



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**"RESPALDO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL  
CENTRO DE CÓMPUTO DEL CCH VALLEJO"**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO**

**PRESENTA:**

**AMADOR VEGA DAVID ANTONIO**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. RODOLFO PETERS LAMMEL.**

**CIUDAD UNIVERSITARIA  
MEXICO, D.F. ABRIL 2010**





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

*“Lo importante es no dejar de hacerse preguntas.”  
“La teoría es asesinada tarde o temprano por la experiencia.”  
Einstein, Albert*

**A Lucy:** Por ser una mujer importante en mi vida, por brindarme tu amor y comprensión incondicionalmente, eres la persona que me inspira ganas para seguir adelante. Siendo la impulsora para el termino de dicha tesis. Y discúlpame por estos malos momentos y desolación. Y muchas gracias por la compañía durante esta etapa de mi vida y el tiempo dedicado a este trabajo.

**A mis padres:** Por brindarme siempre su apoyo incondicional, en los buenos y malos momentos. En esencial a mi madre Celina gracias para que esta etapa se concluyera. Solo puedo decir gracias por ser parte de ustedes.

**A mis hermanos:** Valentín, Martha y Humberto Le doy gracias a mis hermanos por toda una vida convivencia, a mis sobrinos por dar esa alegría cuando hace falta, esperando que sigamos siendo familia.

**A mis amigos:** Mis amigos, que en cada instante me motivaron, y me animaron, por contar unos (Fernando O., Libia, Alex, Lidia, Luis M. Hugo, Adrian y demás amigos).

**Al Ing. Rodolfo Peters Lammel:** Por la oportunidad brindada para la realización de este trabajo, por su experiencia, paciencia, amistad, tiempo y orientación en la elaboración de este proyecto de tesis., afecto que siempre ha brindado sin pedir nada a cambio.

**Al M.I. Juventino Ávila Ramos junto con su departamento de Sistemas:** Gracias por su generosidad al brindarme el apoyo para tener acceso a las instalaciones del CCH para realizar las mediciones pertinentes para que la presente tesis quedara lista. Además de toda la disposición material que tenía a su alcance.

**Al Ing. Norberto Pérez Colín:** Por el apoyo, tiempo y orientación en la elaboración de este proyecto de tesis, gracias por su apoyo.

**Al Jurado:**

**Ing. Cesar Maximiliano López Portillo Alcerreca**

**Ing. David Vázquez Ortiz**

**Dr. Gabriel León de los Santos y al**

**Ing. Alfredo López Tagle.**

Por ofrecerme la oportunidad de prepararme, por ofrecerme sus conocimientos y sabiduría en cuando tome clase con ustedes. Siempre serán parte de mi vida.

**A la Facultad de Ingeniería:** Por brindarme la oportunidad de prepararme, por ofrecerme sus conocimientos y sabiduría. Siempre será parte de mi vida.

**A la Universidad Nacional Autónoma de México:** por su generosidad al ofrecerme sus conocimientos, experiencias y puntos de vista para mi instrucción.

*Así como el hierro se oxida por falta de uso, así también la inactividad destruye el intelecto.*

*- Leonardo da Vinci*



“POR

MI RAZA  
HABLARA EL ESPIRITU”.

**David Antonio Amador Vega**

**Gracias.**

**Índice**

Tema	Pág.
Índice	I
Objetivos	5
Introducción	7
1. Antecedentes	11
1.1. Principios de la energía.	13
1.2. La energía a través de la historia del hombre	15
1.3. El Desarrollo Eléctrico en México	17
1.4. Tipos de Fuentes de generación de energía	20
1.4.1. Plantas Hidroeléctricas.	20
1.4.2. Plantas Térmicas	21
1.4.3. Plantas Geotérmica	23
1.4.4. Plantas Eólica	24
1.4.5. Plantas Nucleoeléctrica	25
1.4.6. Plantas de Turbogas	26
1.4.7. Plantas Carboeléctricas	27
1.4.8. Plantas Fotovoltaicas (Energía solar)	28
1.5. Diversificación de las fuentes de generación en México	29
1.5.1. Centrales Carboeléctricas	29
1.5.2. Centrales Nucleoeléctricas	30
1.5.3. Centrales Hidroeléctricas	31
1.5.4. Centrales Eólicas	31
1.5.5. Ciclos Combinados con Gasificación Integrada	31
2. Suministro de energía eléctrica	35
2.1. Conceptos generales.	35
2.2. Transmisión en el Sistema Eléctrico Nacional	36
2.3. Tipos de carga.	39
2.4. Continuidad Del Sistema De Acuerdo Al Tipo De Consumidor	40
2.5. Calidad de Energía.	42
2.5.1. Regulación de Voltaje	43

2.5.2.Presencia de Armónicos	44
2.5.2.1.    Consecuencia de la presencia de armónicos	44
2.6. Pérdidas de energía en el nivel de distribución	46
2.7. Topologías de los sistemas de distribución	48
2.8. Subtransmisión y Subestaciones de distribución	50
2.9. Principios técnico-económicos	55
2.9.1.Análisis técnico	55
2.9.2.Análisis económico	56
3. Respaldos de Energía	57
3.1. Introducción	59
3.2. Plantas de Emergencia.	60
3.2.1. Forma de operación de las plantas eléctricas	61
3.2.1.1.Operación automática	61
3.2.1.2.Operación manual	62
3.2.2. Clasificación de las Plantas de Emergencia por el tipo de servicio	63
3.2.2.1.Servicio continuo	63
3.2.2.2.Servicio de Emergencia	64
3.2.3. Componentes de la planta de emergencia	65
3.3. UPS	69
3.3.1. Componentes típicos de los UPS	70
3.3.2. Parámetros que definen un UPS	71
3.3.3. Topologías de UPS	71
3.3.3.1. UPS stand-by	73
3.3.3.2. Interactivas	76
3.3.3.3. Simple Conversión	79
3.3.3.4. Conversión Delta	83
3.3.3.5. Doble Conversión	86
3.3.4. Off-Line Y On-Line	89
4. Metodología para el Levantamiento Eléctrico	91
4.1. Antecedentes al Proyecto	93
4.2. Funciones que desempeñan dentro del Centro de Cómputo	95
4.2.1. Asignaturas dentro del CCH que Ocupan el Centro de Cómputo	97

4.3. Servicios Proporcionados en el Centro de Cómputo	98
4.3.1. Aulas 1 y 2	99
4.3.2. Sala de Alumnos	101
4.3.3. Sala de Planeación	103
4.3.4. Aula Telmex	105
4.4. Levantamiento Eléctrico	106
4.5. Procedimiento para recolección de datos con el analizador de redes	112
5. Propuesta de Proyecto	119
5.1. Introducción	121
5.2. Revisión de cargas	122
5.2.1. Transformador	122
5.2.2. Lado Primario	124
5.2.3. Caída de tensión en Alimentador	126
5.2.4. Lado Secundario	127
5.2.5. Caída de Tensión Circuito Derivado de Lado Secundario del Transformador a Gabinete I-LINE	128
5.3. Cálculo para el Dimensionamiento de la Planta de Emergencia	129
5.4. Cálculo Para el dimensionamiento de los UPS´s	136
5.5. Cálculo de la Red de Tierras	139
5.6. Aspectos económicos del Proyecto	141
5.7. Recomendaciones para el Mantenimiento a la Instalación Eléctrica	143
5.7.1. Mantenimiento a Tableros de Distribución	143
5.7.2. Mantenimiento al Transformador Tipo Seco	144
5.7.3. Mantenimiento, manejo y operación a la planta de emergencia	145
5.7.4. Mantenimiento a realizar a un UPS	147
5.7.5. Limpieza al Sistema de Tierras	149
Conclusión	151
Bibliografía.	153
Glosario	155
Anexos.	159



	Índice	
	Figuras	Pág.
1.	Antecedentes	11
1.1.	Generación de la energía	13
1.2.	La evolución del avance tecnológico del hombre	15
1.3.	Totalidad de la generación eléctrica de la C.F.E.	19
1.4.	. Planta Hidroeléctrica	21
1.5.	Plantas Térmicas	22
1.6.	Plantas Geotérmicas	24
1.7.	Plantas Eólicas	25
1.8.	Plantas Nucleoeléctricas	26
1.9.	Plantas de Turbogas	27
1.10.	Plantas Carboeléctricas	27
1.11.	Plantas Fotovoltaicas (Energía solar)	28
1.12.	Capacidad bruta-Servicio Público	32
1.13.	Capacidad bruta-Sector Eléctrico.	32
2.	Suministro de energía eléctrica	33
2.1.	Sistema Eléctrico de potencia	35
2.2.	Sistema Eléctrico Nacional	38
2.3.	Consumo de energía eléctrica	43
2.4.	Pérdidas de energía en el nivel de distribución	47
2.5.	Sistema radial y uno en malla	48
2.6.	Arreglo de las configuraciones más usadas	50
2.7.	Arreglo mancha de red	51
2.8.	Arreglo subestación tipo dúplex.	52
2.9.	Arreglo anillo de subtransmisión con interruptor	53
2.10.	Arreglo anillo de subtransmisión con una carga	54
3.	Respaldos de energía.	57
3.1.	Planta de Emergencia Automática	62
3.2.	Planta de Emergencia de operación manual.	63

3.3. Componentes de la planta de emergencia.	65
3.4. Tipo de perturbaciones de la línea eléctrica	69
3.5. UPS Stand-by	73
3.6. Recorrido de la alimentación con red	74
3.7. Recorrido de la alimentación sin red	74
3.8. Recorrido de la alimentación y carga de baterías luego de un corte	75
3.9. Interactivo standard	76
3.10. <i>Bloques de un Interactivo por línea</i>	77
3.11. Ahora convierte la C.C. en A.C.	78
3.12. UPS ferroresonante	79
3.13. UPS ferroresonante sin red	80
3.14. UPS Simple conversión	81
3.15. UPS Simple conversión sin red	82
3.16. UPS Conversión Delta con red	83
3.17. UPS Conversión Delta con baja tensión	84
3.18. UPS Conversión Delta con sobretensión de red	84
3.19. Recarga de las baterías	85
3.20. UPS Doble Conversión	86
3.21. UPS doble conversión con inversor apagado	87
3.22. UPS Doble Conversión frente a un corte de energía	88
3.23. Modelos de UPS en el Mercado	89
4. Metodología para el Levantamiento Eléctrico	91
4.1. Plano del Plantel	93
4.2. Vista Satelital del Centro de Cómputo	94
4.3. Vista Panorámica del Centro de Cómputo	95
4.4. Centro de Cómputo en un día tranquilo	99
4.5. Fig. 4.5 Aula 1 y Aula 2	100
4.6. Sala de alumnos	101
4.7. Sala de planeación	104
4.8. Aula Telmex	105
4.9. Registro, ubicación, Placa de Transformador y vista del interior.	106
4.10. Gabinete I-Line con Interruptores de 3x150 A. y 3x175A.	107
4.11. Tablero A de 42 circuitos y derivados R1 y R2	107
4.12. Fig. 4.12 Tablero "B" A-1 de 42 circuitos y derivados R3 y R4	108
4.13. Vista frontal del Centro de Cómputo del CCH.	111

4.14. Manipulación del Analizador de Redes e instalación.	113
4.15. Recuperación de Potencia en un Transformador y caída de voltaje	117
5. Propuesta de Proyecto	121
5.1. Vista de Placa del transformador	123
5.2. Registro antes de llegar al Interruptor Principal	125
5.3. Tabla 220-34 Factores de Demanda	129
5.4. Vista posterior del Centro de Cómputo.	130
5.5. Especificaciones Técnicas Plantas IGSA.	131
5.6. Vista de Planta Marca IGSA de 100 KW con Tablero de Transferencia.	131
5.7. Trayectoria de Alimentador a I-Line.	132
5.8. Área a dismantelar para nuevo Alimentador	133
5.9. Trayectoria de alimentador en charola	133
5.10. Trayectoria de alimentador sobre soporteria de charola	134
5.11. Tipo de Charola Escalera a utilizar	135
5.12. Imagen representativa de un UPS de capacidad grande, UPS instalado en una Tienda Elektra de la ciudad de Mérida	137
5.13. Imagen del estado actual del área del Transformador en el Centro de Cómputo del CCH Vallejo	144
5.14. Imagen representativa del estado actual de un UPS del Centro de Cómputo del CCH Vallejo	148
5.15. Imagen representativa del estado actual de sistema de Tierras del Centro de Cómputo del CCH Vallejo	149

## **Objetivos**

Diseño e instalación de un respaldo de energía eléctrica en el centro de cómputo del CCH Vallejo, para un mejor aprovechamiento académico.

Determinación de los parámetros de diseño para un respaldo de energía confiable, reuniendo la importancia en la capacidad instalada, la cual se conseguirá mediante cuadros de cargas en los diferentes tableros de distribución que cuenta el centro de cómputo para identificar el tipo de carga que se tiene en las instalaciones.



# Introducción

La electricidad es una fuente de energía que con el tiempo se vuelve cada vez más importante e indispensable para todos, ya que las maquinarias y artefactos modernos necesitan de esta para su funcionamiento, por lo tanto hay que cuidar y no malgastarlo.

En estos tiempos de avances científicos y nuevos descubrimientos, hablar de un suministro de energía eléctrica continuo no es muy confiable. Los problemas con el suministro de energía se siguen presentando día a día, esto se debe a la falta de mantenimiento al sistema de distribución que tiene la Compañía que brinda este servicio, aunado a esto de estar trabajando con materiales y equipos de más de 30 años de antigüedad, ocasionando elevaciones de tensión, la producción de armónicos, cambios en la frecuencia, hasta llegar a la interrupción del suministro eléctrico, por ello para asegurar nuestra continuidad del suministro de energía se ve con la necesidad de recurrir a sistemas de respaldo de energía, para que así nuestro sistema sea confiable y se mantenga continuo.

Para llegar a entender los términos de respaldo de energía es necesario conocer cuáles hay en el mercado. Durante este trabajo se consideraron dos: los UPS y las Plantas de Emergencia.

Con el vasto incremento en el número de cargas sensibles conectadas a las redes eléctricas, los dispositivos de protección eléctrica se han diversificado y aumentado en número de manera increíble. El término UPS (Uninterruptible Power System) es usado hoy en día para designar a aquellos dispositivos que proveen una "protección eléctrica" (término normalmente mal usado e interpretado) y un respaldo de energía, comúnmente almacenada en baterías.

Los apagones, caídas de tensión y disturbios en las líneas de alta tensión pueden definitivamente deshabilitar a cualquier escuela o negocio sin importar si es grande o pequeño. Los costos inherentes a estos eventos eléctricos pueden sumarse en pérdidas millonarias que comprenden desde pérdidas de datos y tiempos improductivos hasta reparaciones y ajustes especializados a equipos sofisticados utilizados en las industrias, médicas, transmisión de datos, telecomunicaciones, y en esencial centros de cómputo etc.

## *Introducción*

Los problemas en la calidad eléctrica se pueden manifestar de muy diversas maneras y se pueden clasificar básicamente en tres tipos de fallas: Operación inestable y paros imprevistos, además de degradación de equipos y Daño.

Así como los problemas son variados, las soluciones pueden integrar desde la simple modificación de una conexión hasta la instalación de un costoso equipo de acondicionamiento eléctrico. Sin embargo, la energía eléctrica es un insumo tan importante que cualquier problema con ella se vuelve crítico.

El sistema eléctrico está interconectado y por ello cualquier variación en una parte del sistema afecta a usuarios en otro punto, por este motivo las compañías suministradoras en el ámbito mundial han establecido normas para el control de la afectación de los usuarios a la calidad eléctrica.

Durante los últimos años, organizaciones de sector público y privado han visto como la energía eléctrica ha pasado de representar un factor marginal en su estructura de costos a ser capítulo importante en la misma. Debido al incremento paulatino en su precio, han tenido que afrontar el reto de disminuir la participación de la energía en los costos, o por lo menos mantener su mismo nivel. Para ello, es preciso conocer claramente el tipo y la cantidad de energía que se utiliza en cada uno de los procesos que conforman la operación de las organizaciones y determinar las acciones pertinentes para abaratar los costos de producción por concepto de energía, sin afectar la calidad, confiabilidad ni la cantidad de producción.

Uno de los puntos más importantes es llegar a reconocer que la ingeniería aplicada a la calidad de la energía resulta ser de gran importancia para el sector productivo por eso es de suma importancia un respaldo de energía eléctrica, la razón de esto se basa principalmente al rápido crecimiento y recurrencia de problemas relacionados con este tema. Cabe reconocer que el origen de esta preocupación coincide con el crecimiento acelerado de cargas conformadas principalmente por equipo de cómputo, mismas que no solo conforman al grupo de cargas sensibles, sino que son base de trabajo en los centros de producción, de tal manera que llega a ser de gran importancia el crear recintos destinados para este tipo de carga con el suministro de energía adecuado.

*Introducción*

Los alcances de esta Tesis servirán para la determinación de los parámetros de diseño para un respaldo de energía confiable, reuniendo la importancia en la capacidad instalada, la cual se conseguirá mediante cuadros de cargas en los diferentes tableros de distribución que cuenta

el centro de cómputo para identificar el tipo de carga que se tiene en las instalaciones.

Para llegar al objetivo mencionado el trabajo se estructura en 5 capítulos, en el primero se describen los conceptos base relacionados con los antecedentes de lo que es la generación de energía eléctrica, en el segundo capítulo se maneja: los conceptos de distribución de energía el cual es uno de los temas importantes en lo que se basa, ya que al no tener una buena distribución se ve implicada la calidad de energía al entregarla.

En el tercer capítulo se definen los diferentes equipos que ayudan a tener una mejor continuidad en el servicio eléctrico, que vienen a ser los UPS y las Plantas de Emergencia y las diferentes clases que existen tanto en su topología y manera de operar. El desarrollo del cuarto capítulo se refiere a la importancia e impacto que se tiene al no tener el suministro de energía el centro de cómputo, por último en el quinto capítulo se define el proyecto a proponer para hacer confiable el centro de cómputo, y para que en un futuro se pueda implementar el proyecto.

Con lo antes recabado y la información obtenida se manejarán las soluciones a nuestro objetivo el cual es, *"Diseño e instalación de un respaldo de energía eléctrica en el centro de cómputo del CCH Vallejo, para un mejor aprovechamiento en el trabajo educativo"*.





# Capítulo

# 1

## Antecedentes



*Central eólica de La Venta, Juchitán, Oaxaca*



# 1 Antecedentes

## 1.1 Principios de la energía.

---

En cualquier actividad de nuestra vida diaria, directa o indirectamente estamos ligados a las diversas formas de energía.

Cuando nos levantamos decimos que "estamos llenos de energía", queremos decir que estamos listos y dispuestos para emprender un trabajo; no obstante cuando nuestra actividad ha durado largo rato, decimos que "hemos perdido muchas energías", un buen descanso nocturno y un alimento reparador restablecerán nuestra capacidad de realizar trabajo.

Por medio de este elemental ejemplo es posible tener una idea de trabajo y energía. Como primer concepto tenemos que el trabajo se realiza por la transmisión de energía de una clase a otra distinta o de un lugar a otro distinto. En segundo concepto se tiene que la energía es esencial en el desarrollo del trabajo, es decir que sin energía no hay trabajo. Fig. 1.1.

Para recordar que la energía no se crea, ni se destruye, si no que únicamente se transforma; por ejemplo la energía del carbón se puede transformar en energía eléctrica, mediante ciertos procesos. Los combustibles almacenan energía, dispuesta para su uso, en estos tiempos sabemos que la energía acompaña a la materia en sus cambios, pero no solamente lo acompaña sino que en algunos casos la materia se transforma en energía.

Durante los tiempos por medio de experimentos se ha llegado a saber que la energía posee una masa y que la masa se transforma en energía.

Tal es el caso de Albert Einstein en 1905, Suiza, se dedicó a estudiar el principio de la energía y lo comprendió en la fórmula que es la base de nuestro estudio moderno  $E = Mc^2$ , esta fórmula nos menciona que la energía es igual a la masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz. Y con esto ejemplifico que un gramo de materia contiene una cantidad extraordinaria de energía.

Las formas en que se manifiesta la energía en la materia pueden clasificarse en:

- a) Trabajo Mecánico: El concepto en la vida diaria es muy intuitivo. Cuando una persona sube un objeto pesado desde la calle hasta un edificio, efectúa un trabajo. En el lenguaje corriente, la realización de un trabajo se relaciona con el consumo de energía.
- b) Calor: es la transferencia de energía térmica desde un sistema a otro de menor temperatura. La energía térmica puede ser generada por reacciones químicas.
- c) Electricidad: Es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros. Se puede observar de forma natural en fenómenos atmosféricos.
- d) Radiación: consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.

La utilidad de la energía se manifiesta en que, gracias a ella, el ser humano puede realizar procesos y trabajos que le garantizan la supervivencia a la cabeza de las otras especies animales, la comodidad y el dominio que ha venido ejerciendo, por largo tiempo, sobre el medio natural.



Fig. 1.1 Generación de la energía

## 1.2 La energía a través de la historia del hombre.

Las fuentes de energía han existido desde la creación del hombre y él ha tenido que esperar miles de años para hacer de ella formas usuales de energía. En cada época de la historia, diversos factores han intervenido para determinar la naturaleza de la tecnología, reflejo del aprovechamiento de los fuentes de energía, los materiales disponibles, el acumulamiento de habilidad y experiencia de los artesanos, el nivel de los conocimientos científicos, las condiciones económicas y sociales, la religión, principios éticos y las doctrinas filosóficas. Todo esto ha influido para que el nivel del avance tecnológico este determinado por el aprovechamiento de las máquinas y fuentes de energía en beneficio del hombre.

La evolución del avance tecnológico del hombre, puede clasificarse en 5 etapas. Fig.1.2

### **Primera etapa**

El hombre acarrea cargas usando sus propios músculos y cuerpo, esta simple máquina es su única fuente de energía. Este intervalo transcurrió en la prehistoria y duró miles de años. En esta etapa es digno de mencionar la construcción de las Pirámides Egipcias, entre 2,900 años A.C. y 1,900 años A.C., en las que se transportaron empleando únicamente energía muscular, bloques para su construcción de 2.5 toneladas.



Fig. 1.2 La evolución del avance tecnológico del hombre.

### ***Segunda etapa***

El hombre, en vista de ciertas necesidades, combina la energía de sus músculos con la de los animales. Esta nueva máquina (hombre-animal) permite al hombre a realizar ciertos trabajos y trasladarse a largas distancias. Se principia la construcción de herramientas y se inventan las primeras máquinas, aunque no se hace ningún uso práctico de ellas. En este lapso con el estudio de las matemáticas, se crean las bases para el adelanto técnico actual, los principales precursores en los adelantos técnicos actuales fueron los helénicos, encabezados por Arquímedes (287-212 A.C.).

### ***Tercera etapa***

Sobresale el genio Leonardo De Vinci, aunque se sigue empleando el músculo animal se logra aprovechar la tracción animal, durante un tiempo en la época se aprovecha las fuentes de energía, en la aplicación de la energía del agua, la del viento y descubre las bases para la aplicación del vapor, en su totalidad de esta etapa se encuentra en la edad media y los primeros años de la revolución industrial.

### ***Cuarta etapa***

Principia alrededor del año de 1,650 y promueve la mecanización del trabajo humano. Así caracterizándola por los grandes cambios y altos niveles logrados por las Instituciones del mundo occidental, esto como consecuencia de la Revolución Industrial. Siendo la máquina de vapor el símbolo de esta etapa, la cual también incluye el principio de la automatización.

### ***Quinta etapa***

En el siglo XX, siglo del átomo se le consideró el principio de la quinta etapa, la etapa atómica. Durante 2,000 años el átomo ha pasado de ser una idea filosófica. Considerarlo como un elemento inalterable, como la parte más pequeña a la que podía reducirse la materia, Esta idea persistió hasta que se descubrió la transformación nuclear de los elementos radioactivos, es decir de los productos sujetos a la desintegración radioactiva. Las ciencias naturales modernas hicieron este descubrimiento en los últimos años del siglo XIX y comienzos del siglo XX; y encontraron que el átomo era una fuente de energía colosal.

### 1.3 El Desarrollo Eléctrico en México.

---

A fines del siglo XVII y principios del XVIII ya se experimentaba en diversas instituciones con los fenómenos eléctricos, es posible decir que el verdadero inicio del uso de la electricidad se inició en México en el año 1879, cuando una industria particular, textil para ser preciso, instalada en la Ciudad de León, Estado de Guanajuato, instaló la primera planta generadora de electricidad, de 1.8 kW. de capacidad, valor ínfimo ahora, pero considerable en aquella época. Por aquellos años el auge minero estaba en su cúspide las ciudades como Pachuca y Guanajuato obtenían producciones fabulosas de mineral, principalmente de oro y plata; en visto de la necesidad de desalojar el agua del fondo de las minas, se instalaron pequeños plantas eléctricas que accionaban las bombas desalojando el agua. Teniendo en cuenta que las bombas no trabajaban las 24 horas del día, se aprovechó la energía eléctrica para otros fines principalmente alumbrado, viendo algunas personas que era factible la compra de energía eléctrica para sus usos domésticos, solicitaron gran cantidad de abastecimientos de energía, lo cual ocasionó que las compañías mineras vieran también como negocio la venta de energía eléctrica, fue así como se crearon las primeros compañías de energía eléctrica de servicio público.

La primera compañía organizada en la producción y venta de fluido fue creada en 1881 Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica en la Ciudad de México y su demanda principal fue para alumbrado y transportes urbanos, dicha compañía contaba con una planta de vapor de 2.24 MW.

En los principios del siglo XX ya había un considerable número de empresas y las principales ciudades de México ya contaban con el preciado fluido eléctrico. En los diez primeros años de este siglo se principió lo construcción de plantas hidroeléctricas, de cierta importancia y el número de compañías siguió aumentando, hay que hacer notar que generación y distribución de energía eléctrica era puramente productiva.

En 1910 se tenía instalada una capacidad aproximada de 50 MW, con una-población de 15, 000,000 nos daba un índice de 2.5kWH por habitante.

En el periodo de 1910-1920, periodo de la Revolución Mexicana, debido a las constantes actividades bélicas se tuvo un cierto estancamiento respecto a la electrificación en el país. El único logro digno de mencionar, en este intervalo; es que la administración



pública, al consolidarse el triunfo de la Revolución de 1917, principió a ocuparse de la industria eléctrica nacional por medio de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo.

Para el año de 1922, se creó la Comisión de Fomento y Control de la Industria de Generación y Fuerza, que tenía la finalidad de regular las actividades de las compañías eléctricas.

En abril de 1926, el ejecutivo federal expidió el Código Nacional Eléctrico que fue el primer paso importante para reglamentar, regular y vigilar la generación y distribución de energía eléctrica.

Para el 1930 la capacidad instalada en México para servicios públicos era de 360MW y considerando que el aumento de población de 1910 a 1930 fue poco sensible, pues en 1930 la población era de 16, 552,000 habitantes, se logró un aumento en el consumo anual por cada habitante de 84kWH.

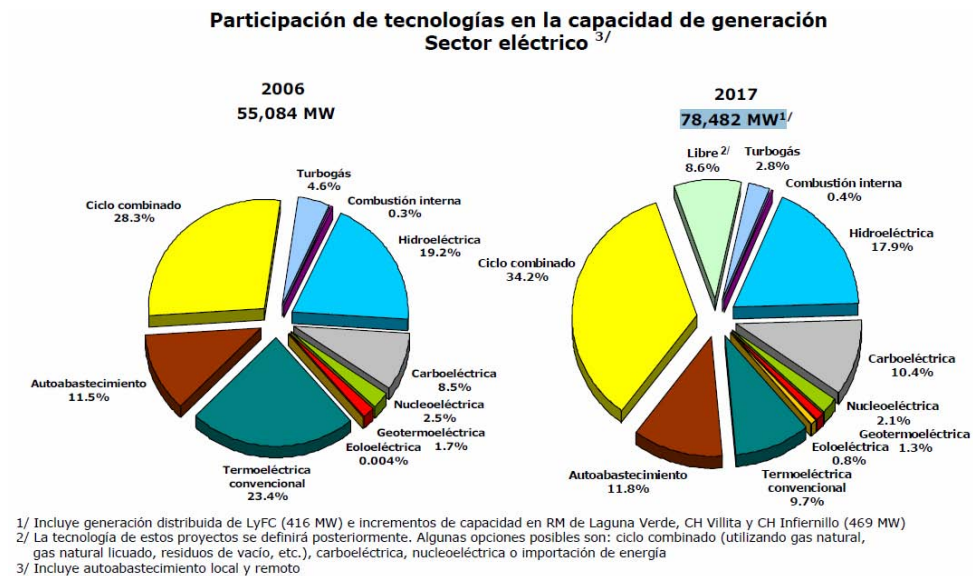
Como anteriormente se dijo, las compañías eléctricas eran netamente lucrativas, para lo cual estas se instalaban en poblaciones de un nivel económico desahogado, por lo que los núcleos de población de niveles económicos bajos no gozaban de este privilegio, lamentablemente estos eran la mayoría.

Es por las anteriores circunstancias, por las cuales el gobierno se vió obligado a crear una dependencia que se encargara de distribuir la energía eléctrica en una forma más equitativa.

El 29 de diciembre de 1933, por decreto, el Congreso de la Unión, autorizo al ejecutivo federal para constituir la Comisión Federal de Electricidad. Creándose ésta no por una dadivosidad de gobierno aparente, sino por ser una necesidad básica en el desarrollo del país.

Años después de la creación de la Comisión Federal de Electricidad, se consagraron a la elaboración de estudios y proyectos, lo que unido a la incapacidad económica del gobierno federal dio resultado la carencia de obras materiales, no obstante se tendían las bases para una nacionalización de la industria eléctrica.

No obstante fue aceptada la creación de la Comisión Federal de Electricidad en el año de 1933, ésta no fue creada hasta 1937 y principio a intensificar su labor hasta 1944, año en que fue puesta en servicio la primera unidad de la planta de Ixtapantongo. Para 1950 se tenían instaladas plantas con capacidad de 167 MW; para 1960 ya tenía 1,102 MW; para el año 2006 se contaba con una capacidad instalada de 55,084 MW; teniendo en cuenta que la capacidad total instalada en el país para el año 2017 será de 78,482 MW. Esto es factible observar que casi la totalidad de la generación eléctrica está en manos de la Comisión Federal de Electricidad. Fig.1.3



**Fig. 1.3 Totalidad de la generación eléctrica de la C.F.E.**

Es digno de mencionar que en los últimos años la C.F.E. ha proyectado y construido grandes obras de ingeniería que en magnitud y calidad se pueden equiparar con las mejores del mundo y casi en su totalidad baja la dirección de Ingenieros y técnicos mexicanos.

En el año de 1958 se nacionalizó la industria eléctrica, razón que originó un desarrollo positiva en la generación, transmisión y distribución eléctrica. Es de esperarse, en vista del desarrollo actual, que en un periodo no lejano todos los rincones de nuestro país contarán con el valioso fluido eléctrico.

## **1.4 Tipos de Fuentes de generación de energía.**

---

En general, la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica. Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas. Éstas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

Desde que Nikola Tesla descubrió la corriente alterna y la forma de producirla en los alternadores, se ha llevado a cabo una inmensa actividad tecnológica para llevar la energía eléctrica a todos los lugares habitados del mundo, por lo que, junto a la construcción de grandes y variadas centrales eléctricas, se han construido sofisticadas redes de transporte y sistemas de distribución. Sin embargo, el aprovechamiento ha sido y sigue siendo muy desigual en todo el planeta. Así, los países industrializados o del Primer mundo son grandes consumidores de energía eléctrica, mientras que los países del llamado Tercer mundo apenas disfrutan de sus ventajas.

A continuación se desglosará en qué consiste la transformación de las distintas clases de energía de la materia en la generación de energía Eléctrica.

### **1.4.1 Plantas Hidroeléctricas**

Es un sistema de generación que utiliza el agua como fuente de energía para producir electricidad, para lo cual transforma la energía de movimiento del agua (energía hidráulica), en energía eléctrica a través de los generadores.

Esto se logra al tomar el agua de una o varias fuentes (ríos, lagos, etc.) que se retienen en un embalse (como energía potencial), en un sitio con mayor elevación con respecto a la casa de máquinas.

Estas aguas se dirigen por medio de la fuerza de la gravedad, a través de un sistema de conducción (túneles, canales, tuberías, tanques de oscilación, etc.), hasta llegar a casa de máquinas, lográndose convertir la energía potencial en energía cinética (de movimiento) o energía hidráulica. Con su masa y velocidad, el agua hace girar las turbinas (tipo Pelton, Francis o Kaplan), ubicadas en

casa de máquinas, las cuales transforman la energía hidráulica en energía rotacional.

Los generadores, que se encuentran acoplados a las turbinas por un eje en común, son los encargados de transformar la energía rotacional en energía eléctrica, la cual se traslada a la subestación elevadora (ubicada cerca de la casa de máquinas); ésta se encarga de elevar la tensión o voltaje para que la energía llegue a los centros de distribución con la debida calidad. Todo este proceso es administrado desde la sala de control de la casa de máquinas. Fig.1.4

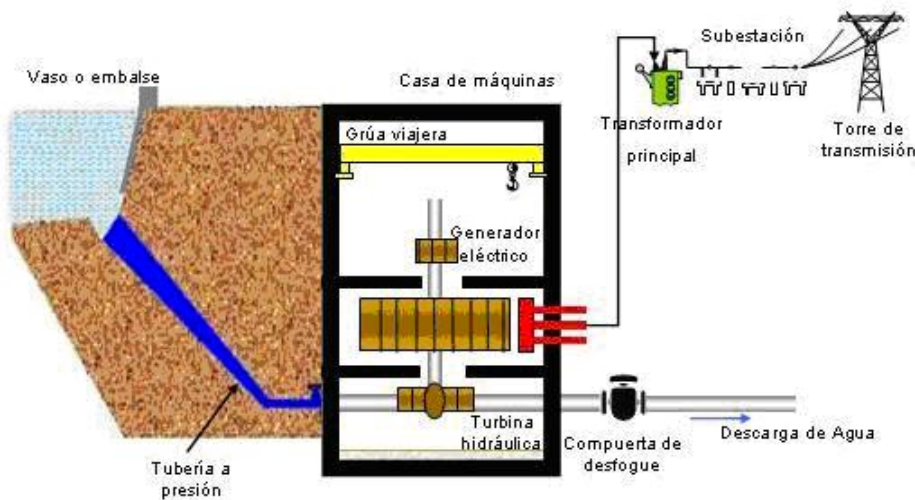


Fig. 1.4 Planta Hidroeléctrica.

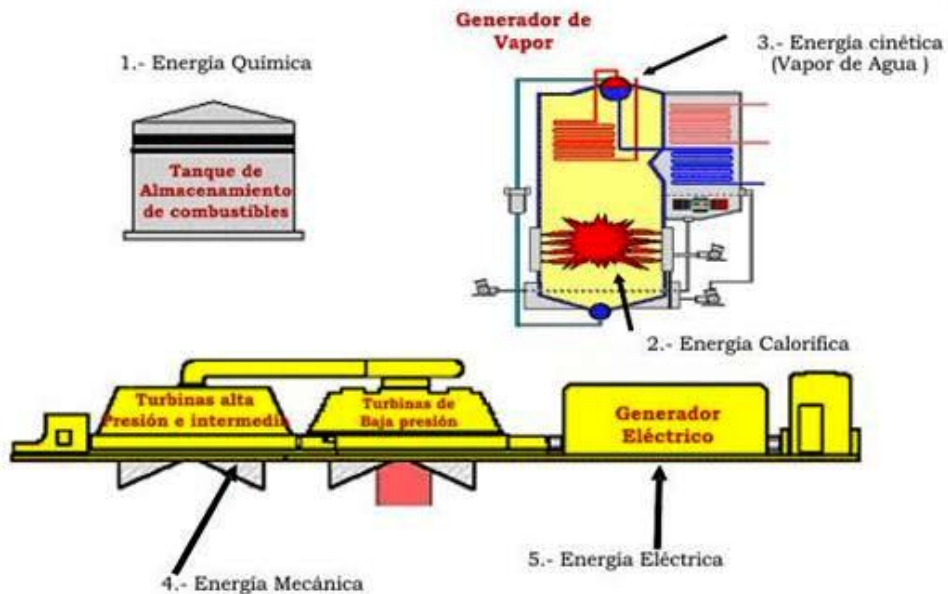
#### 1.4.2 Plantas Térmicas

Es la que aprovecha la energía química de los combustibles derivados del petróleo como el búnker, diesel, gas natural y otros como el carbón mineral, y residuos vegetales, para producir electricidad.

La importancia estratégica de estas plantas consiste en que mientras las hidroeléctricas necesitan de 4 a 7 años para su construcción, una planta térmica se puede poner en operación en 1 ó 2 años; además, cuando el agua de los ríos disminuye es muy importante disponer de plantas que produzcan electricidad de manera constante, independientemente de las variaciones del clima.

Existen varios tipos de plantas térmicas, pero todas se componen de tres elementos básicos:

- 1- Un elemento que produce energía química: combustión o quemado de combustible.
- 2- Un elemento que produce energía mecánica: turbina o motor.
- 3- Un elemento que produce energía eléctrica: generador o alternador. Fig. 1.5.



**Fig. 1.5 Plantas Térmicas**

Estas utilizan la energía mecánica que se puede obtener por medio de las siguientes formas: Motor de combustión interna (Pistón): se denomina así porque dicha combustión se realiza en el mismo motor y no en un elemento independiente.

Estos motores aprovechan la expansión de los gases producidos por la combustión del diesel o búnker en la cámara de un cilindro.

Turbina de vapor: funciona al quemar el combustible en una caldera, generando vapor, el cual por medio de tubería se conduce a través de toberas que le aumentan la velocidad y lo proyectan sobre los álabes de las ruedas que generan el movimiento de la turbina, produciendo la energía mecánica, que acoplada a un generador, la transforma en energía eléctrica.

Turbina de gas: en ésta, el fluido que produce el movimiento está constituido por los gases de la combustión en cámaras especiales, que elevados a temperatura y presión, mueven los álabes de la turbina y la hacen girar velozmente. El movimiento giratorio del eje de la turbina se trasmite al rotor de un generador que es el que se encarga de producir la electricidad.

### 1.4.3 Plantas Geotérmicas

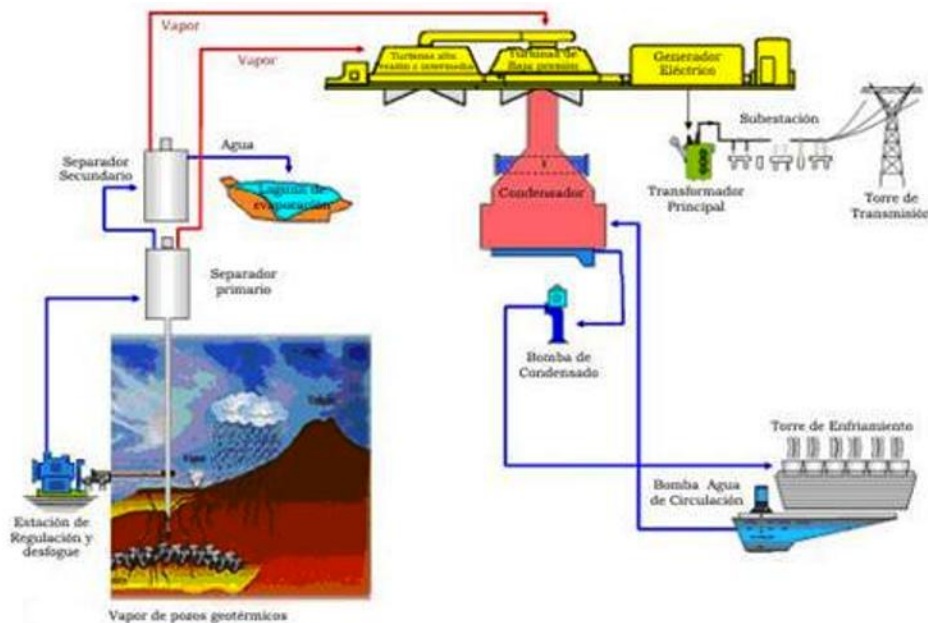
Es aquella que utiliza el vapor de agua, almacenado bajo la superficie de la tierra. En su estado natural a esta fuente energética se le llama energía calórica o geotérmica, que luego es transformada en energía eléctrica.

Para contar con este vapor debe existir una fuente de calor del magma, el cual se transfiere hacia un flujo de agua, elevando la temperatura y presión de este líquido, a un punto en el cual cuenta con la energía necesaria para mover las turbinas en la casa de máquinas. Este líquido se encuentra confinado en una zona de roca permeable y una capa sello (que impide que los fluidos calientes suban hasta la superficie), llamado yacimiento.

En estos yacimientos se perforan pozos (productores) para extraer una mezcla de agua líquida y vapor. Esta mezcla es conducida por medio de tuberías especiales hasta un separador ciclónico, que se encarga de separar el vapor del líquido. El líquido es reinyectado de nuevo al suelo, mientras que el vapor es conducido a casa de máquinas.

En casa de máquinas el vapor entra a la turbina, y la energía hidráulica que proviene del movimiento del vapor, es transformada en energía rotacional que a través del generador se convierte en energía eléctrica.

El vapor ya utilizado, es transformado en líquido por medio del condensador, y luego es trasladado a la torre de enfriamiento, donde se enfría por medio de grandes ventiladores. Por último, este líquido es utilizado en el condensador para rociar el vapor que proviene de la turbina. Fig. 1.6.



**Fig. 1.6 Plantas Geotérmicas**

Las plantas geotérmicas tienen la gran ventaja de ser constantes en el tiempo, ya que su producción energética no sufre variaciones estacionarias como las plantas hidroeléctricas, y su costo es casi la mitad de las plantas térmicas más eficientes, ya que trabajan con energía natural almacenada en forma de calor bajo la superficie de la tierra.

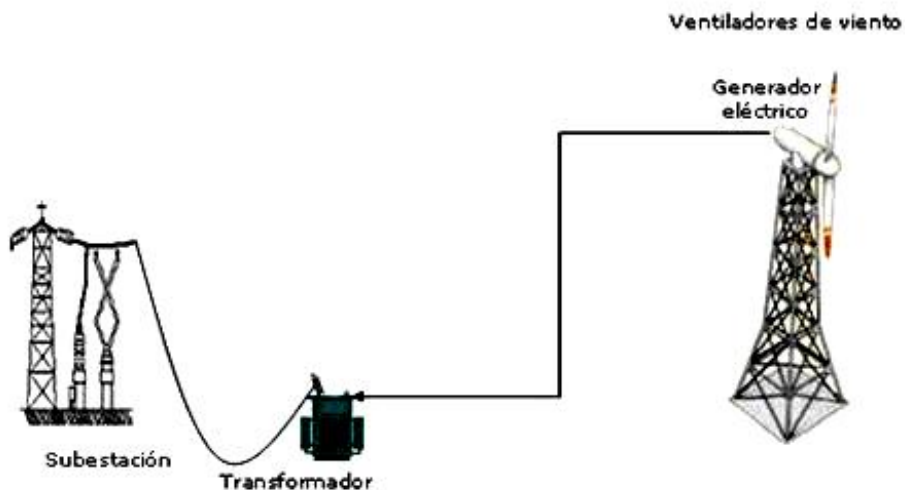
#### 1.4.4 Plantas Eólicas

Es la energía que podemos obtener de la fuerza del viento. En este sistema se utiliza el mismo principio de los molinos de viento, es decir, se aprovecha la energía mecánica del viento, que mueve unas aspas, que a su vez mueven el eje de unión con el generador. Se transforma con ello la energía mecánica en energía eléctrica.

Existen diferentes tipos de diseño, con eje vertical o eje horizontal. El generador junto con las aspas se encuentra sobre una estructura llamada torre de soporte.

Este tipo de central convierte la energía del viento en electricidad mediante una aeroturbina que hace girar un generador. Es decir, aprovecha un flujo dinámico de duración cambiante y con

desplazamiento horizontal, de donde resulta que la cantidad de energía obtenida es proporcional al cubo de la velocidad del viento. Fig.1.7.



**Fig. 1.7 Plantas Eólicas**

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.

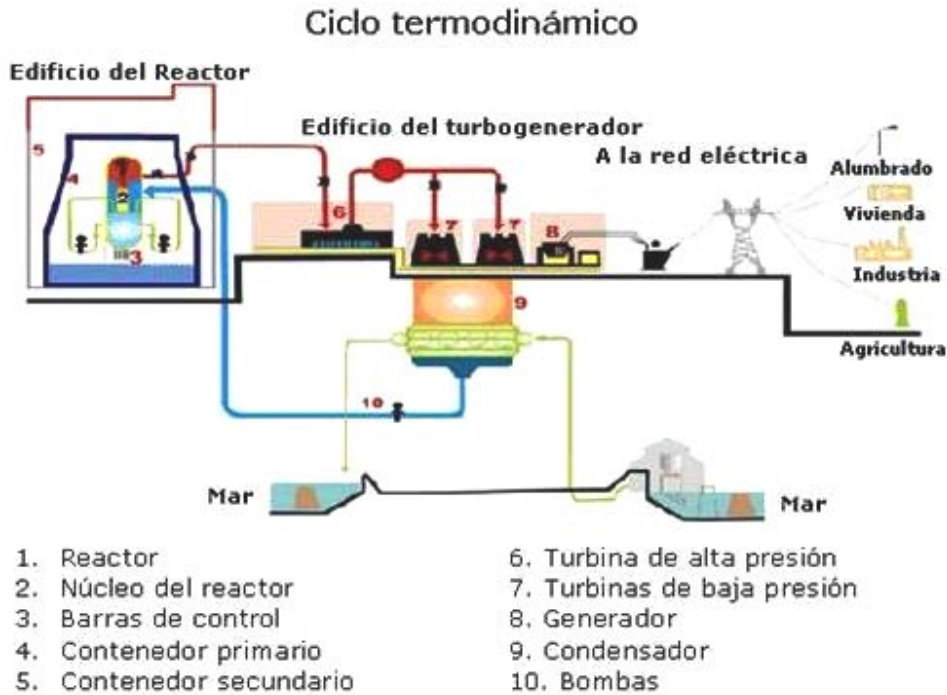
#### 1.4.5 Plantas Nucleoeléctricas

La energía nuclear. Toda la materia del universo está formada por moléculas que a su vez están constituidas por átomos, los cuales están formados por partículas aún más pequeñas. La energía nuclear utiliza la energía en forma de calor obtenida por la reacción en cadena de la fisión, para generar electricidad.

Un reactor nuclear es un enorme recipiente dentro del cual se está efectuando una reacción de fisión en cadena de manera controlada. Está colocado en el centro de un gran edificio de gruesas paredes de concreto, que protegen al personal que lo opera y al público en general de la radiactividad que produce. Básicamente un reactor consta de tres elementos esenciales: combustible, moderador y refrigerante. Fig. 1.8



En las centrales nucleares el calor se obtiene a partir de la fisión del uranio, no se genera combustión, por analogía con las centrales convencionales se le denomina combustible nuclear. Como combustible se utiliza Uranio, como moderador y refrigerante agua.



**Fig. 1.8 Plantas Nucleoelectricas**

#### 1.4.6 Plantas de Turbogas

La generación de energía eléctrica en las unidades de turbogas, se realiza directamente la energía cinética resultante de la expansión de aire comprimido y los gases de combustión. La turbina está unida al generador de rotor, dando lugar a la producción de energía eléctrica. Los gases de la combustión, se descargan directamente a la atmósfera después de trabajar en la turbina. Fig. 9.

Estas unidades utilizan el gas natural o diesel como combustible. Desde el punto de vista operativo, el breve tiempo de arranque y la variación a la inconsistencia de la demanda, la turbina de gas satisface cargas de suministro y capacidad del sistema eléctrico.

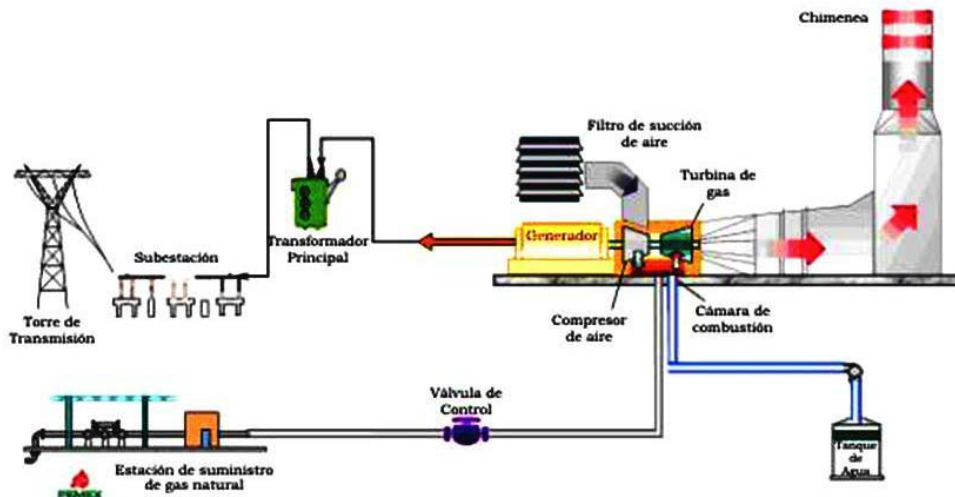


Fig. 1.9 Plantas de Turbogas

### 1.4.7 Plantas Carboeléctricas

En cuanto a su concepción básica, carboeléctricas son básicamente las mismas que las plantas termoeléctricas de vapor, el único cambio importante es que son alimentadas por carbón, y las cenizas residuales requieren maniobras especiales y amplios espacios para el manejo y confinamiento. Fig. 1.10.

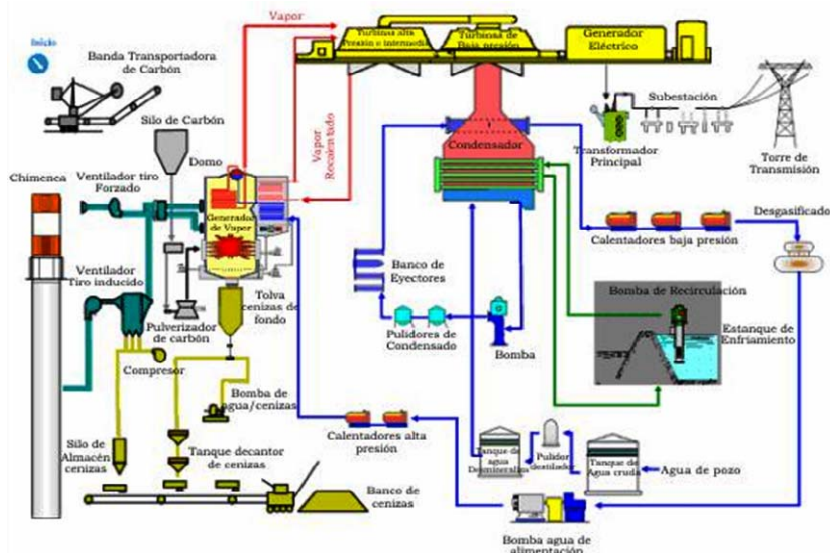


Fig. 1.10 Plantas Carboeléctricas

### 1.4.8 Plantas Fotovoltaicas (Energía solar)

Es el sistema que utiliza la radiación solar para producir electricidad.

Para esto se utilizan paneles fotovoltaicos, que son unos dispositivos que convierten la energía solar en energía eléctrica de corriente directa. Éstos reciben la radiación solar, la cual contiene cargas llamadas fotones, que inciden sobre las placas del panel, llamadas celdas, constituidas de silicio, provocando el movimiento de los electrones libres. Fig. 1.11.

De esta forma se presenta un flujo de electrones a través de las placas de la celda, lo que constituye una corriente eléctrica.

Como los módulos fotovoltaicos producen electricidad solamente en horas luz, utilizan una o más baterías que acumulan energía para uso nocturno y durante períodos de lluvia o nubosidad.

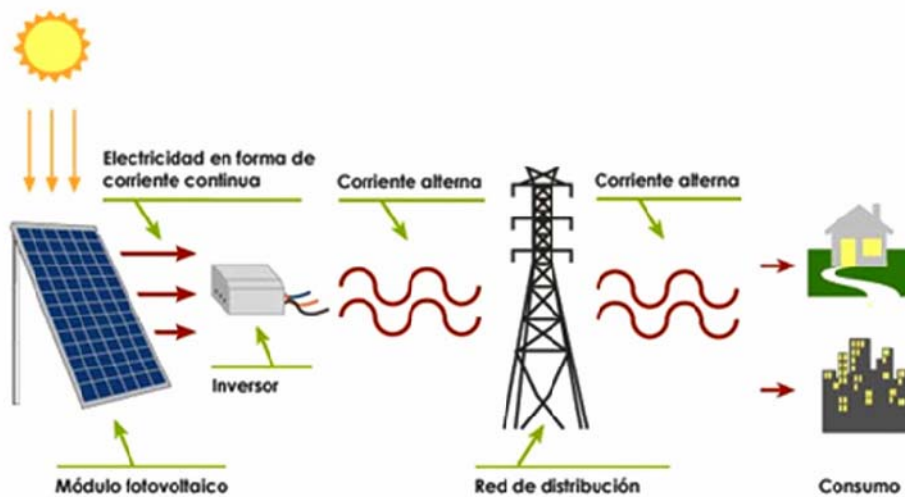


Fig. 1.11 Plantas Fotovoltaicas (Energía solar)

## 1.5 Diversificación de las fuentes de generación en México.

---

Frente al aumento en los precios de combustibles y la incertidumbre en la evolución y costos de las tecnologías para generación de electricidad, la diversificación adquiere importancia relevante para reducir riesgos. Así, un plan de expansión con mayor grado de diversificación, aun con un mayor costo, permite reducir la exposición al riesgo.

Las ventajas más importantes de una estrategia de diversificación son: mayor protección contra el aumento de los precios de los energéticos primarios, menor dependencia de un proveedor único de combustibles prioritarios, y reducción de la contaminación atmosférica mediante el uso de fuentes de energía renovable.

En estudios de años anteriores, donde los precios de gas se ubicaban por debajo de 6 dólares/MMBTU, la expansión de mínimo costo se lograba mediante una participación mayoritaria de proyectos basados en tecnologías de ciclos combinados. Sin embargo, la tendencia observada en los últimos años en los precios de los combustibles fósiles, hacen prever que los de gas natural se ubicarán por arriba de 6 dólares/MMBTU, lo que ha sido considerado en las premisas actuales de precios de combustibles establecidos por la SENER.

Con base en estas previsiones y en la información de costos para las diferentes tecnologías, la expansión de menor costo a largo plazo incluye la participación de proyectos basados en tecnologías que utilizan carbón y energía nuclear.

Enseguida se describen brevemente algunas ventajas de tecnologías que se han considerado en los análisis de largo plazo.

### 1.5.1 Centrales Carboeléctricas.

El uso del carbón resulta atractivo tomando en cuenta que:

- a) Estas plantas constituyen una tecnología madura.
- b) Resulta ser el energético primario con más reservas a nivel mundial.
- c) El precio del energético es estable.

Sin embargo, de intensificarse el uso de este combustible, se necesitarán establecer lineamientos de política energética y de utilización de combustibles, para realizar acciones con el fin de ratificar y garantizar los

recursos de carbón mineral en las regiones de Sabinas y Río Escondido en Coahuila, Cabullona y Barranca en Sonora, y de Tlaxiaco y San Juan Diquiya en Oaxaca, o bien incrementar su importación. Así mismo se deberán desarrollar estrategias de compra a largo plazo que garanticen precios competitivos del carbón.

Además de las inversiones necesarias en estas centrales — más altas que para las de ciclo combinado — también se requieren algunas adicionales para la recepción y manejo del carbón, así como la construcción o adecuación de puertos y de infraestructura para el transporte de este energético en el territorio nacional. Para las centrales incluidas en el plan de expansión se deberá desarrollar infraestructura en los puertos de Topolobampo, Sinaloa y Lázaro Cárdenas, Michoacán, así como en las regiones con recursos potenciales de carbón en Coahuila y Sonora, a fin de reactivar el desarrollo de esta tecnología.

Además, a fin de cumplir con la normativa ambiental se consideran las inversiones asociadas a equipos anticontaminantes. Con todos estos elementos se incluye esta tecnología dentro de la estrategia de diversificación del parque generador.

### 1.5.2 Centrales Nucleoeléctricas.

En los últimos años, el avance de esta tecnología ha permitido una reducción de sus costos nivelados de generación y un incremento importante en la seguridad de su operación. Tiene el atractivo de reducir la emisión de gases de efecto invernadero, lo que las hace competitivas en escenarios con restricciones en el suministro y altos precios de gas natural.

La única central nucleoelectrica del país, dispone de 370 hectáreas localizadas sobre la costa del Golfo de México, en el km 42.5 de la carretera federal Cd. Cardel-Nautla, municipio de Alto Lucero; a 60 km al noreste de la ciudad de Xalapa, a 70 km del puerto de Veracruz y a 290 km al noreste del Distrito Federal, la Central consta de dos unidades, cada una con capacidad de 682.44 MW, equipadas con reactores del tipo agua hirviente y contenciones de ciclo directo. El sistema nuclear de suministro de vapor fue adquirido a General Electric y el Turbogenerador a Mitsubishi Heavy Industries.

### 1.5.3 Centrales Hidroeléctricas.

Si bien son elevados los costos de inversión y en algunos casos existen problemas sociales y ambientales derivados de su construcción, operan competitivamente en las horas de demanda máxima y ofrecen los beneficios siguientes:

- a) Utilizan energía renovable.
- b) No contaminan el ambiente.
- c) Su construcción tiene el mayor componente de integración nacional.
- d) Las obras civiles y las presas generalmente pueden destinarse a otros usos como riego, control de avenidas en ríos, agua potable, turismo y navegación, entre otros.

### 1.5.4 Centrales Eólicas.

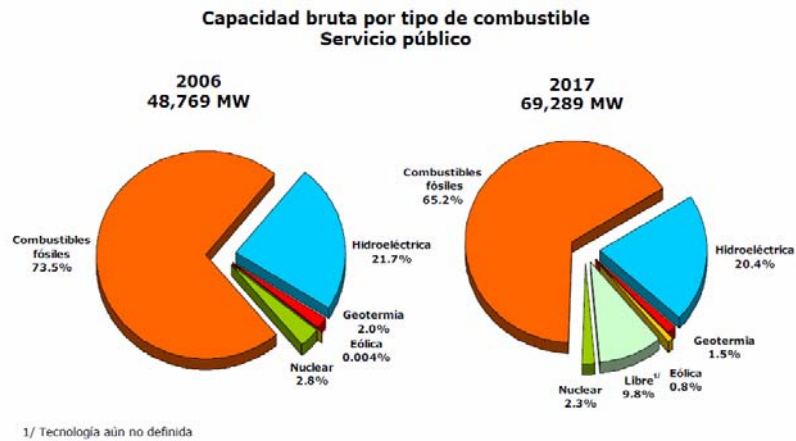
Además de la geotermia, la única fuente de energía alterna susceptible de desarrollarse en zonas de corrientes de viento a precios competitivos en gran escala, es la energía eólica.

*Central eólica de La Venta, Oaxaca:* La Central de La Venta se localiza en el sitio del mismo nombre, a unos 30 kilómetros al noreste de Juchitán, Oaxaca. Fue la primera planta eólica integrada a la red en América Latina. Con una capacidad instalada de 84.875MW, consta de 105 aerogeneradores, ya que a partir de enero de 2007 entraron en operación comercial 98 nuevas unidades generadoras.

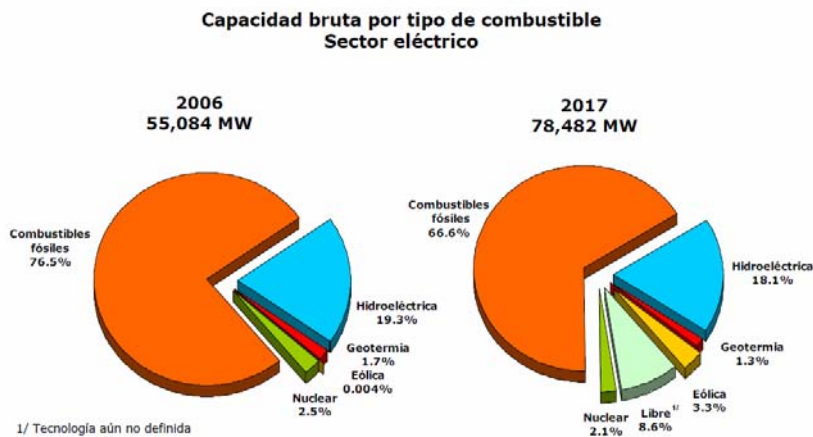
*Central eólica de Guerrero Negro, Baja California Sur:* Se ubica en las afueras de Guerrero Negro, Baja California Sur, dentro de la Zona de Reserva de la Biósfera de El Vizcaíno. Tiene una capacidad de 0.6MW y se integra por un solo aerogenerador.

### 1.5.5 Ciclos Combinados con Gasificación Integrada.

El atractivo de esta tecnología es la posibilidad del aprovechamiento de diversos combustibles mediante su gasificación, con el fin de obtener gas de síntesis para ser utilizado en las turbinas a gas de un ciclo combinado. La gasificación de carbón, biomasa y residuos de refinación son opciones por considerar. Con este proceso se avanza en la solución del problema ambiental asociado con la combustión de energéticos primarios de baja calidad. En las figuras 1.12 y 1.13 se presentan la composición de la capacidad instalada en 2006 para 2017 en función de los energéticos utilizados. Para el caso del servicio público, el uso de combustibles fósiles en la capacidad instalada de generación reducirá su participación de 73.5% en 2006 a 65.2% en 2017.



**Fig. 1.12 Capacidad bruta-Servicio Público**



**Fig.1.13 Capacidad bruta-Sector Eléctrico.**

### En conclusión

La utilidad de la energía el ser humano puede realizar procesos y trabajos que le garanticen la supervivencia a la cabeza de las otras especies animales, la comodidad y el dominio que ha venido ejerciendo, por largo tiempo, sobre el medio natural. Consistiendo en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica.

# Capítulo

# 2

## Suministro De Energía Eléctrica.



*Subestación Eléctrica Texcoco de la Comisión Federal de Electricidad*





## 2 Suministro de energía eléctrica

### 2.1 Conceptos generales.

Se puede decir que un sistema eléctrico de potencia está compuesto por la unidad generadora, sistema de transmisión y los sistemas de distribución, este se muestra en la figura 2.1

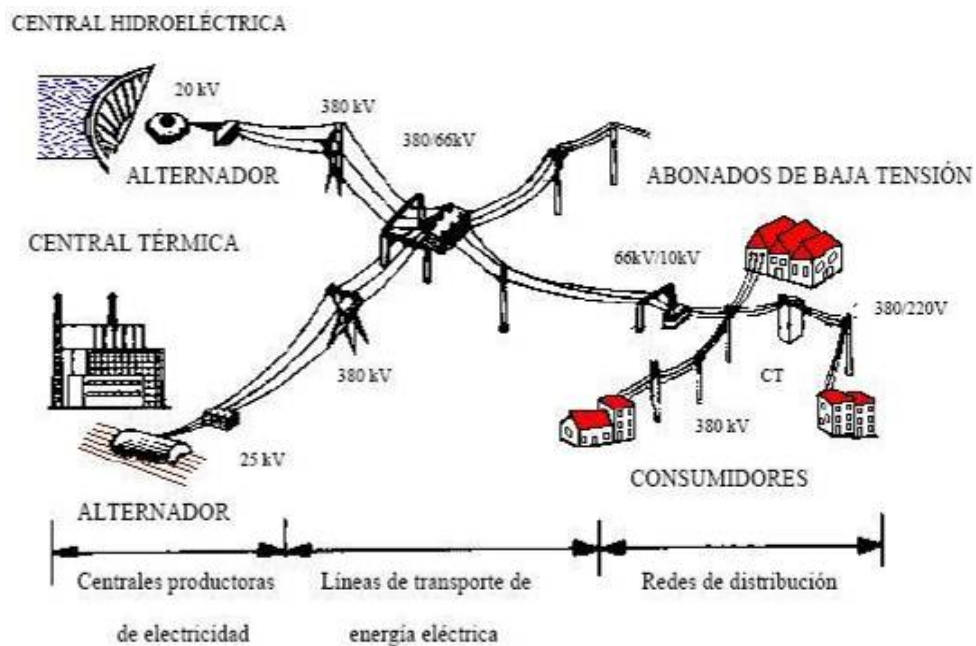


Fig. 2.1 Sistema Eléctrico de potencia

Estos elementos conforman básicamente al sistema de distribución, pero hay que considerar otros factores que pueden modificar al mismo, los cuales son: el tipo de carga a alimentar, que puede ser residencial, comercial e industrial, o bien, según el tipo de construcción de la que se selecciona la configuración adecuada que esté acorde al cálculo económico, el cual depende también del tipo de carga a ser alimentada, el promedio de crecimiento de la misma, localización geográfica, derechos de vía, tensiones de alimentación, etc.

De acuerdo a lo mostrado por la figura 2.1 y la explicación del párrafo anterior, el sistema no es estrictamente diseñado para que esté compuesto por tales elementos; esto es, dependiendo del diseño del circuito y de la carga a alimentar, este se adecua a lo que se encuentre en el terreno y, algunas partes del sistema pueden ser eliminadas.

Por ejemplo, a una población pequeña que tiene un consumo moderado, se le puede alimentar con una planta generadora que esté acorde a las necesidades de la carga, con lo cual se eliminaría la subtransmisión, la subestación reductora y para el circuito de alimentadores primarios, se puede transmitir a voltaje de generación y los transformadores de distribución reducen la baja tensión a un voltaje de utilización. Por lo tanto no existe una regla fija acerca de los elementos que conforman al sistema.

## **2.2 Transmisión en el Sistema Eléctrico Nacional**

La red de transmisión se ha desarrollado tomando en cuenta a la magnitud y dispersión geográfica de la demanda, así como la localización de las centrales generadoras. En algunas áreas del país, los núcleos de generación y consumo de electricidad se encuentran alejados entre sí, por lo que la interconexión se ha realizado de manera gradual, en tanto los proyectos se van justificando técnica y económicamente.

El SEN está constituido por redes eléctricas en diferentes niveles de tensión: Fig. 2.2

- a) **La red troncal** se integra por líneas de transmisión y subestaciones de potencia a muy alta tensión (400 kV y 230 kV), que transportan grandes cantidades de energía entre regiones. Es alimentada por las centrales generadoras y abastece al sistema de subtransmisión, así como a las instalaciones en 400 kV y 230 kV de algunos usuarios industriales. Actualmente CFE cuenta con 47,010 km de estas líneas.
- b) **Las redes de subtransmisión** en alta tensión (entre 161 kV y 69 kV) tienen una cobertura regional. Suministran energía a las de distribución en media tensión y a cargas conectadas en esos voltajes. En la actualidad en CFE existen 47,348 km de estas Líneas.
- c) **Las redes de distribución en media tensión** (entre 60 kV y 2.4 kV) distribuyen la energía dentro de zonas geográficas relativamente pequeñas y la entregan a aquellas en baja tensión y a instalaciones conectadas en este rango de voltaje, cuya longitud total en CFE es de 369,683 km, los cuales incluyen 16,626 km de líneas subterráneas.
- d) **Las redes de distribución en baja tensión** (240 V ó 220 V) alimentan las cargas de los usuarios de bajo consumo. CFE cuenta con 236,635 km de líneas en estos voltajes.
- e) **La red de LyFC** suma un total de 72,383 km, de los cuales 39,225 km transmiten en tensiones de 400 kV a 6.6 kV. En este total se incluyen las líneas subterráneas.

**Sistema Eléctrico Nacional  
Capacidad de transmisión entre regiones (MW)  
2006**



**Fig. 2.2 Sistema Eléctrico Nacional**

Además en baja tensión (240 volts ó 220 volts), una longitud de 33,158 km. En total, el SEN cuenta con 773,059 km de líneas de transmisión y distribución. Del monto anterior, 6.3% correspondían a líneas de 400 kV y 230 kV, 6.4% desde 161 kV hasta 69 kV, y un 87.3 restante a media y baja tensión desde 60 kV hasta 220 V.

En subestaciones, a diciembre de 2006 se tenía una capacidad instalada de 240,202 MVA, de los cuales 136,994 MVA correspondían a subestaciones de transmisión, 41,036 MVA a subestaciones de distribución de CFE, y 29,714 MVA a subestaciones de LyFC, así como 32,458 MVA en transformadores de distribución de CFE.

La capacidad de transmisión entre regiones del sistema depende de las condiciones instantáneas de la demanda y de la capacidad de generación disponible.

En términos generales, la potencia máxima que se puede transmitir por una línea depende del más restrictivo de los siguientes límites:

- a) Calentamiento de conductores
- b) Caída del voltaje en la línea
- c) Estabilidad del sistema ante la desconexión por falla de generadores y/o líneas de transmisión

En el presente estudio se centrará básicamente en lo que son los sistemas de distribución. Para una descripción completa desde el punto de vista ingenieril, se puede decir que un sistema de distribución se compone por las subestaciones reductoras, líneas de subtransmisión, subestaciones de distribución, alimentadores primarios y ramales en alta tensión, transformadores de distribución, circuitos secundarios en baja tensión y servicios.

Así pues, la definición de lo que es un sistema de distribución inicia desde los consumidores, esto es, dependiendo de la carga a alimentar se simplifica o se complica el mismo. Consideramos por lo tanto que el conjunto de instalaciones que se alimentan a una tensión de 220/127 volts, hasta tensiones de 34.5 kV encargadas de suministrar la energía eléctrica a los diversos usuarios, conforman al sistema de distribución.

Cabe resaltar a un tipo de instalaciones internas de grandes centros comerciales o industrias de gran tamaño que son alimentadas a tensiones superiores a los 34.5 kV, como es el caso de cables de subtransmisión de 85 kV que traslapan con tensiones mayores, en especial en lugares con densidad de carga muy grande.

### **2.3 Tipos de carga.**

---

Esta clasificación se basa en los tipos de servicios en los que se emplea la energía eléctrica, por lo cual estos dependen del tipo de consumidor y sus necesidades.

Aunque se deben de tomar en cuenta otros factores importantes que modifican al sistema, como son la densidad de carga y la diversidad de consumidores por unidad de área. Así pues la clasificación más usual es la siguiente:

1. Residencial
  - Urbana-Suburbana
  - Rural
2. Comercial
  - Áreas céntricas
  - Centros comerciales
  - Edificios comerciales
3. Industrial
  - Plantas pequeñas
  - Plantas grandes

Hay que considerar que existen zonas donde se encuentran todo tipo de cargas, y debido a esto el sistema no se puede diseñar como un tipo de carga específica, por lo que se toma otro criterio para la planeación del mismo.

## **2.4 Continuidad Del Sistema De Acuerdo Al Tipo De Consumidor.**

---

Los principios de continuidad del suministro de energía eléctrica están hechos basándose en el *tipo, importancia y características específicas de la carga instalada*. De acuerdo a lo anterior, los grados de continuidad son establecidos conforme a estas tres características; sin embargo, la consideración de factores como: cálculo económico, características propias del sistema de distribución, localización de cargas con características totalmente diferentes en la misma zona, etc., obligan a establecer grados de continuidad acorde a las características de mercado.

Los grados de continuidad se miden en una escala del 1 al 4; siendo el 4 el menor grado de continuidad, mismos que dependen de la política de

diseño, servicio y operación de la empresa suministradora. Esta escala es la que es adoptada típicamente por varias empresas de distribución en América Latina.

Con estos parámetros se hace una división de las cargas por zonas de acuerdo al número de consumidores y los requerimientos de carga industrial.

**Zona tipo A**

Son zonas que se caracterizan por tener un mínimo de consumidores mayor mil, ó un consumo de carga industrial superior a los 100 mil MWh/año.

**Zona tipo B**

Estas zonas se caracterizan por tener un número de consumidores entre 15 y 50 mil, ó un consumo de carga industrial entre 25 000 MWh/año y 100 mil MWh/año.

**Zona tipo C**

Se caracteriza por tener un número de consumidores de entre 5 mil a 15 mil, y un consumo industrial de entre 10 000 a 25 000 MWh/año.

**Zona tipo D**

Su carga está estimada entre mil y cinco mil consumidores industriales, ó una carga mínima por año de entre 2 500 Y 10 000 MWh/año.

**Zona tipo E**

Se caracteriza por tener un número de consumidores industriales comprendido entre 200 y 1 000.

**Zona tipo F**

Zonas rurales que se caracterizan por tener menos de 200 consumidores industriales. Baja densidad demográfica (menor a 500 habitantes por kilómetro cuadrado) y área urbana desarrollada inferior a un kilómetro cuadrado.

Los grados de continuidad son fijados para cada zona y sirven como referencia en el proceso de planeación y diseño de redes.

**Grado 1.** Es el grado que se considera ideal y una vez alcanzado requiere mínimas mejoras o instalación de equipo de red.



**Grado 2.** Significa que el sistema a pesar de tener un buen desempeño admite mejoras o instalación de equipo, que permita aumentar su flexibilidad en la operación y, por lo tanto, menor número de consumidores afectados y menor tiempo de reparación.

**Grado 3.** Este se define como el menor número requerido para dar un servicio aceptable; un sistema de distribución con estas características admite mejoras sustanciales y su objeto será llegar a un grado superior.

**Grado 4.** Se define como la condición de suministro indeseable y significa que el sistema requiere mejoras sustanciales en el diseño, operación y mantenimiento.

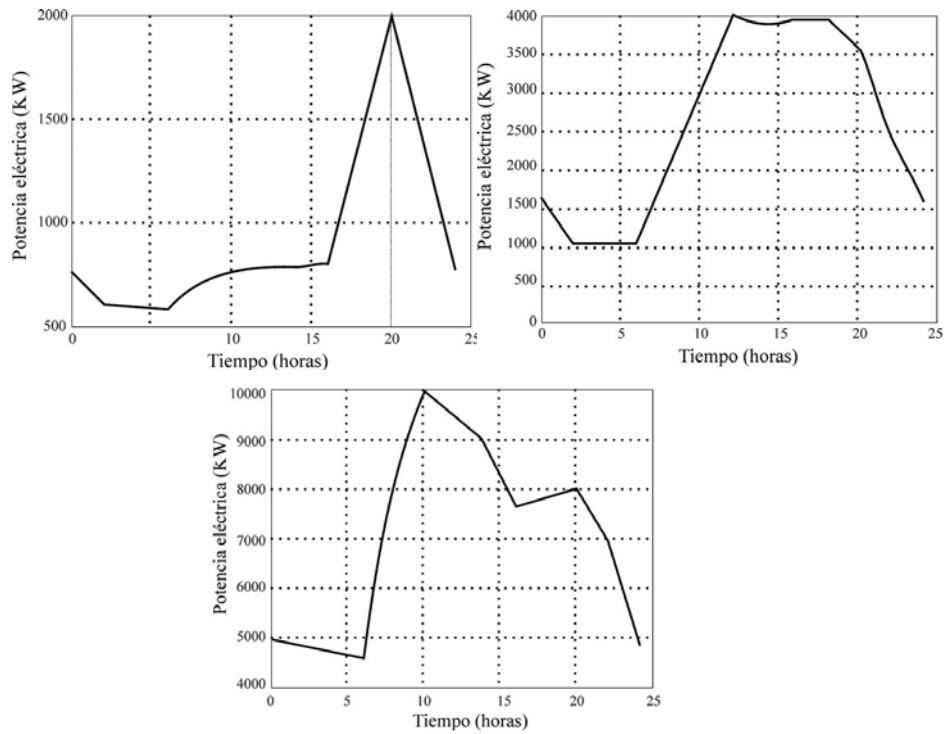
## **2.5 Calidad de Energía**

---

La calidad de servicio de un sistema eléctrico puede cuantificarse a través de varios parámetros relacionados con: la continuidad del servicio, las fluctuaciones de voltajes, el contenido armónico de las formas de onda de voltaje y de corriente, variaciones de frecuencia, y la regulación.

El concepto de calidad del servicio es bastante amplio, de manera que no es posible sintetizarlo en un solo parámetro o índice. Un parámetro comúnmente utilizado para evaluar la calidad del servicio, consiste en monitorear periódicamente los registros de consumo de energía eléctrica. El estudio de su comportamiento sirve para tomar medidas que garanticen el rendimiento óptimo del sistema en su conjunto. Para el caso de la ciudad la figura 2.3 muestra el consumo de energía eléctrica para los sectores residencial, comercial e industrial en un período de 24 horas.

Como se observa en la figura 2.3, la dificultad radica en la extracción de la información pertinente cuando ésta se encuentra almacenada en grandes volúmenes, como por ejemplo, registros históricos gráficos o tabulados. La confiabilidad del análisis aumentaría si se tuviera una función con la cual modelar cada serie histórica.



**Fig. 2.3 Consumo de energía eléctrica**

### 2.5.1 Regulación de Voltaje.

Como se mencionaba anteriormente, la consideración en la calidad de servicio es la regulación de voltaje. Los sistemas de distribución pueden aumentar sensiblemente de costo con el voltaje en el sentido de que hay límites claramente definidos entre los cuales es costoso transmitir energía para una operación apropiada del equipo que se utiliza. Mantenerse cerca de los límites necesarios resultará en un incremento directo en el costo del sistema.

Mientras el sistema de distribución aumenta su costo con respecto al voltaje, también el equipo a utilizar aumenta en costo debido a que es diseñado dentro de ciertos límites de voltaje permitidos. Por ejemplo, sería más caro diseñar un motor para ciertas variaciones de voltaje de  $\pm 20\%$  que para variaciones de  $\pm 10\%$ .

De lo anterior, hay términos en los que hay que poner una atención especial al diseñar un sistema de distribución: voltaje nominal, tarifa de voltaje, voltajes de distribución, etc. Similarmente hay tres importantes clasificaciones de los sistemas de voltaje. Estas se refieren a los voltajes dentro de la zona de operación y son los voltajes favorables, tolerables y extremos.

## 2.5.2 Presencia de Armónicos

En la mayoría de países la red de alimentación es trifásica con 50/60Hz con conexión delta en el primario y conexión estrella en el secundario del transformador. El secundario generalmente entrega 220V CA entre fases y 127V CA entre fase y neutro. El balanceado de las cargas para cada fase es el problema de los diseñadores de sistemas eléctricos.

### 2.5.2.1 Consecuencia de la presencia de armónicos

En general, los armónicos pares (por ejemplo de 2º, 4º etc.), no causan problemas. Los armónicos impares, quedan añadidos al neutro (en vez de cancelarse unos con otros) y por este motivo lleva a crear una condición de sobrecalentamiento que es extremadamente peligrosa. Los diseñadores deben tener en consideración tres normas cuando diseñan sistemas de distribución que pueda contener armónicos en la corriente:

- El conductor de neutro debe tener suficiente sección.
- El transformador de distribución debe disponer de un sistema de refrigeración extra para poder seguir trabajando por encima de su capacidad de trabajo cuando no existen armónicos. Esto es necesario porque la corriente de los armónicos en el conductor de neutro del circuito secundario circula en la conexión triángulo del primario. Esta corriente armónica circulante calienta el transformador.
- Las corrientes producidas por los armónicos se reflejan en el circuito del primario y continúan hasta la fuente de energía. Esto causa distorsión en la tensión y los condensadores correctores de capacidad de la línea pueden ser fácilmente sobrecargados.

El 5° y el 11° armónico contrarrestan la corriente circulante a través del motor acortando la vida media del motor. En general, el armónico de orden mayor, es el de menor contenido energético.

Las cargas eléctricas no lineales representan una deformación en la onda resultado de la superposición a la fundamental de 60 Hz de ondas en frecuencia múltiples. Estas señales se conocen como Armónicas y producen señales armónicas de voltaje y de corriente que se manifiestan de diversas formas en el resto del sistema como calentamiento, disparos involuntarios, vibraciones, pérdidas de información en sistemas de cómputo, etc.

La medición de señales armónicas debe practicarse con equipos de alta fidelidad y confiabilidad. El equipo de medición debe cumplir con dos tareas específicas

- o Niveles de Monitoreo de distorsión armónica en voltaje y corriente
- o Medición de Impedancia armónica de la red.

Los instrumentos para el procesamiento de señales se emplean para extraer información armónica a partir de las señales grabadas en el sistema de potencia.

- o Mediciones hasta 3 kHz
- o 7 canales simultáneos, 3 de voltaje, 3 de corriente, 1 extra.
- o Alta resolución
- o Cálculos de potencia y potencia armónica, Voltaje y corriente (RMS), distorsión armónica en voltaje (THD), factor de transferencia telefónica (TIF).
- o Tiempo real o análisis de tiempo diferido

Definidas las condiciones de la red y conociendo las fuentes de Armónicas, el análisis determina la propagación de voltajes y corrientes en todos los puntos de la red.

El objetivo será simular la red con el software indicado para verificar que las variables armónicas se sitúen por debajo de los niveles aceptables.

Son señales eléctricas adicionales de Alta Frecuencia que producen efectos no deseables en los circuitos de control en que se presentan y pueden dividirse en:

- *Ruido en Modo Común.*- Ruido en voltaje que aparece balanceado y en fase con la corriente de los conductores a tierra.
- *Ruido en Modo transversal.*- Señales de ruido múltiple entre los conductores de potencia activa que alimentan a una carga pero no entre los conductores de tierra o de referencia que existen en el circuito.

Producen mal funcionamiento en equipos electrónicos, errores en la electrónica digital y en datos.

***Las mediciones deben efectuarse con un buen Analizador de Espectro con banda suficientemente amplia. En el caso de tener niveles de ruido por encima de los índices aceptables se deben aplicar acciones correctivas instalando equipos como Transformadores de Aislamiento, Reguladores Ferro-Resonantes, UPS, etc.***

## **2.6 Pérdidas de energía en el nivel de distribución**

Por su magnitud, es en el proceso de distribución donde se presenta el principal nicho de oportunidad para lograr una reducción tanto en las pérdidas técnicas como en las no técnicas, hasta lograr valores de porcentaje económicamente atractivos.

En el nivel de distribución se elaboran estudios en cada zona con objeto de efectuar un diagnóstico que identifique las magnitudes de pérdidas, su origen y solución tanto de las técnicas como de las no técnicas.

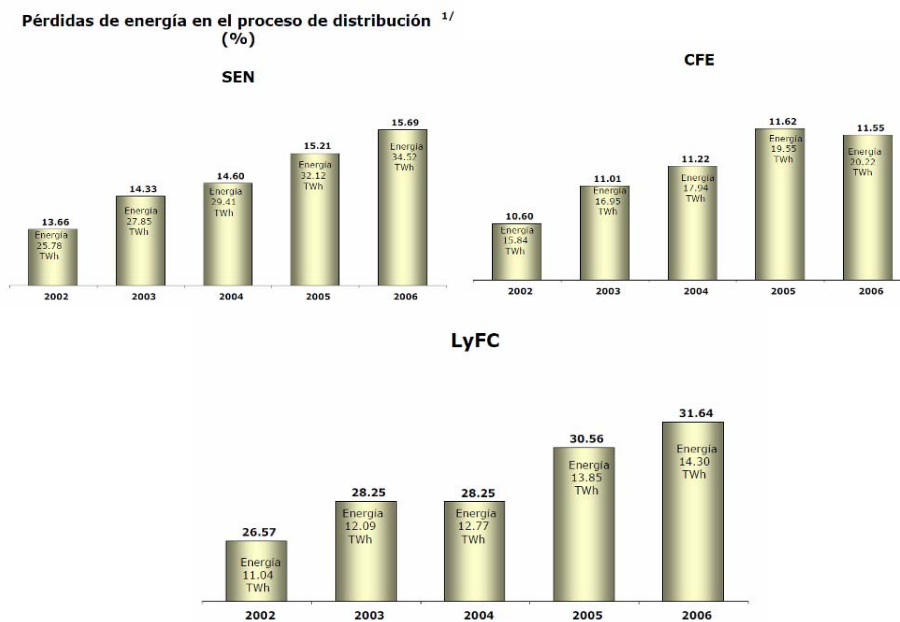
Las principales acciones para su disminución entre otras son:

- a) Instalación de compensación capacitiva en los circuitos primarios
- b) Reducción de la longitud de los circuitos primarios y secundarios

- c) Recalibración de los conductores de los circuitos primarios y secundarios.

Sin embargo, por restricciones presupuestales, su aplicación se ha hecho de manera parcial, de tal modo que los resultados no muestran la reducción esperada.

En la figura 2.4 Se muestra la evolución de su comportamiento durante los últimos cinco años para CFE, LyFC y su integración a nivel del SEN. Se observa en CFE una tendencia estable en los últimos dos años debido a las acciones implementadas, en especial las de usos ilícitos.



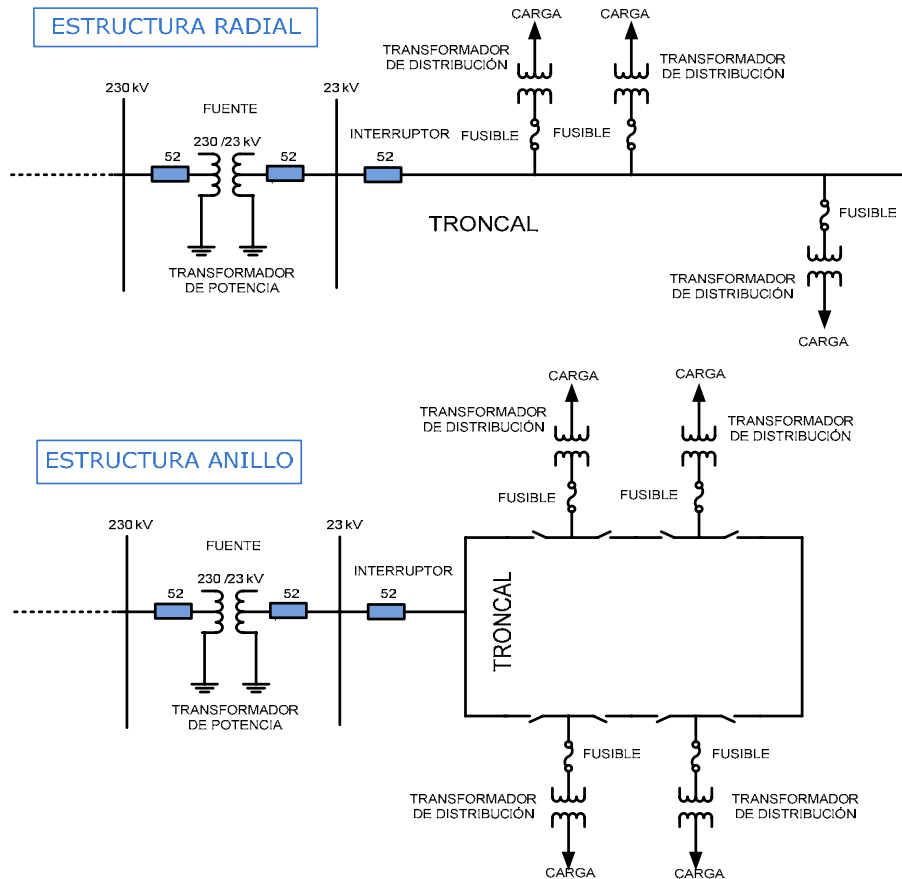
$1/ \% = \frac{\text{energía recibida} - \text{energía entregada}}{\text{energía recibida}} \times 100$   
 Fuente: Comité de Análisis de Pérdidas (CANPER)

**Fig. 2.4** Pérdidas de energía en el nivel de distribución

## 2.7 Topologías De Los Sistemas De Distribución.

La continuidad en el suministro de energía depende de la elección del sistema que alimentará a los distintos servicios.

Básicamente existen dos tipos de configuraciones fundamentales: radial y en malla. Por simple definición un sistema radial es aquel que tiene solo un camino para el flujo de potencia a la carga, y un sistema en anillo tiene diversos caminos para el flujo de potencia hacia la carga. La figura 2.5, ilustra un sistema radial y uno en malla con su fuente de alimentación, los alimentadores primarios, así como los transformadores reductores y los servicios. Para cada uno de los servicios se tienen variantes y modificaciones.



**Fig. 2.5 sistema radial y uno en malla**

Mientras que los sistemas de distribución pueden ser identificados en cualquiera de las dos clasificaciones, es necesario hacer una subdivisión de acuerdo a su funcionamiento. Para lo cual se proporciona la siguiente lista de los sistemas de distribución comúnmente empleados por las compañías suministradoras:

- 1) Subtransmisión Radial
- 2) Anillo de subtransmisión
- 3) Malla de subtransmisión
- 4) Anillo de subtransmisión con interruptor de amarre
- 5) Circuitos radiales de alimentador primario
- 6) Circuito primario en anillo: abierto o cerrado
- 7) Circuito primario radial con interruptor de amarre de emergencia
- 8) Malla de alimentación primaria
- 9) Circuito secundario radial
- 10) Circuito secundario radial con banco de transformadores de reserva
- 11) Malla del circuito secundario
- 12) Circuito secundario con alimentadores selectivos

Para describir la operación del sistema de distribución, es necesario describir cada una de sus partes funcionales.

Del diseño del sistema de distribución, depende la calidad del servicio deseado. La calidad del servicio está dividida en: continuidad del servicio, y regulación de voltaje y caída de tensión tolerable.

La regulación de voltaje depende de los sistemas con que se cuenta para la regulación de los mismos (automáticos y manuales).

La continuidad del servicio depende del tipo de sistema a utilizar. Es obvio que un sistema radial va a presentar menor grado de continuidad, que uno en anillo o en malla.



## 2.8 Subtransmisión y Subestaciones de distribución.

Un sistema de distribución está considerado como un conjunto de elementos destinados para el suministro de energía eléctrica a los diversos usuarios, pero para comprender su funcionamiento se presenta una breve descripción de cada una de sus partes funcionales.

Los arreglos de los circuitos de subtransmisión y de las subestaciones de distribución tienen un efecto directo en cuanto a la continuidad del sistema. Los circuitos de subtransmisión pueden tomar cuatro formas de arreglos básicos: radial, anillo, malla, o con interruptor de amarre.

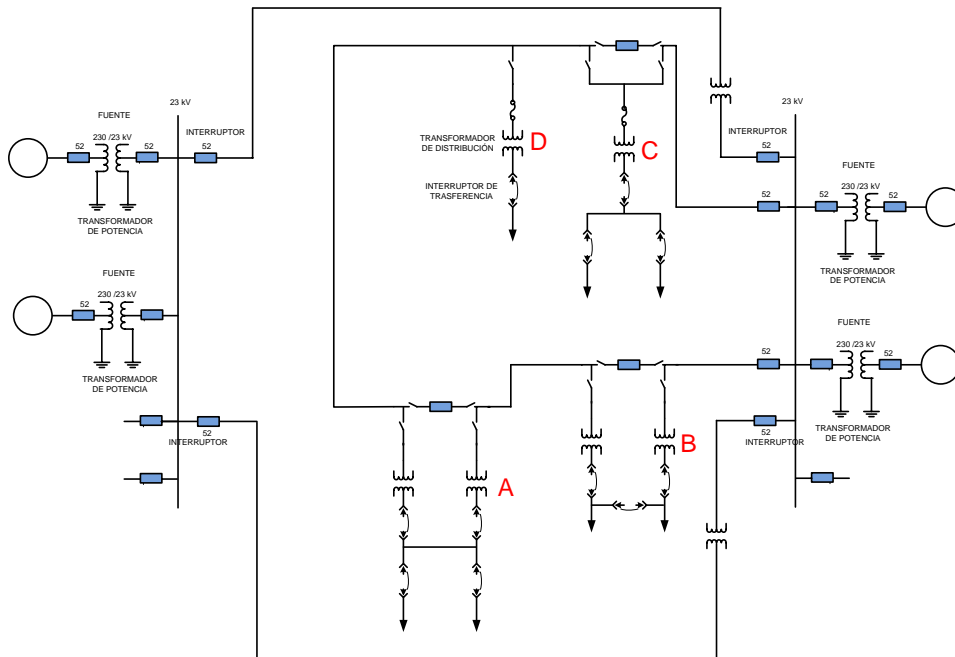
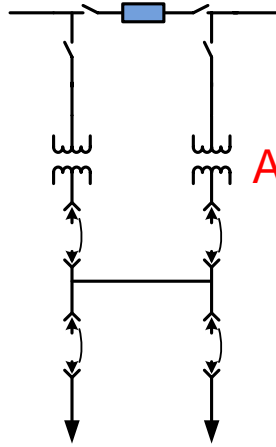


Fig. 2.6 Arreglo de las configuraciones más usadas

En la figura 2.6 se muestra un arreglo de las configuraciones más usadas, en lo que se refiere a subestaciones de distribución. En ella se muestra un anillo de subtransmisión, el cual es seccionado en cada subestación. Para este tipo de arreglos se requiere de relevadores direccionales de sobrecorriente para cada interruptor de amarre.

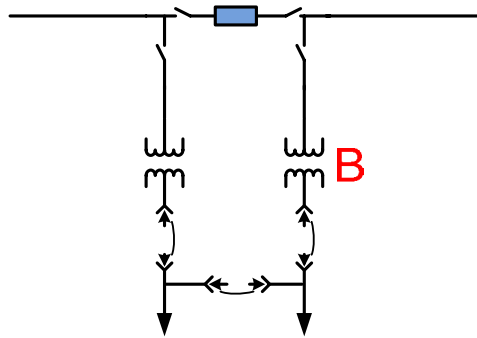


**Fig. 2.7 Arreglo mancha de red**

Analizando el arreglo de la figura 2.7, la mayor continuidad se tiene en la subestación A, la cual muestra un arreglo denominado mancha de red. En este tipo de subestaciones, cuando se presenta alguna falla en algún transformador o en cualquier parte del circuito de alimentación, esta es aislada por los relevadores, que mandan el disparo a los interruptores de subtransmisión y el del interruptor correspondiente al secundario del transformador asociado con la falla.

El interruptor del transformador es accionado por un relevador de la protección de la malla, el cual opera cuando detecta un flujo de potencia inverso, cuando la corriente de falla fluye hacia el transformador que presenta la falla o al circuito de subtransmisión. Sólo se presenta un pequeño disturbio, debido a la caída de tensión producida por la falla.

Este tipo de arreglos consta de más de dos circuitos alimentadores. El número de alimentadores está determinado por el cálculo económico del sistema de distribución en general aunando la subtransmisión, el tipo de carga a servir, tamaño y limitaciones de área.

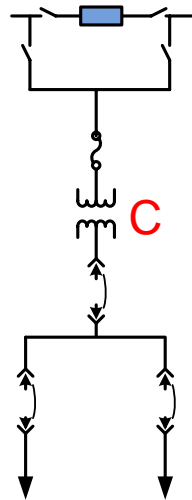


**Fig. 2.8 Arreglo subestación tipo dúplex.**

El menor grado de continuidad de servicio se tiene con el arreglo de la subestación B, (figura 2.8). Este tipo de arreglo es conocido como subestación tipo dúplex. Se tienen dos alimentadores primarios, aún cuando pueda haber más circuitos alimentadores conectados a la misma. En este tipo de arreglo el interruptor asociado a cada transformador tiene un doble propósito, el de interruptor del transformador y el de interruptor del alimentador. El interruptor de la barra de amarre funciona normalmente abierto y cierra a través de un control automático.

Cuando un transformador de algún circuito de la subestación falla, es aislado por los interruptores del anillo de subtransmisión cada que sea requerido por el anillo, o la subestación reductora. Es necesario tener para la protección un relevador direccional de sobre corriente. Ya que el interruptor del bus de amarre es operado normalmente abierto, aísla la sección del bus fallado, quedando este desenergizado del lado de la sección donde se presenta la falla.

El control del circuito automático del interruptor de amarre detecta la pérdida de voltaje y cierra al mismo. La interrupción del suministro de energía dura el tiempo necesario para la apertura del interruptor del transformador y el cierre del interruptor de amarre. Este periodo de tiempo puede ser del orden de minutos.



**Fig. 2.9 Arreglo anillo de subtransmisión con interruptor**

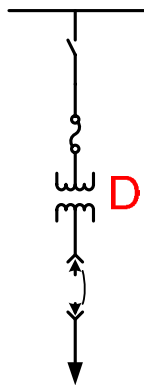
El siguiente en menor grado de continuidad se tiene en el mismo alimentador de la subestación C (figura 2.9). La alimentación de la misma puede estar determinada por el arreglo mostrado, teniendo un interruptor seccionador en el anillo de subtransmisión como se muestra. Se tienen barras que conectan al transformador a cada lado del interruptor. Sólo un juego de barras están normalmente conectadas al transformador. Así cuando se tiene una falla en alguna sección en particular de la línea, el interruptor seccionador se dispara y aísla la falla.

La subtransmisión presenta una falla de suministro, pero las subestaciones adyacentes no, ya que están conectadas a la sección contigua del anillo que permanece energizada. Una pérdida de suministro de energía puede ser restablecida con un control automático que ordene a un motor que accione la conexión de las barras alimentadoras. Aunque este tipo de controles incrementa el costo de la subestación de distribución, también puede reducir en poca o gran medida el costo y el retardo ocasionado por enviar a trabajadores de la compañía suministradora a donde se encuentre la subestación para que restablezcan al circuito, accionando las barras correspondientes.

Una falla del transformador trae consigo una salida prolongada de servicio. Una subestación móvil con un banco de transformadores de reserva puede ser la solución momentánea al problema. La máxima

capacidad en kVA depende de un gran número de factores como son: limitaciones de peso de los conductores del alto y bajo voltaje manejado, número de las combinaciones de voltaje requeridas, métodos de conexión, tipo de clima, etc.

Se recomienda el uso de transformadores monofásicos, teniendo uno de reserva, tomando en cuenta que por lo regular se presenta la salida de una sola fase.



**FIG. 2.10 Arreglo anillo de subtransmisión con una carga**

Algunas subestaciones pequeñas pueden estar conectadas como la subestación D (figura 2.10). Este tipo de conexión no ofrece ninguna provisión para aislar algún tipo de falla, o seccionar el anillo para que se pueda suministrar energía bajo alguna condición de emergencia. El arreglo mostrado en D, obviamente presenta una menor calidad en el servicio desde el punto de vista continuidad.

Para la subtransmisión es invariable que se tengan circuitos aéreos. Otra manera de alimentar a las subestaciones de distribución es utilizando circuitos independientes para garantizar una mayor continuidad es necesario que cada alimentador sea independiente uno de otro. Esta independencia de los alimentadores se puede garantizar utilizando distintos derechos de vía, ya sea con alimentadores aéreos o subterráneos.

## **2.9 Principios técnico-económicos.**

---

Es fundamental que todas las alternativas que se formulen contemplen los requisitos de calidad del servicio especificado para la zona en donde se instalará la red de distribución a lo largo de la vida útil de la misma. El análisis técnico debe verificar las condiciones de servicio y la detección de los posibles cambios o modificaciones futuras que requieran de nuevas inversiones. En esta fase las alternativas que no sean técnicamente viables deben ser eliminadas.

Después de efectuarse el análisis técnico seguirá la fase de estudio de la factibilidad o conveniencia económica de cada una de las alternativas, que deberá incluir todos los gastos e inversiones que se necesitarán en cada una de ellas a lo largo de la vida útil de la red. Dado que todos estos gastos e inversiones ocurren en épocas diferentes, deberán emplearse para su estudio todas las herramientas de la Ingeniería económica para poder hacer la selección de la alternativa óptima con base en la misma referencia de tiempo.

### **2.9.1 Análisis técnico.**

Consiste fundamentalmente en el cálculo de la regulación, confiabilidad, protección y carga de los conductores y equipo en general por medio de la simulación de las condiciones operativas del sistema de distribución previsto en cada alternativa, considerando las condiciones actuales y futuras, año con año, dentro del horizonte de planeación. Los valores de caída de tensión o regulación deben ser comparados con los niveles mínimos especificados en las normas correspondientes. Generalmente se procura que la caída de tensión no exceda el 3% en la red de cables entre la terminal de baja tensión del transformador y la caja de fusibles del consumidor.

En casos excepcionales, cuando se trata de consumidores remotos o extremos remotos de red (colas de red), se podrá permitir una caída entre 5% y 7%. La caída de tensión dentro de los predios normalmente fluctúa entre 2% y 3%.

La carga de los conductores y equipos es un factor muy importante en la selección de alternativas, por lo que se debe considerar en el análisis técnico y calcularse anualmente. Cuando los valores de tensión, confiabilidad y carga no cumplen con los valores establecidos, deberán efectuarse medidas correctivas tales como: equipo de regulación, protección o seccionamiento, cambio de calibre de conductores, construcción de nuevos alimentadores o subestaciones, etc.; todas estas consideraciones deberán ser incorporadas a cada una de las alternativas que no requieran y contemplarse en la evaluación económica final.

### 2.9.2 Análisis económico.

El problema del análisis económico en los sistemas de distribución es bastante complejo y sale un poco del sistema de análisis tradicional; esto se debe principalmente a la política generalizada de inversión gubernamental. Un estudio económico tradicional se efectúa llevando el control de entradas y salidas de caja; en el presente caso no es posible, ya que el sistema de distribución es parte del sistema eléctrico global. Sin embargo, es posible, con una metodología simplificada, comparar de manera aceptable los costos de diferentes alternativas, así como considerar los costos fundamentales, el costo de pérdidas, el de operación y mantenimiento, sumarios y de esta manera comparar alternativas.

#### En conclusión

Es de suma importancia el suministro de energía debido a este tema de importancia vital, tanto para el productor y distribuidor de energía eléctrica como para los consumidores del sistema.

El crecimiento de averías, pérdidas y daños económicos que, por significativo en unos casos y continuados en otros, representan una pérdida general para la economía del país que requiere de acciones planificadas y controles permanentes.

# Capítulo

# 3

## Respaldos de Energía



*Planta de Emergencia de 80 kW en la Tienda Mini Elektra Kukulkan*





## 3 Respaldos de Energía

### **3.1 Introducción**

---

En la actualidad el suministro de energía eléctrica es de gran importancia en la alimentación de los sistemas eléctricos, ya que las perturbaciones en la red de alimentación pueden causar alteraciones desde el punto de vista operativo, técnico y económico. Por lo que es necesario tener una fuente de respaldo que cumpla los requerimientos del mismo sistema.

En el sector público, una falla de energía puede ser asunto de vida o muerte. Los generadores auxiliares protegen al público en hospitales, estaciones de policía, estaciones de bomberos y aeropuertos.

La energía auxiliar también es de vital importancia para las comunicaciones telefónicas, transmisiones de radio y televisión, plantas de tratamiento de aguas potables y negras, en instalaciones militares e instalaciones de radar.

Con respecto a las plantas de emergencia nos preguntamos el por qué es necesario una planta de emergencia, esto debido a que en una empresa ó negocio no pueden depender de la disponibilidad del suministro eléctrico comercial; ya que las ausencias prolongadas de energía eléctrica, pueden poner en riesgo su operación y productividad.

Cuando la actividad o giro de su negocio lo requiere, es necesario contar con plantas de emergencia de fácil funcionamiento, confiable y segura con una exigencia mínima de mantenimiento, incluso bajo las más extremas condiciones climáticas y ecológicas.

Además en este capítulo analizaremos también la aplicación del UPS para dar solución a uno de los problemas más críticos, no el más frecuente pero si uno de los más frustrantes, el corte en el suministro de energía eléctrica sobre una carga crítica. Imaginemos un aeropuerto durante un

aterrizaje nocturno y que se apaguen las luces de la pista por un corte de energía o un quirófano cuando se está realizando una cirugía.

Las Fuentes de Poder Ininterrumpida (UPS) están diseñadas para mantener energía eléctrica de alta calidad y de alta disponibilidad a la entrada de sus equipos de trabajo asegurando el máximo rendimiento en sus operaciones y evitando la reducción en la eficiencia de su empresa por causas fuera de control.

En nuestro país por diversas causas, la continuidad en el servicio de la energía eléctrica por parte de la compañía suministradora, se ve con frecuencia afectada, es necesario disponer de un generador auxiliar de emergencia (planta eléctrica) para que en ningún momento se paralicen los servicios que son esenciales.

Entonces la finalidad de la planta eléctrica de emergencia es de proporcionar en el sitio la energía eléctrica necesaria cuando exista una falla en el suministro de la red comercial, mediante la disposición de un arreglo con otros dispositivos electromecánicos.

Por lo tanto la aplicación de las plantas eléctricas y uso de UPS es una de las aplicaciones más viables para proporcionar energía de respaldo a los sistemas residencial, comercial e industrial.

## **3.2 Plantas de Emergencia**

La planta de emergencia es sumamente útil, sobre todo cuando usted requiere tiempos de respaldo prolongados, ya que una de las características principales de la planta es la de ser capaz de generar energía, cuando el suministro falla, durante tiempos prolongados a un costo muy económico.

Ahora bien la planta de emergencia por sí misma, no actúa sola, es necesario de una transferencia automática u operar de manera manual para que cuando se llegara a presentar la falta de suministro eléctrico opere de respaldo, y no sea el causante de daños severos a equipo especializado, de cómputo, impresoras, servidores y máquinas electrónicas que requieren de suministro eléctrico que al no tenerlos

protegidos, perdemos toda la valiosa información y esto se traduce en altos costos.

### **3.2.1 Forma de operación de las plantas eléctricas.**

La operación de la planta eléctrica es muy sencilla y puede funcionar de dos modalidades:

- **Operación automática**
- **Operación manual**

#### **3.2.1.1 Operación automática.**

Se dice que una planta es automática cuando opera por sí sola, realizando cinco funciones:

- a) Arrancar
- b) Proteger
- c) Transferir carga
- d) Retransferir carga
- e) Paro

Solo requiere de supervisión y mantenimiento preventivo. Son utilizadas en industrias, centros comerciales, hospitales, hoteles, aeropuertos, etc. Primero tenemos que verificar que los selectores de control maestro deben estar colocados en posición de automática. El control maestro es una tarjeta electrónica que se encarga de controlar y proteger el motor de la planta eléctrica.

En segundo término en caso de fallar la energía normal suministrada por la compañía de servicios eléctricos, la planta arrancará de 3 a 5 segundos después del corte del fluido eléctrico. Luego la energía eléctrica generadora por la planta es conducida a los diferentes circuitos del sistema de emergencia a través del panel de transferencia, a esta operación se la conoce como transferencia de energía.

Por último después de 25 segundos de normalizado el servicio de energía eléctrica de la compañía suministradora, automáticamente se realiza la transferencia, la carga es alimentada nuevamente por la energía

eléctrica del servicio normal, quedando aproximadamente 3 minutos encendida la planta para enfriar el motor, el apagado del equipo es automático.

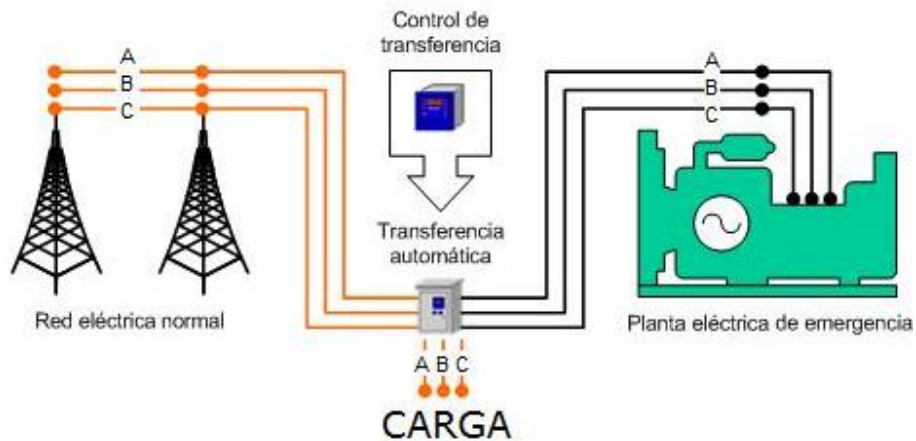


Fig. 3.1 Planta de Emergencia Automática

### 3.2.1.2 Operación manual

Son aquellas que requieren para su operación la operación manualmente por medio de un interruptor para arrancar o parar dicha planta. Normalmente estas se utilizan en aquellos lugares donde no existe alimentación por parte de alguna Compañía Suministradora y pueden ser: aserraderos, ranchos, etc.

También se utilizan en lugares donde la falta de energía puede permanecer durante algunos minutos, mientras una persona acude al lugar donde está instalada la planta para arrancarla y hacer manualmente la transferencia.

Se dice que una planta es manual cuando solo *Protege*.

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, con esto la planta de emergencia comenzará a funcionar. Este paso se realiza para verificar que la planta esté en buen estado.

Como medida de seguridad para que la planta trabaje en vacío, se debe de colocar el interruptor principal en apagado "off".

Por último volvemos a colocar la palanca en automático. En esa posición tiene que estar siempre para que cuando surja una falla de energía, entre sola la planta de emergencia.



Fig. 3.2 Planta de Emergencia de operación manual.

### 3.2.2 Clasificación de las Plantas de Emergencia por el tipo de servicio

Las plantas se clasifican por el tipo de servicio que prestan en:

- **Servicio Continuo**
- **Servicio de Emergencia**

#### 3.2.2.1 Servicio continuo

Las plantas eléctricas para servicio continuo se emplean en aquellos sitios en donde hay un déficit en la generación de energía eléctrica por parte de la compañía suministradora y en donde es imprescindible para la continuidad de los procesos y actividades productivas.

Operan hasta 300 horas por año y se utilizan en lugares donde se tienen sistemas de distribución por parte de las Compañías Suministradoras y

donde se requiere que nunca falte la energía: Aserraderos, Construcciones, Actividades Agrícolas, Granjas, etc.

Las plantas están diseñadas para operar con una capacidad en emergencia, si ésta misma máquina se quiere operar en servicio continuo se tiene que disminuir la capacidad de servicio de emergencia un 10% aproximadamente.

### **3.2.2.2 Servicio de Emergencia**

Las plantas eléctricas de emergencia, son utilizadas en sistemas de distribución que usan continuamente dos o más fuentes de alimentación, ya sea por razones de seguridad y/o economía de las instalaciones en donde es prioritario mantener el servicio eléctrico sin interrupciones.

Por ejemplo: Hospitales en las áreas de cirugía, recuperación, cuidado intensivo, urgencias, etc.

Para instalaciones de alumbrado y servicios en sitios con gran afluencia de personas, tales como: Centros Comerciales, Hoteles, Aeropuertos, Cines, Auditorios, Salones de Eventos, Estadios, Desarrollos Habitacionales, etc. Industrias de procesos continuos, Presas. Servidores y redes, Call centers, Conmutadores, etc.

Es un grupo motor-generator que convierte la energía calorífica de un combustible en energía eléctrica.

### 3.2.3 Componentes de la planta de emergencia.

Las plantas eléctricas de emergencia constan de varios componentes, los principales son los siguientes:

- Motor
- Generador
- Silenciador
- Ventilación
- Interruptor a pie de generador
- Patín
- Radiador
- Guardas
- Transferencia (control de planta)
- Materiales menores.

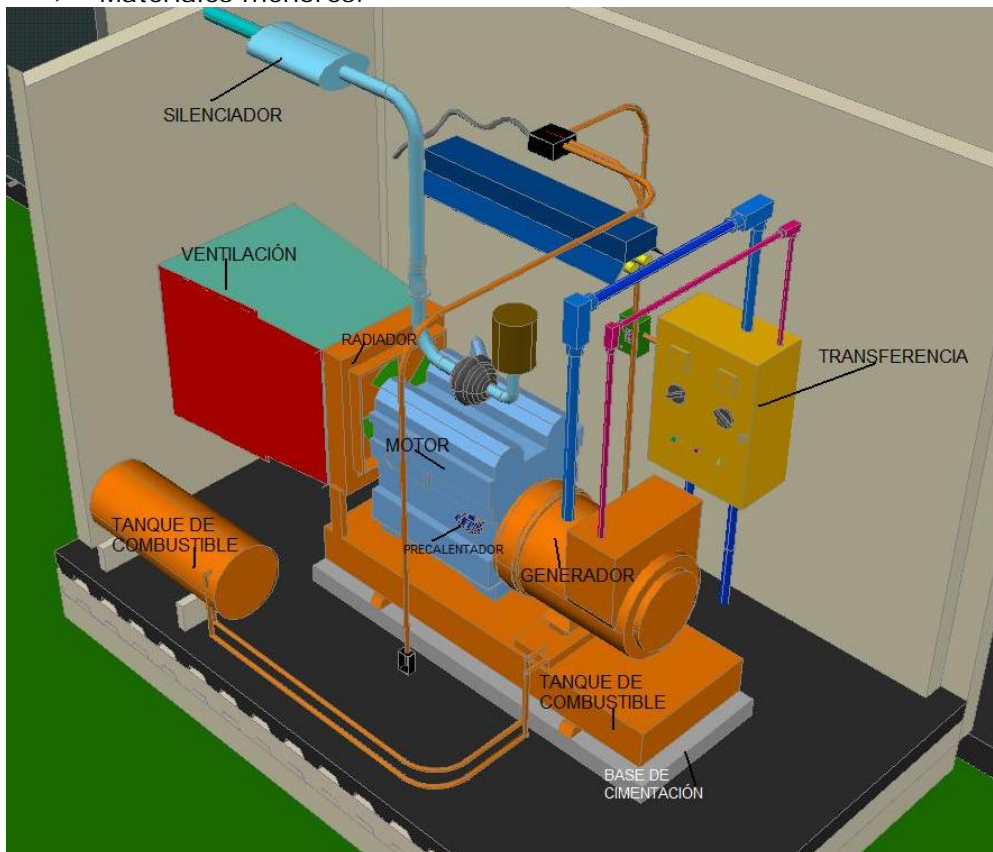


Fig.3.3 Componentes de la planta de emergencia.



**Generador.** Los voltajes de salida del generador y la corriente nominal máxima se especifican en la placa de datos del generador.

**Turbocargador.** En su fase de admisión es un soplador que aumenta el flujo o circulación de aire hacia los cilindros del motor, esto permite que el combustible se queme con mayor eficiencia aumentando la potencia del motor. Con el turbocargador se compensa la potencia del motor por altitud.

**Sistema de admisión.** Su misión es suministrar aire limpio, fresco y en cantidad suficiente para que el combustible se pueda quemar. La admisión consiste de una tubería desde una fuente de aire fresco al múltiple de admisión en los motores aspirados naturalmente o al turbocargador en motores turbocargados. Para cualquier motor, el polvo es el peor enemigo del sistema de admisión. Este sistema es el más vulnerable. Debido a ello se usa alguna clase de purificador de aire.

**Filtros.** Los filtros son purificadores de aire y son de tipo seco desechables o reemplazables.

**Sistema de escape.** El aire de escape lleva los productos de la combustión del motor a la atmósfera. Cuando el grupo está encerrado se hace necesaria una tubería exterior.

**Tubos de escape.** Es de vital importancia usar tubos de escape y tamaño correcto porque un pequeño aumento en el diámetro del tubo de escape puede reducir significativamente la Contra-presión. Los tubos rectos producen la menor restricción.

**Contra-presión.** Es la presión de los gases de escape hacia el motor, es decir cuando el tubo de escape restringe el flujo de los gases. La Contrapresión usualmente es causada por uno o más de los siguientes factores:

- Diámetro de la tubería de escape demasiado pequeño
- Número excesivo de curvas agudas demasiado pequeño.
- Tubo del escape demasiado largo entre el múltiple y el silenciador
- Resistencia del silenciador demasiado alta.

**Trampa de condensado.** Se debe tener una trampa de condensado y una válvula de drenaje en la parte más baja de la tubería. Esto se requiere porque en el proceso de combustión se produce agua y la trampa evitará que el condensado entre al motor.

**Silenciadores.** El sistema del escape también debe ser diseñado para obtener la emisión de ruido mínima y que a la vez sea lo más económico posible. El ruido procede de la liberación intermitente de los gases de

escape a alta presión de los cilindros del motor, causando fuertes pulsaciones de presión de gas en el tubo de escape.

Estas conducen no solamente a una descarga de ruido en la salida, sino también a la radiación del ruido del tubo de escape y la superficie de la concha del silenciador. La finalidad del sistema de escape es reducir estas pulsaciones de gas, y con la ayuda de un silenciador apropiadamente apareado, no sólo lograr una atenuación de ruido de escape eficiente, sino también algunas veces disminuir la pérdida causada por el sistema de escape.

La temperatura de los gases de escape normalmente es de aproximadamente 500°C, por lo que es importante que el tubo de escape no toque ningún material combustible.

Existe una clasificación de silenciadores de acuerdo al nivel de ruido que reducen.

- Industrial. Reduce de 15 a 20 db.
- Residencial. Reduce de 20 a 28 .db.
- Critico. Reduce de 28 a 32 db.

**Sistema de enfriamiento.** La función del sistema de enfriamiento es disipar al ambiente la parte de la energía térmica que no se convierte en potencia, a pasarla directamente a la atmósfera por los gases del escape o por la radiación de la superficie del motor. Además, dependiendo del tipo de aplicación y diseño, puede requerirse también disipar el calor rechazado de la transmisión, los múltiples de escape enfriados por agua, etc.

Las dimensiones de las aberturas y conductos deben ser lo suficientemente grandes para permitir el flujo de aire requerido. El área libre de los ductos debe ser tan grande como el área abierta del radiador.

El viento puede limitar el flujo de aire si sopla directamente hacia la abertura de salida. Posicionar la abertura de salida de modo que se eliminen los efectos del viento.

**Radiador.** El sistema de enfriamiento por radiador está montado en el chasis y un ventilador tipo soplador impulsado por el motor. El aire se toma del extremo del generador de la Planta de Emergencia, pasa a través del motor, y luego es empujado por el radiador. Una brida adaptadora para la conexión de un conducto de aire está montada alrededor de la rejilla del radiador para permitir la instalación de un conducto de salida de aire.

Consta de un tanque y aletas para la transferencia del calor del agua al medio ambiente mediante un ventilador.

**Pre calentador.** Los motores para plantas de emergencia van equipados con un pre calentador de agua. Este pre calentador de agua cumple con la función de mantener al motor a una temperatura cercana a la de operación, con la finalidad de que a la señal de arranque, el motor empiece a trabajar sin problemas. El pre calentador funciona bajo el principio del termosifón para el calentamiento del agua y la circulación de la misma a través de los conductos del monoblock.

Todos los pre-calentadores están termostáticamente controlados para prevenir daños por sobrecalentamiento.

Si el pre calentador está con la temperatura elevada, pero el monoblock permanece frío, es señal de circulación pobre. Verificar la instalación del pre calentador cuidadosamente.

El pre calentador debe ser instalado en la parte baja de la máquina para permitir que el agua caliente suba y eleve la temperatura del monoblock

El pre calentador debe ser montado lo más bajo posible (2 pulgadas) como mínimo abajo del punto donde el agua caliente entra al motor.

Los tubos rectos y cortos proporcionan mejor calentamiento, así como el alineamiento adecuado de las abrazaderas con el pre calentador.

La distancia entre la salida (agua caliente) del pre calentador y la maquina, debe ser lo más corta y directa como sea posible. El retorno de agua fría puede ser mayor, pero no debe tener curvas donde se formen bolsas de aire que perjudiquen la circulación.

Mantiene al motor a una temperatura de aproximadamente 60 °C (temperatura del agua) para que el motor arranque sin ningún problema.

**Termostatos.** Son una especie de válvulas térmicas que van abriendo y permiten la circulación del agua al radiador cuando el agua se va calentando. La circulación del agua es por efecto de termosifón.

Los termostatos ya vienen calibrados con temperaturas de 80 a 83°C o de 78 a 80°C en base a los puntos más calientes del motor que son sus cabezales.

**Ductos.** Los ductos pueden ser de lona o metal, pero no se deben fijar ductos rígidos al radiador. Se debe usar una sección de caucho o de lona pesada para absorber la vibración.

### 3.3 UPS

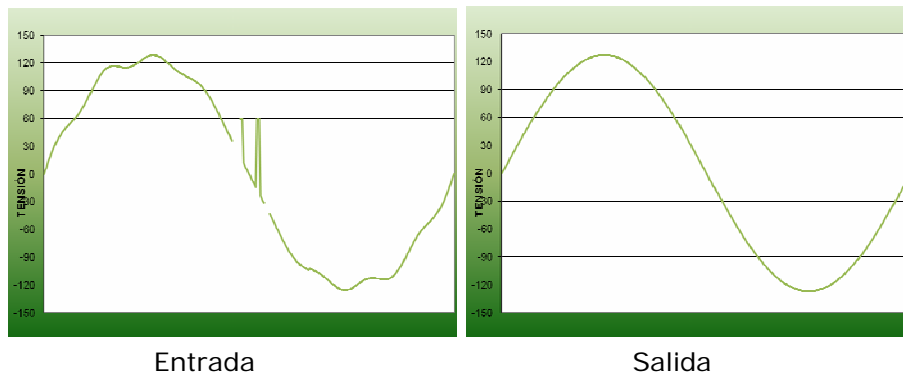
---

Es muy común que cuando se habla de problemas con la red eléctrica, principalmente con problemas de variación del voltaje se piense en un estabilizador como la mejor alternativa, pero únicamente es justificable tal razonamiento si se desconoce lo que es un Sistema Ininterrumpibles de Energía.

Los UPS (Uninterruptible Power System) ó sistemas de energía ininterrumpida, son equipos destinados a garantizar una tensión segura y libre de perturbaciones eléctricas para distintos tipos de carga con red eléctrica presente y durante un lapso de tiempo frente a un corte de energía.

Los UPS en sus primeros días eran equipos que tenían únicamente la función de entregar energía eléctrica frente a un corte de luz, sin que la carga notara la interrupción del suministro y seguir operando durante un tiempo determinado por la capacidad de una batería.

El avance tecnológico hizo que la carga tuviese requerimientos más estrictos y los U.P.S. debieron adaptarse a estos, siendo hoy en día, sistemas muy complejos que eliminan todo tipo de perturbaciones de la línea eléctrica y garantizan que la carga no se vea afectada e inclusive ni se enteren que la instalación eléctrica sufre de tales anomalías. Fig. 3.4



**Fig. 3.4 Tipo de perturbaciones de la línea eléctrica**

### 3.3.1 Componentes típicos de los UPS

**Rectificador:** rectifica la corriente alterna de entrada, proveyendo corriente continua para cargar la batería. Desde la batería se alimenta el inversor que nuevamente convierte la corriente en alterna. Cuando se descarga la batería, ésta se vuelve a cargar en un lapso de 8 a 10 horas, por este motivo la capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería necesaria.

**Batería:** se encarga de suministrar la energía en caso de interrupción de la corriente eléctrica. Su capacidad, que se mide en Amperes Hora, depende de su autonomía (cantidad de tiempo que puede proveer energía sin alimentación).

**El Cargador de Baterías:** Es una fuente de voltaje que tendrá dos funciones:

1.- Dar a la batería el voltaje de flotación necesario para asegurar que se cargue por completo.

2.- Recargar la batería después que fue utilizada al haber un corte de energía. Es decir, al regresar la energía, aplicará el mismo voltaje de flotación y la batería se empezará a recargar; cuando la batería esté cargada completamente la corriente que fluya del cargador de baterías hacia la batería será mínima.

El cargador recibirá un voltaje de 12V a la entrada y mandará esos 12V a la pila para que esta se cargue

**Filtros:** Circuito que reduce las variaciones transitorias de voltaje debidas al encendido y apagado de ciertos aparatos, además reduce el ruido eléctrico que viene con el voltaje de alimentación del UPS para que aparezca en niveles más seguros en la Carga. Cabe hacer la aclaración que el filtro de línea sólo reduce problemas de variación de voltaje que son de tiempo muy corto; por el rango de los milisegundos y nanosegundos. No es su función regular el voltaje.

**Inversor:** transforma la corriente continua en corriente alterna, la cual alimenta los dispositivos conectados a la salida del UPS.

**Conmutador** (By-Pass) de dos posiciones, que permite conectar la salida con la entrada del UPS (By Pass) o con la salida del inversor.

### 3.3.2 Parámetros que definen un UPS

Los equipos son cada vez más sensibles y la red de distribución comercial está cada vez más llena de ruido, por la proliferación de equipos electrónicos, que generan interferencias. Un UPS no solo debe asegurar la provisión continua de energía, sino también acondicionar la alimentación proveniente de la red a los requerimientos del equipo protegido.

Entonces cabe preguntarse qué tipo de parámetros definen la calidad del suministro eléctrico para "equipos críticos". La forma de onda senoidal, con esto pasaremos a describir los diferentes tipos de UPS.

### 3.3.3 Topologías de UPS

Todas las topologías para UPS existentes actualmente son buenas. Sin embargo, los requerimientos para determinadas aplicaciones cambian gradualmente. Para esto es bueno recordar que la topología En-Línea es compatible con la gran mayoría de cargas críticas, más que ninguna otra.

Debe definirse al inicio del proyecto los planes de crecimiento y disponibilidad de respaldo a largo plazo para considerar dos aspectos importantes en la selección de un UPS: Redundancia y Escalabilidad.

Los UPS En-Línea son capaces de operar confiablemente aun en condiciones adversas inherentes a una línea comercial débil e inestable. Tal es la disponibilidad de estos equipos que su topología es la más recomendada para los mercados de tecnología y computación

Existen 5 tipos de UPS:

- **Stand-by**
- **Interactivos**
- **Simple conversión**
- **Conversión delta**
- **Doble conversión**

A su vez estos se definen dentro de dos grupos:

- **Off-line**
- **On-line**

Los conceptos off-line y on-line, que servirá para entender más adelante cada tipo dentro de ellos.

### **Sistemas off-line y On-line**

Si transcribimos textualmente la palabra off-line sería "fuera de línea", nos referimos a una de las características que tiene los UPS es que a la vez de proteger a la carga de cualquier perturbación eléctrica pueden continuar alimentando a la carga por un período de tiempo establecido por un banco de baterías y que la etapa encargada de realizar esta función se la llama "**inversor**" y a esta etapa es a la que uno se refiere cuando se habla de off-line.

Es decir que si hablamos de un UPS off-line estamos diciendo que el inversor no está en línea con la carga que el inversor no es el que alimenta a la carga, salvo en el caso de un corte de energía.

Pero a su vez **On-line** significa **en línea**, vale decir, que estos UPS siempre alimentan a la carga a través del inversor, ya sea con la red eléctrica presente como durante un corte de luz.

- **UPS off-line** es aquella cuyo inversor solo funciona y alimenta la carga en un corte de luz, estando **fuera de servicio y desconectado** de la carga durante la presencia de red eléctrica.
- **UPS on-line** es aquel que **siempre el inversor está conectado y funcionando** debido que su función es alimentar a la carga tanto con red como sin ella.

Ahora veremos los distintos principios de funcionamiento de los cuales derivan las tipologías, luego trataremos de ubicar a cada tipo en su grupo correspondiente y analizar sus ventajas, desventajas y donde son aplicables.

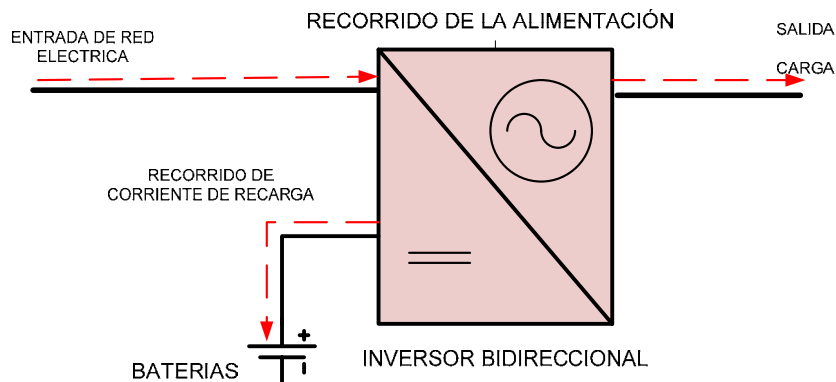
### 3.3.3.1 UPS STAND-BY

Son el tipo de ups más sencillo y su función principal es la de alimentar a la carga frente a un corte de energía. El grado de protección contra perturbaciones de la red eléctrica es muy bajo ó nulo. Lo entenderemos mejor al ver cómo está compuesto

El UPS stand-by está compuesta por:

- Un cargador de baterías.
- Un inversor.
- Una llave conmutadora automática.
- Un banco de baterías.

La interconexión de estas partes y como trabajan entre sí.

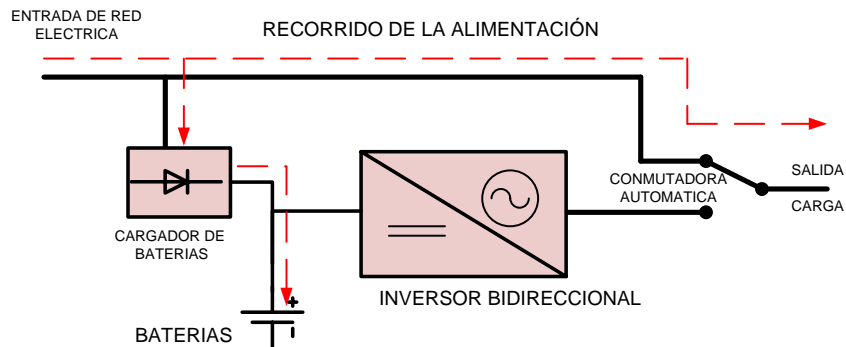


**Fig. 3.5 UPS Stand-by**

La figura 3.5. Muestra a un sistema Stand-by en la condición de red eléctrica presente. En esta condición la carga son alimentados directamente por la red. Es evidente que si existiese algún tipo de perturbación en la línea la carga la vería. Estos sistemas cuentan con protecciones de picos de tensión únicamente y obviamente no pueden estabilizar la tensión.

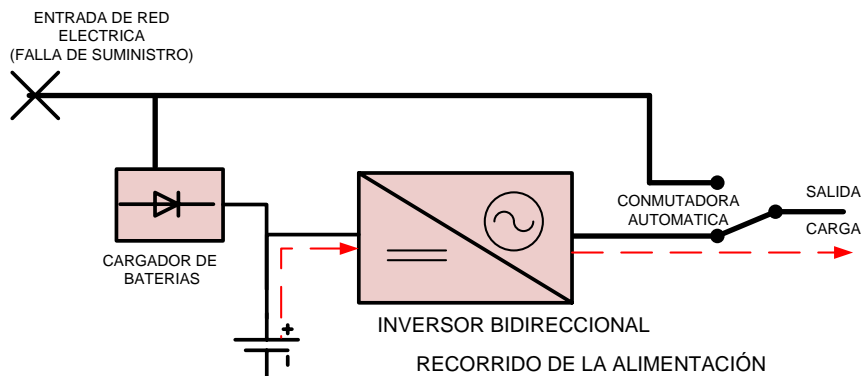


Son denominados también UPS back-up ya que la única función que tiene es permitir la salvaguarda de datos de una PC frente a un corte de luz.



**Fig. 3.6 Recorrido de la alimentación con red**

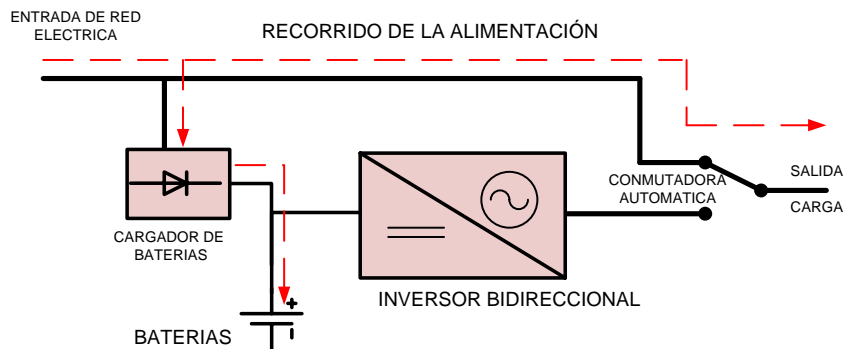
En el momento en que la red eléctrica se corta el inversor comienza a convertir la tensión de baterías en tensión alterna y la llave conmutadora automática transfiere la carga al inversor en un lapso de tiempo del orden de los 4 a 8 mseg. Tiempo suficiente para que la carga no lo vea ya que pueden soportar hasta un micro-corté de 10 milisegundos.



**Fig. 3.7 Recorrido de la alimentación sin red.**

Una vez que la batería se va a agotar manda una alerta al usuario por medio de un sonido, para que guarden sus archivos y el UPS se apaga por completo dejando sin alimentación a la carga conectados a él a la espera de que la red retorne.

En el instante que la red regresa el UPS Stand-by restablece la alimentación a la carga a través de red y al mismo tiempo el cargador toma la energía necesaria para realizar la recarga de las baterías. Una vez que las baterías se han recargado el cargador solo toma una pequeña porción de energía de la red para mantener a las baterías cargadas a la espera de un nuevo corte de red.



**Fig. 3.8 Recorrido de la alimentación y carga de baterías luego de un corte.**

Este tipo de equipos cubre una gama de potencias del orden de los 250 VA hasta 1 kVA. La forma de onda generada por el inversor es cuadrada ó conformada y al no contar con protección ni filtros, solo es recomendable para aplicaciones simples con fuentes conmutadas (switching) no sensibles a perturbaciones de la red.

La ventaja de estos equipos es que son económicos.

Las desventajas tienen una aplicación delimitada, solo protegen contra un corte de energía y contar con un rango de potencias muy pequeño.

Son recomendables para terminales con PC's a niveles de procesamiento e importancia bajos.

En el ámbito eléctrico simplemente para alimentar fuentes auxiliares de tableros ó interruptores, pero no para equipamiento de cierto grado de complejidad.

### 3.3.3.2 Interactivas

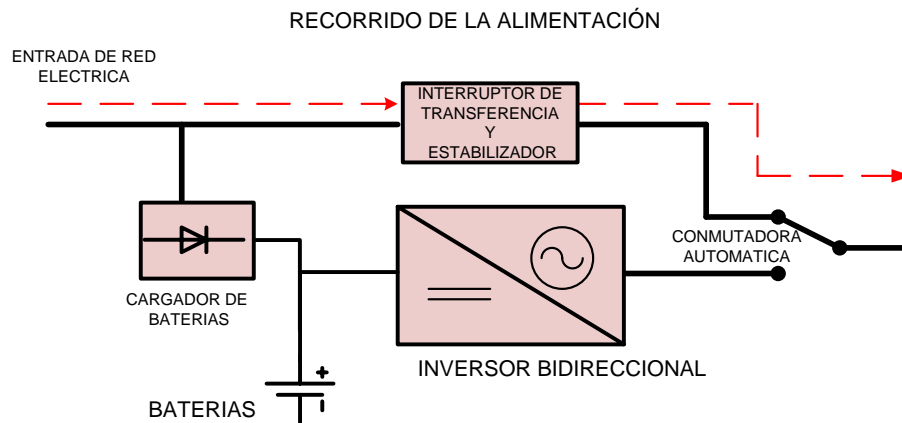
Una versión mejorada de las UPS stand-by son las INTERACTIVAS, se denominan así por que interactúan con la red eléctrica.

Con los UPS stand-by no existe relación ente el UPS y la red cuando está presente. En el caso de las interactivas el sistema opera de una forma un tanto diferente, y existen dos tipos de UPS interactivas: interactivas propiamente dichas y interactivas en línea.

El interactivo standard. Se compone de la siguiente forma:

- Un Cargador
- Un Interruptor de Transferencia y un estabilizador automático.
- Un inversor
- Una llave conmutador automática.

Estas partes se interconectan de la siguiente forma.



**Fig. 3.9 Interactivo standard**

Como podemos ver la única diferencia entre este tipo de UPS y en anterior es que cuando la red está presente se cuenta con una etapa encargada de filtrar algunas de las perturbaciones eléctricas más importantes y frente a un corte de energía se comporta de la misma forma que la anterior. Comúnmente la forma de onda de salida del inversor en estos equipos es conformado ó cuasi-senoidal.

Es un equipo ideal para puestos de trabajo con CPU, CPU del hogar y en algunos casos para CPU empleadas como server pero de niveles de importancia bajos. La potencia en este equipamiento oscila entre los 400

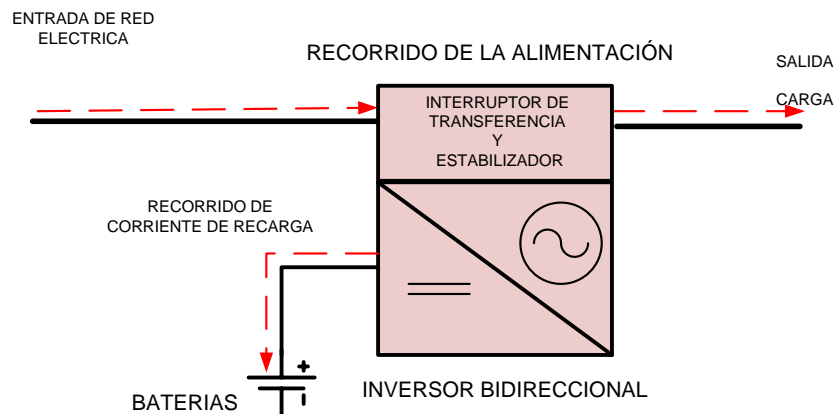
VA y los 2kVA. Los tiempos de conmutación en estos equipos oscilan entre 2 y 4 mseg.

Se pueden emplear como sistemas auxiliares de tableros pequeños y para algunas aplicaciones de un nivel bajo a intermedio, no es aplicable para sistemas de medición y control.

El segundo tipo, el “interactivo en línea”, algo más interesante. Veamos cómo está compuesto:

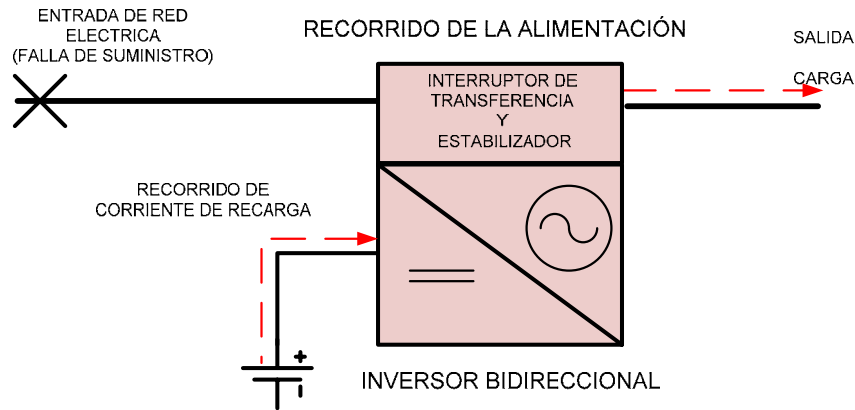
- Una Interruptor De Transferencia y estabilizador automático
- Un Inversor bidireccional

Obviamente, se estará preguntando donde están la llave automática y el cargador, pues veamos cómo se interconectan estas etapas y como trabajan.



**Fig. 3.10 Bloques de un Interactivo por línea.**

El secreto está en el inversor bidireccional. Estando la red está presente el EMI y el estabilizador se encarga de que a la salida el sistema cuente con una salida senoidal estable y libre de perturbaciones como lo realiza cualquier modelo interactivo, mientras que el inversor se comporta como un cargador tomando corriente alterna y convirtiéndola en continua para cargar a las baterías y mantenerlas.



**Fig. 3.11. Ahora convierte la C.C. en A.C.**

En el caso de un corte de energía ó una variación de tensión que supera el rango de estabilización del EMI el inversor cambia su funcionamiento y convierte la tensión continua en alterna y el EMI ahora se encarga de regular y trabajar con la tensión del inversor hasta que las baterías se agoten ó regrese la red eléctrica y vuelva el sistema al estado de funcionamiento anterior.

Como podemos ver el sistema la interacción entre línea y el inversor la realiza el EMI y este no deja de operar ya que regula tanto la línea como la tensión del inversor.

En apariencia este modelo cuenta con una llave conmutadora automática, pero no es así. En realidad existe una llave electrónica que actúa durante el cambio de funcionamiento del inversor a cargador y viceversa, pero los tiempos de conmutación en estos equipos oscilan de 0 a 2 mseg máximo, y como la conmutación no tiene la misma función que en los equipos anteriores no vale la pena considerarla.

Estos equipos cuentan con una forma de onda de salida senoidal y su rango de potencias oscila entre los 0.6 kVA a los 3kVA.

Son aplicables en sistemas de control y medición de niveles de importancia bajos, para servicios auxiliares de tableros de bajo y mediano porte y en el área informática son excelentes para alimentar redes pequeñas y servidores. No son recomendables para aplicaciones de mediana y gran criticidad ya que continúan teniendo una relación permanente con la red cuando esta está presente.

### 3.3.3.3 Simple Conversión

Para poder entender este sistema debemos hablar de su predecesor el sistema ferroresonante, otro tipo de UPS poco empleado actualmente, pero que en su momento fue muy útil e innovador. Los UPS "Stand-by Ferroresonante" fueron el eslabón entre los "Stand-by" y los de "Conversión" hasta que aparecieron los "Interactivos en línea". A continuación podemos ver cómo estaban compuestos:

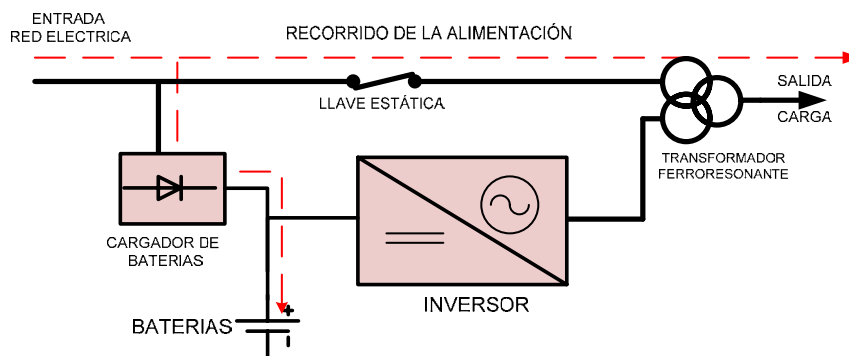


Fig. 3.12 UPS ferroresonante

Como podemos ver es similar a un Stand-by, en cuanto a la mayoría de sus etapas: un cargador que recarga y mantiene cargadas a las baterías, un inversor que alimentará a la carga en el caso de un corte de energía y una llave automática estática que en este caso su función es desconectar y no conmutar como en el Stand-by y a todos ellos se suma un transformador ferroresonante.

La particularidad de este tipo de transformador es que tiene la propiedad de almacenar la energía suficiente para entregar por un período muy corto alimentación al 100 % de la carga en el caso de corte de energía, como también absorber transitorios y picos (inercia inductiva).

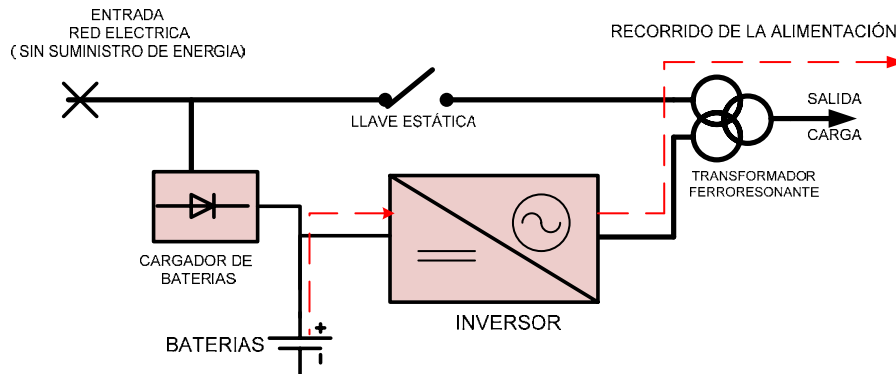
Veamos cómo fue aplicada esta propiedad del transformador para lograr que un sistema Stand-by fuera más confiable.

Como hemos visto durante la presencia de red un equipo Stand-by cargaba y mantenía cargadas a las baterías y el inversor estaba apagado esperando el corte de energía, mientras tanto la llave conmutadora alimentaba a la carga a través de la red.

A este equipo debemos intercalar en esta condición el transformador ferroresonante que se va a ocupar de absorber una gama de perturbaciones eléctricas de la red que el equipo Stand-by no podía realizar.

En el momento en que se produce un corte de energía la llave estática se abre y el transformador ferroresonante sigue alimentando a la carga por algunos milisegundos, tiempo suficiente para que el inversor arranque y alimente al transformador y de esta forma éste a la carga, hasta que las baterías se agoten ó vuelva la red eléctrica.

De esta forma, no existe micro-corte en la transferencia de red al inversor, ya que es tiempo sin alimentación es suplido por la energía almacenada en el transformador.



**Fig. 3.13 UPS ferroresonante sin red**

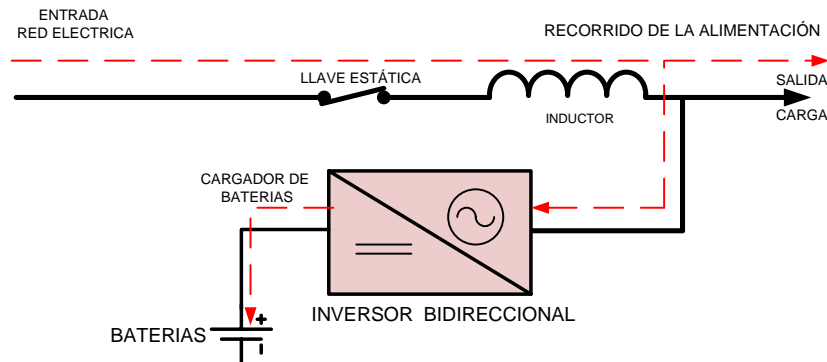
Al volver la red eléctrica el inversor se apaga y el transformador sigue alimentando a la carga ahora a través de la misma red. En este tiempo el cargador vuelve a cargar a las baterías y una vez cargadas las mantiene hasta un nuevo corte de energía.

Ahora bien, se estará preguntando por que no es tan popular. En realidad no es que no se emplee, es un equipo muy interesante para aplicaciones electromecánicas con corrientes de arranque transitorias elevadas, ya que el transformador atenúa esos picos de corriente, pero el problema de este sistema es que el transformador trabaja bajo el principio de la resonancia a una frecuencia y una impedancia característica.

Si por alguna razón, la carga altera las condiciones propicias de funcionamiento del transformador, la tensión se hace inestable, incluso a bajas potencias por lo que no es aplicable en sistemas industriales

complejos ó de alta criticidad con sistemas de control y medición asociados, en una palabra la tecnología industrial actual. Incluso aparentemente las fuentes switching con autocorrección del factor de potencia atentan contra este sistema.

Retomando los sistemas SIMPLE CONVERSION. A continuación se presenta un diagrama de sus partes:



**Fig. 3.14 UPS Simple conversión**

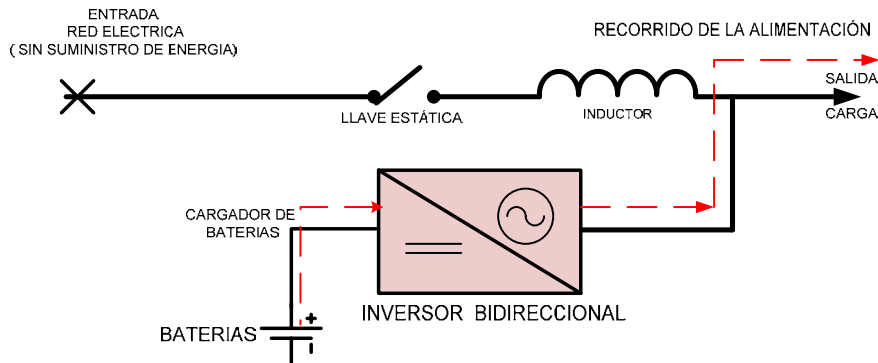
El principio de funcionamiento es similar al anterior con la salvedad que en este caso no se emplea un transformador sino un choque ó inductor que tiene propiedades similares al ferresonante sin serlo.

Este caso consta con un inversor bidireccional en vez de un cargador y un inversor. Se llama simple conversión porque convierte una sola vez, ó convierte de alterna a continua para cargar a las baterías ó de continua a alterna para alimentar a la carga, pero la conversión es única de una forma u otra.

Este funciona de la siguiente manera, cuando la red está presente el inversor se encarga de cargar a las baterías y mantenerlas así hasta un corte de energía y al mismo tiempo supervisa el estado de la red eléctrica para evaluar su intervención y mantener estable la salida, el inductor durante este tiempo a través de la llave estática se encarga de derivar la energía de la red necesaria para alimentar a la carga y mantener libre de sobretensiones y picos la salida, frente a cualquier variación fuera de los límites del inductor ó un corte de energía el inversor se encarga de la situación alimentando a la carga a través de la energía almacenada en las baterías.

Aquí el tiempo de transferencia se convierte en cero, gracias a que el inductor evita por su principio de inercia al cambio de condición que la carga vean un micro-corte y el inversor los alimente inmediatamente.





**Fig. 3.15 UPS Simple conversión sin red**

Al regresar la red eléctrica la llave estática se cierra alimentando a la carga a través del inductor y el inversor cambia de función recargando a las baterías y manteniéndolas hasta un nuevo corte al mismo tiempo que supervisa la tensión de salida.

Este tipo de UPS se aplica en sistemas de redes pequeños y medianos para alimentar servidores. En el ámbito industrial son aplicables a instalaciones electromecánicas pequeñas. La gama de potencias llega hasta los 6 kVA.

La ventaja que tiene ante los ferroresonantes es de que se elimina el problema de la inestabilidad de la tensión, pero por otra parte no cuentan con aislación galvánica y tiene una relación directa con la red, algo que toda persona que busca en un UPS, "olvidarse de los problemas que las redes eléctricas le pueden traer" y que mejor si no depende el sistema de ella.

Asimismo frente a variaciones de frecuencia la alternativa es conmutar y trabajar por baterías, lo mismo que los equipos Stand-by e Interactivos.

Por otro lado son equipos que tienen pocas pérdidas ya que durante la presencia de red solo se pierde la energía que disipa el inductor y el inversor como cargador durante la etapa de recarga (las primeras 10 hs. luego de una descarga total de baterías).

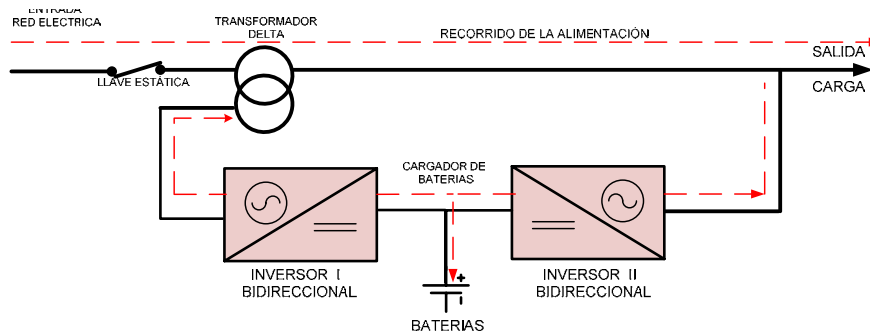
### 3.3.3.4 Conversión Delta

Ahora el tema se pone interesante, hasta el momento hemos visto como en el proceso de generación de una alimentación estable y segura la conversión de energía dependía de la presencia de la red eléctrica. Si la red está presente se convierte una parte en corriente continua para cargar las baterías y con su ausencia la energía continua de las baterías se convertía en alterna para alimentar a la carga.

Pues ahora veamos como la conversión es el principio de funcionamiento del equipo y en un modo continuo ó casi continuo.

No se cuenta con gran información sobre estos sistemas, ya que son muy nuevos, pero trataremos de volcar todo lo que sabemos sobre su principio de funcionamiento.

Primero veamos un diagrama en bloques del equipo.

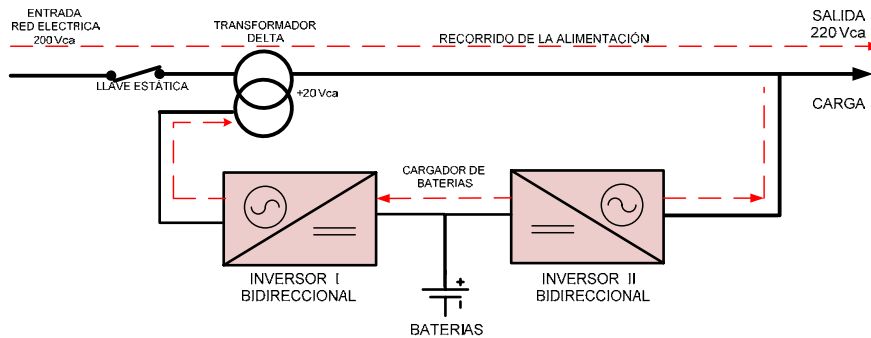


**Fig. 3.16 UPS Conversión Delta con red**

En este equipo los dos inversores son bidireccionales y de características similares salvo por la potencia que pueden manejar, el INVERSOR I es de un 20% de la capacidad total del equipo, mientras que el INVERSOR II puede manejar el 100%. El transformador delta es un transformador trifásico en serie con la red eléctrica y en paralelo con el INVERSOR I.

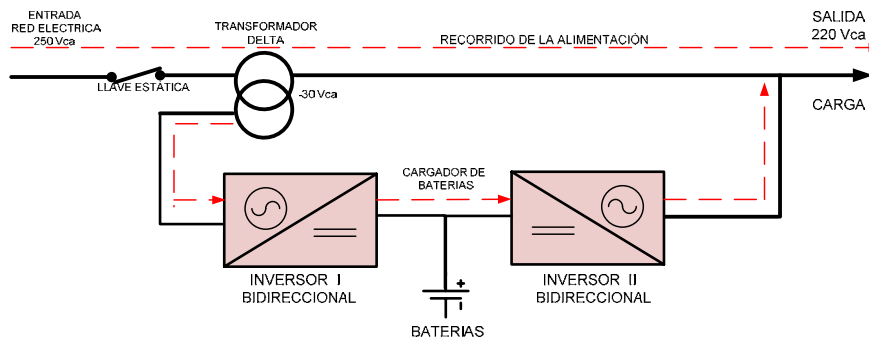
El presente inversor I junto con el transformador delta se encarga de mantener constante el nivel de tensión de salida mediante la suma y resta de tensión. Por ejemplo, si contamos con una tensión baja de 200 Vca el inversor I suma a través del transformador delta los 20 Vca necesarios para que a la salida siempre haya 220 Vca. Veamos como lo hace, el inversor II toma energía alterna y la convierte en continua, esta energía continua a su vez la toma el inversor I y la convierte en alterna,

pero solo la necesaria para adicionar la diferencia de tensión entre la entrada y la salida.



**Fig. 3.17 UPS Conversión Delta con baja tensión**

En el caso en que la tensión sea superior a la tensión de salida, por ejemplo 250 Vca, el inversor I a través del transformador delta resta los 30 Vca adicionales, generando una caída de tensión y convirtiendo la tensión alterna adicional en continua. Esta energía continua generada por el inversor I es tomada por el inversor II y convertida en energía alterna que es entregada a la carga.

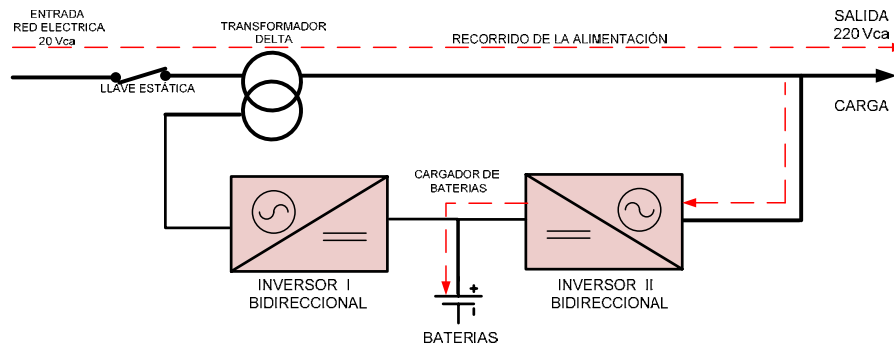


**Fig. 3.18 UPS Conversión Delta con sobretensión de red**

De esta forma el sistema emplea la conversión de energía para mantener estable la tensión de salida.

En el caso de generarse un corte de red el inversor II toma la energía continua de las baterías para seguir alimentando a la carga hasta que las baterías se agoten o la red eléctrica retorne. En el momento del corte de energía la llave estática (anti-feedback) se abre su función es evitar que

la tensión del inversor retorne hacia la entrada durante el corte de energía, como también detectado un cortocircuito en la entrada abrirse para evitar que el inversor II se dañe.



**Fig. 3.19. Recarga de las baterías**

La recarga y mantenimiento de las baterías la realiza el inversor II controlado por inversor I.

Son equipos cuya gama de potencias es 10 kVA a 480 kVA cuentan con la propiedad de presentar a la red siempre un factor de potencia unitario y baja distorsión de armónicos de corriente sin necesidad de filtros adicionales.

Otra propiedad interesante es que con presencia de red las pérdidas son bajas siendo su rendimiento elevado. Es interesante su aplicación en proyectos de gran porte del orden de los MVA, donde las pérdidas de energía propias del equipamiento son económicamente considerables y las penalidades por la reinyección de armónicos de corriente en esas potencias son importantes. La gama de aplicaciones es amplia.

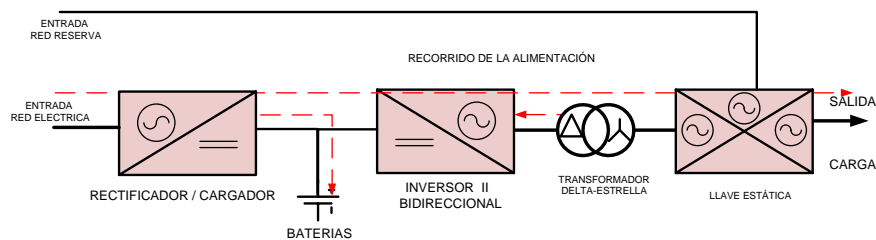
Como desventaja son equipos que al igual que los ferroresonantes cuenta con una relación directa con la red, es por esta razón que frente a variaciones de frecuencia dentro del 6% el equipo acompaña la frecuencia de salida con la misma variación y superado este rango desacopla la red de entrada y continua operando por baterías hasta que estas se agoten ó la frecuencia se restablezca dentro de los límites.

### 3.3.3.5 Doble Conversión

A diferencia del sistema anterior que solo emplea la conversión ó doble conversión durante una variación de la red de entrada respecto de la de salida el sistema doble conversión siempre está realizando este proceso.

Es el sistema más conocido ó empleado en el mundo entero, veamos cómo está compuesto.

- El sistema doble conversión cuenta con:
- Un rectificador/cargador.
- Un inversor.
- Una llave estática.
- Un banco de baterías.



**Fig. 3.20. UPS Doble Conversión**

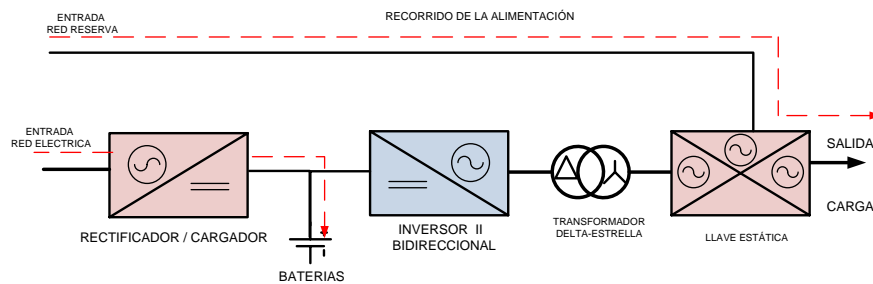
Este sistema es tal vez más sencillo de comprender que el anterior, aquí la energía siempre tiene una única dirección, mientras la red está presente el rectificador cumple dos funciones, la primera genera la energía continua necesaria para que el inversor opere correctamente y la segunda carga y mantiene en carga las baterías.

Parte de la energía continua generada por el rectificador es tomada por el inversor para generar una tensión alterna estable en amplitud como en frecuencia y esta es conectada a la carga a través de la llave estática.

De esta forma la tensión que alimenta a la carga es totalmente ajena a la de entrada, por medio de la doble conversión el sistema crea una nueva tensión de alimentación para la carga e incluso en el caso de equipos trifásico el transformador de salida del inversor, que forma parte del filtro de armónicos de tensión para que la forma de salida sea

senoidal pura, puede ser conectado su neutro a tierra y ser ajeno al de entrada de forma de contar con una aislación mayor respecto de la entrada, ya que el rectificador comúnmente es trifásico sin neutro.

En los sistemas doble conversión la llave estática cumple con una función diferente a la vista en los sistemas anteriores, con excepción del sistema delta. Aquí la llave ilustrada en la figura 3.21 es nuevamente una conmutadora electrónica cuya función es de protección para el equipo y la carga, conmutando los mismos sobre la red eléctrica en el caso de falla del inversor ó sobrecarga del mismo en un tiempo de conmutación de cero milisegundos, vale decir, sin generar micro-cortes en la carga.

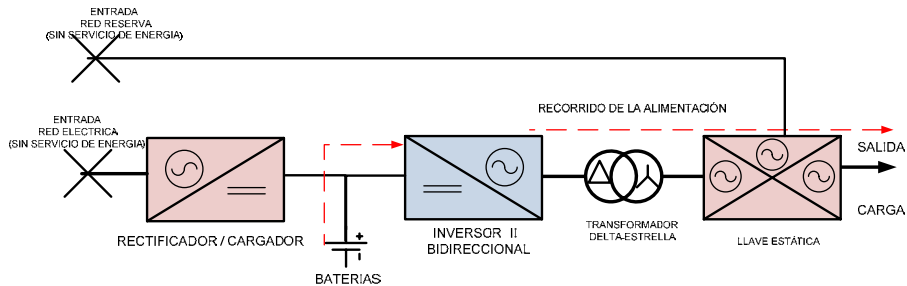


**Fig 3.21. UPS doble conversión con inversor apagado**

Como lo hemos mencionado el sistema siempre está convirtiendo de alterna a continua y de continua a alterna, de esta forma existe una aislación propia por la doble conversión.

En el caso de un corte de energía la carga con el inversor no se da cuenta ya que el inversor continúa generando alterna con la continuidad de las baterías, para el nada ha cambiado ya que lo que ha desaparecido es la continua del cargador, quedando la de las baterías.

El inversor, entonces, sigue alimentando a la carga hasta que las baterías se agoten ó retorne la red eléctrica.



**Fig. 3.22 UPS Doble Conversión frente a un corte de energía**

Al regresar la red el rectificador vuelve a cargar a las baterías y al inversor que al detectar nuevamente la tensión continua necesaria para su funcionamiento arranca automáticamente y vuelve a alimentar a la carga.

Es el sistema más empleado mundialmente ya que a pesar de contar con un menor rendimiento comparado con el sistema anterior (ya que la doble conversión es del total de la energía y no de la diferencia entre entrada y salida), debido a que cubre el total de las perturbaciones eléctricas de la red que pueden atentar contra la carga instalada, evidentemente por que la alimentación de los mismo es generada por el inversor siendo independiente en forma y calidad, de la de entrada.

El rango de potencias abarcado por este sistema es de 600 VA a 800 kVA, la gama más amplia evidentemente. Son aplicables en todo tipo de instalaciones y proyectos.

Como ventaja cuenta parcialmente con las mismas del sistema anterior, con excepción del rendimiento, pueden contar con filtros ó rectificadores especiales para reducir la reinyección armónica e incluso contar con sistemas de corrección del factor de potencia de entrada.

A diferencia del sistema anterior el Doble Conversión genera su propia frecuencia y la sincroniza con la de entrada, si ésta variara, el sistema enclava la frecuencia en 60 Hz promedio de un oscilador interno.

Asimismo, como el sistema cuenta con un rectificador que maneja el total de la potencia del equipo, la corriente a la entrada siempre está balanceada e igual medida entre la tres fases por más que a sus salida estén desbalanceadas, esta propiedad no la tiene el sistema anterior ya que su relación con la entrada evita esta posibilidad.

### 3.3.4 OFF-LINE y ON-LINE

La agrupación de los sistemas referidos con anterioridad se componen de conceptos on-line implica que el inversor está encendido continuamente y es él el que se encarga de alimentar a la carga y los off-line aquellos en los que no cumplen con esta propiedad.

Comúnmente en el mercado se consideran a los sistemas con el inversor en funcionamiento constante y sin tiempo de conmutación, de esta forma quedan así:

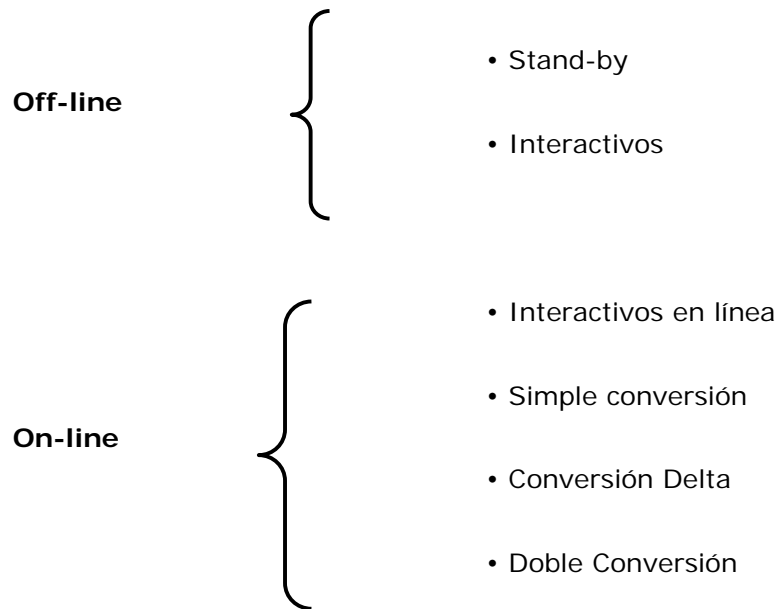


Fig. 3.23 Modelos de UPS en el Mercado.



## En conclusión

El interés de colocar un respaldo de energía es adecuado hoy en día debido a la falta de continuidad en el servicio energético, para así la escuela no pueden depender de la disponibilidad del suministro eléctrico comercial; ya que las ausencias prolongadas de energía eléctrica, pueden poner en riesgo su operación y productividad académica.

Esta es una de las aplicaciones más viables para proporcionar energía de respaldo a los sistemas residencial, comercial e industrial.

# Capítulo

# 4

## Metodología para el Levantamiento Eléctrico



*Centro de Cómputo del Colegio de Ciencias y Humanidades Vallejo*



## 4 Metodologías para el Levantamiento Eléctrico

### 4.1 Antecedentes al Proyecto

El presente capítulo se basará en la metodología con respecto a los funciones e importancia que tiene el Centro de Cómputo del CCH Vallejo el cual esta ubicado en Av. 100 Metros Esq. Fortuna, Magdalena de las Salinas, Gustavo A. Madero, C.P. 07760, México D.F. Fig. 4.1

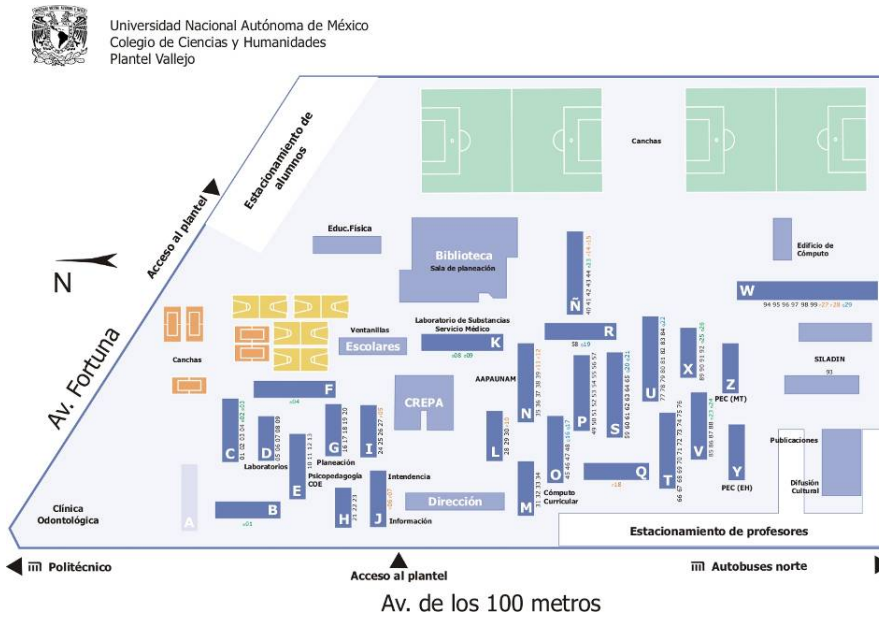


Fig. 4.1 Plano del Plantel

¿Cómo se dio con el planteamiento de “Respaldo de Energía al Centro de Cómputo del CCH Vallejo”? de la siguiente manera: el Secretario de Servicios de Cómputo y Apoyo al Aprendizaje Ing. Juventino Ávila Ramos y encargado de estos servicios, el cuál fue mi profesor de Matemáticas 1 y Cibernética 1 y 2 en el CCH, un día me comento que en el Centro de

Cómputo cuando se va la luz se pierde la información con frecuencia. Con este antecedente me percate que la instalación no tiene algún respaldo el cual proporcione unos minutos de energía para que los alumnos y profesor guarden su información la cual es de suma importancia cuando se han invertido un buen número de horas-hombre y al final se borre la información lo que genera enojo.

Con el permiso del Ing. Ávila se prosiguió a realizar una revisión a la instalación del Centro de Cómputo para detectar y dar una solución a los cortes de energía.

Pero antes de dar a conocer los datos arrojados durante el levantamiento realizado, se explicará en breve la importancia e impacto que tiene el Centro de Cómputo del CCH a la comunidad que tiene el uso de este edificio: Fig. 4.2



**Fig. 4.2 Vista Satelital del Centro de Cómputo**

## 4.2 Funciones que desempeñan dentro del Centro de Cómputo.

---

El departamento de cómputo curricular tiene como ***función principal proporcionar diversos servicios académicos a profesores y alumnos con el uso de las nuevas tecnologías.*** En el departamento se realiza la administración, soporte, asesoría, coordinación con otras áreas y organización en general de las distintas partes que conforman al mismo.

Las partes que conforman al departamento son:

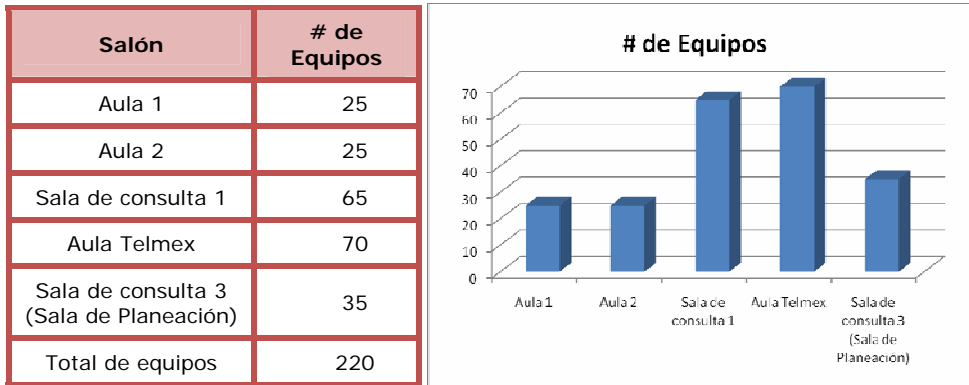
- Las aulas 1 y 2 del centro de cómputo las cuales sirven a profesores de cualquier área que pretendan impartir clases con el uso de una computadora.
- La sala de la planta baja del centro de cómputo la cual tiene como función principal el proveer al alumno de herramientas tecnológicas para el desarrollo de sus actividades académicas.
- La sala de planeación ubicada en la planta alta del centro de cómputo, la cual está diseñada para proporcionar a profesores las herramientas tecnológicas necesarias para el diseño y planeación de sus clases y demás actividades académicas.
- El aula Telmex ubicada en la planta alta del centro de cómputo, sala dedicada a la realización de cursos y proyectos.

La infraestructura con la que cuenta el departamento de cómputo para el desarrollo de sus funciones es:

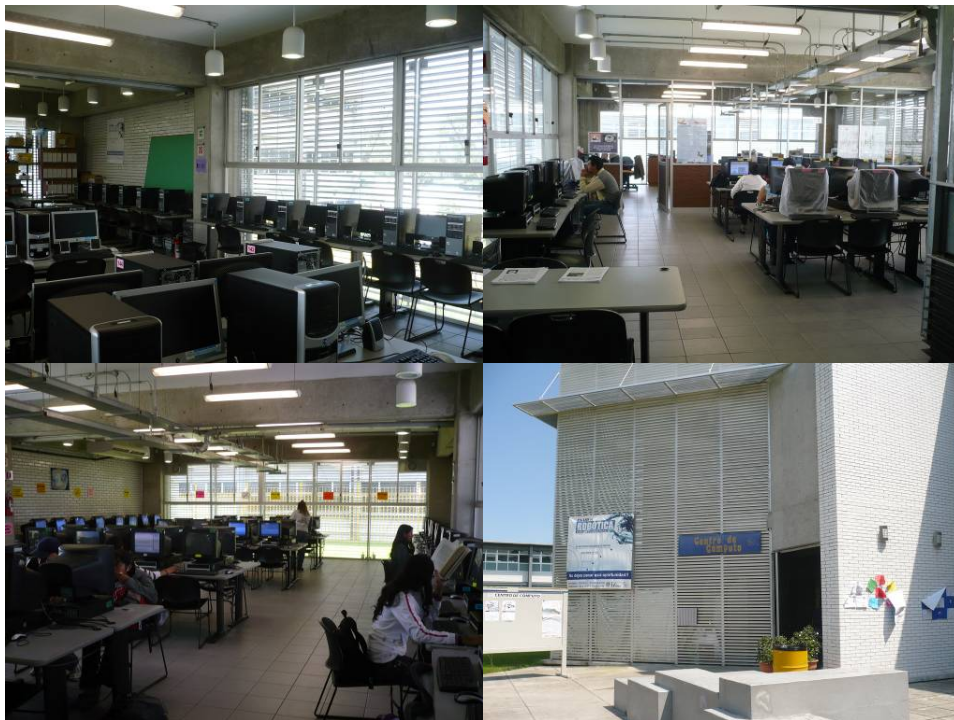
- El Centro de Cómputo
- Las dos aulas del centro de cómputo se utilizan para impartir clases de cualquier asignatura que requiera el uso de computadoras.

Las tres salas del centro de cómputo se utilizan para proveer al alumno de herramientas tecnológicas para el desarrollo de sus actividades académicas.

En el Centro de Cómputo todas sus máquinas son idénticas y con la misma antigüedad, de aquí que las fallas que presentan son similares en salas y salones. En la siguiente tabla se describe el equipo con el que cuenta el Centro de Cómputo. Fig. 4.3



**Tabla-Gráfica 4.1 Equipo con el que cuenta el Centro de Cómputo**



**Fig. 4.3 Vista Panorámica del Centro de Cómputo**

### 4.2.1 Asignaturas dentro del CCH que Ocupan el Centro de Cómputo.

Dentro del CCH hay asignaturas que ocupan el centro de cómputo para apoyo al aprendizaje dentro de cada uno de las materias, de las cuales por lo menos una vez al mes utilizan las aulas del equipo de cómputo, teniendo una media de 25 Alumnos por cada asignatura y que se describen en tabla 4.2, desglosada en dos periodos ordinarios de clase 2009-2 y 2010-1.

Asignaturas Impartidas					Ordinario 2009-2	
Cve	Sem	Asignatura	Profesor	Grupos	Alumnos	Total de Alumnos
1102	1	Taller de Cómputo	36	82	25	2,050
1201	2	Matemáticas 2	78	164	25	4,100
1401	4	Matemáticas 4	76	164	25	4,100
1601	6	Cálculo Diferencial e Integral 2	16	23	25	575
1603	6	Estadística y Probabilidad 2	41	61	25	1,525
1604	6	Cibernética y Computación2	23	41	25	1,025
<b>Total de Alumnos</b>					<b>13,375</b>	

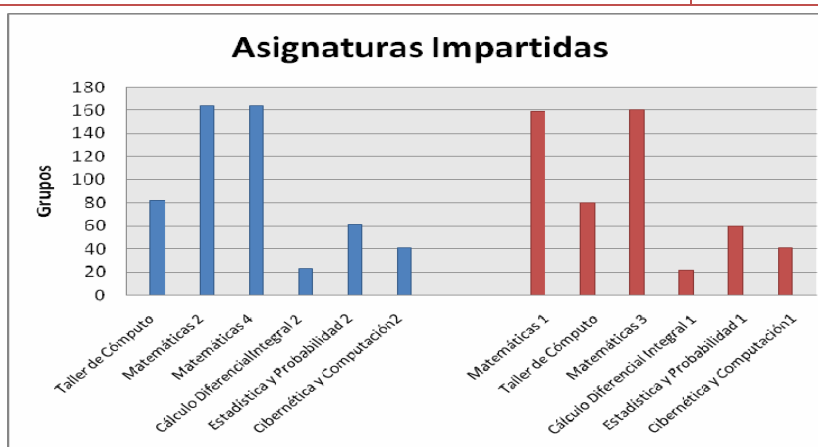


Tabla-Gráfica 4.2, Asignaturas Impartidas



Asignaturas Impartidas					Ordinario 2010-1	
Cve	Sem	Asignatura	Profesor	Grupos	Alumnos	Total de Alumnos
1101	1	Matemáticas 1	79	159	25	3,975
1102	1	Taller de Cómputo	35	80	25	2,000
1301	3	Matemáticas 3	80	160	25	4,000
1501	5	Cálculo Diferencial e Integral 1	15	22	25	550
1503	5	Estadística y Probabilidad 1	31	60	25	1,500
1504	5	Cibernética y Computación1	23	41	25	1,025
<b>Total de Alumnos</b>						<b>13,050</b>

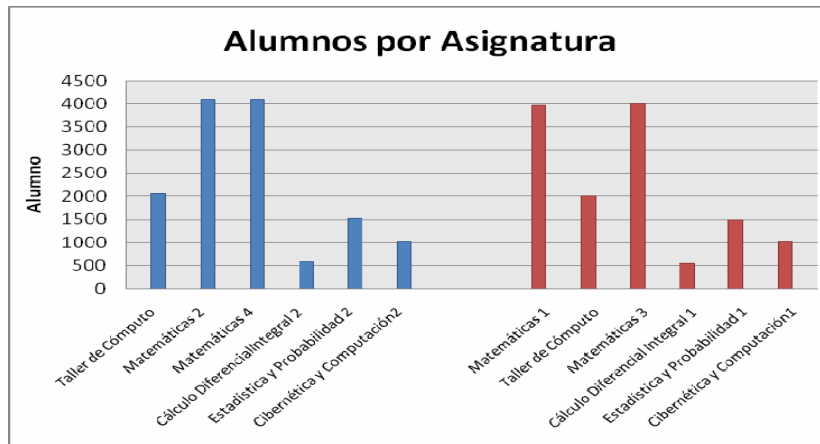


Tabla-Gráfica 4.3, Alumnos por asignaturas

### 4.3 Servicios Proporcionados en el Centro de Cómputo.

En el centro de cómputo se proporcionan diversos servicios para alumnos y profesores. En cada una de los espacios cuenta con un registro de los servicios que se proporcionan. Aquí en este edificio toman clases alumnos de todos los grados de una a dos clases por lo menos a la semana, con lo que obtenemos una población general de alumnos de

los dos turnos después de hacer un conteo y revisar los registros de quienes entran y que son las salas siguientes: Fig. 4.4

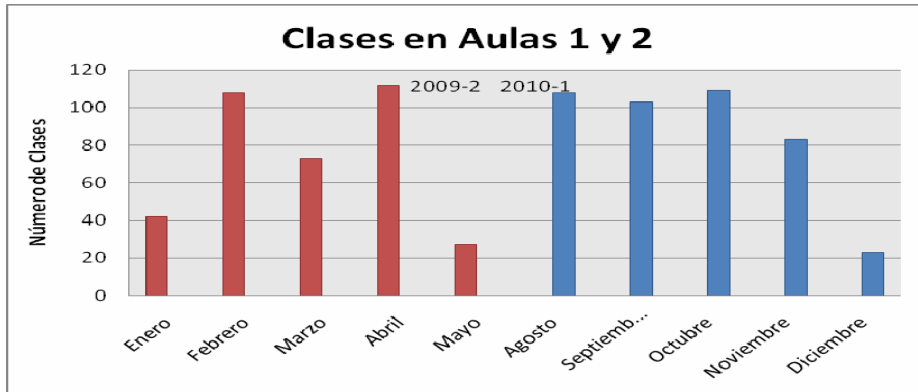


Fig. 4.4 Centro de Cómputo en un día tranquilo

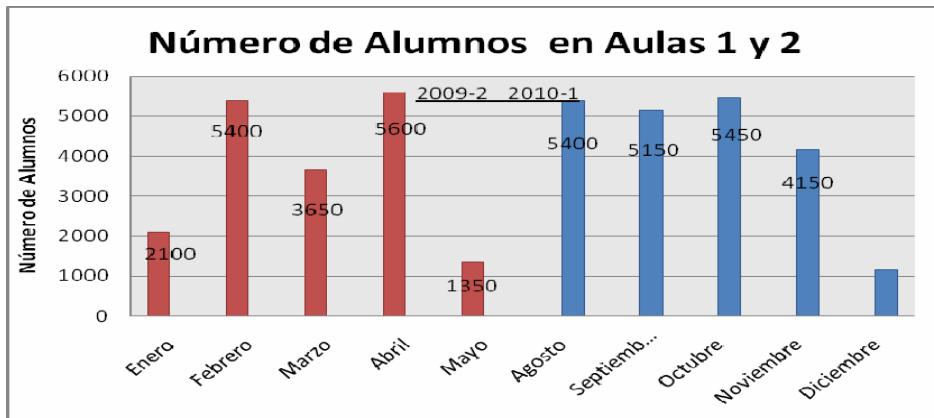
#### 4.3.1 Aulas 1 y 2

El Centro de Cómputo cuenta con dos Aulas con 25 computadoras, para que los profesores de todas las áreas puedan impartir clase con el uso de equipo de cómputo, siendo estas aulas las únicas con estas características en el plantel. En la tabla 4.3 se muestran el número de clases impartidas dentro de las aulas.

Mes	Numero de clases	# Alumnos	Mes	Numero de clases	# Alumnos
Agosto	42	2100	Enero	108	5400
Septiembre	108	5400	Febrero	103	5150
Octubre	73	3650	Marzo	109	5450
Noviembre	112	5600	Abril	83	4150
Diciembre	27	1350	Mayo	23	1150
<b>Total</b>	<b>362</b>	<b>21300</b>	<b>Total</b>	<b>426</b>	<b>18100</b>



Gráfica-Tabla 4.4. Clases impartidas en el aula 1 y 2 semestre 2009-2 2010-1



Gráfica-Tabla 4.5. Número de Alumnos en las Clases impartidas en el aula 1 y 2 semestre 2009-2 2010-1



Fig. 4.5 Aula 1 y Aula 2

### 4.3.2 Sala de Alumnos

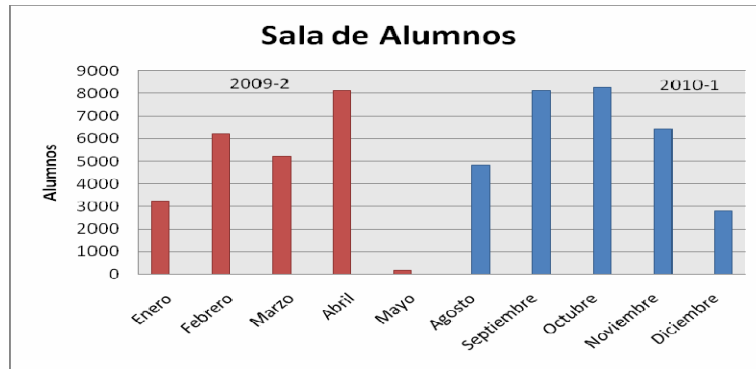
La sala de alumnos Fig. 4.6 está dedicada para que estos realicen sus trabajos académicos con el uso de la computadora, los servicios que ahí se proporcionan son los de internet, impresiones y uso de diverso software, los profesores encargados de manera permanente dan asesorías en las dudas que puedan tener los alumnos, además de hacer un registro de los alumnos que ingresan a la sala asignándoles un equipo. A continuación se muestran las tablas y gráficos que describen el uso de esta sala. Registro de alumnos que ingresaron por mes:



Fig. 4.6 Sala de alumnos

Semestre 2009-2		Semestre 2010-1	
Enero	3256	Agosto	4821
Febrero	6235	Septiembre	8140
Marzo	5214	Octubre	8285
Abril	8148	Noviembre	6428
Mayo	157	Diciembre	2817
<b>Total</b>	<b>23010</b>	<b>Total</b>	<b>30491</b>

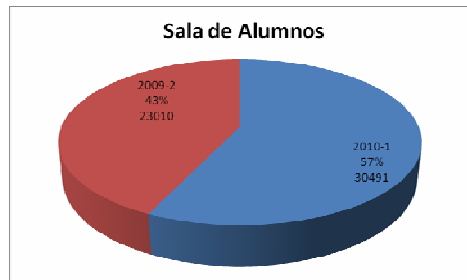
Tabla 4.6. Lista de alumnos que tienen acceso a la sala.



Gráfica 4.6. Lista de alumnos que tienen acceso a la sala.

Comparación con los ingresos al aula durante los dos semestres de muestras tomados como muestra.

Semestre	Impresiones
2009-2	33815
2010-1	53153
<b>Total</b>	<b>86968</b>



Gráfica-Tabla 4.7, Relación de impresiones.

Como se muestra en la Gráfica 4.7 el uso por parte de los alumnos de las computadoras se incrementó en un 32.5% del semestre 2009-2 al semestre 2010-1. En la actualidad la sala destinada para alumnos empieza a ser insuficiente debido a que es cada vez mayor la afluencia de los estudiantes a esta sala.

En la Tabla 4.8 se muestra un conteo de las impresiones realizadas por alumnos en los semestres 2009-2 y 2010-1 en la sala de consulta 1 dedicada para alumnos.

Semestre	Impresiones
2009-2	33815
2010-1	53153
<b>Total</b>	<b>86968</b>

Total de impresiones

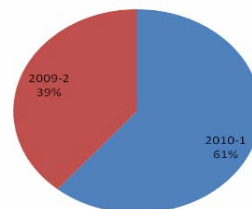
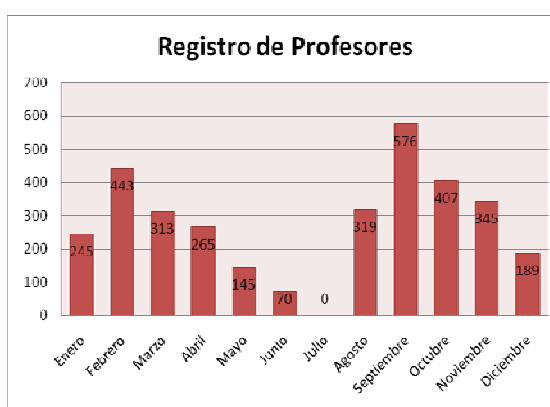


Tabla-Gráfica 4.8. Registro de impresiones realizadas por alumnos durante los dos semestres tomados.

### 4.3.3 Sala de Planeación

La sala de planeación Fig. 4.7, se reubicó para el semestre 2009-2 a la planta alta del centro de cómputo, con la finalidad de vincular a alumnos y profesores en su trabajo académico, además se creó la sala de producción de medios digitales, el uso de la sala de planeación por parte de los profesores se muestra en la Tabla 4.9.

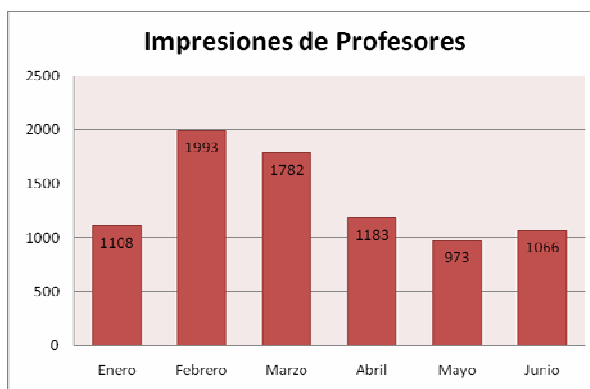
Mes	Registro de Profesores
Enero	245
Febrero	443
Marzo	313
Abril	265
Mayo	145
Junio	140
Agosto	319
Septiembre	576
Octubre	407
Noviembre	345
Diciembre	189
<b>Total</b>	<b>3315</b>



Grafica-Tabla 4.9. Ingreso de profesores a la sala de Planeación semestre 2009-2

En la sala de planeación se permite la impresión a los profesores, siempre y cuando sean de tipo académico y un máximo de 25 hojas por día. En la Tabla 4.10 se describe por mes el número de impresiones realizadas.

Mes	Número de impresiones
Enero	1108
Febrero	1993
Marzo	1782
Abril	1183
Mayo	973
Junio	1066
<b>Total</b>	<b>8105</b>



Grafica-Tabla 4.10 Impresiones sala de Planeación semestre 2009-2

También se les permite a los profesores fotocopiar, siempre que sean con fines académicos y no más de 25 copias. En la Tabla 4.11 se describe por mes el número de fotocopias realizadas.

Mes	Número de copias
Enero	16
Febrero	324
Marzo	691
Abril	198
Mayo	420
Junio	398
<b>Total</b>	<b>2047</b>

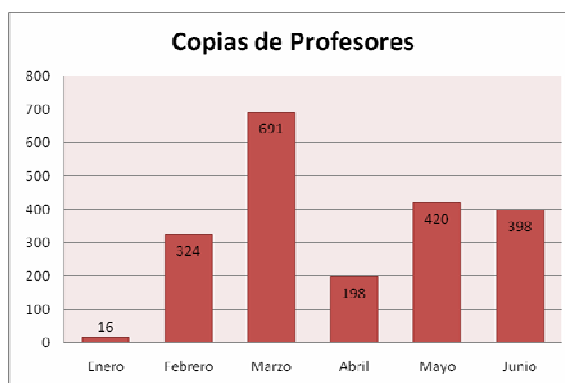


Tabla 4.11. Fotocopias sala de Planeación semestre 2009-2



Fig. 4.7 Sala de planeación.



### 4.3.4 Aula Telmex

El Aula Telmex fig. 4.8 empezó a funcionar a partir del semestre 2009-2 siendo su uso principal la realización de cursos, seminarios y proyectos especiales, actualmente se está, desarrollando un sistema de registro para tener datos de quien acceso, que cursos se dieron, etc.

Durante el mes de abril DGSCA realizó un curso en el aula Telmex denominado "Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación" en el cual se obtuvo el siguiente registro de profesores.

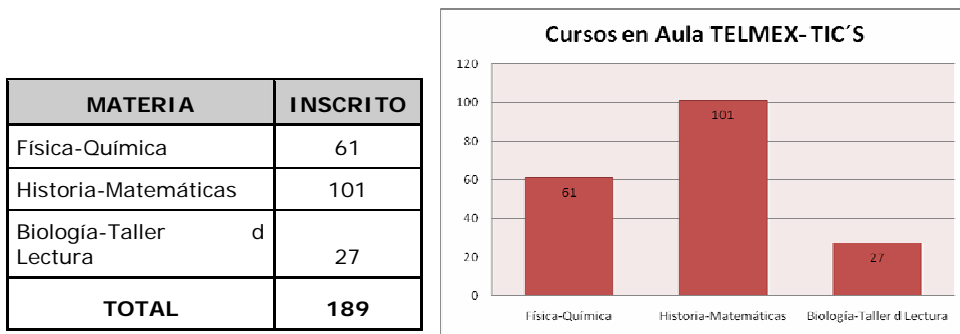


Tabla 4.11. Profesores que tomaron el curso de las TIC´s.

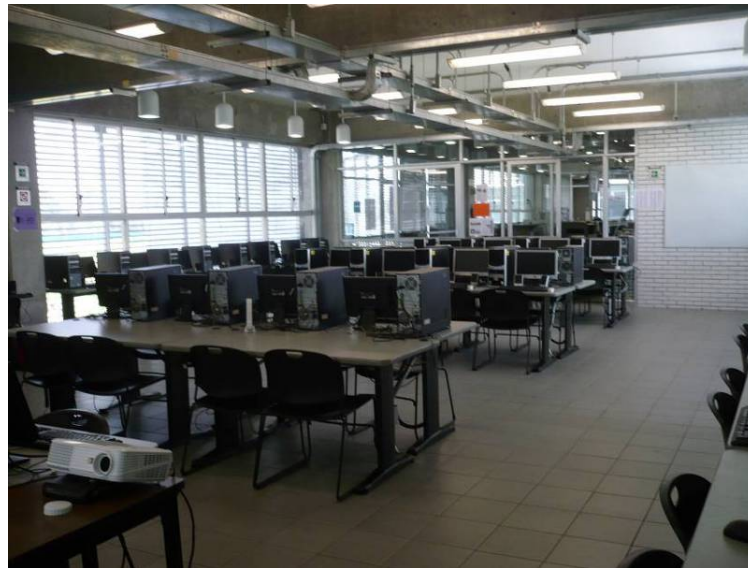


Fig. 4.8 Aula Telmex



## 4.4 Levantamiento Eléctrico.

Para empezar con el análisis del centro de cómputo se realizará un levantamiento de cuadro de cargas para así verificar cuanta es la carga instalada, posteriormente con los datos se procederá a realizar el análisis para determinar si la instalación es adecuada y así resolver los requerimientos del Centro.

El Centro de Cómputo es alimentado a una tensión de 440 V tres fases, tierra física con conductores de 2/0 AWG CONDULAC THW dos por fase y un cable desnudo de 2/0 AWG para la tierra física. Llegando a un interruptor termomagnético de 3x200 A. KAL36200 Marca Square D. del interruptor sale a un transformador Tipo Seco de Capacidad 150 KVA con arreglo Delta-Estrella con Tensiones de Transformación 440/220Y/127 Marca Square D. de la Salida del Transformador sigue una trayectoria con conductores de 3/0 AWG dos por fase, 3 fases y neutro a un interruptor de 3x400A. LAL3600 Marca Square D. posteriormente de la salida del interruptor con un desarrollo de 30m. Alimenta a un Gabinete I-LINE Modelos ML40062A el cual tiene zapatas principales y 6 espacios para la colocación de interruptores.

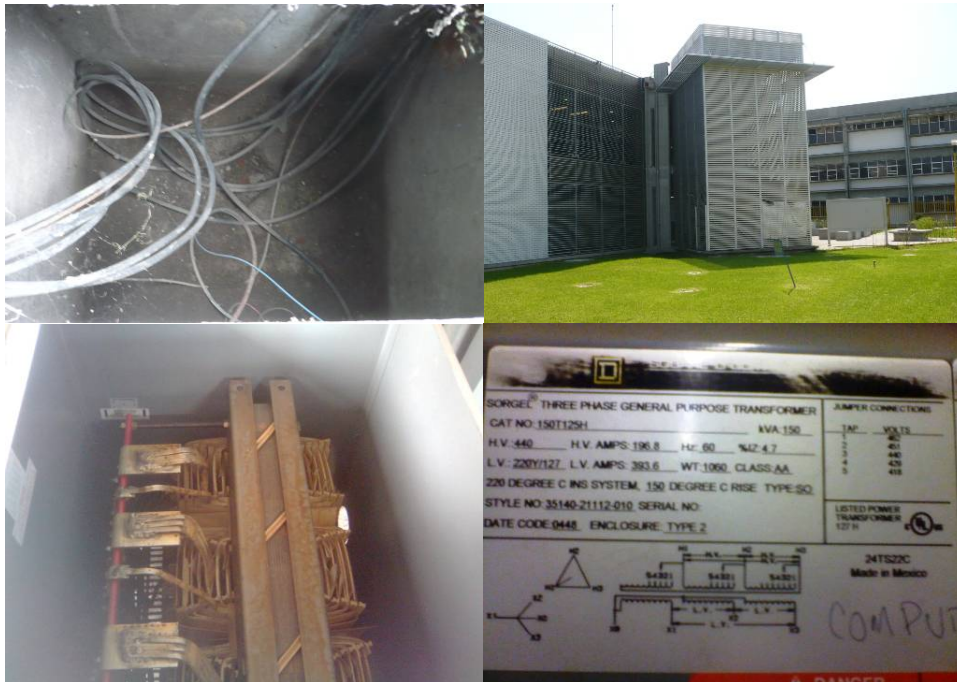


Fig. 4.9 Registro, ubicación, Placa de Transformador y vista del interior.

Llegando a I-Line es donde se hace la distribución para la planta baja y alta. Saliendo con interruptores de 3x150 A y 3x175 A.



**Fig. 4.10 Gabinete I-Line con Interruptores de 3x150 A. y 3x175A.**

El interruptor de 3x150 A. distribuye a los tableros de la planta baja al cual llega al tablero "A" de 42 circuitos del cual de los circuitos 13, 15 y 17 con un interruptor de 3x70 alimenta un acondicionador de tensión de 24 kVA que sirve para proveer energía al tablero regulado "R1" de 24 circuitos el cual sirve para alimentar a todas las computadoras. Con los circuitos 19, 21 y 23 tiene el mismo arreglo un interruptor de 3x70 alimenta un acondicionador de tensión de 24 kVA que sirve para proveer energía al tablero regulado "R2" de 24 circuitos el cual sirve para alimentar a todas las computadoras.



**Fig. 4.11 Tablero A de 42 circuitos y derivados R1 y R2.**








El interruptor de 3x175 A. distribuye a los tableros de la planta alta al cual llega al tablero de "B" A1 de 42 circuitos dentro de los circuitos 15, 17 y 19 con un interruptor de 3x70 alimenta un acondicionador de tensión de 24 kVA que sirve para proveer energía al tablero "R3" regulado de 24 circuitos el cual sirve para alimentar a todas las computadoras. Con los circuitos 21, 23 y 25 tiene el mismo arreglo un interruptor de 3x70 alimenta un acondicionador de tensión de 24 kVA que sirve para proveer energía al tablero "R4" regulado de 24 circuitos el cual sirve para alimentar a todas las computadoras.










Fig. 4.12 Tablero "B" A-1 de 42 circuitos y derivados R3 y R4.

Después de realizar una inspección de las instalaciones se procede a descargar los datos en los cuadros de cargas, el cual a continuación se desglosarán por planta baja, alta y en general.










#### Datos obtenidos en la Planta Baja.

CUADRO DE CARGAS PLANTA BAJA			
CARGA	CANTIDAD	PORCENTAJE	WATT TOTALES
 180 W	79	32.41 %	14220 W
 2 x 26 W	48	5.69 %	2496 W
 180 W	129	52.93 %	23220 W
 ALARMA 20 W	2	0.09 %	40 W
 2 x 32 W 2 x 32 W	42	7.35 %	3226 W
 20 W	6	0.27 %	120 W
 110 W	5	1.25 %	550 W
<b>Carga Total</b>		<b>100%</b>	<b>43 872 W</b>

**Datos obtenidos en la Planta Alta.**

CUADRO DE CARGAS PLANTA ALTA			
CARGA	CANTIDAD	PORCENTAJE	WATT TOTALES
 180 W	87	29.30 %	15660 W
 2 x 26 W	52	5.06 %	2704 W
 180 W	150	50.53 %	27000 W
 2 x 32 W	35	5.03 %	2688 W
 110 W	4	0.82 %	440 W
 746 W	1	1.40 %	746 W
 4200 W	1	7.86 %	4200 W
Carga Total		100%	53 438 W

**Datos obtenidos en General**

CUADRO DE CARGAS GENERAL			
CARGA	CANTIDAD	PORCENTAJE	WATT TOTALES
 180 W	166	30.71%	29880 W
 2 x 26 W	100	5.34%	5200 W
 180 W	279	51.61%	50220 W
 ALARMA 20 W	2	0.04%	40 W
 2 x 32 W	77	6.08%	5914 W
 20 W	66	0.12%	120 W
 110 W	9	1.02%	990 W
 746 W	1	0.77%	746 W
 4200 W	1	4.32%	4200 W
Carga Total		100%	97 310 W

Un problema que se tiene es el balanceo de cargas en los tableros de suministro de energía para cada Planta tanto baja y alta. A continuación se presentaran los datos recopilados por área y su desbalanceo respectivo.

CARGA INSTALADA EN GENERAL	
FASES	WATTS
A	34552 W
B	34663 W
C	28095 W
TOTAL	97 310 W

Estos datos son en el Tablero I-Line del cual se distribuye a las demás Plantas. Tiene un 19% de desbalance entre las fases esto es:

$$\% \text{ DESB. MAXIMO} = \frac{\text{Max} - \text{Min}}{\text{Max}} \times 100\%$$

$$\% \text{ DESB. MAXIMO} = \frac{34663 - 28095}{34663} \times 100\% = 19\%$$

La fase que tiene menos carga es la C, tanto la fase A y B están cargados a la par.

CARGA INSTALADA EN PLANTA BAJA	
FASES	WATTS
A	17371 W
B	16089 W
C	10412 W
TOTAL	43 872 W

Datos del Tablero A del cual se distribuye a los tableros R1 y R2 teniendo un 40% de desbalance entre las fases esto es:

$$\% \text{ DESB. MAXIMO} = \frac{17371 - 10412}{17371} \times 100\% = 40\%$$

La fase que tiene menos carga es la C, tanto la fase A y B están cargados a la par.

CARGA INSTALADA EN PLANTA ALTA	
FASES	WATTS
A	17181 W
B	18574 W
C	17683 W
TOTAL	53 438 W

Pasando con el Tablero B del cual se distribuye a los tableros R3 y R4 teniendo un 7% de desbalance entre las fases esto es:

$$\% \text{ DESB. MAXIMO} = \frac{18574 - 17181}{18574} \times 100\% = 7\%$$

La fase que tiene menos carga es la A, tanto la fase B y B están cargados a la par.

Con estos datos de los cuadros de cargas tomados vemos que la mayor parte de la carga son las 220 computadoras las cuales están encendidas al 100% de lunes a viernes de 7:00 a 21:00. Estas representan el 51.61% de la carga instalada, dándonos a conocer que tiene mucho peso el sistema de cómputo en la instalación.

Estos datos se realizaron al identificar cada uno de los circuitos de los tableros, de los 6 tableros de distribución que están situados en las dos plantas, con lo que se realiza, cuadros de cargas, desplegado de tableros y diagrama unifilar. Aunado en la realización de este levantamiento se pidió el apoyo para que se proporcionaran los planos eléctricos del edificio, estos datos fueron proporcionados por el departamento de PAE Programa de Ahorro de Energía de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, durante el levantamiento se realizaron ajustes a los planos por modificaciones durante el tiempo que se tomaron estos datos a la fecha.



**Fig. 4.13 Vista frontal del Centro de Cómputo del CCH.**

## 4.5 Procedimiento para recolección de datos con el analizador de redes.

---

Para el monitoreo de las mediciones se utilizó un medidor de calidad de la energía modelo 3945 marca AEMC instrument, el cual se dejó instalado para realizar las mediciones pertinentes 48 horas, con intervalos de mediciones de cada 5 min. Su ergonomía y la sencillez de su interfaz usuario le confieren una utilización sencilla e intuitiva.

Este equipo nos permite obtener no solamente imágenes instantáneas de las principales características de una red sino también el seguimiento de sus variaciones en el tiempo. Su sistema de medición multitarea asegura simultáneamente todas las funciones de mediciones de diferentes magnitudes, de detección, de grabación continua y sus visualizaciones sin tensiones.

El analizador de Calidad de Energía (Power Quality). Nos mostrará el tipo de disturbio y magnitud que afecta a la instalación, es así como se procederá a dar la recomendación más adecuada para eliminar o atenuar el disturbio eléctrico. Será necesario un análisis a fondo del sistema y los parámetros encontrados para poder solucionar cada uno de los problemas encontrados.

Algunas de las soluciones podrán ser solo operacionales y otras la implementación de equipos de protección de disturbios, reactores, transformadores de aislamiento, etc.

Los disturbios tienen dos tipos de orígenes, los externos y los internos al Sistema Eléctrico.

- A. Los disturbios de origen externos son los producidos por las descargas atmosféricas (rayos) en las líneas eléctricas, contactos incidentales entre dos líneas eléctricas principalmente.
- B. Los de origen interno son producidos por la operación de dispositivos de desconexión, conmutación electrónica (drive's, PLC's, computadoras, etc.), arranque de motores, entre otros.

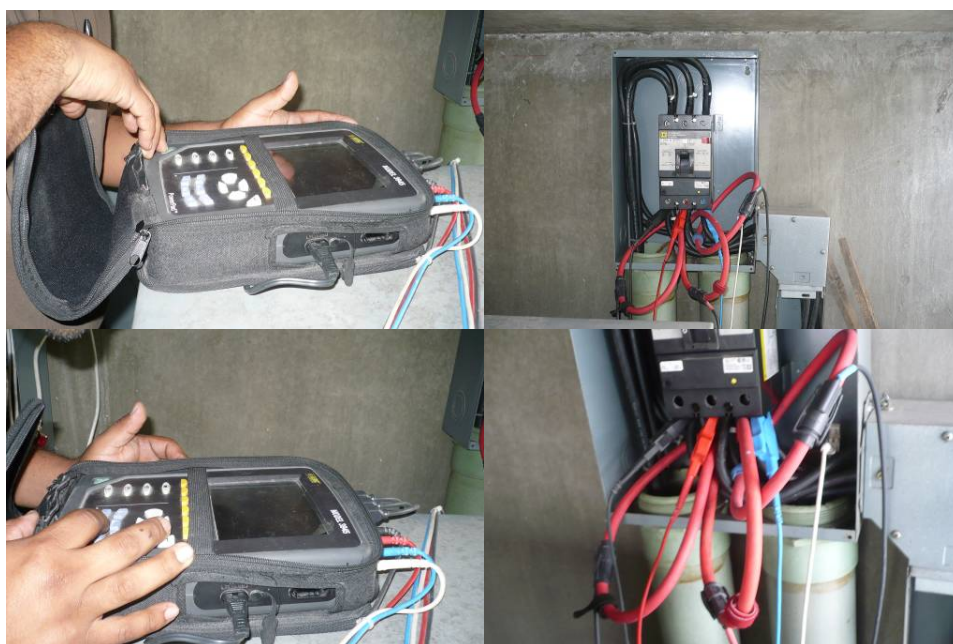
Los alcances del instrumento son:

- Medición de tensiones eficaces alternas de hasta 220 V (fase-neutro) a 440 V (fase-fase) para las redes 2 hilos, 3 hilos y 4 hilos.
- Medición de las corrientes eficaces alternas hasta 3000A eficaces.
- Medición de la frecuencia de las redes 60 Hz (de 10 Hz a 70 Hz).
- Medición de las potencias activas, reactivas y aparentes.



- Registro del valor promedio de la energía en lapsos de 5 min. El cual se acumulará en su almacenamiento de los valores sobre una duración limitada por la memoria del aparato.
- Registro, fechas y características de las perturbaciones: sobretensiones, transitorios y armónicos.

El equipo se instala en las salidas del interruptor general de 3x200 A y conductores de 3/0, el cual esta antes del transformador, en tanto decimos que estos datos son en la acometida.



**Fig. 4.14 Manipulación del Analizador de Redes e instalación.**

Los resultados obtenidos por el analizador de redes con un total de 575 muestras son las siguientes:

#### **Frecuencia en Hz.**

Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
60.00	59.89	60.10	Hz

Como se observa la frecuencia esta dentro de los parámetros de calidad 60 Hz.



### Tensión de Fase a Neutro (Vrms)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea1(A)	254.4	250.1	257.7	V
Línea2(B)	254.9	250.4	257.7	V
Línea3(C)	249.6	245.7	252.5	V

Las tensiones de fase a neutro que llegan al Transformador son buenas, la línea 3 es la que tiene una caída de tensión de 5.2 V. con relación a los demas.

### Tensión entre Fases (Vrms)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1-2	438.5	431.4	443.5	V
Línea 2-3	438.8	431.1	444.0	V
Línea 3-1	437.1	430.2	442.5	V

Tensiones entre fases son compatibles con los valores que le llegan al transformador 150 kVA Tipo seco, un valor aproximado de lo ideal de 440 V.

### Corriente que circula en Fases (A)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	33.96	20.30	53.80	A
Línea 2(B)	33.13	21.60	71.70	A
Línea 3(C)	31.72	21.00	46.30	A
Neutro	11.86	11.30	12.50	A

Las corrientes obtenidas se ven reflejadas en el consumo de cada fase y con esto encontramos que hay un desbalance en la fase C y tenemos regreso de corriente en el neutro.

### Factor de Potencia

Fase	Promedio	Mínima	Máxima
Línea 1(A)	0.945	0.906	0.979
Línea 2(B)	0.930	0.891	0.979
Línea 3(C)	0.918	0.877	0.953
<b>Promedio General</b>	<b>0.931</b>	<b>0.891</b>	<b>0.970</b>

El valor del factor proporcionado por el equipo es aceptable conforme a lo que pide la compañía de suministro de energía ya sea CFE y la ex-LyFC que es 0.9 o superior, El Factor de potencia mide la eficiencia de un sistema.

Un bajo factor de potencia genera mayores pérdidas, lo que requiere más generación de energía en kVA para efectuar el mismo trabajo útil en kW y al mejorar el FP se reduce costos en el consumo de energía llegando a ahorrar dinero en el recibo de luz para así evita cargos por bajo factor de potencia y produce bonificaciones por parte de las compañías suministradoras (LyFC y CFE)

#### Fórmula de Recargo para FP menor que 90%:

$$\% \text{RECARGO} = \frac{3}{5} \left( \frac{90}{F.P.} - 1 \right) \times 100$$

En el caso del centro de computo la lectura mínima registrada es de 89.15% aplicando la formula de recargo este es del 0.61%.

$$\% \text{RECARGO} = \frac{3}{5} \left( \frac{90}{89.1} - 1 \right) \times 100 = 0.61\%$$

#### Fórmula de Bonificación FP mayor o igual a 90%:

$$\% \text{BONIFICACIÓN} = \frac{1}{4} \left( 1 - \frac{90}{F.P.} \right) \times 100$$

Para la parte de bonificación el valor obtenido tanto máximo como mínimo fue de:

Máximo: 97

$$\% \text{BONIFICACIÓN} = \frac{1}{4} \left( 1 - \frac{90}{97} \right) \times 100 = 1.8041\%$$

Promedio: 93.1

$$\% \text{BONIFICACIÓN} = \frac{1}{4} \left( 1 - \frac{90}{F.P.} \right) \times 100 = 0.8324\%$$

En tanto al mantener el factor de potencia arriba del 90 % hace liberar al sistema de capacidad en kVA ya que es posible operar más cargas con el mismo transformador e incrementar la eficiencia eléctrica del sistema para mejorar la regulación y estabiliza la tensión de operación reduciendo pérdidas y corrientes en las redes que disminuyen la temperatura de operación de los equipos y aumentan su vida útil

#### Potencia Real (W)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	8.207	4.975	13.18	kW
Línea 2(B)	7.906	5.338	17.64	kW
Línea 3(C)	7.303	4.679	10.26	kW
Suma de Fases	23.42	15.16	41.09	kW

Al tener la lectura que se consume 23.42 kW y el total de 97.31 kW se dice que el sistema está trabajando en promedio al 24.06% del total. Pero en su máxima lectura y con respecto a la carga total es del 42.23% y para su mínimo consumo es de 15.6%.

#### Potencia Reactiva (VAR)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	2.295	-3.763	3.172	kVAR
Línea 2(B)	2.926	1.491	3.925	kVAR
Línea 3(C)	2.893	-2.567	4.930	kVAR
Suma de Fases	8.114	-0.8795	9.738	kVAR

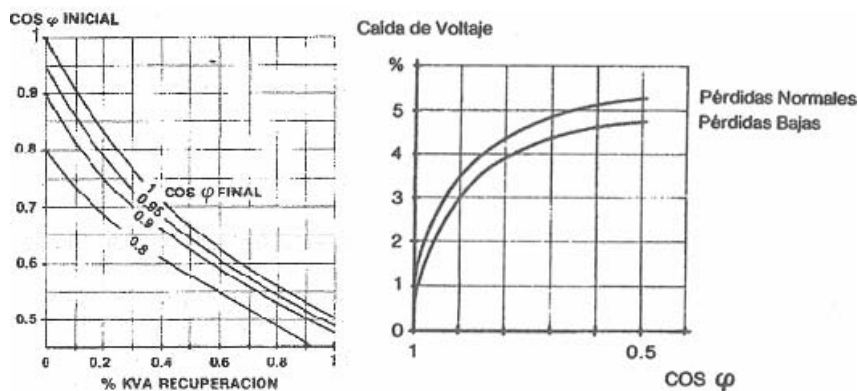
**Potencia Total (VA)**

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	8.653	5.163	13.67	kVA
Línea 2(B)	8.456	5.543	18.08	kVA
Línea 3(C)	7.927	5.238	11.39	kVA
Suma de Fases	25.04	16.14	43.15	kVA

La potencia Real y Total, en teoría debe de ser iguales, para que el sistema este trabajando a un factor de potencia unitario o de 100%, como podemos ver los datos mostrados son semejantes, esto se debe a que la potencia reactiva o inductiva no proporciona ningún tipo de trabajo útil, pero los dispositivos que poseen enrollados de alambre de cobre, requieren ese tipo de potencia para poder producir el campo magnético con el cual funcionan.

La potencia que puede ser liberada de un transformador corresponde a la potencia total, la cual está en función de un voltaje dado a la corriente máxima. Como la corriente esta afectada directamente por el factor de potencia, entonces, para liberar la máxima potencia aparente de un transformador es necesario trabajar con un Factor de Potencia cercano a la unidad.

En la figura siguiente se muestra el efecto que tiene el corregir el factor de potencia en la recuperación de potencia total.



**Fig.4.15 Recuperación de Potencia en un Transformador y caída de voltaje.**

**Potencia Real-Hora (W-hora)**

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	197.3	0.6842	393.3	kW-hora
Línea 2(B)	189.6	0.6475	378.8	kW-hora
Línea 3(C)	175.1	0.6088	349.9	kW-hora
Suma de Fases	562.0	1.952	1 122	kW-hora

**Potencia Total-Hora (VA-hora)**

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	207.5	0.7087	414.6	kVA-hora
Línea 2(B)	202.5	0.6802	405.2	kVA-hora
Línea 3(C)	189.7	0.6493	379.9	kVA-hora
Suma de Fases	599.7	2.050	1 200	kVA-hora

**Potencia Reactiva-Hora consumida (VAR-hora)**

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	54.20	0.1779	109.9	kVAR-hora
Línea 2(B)	69.44	0.1969	140.2	kVAR-hora
Línea 3(C)	66.15	0.2074	138.6	kVAR-hora
Suma de Fases	189.8	0.5815	388.8	kVAR-hora

Con el consumo de energía de 562 kWh y la tarifa en la ciudad de México es de 3.266 (\$/kWh). Podemos saber cuanto es el costo que conto los dos días en poner en servicio el centro de cómputo es de \$1,835.22 pesos

Al mejorar la Calidad de Energía de toda la instalación, se libera de capacidad a las líneas, transformadores y dispositivos de la compañía suministradora además se incrementa la vida útil de los equipos y sistemas. En el siguiente capítulo se mencionarán las deficiencias del centro de cómputo y se planteará el proyecto de respaldo de energía.

# *Capítulo*

# *5*

## *Propuesta de Proyecto*



*Centro de Cómputo del Colegio de Ciencias y Humanidades Vallejo.*



## 5 Propuesta Del Proyecto

### **5.1 Introducción**

---

En la actualidad el suministro de energía eléctrica es de gran importancia para los sistemas que requieren de ella, pero las perturbaciones en la red eléctrica pueden causar alteraciones desde el punto de vista operativo, técnico y económico, por lo que es necesario tener una fuente de respaldo que cumpla los requerimientos del mismo sistema.

La calidad de energía es fundamental para el buen funcionamiento de los equipos de cómputo y de la información tan valiosa que estos guardan. Por esto la calidad del suministro eléctrica no se debe interrumpir, ya que las perturbaciones eléctricas son las responsables de los disturbios en la línea comercial tales como picos, ruido, sobrecargas momentáneas y caídas de tensión, entre los más importantes. Muchos de estos problemas se generan inclusive en las mismas instalaciones del usuario.

Hoy en día las escuelas enfrentan la "realidad" de trabajar con estas interrupciones cotidianas y al mismo tiempo buscan una buena continuidad para que su operación no se vea interrumpida por eventos que no tienen nada que ver con su actividad. Por eso el objetivo es de instalar un respaldo de energía que nos proporcione la misma durante un tiempo prolongado.

Con los datos recopilados se realizará la propuesta del proyecto el cual consistirá en revisar si las instalaciones están acordes a la capacidad instalada, para así realizar las modificaciones pertinentes para la instalación de los equipos de respaldo.












## 5.2 Revisión de cargas

Con respecto a los datos obtenidos con anterioridad pasaremos a realizar la propuesta para el respaldo de energía. Empezaremos a hacer la revisión desde el transformador hasta los tableros de distribución.

### 5.2.1 Transformador.

Lista de cargas a instaladas

CARGA	CANTIDAD	PORCENTAJE	WATT TOTALES
 180 W	166	30.71%	29880 W
 2 x 26 W	100	5.34%	5200 W
 180 W	279	51.61%	50220 W
 ALARMA 20 W	2	0.04%	40 W
 2 x 32 W	77	6.08%	5914 W
 20 W	66	0.12%	120 W
 110 W	9	1.02%	990 W
 746 W	1	0.77%	746 W
 4200 W	1	4.32%	4200 W
<b>Carga Total</b>		<b>100%</b>	<b>97 310 W</b>

**Tabla.5.1 Datos de Placa del Transformador**

La lista de cargas antes mencionada representa la carga total instalada en el proyecto de ampliación, por lo que se procede a calcular la capacidad en kVA de estas cargas, teniendo en cuenta que se trabajará a un factor de Potencia mínimo de 0.9, y a una tensión de 220/127 V.

Para convertir a kVA

$$VA = \frac{W}{F.P} \quad VA = \frac{97310W}{0.9} = 103,677.78 VA$$

La capacidad a alimentar son 103.68 kVA, por lo que se desprende el siguiente razonamiento:

Para soportar la carga se necesita un transformador de 112.5 kVA pero se encontraría a un régimen de trabajo próximo al 92%, situación que generaría una condición de mayor temperatura al equipo y se sometería a un esfuerzo mayor de los aislamientos.

Un transformador de 150 KVA se encontraría a un régimen de trabajo del 69%, lo cual representa una condición normal de servicio, además con un rango de crecimiento a futuro sin problemas del 11% de la carga total del transformador esto para completar que el transformador trabaje a una capacidad no mayor del 80% de su capacidad para no someterlo a esfuerzos mayores de temperatura y dañar los aislamientos.

Carga total más un 11% de incremento es de 120 000 kVA.

En conclusión: El transformador seleccionado es de 150 kVA. Con voltaje primario en 440 V., voltaje secundario 220/127 V., tipo seco.

Si se aplicara un transformador con factor K (el factor K es una constante que nos indica la capacidad que posee el transformador para alimentar cargas no lineales) por ejemplo: hornos de inducción, Drive, sistemas de cómputo, sin exceder la temperatura de operación para la cual está diseñado. A su vez, el factor K cumple la función de ser un indicador de la capacidad del transformador para soportar el contenido de corrientes armónicas mientras se mantiene operando dentro de los límites de temperatura para la cual está diseñado. Además que cumplan con toda la normativa vigente, tanto nacional como internacional con respecto al factor K especificado para transformadores, según la norma IEEE (Véase Anexo H y I).

Las características de placa del transformador instalado son las siguientes:

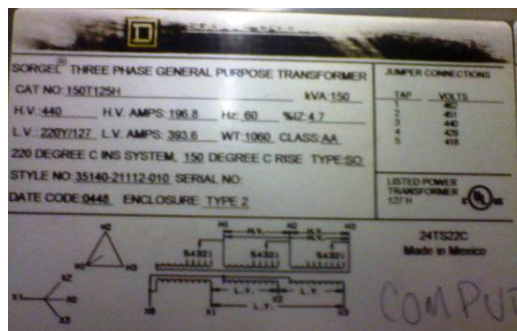


Fig. 5.1 Vista de Placa del transformador

TRANSFORMADOR TIPO SECO			
Marca:	SQUARE D	CAT NO.	150T125H
HV:	440	Hz:	60
L.V:	220Y/127	WT:	1060
HV. AMPS:	196.8	%z:	4.7
LV. AMPS:	393.6	CLASS:	AA
STYLE NO:	35140-21112-010	kVA:	150

Tabla.5.2 Datos de Placa del Transformador

Como podemos observar en el primario o parte de alta del transformador está conectado a una tensión de 440 V con 2 conductores por fase de 2/0 THW Marca CONDULAC el cual viendo con respecto a la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 en la tabla 310-16 (Véase Anexo E) marca 2/0 THW de cobre a temperatura de 75°C, una corriente de 175 A. y como son 2 por fase para esto procederemos a calcular la corriente de la carga.

Para identificar la corriente que requerirá el Centro de Cómputo será conforme a la capacidad instalada la cual es de 97 310 W. y si se piensa a futuro un incrementa máximo de 11% esto nos dará un capacidad de 108 kW. Con un factor de Potencia mínimo de 0.9, y a una tensión de 440 V. con esto calcularemos la corriente requerida.

### 5.2.2 Lado Primario

Cálculo para obtener la corriente en el **lado primario** considerando al transformador de 150 kVA:

$$I_p = \frac{VA}{\sqrt{3}V} = A \quad I_p = \frac{150000VA}{\sqrt{3} * 440V} = 196.8239A$$

Para este valor se calculará el dispositivo de protección del lado primario y se consulta la tabla 450-3(b) (Véase Anexo F).

$$I_{prot} = 125\% \times 196.8239 = 246.03A$$

Corresponde a un equipo de protección de 3 x 250 A.

Para calcular el conductor alimentador del lado primario:

$$I_{cond} = 125\% \times 196.8239 = 246.03A$$

Se aplican los siguientes factores:

Por agrupamiento (F.A.) tenemos que la canalización de parte de la subestación al interruptor principal de nuestro centro de cómputo contendrá ocho conductores vivos por dos tuberías por lo que de la tabla 310-15(g) de la NOM-001-SEDE-2005 tenemos un factor de agrupamiento del 80%. (Véase Anexo H y I).



**Fig. 5.2 Registro antes de llegar al Interruptor Principal.**

Por temperatura (F.T.) de acuerdo a las estadísticas de la secretaria del medio ambiente en 2009 se tuvo una temperatura máxima promedio en la época de mayor calor de 29.5 °C por lo tanto de la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-2005 tenemos un factor por temperatura (Véase Anexo E)

$$I_{nc} = \frac{I_n}{F.A. \times F.T.} = \frac{196.8239}{0.8 \times 1} = 246.03A$$

Consultando la tabla 310.16 en la columna de 75°C corresponde a un tamaño de 127 mm<sup>2</sup> (250 kcmil) (255 A) por las dimensiones y costo del conductor de este calibre es costoso por lo que se opta por practicidad.

Comparando con el que está instalado podemos observar que está dentro del margen el cual es de 67.4 mm<sup>2</sup> (2/0) (175) Como son dos conductores por fase nos da un total de 350 A. valor realmente librado.

Se procede a verificar que el conductor seleccionado no produzca una caída de tensión que llegue a afectar el correcto funcionamiento de los circuitos derivados.

### 5.2.3 Caída de tensión en Alimentador

Ahora calcularemos la caída de tensión entre fases.

$$ef = \frac{\sqrt{3}LI}{50S}$$

Donde:

*L=Distancia en metros desde la toma de corriente hasta la carga*

*I=Corriente en Amperes por conductor.*

*S= sección transversal o área de los conductores en mm<sup>2</sup>.*

*Sustituyendo valores queda:*

*L=290 mts. Desde la subestación hasta el transformador*

*I=196.8239 A*

*S=67.4 mm<sup>2</sup>x2=134.8 mm<sup>2</sup>*

$$ef = \frac{\sqrt{3}LI}{50S} = \frac{\sqrt{3}(290)(196.8239)}{50(134.8)} = 14.6681V$$

Entre fases

$$e\% = ef \frac{100}{Ef} = \quad e\% = ef \frac{100}{Ef} = 14.6681 \times \frac{100}{440} = 3.3336\%$$

*e%=Caída de tensión.*

*ef= Caída de tensión entre fases.*

*EF= Tensión entre fases.*

Con respecto al ARTÍCULO 215-ALIMENTADORES de la NOM-001-sede-2005 está dentro del porcentaje el máximo que nos pide es de 5 %.(Véase Anexo K).

#### 5.2.4 Lado Secundario

Cálculo para obtener la corriente en el **lado secundario**:

$$I_{\text{sec}} = \frac{VA}{\sqrt{3}V} = A \qquad I_{\text{sec}} = \frac{150000VA}{\sqrt{3} * 220V} = 393.6479A$$

De los cálculos el alimentador corresponde a un tamaño 304 mm<sup>2</sup> 600 AWG. (420 A.). Pero como es muy grueso el cable se utilizarán 2 conductores por fase:

$$I_{\text{sec}} = \frac{393.6479A}{2} = 196.8239A.$$

Corresponde a un tamaño 85 mm<sup>2</sup> 3/0 AWG. (200 A.).

El dispositivo de protección contra sobre corriente es de 400 (A).

Estos valores comparados con los existentes están correctos.

El tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra del equipo se debe seleccionar de acuerdo a la Tabla 250-94 de la Norma vigente, en base al valor del dispositivo de protección del propio circuito eléctrico y debe ser capaz de transportar la corriente de falla a tierra.

En este caso se tiene el alimentador de capacidad de corriente de 393.65 A. con un dispositivo de protección de 3x400A. Consultando la Tabla 250-94 en la primera columna de la izquierda se busca la sección equivalente de conductores en paralelo 85 mm<sup>2</sup> 3/0 AWG y en la columna de puesta a tierra de cobre se indica el tamaño del conductor de puesta a Tierra.

El tamaño del conductor de puesta a tierra que corresponde es de:

33.6 mm<sup>2</sup> (2AWG). Multiplicamos por 2 siendo los circuitos de salida.

Para concluir tenemos del Alimentador la cantidad y capacidad de conductores:

- 8 Conductores de 85 mm<sup>2</sup> 3/0 AWG (2 por cada fase y neutro).
- 2 Conductores de puesta a tierra 33.6 mm<sup>2</sup> (2AWG).

Se procede a verificar que el conductor seleccionado no produzca una caída de tensión que llegue a afectar el correcto funcionamiento de los circuitos derivados.

### 5.2.5 Caída de Tensión Circuito Derivado de Lado Secundario del Transformador a Gabinete I-LINE.

El circuito alimentador es de 2 conductores por fase y 2 por neutro de 3/0 AWG para una distancia de 30m.

Se revisa si no hay caída de tensión

Ahora calcularemos la caída de tensión entre fases.

$$ef = \frac{\sqrt{3}LI}{50S}$$

Donde:

L=Distancia en metros desde la toma de corriente hasta la carga

I=Corriente en Amperes por conductor.

S= sección transversal o área de los conductores en mm<sup>2</sup>.

*Sustituyendo valores queda:*

*L=30 mts. Desde el Transformador al Gabinete I-Line.*

***I=393.6479. A***

*S=85 mm<sup>2</sup>x2=170 mm<sup>2</sup>*

$$ef = \frac{\sqrt{3}LI}{50S} = \frac{\sqrt{3}(30)(393.6479)}{50(170)} = 2.4064V$$

Caída de tensión en porcentaje:

$$e\% = ef \frac{100}{Ef} =$$

*e%=Caída de tensión.*

*ef= Caída de tensión entre fases.*

*Ef= Tensión entre fases.*

$$e\% = ef \frac{100}{Ef} = 2.4064 \times \frac{100}{220} = 1.0938\%$$

Con respecto al ARTÍCULO 215-ALIMENTADORES de la NOM-001-SEDE-2005 está dentro del porcentaje el máximo que nos pide es de 3% para circuitos derivados. (Véase Anexo K).

### 5.3 Cálculo para el Dimensionamiento de la Planta de Emergencia

Teniendo el valor de conductor del circuito derivado del transformador a la carga se procede a realizar el cálculo del dimensionamiento de la planta de emergencia basado conforme a requisitos particulares de la alimentación de energía eléctrica, tales como: demanda, capacidad instalada, factor de demanda y tensión de alimentación.

A continuación se determinará con el Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de entrada de acometidas en escuelas y colegios.

El cual es en base a la tabla 220-34 de la NOM-001-SEDE-2005

**TABLA 220-34.- Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de entrada de acometidas en escuelas y colegios**

Carga conectada en VA/m <sup>2</sup>	Factor de demanda (%)
Los primeros 30	100
Desde 30 hasta 200	75
Más de 200	25

**Fig. 5.3 Tabla 220-34 Factores de Demanda.**

El área del centro de cómputo se desglosa a continuación:

Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
35.04	9.07	317.81
6.97	3.70	25.79
4.25	4.32	18.36
Total por Planta		361.96
En General		<b>723.92</b>

**Tabla.5.3 Área del Centro de Cómputo**

En base al método para calcular los factores de demanda, a continuación se presentará un cuadro en el cual se desarrollará, la demanda del alimentador general del Centro de Cómputo se utilizará el área del centro de cómputo de 723.92 m<sup>2</sup> y la capacidad de instalada futura en 120 kVA.



Capacidad Instalada (VA)	120,000.00
Área del Centro de Computo (m <sup>2</sup> )	723.92
Carga Conectada en VA/m <sup>2</sup>	165.76

**Tabla.5.4 Relación de Factores de Demanda**

Carga Conectada en VA/m <sup>2</sup>	VA/m <sup>2</sup>	Equivalente VA	Factor de Demanda (%)	Carga
Los primeros 30	30.00	21,717.60	100	21 717.60
Desde 30 hasta 200	135.76	98,282.40	75	73711.80
Total	187.25	120,000.00	VA Con Factor de Demanda	95 429.40
			Factor de Potencia	0.9
			<b>W Totales</b>	<b>85,886.46</b>

**Tabla.5.5 Factores de Demanda con respecto a la carga conectada.**

Un punto importante es que la planta de emergencia debe de tener la misma capacidad de suministro de corriente que la fuente de alimentación ya que deberá soportar a plena carga el centro de cómputo.

Como el valor obtenido para el Cálculo de la Carga instalada con el Factor de Demanda es de 85,886.46 W este valor se ocupará para el dimensionamiento de la Planta de emergencia tomando el valor inmediato superior comercial de plantas de emergencia y que es de 100 kW.

La ubicación ideal fig.5.4 donde se colocará la Planta de Emergencia es en la parte posterior donde hay suficiente espacio para instalarla.



**Fig. 5.4 Vista posterior del Centro de Cómputo.**

Verificando los datos de la Planta fig.5.5 con respecto a los proporcionados por el fabricante y datos de placa se obtiene lo siguientes:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PLANTAS IGSA 20 - 500 kw																		
MODELO	CAPACIDAD		POTENCIA BHP	TRANSFERENCIA (Amperes)		TANQUE Its.	TIPO DE TABLERO	DIMENSIONES DEL TABLERO (l x an x al)				PESO (kg) PLANTA	DIMENSIONES PLANTA largo x ancho x alto (cm.)			CONSUMO Its/hr *		
	kw	kVA		220V	440V			220V	440V	220V	440V		220V	440V	largo		ancho	alto
JD-100	100	125	150	400	200	250	PARED	121	69	32	121	69	32	1172	226	80	153	20.7

**Fig. 5.5 Especificaciones Técnicas Plantas IGSA.**

Se toman los datos correspondientes al Voltaje que se manejará el cual es de 220V/127:

Planta IGSA 100 kW a 220V/127			
<b>Modelo:</b>	JD-100	<b>Tipo de Tablero:</b>	Pared.
<b>Capacidad:</b>	100 kW. 125 kVA	<b>Dimensiones del Tablero:</b> (l x an x al) cm	121x69x32
<b>Potencia HP:</b>	150 HP	<b>Peso de la Planta:</b>	1172
<b>Transferencia (Amperes):</b>	400A.	<b>Dimensiones de Planta:</b> (l x an x al) cm	226x80x153
<b>Tanque:</b>	250 Lts.	<b>Consumo It/hr.</b>	20.7

**Tabla.5.6 Datos de Placa de la Planta de Emergencia**



**Fig. 5.6 Vista de Planta Marca IGSA de 100 KW con Tablero de Transferencia.**

Realizando la comparación con los datos:

El tiempo de respaldo se basará en el consumo de litros de Diesel el cual es de 20.7 lt/hr, considerando el tanque a una capacidad del 80% lleno la Planta tiene un respaldo de 10 hrs aproximadamente en suministrar energía al Centro de Cómputo, aunado a esto se le colocará un tanque de reserva con una capacidad de 150 lts el cual estará en cascada con el existente de fabrica, dándonos un total de 17 hrs continuas.

La potencia en kW y kVA están dentro de los márgenes de utilidad para que trabaje la Planta. La corriente que puede circular en la transferencia es de 400A. Valores dentro del máximo que suministra el Transformador. Con los valores obtenidos se verá el tamaño del alimentador desde el lado del interruptor secundario el cual es el cable donde se utilizarán 2 conductores por fase:

$$I_{sec} == \frac{393.6479A}{2} = 196.8239A.$$

Corresponde a un tamaño 85 mm<sup>2</sup> 3/0 AWG. (200 A.) Por cada conductor.

El dispositivo de protección contra sobre corriente es de 400 (A). Donde la trayectoria va por 3 tuberías de 4"-102 mm subterráneo en una parte, pasando por el sótano del Centro de cómputo en soportería anclada al techo para llegar al Tablero de I-Line, Figura 5.7. Esta trayectoria es para realizar la instalación de la Planta de Emergencia. La alternativa que se tomará es desmantelar parte del alimentador ver Figura 5.7 y 5.8.

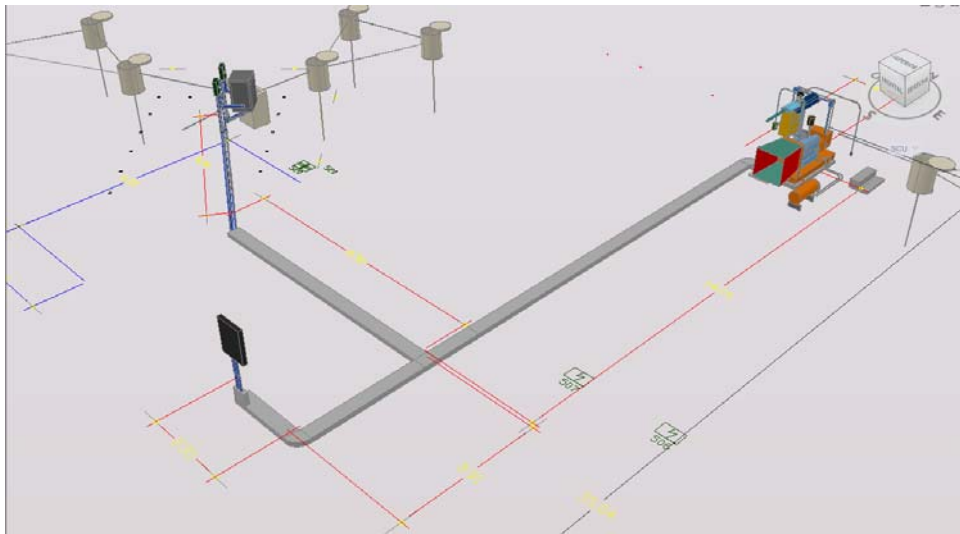


**Fig. 5.7 Trayectoria de Alimentador a I-Line.**



**Fig. 5.8 Área a dismantlar para nuevo Alimentador.**

La propuesta del proyecto es dismantlar la trayectoria del alimentador al ras del sótano de la parte interna y de allí salir por charola para ir a la parte posterior del Centro de Cómputo y regresar al I-Line. En la propuesta del desarrollo se maneja una distancia de 70 m.



**Fig. 5.9 Trayectoria de alimentador en charola.**

A continuación se calculará el soporte para cables tipo charola por la cual pasará en alimentador y con datos ya manejados se obtendrá el valor:

Se instalarán cables de:

- 8 Conductores de  $85 \text{ mm}^2$  3/0 AWG (2 por cada fase y neutro).
- 2 Conductores de puesta a tierra  $33.6 \text{ mm}^2$  (2AWG).

Se debe instalar en una sola capa y la suma de sus diámetros no debe exceder del ancho del soporte para cables tipo charola.

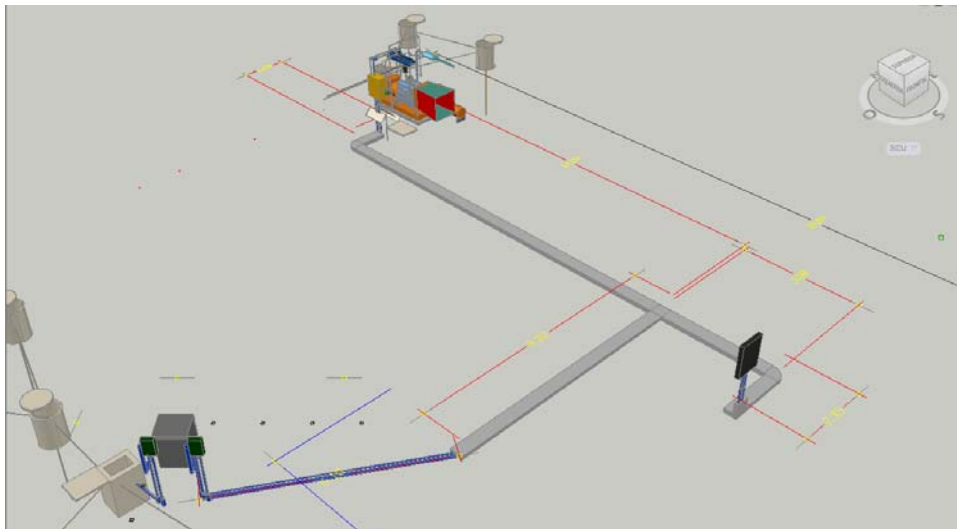
Se considera que en una parte de la sección de la charola para ser exactos 37.5 m, los alimentadores se encuentran tanto el de ida como el de regreso.

En ese tramo se manejarán dos veces el valor de los cables que son 20 en su totalidad:

**Alimentador.**

- 8 Conductores de 85 mm<sup>2</sup> 3/0 AWG (2 por cada fase y neutro).
- 2 Conductores de puesta a tierra 33.6 mm<sup>2</sup> (2AWG).

Parte en la cual se unen ambos tanto el Alimentador que llega a la transferencia como la salida de la transferencia a la carga. Dando un total de 20 conductores.



**Fig. 5.10 Trayectoria de alimentador sobre soportera de charola.**

- 16 Conductores de 85 mm<sup>2</sup> 3/0 AWG (2 por cada fase y neutro).
- 4 Conductores de puesta a tierra 33.6 mm<sup>2</sup> (2AWG).

Consultando la Tabla 310-5 de la NOM-001-SEDE-2005 y buscando el diámetro de los conductores se observa que el diámetro del conductor de

tamaño  $85 \text{ mm}^2$  3/0 AWG es de 16mm y del de  $33.6 \text{ mm}^2$  (2AWG) es de 10.5 mm.

Se procederá a realizar las siguientes operaciones:

Número de Conductores	Tamaño AWG	Diámetro en mm	Total mm
16	3/0	16	256
4	2	10.5	42
<b>Total</b>			<b>298</b>

**Tabla.5.7 Relación de diámetros de los conductores.**

La suma de los diámetros de los conductores es 298 mm por lo que el ancho requerido del soporte para cables tipo charola será mínimo de 305 mm. Considerando charola tipo escalera, tamaño comercial que se maneja en el mercado.

TRAMO RECTO ESCALERA				
ANCHO (W)		ESPACIO DE TRAVESAÑOS (E)		CÓDIGO
mm	pul	mm	pul	
305	12	152	6	MTR-1206
		229	9	MTR-1209
		305	12	MTR-1212
		457	18	MTR-1218
406	16	152	6	MTR-1606
		229	9	MTR-1609
		305	12	MTR-1612
		457	18	MTR-1618



**Fig. 5.11 Tipo de Charola Escalera a utilizar.**

Para una mejor comodidad de los conductores se utilizará el valor de 406 mm. Para dar espacio a los cinchos con los cuales se amarran los conductores a la soportería. Además el valor de espacio de travesaño será de 305mm o bien 12". Quedando como código Charola Tipo Escalera MTR-1612, para las curvas el código es MCH-1612-90.



## **5.4 Cálculo Para el dimensionamiento de los UPS**

Al ocurrir una falla en el suministro de energía el UPS deberá alimentar la carga instalada en ese momento y equipos conectados, hasta que la planta de emergencia arranque para que así respalde de energía no solo al UPS sino a toda la Instalación Eléctrica.

Debido a la interrupción de energía el tiempo que tarda en responder la planta es el orden de segundos, aproximadamente de 3 a 5 segundos, tiempo en el cual las computadoras son equipos sensibles a variaciones de tensión y debido al tiempo de respuesta de la planta de emergencia y con respecto a que solamente tienen reguladores de tensión no son de mucha ayuda porque al corte de suministro de energía no hay tensión que regule y simplemente no trabaja el equipo, por lo tanto los tableros regulados se quedan sin energía. Por este caso es necesario reemplazar el regulador de tensión por un UPS. En este proceso la capacidad y características se determinarán como se indica a continuación:

Para el cálculo del UPS se tiene considerado la carga que se conectará a cada uno de ellos y se apoyará en los cuadros de cargas tomados con anterioridad:

Los cuadros de cargas que importan son para los tableros de tensión regulada:

<b>Tablero</b>	<b>kW</b>	<b>Carga Futura kW</b>
Regulado 1	11.74	14.675
Regulado 2	11.52	14.4
Regulado 3	11.52	14.4
Regulado 4	15.48	19.35
<b>Promedio</b>	<b>12.565</b>	<b>15.706</b>

**Tabla.5.8 Relación de Cargas Conectadas en Tensión Regulada.**

Con los valores obtenidos obtenemos que la capacidad máxima a respaldar es de 19.35 kW y al hacer un promedio de las capacidades de cada tablero obtenemos 15.71 kW. Valor por encima de los tres primeros tableros. Por lo que nos basaremos en este valor para realizar el cálculo

del Ups. Se convertirá la potencia activa en potencia aparente con la formula:

$$S = \frac{P}{F.P}$$

Donde:

S= Potencia Aparente

P= Potencia Activa

F.P= Factor de Potencia

El Factor de Potencia que manejaremos será 0.9 el mínimo requerido por la compañía suministradora.

$$S = \frac{15.71kW}{0.9 \frac{kW}{kVA}} = 17.4513kVA$$

Con el valor de 17.4513 kVA se buscará en el mercado el inmediato superior con respecto a la capacidad de carga, corresponde al UPS de 20 kVA.



**Fig. 5.12 Imagen representativa de un UPS de capacidad alta, UPS instalado en una Tienda Elektra de la ciudad de Mérida.**

Cálculo para obtener la corriente:

$$In = \frac{VA}{V} = A \quad In = \frac{20000VA}{220V} = 90.91A$$



Para calcular el alimentador corresponde a un tamaño  $26.7 \text{ mm}^2$  3 AWG. (100 A.). El dispositivo de protección contra sobre corriente es de 3x100 (A).

Estos valores comparados con los existentes están correctos.

El tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra del equipo se debe seleccionar de acuerdo a la Tabla 250-94 de la Norma vigente, en base al valor del dispositivo de protección del propio circuito eléctrico y debe ser capaz de transportar la corriente de falla a tierra (Véase anexo D.)

En este caso se tiene el alimentador de capacidad de corriente de 100A con un dispositivo de protección de 3x100A. Consultando la Tabla 250-94 en la primera columna de la izquierda se busca la sección equivalente de conductores en paralelo  $8.37 \text{ mm}^2$  8 AWG y en la columna de puesta a tierra de cobre se indica el tamaño del conductor de puesta a Tierra.

- 4 Conductores de  $26.7 \text{ mm}^2$  3 AWG (cada fase y neutro).
- 1 Conductores de puesta a tierra  $8.37 \text{ mm}^2$  (8 AWG).

## 5.5 Cálculo de la Red de Tierras.

La red de tierras proporciona seguridad sobre las personas, seguridad y operación correcta de los equipos, en los sistemas de distribución de energía eléctrica, computadoras y sistemas de estado sólido, así como en los sistemas de protección.

El cálculo de la red está fundamentado en la normatividad vigente NOM-001- SEDE-2005, artículo 250. Partiremos de las siguientes afirmaciones (Véase Anexo N).

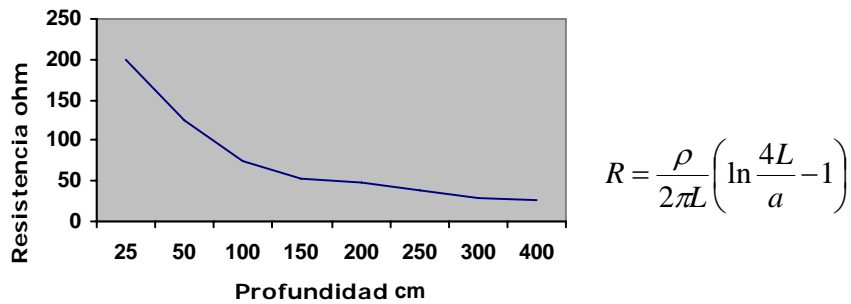
La instalación es en baja tensión, por lo tanto nuestro nivel de corto circuito es de acuerdo a la IEEE std 142-1991 y a la NOM-001-SEDE-2005; el nivel máximo de resistencia es de  $25\Omega$ .

Estos valores de resistencia requeridos se cumplen con un arreglo de una varilla enterrada una distancia  $L$ , este conductor garantiza la conexión física entre las partes metálicas expuestas a alguna falla y la tierra. Por medio de este conductor circula la corriente no deseada hacia la tierra.

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohm*m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables.	3.000

**Tabla 5.9. Valores de resistividad de algunos suelos**

A través de la expresión mostrada en la figura que se muestra abajo, se puede calcular los efectos de la variación de la resistencia de tierra en función de la profundidad alcanzada por un electrodo.



**Fig. 5.13. En función de su profundidad**

$R$  = resistencia en  $\Omega$

$\rho$  = resistividad del terreno  $\Omega.cm$

$L$  = longitud del electrodo

$a$  = radio del electrodo en cm

La norma de instalaciones eléctricas (NOM 001) especifica que la profundidad mínima de enterrado de una varilla debe ser de 2.4 metros (8 pies). Para varillas de acero de sección circular, se requiere que su diámetro no sea menor a 1.59 cm (5/8").

Con lo expuesto anteriormente usaremos los siguientes datos:

Resistividad del terreno ( $\rho$ ) = 50  $\Omega.m$

Electrodo tipo varilla copperweld: Longitud = 3.05m

Diámetro = 0.01584 m. Radio = 0.007935 m

Sustituyendo los datos en la expresión mencionada:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right) = \frac{50\Omega m}{2\pi(3.05m)} \left( \ln \frac{4(3.05)}{0.007935} - 1 \right) = 16.54\Omega$$

El primer resultado es  $R = 16.54\Omega$  el valor esta de acuerdo a la IEEE std 142-1991 y a la NOM-001-SEDE-2005; el nivel máximo de resistencia es de 25 $\Omega$ .

## 5.6 Aspectos económicos del Proyecto

A continuación se presenta la propuesta económica del proyecto, considerando los beneficios económicos y técnicos, así como el plan de trabajo.

La administración del proyecto representa la manera ordenada de llevarlo a cabo. Empezando por definir los objetivos del proyecto, así como administrar recursos como: tiempos, materiales, gente, dinero (financiamiento), calidad, comunicación, etc., hasta la entrega final.

De acuerdo a los cálculos realizados se propone equipo que cumpla con los requerimientos de acuerdo a las normas y a las condiciones de las instalaciones, buscando siempre que sea un producto de alta calidad que resulte en una buena inversión a largo plazo y que no afecte de manera drástica el monto de la inversión inicial.

A continuación se presenta un catalogo de conceptos en cual se presenta un resumen del costo total del proyecto, el catalogo general se presenta en el Anexo W.

Concepto	Costo (\$)
Instalación de Planta de emergencia.	\$ 458,000.99
Instalación de UPS´s	\$ 855,608.86
Instalación de Transformador	\$ 105,410.37
Total.	\$ 1,419,020.23

**Tabla 5.5 Costos del proyecto.**

Estos costos incluyen la mano de obra especializada y supervisión de los trabajos de acuerdo al cronograma de actividades, no incluyen IVA.

Los beneficios técnicos engloban toda una serie de beneficios adicionales que podemos ver a continuación:

- Menos riesgo de fallas
- Seguridad a los usuarios
- Tiempos de operación menores
- Suministro de energía confiable
- Larga vida de nuestros equipos

Los beneficios del proyecto lo podemos describir a continuación:

Para poder plantear correctamente lo que se pretende, tenemos que tener bien claro a que nos referimos con proyecto como parte o sinónimo de esta tesis, ya que un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, y en este caso el objetivo es el siguiente:

El diseño del respaldo de energía eléctrica, para que el centro de cómputo tenga una continuidad de energía eléctrica y no se vea afectada la enseñanza académica. Para esto se realizó una propuesta técnico-económica que sea atractiva para el centro de cómputo, que de ser autorizado el presupuesto requerido, llevará después a la implementación física del proyecto. Aunque cabe resaltar que para fines de tesis lo que nos importa como objetivo principal es el diseño y la propuesta técnico-económica.

La dirección del proyecto incluye:

- Establecer objetivos claros y posibles de realizar (tenemos que ser breves y congruentes).
- Equilibrar las demandas concurrentes de calidad, alcance, tiempo y costos.
- Administrar recursos (equipo, material, recursos humanos, etc.)
- Adaptar las especificaciones, los planes y el enfoque a las diversas inquietudes y expectativas del Centro de Cómputo.

## **5.7 Recomendaciones para el Mantenimiento a la Instalación Eléctrica**

---

Para tener un mejor funcionamiento en la instalación eléctrica a continuación me atrevo a dar unas recomendaciones para que la instalación y los equipos funcionen correctamente y no haya alguna falla dentro de los tableros, trayectorias, transformador, futura planta de emergencia y UPS's.

### **5.7.1 Mantenimiento a Tableros de Distribución.**

Antes que nada se supone que el tablero ha estado funcionando bien, por lo tanto lo que hay que hacer es lo siguiente:

- 1- Observar que no presente daños visibles o piezas flojas o sueltas.
- 2- Retirar polvo sopleteando ligeramente, y con ayuda de una aspiradora o con una brocha.
- 3- Reapretar todas las terminales, poniendo atención en cada componente que se esté reapretando para detectar si este tiene rastros de calentamiento. Si está presente algún rastro anotarlo y posteriormente desconectarlo y / o desarmarlo para definir la causa del calentamiento (hay elementos de potencia que deben ser visualizados con mayor detenimiento que los de control)
- 4- Verificar que los conductores de tierra estén bien apretados y que además tengan continuidad eléctrica con la estructura del tablero.
- 5- Limpiar el gabinete con algún solvente noble para retirar polvo o rastros de humo (calentamiento) algunas veces es normal que los rastros de "humo" estén presentes no significando que exista un sobrecalentamiento.
- 6- En ambientes corrosivos se puede sopletear el tablero y sus componentes con dieléctrico, cuidando de secar con aire los excesos de dieléctrico.
- 7- Energizar el tablero y poner a funcionar la máquina en condiciones normales, Regresa a tus anotaciones y mide la corriente que circula por aquellos elementos que presentaban rastros de calentamiento, compara sus características eléctricas con la medición, para asegurarte que el elemento es el adecuado.

### 5.7.2 Mantenimiento al Transformador Tipo Seco

El transformador tipo seco prácticamente no necesita mantenimiento; aún así, acostumbre revisarlo de la manera siguiente:

- 1- Desenergice el transformador.
- 2- Busque polvo y suciedad acumulados en terminales y respiraderos. De ser necesario, remueva con aspiradora, cepillando o soplando aire seco. Se debe tener cuidado especial al soplar aire seco para prevenir posibles daños al producto o al personal con las partículas sueltas.
- 3- Revise quebraduras, quemaduras y fisuras en aislantes, terminales y soportes de terminales. Limpie o repare si es necesario.
- 4- Revise la calidad y firmeza de terminales y contactos, incluyendo los taps. Apriete o reemplace si es necesario.
- 5- Revise conexiones y superficies de contacto a tierra (potencial cero). Limpie, apriete o repare si es necesario.
- 6- Para diseños ventilados solamente, en caso de humedad evidente, la unidad debe ser secada ya sea dentro de un horno o soplando aire caliente. La temperatura no debe exceder 110°C para prevenir daño al alambrado.
- 7- Inspeccione raspaduras o deterioro en el acabado de la pintura exterior del gabinete. Retoque de ser necesario.



**Fig. 5.13 Imagen del estado actual del área del Transformador en el Centro de Cómputo del CCH Vallejo.**

*Nota: se necesita un transformador con factor K para alimentar cargas no lineales y sistemas de cómputo para cumplir la función de soportar el contenido de corrientes armónicas. Cumpliendo con toda la normativa vigente, tanto nacional como internacional con respecto al factor K.*

### **5.7.3 Mantenimiento, manejo y operación a la planta de emergencia.**

Antes de encender la planta de emergencia se tienen que revisar los siguientes puntos:

Todo este procedimiento se realiza siguiendo los pasos establecidos para poder comprobar y operar correctamente la planta.

1.-Revisión de Rutina: Una vez a la semana

- a) Comprobación del nivel de aceite
- b) Comprobación nivel de agua de radiador
- c) Líquido de baterías
- d) Nivel de combustible del tanque, tiene que estar a un 80 %
- e) Comprobación de la temperatura del precalentador
- f) Verificar las terminales de batería en buen estado

2.-Colocar el interruptor del generador "main " off

3.-Colocar los selectores en el modo manual para arrancar la planta

4.-Se pone a funcionar de esta manera por unos 10 minutos y se revisa lo siguiente:

- a) Frecuencia del generador (60 Hz.)
- b) De ser necesario se ajusta el voltaje.
- c) Durante el tiempo que la planta esté trabajando se revisa:
  - La temperatura del agua (180° F)
  - La presión de aceite aproximadamente 70 psi.
  - La corriente de carga del acumulador (1.5 Amp.).

Se requiere hacer prueba manual por lo menos una vez a la semana verificando:

- Voltajes.
- Presión de aceite.
- Frecuencia.

Se tiene que realizar el reapriete de todas las conexiones.

Si todo está correcto se acciona el interruptor en la posición de apagado "off" para que el motor se apague.



5.- Posteriormente se realiza una revisión preliminar y si todo está correcto, se corta la corriente eléctrica para que comience a trabajar la planta de emergencia, revisar lo siguiente:

- a) Corriente, voltaje y frecuencia del generador.
- b) Si alguno de estos valores está fuera de su rango de operación es conveniente realizar una revisión del punto de la falla y resolverla.

6.-Si en el trabajo de la planta llegaran 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 se enfrie y después reponer el faltante.

7.-Para detener el motor, desconecte la carga manualmente y deje trabajar el motor durante tres minutos en vacío.

8.-Conviene arrancar el motor por lo menos una vez a la semana por un lapso de 30 minutos, para mantener bien cargado el acumulador, cuando no existe cargador de baterías conectado a la planta; y para mantener el magnetismo remanente del generador en buen rango. También para corregir posibles fallas.

9.-Cualquier duda o anomalía se deberá reportar al personal de mantenimiento del lugar.

#### **5.7.4 Mantenimiento a realizar a un UPS:**

Para realizar el mantenimiento se tiene que seguir con los siguientes pasos:

- 1- Inspección visual externa, comprobación de todas las conexiones, alimentación de la UPS, internas y externas, analizando contactos incorrectos que puedan causar cortocircuitos, calentamientos, desconexiones, etc. Limpiar las terminales del UPS.
- 2- Comprobación visual de todos los indicadores de la UPS tanto ópticos como acústicos.
- 3- Comprobación de la estabilidad y estado de carga de la batería, incluyendo una prueba funcional mediante corte del suministro eléctrico. El tiempo típico de suministro suele estar sobre los 15 minutos. Para la comprobación de cada una de los elementos de las baterías.
- 4- Comprobación-calibración de valores eléctricos, si fuera necesario mediante equipos de medida externa (multímetro, osciloscopio, etc.).
- 5- Limpieza de la parte de control y electrónica, mediante soplado delicado con aire comprimido.
- 6- Comprobación de la ubicación y ambiente de trabajo de los equipos, temperatura, humedad, etc.
- 7- Creación y actualización de una ficha de mantenimiento de equipo, situada en el mismo equipo UPS, que permita conocer el estado de revisión, incidencias, etc., de forma inmediata.

Al realizar el Servicio preventivo al UPS con la carga conectada, lo más esencial que se realiza es:

1. Verificación de señalizaciones de alarma.
2. Verificación de parámetros operativos de su sistema.
3. Limpieza y/o cambio de filtros de aire.
4. Limpieza de gabinetes.
5. Verificación de funcionamiento de ventiladores.
6. Medición de voltaje por celda del banco de baterías.
7. Reapriete de conexiones y limpieza.

8. Elaboración de reporte de servicio con recomendaciones necesarias.

Para el servicio preventivo sin carga se efectúa lo siguiente:

1. Reapriete de conexiones de control y potencia.
2. Revisión de condiciones de herrajes, cableados, motores, ventiladores, etc.
3. Revisión y reajuste de ser necesario de la etapa de control.
4. Limpieza interna de los sistemas.
5. Revisión y estado de componentes de potencia, fusibles, diodos, scr, bobinas transistores, etc.
6. Medición de voltaje por celda del banco de baterías.
7. Reapriete de conexiones y limpieza.
8. Pruebas de sincronía, transferencia, corte de entrada, prueba de autonomía del banco de baterías, etc.
9. Puesta en operación del sistema y en línea con la carga crítica.
10. Elaboración de reporte de servicio.



**Fig. 5.14 Imagen representativa del estado actual de un UPS del Centro de Cómputo del CCH Vallejo.**

### 5.7.5 Limpieza al Sistema de Tierras:

Para realizar el mantenimiento se tiene que seguir con los siguientes pasos:

- 1- Inspección visual externa, comprobación de todas las conexiones dentro de los registros del sistema de tierras.
- 2- Limpieza de exceso de basuras u objetos ajenos al registro.
- 3- Limpieza de electrodo a base de lija de agua para eliminar la corrosión que se genera por la humedad y la intemperie.
- 4- Revisar con un pequeño jalón si el electrodo está bien anclado al piso o si en su caso ya se trozó. Si esta trozado a remplazarlo en el momento o hacerle la observación al encargado de la instalación.
- 5- Reapriete de terminales de los conectores para el porta electrodo.



**Fig. 5.15 Imagen representativa del estado actual de sistema de Tierras del Centro de Cómputo del CCH Vallejo.**



## Conclusión

Al día de hoy por el problema de las compañías suministradoras de energía, el respaldo de energía es una solución aceptable para el problema de fallas en el suministro de energía, hacer el énfasis y fijar especial interés en el caso práctico que motiva a la realización del presente trabajo con relación a la instalación del Centro de Cómputo, pero al final de este trabajo se ha conseguido en forma organizada una descripción de los conceptos más significativos relacionados con la calidad del suministro de energía eléctrica y la importancia.

Con apoyo en la base teórica recopilada, establecimiento de los alcances del monitoreo y elección de una metodología, se ha llevado a cabo el diagnóstico de la condición del suministro en la instalación bajo estudio teniendo registro de su configuración, características eléctricas y de consumo, ya con esto se tiene las herramientas fundamentales para llegar a prevenir y tomar las medidas que ayuden a minimizar la aparición de las afectaciones consiguiendo una operación efectiva y segura de los sistemas eléctricos.

Para el diseño eficiente y con apego a la normatividad vigente resulta de gran beneficio para los proyectos ya que esta provee los requisitos mínimos para que una instalación sea segura y eficiente.

Se ha tratado en el desarrollo de este trabajo alternativas y medidas importantes a manera de promover y favorecer el tema de respaldo de energía eléctrica, incorporación de tecnologías para lograr beneficios directos sobre costos de operación y mantenimiento e indirectos, por esta parte en la actualidad los proyectos de ingeniería eléctrica deben contar con elementos que los hagan rentables tanto económicamente como técnicamente.

Con respecto al tiempo de respaldo que proporcionará el UPS es de 5 minutos, es poco pero en el instante del corte de suministro de energía actúa de inmediato con lo que la carga no se percata por eso la Planta de Emergencia es para alimentar al UPS para que no se interrumpa la continuidad del servicio eléctrico y suministrar energía al Centro de Cómputo en un total de 17 hrs continuas.

Y con esto brindarle un mejor servicio de continuidad de energía eléctrica para que la comunidad académica tenga el mayor aprovechamiento en la continuidad de las actividades académicas que son desempeñadas dentro del edificio, y junto con la necesidad de expandir la oferta de energía eléctrica mediante plantas de Emergencia y tener un menor impacto ambiental.

## Bibliografía

- **Energía Hidroeléctrica.** Viejo Zubicaray. Ed. Limusa.
- **Ingeniería Termodinámica.** Reynolds/Perkins. Mc. Graw-Hill.
- **Elementos de Centrales Eléctricas.** Gilberto Enriquez Harper. Limusa.
- **Elementos de Centrales Termoeléctricas.** Ing. José Luis Cuevas Madrigal. Comisión Federal de Electricidad.
- **Centrales Hidroeléctricas.** Gaudencio Zoppetti. Ed. Gustavo Gili.
- **OROPEZA, ANGELES, Javier;** “Libro de Oro de puesta a tierra universal”, Schneider, Electric, noviembre 2005, pp 200-206.
- **RAÚLL MARTÍN, José,** “Diseño de subestaciones eléctricas”.
- **Plantas Eléctricas Teoría y Proyecto;** Carlos Lucas M. México D.F. 1972 Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A.
- **Instalaciones Eléctricas – Prácticas.** Ing. Becerril L. Diego.
- **POISE 2008-2017.** Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico, Subdirección de Programación Coordinación de Planificación de CFE.
- **Especificación CFE L0000-45** Perturbaciones permisibles en las formas de onda de tensión y corriente del suministro de energía eléctrica.
- **Norma IEEE 519.** Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems.
- **Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005,** Instalaciones eléctricas (Utilización).



- **Instalaciones eléctricas comerciales e industriales**, Ing. Javier Oropeza Ángeles. Editorial Instituto Schneider Electric.
- **Redes eléctricas Vol. I y II**. Jacinto Viqueira Landa, Editorial Limusa.
- [www.cch-vallejo.unam.mx/](http://www.cch-vallejo.unam.mx/)
- [www.cfe.gob.mx/](http://www.cfe.gob.mx/)
- [www.sener.gob.mx/](http://www.sener.gob.mx/)
- [www.ieee.org.mx/](http://www.ieee.org.mx/)
- [www.igsa.com.mx](http://www.igsa.com.mx)
- <http://www.planelec.com>
- [www.ecologismo.com/.../2008/07/energia.jpg](http://www.ecologismo.com/.../2008/07/energia.jpg)
- <http://science.howstuffworks.com>
- [www.kinsolar.es](http://www.kinsolar.es)
- [www.eaton.com](http://www.eaton.com)

## GLOSARIO

**Amper** – una unidad de corriente eléctrica utilizada para medir el flujo eléctrico.

**Amperaje** – el número de electrones que corren por un punto dado en un momento específico.

**Batería** – dispositivo que usa químicos para generar y almacenar electricidad.

**Circuito** – trayectoria de conductores que sigue una corriente eléctrica.

**Circuito en serie** – un circuito que conecta una fuente, carga y conductores en un solo circuito. Cualquier interrupción en el circuito detendrá el flujo de la corriente.

**Circuito paralelo** – un circuito que se divide en dos ramas. La interrupción en una rama, no interrumpe la corriente en las otras ramas.

**Conductor** – un material a través del cual fluye fácilmente la corriente eléctrica.

**Corriente alterna** – corriente eléctrica en la cual los electrones cambian repetidamente de dirección.

**Corriente directa** – corriente eléctrica que fluye solamente en una dirección.

**Corriente eléctrica** – electricidad que fluye a través de un circuito o una vía interrumpida.

**Electricidad** – una forma de energía producida por el flujo o acumulación de electrones.

**Electricidad estática** – el almacenamiento de cargas eléctricas en una superficie, producido por el contacto y la separación de materiales diferentes.

**Electroimán** – un imán temporal que se forma cuando la corriente eléctrica fluye a través de un cable u otro conductor.

**Electrón** – una partícula subatómica con una carga eléctrica negativa.

**Factor de demanda:** Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte del mismo, y la carga total conectada al sistema o a una parte del mismo.

**Fluorescencia** – un proceso a través del cual sustancias despiden luz u otra forma de radiación electromagnética cuando absorben energía.

**Feedback:** La realimentación, también denominada retroalimentación o feedback, significa "ida y vuelta" es, desde el punto de vista social y psicológico, el proceso de compartir observaciones, preocupaciones y sugerencias,

**Incandescencia** – el efecto a través del cual un objeto comienza a brillar cuando se calienta.

**Ión** – un átomo o grupo de átomos que ha obtenido o perdido electrones y que tiene una carga eléctrica.

**Ley de Ohm** – una ley que establece que el flujo directo de corriente en un conductor, es directamente proporcional a la diferencia potencial entre dos puntos. Generalmente se formula como  $V = IR$ , en donde V es la diferencia potencial o voltaje, I es la corriente y R es la resistencia del conductor.

**Magma:** Masa de rocas fundidas de la zona más profunda de la corteza terrestre, que se origina debido a la presión y las altas temperaturas y que se solidifica por enfriamiento: el volcán en erupción arrojaba magma.

**MMBTU:** millones de Btu, La BTU es una unidad de energía inglesa. Es la abreviatura de British Thermal Unit. Se usa principalmente en los Estados Unidos. Ocasionalmente también se puede encontrar en documentación o equipos antiguos de origen británico. En la mayor parte de los ámbitos de la técnica y la física ha sido sustituida por el julio, que es la unidad correspondiente del sistema internacional.

**Monoblock:** El bloque de cilindros o bloque del motor es una pieza fundida en hierro o aluminio que aloja los cilindros de un motor de combustión interna así como los soportes de apoyo del cigüeñal. El diámetro de los cilindros determina la cilindrada del motor.

**Ohmio** – unidad de resistencia eléctrica utilizada para medir la resistencia de un material al flujo de corriente eléctrica.

**Resistencia** – el grado en el cual una sustancia resiste una corriente eléctrica.

**Superconductor** – materiales que pierden toda resistencia al flujo de corriente a bajas temperaturas. Operan extremadamente rápido y casi no producen calor.

**Termosifón:** Es cuando circula un líquido por conductos sin tener que ser impulsado por bombas, el líquido simplemente se mueve por la diferencia de densidades que se presenta cuando un líquido está frío o caliente. Un líquido frío pesa más que uno caliente.

**Transferir** - el movimiento de electrones de un lugar a otro por la corriente de estática.

**Transformación** – el cambio de energía de un tipo a otro como en una batería, la cual cambia la energía química a electricidad.

**Voltaje** – un tipo de “presión” que transmite cargas eléctricas a través de un circuito.

**Voltio** – unidad de diferencia potencial (similar a la presión).

**Watt** – unidad de poder, igual a voltios por amperes.



## Anexo

### A. Factores de demanda de Cargas de Alumbrado

**TABLA 220-11.- Factores de demanda de cargas de alumbrado**

Tipo de inmueble	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda (%)
Almacenes	Primeros 12 500 o menos	100
	A partir de 12 500	50
Hospitales*	Primeros 50 000 o menos	40
	A partir de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los bloques de apartamentos sin cocina*	Primeros 20 000 o menos	50
	De 20 001 a 100 000	40
	A partir de 1 00000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 o menos	100
	De 3 001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Todos los demás	Total VA	100

\* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar todo el alumbrado al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

### B. Factores de demanda de Cargas de Receptáculos

**TABLA 220-13.- Factores de demanda para cargas de receptáculos que no son unidades de vivienda**

Parte de la carga de receptáculos a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda (%)
Primeros 10 kVA o menos	100
A partir de 10 kVA	50

### C. Factores de demanda de Cargas de Receptáculos

TABLA 220-34.- Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de entrada de acometidas en escuelas y colegios

Carga conectada en VA/m <sup>2</sup>	Factor de demanda (%)
Los primeros 30	100
Desde 30 hasta 200	75
Más de 200	25

### D. Conductor de electrodo a tierra

TABLA 250- 94.- Conductor del electrodo de tierra de instalaciones de c.a.

Tamaño nominal del mayor conductor de entrada a la acometida o sección equivalente de conductores en paralelo mm <sup>2</sup> (AWG o kcmil)		Tamaño nominal del conductor al electrodo de puesta a tierra mm <sup>2</sup> (AWG o kcmil)	
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
33,6 (2) o menor	53,5 (1/0) o menor	8,37 (8)	13,3 (6)
42,4 o 53,5 (1 o 1/0)	67,4 o 85,0 (2/0 o 3/0)	13,3 (6)	21,2 (4)
67,4 o 85,0 (2/0 o 3/0)	4/0 o 250 kcmil	21,2 (4)	33,6 (2)
Más de 85,0 a 177 (3/0 a 350)	Más de 127 a 253 (250 a 500)	33,6 (2)	53,5 (1/0)
Más de 177 a 304,0 (350 a 600)	Más de 253 a 456 (500 a 900)	53,5 (1/0)	85,0 (3/0)
Más de 304 a 557,38 (600 a 1100)	Más de 456 a 887 (900 a 1750)	67,4 (2/0)	107 (4/0)
Más de 557,38 (1100)	Más de 887 (1750)	85,0 (3/0)	127 (250)

**E. Capacidad de conducción de corriente (A)**

**TABLA 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C**

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)					
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TIPOS TW* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW- LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DRS
		Cobre			Aluminio		
0,824	18	---	---	14	---	---	---
1,31	16	---	---	18	---	---	---
2,08	14	20*	20*	25*	---	---	---
3,31	12	25*	25*	30*	---	---	---
5,26	10	30	35*	40*	---	---	---
8,37	8	40	50	55	---	---	---
13,3	6	55	65	75	40	50	60
21,2	4	70	85	95	55	65	75
26,7	3	85	100	110	65	75	85
33,6	2	95	115	130	75	90	100
42,4	1	110	130	150	85	100	115
53,5	1/0	125	150	170	100	120	135
67,4	2/0	145	175	195	115	135	150
85,0	3/0	165	200	225	130	155	175
107	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	190	230	255
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	355	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	310	375	420
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	450
458	900	435	520	585	355	425	480
507	1 000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	520	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1010	2000	560	665	750	470	560	630
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	

\* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (\*), no debe superar 15 A para 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG); 20 A para 3,31 mm<sup>2</sup> (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm<sup>2</sup> (10 AWG), todos de cobre.



## F. Transformadores

---

TABLA 450-3 (a)(1).- Transformadores de más de 600 V

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600 V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No más del 6%	600%	300%	300%	250%	125%
Más del 6% y no más del 10%	400%	300%	250%	225%	125%

## G. Factores de Ajustes

---

TABLA 310-15(g).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores portadores de corriente	Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

## H. Norma IEEE 519

### Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems

Tabla 10.2 Límites de distorsión y clasificación de sistemas en baja tensión

	Aplicaciones Especiales	Sistemas Generales	Sistemas dedicados
Profundidad del notch	10%	20%	50%
THD (Voltaje)	3%	5%	10%
Area del Notch (AN)	16,400	22,800	36,500

Las aplicaciones especiales incluyen aeropuertos y hospitales

Un sistema dedicado esta exclusivamente dedicado al convertidor

## I. IEEE 519

### Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems

Tabla 10.3 Límites de distorsión en corriente para sistemas de distribución general (120 V a 69 000 V)

#### Máxima distorsión armónica en corriente como porcentaje de $I_L$

Orden de la armónica individual (impares)

$I_{sc}/I_L$	<11	11<h<17	17<h<23	23<h<35	35<h	TDD
<20	4	2	1.5	0.6	0.3	5
20<50	7	3.5	2.5	1	0.5	8
50<100	10	4.5	4	1.5	0.7	12
100<1000	12	5.5	5	2	1	15
>1000	15	7	6	2.5	1.4	20

Las armónicas impares están limitadas al 25% del límite de la armónica par por arriba

Corrientes armónicas que resulten en un nivel de dc (p. ej. rectificadores de media onda) no están permitidos

$I_{sc}$  es la potencia de corto circuito al PCC

$I_L$  es la máxima corriente de carga (componente fundamental) al PCC

## J. Especificación CFE L0000-45

---

### Perturbaciones permisibles en las formas de onda de tensión y corriente del suministro de energía eléctrica

**Tabla 2**

Límites máximos de distorsión armónica total en tensión,  
y de CAIMT en el punto de acoplamiento común

Tensión en kV	Clasificación de tensión	Distorsión armónica total de tensión DAT %	Distorsión armónica individual CAIMT %
menor de 1	Baja tensión	8.0	5.0
1 a 69	Distribución	5.0	3.0
70 a 138	Subtransmisión	2.5	1.5
mayor de 138	Transmisión	1.5	1.0

## K. Alimentador 215

---

b) **Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada de la acometida.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador transporten el total de la carga alimentada por los conductores de entrada de acometida con una capacidad de conducción de corriente de 55 A o menos.

**NOTA 1:** Los conductores de alimentadores, tal como están definidos en el Artículo 100, con un tamaño nominal que evite una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la toma de corriente eléctrica más lejana para fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y en los que la caída máxima de tensión eléctrica sumada de los circuitos alimentadores y derivados hasta la salida más lejana no supere 5%, ofrecen una eficacia de funcionamiento razonable.

**NOTA 2:** Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos derivados, véase 210-19(a).

**215-3. Protección contra sobrecorriente.** Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en la parte A del Artículo 240.

## L. Factor de Potencia (CFE)

---

El usuario procurará mantener un factor de potencia (FP) tan aproximado a 100% (cien por ciento) como le sea posible, pero en el caso de que su factor de potencia durante cualquier periodo de facturación tenga un promedio menor de 90% (noventa por ciento) atrasado, determinado por los métodos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, el suministrador tendrá derecho a cobrar al usuario la cantidad que resulte de aplicar al monto de la facturación el porcentaje de recargo que se determine según la fórmula que se señala. En el caso de que el factor de potencia tenga un valor igual o superior de 90% (noventa por ciento), el suministrador tendrá la obligación de bonificar al usuario la cantidad que resulte de aplicar a la factura el porcentaje de bonificación según la fórmula que también se señala.

**Fórmula de Recargo:**

Porcentaje de Recargo =  $3/5 \times ((90/FP) - 1) \times 100$  FP menor que 90%

**Fórmula de Bonificación:**

Porcentaje de Bonificación =  $1/4 \times (1 - (90/FP)) \times 100$  FP mayor o igual a 90%

Donde FP es el Factor de Potencia expresado en por ciento.

Los valores resultantes de la aplicación de estas fórmulas se redondearán a un solo decimal, según sea o no menor que 5 (cinco) el segundo decimal. En ningún caso se aplicarán porcentajes de recargo

superiores a 120% (ciento veinte por ciento), ni porcentajes de bonificación superiores a 2.5% (dos punto cinco por ciento).

## M. Región Central cuotas mensuales

CARGOS POR	Dic./2009	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Cargo fijo (\$/mes)	69.47	69.55	69.68		
Cuotas por energía consumida en fuera de verano					
(\$/kWh)	3.176	3.121	3.266		

\*Cuotas de CFE.

## N. Puesta a Tierra Artículo 250

### ARTICULO 250-PUESTA A TIERRA

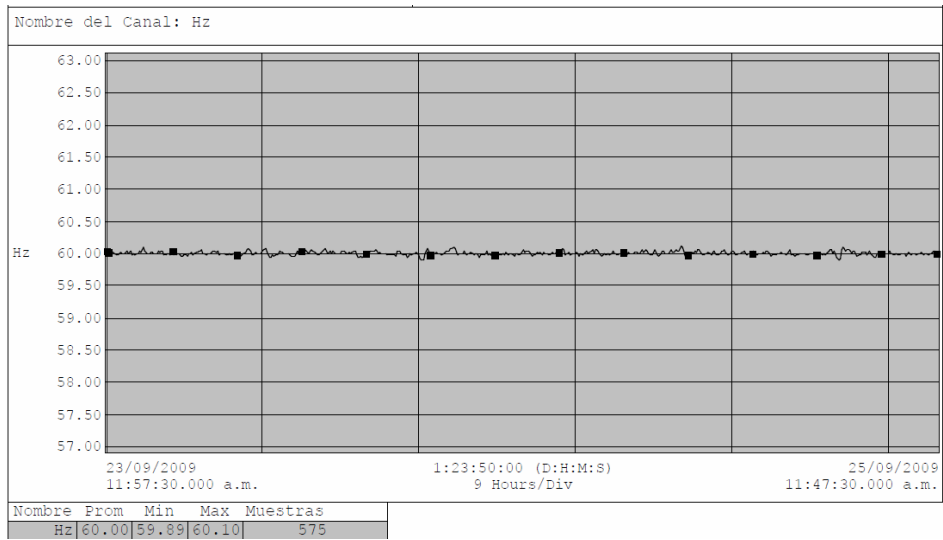
#### A. Disposiciones generales

**250-1. Alcance.** Este Artículo cubre los requisitos generales para la unión y la puesta a tierra en las instalaciones eléctricas y, además, los requisitos específicos que se indican a continuación:

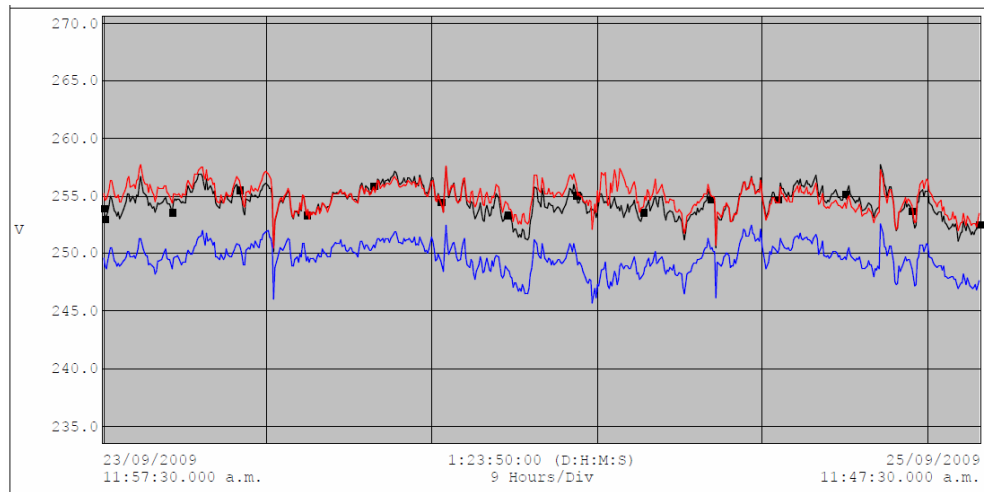
- a) En sistemas, circuitos y equipos en los que se exige, se permite o donde no se permite que estén puestos a tierra.
- b) El conductor del circuito que es puesto a tierra en sistemas puestos a tierra.
- c) Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.
- d) Tipos y tamaños nominales de los conductores de unión, de puesta a tierra y de los electrodos de puesta a tierra.
- e) Método de unión y de puesta a tierra.
- f) Condiciones en las que se puede sustituir a los resguardos, separaciones o aislamiento por la puesta a tierra.

**NOTA 1:** Los sistemas y los conductores de circuito son puestos a tierra para limitar las sobretensiones eléctricas debidas a descargas atmosféricas, transitorios en la red o contacto accidental con líneas de alta tensión, y para estabilizar la tensión eléctrica a tierra durante su funcionamiento normal. Los conductores de

## O. Grafica Frecuencia

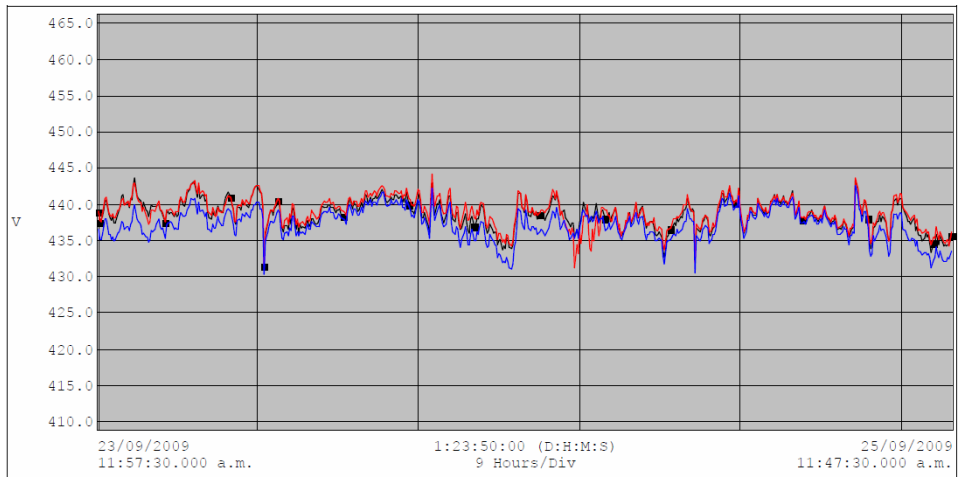


## P. Grafica Tensión Fase a Neutro



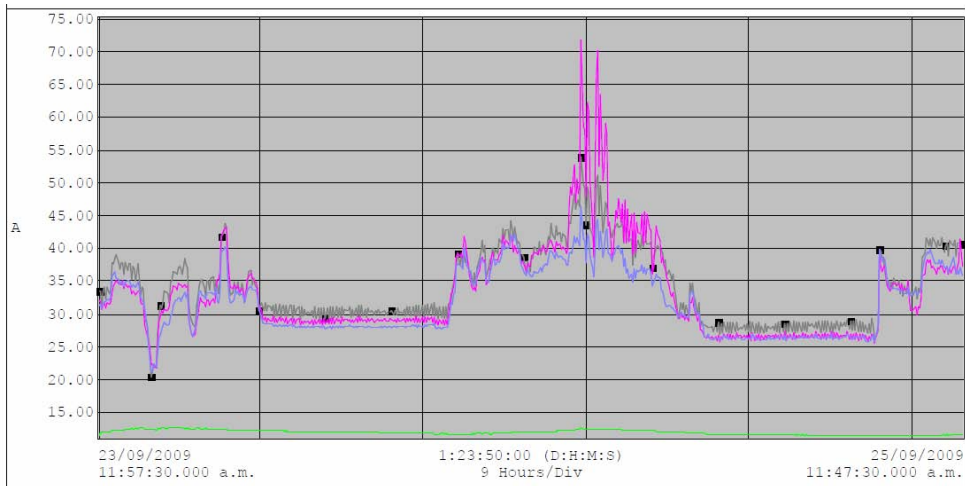
## Q. Grafica Tensión entre Fases

---

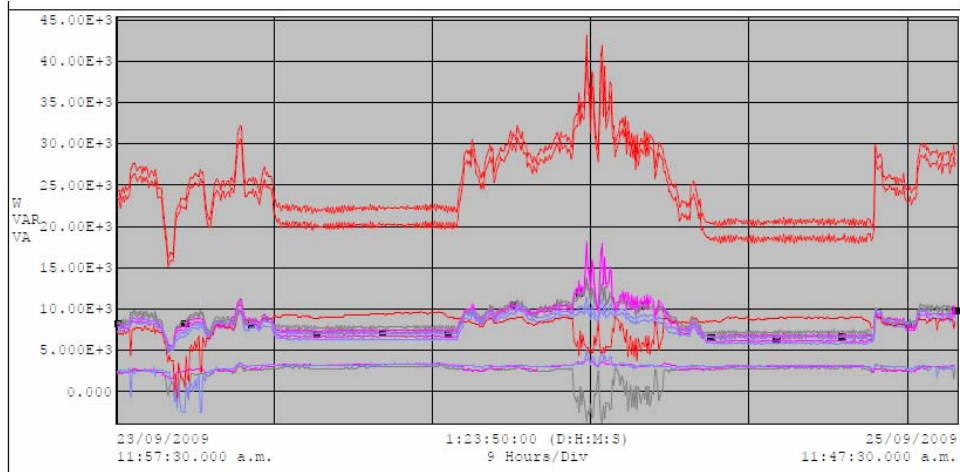


## R. Grafica Corriente

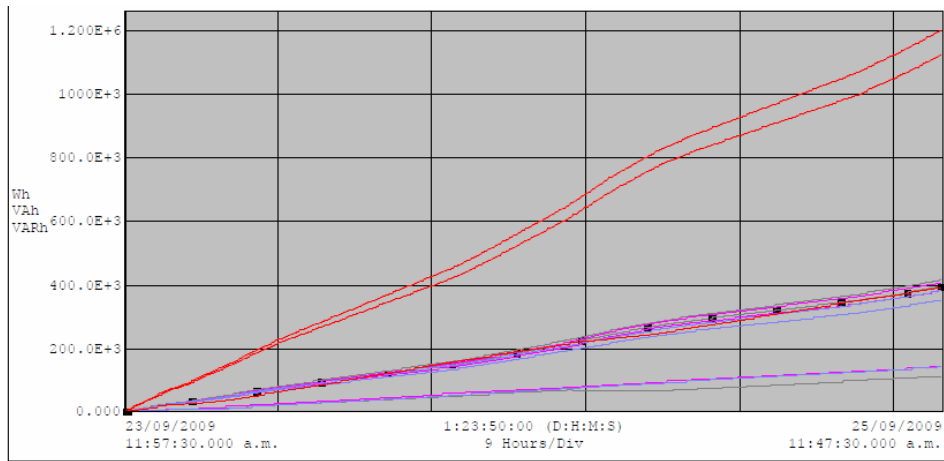
---



### S. Grafica Potencias (W, VA, VAR)



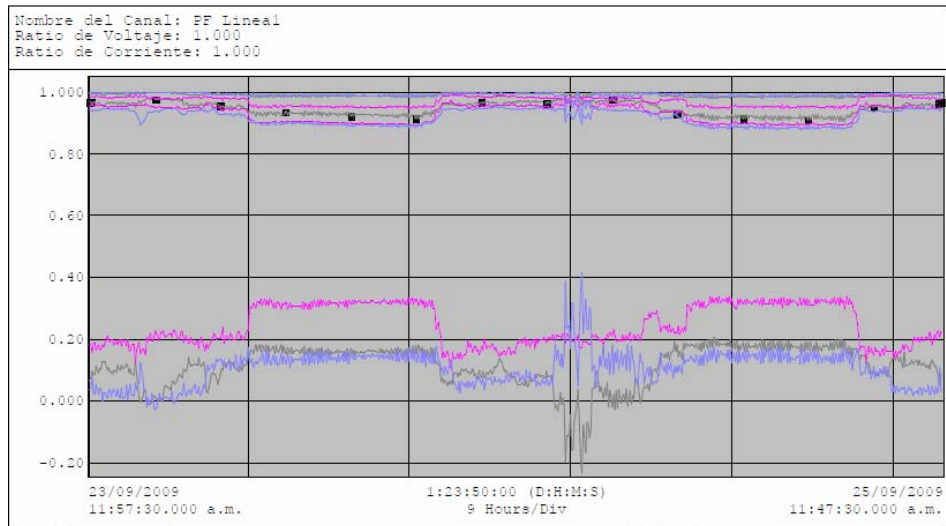
### T. Grafica Potencia Hora( W-H,VA-H,VAR-H)





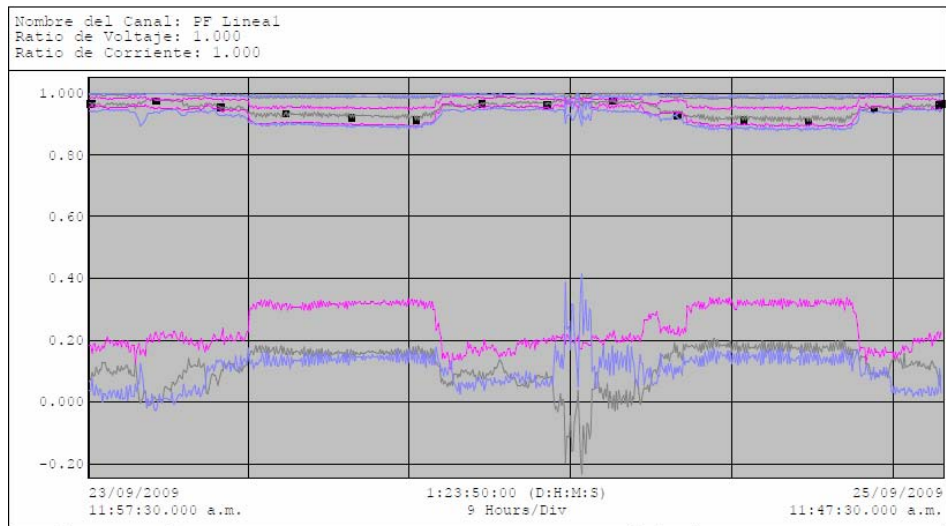
## U. Grafica Factor de Potencia

---



## V. Grafica Factor de Potencia

---



## W. Presupuesto

Atizapan de Zaragoza, Estado de México, a 28 de Febrero de 2010.

CCH VALLEJO  
UNIVERSIDAD NACION  
SECRETARÍA DE SERVICIOS DE CÓMPUTO Y APOYO AL APRENDIZAJE

AT'N: ING. JUVENTINO AVILA RAMOS

POR ESTE MEDIO, LE PRESENTO LA PROPUESTA ECONOMICA PARA EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA DE 100 KW MARCA IGSA, CON CUARTO DE PLANTA, EN LA INSTALACIONES DEL CCH VALLEJO EN EL CENTRO DE COMPUTO

No.	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	IMPORTE
<b>INSTALACIÓN DE PLANTA DE EMERGENCIA DE 100 kW.</b>					
1.01	Traslado de planta de emergencia desde las instalaciones del fabricante hasta las instalaciones del cliente en CCH Vallejo. Incluye: Maniobras para embarque y desembarque, mano de obra, transporte y todo lo necesario para su correcta ejecución.	servicio	1.00	<b>4,444.00</b>	4,444.00
1.02	Paso de 50 x 25 cm para instalaciones en muro o losa de concreto armado de 20 cm de espesor con demolición controlada contemplando acameos y apile del material sobrante en el lugar indicado por la supervisión. Incluye: mano de obra, herramienta y/o equipo.	pza.	3.00	<b>204.15</b>	612.44
1.03	Suministro de planta de emergencia trifásica de 100 kW, 220 V, 60 Hz., con motor a diesel, automática, tablero de transferencia y tanque de diesel incluido, marca IGSA.	pza.	1.00	<b>214,894.06</b>	214,894.06
1.04	Maniobras de arrastre de planta de emergencia para colocación sobre base de concreto. Incluye: Amortiguadores, fijación de equipo, Herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza.	1.00	<b>4,444.00</b>	4,444.00
1.05	Amortiguador de 1 resorte morado Cat. LNA56. Incluye: Suministro, montaje, fijación, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza.	4.00	<b>1,784.63</b>	7,138.53
1.06	Conexión electromecánica de planta de emergencia de 100 kw, incluyendo circuitos de control, señales de entrada y salida a microcontrolador, sensores y protecciones.	pza.	1.00	<b>2,791.39</b>	2,791.39
1.07	Interruptor termomagnético de 3 x 400 amperes MAL36400 sin gabinete, 600 Vca, 250 Vcd, 450 Amperes de marco, capacidad interruptiva normal, Clase 6ES, 734, 820, Marca Square D. Incluye: materiales, mano de obra y herramienta.	pza.	1.00	<b>18,116.04</b>	18,116.04
1.08	Cable de cobre Calibre 3/0 MCM, con aislante THW a 75 Grados, 600 volts, marca Condux, hasta una altura máxima de 3.00 m. Incluye : materiales, mano de obra y herramienta.	ml	520.00	<b>184.08</b>	95,722.25
1.09	Cable de cobre suave desnudo Calibre 2 AWG, 75 Grados marca Condux, hasta una altura máxima de 3.00 m. Incluye : materiales, mano de obra y herramienta.	ml	130.00	<b>40.13</b>	5,216.81
1.10	Contra y monitor roscados de 32 mm, marca Jupiter. Incluye : materiales, mano de obra y herramienta	jgo.	2.00	<b>42.36</b>	84.72
1.11	Tubo conduit de 64 mm ( 2 1/2" ) Galvanizado Pared Gruesa marca Jupiter. Incluye : materiales, guía, mano de obra y	ml	6.00	<b>258.41</b>	1,550.44
1.12	Caja conduit de 64 mm Serie Ovalada Catálogo LB-77 Serie 7 roscado para áreas no peligrosas uso Intemperie, marca Crouse Hinds Domex, con empaque y tapa. Incluye: suministro e instalación, mano de obra y herramienta.	pza.	7.00	<b>780.28</b>	5,461.94
1.13	Contra y monitor roscados de 64 mm, marca Jupiter. Incluye : materiales, mano de obra y herramienta	jgo.	6.00	<b>73.56</b>	441.36

1.14	Soporte múltiple de 50 cm. para tres tubos a base de unical canal soportado por dos varillas roscadas de 1/4" hasta de 1 m. de longitud ancladas con dos pernos de 1/4" y cople de 1/4". Incluye: trazo, nivelación, tres abrazaderas para unical canal, mano de obra, equipo, herramienta y andamios.	pza.	140.00	<b>235.38</b>	32,952.70
1.15	Abrazadera unical canal de 64 mm de diámetro. Incluye: suministro, instalación, materiales, mano de obra y herramienta. .	jgo.	20.00	<b>22.38</b>	447.51
1.16	Abrazadera unical canal de 32 mm de diámetro. Incluye: suministro, instalación, materiales, mano de obra y herramienta. .	jgo.	14.00	<b>11.70</b>	163.78
1.17	Suministro e instalación de charola de aluminio tipo escalera de 16" con espaciamento de 12", Marca CROSSLINE.	tramo	24.00	<b>822.72</b>	19,745.23
1.18	Suministro e instalación de curva horizontal a 90° para charola de aluminio tipo escalera de 16" con radio de 8", marca CROSSLINE.	pza.	2.00	<b>537.95</b>	1,075.89
1.19	Suministro e instalación de curva vertical interior para charola de aluminio tipo escalera de 16" con radio de 8", marca CROSSLINE.	pza.	2.00	<b>223.49</b>	446.98
1.20	Suministro e instalación de curva horizontal a 90° para charola de aluminio tipo escalera de 16" con radio de 8", marca CROSSLINE.	pza.	2.00	<b>223.49</b>	446.98
1.21	Suministro e instalación de adaptador charola - caja de aluminio de 16", Marca CROSS LINE.	pza.	2.00	<b>67.76</b>	135.52
1.22	Suministro e instalación de T horizontal para charola de aluminio tipo escalera de 12" marca CROSSLINE.	pza.	1.00	<b>717.26</b>	717.26
1.23	Maniobras de energizado y puesta en servicio, verificación de secuencia y regulación de voltaje de transformador de 150 KVA. Incluye. Materiales, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza.	1.00	<b>3,888.50</b>	3,888.50
1.24	Suministro de kit de materiales menores como tornillería, cinchos de plástico, cintas de aislar y materiales de limpieza.	pza.	1.00	<b>2,683.07</b>	2,683.07
<b>Cimentación de la Planta de Emergencia</b>					
1.25	Varilla copperweld de cobre de 3.05 m de 5/8" de diámetro con conector. Incluye: Incluye: suministro, colocación, mano de obra, herramienta y equipo.	pza.	3.00	<b>181.25</b>	543.75
1.26	Cople hexagonal para varilla roscada de 1/4", Incluye: suministro e instalación, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza.	3.00	<b>6.57</b>	19.70
1.27	Excavación con herramienta manual para formación de zanja en material C seco, hasta 2.00 metros de profundidad, con afloje, extracción, afine de taludes y fondo, contemplando acarreo y apile del material sobrante en el lugar indicado por la supervisión. Incluye: mano de obra, herramienta y/o equipo.	m3	5.00	<b>432.33</b>	2,161.67
1.28	Plantilla de 5 cm de espesor a base de concreto fc = 100 kg/cm2, tma 19 mm fabricado en obra. Incluye: materiales, mano de obra, herramienta y/o equipo.	m2	10.00	<b>74.25</b>	742.48
1.29	Muro de 20 cm a base de block de concreto de 20 x 20 x 40 cm. tipo intermedio de 1a calidad, asentado con mortero cemento arena proporción 1:4, con refuerzo horizontal tipo escalerilla del No. 14 a cada 2 hiladas, acabado común, con junta de 1 cm de ancho, a cualquier altura. Incluye: materiales, mano de obra, y herramienta.	m2	42.00	<b>214.11</b>	8,992.70

1.30	Castillo de 15 x 20 cm a base de concreto f'c= 200 kg/cm <sup>2</sup> , tma = 19 mm, armado con 4 varillas del No. 3 corrugadas fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> y estribos del No. 2 a cada 20 cm. Incluye cimbra y descimbra, colado, vibrado y curado, a cualquier altura. Incluye : materiales, mano de obra, herramienta y equipo.	ml	14.00	<b>182.30</b>	2,552.26
1.31	Cadena intermedia o de remate de 15 x 20 cm a base de concreto f'c=200 Kg/cm <sup>2</sup> , tma 19 mm, armado con 4 varillas del No. 3 fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> y estribos del No. 2 a cada 20 cm., con cimbra y descimbra, colado, vibrado y curado, de 9.00 a 12.00 m de altura. Incluye: materiales, mano de obra, herramienta y equipo.	ml	13.00	<b>173.40</b>	2,254.26
1.32	Luminaria fluorescente de 2X39 W. Tipo empotrar con T-8 de 4100ok Balastro electrónico, a 127 Vca., 60 Hz, en gabinete pintado electrostáticamente con pintura en polvo, para plafones con suspensión visible. (catalogo 200-35B)	pza.	1.00	<b>523.87</b>	523.87
1.33	Apagador sencillo cat. 5800n mca. Quinziflo, Incluye: suministro, instalación, materiales, mano de obra, herramienta y lo todo lo necesario para su correcta ejecución	pza.	1.00	<b>41.27</b>	41.27
1.34	Contacto duplex, polarizado cat. M-5250-m, mca. Arrow hart. Con tapa, Incluye: suministro, instalación, materiales, mano de obra, herramienta y lo todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza.	1.00	<b>58.81</b>	58.81
1.35	Contacto duplex polarizado color naranja con placa color naranja mca. Hubell, Incluye: suministro, instalación, materiales, mano de obra, herramienta y lo todo lo necesario para su correcta ejecución	pza.	1.00	<b>190.41</b>	190.41
1.36	Suministro e instalación de tanque extra de 150 lt Diesel para planta de emergencia Incluye: materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza.	1.00	<b>1,335.69</b>	1,335.69
1.37	Registro eléctrico de 60 x 60 x 40 cm a base de tabique rojo recocido de 6 x 12 x 24 cm asentado con mortero cemento - arena proporción 1-5, con tapa y contramarco acabado rústico. Incluye : materiales, mano de obra, herramienta y/o equipo.	pza.	3.00	<b>694.33</b>	2,082.99
1.38	Registro eléctrico de 80 x 80 x 100 cm a base de tabique rojo recocido de 6 x 12 x 24 cm asentado con mortero cemento - arena proporción 1-4, sobre plantilla de tezontle de 8 cm de espesor, acabado rústico. Incluye: materiales, mano de obra, herramienta y/o equipo.	pza.	1.00	<b>1,495.14</b>	1,495.14
1.39	Losa de concreto reforzado f'c=200 kg/cm <sup>2</sup> de 10 cm de peralte, para claros no mayores a 3.50 m, apoyada en cuatro bordes, reforzada hasta con 7 kg por m <sup>2</sup> de varilla corrugada fy = 4000 kg/cm <sup>2</sup> , según diseño estructural. Incluye: concreto resistencia rápida, acero de refuerzo, cimbra y descimbra hasta 3.00 m de altura, cimbra perimetral en su caso, apuntalamiento	m2	15.00	<b>471.68</b>	7,075.13
1.40	Ventana de herrería louver en perfiles cal. 18. con aplicación de primario a base de cromato de zinc, acabado con pintura de esmalte marca Comex 100 de línea. Incluye colocación y nivelación de vano. Incluye: mano de obra, herramienta y equipo.	m2	0.72	<b>1,634.07</b>	1,176.53

1.41	Puerta de herrería en tablero perfil rectangular galvanizado cal. 18 marco y contramarco en perfiles tubulares galvanizados cal. 18 de 1.00 x 2.10 m en una hoja, con aplicación de de primario a base de cromato de zinc, acabado con pintura de esmalte marca Comex 100 de línea, con incorporación de cerradura marca Scovill, tipo Ball y herrajes. Incluye: mano de obra, herramienta y equipo.	pza.	1.00	3,132.92	3,132.92
				<b>SUMA =</b>	<b>\$ 458,000.99</b>
				<b>IVA 15.0%</b>	<b>\$ 68,700.15</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 526,701.14</b>

NOTA: MATERIALES Y TRABAJOS NO CONSIDERADOS EN ESTE PRESUPUESTO SE COBRARAN POR SEPARADO.

ESPERANDO UNA PRONTA RESPUESTA DE SU PARTE, ME DESPIDO DE USTED.

ATENTAMENTE

\_\_\_\_\_  
DAVID ANTONIO AMADOR VEGA

Atizapan de Zaragoza, Estado de México, a 28 de Febrero de 2010.

CCH VALLEJO  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
SECRETARÍA DE SERVICIOS DE CÓMPUTO Y APOYO AL APRENDIZAJE

ATN: ING. JUVENTINO AVILA RAMOS

POR ESTE MEDIO, LE PRESENTO LA PROPUESTA ECONOMICA PARA EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 4 UPS DE 20 KVA MARCA OTTAWA, EN LA INSTALACIONES DEL CCH VALLEJO EN EL CENTRO DE COMPUTO

No.	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	IMPORTE
<b>INSTALACIÓN DE UPS 20kVA.</b>					
2.01	Traslado de UPS desde las instalaciones del fabricante hasta las instalaciones del cliente en CCH Vallejo. Incluye: Maniobras para embarque y desembarque, mano de obra, transporte y todo lo necesario para su correcta ejecución.	servicio	1.00	<b>4,400.00</b>	4,400.00
2.02	Maniobras de desconexión eléctrica de equipo Regulador, dejando fuera la carga y desconexión de alimentadores generales. Incluye: Mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza.	4.00	<b>290.38</b>	1,161.51
2.03	Suministro de UPS trifásico de 20 KVA, 220 V/127 , 60 Hz., Ottawa, doble conversión	pza.	4.00	<b>209,741.40</b>	838,965.60
2.04	Interruptor termomagnético de 3 x 100 amperes QO3100 sin gabinete 120/240 Vca - 10,000 Amp. rcm. sim. / 48 Vcd - 5000 Amp. rcm. sim. Clase 690, 730, 910, 950, Marca Square D. Incluye : materiales, mano de obra y herramienta.	pza.	4.00	<b>976.43</b>	3,905.70
2.05	Cable de cobre suave desnudo Calibre 4 AWG, 75 Grados marca Condumex, hasta una altura máxima de 3.00 m. Incluye : materiales, mano de obra y herramienta.	mi	32.00	<b>49.67</b>	1,589.28
2.06	Cable de cobre suave desnudo Calibre 8 AWG, 75 Grados marca Condumex, hasta una altura máxima de 3.00 m. Incluye : materiales, mano de obra y herramienta.	mi	8.00	<b>15.04</b>	120.30
2.07	Tubo conduit flexible tipo liquatite de 38 mm ( 1 1/2" ). Incluye : materiales, guía, mano de obra y herramienta.	mi	32.00	<b>82.93</b>	2,653.73
2.08	Caja conduit de 38 mm Serie Ovalada Catálogo L-48 Serie 7 roscado para áreas no peligrosas uso Intemperie, marca Crouse Hinds Domex, con empaque y 2 tapas. Incluye: suministro e instalación, mano de obra y herramienta.	pza.	4.00	<b>242.97</b>	971.87
2.09	Contra y monitor roscados de 38 mm, marca Jupiter. Incluye : materiales, mano de obra y herramienta	jpo.	8.00	<b>41.94</b>	335.54
2.10	Abrazadera unicanal de 38 mm de diametro. Incluye: suministro, instalación, materiales, mano de obra y herramienta. .	jpo.	16.00	<b>11.58</b>	185.33
2.11	Kit de materiales menores como tornillería, zapatas para control, cintas de alisar y accesorios de limpieza, necesarios para la correcta ejecución del servicio	pza.	1.00	<b>1,320.00</b>	1,320.00
				<b>SUMA =</b>	<b>\$ 855,608.86</b>
				<b>IVA 15.0%</b>	<b>\$ 128,341.33</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 983,950.19</b>

NOTA: MATERIALES Y TRABAJOS NO CONSIDERADOS EN ESTE PRESUPUESTO SE COBRARAN POR SEPARADO.

ESPERANDO UNA PRONTA RESPUESTA DE SU PARTE, ME DESPIDO DE USTED.

ATENTAMENTE

DAVID ANTONIO AMADOR VEGA



Atlixpan de Zaragoza, Estado de México, a 28 de Febrero de 2010.

CCH VALLEJO  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
SECRETARÍA DE SERVICIOS DE CÓMPUTO Y APOYO AL APRENDIZAJE

ATN: ING. JUVENTINO AVILA RAMOS

POR ESTE MEDIO, LE PRESENTO LA PROPUESTA ECONOMICA PARA EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UN TRANSFORMADOR TIPO SECO 150 KVA CON FACTOR K-20 MARCA IGSA, CON CUARTO DE PLANTA, EN LA INSTALACIONES DEL CCH VALLEJO EN EL CENTRO DE COMPUTO

No.	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	IMPORTE
<b>INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR TIPO SECO DE 150 KVA.</b>					
3.01	Suministro de transformador tipo seco de 150 KVA, Marca Square D, con voltaje primario 440 V., voltaje secundario 220/127 V., conexión delta-estrella, sobreelevación de temperatura 65°C, con factor k-20, indicadores y accesorios en base a Normas vigentes.	pza	1.00	<b>80,514.88</b>	80,514.88
3.02	Transporte y maniobras para el traslado de transformador de 150 kVA, de planta del fabricante a CCH Vallejo. Incluye: Mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza	1.00	<b>5,175.00</b>	5,175.00
3.03	Desenergizado de transformador, desconexión eléctrica, desmantelamiento y retiro de instalación eléctrica de alimentador de alta tensión de transformador tipo seco 150 kVA, actualmente instalado, a base de cable THW cal. 3/0 AWG., conexiones tipo codo y terminales para 440 V. Incluye: Retiro de soportera, canalización, cableado sin recuperación de materiales y traslado a Almacén.	m.	3.00	<b>396.75</b>	1,190.25
3.04	Desconexión eléctrica, desmantelamiento y retiro de instalación eléctrica de alimentador de baja tensión de transformador de pedestal de 150 kVA., actualmente instalado, a base de cable THW cal. 3/0 MCM. Incluye: Retiro de soportera, charola, cableado sin recuperación de materiales y traslado a primera estación dentro de la unidad Centenario.	m.	3.00	<b>396.75</b>	1,190.25
3.05	Cable de cobre Calibre 2/0 MCM, con aislante THW a 75 Grados, 600 volts, marca Condux, hasta una altura máxima de 3.00 m. Incluye: materiales, mano de obra y herramienta.	m.	24.00	<b>130.23</b>	3,125.56
3.06	Cable de cobre Calibre 3/0 MCM, con aislante THW a 75 Grados, 600 volts, marca Condux, hasta una altura máxima de 3.00 m. Incluye: materiales, mano de obra y herramienta.	ml	24.00	<b>165.69</b>	3,976.55
3.07	Suministro e instalación de cable de cobre desnudo cal. 2 AWG., marca condux.	m.	10.00	<b>259.15</b>	2,591.53
3.08	Suministro e instalación de zapata de compresión bundy de cobre electrolítico, cal. 3/0 AWG, cal. YA25-41	pza	4.00	<b>211.03</b>	844.10
3.09	Maniobras de energizado y puesta en servicio, verificación de secuencia y regulación de voltaje de transformador de 150 kVA. Incluye: Materiales.	pza	1.00	<b>4,025.00</b>	4,025.00
3.10	Suministro de kit de materiales menores como tornillería, cinchos de plástico, cintas de aliar y materiales de limpieza.	pza	1.00	<b>2,777.25</b>	2,777.25
				<b>SUMA =</b>	<b>\$ 105,410.37</b>
				<b>INDIRECTO 15.0%</b>	<b>\$ 15,811.56</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 121,221.93</b>

NOTA: MATERIALES Y TRABAJOS NO CONSIDERADOS EN ESTE PRESUPUESTO SE COBRARAN POR SEPARADO.

ESPERANDO UNA PRONTA RESPUESTA DE SU PARTE, ME DESPIDO DE USTED.

ATENTAMENTE

DAVID ANTONIO AMADOR VEGA







Cuadros de Carga



CUADRO DE CARGAS

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES VALLEJO



AVE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A. DE C.V.  
 Ingeniería y Construcción Eléctrica, Instrumentación y Mantenimiento de Redes de Transmisión, Distribución y Potencia de Energía.

CTO.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POT. (KW)	POT. (KVA)	CORRIENTE (A)	WATTS POR FASES			I.P.C.	% N	LONG. (MTS.)	COND. AVG	PROT.
						A	B	C					
A.1	8	1	1050 W	1260 VA	35	0	0	811 A	1.53916	23	12	1 P 15 A	
A.2	7	1	978 W	1174 VA	32	0	0	770 A	0.99925	15	10	1 P 15 A	
A.3	15	1	1348 W	1618 VA	39	0	0	817 A	1.13356	31	15	1 P 15 A	
A.4	8	1	1050 W	1260 VA	31	0	0	811 A	0.84166	30	15	1 P 15 A	
A.5	8	1	1050 W	1260 VA	31	0	0	811 A	0.84166	30	15	1 P 15 A	
A.6	8	1	1050 W	1260 VA	31	0	0	811 A	0.84166	30	15	1 P 15 A	
A.7	8	1	1050 W	1260 VA	31	0	0	811 A	0.84166	30	15	1 P 15 A	
A.8	8	1	1050 W	1260 VA	31	0	0	811 A	0.84166	30	15	1 P 15 A	
A.9	8	1	1050 W	1260 VA	31	0	0	811 A	0.84166	30	15	1 P 15 A	
A.10	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.11	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.12	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.13	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.14	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.15	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.16	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.17	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.18	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.19	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.20	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.21	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.22	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.23	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.24	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.25	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.26	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.27	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.28	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.29	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.30	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.31	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.32	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.33	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.34	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.35	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.36	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.37	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.38	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.39	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.40	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.41	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
A.42	4	1	525 W	630 VA	15	0	0	405 A	0.42083	14	4	3 P 7.5 A	
TOTALES	79	48	13771 W	16529 VA	42	5	0	7139 A		71	39		

FECHA: 19 - NOVIEMBRE - 2009  
 I.P.C. - CORRIENTE POR CIRCUITO  
 %N - % DE CAIDA DE TENSION

DESCRIPCIÓN: CENTRO DE COMPUTO - CCH VALLEJO  
 UBICACIÓN: PLANTA BAJA  
 TABLERO: "A"

DESCRIPCIÓN: TABLERO "A"  
 UBICACIÓN: PLANTA BAJA

FECHA: 19-11-2009  
 DESCRIPCIÓN: CCH VALLEJO - CENTRO DE COMPUTO  
 UBICACIÓN: PLANTA BAJA

% DESK MAXIMO = 49%

Elaboro: David Antonio Amador Vega

CARGA DEL CIRCUITO ESTIMADA, NO SE LOGRO IDENTIFICAR



CUADRO DE CARGAS

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES VALLEJO



**AIC INGENIERIA S.A. DE C.V.**  
 Proyectos e Instalaciones Eléctricas Industriales en Industria y Bajo Tensión. Instalaciones, Repuestos, Mantenimiento, y Banca de Transformación, Estabilizadores y Planta de Emergencia.

CTO.	100 W	2 x 25 W	ALUMEN.	500 W	20 W	110 W	3000 W	WATTS POR FASES			I.P.C.	%	LONG. MTS.	COND. AVG	PROT.
								A	B	C					
RL 1	4							720 W	900 W	720 W	5.67 A	0.20579	7	10	I P 20 A
RL 3	5							720 W	720 W	720 W	5.67 A	0.73487	20	10	I P 20 A
RL 5	4							720 W	720 W	720 W	5.67 A	0.73487	25	10	I P 20 A
RL 7	4							720 W	720 W	720 W	5.67 A	0.73487	25	10	I P 20 A
RL 9	4							720 W	720 W	720 W	5.67 A	0.73487	25	10	I P 20 A
RL 11	4							720 W	720 W	720 W	5.67 A	0.82317	28	10	I P 20 A
RL 13	4							720 W	720 W	720 W	5.67 A	0.70557	24	10	I P 20 A
RL 15	4							20 W	20 W	20 W	0.16 A	0.01548	15	18	I P 15 A
RL 17								0 W	0 W	0 W	0.00 A	0			
RL 19								0 W	0 W	0 W	0.00 A	0			
RL 21								0 W	0 W	0 W	0.00 A	0			
RL 23								0 W	0 W	0 W	0.00 A	0			
RL 2	4							720 W	1440 W	720 W	5.67 A	0.58798	20	10	I P 20 A
RL 4	8							1440 W	1440 W	1440 W	11.34 A	2.05792	35	10	I P 20 A
RL 6	4							720 W	1440 W	720 W	5.67 A	0.26459	8	10	I P 20 A
RL 8	8							1440 W	1440 W	1440 W	11.34 A	1.46994	25	10	I P 20 A
RL 10	4							720 W	720 W	720 W	5.67 A	0.23519	8	10	I P 20 A
RL 12	4							720 W	720 W	720 W	5.67 A	0.23519	8	10	I P 20 A
RL 14	4							720 W	720 W	720 W	5.67 A	0.44098	15	10	I P 20 A
RL 16	4							20 W	20 W	20 W	0.16 A	0.01299	10	18	I P 15 A
RL 18								0 W	0 W	0 W	0.00 A	0			
RL 20								0 W	0 W	0 W	0.00 A	0			
RL 22								0 W	0 W	0 W	0.00 A	0			
RL 24								0 W	0 W	0 W	0.00 A	0			
<b>TOTALES</b>	<b>65</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5040 W</b>	<b>3820 W</b>	<b>2880 W</b>	<b>30.81 A</b>				

CARGA DEL CIRCUITO ESTIMADA, NO SE LOGRO IDENTIFICAR

% DESB. MAXIMO = 45%

FECHA: 19 - NOVIEMBRE - 2009  
 I.P.C. - CORRIENTE POR CIRCUITO  
 6% - % DE CAIDA DE TENSION

ESCUELA: CCH VALLEJO - CENTRO DE COMPUTO  
 UBICACION: TABLERO "B1"  
 PLANTA BAJA

19 - 11 - 2009

Val: 314.3 Volt 310.3 Volt 312.1  
 Volt 311.5 Volt 311.0 Volt 311.1  
 Volt 4.8 Volt 2.4 Volt 1.1







CUADRO DE CARGAS

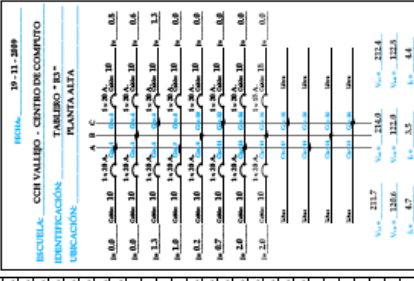
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES VALLEJO



**AIC INGENIERIA S.A. DE C.V.**  
 Proyectos e Instalaciones Eléctricas Industriales en Mediana y Pequeña Escala, Instalaciones Eléctricas y Flujo de Transformadores, Subestaciones y Plantas de Energía.

CTO.	100 W	2 x 20 W	1000 W	A.A.	A.L.	A.L.	20 W	100 W	WATTS POR FASES			I.P.C.	%	LONG. MTS.	COND. AVG	PROT.
									A	B	C					
RL.1	4								720 W			5.67 A	0.20579	7	10	1 P. 20 A
RL.3	4								720 W			5.67 A	0.58798	20	10	1 P. 20 A
RL.5	4								720 W			5.67 A	0.73497	25	10	1 P. 20 A
RL.7	4								720 W			5.67 A	0.73497	25	10	1 P. 20 A
RL.9	4								720 W			5.67 A	0.82317	28	10	1 P. 20 A
RL.11	4								720 W			5.67 A	0.20557	24	10	1 P. 20 A
RL.13	4								720 W			5.67 A	0.70144	15	18	1 P. 20 A
RL.15	4								0 W			0.00 A	0			
RL.17	4								0 W			0.00 A	0			
RL.19	4								0 W			0.00 A	0			
RL.21	4								0 W			0.00 A	0			
RL.23	4								720 W			5.67 A	0.58798	20	10	1 P. 20 A
RL.4	4								720 W			5.67 A	1.02896	35	10	1 P. 20 A
RL.6	4								720 W			5.67 A	0.73497	25	10	1 P. 20 A
RL.8	4								720 W			5.67 A	0.73497	25	10	1 P. 20 A
RL.10	4								720 W			5.67 A	0.73497	25	10	1 P. 20 A
RL.12	4								720 W			5.67 A	0.73497	25	10	1 P. 20 A
RL.14	4								720 W			5.67 A	0.73497	25	10	1 P. 20 A
RL.16	4								720 W			5.67 A	0.46703	15	18	1 P. 20 A
RL.18	4								0 W			0.00 A	0			
RL.20	4								0 W			0.00 A	0			
RL.22	4								0 W			0.00 A	0			
RL.24	4								0 W			0.00 A	0			
TOTALES	54	0	0	0	0	0	0	0	4520 W	4520 W	2880 W	30.24 A				

FECHA: 19 - NOVIEMBRE - 2009  
 I.P.C. - CORRIENTE POR CIRCUITO  
 0% - % DE CAIDA DE TENSION



% DESE. MAXIMO = 35 %

CARGA DEL CIRCUITO ESTIMADA, NO SE LOGRO IDENTIFICAR



CUADRO DE CARGAS

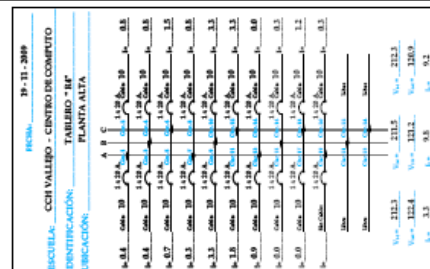
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES VALLEJO



AVE ELECTROINGENIERIA S.A. DE C.V.  
 Proyectos de Ingeniería, Mantenimiento, Operación y  
 Apoyos Técnicos - Fabricaciones, Reparaciones, Mantenimiento y Armas  
 de Transformadores, Subestaciones y Plantas de Energía

CTD.	OBRAS:	LEVANTAMIENTO ELECTRICO "CENTRO DE COMPUTO", CCH VALLEJO	UBICACION:	PLANTA ALTA	TABLERO:	"184" TENSION REGULADA	WATTS	WATTS POR FASES			I.P.C.	e %	LONJE MTS.	COND. AVG.	PROT.
								A	B	C					
RL 1	4	100 W	24.28 W	200 W	20 W	110 W	720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.52918	18	10	1 P 20.A	
RL 3	8	740 W	11.28 A	117.25			1480 W	720 W	720 W	11.28 A	1.1725	20	10	1 P 20.A	
RL 4	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	24	10	1 P 20.A	
RL 7	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	18	10	1 P 20.A	
RL 9	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	18	10	1 P 20.A	
RL 11	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	18	10	1 P 20.A	
RL 13	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	20	10	1 P 20.A	
RL 15	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	20	10	1 P 20.A	
RL 17	10	1800 W	14.12 A	1.4694			1800 W	1800 W	1800 W	14.12 A	1.4694	20	10	1 P 20.A	
RL 19		0 W	0.00 A	0			0 W	0 W	0 W	0.00 A	0	0		1 P 20.A	
RL 21		0 W	0.00 A	0			0 W	0 W	0 W	0.00 A	0	0		1 P 20.A	
RL 23	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	18	10	1 P 20.A	
RL 4	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	14	10	1 P 20.A	
RL 6	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	24	10	1 P 20.A	
RL 8	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	28	10	1 P 20.A	
RL 10	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	20	10	1 P 20.A	
RL 12	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	20	10	1 P 20.A	
RL 14	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	20	10	1 P 20.A	
RL 16	6	1080 W	8.50 A	0.97016			1080 W	1080 W	1080 W	8.50 A	0.97016	22	10	1 P 20.A	
RL 18	4	720 W	5.57 A	0.7957			720 W	720 W	720 W	5.57 A	0.7957	20	10	1 P 20.A	
RL 20	2	360 W	2.83 A	0.14659			360 W	360 W	360 W	2.83 A	0.14659	10	10	1 P 20.A	
RL 22		0 W	0.00 A	0			0 W	0 W	0 W	0.00 A	0	0		1 P 20.A	
RL 24		0 W	0.00 A	0			0 W	0 W	0 W	0.00 A	0	0		1 P 20.A	
TOTALES	86	0	0	0	0	0	15480 W	4680 W	5400 W	5400 W	40.83 A				

CARGA DEL CIRCUITO ESTIMADA, NO SE LOGRO IDENTIFICAR



% DESE. MAXIMO = 13 %





Y. Planos

