



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

*FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN*

*“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA
PLANTA DE EMERGENCIA PARA GGEMISTOR,
S. A. DE C. V.”*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA
ÁREA: INGENIERÍA ELÉCTRICA-ELECTRÓNICA

P R E S E N T A:

ISABEL PÉREZ CURIEL

ASESOR:

ING. FRANCISCO RAÚL ORTÍZ GONZÁLEZ

SAN JUAN DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO, 2005.





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.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias:

A mi familia y amigos que me ayudaron y estuvieron conmigo en el transcurso de mis estudios.

A mis profesores, los cuales me brindaron su apoyo y asesoría; en especial a los Ingenieros: Francisco J. Sampayo Sandoval, Eleazar M. Pineda Díaz y Leonardo Zavaleta Pozo.

A mi asesor y profesor el Ingeniero Francisco Raúl Ortíz González, que con su apoyo y orientación fue posible la realización de ésta Tesis.

CONTENIDO GENERAL

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	I
CAPÍTULO I	
LA ELECTRICIDAD	1
CAPÍTULO II	
GENERACIÓN ELÉCTRICA	26
CAPÍTULO III	
ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN GGEMISTOR, S.A. DE C.V.	47
CAPÍTULO IV	
ESPECIFICACIONES E INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE EMERGENCIA	69
CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	93
MESOGRAFÍA	94

CONTENIDO

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	I
CAPÍTULO I	
LA ELECTRICIDAD	
I. A. ORIGEN DE LA ELECTRICIDAD	1
I. B. COMPOSICIÓN DE LA ELECTRICIDAD	2
I. C. LEYES	3
I. C. 1. Ley de las cargas	3
I. C. 2. Ley de Coulomb	3
I. C. 3. Ley de Biot y Savart	4
I. C. 4. Ley de Ampere	5
I. C. 5. Ley de Ohm	5
I. C. 6. Ley de Faraday	6
I. C. 7. Ley de Joule	6
I. C. 8. Ley de Lenz	7
I. C. 9. Leyes de Kirchhoff	8
I. D. CORRIENTE ELÉCTRICA	9
I. D. 1. Corriente eléctrica continua	9
I. D. 2. Corriente eléctrica alterna	10
I. E. VOLTAJE	11
I. F. RESISTIVIDAD	12
I. G. LA ONDA SENOIDAL	13
I. H. POTENCIA	15
I. H. 1. Potencia aparente	15
I. H. 2. Potencia activa	16
I. H. 3. Potencia reactiva	17
I. H. 4. Factor de potencia	18
I. I. DESCUBRIMIENTOS E INNOVACIONES	20
CAPÍTULO II	
GENERACIÓN ELÉCTRICA	
II. A. LA ENERGÍA	26
II. B. FUENTES DE ENERGÍA	28
II. C. MÉTODOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA	29
II. D. TIPOS DE CENTRALES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA	29
II. E. SISTEMA ELÉCTRICO EN MÉXICO	36
II. F. TARIFAS ELÉCTRICAS	44
II. F. 1. Tipos de tarifas	44

CAPÍTULO III
ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS
EN GGEMISTOR S.A DE C.V.

III. A. QUE ES Y QUE HACE LA EMPRESA	47
III. B. DISTRIBUCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	48
II. B. 1. Equipo eléctrico	50
II. B. 2. Principales clientes	50
	PÁG.
III. C. DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	51
III. D. ESTADÍSTICA DE LAS FALLAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA	53

CAPÍTULO IV
ESPECIFICACIONES E INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

IV. A. ESPECIFICACIONES PARA LA SELECCIÓN DE UNA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA DE COMBUSTIÓN INTERNA	69
IV. B. PRESENTACIÓN DEL CASO	70
IV. C. INSTALACIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA	72
IV. C. 1. Reglamentación	73
IV. C. 2. Sistema de escape	74
IV. C. 3. Aislamiento	74
IV. C. 4. Silenciador	74
IV. C. 5. Sistema de enfriamiento y precalentamiento	75
IV. C. 6. Generador	75
IV. C. 7. Tubos flexibles	75
IV. C. 8. Cuarto de máquinas	76
IV. C. 9. Cimentación	76
IV. C. 10. Cables de fuerza	76
IV. C. 11. Conexión de tierra	77
IV. D. UNIDADES DE TRASFERENCIA	78
IV. D. 1. Sistema de control	81
IV. D. 2. Operación	81
IV. D. 3. Instrumentación	83
IV. D. 4. Reloj programador semanal	83
IV. E. PROTECCIONES	84
IV. E. 1. Protecciones internas	84
IV. E. 2. Protecciones externas	85
IV. F. MANTENIMIENTO	85
IV. F. 1. Mantenimiento preventivo a realizar el operador	86
IV. G. OBLIGACIONES DEL PROVEEDOR PARA PLANTAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA	87
IV. H. COTIZACIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA	89

CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	93
MESOGRAFÍA	94

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Con el transcurso del tiempo se le ha dado forma y uso a la energía eléctrica, por lo que se ha vuelto indispensable y necesaria en la vida del hombre.

Dentro del sector industrial la falta del suministro de energía eléctrica puede ocasionar grandes pérdidas tanto en producción como económicas, con la finalidad de evitar la falta de este suministro, se han creado sistemas de generación eléctrica alternos.

El presente trabajo lleva a cabo un estudio para implementar una planta eléctrica de emergencia con motor de combustión interna en la Empresa GGEMISTOR S.A DE C.V.

Los capítulos uno y dos enuncian todo lo relacionado con la electricidad, desde su descubrimiento, sus aplicaciones, tipos de generación y las principales compañías encargadas de generar y distribuir la energía eléctrica.

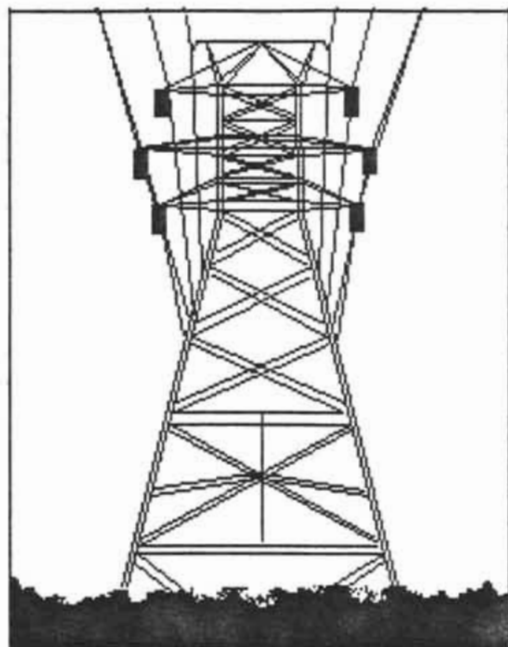
El capítulo tres lleva a cabo un análisis estadístico durante los últimos cinco años de producción de la Empresa haciendo referencia a las interrupciones del suministro de energía eléctrica en forma de pérdidas económicas.

Y en el último capítulo se presenta el caso práctico para la instalación de la planta, desde su cotización, selección, ubicación, operación, mantenimiento e instalación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO I

LA ELECTRICIDAD



La electricidad es la propiedad que tienen ciertas partículas de poseer un campo de fuerza que no es gravitacional ni nuclear y; se reconoce por sus efectos magnéticos, químicos y radiantes.

Por lo que se puede decir que la electricidad es la manifestación más pura de la energía que reina en el universo, siendo esta la base de todos los procesos físicos manifestándose por medio de fenómenos mecánicos, luminosos, térmicos, fisiológicos y químicos.

I. A. ORIGEN DE LA ELECTRICIDAD

El conocimiento por la humanidad de esa forma de la energía que se llama electricidad, así como de sus manifestaciones, propiedades, aplicaciones, y sobre todo de su naturaleza data de finales del siglo XVIII.

No obstante en la Grecia antigua, aproximadamente por el año 640 - a. C. -, ya se tenía conocimiento de una resina fósil, que al ser frotada sobre la piel de un animal o sobre una tela de lana atraía algunos pequeños pedazos de materia ligera (como fragmentos de paja y semillas de pasto). A esta resina petrificada de color amarillo, ahora se le conoce como ámbar, palabra que se deriva de eléctrico, nombre que usaron los griegos para describir las fuerzas extrañas de atracción y repulsión que se generaban al frotarla sobre una tela.

Además, desde hace miles de años, la humanidad ya sabía de la descarga eléctrica llamado rayo, pero lógicamente, no podían relacionarlo con el fenómeno ámbar; también se sabía del comportamiento de la propiedad atractiva de la piedra "imán" y de su orientación con la tierra, a lo cual le dieron una utilidad, la invención de una rudimentaria brújula, que se usaba en remotas épocas prehistóricas de la China.

Aproximadamente en el año 1600 - d. C. -, W. Gilbert comprobó que otros cuerpos como el vidrio, el azufre y la resina (además del ámbar), se encontraban dotados de las mismas propiedades de atracción, siendo el primer científico en emplear las palabras electricidad y eléctrico. Poco después se realiza la primera máquina electrostática deduciendo así la existencia de dos clases de electricidad: la positiva y la negativa.

I. B. COMPOSICIÓN DE LA ELECTRICIDAD

Toda materia está compuesta por átomos agrupaciones de partículas subatómicas. las cuales son: el electrón, el protón y el neutrón (Figura. I.1).

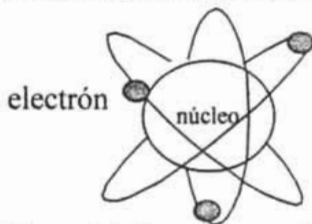


Figura I.1. En un átomo el núcleo está constituido por protones y neutrones.

La electricidad está constituida por partículas, cada una de ellas de distinta polaridad, distinta orientación y distinta naturaleza. Mientras que un polo señala al norte el otro señala al sur, una partícula se encuentra llena la otra se encuentra vacía y, mientras la naturaleza saca de una polaridad los protones, de la otra polaridad saca los electrones.

Los electrones también llamados negatrones, son una de las partículas elementales que constituyen la materia; poseen carga eléctrica negativa y son los que determinan las propiedades químicas del átomo, carecen de peso y a su vez giran alrededor del núcleo. Si de alguna manera se expulsaran los electrones de sus orbitas, existiría un déficit de electrones en el material y se generaría un exceso de los mismos en el sitio en el cual se trasladaron. Este exceso de electrones en el otro material se le denomina carga "negativa", mientras que a la falta de electrones en el otro material se le llama carga "positiva".

El núcleo es el centro y la parte más pesada del átomo que no se mueve, tiene una carga positiva y se integra por protones y neutrones (ambos en igual número).

Los protones son una de las partículas subatómicas básicas, tienen una carga positiva; mientras que los neutrones, como su nombre lo indica, son neutros: no son positivos ni negativos, por carecer de polaridad.

Cuando los electrones y los protones se aproximan, se atraen, se funden y generan luz, calor y movimiento, en una palabra surge la energía eléctrica; cuando estas partículas se encuentran libres en la naturaleza, se atraen o repelen con una fuerza que es siempre proporcional a su propia intensidad. Siempre que tiene lugar el contacto entre dos partículas eléctricas de distinta polaridad, se produce una chispa, llamada o relámpago que se conoce como efecto eléctrico.

Algunos tipos de materiales están compuestos por átomos que pierden fácilmente sus electrones y, estos pueden pasar de un átomo a otro. En términos sencillos, la electricidad no es otra cosa que electrones en movimiento. Así, cuando éstos se mueven entre los átomos de la materia, se crea una corriente de electricidad.

La electricidad nunca se va a producir por una sola corriente de electrones (Figura I.2.), para que la energía eléctrica se manifieste en cualquier punto, se precisa de las dos partículas que constituyen esta energía, cada una de ellas de distinta magnitud, como es la polaridad más (+) y la polaridad menos (-). Estos dos signos están siempre en toda manifestación eléctrica.

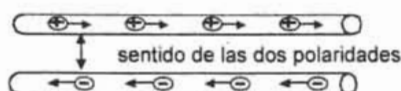


Figura I.2. Sentido de la corriente en un alambre con partículas (+) y (-).

I. C. LEYES

Conforme se fueron dando las investigaciones con relación a la electricidad algunos científicos dieron a conocer ciertas leyes, con el fin de entender la naturaleza y comportamiento de esta; leyes que se mencionan a continuación.

I. C. 1. Ley de las cargas

Esta ley se le conoce también como la regla de los signos que nos dice lo siguiente: "cargas iguales se rechazan, cargas diferentes se atraen".

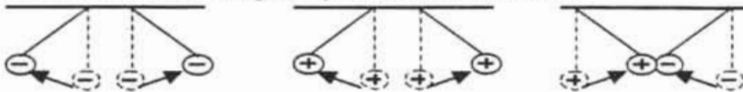


Figura I.3. Cargas (-) con (-) o cargas (+) con (+) se rechazan, cargas (+) con (-) se atraen.

En el año de 1750, ya se sabía que existían dos tipos de cargas eléctricas, pero no se les había dado nombre, por lo que los científicos suponían que los cuerpos serán electrizados o cargados eléctricamente al quitarles o agregarles fluidos invisibles sin peso; un exceso o una deficiencia de este fluido daría al cuerpo la habilidad de atraer o rechazar, otros objetos (Figura I.3).

Fue Benjamín Franklin quien propuso dar nombres matemáticos a las dos clases de cargas eléctricas. Supuso en forma arbitraria que todos los cuerpos hechos de hule duro o materiales similares (resinas) perdieran ese fluido eléctrico al ser frotados con piel; a ésa carga le llamo negativa. También supuso que todos los cuerpos hechos de vidrio o materiales semejantes (vítreos) ganaban fluido cuando se frotaban con seda, a este tipo de carga la llamo positiva.

I. C. 2. Ley de Coulomb

La primera investigación cuantitativa de la ley que rige las fuerzas que se ejercen entre cuerpos cargados fue realizada por Coulomb (Figura I.4), también conocida como ley de atracción electrostática, mismas que mencionan la cantidad de electricidad, sobre atracción y repulsión encontradas experimentalmente y que expresan lo siguiente: "los cuerpos cargados se atraen y repelen entre sí, con una fuerza directamente proporcional al producto de las cargas en esos cuerpos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que existe entre ellos".

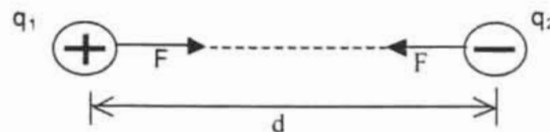


Figura I.4. Fuerza entre dos cuerpos.

lo anterior se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$F = k \times \frac{q_1 \times q_2}{d^2} \quad \text{donde: } k = 9 \times 10^9 \frac{\text{new} \cdot \text{m}^2}{\text{coul}^2}$$

La unidad de medida de carga eléctrica es el coulomb (C), que representa aproximadamente 6.28 trillones de electrones.

I. C. 3. Ley de Biot y Savart

Los franceses Jean B. Biot y Félix Savart a partir de los resultados experimentales llegaron a una expresión que permite calcular la densidad de flujo en cualquier punto del espacio que rodea a un circuito por el cual pasa una corriente.

El circuito puede imaginarse dividido en pequeños elementos de longitud dl , el cual se representa en la Figura I.5.

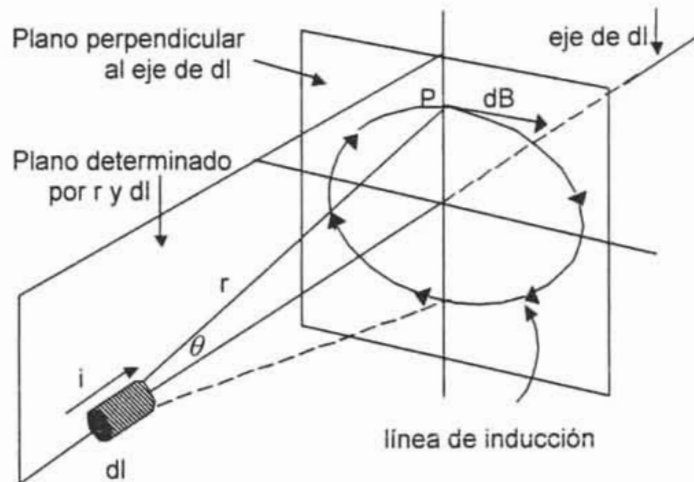


Figura I.5. Campo magnético debido a un elemento de corriente.

El valor de dB está dado por la siguiente ecuación:

$$dB = k' \frac{i \times dl \times \text{sen } \theta}{r^2}$$

siendo r la distancia entre dl y el punto P , y θ el ángulo formado por r y dl . El factor k' es una constante de proporcionalidad cuyo valor es igual a 10^{-7} webers por amperio-metro.

Con el fin de eliminar la constante k' esta se reemplaza por el factor $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ (ley de Coulomb) por lo que se tiene lo siguiente:

$$k' = \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \text{ wb A-m}$$

por lo que al sustituir nos queda de la siguiente manera:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{i \times dl \times \text{sen } \theta}{r^2}$$

Esta relación fue deducida por Biot y Savart antes de descubrirse la forma diferencial, y se le denomina "ley de Biot y Savart".

I. C. 4. Ley de Ampere

Ley de la electrodinámica.

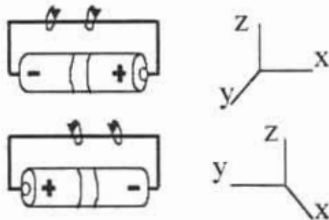


Figura I. 6. Campo magnético generado por una corriente eléctrica.

El matemático André M. Ampere considerado como el padre de la electrodinámica; formuló muchas leyes de electricidad y magnetismo. Estudio las fuerzas que existían entre conductores; demostrando que siempre que circulaba una corriente eléctrica por un hilo conductor se establecía un campo magnético cuyas líneas son circunferencias situadas en un plano perpendicular al conductor (Figura I.6).

Lo anterior, se conoce como "ley de Ampere" o de "la mano derecha", la cual dice que: "si se imagina tomar un hilo conductor por el cual se está circulando una corriente y este se sujeta con la mano derecha, el dedo pulgar de forma extendida nos indicara la dirección del sentido de la corriente eléctrica, mientras que los dedos que rodean el hilo nos indicaran el sentido de la dirección de las líneas de fuerza magnética" (Figura I.7).



Figura I.7. Ley de Ampere o de la mano derecha.

I. C. 5. Ley de Ohm

El científico Georg S. Ohm formuló las leyes sobre la relación entre tensión, resistencia e intensidad. Comprobando mediante varios experimentos la relación constante que existe entre la corriente eléctrica y el voltaje en un circuito eléctrico simple (Figura I.8), a lo que se le llamo "ley de Ohm", misma que firma lo siguiente: "la tensión en las terminales de un elemento de un circuito, es igual a la corriente que atraviesa el elemento, multiplicado por su resistencia".

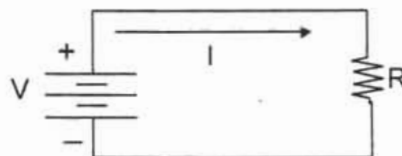


Figura I.8. Circuito eléctrico simple.

Esta ley se considera como la ecuación fundamental de toda la electricidad, expresándolo de la siguiente manera: *"la intensidad de corriente que fluye a través de un conductor es directamente proporcional al voltaje aplicado, e inversamente proporcional a la resistencia"*

Esto es:
$$I = \frac{V}{R}$$

Donde: I = intensidad de corriente eléctrica (amperes)
V = voltaje (volts)
R = resistencia del conductor (ohms)

La ecuación anterior se puede expresar también de la siguiente manera:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{ó} \quad V = R \times I$$

I. C. 6. Ley de Faraday

La ley de Faraday se conoce también como "ley de la inducción electromagnética" muestran que una corriente eléctrica podría inducirse en un circuito mediante un campo magnético variable (Figura I.9); por lo que esta ley expresa lo siguiente: *"siempre que ocurre una variación de flujo magnético a través de un circuito cerrado, se establecerá en ese circuito una corriente inducida, pero cuando el flujo está aumentando, la corriente tiene sentido contrario al que presenta cuando el flujo está disminuyendo"*.

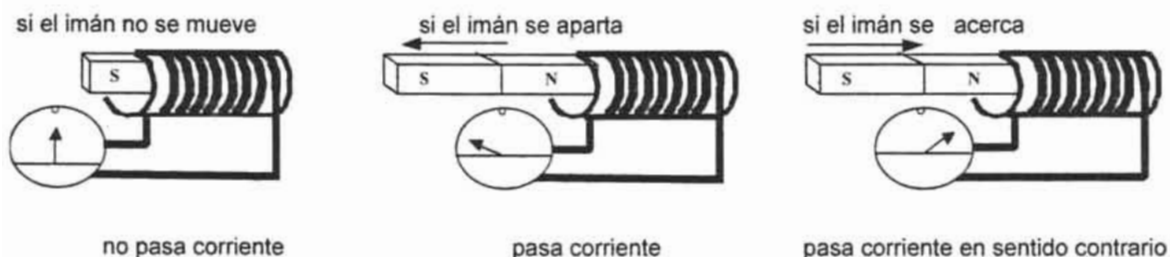


Figura I.9. Efecto de inducción electromagnética.

El fenómeno de la generación de una corriente eléctrica en un circuito, derivada de efectos magnéticos, se denomina "inducción electromagnética", y la corriente así creada recibe el nombre de "corriente inducida".

I. C. 7. Ley de Joule

James Prescott Joule, enuncia las leyes sobre la transformación de la energía eléctrica en calorífica, logrando desarrollar una ecuación que determinaba la producción de calor por el paso de una corriente eléctrica en un conductor. A este efecto de calentamiento se le conoce como "ley de Joule" mencionando lo siguiente: *"la cantidad de calor producida*

por una corriente eléctrica en un conductor es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad de corriente multiplicado por la resistencia del mismo”.

Expresando lo anterior de la siguiente manera:

$$P = R \times I^2$$

I. C. 8. Ley de Lenz

H. F. E. Lenz físico alemán que sin conocer los trabajos de Faraday y Henry, repitió casi simultáneamente muchos de sus descubrimientos.

La ley que lleva su nombre constituye una regla útil para conocer el sentido de una fuerza electromotriz (fem) inducida, la cual establece lo siguiente: *“la polaridad de una fem inducida es tal, que tiende a producir una corriente que creará un flujo magnético que se opone al cambio del flujo magnético a través de una bobina (o espira)”*.

Otra forma de enunciar esta ley es la siguiente: *“una corriente fluirá en una dirección que se opondrá mediante su campo magnético, al cambio del campo magnético que la está produciendo”*.

Cuando un conductor se mueve a través de un campo magnético de tal manera que corte a las líneas de fuerza a cualquier ángulo diferente de cero grados, aparece una fem en los extremos de dicho conductor. Si el conductor se mueve en sentido paralelo a las líneas de fuerza (ángulo de cero grados), se tiene una fem inducida también igual a cero.

Cuando se acerca un imán por su polo norte hacia una bobina, el flujo magnético a través de la bobina aumenta, ya que la magnitud del campo magnético en la bobina aumenta a medida que se aproxima el imán (Figura I.10 a). Para crear este campo magnético inducido, la corriente inducida debe circular de acuerdo a la regla de la mano derecha en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj alrededor de la bobina como se observa en la Figura I.10 b.

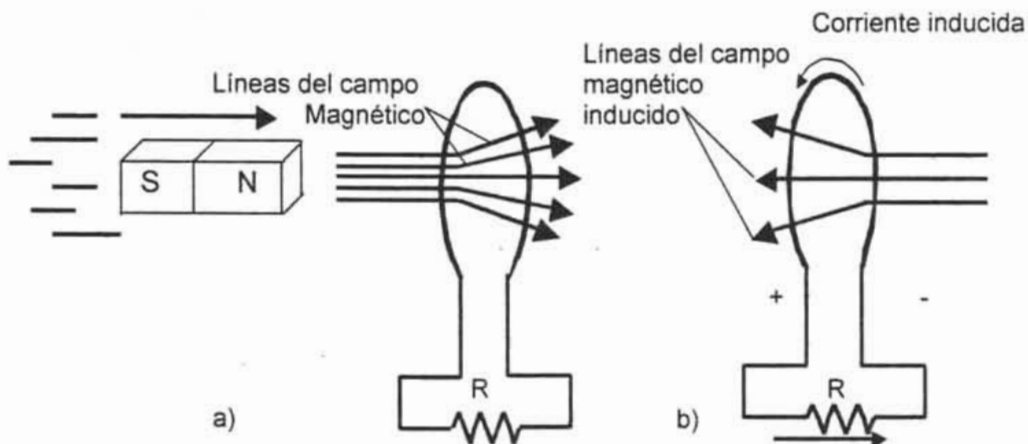


Figura I.10. a) El polo norte se acerca aumentando el flujo magnético en la bobina, b) La corriente inducida genera un campo magnético contrario al del imán.

I. C. 9. Leyes de Kirchhoff

Gustav R. Kirchhoff propone un método para analizar y calcular las corrientes y tensiones en redes eléctricas, el cual comprende de la aplicación de dos leyes las cuales llevan su nombre.

- Primera ley de Kirchhoff ó ley de las corrientes: *“la suma de las intensidades de corriente que entran en un punto llamado nodo (punto de unión) es igual a la suma de las corrientes que salen del mismo nodo”*.

Matemáticamente se puede expresar como sigue:

$$\sum I_{\text{entran}} = \sum I_{\text{salen}}$$

- También se puede establecer de la siguiente manera: *“la suma algebraica de las intensidades de corriente que entran o salen del nodo en una red eléctrica es igual a cero”*.

Cuando se define de la manera anterior se establece lo siguiente: las corrientes que entran o llegan al nodo se consideran positivas y todas las corrientes que salen del nodo, negativas (Figura I.11).



Figura I.11. En el nodo la carga no se acumula, la carga que entra, sale.

Un nodo es cualquier punto del circuito en donde se unen tres o más conductores (o componentes).

- Segunda ley de Kirchhoff ó ley de los voltajes establece que: *“la suma algebraica de las caídas de voltaje alrededor de un circuito cerrado (malla) es igual a cero”*.

Matemáticamente se puede expresar como sigue:

$$\sum V = 0$$

Un circuito cerrado (Figura I.12) o malla es cualquier trayectoria cerrada continua alrededor de un circuito eléctrico que deja un punto en una dirección y retorna al mismo punto.

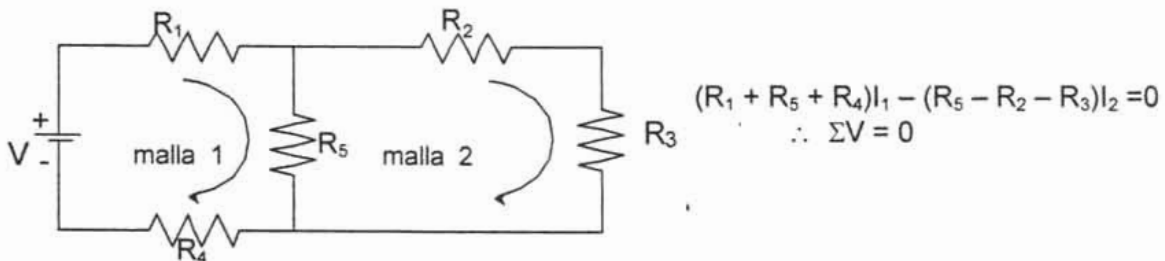


Figura I.12. Circuito eléctrico cerrado con dos mallas.

I. D. CORRIENTE ELÉCTRICA

“Corriente es el desplazamiento continuo de cargas eléctricas a través de un conductor sometido a un campo eléctrico”.

La corriente se mide en amperios, miliamperios, microamperios, nanoamperios o picoamperios, y se representa por la letra “I” (ó i).

Si los extremos de un hilo conductor se conectan a una fuente de voltaje (Figura I.13), se obtendrá un flujo de carga eléctrica y suele representarse por “q” y dado que esta cantidad por lo general depende del tiempo, a la cantidad total de carga que fluye se le designa $q(t)$.

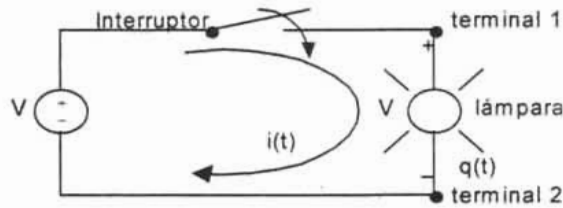


Figura I.13. Circuito de corriente eléctrica

La corriente que se denota por $i(t)$, se define como la rapidez de la carga y las unidades de corriente (coulombs por segundo o C/s) se denominan amperes (A). Una fuente de voltaje también se puede considerar como una fuente de corriente. La corriente eléctrica puede ser continua o alterna.

I. D. 1. Corriente eléctrica continua

“Corriente eléctrica de valor constante que se desplaza siempre en un mismo sentido (del polo positivo de una fuente de voltaje al polo negativo) mientras el circuito se encuentre cerrado y se abrevia c.c.”

Cuando una espira de alambre de cobre se mueve con rapidez entre los polos de un imán, o a través de un campo magnético, de forma que periódicamente corte las líneas de fuerza electromagnética produce electricidad. Lo que realmente sucede es que se extrae por separado las partículas que constituyen el campo magnético (protones y electrones), empujando a cada partícula eléctrica a que se muevan por el exterior de los cables de salida formando la electricidad (Figura I.14).

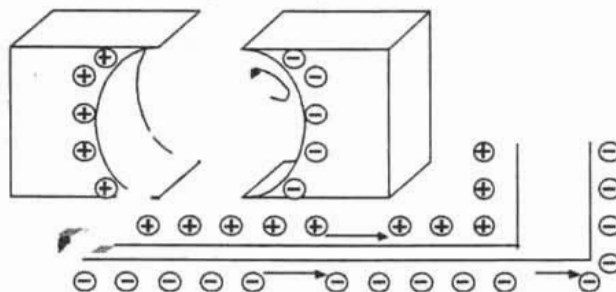


Figura I.14. Generación de corriente eléctrica continua.

Al cesar el movimiento de la espira entre los polos del imán, las partículas eléctricas se detienen. Si se mueve la espira en sentido opuesto, aparece de nuevo el movimiento de las partículas eléctricas, pero esta vez en sentido contrario a como se movían al principio.

La fuerza electromotriz inducida está determinada por el número de líneas que el inducido corta y extrae por segundo al pasar frente a cada polaridad y a la distancia de separación entre el inducido y el conductor.

Se dice que la electricidad inducida de forma artificial, es debido a un consumo de trabajo o gasto de energía, y la electricidad natural se debe a la transformación de una energía en exceso (radiación solar) en otra energía que se pueda liberar.

I. D. 2. Corriente eléctrica alterna

“Corriente eléctrica cuyo sentido se invierte periódicamente, alcanzando un máximo en una dirección, decrece hasta cero y se invierte alcanzando un máximo en la dirección contraria repitiendo el ciclo continuamente y se abrevia c.a.”

En el desarrollo de la corriente alterna, la espira de alambre que forma el inducido y que a su vez se mueve entre los dos polos de un imán, aparece una corriente eléctrica que fluye alrededor de la espira y que se recoge en dos anillos colectores de forma separada. Cada uno de estos anillos está conectado a un extremo de los cables que forman la espira. En conexión con cada anillo hay una lámina de latón que recoge la corriente eléctrica generada en los polos y la introduce de forma alterna, en cada uno de los cables de salida. Estas laminas sirven de colectores de corriente que se genera en la espira a las que se les llama escobillas, ya que barren las partículas de electricidad que surge a los anillos giratorios (Figura I.15).

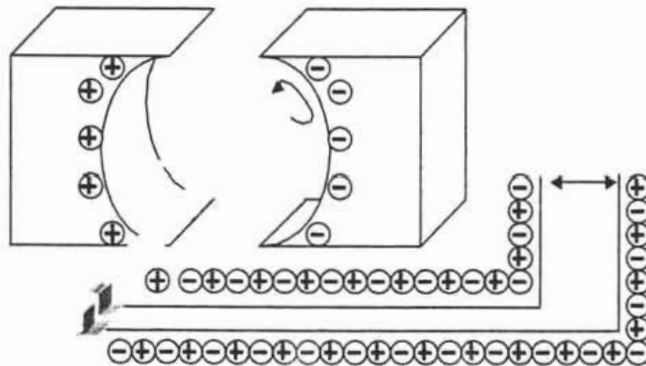


Figura I.15. Generación de corriente eléctrica alterna.

Cada signo representa una serie de partículas eléctricas de una determinada polaridad. La corriente recogida de esta forma en los anillos, no es que esté cambiando constantemente de dirección, si no cada vez que el rotor gira media vuelta, el alambre positivo se convierte en negativo y el negativo en positivo debido a la naturaleza opuesta de cada polaridad. Esta corriente recibe el nombre de corriente alterna (c.a.).

Este proceso dota a esta energía de mayor tensión que la corriente continua y hace de ella algo muy peligroso para los seres que tienen contacto con ella.

I. E. VOLTAJE

“Es la diferencia de potencial que al ser aplicado a una resistencia, produce una corriente. La diferencia de potencial se mide en volts y con frecuencia se llama voltaje o tensión”.

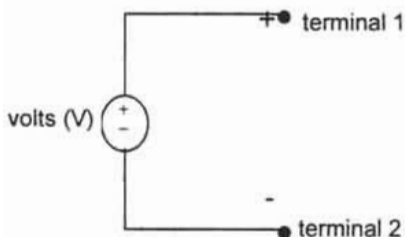
Para que pueda circular una corriente eléctrica a través de un conductor que una a dos cuerpos cargados; lo único que se necesita es que exista una diferencia en la cantidad de carga que posee el cuerpo.

La carga eléctrica se mide en coulombs (C) en honor a Charles Coulomb, la unidad de trabajo o energía se mide en joule (J), recibiendo esta denominación en honor a James P. Joule. Aunque la energía consumida en forma de carga eléctrica tiene las unidades J/C, se le da el nombre especial de volts (V) en honor a Alessandro Volta, que es una medida de la diferencia de potencial eléctrico.

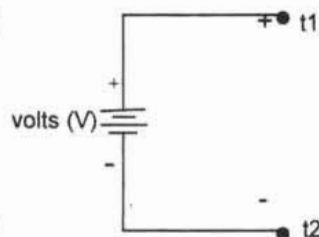
La diferencia de potencial se puede producir electrostáticamente frotando varillas, pilas secas u otras baterías químicas.

La diferencia de potencial también se designa con los nombres de fuerza electromotriz (fem) y voltaje.

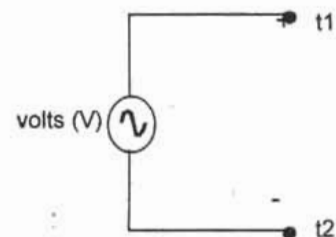
Una fuente ideal de voltaje es un dispositivo que produce un voltaje o diferencia de potencial de volts entre sus terminales, sin importar a que esté conectada. (Figura I.16.1).



I.16.1 Fuente ideal de c.d.



I.16.2 Batería o fuente real de c.d.



I.16.3 Fuente de c.a.

Figura I.16. Fuentes de voltaje

Para el dispositivo que se muestra en la Figura I.16.1, la terminal 1 está marcada con el signo (+) y terminal 2 con el signo (-), lo que indica que la terminal 1 se encuentra a un potencial eléctrico mayor que la terminal 2.

En la Figura I.16.2 se aprecia una fuente real de voltaje de corriente directa (c. d.) o batería, la diferencia con la fuente ideal es que la batería está limitada a un valor finito de voltaje y con el tiempo este valor va disminuyendo. Para el caso de alimentación de corriente alterna (c.a.), se tomará como fuente ideal de voltaje la corriente suministrada con valor límite dependiendo del tipo de subestación con que se cuente, Figura I.16.3.

Puesto que el voltaje producido por una fuente es en general en función del tiempo, la nomenclatura para representarlo es $V(t)$, pero generalmente se acepta la "V" sola.

I. F. RESISTIVIDAD

“La resistencia es la propiedad que tienen las sustancias o conductores, que en función de las dimensiones, el material y la temperatura de los mismos, en oposición al flujo de corriente, producida por una diferencia de potencial concreta. Esta resistencia se manifiesta en forma de calor, se representa por la letra R y su unidad de medida es el ohm.”

Todo material por el cual circula una corriente presenta una cierta resistencia al paso de la misma, una lámpara incandescente ejemplifica una resistencia. La unidad de la resistencia se denomina ohm y se representa por la letra griega omega (Ω), en honor a Georg Ohm quien descubrió que si un resistor R tiene un voltaje V(t) aplicado y una corriente I(t) que lo recorre, entonces si uno es la causa el otro es el efecto.



Figura I.17. Relación entre voltaje, corriente y potencia (ley de ohm).

Además, si la polaridad del voltaje y la dirección de la corriente son como las que se muestran en la Figura I.17, entonces se cumple lo siguiente:

- El voltaje será igual al producto de la resistencia por la corriente en función del tiempo:

$$V(t) = R \times I(t)$$

- La resistencia será igual a la división entre el voltaje y la corriente.

$$R = \frac{V(t)}{I(t)}$$

- La corriente será igual a la división entre el voltaje y la resistencia en función del tiempo.

$$I(t) = \frac{V(t)}{R}$$

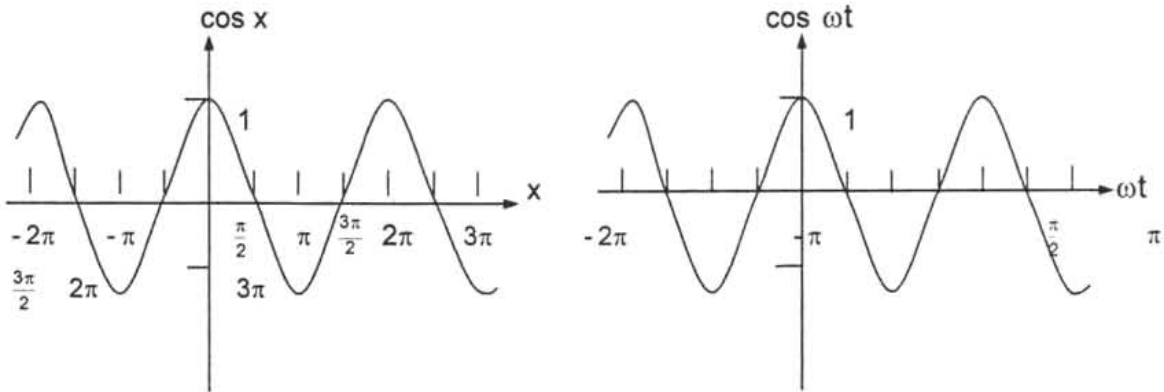
Las resistencias cambian en diferentes calibres de alambre de un mismo material, por lo que su diámetro será proporcionado por la American Wire Gage "AWG" (norma Americana para calibre de conductores).

Existen buenos y malos conductores por ejemplo, la resistencia que un cable ofrece al paso de la corriente eléctrica dependerá y se medirá por su grosor, longitud y el metal por el cual está fabricado, por lo que a menor resistencia del cable, mejor será la conducción de la electricidad en el mismo. El oro, la plata, el cobre y el aluminio son excelentes conductores de electricidad.

I. G. LA ONDA SENOIDAL

De todas las funciones simples halladas en ingeniería eléctrica, quizá la más importante es la senoide.

En la Figura I.18 a), se muestra la grafica de "X" contra el ángulo $\cos x$, cuyas unidades son radianes. Al variar el ángulo de X a ωt , se obtiene la gráfica de la Figura I.18 b), donde t es el tiempo en segundos., y así ω debe tener como unidades radianes por segundo. Se dice que ω es la frecuencia angular de ωt .



I.18 a) Forma senoidal en función de x

I.18 b) Forma senoidal en función de ωt

Figura I.18. Formas senoidales

Para obtener la gráfica de ωt contra el tiempo (t), se obtienen el cociente de los números del eje horizontal por ω (el resultado se muestra en la Figura I.19.). En esta gráfica es fácil apreciar que la función recorre un ciclo completo en $2\pi \omega$ segundos. El tiempo necesario para completar un ciclo se llama periodo de la senoide t , y se representa por T ; esto es, el número de segundos por ciclo.

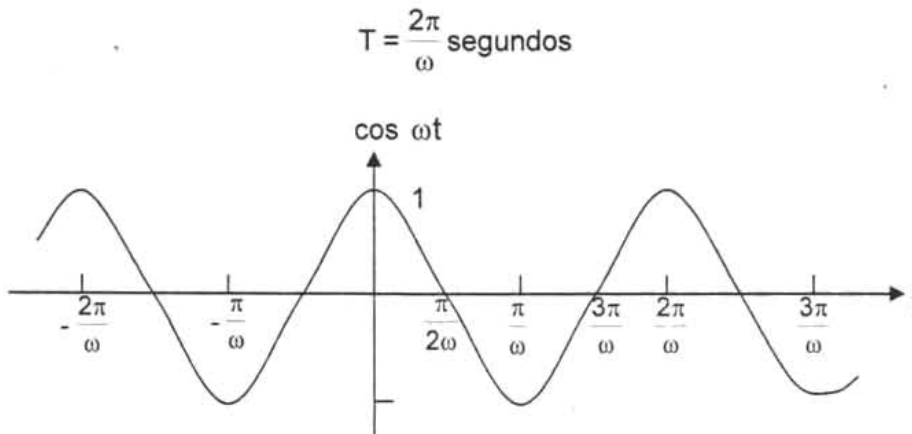


Figura I.19. Forma de onda del $\cos \omega t$ en función del tiempo

El recíproco de esta cantidad es el número de ciclos que ocurren en un segundo y se le denomina frecuencia (Figura I.20), y se determina por la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \frac{1}{\text{segundos}}$$

Donde:

f = **Frecuencia.** "Número de ciclos, oscilaciones o vibraciones realizadas por un movimiento periódico, y en particular por uno ondulatorio, por unidad de tiempo. Su unidad es el Hertz, que equivale a un ciclo por segundo, (el número de ciclos por segundos se designa por f y se denomina frecuencia real de la selenoide).

La expresión ciclos por segundo se ha sustituido por Hertz (Hz) en honor al físico alemán Heinrich Hertz. Por lo que, las relaciones entre las frecuencias real (f) y angular (ω) son las siguientes:

$$f = \frac{1}{2\pi} \text{Hertz (Hz)}$$

y

$$\omega = 2\pi f \left(\frac{\text{rad}}{\text{seg}} \right)$$

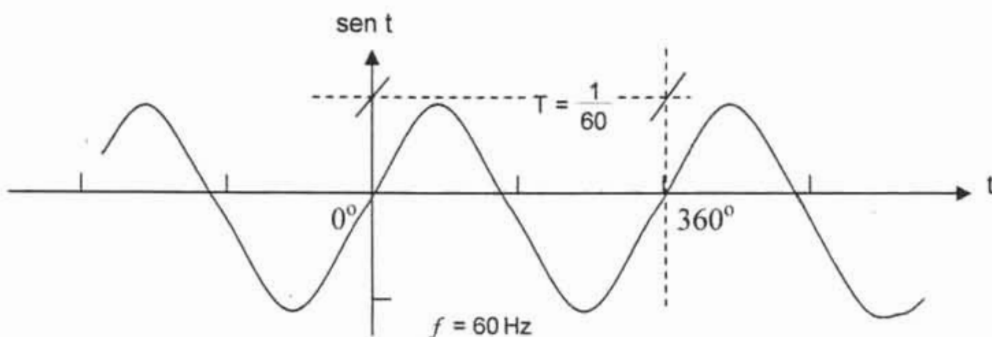


Figura I.20. Frecuencia a 60 Hz, el período T es $\frac{1}{60}$

I. H. POTENCIA

“La potencia es la energía eléctrica desarrollada por la cual se realiza un trabajo por unidad de tiempo, la potencia ya sea eléctrica o mecánica, significa la velocidad con que se hace un trabajo. Se representa por la letra P y su unidad de medida es el Watt (W)”

El trabajo realizado por unidad de tiempo, tomando en cuenta el producto del voltaje (energía por unidad de carga) y la corriente (carga por unidad de tiempo) se obtiene una cantidad que mide energía por unidad de tiempo, a esta se le conoce como potencia.

Por esta razón se define $P(t)$, a la potencia instantánea absorbida por un elemento.

$$P = V \times I$$

Para obtener una corriente a través de un elemento se requiere de cierta cantidad de energía o trabajo y esta es absorbida por el elemento. La unidad de potencia (joules por segundo) se denomina Watt.

Las definiciones que a continuación se presentan involucran formas senoidales, las cuales servirán como base de entendimiento para la comprensión de las diferentes potencias.

I. H. 1. Potencia aparente

“Producto de la tensión eficaz (de raíz cuadrada media) y la corriente eficaz entregada en un circuito de corriente alterna, sin tener en cuenta la diferencia de fase entre la tensión y la corriente. Se representa con la letra S ”.

En la actualidad la mayor parte de las cargas son combinadas: activas mas reactivas. A la suma de estas dos (suma vectorial) se le conoce como “potencia aparente” y se expresa en kilo-volt-ampere (kVA), total del sistema.

De lo anterior se deriva un parámetro que es factor de potencia el cual se expresa como la relación entre la potencia activa o real y la potencia aparente o total del sistema.

Las facturas de consumo de energía eléctrica se basan en la demanda y consumo de la energía activa. Al suministrar energía, la central generadora establece que se deberá mantener un factor de potencia de por lo menos el 90%, en caso de no cumplir se aplicarán multas cuando el factor de potencia sea menor al 90% y se hará acreedor a una bonificación cuando sea mayor al 90%.

En la Figura I.21 se muestra un dispositivo operando a un valor eficaz de voltaje V con una corriente eficaz I .

Por definición, la potencia aparente (S), asociado con el dispositivo es igual al producto $V \times I$, expresado en volts-ampere (VA). Los dos conductores del circuito transportan la potencia aparente, sin embargo, la potencia no fluye al igual que la corriente, no va por un conductor y regresa por el otro.

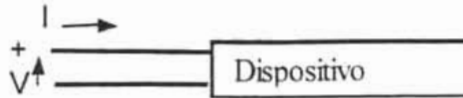


Figura I. 21. Polaridad arbitraria y flujo de corriente en un dispositivo

La potencia fluye, o bien hacia el dispositivo o se aleja de él. Desafortunadamente, si únicamente se conoce el valor de la potencia aparente, no se puede establecer si el flujo es una dirección o en otra. La razón es que el flujo de potencia depende del ángulo de fase entre el fasor de corriente y el fasor de voltaje.

A la potencia aparente, dada por el producto $V \times I$, también se le denomina potencia compleja. La forma trigonométrica de la potencia compleja se representa como:

$$S = V \times I \times \cos\phi + V \times I \times \text{sen}\phi = P + Q$$

donde:

ϕ es el ángulo de fase entre el voltaje y la corriente

El producto $V \times I \times \cos\phi$ es la parte real de la potencia compleja y se le conoce como potencia real o potencia activa (P). Al producto $V \times I \times \text{sen}\phi$ que es la parte imaginaria, se le conoce como potencia reactiva (Q). De esta manera la potencia aparente puede expresarse como:

$$S = P + jQ$$

La potencia aparente máxima que puede fluir a través de una línea de transmisión tiene influencia directa sobre su tamaño físico. De esta forma, si la corriente de línea (I) se incrementa, se deben emplear grandes conductores, si el voltaje (V) crece el espacio entre los conductores también crecerá. Consecuentemente, el tamaño el tamaño de una línea de transmisión depende directamente del producto $V \times I$.

I. H. 2. Potencia activa

Carga activa: *"Es la carga que convierte todas las energías consumidas en trabajo útil, por ejemplo: todos los sistemas que utilizan resistencias. Eléctricamente hablando es una carga en donde no hay defasamiento entre voltaje y corriente. Por lo anterior este dispositivo representa una demanda de potencia activa (kW)".*

El circuito de la figura I.19. a), consiste de un resistor conectado a una fuente de c. a., el voltaje y la corriente eficaz están designados por V e I respectivamente. Como era de esperarse en un circuito resistivo, los fasores de la corriente y del voltaje están en fase, Figura I.19. b).

Del mismo circuito de la Figura I.22., la forma de onda para la potencia, Figura I.22. c), consiste de una serie de ciclos positivos que varían de cero a un valor máximo de $2 \times V \times I$ (watts), esto por los valores efectivos de V e I. El que la potencia sea siempre positiva indica que ésta fluye siempre de la fuente al resistor.

Esta es una de las dos propiedades básicas del término de potencia activa (P). Aunque pulse de cero a un valor máximo, la potencia nunca cambia de signo.

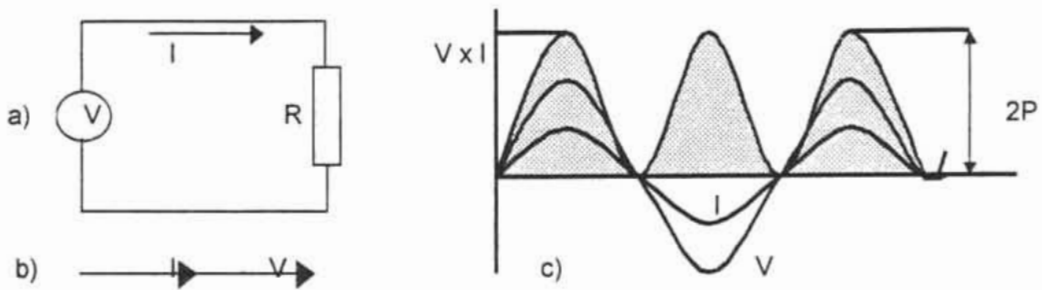


Figura I.22. Circuito resistivo: a) Diagrama; b) Fasores de voltaje y corriente; c) La potencia activa esta compuesta por una serie de ciclos positivos y nunca cambia de signo.

I. H. 3. Potencia reactiva

Carga reactiva: "Es la carga que requiere de una cantidad de energía para magnetización por lo que del 100% de la energía consumida no es toda la que se convierte en energía útil. Las cargas reactivas se pueden clasificar en dos tipos: la carga reactiva inductiva (por ejemplo motores, transformadores, balastos) y la carga reactiva capacitiva (por ejemplo los capacitores y algunos motores)".

Eléctricamente hablando, en la carga reactiva inductiva la corriente se retrasa con respecto al voltaje y en la carga reactiva capacitiva la corriente se adelanta con respecto al voltaje presentando comportamientos con respecto al voltaje totalmente opuesto. En estas condiciones, un dispositivo representa una demanda de potencia reactiva ya sea inductiva o capacitiva (kVAR).

En la Figura I.23. (a) se observa un circuito puramente inductivo. Para éste circuito, la corriente está retrasada 90° con respecto al voltaje. En este caso, la multiplicación de los valores instantáneos de voltaje y corriente proporciona una potencia que varía en magnitud y signo, Figura I.23. (b). Los ciclos positivos corresponden a la potencia instantánea que entrega la fuente al inductor. Los ciclos negativos representan la potencia instantánea que el inductor entrega a la fuente.

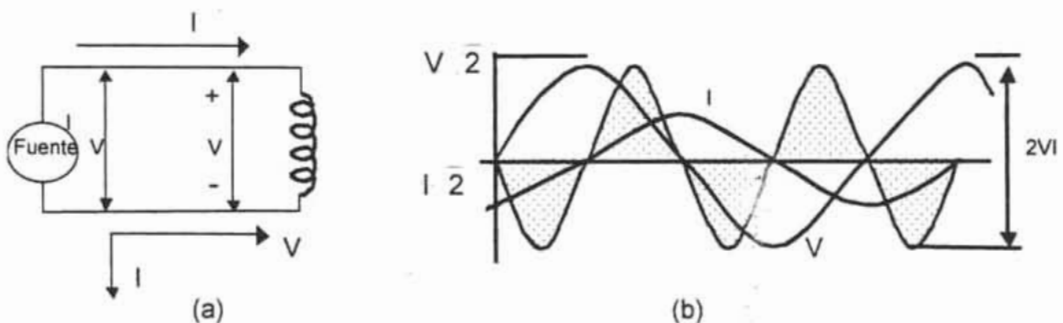


Figura I.23. Circuito simple en el que puede observarse el efecto de potencia reactiva

El área sombreada bajo cada ciclo es la energía transportada en una dirección o en otra. La potencia que varía de esta forma se le denomina potencia reactiva (Q). Dicha potencia también se obtiene por el producto $V \times I$. Sin embargo, para distinguir esta potencia de la potencia activa se utiliza la unidad de medición VAR (volt-ampere-reactivo).

Los instrumentos para medir la potencia reactiva se denominan vármetros. Dichos instrumentos multiplican el voltaje efectivo de línea y la corriente efectiva de línea I, donde ϕ es el ángulo de desfase entre I y V.

La potencia activa es la que realmente consume la carga eléctrica conectada a la línea de potencia, pero la potencia aparente es la que realmente se debe generar para un óptimo funcionamiento.

En la Figura I.24. se puede apreciar la importancia de la potencia reactiva Q, ya que cuando se tienen conectadas a la línea muchas cargas capacitivas o inductivas, la potencia Q crece por lo que la potencia aparente (S) que se debe soportar, tiene que ser más grande que la potencia activa (P) que es la que realmente consume la carga.

En la Figura I.24. c), se tiene una carga resistiva, donde $Q=0$ y todo lo que consume la carga es igual a la potencia aparente que se debe generar.

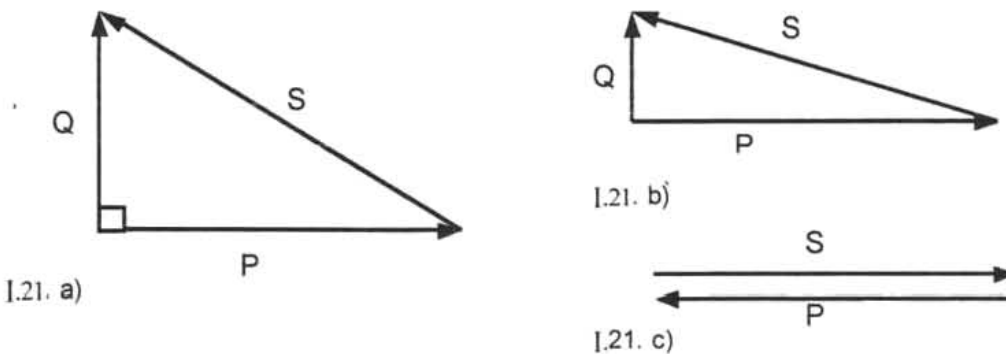


Figura I.24. a)Carga altamente inductiva. b)Carga inductiva/capacitiva pequeña. c)Carga resistiva.

donde:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

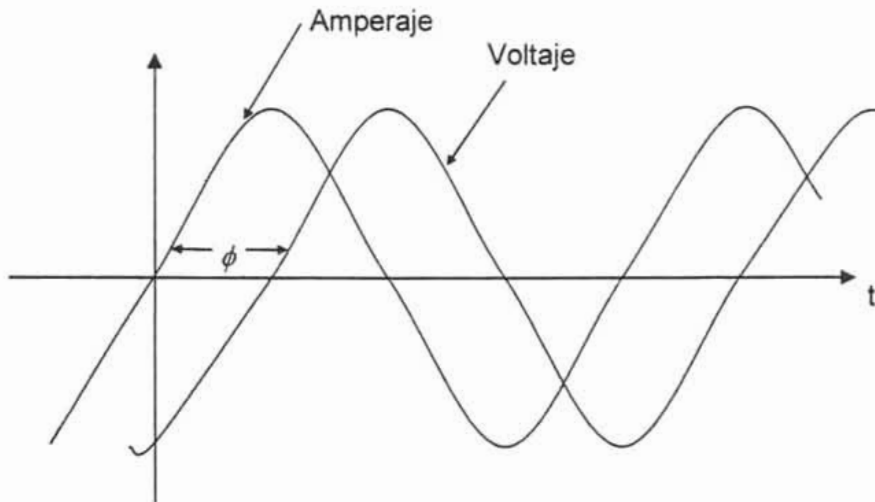
I. H. 4. Factor de potencia

“Cociente entre la potencia activa y la potencia aparente de un circuito de corriente alterna y se abrevia como FP”.

La potencia activa suministrada a un dispositivo que se encuentra en un circuito de corriente alterna, es igual al producto de la diferencia de potencial (voltaje) por la intensidad (corriente) y por el coseno del ángulo de desfase (ϕ). La magnitud $\cos \phi$ se denomina “factor de potencia” del dispositivo.

Según sea la naturaleza del dispositivo, dicho factor puede tener cualquier valor comprendido entre cero (cuando $\phi = 90^\circ$) y la unidad (cuando $\phi = 0^\circ$).

Las ecuaciones de potencia real o potencia activa para circuitos de corriente alterna tanto monofásicos como trifásicos son las siguientes:



Sistemas monofásicos:

$$P(t) = V(t) \times I(t) = W$$

Sistemas trifásicos:

$$P(t) = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

Donde V e I son los valores eficaces o la media raíz cuadrada (RMS) del voltaje y la corriente respectivamente. La cantidad $\cos \phi$ es el factor de potencia y ϕ es el ángulo de separación entre la señal de voltaje y la de corriente.

I. I. DESCUBRIMIENTOS E INNOVACIONES

En el transcurso del tiempo muchos investigadores se dieron a la tarea de saber como se forma y de que manera se le puede dar uso a la electricidad, por lo que a continuación en esta parte del capitulo se dará en orden cronológica algunos descubrimientos e innovaciones con respecto a este fenómeno "la electricidad".

600 a. C.

El griego Thales de Miletus, fue el primero en conocer las propiedades de atracción del ámbar sobre algunos objetos pequeños. Sin embargo fue el filosofo Griego Theopastus el que estableció, tres siglos después, en un tratado que otras sustancias tenían el mismo poder, dejando así constancia del primer estudio científico sobre electricidad.

1600

La reina Elizabeth I, ordena al fisico real William Gilbert estudiar los imanes para mejorar la exactitud de las brújulas usadas en la navegación, siendo éste trabajó la base principal para la definición de los fundamentos de la electrostática y el magnetismo.

Gilbert fue el primero en aplicar el término electricidad del Griego "electrón".

Gilbert es la unidad de medida de la fuerza electromotriz.

1672

El físico alemán Otto Von Guericke, desarrolló la primera máquina electrostática para producir cargas eléctricas, la máquina que consiste de una esfera de azufre torneada, con una manija a través de la cual la carga es inducida al posar la mano sobre la esfera.

1733

El francés Francois de Cisternay, fue el primero en identificar la existencia de dos cargas eléctricas, las cuales denominó electricidad vítrea y resinosa.

1745

Se desarrolla lo que daría paso al condensador eléctrico, la botella de Leyden por E.G. Von Kleist y Pieter Van Musschenbroeck en la Universidad de Leyden.

Con esta botella se almacenó electricidad estática.

1752

Benjamín Franklin, demostró la naturaleza eléctrica de los rayos.

Desarrolló la teoría de que la electricidad es un fluido que existe en la materia y su flujo se debe al exceso o defecto del mismo en ella. Inventó el pararrayos y los lentes bifocales.

1766

El químico Joseph Priestley, prueba que la fuerza que se ejerce entre las cargas eléctricas varía inversamente proporcional a la distancia que las separan.

Además demostró que la carga eléctrica se distribuye uniformemente en la superficie de una esfera hueca y, que en el interior de la misma, no hay un campo eléctrico, ni una fuerza eléctrica.

1776

Charles Agustín Coulomb, inventó la balanza de torsión con la cual, midió con exactitud la fuerza entre las cargas eléctricas y corroboró que dicha fuerza era proporcional al producto de las cargas individuales e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. (Ley de Coulomb).

Coulomb es la unidad de medida de carga eléctrica.

1800

Alejandro Volta, construye la primera celda electrostática y la batería capaz de producir corriente eléctrica. Su inspiración le vino del estudio realizado por el físico italiano Luigi Galvani sobre las corrientes nerviosas-eléctricas en las ancas de rana.

Galvani propuso la teoría de la electricidad animal, lo cual contrarió a Volta, quien creía que las contracciones musculares eran el resultado del contacto de dos metales con el músculo. Sus investigaciones posteriores le permitieron elaborar una celda química capaz de producir corriente continua, fue así como desarrolla la pila.

Volt es la unidad de medida del potencial eléctrico (tensión).

1801-15

Sir Humprhy Davy, desarrolla la electroquímica (nombre asignado por el mismo), explorando el uso de la pila o batería de Volta, tratando de entender como ésta funcionaba.

En 1801 observa el arco eléctrico y la incandescencia en un conductor energizado con una batería.

En 1806 y 1808 publica el resultado de sus investigaciones sobre la electrolisis, donde logra la separación del magnesio, bario, estroncio, calcio, sodio, potasio y boro.

En 1807 fabrica una pila con más de 2,000 placas doble, con la cual descubre el cloro y demuestra que es un elemento en vez de un ácido.

En 1815 inventa la lámpara de seguridad para los mineros.

Sin lugar a duda, el descubrimiento más importante lo realiza ese mismo año, cuando conoce al joven Michael Faraday y lo toma como su asistente.

1812

El matemático Francés Simeón-Denis Poisson, publica su trabajo más importante relacionado con la aplicación matemática a la electricidad y el magnetismo.

1819

El científico Danés Hans Christian Oersted, descubre el electromagnetismo, cuando en un experimento para sus estudiantes, la aguja de una brújula colocada accidentalmente

cerca de un cable energizado por una pila voltaica, se movió. Este descubrimiento fue crucial en el desarrollo de la electricidad, ya que puso en evidencia la relación existente entre la electricidad y el magnetismo.

Oersted es la unidad de medida de la reluctancia magnética.

1820

Los Franceses Jean-Baptiste Biot Y Félix Savart, determinan la "ley de Biot-Savart" mediante la cual, calculan la fuerza que ejerce un campo magnético producido sobre una carga eléctrica y definen que la intensidad del campo magnético producido por una corriente eléctrica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

1823

El Ingles William Sturgeon, construye el primer electroimán.

1823

El matemático y físico Francés André-Marie Ampere, establece los principios de la electrodinámica, cuando llega a la conclusión de que la fuerza electromotriz es producto de dos efectos: tensión y corriente eléctrica. Experimenta con conductores, determinando que estos se atraen si las corrientes fluyen en la misma dirección, y se repelen cuando fluyen en contra.

Ampere produce un excelente resultado matemático de los fenómenos estudiados por Oersted.

Ampere es la unidad de medida de la corriente eléctrica.

1826

El físico Alemán Georg Simón, fue quien formuló con exactitud la ley de las corrientes eléctricas, definiendo la relación exacta entre la tensión y la corriente (ley de Ohm).

Ohm es la unidad de medida de la resistencia eléctrica.

1828

El matemático Francés Georg Green, publicó el trabajo "An Essay on the Application of Mathematical Analysis to the Theories of Electricity and Magnetism", en el cual amplió el trabajo de Poisson obteniendo una solución general para el cálculo de los potenciales.

1828

El Americano Joseph Henry, perfeccionó los electroimanes, observó que la polaridad cambiaba al modificar la dirección del flujo de corriente, y desarrolló el concepto de inductancia propia.

1831

Michael Faraday, a los 14 años trabajaba como encuadernador, lo cual le permitió tener el tiempo necesario para leer y desarrollar su interés por la Física y Química, a pesar de su baja preparación formal, dio un paso fundamental en el desarrollo de la electricidad al establecer que el magnetismo produce electricidad a través del movimiento.

La tensión inducida en la bobina que se mueve en un campo magnético no uniforme fue mostrada por Faraday.

El Faradio es la unidad de medida de la capacitancia eléctrica.

1835

Samuel F. B. Morse, mientras regresaba de uno de sus viajes, concibe la idea de un simple circuito electromagnético para transmitir información "el telégrafo".

En 1837, se asocia con Henry y Vail con el fin de obtener financiamiento del Congreso de Estados Unidos de Norteamérica para su desarrollo, fracasa el intento, prosigue solo, obteniendo el éxito en 1843, cuando el congreso le aprueba el desarrollo de una línea de 41 millas desde Baltimore hasta el Capitolio en Washington D. C., la cual construye en 1844.

En 1858 The American Telegraph Company (ATC), construye el primer cable trasatlántico desde la costa este de su país hasta Irlanda.

1840-42

El físico Inglés James Prescott Joule, quien descubrió la equivalencia entre trabajo mecánico y la caloría, junto con el científico Alemán Herman Ludwig Ferdinand Helmholtz, quien definió la primera ley de la termodinámica demostraron que los circuitos eléctricos cumplían con la ley de la conservación de la energía y que la electricidad era una forma de energía.

Adicionalmente, Joule inventa la soldadura eléctrica de arco.

Joule es la unidad de medida de energía.

1845

El físico Alemán Gustav Robert Kirchhoff a los 21 años de edad, anunció las leyes que permiten calcular las corrientes, tensiones en redes eléctricas (leyes de Kirchhoff I y II).

Estableció las técnicas para el análisis espectral, con la cual determinó la composición del sol.

1847

El Inglés William Staite, recibió el crédito por el desarrollo de la lámpara de arco. Estas lámparas fueron comercialmente utilizadas a partir de 1876 con las mejoras introducidas por el Ruso Paúl Jablochhoff. Experimentado su apogeo entre 1880 y 1890.

1854

El matemático Inglés William Tomson (Lord Kelvin), con su trabajo sobre el análisis teórico sobre transmisión por cable, hizo posible el desarrollo del cable trasatlántico.

En 1851 definió la segunda ley de la termodinámica.

En 1858 inventó el cable flexible.

Kelvin es la unidad de medida de temperatura absoluta.

1859

El científico Alemán Julius Plücker, descubre los rayos catódicos.

1868

El científico Belga Zénobe-Théophile Gramme, construye la primera máquina de corriente continua (el dínamo), punto de partida de la nueva industria eléctrica.

En 1870 patenta la teoría de la máquina magneto-eléctrica para producir corriente continua.

1870

El matemático Inglés James Clerk Maxwell, formula las cuatro ecuaciones que sirven de fundamento de la teoría electromagnética. Deduciendo que la luz es una onda electromagnética y que la energía se transmite por ondas electromagnéticas a la velocidad de la luz.

Maxwell es la unidad del flujo magnético.

1876

El Escocés-Americano Graham Bell, inventa el teléfono.

1879

El físico Inglés Joseph Jhon Tomsom, demuestra que los rayos catódicos estaban constituidos de partículas atómicas de carga negativa, a los cuales llamó "corpúsculos", conocidos hoy en día como electrones.

1881

Thomas Alva Edison, produce la primera lámpara incandescente con un filamento de algodón carbonizado. Este filamento permaneció encendido por 44 horas.

En 1881 desarrolló el filamento de bambú con 1.7 lúmenes por Vatios.

En 1904 el filamento de tungsteno con una eficiencia de 7.9 lúmenes por Vatios y en 1910 la lámpara de 100 W con rendimiento de 10 lúmenes por Vatios.

En 1882 Edison instala el primer sistema eléctrico para vender energía para la iluminación incandescente, en los Estados Unidos de Norteamérica para la estación Pearl Street de la ciudad de Nueva York.

1884

Heinrich Rudolf Hertz, demostró la validez de las ecuaciones de Maxwell y las rescribió.

En 1888 recibe el reconocimiento por sus trabajos sobre las ondas electromagnéticas (propagación, polarización y reflexión de ondas).

Con esto abre la puerta al desarrollo de la radio.

Hertz es la unidad de medida de la frecuencia.

1884

El físico Inglés John Henry Poynting, alumno de Maxwell, publica un artículo en el cual demuestra que el flujo de energía podía calcularse mediante una ecuación que representa la interrelación entre el campo eléctrico y el magnético.

Esta ecuación representa el llamado Vector de Poynting.

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$$

1888

El Serbio-Americano Nikola Telsa, inventor e investigador quien desarrolló la teoría de campos rotantes, base de los generadores y motores polifásicos de corriente alterna. A N. Telsa se le puede considerar, sin duda alguna, como padre del sistema eléctrico que hoy en día disfrutamos.

Telsa es la unidad de medida de la densidad de flujo magnético.-

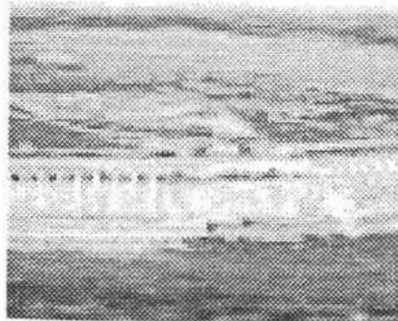
Además N. Telsa patentó mas de 700 inventos de los cuales se mencionarán algunos:

- Motor de inducción, la mejora del dínamo, el método para convertir y distribuir corrientes eléctricas.
- Motor de corriente alterna.
- Sistema de transmisión de potencia.
- Generador eléctrico
- Equipo para la producción de corrientes y tensiones de alta frecuencia.
- Mejoras en el transformador eléctrico.

Los derechos de sus patentes sobre sistemas de corriente alterna, transformadores, motores y generadores, los vendió a George Westinghouse fundador de la compañía Westinghouse, primera en iniciar el desarrollo comercial de la corriente alterna.

En 1893 en la feria de Chicago, G. Westinghouse y N. Telsa presentan todo un sistema eléctrico en corriente alterna (c. a.) a escala con el fin de demostrar sus bondades.

En 1895 Westinghouse pone en servicio la primera planta de generación de electricidad comercial en corriente alterna "la planta del Niagara".



CAPÍTULO II

GENERACIÓN ELÉCTRICA



“La energía es una de las partes fundamentales del universo, el cual está básicamente compuesto por materia y energía, aunque también es cierto que todo lo que constituye el universo existe y se mueve en espacio y tiempo. Además la energía permite la generación de electricidad”.

II. A. LA ENERGÍA

La energía es la capacidad de la materia que hace posible las transformaciones que se operan en la misma materia y, se puede convertir de una a otra forma al hacer un trabajo; por lo que una de las principales leyes del universo dice que: *“la energía no se crea ni se destruye; solamente es intercambiada de un objeto a otro o es transferida”.*

La variación de energía libre de una sustancia da lugar a un trabajo que se mide en las mismas unidades de la energía (Joule):

$$W = \text{energía o trabajo}$$

La energía puede existir en diferentes tipos o formas de las cuales muchas tiene que ver con el estudio de la electricidad y estas se mencionan a continuación:

- *Energía cinética:* Es aquella energía que genera un cuerpo en movimiento y esta dependerá de su masa y velocidad, por lo que entre más cuerpo tenga más trabajo puede realizar.
- *Energía potencial:* Es aquella energía que se encuentra en reposo y puede hacer trabajo, esto es: *“la posibilidad de hacer trabajo o energía almacenada”*, debido a que está sobre el nivel del suelo.
- *Energía calorífica:* Se le conoce también como energía térmica la cual interviene en los fenómenos caloríficos. Se usa para la generación de vapor y con este electricidad.
- *Energía mecánica:* Es aquel tipo de energía que se encuentra relacionada con el movimiento para realizar un trabajo.
- *Energía química:* Es aquella energía que mantiene unidos los átomos que forman una molécula. Cuando algunos tipos de materiales químicos se encuentran en un interior y reaccionan unos con otros, producen una carga eléctrica; como en el caso de las pilas que se utilizan en relojes y juguetes electrónicos.
- *Energía nuclear:* Es la energía que mantiene unidas las partículas que forman al átomo. Cuando el átomo es dividido esa energía se libera y a su vez se puede transformar en luz, calor o radiación.

- *Energía radiante:* Este tipo de energía se refiere generalmente a las ondas de calor, de luz o de radio.
- *Energía eléctrica:* Es la energía que se produce cuando los electrones viajan del polo positivo al polo negativo de un circuito eléctrico. Esta energía se transforma en luminosa, calorífica y cinética.

Se dice que la energía es aquello que hace o es capaz de realizar un trabajo. En el sistema Internacional (SI), el Joule es la medida en que se identifica. También se usa a nivel internacional la caloría (cal), y el consumo de energía eléctrica se expresa usualmente en Kilowatt-hora (Kwh.).

La energía eléctrica se divide en energía primaria y energía secundaria, pasando finalmente al lo que se conoce como energía útil (Figura II. 1).

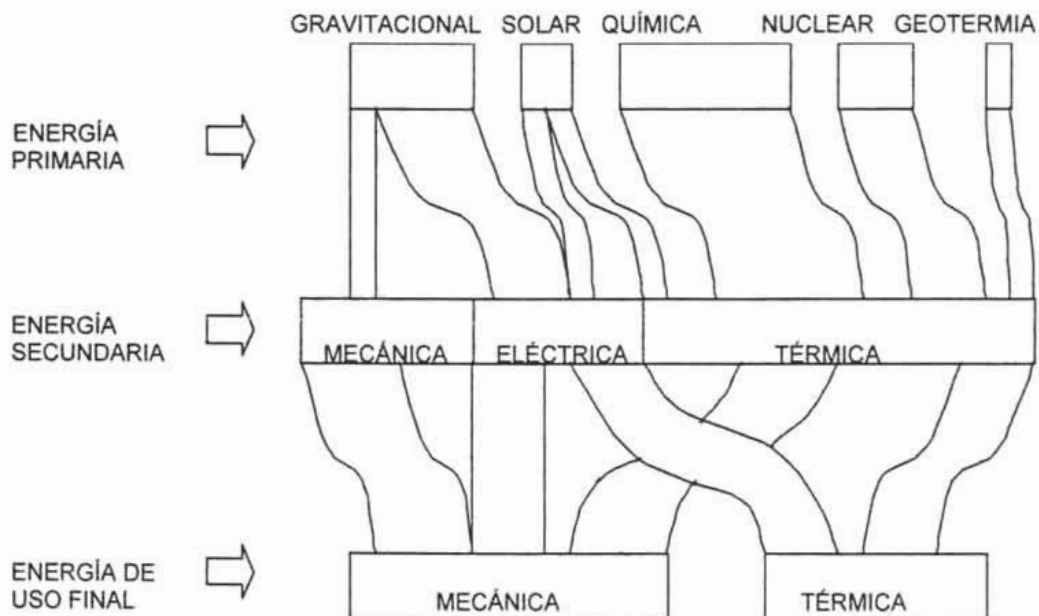


Figura II. 1. Proceso de la energía

Donde:

- *Energía primaria:* Es aquella energía conocida como combustibles fósiles, es decir, que se obtiene directamente de la naturaleza y que no ha sufrido transformación alguna.
- *Energía intermedia o secundaria:* Es aquella que proviene de la transformación de los energéticos, por ejemplo: la electricidad producida en centrales termoeléctricas, o en máquinas que utilicen gasolina o diesel principalmente.
- *Energía útil o de uso final:* Es aquella energía realmente aprovechada por el consumidor, ya sea en forma de calor o trabajo, por ejemplo, el calor de horno, la energía mecánica de un motor y, el flujo eléctrico en una lámpara.

II. B. FUENTES DE ENERGÍA

Aunque se conocen muchas maneras de convertir otras formas comunes de energía en electricidad, solo unas pocas se usan a gran escala. Por lo que el hombre para obtener potencia para la generación de electricidad utiliza las siguientes fuentes de energía:

- *Combustibles:* Son parte de la energía con la que contamos, siendo sustancias que contienen suficiente carbón e hidrógeno para la producción de importantes cantidades de calor, por medio de la oxidación química. Los principales combustibles son: carbón, gas natural, petróleo y sus derivados.

- *Corrientes de agua:* La energía aprovechable en las corrientes de agua tiene la forma de energía mecánica, ya que se puede encontrar como energía cinética en el caudal de una corriente o como energía potencial del agua que se encuentra a cierta altura respecto a un plano más bajo. Las plantas hidráulicas para la generación de energía eléctrica aprovechan precisamente esa energía del agua para convertirlas en energía eléctrica.

- *Mareas oceánicas y olas:* El fenómeno de las mareas se define como la variación periódica del nivel del mar y se presenta principalmente cerca de las costas, las variaciones de nivel provocan la formación de corrientes denominadas "corriente de marea", las cuales son provocadas por la atracción que ejerce el sol y la luna sobre los océanos, pero la variación del nivel esta influenciada por la forma del relieve de la costa.

- *Viento:* El aprovechamiento de energía contenida en los vientos ha servido a la humanidad por siglos y tal vez sea una de las formas de energía que el hombre aprendió a utilizar primero, pero en la actualidad la cantidad generada, de esta manera, es pequeña. Los gastos de instalación y operación inconstante, tienden a limitar el uso de los molinos de viento a servicios intermitentes, donde su potencia variable no sea problema serio, los servicios principales de esta naturaleza son: el bombeo de agua a tanques de almacenamiento y generación de energía eléctrica a baterías de almacenamiento.

- *Rayos solares:* Realmente en muy pocas ocasiones se han utilizado los rayos directos del sol para generación de potencia absorbiendo primero energía calorífica y aplicarlas después en algunos sistemas de máquinas térmicas. El principal inconveniente de esta fuerza de energía como baterías o acumuladores que deberán utilizarse de noche, asimismo, hay que tomar en cuenta que su rendimiento disminuye con los nublados.

Sin embargo existe en algunos lugares del mundo en los que reciben radiaciones solares en grandes cantidades y donde las fuentes de combustibles minerales escasean o faltan por completo, estos lugares ofrecen gran interés para la construcción de plantas de fuerza solar.

- *Calor terrestre:* Esta fuente de energía es conocida como energía geotérmica y su origen se debe a diversas causas que pueden ser:

- La liberación de vapor de enormes depósitos de agua sometida a grandes temperaturas, que yacen en la profundidad de la tierra.

- Por vapor producido en la infiltración de agua meteórica al ponerse en contacto con la fuente de calor terrestre, y este escapa por fracturas de la corteza terrestre debidas a plegamientos originados por el agrupamiento de masa terrestre.
- *Núcleos atómicos*: Dentro del núcleo de un átomo se encuentran grandes fuerzas de atracción y repulsión. La magnitud de esta clase de energía comparada con la masa es increíblemente mayor que cualquier otra fuente de energía.

II. C. MÉTODOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

La energía puede pasar fácilmente de una forma a otra. De hecho, todas las máquinas, motores y baterías usadas en la vida diaria, son "*convertidores de energía*" que necesitan otra forma de energía para poder trabajar como son el calor, luz o energía mecánica y estas son convertidas en energía eléctrica, es decir:

- De energía mecánica a energía eléctrica
- De energía química a energía eléctrica
- De energía radiante a energía eléctrica

II. D. TIPOS DE CENTRALES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

La clasificación de las plantas para la generación de energía eléctrica se pueden hacer a partir del tipo de fuente original de energía del cual el generador eléctrico logra el movimiento y la fuerza necesaria para generar electricidad.

Por lo anterior las Centrales o plantas de generación eléctrica se clasifican de la siguiente manera:

- Centrales eólicas
- Centrales mareomotrices
- Centrales geotérmicas
- Centrales nucleoeléctricas
- Centrales termoeléctricas
- Centrales hidroeléctricas
- Centrales de combustión interna

CENTRALES EOLOELÉCTRICAS

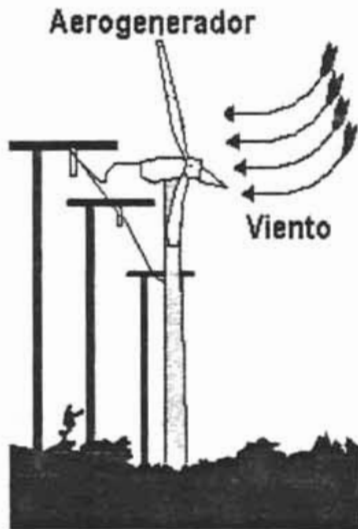


Figura II. 2. Central eólica

Este tipo de Central convierte la energía del viento en energía eléctrica mediante una aeroturbina que hace girar un generador (Figura II. 2). La energía eólica está basada en aprovechar un flujo dinámico de duración cambiante y con desplazamiento horizontal. La cantidad de energía obtenida es proporcional al cubo de la velocidad del viento, lo que muestra la importancia de este factor.

Los aerogeneradores aprovechan la velocidad de los vientos comprendidos entre 5 y 20 metros por segundo. Con velocidades inferiores a 5 metros por segundo el aerogenerador no funciona y por encima del límite superior debe pararse para evitar daños a los equipos.

CENTRALES MAREOMOTRICES

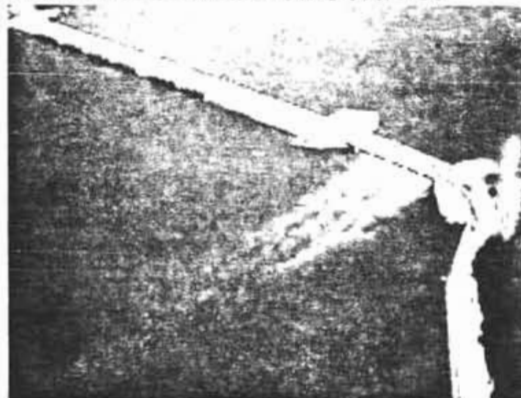


Figura II. 3. Central Mareomotriz

En estas Centrales (Figura II. 3), se explota la energía hidráulica asociada al movimiento de las mareas, canalizada por medio de diques y compuertas, de esta manera es transformada en energía mecánica en una turbina hidráulica (en México no existen este tipo de centrales).

Las Centrales Mareomotrices deben ser colocadas en paso de agua de mar, al vaso y viceversa.

Las centrales mareomotrices operan bajo dos principios básicos:

- *Efecto simple al salir del agua:* Durante la marea ascendente se llena al embalse, y en el momento de marea mayor se cierra el paso del agua y se espera a vaciar el embalse a través de las turbinas, una vez que la marea descendente haya creado una altura necesaria.
- *Efecto simple al llenar el embalse:* En este caso se produce la energía por llenando del embalse cuando la marea sube y pasa a través de las turbinas en dirección del embalse referido.

La Central es un casco metálico en forma de un pequeño submarino donde se encuentra el alternador y una turbina tipo Kaplan de aspas modificables según fluya la corriente en uno u otro sentido (aspas y directrices móviles).

El casco o bulbo está colocado en un conducto hidráulico de la presa, el paso al interior se hace por medio de una chimenea que desemboca hacia las salas de control y tableros.

CENTRALES GEOTÉRMICAS

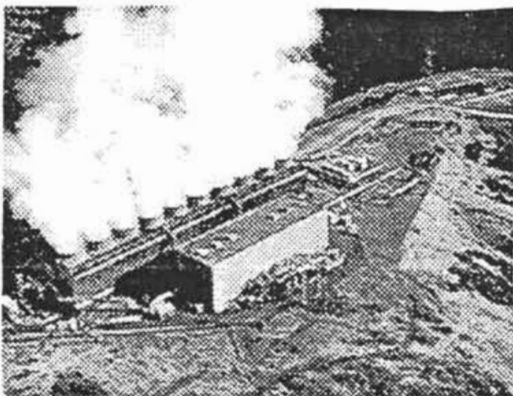


Figura II. 4. Central Geotérmica

Este tipo de Centrales (Figura II. 4), son aquellas que utilizan vapor natural del subsuelo para alimentar las turbinas que mueven los generadores eléctricos.

El vapor es conducido a las centrales por medio de tubos aisladores de gran diámetro que se introducen ya sea directamente a la turbina o bien se obtienen vapor puro por medio de cambiadores de calor, para después introducirlo a la turbina.

Los elementos de una planta Geotérmica son los siguientes:

- Turbinas
- Condensadores
- Equipo de extracción
- Sistema de enfriamiento
- Sistema eléctrico

CENTRALES NUCLEOELÉCTRICAS

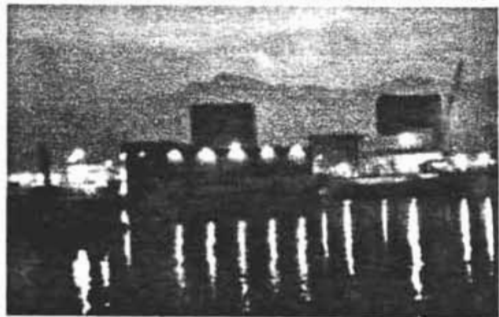
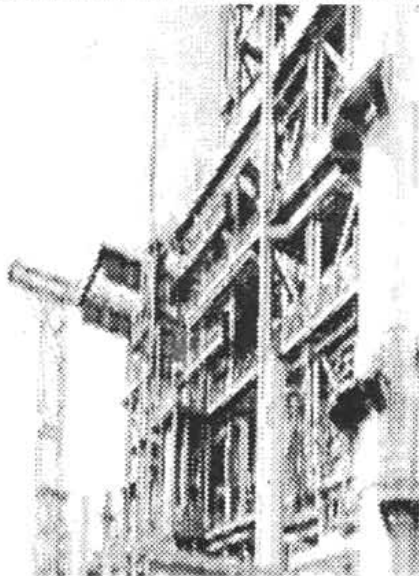


Figura II. 5. Central Nucleoeléctrica

Las Centrales de este tipo (Figura II. 5), poseen cierta semejanza con las termoeléctricas convencionales, ya que también utilizan vapor a presión para mover las turbinas o turbogeneradores. En este sentido, se aprovecha el calor que se obtiene al fisiónar los átomos de un isótopo de uranio en el interior de un reactor, para producir el vapor que activa a las turbinas.

CENTRALES TERMOELÉCTRICAS



En el proceso de una Central Termoeléctrica (Figura II. 6), existe una clasificación de tipos de generación de acuerdo a la tecnología utilizada para hacer girar los generadores eléctricos, denominándoseles como sigue:

- *Vapor*: Con vapor se produce el movimiento de una turbina acoplada al generador eléctrico.
- *Turbogas*: Con los gases de combustión se produce el movimiento de una turbina acoplada al generador eléctrico.
- *Combustión Interna*: Con un motor de combustión interna se produce el movimiento del generador eléctrico.

Figura II. 6. Planta Termoeléctrica

Una segunda clasificación corresponde al tipo de Centrales que utilizan una combinación de las tecnologías de turbogas y vapor para la generación de energía eléctrica, denominada:

- *Ciclo combinado*

Otra clasificación de las Centrales Termoeléctricas corresponde al combustible primario para la producción de vapor, según:

- Vapor (combustóleo, gas y diesel)
- Carboeléctricas (carbón)
- Dual (combustóleo y carbón)
- Geotermoeléctricas (vapor extraído del subsuelo)
- Nucleoeléctrica (uranio enriquecido)

La capacidad efectiva instalada y la generación de cada una de estos tipos de generación termoeléctrica, es la siguiente:

Una Central Termoeléctrica de tipo vapor es una instalación industrial en la que la energía química del combustible se transforma en energía calorífica para producir vapor, este se conduce a la turbina donde su energía cinética se convierte en energía mecánica, a la que se transmite a un generador, produciendo energía eléctrica.

Los pasos de transformación de energía que lleva a cabo este tipo de Centrales es la siguiente (Figura II. 7):

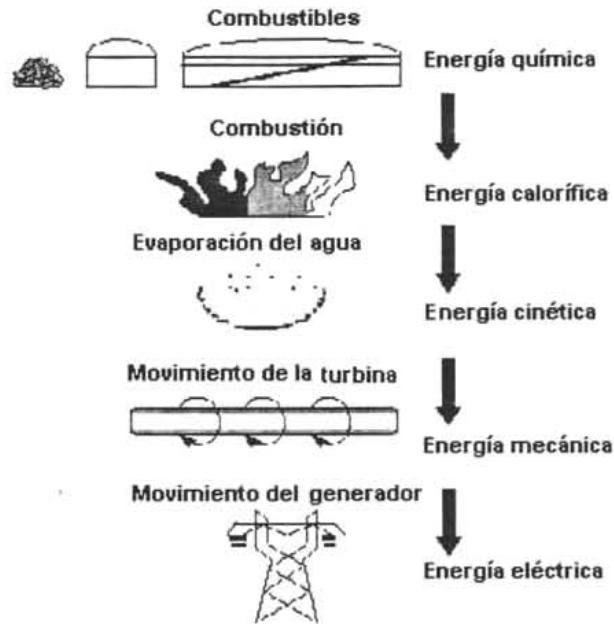


Figura II. 7. Transformación de la energía en una Termoeléctrica

Las Centrales Termoeléctricas tipo vapor (Figura II. 8), utilizan el poder calorífico de combustibles derivados del petróleo (combustóleo, diesel y gas natural), para calentar agua y producir vapor con temperaturas del orden de los 520°C y presiones entre 120 y 170 kg/cm^2 , para impulsar las turbinas que giran a 3600 r.p.m. (revoluciones por minuto).

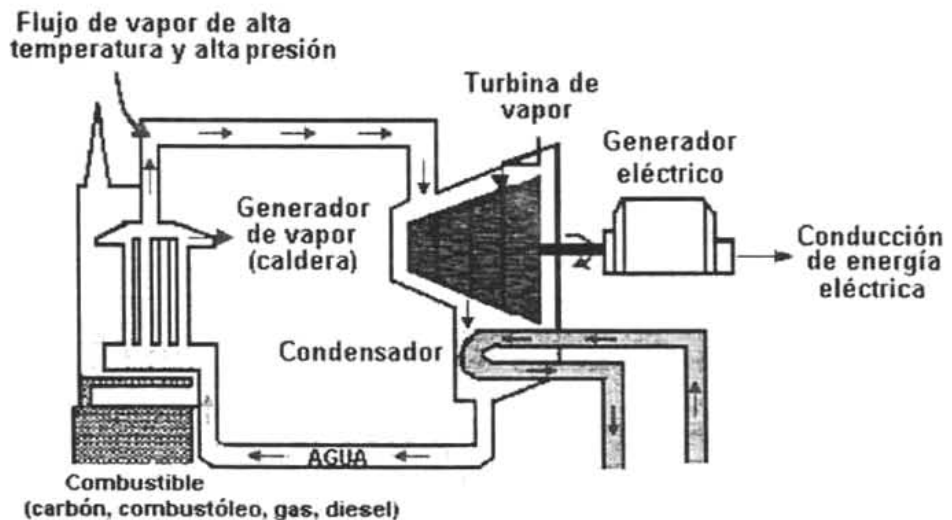


Figura II. 8. Esquema de una Termoeléctrica

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

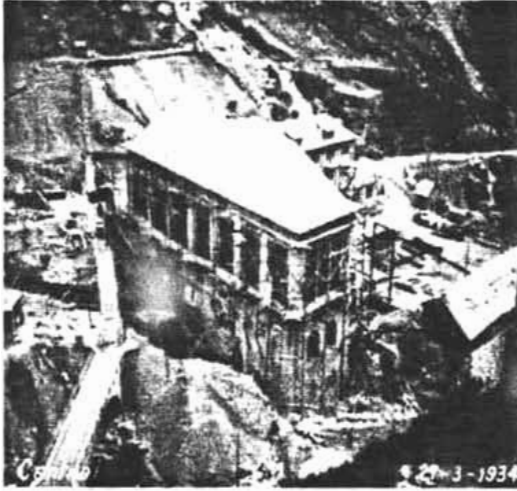


Figura II. 9. Planta Hidroeléctrica

En estas Centrales (Figura II. 9), se utiliza la energía potencial del agua como fuente primaria para generar electricidad. Estas plantas se localizan en sitios donde existe una diferencia de altura entre la Central eléctrica y el suministro de agua. De esta forma, la energía potencial del agua se convierte en energía cinética que es utilizada para impulsar el rodete de la turbina y hacerla girar para producir energía mecánica. Acoplado a la flecha de la turbina se encuentra el generador que finalmente convierte la energía mecánica en eléctrica.

Una característica importante es la imposibilidad de su estandarización, debido a la heterogeneidad de los lugares donde se dispone de aprovechamiento hidráulico, dando lugar a una variedad de diseños, métodos constructivos, tamaños y costos de inversión (Figura II. 10).

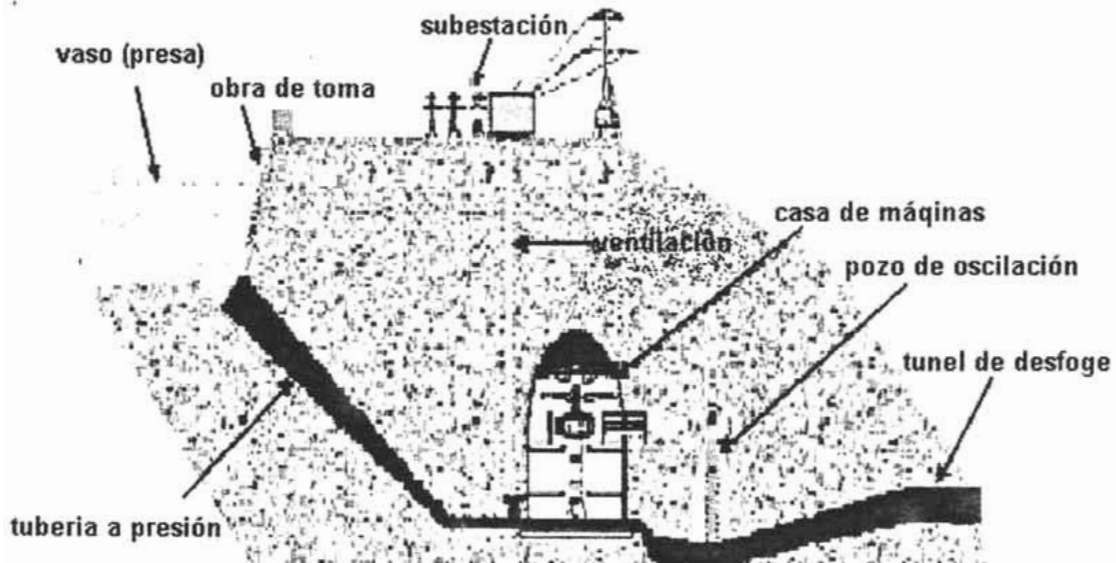


Figura II. 10. Esquema de una Planta Hidroeléctrica

Las Centrales Hidroeléctricas se pueden clasificar de acuerdo con dos diferentes criterios fundamentales, a saber:

- Por su tipo de embalse
- Por la altura de la caída del agua.

CENTRALES DE COMBUSTIÓN INTERNA

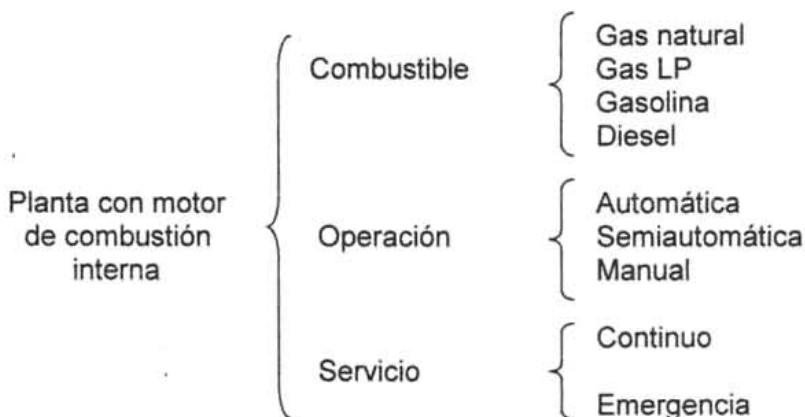


Otra forma de generar electricidad es con Centrales o plantas de Generación con motor de combustión interna, conocidas como plantas de emergencia (Figura II. 11).

Este tipo de plantas utilizan la energía térmica desprendida de la combustión para producir un movimiento mecánico a una flecha que se encuentra acoplada al rotor de un generador y que por inducción electromagnética va a producir un voltaje en las terminales de este último.

Figura II. 11. Planta de emergencia

Una planta de combustión interna se puede clasificar de la siguiente manera:



Una planta de servicio de emergencia está conformada principalmente por los siguientes componentes.

- Motor diesel de 3, 4, 6 y 12 cilindros en línea
- Generador de corriente alterna (2, 4 polos)
- Sistemas de control y regulación.

Este tipo de plantas pueden tener una capacidad de generación entre los 20 kW. y 2,500 kW.

II. E. SISTEMA ELÉCTRICO EN MÉXICO

El sector eléctrico en México comprende dos empresas propiedad de la Nación: Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Luz y Fuerza del Centro, esta última opera en el área metropolitana de la Ciudad de México y la primera en el resto del país. Las dos verticalmente en generación, transmisión y distribución.

La generación de energía eléctrica en México se realiza por medio de todas las tecnologías disponibles en la actualidad, desde las tradicionales centrales hidroeléctricas y termoeléctricas hasta las modernas plantas de energía solar, eólica y nuclear, iniciando a finales del siglo XIX. En 1879 se instaló en León, Guanajuato, la primera planta generadora del país, misma que fue utilizada por la fábrica textil La Americana. En un principio la energía eléctrica se usó en la producción, esencialmente en la industria textil y minera y, marginalmente, en el alumbrado público.

En 1889, entró en operación la primera planta hidroeléctrica en Batopilas, Chihuahua. Las plantas generadoras que servían a las fábricas y minas en las que fueron instaladas extendieron sus redes de distribución donde encontraron mercados laterales atractivos como el comercio, el alumbrado público y los servicios residenciales de las familias con mayor capacidad económica.

Durante el régimen de Porfirio Díaz, se otorgó al sector eléctrico el carácter de servicio público. Justamente en esa época se colocaron las primeras 40 lámparas "de arco" en la Plaza de la Constitución, conocida actualmente como el Zócalo del Distrito Federal, a lo que siguió el alumbrado de la Alameda Central con 100 lámparas y más tarde la iluminación eléctrica de la entonces calle de Reforma y otras más del centro de la capital mexicana.

En esta etapa, el mercado eléctrico Mexicano atrajo a compañías internacionales con gran experiencia y capacidad económica que constituyeron empresas como The Mexican Light and Power Company, de origen canadiense, que se instaló en la capital y se extendió en el centro del país.

Al iniciarse el siglo XX, México contaba con una capacidad de 31.0 MW, propiedad de empresas privadas; para 1910 eran 50.0 MW de los cuales el 80% lo generaba The Mexican Light and Power Company, gracias al desarrollo en los años 1900-1905 del primer gran proyecto hidroeléctrico: la planta Necaxa, en el estado de Puebla. En ese período comenzó el primer esfuerzo para ordenar la industria eléctrica con la creación de la Comisión Nacional para el Fomento y Control de la Industria de Generación y Fuerza, conocida posteriormente como Comisión Nacional de Fuerza Motriz.

En la segunda década del siglo XX, llega a México el consorcio The American and Foreign Power Company, que instaló tres sistemas interconectados en el norte del territorio nacional. En el occidente del país se extendió otro consorcio de empresarios extranjeros que conformaron la Compañía Eléctrica de Chapala, con sede en Guadalajara.

Estas dos compañías eléctricas junto con The Mexican Light and Power Company, adquirieron las concesiones e instalaciones de la mayor parte de las pequeñas empresas

que funcionaban en los territorios de sus áreas de influencia, y extendieron sus redes de distribución a los mercados económicos más atractivos de las ciudades en que operaban.

Ante este panorama monopólico de tres empresas, el 2 de diciembre de 1933 se decretó la creación de la Comisión Federal de Electricidad, considerándose por vez primera a la electricidad como una actividad de utilidad pública. Sin embargo, fue hasta cuatro años después, el 14 de agosto de 1937, cuando se inauguró y entró en operación la CFE. En ese momento la capacidad instalada en el país era de 629.0 MW, que en los primeros cinco años de la existencia de la CFE sólo aumentó a 681.0 MW, debido a que las empresas extranjeras suspendieron sus planes de expansión.

Para diciembre de 1995, las redes de transmisión de la Comisión Federal de Electricidad alcanzaban una longitud de 66,674 km, de los cuales 31,627 km correspondían a la red de transmisión en tensiones de 400, 230, 161, 150 y 138 kW, en tanto que los otros 35,047 km pertenecían a la red de subtransmisión en tensiones de 115, 85 y 69 kW. Por su parte, en la red de distribución se contaba con 277,232 km de líneas a tensiones de 34.5 kW, 23 kW, 13.8 kW, 6.6 kW, 4.16 kW, y 2.4 kW.

La capacidad total de transformación del sistema del citado organismo se incrementó en un 1.3% respecto a 1994; de esta forma, el sistema de transformación alcanzó una capacidad de 114.701 MW, correspondiendo 41.891 a subestaciones elevadoras y 72.810 MW a subestaciones reductoras.

En el año 1996 se autorizan permisos a distintas empresas para la construcción de varias plantas generadoras de energía eléctrica, junto con otros tipos de energías térmicas secundarias, situadas en Monterrey, San Nicolás de los Garza y Villa de García (Nuevo León), Altamira (Tamaulipas) y Tamuin (San Luis Potosí); ésta última proporcionando energía a diez plantas cementeras ubicadas en la capital del Estado, así también en: Jalisco, Guanajuato, Puebla, Hidalgo y en el estado de México.

Las centrales Nucleoeléctricas se utilizan en países como los Estados Unidos de América, Francia y Japón; para la república Mexicana, Laguna Verde es la única central nucleoelectrica del país y se encuentra ubicada sobre la costa del Golfo de México, en el municipio de Alto Lucero, estado de Veracruz. Está integrada por dos unidades, cada una con una capacidad de 682.44 MW (Mega Watts eléctricos); los reactores son tipo Agua Hirviente (BWR-5) y la de contención del tipo Mark II de ciclo directo.

Esta central cuenta con dos unidades, la Unidad 1 generando más de 49.9 millones de MWh, con una disponibilidad de 83.9% y un factor de capacidad de 79.5%; mientras que la Unidad 2 genera más de 30 millones de MWh, siendo su factor de disponibilidad de 85.6% y el de capacidad de 81.8%. Ambas unidades representan el 3.72% de la capacidad efectiva instalada de CFE, con una contribución a la generación del 4.64%.

En cuanto a la seguridad en la operación de la Central de Laguna Verde, esta cumple con las más estrictas normas; su operación la vigilan los diversos organismos reguladores nacionales e internacionales responsables de la correcta aplicación de la energía nuclear para el progreso. En el mundo existen más de 400 unidades Nucleoeléctricas que operan actualmente, las que han demostrado que el riesgo es inferior al de cualquier planta industrial que utilice calor para trabajar, ya que desde el diseño, construcción y operación de una nucleoelectrica el énfasis fundamental está precisamente en garantizar la seguridad.

El potencial destinado al proyecto denominado "Mini Hidroeléctrico", para centrales con producción inferior a 10 MW, asciende a 3.250 MW, de acuerdo con las estimaciones realizadas por la Comisión Federal de Electricidad. Este potencial se desarrolla de forma prioritaria en los estados de Veracruz, Hidalgo, Puebla y Michoacán, por lo que se está estudiando la conveniencia de reformar, mejorar y crear nuevas centrales con estas características.

Respecto a los proyectos eolieléctricos, su potencial probable asciende a 2.830 MW, identificado principalmente en los estados de Oaxaca, Zacatecas, Quintana Roo, Veracruz, Hidalgo y Baja California. Dentro del municipio de Zacatecas se ejecuta un proyecto de 2 MW mediante el aprovechamiento de modernos generadores aéreos.

El aprovechamiento de las distintas fuentes existentes permitió una generación de energía eléctrica de 145.628 GW en 1996, dato que supuso un crecimiento del 4% con relación al año anterior; la capacidad instalada de energía eléctrica del sector estatal aumentó, por su parte, en un 5.3%. De la capacidad total instalada, el 28.8% es de origen hidroeléctrico, el 57,7% de termoeléctrico, el 7.4% de carboeléctrico y el 3.7% de nucleoeeléctrico, correspondiendo el 2.4% restante a otros tipos de generación, como la geotérmica y la eólica.

CAPACIDAD INSTALADA DE ENERGÍA ELÉCTRICA				
DEL SECTOR ESTATAL				
Potencia real en MW.				
Tipo	1993	1994	1995	1996
Termoeléctrica	17.718,3	19.198,3	19.394,8	20.109,5
Hidroeléctrica	8.171,0	9.131,0	9.329,0	10.038,4
Carboeléctrica	1.900,0	1.900,0	2.250,0	2.600,0
Nucleoeeléctrica	675,0	675,0	1.309,1	1.309,1
Geotermoeléctrica	740,0	752,9	752,9	743,9
Eólica	0	1,6	1,6	1,6
Total	29.204,3	31.648,8	33.037,3	34.802,5

Fuente: Secretaría de Energía, con datos de CFE y LFC.

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA,			
POR TIPO DE PLANTA			
En miles de millones de Wh.			
Tipo	1995	1996	1997
Hidroeléctrica	27.216	31.319	16.845
Vapor	64.757	70.776	43.214
Geotermoeléctrica	5.453	5.523	3.074
Carboeléctrica	13.436	16.595	9.451
Nucleoeeléctrica	8.108	7.531	6.095
Otras (2)	16.624	13.827	9.552
Total	135.593	145.628	88.231

(2) Incluye ciclo combinado, turbogás, combustión interna, dual y eólica.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

Tabla II.1. Capacidad instalada y producción de energía eléctrica durante los años 1993 hasta 1997.

Para conducir la electricidad desde las plantas de generación hasta los consumidores finales, CFE cuenta con las redes de transmisión y de distribución, integradas por las líneas de conducción de alta, media y baja tensión.

Concepto	1970	1980	1990	1993	1994
Producción (1)	28.707	66.954	122.448	133.745	144.276
Hidroeléctrica	15.005	16.91	...	...	26.586
Geotérmica	0	0	...	...	521
Nuclear	0	0	...	...	4.28
Térmica convencional	13.701	49.129	...	...	107.456
Potencia instalada (2)	7.318	16.985	29.483	32.388	35.466
Potencial hidroeléctrico(3)	25.25	25.25	...	...	52.091
(1) En millones de kilovatios hora (GWh).					
(2) En miles de kilovatios hora (MWh).					
(3) Económicamente aprovechable; en miles de kilovatios (MW).					
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.					

Tabla II.2. Principales indicadores del sector eléctrico.

Transmisión

La red de transmisión considera los niveles de tensión de 400, 230, 161 y 150 kilovolts (kV). Al finalizar junio del año 2004 esta red alcanzó una longitud de 42,537 km (Tabla II.3).

Nivel de tensión (kV)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004*
400	10,623	10,979	11,337	11,908	12,249	12,399	13,165	13,695	14,504	15,998	17,134
230	18,217	18,532	18,878	19,374	20,292	21,224	21,598	22,645	24,060	24,773	24,928
161	427	456	456	456	456	456	508	508	646	470	475
150	766	445	445	66	66	0	0	0	0	0	0
Total	30,033	30,412	31,116	31,804	33,063	34,079	35,271	36,848	39,210	41,241	42,537

*Cifras al 30 de junio de 2004

Tabla II. 3. Longitud de líneas de transmisión (km)

Transformación

La transformación es el proceso que permite, utilizar subestaciones eléctricas, cambiar las características de la electricidad (voltaje y corriente) para facilitar su transmisión y distribución. Ésta ha crecido en paralelo al desarrollo de la red de transmisión y distribución, contando al 30 de junio del año 2004 con 165,132 MVA, de los cuales el 76.93% corresponde a subestaciones de transmisión y el restante 23.07% a subestaciones de distribución (Tabla II. 4).

Tipo de Subestación	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	*2004
Transmisión	88,072	89,006	90,953	94,519	98,462	104,543	107,846	113,556	119,709	125,073	127,033
Distribución	25,165	25,695	26,220	27,117	28,241	29,866	31,673	33,078	36,232	37,702	38,099
Total	113,237	114,701	117,173	121,636	126,703	134,409	139,519	146,634	155,941	162,775	165,132

*Cifras al 30 de junio de 2004

*MVA = millones de volt-amperes

Tabla II. 4. Capacidad en subestaciones (MVA)

Distribución

La red de distribución la constituyen las líneas de subtransmisión con niveles de tensión de 138, 115, 85 y 69 kilovolts (kV); así como, las de distribución en niveles de 34.5, 23, 13.8, 6.6, 4.16 y 2.4 kV y baja tensión. Al 30 de junio del año 2004, la longitud de estas líneas fue de 43,879 km y 583,998 km, respectivamente (Tabla II. 5).

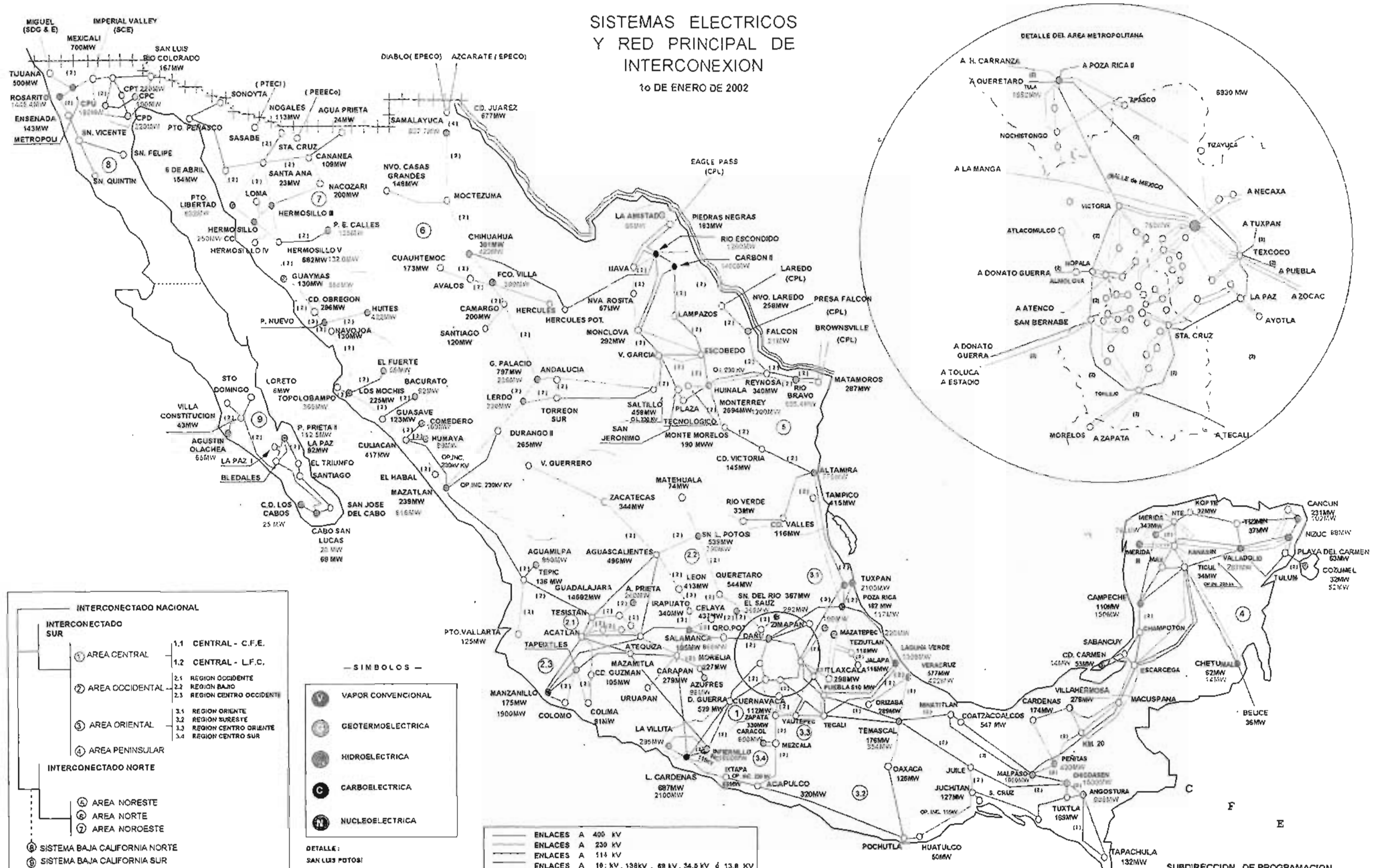
Nivel de tensión (kV)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003*	2004*
Subtransmisión											
138	1,156	1,215	1,171	1,171	1,176	1,018	1,029	1,051	1,086	1,340	1,358
115	30,910	31,336	30,344	30,920	32,308	34,151	34,972	36,199	38,048	38,773	39,020
85	234	215	220	185	185	185	186	186	140	140	140
69	3,567	3,496	3,566	3,487	3,459	3,490	3,441	3,360	3,381	3,364	3,361
Subtotal	35,867	36,262	35,301	35,763	37,128	38,844	39,627	40,795	42,655	43,617	43,879
Distribución											
34.5	52,508	55,600	54,897	55,638	57,135	58,996	60,300	61,756	62,725	63,654	64,066
23	19,510	19,928	20,505	22,056	22,765	23,323	23,756	24,663	25,826	26,366	27,176
13.8	198,609	200,988	211,533	219,253	226,922	233,232	239,748	246,304	251,771	257,462	263,451
6.6 1_/	771	716	683	688	600	587	582	572	575	575	555
Baja tensión	190,507	194,317	196,960	205,902	208,765	211,969	215,369	221,079	222,164	225,147	228,750
Subtotal	461,905	471,549	484,578	503,537	516,187	528,107	539,755	554,375	563,062	573,204	583,998
Total de líneas de Distribución	497,772	507,811	519,879	539,300	553,315	566,951	579,382	595,170	605,717	616,822	627,877
Total CFE 2 /	527,805	538,223	550,995	571,104	586,378	601,030	614,653	632,018	644,927	658,063	670,414

Tabla II. 5. Longitud de líneas de distribución (km)

A continuación se muestra un mapa del Sistema Eléctrico en México (Enero del 2002).

SISTEMAS ELECTRICOS Y RED PRINCIPAL DE INTERCONEXION

1o DE ENERO DE 2002



INTERCONECTADO NACIONAL

INTERCONECTADO SUR

- 1.1 CENTRAL - C.F.E.
- 1.2 CENTRAL - L.F.C.
- 2.1 REGION OCCIDENTE
- 2.2 REGION BAJO
- 2.3 REGION CENTRO OCCIDENTE
- 3.1 REGION ORIENTE
- 3.2 REGION SURESTE
- 3.3 REGION CENTRO ORIENTE
- 3.4 REGION CENTRO SUR

INTERCONECTADO NORTE

- 5. AREA NORESTE
- 6. AREA NORTE
- 7. AREA NOROESTE
- 8. SISTEMA BAJA CALIFORNIA NORTE
- 9. SISTEMA BAJA CALIFORNIA SUR

- SIMBOLOS -

- V VAPOR CONVENCIONAL
- G GEOTERMIELECTRICA
- H HIDROELECTRICA
- C CARBOELECTRICA
- N NUCLEOELECTRICA

ENLACES

- ENLACES A 400 KV
- ENLACES A 230 KV
- ENLACES A 110 KV
- ENLACES A 10, 138KV, 69 KV, 34.5 KV & 13.8 KV

DETALLE:
SAN LUIS POTOSI
700 MW. CAP. INSTALADA
6398 MW : DEMANDA

SUBDIRECCION DE PROGRAMACION
GERENCIA DE PROGRAMACION DE SISTEMAS ELECTRICOS

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE)

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) es la Empresa que ofrece el servicio de energía eléctrica en la mayor parte del país, con excepción del Distrito Federal y algunas poblaciones cercanas a éste, donde el servicio está a cargo de Luz y Fuerza del Centro. CFE es un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para 21.8 millones de clientes, lo que representa casi 80 millones de mexicanos. Además esta Empresa atiende la mayor parte del país, generando un 98 % de la energía que consume México, le suministra electricidad a Luz y Fuerza del Centro, que es la Empresa encargada de abastecer energía eléctrica a domicilios particulares, fábricas en el Distrito Federal, parte de los estados de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala e Hidalgo.

La capacidad efectiva de generación de energía eléctrica a cargo de Comisión Federal de Electricidad, esta constituida por 156 Centrales generadoras de energía eléctrica, dividida en 64 Centrales Hidroeléctricas, 80 Termoeléctricas que consumen hidrocarburos, 7 Geotermoeléctricas, 2 Carboeléctricas, 1 Nucleoeléctrica y 2 Eoloeléctricas. Todo esto con una capacidad instalada de 36, 659.34 MW en total, al cierre del 30 de septiembre de año 2001.

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

Actualmente Luz y Fuerza del Centro lleva electricidad a más de cinco millones de clientes, lo que representa una población atendida superior a 20 millones de habitantes en el Distrito Federal y los Estados de México, Morelos, Tlaxcala, Hidalgo y Puebla.

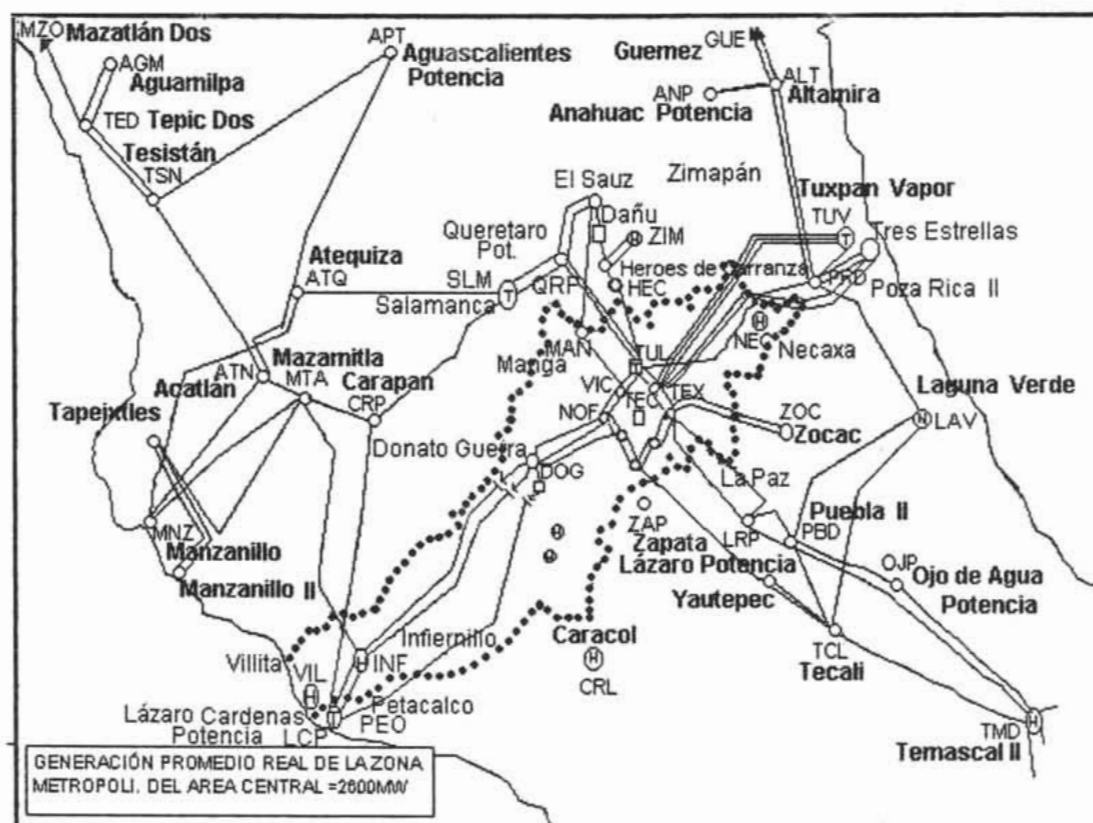


LFC satisface el 24% del total
de la energía a nivel nacional.

A continuación se muestra como se desglosa la cartera de clientes por Entidad Federativa:

Entidad Federativa	Delegaciones o Municipios
Distrito Federal	16
Estado de México	81
Hidalgo	48
Morelos	2
Puebla	2
Total	149
Clientes Totales	298

También se presenta un gráfico que representa la distribución de energía eléctrica que se suministra en la zona Metropolitana.



Seguidamente se indican las regiones a las que Luz y Fuerza del Centro se encarga de suministrar energía eléctrica en la zona centro:

Norte

- Tlalnepantla
- Cuautitlan
- Ecatepec

Oriente

- Chalco
- Bolivar
- Chapingo
- Iztapalapa

Poniente

- Cuajimalpa
- Pedregal
- Vertiz
- Naucalpan

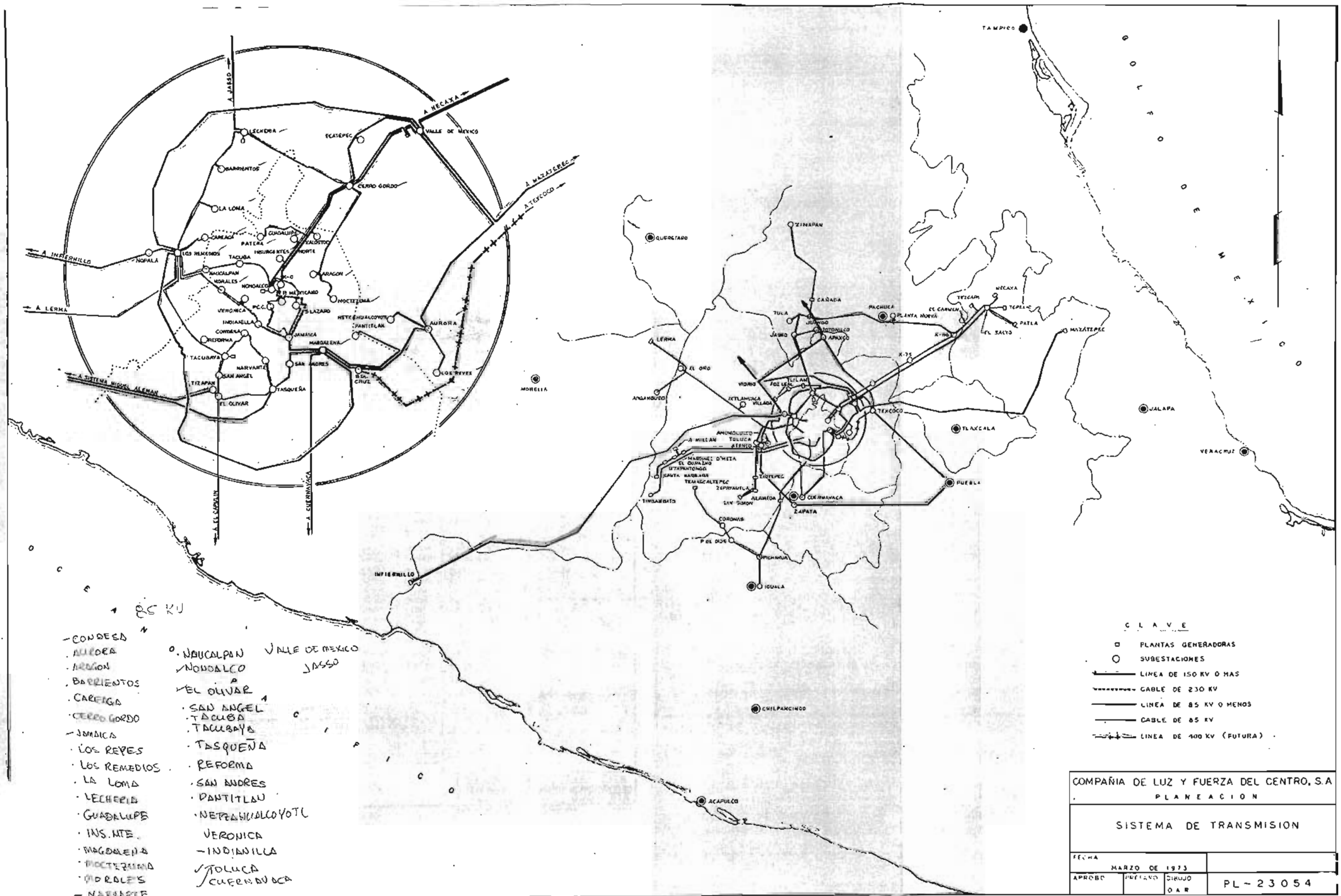
Pachuca

- Pachuca
- Tula
- Tulancingo

Toluca-Cuernavaca

- Toluca
- Tenango
- Cuernavaca

Por último, en el plano adjunto se muestra la localización del sistema central, indicado las plantas generadoras, subestaciones principales, líneas de transmisión de 400 kV y 85 kV, así como los cables subterráneos de 230 kV y 85 kV.



- CONDOSA
 ALIJOA
 ARGON
 BARRIENTOS
 CAREGA
 CERRO GORDO
 JAMAICA
 LOS REYES
 LOS REMEDIOS
 LA LOMA
 LECHERIA
 GUADALUPE
 INS. NTE.
 MAGDALENA
 NOCTERMINA
 NOROLES
 NAYOLTE
- NAUCALPAN
 VALLE DE MEXICO
 JASSO
 NONOALCO
 EL OLIVAR
 SAN ANGEL
 TACUBA
 TACUBAYE
 TASQUEÑA
 REFORMA
 SAN ANDRES
 PANTITLAN
 NEPEHUALCOYOTL
 VERONICA
 INDIANILLA
 TOLUCA
 CUERNAVACA

C L A V E

- PLANTAS GENERADORAS
- SUBESTACIONES
- LINEA DE 150 KV O MAS
- - - - - CABLE DE 230 KV
- LINEA DE 85 KV O MENOS
- CABLE DE 85 KV
- - - - - LINEA DE 400 KV (FUTURA)

COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.			
PLANEACION			
SISTEMA DE TRANSMISION			
FECHA		MARZO DE 1973	
APROB.	PREPARO	DIBUJO	OAR
			PL-23054

II. E. 1. Tarifas eléctricas

Es importante conocer el tipo de tarifas que se aplican en nuestro país para determinar con exactitud el importe del servicio eléctrico, de toda la empresa y para cada una de sus áreas, procesos, productos, etc.

Todas las compañías suministradoras de energía eléctrica en el mundo, extienden facturas sobre el consumo de ésta.

Las tarifas eléctricas tienen como objetivo establecer y fijar un precio que deberá pagar el usuario de acuerdo a las condiciones en las que se efectúa el suministro de la energía eléctrica, el cual se realiza en diferentes condiciones; principalmente, de las características de uso en cuanto a demanda, voltaje y servicio que se dará a la energía eléctrica.

Las condiciones de precio de la energía dependen de los siguientes aspectos:

- Características del suministro.
- Demanda contratada.
- Potencia máxima de demanda.
- Energía consumida.
- Voltaje de alimentación.
- Carácter garantizado o no del suministro.

Los conceptos involucrados en una factura eléctrica pueden ser los mostrados en la Tabla II. 4. El tipo de tarifa determina los conceptos a cobrar y costos de cada concepto.

CONCEPTOS COBRADOS EN UNA FACTURA ELECTRICA		
Energéticos y controlables por el usuario		
Potencia eléctrica demandada	kilowatt	kW
Energía eléctrica consumida	kilowatt-hora	kWh
Factor de potencia		%
Otros no controlables por el usuario		
Cargo fijo (en algunas tarifas)		
Por medición en baja tensión (en algunas tarifas)		
Por alumbrado público (en algunos municipios)		
Impuesto al valor agregado		

Tabla II. 4. Parámetros involucrados en la facturación eléctrica

II. E. 1. Tipos de tarifas

Los tipos de tarifas son función generalmente del nivel de tensión en el que se realiza el suministro, del empleo que se da a la energía, en algunos casos y de la demanda en algunos otros. Las tarifas pueden ser de aplicación general en donde dependen solamente de la tensión a la que se realiza la acometida y de aplicación particular las cuales dependen del cumplimiento de otras condiciones particulares en cada caso.

- **Tarifa 1.** Es aquella aplicada a todos los servicios domésticos, cualquiera que sea la carga instalada individualmente suministrada en baja tensión en residencias, apartamentos en condominio o viviendas.
- **Tarifas 2 y 3 de servicio general.** Donde la primera tarifa (2) se aplica a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, excepto a servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa. La demanda máxima para estos servicios es menor a 25 kW.

La segunda tarifa (3) corresponde a servicios generales con una demanda máxima mayor de 25 kW, excepto a los servicios para los cuales se especifica su tarifa.

- **Tarifa 5.** Esta tarifa se aplica sólo al suministro de energía eléctrica para el servicio a semáforos, alumbrado público y alumbrado ornamental en temporadas festivas, de calles, plazas, parques y jardines públicos, en las zonas conurbanas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara.
- **Tarifa 5-A.** Esta tarifa se aplica sólo al suministro de energía eléctrica para el servicio a semáforos, alumbrado público y alumbrado ornamental en temporadas festivas, de calles, plazas, parques y jardines públicos en todo el país excepto en las circunscripciones para las cuales rige la tarifa 5.
- **Tarifa 6.** Esta tarifa se aplica al suministro de energía eléctrica para servicio público de bombeo de aguas potables o negras.
- **Tarifa 7.** Esta tarifa se aplica a todos los servicios que destinan la energía temporalmente a cualquier uso, exclusivamente donde y cuando la capacidad de las instalaciones del suministrador lo permiten y existan las líneas de distribución adecuadas para dar el servicio.
- **Tarifa 9 y 9M.** Se aplican exclusivamente a los servicios en media y baja tensión que destinen la energía para el bombeo de agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado donde se encuentre instalado el equipo de bombeo. La tarifa 9 aplica para baja tensión y la 9M para media tensión.
- **Tarifa OM.** Se aplica para servicio general en media tensión con demanda menor a 100 kW, así como en temporadas de Verano y fuera de Verano para las regiones de Baja California, Baja California Sur y Noroeste.
- **Tarifa HM.** Es de tipo Horaria para servicio general en media tensión, con demanda máxima superior a 100 kW o más.

La demanda facturable para tarifas Horarias se da en función de la demanda máxima medida en los periodos punta, intermedia y base.

- **Tarifa HS.** Tarifa Horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión.

- **Tarifa H-SL.** Tarifa Horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión, para larga utilización.
- **Tarifa H-T.** Tarifa Horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión.
- **Tarifa H-TL.** Tarifa Horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión, para larga utilización.
- **Tarifas I-15 y I-30.** Aplicable a usuarios de cualquier Tarifa Horaria que lo solicite, para servicio interrumpible.
- **Tarifas de respaldo.** Se aplican a usuarios que sean autogeneradores de electricidad y que de acuerdo a sus características soliciten un servicio de energía eléctrica para respaldar su suministro.

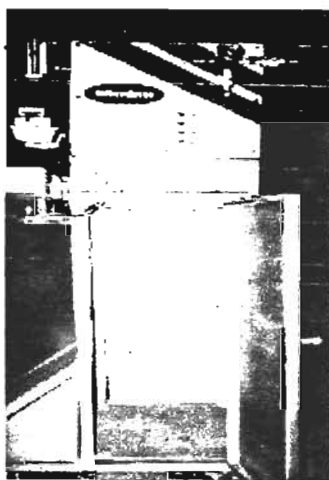
CAPÍTULO III
ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS INTERRUPCIONES
ELÉCTRICAS EN GGEMISTOR S.A. DE C.V.

La necesidad fundamental de utilizar una planta eléctrica para servicio de emergencia en diferentes instalaciones, se basa principalmente en la realidad, de que la energía eléctrica suministrada por la empresa abastecedora llega a ser interrumpida por muchas razones, generalmente suele ser una interrupción momentánea por un tiempo determinado (hora u horas) o días, esto a consecuencia de agentes extraños como son: tormentas eléctricas, explosiones, temblores, sobrecalentamiento y falta de mantenimiento en las líneas de transmisión, repercutiendo económicamente en las industrias que hacen uso de este insumo.

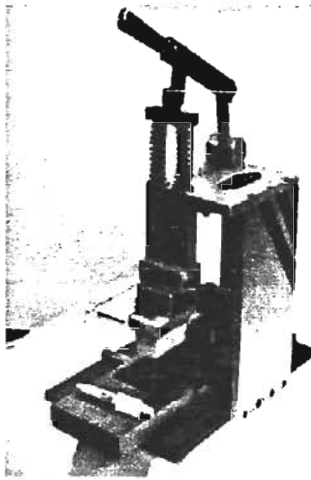
III. A. QUE ES Y QUE HACE LA EMPRESA

GGEMISTOR S.A. de C.V.; es una empresa Mexicana que se dedica a la fabricación de maquinaria para la impresión y estampado en sistemas digitales de Hot-Stamping, Tampografía y Serigrafía; así también como la manufactura de accesorios y periféricos relacionados con productos promocionales.

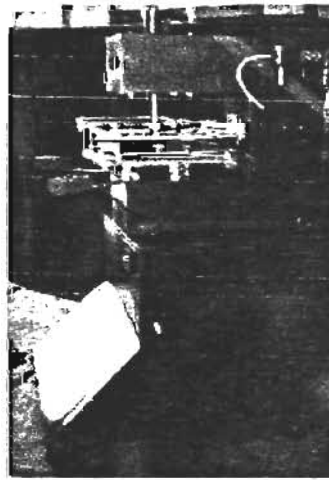
Este tipo de maquinaria se fabrica en serie, cuando éstas son de línea y sobre pedido cuando son especiales. A continuación se muestran algunas de estas máquinas que se comercializan por la empresa.



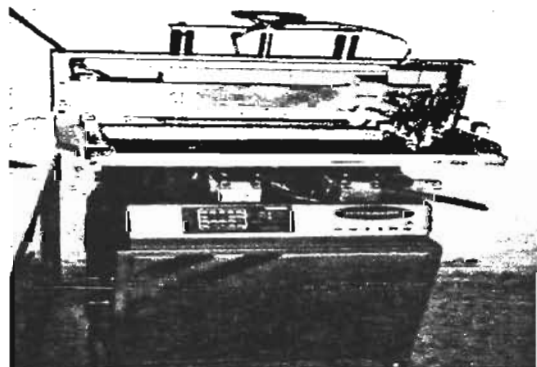
TAMPOGRAFÍA



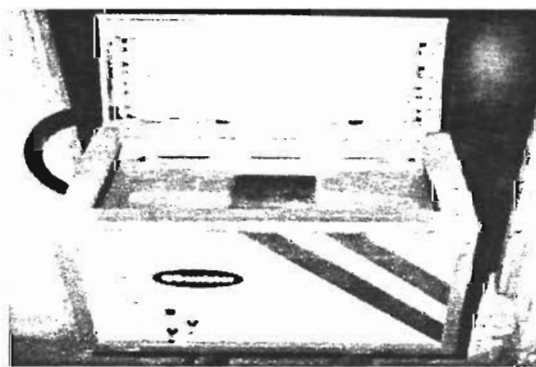
TAMPO MANUAL



HOT-STAMPING



SERIGRAFÍA



INSOLADORA

III. B. DISTRIBUCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

Esta empresa se encuentra ubicada en el Municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, colonia Lomas del Bosque en la calle de Acacias lote 171; siendo la Compañía de Luz y Fuerza del Centro Zona Norte la encargada de abastecer la energía eléctrica en baja tensión a la empresa con tarifa 2 en acometida monofásica y trifásica.

La empresa se encuentra distribuida de la siguiente manera (Figura III. 1).

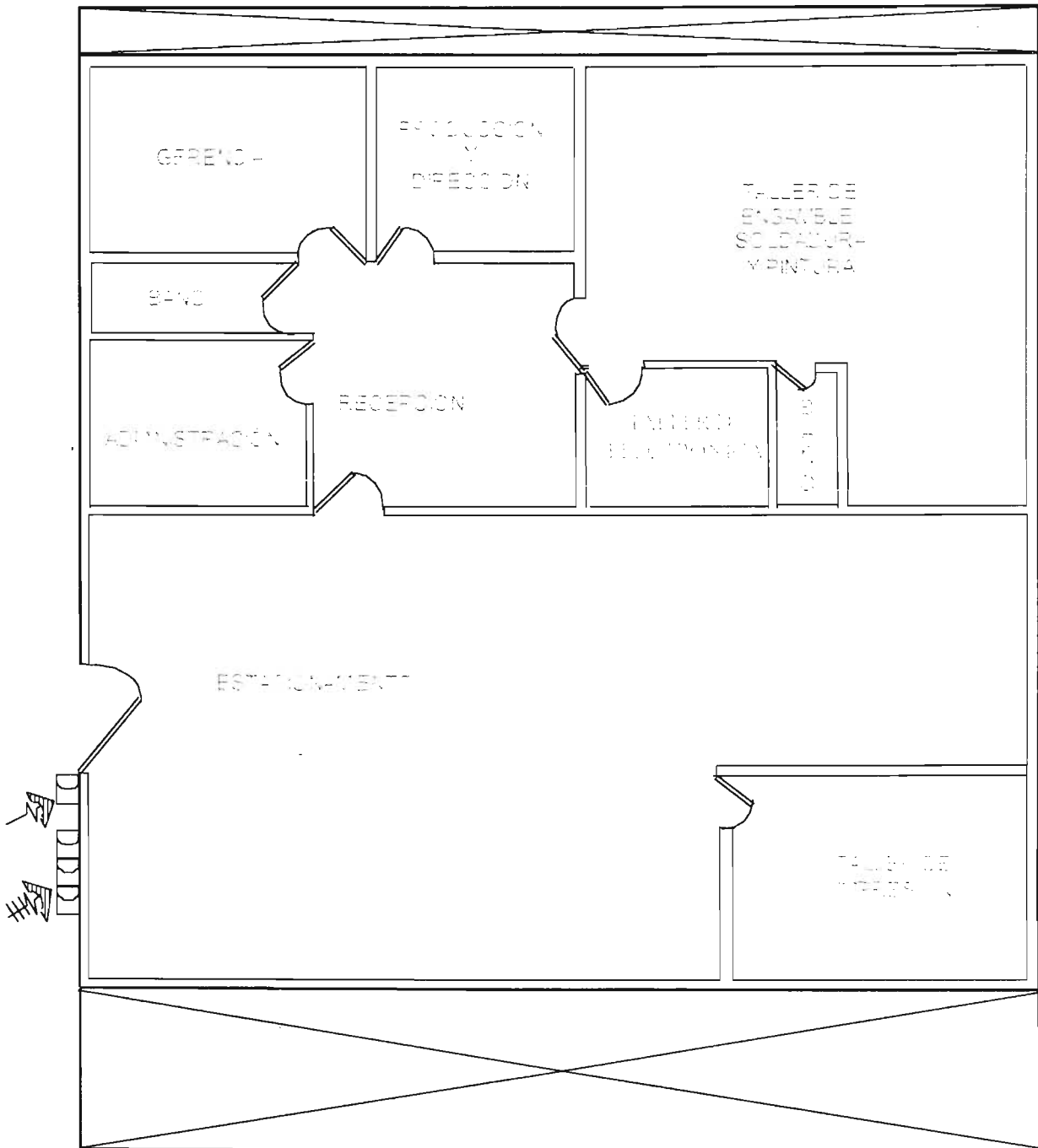
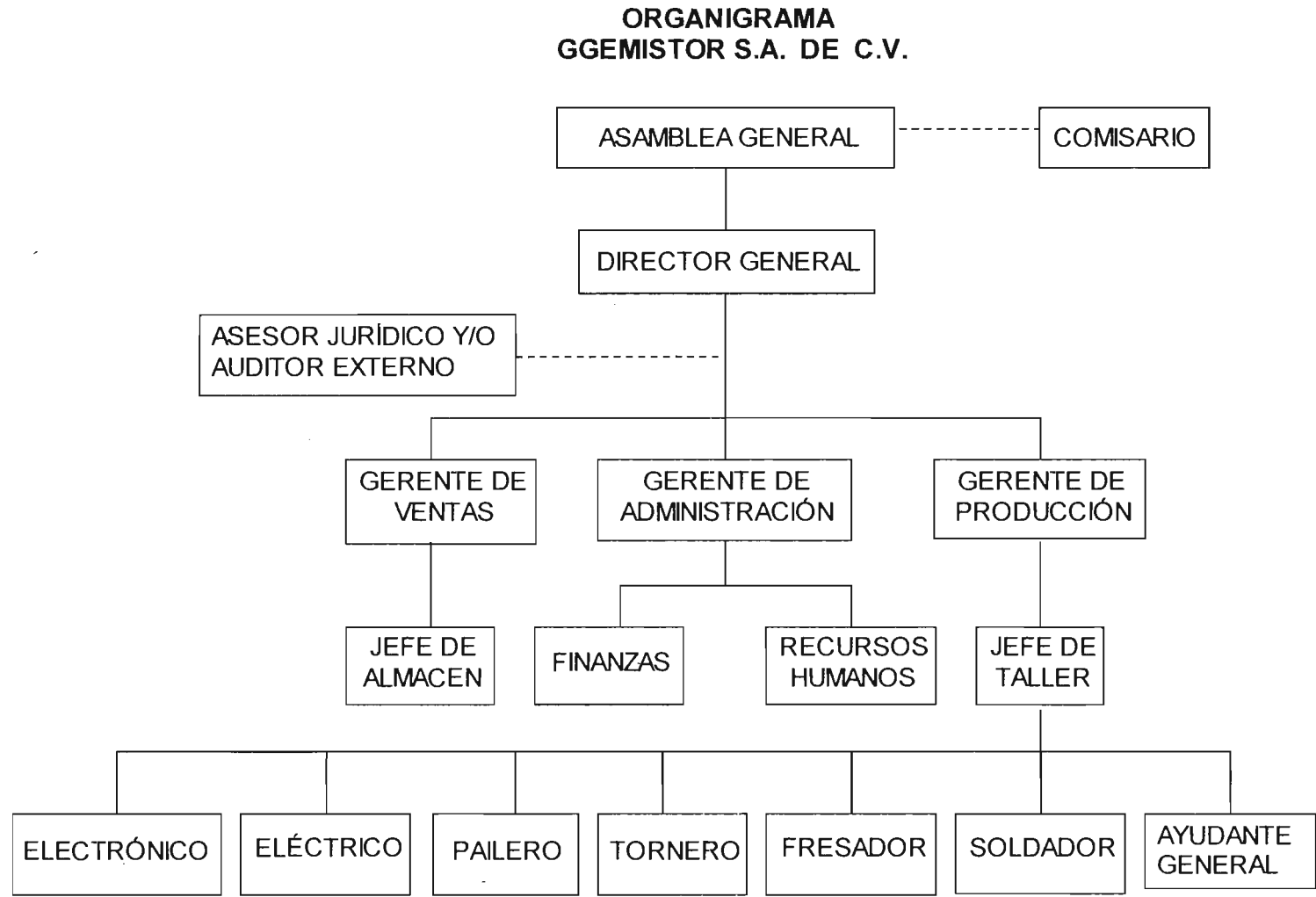


Figura III. 1. Distribución de las áreas de trabajo dentro de la empresa

Cuya organización se presenta en el siguiente organigrama.



III. B. 1. EQUIPO ELÉCTRICO

A continuación se muestra una lista del equipo eléctrico principal que utiliza la empresa GGEMISTOR, para la fabricación de sus máquinas (Tabla III.1).

CANTIDAD	EQUIPO	DATOS DE PLACA
1	SIERRA ELÉCTRICA MOD. MC-712	1 HP, 60 HZ, 1720 R.P.M., 110/220 volts, 14/7 Amp.
2	TORNO LINEAL MOD. F1-900AE/G	1 HP, 60 HZ 1745 R.P.M., 220/330/440-400 volts, 3.2/1.6 Amp.
2	FRESADORA MOD. TM-35	3HP, 220 volts.
2	TALADRO VERTICAL. MOD. LT-19G	60HZ, 1745 R.P.M., 127 volts, 9.5Amp., 0.373 KW.
1	PRENSA HIDRÁULICA	60HZ, 230/460 volts, 12.6/6.3 Amp. 5 HP
1	SOLDADORA DE ARCO	127/220 volts, 95/56 Amp., 8.5 KW
1	COMPRESORA	60 HZ, 1745/1720 R.P.M., 127/220 volts, 16.9/8.1 Amp., 1HP

Tabla III.1. Principal equipo eléctrico.

III. B. 2. PRINCIPALES CLIENTES

GGEMISTOR ofrece sus productos tanto a empresas como a personas físicas, principalmente a aquellos que se dedican a la impresión de artículos promocionales. Por lo que se muestra una lista con sus principales clientes.

- NOTI-HIT
- CORPORACIÓN INDUSTRIAL
- IMPRESIONES PROFESIONALES
- DOMINARTIS
- INSTAPURA
- TIROS MEXICANOS
- INFONOTES
- SAÚL AHUMADA
- ARTURO ROCHA

III. C. DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Como se ve en la Tabla. III.1. se mencionan la cantidad de equipos eléctricos de la Empresa, así como el consumo de cada uno de ellos que se utilizan, esto con el fin de ubicar la cantidad en kW que demanda la Empresa en sus jornadas de trabajo.

Seguidamente se presenta el diagrama eléctrico con la distribución de luminarias y contactos para el suministro de energía eléctrica de la Empresa (Figura III. 2).

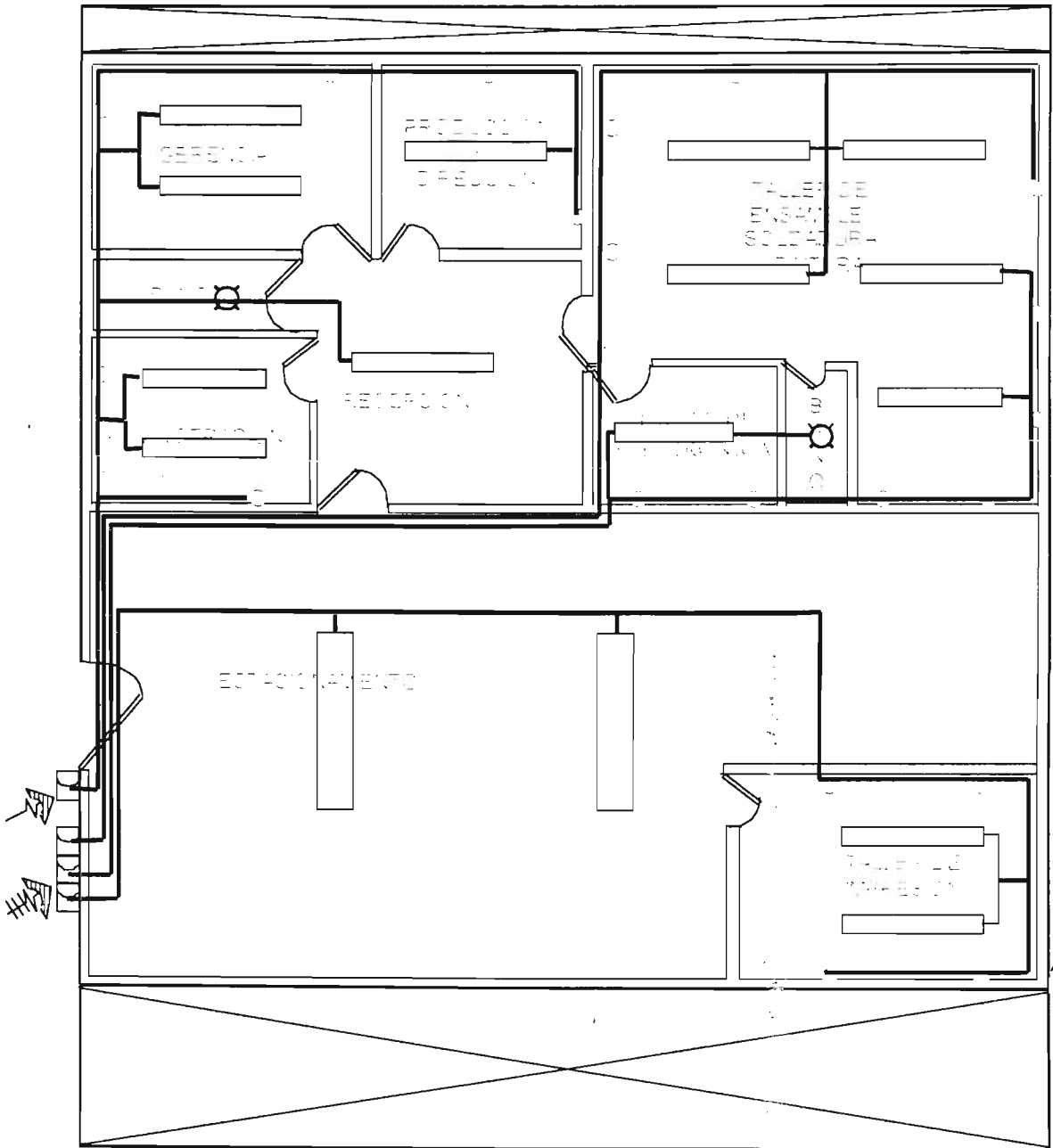


Figura III. 2. Instalación eléctrica

Así también se muestra una lista con todos los equipos que cuenta la Empresa, tanto eléctricos como electrónicos; dando como referencia el consumo en kW por unidad (Tabla III. 2).

No.	LUGAR	EQUIPO	CONSUMO WATTS P/UNIDAD	No. DE UNIDADES	TOTAL WATTS	
1	OFICINAS	LAMPARAS	40	5	200	
		PC'S	360	4	1,440	
		MAQUINA DE ESCRIBIR	37	1	37	
		FOTOCOPIADORA	200	1	200	
		TELEFONO/FAX	50	1	50	
		ARIE ACONDICIONADO	1,500	3	4,500	
		TOTAL				6,427
2	RECEPCIÓN	LAMPARAS	40	1	40	
		TOTAL				40
3	BAÑOS	FOCOS	75	2	150	
		TOTAL				150
4	TALLER DE ENSAMBLE, SOLDADURA Y PINTURA	LAMPARAS	40	5	200	
		FRESADORA	2,238	2	4,476	
		TORNO	746	2	1,492	
		SIERRA	746	1	746	
		SOLDADORA DE ARCO	8,500	1	8,500	
		TALADRO VERTICAL	373	1	373	
		COMPRESORA	746	1	746	
		PRENSA HIDRAULICA	3,730	1	3,730	
		ESMERIL	250	1	250	
		TOTAL				20,513
5	TALLER DE PUNTEO	LAMPARAS	40	1	40	
		CAUTIN	80	2	160	
		TALADRO	175	1	175	
		TOTAL				375
6	TALLER DE MAQUILA	LAMPARAS	40	2	80	
		MÁQ. DE SERIGRAFÍA	250	1	250	
		MÁQ. DE HOT-STAMPING	400	1	400	
		MÁQ. DE TAMPOGRAFÍA	250	1	250	
		TOTAL				980
7	ESTACIONAMIENTO	LAMPARAS	300	2	600	
		BOMBA P/SISTERNA	746	1	746	
		TOTAL				1,346
		GRAN TOTAL KW				29,831

Tabla III. 2. Carga total en kW de todos los equipos eléctricos y electrónicos

III. D. ESTADÍSTICA DE LAS FALLAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA

Como se mencionó anteriormente en la Empresa GGEMISTOR se fabrican máquinas para sistemas de impresión por lo que las constantes interrupciones eléctricas no le benefician debido a que la mayoría de las piezas que utilizan para el ensamble, así como el diseño, entre otras cosas se hacen en la misma empresa. En ocasiones las interrupciones eléctricas duran desde una hora hasta cinco horas; por fenómenos ambientales o sobre demanda de energía en líneas de transmisión

Al no contar con este insumo toda la producción queda detenida teniendo que pagarse horas extras así como una penalización del 10% sobre el costo de la maquina si se demoran en la fecha de entrega.

Por lo que a continuación se muestra un analisis de la falta de suministro de energía eléctrica durante los ultimos cinco años.

 Días sin suministro de energía

AÑO 2000

ENERO																				
	3	4	5	6	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	31
	LUN	MAR	MIE	JUE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN
8:00-9:00																				
9:00-10:00																				
10:00-11:00																				
11:00-12:00																				
12:00-13:00																				
13:00-14:00																				
14:00-15:00																				
15:00-16:00																				
16:00-17:00																				

FEBRERO																				
	1	2	3	4	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	25	24	25	28	29
	MAR	MIE	JUE	VIE	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR
8:00-9:00																				
9:00-10:00																				
10:00-11:00																				
11:00-12:00																				
12:00-13:00																				
13:00-14:00																				
14:00-15:00																				
15:00-16:00																				
16:00-17:00																				

MARZO																						
	1	2	3	6	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31
	MIE	JUE	VIE	LUN	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE
8:00-9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

ABRIL

	3	4	5	6	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	
	LUN	MAR	MIE	JUE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	
8:00-9:00																				
9:00-10:00																				
10:00-11:00																				
11:00-12:00																				
12:00-13:00																				
13:00-14:00																				
14:00-15:00																				
15:00-16:00																				
16:00-17:00																				

MAYO

	1	2	3	4	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	34	25	26	29	30	31	
	LUN	MAR	MIE	JUE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	
8:00-9:00																							
9:00-10:00																							
10:00-11:00																							
11:00-12:00																							
12:00-13:00																							
13:00-14:00																							
14:00-15:00																							
15:00-16:00																							
16:00-17:00																							

JUNIO

	1	2	5	6	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30	
	JUE	VIE	LUN	MAR	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	
8:00- 9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

JULIO

	3	4	5	6	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	31	
	LUN	MAR	MIE	JUE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	
8:00- 9:00																					
9:00-10:00																					
10:00-11:00																					
11:00-12:00																					
12:00-13:00																					
13:00-14:00																					
14:00-15:00																					
15:00-16:00																					
16:00-17:00																					

AGOSTO

	1	2	3	4	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	25	24	25	28	29	30	31	
	MAR	MIE	JUE	VIE	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	
8:00- 9:00																							
9:00-10:00																							
10:00-11:00																							
11:00-12:00																							
12:00-13:00																							
13:00-14:00																							
14:00-15:00																							
15:00-16:00																							
16:00-17:00																							

SEPTIEMBRE																			
	4	5	6	7	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29
	LUN	MAR	MIE	JUE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE
8:00- 9:00																			
9:00-10:00																			
10:00-11:00																			
11:00-12:00																			
12:00-13:00																			
13:00-14:00																			
14:00-15:00																			
15:00-16:00																			
16:00-17:00																			

OCTUBRE																					
	2	3	4	5	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	31
	LUN	MAR	MIE	JUE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR
8:00- 9:00																					
9:00-10:00																					
10:00-11:00																					
11:00-12:00																					
12:00-13:00																					
13:00-14:00																					
14:00-15:00																					
15:00-16:00																					
16:00-17:00																					

NOVIEMBRE																						
	1	2	3	6	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31
	MIE	JUE	VIE	LUN	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE
8:00- 9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

DICIEMBRE																			
	4	5	6	7	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29
	LUN	MAR	MIE	JUE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE
8:00- 9:00																			
9:00-10:00																			
10:00-11:00																			
11:00-12:00																			
12:00-13:00																			
13:00-14:00																			
14:00-15:00																			
15:00-16:00																			
16:00-17:00																			

TOTAL DE HORAS SIN ENERGÍA ELÉCTRICA A FIN DE AÑO DEL 2000 = 244

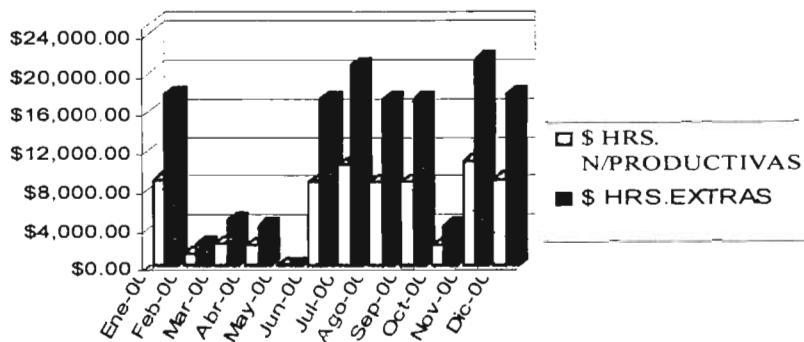
En el transcurso del año 2000 la Compañía de L y FC (Luz y Fuerza del Centro), dejó de abastecer a la Empresa 244 horas, las cuales se pagaron en forma normal al personal sindicalizado y, recuperándolas en tiempo extra, siendo estas después del horario laboral de la empresa y/o en fines de semana.

A continuación se desglosan datos expedidos por la Empresa para determinar el costo anual en pesos de lo pagado al personal sindicalizado por las constantes interrupciones de la energía eléctrica de fin de año.

Datos relacionados en el año 2000

Trabajador	\$ Salario		Cantidad	Jornada laboral	Horas al año		Tiempo extra al año		\$ Total de horas
	Hora	Semanal			No productivas	\$Pagadas	Horas	\$Pagadas	
Electrónico	43	1.734	2	8 hrs.	244	21.149.92	244	42.299.84	63.449.76
Eléctrico	32.51	1.300	1	8 hrs.	244	7.932.44	244	15.864.88	23.797.32
Tomero	26	1.040	2	8 hrs.	244	12.688.00	244	25.376.00	38.064.00
Fresador	26	1.040	2	8 hrs.	244	12.688.00	244	25.376.00	38.064.00
Soldador	22	867	1	8 hrs.	244	5.287.48	244	10.574.96	15.862.44
Paiero	17.34	694	1	8 hrs.	244	4.230.96	244	8.461.92	12.692.88
Ayudante gral.	17.34	694	2	8 hrs.	244	8.461.92	244	16.923.84	25.385.76
						72.438.72		144.877.44	217.316.16

Con los datos anteriores se puede observar de forma gráfica las pérdidas económicas debido a la falta del insumo, en lo referente a horas no productivas y tiempos extras (Gráfica III.1).



Gráfica. III. 1. Perdidas económicas

De la misma manera como se observan las gráficas anteriores se analizaron los siguientes cuatro años.

AÑO 2001

ENERO																											
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31				
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME				
8:00-9:00																											
9:00-10:00																											
10:00-11:00																											
11:00-12:00																											
12:00-13:00																											
13:00-14:00																											
14:00-15:00																											
15:00-16:00																											
16:00-17:00																											

FEBRERO																											
	1	2	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28							
	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME							
8:00-9:00																											
9:00-10:00																											
10:00-11:00																											
11:00-12:00																											
12:00-13:00																											
13:00-14:00																											
14:00-15:00																											
15:00-16:00																											
16:00-17:00																											

MARZO																													
	1	2	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30							
	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE							
8:00-9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

ABRIL																														
	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	31								
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR								
8:00-9:00																														
9:00-10:00																														
10:00-11:00																														
11:00-12:00																														
12:00-13:00																														
13:00-14:00																														
14:00-15:00																														
15:00-16:00																														
16:00-17:00																														

MAYO																														
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	25	24	25	28	29	30	31							
	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE							
8:00-9:00																														
9:00-10:00																														
10:00-11:00																														
11:00-12:00																														
12:00-13:00																														
13:00-14:00																														
14:00-15:00																														
15:00-16:00																														
17:00-18:00																														

JUNIO																												
	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29								
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE								
8:00-9:00																												
9:00-10:00																												
10:00-11:00																												
11:00-12:00																												
12:00-13:00																												
13:00-14:00																												
14:00-15:00																												
15:00-16:00																												
16:00-17:00																												

JULIO																														
	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	31								
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR								
8:00-9:00																														
9:00-10:00																														
10:00-11:00																														
11:00-12:00																														
12:00-13:00																														
13:00-14:00																														
14:00-15:00																														
15:00-16:00																														
16:00-17:00																														

AGOSTO																											
	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31				
	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE				
8:00-9:00																											
9:00-10:00																											
10:00-11:00																											
11:00-12:00																											
12:00-13:00																											
13:00-14:00																											
14:00-15:00																											
15:00-16:00																											
16:00-17:00																											

SEPTIEMBRE																											
	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28							
	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE							
8:00-9:00																											
9:00-10:00																											
10:00-11:00																											
11:00-12:00																											
12:00-13:00																											
13:00-14:00																											
14:00-15:00																											
15:00-16:00																											
16:00-17:00																											

OCTUBRE																											
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31				
	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME				
8:00-9:00																											
9:00-10:00																											
10:00-11:00																											
11:00-12:00																											
12:00-13:00																											
13:00-14:00																											
14:00-15:00																											
15:00-16:00																											
16:00-17:00																											

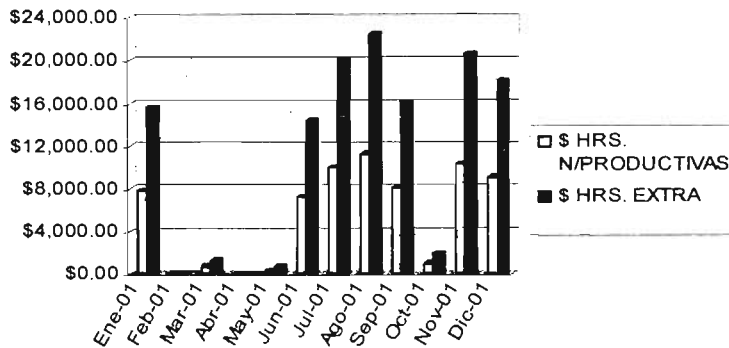
NOVIEMBRE																											
	1	2	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28							
	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME							
8:00-9:00																											
9:00-10:00																											
10:00-11:00																											
11:00-12:00																											
12:00-13:00																											
13:00-14:00																											
14:00-15:00																											
15:00-16:00																											
16:00-17:00																											

DICIEMBRE																											
	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	31						
	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN	MAR	ME	JUE	VE	LUN						
8:00-9:00																											
9:00-10:00																											
10:00-11:00																											
11:00-12:00																											
12:00-13:00																											
13:00-14:00																											
14:00-15:00																											
15:00-16:00																											
16:00-17:00																											

TOTAL DE HORAS SIN ENERGÍA ELÉCTRICA A FIN DE AÑO DEL 2001 =210

Datos relacionados en el año 2001

Trabajador	\$ Salario		Cantidad	Jornada laboral	Horas al año		Tiempo extra al año		\$ Total de horas
	Hora	Semanal			No productivas	\$Pagadas	Horas	\$Pagadas	
Electrónico	45.62	1.825	2	8 hrs.	210	19.160.40	210	38.320.80	57.481.20
Eléctrico	34.22	1.369	1	8 hrs.	210	7.186.20	210	14.372.40	21.558.60
Tomero	27.37	1.095	2	8 hrs.	210	11.495.40	210	22.990.80	34.486.20
Fresador	27.37	1.095	2	8 hrs.	210	11.495.40	210	22.990.80	34.486.20
Soldador	22.81	912	1	8 hrs.	210	4.790.10	210	9.580.20	14.370.30
Pailero	18.25	730	1	8 hrs.	210	3.832.50	210	7.665.00	11.497.50
Ayudante gral.	18.25	730	2	8 hrs.	210	7.665.00	210	15.330.00	22.995.00
						65.625.00		131.250.00	196.875.00



AÑO 2002

ENERO																														
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	24	22	23	24	25	28	29	30	31							
	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE							
8:00-9:00																														
9:00-10:00																														
10:00-11:00																														
11:00-12:00																														
12:00-13:00																														
13:00-14:00																														
14:00-15:00																														
15:00-16:00																														
16:00-17:00																														

FEBRERO																											
	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28							
	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE							
8:00-9:00																											
9:00-10:00																											
10:00-11:00																											
11:00-12:00																											
12:00-13:00																											
13:00-14:00																											
14:00-15:00																											
15:00-16:00																											
16:00-17:00																											

MARZO																												
	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29							
	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE							
8:00-9:00																												
9:00-10:00																												
10:00-11:00																												
11:00-12:00																												
12:00-13:00																												
13:00-14:00																												
14:00-15:00																												
15:00-16:00																												
16:00-17:00																												

ABRIL																												
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30						
	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR						
8:00-9:00																												
9:00-10:00																												
10:00-11:00																												
11:00-12:00																												
12:00-13:00																												
13:00-14:00																												
14:00-15:00																												
15:00-16:00																												
16:00-17:00																												

MAYO																													
	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31						
	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE						
8:00-9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
17:00-18:00																													

JUNIO																												
	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28								
	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE								
8:00-9:00																												
9:00-10:00																												
10:00-11:00																												
11:00-12:00																												
12:00-13:00																												
13:00-14:00																												
14:00-15:00																												
15:00-16:00																												
16:00-17:00																												

JULIO																													
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31						
	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ						
8:00-9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

AGOSTO																													
	1	2	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30							
	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE							
8:00-9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

SEPTIEMBRE																												
	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30							
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN							
8:00- 9:00																												
9:00-10:00																												
10:00-11:00																												
11:00-12:00																												
12:00-13:00																												
13:00-14:00																												
14:00-15:00																												
15:00-16:00																												
16:00-17:00																												

OCTUBRE																													
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	24	22	23	24	25	28	29	30	31						
	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	
8:00- 9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

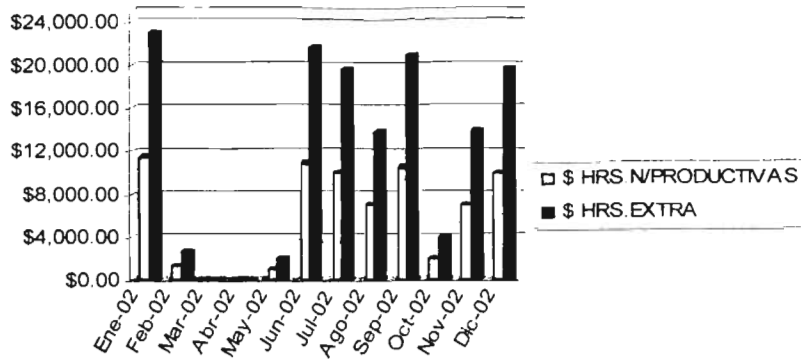
NOVIEMBRE																													
	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29								
	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	
8:00- 9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

DICIEMBRE																													
	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	31							
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	
8:00- 9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

TOTAL DE HORAS SIN ENERGÍA ELÉCTRICA A FIN DE AÑO DEL 2002 = 215

Datos relacionados en el año 2002

Trabajador	\$ Salario		Cantidad	Jomada laboral	Horas al año		Tiempo extra al año		\$ Total de horas
	Hora	Semanal			No productivas	\$Pagadas	Horas	\$Pagadas	
Electrónico	48.02	1,921	2	8 hrs.	215	20,648.60	215	41,297.20	61,945.80
Éctrico	36.02	1,441	1	8 hrs.	215	7,744.30	215	15,488.60	23,232.90
Tornero	28.81	1,152	2	8 hrs.	215	12,388.30	215	24,776.60	37,164.90
Fresador	28.81	1,152	2	8 hrs.	215	12,388.30	215	24,776.60	37,164.90
Soldador	24.01	960	1	8 hrs.	215	5,162.15	215	10,324.30	15,486.45
Pailero	19.21	768	1	8 hrs.	215	4,130.15	215	8,260.30	12,390.45
Ayudante gral.	19.21	768	2	8 hrs.	215	8,260.30	215	16,520.60	24,780.90
						70,722.10		141,444.20	212,166.30



AÑO 2003

ENERO																														
	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31							
	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE							
8:00-9:00																														
9:00-10:00																														
10:00-11:00																														
11:00-12:00																														
12:00-13:00																														
13:00-14:00																														
14:00-15:00																														
15:00-16:00																														
16:00-17:00																														

FEBRERO																											
	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28							
	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE							
8:00-9:00																											
9:00-10:00																											
10:00-11:00																											
11:00-12:00																											
12:00-13:00																											
13:00-14:00																											
14:00-15:00																											
15:00-16:00																											
16:00-17:00																											

MARZO																														
	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	31									
	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN									
8:00-9:00																														
9:00-10:00																														
10:00-11:00																														
11:00-12:00																														
12:00-13:00																														
13:00-14:00																														
14:00-15:00																														
15:00-16:00																														
16:00-17:00																														

ABRIL																													
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	19	22	23	24	25	26	29	30								
	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR								
8:00-9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

MAYO																													
	1	2	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	24	27	28	29	30							
	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE							
8:00- 9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

JUNIO																													
	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30								
	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN								
8:00- 9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

JULIO																													
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30							
	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR							
8:00- 9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

AGOSTO																													
	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29								
	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE								
8:00- 9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

SEPTIEMBRE																													
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	31						
	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE						
8:00- 9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

OCTUBRE

	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31
	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE
8:00-9:00																							
9:00-10:00																							
10:00-11:00																							
11:00-12:00																							
12:00-13:00																							
13:00-14:00																							
14:00-15:00																							
15:00-16:00																							
16:00-17:00																							

NOVIEMBRE

	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28		
	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE		
8:00-9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

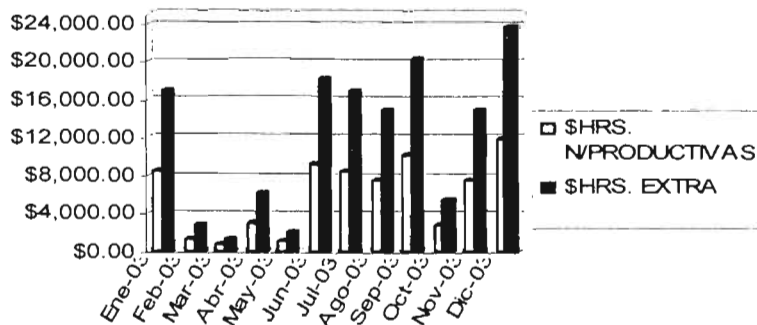
DICIEMBRE

	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31
	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	LUN	MAR	MIE
8:00-9:00																							
9:00-10:00																							
10:00-11:00																							
11:00-12:00																							
12:00-13:00																							
13:00-14:00																							
14:00-15:00																							
15:00-16:00																							
16:00-17:00																							

TOTAL DE HORAS SIN ENERGÍA ELÉCTRICA A FIN DE AÑO DEL 2003 = 212

Datos relacionados en el año 2003

Trabajador	\$ Salario		Cantidad	Jornada laboral	Horas al año		Tiempo extra al año		\$ Total de horas
	Hora	Semanal			No productivas	\$Pagadas	Horas	\$Pagadas	
Electrónico	49.50	1,980	2	8 hrs.	212	20,988.00	212	41,976.00	62,964.00
Eléctrico	37.13	1,485	1	8 hrs.	212	7,870.50	212	15,741.00	23,611.50
Tomero	29.70	1,188	2	8 hrs.	212	12,592.80	212	25,185.60	37,778.40
Fresador	29.70	1,188	2	8 hrs.	212	12,592.80	212	25,185.60	37,778.40
Soldador	24.75	990	1	8 hrs.	212	5,247.00	212	10,494.00	15,741.00
Paílero	19.80	792	1	8 hrs.	212	4,197.60	212	8,395.20	12,592.80
Ayudante gral.	19.80	792	2	8 hrs.	212	8,395.20	212	16,790.40	25,185.60
						71,883.90		143,767.80	215,651.70



AÑO 2004

ENERO																												
	1	2	5	6	7	8	9	10	13	14	16	17	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29						
	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE						
8:00-9:00																												
9:00-10:00																												
10:00-11:00																												
11:00-12:00																												
12:00-13:00																												
13:00-14:00																												
14:00-15:00																												
15:00-16:00																												
16:00-17:00																												

FEBRERO																						
	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	17	18	19	20	23	24	25	26	27			
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE			
8:00-9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

MARZO																						
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME
8:00-9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

ABRIL																						
	1	2	5	6	7	8	9	12	13	14	16	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30	
	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	
8:00-9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

MAYO																						
	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	18	19	20	21	24	25	26	27	28	31		
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN		
8:00-9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

JUNIO

	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	
	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	
8:00-9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

JULIO

	1	2	5	6	7	8	9	12	13	14	16	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30	
	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	
8:00-9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

AGOSTO

	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	31	
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	
8:00-9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

SEPTIEMBRE

	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	
	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	
8:00-9:00																						
9:00-10:00																						
10:00-11:00																						
11:00-12:00																						
12:00-13:00																						
13:00-14:00																						
14:00-15:00																						
15:00-16:00																						
16:00-17:00																						

OCTUBRE

	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29	
	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	
8:00-9:00																					
9:00-10:00																					
10:00-11:00																					
11:00-12:00																					
12:00-13:00																					
13:00-14:00																					
14:00-15:00																					
15:00-16:00																					
16:00-17:00																					

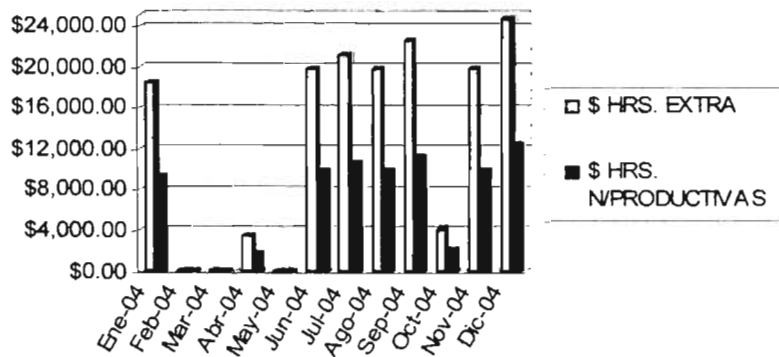
NOVIEMBRE																													
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30								
	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR								
8:00- 9:00																													
9:00-10:00																													
10:00-11:00																													
11:00-12:00																													
12:00-13:00																													
13:00-14:00																													
14:00-15:00																													
15:00-16:00																													
16:00-17:00																													

DICIEMBRE																														
	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31								
	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	VIE	LUN	MAR	ME	JUE	ME								
8:00- 9:00																														
9:00-10:00																														
10:00-11:00																														
11:00-12:00																														
12:00-13:00																														
13:00-14:00																														
14:00-15:00																														
15:00-16:00																														
16:00-17:00																														

TOTAL DE HORAS SIN ENERGÍA ELÉCTRICA A FIN DE AÑO DEL 2004 = 225

Datos relacionados en el 2004

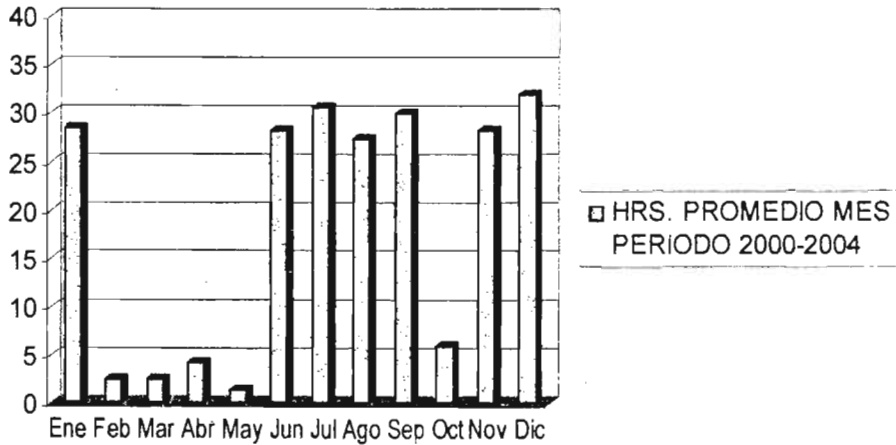
Trabajador	\$ Salario		Cantidad	Jornada laboral	Horas al año		Tiempo extra al año		\$ Total de horas
	Hora	Semanal			No productivas	\$Pagadas	Horas	\$Pagadas	
Electrónico	50	2,000	2	8 hrs.	225	22,500.00	225	45,000.00	67,500.00
Electrico	37.50	1,500	1	8 hrs.	225	8,437.50	225	16,875.00	25,312.50
Tomero	30	1,200	2	8 hrs.	225	13,500.00	225	27,000.00	40,500.00
Fresador	30	1,200	2	8 hrs.	225	13,500.00	225	27,000.00	40,500.00
Soldador	25	1,000	1	8 hrs.	225	5,625.00	225	11,250.00	16,875.00
Pallero	20	800	1	8 hrs.	225	4,500.00	225	9,000.00	13,500.00
Ayudante gral.	20	800	2	8 hrs.	225	9,000.00	225	18,000.00	27,000.00
						77,062.50		154,125.00	231,187.50



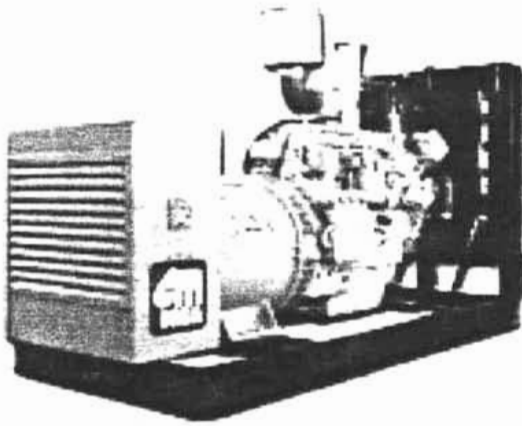
Como se puede observar el mayor número de horas sin energía eléctrica se da generalmente en los meses del año de enero, junio, julio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre, en los cuales prevalecen las lluvias y los fuertes vientos, por lo cual el costo total que se obtiene en el pago de horas extras y horas no productivas se tiene un

aproximado de \$221,000.00 pesos al año, esto sin tomar en cuenta los pagos por multa en los casos de atraso de entrega de la maquinaria.

Lo anterior se puede observar por medio de la siguiente gráfica, en la cual se muestra la cantidad de horas sin energía eléctrica, de los meses del año antes mencionados durante el periodo 2000-2004.



CAPÍTULO IV
ESPECIFICACIONES E INSTALACIÓN DE LA PLANTA
DE EMERGENCIA



Una planta de emergencia es un equipo que convierte la energía mecánica de un motor de combustión interna en energía eléctrica, con el fin de suministrar electricidad en los lugares donde existan cortes de suministro. Esto con el fin de evitar interrupciones en procesos productivos, así como pérdidas humanas en intervenciones quirúrgicas y de información, principalmente en centros de computo y hospitales.

La importancia de considerar una planta de emergencia en una empresa, se basa principalmente en las pérdidas económicas que presenta por la falta de suministro de energía eléctrica por parte de la Compañía encargada de suministrar este servicio.

IV. A. ESPECIFICACIONES PARA LA SELECCIÓN DE UNA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA DE COMBUSTIÓN INTERNA

Como se ha mencionado, la necesidad de una planta eléctrica de emergencia es evitar los casos en los cuales se llega a interrumpir el suministro de energía eléctrica (en ocasiones por minutos, horas o días) por parte de la empresa suministradora, en lugares como, hospitales, comercios, empresas o industrias.

Los factores para la selección de una planta eléctrica de emergencia con motor de combustión interna son los siguientes:

- *Capacidad.* Para determinar la capacidad de la planta a utilizar se debe hacer un análisis de la carga (kW), a la cual se va a suministrar la energía. Para la obtención de estos datos se hace un estudio de la carga total que demanda la empresa en consumo de todos los equipos, tanto eléctricos como electrónicos.
- *Selección del tipo de corriente.* Determinar el tipo de corriente que se emplea para la operación de la maquinaria y equipo (ya sea corriente alterna o corriente directa).
- *Frecuencia de operación.* Corroborar que la frecuencia de operación de la planta de emergencia sea igual a la frecuencia de operación del sistema al cual se va auxiliar.
- *Número de fases y voltaje de generación.* La selección de fases se hace de acuerdo al sistema eléctrico al cual se va a auxiliar, lo mismo sucede con el voltaje a utilizar, siendo las más usuales:
 - Una fase, dos o tres hilos
 - Tres fases, tres o cuatro hilos.

- *Tipo de motor.* Existen diferentes diseños de motores de combustión interna, pero básicamente se pueden dividir en tres, esto basándose en el tipo de combustible a emplear que son: gasolina, gas y diesel.
- *Generador eléctrico.* Para la selección del tipo de generador eléctrico se necesita saber el tipo de corriente que abastece al sistema eléctrico por parte de la compañía suministradora, así como la capacidad de arranque de los motores eléctricos y la regulación del voltaje.
- *Operación.* Se debe considerar el tipo de operación que se requiere para el arranque de la planta de emergencia, este puede ser automática, semiautomática y manual.
- *Gastos.* Al adquirir una planta de emergencia se deben tomar en cuenta el costo de la misma, así como los gastos de instalación, el combustible y accesorios (cable adicional), entre otros.
- *Ubicación de la planta.* El sitio en donde se ha de instalar la planta de emergencia debe ser de espacio amplio y cerrado con acceso exclusivo, ventilación e iluminación. El piso será construido con concreto a nivel y de preferencia antiderrapante.

Después de haber identificado cada uno de los diferentes factores que influyen en la selección de una planta eléctrica de emergencia con motor de combustión interna, el siguiente paso a seguir es llevarlo a cabo en la práctica.

IV. B. PRESENTACIÓN DEL CASO

En el capítulo anterior se indica que en la empresa GGemistor, se tiene una pérdida económica de alrededor de \$214,500.00 pesos al año en el pago de tiempos extras y horas no productivas, por paros de trabajo innecesarios en la producción por la falta de energía eléctrica en épocas de lluvia y otros factores.

Si solo se toman en cuenta los pagos por tiempo extra se tiene un aproximado de \$143,000.00 pesos al año. Por lo que si se analizan estas cifras se puede considerar la adquisición una planta eléctrica de emergencia.

Tomando en cuenta los factores antes mencionados para la selección de la planta tenemos lo siguiente:

La capacidad o carga instalada que requiere la empresa es de 29.831 kW, por lo que se puede sugerir una planta eléctrica de emergencia de 30 kW, pero esperando que la empresa llegue a crecer se recomienda una de mayor capacidad que en este caso es la siguiente, es decir una de 50 kW a 60 kVA, con sistema de arranque automático, esto es, que opere en el momento que la energía eléctrica comercial falle, dejando de operar en cuanto se restablezca la acometida eléctrica.

También que cuente con una capacidad continua de operación entre cuatro y cinco horas, con un voltaje de 220/127 V trifásico, con corriente alterna a 60 Hz.

El equipo para el cual se requiere la planta de emergencia es para abastecer de energía en las áreas de mayor importancia dentro de la empresa (Figura IV. 1).

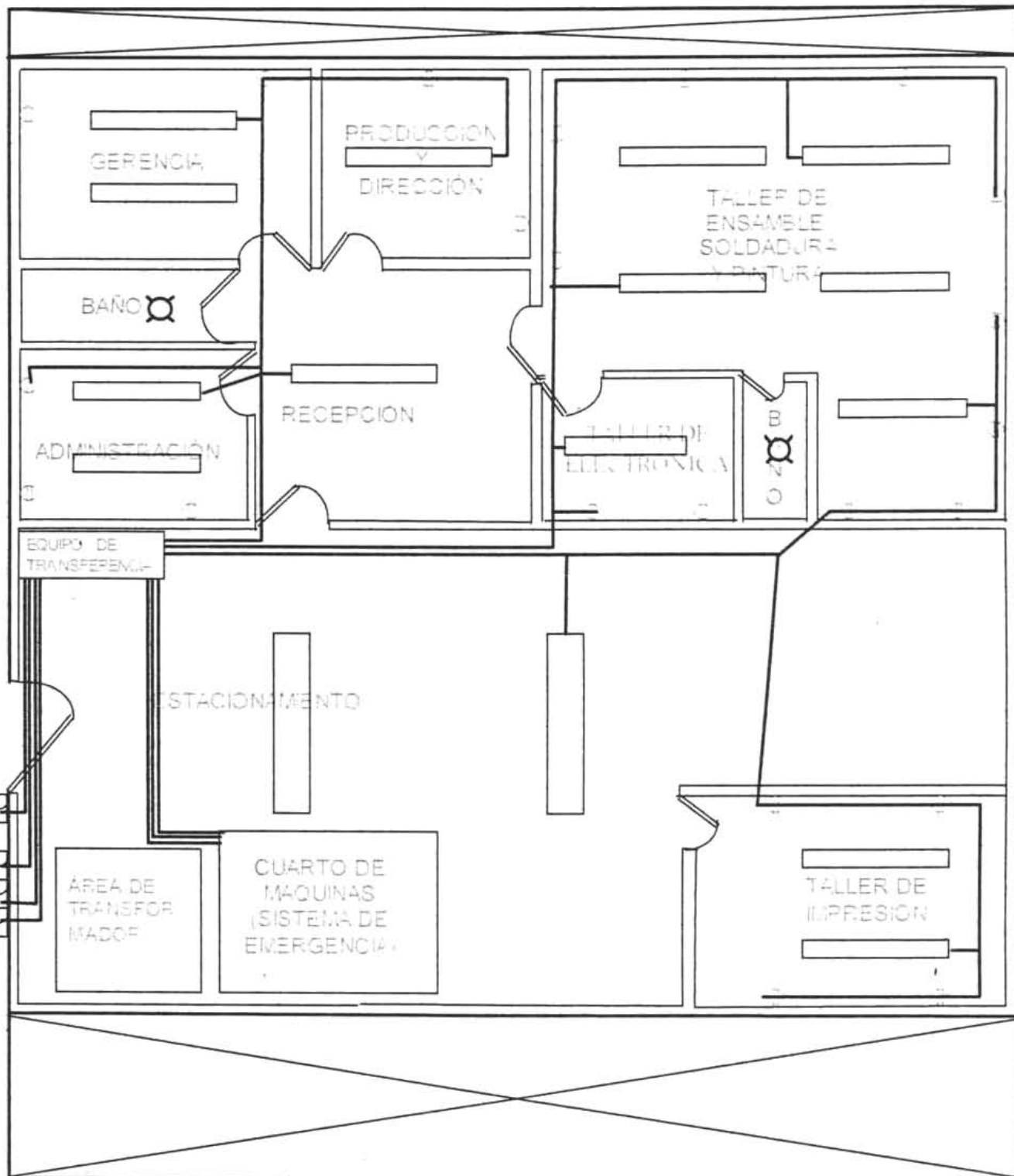


Figura IV. 1. Distribución eléctrica de emergencia

La conexión típica de alimentación de energía eléctrica de un sistema de emergencia se da como se muestra a continuación (Figura IV. 2).

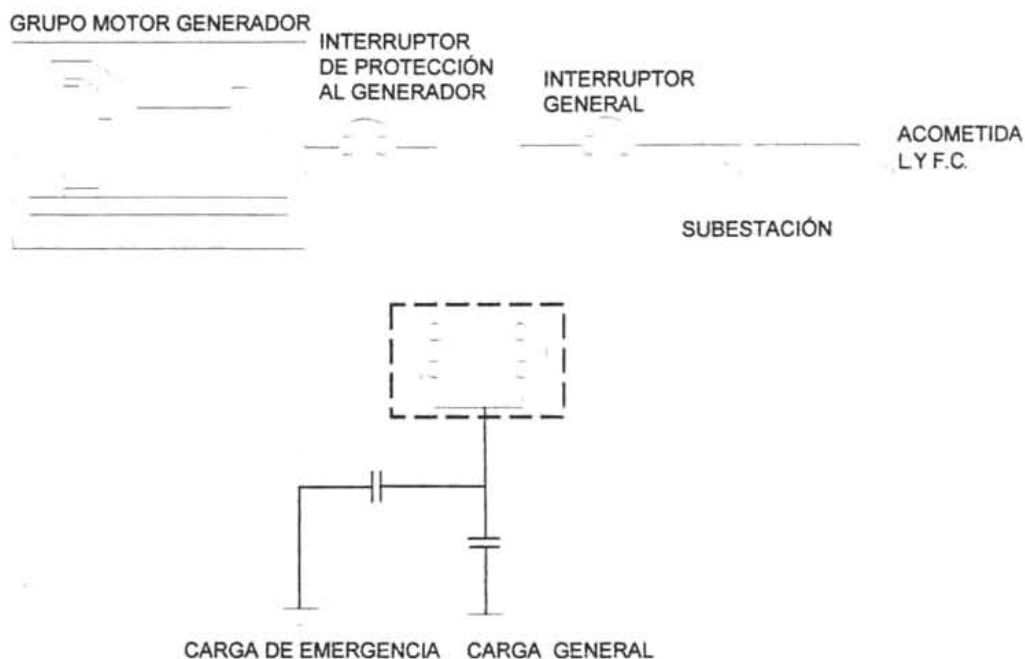


Figura IV. 2. Diagrama unifilar de un sistema eléctrico de emergencia

IV. C. INSTALACIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA

Para la correcta instalación de la planta eléctrica de emergencia se necesita considerar los siguientes puntos:

- *Espacio mínimo requerido.* Se debe calcular con base a las dimensiones de la planta (motor y generador) y accesorios, así como los espacios de circulación, operación y mantenimiento.
- *Clase de cimentación.* Esta debe ser suficientemente firme (concreto reforzado) para soportar el peso de la unidad, así como amortiguar las vibraciones.
- *Reglamentación para las instalaciones.* Es aquella que se debe tomar en cuenta para que el proyecto pueda estar de acuerdo con normas y leyes.
- *Enfriamiento adecuado.* Este debe ser calculado tanto para el motor de combustión interna como para el generador.

- *Aire limpio para la admisión del motor.* Es importante que el filtrado del aire sea limpio, para una mayor duración y rendimiento del equipo especialmente del motor.
- *Capacidad y localización del tanque de combustible.* Este debe contar con la capacidad de combustible suficiente para el servicio de operación y localización conveniente para el mantenimiento.
- *Sistema adecuado de escape de los gases de la combustión.* Esto con el fin de evitar contaminación, eliminación de ruido, humo etc.

IV. C. 1. Reglamentación

Cuando se realiza un proyecto de este tipo, se requiere cumplir con ciertos requisitos y normas, por lo que se menciona a continuación los puntos obtenidos del reglamento de obras e instalaciones eléctricas y de la Norma Oficial Mexicana para Instalaciones Eléctricas (NOM-001-SEDE-1999), relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, artículos 250, 500, 516 y 700.

La vigilancia en el cumplimiento de la presente Norma corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

- *Instalaciones de equipo en lugares cerrados.* Los locales en que se instale el equipo eléctrico deberá encontrarse cerrado o protegido en forma perimetral por malla ciclónica y techado, con el fin de evitar el acceso de personas no idóneas.
- *Local.* El local deberá ser a prueba de fuego, contando con buena ventilación e iluminación. No debe haber polvo, ni deberá emplearse como almacén (guardando combustibles ni gases inflamables o corrosivos), taller, ni cualquier otra actividad que no este relacionada con el funcionamiento y operación de la planta.
- *Pisos.* Los pisos deberán contar con una superficie de apoyo plana y firme, evitando partes sobresalientes y flojas, disparejas o resbalosas.
- *Extintidores.* Se deberán colocar extintidores en lugares convenientes y claramente marcados.
- *Conexión a tierra.* Las partes metálicas no conductoras de corriente, deberán conectarse a tierra en forma permanente o de forma inaccesible.
- *Protección de partes energizadas.* Todas las partes vivas que operen con energía deberán ser protegidas por medio de barandales y/o plataformas de madera y hule, instaladas a una altura recomendable. Así como la colocación de avisos de peligro.

IV. C. 2. Sistema de escape

El sistema de escape deberá ser diseñado para transportar y desalojar los gases producto de la combustión, como resultados del trabajo del motor diesel y se deberán considerar los siguientes puntos.

- El diámetro del tubo a emplearse deberá ser de acuerdo a la capacidad de la máquina y al diámetro de la salida de los gases de escape.
- Los codos y las curvas deberán ser del tipo de radio largo.
- Se deberá incrementar el diámetro de la tubería en una pulgada cada 7 metros de longitud para evitar la restricción y contrapresión en la salida de los gases de escape. Se recomienda que la tubería sea lo más corta posible y que tenga el menor número de curvas.
- No se debe descargar los gases de escape de un motor de combustión en chimeneas de caldera. Ni tampoco conectar los sistemas de escape de máquinas separadas a un mismo colector.
- No descansar ni empotrar directamente los tubos de escape en la pared, para evitar vibraciones y daños a los materiales de la misma.

IV. C. 3. Aislamiento

Una ventaja tanto para la protección del personal operador como la disminución de la radiación de calor y ruido provocado por el sistema de escape hacia el cuarto de máquinas, consiste en forrar de material aislante y resistente a las altas temperaturas todo el sistema de escape empezando por el múltiple del escape, tubo flexible, silenciador y ductos de escape con cualquier material aislante de los que se encuentran en el mercado y que pueden ser: material de fibra de vidrio o lana mineral.

IV. C. 4. Silenciador

La función principal del silenciador es atenuar el ruido emitido por el sistema de escape, el valor típico en "db" del ruido emitido por el sistema de escape, medido a un metro de distancia se considera un aproximado de entre 120-130 db.

Con la adición de un silenciador tipo industrial y bajo un procedimiento de instalación adecuada, la atenuación del ruido puede ser del orden de entre 18-20 db. y es utilizado principalmente donde la instalación de un silenciador tipo residencial o crítico no es necesaria.

IV. C. 5. Sistema de enfriamiento y precalentamiento

Radiador tropicalizado para servicio industrial, ventilador tipo soplo accionado por bandas y poleas con tensor de banda automático, termostato, bomba centrífuga, medidor, dispositivo de protección por alta temperatura. Precalentador de agua integrado directamente en el motor sin conexiones externas ni mangueras.

Sistema de combustible

Bombas de inyección, bomba de transferencia integral, gobernador de velocidad, inyectores con atomizadores de orificio múltiple, válvula de paro, filtro de cartucho reemplazable.

Sistema de lubricación

Bomba de engranes, enfriador de aceite, filtro reemplazable medidor y dispositivo de protección por baja presión.

Sistema eléctrico

Motor de arranque, alternador de carga de baterías, amperímetro, baterías de servicio industrial pesado, cables de conexión, cargador automático de estado sólido, de potencial constante, montado en el tablero de control.

Sistema de admisión / escape

Múltiple de admisión y escape, filtro de aire seco, silenciador con tramo de tubo flexible brindado.

IV. C. 6. Generador

El generador es trifásico de corriente alterna, según normas NEMA IP21 a prueba de goteo, la capacidad de arranque de motores eléctricos es de 200% en KVA y la regulación de voltaje es de +/- 1%, sin colector de delgas ni escobillas, sin piezas sujetas a fricción, excitatriz rotatorio con rectificadores de silicio de onda completa.

El generador está acoplado directamente al motor por medio de discos flexibles de acero, y la coraza del generador está acoplada rígidamente a la campana del motor, formando de esta manera una sola unidad montada sobre un bastidor de acero, asegurando un alineamiento rígido y permanente. Pintura del motor y generador, original de fábrica.

IV. C. 7. Tubos flexibles

El tubo flexible o fuelle que se suministra con el equipo, es un componente del sistema de los gases de escape, el cual tiene la función de absorber la vibración generada por el grupo en operación.

El tubo flexible deberá ser instalado directamente a la salida de los gases de escape del motor ya que de esta manera, se aísla el movimiento relativo entre el equipo y la rigidez

de los soportes del sistema de escape, también para absorber la dilatación o expansión de los tubos del escape originada por las altas temperaturas de operación del mismo cuando el grupo se encuentra en operación así como prevenir la carga en ambos lados, la planta y la instalación rígida del sistema de escape.

IV. C. 8. Cuarto de máquinas

Una vez que el sitio donde la planta de emergencia será instalada a sido seleccionado, se tomará en cuenta un área considerable alrededor del equipo para efectuar los servicios de mantenimiento sin dificultad, así también como proveer los siguientes puntos:

- Trinchera para el cableado de control y fuerza entre máquina y tablero.
- Base de cimentación adecuada al tamaño y peso del equipo.
- Anclaje adecuado del tablero de control y tanque de combustible.
- Abertura con persianas para la descarga del aire caliente del radiador.
- Aberturas adecuadas para proporcionar aire fresco para la combustión del motor diesel y el enfriamiento del generador y motor.
- Abertura y soportería adecuada para la instalación de los tubos de los gases de escape.

IV. C. 9. Cimentación

El grupo motor-generador deberá estar instalado en una base de concreto perfectamente nivelada y diseñada de acuerdo al peso y tamaño del equipo, sí mismo, del tipo de terreno de que se trate.

La vibración de la máquina se puede reducir si en el montaje se emplean elementos antivibradores. Los amortiguadores son normalmente empleados para reducir la transmisión de vibración originada por el movimiento entre la planta y la rigidez de la base.

IV. C. 10. Cables de fuerza

La instalación del cableado de fuerza se deberá calcular para que los conductores seleccionados soporten el máximo de corriente que demanda la carga, así mismo como soportar el voltaje de operación del sistema.

La instalación puede ser realizada con tubo conduit del diámetro adecuado a los conductores, escalerilla o trinchera. Todas las conexiones deberán realizarse firmemente, tanto en las terminales del generador, interruptor termomagnético o unidad de transferencia.

La instalación de los cables de fuerza en la unidad de transferencia es como sigue:

- Conectar los cables de fuerza de la acometida de la red normal en los bornes 1, 2, 3 del contactor o interruptor de transferencia del lado de la red normal, (vista de frente lado izquierdo).

- Conectar los cables de fuerza del generador en los bornes 1, 2, 3 del contactor o interruptor de transferencia del lado de la red de emergencia, (vista de frente lado derecho).
- Conectar los cables de fuerza de la carga en los bornes 1, 2, 3 del contactor o interruptor de transferencia de el lado de la carga, (vista de frente, parte inferior "puente").

IV. C. 11. Conexión de tierra

Uno de los puntos más importantes y críticos de una instalación eléctrica es el correcto aterrizaje del sistema o la correcta interconexión entre el neutro de la red comercial (transformador de la subestación), el neutro del generador y el neutro del sistema de cargas.

Una correcta instalación del sistema de tierras protege al equipo contra descargas atmosféricas, cargas estáticas generadas en el generador por efecto del rozamiento y así mismo protege al sistema cuando las cargas se encuentran desbalanceadas y las corrientes en el neutro que pueden ocasionar problemas en el generador y la carga, así también por las corrientes parásitas generadas en los laminados del generador.

El sistema de tierra física comúnmente empleado es una varilla de cobre (copper-weld) o electrodo, enterrado en un lugar en donde se ha preparado con soluciones salinas para una correcta conducción de la corriente hacia tierra.

Para el diseño del sistema de tierra se debe de tomar en cuenta el tipo de suelo así como su resistividad ya que esta última puede variar con la cantidad de humedad, por lo que se debe tomar en cuenta la resistividad en el peor de los casos.

La resistividad del terreno se mide fundamentalmente para encontrar la profundidad de la roca, así como para encontrar los puntos óptimos para localizar la red de tierras de la planta generadora, así como indicar el grado de corrosión de tuberías subterráneas (generalmente en lugares con resistividad baja tiende a incrementar la corrosión).

Para medir la resistividad del suelo se requiere de un terrómetro o Megger de tierras de cuatro terminales, las cuales son enterradas a la misma profundidad y espaciadas con la misma longitud en línea recta, por lo que en teoría se puede obtener este método de prueba mediante la siguiente fórmula:

$$p = 2 \times \text{PI} \times A \times R$$

donde:

p = Resistividad promedio a la profundidad (A) en ohm-m.

PI = 3.1415926.

A = Distancia entre electrodos en metros.

R = Lectura del terrómetro en ohms.

Valores aceptables de resistencia a tierra.

La norma oficial mexicana (NOM) menciona que "la resistencia eléctrica total del un sistema de tierras debe conservarse en un valor (incluyendo todos los elementos que forman el sistema) menor a 25 ohms para subestaciones que operen hasta 250 kVA y 34.5 kV.

IV. D. UNIDADES DE TRANSFERENCIA

La unidad de transferencia es el conjunto de dispositivos que sirven para conmutar (cambiar) las dos fuentes de energía normal y de emergencia para suministrar de energía eléctrica a una carga en la cual la interrupción por parte de la línea comercial puede ser crítica o provocar pérdidas cuantiosas.

El tablero de control cuenta con una etapa de transferencia la cual esta formada por los siguientes elementos:

- *Relevador de bajo Voltaje.* Dispositivo de tipo electrónico que sirve para monitorear las tres fases de la red normal para que en caso de que esta falle o se salga de los parámetros especificados mande una señal al sistema de control para que arranque la planta de emergencia y de esta manera proteger la carga.
- *Tiempo de transferencia.* Dispositivo diseñado para retardar el cambio de la línea normal a la línea de emergencia para darle oportunidad a que el voltaje del generador, la frecuencia de máquina, así como a la presión de aceite se estabilicen y la planta al tomar la carga se encuentre en las mejores condiciones de operación.
- *Tiempo de retransferencia.* Dispositivo diseñado para retardar el cambio de la línea de emergencia a la línea normal una vez que se han detectado que los valores de la línea normal son aceptables, esto con la finalidad de evitar los efectos transitorios originados por las repentinas subidas y caídas de voltaje que pueden afectar la carga.
- *Tiempo de paro.* Dispositivo diseñado para retardar el paro de la planta de emergencia una vez realizada la retransferencia, en la cual el equipo trabaja en condiciones sin carga (vacío) esto para efectos de enfriamiento.
- *Unidad de transferencia.* Dispositivo diseñado para la conmutación de líneas, normal-emergencia; para evitar el corte de suministro de energía (Figura IV. 3).

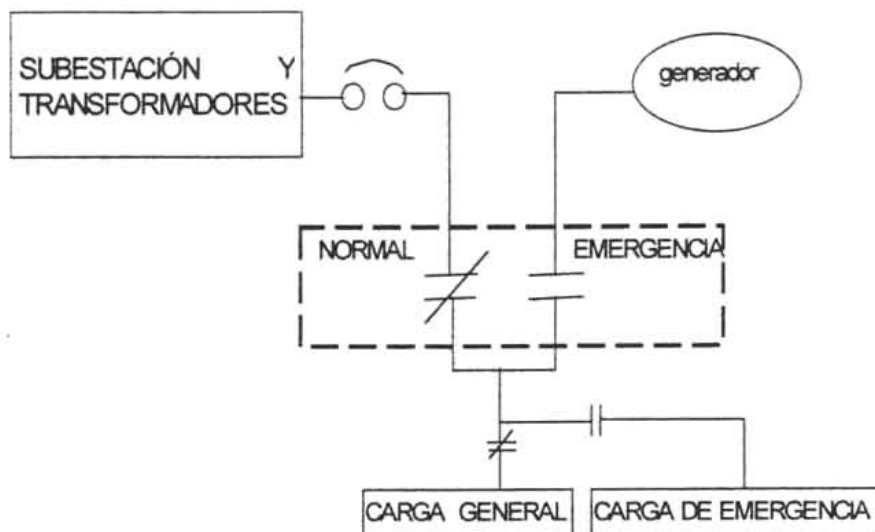


Figura IV. 3. Diagrama unifilar de la unidad de transferencia

Este sistema de transferencia se encuentra formado por 2 interruptores electromagnéticos tipo H-2 de operación eléctrica, cada uno equipado con un mecanismo de energía mecánica almacenada necesaria para cerrar el interruptor. Solo uno de los interruptores puede cerrarse a la vez, debido a un control automático de bloqueo eléctrico. Utiliza interruptores electromagnéticos en aire, pudiendo ser aplicado a cargas mixtas de alumbrado y fuerza.

Las señales de control las envía el circuito de control de transferencia y paro a través de los contactos del relevador 2RC.

A continuación se describen los elementos del diagrama eléctrico del interruptor de transferencia (Figura IV.4).

L1, 2, 3	- Líneas de energía normal.
1L1, 2, 3	- Líneas de energía de emergencia.
T1, 2, 3	- Líneas hacia la carga general.
1T1, 2, 3	- Líneas hacia la carga de emergencia.
TP10, 11	- Transformador de potencial 220/127 Volts.
F9, 10	- Fusibles de 5 Amperes.
2RC-1, 4	- Contactos del relevador 2RC del circuito de control.
RDN, E	- Relevador de disparo (cierre) del interruptor N ó E.
MN, E	- Motor del interruptor N ó E.
N1, 2, 3	- Contactos del interruptor normal.
E1, 2, 3	- Contactos del interruptor de emergencia.
N	- Contactos auxiliares del interruptor NORMAL.
E	- Contactos auxiliares del interruptor de EMERGENCIA.
TCN, E	- Bobina de disparo (apertura) del interruptor N ó E.
LCSN, E	- Interruptor de la aleta de disparo.
V	- Lámpara piloto de NORMAL (verde)

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

- R - Lámpara de piloto de EMERGENCIA (roja).
- - Tablilla de terminales del interruptor NORMAL.
- ▣ - Tablillas de terminales del interruptor de EMERGENCIA.
- 19 RP - Reloj programador.

Nota: Los números sobre las líneas indican la numeración del conductor.

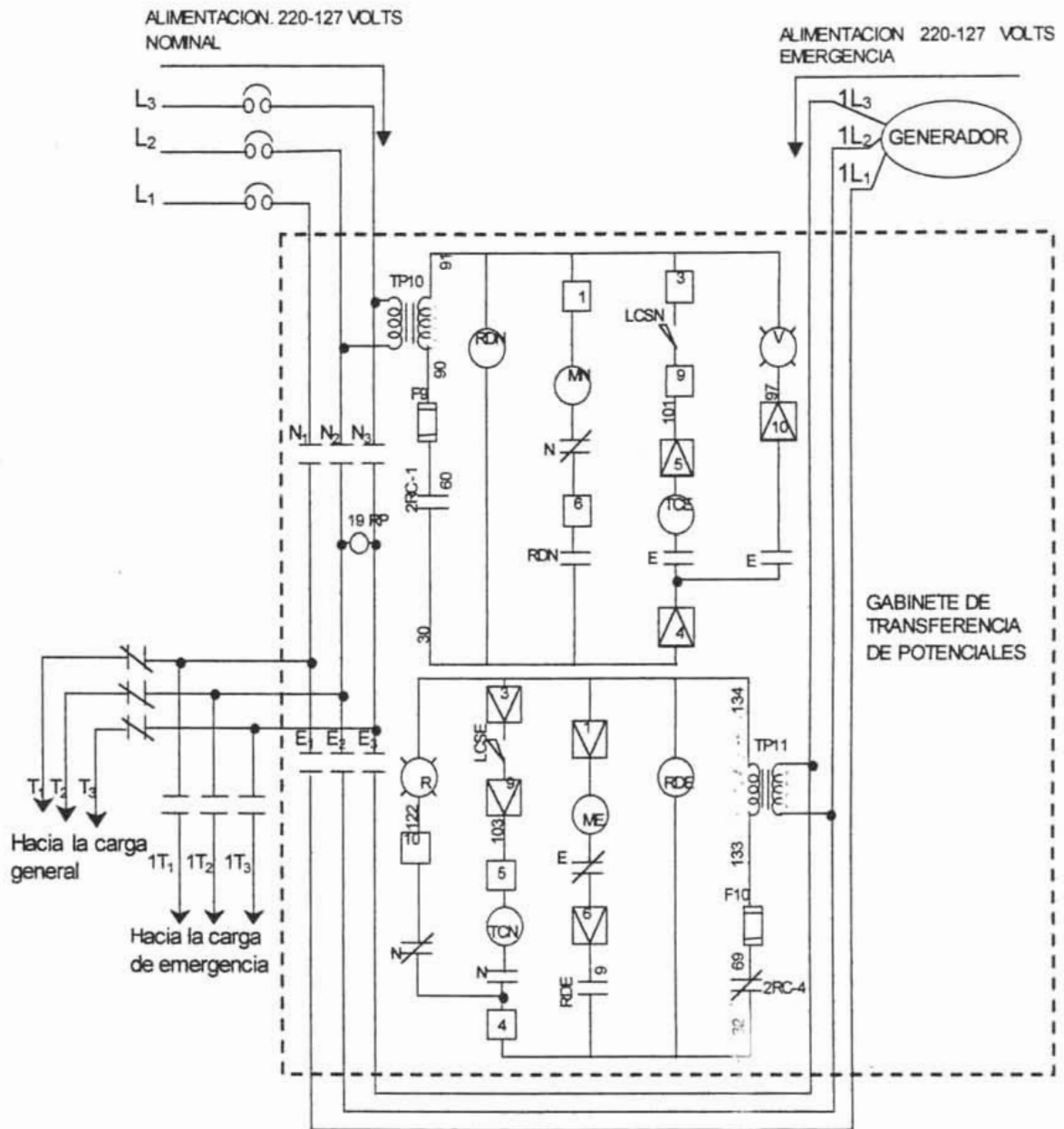


Figura IV.4. Diagrama esquemático de control y protección del sistema de alimentación (Normal y de Emergencia).

IV. D. 1. Sistema de control

El sistema de control o gabinete de transferencia, es donde se encuentra ubicado el sistema de control de la planta de emergencia contando como partes principales las siguientes:

- *Equipo de medición.* Voltímetro: Este instrumento medirá el voltaje de salida del generador entre fase. Estará conectado al conmutador de fases y por medio de este se obtendrán las lecturas de voltaje entre dos de cualquiera de las tres fases. Amperímetro: Medirá la corriente que proporciona el generador a la carga en cada fase.
Frecuencímetro: Medirá la frecuencia eléctrica que produce el generador y, como se encuentra ligada con las revoluciones de la máquina controlara indirectamente estas últimas.
Horímetro: Registrará el número de horas que la planta ha trabajado pudiendo aplicar de esta forma el programa de mantenimiento preventivo a la máquina en el tiempo adecuado, así como diagnosticar si necesita revisiones mayores.
- *Switch de llave.* En el switch de llave se realizan las operaciones de arranque automático y manual de la planta de emergencia. En manual la planta entra en operación pero trabaja en vacío (sin carga), en automático la planta trabaja cuando hay un corte por parte de L. y F. C. y la planta trabaja continuamente hasta que se reestablezca el suministro, en la posición fuera la planta queda fuera de servicio es decir que no trabaja aun habiendo un corte por parte de comisión.
- *Led normal.* Indica que hay luz normal por parte de L. Y F. C.
- *Led de emergencia.* Señala que no hay luz por parte de L. Y F. C. Y por lo tanto la planta de emergencia debe estar trabajando.

IV. D. 2. Operación

La operación de la planta eléctrica de emergencia es extremadamente sencilla y puede funcionar en dos modalidades:

- Modalidad automática.

- 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.

- Modalidad manual.

En esta modalidad, se verifica el buen funcionamiento de la planta sin interrumpir la alimentación normal de la energía eléctrica.

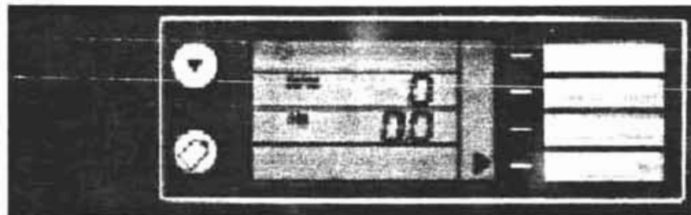
El selector de control maestro debe colocarse en la posición de "Manual".

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.

El control, se encarga de proporcionar las señales de arranque, paro, control y protección de una planta generadora de energía eléctrica. Monitorea el voltaje de la red normal y del generador, sensando alto y bajo voltaje, alta y baja frecuencia para ambas fuentes, controlando automáticamente las funciones de la unidad de transferencia.

Tiene un display de cristal líquido (LCD) que proporciona la información del estado de operación del equipo y los valores de instrumentación en tiempo real.



El display cuenta con botones para navegar entre las diferentes páginas que muestran los valores de instrumentación y el estado de operación.

Incluye botones de dialogo (H-M) montados en el frente del módulo con leds indicadores para la selección del modo de operación del sistema.

- Paro / desbloqueo
- Operación manual
- Modo de prueba
- Operación automática
- Arranque



Tiempos totalmente configurables para permitir una secuencia adecuada de las funciones de control, protecciones y transferencia, como son:

- Retraso de arranque
- Número de intentos de arranque
- Retraso de transferencia
- Retraso de retransferencia
- Retraso de paro
- Activación de protecciones
- Tiempo límite de arranque manual
- Protección al motor de arranque
- Tiempo de alarma de batería
- Tiempo de paro
- Otros tiempos totalmente programables

IV. D. 3. Instrumentación

Mediciones digitales en display de cristal líquido de los siguientes parámetros.

- Voltaje de la red normal (L₁-N, L₂-N, L₃-N, L₁- L₂, L₂- L₃, L₃- L₁)
- Frecuencia de la red normal
- Voltaje del generador (L₁-N, L₂-N, L₃-N, L₁- L₂, L₂- L₃, L₃- L₁)
- Frecuencia del generador
- Corriente del generador (L₁, L₂, L₃)
- Presión de aceite.
- Temperatura de agua
- Voltaje de batería
- Velocidad del motor (R.P.M.)
- Horas de operación
- Fecha y hora
- Nivel de combustible en % (opcional)
- kVA del generador (L₁, L₂, L₃, total)
- kW del generador (L₁, L₂, L₃, total)
- Factor de potencia (Cosθ) (L₁, L₂, L₃)

IV. D. 4. Reloj programador semanal

El control integra como estándar un reloj programador semanal, configurable por medio de una PC empleando el software 52xx, para ejercitar el equipo periódicamente en forma automática con carga o sin carga.

PROGRAMACIÓN LOCAL

La programación y configuración local, se efectúa por medio de una PC, con el empleo del software 52xx, el cual opera en el ambiente Windows™. Y permite al usuario monitorear el estado de operación de la planta, facilidad de diagnóstico, instrumentación en tiempo

real, arranque y paro, registro de eventos, estado de operación, protecciones y alarmas, así mismo configuración de todos los parámetros de operación.

Adicionalmente la configuración de algunos parámetros de alarma y tiempos de operación pueden ser modificados accediendo directamente los botones frontales del módulo sin el empleo de una PC.

PROGRAMACIÓN REMOTA

Para el control, monitoreo y diagnóstico de la planta, a distancia, se tiene como estándar un puerto de comunicación para la conexión a través de módems y líneas telefónicas del tipo normal o celular (GSM), con el empleo de un software de comunicación.

En el evento de una falla, el módulo de control iniciará el marcaje a la PC que se haya programado, informando al operador del problema presente, proporcionando la identificación del módulo con la etiqueta de fecha y hora de ocurrida la falla.

Como opción se tiene la comunicación remota por medio del puerto de comunicación, el cual es operado con el protocolo de comunicación MODBUS y puede ser totalmente integrado a un sistema inteligente de monitoreo centralizado, se requiere que la interfase de integración y las tablas de mapeo sean desarrolladas por una tercera instancia. (principalmente la empresa suministradora del sistema inteligente)

Como función especial, integra la facilidad de envío de mensajes (SMS) Short Messaging System a un teléfono celular con el empleo de un módem adecuado tipo GSM

IV. E. PROTECCIONES

El sistema cuenta con protecciones que se consideran algunas como críticas y otras como no críticas, algunas de las fallas críticas, se pueden configurar con un punto de ajuste para pre-alarma de advertencia, antes de que se presente la protección y paro del equipo.

IV. E. 1. Protecciones internas

Estas protecciones se detectan y procesan internamente en el módulo.

- Falla del alternador de carga de baterías
- Baja frecuencia del generador (*)
- Alta frecuencia del generador (*)
- Bajo voltaje de batería
- Alto voltaje de batería
- Falla de arranque (tres intentos)
- Baja velocidad (*)
- Sobre velocidad (*)
- Falla de generación (*)
- Alto voltaje del generador (*)

- Sobre corriente (*)

(*) Cuentan con pre-alarmas de advertencia.

IV. E. 2. Protecciones externas

Las alarmas externas (10) son aquellas señales que se activan por contactos o sensores externos (señales digitales o análogas) y tienen parámetros totalmente configurables por el usuario.

- Bajo nivel de agua del radiador
- Paro de emergencia
- Baja presión de aceite (*)
- Alta temperatura de agua (*)
- Baja temperatura de agua (opcional)
- Bajo nivel de combustible

4 canales opcionales configurables

Las protecciones o condiciones de alarma se muestran por medio de iconos luminosos del tipo "oculto hasta que se enciende" en la parte frontal del módulo.

El módulo monitorea por medio de sensores analógicos, los valores de presión de aceite, temperatura de la máquina y nivel de combustible (opcional), para mostrar las lecturas adecuadas de los valores correspondientes en tiempo real en el display de cristal líquido.

En la parte frontal del módulo de control, se muestra el estado de operación de la unidad de transferencia, adicionalmente se indica si algún parámetro de la red normal o del generador si esta fuera de límites.

IV. F. MANTENIMIENTO

El mantenimiento del equipo empieza en el momento en cual se inicia la operación del mismo y debe continuar durante todo el tiempo que continúe en operación, sin embargo, en plantas de emergencia el mantenimiento preventivo debe efectuarse periódicamente de acuerdo con un itinerario previamente establecido, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del equipo.

Para efectos de programación e trabajo, el mantenimiento se dividirá en los siguientes tipos:

- *Mantenimiento Preventivo*: Es aquella revisión que se lleva a cabo periódica y rutinaria de la planta eléctrica para descubrir oportunamente cualquier anomalía.

- *Mantenimiento Correctivo:* Es la localización precisa de la causa que origina la anomalía con el objeto de corregirla de inmediato.
- *Mantenimiento Activo:* Es el arreglo de cualquier desperfecto de la planta eléctrica, originada por la falla prematura de algún elemento (por mala calidad, accidente, mala colocación u otra causa imprescindible) o por el progreso de alguna anomalía no descubierta oportunamente en el mantenimiento preventivo.
- *Mantenimiento Ocasional:* Es el arreglo, construcción o reconstrucción de las instalaciones o de la planta eléctrica, ocasionado por la relocalización del equipo de acuerdo a las necesidades que se tengan.

IV. F. 1. Mantenimiento preventivo a realizar por el operador

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.

IV. G. OBLIGACIONES DEL PROVEEDOR PARA PLANTAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

- Transportar bajo su responsabilidad todos los materiales y equipos hasta la obra incluyendo motor, generador, equipos de arranque, paro y transferencia automático.
- Realizar las maniobras de carga y descarga, movimientos dentro y fuera de la obra, hasta dejar perfectamente instalada la unidad electrogeneradora y sus accesorios en las bases.

- Proporcionar al departamento correspondiente el programa de adquisición, fabricación y entrega de sus materiales y equipos, inmediatamente después de recibir el pedido.
- Proporcionar tres juego de copias heliográficas azules de los planos constructivos definitivos de las bases de cimentación y de las provisiones proporcionadas por otros, necesarios para la instalación y montajes de sus equipos, detallados a satisfacción al departamento correspondiente de su operación.
- Tramitar todos los permisos de importación a nuestro país y de exportación en el país de origen cubriendo todos los gastos correspondientes.
- Tramitar ante la subdirección de Electricidad de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, el permiso para el funcionamiento de la planta generadora de energía eléctrica y la aprobación de los planos respectivos.
- Indicar los datos de su representante autorizado para prestar servicio de mantenimiento.
- Entregar una relación de las piezas y accesorios disponibles en los almacenes de su representante más cercano al lugar de utilización.
- Realizar en laboratorios las pruebas de adaptación de sus equipos en presencia de los representantes asignados, para verificar el control de calidad del producto.
- Entregar la planta de generadora de energía eléctrica, así como los equipos y materiales, accesorios funcionando a satisfacción del personal que se encargará del mantenimiento de la unidad y de los representantes que se designen por parte de las áreas responsables.
- Otorgar una garantía por un año y por escrito para asegurar que todo lo proporcionado, montado e instalado, está libre de defectos de diseño, visibles u ocultos, materiales y mano de obra y que es adecuado para cumplir las finalidades de suministro de la energía eléctrica durante emergencia requerida para el correcto funcionamiento de los aparatos eléctricos que se conecten a la planta generadora. Lo anterior a partir de la fecha de recibido de la unidad funcionando.

Cualquier defecto deberá ser corregido por el proveedor en un lapso de tiempo que se indicará oportunamente. Formara parte de la propuesta del proveedor y además entregara tres juegos de copias del mismo a la Jefatura de Construcciones.

- Entregar tres juegos de cada uno de los manuales de operación mantenimiento y relación de partes del motor diesel.
- Adiestrar en la operación y mantenimiento de los equipos al personal designado.

IV. H. COTIZACIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA

A continuación se muestra una cotización para una planta eléctrica de emergencia de 50 kW.

Presupuesto de UNA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA, operación AUTOMÁTICA marca "OTTOMOTORES" de las siguientes características:

Capacidad continua en emergencia durante el tiempo de falla de la red comercial hasta 2250 m.s.n.m. 50 kW., 62.50.00 kVA.

- Motor "CUMMINS" modelo "4BT3.9G3".
- Generador "WEG".
- Tablero de medición y control DALE 3100, 220/127 V.C.A. de 60 Hz., 1800 RPM, f.p. 0.8, 3 fases, 4 hilos.
- Transferencia compuesta por CONTACTORES MAGNÉTICOS de 3 x 160 AMPS., con interruptor TERMOMAGNÉTICO montado a un costado del generador para la protección del mismo

Accesorios estándar incluidos:

- Planos de cimentación, dimensiones de la planta, instalación típica y diagrama eléctrico.
- Manual de operación, mantenimiento del equipo y lista de partes.
- Manual técnico del tablero DALE 3100 con guía de fallas.
- Tanque de combustible de separado de 250 litros, con indicador de nivel de carátula.
- Acumulador 1X80 AH 12 VOLTS, tipo industrial.
- Silenciador (1) tipo hospital.
- Tramo de tubo flexible bridado.
- Amortiguadores entre el grupo motor-generador y su base.

CONDICIONES COMERCIALES

PRECIOS: Debido a que los principales componentes son de importación presentamos a continuación en U.S. Dólares. Los dólares podrán ser pagados en pesos al tipo de cambio del día de pago.

PRECIO UNA PLANTA ELECTRICA L.A.B. nuestra planta.	USD	10,400.00
JGO. DE AMORTIGUADORES DE RESORTE (4)	USD	168.00
	USD	10,568.00

Condiciones de pago:	50% ANTICIPO, SALDO CONTRA AVISO DE TERMINOS.
Tiempo de entrega:	2 - 3 SEMANAS
Vigencia de oferta:	30 DIAS

GARANTIA

UN AÑO DE OPERACION, a partir de la fecha de puesta en operación ó 18 meses de la fecha de embarque, excluyendo partes y componentes eléctricos sujetos a daño por variaciones de voltaje exteriores, los cuales serán amparados por garantía los primeros 3 meses.

En aplicación de plantas de emergencia ofrecemos por medio de CUMMINS, una garantía de dos años en el motor, exceptuando, los sistemas de inyección y eléctrico.

OTTOMOTORES cuenta con el registro SECOFI, NOM1 No.93/02/15758 lo cual garantiza que su compra cubre las normas de fabricación y pruebas de calidad internacionales requeridas por SECOFI.

ESPECIFICACIONES GENERALES

El motor es de tipo industrial, diseñado para servicio continuo durante el tiempo de la falla del suministro normal con las especificaciones adecuadas y originales de fábrica para aplicación de generación eléctrica.

MARCA:	"CUMMINS"
CARACTERÍSTICAS:	4*TIEMPOS -DIESEL
MODELO:	"4BT3.9G3"
POTENCIA:	86 BHP A 1800 RPM
NÚMERO DE CILINDROS:	4 EN LÍNEA
DIÁMETRO POR CARRERA:	102X120 MM
DESPLAZAMIENTO:	3.92 litros
VELOCIDAD DEL PISTÓN:	7.2 M/SEG
RELACIÓN DE COMPRESIÓN:	16.5:1
CONSUMO A PLENA CARGA:	APROX 0.32 L/KWH
TIPO DE ASPIRACIÓN:	TURBOCARGADO

SISTEMA ELÉCTRICO:	ALTERNADOR Y MARCHA 12 VOLTS
VOL. DE ACEITE LUBRICANTE:	11.0 LTS
GOBERNADOR DE VELOCIDAD:	MECÁNICO, (OPCION ELECTRÓNICO)
PRECALENTADOR:	400 WATTS
PESO NETO MOTOR SECO:	320 KGS

CONCLUSIONES

El objetivo principal de la adquisición de la planta de emergencia es el de asegurar que las interrupciones de energía eléctrica no afecten en la producción y desempeño de la empresa durante se jornada de trabajo. Además con esto la empresa asegura que los productos y materiales para maquila no sean dañados por el proceso interrumpido por falta de energía eléctrica, evitándose pérdidas económicas las cuales no son redituables.

Para la selección e instalación de una planta de energía eléctrica de emergencia con motor de combustión interna se tomarán en cuenta muchos factores, como son el espacio donde se instalará, la capacidad en kW que consumen los equipos de producción y de oficina, la iluminación, el peso, costo y tamaño; así como las áreas administrativas y de operación a las cuales va a suministrar la energía cuando esta es interrumpida por fenómenos naturales y otros factores ajenos a la empresa suministradora.

Debido a que al año se tiene una pérdida económica de un aproximado de \$140,000.00 pesos en horas extras al personal operativo, sin tomar en cuenta los pagos en lo referente de las horas en las cuales no se trabaja por la falta de suministro de energía eléctrica, pagos por sanción en el atraso de entrega de la maquinaria al cliente, se puede costear la compra de la planta por lo que la inversión en la adquisición de la misma se recupera a inmediato plazo ya que el costo total del sistema de emergencia es de \$117,000.00 pesos.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ **AGGER, L. T**
INTRODUCCIÓN A LA ELECTRICIDAD
Ed. Continental
- ❖ **MANUAL DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA**
MABE
2001
- ❖ **MILEAF, HARRY**
ELECTRICIDAD 1, 2, 3
Ed. Limusa
- ❖ **MORCE, FREDERICK TRACY**
CENTRALES ELÉCTRICAS
Ed. Continental
- ❖ **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-1999**
INSTALACIONES ELÉCTRICAS
Instituto Politécnico Nacional
- ❖ **URILLE, FERNÁNDEZ A. LUIS**
CENTRALES ELÉCTRICAS I, II, III
Ed. UPC

MESOGRAFÍA

MESOGRAFÍA

- ❖ WWW.CFE.GOB.MX
- ❖ WWW.ENERGÍA.GOB.MX
- ❖ WWW.LYFC.GOB.MX
- ❖ WWW.OTTOMOTORES.COM.MX