



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA EN UN EDIFICIO DE OFICINAS DEL CENTRO DE TRANSFERENCIA, SELECCIÓN, APROVECHAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA: MECÁNICA

PRESENTAN:

GARCÍA ALEMÓN JOSÉ ALBERTO
VALDEZ NÁJERA VICTOR HUGO



FES Aragón

ASESOR: ING. DÁMASO VELÁZQUEZ VELÁZQUEZ

Bosques de Aragón, Estado de México, Mayo de 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA EN UN EDIFICIO DE OFICINAS DEL CENTRO DE TRANSFERENCIA, SELECCIÓN, APROVECHAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

Índice	i
Objetivo	iii
Introducción	iv
Capítulo 1 Conceptos básicos de plantas de emergencia	1
1.1 Definición de plantas de emergencia	1
1.1.1 Clasificación de las plantas de emergencia	1
1.1.2 Clasificación de las plantas de emergencia por el tipo de operación	3
1.1.3 Componentes principales de los sistemas de plantas de emergencia	4
1.2 Motor	5
1.2.1 Sistema de transferencia	5
1.2.2 Circuito de control de transferencia	5
1.2.3 Protección y control de motor	6
1.2.4 Instrumentos del tablero	7
1.3 UPS's	7
1.3.1 Para que nos sirve una UPS y porque protegerse con ella	7
1.3.1.1 Tecnologías UP	9
1.3.2 Componentes de una UPS	10
1.4 Redes de energía eléctrica regulada	12
1.4.1 Problemas de energía eléctrica regulada	13
1.4.2 Armónicos	14
1.4.3 Ruido	15
1.4.4 Anomalías en la red eléctrica	17
1.5 Características principales a especificar de una planta de emergencia	16
1.5.1 Operación automática	18
1.5.2 Operación manual	19
1.5.3 Servicio continuo	20
1.5.4 Servicio de emergencia	20
1.6 Sistema eléctrico y electrónico de la planta de emergencia	23
1.7 Determinación de las características de los generadores para plantas de emergencia	32
1.7.1 los generadores eléctricos en aplicaciones industriales y de emergencia	32
1.7.2 Sistemas de enfriamiento para generadores eléctricos	33
1.8 Localización y montaje de una planta de emergencia	34
1.8.1 Mantenimiento preventivo a plantas de emergencia	35
1.8.2 Puntos importantes del mantenimiento	37
1.8.3 Recomendaciones generales para operar las plantas de emergencia	38
1.8.4 Mantenimiento preventivo en plantas de emergencia	39
1.8.5 Mantenimiento correctivo	40
1.9 Mantenimiento de baterías - acumuladores	42
1.9.1 Tipos de baterías	42
1.9.2 Capacidad de una batería o acumulador	43
1.9.3 Normas para el mantenimiento de baterías – acumuladores	44
Capítulo 2 Análisis de cargas eléctricas del inmueble	45
2.1 Antecedentes para un diagnóstico energético	47
2.2 Administración de la energía	49
2.3 Diagnostico energético	51
2.3.1 Clasificación de diagnósticos energéticos	52
2.4 Levantamiento	53
2.4.1 Descripción de instalaciones	56
2.4.2 Coordinación de protecciones	58
2.4.3 Protección de los conductores	59
2.5 Revisión visual de acometida de compañía suministradora de energía eléctrica	63
2.5.1 Revisión de neutro de subestación	64
2.5.2 Medición de corriente de los tableros	65
2.5.3 Diagnóstico del sistema de pararrayos	66

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA EN UN EDIFICIO DE OFICINAS DEL CENTRO DE TRANSFERENCIA, SELECCIÓN, APROVECHAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

2.5.4 Información técnica	67
2.5.5 Diagnostico energético	72
2.5.6 Medición y diagnóstico del sistema general de tierras	73
Capítulo 3 Propuesta de planta de emergencia para un edificio de oficinas de una compactadora de basura	76
3.1 Ciclo de los residuos sólidos	76
3.2 Calculo del nivel de Iluminación	80
3.2.1 Tablero general: TAB.TG-1 de voltaje normal,220-127 V.C.A.	81
3.2.2 Equipo de aire acondicionado: son 2 equipos de 15.0kw cada uno	85
3.3 Memoria del cálculo de cortocircuito	91
Conclusiones	98
Anexo 1 Formatos y planos del proyecto presentado en este trabajo de tesis	97
Anexo 2 Condiciones especiales artículo 700 sistemas de emergencia	104
Bibliografía	124



Objetivo

“Implementar de un sistema de suministro de energía eléctrica de emergencia en un edificio de oficinas del centro de transferencia, selección, aprovechamiento y compactación de residuos sólidos urbanos de la Ciudad de México”

Introducción

En la actualidad, una de las prioridades de la política energética de la mayoría de las naciones del mundo es lograr el más alto grado posible de eficiencia en su consumo de energía, acción que alivia en buena medida las presiones y los riesgos tanto de tipo económico como ecológico. Respecto a las primeras, el ahorro de energía permite, por ejemplo, desacelerar la demanda del consumo eléctrico, con lo cual se desahoga la urgencia presupuestaria de destinar crecientes recursos para construir más plantas generadoras. Respecto a las segundas, a los riesgos de tipo ecológico, el uso racional de la energía evita que se quemem innecesariamente combustibles, cuyas emanaciones impactan negativamente sobre el medio ambiente.

La ley de residuos sólidos del Distrito Federal publicada en la gaceta del 22 de abril de 2003, tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial considerado como no peligrosos así como la prestación del servicio público de limpia. A su vez, define la competencia de las 16 delegaciones políticas y de las diferentes secretarías del gobierno del Distrito Federal que participan en la gestión de los residuos sólidos y establecen la política a seguir con relación a las formas de manejo de los residuos.

Esta ley considera que el manejo de los residuos sólidos se debe realizar adoptando medidas para la reducción de la generación, la separación en la fuente, la recolección selectiva y el adecuado aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos. Igualmente, considera importante el fomentar la responsabilidad compartida entre productores, distribuidores, comercializadores y consumidores en la reducción de la generación de los residuos sólidos, asumiendo el costo de su adecuado manejo.

Para cambiar las condiciones actuales de operación del sistema de limpia y transformarlo en un manejo integral de los residuos es indispensable considerar la

gradualidad en la aplicación de las estrategias aquí planteadas, para ello, el programa de gestión integral de residuos sólidos considera como el inicio de la aplicación de la ley de residuos sólidos el diseño y desarrollo de una serie de proyectos piloto que serán aplicados por cada una de las delegaciones, con el objeto de probar los esquemas de separación en la fuente y la recolección selectiva, para posteriormente realizar la expansión de la aplicación de la ley en toda la demarcación política.

Parte fundamental en el manejo integral de los residuos lo representa la respuesta de la población principalmente a las actividades relacionadas con la separación de los residuos sólidos en la fuente, para ello, este programa considera como una línea estratégica el desarrollo de actividades en el marco de las acciones en Educación Ambiental, de una campaña de comunicación que parte del desarrollo de un emblema y lema que será empleado intensivamente en todo el Distrito Federal como instrumento identificador de la aplicación de la ley y que se denomina “juntos pero no revueltos”.

El Programa de gestión de residuos sólidos respeta la separación de los residuos propuesta en la ley, en la que plantea una división en las fracciones orgánicas e inorgánicas. esta separación es manejada en todos los subprogramas contenidos en este documento.

Asimismo, se identifica la participación de los sectores industriales, comerciales y de servicios principalmente en el cumplimiento de los planes de manejo de residuos sólidos, así como en la generación de infraestructura y en la separación de los residuos dentro de sus instalaciones y en aquellos lugares en donde existe una alta afluencia de personas.

La planeación de la distribución de la energía eléctrica es una tarea compleja donde los planificadores deben asegurar que exista una adecuada capacidad en la subestación (capacidad en el transformador) y capacidad en el alimentador

(capacidad en distribución).

¿Qué es la Planta eléctrica?

Es un grupo motor-generator que transforma la energía térmica de un combustible a energía mecánica y esta a su vez mediante inducción electromagnética en un generador se transforma a energía eléctrica.

- Cuando falla la energía eléctrica por periodos extendidos de tiempo debido a huracanes, terremotos, tornados, y otros desastres naturales, es muy benéfico contar con una planta de emergencia.
- Uno de los puntos a considerar cuando se desea adquirir una planta de emergencia es que existen en una variedad muy amplia de capacidades (KW) y que el costo se incrementa proporcionalmente a la capacidad cuando se aumenta el número de cargas conectadas.
- Es importante determinar apropiadamente la capacidad de la planta de emergencia, una vez que se sobrecarga y cae el voltaje puede dañar a algunos equipos conectados si estos no reciben la corriente necesaria.
- Algunos switches de transferencia transfieren automáticamente, mientras que en otros debe de hacerse manualmente. Si el generador está en funcionamiento y la electricidad comercial se restablece, ésta no podrá alimentar a los circuitos aislados por el switch de transferencia hasta que el generador se apague y se retransfiera su carga a la posición normal.
- Es importante ventilar correctamente los gases quemados de la planta de emergencia. Una buena instalación del escape podría evitar algún grado de intoxicación al personal de mantenimiento.

las plantas de emergencia permanentes se instalan y forma parte del sistema eléctrico general y proveen energía según su aplicación. Una vez que falla la energía comercial y la planta de emergencia alcanzó sus condiciones normales de operación, el switch de transferencia (transfer) conecta la carga seleccionada a la planta de emergencia al mismo tiempo que evita que la planta regrese la

electricidad a la línea comercial y protege al generador contra daños después de que la energía comercial es restaurada.

Las plantas de emergencia son de vital importancia dentro de una industria o institución donde se requiere mantener un suministro de energía continuo o donde el equipo o maquinaria no deba suspender su proceso. También pueden ser utilizadas donde no haya suministro de energía. La función primordial de las plantas de emergencia es suministrar energía cuando falla el sistema principal de alimentación eléctrica como el de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Por lo que es importante que por el tipo de actividad o función que desempeña no se interrumpa el servicio, es así como las plantas son comunes en hospitales, hoteles, cines, teatros, centros comerciales, etc.

Su empresa y su negocio no pueden depender de la disponibilidad del suministro eléctrico comercial, ya que las ausencias prolongadas de energía eléctrica pueden poner en riesgo su operación y productividad. Cuando la actividad o giro de su negocio lo requiere, es necesario contar con plantas de emergencia, de fácil funcionamiento, confiables y seguras, con una exigencia mínima de mantenimiento, incluso bajo las más extremas condiciones climáticas y ecológicas. La planta o generador de emergencia es sumamente útil, sobre todo cuando usted requiere de tiempos de respaldo prolongados, ya que una de las características principales de la planta es su autonomía. Esto quiere decir que es capaz de generar energía, cuando el suministro falla, durante tiempos prolongados a un costo muy económico. Ahora bien, la planta de emergencia por sí misma, no resuelve los problemas que se llegan a presentar en el suministro eléctrico y que son los causantes de daños severos a equipo especializado, de cómputo, impresoras, servidores; pérdida de información importante y valiosa que se traduce en altos costos.

De la misma manera, cuando hay una falla en la línea comercial la planta tarda en transferir a la carga entre uno o varios minutos. ¿Qué pasa durante ese tiempo? Al

sólo tener una planta de emergencia, su equipo delicado e información quedan desprotegidos, sólo bastan unos cuantos segundos para quemar computadoras, discos duros o parar una línea de producción. Es por esto que una solución integral se compone tanto de una planta de emergencia que, ante la ausencia de energía eléctrica, le permita operar durante largos tiempos de respaldo a bajos costos, como de un sistema de energía in interrumpida que, ante cualquier eventualidad que se presente en la línea comercial, le proporcione protección y seguridad para sus equipos e información.

Por lo general las plantas de emergencia pueden tener un uso continuo hasta de 8 horas y permitir de forma eventual sobre cargas por lapsos de $\frac{1}{2}$ hasta 1 hora, siempre y cuando no exceda al 10 o 20% de su capacidad. Es importante recordar que las plantas de emergencia solo deben alimentar aquellos servicios de mayor importancia; por lo que se debe hacer un censo sobre las cargas que se deben mantener en operación continua cuando se interrumpe la alimentación de la compañía suministradora.

Como se mencionó anteriormente, la función de las plantas de emergencia es la de proporcionar energía a las cargas estrictamente de emergencia o cargas principales instaladas, y por lapsos relativamente cortos. Su capacidad queda comprendida entre 30 y 1000 Kw, y por lo general son accionadas por motores de combustión interna de diesel, gasolina o gas.

El tamaño del generador y el motor de combustión se determina en función del valor de la carga que se debe absorber durante una interrupción en el servicio normal. También el tipo de combustible para el motor impulsor queda determinado por la carga, y las restricciones normativas en el lugar de la instalación, la localización del grupo moto-generador, y algunos otros aspectos.

El objetivo de esta tesis es la de proporcionar una descripción detallada de la implementación de un sistema de suministro de energía eléctrica de emergencia

en un edificio de oficinas del centro de transferencia

El diseño y cálculo de los diferentes componentes del sistema eléctrico deberán estar aprobados y verificados de acuerdo a las normas que rigen en la actualidad y que hacen referencia al sistema eléctrico.

Paso 1: Cálculos de energía

Este paso consta de tres partes:

- 1) revisión de las facturas,
- 2) utilización de cámaras termográficas para examinar los sistemas eléctricos, mecánicos, de procesos y de enfriamiento, calefacción y aire acondicionado, así como los cerramientos (todo aquello que separa el interior de un edificio del exterior) y,
- 3) Supervisión del consumo eléctrico, la calidad eléctrica, el factor de potencia y otros aspectos relevantes del uso de la energía.

La revisión de las facturas no sólo revela lo que la compañía eléctrica le cobra por la electricidad que dice ha utilizado, sino también otros cargos excepcionales como penalizaciones por factor de potencia, etc. Todos estos cargos requieren que se realice un control y seguimiento para confirmar

- a) la exactitud de las mediciones de la compañía eléctrica,
- b) que está obteniendo lo que está pagando y
- c) que no se están pagando penalizaciones excesivas. "Se ha sabido que los medidores de compañías eléctricas pueden desajustarse o funcionar incorrectamente, con el paso del tiempo. Por ello, pensamos que es oportuno comprobar detenidamente los consumos eléctricos como parte regular del proceso de análisis de eficiencia energética",

El escaneo de los sistemas eléctricos, mecánicos y de enfriamiento, calefacción y aire acondicionado y de los edificios mediante cámaras termográficas, puede poner de manifiesto la existencia de circuitos sobrecargados o desequilibrados,

conexiones sueltas, motores sobrecalentados en equipos de enfriamiento, calefacción y aire acondicionado, colectores de vapor defectuosos y demás condiciones que pueden indicar un uso ineficiente de la energía.

El control del consumo eléctrico, de la calidad eléctrica y del factor de potencia se puede utilizar para realizar el seguimiento de problemas o anomalías inusuales que se identifican mediante una cámara termográfica. Un medidor adecuado puede identificar también armónicos y otras interrupciones del suministro eléctrico con origen interno a la propia empresa que pueden afectar al rendimiento de las máquinas. Además, la herramienta adecuada puede medir picos de consumo y el factor de potencia, que son el punto principal de lo que sigue a continuación.

Paso 2: Análisis e identificación de problemas

En el segundo paso de un análisis de eficiencia energética, se analizan los datos recopilados en el paso 1, haciendo preguntas tales como: "¿Hay algún circuito sobrecargado?" "¿Hay alguna conexión suelta?" "¿Hay desequilibrios de fase?" "¿Por qué está el circuito sobrecargado?" "¿Se calienta el motor durante el funcionamiento por un problema de alineación, un problema de lubricación o por algún rodamiento defectuoso?" A menudo, la persona encargada del análisis debe plantearse una idea general: ¿A qué proceso alimenta este circuito? ¿Y el proceso que causa problemas de factor de potencia o de picos de consumo?

Paso 3: Presentación y priorización de soluciones

El tercer paso realmente no consiste en analizar la eficiencia energética. Consta de soluciones de ingeniería para los problemas detectados en los pasos 1 y 2.

"En el paso 3, intento elaborar distintas estrategias para reducir el importe de las facturas eléctricas", "Para realizar este paso de forma efectiva se debe contar con experiencia en ingeniería o, al menos, haber trabajado en el sector de la energía eléctrica durante algún tiempo. Se debe comprender cómo todo afecta a los costos de energía".

En el paso 3 se proponen y priorizan formas de reducir el importe de las facturas. Hay, al menos, tres tipos de acciones que se deben realizar para lograr ese objetivo:

- 1) ajustar procesos,
- 2) reparar equipos defectuosos y
- 3) sustituir sistemas y equipos ineficientes. Una vez identificados las acciones de mejora, se pueden utilizar cálculos tradicionales de retorno de la inversión (ROI) como ayuda para determinar la prioridad. En lo que sigue a continuación, se incluyen algunos periodos de retorno habituales. La mayoría proceden de los años de experiencia de Paul Twite durante los que ha ayudado a las empresas a reducir el monto de sus facturas.

El ajuste de procesos es con frecuencia la manera más conveniente de eliminar cargos por consumo y penalizaciones por factor de potencia. Quizás se pueda modificar el programa de control de procesos para evitar que las tres bombas grandes de proceso mencionadas anteriormente se pongan todas en funcionamiento a la vez. O quizás haya calentadores eléctricos de agua que tiendan a estar en marcha en periodos de pico de consumo, pero se dispone de suficiente capacidad de calentamiento de agua para que sea posible activar este proceso después de las 22:00 h, cuando las tarifas eléctricas son más baratas. Los cálculos realizados utilizando las facturas y la confirmación de que son correctos utilizando un analizador de la calidad eléctrica proporcionarán los datos necesarios para calcular el Retorno de la Inversión (ROI) correspondiente a tales estrategias.

La reparación de equipos defectuosos debe realizarse teniendo en cuenta la lista de problemas que la termografía detectó en el sistema de distribución eléctrica. Tales problemas podrían incluir conexiones sueltas u oxidadas, además de desequilibrio de fases o aislamientos desgastados. De forma similar, el sobrecalentamiento puede indicar la existencia de poleas y ejes mal alineados.

Este problema se puede solucionar mediante un equipo de alineación por láser. En algunos casos, un cojinete de motor mal lubricado puede hacer que el motor se caliente más de lo normal y consuma más energía. En ese caso, una simple lubricación puede reducir significativamente las temperaturas y la corriente de carga total.

La sustitución de equipos y sistemas ineficientes va mucho más allá del ahorro en picos. A menudo, después de un análisis, se recomienda sustituir un sistema de iluminación antiguo u otro sistema de iluminación ineficiente por un sistema nuevo fluorescente lineal o compacto de alta eficiencia. Por lo general se indica que los dos mayores consumidores de energía en la mayoría de las plantas son los sistemas de enfriamiento, calefacción y aire acondicionado, junto con el sistema de iluminación. **"La adopción de un sistema de iluminación eficiente puede ofrecer el retorno económico más fácil y rápido"**, "En muchos casos, normalmente en menos de un año, especialmente si la compañía eléctrica participa en forma de reembolsos".

Resumen por capítulo

En el **capítulo 1** se mencionan los conceptos básicos de plantas de emergencia y energía regulada.

En el **capítulo 2** se hace una descripción de la distribución de espacios en oficinas para implementar los equipos de iluminación y circuitos de energía regulada y comercial;

En el **capítulo 3** es donde plasmamos la memoria de cálculo de la Aplicación y costos.

Capítulo 1

Conceptos básicos de plantas de emergencia

1.1 Definición de plantas de emergencia

Toda planta de generación eléctrica de emergencia utilizando un motor de combustión interna como fuente motriz, funciona bajo el mismo principio, esto se explica a continuación.

Primero, el motor de combustión interna aprovecha la energía térmica generada mediante la combustión de la gasolina o del diesel dependiendo el tipo del motor. Esta energía térmica es convertida en energía mecánica y es transmitida al volante de inercia del motor mediante las bielas y el cigüeñal que están dentro del motor.

Gracias a un acoplamiento mecánico entre el volante de inercia del motor de combustión interna y la flecha del generador eléctrico, la energía mecánica es transmitida al generador eléctrico. Al moverse el rotor del generador eléctrico, se cortarán líneas magnéticas dentro del generador lo cual producirá una diferencia de potencial entre las líneas de entrega del generador. Dicho de otra manera, al hacer girar la flecha del generador, este convertirá la energía mecánica en energía eléctrica.

1.1.1 Clasificación de las plantas de emergencia

Las plantas de emergencia con motores de combustión interna se clasifican como sigue:

- a) De acuerdo al tipo de combustible:
 - Con motor a gas (LP) o natural.
 - Con motor a gasolina.
 - Con motor a diesel.
 - Sistema Bifuel (diesel/gas)

- b) De acuerdo a su instalación.
 - Estacionarias.
 - Móviles.
- c) Por su operación.
 - Manual.
 - Semiautomática
 - Automática (ATS)
 - Automática (sincronía/peak shaving)
- d) Por su aplicación.
 - Emergencia.
 - Continua.

Las plantas de emergencia para servicio continuo, se aplican en aquellos lugares en donde no hay energía eléctrica por parte de la compañía suministradora de éste tipo, o bien en donde es indispensable una continuidad estricta, tales como: en una radio transmisora, un centro de cómputo, etc.

Para servicio de emergencia, se utilizan en los sistemas de distribución modernos que usan frecuentemente dos o más fuentes de alimentación.

Su aplicación es por razones de seguridad y/o economía de las instalaciones en donde es esencial la continuidad del servicio eléctrico, por ejemplo:

- Instalación en hospitales, en áreas de cirugía, recuperación, terapia y cuidado intensivo, laboratorios, salas de tratamiento, etc.
- Para la operación de servicios de importancia crítica como son los elevadores públicos, bombeo de aguas residenciales, etc.
- Instalaciones de alumbrado de locales a los cuales un gran número de personas acuda a ellas como son: estadios, deportivos, aeropuertos,

transporte colectivo (metro), hoteles, cines, teatros, centros comerciales, salas de espectáculos, etc.

- En instalaciones de computadoras, bancos de memoria, el equipo de procesamiento de datos, radares, etc.

1.1.2 Clasificación de las plantas de emergencia por el tipo de operación

- **Manuales:** Son aquellas que requieren para su funcionamiento que se operen manualmente con un interruptor para arrancar o parar dicho grupo. Es decir que no cuenta con la unidad de transferencia de carga sino a través de un interruptor de operación manual (Switch o botón pulsador).
- **Semiautomáticos:** Son aquellas que cuentan con un control automático, el cual les proporciona todas las ventajas de una generadora automática como: protecciones, mediciones, y operación pero que no cuenta con un sistema de transferencia.

Las plantas Automáticos (ATS): Automatic Transfer Switch, Este tipo de grupos electrógenos cuenta con un control basado en un microprocesador, el cual provee al equipo un completo grupo de funciones para:

- Operación
- Protección
- Supervisión

Contienen funciones estándar y opcionales en su mayoría programables por estar basada la operación en un microprocesador provee un alto nivel de certeza en sus funciones como: mediciones, protecciones, funciones de tiempo, y una alta eficiencia, en su sistema de transferencia.

Las plantas Automáticos para (Sincronía / Peak shaving): Este tipo de grupos cuenta con un control para un grupo electrógeno automático, el cual es capaz de

manejar funciones de sincronía (Abierta o cerrada) que se requieren para realizar un proceso de emparellamiento de grupo y red o grupo con grupo. Su operación es la siguiente:

Sincronía Abierta: Cuando ocurre una falla de la red normal, ocasiona dos interrupciones de energía en la carga (transferencia y retransferencia) si contamos con un sistema de sincronía abierta se elimina la interrupción de energía en el momento de la retransferencia ya que la misma se realiza en una forma controlada, sincronizando ambas fuentes y cerrando ambos interruptores simultáneamente por un tiempo predeterminado (paralelo).

Sincronía Cerrada o Peak Shaving: Actualmente, la energía eléctrica ha alcanzado niveles de precios altos. Por lo cual se tiene la alternativa de un sistema de Peak shaving con el cual se reducen sus costos por consumos de energía en horario punta, es decir, sincronizamos el grupo con la red, ya que están en paralelo tomamos la carga suave, de forma controlada kW/s. de la red dejando la misma sin carga y abriendo el interruptor de la red.

Transcurrido el tiempo programado para horario punta, se realiza el mismo procedimiento en sentido inverso, es decir, se sincroniza el grupo electrógeno con la red, y cuando se encuentran en paralelo se realiza una transferencia suave de carga del grupo electrógeno a la red, y el grupo electrógeno entra en periodo de enfriamiento. Durante todo el proceso (Peak shaving) no hay corte de energía, lo cual evita la interrupción en su proceso.

1.1.3 Componentes principales de los sistemas de plantas de emergencia

Los grupos electrógenos automáticos están compuestos principalmente de:

- Un motor de combustión interna.
- Un generador de corriente alterna.
- Una unidad de transferencia.

- Un circuito de control de transferencia.
- Un circuito de control de arranque y paro.
- Instrumentos de medición.
- Control electrónico basado en un microprocesador.
- Tanque de combustible.
- Silenciador.

1.2 Motor

El motor de combustión interna puede ser de inyección mecánica o electrónica y está compuesto de varios sistemas que son:

- a) Sistema de combustible.
- b) Sistema de admisión de aire.

1.2.1 Sistema de transferencia

La unidad de transferencia puede ser cualquiera de las que se mencionan, según la capacidad del generador:

- a) Contactores electromagnéticos.
- b) Interruptores termomagnéticos.
- c) Interruptores electromagnéticos.

1.2.2 Circuito de control de transferencia

En el caso de los grupos electrógenos automáticos incluyendo (Sincronía) el control tiene integrado un circuito de control de transferencia control Por medio de programación se implementan las funciones de transferencia (tiempos, configuración de operación) y ajustes como sean necesarios para cada caso, en particular. El circuito consta de:

- a) Sensor de voltaje trifásico del lado normal, y monofásico del lado de emergencia.
- b) Ajuste para el tiempo de:
 - Transferencia.
 - Retransferencia.
 - Enfriamiento de máquina.
 - En caso de ser sincronía (tiempo de sincronía y configuración de operación.)
- c) Relevadores auxiliares.
- d) Relevadores de sobrecarga.
- e) Tres modos de operación (manual, fuera del sistema y automático).

1.2.3 Protección y control de motor

El circuito del motor de arranque y protección de máquina consta de las siguientes funciones:

- a) Retardo al inicio del arranque (entrada de marcha): Retardo programable (3 y 5 intentos).
 - Periodo de estabilización del generador.
- b) El control monitorea las siguientes fallas:
 - Largo arranque, baja presión de aceite, alta temperatura, sobre y baja velocidad, no-generación, sobrecarga, bajo nivel de combustible, nivel de refrigerante (opcional), paro de emergencia y cuenta con algunos casos de entradas y salidas programables dependiendo del control que se use.
- c) Solenoides de la máquina:
 - Solenoide auxiliar de arranque (4x).
 - Válvula de combustible.

- contacto para alimentar ECU en caso de ser electrónica
- d) Fusibles (para la protección del control y medición).
- e) Cuenta con indicador de fallas el cual puede ser:
- Alarma audible
 - Mensaje desplegado en el display
 - Indicador luminoso (tipo incandescente o led)

1.2.4 Instrumentos del tablero

Los instrumentos de medición que se instalan normalmente en los generadores son:

- Voltímetro de C.A. con su conmutador.
- Amperímetro de C.A. con su conmutador.
- Frecuencímetro.
- Horómetro.¹

1.3 UPS's

Una UPS es una fuente de energía ininterrumpida que permite a una computadora o equipo eléctrico seguir trabajando por al menos un corto tiempo cuando la fuente principal de energía se pierde.

1.3.1 Para que nos sirve una UPS y porque protegerse con ella

Una UPS nos protege, de todos los problemas eléctricos conocidos, pero no lo hace en el 100% en todos los casos.

¹ **Horómetro** es un dispositivo que registra el número de horas en que un motor o un equipo, generalmente eléctrico o mecánico ha funcionado desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo. Estos dispositivos son utilizados para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo de los equipos
<http://es.wikipedia.org/wiki/Hor%C3%B3metro>

Con mayor precisión, esto quiere decir que nos protegerá de una caída de voltaje, pero no de todas las caídas. Para que quede más claro, una caída de voltaje tiene parámetros que la identifican, podríamos citar dos uno la profundidad de la misma y otra el tiempo de duración de esta. Una caída de voltaje puede llegar por ejemplo hasta 172 Voltios, pero puede durar 4 segundos o 4 milésimas de segundos, de acuerdo al tipo de UPS que estemos usando, tendremos distintas respuestas. Lo mismo ocurre con los otros fenómenos eléctricos.

El caso más visto es el de pensar que una UPS, instalada en una zona rural, soluciona todos los problemas que se presentan, esta es otra mentira, de la cual hay que cuidarse de no cometer, existen estrategias de protección para estos casos y nos es tan sencillo de solucionar, como sería el caso de la instalación de una UPS. Pero no todo es tan poco objetivo, se puede afirmar que una UPS soluciona un porcentaje muy importante de los problemas eléctricos que se presentan, fundamentalmente los cortes repentinos, los voltajes fuera de rango, las caídas de voltaje, en gran medida las sobre-tensiones, casi totalmente los ruidos EMI/RFI.

Uno puede preguntarse porque protegerse con un equipo que no brinda el 100% de seguridad, bueno a continuación se detallan algunos argumentos.

- Una buena UPS soluciona el problema crónico de todas las instalaciones eléctricas, las caídas de voltaje, y el otro tan común en nuestro país, los voltajes fuera del especificado por norma. Obviamente lo hace sin necesidad de usar sus baterías internas.
- Otro fuerte argumento es la pérdida de datos, o rotura de hardware producido por un corte de energía o una gran caída de voltaje.
- El otro argumento importante, es la necesidad de continuar o terminar, con el trabajo iniciado después de haberse producido el apagón, y quizás dicho trabajo deba continuarse por horas, dependerá de la situación.

- El último argumento es el costo, una UPS de una autonomía media y para una computadora media, como ser una Pentium con sus periféricos, difícilmente cueste el 20% de lo que vale el equipo que protege.
- Otro argumento importante es que con la tecnología actual se pueden instalar UPS con Soft que permiten monitorear tanto a la UPS como el lugar donde están instalados.

1.3.1.1 Tecnologías UP

- By Pass** El modo By-Pass, puede ser utilizado en los casos de tareas de mantenimiento, si la UPS falla, o para conmutar la carga a la línea si la tensión de salida cae por una sobrecarga, tal como encender un equipo con una alta corriente de arranque. El By-Pass es una ruta eléctrica alternativa para llegar a un dispositivo que permite el flujo de energía para la carga, como un UPS.
- Off Line** La Ups Off Line filtra el ruido eléctrico, picos y protege de cortes de energía. La energía de la red pasa por filtros de línea, cortapicos, y es entregada a las cargas críticas. En caso de cortes, la UPS desconecta la entrada de la red y suministra voltaje de salida con un inversor utilizando la energía almacenada en las baterías.
- On Line:** En las UPS On Line, la energía es suministrada en forma permanente por el inverso a las cargas críticas. Por tanto lo que se tiene es una nueva fuente de energía. Esta es una energía limpia, controlada en voltaje y frecuencia. La energía para el funcionamiento del inversor es suministrada por la red eléctrica de entrada, a través de una unidad rectificadora. En caso de fallar la red eléctrica, la energía es suministrada por las baterías.

Las UPS ON LINE garantizan que ninguna perturbación eléctrica a la entrada de la UPS, afecte la energía entregada a las cargas críticas. Las

UPS ON LINE son recomendadas para equipos de labor crítica, como servidores de red, o equipos médicos, o centrales de comunicación de datos, ya que son las que mayor protección brinda.

1.3.2 Componentes de una UPS

La sección de entrada es la forma en que la tensión de la línea es conectada a la UPS. Normalmente es la línea de la empresa suministradora en este caso CFE o de la planta de emergencia según sea el caso o el momento.



Fig. 1.1 Sección de entrada.

Protección contra picos transitorios, interferencias de radio frecuencia, etc. Un filtro tiene una respuesta de frecuencia y no atenúa todas en la misma proporción.



Fig. 1.2 Protección contra picos transitorios.

Todas las configuraciones de UPS tienen un Inversor, casi o completamente sinusoidal

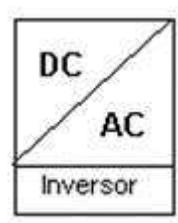


Fig. 1.3 Inversor

Una batería es necesaria para mantener funcionando a la UPS cuando la energía de la línea falla o cae demasiado.

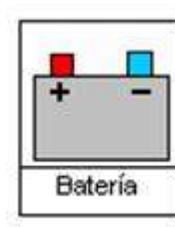


Fig. 1.4 Batería.

Un circuito cargador es necesario para recargar la batería después de un corte de energía, y para mantener a la batería a plena carga mientras no está en uso.

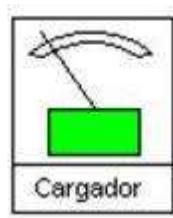


Fig. 1.5 Cargador.

En una UPS On-Line un conmutador mecánico o estático es usado como parte del circuito automático o manual de by-pass. En una UPS Off-Line, un conmutador mecánico (relé) es usado para conmutar la carga a la salida del inversor.

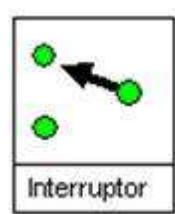


Fig. 1.6 Conmutador estático.

La sección de salida es donde se conectan las cargas a proteger por la UPS.



Fig. 1.7 Sección de salida.

La mayoría de los equipos UPS operan de manera automática, tienen una alarma sonora indicadora de falla de línea, y un panel de control y estado de la UPS relativamente sencillo.



Fig. 1.8 Alarma indicadora.

El estabilizador de tensión es utilizado para mantener el voltaje de entrada dentro de los límites aceptables para la carga, cuando la tensión de la línea disminuye o se eleva fuera de un rango predeterminado.



Fig. 1.9 Estabilizador de tensión.

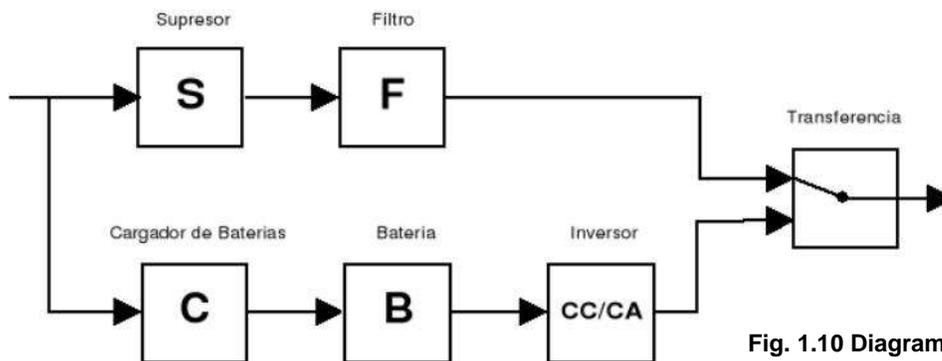


Fig. 1.10 Diagrama a bloques.

1.4 Redes de energía eléctrica regulada

En la fig.- 1.11 se muestra un diagrama sobre energía eléctrica regulada y a continuación se mencionan los problemas que se pueden presentar en la regulación de la misma

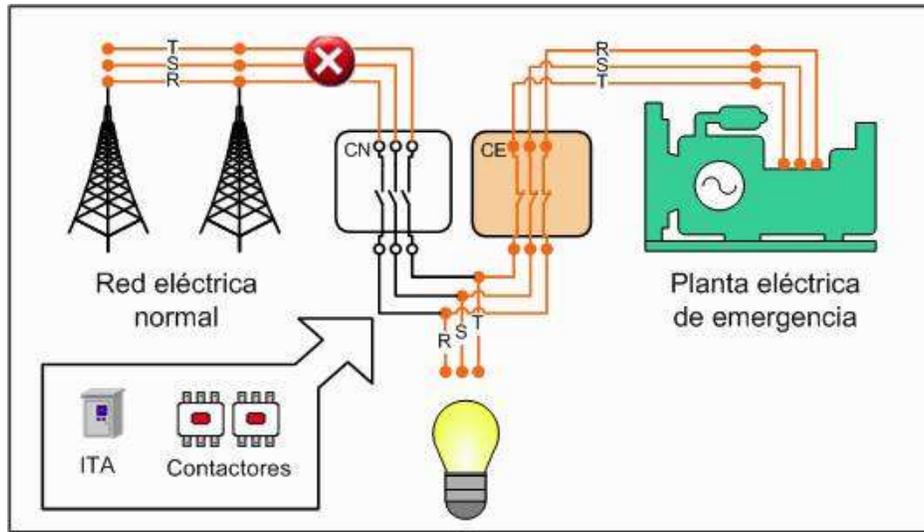


Fig. 1.11 Red de energía eléctrica regulada

1.4.1 Problemas de energía eléctrica regulada

- Regulación de Tensión
- Sobretensiones y Subtensiones (Swells y Sags).
- Transientes (spikes y surges) de modo normal y modo común.
- Ruido (noise) eléctrico de modo normal y modo común.
- Componentes armónicos de la frecuencia fundamental.
- Distorsión de onda.
- Variaciones de frecuencia y regulación de frecuencia.
- Interrupciones momentáneas del fluido eléctrico (Brownout).
- Interrupciones de larga duración del fluido eléctrico (Blackout).
- Corrientes circundantes por puestas a tierra deficientes.
- Desbalance de fases.
- Descompensación de reactivos.

1.4.2 Armónicos

Corrientes y/o voltajes que existen en un sistema eléctrico, con frecuencia múltiplos de la fundamental 60 Hz.

Fuentes de armónicos:

- Variadores de frecuencia.
- Rectificadores
- Cargadores de baterías
- Saturación de Transformadores
- Hornos y soldadores de arcos
- Fuentes switcheadas
- Alumbrado Fluorescente
- Fuentes de potencia en electrodomésticos
- UPS's
- Impresoras y fotocopiadoras

Efectos y problemas de los armónicos

- Aumentan las pérdidas en motores
- Sobrecargan a los conductores de neutro
- Reducen el factor de potencia
- Sobrecalentamiento de transformadores
- Pérdidas por efecto joule en conductores
- Incremento en la energía reactiva requerida por cargas no lineales
- Mal funcionamiento de equipos de cómputo y monitoreo

Solución armónica

- Acondicionar el sistema eléctrico para la convivencia de los mismos.

- Eliminar los componentes armónicos más representativos a niveles aceptables
- Alta impedancia en serie
- Baja impedancia en paralelo

1.4.3 Ruido

En un sistema simple de distribución de energía, hay un cable activo o "vivo", un cable de neutro, y un cable de tierra. La potencia es entregada a la carga usando los cables de vivo y neutro. El cable de tierra tiene un propósito de seguridad. En el contexto de las fuentes de alimentación, "ruido" es cualquier impulso de tensión indeseable que pueda aparecer a su salida. El ruido a la salida es causado por ruido en los tres cables de entrada, y puede aparecer tanto como "ruido normal" o como "ruido común".

El ruido de modo común está presente tanto en el conductor de vivo como de neutro, y es medido con respecto a tierra. (El término común se refiere al hecho de que un ruido idéntico aparece en el conductor de vivo y neutro.) El ruido de modo común puede ser causado por descargas atmosféricas, la operación de interruptores, o una mala conexión de tierra

El uso de protectores de picos de sobretensión también puede crear ruidos de modo común, ya que la energía del ruido en modo normal es derivada dentro del conductor de neutro.

Los ruidos que pueden ser medidos entre el vivo y el neutro, son llamados ruidos de modo normal o ruidos de modo diferencial o transversal. La mayoría de los ruidos de modo normal son producto del encendido o apagado de grandes cargas, fundamentalmente grandes motores o capacitores de corrección de factor de potencia.

- **SAGS** También conocidos como caídas de tensión, las bajas de voltaje son disminuciones en los niveles de voltaje durante un corto período.

Típicamente causados por la demanda de consumo de energía inicial de muchos aparatos eléctricos (incluyendo motores, compresores, ascensores, maquinaria, etc.), los bajones indican también que el sistema de distribución está manejando altos consumos de energía. En un procedimiento conocido como "bajones cíclicos", las centrales eléctricas disminuyen sistemáticamente los niveles de voltaje en ciertas áreas durante horas o días en un momento dado.

Un bajón puede impedir que un computador reciba la energía necesaria para funcionar correctamente

- **SWELLS** Las corrientes transitorias generadas por el banco de capacitores provocan sobrecorrientes y perturbaciones en el resto de la red. Las consecuencias son que todo equipo conectado en el circuito donde se halla el banco queda expuesto a posibles perturbaciones de corriente y tensión.

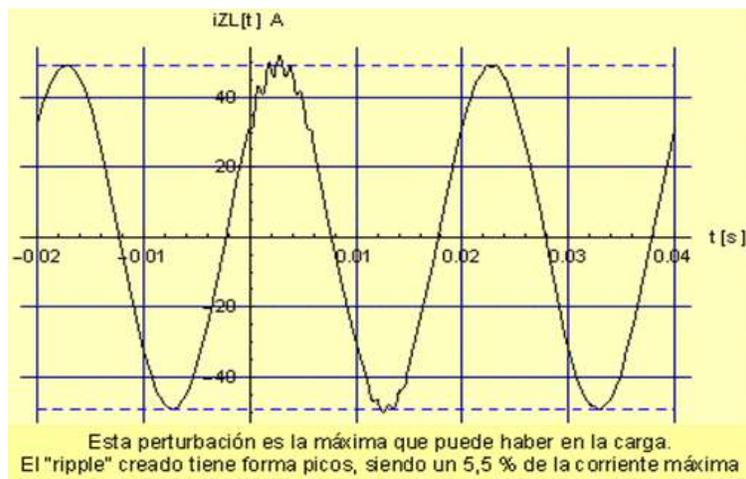


Fig. 1.12 Corrientes transitorias.

1.4.4 Anomalías en la Red Eléctrica

- a) BLACK-OUT o corte de energía. Pérdida total del fluido eléctrico
- b) SAGS o caídas de tensión momentáneas en el voltaje de la red eléctrica
- c) SURGE o sobre voltajes. Es el aumento momentáneo del voltaje en la red electiva.
- d) SPIKE o Picos de voltaje. Los picos son incrementos dramáticos de voltaje por muy cortos momentos.
- e) NOISE o ruido eléctrico. Producido por interferencias electromagnéticas, o de radio.
- f) Apagón. Pérdida total de la energía eléctrica. Demanda excesiva de energía en la zona, tormentas, hielo en las líneas eléctricas, accidentes de coches, obras públicas, terremotos, etc.
- g) Pico. También conocido como impulso, un pico es un aumento dramático instantáneo en el voltaje. Típicamente causados por la caída de un rayo cercano, los sobre voltaje pueden ocurrir también cuando la energía eléctrica vuelve después de haberse perdido debido a una tormenta o a un accidente de coche. Daño catastrófico del hardware. Pérdida de datos.

Los sistemas de emergencia tienen la función de suministrar energía cuando falla el sistema principal de alimentación de energía eléctrica; y es importante que por el tipo de actividad o función que se desempeñe no se interrumpa el servicio; es así como las plantas de emergencia son comunes en: hospitales, hoteles, teatros, cines, industrias de procesos continuos, etc.

Para plantas de emergencia de alta capacidad, dentro de su rango, se prefiere el diesel como combustible, por ser relativamente económico; ser menos inflamable, y tener un mayor poder calorífico que otros combustibles.

- Plantas de Emergencia de hasta 100Kw – Gasolina
- Plantas de Emergencia de hasta 500Kw – Gas
- Plantas de Emergencia hasta 2,000Kw - Diesel

1.5 Características principales a especificar de una planta de emergencia

1. Potencia (En HP)
2. La velocidad, que dependiendo del número de polos del generador da la frecuencia; pudiendo ser por ejemplo, de 1,200 RPM A 1,800 RPM, para generar a 60 Hz.
3. La cilindrada, que se refiere al volumen que admite cada cilindro cuando succiona aire; multiplicado por el número de cilindros de la máquina.
4. El diámetro que tienen los cilindros y su desplazamiento. (Carrera)
5. Condiciones ambientales como: Presión atmosférica, temperatura y humedad

1.5.1 Operación automática

Se dice que una planta es automática cuando opera por sí sola, realizando cinco funciones: Arrancar, Proteger, Transferir carga, Retransferir carga, Paro, Solo requiere de supervisión y mantenimiento preventivo. Son utilizadas en industrias, centros comerciales, hospitales, hoteles, aeropuertos, etc. Estas plantas se arrancan, paran y se protegen en forma totalmente automática, supervisando la corriente eléctrica de la red comercial. Dichas plantas son utilizadas sólo en servicio de emergencia.

- a) Los selectores del control maestro deben estar ubicados en la posición de automático. El control maestro es una tarjeta electrónica que se encarga de controlar y proteger el motor de la planta eléctrica.
- b) En caso de fallar la energía normal suministrada por la compañía de servicios eléctricos, la planta arrancará con un retardo de 3 a 5 segundos después del corte del fluido eléctrico. Luego la energía eléctrica generada por la planta es conducida a los diferentes circuitos del sistema de emergencia a través del panel de transferencia, a esta operación se le conoce como transferencia de energía.
- c) Después de 25 segundos de normalizado el servicio de energía eléctrica de la compañía suministradora, automáticamente se realiza la retransferencia (la carga es alimentada nuevamente por la energía eléctrica del servicio normal) quedando aproximadamente 5 minutos encendida la planta para el enfriamiento del motor. El apagado del equipo es automático.

1.5.2 Operación manual

Las plantas manuales, son aquéllas que requieren que se opere manualmente un interruptor para arrancar o parar dicha planta. Normalmente estas plantas se utilizan en aquellos lugares en donde no se cuenta con energía eléctrica comercial, tales como: Construcción, aserraderos, poblados pequeños, etc. por lo que su servicio es continuo.

También se utilizan en lugares donde la falta de energía puede permanecer durante algunos minutos, mientras una persona acude al lugar donde está instalada la planta para arrancarla y hacer manualmente la transferencia. Por ejemplo; casas, algunos comercios pequeños e industrias que no manejan procesos delicados.

En esta modalidad, se verifica el buen funcionamiento de la planta sin interrumpir la alimentación normal de la energía eléctrica. El selector de control maestro debe

colocarse en la posición de “Manual”. Como medida de seguridad para que la planta eléctrica trabaje sin carga (en vacío), se debe colocar el interruptor principal “Main” del generador en posición de apagado off. Recomendación: El arranque manual es solo para realizar pruebas.

Son aquellas que requieren para su operación que se opere manualmente un interruptor para arrancar o parar dicha planta. Se dice que una planta es manual cuando solo **protege**.

1.5.3 Servicio continuo

Son aquellas que operan por varias horas, entre 300 y 500 horas por año. Y se utilizan en lugares alejados donde las Compañías Suministradoras no tienen acceso, en otras palabras donde no hay suministro; por ejemplo, en las estaciones receptoras de radio y televisión, en lugares donde se tengan computadoras (centros de cómputo), aserraderos, etc. así mismo como en lugares donde es indispensable la continuidad de servicio

1.5.4 Servicio de emergencia

Son aquellas que operan hasta 300 horas por año. Y se utilizan en lugares donde se tienen sistemas de distribución por parte de las Compañías Suministradoras y donde se requiere que nunca falte la energía: Hoteles, Hospitales, Centros Comerciales, Aeropuertos, etc.

Las plantas eléctricas de emergencia, se utilizan en los sistemas de distribución modernos que usan frecuentemente dos o más fuentes de alimentación, debido a razones de seguridad y/o economía de las instalaciones en donde es esencial mantener el servicio eléctrico sin interrupciones, por ejemplo:

- Instalaciones de hospitales en las áreas de cirugía, recuperación, cuidado intensivo, salas de tratamiento, etc.
 - Para la operación de servicios de importancia crítica como son los elevadores públicos.
 - Para instalaciones de alumbrado de locales a los cuales acude un gran número de personas (estadios deportivos, aeropuertos, comercios, transportes colectivos, hoteles, cines, etc.)
 - En la industria de proceso continuo.
1. En instalaciones de computadoras, bancos de memoria, equipos de procesamiento de datos, radar, etc.

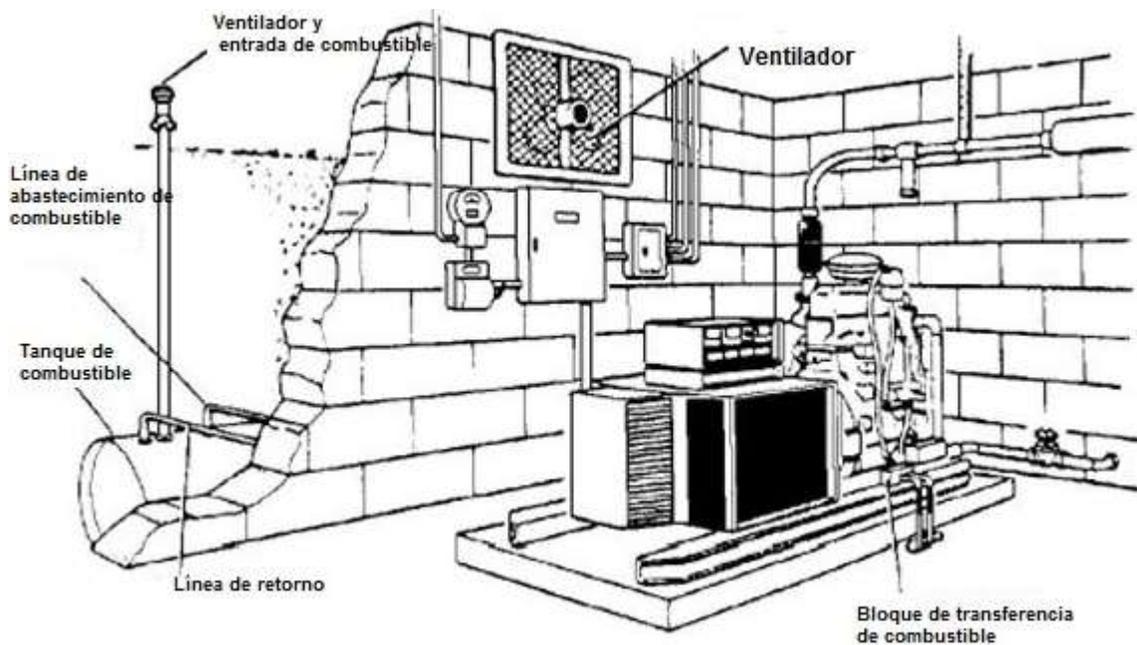


Fig. 1.13 Vista de una planta de emergencia

Partes de una planta de emergencia:

- A) Grupo motor generador
- B) Tablero de transferencia
- C) Conexión del generador al tablero de transferencia

- D) Tubería de escape de humos del motor
- E) Chimenea de escape al silenciador
- F) Trampa de condensación
- G) Válvula de drenaje
- H) Tubería de alimentación de combustible
- I) Tanque de combustible
- J) Capuchón de ventilación del tanque de combustible
- K) Válvula de llenado del tanque
- L) Tanque de reserva
- M) Tubería de retorno
- N) Tubo de alivio
- O) Acumuladores para excitación del generador

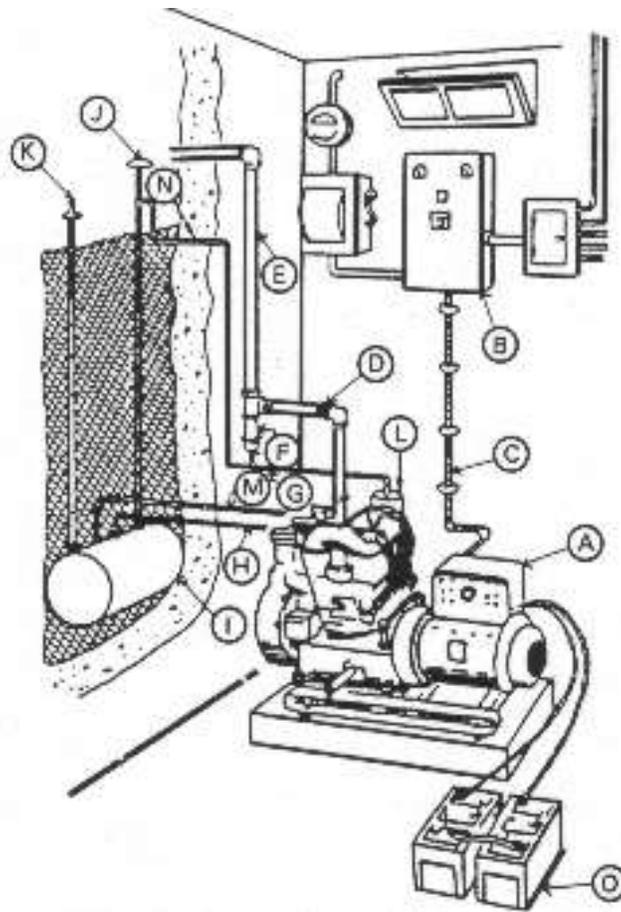


Figura 1.14 Componentes de una planta de emergencia.

1.6 Sistema eléctrico y electrónico de la planta de emergencia

El equipo eléctrico de la planta de emergencia comprende, el tablero de control y transferencia, el generador eléctrico, la batería o acumulador, el alternador, además del cableado o arnés correspondiente. La batería almacena energía para alimentar los diferentes sistemas eléctricos. Cuando el motor está en marcha, el alternador, movido por el cigüeñal, mantiene el nivel de carga de la batería.

1. **Control Maestro:** Monitorea el rendimiento del motor y la salida de corriente alterna.

Controla el encendido y apagado de la planta de emergencia.

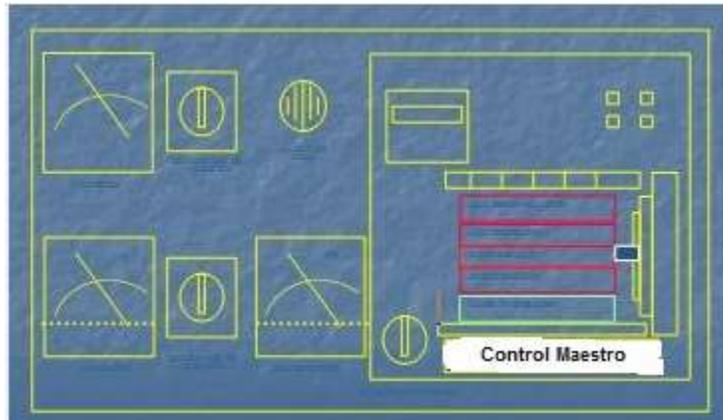


Figura 1.15 Control maestro

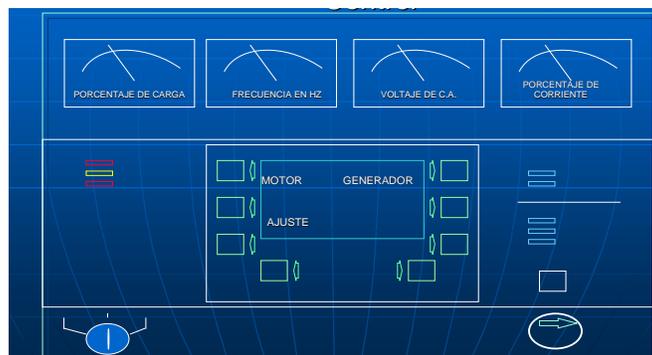


Figura 1.16 Control maestro, Power Comand Control

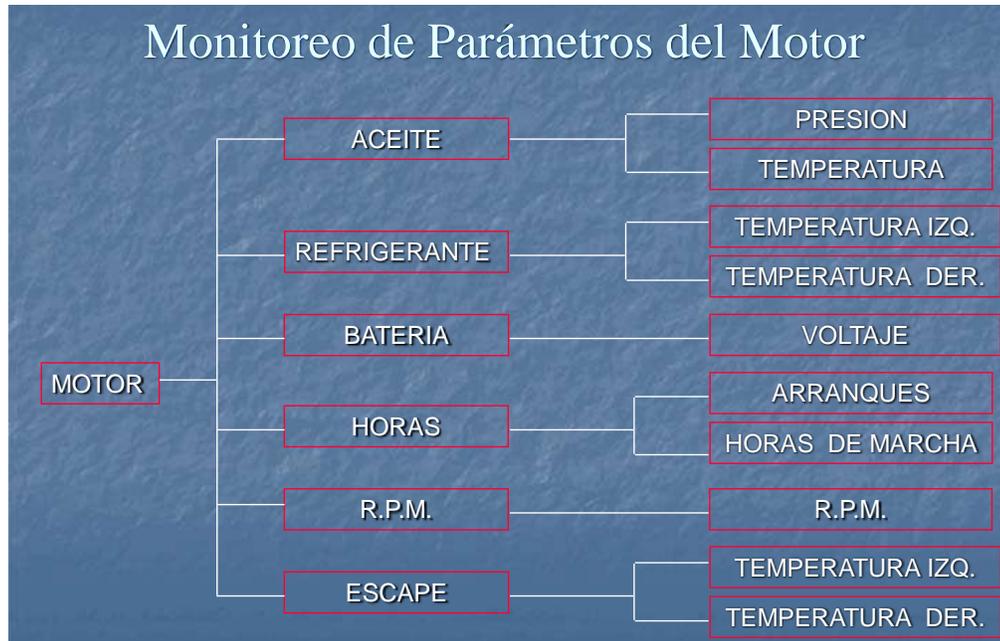


Figura 1.17 Monitoreo de parámetros del motor.

En el Generador Monitorea el Voltaje, Amperaje, kw/hora, Velocidad y Frecuencia

- 2. Tablero de Control y Transferencia:** Cuando falla el servicio de alimentación de energía eléctrica de la compañía suministradora, la planta de emergencia puede entrar en forma manual o automática, lo ideal es que sea automáticamente, para evitar interrupciones de servicio en casos de urgencias, se usan los interruptores de transferencia, estos son trifásicos y están dentro de un gabinete con la función de alimentar a la carga cuando falle el suministro de la compañía. El tablero de transferencia es un equipo que permite que la planta eléctrica opere en forma totalmente automática supervisando la corriente eléctrica de la red comercial.



Figura 1.18 Tablero de transferencia

La capacidad del motor impulsor, y del generador de la planta de emergencia, debe ser suficiente para absorber las cargas definidas como de emergencia; si se trata de transferir la carga total al generador, el diagrama de conexiones, es como el mostrado en el diagrama siguiente:

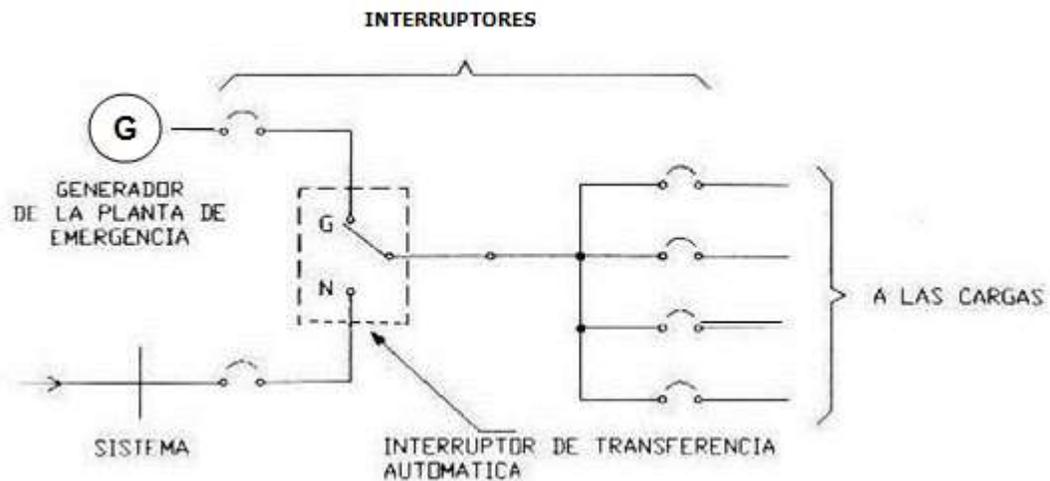


Figura 1.119 Diagrama conmutación de servicio de alimentación

G.- Terminales del Generador

N.- Terminales del Servicio de la Compañía Suministradora

Cuando solo se trata de transferir cargas esenciales al generador de la planta de emergencia, como por ejemplo alumbrado, aire acondicionado, elevadores, centros de procesamiento de datos, etc. se usa una conexión como la mostrada en el siguiente diagrama:

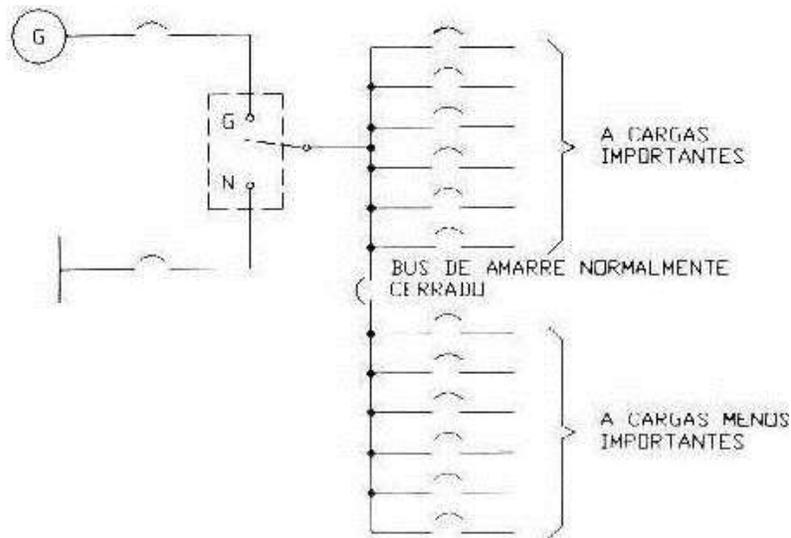


Figura 1.20 Diagrama arreglo básico de generador de emergencia y switch de transferencia.

3. Circuito de Control de Transferencia y Paro

Al frente señalización luminosa (lámpara verde de alimentación normal y roja de alimentación de emergencia) para indicar el estado de suministro o alimentación a la carga.

El tablero de transferencia, es un gabinete metálico, el cual tiene integrado:

- Una tarjeta de estado sólido, que cumple con la función de detectar voltaje en rangos ajustables a diferentes valores para la protección de equipos contra voltajes (variaciones) incorrectos de operación tanto en bajo como en alto voltaje, con operación de contactos e indicación luminosa.

- Una tarjeta de estado sólido, que tiene la función de procesar 2 tiempos independientes, ajustables a diferentes valores de cero a cinco minutos para retardar la retransferencia y paro del motor. Un cargador de baterías, que está diseñado para cargar baterías del tipo plomo ácido.
- Una unidad Básica de Transferencia (UBT) para alimentar a la carga desde la fuente de suministro normal o la de emergencia, que dependiendo del voltaje, capacidad de corriente, tipo de operación, puede ser de varios modelos, entre ellos: Contactores, Termomagnéticos, Electromagnéticos.
- Un interruptor de prueba, para simular fallas de energía normal.
- Un reloj programador a base de un control electrónico de tiempo que proporciona un sencillo y económico control de la planta eléctrica, con un programa de horario y día. El control puede utilizarse como un control de 24 horas o de 7 días, para arrancar a la planta eléctrica de manera automática y programada.

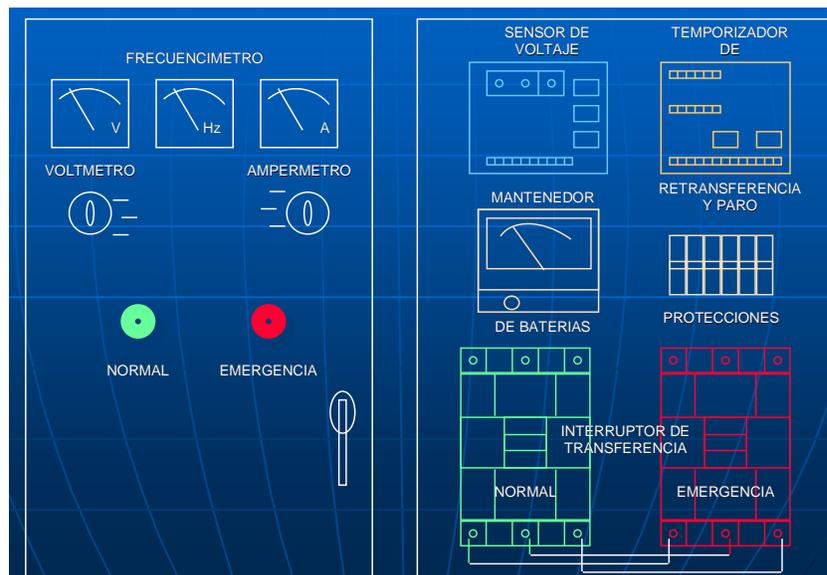


Figura 1.21 Circuito de control de transferencia y paro.

4. Funciones del Tablero de Transferencia

- Censar el voltaje de alimentación.
- Dar señal de arranque a la planta cuando se presenta una ausencia, bajo o alto voltaje sobre el nivel adecuado.
- Dar señal al interruptor de transferencia para que haga su cambio (transferencia)
- Retardar la retransferencia para dar tiempo de normalización por parte de la compañía suministradora.
- Dar señal al interruptor de transferencia para que haga su cambio cuando se normaliza la alimentación (retransferencia).
- Retardar la señal de paro del motor para lograr un buen enfriamiento del mismo.
- Programar el arranque de la planta para ejercitarla.
- Permitir un simulacro de falla de la compañía suministradora.
- Realizar la transferencia de la carga de la red comercial a la planta y viceversa. (Esta función se realiza a través de la unidad de fuerza, que puede ser del tipo contactores o interruptores, según la capacidad requerida)
- Dar la señal a la unidad de fuerza para que haga el cambio cuando se normaliza la alimentación (retransferencia)
- Retardar la retransferencia para dar tiempo a la compañía suministradora de normalizar su alimentación.
- Retardar la señal de paro al motor para lograr su enfriamiento.
- Mandar la señal de paro al motor a través del control maestro.
- Mantener cargado el acumulador.
- Permitir un simulacro de falla de la compañía suministradora.

5. Batería o Acumulador: La batería es un generador electroquímico y no guarda electricidad. La energía guardada es energía química que se

transforma en energía eléctrica cuando a través de las terminales de la batería se completa el circuito.

Una batería está formada por cierto número de celdas, normalmente cada celda está encerrada en una caja de hule duro conteniendo placas negativas y positivas. Las placas están separadas por divisores y sumergidas en un líquido llamado electrolítico. En un extremo de las celdas, cada placa negativa tiene un tirante de metal; en el otro extremo cada placa positiva tiene su propio tirante metálico. Como cada placa produce 2.2 Volts, los tirantes de cada celda están conectados en serie por eslabones conectores de celdas.

Los materiales activos de las placas positivas y negativas son diferentes. El electrodo positivo es de cobre o de un material activo en las placas de peróxido de plomo y el electrodo negativo es de cinc o de óxido de plomo. El electrolito consiste en una mezcla de agua destilada y ácido sulfúrico.

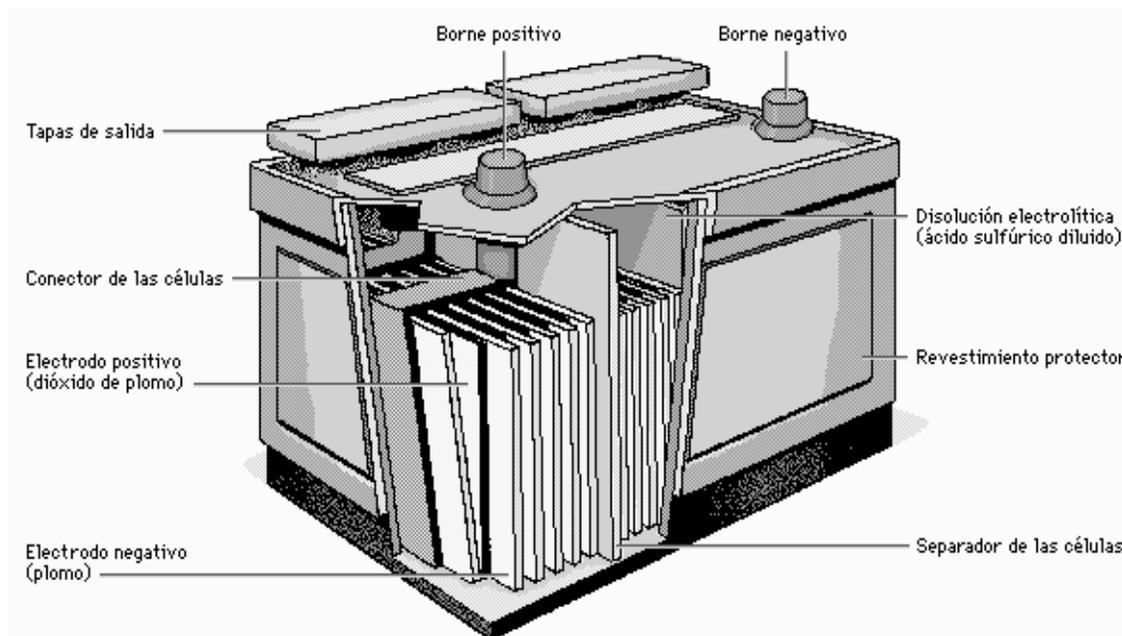


Figura 1.22 Acumulador

- 6. Bobina de Ignición:** Es un pequeño transformador con un devanado primario y un secundario para producir una nueva tensión que es necesaria para brincar la abertura de los electrodos de la bujía. La corriente de la batería es tan débil que no puede brincar el espacio del grueso de una hoja de papel. La bobina está formada por alambrados primario y secundario, un conductor laminado de acero suave, una cubierta protectora, las terminales de conexión, un envolvente de baquelita con tapa y aceite enfriador.
- 7. Generador Eléctrico:** Esta es una de las partes más importantes de la planta de emergencia, ya que es la que produce el voltaje requerido. Un generador eléctrico es una máquina eléctrica rotativa que transforma la energía mecánica en energía eléctrica, un generador produce electricidad por la rotación de un grupo de conductores dentro de un campo magnético. La energía mecánica que entra puede provenir de motores de combustión interna, turbinas de vapor, reactores o motores eléctricos. A la salida del generador se obtiene una FEM que se induce en los conductores cuando estos se mueven a través del campo magnético.

Cuando un conductor, como por ejemplo un cable metálico, se mueve a través del espacio libre entre los dos polos de un imán, los electrones del cable, con carga negativa, experimentan una fuerza a lo largo de él y se acumulan en uno de sus extremos, dejando en el otro extremo núcleos atómicos con carga positiva, parcialmente despojados de electrones. Esto crea una diferencia de potencial, o voltaje, entre los dos extremos del cable; si estos extremos se conectan con un conductor, fluirá una corriente alrededor del circuito. Éste es el principio que da base a los generadores eléctricos rotatorios, en los que un bucle de hilo conductor gira dentro de un campo magnético para producir un voltaje y generar una corriente en un circuito cerrado.

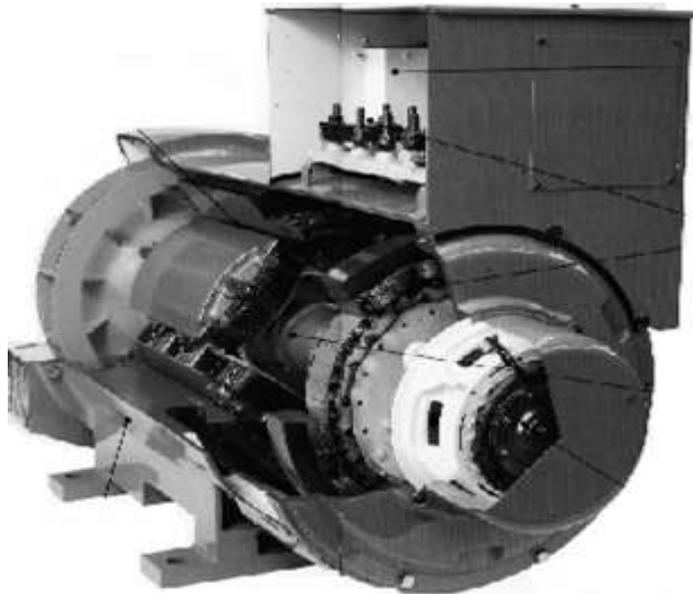


Figura 1.23 Generador típico.

Tabla 1.1 Capacidades de generadores de 60hz para plantas de emergencia

POTENCIA KW	CORRIENTE MAXIMA EN AMPERS	
	240V	480V
30	90	45
50	150	75
75	226	113
100	300	150
125	376	188
150	452	226
200	600	300
250	752	376
300	904	452
350	1054	527
400	1204	602
500	1500	750
750	2260	1130
1000	3000	1150

1.7 Determinación de las características de los generadores para plantas de emergencia

Parte de la información que se debe proporcionar para la selección de las características de las plantas de emergencia, es la relacionada con los datos de placa del generador, que es básica cuando se diseña, instala y mantiene, ya sea para aplicaciones comerciales o industriales. Los datos básicos a proporcionar son:

1. Nombre del fabricante
2. La frecuencia de operación
3. El número de fases
4. El factor de potencia
5. La capacidad en KVA o KW
6. la velocidad nominal en r.p.m
7. El tipo de aislamiento y temperatura ambiente

1.7.1 los generadores eléctricos en aplicaciones industriales y de emergencia

Para las plantas de emergencia, dependiendo de su tamaño, los generadores de C.A. se pueden construir monofásicos y trifásicos, accionados por motores de combustión interna, pueden generar con los siguientes niveles de voltaje;

1. 600 Volts o menos
Monofásicos
 - 120 Volts, 3 conductores
 - 120/240 Volts 3 fases

2. Mayores de 600 Volts
Trifásicos
 - 2,400 Volts
 - 4,160 Volts

- 12,470 Volts
- 13,800 Volts

1.7.2 Sistemas de enfriamiento para generadores eléctricos

- 1. El método de aire enfriado.** Toman el aire del exterior a la temperatura ambiente como medio de enfriamiento, el aire circula en el interior del generador por medio de impulsores en ambos extremos. El aire caliente se extrae por la parte trasera donde solo circula una vez.
- 2. Cambiador de calor aire – aire** Cuenta con un intercambiador de calor, constantemente recircula el mismo aire a través del estator, este método conserva limpios los aislamientos, ya que el aire se cambia constantemente y con esto se elimina la necesidad de los filtros de aire en el sistema.
- 3. Cambiador de calor aire – agua** El calor del generador se circula a través de un enfriador que consiste de un cierto número de tubos de cobre con perforaciones de circulación alrededor del diámetro exterior de los tubos. Es necesaria una fuente de agua que se debe hacer circular a través de estos. Este sistema evita que se introduzcan al generador, contaminantes para los devanados.

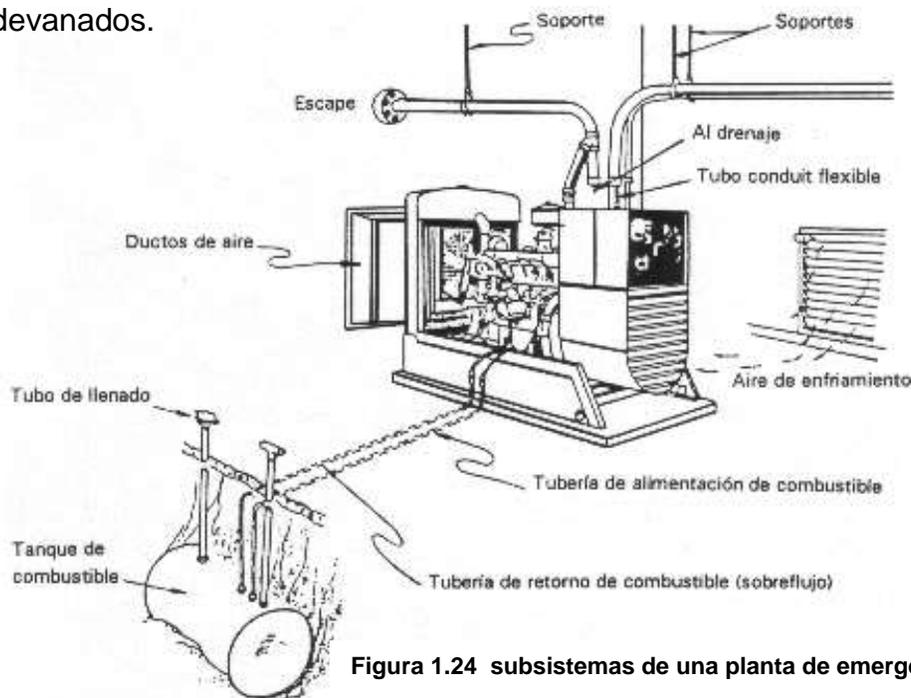


Figura 1.24 subsistemas de una planta de emergencia

1.8 Localización y montaje de una planta de emergencia

Un buen servicio de una planta de emergencia, depende en parte de una buena localización en la proximidad del centro de carga eléctrico; con fácil forma de abastecimiento de combustible, buena ventilación e iluminación, y un correcto montaje; lo que requiere de una cimentación apropiada. Cuando el lugar de la instalación tenga condiciones distintas a las indicadas.

Ventajas de plantas de gas vs plantas diesel y de gasolina

- **Costo de operación por KW/hora:** En un año el promedio de ahorro en combustible es de aproximadamente 40% (Este dato se basa en un promedio de 800horas al año de operación).
- **Bajo mantenimiento:** Al no tener bomba de inyección, inyectores o componentes en el carburador, se reduce al mínimo ya que no requiere mano de obra calificada.
- **Eficiencia al arranque:** Al no tener componentes sofisticados en su sistema de carburación, nos permite el paso directo de gas a la cámara de compresión haciendo 100% seguro el suministro de combustible.
- **Costo de instalación:** La caseta del tipo intemperie permite reducir considerablemente este costo al no requerir cuarto de máquinas, cimentación y blindajes especiales para evitar vandalismo.
- **Contaminantes:** Al ser carburación a gas, la emisión es muy baja haciéndola ecológica y baja en ruido.
- **Ruido:** La carburación a gas por ser más suave proporciona menores decibeles de ruido.
- **Suministro de combustible:** Al tener tanque estacionario, no hay compromisos con operarios y riesgos de derrame de diesel o gasolina, ya que la empresa gasera suministra por medio de un contrato.
- **Programador semanal:** Permite mantener en óptimas condiciones todos los componentes del motor. Esto se programa para que arranque una vez a la semana el día y la hora que usted lo requiera.

- **Caseta intemperie o acústica:** Extiende la vida útil de la unidad, protegiendo el equipo de manos ajenas, polvo, arena, etc. Incluye el silenciador dentro del mismo equipo. Tiene puertas que se pueden asegurar con llave también para evitar el vandalismo en las unidades. La pintura es aplicada en polvo, electrostáticamente y horneada, retardando el daño del equipo por razones ambientales.

1.8.1 Mantenimiento preventivo a plantas de emergencia

1. Antes de encender la planta eléctrica revisar:
 - a) Nivel de agua en el radiador
 - b) Nivel de aceite en el cárter
 - c) Nivel de agua en celdas de batería
 - d) Nivel de combustible en tanque diario
 - e) Verificar limpieza en terminales de batería.
2. Colocar el interruptor principal del generador "MAIN "en OFF
3. Colocar los selectores de operación en el modo manual para arrancar la planta eléctrica.
4. Se pone a funcionar de esta manera por unos 10 minutos y se revisa lo siguiente:
 - a) Frecuencia del generador (60 a 61Hz).
 - b) De ser necesario se ajusta el voltaje al valor correcto por medio del potenciómetro de ajuste.
 - c) Durante todo el tiempo que tarde la planta trabajando se debe estar revisando la temperatura del agua (180°F) presión de aceite (70 PSI) y la corriente de carga del acumulador (1.5 amp.)Si todo está correcto se acciona el interruptor en la posición de apagado "off" para que el motor se apague.

5. Luego de la revisión preliminar y si todo está correcto simular falla del fluido eléctrico y revisar lo siguiente:
- a) Corriente, voltaje y frecuencia del generador según los parámetros de operación (que pueden variar de un sistema a otro).
 - b) Si alguno de estos valores está fuera de su rango de operación, notifique de inmediato al Departamento de Mantenimiento.
 - c) Si la temperatura del agua es muy alta, con mucha precaución quitar el tapón al radiador, revisar el nivel del agua y reponerla en caso de necesidad (sin parar el motor) si el nivel del agua se encuentra bien, buscar la manera de ventilar el motor por otros medios. También conviene verificar si el generador está muy cargado, ya que esa puede ser la causa, y si ese es el caso, se deberá disminuir la carga eléctrica hasta llegar a la corriente nominal de placa del generador. En caso de obstrucción de las celdas del radiador lavarlo a vapor para retirar la suciedad.
 - d) Si la presión del aceite es muy baja para el motor, esperar que se enfríe, luego revisar el nivel de aceite y reponerlo en caso de ser necesario (con el motor apagado). Después volver a encender el motor. Si la presión no estabiliza, llamar al personal de Mantenimiento.
 - e) Si el amperímetro que señala la carga del alternador al acumulador proporciona una señal negativa, significa que el alternador no está cargando. En este caso se debe verificar el estado del alternador, regulador de voltaje y conexiones.
 - f) Si la frecuencia del generador baja a un punto peligroso, personal autorizado debe calibrar al generador del motor a fin de compensar la caída de frecuencia, es normal que el generador trabajando a plena carga baje un poco su frecuencia.
 - g) Si el voltaje del generador baja su valor, es posible recuperarlo girando el potenciómetro del regulador de voltaje.

6. Si en el trabajo de la planta llegan a actuar las protecciones, debe verificar la temperatura del agua y presión del aceite. Si actúa la protección por alta temperatura de agua dejar que el motor enfríe y después reponer el faltante.
7. Para detener el motor, desconecte la carga manualmente y deje trabajar el motor durante tres minutos al vacío.
8. Conviene arrancar el motor por lo menos una vez a la semana por un lapso de 30 minutos, para mantener bien cargado el acumulador, cuando no existe cargador de baterías conectado a la planta; y para mantener el magnetismo remanente del generador en buen rango. También para corregir posibles fallas.
9. Cualquier duda o anomalía observada reportarla al personal de mantenimiento.

1.8.2 Puntos importantes del mantenimiento

1. Verificar diariamente:
 - a) Nivel del agua en el radiador.
 - b) Nivel de aceite en el *cárter*
 - c) Nivel de combustible en el tanque.
 - d) Válvulas de combustible abiertas.
 - e) Nivel de agua destilada en las baterías y limpieza de los bornes.
 - f) Limpieza y buen estado del filtro de aire.
 - g) Que no haya fugas de agua, aceite y/o combustible.
 - h) Observar si hay tornillos flojos, elementos caídos, sucios o faltantes en el motor y tableros.
2. Semanalmente, además de lo anterior:
 - a) Operar la planta en vacío y si se puede con carga para comprobar que todos sus elementos operan satisfactoriamente, durante unos treinta minutos por lo menos.

- b) Limpiar el polvo que se haya acumulado sobre la planta o en los pasos de aire de enfriamiento, asimismo los tableros.
- 3. Mensualmente: Comprobar todos los puntos anteriores, además:
 - a) Comprobar la tensión correcta y el buen estado de las fajas del ventilador, alternador, etc.
 - b) Limpiar los tableros y contactos de relevadores si es necesario.
 - c) Observe cuidadosamente todos los elementos de la planta y tableros para corregir posibles fallas.
- 4. Cada 150 horas de trabajo, además de lo anterior:
 - a) Cambiar filtro de aceite.
 - b) Si el motor está equipado con filtro de aire o tipo húmedo cambiarle el aceite.
- 5. Cada 300 horas de trabajo, además de lo anterior:
 - a) Cambiar el elemento anticorrosivo del agua.
 - b) Cambiar los filtros de combustible.
- 6. Cada año:
 - a) Si el filtro de aire es tipo seco, cambiarlo.
- 7. Para tiempos mayores, consultar el manual de operación y mantenimiento del motor en particular.

Los cambios regulares de aceite se deben hacer a las 150 horas de trabajo o a los 6 meses, lo que ocurra primero.

1.8.3 Recomendaciones generales para operar las plantas de emergencia Diez reglas que deben observarse:

- 1. Procure que no entre tierra y polvo al motor, al generador y al interior de los tableros de control y transferencia.
- 2. Cerciórese de que esté bien dosificado el combustible para el motor sin impurezas y obstrucciones

3. Compruebe que al operar la planta se conservan dentro de los valores normales las temperaturas del agua del radiador, de los embobinados del generador, de los tableros, del motor del interruptor de transferencia, etc.
4. Los motores nuevos traen un aditivo que los protege de la corrosión interna. Al igual que en los motores usados, después de algún tiempo necesitan protegerse con aditivos, los cuales duran períodos determinados. Después hay que suministrarle otro que los proteja. Además hay que evitar fugas y goteras sobre partes metálicas; en general hay que evitar la corrosión a todos costos.
5. Se debe procurar que se tengan siempre los medios de suministro de aire, por ejemplo:
 - Aire limpio para la operación del motor.
 - Aire fresco para el enfriamiento del motor y generador.
 - Medios para desalojar el aire caliente.
6. Compruebe siempre que la planta gira a la velocidad correcta por medio de su frecuencímetro y tacómetro.
7. Conozca siempre el buen estado de la planta en general.
8. Reportar al personal de mantenimiento las fallas en cuanto aparezcan, por muy sencillas que se vean.
9. Cuando el motor del interruptor de transferencia derrame lubricante, éste deberá sustituirse por grasa nueva.
10. Recorra al personal de Mantenimiento para implantar un programa de mantenimiento. Abra un expediente para anotar todos los datos en la ficha de vida de la planta y por medio de ella compruebe la correcta aplicación del mantenimiento.

1.8.4 Mantenimiento preventivo en plantas de emergencia

La vida útil de los equipos se prolonga con un buen mantenimiento preventivo, que puede ser por horas de trabajo o por tiempo. Se recomienda por lo menos cada 200 horas de operación o 6 meses, lo que ocurra primero.

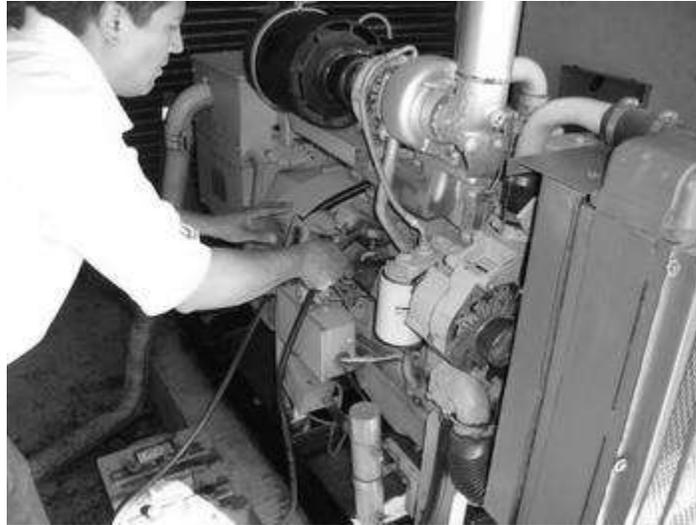


Figura 1.25 Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento preventivo consiste en:

1. Cambio de aceite y filtros
2. Cambio de anticongelante
3. Revisión y medición de densidad en electrolito de baterías
4. Revisión y/o cambio de mangueras y bandas
5. Reapriete de conexiones mecánicas y eléctricas
6. Ajuste de voltaje y frecuencia así como prueba de protecciones
7. Ajuste y reapriete de conexiones eléctricas al tablero de transferencia
8. Limpieza en general (lavado con hidrolavadora)
9. Pruebas en vacío, con carga, en manual y automático

1.8.5 Mantenimiento correctivo

Cuando un equipo falla es necesario tener un stock de refacciones y/o personal capacitado para resolver cualquier contingencia a cualquier hora, cualquier día, en cualquier lugar

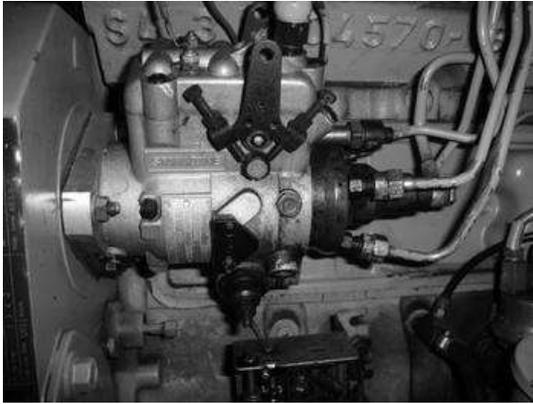


Figura 1.25 Mantenimiento correctivo

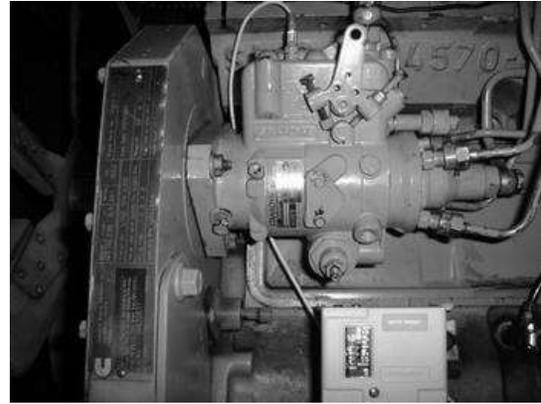


Normalmente se presenta que la planta:

- no arranca
- no genera
- no transfiere, etc.



Sin mantenimiento



Con mantenimiento

1.9 Mantenimiento de baterías - acumuladores

Una batería es un dispositivo electroquímico, que permite almacenar energía en forma química. Una vez cargada, cuando se conecta a un circuito eléctrico, la energía química se transforma en energía eléctrica, revertiendo el proceso químico de carga.

La mayoría de las baterías son similares en su construcción y están compuestas por un determinado número de celdas electroquímicas. El voltaje o **tensión de la batería** vendrá dada por el número de celdas que posea, siendo el voltaje de cada celda de 2 v.

1.9.1 Tipos de baterías

- **Baterías no recargables.** Son Conocidas como PILAS, dado que la reacción química que se produce durante su uso es IRREVERSIBLE. Su vida dura lo que tarde en descargarse, y no son susceptibles de Mantenimiento, excepto normas básicas de conservación: evitar calores o fríos excesivos, evitar el sol y la humedad, sacarlas de su alojamiento si no van a utilizarse para evitar que una posible corrosión dañe el aparato, etc.

- **Baterías Recargables - Acumuladores.** Salvo las de pequeño tamaño, prácticamente todas las baterías recargables son del tipo plomo-ácido. Muy pocas son de otros tipos por su elevado costo. Existe una gran diversidad de sistemas: níquel-cadmio, níquel-zinc, zinc-aire, sodio-azufre, hidruro metálico de litio, ion de litio, litio-polímero, etc.
- **Batería acumulador de plomo ácido.** En una carcasa colocan unas placas de plomo. Entre ellas hay una disolución de ácido sulfúrico y agua (**electrolito**). En la operación de carga, sobre las placas de plomo, conectadas al polo positivo, se forma sulfato de plomo. Este conjunto, una vez cargado, es capaz de proporcionar corriente hasta que dicho sulfato de plomo se descomponga. Durante el funcionamiento se elimina agua, que hay que reponer de cuando en cuando, cuidando su nivel siempre.

1.9.2 Capacidad de una batería o acumulador

Se llama capacidad de un acumulador, a la cantidad de electricidad (carga eléctrica) que es capaz de almacenar y, por tanto, de suministrar. Se expresa en AMPERIOS-HORA (Ah) y tiene el significado siguiente:

Una batería de 60 Ah puede suministrar 60 A. durante una hora. Puede suponerse que, por la misma razón, podría suministrar en media hora, el doble de corriente es decir 120 A. ó en 10 minutos 360 A. Este cálculo no es exacto, porque la capacidad depende del régimen de trabajo, que puede hacerla variar bastante.

Un método de diagnóstico para baterías eléctricas de plomo-ácido puede ser:

- Comprobación visual exterior de las conexiones, cargador, etc.
- Comprobación de fugas al exterior de electrolito.
- Comprobación del nivel del electrolito. Jamás debe dejar al aire parte de las placas.
- Comprobación de la densidad del electrolito. Debe comprobarse tanto el valor de cada celda, como que los valores entre celdas no sean dispares.

- Comprobar partículas de suciedad u otras en el electrolito.
- Efectuar una pequeña prueba de descarga y voltaje.

1.9.3 Normas para el mantenimiento de baterías – acumuladores

Detallamos unas **normas básicas**, para que sean útiles a la mayoría de las instalaciones:

- Mantener el lugar donde se coloquen las **baterías** entre 15 y 25 grados. El frío ralentiza las operaciones tanto de carga como de descarga. El calor por su parte, aumenta la evaporación del agua del **electrolito**, y promueve la oxidación de las placas positivas.
- Siempre que sea posible, fijar bien las baterías, evitando su movimiento.
- Mantener los terminales de conexión, limpios, apretados (no en exceso) y seca la carcasa de la batería.
- Mantener el nivel del electrolito adecuado, añadiendo agua destilada en caso de necesidad, evitando tanto dejar las placas al aire como el llenado excesivo que provoque el desbordamiento del electrolito.
- Evitar la descarga completa de las baterías.
- Calcular adecuadamente las baterías que necesite en su instalación, para evitar darles un uso excesivo que limite su vida útil.
- Comprobar el funcionamiento del Cargador de la Batería; las cargas excesivas o insuficientes pueden disminuir su vida útil.
- Evitar siempre que pueda las CARGAS RAPIDAS DE LAS BATERIAS, las hacen sufrir mucho.
- Comprobar que no hay diferencias de carga entre las distintas celdas de la batería, y si fuera así, efectúe una carga de nivelación.

Capítulo 2

Análisis de cargas eléctricas del inmueble

En el proceso del diagnóstico energético, el levantamiento de datos es la etapa de mayor importancia para el buen desarrollo del estudio, debido a que las subsecuentes etapas están fundamentadas en ella.

El consumo adecuado y asequible de energía es indispensable para el desarrollo económico y social de un país. La situación actual exige cambiar la forma en que se produce y consume la energía para garantizar un desarrollo económico sustentable, al mismo tiempo que se satisfacen las necesidades energéticas por medio del uso racional de los recursos y las tecnologías.

Los indicadores de eficiencia energética son una herramienta útil para ello, ya que describen de forma detallada cómo ciertos factores determinan o impulsan el uso de la energía en los distintos sectores de la economía. Así mismo, dichos indicadores permiten conocer las áreas potenciales de mejora en la eficiencia energética y el alcance en el ahorro de energía por sector, además de proporcionar información desde una perspectiva social como la equidad en el acceso y distribución a los recursos energéticos. Las bases están aquí, ahora el reto es la mejora y expansión de dicha base de información.

En la década de los ochenta se inicia en México una serie de acciones de diversas instituciones y empresas tanto públicas como privadas, para difundir la idea en los usuarios de la necesidad de utilizar más racionalmente la energía.

En el año de 1979, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) estableció el programa nacional de uso racional de energía eléctrica (PRONUREE), que en una primera fase enfocó el grueso de sus acciones al sector consumidor sin realizar apenas actividades hacia el interior de la propia CFE. De esta manera, el acelerado crecimiento del parque eléctrico entre 1960 y 1980 (9.7 % anual), se

apoyó de manera creciente en el uso de centrales termoeléctricas, cuya eficiencia global final en 1982 fue del orden del 30%, contrastando con el 34% que se manejaba de manera institucional. Con la aparición del programa de energéticos 1984 a 1988, se vuelve obligatoria para la CFE la instauración y operación de un programa institucional de uso racional de la energía en sus dos vertientes: externa, a través de difusión de técnicas y medidas de uso eficiente para los usuarios, eliminación de subsidios y rezagos y el estudio del marco legal; e interna, mediante la reducción de los consumos propios y la diversificación de fuentes de suministro.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se une al esfuerzo de reflexión en torno del uso de los energéticos con la creación en agosto de 1982 del programa universitario de energía (PUE), con la finalidad de proveer a esta institución de un marco de referencia para las acciones de investigación y desarrollo, de formación de personal, de asesoría y de vinculación con otros sectores del país en el campo de la energía. En noviembre de ese año realizó un foro de consulta sobre el uso eficiente y conservación de la energía con el objetivo de tener orientaciones y recomendaciones para la UNAM en ese ámbito.

En agosto de 1984, se crea en Petróleos Mexicanos el programa de conservación y ahorro de energía (PROCAE). Su aplicación fue prevista en tres etapas, en función directa del tipo de medidas y el tiempo de obtención de resultados: corto, mediano y largo plazo. El PROCAE tenía seis subprogramas principales: difusión y concientización, capacitación, investigación y asistencia técnica, establecimiento de medidas e instrumentos administrativos, evaluación y control y finalmente, concentración e integración.

En el año 1990 un proyecto de energía que ocurre en Mexicali llamado FIPATERM, que es producto de los trabajos que se iniciaron en el PRONUREE para analizar opciones de aislamiento térmico en viviendas de clima cálido

extremo que después se escaló a algunos estados del país con estas características.

2.1 Antecedentes para un diagnóstico energético

Hoy en día, la estrategia de ahorro de energía y aprovechamiento de energía renovable cobra particular relevancia, ya que se sitúa como un elemento fundamental para el cuidado de los recursos energéticos no renovables, diversificación energética, protección del medio ambiente, aumento de la productividad y competitividad de la economía y para la protección del presupuesto familiar.

Así a lo largo de los últimos quince años y en función de los claros beneficios que para el país representa, el Gobierno Federal ha instrumentado diversas acciones y apoyado el desarrollo institucional y programático sostenido de organismos dedicados a aprovechar el potencial de ahorro de energía y energía renovable, como es el caso de:

- **La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.** (CONAE) Esta institución ha sido la responsable de instrumentar programas que ya muestran resultados significativos, palpables y duraderos en los diversos sectores de nuestra sociedad en todo el territorio nacional.

Las acciones que la CONAE realizó durante 2003 se engloban en dos grupos de programas: en primer lugar, en función del universo de usuarios y en segundo, por temas específicos. De esta forma, se integraron seis programas sectoriales (administración pública federal, estados y municipios, empresas paraestatales, grandes corporativos, pequeñas y medianas empresas, y sector social) y tres temáticos (normalización, generación, distribución y transporte).

Hoy es, además, una fuente de consulta y un promotor de ventajas competitivas, e incluso fiscales, para dependencias gubernamentales y privadas.

- **Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)** es un organismo privado no lucrativo, creado en 1990 para promover acciones que induzcan y fomenten el ahorro y uso racional de la energía eléctrica. El comité técnico del FIDE es su órgano de gobierno y está integrado por:
 - Comisión Federal de Electricidad (CFE).
 - Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM).
 - Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (CONCAMIN).
 - Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA).
 - Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME).
 - Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC).
 - Cámara Nacional de Empresas de Consultoría (CNEC).
 - Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).

De 1998 al año 2001, los ahorros de energía eléctrica se incrementaron de 1,635 a 2,692 GWh por año. Los ahorros logrados en el año 2000 representaron el 1.29% de las ventas de energía eléctrica de ese año, a su vez los del 2001 representaron el 1.71%.

Entre las medidas de ahorro de energía eléctrica más aplicadas se encuentran:

- Disminución o eliminación de fugas de aire comprimido y acondicionado.
- Instalación de apagadores individuales.
- Sustitución de focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas.

- Sustituir lámparas fluorescentes por lámparas T-8 de mayor eficiencia.
- Sustituir lámparas de vapor de mercurio por de sodio en alta presión.
- Instalación de fotoceldas para apagar iluminación de áreas que reciben buena luz natural.
- Sustitución de motores eléctricos estándar por de alta eficiencia.
- Corrección del desbalanceo de fases en equipos finales.

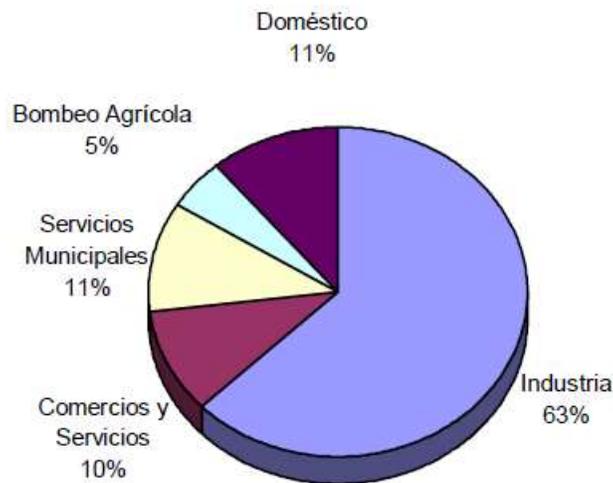


Figura 2.1 Distribución de los ahorros en el año 2011

A lo largo de los 11 años se han acumulado ahorros equivalentes a 11,877 GWh, siendo el sector industrial en que más ha aportado a este logro, sin embargo se observan incrementos importantes en el sector doméstico y las instalaciones de servicios.

2.2 Administración de la energía

Durante los últimos años, las organizaciones han visto como la energía ha pasado de representar un factor marginal en su estructura de costos a ser capítulo importante en la misma. Debido al incremento paulatino en su precio, han tenido

que afrontar el reto de disminuir la participación de la energía en los costos o por lo menos mantener su mismo nivel. Para ello, es preciso conocer claramente el tipo y la cantidad de energía que se utiliza en cada uno de los procesos que conforman la operación industrial y determinar las acciones pertinentes para abaratar los costos de producción por concepto de energía, sin afectar la calidad ni la cantidad de producción.

Para lograr lo anterior es necesario implementar u operar un programa de ahorro de energía cuya estrategia central es el ahorro y uso eficiente de la energía. Estos programas mejoran la competitividad, amplían el horizonte energético y liberan recursos económicos para destinarlos a otras actividades productivas.

El concepto de administración se encarga de la planificación, dirección y seguimiento de los esfuerzos individuales encaminados hacia el mejor uso de los recursos. Es por ello, que la administración de la energía debe estar firmemente apoyada por un programa de conservación de energía, encargado de reducir el despilfarro de la misma, la mejor utilización por parte de los consumidores (uso racional) y la sustitución de fuentes energéticas.

Así, la definición e implantación de un programa de ahorro de energía se inserta dentro de un programa global de administración de la energía. Este programa de ahorro de energía requiere de un soporte adecuado para identificar y evaluar las oportunidades existentes en una organización.

El ahorro de energía no puede llevarse a cabo si no se conoce dónde y cómo se está utilizando, para lograr la eficiencia en su consumo. En la mayoría de los casos, el establecimiento de este punto de partida requiere de una inspección y de un análisis energético detallado de los consumos y pérdidas de energía que generalmente se le conoce como diagnóstico energético.

Sin embargo, no se podría alcanzar ahorros significativos a largo plazo sin el respaldo de un programa de ahorro de energía dentro de la empresa. Para desarrollar eficientemente y con éxito un programa de ahorro de energía en una organización debe cumplirse las siguientes condiciones:

- Compromiso en recursos y tiempo, tanto de la gerencia como del personal de la empresa, para implementar y desarrollar un programa energético con un esfuerzo permanente.
- Debe existir una base de datos consistente, sobre consumos energéticos de la empresa.
- Los proyectos viables deben ser evaluados de acuerdo con las normas y técnicas financieras de la compañía.
- El programa de ahorro de energía debe manejarse como cualquier programa gerencial o administrativo de la empresa.

En resumen, un programa de ahorro de energía en una empresa, implica un compromiso y una organización permanente a largo plazo, que se integra a la administración diaria de la empresa y que sienta las bases y desarrolla un plan de acción.

2.3 Diagnostico energético

Diagnóstico energético se define de una manera simple como; Un proceso por medio del cual se puede evaluar la manera como se está utilizando la energía para identificar oportunidades de ahorro y de eficiencia energética.

El costo y el tiempo para ejecutar un diagnóstico, depende de la cantidad de datos que se quiera recabar y analizar y esta cantidad de datos estará en función de la importancia que se le quiera dar al diagnóstico mismo, con la idea de encontrar el mayor número de oportunidades de ahorro.

La primera consideración que se tiene que hacer se refiere a la estimación del costo que se esté dispuesto a erogar para seleccionar el tipo de diagnóstico que se realizará.

La segunda consideración que se tiene que hacer es en cuanto al tipo de instalación que se diagnosticará, por ejemplo se tiene que distinguir si se trata de: Un edificio de oficinas o una industria ya que para el edificio se debe considerar principalmente los usos y los consumos, en cambio para una industria, lo más importante será el análisis de los requerimientos de los procesos

2.3.1 Clasificación de diagnósticos energéticos

El diagnóstico energético es un instrumento imprescindible para saber cuánto, cuándo, cómo, dónde y por qué se consume la energía, así como la forma para establecer el grado de eficiencia en su utilización.

Para ello, se requiere, tanto de una inspección minuciosa de las instalaciones como de un análisis energético detallado de los consumos y la forma en que se usa la energía.

Las medidas que se implementen como resultado del diagnóstico energético, permitirán alcanzar ahorros significativos en el corto, mediano y largo plazos.

Cuando se realiza un diagnóstico energético se cuenta con la información para:

- Conocer el comportamiento y uso de la energía.
- Evaluar cuantitativa y cualitativamente la energía que se consume.
- Detectar áreas de oportunidad de ahorro y uso eficiente de energía.
- Cuantificar los potenciales de ahorro de energía.
- Analizar de manera detallada las instalaciones, a fin de estructurar propuestas técnicas viables, para ahorrar energía en los diversos sistemas eléctricos y térmicos.

- Determinar la eficiencia energética de la dependencia o entidad en términos de índices energéticos.
- Establecer un catálogo de acciones y medidas de ahorro.
- Estimar la inversión requerida para la aplicación de las medidas de ahorro.
- Determinación de beneficios energéticos, ambientales y económicos.

Las medidas para el ahorro y el uso eficiente de la energía se clasifican en tres tipos:

- i. Medidas operativas.
- ii. Medidas educativas.
- iii. Medidas tecnológicas o de inversión.

2.4 Levantamiento

En el desarrollo del levantamiento de datos se establece como tarea fundamental el llenado de cuatro formatos tipo, incluidos en el anexo 1, los cuales son:

1. Datos básicos del inmueble
2. Datos de facturación de energía eléctrica
3. Zonificación de áreas
4. Equipos de alumbrado

Estos formatos deben utilizarse como borradores, y una vez que se haya completado el levantamiento de información, ésta deberá capturarse directamente en el programa ejecutable, el cual se obtiene en la página de Conae (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía)¹ en Internet.

¹ La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que goza de autonomía técnica y operativa. La Conae tiene por objeto fungir como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como, de los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios y de los particulares, en materia de ahorro y uso eficiente de la energía y de aprovechamiento de energías renovables. <http://www.gobierno.com.mx/conae.html>

Adicionalmente se incorpora un quinto formato, donde el usuario podrá expresar sus comentarios y observaciones sobre la posible problemática existente en el inmueble (bajos niveles de iluminación en distintas áreas, falta de apagadores, falta de sensores de luz en áreas con aportación solar, etc.), así como hacer sugerencias para implantar medidas de ahorro de energía, con y sin inversión, ya sea en el sistema de alumbrado o bien en otros sistemas eléctricos.

La captura final de los datos del formato F1 se hará directamente en el programa ejecutable; no obstante, para facilidad del usuario se recomienda recopilar y llenar previamente la información solicitada en el formato tipo (ver anexo A), lo cual evitará contratiempos al usuario.

En el formato F1 se presentan 5 secciones:

- a.** Edificio
- b.** Construcción
- c.** Horario de trabajo y personal
- d.** Electricidad
- e.** Aire acondicionado

Con el fin de entender claramente la información requerida, a continuación se describe cada una de las secciones contenidas en el formato:

- Fecha Anotar el día/mes/año en que se realizó el levantamiento de datos
- DEN MI La celda de DEN MI (Diagnóstico Energético – Modulo de Iluminación) permanecerá en blanco; la Conae le asignará un número de registro para el inmueble

a. Edificio

- *Nombre y dirección de la Empresa* Nombre del inmueble o razón social al que corresponde; se indicarán calle, número, colonia o localidad,

delegación o municipio, código postal y estado donde se ubica el inmueble

- Uso del inmueble Para el caso de esta metodología el uso principal del inmueble ya viene indicado: oficina; por lo que sólo se deberá indicar si es propio o arrendado
- Descripción Especificar si se trata de un edificio moderno, antiguo, inteligente o histórico; o bien, anotar alguna característica que se destaque

b. Construcción

- Identificación del edificio Asignar la primera letra mayúscula del alfabeto (“A”), y en caso de contar con un conjunto de edificios, a los siguientes edificios les corresponderán las subsecuentes letras del alfabeto en orden progresivo (por ejemplo: edificio 2 = “B”, edificio 3 = “C”)
- Número de niveles Anotar, por cada edificio, el número de niveles con los que cuenta, incluyendo sótanos, estacionamientos, “penthouse”, etc.
- Área total del edificio, Anotar la suma de todas las áreas de cada nivel, incluyendo sótanos, estacionamientos, penthouse, etc. (verificar que no exista una desviación mayor al $\pm 5\%$ del área total registrada)
- Total (m²) Corresponde a la suma de las áreas construidas de todos los edificios
- Año de construcción Anotar el año en que se terminó de construir el inmueble
- Año de operación Anotar el año en que el inmueble entró en operación

c. Horario de trabajo y personal

- Horario de trabajo Anotar el horario normal de trabajo; si existen varios horarios, se anotará el más representativo
- Personal Anotar el número total de personas que ocupan el inmueble

d. Electricidad

- *Tarifa* Anotar la tarifa en la cual se encuentra contratado el servicio eléctrico; si el inmueble cuenta con más de una facturación, deberá indicarse en la sección 1 Descripción del edificio, de este formato
- *Región* Anotar la región correspondiente a la facturación
- *Capacidad de la subestación* Los inmuebles que se encuentren en tarifa OM o HM deberán de anotar la potencia del o los transformadores que se encuentran en kVA, en la subestación.
En caso de tener más de una subestación y/o transformadores, la capacidad total será la suma de las capacidades individuales
- *Capacidad de las plantas de emergencia* La capacidad de las plantas de emergencia se encuentra indicada en los datos de placa del generador de la planta, por lo que se deberá anotar la potencia de operación continua en kW; en caso de tener la capacidad en kVA.

e. Aire acondicionado

- *Capacidad del aire acondicionado* En caso de contar con sistema de aire acondicionado, será necesario anotar la capacidad instalada de todos los equipos integrados al sistema, en toneladas de refrigeración (T.R.), así como la potencia eléctrica de los equipos en kilowatts (kW); si la información se encuentra en HP o CP (Caballos de potencia o Horse Power, por sus siglas en inglés), debe multiplicarse el valor de HP por el factor de conversión de 0.746
- *Responsable* Se deberá anotar los datos del responsable del inmueble que participó en el levantamiento de datos, indicando nombre, cargo correspondiente y teléfono, con el fin de establecer comunicación en caso de alguna duda referente a la información proporcionada

2.4.1 Descripción de instalaciones

1. Sus instalaciones se inician con la acometida subterránea en 20-23 KV, por medio de la cual reciben el suministro eléctrico proporcionado por CFE. A

través de un poste de concreto octagonal de 11 metros de longitud en banqueta la compactadora de basura ubicada en Av. 608 412 Gustavo A. Madero, Ciudad de México, con cortacircuitos fusible, apartarrayos y cable aislado.

2. La acometida eléctrica es recibida por una subestación compacta de servicio intermedia de 20-23 KV, clase 25 KV, nema 3R, completa, con celda de medición en alta tensión para verificación del consumo de energía eléctrica, celda de cuchillas de paso para 25 KV, celda de seccionador con interruptor en aire para 25 KV, de 3 polos y fusibles de 40 AMPS y celda de acoplamiento para el lado primario del transformador.
3. La energía eléctrica es recibida en el lado primario de un transformador de 500 KVA, 23KV/220-127 VCA, 3 f, 4 h, 60 Hz, el cual la transforma en su lado secundario a un voltaje de 220/127 VCA, que es el que se utilizan y del secundario del transformador es recibida por un tablero general de distribución de 2000 AMPS. Con un interruptor general de 3x1600 AMPS y varios interruptores derivados para distribuir la energía eléctrica por diferentes circuitos.
4. Del tablero general de distribución de 2000 AMPS, que recibe la energía eléctrica a 220/127 VCA, se distribuye por medio de 7 circuitos derivados de 3 F, 4 H, a diferentes tableros de distribución, cinco de ellos están localizados en los pisos 1,3,4,8 y 9 y alimentan contactos.

Uno de ellos alimenta al tablero de distribución 1 (TD-1) de este tablero se alimentan todos los tableros de distribución de alumbrado y contactos localizados en el cubo del muro de lado de las escaleras construido desde diseño original del edificio para montaje de los tableros y distribución de los circuitos localizados en planta sótano, planta baja, El otro circuito va a un interruptor de 3 x 1000 A, denominado bypass que se utiliza para proporcionar energía normal regulada con la UPS a los circuitos del tablero TD-2 y en caso de ser necesario por falta de suministro de energía normal tener acceso a energía eléctrica generada por la planta de emergencia siendo toda la distribución de la energía eléctrica.

5. cuentan con energía de respaldo por medio de una ups, de 50 KVA (40KW) por medio de baterías para 10 minutos y también hace la función de voltaje regulado recibe 220 VCA y lo regula a 208/120 VCA, alimentando al tablero de distribución TD-2, nombrado de voltaje regulado el cual distribuye la energía del voltaje regulado a 12 tablero de distribución que alimentan solamente contactos localizados en planta baja y alumbrado de escaleras de emergencia.
6. **se cuenta con una planta de emergencia de 50 KW, 220/127 VCA, la cual al no tener energía eléctrica del suministro normal entra en operación y respalda todos los circuitos conectados al sistema de ups correspondientes al tablero TD-2.**

2.4.2 Coordinación de protecciones

Para revisar la coordinación de las protecciones nos basamos en el plano que se encuentra en el anexo

1. En la subestación se tienen fusibles de 40 A (40KA de C.C.) De la marca driwisa los cuales son adecuados para proteger al transformador de 500 KVA, a 23 KV, el cual tiene una corriente de 12.55 amps en el lado de alta tensión a 23 KV. La norma indica que el fusible debe seleccionarse a no más del 400% de la $I_N = 12.55 \times 4 = 50.2$ A. Se observa que los fusibles colocados de 40 A, son adecuados.
2. La protección en el lado secundario del transformador es por medio de un interruptor electromagnético de 3 x 1600 A. Colocado en el tablero general de distribución el cual tiene ajustes para la corriente nominal el transformador en el lado secundario proporciona 1312.16 A, la norma nos permite seleccionar su protección hasta el 300% de la I_N ($1312.16 \times 3 = 3936.48$) pero lo correcto es seleccionarlo en base a la I_N más el 15% ($1312.16 \times 1.15 = 1508.99$) por lo cual el interruptor actualmente instalado es correcto además de que tiene ajustes para la I_N .

3. En el tablero general de distribución se tienen los siguientes interruptores en servicio.

- 1 de 3 x 1600 electromagnético, MCA. Federal Pacific Electric, mod. Masterpact M16H1 con unidad de control St418s, 50KA de C.C. y con ajuste de la corriente nominal. Actualmente esta ajustado para operar a 1600 AMPS, lo cual es correcto
- 3de 3x40A termomagnéticos MCA. Fpe, tipo nef-t 440 VCA opera a 220 VCA a este voltaje tienen 18 KA de C.C.
- 2 de 3x50 a termomagnético MCA. Fpe nef-t, 440 VCA, opera a 220VCA a este voltaje tienen 18 KA de C.C.
- 1 de 3x600A, termomagnético MCA. Fpe tipo nm-t, 600 VCA, opera a 220 VCA a este voltaje tiene 42 KA de c.c.
- 1 de 3x1000A, termomagnético MCA. Fpe, tipo nm-t, 600 VCA, opera a 220VCA, a este voltaje tiene 42 KA de C.C.

2.4.3 Protección de los conductores

Las protecciones tienen como finalidad la protección de las cargas instaladas y la de los conductores, en este caso como protección de los conductores se tiene que debe ser en base a la corriente nominal de los conductores y no más del 25% que permite la norma teniéndose lo siguiente.

1. Calibre del conductor.

- Cal. 6 – conduce 65A- interruptor instalado de 3x50A es correcto
- Cal. 500 KCM- conduce 420A (3 por fase) = 1260 a instalado 3 x 1000 A es correcto
- Cal. 300 KCM- conduce 420 a (2 por fase) 840 A instalado 3 x 600 a es correcto

Todos los interruptores instalados en el tablero general protegen adecuadamente los conductores.

Analizaremos la coordinación de protecciones del tablero general.

Del interruptor termomagnético 3 x 50 A del tablero general se alimenta al tablero de distribución de contactos a-1 localizado en piso 1. Este tablero está compuesto por los siguientes interruptores.

- 6 de 1 x 20 a, termomagnético monofásico, MCA. Square'd tipo qo para 240 VCA, opera a 127 VCA, a este voltaje tienen 10 KA de C.C.
- Las protecciones se tienen de la siguiente forma de la misma fuente 3 x 1000 – 3 x 50 – 1 x 20
- Al producirse un corto circuito (c.c.) Primero debe de abrirse el interruptor de 1 x 20, después el de 3 x 50 y por último el de 3 x 1000 lo cual indica que la coordinación de las protecciones es correcta.
- Analizaremos el caso del tablero a-4, este tablero cuenta con un interruptor general y varios derivados termomagnético, que son los siguientes:
 - 1 de 3 x 40 A SQD, a 127 VCA, 10 KA. C.C.
 - 1 de 1 x 20 A, SQD, a 127 VCA, 10KA. C.C.
 - 1 de 1 x 30 A, SQD, a 127 VCA, 10 KA. C.c.

Las protecciones se tienen de la siguiente forma.

3x1000A- 3x40A- 3x40A- 1x20A y en caso de que ocurriera una falla debe de operar primeramente el int. De 1x20A, los cual indica que la coordinación de las protecciones es la correcta.

Analizaremos la única coordinación de este tablero que no es correcta.

Del interruptor de 3 x 600 A, del tablero general, se alimenta al tablero de distribución TD-1 y los cables llegan a un interruptor de 3 x 800 a el cual es el general de TD-1 compuesto por varios interruptores termomagnético derivados que son los siguientes:

- 1 de 3 x 800 A – MCA. Fpe, tipo nef-t, a 220 VCA, 42 KA. C.c.
- 1 de 3 x 200 A – fpe, tipo hfj-t, a 220 VCA, 65 KA. C.c.
- 4 de 3x100 A – fpe, tipo nef-t a 220 VCA, 18 KA. C.c.

- 3 de 3 x 70 A – fpe, tipo nef-t, a 220 VCA, 18 KA c.c
- 4 de 3 x 50 A – fpe, tipo nef-t, a 220 VCA, 18 KA. C.c.
- 5 de 3 x 40 A – fpe, tipo nef-t, a 220 VCA, 18 KA. C.c.

Tomaremos el interruptor de 3 x 100 a, que alimenta al tablero de alumbrado y contactos P5 localizado en el piso 5, este tablero tiene los siguientes interruptores termomagnético

- 10 de 1 x 30 A, MCA. Sqd, a 127 VCA, 10 KA de c.c.
- 1 de 1 x 15 A, MCA. Sqd, a 127 VCA, 10 KA de c.c.

Las protecciones están de la siguiente forma.

3 x 1000 – 3 x 600- 3 x 800 – 3 x 100 – 3 x 100 – 1 x 30, como puede observarse en esta serie de protecciones no están coordinadas porque el interruptor de 3 x 800 A debe de ir en el lugar de 3 x 600 A. Lo anterior significa que en caso de un corto circuito severo primero responde el de 1 x 30, después 3 x 100 después 3 x 600 y por último el de 3 x 1000 y el de 3 x 800 no llega a enterarse.

Analizaremos otro circuito del tablero TD-1, tomaremos el tablero p2, el cual está integrado por los siguientes interruptores.

- 1 general de 3 x 70, MCA. Sqd tipo qo, a 220 VCA, 10 KA. C.c.
- 2 de 1 x 30 A, sqd qo, 127 VCA, 10 KA.
- 6 de 1 x 20 A, sqd qo, 127 VCA, 10 KA.

La coordinación de protecciones esta de la siguiente forma:

- 3 x 1000 – 3 x 600 – 3 x 800 – 3 x 40 – 3 x 70 A – 1 x 30

Como puede observarse este circuito no está coordinado el interruptor de 3 x 70 debe intercalarse por el de 3 x 40.

Todos los demás circuitos del tablero TD-1 están en la misma situación del ejemplo anterior. Pero no se requiere hacer cambios.

Analizaremos la coordinación de protecciones del tablero TD-2 que controla los circuitos de voltaje regulado, el tablero tiene la siguientes interruptores termomagnético.

- 1 general de 3 x 1000 A, MCA fpe, tipo nef-t, a 220 VCA, 42 KVA c.c.
- 2 de 3 x 200, MCA. Fpe, tipo hfj-t a 220 VCA, 65 KA c.c.
- 3 de 3 x 50, MCA. Fpe, tipo nef-t, a 220 VCA, 18 KA. C.c.
- 7 de 3 x 40 a. MCA, fpe, tipo nef-t, a 220 VCA, 18 KA. C.c.

Tomaremos el interruptor de 3 x 40 a que protege al alimentador de tablero de contactos de voltaje regulado del tablero VRP-6 localizado en el piso 6. Este tablero tiene los siguientes interruptores termomagnético.

- 1 general de 3 x 40 MCA. Sqd, tipo qo, a 220 VCA, 10 KA. C.c.
- 3 de 1 x 20, MCA. Sqd, tipo qo a 127 VCA, 10 KA. C.c.

La coordinación de protecciones esta de la siguiente forma:

- 3 x 100 – 3 x 1000 – 3 x 200 – 3 x 200 – 3 x 150 – 3 x 125 – 3 x 1000 – 3 x 40 – 3 x 40 – 1 x 20

Como puede observarse la coordinación es correcta, primero se abre el de 1 x 20, si el c.c. Es grande puede abrirse cualquiera de 3 x 40 uno de ellos es el interruptor general del tablero vrp-6, y el otro de 3 x 40 el que protege el circuito alimentador del tablero y el de 3 x 1000 es el interruptor propio del tablero TD-2.

Todos los alimentadores de los tableros de voltaje regulado tienen la misma coordinación de protecciones que el tablero vrp-6 y es correcta en todos.

2.5 Revisión visual de acometida de compañía suministradora de energía eléctrica

La acometida de la compañía suministradora de energía eléctrica es de 23 KV, viene de poste octagonal de 11 metros localizado en la esquina **Av. 608 412 Gustavo A. Madero, Ciudad de México**, figura 2.2.

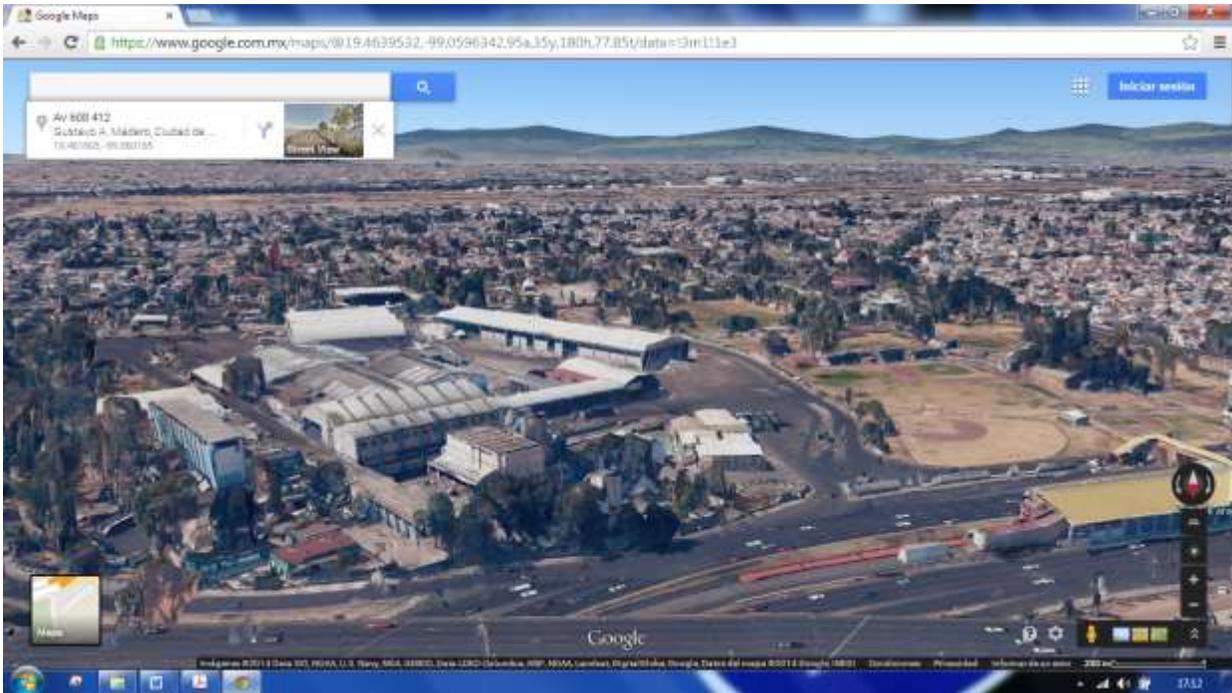


Figura 2.2 Ubicación de la compactadora de basura

Los cables de otra tensión son a.c.s.r. (Aluminum Conductor Steel Reinforced, Cable de aluminio con refuerzo central de acero.) Cal. 1/0 con recubrimiento aislante de pvc, son recibidos en el poste por aisladores (3) de ahí se conectan a los apartarrayos (3) y de ahí a los corta circuitos fusibles (3) y bajan el cable que energiza los 3 conductores de acometida que es un cable de 23 KV, cal. 2/0, con su aislamiento adecuado, en las puntas de conexión cada uno tiene sus conos de alivio para servicio intemperie del tipo vulcanizable, los cables bajan y se canalizan cada uno en tubería de pvc de 2" de diámetro y de ahí van ahogados en el piso hasta la subestación compacta servicio intemperie a la celda de acometida con sus correspondientes conos de alivio, conectándose a transformadores de

corriente de potencial para la medición de consumo por parte de la compañía suministradora y de ahí a las barras de la subestación.

Todo el equipo de la compañía suministradora está debidamente aterrizado, así como pantallas de los cables donde se colocaron los conos de alivio para la conexión de la energía en conclusión la acometida de la compañía suministradora está en buenas condiciones. El equipo de medición fue cambiado el 21 de febrero del 2012.

2.5.1 Revisión de neutro de subestación

El neutro se genera a partir del transformador, porque su diseño es delta- estrella. En la salida de baja tensión del transformador es para operar a 220 VCA entre fases y 127 VCA entre fase y neutro, por lo que tiene 4 salidas, 3 para fases y una para el neutro.

Del transformador se conecta el tablero general de distribución a sus fases y a su barra de neutro. De la barra de neutro, se conectan los tableros de distribución TD-1 y TD-2, así como todos los equipos que requieren del neutro.

Es importante señalar que el tablero general de distribución tiene barra de neutro y barra de tierra y que ambas están unidas por medio de un cable desnudo cal. 2/0 que conecta la barra de tierra de la subestación, aterriza el gabinete del transformador y sale a conectarse a una varilla de tierra localizada en calle junto a la jardinera. Esta conexión no es correcta deben de ir independientes.

Se recomienda separar la tierra del neutro del transformador, ya que en el secundario del transformador se generan desbalances por la carga y esto provoca corrientes circulantes del neutro al sistema de tierras.

2.5.2 Medición de corriente de los tableros

Tablero general (tg-1), tableros de distribución TD-1 y TD-2.

Se tomaron lecturas de corriente con ampermetro en 3 ocasiones en diferentes días de los tableros (en día y por la noche) siendo la más alta la siguiente.

Tablero general (tg-1)

Circuito	fase-1	fase-2	fase-3	neutro
Alim. Del sec. Del Transf.	140	122	120	45
Bypass	63	54	52	
Tab. D-1	68	74	68	
Tab. A-1	3	1.2	0.8	
Tab. A-3	1.2	0.5	0.5	
Tab. A-4	1.2	0.5	0.7	
Tab. A-8	0.8	0.5	0.5	
Tab. A-9	2	1.5	2.2	

Tablero de distribución TD-1

Circuito	fase-1	fase-2	fase-3
Alim. Del Tab. Tg-1	46	75	53
Tab. Sótano	12	10	13
Tab. Pb	3.8	6	8.2
Tab. Primer piso	3.2	4.9	0.5
Aire acond.	9	9	9.2
Elevador a	26	27	19
Elevador b	17	14	15

Tablero de distribución TD-2

Es el de voltaje regulado opera a 208/120 VCA

Circuito	fase-1	fase-2	fase-3	neutro
Alimentador (del bypass-ups)	45	37	13	47
Tab. Vrp-pb	5	3	1	
Tab. Vrp-1	5	2	0.4	

Sistema de ups-con regulador de voltaje a 277 VCA

28 20 14

El valor máximo que ha marcado es 46% de su capacidad

De los valores de corriente tomada se tiene lo siguiente.

1. La corriente más alta es de 140 amperes tomadas en los cables de alimentación del tablero general por el transformador en su lado secundario. Este valor nos indica que las lecturas de corriente de su interruptor electromagnético no son correctas, está descalibrado el marca 346 amperes (contra 140 A) dando un valor incorrecto del consumo. Este equipo debe arreglarse
2. En base al valor de 140 amperes medido nos indica que su consumo es muy bajo aproximadamente un consumo de 60kva contra 500 KVA de su transformador, el 15% de su capacidad.

2.5.3 Diagnóstico del sistema de pararrayos

El pararrayos actualmente instalado es reciente de marca francesa, tiene los siguientes datos.

- Pararrayo: MCA. Franklin France
- Modelo: afvo907cf
- Material: acero inoxidable
- Altura de colocación: 10 metros

El pararrayos es con dispositivo de cebado piezoeléctrico² del efecto corona (sistema CEA-organismo francés de energía atómica). En base al modelo es para una cobertura de 30 mts.

² La piezoelectricidad (del griego piezein, "estrujar o apretar") es un fenómeno que ocurre en determinados cristales que, al ser sometidos a tensiones mecánicas, en su masa adquieren una polarización eléctrica y aparecen una diferencia de potencial y cargas eléctricas en su superficie. Este fenómeno también ocurre a la inversa: se deforman bajo la acción de fuerzas internas al ser sometidos a un campo eléctrico. El efecto piezoeléctrico es normalmente reversible: al dejar de someter los cristales a un voltaje exterior o campo eléctrico, recuperan su forma. Los materiales piezoeléctricos son cristales naturales o sintéticos que carecen de centro de simetría. Una compresión o un cizallamiento provocan disociación de los centros de gravedad de las cargas eléctricas, tanto positivas como negativas. Como consecuencia, en la masa aparecen dipolos elementales y, por influencia, en las superficies enfrentadas surgen cargas de signo opuesto.

De radio a partir del centro de pararrayos y para un nivel de incidencia del rayo intermedia (nivel II).

El pararrayo instalado cubre perfectamente el edificio, el cual tiene un radio máximo de 13 metros y el pararrayos es para un radio de 30 metros y es de lo más moderno en sistemas de pararrayos.

Anexamos información de nuestros archivos sobre este tipo de pararrayos. Nosotros solicitamos la información pero no fue localizada.

2.5.4 Información técnica

Observaciones y comentarios del levantamiento de las instalaciones eléctricas de la compactadora de basura ubicada en Av. 608 412 Gustavo A. Madero, Ciudad de México.

1. Local de la subestación – recomendaciones y faltantes

- Falta tarima aislante
- Falta equipo de operación y seguridad – extintor tipo ABC (para fuego eléctrico), juego de guantes, casco, gafas antideslumbrantes para alta tensión (clase 25 KV), palanca de operación del interruptor en aire, fusibles de repuesto 40A, clase 25 KV, conexiones de cable para descarga del equipo, gabinete para alojar equipo de seguridad.
- Falta alumbrado de subestación y contacto.
- Se recomienda cambiar el seccionador el actual es muy antiguo y posiblemente este desajustado por (los temblores) su antigüedad.
- Requiere realizarse mantenimiento
- Pruebas al aceite de transformador con certificación de que esté libre de pvc (acáreles) y tratamiento del mismo, para saber su estado de humedad.

En términos generales el equipo eléctrico de la S.E. Como son los gabinetes y tableros se observan en estado aceptable, sin embargo son

equipos con una antigüedad aprox. De 30 años, por lo que se recomienda renovarlo por equipo más moderno y funcional que mejore y asegure el buen funcionamiento y flexibilidad del mismo.

2. Tablero general de distribución y tableros TD-1 y TD-2.

- Se tomaron lecturas de medición de corriente en los cables que alimentan al tablero, detectándose que la lectura que indica su interruptor electromagnético no son correctas, esta des calibrado. Cuando su sensor marca 346 amperes (se midió 140 A con ampermetro de gancho). Este equipo debe arreglarse, o cambiar el módulo de medición por más moderno que les mida todos los parámetros eléctricos (voltaje, corriente, factor de potencia, etc.).
- Se tienen conectados dos capacitores de 30 KVAR, uno de ellos está en corto circuito debe revisarse y darles mantenimiento. Son muy antiguos se recomienda cambiarlos en base a su factor de potencia que indique el recibo de la compañía suministradora. Se identificaron todos los alimentadores de los interruptores correspondientes así como cuatro fuera de servicio (que se recomienda se retiren).
- Se recomienda identificar todo el equipo eléctrico existente como son subestación, gabinetes, tableros en general, planta de emergencia, etc. Y tomar como base el levantamiento eléctrico mostrado en planos, haciendo notar que se colocó identificación provisional con cinta maskin tape³ como se indica en planos.

3. Tableros de alumbrado y contactos de voltaje normal.

³ La cinta de enmascarar, cinta de carroceros, cinta adhesiva protectora, tirro o conocida también por su nombre en inglés: masking tape, es un tipo de cinta adhesiva fabricada generalmente con papel, de fácil desprendimiento y autoadhesiva.

Se usa principalmente en pintura artística para enmascarar áreas que no deben ser pintadas. El tipo de adhesivo es un componente clave, ya que permite que la cinta sea fácilmente desprendida sin dejar residuos o dañar la superficie a la cual es aplicada. Se encuentra disponible en el mercado en diversas resistencias, clasificadas en una escala del 1 al 100 según la concentración del pegamento.

- Estos tableros se encuentran localizados en los cubos de las escaleras en cada uno de los pisos, en general todos los tableros tienen cables sueltos sin uso y/o que no se han conectado a excepción de los tableros de los pisos, 2,5 y PH que están bien.
- Los tableros en los pisos p1, p2, p3 y p4, se tomaron como ruta de paso para otros circuitos alimentadores de otros tableros y para esto se deben utilizar cajas de registro independientes.
Se sugiere independizar los cables. Y a 2 tableros les falta su puerta correspondiente.
- Tablero sótano. Al interruptor de navajas con fusibles que utilizan como general, están conectadas todas las cargas instaladas en el sótano. Lo cual no es correcto.
- Se debe instalar un tablero de distribución con interruptor general y 20 circuitos derivados para las diferentes cargas, y eliminar muchos cables sueltos que están en ese lugar.
- Los interruptores termomagnético monofásicos instalados en los tableros qo-8 y qo-2, de 1x30 AMPS., no son adecuados para proteger el calibre del cable instalado (cal. 12) este calibre conduce 20 AMPS y su interruptor debe ser de 1 x 20 A.
- Normalmente en los sótanos se produce humedad, es recomendable que coloquen un alumbrado con luminarios a prueba de humedad.
- Los contactos que utilizan para conectar las bombas de los cárcamos es recomendable que sean para servicio intemperie y a prueba de humedad.

4. Tableros de contactos de voltaje regulado y de voltaje normal.

Estos tableros están bien a excepción de los localizados en piso 3 que les falta su puerta.

5. Instalaciones de alumbrado y contactos en todos los pisos.

- Todos los contactos tienen la terminal de tierra, sin embargo no todos están aterrizados.
- Los contactos dúplex de voltaje regulado se identifican con una tapa plástica de color anaranjado, sin embargo en la identificación que se realizó hay muchos que no la tienen, más de 80
- Por lo general en todos los pisos se encuentran contactos sueltos que no están fijos en los muros o al piso.
- Aproximadamente un 20% de las luminarias no tienen ya el difusor de acrílico, faltando además uno o los dos tubos fluorescentes.
- Se observó que han adaptado apagadores de pared instalados en el techo junto a la luminaria.

Por lo anterior no le están dando el uso adecuado a los materiales y equipo eléctrico, y no es práctico, lo mejor es instalar el apagador en la pared a una altura adecuada normalmente 130 cms.

Se tienen cables en la mayoría de los pisos que están sueltos no están canalizados o fuera de la canalización (canaleta) tanto en el piso como en el techo y que están en servicio. Estos cables deben canalizarse y los que se encuentran en pisos que se van a modificar deben por lo menos juntarse, amarrarlos y alejarlos del acceso de personas.

- Se tienen en algunos pisos cables y contactos que están fuera de servicio, deben retirarse.

6. Alumbrado escaleras de emergencia

- Los luminarios colocados no son los correctos, son luminarios que tienen su batería propia y solo encienden cuando se va la energía eléctrica y como están conectados a la ups- planta de emergencia. Quedan encendidas brevemente, esto significa que las escaleras no tienen luz. Requieren poner luminarios normales para uso intemperie controladas con fotocelda para que enciendan por la noche y conectadas a voltaje regulado.

7. Banco de capacitores. Tienen 2 bancos de capacitores de 30 kvar cada uno. Uno está en cortocircuito y no opera. Se tiene que revisar y dar mantenimiento. El otro está en operación y tiene un consumo constante de 76 AMPS. En base a las mediciones realizadas ustedes tienen un consumo máximo de 140 AMPS. Es necesario revisar como están con un factor de potencia y si es posible bajar la capacidad de su capacitor porque el consumo de su capacitor también se paga y consume la mitad de su carga.

8. Sistema de tierras. Se realizó medición del sistema de tierras obteniéndose un valor de 15 OHMS el cual está dentro de la norma que indica que no debe pasar de 25 OHMS. Se anexa reporte de medición.

Se recomienda separar su sistema de tierras del neutro de transformador y hacerlos independientes.

9. Planta de emergencia. Su planta de emergencia está se requiere de 50KW que proporcione 164 AMPS. A un voltaje de 220- 127 VCA, Actualmente solo proporciona energía eléctrica a los contactos de voltaje regulado del tablero TD-2.

En base a las mediciones de corriente tomadas ustedes tienen un consumo máximo de 45 amperes en el tablero TD-2, contra 164 AMPS. Que proporciona la planta y su consumo máximo total de toda la carga de 140 AMPS. Por lo que ustedes pueden conectar más circuitos a su planta, sobre todo de alumbrado que no tienen nada conectado y es muy importante para casos de emergencia por la noche.

Les sugerimos que hagan un buen estudio para conectar el alumbrado a la planta de emergencia, aprovechando que ustedes están remodelando pisos y estamos seguros que se podría conectar todo el alumbrado del edificio.

10. Estado de sus instalaciones.

11. Su equipo principal como es la subestación, transformador, tableros TG-1, TD-1, TD-2, canalizaciones, soportes y cables alimentadores, es antiguo

pero está en buenas condiciones, debido a que la carga instalada que tienen es poca y no trabajan a más del 20% y puede seguir trabajando sin ningún problema y mejorando haciendo las correcciones mencionadas.

Sera decisión de ustedes si deciden empezar a renovarlos por equipo más moderno, como están iniciando a renovar pisos que están quedando bien en los que se refiere al uso de electricidad.

12. Inicio de corrección de instalaciones eléctricas.

Se hace notar que se continua corrigiendo la instalación eléctrica en los puntos que se indicaron, que se manifestó que estaban mal, como corto circuitos existentes, retiro de cables sueltos, retiro de alimentadores principales ya sin uso y cortados a cierta distancia, acomodo de cables sueltos, retiro de contactos en piso cableados y sin uso, retiro de interruptores y colocación de placa naranja en contactos que son de voltaje regulado.

2.5.5 Diagnostico energético

Consideramos que el cuidado que tienen para ahorrar energía eléctrica lo están aplicando por lo siguiente.

- a) La mayoría de las luminarias fluorescente instalados son tipo t-8 (32 W) que son ahorradores, tienen pocas instalados del tipo de 38 W/ 40W y están en proceso de cambiarlas
- b) La iluminación es apagada por la noche desde los interruptores por el personal de vigilancia.
- c) Tienen luz natural muy adecuada que entra por 3 lados del edificio, lo cual permite que en algunos pisos no se enciendan las luminarias.

Con objeto de ahorrar más luz sugerimos lo siguiente

- a) Colocar apagadores adecuados en muros para las luminarias.

- b) En los baños poner iluminación con sensores de presencia (como tienen en el servicio de agua lavabo y taza)
- c) Cambiar los capacitores por los de sistema autorregulado.
- d) En la remodelación de pisos considerar (tal vez ya está considerado) lo mejor que se pueda aprovechar la luz natural.

2.5.6 Medición y diagnóstico del sistema general de tierras

Las mediciones para determinar la magnitud de la resistencia eléctrica del sistema general de tierras en mediana y baja tensión propiedad de la compactadora de basura ubicada en Av. 608 412 Gustavo A. Madero, Ciudad de México, se hicieron de acuerdo a lo especificado en la norma nom-001-sede-2005 en los artículos siguientes

- **921-18.** Resistencia a tierra de electrodos. Disposiciones generales. El sistema de tierras debe consistir de uno o más electrodos conectados entre sí. Debe tener una resistencia a tierra baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión eléctrica de paso y de contacto (se considera aceptable un valor de 10 Ω ; en terrenos con alta resistividad este valor puede llegar a ser hasta de 25 Ω . Para los tipos de electrodos (véase 250-84).
 - a. **Plantas generadoras y subestaciones.** Cuando estén involucradas tensiones y corrientes eléctricas altas, se requiere de un sistema enmallado de tierra con múltiples electrodos y conductores enterrados y otros medios de protección. Véase Artículo 921 Parte D Subestaciones.
 - b. **Sistemas de un solo electrodo.** Los sistemas con un solo electrodo deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de 25 Ω en las condiciones más críticas. Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es 5 Ω .

- c. **Sistemas con múltiples conexiones de puesta a tierra.** El neutro, debe estar conectado a un electrodo en cada transformador y sobre la línea, cada 400 m máximo independiente del sistema del servicio de los usuarios
- **250-84.** Resistencia de electrodos de varillas, tubería y placas. Un electrodo que consista en una varilla, tubería o placa, debe tener una resistencia a tierra de 25Ω o menor una vez enterrado. En caso de que la resistencia a tierra sea mayor que 25Ω debe complementarse con uno o más electrodos adicionales de cualquiera de los tipos especificados en 250-81 o 250-83 hasta obtener este valor de resistencia permisible.

Cuando se instalen varios electrodos de barras, tubos o placas para cumplir los requisitos de esta Sección se deben colocar a una distancia mínima de 1,8 m entre sí y deben estar efectivamente conectados entre sí. El valor de la resistencia a tierra de los electrodos no debe ser mayor que 25Ω para casas habitación, comercios, oficinas o locales considerados como de concentración pública.

La instalación en paralelo de varillas de más de 2,4 m aumenta la eficiencia si se separan más de 1,8 m.

Estas pruebas fueron llevadas a cabo por la unidad verificadora con los instrumentos y accesorios requeridos para este fin y los resultados fueron satisfactorios como se puede observar en el reporte de pruebas adjunto.

Por otra parte aun y cuando los resultados son satisfactorios se debe hacer una sola malla a la cual se conecten y aterricen todos los equipos y estructuras metálicas existentes en la subestación eléctrica, ya que en la actualidad existen tres redes que no están interconectadas entre sí como sigue:

- a) Esta rodea al gabinete de tensión media y se va directa al exterior de la compactadora, para aterrizar en una jardinera sobre la calle. Es de cable de cobre desnudo calibre no. 1/0 AWG y no conecta a ningún equipo.

- b) Esta conecta a la barra de tierra del gabinete de tensión media, al tanque del transformador, a la barra neutra y de tierra del tablero general TG-1, a los tableros TD-1, TD-2, y equipos del sistema de ups y de transferencia de la planta de emergencia, para salir al exterior del edificio con un cable de cobre desnudo calibre no. 2/0 AWG. Y aterrizar en una jardinera.
- c) Esta conecta al gabinete de tensión media, sube al cuarto de control de los elevadores para conectar los gabinetes y sale al exterior del edificio con cable de cobre desnudo calibre no. 1/0 AWG. Para aterrizar en una jardinera.

Para estar de acuerdo a la norma nom-001-sede-2005, la malla principal debe ser de cable de cobre desnudo calibre no. 4/0 AWG. Hasta su punto de aterrizamiento, para todas las demás derivaciones a los equipos es correcto el calibre no. 1/0 AWG. Que están utilizando.

- d) Para aterrizar todos los tableros de alumbrado y contactos que están en el cubo de las escaleras en cada uno de los pisos incluyendo el sótano se aterrizan con un cable desnudo cal. No. 2/0 AWG. Que va por todo el cubo y se deriva con un cable desnudo cal. No. 10, para aterrizar la parte metálica de los tableros y baja y se conecta a una varilla de tierras colocada en la jardinera de la calle de Culiacán cerca del acceso al estacionamiento. Esta instalación está bien.

Capítulo 3

Propuesta de planta de emergencia para un edificio de oficinas de una compactadora de basura

Los problemas que actualmente tienen más impacto en el mundo, y que van aumentando de una manera acelerada, es el cuidado del medio ambiente, la población de seres humanos, el desarrollo industrial que han crecido de manera exponencial en los últimos años ocasionando una sobre producción de residuos sólidos y contaminantes que dañan el ambiente en el que vivimos, anteriormente no era necesario preocuparnos por estos problemas, la misma naturaleza los degradaba, pero la gran cantidad y el mal manejo de nuestros desechos ha ocasionado que el medio ambiente en el que vivimos este en malas condiciones.

Los avances en el reciclaje y tratamiento de los contaminantes aun no es el adecuado, carece de infraestructura, tecnología y, sobre todo, la aplicación de tratamientos adecuados de contaminantes, es sólo en los países de primer mundo donde se tienen los más modernos procesos de tratamiento.

En la Ciudad de México la alta población y el gran movimiento de personas han tenido impacto en la contaminación ambiental que se tiene, así como daños a la infraestructura por el mal manejo de los residuos.

3.1 Ciclo de los residuos sólidos

La población y las autoridades municipales interactúan de manera estrecha dentro del ámbito de los residuos sólidos, la primera participa en las etapas de comercialización, generación y almacenamiento, las cuales establecen una demanda de los servicios de aseo urbano, limitando su participación al almacenamiento temporal en las diversas fuentes generadoras, para, posteriormente entregar sus residuos sólidos a los vehículos recolectores.

La participación ciudadana no ha encontrado los caminos para iniciar una nueva etapa en el manejo de los residuos sólidos, esto debido a la falta de programas concretos de participación que complementen la operación conjuntamente con las autoridades.

Las autoridades participantes presentan los servicios que la población demanda proporcionando la recolección, barrido manual, barrido mecánico, estaciones de transferencia, transporte, sitios de disposición final, así como también fortalecer la implementación de sistemas de tratamiento de residuos sólidos, en los que una alternativa atractiva sería la concesión de este tipo de infraestructura debido a los altos costos de operación que requieren.

La creciente demanda del servicio ha originado un constante incremento en la infraestructura, con la que se está en posibilidades de prestar el servicio a la población.

Otra variable que ha afectado considerablemente es que con el tiempo, la ubicación de la infraestructura requerida tiende a alejarse, por lo que es conveniente se realice una planeación regional integral con perspectivas a largo plazo que posibilite el fortalecimiento, en todas sus etapas, de la infraestructura para el manejo de los residuos sólidos. Los residuos sólidos conforman un ciclo figura 3.1, el cual considera todas las etapas dentro del manejo de los mismos y definen el ámbito de competencia de la población y las autoridades.

Todas las etapas antes mencionadas se encuentran estrechamente vinculadas, lo cual hace imprescindibles realizar una planeación involucrando cada una de estas etapas. La descripción genérica que los identifica y caracteriza se describe a continuación:

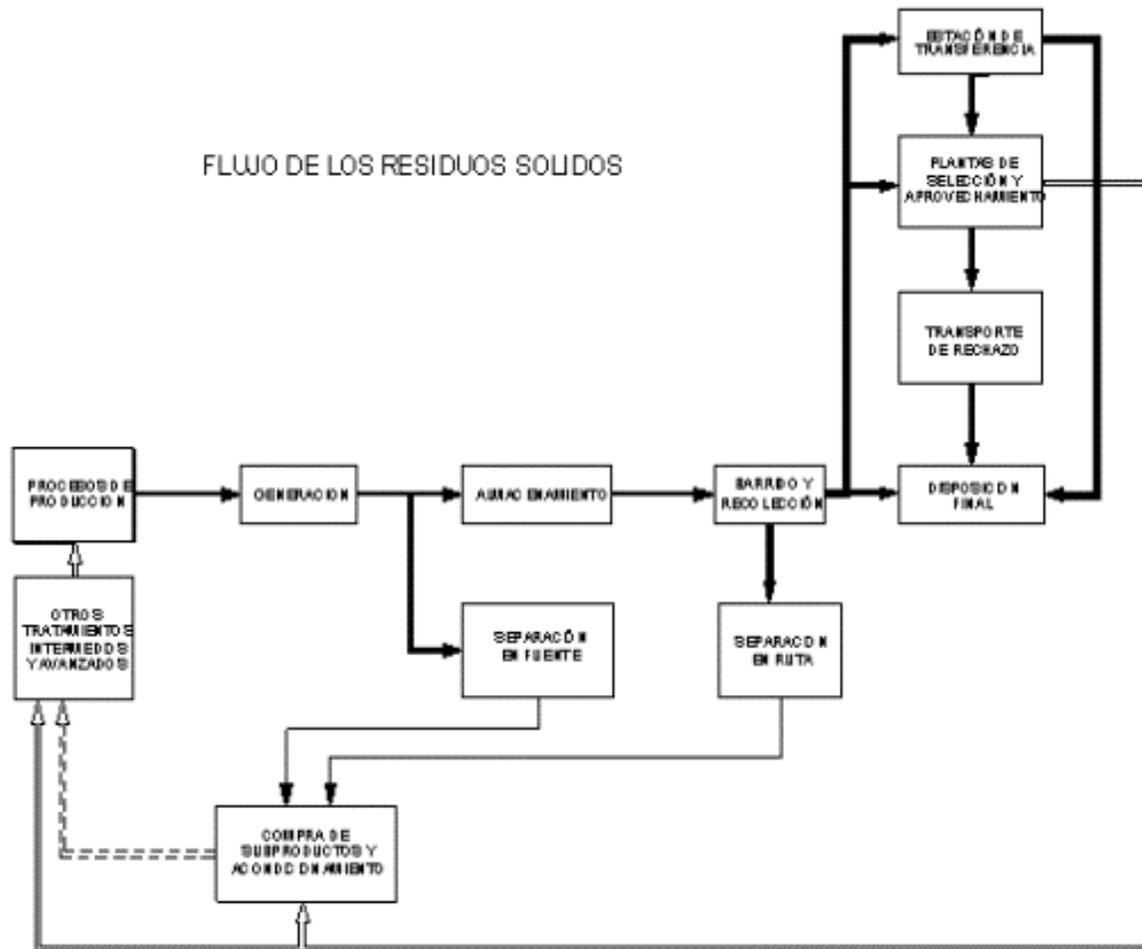


Figura 3.1 Ciclo de los Residuos Sólidos Urbanos.

- **Generación** Se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos, en un cierto intervalo de tiempo.
- **Almacenamiento** Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se recolectan para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
- **Segregación inicial** Es el proceso de separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.
- **Recolección** Es la acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos dentro de los equipos destinados a conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

- **Recolección con separación simultánea** Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la recolección segregada en el mismo vehículo de los residuos sólidos.
También se identifica con la actividad de recolectar los residuos sólidos de manera integrada, pero separándolos en ruta.
- **Transporte primario** Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos recolectados en las fuentes de generación hacia los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
- **Transferencia** Es la acción de transferir los residuos sólidos de las unidades de recolección, a los vehículos de transferencia, con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo, con lo cual se logra una eficiencia global del sistema.
- **Tratamiento centralizado** Es el proceso que sufren los residuos sólidos para hacerlos reutilizables, se busca darles algún aprovechamiento y/o eliminar su peligrosidad, antes de llegar a su destino final. La transformación puede implicar una simple separación de subproductos reciclables, o bien, un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de los residuos.
- **Transporte secundario** Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que han pasado por las etapas de transferencia y/o tratamiento.
- **Disposición final** Es el confinamiento permanente de los residuos sólidos en sitios y condiciones adecuadas, para evitar daños a los ecosistemas y propiciar su adecuada estabilización.
- **Acondicionamiento *de reciclables*** Es el proceso que sufren exclusivamente los materiales reciclables, para darles un valor agregado que incremente el precio de su venta, o bien que los acondicione para un aprovechamiento posterior.
- **Otros tratamientos intermedios y avanzados** Son procesos que permiten darle un aprovechamiento a los residuos sólidos, principalmente para producir diferentes tipos de energéticos e insumos comerciales.

3.2 Calculo del nivel de Iluminación

El nivel de iluminación se midió con un Luxómetro marca, KYORITSU.

Se tomaron medidas en la noche y en el día, siendo las lecturas las siguientes:

Tabla 3.1 Toma de lecturas en la compactadora

Niveles	Lectura tomada en el día (luxes)	Lectura tomada en la noche (luxes)	Lámparas sin funcionar	Luxes recomendadas
Planta baja, cuarto de la subestación	300	300		200
Planta baja Oficinas de ventas	300 a 400	400 a 600		300
Planta baja recepción y Área elevadores	200 a 300	300 a 400		300
Planta alta	200 a 400	300 a 600	3	300
Escaleras	100 a 150	60 a 100	7	60

1. El valor que se indica, por ejemplo, en el primer piso, lectura tomada en el día 200 a 400. Luxes 200, luxes son tomadas en lámparas intermedias y los 400 directamente debajo de la lámpara. La mayoría de los escritorios (o fuente de trabajo) están colocadas debajo de la lámpara lo cual es lo correcto y también se tienen luminarias descompuestas que al no estar funcionando hacen que el valor de la lectura sea menor. Las luminarias descompuestas se indican en la tabla anterior.
2. Las lecturas tomadas en el día para el primer piso, de 300-600 luxes, es con la contribución de la luz natural y con luces encendidas.

La mayoría de las lámparas instaladas son con tubo fluorescente T-8 de 32w. Las cuales son correctas para el ahorro de energía. Existen todavía algunas de tubo T-38/40 que deben ser cambiadas en algunos pisos y pasillos.

Por diseño de construcción el edificio aprovecha muy bien la luz natural, debido a que se tiene cristal con poco polarizado en la fachada norte (frente), parte de cristal en la fachada sur (trasera) y oriente.

En la mayoría de los pisos no se utiliza el alumbrado, debido a que la luz natural es suficiente. La iluminación actualmente instalada es suficiente.

A continuación se presentan los planos y los cálculos por nivel del proyecto presentado en este trabajo de tesis.

Memoria de cálculo de alimentadores por corriente y caída de tensión del Levantamiento de las instalaciones eléctricas de tableros, alumbrado, Contactos de voltaje normal y voltaje regulado.

3.2.1 Tablero general: TAB.TG-1 de voltaje normal, 220-127 V.C.A.

- Circuitos derivados:

TAB. A-1 DE VOLTAJE NORMAL:

0.612KW; 3ø; L = 14M; 3-6 AWG,

$$I_n = KW / \sqrt{3} * KV * \cos\phi = 0.612 / \sqrt{3} * 0.220 * 0.85$$

$$I_n = 1.89 \text{ A.}$$

$$\%e = 2\sqrt{3} I_n * L / S * E_f = 2 * \sqrt{3} * 1.890 * 14 / 13.3 * 220 = 0.0031$$

$$e = 0.0031\%$$

- *TAB. A-3 DE VOLTAJE NORMAL :*

4.74KW; L = 24M; 3-6 AWG, 3ø.

$$I_n = KW / \sqrt{3} * KV * \cos\phi = 4.74 / \sqrt{3} * 0.220 * 0.85$$

$$I_n = 14.63 \text{ A. } \%e = 2\sqrt{3} I_n * L / S * E_f$$

$$= [2 * \sqrt{3} * 14.63 * 24 / 13.3 * 220] = 0.41$$

$$e = 0.41\%$$

- TAB. A-4 DE VOLTAJE NORMAL :**
 1.071KW; L = 29m; 3-6 AWG, 3ø;
 $I_n = KW/\sqrt{3}KV \cdot \cos\phi = 1.071/\sqrt{3} \cdot 0.220 \cdot 0.85$
 $I_n = 3.3 \text{ A.}$
 $\%e = 2\sqrt{3}I_n l/S \cdot E_f = 2\sqrt{3} \cdot 3.3 \cdot 29/13.3 \cdot 220 = 0.11$
e=0.11%
- TAB. A-8 DE VOLTAJE NORMAL :**
 4.284KW; L = 49m; 3-6 AWG, 3ø.
 $I_n = KW/\sqrt{3}KV \cdot \cos\phi = 4.284/\sqrt{3} \cdot 0.220 \cdot 0.85$
 $I_n = 13.22 \text{ A.}$
 $\%e = 2\sqrt{3}I_n l/S \cdot E_f = 2\sqrt{3} \cdot 13.22 \cdot 49/13.3 \cdot 220 = 0.76$
e=0.77%
- TAB. A-9 DE VOLTAJE NORMAL :**
 5.814KW; L = 54m; 3-6 AWG, 3ø.
 $I_n = KW/\sqrt{3}KV \cdot \cos\phi = 5.814/\sqrt{3} \cdot 0.220 \cdot 0.85$
 $I_n = 17.95 \text{ A.}$
 $\%e = 2\sqrt{3}I_n l/S \cdot E_f = 2\sqrt{3} \cdot 17.95 \cdot 54/13.3 \cdot 220 = 1.14$
e=1.15%
- Los Circuitos Derivados Para El Tablero Td-1 indican A Continuación:
TABLEROS TD-1 DE VOLTAJE NORMAL, 220-127 V.C.A.
CIRCUITOS DERIVADOS:
TAB. P-5 DE VOLTAJE NORMAL: 4.192KW; 54m; 3-2 AWG, 3ø.
 $I_n = KW/\sqrt{3}KV \cdot \cos\phi = 4.192/\sqrt{3} \cdot 0.220 \cdot 0.85$
 $I_n = 12.94 \text{ A.}$
 $\%e = 2\sqrt{3}I_n l/S \cdot E_f = 2\sqrt{3} \cdot 12.94 \cdot 58/33.62 \cdot 220 = 0.35$
e=0.35%

- *ELEVADOR "A"= UN MOTOR DE 6.5 KW, UN MOTOR DE 1.0HP DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO*

6.5KW =10H.P. In=28A en 230V, L=74M 3-2 AWG, 3ø, 1.0HP, In =14A EN 127V.

$I_r=1.25 \text{ Mi MAYOR} + \text{Fin DEMAS MOTORES.}=1.25 * 29 * 14$

$I_T=49 \text{ A.}$

$\%e=2\sqrt{3} * I_n * L / S * E_f = 2\sqrt{3} * 49 * 74 / 33.62 * 220 = 1.7$

e=1.7%

- *TAB. P-9 DE VOLTAJE NORMAL:*

2.078KW; L=53m; 3-6 AWG, 3ø.

$I_n = KW / \sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 2.078 / \sqrt{3} * 0.220 * 0.85$

$I_n = 6.41 \text{ A.}$

$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * L / S * E_f = 2\sqrt{3} * 6.41 * 53 / 13.3 * 220 = 0.4$

e=0.40%

- *TAB. P-7 DE VOLTAJE NORMAL :*

5.261KW; L=45m; 3-6 AWG, 3ø.

$I_n = KW / \sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 5.261 / \sqrt{3} * 0.220 * 0.85$

$I_n = 16.24 \text{ A.}$

$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * L / S * E_f = 2\sqrt{3} * 16.24 * 45 / 13.3 * 220 = 0.86$

e=0.86%

- *TAB. P-11 DE VOLTAJE NORMAL :*

6.732KW; 0.459 KW (TAB P.H.-1) + 1.377KW (TAB P.H.-2)

$I_n = KW / \sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 8.568 / \sqrt{3} * 0.220 * 0.85$

$I_n = 26.45 \text{ A.}$

$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * L / S * E_f = 2\sqrt{3} * 26.45 * 61 / 33.62 * 220 = 0.75$

e=0.75%

- TAB. P.H.-1 DE VOLTAJE NORMAL :**
 0.459KW; 1ø. DE TAB.-11 A TAB PH-1 =4m
 $I_n = KW/KV \cos\phi = 0.459/0.127 * 0.85$
 $I_n = 4.25 \text{ A.}$
 $\%e = 4 I_n^2 / S * E_n =$
 $4 * 4.25^2 / 5.26 * 127 = 0.1$
e=0.10%
- TAB. P.H.-2 DE VOLTAJE NORMAL :**
 1.377KW; 2ø. DE TAB.-11 A TAB PH-2 =4m 2-6 AWG
 $I_n = KW/2KV_n \cos\phi = 1.377/2 * 0.127 * 0.85$
 $I_n = 4.76 \text{ A.}$
 $\%e = 2 I_n^2 / S * E_f = 2 * 4.76^2 / 13.3 * 127 = 0.022$
e=0.022%
- TAB. P-3 DE VOLTAJE NORMAL :**
 1.886KW; 3ø, L=29m, 3-8 AWG
 $I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \cos\phi = 1.886/\sqrt{3} * 0.220 * 0.85$
 $I_n = 5.82 \text{ A.}$
 $\%e = 2\sqrt{3} * I_n^2 / S * E_f = 2\sqrt{3} * 5.82^2 * 29 / 8.36 * 220 = 0.31$
e=0.31%
- TAB. P-1 DE VOLTAJE NORMAL :**
 2.264KW; 3ø, L=21m, 3-8 AWG
 $I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \cos\phi = 2.264/\sqrt{3} * 0.220 * 0.85$
 $I_n = 6.99 \text{ A.}$
 $\%e = 2\sqrt{3} * I_n^2 / S * E_f = 2\sqrt{3} * 6.99^2 * 21 / 8.36 * 220 = 0.27$
e=0.27%

3.2.2 Equipo de aire acondicionado:

Son 2 equipos de 15.0kw cada uno

30.0 KW , 3ø,L=21m; 3-2/0 AWG

$$I_n = KW/KV \text{ COS}\phi = 30/\sqrt{3} * 0.220 * 0.85$$

$$I_n = 92.62 \text{ A.}$$

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f$$

$$= 2\sqrt{3} * 92.62 * 21 / 67.43 * 220 = 0.45$$

$$e = 0.45\%$$

- TAB. P-10 DE VOLTAJE NORMAL :

5.878KW; 3ø, L=57m, 3-6 AWG

$$I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\phi$$

$$= 5.878/\sqrt{3} * 0.220 * 0.85$$

$$I_n = 18.14 \text{ A.}$$

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 18.14 * 57 / 13.3 * 220 = 1.22$$

$$e = 1.22\%$$

- *ELEVADOR "B" : UN MOTOR DE 6.5 KW,*

3ø,L=74m, 3-2 AWG

6.5KW= 10HP. $I_n = 29\text{A EN } 230\text{V}$

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 28 * 74 / 33.62 * 220$$

$$= 0.97$$

$$e = 0.97\%$$

- TAB. P-8 DE VOLTAJE NORMAL :

8.648KW; 3ø, L=49m, 3-6 AWG

$$I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\phi = 8.648/\sqrt{3} * 0.220 * 0.85$$

$$I_n = 26.70 \text{ A.}$$

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 26.70 * 49 / 13.3 * 220 = 1.54$$

$$e = 1.54\%$$

- *TAB. P-6 DE VOLTAJE NORMAL :*

6.604KW; 3ø, L=41m, 3-6 AWG

$$I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi$$

$$= 6.604/\sqrt{3} * 0.220 * 0.85$$

$$I_n = 20.39 \text{ A.}$$

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 20.39 * 41 / 13.3 * 220 = 0.99$$

$$e = 0.99\%$$

- *TAB. P-4 DE VOLTAJE NORMAL :*

3.185KW; 3ø, L=33m, 3-8 AWG

$$I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 3.185/\sqrt{3} * 0.220 * 0.85$$

$$I_n = 9.83 \text{ A.}$$

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f =$$

$$2\sqrt{3} * 9.83 * 33 / 8.36 * 220 = 0.61$$

$$e = 0.61\%$$

- *TAB. P-2 DE VOLTAJE NORMAL :* 4.689KW; 3ø, L=25m, 3-8 AWG

$$I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 4.689/\sqrt{3} * 0.220 * 0.85$$

$$I_n = 14.49 \text{ A.}$$

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 14.49 * 25 / 8.36 * 220 = 0.68$$

$$e = 0.68\%$$

- *TAB. PB DE VOLTAJE NORMAL :*

1.83KW; 3ø, L=17m, 3-6 AWG

$$I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 1.33/\sqrt{3} * 0.220 * 0.85$$

$$I_n = 5.65 \text{ A.}$$

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 5.65 * 17 / 13.3 * 220 = 0.11$$

$$e = 0.11\%$$

ESTOS MOTORES NUNCA TRABAJAN JUNTOS SINO ALTERNADOS

- TAB. S DE VOLTAJE NORMAL :**
 DOS MOTORES DE 3.0 H.P. 1 MOTOR DE 0.5 H.P.; 1 \emptyset , DOS TABLEROS DE 1.0KW Y 3.0KW 3 \emptyset L=20m, 3-8 AWG 3 \emptyset , Wt= 3.927KW

$$I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\phi = 3.927/\sqrt{3} * 0.220 * 0.85$$

$$I_n = 12.13 \text{ A.}$$

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 12.13 * 20 / 8.36 * 220 = 0.45$$
e=0.45%
- TABlero TD-2 DE VOLTAJE REGULADO, 208-120 V.C.A.CIRCUITOS DERIVADOS.**
TAB. VR-P2 DE VOLTAJE REGULADO :
 9.6KW; 3 \emptyset , L=38m, 3-4/0 AWG

$$I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\phi = 9.6/\sqrt{3} * 0.208 * 0.85$$

$$I_n = 31.35 \text{ A.}$$

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f =$$

$$2\sqrt{3} * 31.35 * 38 / 107.2 * 208 = 0.18$$
e=0.18%
- TAB. VR-1 DE VOLTAJE REGULADO :**
 10.08KW; 2 \emptyset , L=14m, 2-8 AWG

$$I_n = KW/2 * KV * \text{COS}\phi = 10.08/2 * 0.120 * 0.85$$

$$I_n = 49.41 \text{ A.}$$

$$\%e = 2 * I_n * l / S * E_n = 2 * 49.41 * 14 / 8.36 * 120 = 1.38$$
e=1.38%
- TAB. VR-AEE DE VOLTAJE REGULADO :**
 0.480KW; 2 \emptyset , DE TAB.VR-1 A TAB. VRE-AEE=8m=L,, 2-10 AWG

$$I_n = KW/2 * KV_n * \text{COS}\phi = 0.480/2 * 0.120 * 0.85$$

$$I_n = 2.35 \text{ A.}$$

$$\%e = 2 * I_n * l / S * E_n = 2 * 2.35 * 8 / 5.26 * 120 = 0.06$$
e=0.06%

- TAB. VR-P3 DE VOLTAJE REGULADO :**
 6.0KW; 3ø, L=24m, 3-8 AWG $I_n = KW/\sqrt{3}*KV*COS\Phi = 6/\sqrt{3}*0.208*0.85$
 $I_n = 19.6$ A.
 $\%e = 2\sqrt{3}*I_n*L/S*Ef = 2\sqrt{3}*19.6*24/8.36*208 = 0.93$
e=0.93%
- TAB. VR-P6 DE VOLTAJE REGULADO :**
 12.0KW; 3ø, L=39m, 3-8 AWG
 $I_n = KW/\sqrt{3}*KV*COS\Phi$
 $= 12/\sqrt{3}*0.208*0.85$
 $I_n = 39.23$ A.
 $\%e = 2\sqrt{3}*I_n*L/S*Ef = 2\sqrt{3}*39.23*39/8.36*208 = 3.04$
e=3.04%
- TAB. VR-P8 DE VOLTAJE REGULADO :**
 16.4KW; 3ø, L=49m, 3-8 AWG
 $I_n = KW/\sqrt{3}*KV*COS\Phi = 16/\sqrt{3}*0.208*0.85$
 $I_n = 91$ A.
 $\%e = 2\sqrt{3}*I_n*L/S*Ef =$
 $2\sqrt{3}*91*49/8.36*208 = 8.88$
e=8.88%
- TAB. VR-P9 DE VOLTAJE REGULADO :**
 11.6KW; 3ø, L=54m, 3-6 AWG
 $I_n = KW/\sqrt{3}*KV*COS\Phi = 11.6/\sqrt{3}*0.208*0.85$
 $I_n = 37.9$ A.
 $\%e = 2\sqrt{3}*I_n*L/S*Ef =$
 $2\sqrt{3}*37.9*54/13.3*208 = 2.56$
e=2.56%

- **TAB. VR-P4 DE VOLTAJE REGULADO :**
 8.4KW, 3ø,L= 29m, 3-8 AWG
 $I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 8.4/\sqrt{3} * 0.208 * 0.85$
 $I_n = 27.43 \text{ A.}$
 $\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 27.43 * 29 / 8.36 * 208 = 1.58$
e=1.58%
- **TAB. VR-P7 DE VOLTAJE REGULADO :**
 8KW, 3ø,L= 44m, 3-8 AWG
 $I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 8/\sqrt{3} * 0.208 * 0.85$
 $I_n = 26.12 \text{ A.}$
 $\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 26.12 * 44 / 8.36 * 208 = 2.29$
e=2.29%
- **TAB. VR-P10 DE VOLTAJE REGULADO :**
 9.6KW, 3ø,L= 59m, 3-6 AWG
 $I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 9.6/\sqrt{3} * 0.208 * 0.85$
 $I_n = 31.35 \text{ A.}$
 $\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 31.35 * 59 / 13.3 * 208 = 2.31$
e=2.31%
- **TAB. VR-PH DE VOLTAJE REGULADO :**
 10.4KW+4.096(TABPH), 3ø, 54m, 3-6 AWG
 $I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 14.496/\sqrt{3} * 0.208 * 0.85$
 $I_n = 47.33 \text{ A.}$
 $\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f =$
 $2\sqrt{3} * 47.33 * 64 / 13.3 * 208 = 3.79$
e=3.79%

- TAB. VR-PH DE VOLTAJE REGULADO :

4.096KW,2ø,DE TAB. VR-11 A TAB. P.H.= 5m =L 2-8 AWG

$$I_n = KW/2 * KV_n * \text{COS}\Phi = 14.496/\sqrt{3} * 0.208 * 0.85$$

$I_n = 47.33$ A.

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f =$$

$$2\sqrt{3} * 47.33 * 64 / 13.3 * 208 = 3.79$$

e=3.79%
- TAB. VR-PH DE VOLTAJE REGULADO :

4.096KW,2ø,DE TAB. VR-11 A TAB. P.H.= 5m =L 2-8 AWG

$$I_n = KW/2 * KV_n * \text{COS}\Phi$$

$$= 4.096/2 * 0.120 * 0.85$$

$I_n = 20$ A.

$$\%e = 2 * I_n * l / S * E_n = 2 * 20 * 5 / 8.36 * 120 = 0.2$$

e=0.20%
- TAB. VR-P5 DE VOLTAJE REGULADO :

10KW, 3ø,L= 58m, 3-4/0 AWG

$$I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi =$$

$$10/\sqrt{3} * 0.208 * 0.85$$

$I_n = 8.59$ A. $\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f$

$$= 2\sqrt{3} * 8.59 * 58 / 107.2 * 208 = 0.02$$

e=0.02%
- TAB. VR-PB DE VOLTAJE REGULADO :

7.2KW, 3ø,L= 50m, 3-8 AWG

$$I_n = KW/\sqrt{3} * KV * \text{COS}\Phi = 7.2/\sqrt{3} * 0.208 * 0.85$$

$I_n = 23.53$ A.

$$\%e = 2\sqrt{3} * I_n * l / S * E_f = 2\sqrt{3} * 23.53 * 50 / 8.36 * 208 = 2.34$$

e=2.34%

3.3 Memoria del cálculo de cortocircuito

La contribución del transformador de 500KVA,

3 ϕ , 20-23/0.220.0.1KV, OA, 65°C, Z=4.37% A 85°C. En baja tensión es de:

$$I_n = \frac{KVA}{\sqrt{3} \cdot KV} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 0.220} = 1312A.$$

$$I_n = 1312 \text{ A.}$$

La corriente de corto circuito en el secundario será:

$$I_{cc} = \frac{I_n}{\%Z} \cdot 100 = \frac{1312 \cdot 100}{4.37} = 30,022A$$

$$I_{cc} = 30KA(SIM)$$

El interruptor general en baja tensión de 1600.a ajustado a 1600a Tiene una capacidad interruptiva de:

- 50KA. EN 240 V.C.A. Por lo que puede despejar perfectamente y con seguridad Una falla de 30 KV Respecto a los demás interruptores de circuitos derivados en este tablero denominado TG-1.

Únicamente se recomienda (dada la antigüedad de este equipo) Cambiar los interruptores con marco de 15-100 a. Del tipo FAL, o su equivalente (NV) por el tipo FHL, o su equivalente (NJ).

Capacidad interruptiva nominal (AMPERES-ROM SIM) de interruptores FAL O (NJ) EN 240 V.C.A. (de baja capacidad interruptiva) 18KA (SIM).

Capacidad interruptiva nominal (AMPERES-rms SIM) de interruptores FHL, o su equivalente en NJ en 240 V.C.A. (de alta capacidad Interruptiva) 65KA. (SIM).

Los interruptores de marco mayor al FAL, o su equivalente en NJ como son los tipos:

- KAL-42KA(SIM) EN 240 V.C.A. > 30 KA (SIM)
- LAL-42KA(SIM) EN 240 V.C.A. > 30 KA (SIM)
- MAL-42KA(SIM) EN 240 V.C.A. > 30 KA (SIM)

Tienen la capacidad interruptiva suficiente para despejar la falla de 30KA (SIM) Y no es necesario su cambio respecto a los interruptores generales y derivados de los tableros TD-1 Y TD-2 se puede usar el mismo criterio ya que la fuente normal de energía (CLFC-CFE) y la planta de emergencia no trabajan al mismo tiempo y quedan interbloqueados a través del tablero de transferencia.

La corriente de corto circuito con la que contribuye

El alternador de la planta de emergencia es aprox. 8.33 veces mayor que la in del mismo Alternador:

$$50\text{KVA F.P.} = 0.8, 62.5 \text{ KVA}, 3\phi, 60\text{Hz.}$$

$$\text{EN } 220 \text{ V.C.A.: } I_n = \text{KVA} / \sqrt{3} * \text{KV} = 62.5 / \sqrt{3} * 0.220 = I_n = 164 \text{ A.}$$

$$I_{cc} = 8.3 * I_n = 8.33 * 164$$

$$I_{cc} = 1.366 \text{ KA (SIM)}$$

Dado que en las terminales de la U.P.S. Y en barras

De cobre del tablero TD-2 Tenemos 208-120 V.C.A. tendremos:

$$220 / 208 * I_n = 220 / 208 * 164$$

$$\text{EN } 208 \text{ V.C.A. } = I_n = 173 \text{ A.}$$

$$I_{cc} = 8.33 * I_n = 8.33 * 173 = I_{cc} = \mathbf{1.441 \text{ KA. (SIM.)}}$$

Por lo anterior se confirma que la contribución de la planta De emergencia en condiciones de ccorto circuito al tablero TD-2 no es significativa.

Después de conocer estos datos realizamos el proyecto de inversión en la implementación de estos sistemas que generarían mayor eficiencia en la obtención de resultados de los procesos y que sobre todo ayudaran a dar continuidad en el servicio y mayor seguridad a la información aquí recopilada.

Tabla 3.2 Tabla de cargas

Tabla de cargas	
Equipo	Carga instalada KW
Equipo de computo y comunicaciones	49.09
Aire acondicionado	13.4
Elevadores	13.2
Varias (ventiladores, despachadores de agua herramienta, equipo de limpieza bombas de agua Etc.)	42.52
Iluminación	20.69
Total	138.9

De estos datos obtenidos se propuso a la compactadora de basura, se propuso que se adquiriera una planta de emergencia de no menos de 150 KW de capacidad. Y se recomendó el uso de un UPS de 50 KW de capacidad para respaldar las cargas críticas que no tiene que ser interrumpido el suministro eléctrico en estas.

Tabla 3.3 Equipo adquirido por el instituto

Equipo	Capacidad	Valor \$ MN
PLANTA GENERADORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA, MARCA EMISA , MODELO PL4150TC1045,	CON CAPACIDAD DE 150 KW EN EMERGENCIA, AUTOMÁTICA.	310.066.00
SISTEMA DE ENERGÍA ININTERRUMPIDA,	CAP. 50 KVA, MARCA. GE , MODELO: GE POWER QUALITY 24/7 SERVICE HOTLINE, No. SERIE: 8006371738, NO. DE	220.000.00
	Total	530.066.00

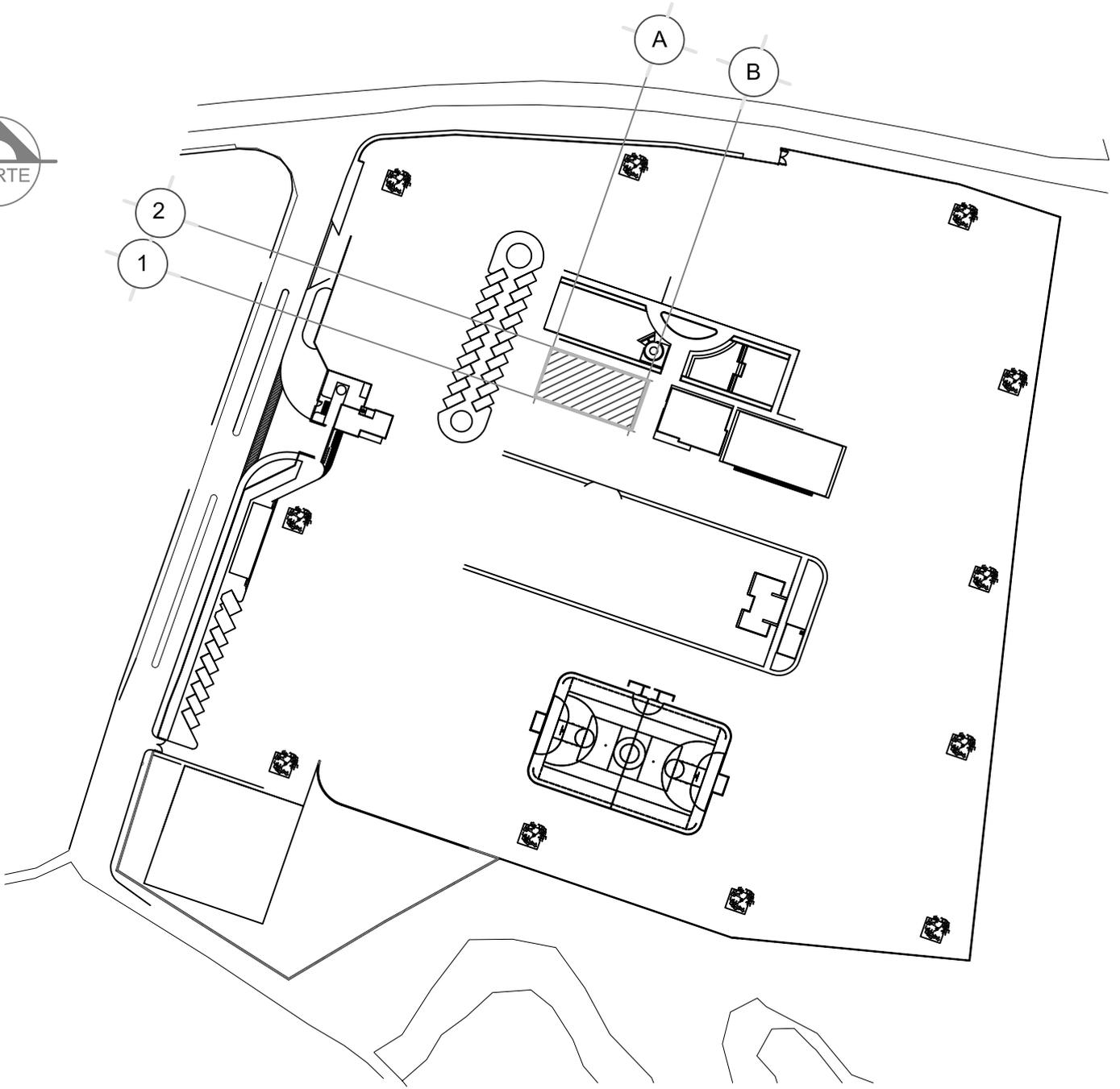
Con un gasto de instalación de 300000.00 con materiales de conexión incluidos podemos ver que el Instituto gasto en total \$830,000.00 en las en la implementación de estas adecuaciones.

Se muestra a continuación los planos de ubicación de la compactadora

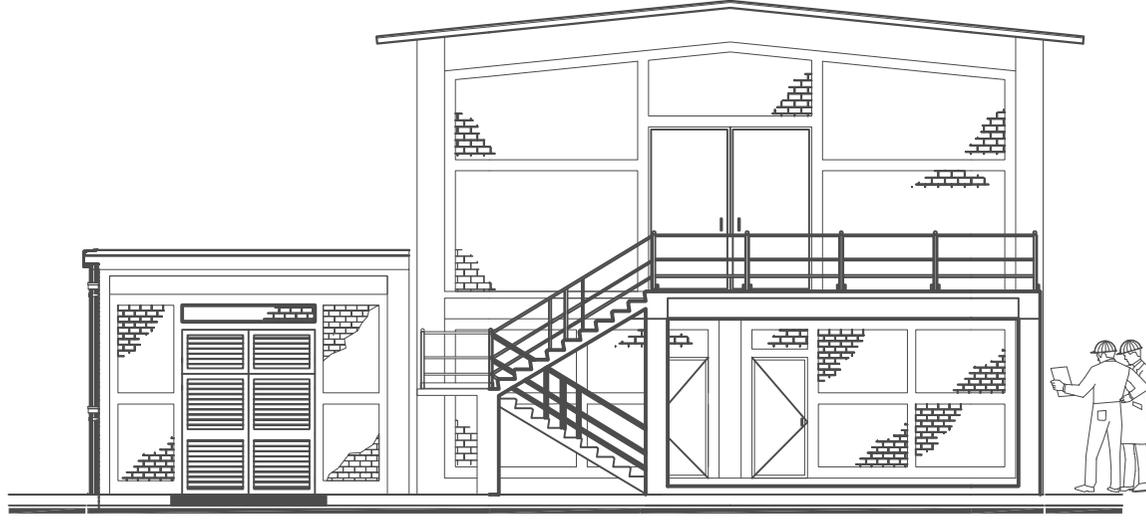


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

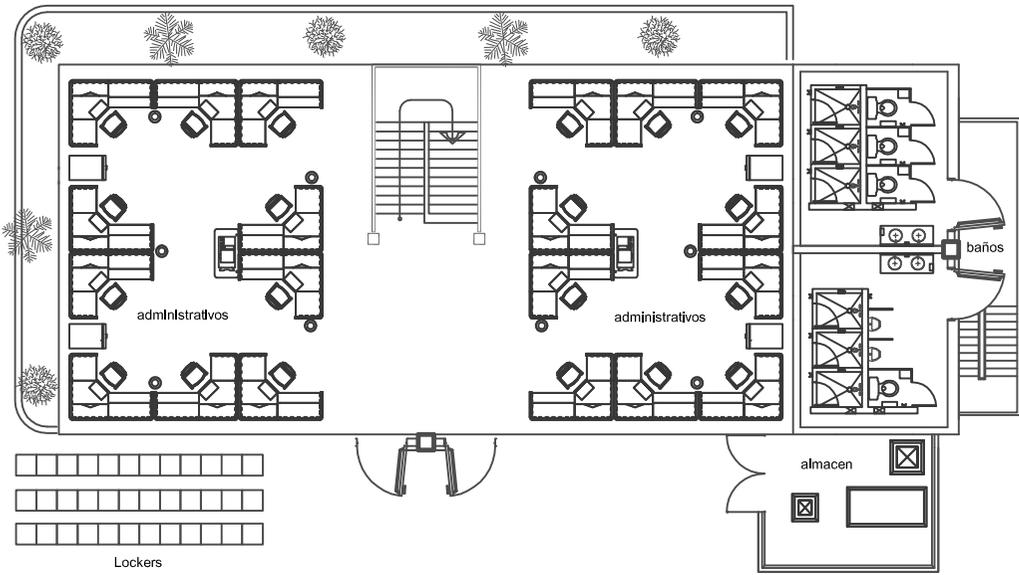
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



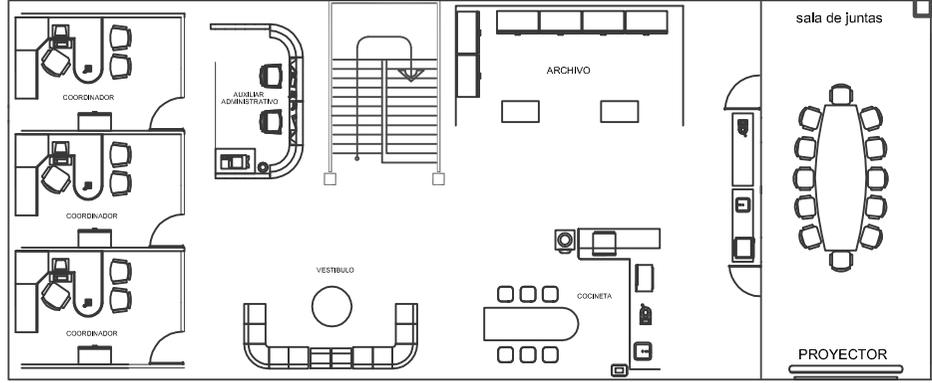
CROQUIS DE LOCALIZACION



Fachada



Planta Baja



Primer Piso

Conclusiones

La seguridad en el suministro de energía eléctrica desde la central al punto de consumo depende, en gran parte, del grado de protección previsto en las subestaciones y líneas intermedias. Una línea eléctrica debe estar protegida contra sobre intensidades, cortocircuitos y sobretensiones.

El fallo de cualquier equipo eléctrico en una subestación o planta causa generalmente muy altos costos para la empresa, ya que además de los costos asociados con la reparación del equipo, se deben agregar los costos ocasionados por las pérdidas de producción por paradas no deseadas, que pueden llegar a ser más altos que el costo del equipo.

El mantenimiento es el conjunto de acciones, operaciones y actitudes tendientes a tener o restablecer un bien en un estado específico de funcionamiento, asegurando su continuidad y correcta operación. Lo anterior se realiza mediante una planeación y programación de actividades que garanticen un verdadero beneficio económico. Un programa de mantenimiento se debe fundamentar en un conocimiento detallado del equipo y de su entorno.

Como conclusión final recomendamos las siguientes reglas para obtener un óptimo funcionamiento en el manejo de la planta de emergencia

1. Procurar que no entre tierra y polvo al motor, al generador y al interior de los tableros de control y transferencia.
2. Cerciorarse de que esté bien dosificado el combustible para el motor sin impurezas y obstrucciones
3. Comprobar que al operar la planta se conservan dentro de los valores normales las temperaturas del agua del radiador, de los embobinados del generador, de los tableros, del motor del interruptor de transferencia, etc.
4. Los motores nuevos traen un aditivo que los protege de la corrosión interna.

Al igual que en los motores usados, después de algún tiempo necesitan protegerse con aditivos, los cuales duran períodos determinados. Después hay que suministrarle otro que los proteja. Además hay que evitar fugas y goteras sobre partes metálicas; en general hay que evitar la corrosión a todos costos.

5. Se debe procurar que se tengan siempre los medios de suministro de aire, por ejemplo:
 - Aire limpio para la operación del motor.
 - Aire fresco para el enfriamiento del motor y generador.
 - Medios para desalojar el aire caliente.¹⁵
6. Comprobar siempre que la planta gira a la velocidad correcta por medio de su frecuencímetro y tacómetro.
7. Conocer siempre el buen estado de la planta en general.
8. Reportar al personal de mantenimiento las fallas en cuanto aparezcan, por muy sencillas que se vean.
9. Cuando el motor del interruptor de transferencia derrame lubricante, éste deberá sustituirse por grasa nueva.
10. Recurrir al personal de mantenimiento para implantar un programa de mantenimiento. Abrir un expediente para anotar todos los datos en la ficha de vida de la planta y por medio de ella compruebe la correcta aplicación del mantenimiento.

Anexo 2

CONDICIONES ESPECIALES

ARTÍCULO 700

SISTEMAS DE EMERGENCIA

A. Generalidades

700-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, para la operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos, destinados para alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o energía, o ambos, cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal de energía eléctrica.

NOTA 1: Para más información sobre el alambrado e instalación de sistemas de emergencia en instituciones para el cuidado de la salud, ver el Artículo 517.

700-2. Definiciones.

Relevador, Control Automático de Carga. Un dispositivo usado para energizar, de un suministro de emergencia, equipos de alumbrado que están controlados por un interruptor o están normalmente apagados, en el caso de pérdida del suministro normal, y para desenergizar o regresar los equipos a su condición normal, cuando se restablezca el suministro normal.

Sistemas de Emergencia. Son aquellos sistemas legalmente requeridos y clasificados como de emergencia por las autoridades competentes. Estos sistemas están destinados para suministrar iluminación, fuerza o ambos, a equipos y áreas designadas en el evento de que falle el suministro normal o en el caso de un accidente en elementos del sistema previsto para suministrar, distribuir y controlar la iluminación y fuerza esenciales para la seguridad de la vida humana.

NOTA: Los sistemas de emergencia se instalan generalmente en lugares de reunión en los que se necesita iluminación artificial para la evacuación segura y control del pánico en edificios ocupados por un gran número de personas, como hoteles, teatros, instalaciones deportivas, instituciones para el cuidado de la salud e instituciones similares. Los sistemas de emergencia también pueden suministrar energía para funciones como ventilación cuando sea esencial para mantener la vida, sistemas de detección de fuego y alarma contra incendios, ascensores, bombas contra incendios, sistemas públicos de comunicación de seguridad, procesos industriales donde una interrupción del suministro podría producir serios peligros para la vida o riesgos para la salud, y funciones similares.

700-3. Pruebas y mantenimiento.

a) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad competente debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.

b) Pruebas periódicas. Los sistemas deben probarse periódicamente bajo un programa, para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas.

c) Mantenimiento de sistemas de baterías. Cuando haya instaladas baterías o sistemas de baterías, incluidas las utilizadas para el arranque, control y encendido de los motores auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.

d) Registro escrito. Se debe llevar un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento efectuados.

e) Pruebas con carga. Se deben instalar medios para probar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.

700-4. Capacidad.

a) Capacidad y valor nominal. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y régimen adecuados para que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas conectadas simultáneamente. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

b) Distribución selectiva de carga, tirar carga y limitar los picos. Se permitirá que la fuente alternativa de alimentación alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente requeridos y

sistemas de reserva opcionales, cuando la fuente tenga la capacidad adecuada o cuando se proporcione una distribución selectiva de carga y tirar carga automáticamente, de la forma necesaria para garantizar alimentación adecuada para (1) los circuitos de emergencia, (2) los circuitos de reserva legalmente requeridos, (3) los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad. Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permitirá utilizar la fuente alternativa de alimentación para rasurar los picos de carga.

La operación del generador de emergencia para limitar los picos de carga se aceptará para satisfacer las pruebas requeridas en 700-3, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones de 700-3.

Cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio por mantenimiento o reparaciones mayores, debe estar disponible una fuente alternativa de energía eléctrica, portátil o temporal.

700-5. Equipo de transferencia.

a) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al realizar cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para que funcionen en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

b) Desconectores de desviación. Se permite el uso de medios para conectar en desviación y aislar físicamente el equipo de transferencia. Cuando se utilicen desconectores de aislamiento para hacer las derivaciones, debe evitarse el funcionamiento inadvertido en paralelo.

c) Interruptores de transferencia automática. Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática, con valor nominal de 600 volts de corriente alterna y menos, deben estar aprobados para uso en sistemas de emergencia.

d) Uso. El equipo de transferencia debe alimentar sólo cargas de emergencia.

700-6. Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los propósitos descritos en (a) hasta (d).

a) Avería. Para indicar una avería de la alimentación de emergencia.

b) Conducción de carga. Para indicar que la batería está llevando carga.

c) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

d) Falla a tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella, puestos a tierra sólidamente, de más de 150 volts a tierra y con dispositivos de protección de circuito para corriente nominal de 1000 amperes o más. El sensor para los dispositivos de señalización de fallas a tierra debe estar ubicado en el o delante del medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser para una corriente de falla a tierra de 1200 amperes. Las instrucciones sobre las acciones que deben tomarse en caso de producirse una falla a tierra, se deben ubicar en el sensor o lo más cerca posible de él.

700-7. Avisos

a) Fuentes de emergencia. Debe colocarse un aviso en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de emergencia.

Excepción: No se exigirá instalar un aviso cuando sólo haya una fuente de emergencia, como se indica en 700-12(f).

b) Puesta a tierra. Cuando el retiro de una conexión puesta a tierra o de unión de la fuente de alimentación normal, interrumpa la conexión del conductor del electrodo de puesto a tierra del sistema de alimentación alterna, se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga:

PRECAUCIÓN

EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA SI EL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA O LA CONEXIÓN DE UNIÓN EN ESTE EQUIPO ES RETIRADA, MIENTRAS LA FUENTE ALTERNA ESTÁ ENERGIZADA

B. Alambrado de circuitos

700-10. Alambrado del sistema de emergencia.

a) Identificación. Todas las cajas y envoltentes de los circuitos de emergencia (incluyendo los interruptores de transferencia, generadores y tableros de fuerza) deben estar marcadas permanentemente de modo que sean fácilmente identificados como un componente de un sistema o circuito de emergencia.

b) Alambrado. Se permitirá que el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde la misma fuente esté en la misma canalización, cable, caja o gabinete. El alambrado desde una alimentación de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente del sistema de distribución de emergencia hasta las cargas de emergencia debe mantenerse totalmente independiente de cualquier otro alambrado y equipo, a menos que se permita otra cosa en los incisos (1) hasta (5) siguientes:

- (1) Alambrado proveniente de la fuente de alimentación normal ubicada en los envoltentes del equipo de transferencia.
- (2) Alambrado alimentado desde dos fuentes, en luminarias en las salidas o de emergencia.
- (3) Alambrado desde dos fuentes en un relevador de control de carga aprobado, suministrando energía a luminarias de salidas o de emergencia, o en una caja de empalme común, unida a las luminarias en las salidas o de emergencia.
- (4) Alambrado dentro de una caja de empalme común unido a un equipo unitario, que contenga únicamente el circuito derivado que alimenta ese equipo y el circuito de emergencia alimentado por el mismo equipo.
- (5) Alambrado proveniente de una alimentación de emergencia para alimentar cualquier combinación de cargas de emergencia, legalmente requeridas o cargas opcionales, de acuerdo con (a) hasta (d) siguientes:
 - a. Desde secciones verticales separadas del tablero de distribución, con o sin una barra conductora común, o desde desconectores individuales montados en envoltentes separados.
 - b. Se permitirá que la barra conductora común o las secciones separadas del tablero de distribución o los envoltentes individuales sean alimentados por uno o por múltiples alimentadores sin protección contra sobrecorriente en la fuente.

Excepción para (5)(b): Se permitirá protección contra sobrecorriente en la fuente o para el equipo, siempre que dicha protección cumpla con los requisitos de 700-27.

- c. Los circuitos de reserva opcionales y los legalmente requeridos no se deben originar en la misma sección vertical del tablero de distribución, envoltente del panel de distribución o envoltente del desconector individual como circuitos de emergencia.
- d. Se permitirá que se utilicen alimentadores sencillos o múltiples para suministrar a equipos de distribución entre una fuente de emergencia y el punto donde la combinación de cargas de emergencia, legalmente requeridas u opcionales, se separan.

c) Diseño y ubicación del alambrado. Los circuitos del alambrado de emergencia se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de falla por inundaciones, incendios, temblores, vandalismo y otras condiciones adversas.

d) Protección contra incendios. Los sistemas de emergencia deben cumplir los requisitos adicionales de (d)(1) a (d)(3) siguientes en lugares para reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas o en edificios de más de 23 metros de altura con cualquiera de las siguientes clases de utilización: para reuniones, educación, comercio, negocios, residencia, centros de detención y correccionales:

1) Alambrado del circuito del alimentador. El alambrado del circuito del alimentador debe cumplir con una de las siguientes condiciones:

- a) Estar instalado en espacios o áreas totalmente protegidas por sistemas automáticos de extinción de incendios.
- b) Ser un sistema aprobado de protección del circuito eléctrico, con una clasificación nominal de resistencia al fuego de mínimo 2 horas.
- c) Estar protegido por un sistema de barrera térmica aprobado para componentes eléctricos del sistema con una clasificación de resistencia al fuego de mínimo 2 horas.
- d) Estar protegido por un sistema de barrera térmica certificado para componentes eléctricos del sistema, cuya clasificación mínima de resistencia al fuego sea de 2 horas.
- e) Estar revestido con un mínimo en 5 centímetros de concreto.

2) Equipo del circuito alimentador. El equipo para el circuito alimentador (incluidos los desconectores de transferencia, transformadores, tableros de distribución, y similares) debe instalarse en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de extinción de incendios (incluyendo rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, entre otros) o en espacios con clasificación nominal de resistencia al fuego de 2 horas.

3) Alambrado de control del generador. Los conductores de control instalados entre el equipo de transferencia y el generador de emergencia se deben mantener totalmente independientes del otro alambrado y deben cumplir las condiciones de 700-10 (d)(1).

C. Fuentes de alimentación

700-12. Requisitos generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de emergencia o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 10 segundos. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos señalados en los incisos (a) hasta (e) siguientes. El equipo autocontenido que esté de acuerdo con lo indicado en 700-12 (f), debe cumplir con los requisitos aplicables de este Artículo.

Para seleccionar una fuente de alimentación de emergencia, hay que tener en cuenta el tipo de ocupación y el tipo de servicio que debe prestar. Por ejemplo, si es de corta duración, como la evacuación de los espectadores de un teatro, o de larga duración, como suministrar energía y alumbrado de emergencia durante un periodo indefinido de tiempo debido a una falla de la alimentación eléctrica, producida dentro o fuera del edificio.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos, debidos a inundaciones, incendios, temblores o vandalismo.

En lugares para reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas o en edificios que tengan más de 23 metros de altura con cualquiera de las siguientes clases de utilización: para reuniones, educación, comercio, negocios, residencia, centros de detención y correccionales; los equipos de las fuentes de alimentación, tal como se describen en (a) hasta (e) de este Artículo deben estar instalados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de extinción de incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.) o en espacios con una clasificación nominal de resistencia al fuego de una hora.

NOTA: La asignación del grado de confiabilidad de un sistema reconocido de alimentación de emergencia dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular.

a) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores que se utilicen como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de un régimen y capacidad adecuados para alimentar y mantener la carga total durante 1½ horas como mínimo, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87.5 por ciento de la tensión normal.

Las baterías, ya sean de tipo ácido o alcalino, deben diseñarse y construirse para servicio de emergencia y ser compatibles con el tipo de cargador que se haya instalado en ese sistema particular.

Para las baterías selladas (que no requieren mantenimiento), no se necesita que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de tipo plomo-ácido, que necesitan que se les añada agua, deben proveerse de cajas transparentes o translúcidas. No deben utilizarse baterías de uso automotriz.

La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías.

b) Grupo motor – generador.

1) Accionado por fuente primaria de energía (motor). Para un grupo motor - generador accionado por una fuente primaria de energía y dimensionado de acuerdo con 700-4, se deben instalar medios para arrancar automáticamente el grupo motor – generador cuando se presente una falla del servicio normal y, al mismo tiempo, para la transferencia automática y funcionamiento de todos los circuitos eléctricos requeridos. Cuando se restablezca el suministro normal, se debe permitir un retardo de tiempo 15 minutos antes de retransferir la carga al suministro normal, para evitar hacerlo sin tener la seguridad de que el suministro ya es regular.

2) Motores de combustión interna como fuente primaria de energía. Cuando se empleen máquinas de combustión interna como fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante 2 horas como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el fin de suministrar combustible al tanque de uso diario del grupo motor - generador, dicha bomba debe conectarse al sistema de alimentación de emergencia.

3) Alimentación doble. Los motores primarios no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Se permitirá el uso de combustibles que no estén en sitio, cuando exista poca probabilidad de una falla simultánea del sistema de entrega de combustible fuera del sitio y del suministro de electricidad externa.

4) Alimentación por baterías y compuertas. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque del motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. Cuando se requiera un cargador de baterías para el funcionamiento de un grupo motor - generador, dicho cargador se debe conectar al sistema de emergencia. Cuando se requiera energía para el funcionamiento de las compuertas empleadas en la ventilación del grupo motor - generador, dichas compuertas deben conectarse al sistema de emergencia.

5) Fuente auxiliar de alimentación. Se permitirán grupos generadores que necesiten más de 10 segundos para generar potencia, siempre que se instale una fuente auxiliar de alimentación, que energice el sistema de emergencia hasta que el generador pueda tomar la carga.

6) Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible y ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de fase alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de 225-36.

Excepción: Para instalaciones donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado vigilará y dará mantenimiento a las instalaciones y donde haya procedimientos escritos para ejecutar la desconexión, los medios de desconexión del grupo motor - generador no requieren estar ubicados a la vista del edificio o estructura servida.

c) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida que se utilicen para alimentar los sistemas de emergencia deben cumplir las disposiciones aplicables de (a) y (b) de este Artículo.

d) Acometida separada. Cuando lo acepte la empresa suministradora se permitirá instalar una acometida adicional. Esta acometida debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 230 y los siguientes requisitos adicionales:

- (1) Acometida separada aérea o subterránea.
- (2) Con los conductores de la acometida suficientemente alejados eléctrica y físicamente de todos los demás conductores de Los conductores de la acometida deben estar lo suficientemente alejados de otros conductores de acometida, tanto física como eléctricamente, para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea de la alimentación.

e) Sistema de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible usados como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener en funcionamiento la carga total durante dos horas como mínimo de operación a plena carga.

La instalación de un sistema de celdas de combustible debe cumplir con los requisitos de las Partes B hasta H del Artículo 692.

Cuando un solo sistema de celdas de combustible sirve como alimentación normal para el edificio o grupo de edificios involucrados, no debe servir como fuente única de alimentación para el sistema de reserva de emergencia.

f) Equipos autocontenidos. Los equipos autocontenidos para iluminación de emergencia deben consistir en:

- (1) Una batería recargable.
- (2) Un cargador de baterías.
- (3) Una o más lámparas montadas en el equipo, o que tenga terminales para lámparas remotas, o ambas.
- (4) Un relevador para energizar automáticamente las lámparas, al fallar el suministro normal al equipo autocontenido.

Las baterías deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener en funcionamiento la carga total de las lámparas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1.5 horas sin que la tensión caiga debajo del 87.5 por ciento de su valor nominal o el equipo unitario debe ser capaz de alimentar y mantener en funcionamiento a cuando menos el 60 por ciento del alumbrado inicial de emergencia durante 1½ horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

Los equipos autocontenidos deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 90 centímetros de longitud. El circuito derivado que alimenta a los equipos autocontenidos debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal en el área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. En el panel de distribución se debe identificar claramente el circuito derivado que alimenta al equipo autocontenido. Las luminarias de emergencia que se alimenten de un equipo autocontenido pero que no formen parte del mismo, deben estar alambradas a dicho equipo como se exige en 700-10 y con uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción 1: En un área separada y sin divisiones que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permitirá instalar un circuito derivado separado para equipos autocontenidos, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un dispositivo de bloqueo.

Excepción 2: Se permite que las luminarias remotas que proporcionan iluminación en el exterior de una puerta de salida sean alimentadas desde un equipo autocontenido que esté sirviendo el área inmediatamente adentro de la puerta de salida.

D. Circuitos de sistemas de emergencia para alumbrado y fuerza

700-15. Cargas en circuitos derivados de emergencia. A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse aparatos eléctricos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en estos servicios.

700-16. Alumbrado de emergencia. La iluminación de emergencia debe incluir todos los medios requeridos para señalar las salidas, las luces indicadoras de las salidas y todas las demás luces especificadas como necesarias para proporcionar la iluminación requerida.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que la falla de un elemento cualquiera del alumbrado, como una lámpara fundida, no deje en completa oscuridad los espacios que requieran iluminación de emergencia.

Cuando el único medio de iluminación normal consista en alumbrado de descarga de alta intensidad, como el de vapor de sodio o mercurio de alta y baja presión o las de halógenos metálicos, se requerirá que el sistema de alumbrado de emergencia funcione hasta que se restablezca totalmente la iluminación normal.

Excepción: Se permitirán medios alternativos que aseguren que se mantenga el nivel de iluminación del alumbrado de emergencia.

700-17. Circuitos derivados para alumbrado de emergencia. Los circuitos derivados que alimentan el alumbrado de emergencia se deben instalar de modo que lleven la alimentación desde una fuente que cumpla los requisitos de 700-12, cuando se interrumpa la alimentación normal para el alumbrado. La instalación se puede hacer con cualquiera de las opciones siguientes:

- (1) Una fuente de alimentación para el alumbrado de emergencia, independiente de la alimentación normal del alumbrado, con dispositivos que permitan transferir automáticamente el alumbrado de emergencia en el caso de falla del circuito derivado normal para alumbrado.
- (2) Dos o más circuitos derivados alimentados de sistemas completos y separados, con fuentes de alimentación independientes. Una de las dos fuentes de alimentación y sistemas deberá ser parte del sistema de emergencia y se permitirá que la otra sea parte de la fuente de alimentación y sistema normal. Cada sistema deberá proveer suficiente potencia para fines de alumbrado de emergencia.

A menos que se utilicen ambos sistemas para el alumbrado regular y se mantengan encendidos simultáneamente, se debe instalar un medio que energice automáticamente cualquiera de los sistemas cuando falle el otro. Si los circuitos de iluminación de emergencia están instalados de acuerdo con las disposiciones generales de otras secciones de este Artículo, se permite que uno o los dos sistemas formen parte del sistema de alumbrado general de la instalación protegida.

700-18. Circuitos para alimentación de emergencia. Los circuitos derivados que alimenten equipo clasificado como de emergencia, deben contar con una fuente de alimentación a la cual pueda transferirse automáticamente la carga de esos equipos cuando falle el suministro normal.

E. Control – Circuitos de alumbrado de emergencia

700-20. Requisitos de los interruptores. El interruptor o interruptores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia, deben estar dispuestos de modo que sólo personas autorizadas tengan control del alumbrado de emergencia.

Excepción 1: Cuando hay dos o más interruptores de una vía estén conectados en paralelo para controlar un solo circuito, al menos uno de ellos debe ser accesible sólo a las personas autorizadas.

Excepción 2: Se permitirá instalar interruptores adicionales que sirvan para encender el alumbrado de emergencia pero no para apagarlo.

No deben instalarse interruptores conectados en serie ni de 3 ó 4 vías.

700-21. Ubicación de los interruptores. Todos los interruptores manuales que controlen circuitos de emergencia, deben ubicarse en lugares accesibles a las personas autorizadas responsables de su control. En lugares cubiertos por los Artículos 518 y 520 debe haber un interruptor para el control de los sistemas de alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en otro lugar fácilmente accesible desde el mismo.

En ningún caso los interruptores de control para el alumbrado de emergencia de un cine, teatro o lugar de reunión, se deben instalar en la cabina de proyección, ni en el escenario ni en el estrado.

Excepción: Cuando se instalen múltiples interruptores, se permitirá que uno de ellos esté en dichos lugares, instalado de modo que permita energizar únicamente el circuito, pero que no lo pueda desenergizar.

700-22. Luces exteriores. Se permitirá que las luces del exterior de un edificio, que no sean necesarias para iluminación cuando existe suficiente luz del día, se puedan controlar mediante un dispositivo automático accionado por la luz.

700-23. Sistemas con regulador de intensidad. Se permitirá utilizar como dispositivo de control para energizar circuitos de alumbrado de emergencia un sistema de regulación de intensidad que tenga más de uno de estos reguladores y esté aprobado para uso en sistemas de emergencia. Inmediatamente después de la falla de la alimentación normal, se permitirá que el sistema de regulación de intensidad energice selectivamente únicamente aquellos circuitos derivados exigidos para proporcionar la iluminación mínima de

emergencia. Todos los circuitos derivados alimentados por el del sistema de regulación de intensidad deben cumplir con los métodos de alambrado del Artículo 700.

700-24. Relevador de Control Automático de Carga. Si una carga de alumbrado de emergencia es automáticamente energizada al perderse el suministro normal, se permitirá que un relevador de control automático de carga energice la carga. El relevador de control automático de carga no deberá ser utilizado como un equipo de transferencia.

F. Protección contra sobrecorriente

700-25. Accesibilidad. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado en circuitos de emergencia debe ser accesible únicamente a personas calificadas.

700-26. Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alterna de alimentación de los sistemas de emergencia tenga protección del equipo contra fallas a tierra con un medio automático de desconexión. La indicación de falla a tierra de la fuente de emergencia se debe instalar según lo establecido en 700-6(d).

700-27. Coordinación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de emergencia deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de la alimentación.

Excepción: No se exigirá coordinación selectiva entre dos dispositivos de sobrecorriente en serie si no hay cargas conectadas en paralelo con el dispositivo más alejado de la fuente.

ARTÍCULO 701

SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDOS

A. Generalidades

701-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente requeridos, constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para las instalaciones requeridas de alumbrado, fuerza o ambas, cuando es interrumpido el suministro normal de energía eléctrica.

Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, en su totalidad, incluida la fuente de alimentación.

701-2. Definición.

Sistemas de reserva legalmente requeridos. Los sistemas de reserva legalmente requeridos son aquellos sistemas requeridos y clasificados por leyes municipales, estatales, departamentales o nacionales o por otras regulaciones o por otro organismo gubernamental competente. Estos sistemas tienen por objeto suministrar automáticamente energía de alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como de emergencia), en el caso de falla del suministro normal.

NOTA: Los sistemas de reserva legalmente requeridos son los que se instalan normalmente para servir a cargas, como sistemas de calefacción y refrigeración, comunicaciones, ventilación y extracción de humos, eliminación de residuos, instalaciones de alumbrado y de procesos industriales que, si se detienen debido a la interrupción del suministro eléctrico normal, pueden crear riesgos u obstaculizar las operaciones de rescate o extinción de incendios.

701-3. Pruebas y mantenimiento

a) Realización o verificación de la prueba. Debe realizarse o verificarse una prueba del sistema completo al instalarse.

b) Pruebas periódicas. Los sistemas de reserva legalmente requeridos se deben probar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad competente, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.

c) Mantenimiento de los sistemas de baterías. Cuando se usen baterías para el control, arranque o encendido de máquinas auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.

d) Registro escrito o bitácora. Debe mantenerse un registro escrito o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.

e) Pruebas bajo carga. Deben proveerse los medios que permitan probar bajo carga todos los sistemas de reserva legalmente requeridos.

701-4. Capacidad y régimen. Un sistema de reserva legalmente requerido debe tener la capacidad y régimen adecuados para la alimentación de todo el equipo proyectado para funcionar simultáneamente. Los equipos de los sistemas de reserva legalmente requeridos deben poder soportar la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

Se permite que la fuente alterna de energía alimente tanto a los sistemas de reserva legalmente requeridos como a las cargas de sistemas de reserva opcionales, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (3) Cuando la fuente alterna tenga la capacidad adecuada para alimentar todas las cargas conectadas.
- (4) Cuando se provea de una conexión selectiva automática de carga y de tirar carga, para asegurar la alimentación adecuada de los circuitos de reserva legalmente requeridos.

701-5. Equipo de transferencia.

a) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático y estar identificado para usarlo como equipo de reserva. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de reserva al hacer cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir su funcionamiento en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

b) Desconectores de desviación. Se permitirá un medio para conectar en desviación y aislar físicamente el interruptor de transferencia. Si se emplean desconectores de desviación, se debe evitar la operación accidental en paralelo.

c) Interruptores de transferencia automática. Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática, que operen a 600 volts de corriente alterna o menos, deben estar aprobados para su uso en sistemas de emergencia legalmente requeridos.

701-6. Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual para los propósitos (a) a (d) siguientes:

a) Avería. Para indicar una avería de la fuente de alimentación de reserva.

b) Con carga. Para indicar que la alimentación de reserva está alimentando la carga.

c) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

d) Falla a Tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia legalmente requeridos de más de 150 volts a tierra con conexión estrella sólidamente conectada a tierra y dispositivos de protección de circuito de 1000 amperes o más. El sensor de los dispositivos para indicar una falla a tierra deben estar en, o delante de, los medios principales de desconexión de la fuente de emergencia y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser para una corriente de falla a tierra de 1200 amperes. Se deben colocar en la ubicación del sensor o cerca de él, instrucciones sobre lo que hay que hacer en el caso de presentarse una indicación de falla a tierra.

701-7. Anuncios.

a) Reserva obligatoria. En la entrada de la acometida se debe poner un anuncio que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva legalmente requeridas en el sitio.

Excepción: No se exigirá instalar anuncios en los equipos autocontenidos individuales, como se especifica en 701-11(g).

b) Puesta a tierra. Cuando se retira una conexión de puesta a tierra o de unión en el equipo de la fuente de alimentación normal interrumpe la conexión del conductor puesto a tierra del sistema(s) de alimentación alterno(s), se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga:

PRECAUCIÓN

EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA SI EL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA O LA CONEXIÓN DE UNIÓN EN ESTE EQUIPO ES RETIRADA, MIENTRAS LA FUENTE ALTERNA ESTÁN ENERGIZADA

B. Alambrado del circuito

701-10. Alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos. Se permitirá que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes, junto con otro alambrado general.

C. Fuentes de alimentación

701-12. Requisitos Generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de reserva o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 60 segundos. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos señalados en los incisos (a) hasta (f) siguientes. El equipo autocontenido que esté de acuerdo con lo indicado en 700-12 (f), debe cumplir con los requisitos aplicables de este Artículo.

Al seleccionar una fuente de alimentación de reserva legalmente requerida se debe tener en cuenta el tipo de servicio que haya que prestar, si es de corta o larga duración.

Se debe tener en cuenta el diseño o la ubicación, o ambos, de todos los equipos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos debidos a inundaciones, incendios, temblores o vandalismo.

NOTA: La asignación del grado de confiabilidad del sistema de alimentación de reserva legalmente requerido dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular.

a) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores deben tener un valor y una capacidad nominal adecuados para alimentar y mantener operando la carga total de los circuitos que alimentan fuentes de reserva legalmente requeridas, con tensión no menor al 87.5 por ciento de la tensión del sistema, durante 1½ horas como mínimo.

Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia, y deben ser compatibles con el cargador para esa instalación en particular.

En las baterías selladas no se exigirá que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo ácido que necesitan que se les añada agua, deben tener cajas transparentes o translúcidas. No deben utilizarse baterías de uso automotriz. La instalación debe contar con un medio de carga automático de las baterías.

b) Grupo generador

1) Accionado por una fuente primaria de energía (motor). Para un grupo motor - generador accionado por una fuente primaria de energía y dimensionado de acuerdo con 701-4, se deben instalar medios para arrancar automáticamente el grupo motor – generador cuando se presente una falla del servicio normal y, al mismo tiempo, para la transferencia automática y funcionamiento de todos los circuitos eléctricos exigidos. Cuando se restablezca el suministro normal, se debe permitir un retardo de tiempo 15 minutos antes de retransferir la carga al suministro normal, para evitar hacerlo sin tener la seguridad de que el suministro ya es regular.

2) Máquinas de combustión interna como fuente primaria. Cuando se empleen máquinas de combustión interna como fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante 2 horas como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el fin de suministrar combustible al tanque de uso diario del grupo motor - generador, dicha bomba debe conectarse al sistema de alimentación de respaldo.

3) Suministro Dual. Los motores primarios no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de

refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Se permitirá el uso de combustibles que no estén en sitio, cuando exista poca probabilidad de una falla simultánea del sistema de entrega de combustible fuera del sitio y del suministro de electricidad externa.

4) Alimentación por baterías. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como el medio de arranque del motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador.

5) Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible y ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de fase alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de 225-36.

c) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida que se utilicen para alimentación de los sistemas de reserva legalmente exigidos deben cumplir las disposiciones aplicables (a) y (b) anteriores.

d) Acometida separada. Cuando lo acepte la empresa suministradora se permitirá instalar una acometida adicional. Esta acometida debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 230 y los siguientes requisitos adicionales:

- (1) Acometida separada aérea o subterránea.
- (2) Con los conductores de la acometida suficientemente alejados eléctrica y físicamente de todos los demás conductores de los conductores de la acometida deben estar lo suficientemente alejados de otros conductores de acometida, tanto física como eléctricamente, para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea de la alimentación.

e) Conexión antes del medio de desconexión de la acometida. Cuando lo permita la empresa suministradora, se permiten conexiones antes de los medios de desconexión de la acometida normal, pero no en el mismo medio. La acometida de reserva legalmente requerida debe estar suficientemente separada de los medios de desconexión de la acometida normal, para minimizar la interrupción simultánea del suministro, debido a una falla dentro del edificio o grupo de edificios afectados.

NOTA: Para mayor información sobre equipo permitido en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida, véase 230-82.

f) Sistema de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible usados como una fuente de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener la carga total durante 2 horas como mínimo de operación a plena carga.

La instalación de un sistema de celdas de combustible debe cumplir con los requisitos de las Partes B hasta H del Artículo 692.

Cuando un solo sistema de celdas de combustible sirve como alimentación normal para el edificio o grupo de edificios involucrados, no debe servir como fuente única de alimentación para el sistema de reserva legalmente requerido.

g) Equipos autocontenidos. Los equipos autocontenidos para la iluminación de reserva legalmente requerida deben constar de:

- (1) Una batería recargable.
- (2) Un medio para cargar la batería.
- (3) Instalaciones para una o más lámparas montadas en el equipo, y se permitirá que tenga terminales para lámparas remotas.
- (4) Un dispositivo de relevador que energice automáticamente las lámparas en cuanto se interrumpa la alimentación al equipo unitario.

Las baterías deben ser del valor nominal adecuado y capacidad para alimentar y mantener como mínimo una tensión del 87.5 por ciento de la tensión nominal de las mismas, para la carga total de lámparas

asociadas con la unidad durante un mínimo de 1½ horas, o el equipo unitario debe ser capaz de alimentar y mantener un mínimo del 60 por ciento de la iluminación inicial de reserva legalmente requerida durante 1½ horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

Los equipos autocontenidos deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 90 centímetros de longitud. El circuito derivado que alimenta a los equipos autocontenidos debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal del área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. Las luminarias de reserva legalmente requeridas que se alimenten de un equipo unitario pero que no formen parte del mismo, deben estar alambradas a dicho equipo mediante uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción: En un área separada y continua que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permitirá instalar un circuito derivado separado para equipos autocontenidos, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un mecanismo de bloqueo.

D. Protección contra sobrecorriente

701-25. Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados en circuitos de reserva legalmente requeridos deben ser accesibles sólo a personas calificadas.

701-26. Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alterna de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos tenga protección del equipo contra fallas a tierra con medios de desconexión automáticos. Se deberá proveer de indicadores de falla a tierra al sistema de reserva como se establece en 701-6(d).

701-27. Coordinación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de reserva legalmente requeridos deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado del suministro.

Excepción: No se exigirá la coordinación selectiva entre dos dispositivos de sobrecorriente en serie si no hay cargas conectadas en paralelo con el dispositivo más alejado de la fuente.

ARTÍCULO 702

SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES

A. Generalidades

702-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación y operación de los sistemas de reserva opcionales.

Los sistemas a los que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, incluyendo fuentes primarias, y aquellos dispuestos para conexión al sistema de alambrado del inmueble desde una fuente de alimentación alterna portátil.

702-2. Definición.

Sistemas de reserva opcionales. Aquellos sistemas proyectados para alimentar las instalaciones o propiedades públicas o privadas o propiedades donde la seguridad de la vida humana no depende del desempeño del sistema. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en el sitio a cargas seleccionadas, de modo automático o manual.

NOTA: Los sistemas de reserva opcionales se instalan normalmente para ofrecer una fuente alternativa de energía eléctrica a instalaciones como edificios comerciales e industriales, granjas y edificios residenciales para alimentar cargas como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones y de procesamiento de datos y procesos industriales que, si se detienen debido a un corte del suministro, podrían causar incomodidades, interrupciones graves de los procesos, daños a los productos o procesos en curso, o situaciones similares.

702-4. Capacidad y régimen.

a) Corriente de cortocircuito disponible. El equipo del sistema de reserva opcional debe ser adecuado para la corriente de cortocircuito máxima disponible en sus terminales.

b) Capacidad del sistema. Los cálculos de la carga en la alimentación de reserva se deben hacer de acuerdo con el Artículo 220 o mediante otro método aprobado.

1) Equipo de transferencia manual. Cuando se utiliza un equipo de transferencia manual, el sistema de reserva opcional debe tener la capacidad y régimen para alimentar todo el equipo destinado a operar simultáneamente. Se permitirá que el usuario del sistema de reserva opcional seleccione las cargas que quiere conectar al sistema.

2) Equipo de transferencia automática. Cuando se utiliza un equipo de transferencia automática, el sistema de reserva opcional debe cumplir lo indicado en (a) o (b).

- a. Plena carga. La alimentación de reserva debe ser capaz de alimentar la carga total que es transferida por el equipo de transferencia automática.
- b. Administración de la carga. Cuando se utiliza un sistema que administrará automáticamente la carga conectada, la alimentación de reserva debe tener la capacidad suficiente para alimentar la carga máxima que se conectará por medio del sistema de administración de carga.

702-5. Equipo de transferencia. El equipo de transferencia debe ser adecuado para el uso previsto y diseñarse e instalarse para prevenir la conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y la alterna al realizar cualquier operación. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para operar en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir los requisitos del Artículo 705.

Se permitirá que el equipo de transferencia, ubicado en el lado de la carga del dispositivo de protección del circuito derivado, tenga protección complementaria contra sobrecorriente con capacidad interruptiva suficiente para soportar la corriente de falla disponible en las terminales del generador. Los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente deben formar parte de un equipo de transferencia aprobado.

Se exigirá un equipo de transferencia para todos los sistemas de reserva sujetos a las disposiciones de este Artículo y para los cuales la alimentación del servicio público es la fuente normal o la de reserva.

Excepción: Se permitirá la conexión temporal de un generador portátil sin equipo de transferencia, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, y donde la alimentación normal este físicamente separada por un medio de desconexión que se pueda bloquear o mediante la desconexión de los conductores de alimentación normal.

702-6. Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los siguientes propósitos.

1) Avería. Para indicar una avería de la fuente de alimentación de reserva opcional.

2) Conducción de carga. Para indicar que la alimentación de reserva opcional está alimentando la carga.

Excepción: No se exigirán señalizaciones para las fuentes de alimentación de reserva portátiles.

702-7. Avisos.

a) Reserva. En el equipo de entrada de la acometida se debe colocar un anuncio que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva en el sitio. No se requiere instalar avisos en los equipos autocontenidos para alumbrado de reserva.

Excepción: No se exigirá el aviso para los equipos autocontenidos como se especifica en 701-12(g).

b) Puesta a tierra. Cuando se retira una conexión de puesta a tierra o de unión en el equipo de la fuente de alimentación normal interrumpe la conexión del conductor puesto a tierra del sistema(s) de alimentación alterno(s), se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga:

PRECAUCIÓN

**EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA SI EL CONDUCTOR DE
PUESTA A TIERRA O LA CONEXIÓN DE UNIÓN EN ESTE EQUIPO**

ES RETIRADA, MIENTRAS LA FUENTE ALTERNA ESTÁ ENERGIZADA

B. Alambrado

702-10. Alambrado de los sistemas de reserva opcional. Se permitirá que el alambrado del sistema de reserva opcional ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes con otro alambrado general.

702-11. Puesta a tierra de generador portátil.

a) **Sistema derivado separado.** Cuando una fuente de reserva opcional portátil se utilice como un sistema derivado separado, debe estar puesto a tierra con un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con 250-30.

b) **Sistema derivado no separado.** Cuando una fuente de reserva opcional portátil se utilice como un sistema derivado no separado, el conductor de puesta a tierra de equipos debe estar unido al electrodo de puesta a tierra del sistema.

702-12. Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible y ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de fase alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de 225-36.

ARTÍCULO 705

FUENTES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA INTERCONECTADAS

A. Generalidades

705-1. Alcance. Este Artículo trata de la instalación de una o más fuentes de generación de energía eléctrica que operan en paralelo con una o más fuentes primarias de electricidad.

NOTA: Son ejemplos de tipos de fuentes primarias, las de suministro público o las de generación en el sitio.

705-2. Definiciones. Circuito de salida del inversor interactivo de la empresa suministradora. Conductores entre el inversor interactivo de la empresa suministradora y el equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, tal como la empresa de servicio público, para la red de generación y distribución de energía eléctrica.

Equipo de Producción de Energía. Es la fuente de generación de energía y todo su equipo de distribución asociado, que genera electricidad de una fuente diferente a la de la empresa suministradora.

NOTA: Pueden ser equipos de producción de energía: generadores, sistemas solares fotovoltaicos y sistemas de celdas de combustible.

Punto de acoplamiento común. Punto en el cual la red de generación y distribución de energía se conecta con la red del consumidor, en un sistema interactivo. Por lo general, es el lado carga del medidor de energía de la red.

Sistema híbrido. Sistema compuesto de múltiples fuentes de energía. Dichas fuentes pueden incluir generadores fotovoltaicos, eólicos, micro-hidráulicos, accionados por motor y otros, pero no incluyen los sistemas de las redes de generación y distribución de energía eléctrica. Los sistemas de almacenamiento de energía, tales como las baterías, volantes o el equipo de almacenamiento magnético superconductor no constituyen fuente de energía para los propósitos de esta definición.

705-3. Otros Artículos. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas deben cumplir las disposiciones de este Artículo y también las disposiciones aplicables de los Artículos que se enumeran en la Tabla 705-3.

Tabla 705-3 Otros artículos

Equipo/sistema	Artículo
Generadores	445
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Sistemas de celdas de combustible	692
Sistemas eléctricos eólicos pequeños	694
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de reserva legalmente requeridos	701
Sistemas de reserva opcionales	702

705-4. Aprobación del equipo. Todo equipo debe estar aprobado para el uso proyectado. Los inversores interactivos para los sistemas interconectados deben estar aprobados e identificados para el servicio de interconexión.

705-6. Instalación de Sistemas. La instalación de una o más fuentes de producción de energía eléctrica que operen en paralelo con la fuente primaria de electricidad, deberá hacerse solamente por personas calificadas.

705-10. Directorio. En el lugar de instalación de cada equipo de acometida y de cada fuente de generación de energía eléctrica que se pueda interconectar, se debe instalar de forma permanente una placa o directorio, que indique todas las fuentes de energía eléctrica existentes sobre o dentro de los inmuebles.

Excepción: Se permite que en las instalaciones con gran número de fuentes de generación de energía, sean designadas por grupos.

705-12. Punto de conexión. La salida de una fuente de generación de energía eléctrica interconectada se debe conectar tal como se especifica en (a), (b), (c) o (d) siguientes:

a) Lado línea. Se permitirá que una fuente de generación de energía eléctrica esté conectada en el lado fuente del medio de desconexión de la acometida, tal como se permite en 230-82 (6). La suma de las capacidades de todos los dispositivos de sobrecorriente conectados a fuentes de producción de energía no deberá rebasar la capacidad de la acometida.

b) Sistemas eléctricos integrados. Se permitirá interconectar las salidas en un punto o varios puntos en cualquier parte de los inmuebles, siempre que el sistema se califique como un sistema eléctrico integrado e incorpore equipos de protección de acuerdo con lo establecido en las secciones aplicables del Artículo 685.

c) Más de 100 kilowatts. Se permitirá interconectar las salidas en un punto o varios puntos en cualquier parte de los inmuebles, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) El total de las fuentes de electricidad que no sean de la red pública tenga una capacidad de más de 100 kilowatts o la acometida sea de más de 1000 volts.
- (2) Las condiciones de mantenimiento y supervisión de las instalaciones aseguren que sólo personas calificadas operan y dan mantenimiento al sistema.
- (3) Se establezcan y mantengan garantías, procedimientos documentados y equipos de protección personal.

d) Inversores interactivos con la empresa suministradora. Se permitirá que la salida de un inversor interactivo esté conectada en el lado carga del medio de desconexión de la acometida de la otra fuente o fuentes en cualquier equipo de distribución en el inmueble. Cuando el equipo de distribución, incluyendo los tableros de distribución, esté alimentado simultáneamente por una o varias fuentes primarias de electricidad y uno o más inversores interactivos, y cuando este equipo de distribución es capaz de alimentar múltiples circuitos derivados o alimentadores, o ambos, las disposiciones para la interconexión del inversor o inversores interactivos deben cumplir con lo indicado en (d)(1) a (d)(7) siguientes:

1) Desconector y protección contra sobrecorriente dedicados. La interconexión de cada fuente se debe hacer por medio de un interruptor automático o con fusibles desconectores dedicados.

2) Ampacidad del conductor o de la barra conductora. La suma de las corrientes de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos que alimentan una barra colectora o un conductor no debe superar el 120 por ciento de la ampacidad de la barra colectora o del conductor.

Excepción: Cuando el sistema fotovoltaico tiene un dispositivo de almacenamiento de energía para permitir la operación autónoma de cargas, el valor de la carga utilizado para el cálculo de la barra o del conductor debe ser el 125 por ciento de la corriente nominal del inversor, en lugar de la capacidad del dispositivo de sobrecorriente entre el inversor y la barra o conductor.

3) Protección contra fallas a tierra. El punto de interconexión debe estar en el lado de la fuente de todos los equipos de protección contra fallas a tierra.

Excepción: Se permitirá hacer la conexión del lado carga de la protección contra fallas a tierra, siempre que todas las fuentes de corriente de falla a tierra tengan protección contra fallas a tierra para equipos. Los dispositivos de protección contra fallas a tierra instalados con suministros conectados a las terminales del lado carga deben estar identificados y aprobados como adecuados para retroalimentación.

4) Marcado. Los equipos que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente en circuitos que alimentan a una barra colectora o a un conductor y que son alimentados desde varias fuentes de energía, deben estar marcados indicando la presencia de todas las fuentes.

5) Adecuado para retroalimentación. Los interruptores automáticos, si están retroalimentados, deben ser adecuados para funcionar de ese modo.

NOTA: Los interruptores automáticos que están marcados con “Línea” y “Carga” han sido evaluados únicamente en la dirección marcada. Los interruptores automáticos sin marcas de “Línea” y “Carga” han sido evaluados en ambas direcciones.

6) Sujeción. Se permitirá que en los interruptores automáticos aprobados de tipo enchufable, con retroalimentación desde inversores interactivos aprobados e identificados como interactivos, se omita el sujetador adicional requerido por 408-36(d) para tales aplicaciones.

7) Conexión de salida del inversor. A menos que el panel de distribución tenga una capacidad no inferior a la suma de las corrientes nominales de todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente que lo alimentan, una conexión en el panel de distribución se debe ubicar en el extremo opuesto (de carga) al lugar de entrada del alimentador o del circuito principal. La capacidad de la barra conductora o del conductor se debe determinar para las cargas conectadas de acuerdo con el Artículo 220. En sistemas con tableros de distribución conectados en serie, el valor nominal del primer dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado directamente a la salida de uno o varios inversores se debe usar en los cálculos para todas las barras colectoras y los conductores. Debe haber una etiqueta permanente de advertencia en el equipo de distribución con la siguiente leyenda o equivalente:

PRECAUCIÓN
CONEXIÓN DE SALIDA DEL INVERSOR
NO REUBICAR ESTE DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN
CONTRA SOBRECORRIENTE

705-14. Características de la salida. La salida de un generador u otra fuente de generación de energía eléctrica que opere en paralelo con un sistema de suministro de energía eléctrica, debe ser compatible con la tensión eléctrica, la forma de la onda y la frecuencia del sistema al cual esté conectado.

NOTA: El término compatible no quiere decir necesariamente que la forma de onda coincida exactamente con la de la fuente primaria.

705-16. Capacidad nominal de corriente de corto circuito y de interrupción. Se debe considerar la contribución de las corrientes de falla de todas las fuentes de energía conectadas, para el cálculo de la capacidad de interrupción y de corriente de cortocircuito del equipo en sistemas interactivos.

705-20. Medios de desconexión de las fuentes. Se deben instalar medios que permitan desconectar todos los conductores no puestos a tierra de una o varias fuentes de generación de energía eléctrica de todos los demás conductores.

705-21. Medios de desconexión de los equipos. Se deben instalar medios que permitan desconectar los equipos de generación de energía, tales como inversores interactivos o transformadores asociados con una fuente de generación de energía, de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de

alimentación. Los equipos proyectados para operarse y mantenerse como parte integral de una fuente de producción de más de 1000 volts no requieren contar con este medio de desconexión.

705-22. Dispositivo de desconexión. El medio de desconexión de los conductores no puestos a tierra debe consistir en desconectores, manuales o automáticos, o interruptores automáticos, con las siguientes características:

- (1) Estar ubicados donde sean fácilmente accesibles.
- (2) Que puedan operarse desde afuera sin exponer al operador al entrar en contacto con las partes vivas, y si son de operación eléctrica, que pueda abrirse en forma manual, en caso de falla en el suministro de energía.
- (3) Tener una indicación clara cuando están en posición de abierto o cerrado.
- (4) Que tengan capacidades no-menores a la carga conectada y a la corriente eléctrica de falla que va a ser interrumpida.

NOTA para el inciso (4): En sistemas de generación en paralelo, algunos equipos, incluyendo desconectores de navajas y fusibles, pueden estar energizados desde ambas direcciones. Ver 240-40.

- (5) Desconexión simultánea de todos los conductores no puestos a tierra del circuito.
- (6) Poderse bloquear en la posición de abierto.

705-30. Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en el Artículo 240. Los equipos y conductores conectados a más de una fuente de energía eléctrica deben tener un número suficiente de dispositivos de protección contra sobrecorriente, ubicados de modo que brinden protección desde todas las fuentes.

a) Sistemas solares fotovoltaicos. Los sistemas solares fotovoltaicos deben protegerse según lo que establece el Artículo 690.

b) Transformadores. La protección contra sobrecorriente para un transformador con una fuente o varias fuentes en cada lado, se debe proporcionar de acuerdo con 450-3, considerando primero uno de los lados del transformador como el primario y después el otro lado.

c) Sistemas de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 692.

d) Inversores interactivos. Los inversores interactivos deben estar protegidos de acuerdo con 705-65.

e) Generadores. Los generadores deben estar protegidos de acuerdo con 705-130.

705-32. Protección contra fallas a tierra. Cuando se utilice protección contra fallas a tierra, la salida de un sistema interactivo debe conectarse del lado de la fuente de esa protección.

Excepción: Se permitirá que la conexión se haga del lado de la carga de la protección contra fallas a tierra, siempre que los equipos estén protegidos contra fallas a tierra desde todas las fuentes de corriente de falla a tierra.

705-40. Pérdida de la fuente primaria. En caso de pérdida de la fuente primaria, todas las fuentes de generación de energía eléctrica se deben desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria y no se deben volver a conectar, hasta que se restablezca el suministro de la fuente primaria.

Excepción: Se permitirá que un inversor interactivo aprobado automáticamente deje de entregar energía al sistema en caso de la pérdida de la fuente primaria y no se exigirá que se desconecten automáticamente todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria. Se permitirá que un inversor interactivo aprobado reinicie automática o manualmente la entrega de energía al sistema una vez se restablezca la fuente primaria.

NOTA 1: Si una fuente de generación de energía eléctrica interactiva puede operar aisladamente, se pueden producir riesgos para las personas y para los equipos asociados a la fuente primaria. Es necesario instalar medios especiales de detección para determinar si se ha producido una interrupción del suministro de la fuente primaria y si debe desconectarse automáticamente el inversor. Cuando se restablece el sistema de

alimentación de la fuente primaria, también se pueden necesitar medios especiales de detección para limitar la exposición de las fuentes de generación de energía a una reconexión fuera de fase.

NOTA 2: Los equipos de generación por inducción en sistemas con capacitancia significativa, pueden llegar a auto excitarse y experimentar severas sobretensiones como consecuencia de la pérdida de la fuente primaria.

Se permitirá que un inversor interactivo funcione como sistema aislado para alimentar cargas que han sido desconectadas de la red de generación y distribución eléctrica.

705-42. Pérdida de la fuente primaria trifásica. Una fuente trifásica de generación de energía eléctrica se debe desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de los sistemas interconectados cuando se abra una de las fases de esa fuente. Este requisito no será aplicable para fuentes de generación de energía eléctrica que alimenten sistemas de emergencia o de reserva legalmente requeridos.

Excepción: Se permitirá que un inversor interactivo aprobado, automáticamente deje de entregar energía al sistema cuando una de las fases de la fuente se abra y no se exigirá que se desconecten automáticamente todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria. Se permitirá que un inversor interactivo aprobado reinicie automática o manualmente la entrega de energía a la red pública una vez que se restablezcan todas las fases de la fuente.

705-50. Puesta a tierra. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas se deben poner a tierra según lo que establece el Artículo 250.

Excepción: Para los sistemas de corriente continua conectados por medio de un inversor directamente a una acometida puesta a tierra, se permitirán otros métodos alternativos que proporcionen al sistema una protección equivalente y que se utilicen equipos aprobados e identificados para ese uso.

B. Inversores interactivos

705-60. Corriente y dimensionamiento del circuito.

a) Cálculo de la corriente máxima del circuito. La corriente máxima para cada circuito específico se debe calcular de acuerdo con (a)(1) y (a)(2).

1) Corriente del circuito de alimentación del inversor. La corriente máxima debe ser la corriente máxima de entrada del inversor.

2) Corriente del circuito de salida del inversor. La máxima corriente debe ser la corriente que el inversor entrega en forma continua.

b) Ampacidad y corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Las corrientes del sistema del inversor se deben considerar como continuas. Los conductores del circuito y los dispositivos de sobrecorriente deberán dimensionarse para conducir no menos del 125 por ciento de las corrientes máximas calculadas según lo establecido en (a) anterior. Se permitirá que la capacidad o los ajustes de los dispositivos de sobrecorriente estén de acuerdo con 240-4(b) y (c).

Excepción: Se permitirá utilizar al 100 por ciento de su valor nominal, los circuitos que tengan un ensamble con su dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente que estén aprobados para operación continua al 100 por ciento de su valor nominal.

705-65. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipo. Los circuitos de entrada del inversor, los circuitos de salida del inversor y los conductores y el equipo del circuito de la batería de acumuladores, deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección contra sobrecorriente desde todas las fuentes.

Excepción: No se exigirá un dispositivo contra sobrecorriente para los conductores dimensionados de acuerdo con 705-60(b) y ubicados donde aplique una de las siguientes condiciones:

- (1) No existen fuentes externas, tales como circuitos de fuentes conectadas en paralelo, baterías o retroalimentación desde inversores.
- (2) Las corrientes de cortocircuito de todas las fuentes no exceden la ampacidad de los conductores.

NOTA: Para determinar si todos los conductores y módulos están debidamente protegidos contra sobrecorriente desde todas las fuentes, hay que tener en cuenta la posible retroalimentación de corriente desde cualquier fuente de alimentación, incluida la alimentación a través del circuito de salida del inversor y el circuito de entrada del inversor.

b) Transformadores de potencia. Un transformador, con una fuente o varias fuentes conectadas a cada lado, se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 450-3, considerando primero uno de los lados del transformador como el primario y después el otro lado.

Excepción: Se permitirá que un transformador de potencia, cuya corriente nominal en el lado conectado a la salida del inversor no sea menor que la corriente nominal de salida del inversor, no esté protegido contra sobrecorriente desde dicha fuente.

705-70. Inversores interactivos montados en lugares que no son fácilmente accesibles. Se permitirá que los inversores interactivos estén montados sobre techos u otras áreas exteriores que no sean fácilmente accesibles. Estas instalaciones deben cumplir las condiciones de los incisos (1) hasta (4) siguientes.

- (1) Se debe montar un medio de desconexión de corriente continua a la vista del inversor o en él.
- (2) Se debe montar un medio de desconexión de corriente alterna a la vista del el inversor o en él.
- (3) Cualquier medio adicional de desconexión de corriente alterna para el inversor debe cumplir con 705-22.
- (4) Se debe instalar una placa de acuerdo con 705-10.

705-80. Sistemas de energía interactivos que utilizan almacenamiento de energía. Los sistemas de energía interactivos que utilizan almacenamiento de energía también se deben marcar con la tensión máxima de operación, incluyendo cualquier tensión de eualización y la polaridad del conductor del circuito puesto a tierra.

705-82. Sistemas híbridos. Se permitirá que los sistemas híbridos estén interconectados con los inversores interactivos.

705-95. Ampacidad del conductor del neutro. La ampacidad del conductor neutro debe cumplir ya sea con (a) o (b) siguientes:

a) Conductor del neutro para la salida de un inversor monofásico de dos hilos. Si la salida de un inversor monofásico de dos hilos se conecta al neutro y a un conductor no puesto a tierra (únicamente) de un sistema de 3 hilos o de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, la carga máxima conectada entre el neutro y cualquier conductor no puesto a tierra más el valor nominal de salida del inversor, no debe ser superior a la ampacidad del conductor del neutro.

b) Conductor del neutro para instrumentación, detección de tensión o detección de fase. Para un conductor utilizado solamente para instrumentación, detección de tensión o detección de fase y conectado a un inversor interactivo monofásico o trifásico, podrá ser de menos ampacidad que la de los otros conductores que llevan corriente y se deberá dimensionar igual o mayor que el conductor de puesta a tierra del equipo.

705-100. Interconexiones desbalanceadas.

a) Monofásico. Los inversores monofásicos para sistemas híbridos y módulos de corriente alterna en sistemas híbridos interactivos, no se deben conectar a un sistema de 3 fases, a menos que el sistema interconectado esté diseñado de modo que no resulten desbalances importantes en las tensiones.

b) Trifásico. En los inversores trifásicos y en los módulos trifásicos de corriente alterna en los sistemas interactivos, se deben desenergizar automáticamente todas las fases, cuando se presente una pérdida o desequilibrio de la tensión en una o más fases, a menos que el sistema interconectado esté diseñado de modo que no resulte un desequilibrio significativo de las tensiones.

C. Generadores

705-130. Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 240. El equipo y los conductores conectados a más de una fuente deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección desde todas las fuentes. Los generadores deben estar protegidos de acuerdo con 445-12.

705-143. Generadores síncronos. Los generadores síncronos en un sistema en paralelo deben estar provistos del equipo necesario para establecer y mantener la condición de sincronismo.

ARTÍCULO 720

CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE FUNCIONAN A MENOS DE 50 VOLTS

720-1. Alcance. Este Artículo se aplica a las instalaciones de corriente continua o de corriente alterna que funcionan a menos de 50 volts.

720-2. Otros Artículos. Las instalaciones de corriente continua o corriente alterna que funcionan a menos de 50 volts, cubiertas en 411-1 hasta 411-7; Parte F del Artículo 517; Parte B del Artículo 551; Partes B y C y 552-60(b) del Artículo 552; 650-1 hasta 650-8; 669-1 hasta 669-9; Partes A y H del Artículo 690; Partes A y C del Artículo 725; o Partes A y C del Artículo 760, no requieren cumplir con las disposiciones de este Artículo.

720-3. Áreas peligrosas (clasificadas). Las instalaciones que están dentro del alcance de este Artículo y que estén instaladas en áreas peligrosas (clasificadas) también deben cumplir las disposiciones adecuadas para áreas peligrosas (clasificadas) en otros Artículos aplicables de esta NOM.

720-4. Conductores. El tamaño de los conductores no debe ser menor de 3.31 mm^2 (12 AWG) de cobre o equivalente. El tamaño de los conductores de circuitos derivados que alimenten a más de un artefacto o contacto para aparatos, no debe ser menos de 5.26 mm^2 (10 AWG) de cobre o equivalente.

720-5. Portalámparas. Deben utilizarse portalámparas de capacidad no menor que 660 watts.

720-6. Capacidad de los contactos. Los contactos deben tener una capacidad no menor que 15 amperes.

720-7. Contactos requeridos. En las cocinas, zonas de lavandería y otros lugares donde es probable que se utilicen aparatos eléctricos portátiles, se deben instalar contactos con una capacidad no menor que 20 amperes.

720-9. Baterías. Las instalaciones de baterías de acumuladores deben cumplir lo establecido en 480-1 hasta 480-4 y 480-8 hasta 480-10.

720-11. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos que operen a menos de 50 volts se deben instalar de manera organizada y profesional. Los cables deben soportarse por la estructura del edificio de modo que no sean dañados durante el uso normal del edificio.

ARTÍCULO 725

CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 DE CONTROL REMOTO, DE SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA

A. Generalidades

725-1. Alcance. Este Artículo cubre los circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada, que no son parte integral de un dispositivo o aparato eléctrico.

NOTA: Los circuitos de los que trata este Artículo se caracterizan por limitaciones de uso y de potencia eléctrica que los diferencia de los circuitos de alumbrado y de fuerza. Por lo tanto se les aplican requisitos alternativos a los de los Capítulos 1 al 4 en lo que respecta al tamaño mínimo de los conductores, factores de ajuste y corrección de ampacidad, protección contra sobrecorriente, requisitos de aislamiento, métodos de alambrado y materiales.

725-2. Definiciones.

Cable abandonado Clase 2, Clase 3 y cables para bandeja con potencia limitada (PLTC). Cables Clase 2, Clase 3 y PLTC instalados y que no terminan en un equipo y que no están identificados con una etiqueta para uso futuro.

Cable para integridad del circuito (CI). Cables usados para sistemas de control remoto, señalización y de potencia limitada que alimentan circuitos críticos para garantizar el funcionamiento continuo del circuito durante un tiempo específico y bajo condiciones de incendio.

Bibliografía

1. Guía para supervisores, Editores Trillas, México Smith C. D.F. (1987).
2. Magaña Hernández Javier, Diagnósticos Energéticos, FIDE, 4 de julio de 2012
3. Manual para supervisar obras de concreto, ACI311, IMCYC-99 D.F. (1999).
4. Ley de Obras Públicas y servicios relacionada con las mismas (publicada en el diario oficial en el año 2000 y actualizado al año 2005).
5. Ortega Navarro Hermilio Oscar “Aplicación de la Metodología de Diagnósticos Energéticos de Rápida Recuperación a Pequeñas y Medianas Empresas Industriales y de Servicios” , seminario de proyectos I y II, 2005
6. Reglamento de la Ley de Obras Publicas y servicios relacionados con las mismas (2009).
7. Norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2005 (fecha de publicación, 13 de marzo de 2006 en el Diario Oficial de la Federación)
8. Como diseñar sistemas eléctricos, Joseph F. McPartland
9. Catalogo general de Tableros y subestaciones compactas para 13 y 23 kV N1-N3R mca. SIEMENS 2009.

Páginas de Internet

http://www.energia.gob.mx/taller/res/1858/IEE_Mexico.pdf

<http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/safety/catalog/sp/00si151s.pdf>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Lux>

<http://www.unidaddeverificacion.com/>