

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



## **DIMENSIONAMIENTO DE UN GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA PARA UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA**

### **INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

### **INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**JESUS RAUL HUAMANÍ HUARCAYA**

**PROMOCIÓN  
2007- I**

**LIMA – PERU  
2013**

# **DIMENSIONAMIENTO DE UN GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA PARA UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA**

## **DEDICATORIA**

Agradezco a mis padres y hermanos por el apoyo recibido durante toda mi vida; al departamento de ingeniería de ABB por la formación y apoyo en mi vida profesional laboral, y a mis amigos que me brindaron todo su apoyo desinteresado.

Muestro mi agradecimiento al Ing. Moisés Flores por la asesoría brindada; y a todo el grupo humano de la Universidad Nacional de Ingeniería, por haber contribuido en mi formación profesional.

## SUMARIO

El presente informe de titulación tiene por propósito mostrar cómo obtener la potencia de un grupo electrógeno de emergencia para subestaciones de potencia considerando las cargas necesarias esenciales para garantizar la operación de la subestación (cargas esenciales).

Los grupos electrógenos para una subestación se utilizan como suministro de emergencia, para así garantizar la alimentación de energía eléctrica al tablero de cargas esenciales de la subestación, por ello, este informe muestra un listado de las cargas esenciales típicas en una subestación de potencia y explica por qué es necesaria la alimentación de energía eléctrica para este tablero de cargas esenciales. Este informe también muestra y explica el diagrama unifilar típico del sistema de emergencia de los servicios auxiliares de una subestación de potencia.

El grupo electrógeno es una de las partes más importantes del sistema de emergencia de una subestación. Este informe explica cómo dimensionar un grupo electrógeno utilizando el programa: “Electric Power SpecSizer” de “Caterpillar” y muestra cómo ingresar la información de las cargas esenciales en el programa mencionado anteriormente. Finalmente se muestra como se obtiene el grupo electrógeno requerido.

## ÍNDICE

<b>PRÓLOGO.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1 Objetivo .....	2
1.2 Objetivos Específicos .....	2
1.3 Sistema Internacional de Unidades.....	2
1.4 Alcances.....	2
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>3</b>
<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>3</b>
2.1 Subestación de Potencia.....	3
2.1.1 Transformador de Potencia.....	3
2.1.2 Equipos de Patio de una Subestación de Potencia.....	4
2.1.3 Sistemas Secundarios de una Subestación de Potencia .....	9
2.2 Sistema de Servicios Auxiliares .....	11
2.2.1 Niveles y Límites de Tensión .....	12
2.2.2 Fuentes de Alimentación de los Servicios Auxiliares .....	13
2.3 Diagrama Unifilar Típico del Sistema Emergencia de Servicios Auxiliares.....	14
2.4 Consideraciones sobre el Grupo Electrónico de Emergencia.....	15
2.4.1 Tipo de Grupo Electrónico.....	15
2.4.2 Sistema y Tipo de Combustible del Grupo Electrónico.....	16
2.4.3 Caída de Voltaje y Frecuencia permitida.....	16
2.5 Consideraciones sobre el Tablero de Transferencia .....	17
2.6 Consideraciones sobre el Tablero de Cargas Esenciales .....	18
2.7 Consideraciones sobre las Cargas Esenciales.....	18
2.7.1 Tipo de Arranque de Motores.....	19
2.7.2 Secuencia de Toma de Cargas Esenciales .....	20
2.8 Operación requerida del Sistema de Emergencia .....	20
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>27</b>

<b>METODOLOGÍA CARGAS ESENCIALES Y DIMENSIONAMIENTO .....</b>	<b>27</b>
3.1 Cargas Esenciales .....	27
3.1.1 Cargador de baterías .....	27
3.1.2 Motor Conmutador Bajo Carga del Transformador de Potencia.....	28
3.1.3 Motor ventilador del Transformador de Potencia.....	28
3.1.4 Calefacción para los equipos de patio y tableros.....	28
3.1.5 Motor del extractor de aire de la sala de baterías .....	29
3.1.6 Tablero de Iluminación del Edificio de Control .....	29
3.1.7 Consideraciones especiales.....	29
3.2 Dimensionamiento del Grupo Electrónico de Emergencia.....	30
3.2.1 Ingreso de las cargas .....	30
3.2.2 Selección de la secuencia de arranque .....	30
3.2.3 Análisis del resultado .....	31
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>37</b>
<b>APLICACIÓN DE METODOLOGÍA Y RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
4.1 Ingreso de las cargas esenciales.....	37
4.2 Selección de la secuencia de arranque .....	39
4.3 Grupo electrónico recomendado por el programa .....	39
4.4 Diagrama unifilar del sistema de emergencia de servicios auxiliares .....	39
4.5 Presupuesto y descripción del grupo electrónico seleccionado .....	39
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>
Anexo A: Data técnica del conmutador bajo carga – Transformador de Potencia	
Anexo B: Data técnica del mecanismo de operación tipo BLK y BLG respectivamente – Interruptor de Potencia	
Anexo C: Data técnica del mecanismo de operación motorizado tipo MT50_ MT100 y el tipo manual respectivamente – Seccionador de Potencia	
Anexo D: Datos de placa – equipo Compacto Híbrido (PASS M0)	
Anexo E: Grupo Electrónico de Emergencia FG WILSON modelo P88-1 de la Subestación Piedra Blanca 138 kV	
Anexo F: Características técnicas del Grupo Electrónico seleccionado	
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>66</b>

## PRÓLOGO

Una parte importante de nuestro sistema eléctrico es la subestación de potencia que es una instalación destinada a modificar los flujos de potencia a través de los circuitos conectados a una barra común dentro de un sistema eléctrico de potencia. La subestación de potencia para poder ser operada requiere del sistema de servicios auxiliares que son los que alimentan las diferentes cargas para la operación de la subestación. Es por esto la importancia del sistema de servicios auxiliares tal que en situación de contingencia (falla del alimentador de energía eléctrica del sistema de servicios auxiliares) se cuente con un sistema de emergencia que asegure seguir alimentando de energía eléctrica a las cargas necesarias (cargas esenciales) del sistema de servicios auxiliares y así garantizar la correcta operación de la subestación de potencia.

En base a lo mencionado en el párrafo anterior, el propósito de este informe es mostrar cómo obtener la potencia de un grupo electrógeno que es parte importante del sistema de emergencia de los servicios auxiliares. Este informe muestra cómo se utiliza el programa “Electric Power SpecSizer” de “Caterpillar” como herramienta para el dimensionamiento del grupo electrógeno.

Dimensionar un grupo electrógeno para una subestación de potencia requiere identificar las cargas esenciales a alimentar. Este informe brinda información sobre las “cargas esenciales” del sistema de servicios auxiliares de una subestación de potencia; y el motivo por el cual son tan importantes.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Objetivo**

El presente informe tiene por objetivo mostrar cómo obtener la potencia de un grupo electrógeno de emergencia para subestaciones de potencia, para esto es necesario tener un conocimiento pleno de todos los equipos de maniobra del patio de llaves, equipos de los sistemas secundarios de la subestación, así como su funcionamiento a fin de determinar cuáles cargas son esenciales o no esenciales para la operación de la subestación en situaciones de contingencia.

### **1.2 Objetivos Específicos**

1. Explicar las partes y el funcionamiento del sistema de emergencia de los servicios auxiliares de una subestación de potencia.
2. Explicar los equipos principales y sistemas secundarios de una subestación de potencia que permitirá identificar los tipos de cargas esenciales típicas de un sistema de servicios auxiliares y la importancia de mantener la continuidad del servicio eléctrico a estas cargas esenciales en situaciones de contingencia.
3. Dimensionar los grupos electrógenos de emergencia para subestaciones de potencia mediante el empleo del programa “Electric Power SpecSizer” de “Caterpillar”.

### **1.3 Sistema Internacional de Unidades**

En este documento se hace uso de varias unidades de medición, principalmente de carácter eléctrico. Para lograr una mejor comprensión se ha hecho uso de la nomenclatura establecida en el Sistema Internacional de Unidades (SI). Se ha hecho especial énfasis en el correcto uso de los símbolos de las unidades.

### **1.4 Alcances**

Este documento muestra las partes del sistema de emergencia de los servicios auxiliares, los tipos de cargas esenciales típicas y el dimensionamiento del grupo electrógeno usando el programa “Electric Power SpecSizer” de “Caterpillar”.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Subestación de Potencia**

Una subestación consiste en un número de circuitos de entrada y salida, conectados a un punto común, barraje de la subestación, siendo el transformador de potencia el equipo más importante en caso se trate de una subestación de transformación, así mismo el componente principal de un circuito es el interruptor de potencia y complementándose con los transformadores de instrumentación, seccionadores y pararrayos, en lo correspondiente a equipos de patio de alta tensión (véase figura. 2.1), y con sistemas secundarios como son los de control, protección, medición, comunicaciones y servicios auxiliares.

En este ítem se presentan las principales características físicas y eléctricas de los equipos de patio, las definiciones de los equipos y sus funciones, y las cargas asociadas a cada equipo a ser alimentadas por el sistema de servicios auxiliares. Asimismo también se presenta las definiciones e importancia de los sistemas secundarios de una subestación, cabe indicar que el sistema de servicios auxiliares se estudiará ampliamente en el ítem 2.2 del presente capítulo dado la importancia de este tema para fines del presente informe.

##### **2.1.1 Transformador de Potencia**

Los Transformadores de potencia, son los destinados a transmitir potencias eléctricas entre dos circuitos, normalmente se alimentan a tensión y frecuencias constantes. Su principal función es elevar o reducir la tensión y corriente entre dos circuitos.

Los transformadores de potencia operan en potencias normalizadas de 20 MVA hasta 125 MVA es decir a potencias superiores de 1 MVA son destinados principalmente para sistemas de distribución trifásicos. Una característica importante es que representan la mayor inversión en toda la subestación.

Las cargas del transformador de potencia que corresponden alimentar por el sistema de servicios auxiliares son:

- En corriente alterna, motor del conmutador bajo carga (véase figura. 2.2 y su data técnica se muestra en el anexo A), los motores de los ventiladores en caso el

transformador de potencia tenga ventilación por aire forzado y el circuito de calefacción

- En corriente continua, solo se alimenta los mandos.

## **2.1.2 Equipos de Patio de una Subestación de Potencia**

### **a) Interruptor de Potencia**

Los interruptores automáticos son dispositivos mecánicos de interrupción capaces de conducir, interrumpir y establecer corrientes en condiciones normales, así como de conducir durante un tiempo especificado, interrumpir y establecer corrientes en condiciones anormales, como son las de cortocircuito. Su función básica es conectar o desconectar de un sistema o circuito energizado líneas de transmisión, transformadores, reactores o barrajes.

El mecanismo de operación, es el dispositivo que por medio de energía almacenada acciona el interruptor ya sea para abrirlo o cerrarlo. La energía que almacena el mecanismo de operación debe ser suficiente para efectuar las secuencias de operación requeridas por el sistema. Cabe anotar que el 90 % de las fallas de los interruptores son atribuibles a fallas mecánicas originadas en el mecanismo de operación. Básicamente, para interruptores hasta 245 kV se utiliza el mecanismo de resorte debido a que es mucho más económico y requiere un menor mantenimiento con respecto a los demás mecanismos de operación. Para niveles de extra alta tensión en los cuales la energía requerida para la operación es muy alta y el mecanismo de resorte sería demasiado robusto, se utiliza los otros mecanismos de operación como son: Neumático e hidráulico y en menor escala el propio gas SF<sub>6</sub>.

En base a lo mencionado en el párrafo anterior para nuestro sistema eléctrico se analizará los interruptores con mecanismo de operación con resorte, en estos mecanismos la energía se almacena cargando resortes, tanto para la apertura como para el cierre del interruptor. (Véase Figura. 2.3)

La principal ventaja de este tipo de mecanismo de operación es que al efectuarse la operación de cierre del interruptor se carga el resorte de apertura, asegurándose así siempre el disparo del interruptor. El resorte de cierre es recargado mediante un motor; también es posible recargar el resorte de cierre en el caso de indisponibilidad del motor por medio de una volante que se suministra con el equipo.

Las cargas del interruptor de potencia más comunes que son alimentadas por el sistema de servicios auxiliares son:

- En corriente alterna, solo se alimenta el circuito de calefacción
- En corriente continua, se alimenta el motor del mecanismo de operación para recargar resortes y bobinas para el disparo y cierre del interruptor.

Las potencias de estas cargas a alimentar con energía eléctrica por los servicios auxiliares para el mecanismo de operación por resorte se muestran en su data técnica en el anexo B.

#### **b) Seccionadores de Potencia**

Los seccionadores pueden desempeñar en las redes eléctricas diversas funciones, siendo la más común la de seccionamiento de circuitos por necesidades de operación o por necesidad de aislar componentes del sistema (equipos o líneas) para realizar su mantenimiento. En este último caso los seccionadores abiertos que aíslan componentes en mantenimiento deben tener una resistencia entre terminales a los esfuerzos dieléctricos en tal forma que el personal de campo pueda ejecutar el servicio de mantenimiento en condiciones adecuadas de seguridad.

El mecanismo de operación de los seccionadores puede ser manual o motorizado. La operación manual del seccionador puede ser hecha por una simple vara aislada (por ejemplo, seccionadores fusibles en redes de distribución) o por manivela (o volante) localizada en la base del seccionador. La operación motorizada (véase figura. 2.4) se hace por medio de un mecanismo único que, a través de ejes, comanda la operación conjunta de los tres polos, o por mecanismos independientes para cada polo del seccionador (pantógrafos y semipantógrafos), situación que se tiene en las subestaciones superiores a 300 kV por los espaciamientos de fases. Generalmente, los seccionadores motorizados también tienen mecanismos de operación manual (véase figura. 2.5), el cual se enclava con el mando eléctrico para impedir su operación simultánea.

La selección del tipo de mando depende de varios factores:

- Cuando los seccionadores realizan funciones de conexión de circuitos, es decir, en subestaciones de maniobra, la alimentación de los motores deberá ser en corriente continua, ya que se requiere alta confiabilidad.
- Cuando solo se utilizan como aisladores, que es el caso de las subestaciones con conexión de interruptores, la alimentación de los motores podrá ser en corriente alterna.

Por otra parte, el mando puede ser manual en subestaciones atendidas pero, por seguridad del personal, muchas empresas prefieren el mando motorizado.

Para las cuchillas de puesta a tierra se puede utilizar mando eléctrico o mando manual, de acuerdo con las prácticas operativas de las empresas de servicio.

Las cargas del seccionador más comunes que son alimentadas por el sistema de servicios auxiliares son:

- En corriente alterna, solo se alimenta el circuito de calefacción
- En corriente continua, se alimenta el motor del mando de operación y la bobina magnética

Cabe mencionar, para los seccionadores tenemos dos tipos de equipos:

- Seccionadores de línea, este equipo tiene dos mandos de operación uno para las cuchillas principales y el segundo para las cuchillas de puesta a tierra
- Seccionadores de barra, este equipo tiene un mando de operación para las cuchillas principales

Las potencias de estas cargas a alimentar con energía eléctrica por los servicios auxiliares para el motor del mando de operación se muestran en la data técnica del anexo C.

### c) **Transformador de Medida de Tensión**

Normalmente en sistemas con tensiones superiores a los 600 V las mediciones de tensión no son hechas directamente en la red primaria si no a través de equipos denominados transformadores de tensión. Estos equipos tienen las siguientes finalidades:

- Aislar el circuito de baja tensión (secundario) del circuito de alta tensión (primario)
- Procurar que los efectos transitorios y de régimen permanente aplicados al circuito de alta tensión sean reproducidos lo más fielmente posible en el circuito de baja tensión.

En cuanto al tipo, los transformadores de tensión pueden ser: Transformadores inductivos (véase Figura. 2.6), divisores capacitivos (véase Figura. 2.7), divisores resistivos, divisores mixtos (capacitivo/resistivo).

Los transformadores inductivos pueden ser construidos para conexión fase –tierra (un polo aislado) o para conexión fase –fase (doble polo aislado); estos últimos se utilizan primordialmente en media tensión.

Los divisores resistivos y mixtos no se utilizan normalmente en sistemas de potencia, sino más bien en circuitos de prueba e investigación en laboratorio.

Para tensiones comprendidas entre 600 V y 72,5 kV los transformadores inductivos son predominantes. Para tensiones superiores a 72,5 kV y hasta 145 kV no existe

preferencia en la utilización, pero en sistemas donde se emplea comunicación por onda portadora, PLC, la utilización del divisor capacitivo se hace necesaria. Para tensiones superiores a 145 kV los divisores capacitivos son predominantes.

Para los transformadores de tensión no tenemos carga a alimentar por los servicios auxiliares, cabe mencionar que por motivos del cableado en baja tensión se requiere de una “caja de agrupamiento” para realizar el conexionado entre las cajas de bornes de las tres fases y así agruparlas para luego llevarlas en conjunto al edificio de control, esta caja de agrupamiento es instalada generalmente en la fase central (Fase S), las cargas correspondientes a esta caja de agrupamiento son:

- En corriente alterna, se alimenta el circuito de calefacción e iluminación de la caja de agrupamiento
- En corriente continua, no existe carga a alimentar

Esta caja de agrupamiento generalmente es fabricada de manera local y la potencia típica para el circuito de calefacción es 25 W en 220 VAC, así mismo para la iluminación dentro de esta caja son 8 W en 220 VAC.

#### **d) Transformador de Medida de Corriente**

Los transformadores de corriente son utilizados para efectuar las mediciones de corriente en sistemas eléctricos. Tienen su devanado primario conectado en serie con el circuito de alta tensión. La impedancia del transformador de corriente, vista desde el lado del devanado primario, es despreciable comparada con la del sistema en el cual estará instalado, aun si se tiene en cuenta la carga que se conecta en su secundario. En esta forma, la corriente que circulará en el primario de los transformadores de corriente está determinada por el circuito de potencia.

Para los transformadores de corriente al igual que los transformadores de tensión no tenemos carga a alimentar por los servicios auxiliares, cabe mencionar que por motivos del cableado en baja tensión se requiere de una “caja de agrupamiento” para realizar el conexionado entre las cajas de bornes de las tres fases y así agruparlas para luego llevarlas en conjunto al edificio de control, esta caja de agrupamiento es instalada generalmente en la fase central (Fase S), las cargas correspondientes a esta caja de agrupamiento son:

- En corriente alterna, se alimenta el circuito de calefacción e iluminación de la caja de agrupamiento
- En corriente continua, no existe carga a alimentar

Esta caja de agrupamiento generalmente es fabricada de manera local y la potencia

típica para el circuito de calefacción es 25 W en 220 VAC, así mismo para la iluminación dentro de esta caja son 8 W en 220 VAC.

#### e) **Bobinas de Bloqueo**

Las bobinas de bloqueo, normalmente conocidas como trampas de onda, son dispositivos que se conectan en serie en las líneas de alta tensión. Su impedancia, a la frecuencia asignada, debe ser despreciable, de tal forma que no perturbe la transmisión de energía; pero debe ser relativamente alta para cualquier banda de frecuencia utilizada para la comunicación por portadora. Por lo general, el rango de frecuencia utilizado para comunicación por portadora es de 30 kHz- 500 kHz.

La función principal de estos equipos es bloquear las señales transportadas en la portadora para que sólo pasen al equipo de comunicaciones y prevenir el paso de estas señales a la subestación.

Para este equipo, no tenemos cargas a ser alimentadas de energía eléctrica por el sistema de servicios auxiliares de la subestación.

#### f) **Pararrayos**

Los pararrayos son los elementos de protección de los equipos de las subestaciones contra sobretensiones. Inicialmente los pararrayos se fabricaban con descargadores y resistencias no lineales de carburo de silicio (SiC), pero en los últimos años han sido desplazados por pararrayos contruidos con resistencias no lineales de óxido de zinc (ZnO) sin descargadores.

Para este equipo, no tenemos cargas a ser alimentadas de energía eléctrica por el sistema de servicios auxiliares de la subestación.

#### g) **Equipo Compacto Híbrido**

Es la mayor innovación que se tiene actualmente para conformar subestaciones Híbridas que permitan reducción de espacios, la característica clave es su diseño compacto y modular que comprende varias funciones en un único módulo:

- Aisladores pasantes para conectar a uno o dos sistemas de barra de distribución
- Un interruptor
- Uno o más seccionador, seccionador de puesta a tierra combinados
- Un transformador de corriente

Todas estas funciones se encuentran dentro de un compartimiento común con gas SF<sub>6</sub>, completamente ensamblado, lo que reduce significativamente los requerimientos de espacio, obras civiles y tiempos de instalación. Este tipo de módulos puede aplicarse en la

ampliación de subestaciones existentes o en la implantación de nuevas subestaciones. El equipo compacto híbrido es equivalente a una bahía de alta tensión (véase Figura. 2.8).

Las cargas del equipo compacto híbrido que son alimentadas por el sistema de servicios auxiliares son:

- En corriente alterna, no existe carga a alimentar
- En corriente continua, se alimenta el motor del interruptor, el motor del seccionador y las bobinas de operación

Las potencias de estas cargas a alimentar se muestran en los datos de placa mostrados en el anexo D.

### **2.1.3 Sistemas Secundarios de una Subestación de Potencia**

#### **a) Sistemas de Control**

Un sistema de Control se define como un conjunto de dispositivos electrónicos inteligentes IEDs que permiten el control de los equipos del patio de llaves, de manera local en botoneras de equipos, de manera remota en el edificio de control o estación remota desde un centro de control centralizado en otra región o ciudad. Las subestaciones de potencia son completamente automatizadas y tienen todo el control unificado con un sistema SCADA en donde se puede tener control de maniobra de equipos, acceso a registros y monitoreo en tiempo real de los flujos de potencia, también es posible modificar ajustes de protección, todos estos accesos con niveles de seguridad.

La función principal de un sistema de control es supervisar, controlar, monitorear y operar la transmisión y distribución de la energía eléctrica, durante condiciones normales o de contingencia, el sistema permite flexibilizar la operación y en consecuencia asegurar la continuidad de la calidad del servicio de energía eléctrica.

El sistema de control tiene IEDs, tales como: unidades terminales remotas (RTU), servidores SCADA, relés controladores de bahía, switches, routers, etc, que están dentro de los tableros de control y protección ubicados en el edificio de control de la subestación.

Generalmente estos equipos de control requieren alimentación en corriente continua, siendo las tensiones utilizadas 110 V ó 125 V, 220 V ó 250 V; estas tensiones son seleccionadas tomando en cuenta criterios como uniformización de instalaciones existentes o normalización en caso de empresas corporativas.

#### **b) Sistemas de Protección**

Los esquemas de protección pueden variar de sistema a sistema, de acuerdo con los niveles de tensión, importancia de la instalación y prácticas de la empresa de transmisión.

El objetivo de un sistema de protección, consiste en reducir la influencia de una falla en el sistema, hasta el punto que no se afecte su funcionamiento o se produzca daños relativamente importantes en él, ni tampoco ponga en peligro seres humanos o animales.

Los sistemas de protección se clasifican de acuerdo con el equipo principal que protegen: transformadores de potencia, reactores, condensadores, barrajes y líneas de transmisión.

Al igual que el sistema de control, el sistema de protección tiene equipos electrónicos inteligentes tales como: relés de protección, controladores de bahía, alarmas, etc., que están dentro de los tableros de control y protección y ubicados en el edificio de control de la subestación

Generalmente estos equipos de protección requieren alimentación en corriente continua, siendo las tensiones utilizadas 110 V ó 125 V, 220 V ó 250 V; estas tensiones son seleccionadas tomando en cuenta criterios como uniformización de instalaciones existentes o normalización en caso de empresas corporativas.

#### **c) Sistema de medición**

El sistema de medición es un conjunto de IEDs que tienen el objetivo de medir el consumo de energía de todos los alimentadores y circuitos de una subestación; también proporcionan registros de parámetros eléctricos tales como: potencia activa y reactiva, corrientes, tensiones de fase y tierra, factor de potencia y en algunos casos registro de armónicos, que permiten monitorear y operar el sistema de potencia.

El sistema de medición tiene equipos electrónicos inteligentes que pueden ser dependiendo de los fabricantes: medidores ION, medidores Nexus, medidores Quantum, medidores Elster, etc.

Generalmente estos equipos de medición requieren alimentación en corriente continua, siendo las tensiones utilizadas 110 V ó 125 V, 220 V ó 250 V; estas tensiones son seleccionadas tomando en cuenta criterios como uniformización de instalaciones existentes o normalización en caso de empresas corporativas.

#### **d) Sistemas de Comunicaciones**

El sistema de comunicaciones entre subestaciones y el sistema interconectado nacional es fundamental para el sistema de tele protección, así como para la operación en tiempo real del sistema y así garantizar su funcionabilidad. El sistema de comunicaciones puede ser vía onda portadora, vía fibra óptica, radio, microondas o últimamente vía servicio dedicado de Satélite, para subestaciones de distribución inclusive se utiliza el

medio de comunicación vía GPRS, señal de celular dedicada, el cual permite también operar la subestación a menores costos.

El sistema de comunicaciones tiene equipos tales como: Trampa de onda, caja de acoplamiento, terminal de onda portadora, multiplexores, etc., que están dentro de los tableros de telecomunicaciones y ubicados en el edificio de control (sala de telecomunicaciones) de la subestación, todas las cargas a alimentar por los servicios auxiliares de la subestación para el funcionamiento del sistema de comunicaciones son en corriente continua en 48 V.

## **2.2 Sistema de Servicios Auxiliares**

Para el diseño del sistema de servicios auxiliares se deben considerar algunas condiciones estrechamente relacionadas con la instalación y operación de la subestación, tales como:

- Confiabilidad, la cual debe ser superior a la confiabilidad evaluada para la propia subestación.
- Cargas, se requiere definir, antes de dimensionar el sistema de servicios auxiliares, las cargas y sus consumos, definir las cargas propias para la operación de la subestación.
- Modularidad, la cual busca facilitar el crecimiento de la subestación sin requerir el cambio del sistema de servicios auxiliares.
- Flexibilidad, la cual busca optimizar las posibilidades topológicas de conexión del esquema.
- Simplicidad, la cual busca eliminar las complejidades operativas del esquema.
- Mantenibilidad, la cual pretende garantizar las facilidades de mantenimiento del esquema sin degradar la confiabilidad y flexibilidad del mismo.
- Optimización de costos.

La Confiabilidad del sistema y la continuidad en el suministro de energía se incrementa cuando se dispone de varias fuentes de alimentación de distinto origen, provistas con medios de conmutación manual o automática. Debe compararse el costo de una buena confiabilidad con el costo del tiempo fuera de servicios del sistema de servicios auxiliares y el consecuente efecto sobre el sistema de potencia y la subestación. El punto en el que se logre el equilibrio entre confiabilidad, flexibilidad, simplicidad de equipos (facilidad de mantenimiento y operación) y costo, será el punto óptimo desde el punto de vista técnico –económico.

Normalmente, en las subestaciones se disponen sistemas de servicios auxiliares de Corriente alterna y de corriente continua. El primero, para alimentar las cargas de mayores consumos, tales como ventilaciones y bombas de equipos de patio y transformación, sistemas complementarios de la subestación: iluminación, sistemas contra incendio, instalaciones eléctricas de edificios, sistemas de seguridad, aire acondicionado, bombas etc., así como fuente para los sistemas de corriente continua. Estos últimos, utilizando las baterías como respaldo, son un sistema de mayor confiabilidad, encargado de alimentar los sistemas secundarios de la subestación: protección, control, medida y comunicaciones.

En los sistemas de corriente alterna es frecuente hablar de cargas denominadas esenciales y de cargas no esenciales. Las primeras, como su nombre lo indica, son cargas vitales para la operación de la subestación y requieren continuidad de alimentación alta en el suministro.

### 2.2.1 Niveles y Límites de Tensión

De acuerdo con el numeral 4.8 de la norma IEC 60694 (2002), la tensión asignada de los elementos de cierre y apertura de los equipos de maniobra y la tensión asignada de los circuitos auxiliares, deben ser entendidas como la tensión medida en los terminales de los aparatos durante su operación, incluyendo las resistencias auxiliares o accesorios requeridos por el fabricante e instalados en serie con él, pero no se incluye los conductores de conexión a la fuente.

Los valores de tensión para los sistemas de servicios auxiliares en alterna y continua deben ser elegidos entre los que se indican en la Tabla N°. 2.1 y Tabla N°. 2.2 [IEC 60694 (2002)].

**Tabla N°. 2.1 Tensión corriente alterna [2]**

<b>Sistemas trifásicos, 3 hilos o 4 hilos [V]</b>	<b>Sistemas monofásicos, 3 hilos [V]</b>	<b>Sistemas monofásicos , 2 hilos [V]</b>
-	120/240	120
120/208	-	120
(220/380)	-	(220)
230/400	-	230
(240/415)	-	(240)
277/480	-	277
347/600	-	347

Notas:

Los valores más bajos en la primera y la segunda columnas son las tensiones a neutro y los valores más altos son las tensiones entre fases.

El valor 230/400 V será en el futuro el único valor normalizado de la IEC 60694 (2002) y en sistemas nuevos se recomienda su adopción.

**Tabla N°. 2.2** Tensión corriente continua [2]

V
24
48
60
110 ó 125
220 ó 250

De acuerdo con la norma ANSI C84.1 (2001), para los sistemas de corriente alterna se definen las tensiones nominales indicadas en la Tabla N°. 2.3.

**Tabla N°. 2.3** Tensión corriente alterna [2]

Sistemas trifásicos de 3 ó 4 hilos [V]	Sistemas monofásicos de 2 ó 3 hilos [V]
-	120
120/208	-
-	120/240
127/220	-
220	-
277/480	-
480	-

### 2.2.2 Fuentes de Alimentación de los Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares están relacionados con la red de potencia, ya que la fuente principal de su alimentación se toma de niveles de media tensión de corriente alterna, los cuales a su vez, en la mayoría de los casos, dependen también de la red de alta tensión. De acuerdo con la ubicación de la subestación en el sistema, se pueden presentar los siguientes casos:

- Subestación en extremo de central de generación: en esta, lo habitual es que los servicios auxiliares de la subestación estén interconectados con los de la central; sin

embargo, puede presentarse que se requiera alimentar desde fuentes externas.

- Subestación en extremo de carga, lo ideal es contar con una fuente externa independiente y confiable en media tensión, en la mayoría de casos se toma como fuente la barra en media tensión de la subestación la cual es alimentada por uno de los devanados del transformador de potencia.
- Subestación en punto intermedio de línea de transmisión (puede ser de maniobra o transformación): en estos casos puede que no se disponga de fuentes externas cercanas por lo que se debe recurrir a instalaciones basadas en alimentaciones con grupos electrógenos, en caso fuera una subestación de transformación se toma como fuente uno de los devanados del transformador de potencia (devanado de compensación).

### **2.3 Diagrama Unifilar Típico del Sistema Emergencia de Servicios Auxiliares**

En una subestación de potencia el sistema de emergencia de los servicios auxiliares, consta básicamente de:

- Grupo electrógeno de emergencia
- Fuentes de alimentación
- Tablero de transferencia automática de las fuentes (en caso exista varias fuentes de alimentación para los servicios auxiliares)
- Tablero de transferencia automática de emergencia
- Tablero de cargas esenciales
- Tablero de cargas no esenciales

En la figura 2.9 se puede observar un esquema típico de un sistema de emergencia, en el cual se puede ver el tablero de cargas esenciales que puede ser alimentado por el grupo electrógeno de emergencia y por el “Tablero de cargas no esenciales”, en condiciones normales el tablero de cargas esenciales es alimentado por el “tablero de cargas no esenciales” mediante el tablero de “transferencia automática de emergencia”.

En situaciones de emergencia (pérdida de energía del suministró principal), el grupo electrógeno de emergencia solo alimenta al “tablero de cargas esenciales” mediante el “tablero de transferencia automática de emergencia”, para así garantizar la continuidad con la alimentación de energía eléctrica al tablero de cargas esenciales.

Asimismo, observar la comunicación que existe entre el “tablero de transferencia automática de emergencia” y el “panel de Control del grupo electrógeno de emergencia”, este intercambio de señales hace posible el arranque y parada automática del grupo de

emergencia.

## **2.4 Consideraciones sobre el Grupo Electrónico de Emergencia**

Normalmente, los grupos electrónicos se utilizan como suministro de emergencia o de respaldo a otras fuentes de alimentación para garantizar la correcta operación del sistema; sin embargo, en algunos casos pocos frecuentes, puede presentarse el caso de requerir su instalación como fuente principal de alimentación.

En las subestaciones de potencia, los grupos electrónicos de emergencia se utilizan como fuente auxiliar de suministro de energía para así garantizar la correcta operación del sistema de servicios auxiliares. El grupo Electrónico de emergencia es uno de los elementos más importantes del sistema de emergencia de servicios auxiliares, ya que este será el elemento que proveerá de energía eléctrica necesaria para mantener las cargas del “tablero de cargas esenciales” operando.

La capacidad nominal requerida del grupo electrónico de emergencia es determinada por las cargas esenciales, considerando el tipo de cargas, tipo de arranque de los motores y secuencia de toma de las cargas esenciales.

Para obtener un correcto funcionamiento del sistema de emergencia, se tiene las siguientes consideraciones sobre el grupo electrónico:

- Tipo de grupo electrónico
- Sistema y tipo de combustible del grupo electrónico
- Caída de voltaje y frecuencia permitida

### **2.4.1 Tipo de Grupo Electrónico**

Existen tres tipos de grupos electrónicos según su régimen de trabajo:

- Grupo electrónico de emergencia, para situaciones de emergencia en caso de cortes del suministro eléctrico (fuente principal); este tipo de régimen de trabajo tiene las siguientes características: funcionamiento hasta 500 horas por año con carga variable, recomendación para trabajar al 80% de su capacidad nominal, no aplica sobre carga y no es recomendable para situaciones en paralelo.
- Grupo electrónico principal, para situaciones de suministro de energía temporal; este tipo de régimen de trabajo tiene las siguientes características: funcionamiento superior a 500 horas por año con carga variable, recomendación para trabajar en el rango del 30% al 70 % de su capacidad nominal, aplica sobre carga del 10 % (en intervalos de 1 hora por 12 horas) y recomendable para soluciones en paralelo.
- Grupo electrónico de carga base, el cual tiene las siguientes características:

funcionamiento sin límite de horas por año con carga constante, se recomienda funcionamiento al 100% de la capacidad nominal, no aplica la capacidad de sobrecarga y recomendable para soluciones en paralelo.

El tipo de grupo electrógeno utilizado casi siempre en las subestaciones de potencia es el tipo de “emergencia”. El motivo de esto es que el sistema de servicios auxiliares está relacionado con la red de potencia, ya que la fuente principal de su alimentación se toma de niveles de media tensión de corriente alterna, los cuales a su vez, en la mayoría de los casos, dependen también de la red de alta tensión. Por lo tanto se usa los grupos electrógenos en los sistemas de emergencia de los servicios auxiliares de las subestaciones de potencia para garantizar la continuidad de la alimentación con energía eléctrica al tablero de cargas esenciales.

#### **2.4.2 Sistema y Tipo de Combustible del Grupo Electrónico**

El sistema de combustible deberá incluir un estanque de uso diario para el funcionamiento del grupo electrógeno, soportes para su instalación, indicador de nivel y sistema de alarma.

Deberá incluir además una bomba manual para llenado del tanque diario, así como tuberías rígidas y flexibles, filtros, válvulas y accesorios necesarios para los circuitos de alimentación y retorno de combustible entre el tanque y el motor y entre el tanque de uso diario y el tanque de almacenamiento, se recomienda considerar tanque de almacenamiento dependiendo del lugar, la inaccesibilidad y la autonomía que se requiera para poder reabastecer de combustible rápidamente al grupo electrógeno.

El tipo de combustible del motor del grupo electrógeno puede ser: a gasolina, diésel, gas o biocombustible. El grupo electrógeno en las subestaciones usa Diésel como combustible, por lo que también se denomina planta diésel.

#### **2.4.3 Caída de Voltaje y Frecuencia permitida**

Para el dimensionamiento del grupo de emergencia, todas las cargas tienen especificadas cuales son los valores de caída de voltaje que soportan, una vez identificados estos valores deben ser ingresados como datos de entrada en el programa que selecciona el grupo. De igual manera en el caso de la frecuencia las cargas tienen especificadas sus valores de variación de frecuencia que pueden soportar.

A manera de verificación sobre el grupo seleccionado para un determinado tipo de cargas, usaremos la norma ISO 8528 la cual agrupa las cargas para luego asignar un cuadro de valores permisibles en caídas de tensión y frecuencia que tendrá que garantizar el grupo

electrógeno.

La forma como los grupos están clasificados dependiendo del tipo de cargas a alimentar están mostrados en la Tabla N°. 2.4, y las características de cada grupo están mostrados en la Tabla N°. 2.5

**Tabla N°. 2.4 Grupos de cargas según ISO [5]**

G1	Requerido por aplicaciones donde las cargas conectadas son tales que solo parámetros básicos de voltaje y frecuencia necesitan ser especificados	Aplicaciones para propósitos generales como iluminación y otras cargas eléctricas
G2	Requerido por aplicaciones donde las cargas tienen requerimientos de voltaje que normalmente son los suministrados por el sistema comercial de energía. Cuando los cambios de carga, generan cambios en voltaje y frecuencia aceptables.	Sistemas de iluminación, bombas, ventiladores y grúas.
G3	Requerido por aplicaciones donde las cargas tienen requerimientos de voltaje y frecuencia que podrían no ser suministrados por el sistema comercial de energía.	Equipos de telecomunicaciones
G4	Requerido por aplicaciones donde las cargas tienen requerimientos de voltaje y frecuencia muy exigentes y que probablemente no puedan ser suministrados por el sistema comercial de energía.	Procesamiento de datos y equipos de cómputo.

**Tabla N°. 2.5 Cuadro de tolerancias de voltaje y frecuencia según ISO [6]**

	Clase G1	Clase G2	Clase G3	Clase G4
Frecuencia (%) Aceptada	-15	-10	-7	AMC
Frecuencia (%) En rechazo	18	12	10	AMC
Voltaje (%) Aceptada	-25	-20	-15	AMC
Voltaje (%) En rechazo	35	25	20	AMC
Tiempo en segundos	5	5	3	AMC

AMC: Acuerdo entre el proveedor y el cliente.

Observando la Tabla N°. 2.4 y la Tabla N°. 2.5, vemos que las cargas del tablero de cargas esenciales están en el grupo G2, ya que se tienen cargas como iluminación, ventiladores, cargador de baterías, etc.

## 2.5 Consideraciones sobre el Tablero de Transferencia

En el mercado se tiene dos tipos de interruptores de transferencia que pueden ser

utilizados para realizar la transferencia de carga:

- Los ATS , interruptores de transferencia automática
- Los MTS , interruptores de transferencia manual

Para realizar la transferencia de carga en los sistemas de servicios auxiliares de emergencia en las subestaciones de potencia se usan los interruptores de transferencia automática “ATC” debido a que las cargas (“cargas esenciales”), necesitan una respuesta rápida. Los interruptores de transferencia automática utilizados en las subestaciones de potencia están conformados por un módulo de transferencia que actúa sobre los motores de mando de los interruptores de caja moldeada. Cabe resaltar que en una situación de pérdida de energía eléctrica del sistema de servicios auxiliares, las cargas a los que los operadores les prestarían más atención dada su importancia son las conectadas a los cargadores de batería, motor conmutador bajo carga del transformador de potencia y la calefacción e iluminación para los equipos de patios y tableros.

En situaciones de emergencia, el grupo de emergencia alimentará el Tablero de cargas esenciales usando un Tablero Intermedio (tablero de transferencia automática de emergencia) tal y como lo muestra la figura 2.9. El cual este Tablero de transferencia automática de emergencia permitirá la partida y detención del grupo eléctrico.

## **2.6 Consideraciones sobre el Tablero de Cargas Esenciales**

Usualmente en las subestaciones de potencia donde se utilizarán grupos de emergencia, para el diseño del sistema de servicios auxiliares centralizamos las cargas que serán alimentadas en dos Tableros:

- Tablero de cargas esenciales
- Tablero de cargas no esenciales

El Tablero de cargas esenciales es el tablero que centraliza todas las cargas esenciales.

Este tablero puede ser de interruptores termomagnéticos tipo riel din ó caja moldeada (tiene mayor poder de ruptura que los riel din) el tipo de interruptor a usar dependerá de la corriente de cortocircuito que se tendrá en la barra del tablero.

## **2.7 Consideraciones sobre las Cargas Esenciales**

Dado que el tamaño del grupo eléctrico depende del tipo de carga que va a alimentar, así como de su tipo y secuencia de toma de carga, se necesita identificar el tipo de carga correctamente. Los tipos de cargas esenciales típicos en la subestación son los siguientes:

- Cargador de Baterías
- Motor conmutador bajo carga del transformador de potencia
- Motores de los ventiladores del transformador de potencia
- Calefacción e iluminación para los equipos de patios y tableros
- Motor del extractor de aire de la sala de baterías
- Tablero de iluminación del edificio de control

En las subestaciones de potencia las cargas esenciales más importantes son: el cargador de baterías, utilizados para alimentar los sistemas de control, protección y comunicaciones de la subestación además se utiliza como respaldo para esta carga los bancos de baterías. Las otras cargas esenciales más comunes son: motor conmutador bajo carga del transformador de potencia, motores de los ventiladores del transformador de potencia, calefacción e iluminación para los equipos de patios y tableros y el tablero de iluminación del edificio de control.

Tener identificado el tipo de carga es muy importante para el grupo electrógeno, ya que de esa manera se puede predecir el comportamiento que tendrá la carga en régimen estable y en los transitorios.

Siendo la carga más común en los sistemas de emergencia los motores los cuales su potencia de cada motor no pasa de 1HP en las subestaciones de potencia, hay dos características muy importantes que debemos considerar y son:

- Tipo de arranque de motores
- Secuencia de toma de cargas esenciales

### **2.7.1 Tipo de Arranque de Motores**

En general, el tipo de arranque de los motores es una característica que hace variar el tamaño de los grupos electrógenos, y esto se debe a la corriente de arranque, que a su vez afecta a la potencia requerida por el motor en su arranque, potencia que deberá ser suministrada por el grupo electrógeno. Los tipos de arranque más comunes son:

- Arrancador suave
- Arranque directo
- Autotransformador , TAP al 50 %
- Autotransformador , TAP al 65 %
- Autotransformador , TAP al 80 %
- Estrella Triángulo
- Reactancia

- Variador
- Resistencia

Para nuestro caso en las subestaciones de potencia estos motores son de potencia muy baja por el cual el tipo de arranque usado es el tipo directo.

### **2.7.2 Secuencia de Toma de Cargas Esenciales**

En general, la secuencia de toma de carga es algo que va afectar al grupo electrógeno directamente, ya que cuando el grupo electrógeno asume carga, se reduce la velocidad del motor del grupo electrógeno, esto conlleva a una caída en la tensión y frecuencia, mientras más grande sea la carga la caída de tensión es más brusca.

Para las subestaciones de potencia en situaciones de emergencia para garantizar la correcta operación del sistema la secuencia de toma de cargas esenciales debe ser 1 ,lo que quiere decir que existe la posibilidad después que entre en servicio el grupo electrógeno se deba alimentar a todas las cargas esenciales de forma inmediata.

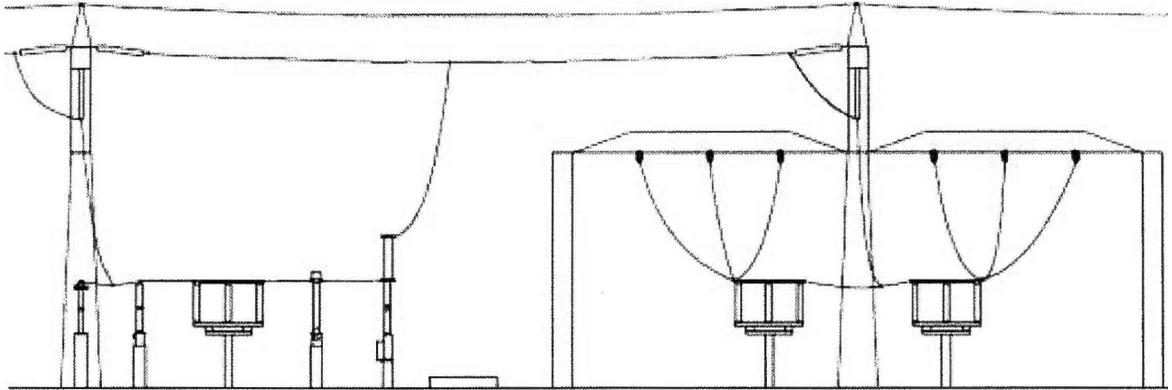
### **2.8 Operación requerida del Sistema de Emergencia**

La operación requerida es la siguiente, en caso de que el alimentador de energía eléctrica del sistema de servicios auxiliares falle, lo que sucederá es que todas las cargas conectadas al “tablero de cargas esenciales” y al “tablero de cargas no esenciales” perderán energía eléctrica, inmediatamente el tablero de transferencia automática de emergencia por medio de su módulo de transferencia detecta la falta de tensión en la llegada del alimentador acto seguido envía una señal de “on” al grupo electrógeno que lo manda a entrar en proceso de arranque y luego este módulo opera sobre los motores de los interruptores de caja moldeada del tablero de transferencia automática de emergencia que realizaran la transferencia de carga (el grupo electrógeno solo alimentara el Tablero de cargas esenciales).

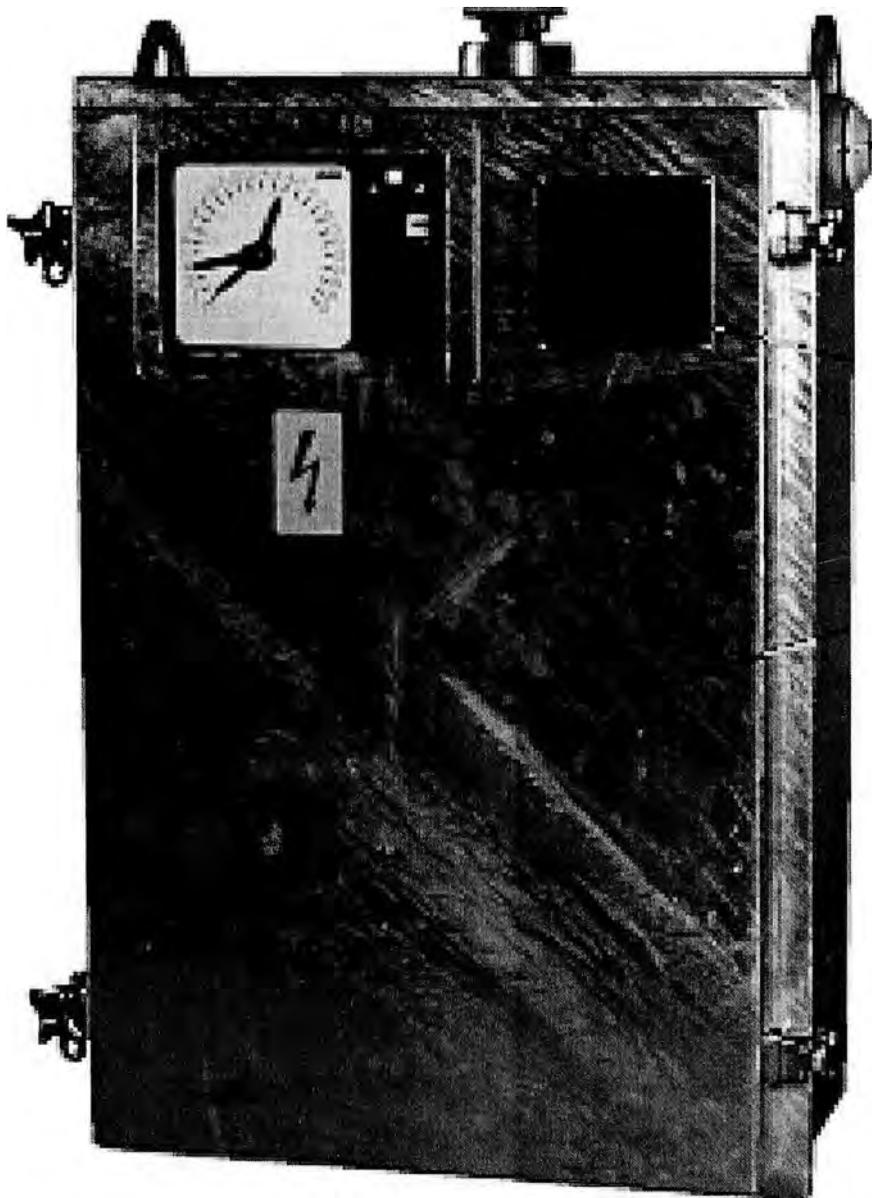
Cuando la energía eléctrica es restablecida en el alimentador de energía eléctrica del sistema de servicios auxiliares, lo que sucederá inmediatamente es que el módulo de transferencia automática detecta que existe tensión en la llegada del alimentador envía una señal de “off” al grupo electrógeno que entrara en proceso de parada y luego este módulo opera sobre los motores de los interruptores de caja moldeada del Tablero de transferencia automática de emergencia para realizar la transferencia de carga (el tablero de cargas esenciales y el tablero de cargas no esenciales será alimentado por el alimentador de energía eléctrica).

La función principal del tablero de transferencia automática de emergencia es no

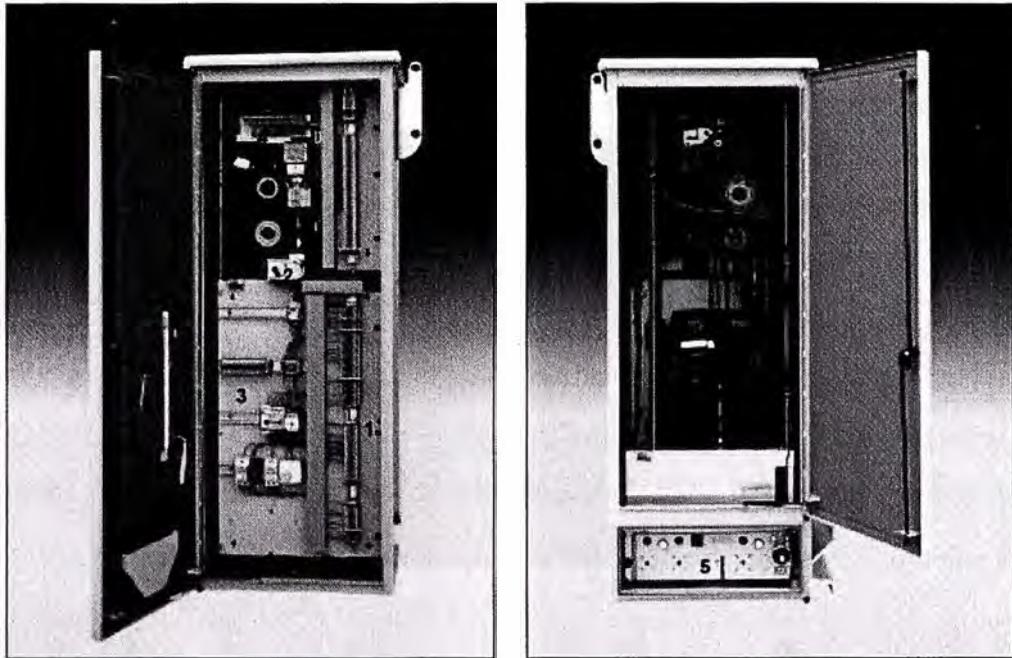
dejar sin energía eléctrica al “tablero de cargas esenciales”.



**Figura 2.1** Corte de una subestación – Configuración doble barra



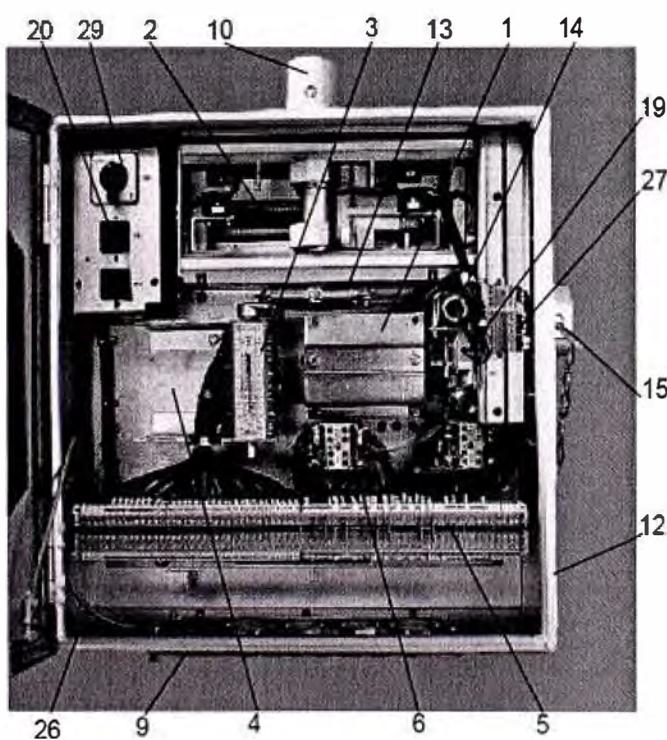
**Figura 2.2** Mecanismo del conmutador bajo carga-Transformador de Potencia



Puerta trasera abierta	
1	Bloques de terminales
2	Enclavamiento para carga manual del resorte
3	Equipamiento de control
4	Contactos auxiliares

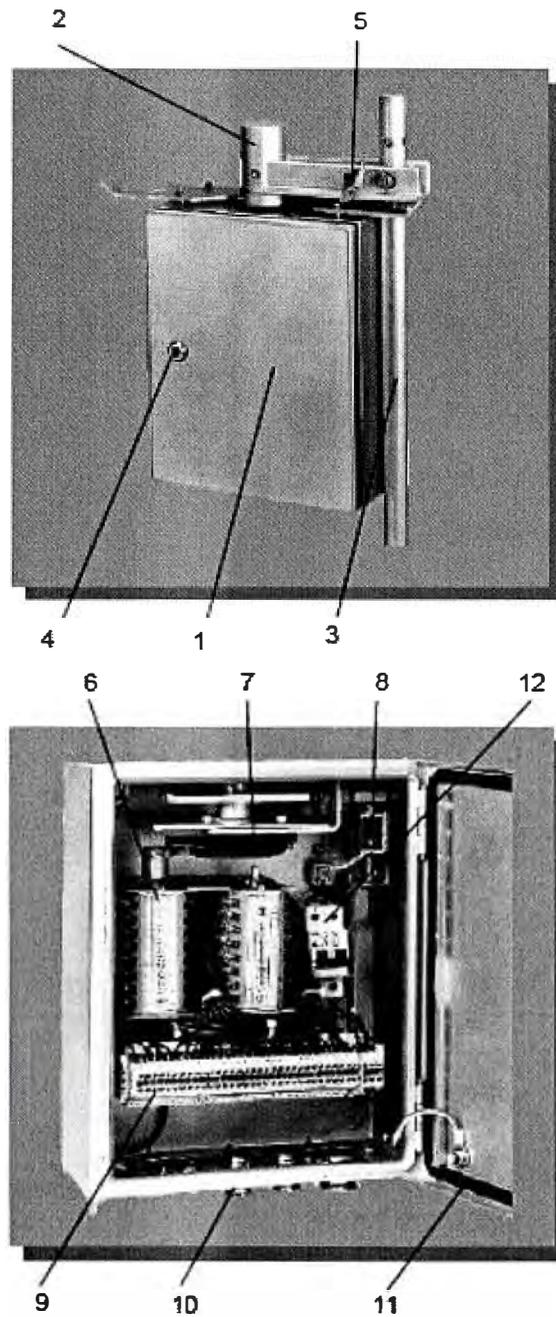
Puerta frontal abierta	
5	Panel de operación

Figura 2.3 Mecanismo de operación con resorte tipo BLG-Interruptor de Potencia



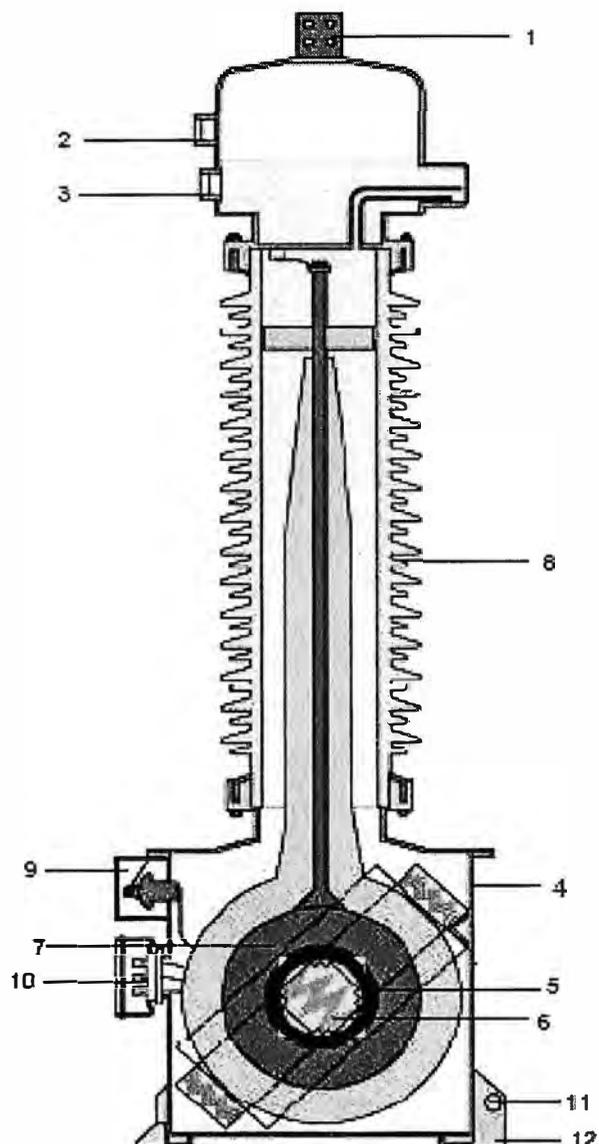
1	Motor (con cubierta)
2	Eje de operación
3	Interruptor de piloto
4	Placa o montaje
5	Zona de terminales
6	Control del contactor
9	Brida para cables (con tapones de cierre y punto de conexión de puesta a tierra)
10	Eje de operación
12	Caja
13	Disco para control
14	Contacto de seguridad
15	Abierta para operación de emergencia
19	Imán para bloqueos
20	Botón para presionar
26	Conexión para tierra flexible
27	Adaptador de enchufe
29	Conmutador

Figura 2.4 Mecanismo de operación motor MT 50 y MT 100-Seccionador de Potencia



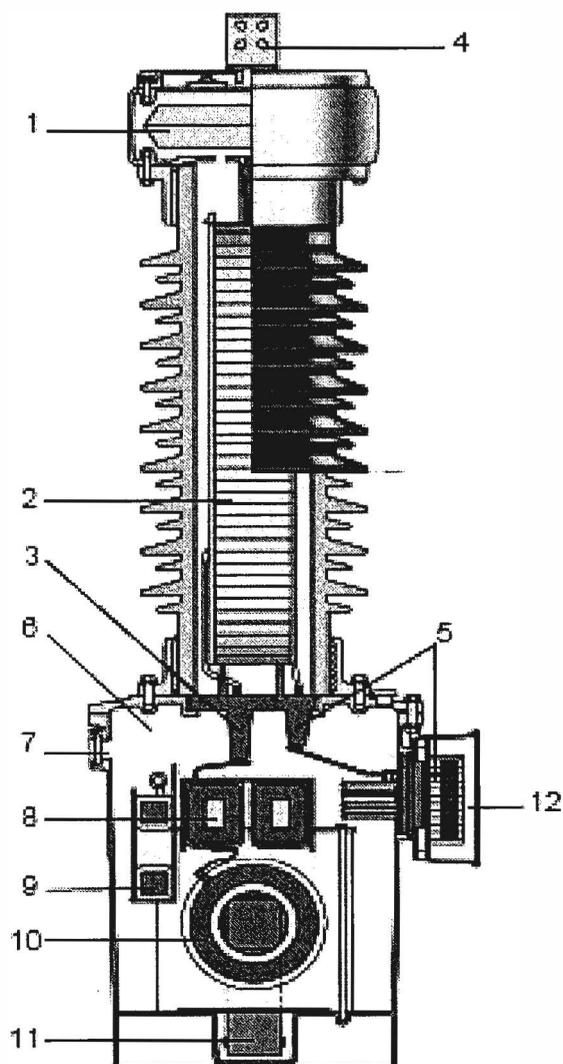
1	Caja
2	Eje de acoplamiento
3	Palanca de operación manual
4	Cerradura
5	Candado
6	Interruptores
7	Disco para control
8	Imán para bloqueos
9	Zona de terminales
10	Pasacables
11	Empaquetadura
12	Equipamiento automático (opcional)

**Figura 2.5** Mecanismo de operación manual HA 31-80-Seccionador de Potencia



Transformador de tensión EMFC 145	
1	Terminal primario
2	Mirilla de referencia
3	Mirilla de nivel de aceite
4	Cuba
5	Arrollamientos secundarios
6	Núcleo
7	Arrollamiento primario
8	Aislador
9	Terminal de extremo neutro
10	Caja de terminales secundarios
11	Orejera para izar
12	Conexión a tierra

**Figura 2.6** Transformador de tensión tipo Inductivo



<b>Divisor de tensión del capacitor CSA ó CSB</b>	
1	Sistema de expansión
2	Elemento capacitivo
3	Buje de tensión intermedio
4	Terminal primario
5	Terminal de baja tensión (para uso de onda portadora)

<b>Unidad electromecánica EOA ó EOB</b>	
6	Cochón de gas
7	Cristal para el nivel de aceite
8	Reactor de compensación
9	Circuito ferresonante amortiguación
10	Devanados primarios y secundarios
11	Núcleo
12	Caja de terminales

**Figura 2.7** Transformador de tensión tipo Capacitivo

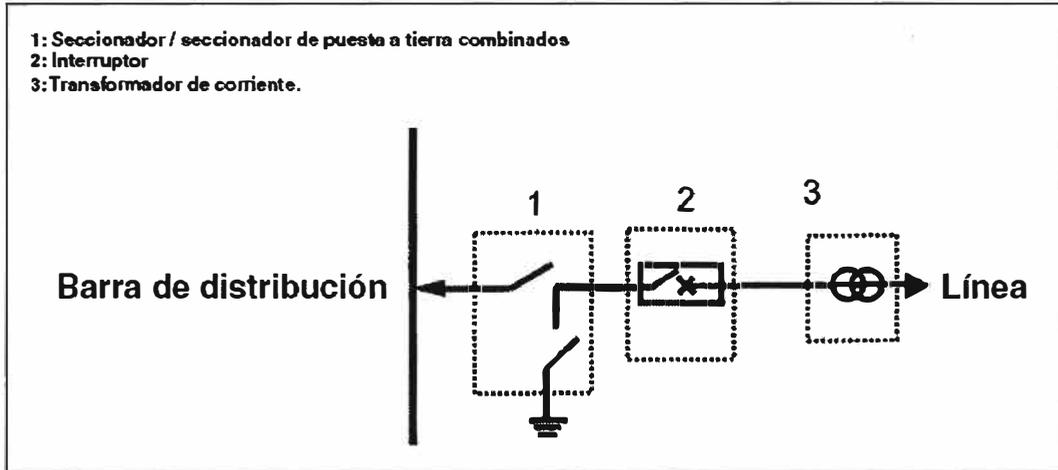


Figura 2.8 Equipo Compacto Híbrido en su configuración estándar

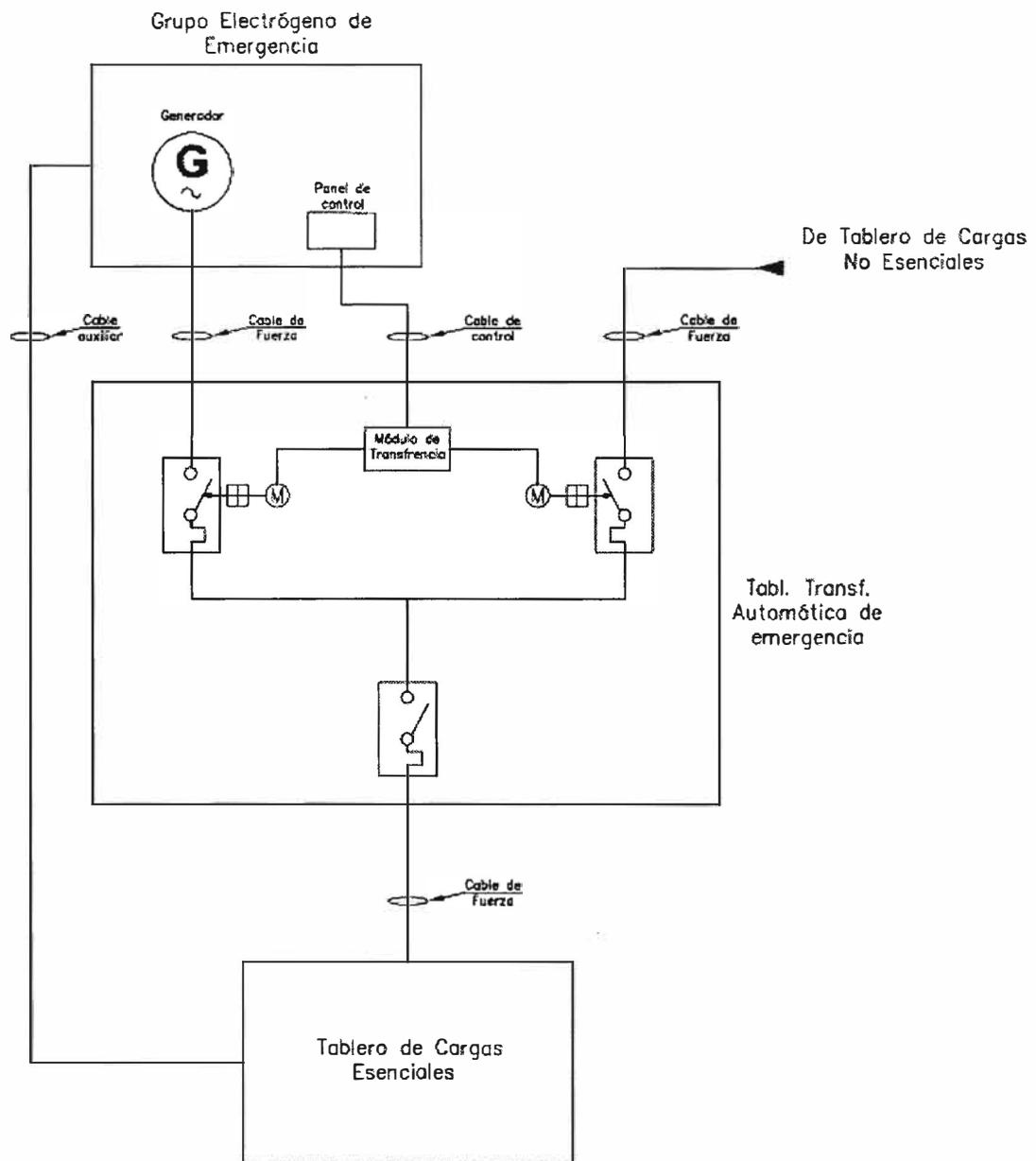


Figura 2.9 Esquema típico de un sistema emergencia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA CARGAS ESENCIALES Y DIMENSIONAMIENTO**

#### **3.1 Cargas Esenciales**

Estas cargas son las que se ubican dentro del tablero de cargas esenciales y son las que necesitan tener al grupo de emergencia como respaldo a su alimentador principal de energía eléctrica.

##### **3.1.1 Cargador de baterías**

El cargador de baterías, es un convertidor que toma potencia normal de la red de corriente alterna y la convierte en corriente continua, de modo que sea la fuente de todas las cargas en corriente continua del sistema de servicios auxiliares y a su vez pueda cargar los bancos de baterías que pueden ser de plomo ácido ó las de níquel – cadmio (secas).

Las cargas en corriente continua que son alimentados por el cargador de baterías que corresponden a los sistemas de control, protección, medición, mandos y motores de accionamientos de los equipos de patio, comúnmente son:

- Alimentación de los tableros de control, protección y medición
- Motor del interruptor de potencia
- Motor y mando del seccionador de potencia
- Mando del interruptor de potencia
- Motores de las celdas de media tensión tipo interior

Las tensiones de servicio pueden darse entre 110 V ó 125 V, 220 V ó 250 V dependiendo del cliente.

Además, se tiene también otras cargas que corresponden a los sistemas de comunicaciones, las cuales pueden tener tensiones de servicio entre 24 V, 48 V y 60 V dependiendo del cliente, estas cargas comúnmente son:

- Alimentación de los tableros de comunicaciones
- Alimentación del tablero de la RTU

Los cargadores de baterías comúnmente son de 6 pulsos y utilizan filtros, este detalle será necesario tener en cuenta para el momento de dimensionar el grupo electrógeno. (Véase Figura 3.1)

### **3.1.2 Motor Conmutador Bajo Carga del Transformador de Potencia**

Este motor es el encargado de realizar los cambios de los taps en el devanado de alta tensión del transformador de potencia en forma automática para así regular los niveles de tensión a valores establecidos, garantizando así la operación de la subestación de potencia, por este motivo es necesario que este motor esté conectado al tablero de cargas esenciales.

Este motor usualmente su potencia no pasa de 1HP (son de potencias pequeñas). Un aspecto importante a resaltar en estos motores que se operan en arranques directos, debido a que son de una potencia pequeña. Este detalle es importante para hacerlo notar al momento del dimensionamiento del grupo electrógeno. (Véase Figura 3.2)

### **3.1.3 Motor ventilador del Transformador de Potencia**

Este motor tiene la función de dar ventilación por aire forzado a los radiadores de refrigeración del transformador de potencia, el número de motores para los ventiladores depende del tamaño del transformador de potencia, los transformadores que tienen esta característica son del tipo ONAF (enfriamiento natural por aceite y por aire forzado). En la operación de la subestación de potencia en momentos se requiere aumentar la potencia a transformar por el transformador excediendo así la potencia nominal en ONAN (enfriamiento natural por aceite y por aire natural), es en esta situación en la cual el transformador entra a operar en ONAF, por este motivo es necesario que este motor esté conectado al tablero de cargas esenciales.

Este motor usualmente es de 0.5HP a 0.8HP. Un aspecto importante a resaltar en estos motores que se operan en arranques directos, debido a que son de una potencia pequeña. Este detalle es importante para hacerlo notar al momento del dimensionamiento del grupo electrógeno.

### **3.1.4 Calefacción para los equipos de patio y tableros**

La calefacción es utilizada para mantener una temperatura fija (temperatura solicitada por el fabricante) en los equipos y tableros.

Mantener la temperatura para algunos equipos o tableros es un requisito solicitado por el fabricante para el correcto funcionamiento de estos, es este el motivo por el cual esta carga debe estar conectada al tablero de cargas esenciales.

La calefacción para cada equipo puede ser de 25W, 70W y 140W este valor está indicado en la data técnica del fabricante de los equipos o tableros.

### **3.1.5 Motor del extractor de aire de la sala de baterías**

Este motor es utilizado para la extracción de aire de la sala de baterías, con el objetivo de renovar el aire y dar la ventilación en esta sala.

De acuerdo a lo mencionado en la sección 14 del código nacional de electricidad suministro, menciona que el área de las baterías deberá estar ventilada ya sea mediante un sistema de ventilación natural o accionado por motor, es por este motivo que esta carga debe estar conectada al tablero de cargas esenciales.

Este motor usualmente es de 0.5HP a 1HP. Un aspecto importante a resaltar en estos motores que se operan en arranques directos debidos a que son de una potencia pequeña. Este detalle es importante para hacerlo notar al momento del dimensionamiento del grupo electrógeno.

### **3.1.6 Tablero de Iluminación del Edificio de Control**

A este tablero van conectados los circuitos de iluminación del edificio de control. El voltaje en estos circuitos es 220 Vac, también puede ser 380/220 V distribuido. Es un requerimiento de seguridad que este tablero esté conectado al tablero de cargas esenciales.

### **3.1.7 Consideraciones especiales**

Las cargas listadas anteriormente son las cargas esenciales típicas en los sistemas de servicios auxiliares, y dado que son solo las más usuales, se recomienda siempre hacer una revisión general de todas las cargas del sistema de servicios auxiliares para asegurarnos de que hemos considerado todas las cargas esenciales en nuestro tablero de cargas esenciales.

Entre las cargas poco comunes destacan las siguientes:

- Motor (0.5 HP) de la bomba para el sistema de agua potable del edificio de control, tenemos 02 sistemas más usados para el edificio de control: el sistema por gravedad (tanque elevado) y el sistema hidroneumático (tanque hidroneumático)
- Aire acondicionado de la sala de tableros
- Aire acondicionado de la sala de telecomunicaciones
- Iluminación patio de llaves
- Iluminación para el cerco perimétrico de la subestación
- Tablero de tomacorrientes del edificio de control
- Terma eléctrica

### **3.2 Dimensionamiento del Grupo Electrónico de Emergencia**

Para dimensionar el grupo electrónico se puede utilizar varios programas u hojas de Cálculo. En este informe se muestra el uso del programa “Electric Power SpecSizer” de “Caterpillar”. Para realizar el dimensionamiento del grupo electrónico de emergencia se considera la potencia nominal de las cargas a alimentar, la caída de tensión y la caída de frecuencia y algo importante se considera que todas las cargas esenciales pueden ser utilizadas en un mismo tiempo (en un paso) de esta manera se garantiza la alimentación de energía eléctrica a las cargas en cualquier instante de tiempo. Como resultado final se obtiene el grupo de emergencia que mejor se adapta a los requerimientos de la subestación de potencia.

#### **3.2.1 Ingreso de las cargas**

Al ingresar las cargas en el programa, se tiene que indicar el tipo de carga a ingresar, adicionalmente si fuera el caso del cargador de baterías del valor porcentual de caída de tensión y de frecuencia admisible para este equipo.

El dimensionamiento del grupo electrónico para subestaciones de potencia depende mucho de los valores porcentuales de caída de tensión y de frecuencia requerida para los cargadores de baterías. Si se llegara a comprar un cargador de baterías con altos valores porcentuales esto nos beneficia al dimensionar el grupo de emergencia, ya que podremos obtener un grupo de menor capacidad, y por ende de menor costo.

En la figura 3.3 se puede observar como el programa calcula para un motor de 1HP en arranque directo, la potencia de arranque requerida.

En el caso de los motores trifásicos, estas cargas tal vez sean las que hay en mayor cantidad que los cargadores de baterías pero no determinan la capacidad del grupo de emergencia debido a la pequeña potencia de estos motores. Al ingresar estas cargas, el programa realiza un cálculo de la corriente de arranque basado en la potencia del motor y del método de arranque, adicionalmente a esto, se debe saber que el programa considera la opción de distintos métodos de arranque, en nuestro caso los arranques que más utilizamos son “en línea directa” (arranque directo).

En la figura 3.4 y en la figura 3.5 se pueden observar la información a cargar en el programa para los cargadores de baterías y cargas resistivas respectivamente.

#### **3.2.2 Selección de la secuencia de arranque**

Como se mencionó anteriormente, se considera el caso más crítico el momento en el cual tengamos la necesidad de utilizar todas las cargas esenciales en el mismo tiempo,

debido a esta necesidad es que usualmente utilizamos el paso 1.

En la figura 3.6 se muestra el ejemplo de una secuencia de arranque de 1 paso, con 7 cargas.

### 3.2.3 Análisis del resultado

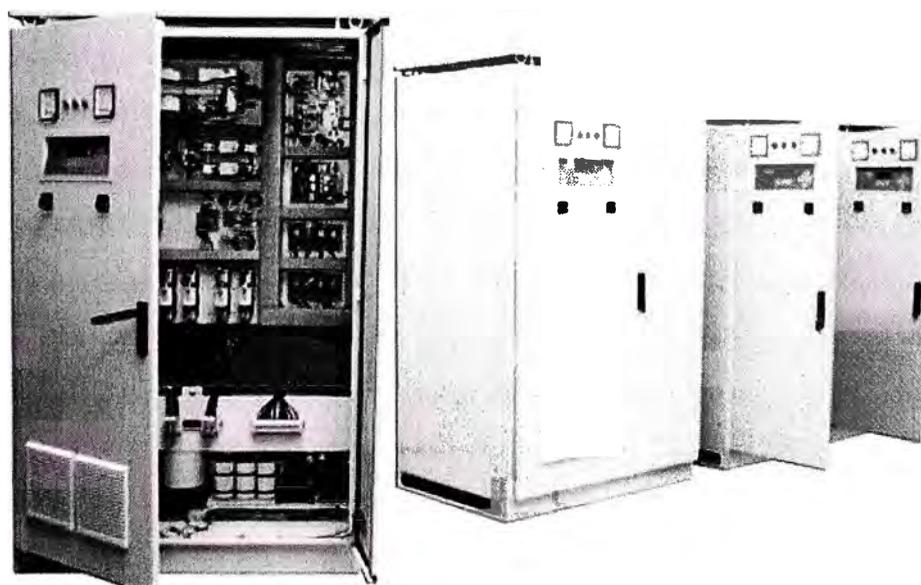
Con la información de las cargas ingresadas, el programa realiza la selección del grupo de emergencia que más se ajusta a nuestra necesidad, la figura 3.7 muestra una lista de grupos electrógenos y la selección que hizo el programa, a modo de ejemplo.

Como información adicional, puesto que las características ambientales como altitud y temperatura de ambiente son diferentes dependiendo del lugar donde se instalará el grupo, el programa también muestra la capacidad corregida de los grupos electrógenos que tendría si son instalados en diferentes lugares.

Asimismo el programa nos brinda un resumen técnico del grupo electrógeno que seleccionamos como lo muestra la figura 3.8.

Cabe resaltar que el programa nos sugiere el grupo electrógeno más óptimo para los requisitos de carga y sitio que hemos ingresado, si nosotros diseñamos nuestro sistema de servicios auxiliares de emergencia con una visión de crecimiento futuro tendríamos que indicar en el programa nuestras cargas futuras para poder obtener un dimensionamiento correcto.

El programa también nos brinda información acerca de la caída de tensión y frecuencia máximo que tendrá el grupo en el momento en que asume la carga, esta información nos permitirá saber que tan cercanos estamos a los valores límites requeridos.



**Figura 3.1** Cargador de baterías

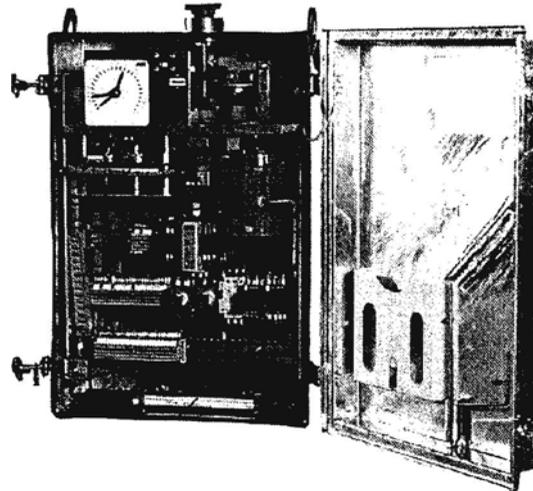


Figura 3.2 Motor del Conmutador Bajo Carga

**Motor trifásico** ✕

Nombre de la carga:

Cantidad:

Tipo:

Potencia absorbida:  HP

% de caída de frecuencia permitida:

Caída de tensión máxima admisible (%):

---

Método de arranque:   Arranque intermitente

Rendimiento (%):   Usar opciones predeterminadas

KVA en arranque directo:   Arranque del motor en carga

Factor de potencia en arranque directo:

Factor de potencia nominal:

Carga Total (%):

Intensidad de arranque		Funcionamiento Nominal		No lineal	
kVA de arranque	<input type="text" value="6.90"/>	kVA	<input type="text" value="1.40"/>	kVA de arranque	<input type="text" value="0.00"/>
kW de arranque	<input type="text" value="5.52"/>	kW	<input type="text" value="0.99"/>	kVA reactivo	<input type="text" value="0.00"/>

Figura 3.3 Potencia de arranque requerida en arranque directo-motor 1HP

**Carga del cargador de baterías**

Nombre de la carga:

Cantidad:

Fase:

Conexión:

Potencia:  kW

Tipo:   Filtro

% de caída de frecuencia permitida:

Caída de tensión máxima admisible (%):

Factor de carga:   Usar opciones predeterminadas:

Intensidad de arranque	Funcionamiento Nominal	No lineal
kVA de arranque <input type="text" value="12.22"/>	kVA <input type="text" value="12.22"/>	kVA de arranque <input type="text" value="12.22"/>
kW de arranque <input type="text" value="11.00"/>	kW <input type="text" value="11.00"/>	kVA reactivo <input type="text" value="12.22"/>

**Figura 3.4** Ingreso de cargador de baterías

**Carga resistiva**

Nombre de la carga:

Cantidad:

Conexión:

Potencia:  kW

% de caída de frecuencia permitida:

Caída de tensión máxima admisible (%):

Intensidad de arranque	Funcionamiento Nominal	No lineal
kVA de arranque <input type="text" value="0.15"/>	kVA <input type="text" value="0.15"/>	kVA de arranque <input type="text" value="0.00"/>
kW de arranque <input type="text" value="0.15"/>	kW <input type="text" value="0.15"/>	kVA reactivo <input type="text" value="0.00"/>

**Figura 3.5** Ingreso de carga resistiva

Parámetros del proyecto		Escenario de carga		Selección del grupo electrógeno		Técnicos					
Número de escalón	Escalón	Consumo máximo		Nominal		No lineal		% de caída máxima permitida		Frecuencia	Voltaje
		KVA de arranque	KW de arranque	KVA	KW	KVA de arranque	KVA reactivo				
Paso1	7 Cargas	53,9	45,0	22,6	19,3	15,8	15,6	5,0	10,0		
Datos de la carga		Intensidad de arranque		Nominal		No lineal		% de caída máxima permitida		Frecuencia	Voltaje
		KVA de arranque	KW de arranque	KVA	KW	KVA de arranque	KVA reactivo				
<b>Ventiladores Tanc. de Potencia</b> IEC, Motor trifásico, En Línea directa, Intermitente, Cargado 4 X 0,75 kW (Carga#1 of 7) 27,6 22,1 5,3 3,7 0,0 0,0 10,0 20,0 <b>Motores Compuñeta Baja Carga</b> IEC, Motor trifásico, En Línea directa, Intermitente, Cargado 1 X 0,58 kW (Carga#2 of 7) 6,9 5,5 1,1 0,8 0,0 0,0 10,0 20,0 <b>Motor - Extractor de Aire Succión Baterías</b> IEC, Motor trifásico, En Línea directa, Intermitente, Cargado 1 X 0,50 HP (Carga#3 of 7) 3,6 3,1 0,7 0,5 0,0 0,0 10,0 20,0 <b>Tablero de distribución del edificio control</b> Fluorescencia Iluminación, Tensión distribuido 1 X 0,72 kW (Carga#4 of 7) 1,0 0,7 0,8 0,7 1,0 0,8 10,0 20,0 <b>Selección equipos pabó y tableros</b> Fluorescencia, 1 trifásico 1 X 0,15 kW (Carga#5 of 7) 0,2 0,2 0,2 0,2 0,0 0,0 10,0 20,0 <b>Cargado Baterías - Tablero 220 Vdc</b> Cargado de baterías, Trifásico, 5 Pulso 1 X 11,00 kW (Carga#6 of 7) 12,2 11,0 12,2 11,0 12,2 12,2 5,0 10,0 <b>Cargado de Baterías - Tablero 48Vdc</b> Cargado de baterías, Trifásico, 5 Pulso 1 X 2,40 kW (Carga#7 of 7) 2,7 2,4 2,7 2,4 2,7 2,7 5,0 10,0 <b>Resumen</b> 53,9 45,0 22,6 19,3 15,8 15,6 5,0 10,0											
Resumen del análisis de carga											
Escalón máximo		Consumo máximo		Funcionamiento Nominal		Máximo no lineal					
KVA d	KW d	KVA d	KW d	KVA	KW	KVA	KVA				
53,9	45,0	53,9	45,0	22,6	19,3	15,8	15,6				
Factor de potencia							0,85				

Figura 3.6 Secuencia de arranque

Parámetros del proyecto | Especificación de carga | Selección del grupo electrógeno | Técnicas

Selección de grupo electrógeno

Abierto  Techo  77.6 KW / 97.0 KVA 60 Hz Auxiliar, 390/219V, GEP89-3 Not Certified, LL2034L, PM Olympic, R438 1:1 pendiente

Número de grupos electrógenos: 1

Nota: El grupo electrógeno seleccionado es el MÁS APTO para los requisitos del sitio/carga.

EKW de fábrica de grupo electrógeno	KVA de fábrica de grupo electrógeno	EKW de grupo electrógeno en sitio	KVA del grupo electrógeno en sitio	KVA del alternador en sitio	Servicio del grupo electrógeno	Modelo de grupo electrógeno	Emissiones de gases	Estructura del alternador	Tipo de cabina	Sistema de enfriamiento	Excitación del alternador
212.0	265.0	212.0	265.0	286.9	Auxiliar	GEH250-4	EU STAGE II	LL5034H	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
212.0	265.0	212.0	265.0	286.9	Auxiliar	GEH250-4	EU STAGE II	LL5024H	Abierto (sin cabina)	Standard	AREP
212.0	265.0	212.0	265.0	286.9	Auxiliar	GEH250-4	EU STAGE II	LL5014H	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
184.8	231.0	183.2	229.1	229.1	Auxiliar	GEH220-2	EU STAGE II	LL5034F	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
184.8	231.0	183.2	229.1	229.1	Auxiliar	GEH220-2	EU STAGE II	LL5024F	Abierto (sin cabina)	Standard	AREP
184.8	231.0	183.2	229.1	229.1	Auxiliar	GEH220-2	EU STAGE II	LL5014F	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
184.8	231.0	183.2	229.1	229.1	Auxiliar	GEH220-4	EU STAGE II	LL5034F	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
184.8	231.0	183.2	229.1	229.1	Auxiliar	GEH220-4	EU STAGE II	LL5024F	Abierto (sin cabina)	Standard	AREP
184.8	231.0	183.2	229.1	229.1	Auxiliar	GEH220-4	EU STAGE II	LL5014F	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
174.1	217.6	171.8	214.7	229.1	Auxiliar	GEP200-4	EPA T2	LL5034F	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
174.1	217.6	171.8	214.7	229.1	Auxiliar	GEP200-4	EPA T2	LL5014F	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
132.0	155.0	132.0	155.0	173.4	Auxiliar	GEP150-1	Not Certified	LL3034F	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
132.0	155.0	132.0	155.0	173.4	Auxiliar	GEP150-1	Not Certified	LL3014F	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
97.7	122.1	96.9	121.1	121.1	Auxiliar	GEP110-4	EPA T2	LL3034B	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
97.7	122.1	96.9	121.1	121.1	Auxiliar	GEP110-4	EPA T2	LL3014B	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
77.6	97.0	76.9	96.2	96.2	Auxiliar	GEP89-3	Not Certified	LL2034L	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
77.6	97.0	76.9	96.2	96.2	Auxiliar	GEP89-3	Not Certified	LL2014L	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
60.0	75.0	60.0	75.0	75.4	Auxiliar	GEP65-11 (Brazil)	Not Certified	LL2034H	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
60.0	75.0	60.0	75.0	75.4	Auxiliar	GEP65-11 (Brazil)	Not Certified	LL2014H	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
60.0	75.0	60.0	75.0	75.4	Auxiliar	GEP65-3	Not Certified	LL2034H	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
60.0	75.0	60.0	75.0	75.4	Auxiliar	GEP65-3	Not Certified	LL2014H	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
51.9	64.9	51.5	64.4	64.4	Auxiliar	GEP65-9	Not Certified	LL1534P	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
51.9	64.9	51.5	64.4	64.4	Auxiliar	GEP65-9	Not Certified	LL1514P	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
47.5	59.4	47.1	58.9	58.9	Auxiliar	GEP55-3	Not Certified	LL2034D	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
47.5	59.4	47.1	58.9	58.9	Auxiliar	GEP55-3	Not Certified	LL2014D	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
45.3	56.7	44.9	56.2	56.2	Auxiliar	GEP55-3	Not Certified	LL1534N	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
45.3	56.7	44.9	56.2	56.2	Auxiliar	GEP55-3	Not Certified	LL1514N	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
45.0	56.3	45.0	56.3	56.7	Auxiliar	GEP50-7	Not Certified	LL2034C	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
45.0	56.3	45.0	56.3	56.7	Auxiliar	GEP50-7	Not Certified	LL2014C	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
40.5	50.6	40.1	50.2	50.2	Auxiliar	GEP50-7	Not Certified	LL1534L	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
40.5	50.6	40.1	50.2	50.2	Auxiliar	GEP50-7	Not Certified	LL1514L	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
40.0	50.0	40.0	50.0	56.7	Auxiliar	GEP44-3 (Brazil)	Not Certified	LL2034C	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
40.0	50.0	40.0	50.0	56.7	Auxiliar	GEP44-3 (Brazil)	Not Certified	LL2014C	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
28.4	35.5	28.2	35.2	35.7	Auxiliar	GEP33-3-CIP	Not Certified	LL1014S	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
28.8	36.1	28.6	35.7	37.1	Auxiliar	GEP33-3-CIP	Not Certified	LL1514F	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
29.3	37.4	29.7	37.1	37.1	Auxiliar	GEP33-3	Not Certified	LL1014S	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
30.0	37.5	29.3	36.6	37.6	Auxiliar	GEP33-3	Not Certified	LL1514F	Abierto (sin cabina)	Standard	SE

Crear perfil de especificaciones | Ir al grupo electrógeno más apropiado

Enlaces de soporte de ventas para clientes | Enlaces de soporte de ventas para el dealer

Figura 3.7 Selección del Grupo Electrógeno

<b>CATERPILLAR</b>		<b>Dimensionamiento del Proyecto</b>		Lista de Precios:	Versión: 2.8.0
				LACD	Datos (fecha): 15/10/2012
Fecha modificada	10/12/2012	Suministro de electricidad		60 Hz 380/220 V	
Nombre del cliente	Sistema Emergencia Servicios Auxiliares	Conexión		****	
Nombre del proyecto/Núm. de referenc	SE Piedra Blanca	Temperatura ambiental máxima		30,0C	
Preparado por	Jesus	Altitud		1.000,0 m.s.n.m	
<b>Resumen del análisis de la carga</b>					
Paso de carga máxima transitoria	53,9 kVA de arr.	45,0 kW de arr.			
Carga transitoria de consumo máxim	53,9 kVA de arr.	45,0 kW de arr.			
Carga de funcionamiento final	22,6 kVA	19,3 kW	0,85	Factor de pot	
Carga máx. no lineal de funcionamie	15,6 kVA reactivo				
Carga máxima de funcionamiento	22,6 kVA	19,3 kW			
<b>Grupo electrógeno:</b>					
Modelo de grupo electrógeno	(1) of GEP88-3	Pot. de la placa del fabricante		77,6 kW / 97,0 kVA	
Pendiente y regulador de voltaje	R438, 1:1 pendiente			0,8 Factor de potencia	
Código de característica	****	Salida del sitio		76,9 kW / 96,2 kVA	
Combustible	Diesel	Tipo de clasificación		Auxiliar	
Peso seco	****	Tipo de cabina		Abierto (sin cabina)	
Longitud / Ancho / Altura	**** / **** / ****	Sistema de enfriamiento		Standard	

**Figura 3.8** Resumen técnico del Grupo Electrónico

**CAPÍTULO IV**  
**APLICACIÓN DE METODOLOGÍA Y RESULTADOS**

**4.1 Ingreso de las cargas esenciales**

En la Tabla N°. 4.1 y en la Tabla N°. 4.2, se muestran las cargas que serán parte de nuestro tablero de cargas esenciales del sistema de servicios auxiliares, así como la información para las cargas del método de arranque, caída máxima permitida de frecuencia y caída máxima permitida de voltaje.

Un detalle importante a considerar para la Tabla N°. 4.2 es que el grupo electrógeno debe garantizar todos estos valores requeridos de caídas máximas permitidas de frecuencia y voltaje para cada una de las cargas a ingresar al programa “Electric Power SpecSizer” para el dimensionamiento del grupo electrógeno de emergencia.

**Tabla N°. 4.1** Lista de cargas

Cargas	Cantidad (Und.)	Tipo de carga	Potencia nominal
Ventilador Transformador de potencia	04	Motor trifásico	0,70 kW
Cargador de Baterías – Tablero 220 Vdc	01	Cargador de baterías	11,00 kW
Motor Conmutador Bajo Carga – Transformador de potencia	01	Motor trifásico	0,58 kW
Motor – Extractor de aire Sala de baterías	01	Motor trifásico	0,50 HP
Cargador de Baterías – Tablero 48 Vdc	01	Cargador de baterías	2,40 kW
Tablero de iluminación del edificio de control	01	Iluminación distribuido	0,72 kW
Calefacción equipos patio y tableros	01	Resistiva	0,15 kW

**Tabla N°. 4.2** Información de las cargas

Cargas	Método de arranque	Caída máxima permitida Frecuencia	Caída máxima permitida Voltaje
Ventilador Transformador de potencia	Directo	10%	20%
Cargador de Baterías – Tablero 220 Vdc	-	5%	10%
Motor Conmutador Bajo Carga – Transformador de potencia	Directo	10%	20%
Motor – Extractor de aire Sala de baterías	Directo	10%	20%
Cargador de Baterías – Tablero 48 Vdc	-	5%	10%
Tablero de iluminación del edificio de control	-	10%	20%
Calefacción equipos patio y tableros	-	10%	20%

Se observan los siguientes tipos de cargas: cargador de baterías, motores, resistencias y diversas, asimismo se muestra el método de arranque que se utilizará, los valores de caída máxima de frecuencia y voltaje. Asimismo se menciona un detalle importante que se está considerando para todas las cargas el caso más crítico “paso 1” (todas las cargas pueden entrar a la vez).

Antes de proceder a ingresar las cargas en el programa, se realizan las selecciones iniciales, como ya se indicó anteriormente, en las subestaciones de potencia se emplea casi siempre grupos electrógenos del tipo “Emergencia”. En esta aplicación se utilizó combustible “Diésel” por su fácil accesibilidad. También se debe indicar la temperatura ambiente y la elevación, estos valores afectan el desempeño del grupo electrógeno. Estos datos se muestran en la figura 4.1.

Luego de esto, procedemos al ingreso de las cargas. En la figura 4.2 se observa el ingreso de los 04 motores para ventilación por aire forzado para el transformador de potencia utilizando el método de arranque en directo.

Cabe resaltar para el caso de la “calefacción equipos patio y tableros”, que consta de varias resistencias de todos los equipos y tableros, dado que todos son resistencias, se considera como una sola resistencia que viene a ser la suma de cada una de ellas.

En la figura 4.3, muestra el ingreso de un cargador de baterías del tipo 6 pulsos y con filtro asimismo se aprecia sus valores exigentes de caídas máximas permitidas de

frecuencia y voltaje esto afectará incrementado la capacidad del grupo electrógeno.

La figura 4.4, se muestra el ingreso de la carga “tablero de iluminación del edificio control”, esta carga consta solo de fluorescentes, la potencia ingresada corresponde solo a los fluorescentes (conexión trifásica distribuida).

#### **4.2 Selección de la secuencia de arranque**

Se ingresa los números de pasos que tendrá nuestra secuencia de arranque, cabe recordar que para las subestaciones de potencia se recomendó diseñar con solo 1 paso que corresponde al momento en el cual tengamos la necesidad de utilizar todas las cargas esenciales al mismo tiempo (caso más crítico).

La figura 4.5 muestra la secuencia de arranque que se ingresa al programa, es una secuencia de 1 paso, con siete cargas y todas en el primer paso.

#### **4.3 Grupo electrógeno recomendado por el programa**

Al final el programa nos muestra el grupo electrógeno recomendado, que corresponde a un grupo electrógeno de 77,6kW (como potencia de emergencia) a 380/220 V y 60 Hz.

En el diseño final para el sistema de servicios auxiliares se optó por un grupo electrógeno marca FG WILSON modelo P88-1 de 77.6kW como potencia de emergencia a 380/220 V y 60 Hz, asimismo cabe indicar que no se tendrá una ampliación futura de la subestación. Se puede observar en la figura 4.6, que el programa indica que estaríamos utilizando el 25.1% de la capacidad de nuestro grupo este valor bajo es causado porque entre nuestras cargas esenciales específicamente por los cargadores de baterías, se ingresó al programa valores exigentes de variaciones de voltaje y frecuencia (se realizó una verificación en la tabla de datos técnicos del cargador de baterías que se compró, y se comprobó que el equipo tiene valores exigentes para las caída máxima permitida de frecuencia y voltaje, esta compra se realizó considerando solo el tema de costo y no en las causas que originaría con el sobredimensionamiento del grupo electrógeno).

#### **4.4 Diagrama unifilar del sistema de emergencia de servicios auxiliares**

En el diseño final del sistema de emergencia de los servicios auxiliares que se muestra en la figura 4.7, se consideró un grupo electrógeno FG WILSON modelo P88-1 de 77.6 kW como potencia de emergencia a 380/220 V y 60 Hz.

También se puede ver la fotografía del grupo electrógeno seleccionado marca FG Wilson modelo P88-1 en el anexo E.

#### **4.5 Presupuesto y descripción del grupo electrógeno seleccionado**

A continuación se muestra la Tabla N°. 4.3 en donde se detalla el presupuesto para nuestro grupo electrógeno seleccionado P88-1, el presupuesto se ha preparado con las siguientes consideraciones:

- El grupo electrógeno seleccionado es de marca FG WILSON modelo P88-1 de 77.6 kW como potencia de emergencia a 380/220 V y 60 Hz (ver anexo F).
- Autonomía de operación de 02 días al 100% de carga
- Dentro del presupuesto no se incluyen los costos: del ducto de salida de aire caliente y tampoco la tubería de escape de gases de combustión, estos costos serán considerados en el presupuesto para el montaje del grupo.

**Tabla N°. 4.3** Presupuesto del grupo electrógeno seleccionado

Item	Productos	Detalles	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Grupo Electrónico FG Wilson P88-1	Trifásico configurable	1	\$ 13173.00	\$ 13173.00
2	Tanque de combustible 300 GL	Rectangular/con válvulas	1	\$ 1100.00	\$ 1100.00
3	Tubería para combustible	10mt incluye codos	1	\$ 350.00	\$ 350.00
4	Calentador de agua	2000 Watts	1	\$ 400.00	\$ 400.00
5	Cargador estático batería	12V - 5A	1	\$ 350.00	\$ 350.00
6	Resistencia calefactora	100 Watts	1	\$ 350.00	\$ 350.00

<b>SUBTOTALES</b>	US\$	15723.00
<b>I.G.V. (18%)</b>	US\$	2830.14
<b>TOTAL</b>	US\$	<b>18553.14</b>

Para el ítem 1; se está considerando un grupo electrógeno FG Wilson modelo P88-1, marca inglesa, motor Perkins 1104A-44TG2 y alternador FG Wilson (Leroy Somer) LL2014L de 77.6 kW como potencia de emergencia a 380/220 V y 60 Hz, además incluye: base tanque, batería, silenciador y panel de control.

Para el ítem 2 y 3; se está considerando tanque de combustible de 300 GL y su respectiva tubería para una longitud máxima de 10 metros, esto es para cumplir con la autonomía de 2 días de operación para el grupo electrógeno al 100% de carga ( $300\text{GL}/6.2\text{GL}/\text{Horas}=48.38\text{Horas}=2\text{días aprox.}$ ).

Para el ítem 4, 5 y 6; que comprenden el calentador de agua, cargador estático de batería y la resistencia calefactora estos son productos necesarios para el buen funcionamiento de grupo electrógeno.

Parámetros del proyecto | Escenario de carga | Selección del grupo electrógeno | Técnicos |

**General**

Nombre del cliente: Sistema Emergencia Servicios Auxiliares      Fecha: 21/11/2012

Referencia del proyecto: SE Piedra Blanca

**Condiciones del emplazamiento**

Servicio del grupo electrógeno: Auxiliar      Unidad de medida: Métrico

Combustible: Diesel      Temperatura ambiente máxima: 30 °C

Sistema eléctrico: Trifásico      Altitud: 1000 m.s.n.m

Tensión y frecuencia: 60 Hz 380/220 V      Producto de grupo electrógeno: Olympian

Metodología del dimensionamiento: Convencional      Certificación de Emisiones: Todos los certificados y no

Porcentaje de motores intermitentes: 25      Pendiente y regulador de voltaje: Mejor adaptación

Disponibilidad del grupo electrógeno: **Hay productos disponibles para las condiciones del sitio seleccionadas. (28,4 - 212,0 Ekw)**

Figura 4.1 Opciones iniciales del generador

**Motor trifásico**

Nombre de la carga: Ventiladores Trans. de Potencia

Cantidad: 4

Tipo: IEC      kW

Potencia absorbida: 0.7      kW

% de caída de frecuencia permitida: 10

Caída de tensión máxima admisible (%): 20

Método de arranque: En Línea directa       Arranque intermitente

Rendimiento (%): 75       Usar opciones predeterminadas

KVA en arranque directo: 6.9       Arranque del motor en carga

Factor de potencia en arranque directo: 0.80

Factor de potencia nominal: 0.71

Carga Total (%): 100

Intensidad de arranque	Funcionamiento Nominal	No lineal
kVA de arranque 27.60	kVA 5.26	kVA de arranque 0.00
kW de arranque 22.08	kW 3.73	kVA reactivo 0.00

Aceptar      Cancelar      Ayuda

Figura 4.2 Ingreso de 04 motores utilizando arranque directo

**Carga del cargador de baterías** ✕

Nombre de la carga:

Cantidad:

Fase:

Conexión:

Potencia:  kW

Tipo:   Filtro

% de caída de frecuencia permitida:

Caída de tensión máxima admisible (%):

---

Factor de carga:   Usar opciones predeterminadas:

Intensidad de arranque	Funcionamiento Nominal	No lineal
kVA de arranque <input type="text" value="12.22"/>	kVA <input type="text" value="12.22"/>	kVA de arranque <input type="text" value="12.22"/>
kW de arranque <input type="text" value="11.00"/>	kW <input type="text" value="11.00"/>	kVA reactivo <input type="text" value="12.22"/>

**Figura 4.3** Ingreso del cargador de baterías de 6 pulsos con filtro

**Carga de iluminación** ✕

Nombre de la carga:

Cantidad:

Conexión:

Potencia:  kW

Tipo:

% de caída de frecuencia permitida:

Caída de tensión máxima admisible (%):

---

Intensidad de arranque      Funcionamiento Nominal      No lineal

kVA de arranque <input type="text" value="0.96"/>	kVA <input type="text" value="0.76"/>	kVA de arranque <input type="text" value="0.96"/>
kW de arranque <input type="text" value="0.72"/>	kW <input type="text" value="0.72"/>	kVA reactivo <input type="text" value="0.76"/>

**Figura 4.4** Ingreso del tablero de iluminación del edificio de control

Parámetros del proyecto		Escenario de carga		Selección del grupo electrógeno		Técnicos					
Número de escalón	Escalón		Consumo máximo		Nominal		No lineal		% de caída máxima permitida		
	kVA de arranque	kW de arranque	kVA de arranque	kW de arranque	kVA	kW	kVA de arranque	kVA reactiva	Frecuencia	Voltaje	
Paso1	7 Carga(s)	53,9	45,0	53,9	45,0	22,6	19,3	15,8	15,6	5,0	10,0
Datos de la carga		Intensidad de arranque		Nominal		No lineal		% de caída máxima permitida			
		kVA de arranque	kW de arranque	kVA	kW	kVA de arranque	kVA reactiva	Frecuencia	Voltaje		
<b>Variaciones Turno de Potencia</b>											
IEC, Motor térmico, En Línea directa, Intermitente, Cargado 4 X 0,70 kW (Carga#1 of 7)		27,6	22,1	5,3	3,7	0,0	0,0	10,0	20,0		
Motor Convertidor Bajo Carga IEC, Motor térmico, En Línea directa, Intermitente, Cargado 1 X 0,99 kW (Carga#2 of 7)		6,9	5,5	1,1	0,8	0,0	0,0	10,0	20,0		
Motor - Estator de Aire Sala Baterías IEC, Motor térmico, En Línea directa, Intermitente, Cargado 1 X 0,50 HP (Carga#3 of 7)		3,6	3,1	0,7	0,5	0,0	0,0	10,0	20,0		
Tablero de Iluminación del edificio central Fluorescente Iluminación, Térmico distribuido 1 X 0,72 kW (Carga#4 of 7)		1,0	0,7	0,8	0,7	1,0	0,8	10,0	20,0		
Calentación equipos piso y tableros Reserva, Térmico 1 X 0,35 kW (Carga#5 of 7)		0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	10,0	20,0		
Cargador Baterías - Tablero 220 Vdc Cargador de baterías, Térmico, 6 Puntos 1 X 11,00 kW (Carga#6 of 7)		12,2	11,0	12,2	11,0	12,2	12,2	5,0	10,0		
Cargador de Baterías - Tablero 48 Vdc Cargador de baterías, Térmico, 6 Puntos 1 X 2,43 kW (Carga#7 of 7)		2,7	2,4	2,7	2,4	2,7	2,7	5,0	10,0		
<b>Resumen</b>		<b>53,9</b>	<b>45,0</b>	<b>22,6</b>	<b>19,3</b>	<b>15,8</b>	<b>15,6</b>	<b>5,0</b>	<b>10,0</b>		
<b>Resumen del análisis de carga</b>											
Escalón máximo		Consumo máximo		Funcionamiento Nominal		Máximo no lineal					
kVA d	kW d	kVA d	kW d	kVA	kW	kVA	kVA				
53,9	45,0	53,9	45,0	22,6	19,3	15,8	15,6				
Factor de potencia							0,85				

Figura 4.5 Pasos – Secuencia de arranque

Parámetros del proyecto | Escenario de carga | Selección del grupo electrógeno | Técnicos

Selección de grupo electrógeno

Abierto  Techo **77.6 KW / 97.0 KVA 60 Hz Auxiliar, 380/219V, GEP88-3 Not Certified, LL2034L PM Olympian, R438 1:1 pendiente**

Número de grupos electrógenos:  **Nota: El grupo electrógeno seleccionado es el MÁS APTO para los requisitos del sitio/carga.**

EKW de fábrica de grupo electrógeno	KVA de fábrica de grupo electrógeno	EKW de grupo electrógeno en sitio	KVA del grupo electrógeno en sitio	KVA del alternador en sitio	Servicio del grupo electrógeno	Modelo de grupo electrógeno	Emissiones de gases	Estructura del alternador	Tipo de cabina	Sistema de enfriamiento	Excitación del alternador
77.6	97.0	76.9	96.2	96.2	Auxiliar	GEP88-3	Not Certified	LL2034L	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
77.6	97.0	76.9	96.2	96.2	Auxiliar	GEP88-3	Not Certified	LL2014L	Abierto (sin cabina)	Standard	SE
60.0	75.0	60.0	75.0	75.4	Auxiliar	GEP65-11 (Brazil)	Not Certified	LL2034H	Abierto (sin cabina)	Standard	PM
60.0	75.0	60.0	75.0	75.4	Auxiliar	GEP65-11 (Brazil)	Not Certified	LL2034H	Abierto (sin cabina)	Standard	SE

Crear guía de especificaciones | Ir al grupo electrógeno más apropiado

Enlaces de soporte de ventas para clientes | Enlaces de soporte de ventas para el dealer

Resumen del análisis de carga | Análisis inicial y de selección | Opciones para el tamaño del alternador | Regla(s) de auditoría

Escalón máximo		Consumo máximo		Funcionamiento Nominal		Máximo no lineal	
KVA d	KW d	KVA d	KW d	KVA	KW	KVA	KVA
53.9	45.0	53.9	45.0	22.6	19.3	15.8	15.6
Factor de potencia						0.85	

Porcentaje de la capacidad del grupo electrógeno utilizado: 25.1 %

Figura 4.6 Grupo electrógeno recomendado

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del resultado obtenido con el empleo del programa “Electric Power SpecSizer” de “Caterpillar” para el dimensionamiento del grupo electrógeno, se concluyen los siguientes:

1.- Se ha descrito y detallado el funcionamiento del sistema de emergencia para los servicios auxiliares de una subestación de potencia, y se ha demostrado la importancia de contar con este sistema de emergencia para el funcionamiento de la subestación de potencia dentro del sistema eléctrico interconectado.

2.- Se ha diferenciado entre las cargas esenciales y no esenciales de la subestación de potencia para dimensionar el grupo electrógeno, el cual brindará la confiabilidad en la operación de la subestación de potencia. Mostrándose los tipos de cargas esenciales típicas de un sistema de servicios auxiliares y la importancia de mantener la continuidad del servicio eléctrico para afrontar situaciones de contingencia.

3.- Ha modo de ejemplo se han ingresado las cargas esenciales y la selección de la secuencia de arranque en el programa “Electric Power SpecSizer” de “Caterpillar” para el dimensionamiento de un grupo electrógeno para el sistema de servicios auxiliares de emergencia de una subestación de potencia.

Adicionalmente se puede recomendar lo siguiente:

1.- Es muy importante revisar todo el sistema de servicios auxiliares identificando las cargas que podrían resultar esenciales pero que no son comunes, ya que por más similares que sean las subestaciones de potencia, siempre hay diferencias o requerimientos especiales.

2.- Para el dimensionamiento del grupo electrógeno de emergencia, una consideración muy importante son los valores de caída máxima permitida de frecuencia y voltaje de los cargadores de baterías, porque si tenemos valores pequeños (muy exigentes) la capacidad del grupo electrógeno tendrá que ser mayor, es por este motivo que se recomienda comprar los cargadores de baterías que no tengan valores tan exigentes para no tener que sobredimensionar la potencia del grupo electrógeno lo que se traduce en un mayor costo del grupo electrógeno.

3.- Al momento de dimensionar el grupo electrógeno de emergencia, es muy importante considerar una posible ampliación futura de la subestación.

## **ANEXOS**

**ANEXO A**

**DATA TÉCNICA DEL CONMUTADOR BAJO CARGA – TRANSFORMADOR DE  
POTENCIA**

## Technical Data

Subject	Standard version	Alternative version	Special version at an additional price
<b>Motor voltage, 3-phase</b>	220-240/380-420 V, 50 Hz	208/380 V, 60 Hz 220-240/380-420 V, 60 Hz 250-260/440-480 V, 60 Hz	120 V, 1-phase, 60 Hz 240 V, 1-phase, 60 Hz Optional
Current	1.4/0.8 A		
Rated output	0.16 kW		
Speed	1370 r/min		
<b>Voltage for control circuit</b>	220 V, 50 Hz	240 V, 50 Hz, 220 V, 60 Hz 120 V, 208 V, 240 V, 60 Hz	110 V, 220 V D.C. Optional
<b>Voltage for heater</b>	220-240 V	110, 120-127 V	Optional
<b>Multi position switches</b>	0.15 A, 230 V A.C. 0.15 A, 220 V D.C. L/R = 40 ms		
<b>Mechanical position indicator</b>	lowest position marked 1	middle position marked N	Optional
<b>Terminal blocks in BUL</b>			
Number of terminals supplied	28-Phoenix UK 5N 41 A, 800 V A.C. acc. to IEC cross sectional area: 0.5 - 4 sqmm		
Number of terminals that can be accommodated (depending on selected options)			122 - Phoenix UK 5N 116 - Weidmüller SAK 4/35 PA 92 - Phoenix URTK/S Ben 92 - Phoenix URTK/S 88 - Phoenix OTTA 6
<b>Cabling</b>	Type H07V2-K, 1.5 sq mm, 750 V, 90 °C Type H05V2-K, 0.75 sq mm, 500 V, 90 °C		Optional
<b>Test voltage on control circuits</b>	2 kV (50 Hz, 1 min)		
<b>Anti-condensation heater</b>	50 W		
Additional heater			100 W controlled by thermostat or hygrostat
<b>Approx. operating time</b>	5 sec		
<b>Starting impulse length</b>	> 0.5 sec		
<b>Number of revolutions per operation of</b>			
the outgoing driving shaft	5		
the hand crank	15		
<b>Max. torque on the outgoing shaft</b>	30 Nm		
<b>Max. number of positions</b>	35		
<b>Degree of protection of cabinet</b>	IP 56 acc. to IEC 529	(Dust protected/Protected against powerful water jets)	

**ANEXO B**  
**DATA TÉCNICA DEL MECANISMO DE OPERACIÓN TIPO BLK Y BLG**  
**RESPECTIVAMENTE – INTERRUPTOR DE POTENCIA**

# Technical data

## Motor

Universal motor for 110-125 or 220-260, 0 - 60Hz

Rated voltage (V)	Starting current instantaneous approx. (A)		Normal current at DC approx. (A)	
	BLK 222	BLK 82	BLK 222	BLK 82
220	220	30	12	8
110	110	60	20	18
				3
				5

Power consumption approx. 450 W (BLK 82) and 900 W (BLK 222).  
Spring charging time  $\leq$  15s.

## Operating coils

Operating coil	Rated voltage (V, DC)	Power consumption approx. (W)
Closing coil	110 - 125, 220 - 250	200
Tripping coil	110 - 125, 220 - 250	200

The working range for motor voltage and coils fulfills the requirements in IEC 60056 and ANSI C37.

## Auxiliary contacts

Rated voltage (V)	Rated current (A)	Making current (A)	Breaking current	
			DC L/R = 40 ms (A)	AC 60Hz = 0,93 (A)
110	25	20	4	25
220	25	10	2	25

The operating mechanism normally includes 9 N/O and 9 N/C spare auxiliary contacts (BLK 222). 4 N/O and 4 N/C (BLK 82).

## Heating element

Rated voltage (V, 50 - 60 Hz)	Power consumptions			
	Continuously connected		The most likely controlled	
	82	222	CCC	222 (only)
110 - 120	25	70	140	140
220 - 230	25	70	140	140

## Test voltage 1 min, 50 Hz

	82	222
Auxiliary circuits	2,0 kV	2,0 kV
Motor	2,0 kV	2,0 kV

## Operating times

Opening times	22 ms
Closing times	40 ms
Rated operating sequence	O - 0,2 s - CO - 3 min - CO CO - 15 s - CO

## Dimensions

	BLK 82	CCC	BLK 222
Dimensions (mm)	66x56x600	65x107x497	64x77x650
Weight (kg)	130	165	205
Thickness	2 mm aluminium	See BLK 82	See BLK 82
Colour	Grey, RAL 7032	See BLK 82	See BLK 82
Temperature range	-50°C to +70°C	See BLK 82	See BLK 82
Stroke (mm)	90	---	120
Degree of protection	as per IEC 60529: IP 55	See BLK 82	See BLK 82
Terminal blocks	Supply, control, motor and AC-circuits isolatable 6 mm <sup>2</sup> block. Signal circuits through 4 mm <sup>2</sup> block (BLK 222) Through 6 mm <sup>2</sup> block (CCC)		
Cable-entry flange (mm)	Multiconact	See BLK 222	Size FI 33 102x906
Earthing clamp	For conductor with max 13 mm diameter	See BLK 82	See BLK 82
Internal cable	1,5 mm <sup>2</sup> PVC-insulated cable	See BLK 82	See BLK 82

## Testing

The spring operating mechanism has passed type tests according to IEC 60056 and ANSI C37 successfully.

Mechanical life tests have been performed with 10 000 operations.

Before delivery each operating mechanism has to pass routine tests conforming with current standards. For each breaker a routine test report is issued showing the actual test result.

PLEASE NOTE! ABB Switchgear is working to continuously improve the products. Therefore we reserve the right to change design, dimensions and data without prior notice.

ABB Switchgear AB  
SE-771 80 LUDVICA, Sweden  
Tel. +46 240 78 20 00  
Fax +46 240 78 36 50  
E-mail: circuit.breaker@sewng.mail.abb.com  
http://www.abb.se/swng

Publ. S80WG/6 2510 en  
Edition 2, 1999 02

## Technical data

### Motor

Universal motor for 110-125 or 220-250, AC or DC

Rated voltage (V)	Starting current Peak value approx. (A)	Normal current at DC approx. (A)	Power consumption approx. (W)
220	10-30 *)	3-9	1500
110	20-45 *)	6-18	1500

Spring charging time: 15 sec  
\*) Depending on current source

### Operating coils

Operating coil	Rated voltage (V, DC)	Power consumption approx. (W)
Closing coil	110 - 125, 220 - 250	200
Tripping coil	110 - 125, 220 - 250	200

The working range for motor voltage and coils fulfils the requirements of IEC 60056 and ANSI C37.

### Auxiliary contact

Rated voltage (V)	Rated current (A)	Making current (A)	Breaking current	
			DC L/R = 40 ms (A)	50 Hz P.F. = 0,25 (A)
110	25	20	4	25
220	25	10	2	25

The operating mechanism in its standard design has 9 normally open and 11 normally closed contacts available for customer connections. Selection of (6+6) extra contacts is possible.

### Heating element

Rated voltage (V, AC)	Power requirements	
	Continuously connected (W)	Thermos-tatically controlled (W)
220 - 254	70	2 x 140
110 - 127	70	2 x 140

### Test voltage 1 min, 50 Hz

Auxiliary circuits	2,0 kV
Motor	2,0 kV

Degree of protection	as per IEC 60527: IP 55
Terminal blocks	Supply motor and AC circuits, isolatable 6 mm <sup>2</sup> block. Signal circuits through 4 mm <sup>2</sup> block.
Cable connection	Size FL 33: 102 x 306 mm.
Earthing clamp	For conductors with max 13 mm diameter.
Internal cable	Motor circuits: 2,5 mm <sup>2</sup> PVC-insulated cable. Otherwise 1,5 mm <sup>2</sup> PVC-insulated cable.
Operating times	Rated operating sequence: O - 0.3s - CO - 3 min - CO (per IEC) CO - 15s - CO (per ANSI)

## Testing

The spring operating mechanism has passed type tests according to IEC 60056 and ANSI C37 successfully. Mechanical life tests have been performed with 10 000 operations.

Before delivery each operating mechanism has to pass routine tests conforming with current standards. For each breaker a routine test report is issued showing the actual test result.

PLEASE NOTE! ABB Switchgear is working to continuously improve the products. Therefore we reserve the right to change design, dimensions and data without prior notice.

ABB Switchgear AB  
771 80 LJUDVKA  
Tel. +46 240 78 28 00  
Fax +46 240 78 36 58  
E-mail: circuit.breaker@seewg.mail.abb.com  
http://www.abb.se/seewg

Publ SESWG/B.2504 en  
Edition 3, 1998.12

**ANEXO C**

**DATA TÉCNICA DEL MECANISMO DE OPERACIÓN MOTORIZADO TIPO  
MT50\_ MT100 Y EL TIPO MANUAL RESPECTIVAMENTE – SECCIONADOR  
DE POTENCIA**

<b>Technical data of motor operated mechanisms MT50 and MT 100</b>	
Rated motor voltage	60, 110, 125 or 220 VDC 110 or 220 VAC, 50/60 Hz
Admissible deviation from the rated motor voltage	+10 / -20 %
Rated motor output, short-time duty	470 W
Switching time (depending on load): MT 50 MT 100	between 3.5 and 6 sec. between 8 and 12 sec.
Max. torque required at the operating shaft for emergency operation: MT 50 MT 100	5 Nm 7.5 Nm
Rated torque on the operating shaft at rated voltage: MT 50 MT 100	500 Nm 1000 Nm
Rotations of emergence crank for a 190° switching angle of the operating shaft	at least 70
Heating capacity	approx. 25 W
Heating voltage	60, 110, 125 or 220V
Degree of protection against contact with live or moving parts ingress of foreign bodies and water	IP 54
Cross-section of internal wiring (except motor and heater)	1,5 mm <sup>2</sup>
Maximal cross-section of supply leads : solid stranded (with end sleeve)	4 mm <sup>2</sup> 2,5 mm <sup>2</sup>
Weight	40 kg
Dimensions (cubicle) L x W x H	500x210x500 mm
<b>Technical data of the built-in control contactors</b>	
Operating voltage	60, 110, 125, or 220 VDC 110 or 220 VAC
Admissible deviation from the operating voltage	+ 10 / - 15%
Rated power consumption of the magnet coils when operated with DC pick-up / holding when operated with AC pick-up / holding	7 W / 7 W 60 VA / 9 VA (50 W / 2,2 W)
Min. Signal duration for self-holding	75 ms
<b>Technical data of the blocking magnet</b>	
Operating voltage	60, 110, 125, or 220 VDC 110 or 220 VAC
Admissible deviation from the operating voltage	+ 10 / - 15%
Rated power consumption of the magnet coil when operated with DC	approx. 6 W
Duty cycle	100 %

<b>Technical Data of Manual Operating Mechanism</b>	
Rated. torque required on the operating lever	500 Nm
Length of operating lever	1000 mm
Switching angle of the hand lever	190°
Heating capacity	approx. 25 W
Heating voltage	60,110,125 or 220V
Degree of protection against contact with live or moving parts ingress of foreign bodies and water	IP 54
Cross section of internal wiring	1,5 mm <sup>2</sup>
Cross section of supply leads solid	4,0 mm <sup>2</sup>
stranded (with end sleeve)	2,5 mm <sup>2</sup>
Weight	25 kg
Dimensions (cubicle) L x W x H	300x155x400 mm
<b>Technical Data of Blocking Magnet</b>	
Operating voltage	60, 110, 125 or 220 VDC 110, 125 or 220 VAC
Admissible deviation from the operating voltage	+ 10 / -15%
Rated power consumption of magnet coil	approx. 6 W
Duty cycle	100 %

**ANEXO D**

**DATOS DE PLACA – EQUIPO COMPACTO HÍBRIDO (PASS M0)**

## PASS MO SBB

N. SERIE: \*

AR01 2011

## DATOS TECNICOS

TENSION NOMINAL	145 kV	INTENSIDAD DE CORTE DURACION 3s.	40 kA
TENSION SOPORTADA A IMPULSO	650 kV	INTENSIDAD DE CIERRE (CRESTA)	104 kA
A DISTANCIA DE AISLAMIENTO	750 kV	SFG NOM. PRESION REL (20°C)	0,58 MPa
TENSION SOP. A FREQ. INDUSTRIAL	275 kV	PRESION REL. DE ALARMA (20°C)	0,52 MPa
A DISTANCIA DE AISLAMIENTO	315 kV	PRESION REL. DE CIERRE (20°C)	0,50 MPa
FRECUENCIA NOMINAL	60 Hz	PESO DE SF6 EN TRES POLOS	40 kg
INTENSIDAD NOMINAL	2000 A	PESO TOTAL	2000 kg
		MAX / MIN TEMPERATURA	+40/-30°C

## DATOS INTERRUPTOR

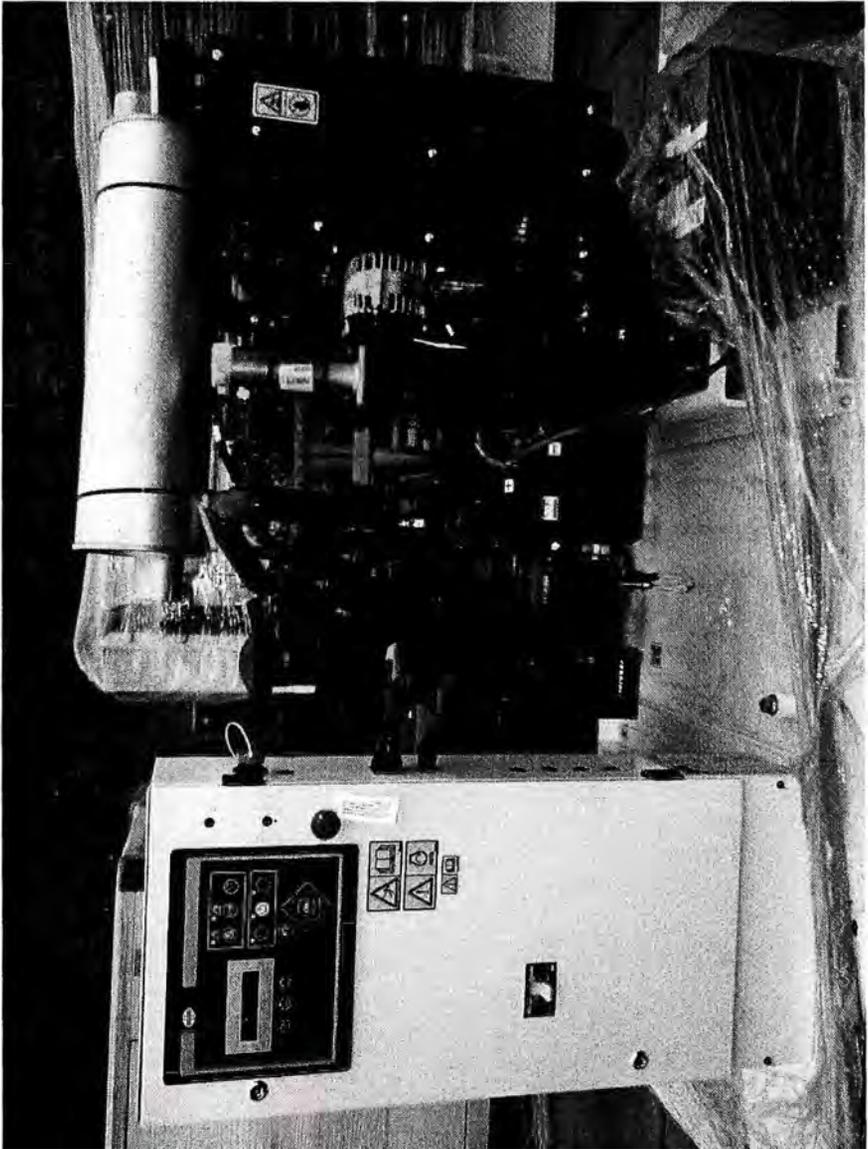
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	40 kA	CAP. DE CORTE DE CORR. INDUCTIVAS	63 A
FACTOR DEL PRIMER POLO	1,5	CAP. DE CORTE DE CORR. CAPACITIVAS	160 A
SEC. DE OPERACION	0-0.3s-CO-1min-CO	TIPO DE MECANISMO	RESORTE
INTENSIDAD EN OPPOSICION DE FASE	10 kA	MOTOR	220 Vdc 400 W
TENSION AUX. DE BOBINAS DE CIERRE Y APERTURA			220 Vdc 200 W

## DATOS SECCIONADOR

TIPO DE MECANISMO	BES7	
MOTOR	220 Vdc 180 W	

Made in Italy			
Mecanismo de accionamiento tipo	BLK 82 No. -	Mecanismo de accionamiento tipo	BES No.-
Tension nominal	220 Vdc	TENSION NOMINAL	
Bobinas	220 Vdc 200 W	Bobina de bloqueo	220 Vdc 8 W
Calefaccion	220 Vac 25 W	Calefaccion	220 Vac 25 W
Motor	220 Vdc 400 W	Motor	220 Vdc 180 W

**ANEXO E**  
**GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA FG WILSON MODELO P88-1 DE**  
**LA SUBESTACIÓN PIEDRA BLANCA 138 KV**



**ANEXO F**  
**CARACTERISTICAS TÉCNICAS DEL GRUPO ELECTRÓGENO**  
**SELECCIONADO**

# P88-1

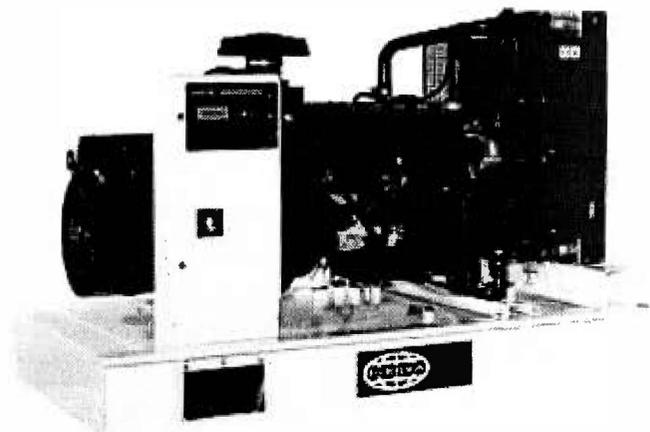


Imagen con finalidad ilustrativa únicamente

## Valores de potencia de salida

Modelo de grupo electrógeno	Continua*	Emergencia*
380-415V, 50Hz	80,0 kVA / 64,0 kW	88,0 kVA / 70,4 kW
480V, 60 Hz	90,0 kVA / 72,0 kW	100,0 kVA / 80,0 kW

Valores con factor de potencia 0,8

## Potencia continua

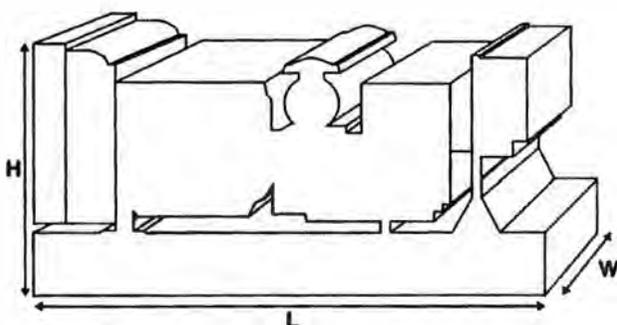
Estos valores son aplicables para suministro de potencia eléctrica continua (a carga variable) en lugar de potencia comercialmente adquirida. No hay limitación de horas anuales de funcionamiento y este modelo puede suministrar potencia de sobrecarga de un 10% durante 1 hora cada 12 horas.

## Potencia de emergencia

Estos valores son aplicables para el suministro de potencia eléctrica continua (a carga variable) en el caso de un fallo de la potencia de la compañía eléctrica. No se permite sobrecarga de estos valores. El alternador en este modelo está dimensionado para el valor máximo continuo (como se define en la ISO 8528-3).

## Condiciones de referencia estándar

Nota: Condiciones de referencia estándar: temperatura de entrada del aire 25 °C (77 °F) y 30% de humedad relativa a 100m (328 pies) sobre el nivel del mar. Datos de consumo de combustible a plena carga, con combustible diesel y con un peso específica de 0,85 y según la BS2869: 1998, Clase A2.



## Datos de potencia y rendimiento

Marca y modelo de motor	Perkins 1104A-44TG2	
Alternador fabricado para FG Wilson por:	Leroy Somer	
Modelo de alternador :	LL2014L	
Cuadro de control :	1002T	
Tipo de bancada:	Fbc2 - (08Hr)	
Tipo/valor de interruptor :	3 Mole MCCB	
Frecuencia	50 Hz	60 Hz
Velocidad del motor: RPM	1500	1800
Capacidad del depósito de combustible: litros (galones estadounidenses)	219 (57,9)	
Consumo de combustible:		
l/h (galón estadounidense/h)	- Continua	18,0 (4,8) 21,2 (5,6)
	- Emergencia	19,9 (5,3) 23,6 (6,2)

## Opciones disponibles

En FG Wilson ofrecemos una serie de funciones opcionales para adaptar nuestros grupos electrógenos con el objetivo de satisfacer sus necesidades energéticas. Las opciones incluyen:

- Mejora para la certificación CE♦
- Amplia gama de carenas insonorizadas
- Un surtido de controles de grupos electrógenos y paneles de sincronización
- Alarmas y paradas adicionales
- Una selección de niveles de ruido del silencioso de escape

Si desea más información sobre todos los elementos estándares u opcionales que acompañan a este producto, contacte con su distribuidor local o visite: [www.FGWilson.com](http://www.FGWilson.com)

♦ No está disponible en nuestra planta china en Tianjin.

## Dimensiones y Pesos

Largo (L) mm (in)	Ancho (W) mm (in)	Alto (H) mm (in)	Seco kg (lb)	Con líquidos kg (lb)
1925 (75,8)	1120 (44,1)	1361 (53,6)	1107 (2440)	1120 (2469)

Seco = Con aceite lubricante      Con líquidos = Con aceite lubricante, y refrigerante

Valores conformes con las normas ISO 8528, ISO 3046, IEC 60034, BS5000 y NEMA MG-1/22. El grupo electrógeno de la ilustración puede contener accesorios opcionales.

FG Wilson dispone de fábricas en los siguientes países:

**Irlanda del Norte • Brasil • China • India • Estados Unidos**

Con oficinas centrales en Irlanda del Norte, FG Wilson opera a través de uno red internacional de distribuidores.

Para ponerse en contacto con su oficina local de ventas, visite la página web de FG Wilson en [www.FGWilson.com](http://www.FGWilson.com)

**Datos técnicos del motor**

Nº de cilindros/alineación:	4 / En línea
Ciclo:	4-tiempo
Diámetro/Carrera: mm (pulg.)	105,0 (4,1)/127,0 (5,0)

Aspiración: TurboCharged

Sistema de enfriamiento: Agua

Tipo de regulador: Mecánica

Clase de regulador: ISO 8528 G2

Relación de compresión: 17:25:1

Cilindrada: litros (pulg. cúbicas) 4,4 (268,5)

Momento de inercia: kg/m<sup>2</sup> (lb/pulg.<sup>2</sup>) 1,14 (3896)

**Sistema eléctrico del motor:**

- Tensión/Tierra 12/Negativa

- Amperios del cargador de baterías 65

Peso: kg (lb) - Seco 463 (1021)

- Con líquidos 485 (1069)

**Rendimiento**

Velocidad del motor: rpm 50 Hz 1500 60 Hz 1800

**Gross Engine Power: kW (hp)**

- Continua 73,4 (98,0) 84,2 (113,0)

- Emergencia 80,7 (108,0) 92,6 (124,0)

**BMEP: kPa (psi)**

- Continua 1335,0 (193,6) 1276,0 (185,1)

- Emergencia 1468,0 (212,9) 1403,0 (203,5)

**Sistema de combustible**

Tipo de filtro de combustible: Elemento recambiable

Combustible recomendado: Diesel Clase A2

Consumo de combustible: l/h (galón estadounidense/h)

	110%	100%	75%	50%
Continua	Carga	Carga	Carga	Carga
50 Hz	19,9 (5,3)	18,0 (4,8)	13,6 (3,6)	9,5 (2,5)
60 Hz	23,6 (6,2)	21,2 (5,6)	16,2 (4,3)	11,5 (3,0)

	110%	100%	75%	50%
Emergencia	Carga	Carga	Carga	Carga
50 Hz	19,9 (5,3)	14,9 (3,9)	10,3 (2,7)	
60 Hz	23,6 (6,2)	17,8 (4,7)	12,5 (3,3)	

(Basado en combustible diesel con un peso específico de 0,84 y conforme a BS2869, Clase A2)

**Sistema de aire**

Tipo de filtro de aire: Elemento recambiable

**Flujo de aire de combustión:**

m <sup>3</sup> /min. (cfm)	- Continua	4,8 (170)	6,2 (219)
	- Emergencia	5,1 (180)	6,5 (230)

Restricción máx. en admisión de aire de combustión: kPa (en H<sub>2</sub>O) 8,0 (32,1) 8,0 (32,1)

**Sistema de refrigeración**

Capacidad del sistema de refrigeración: 13,0 (3,4) 13,0 (3,4)  
l (galones estadounidenses)

Tipo de bomba de agua: Centryffuga

**Calor disipado en el agua y aceite**

lubricante: kW (Btu/min) - Continua 46,0 (2616) 53,0 (3014)

- Emergencia 51,0 (2900) 57,0 (3242)

**Radiación de calor a la sala:** Radiación de calor desde el motor y el alternador.

kW (Btu/min) - Continua 19,0 (1081) 20,9 (1189)

- Emergencia 20,8 (1183) 23,0 (1308)

Consumo del ventilador del radiador: 1,0 (1,3) 1,7 (2,3)  
kW (hp)

Flujo del aire de refrigeración del radiador: m<sup>3</sup>/min (cfm) 121,2 (4280) 140,4 (4958)

Restricción máx. externa en el caudal de aire de refrigeración: Pa (in H<sub>2</sub>O) 120 (0,5) 120 (0,5)

Sistema de refrigeración diseñado para operar en condiciones ambientales de hasta 50 °C (122 °F). Contacte con su distribuidor local de FG Wilson para obtener información acerca de los valores de potencia en condiciones específicas de la instalación.

**Sistema de lubricación**

Tipo de filtro de aceite: Hacer girar-En, Flujo completo

Capacidad total de aceite en litros: 8,0 (2,1)  
(galones estadounidenses)

Capacidad del cárter en litros: 7,0 (1,8)  
(galones estadounidenses)

Tipo de aceite: API CG4 / CH4 15W-40

Sistema de enfriamiento: Agua

**Sistema de escape**

Tipo de silenciador: Industrial

Modelo y unidades de silenciadores: SD80 (1)

Pérdida de carga total en el sistema del silenciador: kPa (pulg. de Hg) 1,17 (0,345) 1,97 (0,581)

Nivel de reducción de ruido del silenciador: dB (A) 16 16

Máx contrapresión permitida: 10,0 (3,0) 15,0 (4,4)  
kPa (pulg. de Hg)

Caudal de gases de escape: m<sup>3</sup>/min (cfm)

- Continua 12,5 (441) 15,0 (530)

- Emergencia 13,3 (470) 15,9 (560)

**Temperatura de gases de escape: °C (°F)**

- Continua 555 (1031) 535 (995)

- Emergencia 580 (1076) 560 (1040)

### Datos físicos del alternador

Fabricado para FG Wilson por:	Leroy Somer
Modelo:	LL2014L
Nº de cojinetes:	1
Clase de aislamiento:	H
Código del paso del devanado:	2/3 - 6
Cables:	12
Índice de protección contra entrada de elementos:	IP23
Sistema de excitación:	Shunt
Modelo de AVR:	R250

### Datos de funcionamiento del alternador

Sobrevelocidad: RPM	2250
Regulación de la tensión (estado estable)	+/- 0.5
Forma de onda NEMA = TIF:	50
Forma de onda IEC = THF:	2.0%
Contenido total de armónicos LL/LN:	4.0%
Radiointerferencia:	Supresión conforme a la norma europea EN61000-6
Calor radiado: kW (Btu/min)	
- 50 Hz	6,8 (387)
- 60 Hz	8,0 (455)

### Características del alternador

Concepto	50 Hz				60 Hz				
	415/240V	400/230V 230/115V 200/115V	380/220V 220/110V	220/127V	480/277V 240/139V	380/220V 220/110V	240/120V 208/120V	230/115V	440/254V 220/127V
Capacidad de arranque del motor* kVA	218	206	189	240	239	161	188	176	207
Capacidad de cortocircuito** %	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Reactancias: Por unidad									
X <sub>d</sub>	2,400	2,590	2,860	2,140	2,420	3,870	3,230	3,490	2,880
X' <sub>d</sub>	0,080	0,090	0,100	0,070	0,080	0,130	0,110	0,120	0,100
X'' <sub>d</sub>	0,040	0,043	0,048	0,036	0,040	0,064	0,054	0,058	0,048

Las reactancias mostradas se aplican a valores de potencia continua.

\* Basado en un 30% de caída de tensión con factor de potencia del 0,6.

\*\* Con grupo electrógeno equipado con imanes permanentes.

### Datos técnicos de tensión a 50 Hz

Tension	Continua		Emergencia	
	kVA	kW	kVA	kW
415/240V	80,0	64,0	88,0	70,4
400/230V	80,0	64,0	88,0	70,4
380/220V	80,0	64,0	88,0	70,4
230/115V <sup>◆</sup>	80,0	64,0	88,0	70,4
220/127V	80,0	64,0	88,0	70,4
220/110V <sup>◆</sup>	80,0	64,0	88,0	70,4
200/115V <sup>◆</sup>	80,0	64,0	88,0	70,4

### Datos técnicos de tensión a 60 Hz

Tension	Continua		Emergencia	
	kVA	kW	kVA	kW
480/277V	90,0	72,0	100,0	80,0
220/127V	90,0	72,0	100,0	80,0
380/220V	88,0	70,4	97,0	77,6
240/120V	90,0	72,0	100,0	80,0
230/115V	90,0	72,0	100,0	80,0
440/254V	90,0	72,0	100,0	80,0
220/110V <sup>◆</sup>	88,0	70,4	97,0	77,6
208/120V <sup>◆</sup>	90,0	72,0	100,0	80,0
240/139V <sup>◆</sup>	90,0	72,0	100,0	80,0

◆ No está disponible en nuestra planta china en Tianjin.

**Documentación**

Juego completo de manuales de funcionamiento y mantenimiento y esquemas de conexión.

**Generating Set Standards**

Los equipos cumplen con las normas siguientes: BS5000, ISO 8528, ISO 3046, IEC 60034, NEMA MG-1.22.

FG Wilson es una compañía acreditada con la ISO 9001.

**Garantía**

Todos los equipos de potencia continua tienen una garantía de fabricación de un año. Los equipos de emergencia, cuyo tiempo de servicio está limitado a 500 horas al año, tienen una garantía de fabricación de dos años. Para obtener más información sobre la cobertura de la garantía, póngase en contacto con su distribuidor local o visite nuestra página web: [www.FGWilson.com](http://www.FGWilson.com)

**Datos de contacto del distribuidor:****FG Wilson dispone de fábricas en los siguientes países:  
Irlanda del Norte • Brasil • China • India • Estados Unidos**

Con oficinas centrales en Irlanda del Norte, FG Wilson opera a través de una red internacional de distribuidores. Para ponerse en contacto con su oficina local de ventas, visite la página web de FG Wilson en [www.FGWilson.com](http://www.FGWilson.com)

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Energía y Minas, Código Nacional de electricidad Suministro, Perú: 2011.
- [2] HMV INGENIEROS LTDA, “Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión”, Medellín: Impresiones Gráficas Ltda., 2003. 778p. Segunda edición.
- [3] Rodolfo Pfeil, “Diseño de Servicios Auxiliares”, Santiago de Chile: 1993.
- [4] Jesús Fraile Mora, “Máquinas Eléctricas”, Madrid-España: 2003.
- [5] INTERNATIONAL STANDARD. Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets. Part 1, ISO 8528-1. Segunda Edición: 2005.
- [6] INTERNATIONAL STANDARD. Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets. Part 5, ISO 8528-5. Segunda Edición: 2005.