevenir la fuga de corriente eléctrica de un conductor. Hay varias clases de aislamiento en uso para la construcción de un generador, cada una reconocida por su trabajo de máxima temperatura continua.

**Armónicos.-** Los armónicos son voltaje o componentes de corriente que operan en múltiplos integrales de la frecuencia fundamental del sistema de potencia (60Hz). Las corrientes armónicas tienen el efecto de distorsionar la forma de la onda de voltaje de la una onda sinusoidal pura.

**Aterramiento.-** Es la conexión intencional del sistema o equipo eléctrico (carcasa, conduit, marco, etc.) a tierra.

**Bajo voltaje.-** Se refiere a sistemas CA con voltajes de operación de 120 a 600VCA.

**Breaker principal.-** Un breaker principal es un breaker de circuito a la entrada o salida de un bus, a través del cual fluye toda la corriente del bus. El breaker principal del generador es el dispositivo montado en el generador, que se usa para interrumpir la corriente de salida del generador.

**Breaker de circuito de caja moldeada.-** Es el que automáticamente interrumpe la corriente que fluye a través de él cuando esta excede un cierto nivel durante un tiempo específico. Caja moldeada se refiere al uso de plástico moldeado para cubrir los mecanismos para separar las superficies de conducción una de otra y de las partes de metal o tierra.

**Caída de voltaje.-** Es la caída en el voltaje que resulta cuando se agrega una carga y ocurre antes de que el regulador la pueda corregir o que resulta del funcionamiento del regulador de voltaje para descargar un generador motor sobre cargado.

CNE (Código Nacional de Electricidad).

**Campo libre (Medición de Ruido).-** En la medición de ruido, un campo libre es aquel en un medio homogéneo, isotrópico (que tiene la cualidad de transmitir el sonido igualmente en todas direcciones) que no tiene límites. En la práctica, es un

campo en el cual los efectos de las barreras no son importantes en la región de interés.

**Ciclo.**-Una reversión completa de un corriente alterna o voltaje, de cero a un máximo positivo a cero nuevamente y de cero a máximo positivo a cero a neutro. El número de ciclos por segundo por segundo es la frecuencia.

**Carga suave.**- Se refiere rampeo de la carga hacia o desde un generador de forma gradual con el propósito de minimizar los impactos en el voltaje y frecuencia del sistema.

**Contactor.**- Un contactor es un dispositivo para abrir y cerrar un circuito de potencia eléctrica.

**Conexión delta.**- Se refiere a la conexión trifásica que en el cual el inicio de cada fase está conectado al final de la siguiente formando la letra griega triángulo. Las líneas de carga están conectadas a las puntas de la delta.

**Corriente directa (CD).**- Es corriente sin reversiones en el voltaje.

**CSA.**- (Canadian Standards Association), Asociación de estándares Canadienses.

**Escala dB/dB(A).**- La escala de decibeles usada en mediciones de nivel de sonido es logarítmica. Los medidores de nivel de sonido tiene varias escalas corregidas (A,B,C). La escala DB(A) es la escala corregida más comúnmente usada para medir la sonoridad del ruido emitido por los generadores.

**Excitador.**- Dispositivo que suministra corriente directa a las bobinas de un generador sincrónico, produciendo el flux magnético requerido para inducir voltaje en las bobinas de la armadura (estator).

**Fuerza dieléctrica.**- Es la habilidad del aislamiento de soportar voltaje sin sufrir rupturas.

**Gobernador.**- Dispositivo del motor que controla el combustible para mantener una velocidad constante bajo diferentes condiciones de carga. El gobernador debe tener un ajuste de velocidad (frecuencia del generador) y caída de velocidad (sin carga a carga total).

**IEC.**- (International Electrotechnical Committee), Comité electrotécnico internacional.

**ISO.**- (International Organization for Standardization), Organización de estandarización internacional.

**Material acústico.**- Cualquier material considerado en términos de sus propiedades acústicas especialmente sus propiedades para absorber o amortiguar el sonido.

**NEC.-** (National Electrical Code), Código Eléctrico Nacional.

**NEMA.-** (National Electrical Manufacturers Association), Asociación Nacional de Fabricantes eléctricos.

**Neutral.-** Se refiere al punto común de un generador AC conectado en Y, un conductor conectado a ese punto o al punto central de devanado de un generador AC monofásico.

**NFPA.-** (National Fire Protection Association) Asociación Nacional de protección contra el fuego.

**PMG.-** Generador cuyo campo es un magneto permanente al contrario de un electromagneto (campo devanado). Usado para generar potencia de excitación para alternadores excitado separadamente.

**Polo.-** Se usa en referencia a magnetos que son bipolares. Los polos de un magneto están designados norte y sur. Puesto que los magnetos son bipolares, todos los generadores tienen un número par de polos. El número de polos determina que tan rápido se tiene que hacer girar un generador para obtener la frecuencia especificada.

**Reactancia.-** Es la oposición al flujo de corriente en los circuitos AC causada por las inductancias y capacitancias. Se expresa en términos de ohms y su símbolo es X.

**Red pública.-** Término usado para denominar el servicio normal de electricidad.

**Relevador diferencial.-** Es un dispositivo protector alimentado por corriente de dos transformadores ubicados en dos puntos diferentes del sistema eléctrico. Compara las corrientes y detecta cuando hay una diferencia en los dos que significa una falla en la zona de protección. Estos dispositivos se usan típicamente para proteger los devanados en generadores o transformadores.

**Rotor.-** Un rotor es el elemento rotativo de un motor o generador

**RPM.-** Revoluciones por minuto.

**Sistema de emergencia.-** Es el equipo independiente de potencia que se requiere legalmente para alimentar a equipo o sistemas cuya falla podría representar un peligro a la seguridad de vida de personas o de propiedades.

**Tierra.-** Es la conexión intencional del sistema eléctrico o del equipo eléctrico (carcasas, conduit, marcos, etc.) a tierra.



**Transformador de corriente.-** Los transformadores de corriente son instrumentos Transformadores usados en conjunción con amperímetros, circuitos de control y relevación de protección.

**UL.-** Estándares de Underwriters Laboratories,

**Voltaje línea-línea.-** El voltaje entre cualesquiera de dos fases de un generador CA.

**Voltaje línea-neutral.-** En un generador trifásico de 4 hilos conectado en Y, el voltaje línea-neutral es el voltaje entre una fase y el neutral común donde las tres fases están sujetas juntas.

**Zonas de protección.-** Son áreas definidas dentro de una edificación que son protegidas y es usada para casos de emergencia.