

# Boletín 20

## GRUPOS ELECTRÓGENOS PRINCIPIOS BASICOS

Boletín técnico N°20  
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

## GRUPOS ELECTROGENOS. PRINCIPIOS BASICOS.

Por:

**Ing. Gregor Rojas**  
GERENTE NACIONAL  
MERCADERO Y VENTAS  
División materiales eléctricos

### 1. General.

Para alcanzar una buena base de conocimiento sobre instalaciones eléctricas de los grupos electrógenos, previamente se debe entender la composición y el comportamiento de cada una de las partes que lo conforman, tales como: el generador, analizando en detalle las características específicas de los elementos más influyentes.

En este boletín estudiaremos la aplicación del empleo de grupos electrógenos, para conocer las condiciones necesarias para su funcionamiento deseado, y finalmente comentaremos sobre sus tipos con base a su tiempo de utilización.

### 2. Grupo electrógeno.

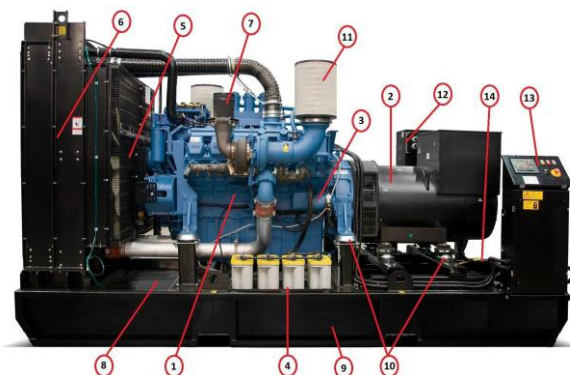
#### 2.1 Definición.

El término grupo electrógeno se refiere a una composición de máquinas rotativas, tanto eléctricas como de combustión, acopladas entre sí, en las que se produce una doble conversión de energía: de térmica a mecánica y de mecánica a electromagnética. A los grupos electrógenos también se les denominan plantas eléctricas.

La característica más relevante es la capacidad de funcionar independiente a la red de suministro eléctrico, siendo su principal utilidad las situaciones en las que no se disponga del servicio de la red eléctrica, bien sea debido a fallos o por la ausencia de las instalaciones eléctricas necesarias.

#### 2.2 Conformación del grupo electrógeno.

En el mercado se encuentra una gran variedad de grupos electrógenos de muchos tamaños y potencias, con diversas combinaciones de componentes para optimizar su funcionamiento o manejo. En la figura 1 se podrá apreciar un grupo electrógeno sin cabina, es decir totalmente abierto para efectos de poder visualizar mejor sus componentes con mayor facilidad.



- |                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| 1. Motor de combustión | 8. Depósito de combustible    |
| 2. Alternador          | 9. Base estructural o bancada |
| 3. Motor de arranque   | 10. Antivibratorios           |
| 4. Baterías            | 11. Filtro de aire            |
| 5. Ventilador          | 12. Cuadro de protección      |
| 6. Radiador            | 13. Cuadro de control         |
| 7. Silenciador*        | 14. Conexión a tierra         |

**Componentes de un grupo electrógeno abierto**  
**Figura 1**

#### 2.2.1 Motor de combustión.

Representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y se genere electricidad. En los grupos electrógenos se emplean dos tipos de motores: motores de gasolina y de gasoil, siendo, generalmente, los motores a gasoil los más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.



**Motor de combustión para grupo electrógeno**  
**Figura 2**

Operan con un ciclo diésel a 4 tiempos, de inyección directa de aspiración natural, generalmente turboalimentados. La disposición de los cilindros puede ser en línea o en V. En la figura 2 se podrá observar un motor de 4 tiempos.

Existen gran variedad de motores de combustión interna en el mercado, el empleado generalmente en los sistemas generadores es el motor de 4 tiempos. Se le denomina de 4 tiempos porque el ciclo de combustión se completa en cuatro etapas. Estas etapas incluyen la toma de la mezcla de aire y combustible, la compresión de esa mezcla, la combustión o explosión y el escape.

A continuación se describen los atributos básicos:

- **COMBUSTIBLE.** En los motores de combustión interna se utilizan cuatro tipos principales de combustible. Estos incluyen el gasoil, el gas natural, el gas licuado de petróleo (GLP) y la gasolina. La elección del tipo de combustible que se utilizará depende de ciertas variables, como su costo, almacenamiento y disponibilidad. Como se dijo anteriormente, la mayoría de motores empleados en los grupos electrógenos son a gasoil, por sus prestaciones mecánicas y económicas.
- **LUBRICACIÓN.** Los motores de 4 tiempos emplean sistemas de filtros de pleno caudal, que bombean el aceite lubricante a través de filtros de montaje externo para evitar que las partículas o los elementos contaminantes dañen las partes internas. Se utilizan depósitos de aceite compensatorios para mantener el correcto nivel de aceite y refrigeradores de aceite externos para que ayuden a prevenir interrupciones en la lubricación debido a altas temperaturas.
- **FILTRO DE AIRE Y DE COMBUSTIBLE.** El aire y el combustible son elementos clave para que el motor opere de forma confiable. Es fundamental que se siga un correcto programa de mantenimiento. La falta de repuestos para filtros y otros “insumos” puede derivar en tiempo de inactividad. El monitoreo proactivo de estos filtros se realiza por medio de indicadores de presión diferenciales.

Estos indicadores muestran la diferencia de presión en las distintas partes de un filtro o entre dos líneas de combustible durante el funcionamiento del motor. Cuando se los aplica a los filtros de aire, estos dispositivos de monitoreo proactivo se denominan indicadores de restricción del filtro de aire.

### 2.2.2 Alternador.

La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador con eje horizontal, síncrono sin escobillas, autoexcitado y autorregulado, acoplado al motor, el cual generará una corriente alterna mediante inducción electromagnética. En la figura 3 se observa un típico alternador empleado para grupos electrógenos.



**Alternador convencional para grupo electrógeno**  
**Figura 3**

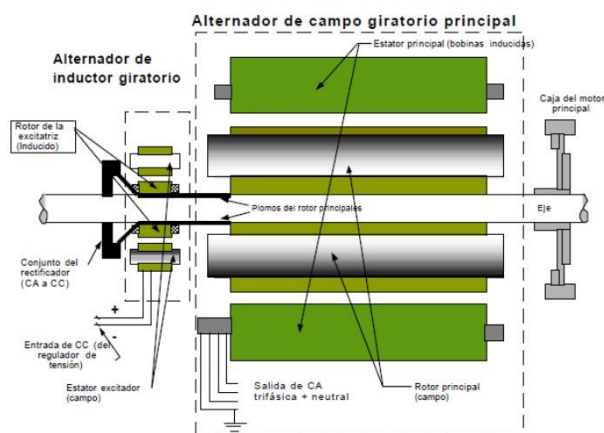
El alternador dispone de un regulador automático de voltaje. La función del alternador consiste en convertir la energía mecánica proveniente del motor principal en corriente alterna. Este proceso es similar al del alternador de un automóvil. Sin embargo, el alternador de un automóvil, por lo general, se maneja con una correa, mientras que el de un generador se maneja con el eje principal del motor a combustión.

A lo largo de los años, se mejoraron ciertas características de los componentes de los alternadores para aumentar su eficiencia, capacidad y confiabilidad. A continuación, detallaremos cada una de estas características.

La denominación “sin escobillas” se refiere a que este diseño no requiere contactos ubicados contra ninguna de las partes giratorias para transferir energía eléctrica hacia o desde los componentes. El término “autoexcitado” significa que la electricidad que se utiliza

para generar el campo electromagnético se crea dentro del propio alternador, lo que permite que este produzca grandes cantidades de electricidad solo con la energía que brinda el motor a combustión.

La autorregulación del alternador se lleva a cabo mediante un regulador automático de voltaje el cual, adapta el funcionamiento del alternador, por medio de potenciómetros, a las diversas condiciones de utilización del grupo. La Figura 4 muestra los componentes principales de un alternador típico de un sistema generador.



Partes de un alternador para grupo electrógeno  
**Figura 4**

### 2.2.3 Motor de arranque.

Es uno de los sistemas más importantes dentro de los componentes que integra el grupo generador para un funcionamiento de manera exitosa. La mayoría de estos sistemas utiliza un motor de arranque que opera con baterías, como en las aplicaciones de la industria automotriz.

Transforma la energía eléctrica suministrada por las baterías en energía mecánica, transmitiéndosela al motor de combustión, realizando la función de arranque del motor.

Es un motor eléctrico de corriente continua, normalmente con excitación en serie, con la capacidad de acoplarse y desacoplarse del eje del motor de combustión, ofreciendo un elevado par de arranque

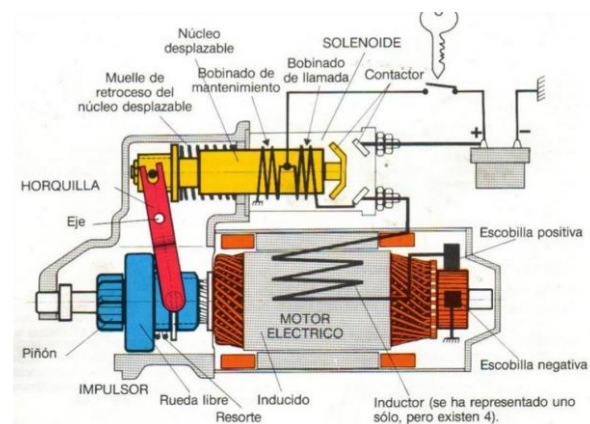
gracias al reductor, lo que implica una gran aceleración, con un peso y volumen bastante bajos.

Como se ha dicho el motor de arranque es un motor eléctrico potente, con un pequeño engranaje (piñón) montado en su extremidad. Al activarlo, un alambre lleva la corriente de 12 o 24 Voltios hacia el solenoide del motor de arranque, el solenoide tiene un campo magnético, que al ser activado hace que el piñón se acople a un engranaje mayor (anillo), que es conectado al motor y al mismo tiempo hace un puente de corriente positiva (+) entre el cable que llega al motor de arranque desde la batería, y el cable que surte de corriente los campos del motor de arranque. La Figura 5 muestra un motor de arranque típico de un sistema generador.



**Motor de arranque**  
**Figura 5**

Las partes de un motor de arranque se pueden ver en la Figura 6.



Partes de un motor de arranque  
**Figura 6**

Después, el motor de arranque gira el motor de combustión para que el pistón pueda aspirar una mezcla de combustible/aire, que es quemada a continuación para dar arranque al motor.

Cuando el motor empieza a girar más rápidamente que el motor de arranque, un dispositivo llamado rueda libre automáticamente desengancha el engranaje del motor de arranque del engranaje del motor de combustión.

### 2.2.4 Baterías.

Las baterías son acumuladores y proporcionan la energía eléctrica para el motor de arranque opere y de esta forma haga girar el motor de combustión hasta su arranque. También va a proporcionar la alimentación eléctrica demandada por los elementos electrónicos que lleva incorporado el grupo electrógeno. Están diseñadas para fuertes descargas de energía eléctrica en poco tiempo. Es un proceso reversible, ya que el cargador de batería (alternador de bajo tamaño) se encargará de ir suministrando energía eléctrica a las baterías, mientras está el generador en marcha, transformándose de nuevo en energía química, evitando su descarga.

En cualquier momento de su uso, el estado de las baterías se pueden analizar para comprobar en qué estado se encuentran. La capacidad aproximada se puede estimar a partir del voltaje de los polos. Para ello se mide el voltaje de la batería después de transcurridas varias horas desde la última carga, en la siguiente tabla nos dará una idea de esto:

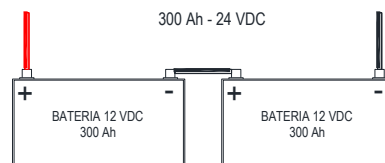
Capacidad de carga según voltaje en baterías	
Voltaje entre terminales	Capacidad aproximada
12,65 Voltios	100%
12,45 Voltios	75%
12,24 Voltios	50%
12,06 Voltios	25%
11,89 Voltios	0%

Generalmente, en grupos electrógenos de capacidades mayores los alternadores requieren de voltaje de 24 V y sólo tenemos baterías de 12 V, o también ocurre que necesitamos intensidades tan altas que una sola batería no es capaz de satisfacer esa demanda. Para estos casos, se conectan varias baterías, bien sea en serie o en paralelo, según el requerimiento.

Para ello se deben conectar baterías de la misma capacidad estando todas ellas sometidas al mismo estado de carga.

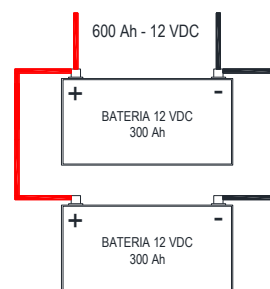
A continuación veremos tres tipos de conexión entre baterías:

**Conexión en serie:** esta conexión se utiliza para obtener un voltaje de operación de 24 VDC requiriendo intensidades capaces de ser entregadas por una batería, esta conexión nos permite que obtengamos una salida de la misma capacidad que una batería y el doble de la tensión nominal, ver figura 7.



**Conexión de baterías en serie**  
**Figura 7**

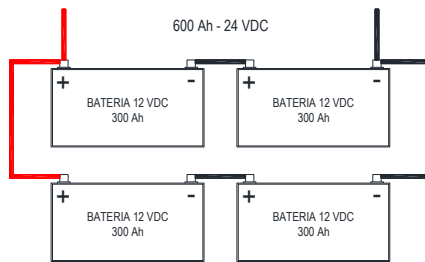
**Conexión en paralelo:** esta conexión se utiliza para obtener una salida con el doble de la capacidad que las individuales, manteniendo el voltaje nominal igual en 12 VDC. Esta conexión se utiliza cuando necesitamos una elevada intensidad para el arranque que no puede ser suplida por una sola batería, ver figura 8.



**Conexión de baterías en paralelo**  
**Figura 8**

**Conexión en serie-paralelo:** esta conexión es la combinación de las dos anteriores, con el objeto de obtener el beneficio de ambas conexiones, es decir, el doble voltaje y capacidad que daría una sola batería, ver figura 9.





**Conexión de baterías en serie- paralelo**  
**Figura 9**

**Recarga de baterías:** si las baterías no suministran las cargadas requeridas al momento de ser necesarias no arrancara el generador. En tal sentido, el grupo debe disponer de un cargador de baterías automático, generalmente de carga lenta-carga rápida, para que se puedan recuperar, por si fuera necesario, para cada arranque.

Normalmente, estos cargadores están alimentados de la red normal, de tal manera que cuando el grupo está parado, se alimentan con la tensión de la red, y cuando está en funcionamiento de la tensión generada por el grupo.

Debido a una bajada de tensión de la batería, provocada por una fuente de absorción (arranque del motor, etc.), se activa la carga de fondo, a medida que el voltaje de la batería aumenta, la corriente de carga se va reduciendo hasta la corriente de mantenimiento.

En este cargador actúa simultáneamente un control de intensidad de carga y un control de tensión que impiden llegar a niveles de carga superiores a los ajustados, evitando la descomposición del electrolito en hidrógeno y oxígeno, causada por una excesiva corriente o voltaje.

### 2.2.5 Ventilador.

Es el encargado de proveer de manera forzada el aire fresco al sistema de refrigeración del grupo electrógeno. Si el grupo es en cabina extrae de su interior el aire caliente y a la vez refresca al radiador, es una pieza fundamental para la operación del grupo electrógeno.

### 2.2.6 Radiador.

Intercambiador de calor, de agua o aire, donde se hará pasar el aire de salida del motor de combustión, enfriado por el aire que entra del exterior, gracias a la acción del ventilador, volviendo a entrar en la cámara de combustión del motor con menor temperatura, aumentando la potencia del motor a combustión.

Este proceso de enfriamiento también se puede realizar con agua, enfriando las paredes de los tubos de escape y admisión del motor de combustión, realizando la misma función que antes. El calor se extrae desde el radiador al exterior por medio de una red de conductos con la misma superficie en corte transversal que la pantalla del radiador.

Es importante tener presente que este sistema es vital para la vida del grupo electrógeno por lo que necesita un riguroso mantenimiento para que opere en forma confiable. Para obtener un rendimiento aceptable, se deben controlar en forma exhaustiva las mangueras de refrigerante, el nivel de refrigerante, el funcionamiento de la bomba de agua y el anticongelante.

### 2.2.7 Silenciador.

Es un tubo cilíndrico colocado a la salida del motor para reducir la emisión de ruido del grupo electrógeno, representa un aspecto importante para la contaminación por ruido.

Generalmente, los silenciadores de escapes se encargan en gran medida de esta situación, se dividen en industriales, residenciales y críticos. Estos últimos brindan el mayor nivel de reducción de sonido.

Actualmente los fabricantes tienen técnicas de montaje y aislamiento para minimizar este problema.

Un corte inclinado sobre el tubo de escape evita la entrada de lluvia para terminación de escapes en horizontal. En los verticales se hace necesario un sombrero o una tapa levadiza también llamado flaper.

La altura respecto al suelo conviene sea tal que no afecte al paso de personas en construcciones de una

planta. Para evitar pérdidas de carga es regla general aumentar el diámetro del tubo 10 mm cada 10 mts.

### 2.2.8 Depósito de combustible.

Denominado también tanque de combustible se sitúa generalmente en la estructura que soporta al motor y alternador, por aprovechamiento de espacio. Mediante una bomba de trasiego es direccionado al sistema de inyección del motor.

Este tanque generalmente es construido para dar una autonomía al grupo electrógeno de 8 horas de operación sin embargo, bajo pedido es posible obtener tanque dentro de la misma estructura del grupo que ofrecen hasta 48 horas de uso continuo. La limitante para estos casos es la altura del conjunto que no permite su embarque en contenedor.

Cabe destacar, que también existe la posibilidad de tanques de combustibles externos al grupo electrógeno que son suplidos en capacidades según requerimiento del usuario.

### 2.2.9 Base estructural o Bancada.

La bancada es la estructura fabricada de perfiles o chapa plegada con suficiente rigidez para soportar el grupo electrógeno, actuando de base o soporte de todos los elementos que lo conforman.

### 2.2.10 Antivibratorios.

Son elementos que brindan amortiguación al conjunto motor-alternador a través de soportes elásticos, conocidos como silenblocks, realizando el acoplamiento entre los elementos principales del grupo y la estructura, de forma de eliminar la transmisión de las vibraciones sobre la misma. En la figura 10 se puede observar un modelo de estos soportes.



**Soportes antivibratorios**  
**Figura 10**

### 2.2.11 Filtro de aire.

La función del filtro de aire es retener las impurezas del flujo de aire que entra al motor. Este elemento asegura la buena calidad de la mezcla aire-combustible que integra los cilindros a través de las válvulas.

Estos filtros deben ser cambiados cada 500 horas o un (1) año lo que ocurra primero. Si el grupo electrógeno se utiliza en lugares donde el aire está muy contaminado o hay mucho polvo, el intervalo debe ser menor. Evitar en lo posible limpiar o soplear con aire comprimido. Esta acción pone en riesgo al cartucho del filtro a que se rompa, se perfora o aumente el tamaño de la porosidad. La consecuencia de esto podría ser fatal para el sistema de inyección, ya que el polvo o partículas sólidas formarán parte de la combustión, ocasionando un daño severo al motor.

Si no se cambia dentro del intervalo recomendado, el motor perderá potencia y aumentará el consumo de combustible, ya que el aire entrará con menor flujo a la cámara de combustión. Además existe el riesgo de que la suciedad se deposite en las partes del sistema de inyección.

### 2.2.12 Cuadro de protección.

El cuadro de protección es un gabinete o recinto donde se alberga a un interruptor de potencia para protección termomagnética al grupo electrógeno, Puede realizar asimismo otras funciones de protección además de sobreintensidad o bajo voltaje

También es habitual que además de incorporar el preceptivo disyuntor de potencia y seguridades periféricas (diferencial, vigilancia max/min voltaje), formando así una unidad completa. Los generadores de emergencia incluyen además de un cuadro de conmutación de potencia remoto próximo a los cuadros generales del edificio para economizar cableado.

### 2.2.13 Cuadro de control y maniobra

Es el encargado de la gestión del arranque y la parada del grupo electrógeno bien sea de manera manual o automática a través de una transferencia. Entre sus

funciones está la de vigilar el estado de las alarmas, y la operación del estado de los interruptores de transferencia.

La tendencia actual es la de incorporar al generador un equipo PLC que gestiona on-line todos los parámetros del motor de combustión y los asociados a la generación eléctrica incluyendo datos de la red en los generadores automáticos de emergencia.

### 2.2.14 Conexiones a tierra.

Los sistemas de puesta a tierra están especialmente relacionados con nuestra seguridad. Una descarga eléctrica puede poner en peligro la vida de una persona. Para utilizar con seguridad los generadores eléctricos exceptuando los portátiles pequeños, siempre debemos realizar la conexión a tierra del generador.



**Conexión de puesta a tierra**  
**Figura 11**

Cuando se adquiere un generador de cualquier tamaño encontramos fácilmente un tornillo identificado con el símbolo de tierra.

Lo correcto es utilizar un cable verde-amarillo o desnudo y conectarlo a una barra copperweld introducida en el terreno circundante. Con esto realizamos una puesta a tierra de las masas metálicas del grupo electrógeno.

### 3. Funcionamiento de grupos electrógenos.

Un grupo electrógeno está formado básicamente por un motor de combustión interna diésel, el cual mediante un eje mecánico, mueve un alternador que desarrolla la función de generar la energía eléctrica de la cual se abastecerá la red de consumidores.

El arranque de un grupo electrógeno se realiza generalmente por medio de un motor de corriente

continua conectado al mismo eje. La alimentación de este motor de arranque se efectúa por medio de baterías.

La orden de arranque va a depender del tipo de grupo electrógeno. El arranque manual se produce a voluntad, esto quiere decir que cuando se necesita disponer de la electricidad generada por el grupo electrógeno se lo arranque de forma manual.

Generalmente el accionamiento de arranque se suele realizar mediante una llave de contacto o pulsador de arranque de una centralita electrónica con todas las funciones de vigilancia.

Cuando se produzca un calentamiento del motor, cuando falte combustible o cuando la presión de aceite del motor sea muy baja, la centralita lo detectará parando el motor automáticamente.

Existen centrales automáticas que funcionan tanto en modo manual o automático; estas centralitas o cuadros electrónicos detectan un fallo en la red de suministro eléctrico, obligando el arranque inmediato del grupo electrógeno.

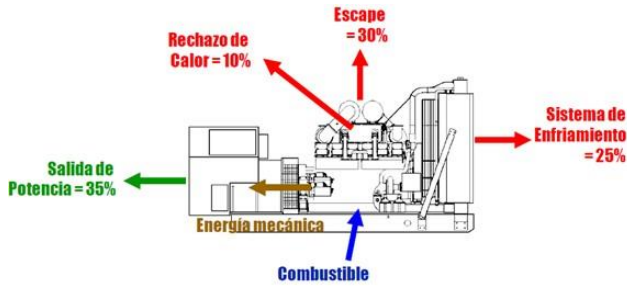
Con la ayuda de la energía suministrada por la batería, el motor de arranque arranca el motor a combustión.

Cuando el motor está funcionando, el alternador transforma energía mecánica en energía eléctrica y, dependiendo de las rpm del alternador y del número de consumidores conectados, hay en el mejor de los casos, energía suficiente para alimentar todos los consumidores y cargar la batería.

El motor de combustión emplea el combustible suministrado para crear energía mecánica (posteriormente transformada en eléctrica) y calor (escape, enfriamiento y radiación).

Realizando un balance de energía en el generador, se puede obtener un rendimiento aproximado del 35% tras las pérdidas de energía por transmisión de calor, escape, sistema de enfriamiento y transformación de la energía, como se aprecia en la Figura 10.





**Balance de energía en el grupo electrógeno**  
**Figura 12**

La potencia del grupo electrógeno es la potencia activa, (expresada en kW), entregada en los bornes del generador, a la tensión y frecuencia nominal y en las condiciones ambientales establecidas. Los diferentes regímenes de potencia de los grupos electrógenos describen las condiciones máximas permisibles de carga de un generador, que deben, además, operar a una carga mínima suficiente de modo tal de lograr temperaturas normales y quemar apropiadamente el combustible.

Básicamente, existen tres tipos de potencia:

➤ **Energía de respaldo de Emergencia. (Emergency Standby Power ESP).**

Es la potencia máxima que el grupo electrógeno puede entregar durante un máximo de 500 horas al año, no excediéndose el factor de carga del 90%. El régimen de Potencia Standby es la que se aplica para la provisión de energía de emergencia, es decir, cuando la energía de red falla y se suministra por la duración del corte de energía normal. Sólo es aplicable en emergencia, donde el generador sirve como respaldo a la fuente de servicio público.

ISO-8528-1 establece que un grupo electrógeno de energía de respaldo de emergencia debe proporcionar energía durante la duración de la interrupción y con la ejecución del mantenimiento en los intervalos y procedimientos prescritos por el fabricante. Con un máximo de horas de operación 200 horas al año.

La norma ISO no otorga ningún límite en el tiempo de ejecución en el caso de un corte de suministro

➤ **Prime power (PRP).**

Los Grupos electrógenos calificados como fuente principal son diseñados para suministrar potencia eléctrica en lugar de emplear la red comercial. Estas son aplicaciones que suelen instalarse en sitios que se encuentran a mucha distancia de una red de servicios públicos, tales campos de minería, canteras o campos de operaciones petrolíferas de exploración y explotación.

ISO-8528-1 establece que un grupo electrógeno de rating PRP puede proporcionar energía para un número ilimitado de horas al año en el marco de la ejecución del mantenimiento dentro de los intervalos, condiciones de funcionamiento, y procedimientos prescritos por el fabricante.

La capacidad de sobrecarga es típicamente disponible por el fabricante, normalmente el 10% de sobrecarga durante una hora en 12 horas sin exceder 25 horas en el año. Sin embargo, esto no está dictada por la norma ISO. ISO-8528-1 limita el factor de carga promedio en 24 horas al 70% de la placa de identificación, para la aplicación PRP. Sin embargo similar a la calificación de ESP, un fabricante de motor específico puede autorizar un factor de carga promedio mayor en 24 horas a su discreción.

➤ **Potencia de operación continua (Continuos power COP)**

La potencia nominal continua se utiliza para aplicaciones en las que el grupo electrógeno debe suministrar energía a una carga constante por un número ilimitado de horas al año.

Estas aplicaciones tales como centrales eléctricas remotas suelen utilizar múltiples grupos

electrógenos para impulsar esta constante de carga, que también se conoce en la industria como un "Estación de energía de carga base."

La carga base es la cantidad mínima de energía que se necesita poner a disposición a fin de satisfacer las demandas de energía.

ISO-8528-1 establece que un Grupo electrógeno COP debe proporcionar energía para un número ilimitado de horas al año bajo las condiciones de funcionamiento y con los intervalos y procedimientos de mantenimiento prescritos por el fabricante.