

41126
49

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN**

**ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA SELECCIÓN
DE TARIFAS Y SUBESTACIONES ELÉCTRICAS
INDUSTRIALES ÓPTIMAS**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO - ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
GUILLERMO GONZÁLEZ RAMÍREZ

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. ARTURO MORALES COLLANTES
SAN JUAN DE ARAGÓN, EDO. DE MÉXICO 2003**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1-A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

MIS PADRES:

Doy gracias a Dios, por mis padres que pusieron toda su esperanza en mí y me dieron todo su apoyo desinteresado a lo largo de mis estudios, sus consejos en todo momento, y Porque han sido mi mayor fuente de inspiración para salir adelante. gracias a su paciencia y dedicación.

A MI ESPOSA:

Doy gracias a Dios por darme la oportunidad de realizar este trabajo. El cual lo dedico con mucho cariño, amor y admiración a mi esposa: Araceli Méndez Sánchez que me ha brindado su cariño, comprensión y apoyo incondicional durante todo este proyecto.

A MIS HERMANOS Y AMIGOS:

Doy gracias a mis hermanos y amigos por el apoyo, los consejos, la convivencia y las experiencias que compartimos a lo largo de toda la carrera.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Prólogo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la actualidad la elección de una tarifa eléctrica es de primordial importancia para el sano desarrollo de una empresa o industria, ya que puede representar grandes ahorros o importantes desviaciones económicas.

Debido a la variedad de tarifas eléctricas existentes, es muy complejo afirmar si nos encontramos en la tarifa eléctrica óptima, ó si estamos por elegir la contratación de la mejor tarifa para una industria nueva o en funcionamiento.

Este trabajo pretende ofrecer una herramienta sencilla a los ingenieros diseñadores, para sugerir rápidamente la tarifa óptima a contratar o re-contratar. Adicionalmente presenta algunos arreglos típicos de subestaciones eléctricas y sus costos aproximados para la industria, manejando las opciones de intemperie o para espacios reducidos utilizando el sistema de encapsulamiento, con lo cual ofrecemos una solución completa para el cliente.

Esta solución integral partió de la creación de un programa de cómputo, que además de ser muy amigable para el usuario, le solicita a esté información que aparece en el recibo de cobro de la compañía suministradora, donde analiza y propone diversas alternativas, una vez capturados estos datos, el programa nos indicará los ahorros resultantes al cambiar de tarifa, y el tiempo de amortización por la inversión de una nueva subestación eléctrica.

Este trabajo de tesis se presenta en cinco capítulos.

En el capítulo 1 se refiere a los antecedentes nacionales, el presente y el futuro de la energía eléctrica utilizando los sistemas convencionales

En el capítulo 2 se describe el equipo principal de una subestación y se presentan alternativas de arreglos para subestaciones.

En el capítulo 3 se desarrolla el programa propuesto para el procesamiento de datos, la forma de captura de ellos y la entrega de información con resultados, proponiendo diagramas unifilares de subestaciones con su descripción de equipos y costo, además de mencionar la tarifa más adecuada y su ahorro en cada una de ellas.

En el capítulo 4 se presenta una propuesta de aplicación con los resultados obtenidos.

En el capítulo 5 se presentan las conclusiones obtenidas del desarrollo y aplicación del programa propuesto para este trabajo de tesis.

Finalmente se incluye la bibliografía consultada.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

Prólogo.....	3
--------------	---

Capítulo 1

Historia del sistema eléctrico nacional.....	7
El presente.....	10
Panorama nacional.....	11
Abasto.....	12
Generación.....	15
Transmisión y distribución.....	18
Ventas.....	20
Tarifas actuales y opciones de contratación.....	25

Capítulo 2

Descripción de las subestaciones y sus arreglos típicos.....	41
Tensiones de sistemas de distribución, subtransmisión y transmisión.....	55
Arreglos típicos de subestaciones.....	57

ÍNDICE

Capítulo 3

Descripción del programa.....	67
Costo de subestaciones tipo.....	73
Diagramas unifilares de subestaciones tipo.....	110
Ahorros por concepto de cambio de tarifas.....	122

Capítulo 4

Análisis técnico económico, ejemplos de aplicación:

Universidad Tecnológica, Unidad Atizapán.....	124
Ciudad Universitaria.....	126
Industrias Textiles Unidas.....	133

Capítulo 5

Conclusiones.....	137
-------------------	-----

Bibliografía

Bibliografía.....	140
-------------------	-----

Capítulo 1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

HISTORIA DEL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

En México, la generación de energía eléctrica se inició a finales del siglo XIX. En 1879 se instaló en León, Guanajuato la primera planta generadora del país, y se utilizó por la fábrica textil La Americana. En un principio la energía eléctrica se usó en la producción de las industrias textil y minera y, marginalmente, en la iluminación.

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

Durante el régimen de Porfirio Díaz, se otorgó al sector eléctrico el carácter de servicio público. En esta época se colocaron las primeras 40 lámparas "de arco" en la Plaza de la Constitución, del Zócalo del Distrito Federal, y lo siguió el alumbrado de la Alameda Central con 100 lámparas y más tarde la iluminación eléctrica de la Avenida Reforma y otras más del centro de la capital mexicana. Durante ese periodo el mercado eléctrico mexicano atrajo a compañías internacionales con gran experiencia y capacidad económica que constituyeron empresas como The Mexican Light and Power Company, de origen canadiense, que se instaló en la capital y se extendió en el centro del país.

Al comienzo del siglo XX, México contaba con una capacidad de 31 MW, propiedad de empresas privadas: para 1910 eran 50 MW de los cuales el 80% lo generaba The Mexican Light and Power Company, gracias al desarrollo en los años 1900-1905 del primer gran proyecto hidroeléctrico: la planta Necaxa, en el estado de Puebla. En este período comenzó el primer esfuerzo para ordenar la industria eléctrica con la creación de la Comisión Nacional para el Fomento y Control de la Industria de Generación y Fuerza, siendo después nombrada: Comisión Nacional de Fuerza Motriz. En la segunda década del siglo, llegó a México el consorcio The American and Foreign Power Company, que instaló 3 sistemas interconectados en el norte del territorio nacional. En el occidente del país se extendió otro consorcio de empresarios extranjeros que conformaron la Compañía Eléctrica de Chapala, siendo su centro de operaciones, Guadalajara.

Estas 2 compañías eléctricas junto con The Mexican Light and Power Company, adquirieron las concesiones e instalaciones de la mayor parte de las pequeñas empresas que funcionaban en los territorios de sus áreas de influencia, y extendieron sus redes de distribución a los mercados económicos más atractivos de las ciudades en que operaban.

Ante este monopolio de tres empresas, el 2 de diciembre de 1933 se decretó la creación de la Comisión Federal de Electricidad, considerándose por vez primera a la electricidad como una actividad de utilidad pública. Sin embargo, fue hasta cuatro años después, el 14 de agosto de 1937, cuando se inauguró y entró en operación la CFE. En ese momento la capacidad instalada en el país era de 629 MW, que en los primeros cinco años de la existencia de la CFE sólo aumentó a 681 MW, debido a que las empresas extranjeras suspendieron sus planes de expansión.

La CFE inició aumentando la capacidad de generación con el fin de sustentar el desarrollo del país; pero al no contar con redes de distribución, casi toda la energía que producía la entregaba en bloque a las grandes empresas monopólicas. En 1937 México tenía 18.3 millones de habitantes y tres empresas ofrecían el servicio de energía eléctrica con serias dificultades a siete millones de mexicanos, que representaban el 38% de la población. La oferta no satisfacía la demanda, las interrupciones en el servicio eran constantes y las tarifas muy costosas, situaciones que no permitían el desarrollo económico del país. También estas empresas se dedicaban principalmente a los mercados urbanos más reducidos sin contemplar en sus planes de expansión a las poblaciones rurales, donde habitaba el 67% de la población.

TESIS CON
FALLA DE CUBIEN

Como una respuesta a esta situación, el Gobierno de México decidió crear el 14 de agosto de 1937, la Comisión Federal de Electricidad, que en una primera etapa se dio a la tarea de construir plantas generadoras para satisfacer la demanda existente. Los primeros fundadores de la CFE, los ingenieros Carlos Ramírez Ulloa, Luis F. de Anda, Héctor Martínez D'Meza y Eduardo Nieto Palacios, comenzaron a cambiar el enfoque de la electrificación en México. En las regiones apartadas de las grandes ciudades, la electricidad se convirtió rápidamente en una fuente indispensable, pues se utilizaba para el bombeo de agua de riego, el arrastre y la molienda, pero sobre todo para el alumbrado público.

Los primeros proyectos de CFE se emprendieron en Teloloapan, Guerrero; Pátzcuaro, Michoacán; Suchiate y Xela en Oaxaca, Ures y Altar en Sonora. En 1938, la empresa tenía apenas una capacidad de 64 kW, que durante los ocho años posteriores aumentó hasta alcanzar los 45 mil 594 kW. Entonces, las empresas privadas dejaron de invertir y la empresa pública se vio obligada a generar energía para que éstas la revendieran. En 1960, de los 2,308 MW de capacidad instalada en el país, la CFE aportaba el 54%, la Mexican Light el 25%, la American and Foreign el 12% y el resto de las compañías el 9%. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de generación y electrificación, para estas fechas apenas el 44% de la población contaba con electricidad. Desde la creación de la CFE, la población aumento radicalmente en un 91% (34.9 millones de habitantes), acompañada por un vertiginoso desarrollo de la industria, la agricultura, entre otras actividades urbanas y rurales.

La situación del Sector Eléctrico Mexicano motivó al entonces Presidente Adolfo López Mateos a tomar la decisión de nacionalizar la industria eléctrica, y el 27 de septiembre de 1960, se adhirió al párrafo sexto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos lo siguiente "Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgaran concesiones a los particulares, y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines".

La nacionalización de la industria eléctrica respondió a la necesidad de integrar el Sistema Eléctrico Nacional, de extender la cobertura del suministro y de acelerar la industrialización del país. Para ello, el Estado mexicano adquirió los bienes e instalaciones de las compañías privadas que operaban con serias deficiencias por la falta de inversión de capital y por los problemas laborales que enfrentaban.

En 1961 el panorama era diferente. La capacidad total instalada en el país ascendía a 3,250 MW; la CFE vendía el 25% de la energía que producía y su participación en la propiedad de centrales generadoras de electricidad pasó de 0% en 1940 al 54%. En poco más de 20 años la CFE obtuvo su más importante logro: ser la entidad rectora en la generación de energía eléctrica.

En la década de los 60's la inversión pública se destinó en más del 50 % a obras de infraestructura, como parte de estos recursos se construyeron importantes centros generadores, entre ellos los de Infiernillo y Temascal. Posteriormente se instalaron plantas generadoras por el equivalente a 1.4 veces lo hecho hasta esta época, alcanzando a 1971 una capacidad instalada de 7,874 MW.

En la década de los 70's, se superó el reto de sostener el mismo ritmo de crecimiento al instalar entre 1970 y 1980 centrales generadoras por el equivalente a 1.6 veces lo hecho anteriormente, lo que implicó una capacidad instalada de 17,360 MW. En la década de los 80's el crecimiento fue menos espectacular principalmente por la disminución en la asignación de recursos. En 1991 la capacidad instalada ascendía a 26,797 MW. Actualmente, la capacidad instalada en el país es de 37,650.32 MW.

El desarrollo de la industria eléctrica en sus inicios propició la construcción y operación de varios sistemas aislados con diferentes características. Debido a la diversidad de normas técnicas, llegaron a existir cerca de 30 voltajes de distribución, 7 de alta tensión para líneas de transmisión y 2 frecuencias eléctricas de 50 y 60 hertz respectivamente.

TESIS CON
FALLA DE CRICEN

Estas condiciones limitaban el suministro de electricidad a todo el país, por lo que la CFE procedió a definir y unificar los criterios técnicos y económicos del Sistema Eléctrico Nacional. En primer lugar normalizó los voltajes de operación, con la finalidad de estandarizar los equipos, reducir sus costos y los tiempos de fabricación, almacenaje e inventariado.

Después, en 1962 inició la integración de los sistemas de transmisión, comenzando con el Sistema de Operación Noroeste y el Sistema de Operación Noreste. En 1967 concluyó la integración de los Sistemas de Operación Norte, Oriental, Occidental y Central. Ese mismo año se logró la primera interconexión de los sistemas Oriente y Occidental en uno solo denominado ORIOC. En la década de los 70's todos los sistemas estaban interconectados, excepto los sistemas de las penínsulas de Baja California y de Yucatán. Este último se incorporó al Sistema Interconectado Nacional en 1990.

Paralelamente a la normalización de voltajes y a la interconexión del sistema eléctrico, en 1976 se logró unificar la frecuencia eléctrica de 60 hertz en todo el país. Esta acción de gran trascendencia no fue fácil debido a obstáculos técnicos, sociales y sindicales para convertir o cambiar el equipamiento eléctrico de los productores de electricidad y de los consumidores que operaban con 50 hertz.

Este proyecto era la unificación del sistema más grande del mundo, por lo que se programó realizarlo en un periodo de ocho años para lograr la unicidad de la frecuencia eléctrica en todo el país. Sin embargo, gracias a los aciertos técnicos y de organización, la meta se alcanzó en tan sólo cinco años, en los que se visitaron 2'434,810 consumidores para adaptar sus equipos electrodomésticos a la nueva frecuencia de 60 hertz; se convirtieron 32 centrales generadoras, con 87 unidades; y se ajustaron 41 subestaciones.

El sistema de distribución se ha venido desarrollando desde cero en 1937, hasta el día de hoy se cuenta con 1,371 subestaciones con 33,078 MVA de capacidad; 5,858 circuitos de distribución con una longitud de 333,295 kilómetros; 809,005 transformadores de distribución con una capacidad de 26,671 MVA; 221,079 kilómetros de líneas secundarias de baja tensión y 488,132 kilómetros de acometidas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EL PRESENTE

Se estima que el crecimiento en el consumo mundial de energía eléctrica crecerá a una tasa media anual de 2.7% para los próximos 20 años. Las demandas en los países industrializados registrarán aumentos del orden del 1.5%, como resultado de un bajo crecimiento de la población, avances tecnológicos, programas de ahorro de energía, eficiencia en su uso y una reorientación económica hacia el desarrollo de actividades que generan un mayor valor agregado y con usos poco intensivos de energía.

Los países en vías de desarrollo obtendrán tasas mayores de crecimiento en su demanda de energía eléctrica, del orden del 4.2%, debido a que se encuentran en una fase de desarrollo económico e industrial caracterizado por un crecimiento poblacional importante.

En México como en el resto del mundo, consideraciones tales como la disponibilidad, la confiabilidad en el suministro, la volatilidad de los precios y el impacto sobre el medio ambiente, juegan un papel importante en la selección de fuentes de energía para la generación de electricidad. Actualmente, el energético más utilizado para la generación eléctrica mundial, es el carbón, el cual aporta el 34.1% del consumo total de electricidad.

La segunda fuente de energía más importante para la generación eléctrica es la renovable, fundamentalmente la hidroeléctrica, que representa el 20.2% del suministro mundial de electricidad; sin embargo, en países desarrollados su crecimiento puede estar limitado en virtud de que los mejores aprovechamientos ya están desarrollados. El gas natural ha cobrado una importancia sin precedente en la última década, debido en parte al desarrollo tecnológico de las centrales de ciclo combinado, con eficiencias térmicas de conversión que superan considerablemente a las tecnologías convencionales. El petróleo representa alrededor del 10% del total de energéticos utilizados para la generación mundial de energía eléctrica. La participación de la energía nuclear en el mercado global de generación eléctrica se reducirá de 17 a 12% en el periodo 1999-2020. Entre los factores que influirán en la declinación de este energético, están los elevados costos de construcción de las centrales nucleares, los altos costos de desarmar la planta y disponer de sus componentes de una forma segura.

La reestructuración de los sistemas energéticos es un fenómeno mundial reciente, estas tendencias energéticas consideran la globalización y desregulación de mercados, la consolidación corporativa y la convergencia de líneas de negocio, así como la comercialización de infraestructura, teniendo mayor énfasis en reformar los sectores eléctricos tradicionales, a fin de promover una reducción de costos y mejorar la calidad del servicio. La reestructuración ha sido alentada por el desarrollo de nuevas tecnologías que han elevado la eficiencia de las centrales termoeléctricas que consumen gas natural, que ha pasado de 37 a 60%; y, por otra parte, la capacidad instalada necesaria para la obtención de estas eficiencias ha disminuido de 1 000 a 200 MW.

El desarrollo tecnológico que ha tenido el mundo, aunado a la protección ambiental, son factores que han impulsado estrategias concretas para el aprovechamiento de las oportunidades de ahorro de energía y de utilización de energía renovable como una opción viable para incrementar la oferta y controlar la demanda de energía.

El concepto de ahorro de energía por el lado de la demanda se ha situado como una alternativa viable para racionalizar el consumo de energía y balancear la demanda con la oferta. Asimismo, la utilización de energía renovable ha registrado significativos incrementos en el plano internacional. A su vez, la tecnología relacionada a la generación de electricidad por procesos fotovoltaicos ha reducido su costo unitario de potencia en más de 20 veces desde 1973. El calentamiento de agua con energía solar con colectores solares planos, desde 1993, tiene un crecimiento de 14.8% anual a nivel mundial.

La preocupación por el medio ambiente seguirá en aumento, lo que se traducirá en normas cada vez más estrictas para la producción de energéticos que demandarán la utilización de tecnologías más limpias y productos de bajo impacto sobre el medio ambiente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PANORAMA NACIONAL

El desarrollo de México está ligado de manera importante al desarrollo de su sector energético. No sólo por su importancia económica y su bienestar social, sino también por su gran valor histórico en la consolidación de la soberanía y la integración como Nación.

El sector energético es de suma importancia en la economía nacional, debido a que aporta 3% del Producto Interno Bruto (PIB), el 8% del valor de las exportaciones totales y el 37% de los ingresos fiscales; asimismo, otorga cobertura eléctrica al 94.7% de la población y es el destino del 56.5% de la inversión total del sector público, incluyendo los Proyectos de Infraestructura Productiva de Largo Plazo con Registro Diferido en el Gasto (PIDIREGAS).

En la economía mundial, México estará consolidado como una potencia económica comercial en el siglo XXI y es precisamente en el sector energético donde se encuentran algunas de sus principales ventajas comparativas, entre las que destacan el 9° lugar en reservas petroleras, el 5° en producción de petróleo-empresa, el 9° en producción de gas natural y el 6° en producción de electricidad como empresa, según el World Economic Forum. La participación de la energía importada en la oferta total pasó de 4.4 a 8.2% entre 1995 y 2000, lo que presentó un incremento de 122% en las importaciones de energía en estos años. Lo que resume que en el caso de no ampliar oportunamente la infraestructura de transformación del sector en los próximos años, esta tendencia seguirá incrementándose.

Demanda de energía

Durante el año 2000, la demanda total de energía primaria, incluyendo el consumo nacional y las exportaciones, alcanzó 10,476 PJ (4.8 MMbped), y aumentó 22% respecto a 1995. La tasa media de crecimiento anual fue de 4.1% durante el periodo 1995-2000. La demanda para el año 2000 se distribuyó de la siguiente manera: 37% a exportación, 15% al sector transporte, 13% a la industria, 8% para los sectores residencial, comercial y público, 8% por ciento en el sector energético, 2% de consumo no energético, 1% en el sector agropecuario y 16% en otros usos.

En el año 2000 el consumo nacional total de energía primaria, y secundaria, alcanzó 6,368 PJ (2.9 MMbped), valor superior en 16.1% respecto a 1995. Para ese mismo año, la estructura del consumo nacional de energía primaria se conformó por 80.6% de hidrocarburos, 8.8% de electricidad, 6.1% de biomasa y 4.6% de carbón. La tasa media de crecimiento del consumo nacional de energía para el periodo 1995-2000 fue de 3%.

El consumo final de energía total ascendió a 3,801 PJ (1.7 MMbped) en 2000, y creció 6.7% respecto a 1995. La tasa media de crecimiento anual fue 1.3% durante el periodo 1995-2000. El sector transporte es el principal consumidor de energía en el país, 42% del consumo final energético en el 2000. Sus requerimientos de energía crecieron a un ritmo de 2.9% anual en el periodo 1995-2000. Por su parte, la industria participó con 32% y su consumo disminuyó a una razón de 0.3%. El sector residencial, comercial y público contribuyó con 22% y su crecimiento medio fue de 0.5%. El sector agropecuario representó 3% y su consumo aumentó en 4.3% en promedio anual.

Consumo per cápita de energía

El consumo de energía per cápita tuvo una tasa media de crecimiento anual de 1.4% en los últimos seis años, este comportamiento se debió a que, entre 1995 y 2000, el consumo nacional total de energía creció 16%, mientras que la población creció 6.9% en el mismo periodo. En el último año del periodo se ubicó en 64.4 Gigajoules (0.03 barriles de petróleo equivalentes diarios bped) por habitante.

ABASTO

El sector eléctrico nacional debe tender hacia una modernización que le permita ofrecer un suministro acorde con las especificaciones técnicas más estrictas, ofreciendo al mismo tiempo una gama de servicios integrales diseñados para satisfacer las necesidades de los distintos tipos de usuarios. El acceso al servicio público de electricidad ha crecido significativamente durante las últimas dos décadas, a tal grado que a fines del año 2000 alcanzó el 94.7% de la población nacional conectada a la red eléctrica, siendo éste uno de los niveles de cobertura más altos en Latinoamérica.

En los últimos 10 años, la tasa de crecimiento de la demanda por energía eléctrica en México (5.2%), ha sido mayor que la tasa de crecimiento del PIB (3.5%) y en la próxima década se mantendrá esta tendencia en virtud de que el país se encuentra en una fase de desarrollo económico e industrial caracterizado por un crecimiento poblacional importante, con preponderancia de sectores industriales con uso intensivo de energía, como lo son el minero y acero.

Por otro lado, las ventas de energía del subsector eléctrico en el 2000 ascendieron a 155,348 GWh, de las cuales el 60.3% fueron destinadas al sector industrial, 23.3% al residencial, 7.5% al comercial, 5.1% al agrícola y 3.8% al de servicios. El total de usuarios atendidos en el servicio público de energía eléctrica alcanzó casi los 24 millones, dentro de los que el sector industrial representó únicamente 0.5%, aunque su demanda participó con 60.3%. Por su parte, el número de usuarios residenciales equivale a 88.1% del total, y su consumo ocupó 23.3% de la demanda nacional. A finales del 2000, se contó con 172 plantas de generación en el sistema eléctrico nacional, de las cuales 152 son de CFE, 19 de LFC y 1 de productor independiente.

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) requerirá de 27,357 MW para los próximos diez años, de los cuales 10,854 MW se encuentran en proceso de construcción y 16,503 MW se obtendrán de proyectos de capacidad adicional aún no proyectada. Se espera la adición de 4,862 MW de proyectos de generación privada, lo que representa una capacidad adicional instalada de generación total de 32,219 MW.

Desde 1905, México realiza intercambio de electricidad con los Estados Unidos de América estos, en un principio, se destinaron a cubrir requerimientos de pequeñas poblaciones alejadas de las fuentes de generación; por esta razón, los puntos de interconexión son débiles, pues inicialmente fueron previstos para cubrir requerimientos de clientes aislados y no para cubrir la demanda eléctrica de la región. Las exportaciones de CFE para el 2000 alcanzaron un volumen de 195 GWh, de las cuales 127 GWh se efectuaron a Belice y 68 GWh a Estados Unidos de América. En lo referente a importaciones, estas ascendieron a 1,069 GWh, correspondiendo 927 GWh al Sistema de Baja California, 129 GWh al Sistema Norte, 9 GWh al Sistema Noreste y 4 GWh al Noroeste.

Energías renovables y ahorro de energía

En México, a finales de la década de los ochenta, las políticas energéticas se concentraron, en la expansión de la oferta de energía y en el desarrollo de los recursos humanos e institucionales para llevar adelante estas políticas. Sin embargo, los altos índices de consumo de energía, más el hecho de que este consumo tuviese como principal insumo al petróleo, dieron como resultado que en 1989 se creara la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) y en 1990 con la del Fideicomiso de Apoyo a los Programas de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (FIDE).

Cabe señalar que el Programa de Electrificación Rural para ampliar el abasto de electricidad en zonas rurales marginadas con fuerte presencia indígena, puede constituirse en una fuente de demanda para el desarrollo de energías renovables, en particular aquellas de base fotovoltaicas. Si se toma en cuenta que de las 1,200 comunidades indígenas que serían consideradas prioritariamente en el programa, alrededor de 860 podrían ser electrificadas con módulos fotovoltaicos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En las últimas tres décadas diversas organizaciones, públicas y privadas, han tenido proyectos de aprovechamiento de la energía renovable; sobresaliendo las siguientes:

- El programa de aprovechamiento de energía geotérmica de CFE para la generación de energía eléctrica (855 MW instalados y operando)
- La instalación y operación por parte de CFE de 1.7 MW de capacidad de generación de electricidad a partir de viento en La Ventosa y Guerrero Negro
- El programa nacional de electrificación rural con energía solar fotovoltaica que ha permitido la instalación de más de 50,000 sistemas, y
- La operación de dos plantas piloto con sistemas híbridos (eólico-solar-diesel) en Baja California Sur (San Juanico y Puerto Alcatraz)

Por otro lado, a lo largo de la última década la CONAE, el FIDE, Comisión Federal de Electricidad, Luz y Fuerza del Centro y Petróleos Mexicanos, apoyados en institutos nacionales de investigación y con una amplia participación del sector privado y social, han instrumentado y llevado adelante diversos programas y acciones para el ahorro y uso eficiente de la energía. De estas acciones sobresalen, por su impacto o cobertura nacional, las siguientes:

- Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) de eficiencia energética
- El horario de verano
- El programa para el ahorro de energía en iluminación doméstica (LUMEX)
- Los programas regionales de aislamiento térmico de vivienda y sustitución de equipos de aire acondicionado, entre otros
- El programa de incentivos para la adquisición de equipos eléctricos
- El conjunto de proyectos demostrativos y de asistencia técnica
- El programa de ahorro de energía en inmuebles de la Administración Pública Federal
- La campaña de ahorro de energía de Petróleos Mexicanos
- El programa de eficiencia de sistemas de bombeo de agua, y
- El programa Sello FIDE

Los resultados de estas acciones son evidentes en la economía nacional ya que, nada más entre 1996 y el año 2000, se evitó, sin reducir los beneficios de la energía, el consumo de más de 35,000 GWh, además de ahorrarse la instalación de cerca de 2,500 MW. En este sentido, la información oportuna y veraz a los usuarios sobre sus alternativas para obtener los beneficios del uso eficiente de la energía; la obligación a quienes diseñan y fabrican equipos y sistemas que utilizan energía, para que éstos tengan eficiencias a los más altos niveles que permite la tecnología; la existencia de incentivos económicos para la adquisición e instalación de equipos y sistemas que permitan un uso más eficiente de la energía y el aprovechamiento de la energía renovable; y, en general, el desarrollo de aptitudes y actitudes que hagan de México un país cuidadoso de sus recursos energéticos, elementos clave para seguir aprovechando estas grandes oportunidades.

Uso de la energía nuclear en México

La Comisión Nacional de Seguridad de Energía Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) establece y vigila la aplicación de normas y reglamentos de seguridad nuclear, radiológica y física; las salvaguardias para el funcionamiento de instalaciones nucleares y radiactivas así como el uso, manejo, transporte y posesión del material nuclear y radiactivo, con el fin de asegurar que el manejo de materiales nucleares, radiactivos y fuentes de radiación se lleven a cabo con la máxima seguridad de los usuarios directos y del público en general.

Las instalaciones nucleares, los usuarios de material radiactivo, aceleradores de partículas cargadas y aparatos de rayos x de uso industrial, los operadores y prestadores de servicio de estos equipos y las empresas que dan servicio a la Central Laguna Verde, están supeditados a la autoridad y orientación de esta Comisión por la importancia de las actividades que allí se llevan a cabo. En uso de sus facultades, la CNSNS tiene registrados a la fecha 1 700 titulares de licencias, autorizaciones y permisos para utilizar material radiactivo, siendo los principales en medicina e industria.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México cuenta actualmente con cuatro instalaciones nucleares en operación: la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CNLV), el reactor de investigación TRIGA MARK-III en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y dos ensambles subcríticos en la Universidades Autónoma de Zacatecas y en el Instituto Politécnico Nacional.

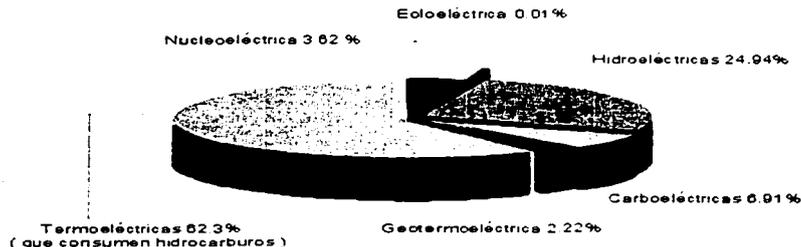
La CNLV, cuya capacidad efectiva de generación al año 2000 es de 1,365 MW está integrada por dos unidades de generación, opera en Carga Base con factores de capacidad de 90 por ciento y contribuye a la generación de energía en el sistema eléctrico nacional, de manera confiable y segura. Actualmente está certificada con los estándares de calidad ISO 9001 e ISO 14001.

Aún cuando la autoridad reguladora nacional tiene una reconocida competencia técnica, es necesario que cumpla en su totalidad con las recomendaciones de los organismos internacionales nucleares en materia de autonomía e independencia con respecto a las entidades promotoras de la energía nuclear. El incremento de usuarios relacionados con las aplicaciones no energéticas y los nuevos desarrollos tecnológicos comprometen al sector a realizar esfuerzos para mantener la capacidad técnica y humana de respuesta.

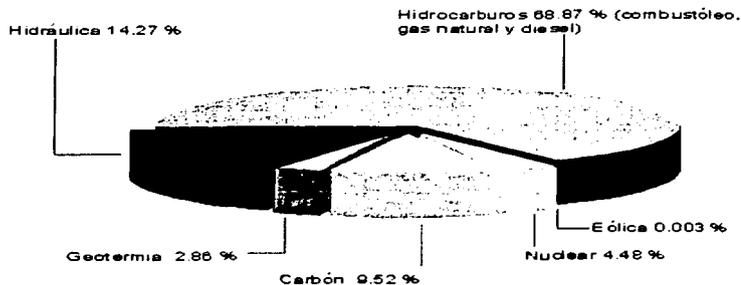
GENERACIÓN

La generación de energía eléctrica en México, se realiza por medio de las tecnologías disponibles en la actualidad, centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, eólicas y nuclear. Al finalizar el año del 2001 la CFE, incluyendo productores externos de energía, cuenta con una capacidad efectiva instalada para generar energía eléctrica de 37,650.32 megawatts (MW), de los cuales 9,389.82 MW son de hidroeléctricas, 23,455.54 MW corresponden a las termoeléctricas que consumen hidrocarburos, 2,600.00 MW a carboeléctricas; 837.90 MW a geotermoeeléctricas, 1,364.88 MW a la nucleoeeléctrica y 2.18 MW a la eoleoeléctrica.

Capacidad efectiva instalada de generación



Generación por fuente



Desarrollo de la capacidad instalada y de la generación

A lo largo de los años, la generación ha aumentado para cumplir el objetivo fundamental de la CFE, que es avanzar para atender todas las necesidades de energía eléctrica de la población, de la industria, la agricultura, el comercio y los servicios en México.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000*	2000**	a Diciembre 2001*	a Diciembre 2001**
Capacidad (MW)	32,166	33,920	33,944	34,384	34,839	35,385	35,869	36,195	37,650
Generación (TWh)	140.82	149.97	159.83	168.98	179.07	189.99	191.20	190.88	194.92

* No incluye productores externos de energía

** Incluye 4 centrales de productores externos de energía con una capacidad total de 1,455.43 MW, las cuales se incluyen en el apartado de centrales generadoras.

En el proceso termoeléctrico existe una clasificación de tipos de generación de acuerdo a la tecnología utilizada para hacer girar los generadores eléctricos, denominándoseles como sigue:

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

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

- Ciclo combinado

Otra clasificación de las centrales termoeléctricas corresponde al combustible primario para la producción de vapor, según:

- Vapor (combustóleo, gas y diesel)
- Carboeléctrica (carbón)
- Dual (combustóleo y carbón)
- Geotermoelectrica (vapor extraído del subsuelo)
- Núcleoeléctrica (uranio enriquecido)

En el año 2001, la capacidad efectiva instalada y la generación de cada una de estos tipos de generación termoeléctrica, es la siguiente:

Tipo	Capacidad en MW	Generación GWh
Vapor	14,058.50	89,773
Dual	2,100.00	14,109
Carboeléctrica	2,600.00	18,567
Ciclo combinado *	5,188.35	24,825
Geotermoelectrica	837.90	5,567
Turbogas	2,006.68	5,066
Combustión interna	102.01	467
Núcleoelectrica	1,364.88	8,726
Total	28,258.32	167,101

* Incluye productores externos de energía (centrales ciclo combinado Mérida III, Hermosillo, Saltillo y Tuxpan II)

TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

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

Transmisión

La red de transmisión considera los niveles de tensión de 400, 230, 161 y 150 kilovolts (kV). Al finalizar diciembre del año 2001 esta red alcanzó una longitud de 36,848 Km

Longitud de líneas de transmisión (km)

Nivel de tensión (kV)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
400	10,623	10,979	11,337	11,908	12,249	12,399	13,165	13,695
230	18,217	18,532	18,878	19,374	20,292	21,224	21,598	22,645
161	427	456	456	456	456	456	508	508
150	765	445	445	66	66	0	0	0
Total	30,033	30,412	31,116	31,804	33,063	34,079	35,271	36,848

Transformación

La transformación es el proceso que permite, utilizando subestaciones eléctricas, cambiar las características de la electricidad (voltaje y corriente) para facilitar su transmisión y distribución. Esta ha crecido en paralelo al desarrollo de la red de transmisión y distribución, contando a finales de diciembre del año 2001 con 146,634 MVA, de los cuales el 77.44% corresponde a subestaciones de transmisión y el restante 22.56% a subestaciones de distribución

Capacidad en subestaciones (MVA)

Tipo de Subestación	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Transmisión	88,072	89,006	90,953	94,519	98,462	104,543	107,846	113,556
Distribución	25,165	25,695	26,220	27,117	28,241	29,866	31,673	33,078
Total	113,237	114,701	117,173	121,636	126,703	134,409	139,519	146,634

*Cifras al final del 2001

*MVA = millones de volt-amperes

Distribución

La red de distribución la constituyen las líneas de subtransmisión con niveles de tensión de 138, 115, 85 y 69 kilovolts (kV); así como, las de distribución en niveles de 34.5, 23, 13.8, 6.6, 4.16 y 2.4 kV. Al 31 de diciembre del año 2001, la longitud de estas líneas fue de 40,795 km y 554,375 km, respectivamente.

Longitud de líneas de distribución (km)

Nivel de tensión (kV)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001*
Subtransmisión								
138	1,156	1,215	1,171	1,171	1,176	1,018	1,029	1,051
115	30,910	31,336	30,344	30,920	32,308	34,151	34,972	36,199
85	234	215	220	185	185	185	186	186
69	3,567	3,496	3,566	3,487	3,459	3,490	3,441	3,360
Subtotal	35,867	36,262	35,301	35,763	37,128	38,844	39,627	40,795
Distribución								
34.5	52,508	55,600	54,897	55,638	57,135	58,996	60,300	61,756
23	19,510	19,928	20,505	22,056	22,765	23,323	23,756	24,663
13.8	198,609	200,988	211,533	219,253	226,922	233,232	239,748	246,304
6.6*	771	716	683	688	600	587	582	572
Baja tensión	190,507	194,317	196,960	205,902	208,765	211,969	215,369	221,079
Subtotal	461,905	471,549	484,578	503,537	516,187	528,107	539,755	554,375
Total de líneas de distribución	497,772	507,811	519,879	539,300	553,315	566,951	579,382	595,170
Total CFE	527,805	538,223	550,995	571,104	586,378	601,030	614,653	632,018

*Cifras al final del 2001

*Incluye tensiones de 4.16 y 2.4 kV

Uno de los propósitos fundamentales que se fijó el gobierno de México al crear la Comisión Federal de Electricidad en 1937, fue extender el servicio eléctrico a las poblaciones del área rural. En un principio, los esfuerzos y recursos económicos se destinaron principalmente a la construcción de plantas generadoras y a la electrificación de comunidades cercanas a estas.

Grado de electrificación

Actualmente se atiende a más de 116,840 localidades, de las cuales 113,676 son rurales y 3,164 urbanas. Aún cuando el servicio de energía eléctrica llega al 95.42% de la población, quedan por electrificar 81,470 localidades con un número reducido de habitantes clasificados por su nivel de población, 3,527 localidades de 100 a 2499 habitantes y 77,943 localidades con una población menor a 100 habitantes.

Módulos solares

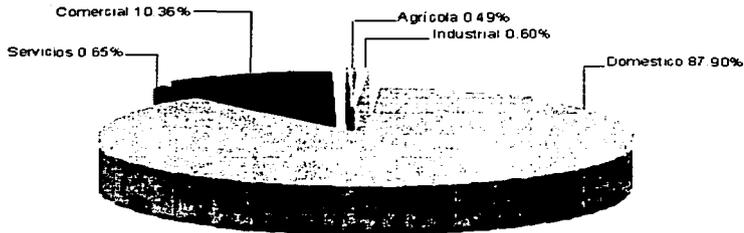
La fuente de energía más recurrente en el territorio nacional es la solar. En los últimos diez años se han instalado 52,169 pequeños módulos solares para el mismo número de viviendas. Esta será la tecnología de mayor aplicación en el futuro para las poblaciones pendientes de electrificación en el medio rural.

VENTAS

Cientes

Comisión Federal de Electricidad proporciona servicio de energía eléctrica a 19.53 millones de clientes, los cuales durante los últimos seis años han mostrado una tasa de crecimiento medio anual de casi 4.3%.

Cientes por sector (%)

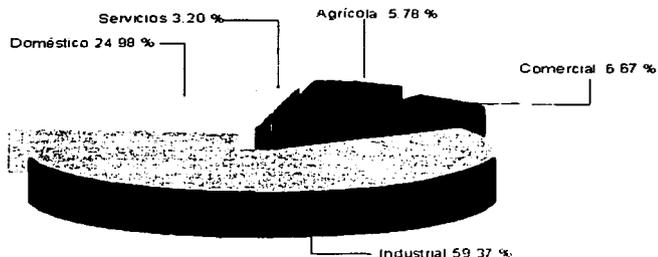


Volumen de ventas

En cuanto al volumen de ventas totales, el 76.89% lo constituyen las ventas directas al público, el 22.95% se suministra a Luz y Fuerza del Centro y el 0.16% restante se exporta.

Si bien el sector doméstico agrupa más del 88% de los clientes, sus ventas representan menos de la cuarta parte de las ventas directas al público. Una situación inversa se presenta en el sector industrial, donde menos del 1% de los clientes representa más de la mitad de las ventas.

Ventas directas al público, por sector (GWh)



Clientes y ventas por entidad federativa

ESTADOS	CLIENTES VENTAS	
	miles	GWh
Aguascalientes	267	1,739
Baja California	762	7,769
Baja California Sur	135	1,103
Campeche	166	692
Coahuila	655	8,698
Colima	174	1,130
Chiapas	816	1,646
Chihuahua	876	7,609
Distrito Federal (**)	2,530	13,639
Durango	363	2,273
Guanajuato	1,192	6,645
Guerrero	645	2,172
Higalco(**)	529	3,182
Jalisco	1,784	9,286
Edo. de México(**)	2,592	15,099
Michoacán	1,125	5,969

ESTADOS	CLIENTES	VENTAS
	miles	GWh
Morelos(**)	429	1,931
Nayarit	280	782
Nuevo León	1,051	13,978
Oaxaca	811	1,893
Puebla(**)	1,134	5,890
Querétaro	350	3,121
Quintana Roo	245	2,025
San Luis Potosí	584	4,052
Sinaloa	670	3,711
Sonora	654	7,978
Tabasco	432	1,933
Tamaulipas	843	7,176
Tlaxcala	238	1,415
Veracruz	1,651	8,798
Yucatán	481	2,154
Zacatecas	386	1,719
Total**	24,851	157,204

*Atendidos por Luz y Fuerza del Centro

**Atendidos por Comisión Federal de Electricidad y por Luz y Fuerza del Centro

Esta empresa genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para 19.53 millones de clientes, lo que representa casi 80 millones de mexicanos.

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD**Número de usuarios con servicio eléctrico por tarifa**

Tarifa	Clase de servicio	1998	1999	2000
1	Servicio domestico	7,204,139	7,481,421	7,819,679
1A	Servicio domestico	1,566,445	1,561,900	1,624,526
1B	Servicio domestico	3,524,698	3,705,847	3,874,782
1C	Servicio domestico	1,593,145	1,459,832	1,486,540
1D	Servicio domestico	441,295	683,296	750,468
1E	Servicio domestico	815,264	861,247	892,846
2	General hasta 25 kW de demanda	1,731,731	1,791,580	1,896,681
3	General para mas de 25kW de demanda	7,438	7,241	7,172
5	Alumbrado publico	5,941	6,068	6,549
5A	Alumbrado publico	78,194	84,287	90,324
6	Bombeo de aguas potables o negras, servicio publico	21,135	21,928	22,716
7	Temporal	9,444	11,663	8,956
9	Riego agricola	25,546	26,679	26,951
9M	Riego agricola media tension	61,688	63,817	65,319
OM	General media tension <100kW	81,509	84,552	87,743
HM	General media tension >100kW	5,169	11,210	18,313
HS	Gral alta tension nivel subtransmision	209	227	241
HS-L	Gral alta tension nivel subtransmision, larga duracion	180	194	213
HT	General alta tension nivel transmision	14	17	16
HT-L	General alta tension nivel transmision, larga duracion	24	25	25
Total		17,173,208	17,863,061	18,682,052

Venta de energia electrica por tarifa (MWh)

Tarifa	Clase de servicio	1998	1999	2000
1	Servicio domestico	8,795,593	9,373,322	10,194,127
1A	Servicio domestico	2,101,846	2,123,215	2,281,002
1B	Servicio domestico	6,805,639	7,169,956	7,871,390
1C	Servicio domestico	3,518,576	3,129,900	3,164,877
1D	Servicio domestico	1,284,476	1,942,890	2,378,535
1E	Servicio domestico	3,234,022	3,495,252	3,821,404
2	General hasta 25 Kw de demanda	6,513,720	6,925,207	7,525,170
3	General para mas de 25kW de demanda	547,814	534,352	523,401
5	Alumbrado publico	248,591	263,115	269,280
5A	Alumbrado publico	2,241,092	2,350,840	2,543,716
6	Bombeo de aguas potables o negras, servicio publico	1,129,957	1,119,105	1,134,078
7	Temporal	15,523	17,149	15,738
9	Riego agricola	238,947	241,187	218,643
9M	Riego agricola media tension	7,409,009	7,669,075	7,595,553
OM	General media tension <100kW	15,598,448	12,854,069	10,738,143
HM	General media tension >100kW	18,344,120	23,612,470	28,684,195
HS	Gral alta tension nivel subtransmision	5,549,371	5,649,240	5,794,258
HS-L	Gral alta tension nivel subtransmision, larga duracion	13,488,211	14,166,396	15,527,405
HT	General alta tension nivel transmision	450,138	1,090,631	1,402,641
HT-L	General alta tension nivel transmision, larga duracion	13,194,938	13,706,395	14,243,614
Total		110,710,029	117,433,766	125,927,174

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Luz y Fuerza del Centro
Numero de usuarios con servicio eléctrico por tarifa

Tarifa	Clase de servicio	1998	1999	2000	2001
1	Servicio domestico	4.417.090	4.482.316	4.664.306	4.695.208
1A	Servicio domestico	0	0	0	0
1B	Servicio domestico	0	0	0	0
1C	Servicio domestico	0	0	0	0
1D	Servicio domestico	0	0	0	0
1E	Servicio domestico	0	0	0	0
2	General hasta 25 kW de demanda	537.293	543.239	572.217	575.972
3	General para mas de 25kW de demanda	13.043	13.460	14.411	15.386
5	Alumbrado publico	320	333	367	461
5A	Alumbrado publico	146	147	147	148
6	Bombeo de aguas potables o negras, servicio publico	2.734	2.810	2.907	2.917
7	Temporal	0	0	0	0
9	Riego agricola	1.064	1.051	1.047	1.067
9M	Riego agricola media tension	345	358	370	396
OM	General media tension <100kW	7.248	6.286	5.253	5.157
HM	General media tension >100kW	2.133	3.842	6.567	7.586
HS	Gral alta tension nivel subtransmision	18	18	19	19
HS-L	Gral Alta Tension Nivel Subtransmision, larga duracion	12	12	12	12
HT	General alta tension nivel transmision	3	3	4	4
HT-L	General alta tension nivel transmision, larga duracion	1	1	1	1
Total		4,981,450	5,053,876	5,267,628	5,304,344

Venta de energia eléctrica por tarifa (GWh)

Tarifa	Clase de servicio	1998	1999	2000	2001
1	Servicio domestico	6.086	6.326	6.389	6.554
1A	Servicio domestico	0	0	0	0
1B	Servicio domestico	0	0	0	0
1C	Servicio domestico	0	0	0	0
1D	Servicio domestico	0	0	0	0
1E	Servicio domestico	0	0	0	0
2	General hasta 25 kW de demanda	1.987	2.050	2.046	2.134
3	General para más de 25kW de demanda	1.489	1.497	1.515	1.570
5	Alumbrado publico	561	586	578	644
5A	Alumbrado publico	85	107	108	140
6	Bombeo de aguas potables o negras, servicio publico	954	1.047	1.005	1.032
7	Temporal	2	1	1	1
9	Riego agricola	39	41	44	45
9M	Riego agricola media tension	43	39	40	42
OM	General media tension <100kW	2.578	1.657	1.610	1.094
HM	General media tension >100kW	10.180	12.161	12.258	12.877
HS	Gral alta tension nivel subtransmision	1.290	1.310	1.323	1.340
HS-L	Gral. alta tension nivel subtransmision, larga duracion	1.580	1.672	1.713	1.738
HT	General alta tension nivel transmision	234	278	294	305
HT-L	General alta tension nivel transmision, larga duracion	87	41	62	77
Total		27,175	28,813	28,986	29,593

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TARIFAS ACTUALES Y OPCIONES DE CONTRATACION

Aspectos generales de las tarifas eléctricas

Tensión de suministro

Para la aplicación e interpretación de las tarifas para la venta de energía eléctrica se considera que:

- a. Baja tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión menores o iguales a 1 kV
- b. Media tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión mayores a 1 kV, pero menores o iguales a 35 kV
- c. Alta tensión a nivel subtransmisión es el servicio que se suministra en niveles de tensión mayores a 35 kV, pero menores a 220 kV
- d. Alta tensión a nivel transmisión es el servicio que se suministra en niveles de tensión iguales o mayores a 220 kV

En los casos en que el suministrador tenga disponibles dos o más tensiones que puedan ser utilizadas para suministrar el servicio, y éstas originen la aplicación de tarifas diferentes, el suministrador proporcionará al usuario los datos necesarios para que éste decida la tensión en la que contratará el servicio.

Para los fines de estas tarifas se entenderá como suministro en baja tensión, todo aquel servicio abastecido a las tensiones que corresponden a los valores indicados por la norma oficial para tensiones normalizadas NOM-J-98-78.

Los servicios que se alimenten de una red automática se contratarán a la tensión de suministro disponible en la red, ya sea en alta o en baja tensión y de acuerdo con la tarifa correspondiente en esa tensión.

En los inmuebles de tiempo compartido el suministro de energía destinado a unidades habitacionales, se contratará por el representante legal o administrador del inmueble, en alta o en baja tensión, y según la tarifa que le corresponda de acuerdo con las características de suministro. Los servicios generales se contratarán por el propietario o el administrador del inmueble. En estos inmuebles, en las propiedades en condominio y en todo edificio integrado por varios apartamentos, cualquiera que sea su uso, cada uno de éstos deberá contar con un suministro individual, respecto del cual el propietario o inquilino deberá contratar el servicio.

Cuando para el desarrollo de los sistemas se requiera introducir modificaciones que impliquen un cambio en la tensión de suministro, el suministrador podrá efectuarlas previo aviso al consumidor, en el plazo y en los términos que en cada caso le sean aprobados, siempre y cuando dichas modificaciones respondan a programas de inversiones autorizados. En el caso de redes automáticas cuando el cambio de tensión tenga como consecuencia que el servicio quede comprendido dentro de las condiciones de una tarifa diferente a la que en ese momento se está aplicando, el servicio deberá sujetarse a esta otra tarifa. En casos distintos a las redes automáticas, la aplicación de una tarifa diferente a la del contrato sólo procederá cuando hubiera quedado vencido el plazo aprobado por la autoridad, previa conexión del servicio en la nueva tensión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Rangos de las tarifas

- Tarifa horaria para servicios O-M, tarifa ordinaria para servicio general en media tensión, con demanda menor a 100 kW
- Tarifa horaria para servicio general en media tensión H-M, con demanda de 100 kW o más
- Tarifa horaria general de alta tensión nivel subtransmisión H-S, con nivel de 35.1kV a menos de 230 kV
- Tarifa horaria general de alta tensión nivel subtransmisión de larga duración H-S-L, con nivel de 35.1 kV a menos de 230 kV
- Tarifa horaria general de alta tensión nivel transmisión H-T, 230 kV o más
- Tarifa horaria general de alta tensión nivel transmisión de larga duración H-T-L, 230 kV o más
- Tarifas de respaldo en media y alta tensión

Los usuarios que actualmente son usuarios de las tarifas O-M, H-M, HS, HT, HS-L Y HT-L pueden cambiar a las tarifas de respaldo. Los productores externos que no se incorporen a las tarifas para servicio de respaldo podrán solicitar su incorporación a la tarifa de uso general que corresponda a las características de su consumo.

Cuando las condiciones del sistema eléctrico lo ameriten, el suministrador podrá proponer cambios en este periodo, al Comité de precios de electricidad. En el caso de que estos cambios sean autorizados, los nuevos periodos de mantenimiento programado serán publicados por lo menos en dos diarios de publicación nacional.

El productor externo que además del servicio de respaldo, requiera energía eléctrica adicional para su operación normal, podrá contratar la tarifa de uso general que corresponda a las características de sus necesidades. De ser posible, separará sus instalaciones para permitir la medición independiente de los servicios.

El usuario que no pueda separar sus instalaciones, deberá solicitar el servicio adicional a sus necesidades de respaldo bajo la opción de demanda contratada, en cuyo caso y con fines de facturación, solo se contabilizará en la tarifa de respaldo la demanda que exceda a la demanda contratada, tanto en periodo de punta, periodo de semipunta (en su caso), periodo intermedio y periodo de base. La energía consumida en el periodo de punta, se facturará en la tarifa de uso general hasta el producto de la demanda contratada en periodo de punta por el número de horas del periodo de punta, la energía excedente se facturará bajo la tarifa de respaldo. La energía consumida en el periodo de semipunta se facturará con la tarifa de uso general hasta el producto de la demanda contratada en periodo de semipunta por el número de horas del periodo de semipunta, la energía excedente se facturará bajo la tarifa de respaldo. La energía consumida en el periodo intermedio se facturará con la tarifa de uso general hasta el producto de la demanda contratada en periodo intermedio por el número de horas del periodo intermedio, la energía excedente se facturará bajo la tarifa de respaldo. La energía consumida en el periodo de base, se facturará con la tarifa de uso general hasta el producto de la demanda contratada en periodo de base por el número de horas del periodo de base, la energía excedente se facturará bajo la tarifa de respaldo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Regiones tarifarias

Para la aplicación de las cuotas a que se refieren las tarifas O-M, H-M, H-S, H-SL, H-T, H-TL, y las tarifas de respaldo en las diferentes regiones, éstas se encuentran comprendidas por los siguientes municipios:

- ✓ **Región Baja California**
 Todos los municipios del estado de Baja California
 Municipios del estado de Sonora: San Luis Río Colorado.
- ✓ **Región Baja California Sur**
 Todos los municipios del estado de Baja California Sur.
- ✓ **Región noroeste**
 Todos los municipios del estado de Sonora excepto el comprendido en la región Baja California
 Todos los municipios del estado de Sinaloa
- ✓ **Región norte**
 Todos los municipios de los estados de Chihuahua y Durango
 Municipios del estado de Zacatecas: Chalchihuites, Jiménez del Teúl, Sombrerete, Sain Alto, Jerez, Juan Aldama, Río Grande, General Francisco Murguía, Mazapil, Melchor Ocampo
 Municipios del estado de Coahuila: Torreón, San Pedro de las Colonias, Matamoros, Viesca, Parras de la Fuente, Francisco I. Madero, Ocampo y Sierra Mojada
- ✓ **Región noreste**
 Todos los municipios de los estados de Nuevo León y Tamaulipas
 Todos los municipios del estado de Coahuila excepto los comprendidos en la región Norte
 Municipios del estado de Zacatecas: Concepción del Oro y El Salvador
 Municipios del estado de San Luis Potosí: Vanegas, Cedral, Cerritos, Guadalcázar, Ciudad Fernández, Rioverde, San Ciró de Acosta, Lagunillas, Santa Catarina, Rayón, Cárdenas, Alaquines, Ciudad del Maíz, Ciudad Valles, Tamazopo, Aquismón, Axtla de Terrazas, Tamazunchale, Huehuatlán, Tamuín, Tanchuítz, Tanlajas, San Antonio, Coxcatlán, Tampamolón, San Vicente Tancuayalab, Ebáno, Xilitla, Tampacán, Tanquián de Escobedo
 Municipios del estado de Veracruz: Pánuco, Tempoal, Pueblo Viejo, Tampico Alto, Ozúlúa de Mazcareñas, El Higo, Huayacocotla

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

✓ Región central

Todas las delegaciones del Distrito Federal

Municipios del estado de México: Tultepec, Tultitlán, Ixtapaluca, Chalco de Díaz Covarrubias, Huixquilucan de Degollado, San Mateo Atenco, Toluca, Tepotzotlán, Santa Cruz Atizapán, Cuautitlán, Coacalco, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla, Naucalpan de Juárez, Ecatepec, Chimalhuacán, San Vicente Chicoloapan, Texcoco, Ciudad Nezahualcóyotl, los Reyes la Paz

Municipios del estado de Morelos: Cuernavaca

✓ Región sur

Todos los municipios de los estados de: Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Guerrero, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Chiapas, Tabasco

Todos los municipios de los estados de Zacatecas, San Luis Potosí y Veracruz no comprendidos en la región norte o en la región noreste

Todos los municipios de los estados de México y Morelos no comprendidos en la región central

✓ Región peninsular

Todos los municipios de los estados de: Yucatán, Campeche y Quintana Roo

Para la aplicación de la tarifa número 5 del servicio para alumbrado público, las zonas conurbadas se encuentran comprendidas por los siguientes municipios:

✓ Distrito Federal

Todas las delegaciones del Distrito Federal

Municipios del estado de México: Tultepec, Tultitlán, Ixtapaluca, Chalco de Díaz Covarrubias, Huixquilucan de Degollado, San Mateo Atenco, Toluca, Tepotzotlán, Santa Cruz Atizapán, Cuautitlán, Coacalco, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla, Naucalpan de Juárez, Ecatepec, Chimalhuacán, San Vicente Chicoloapan, Texcoco, Nezahualcóyotl y los Reyes la Paz, municipios del estado de Morelos: Cuernavaca

✓ Guadalajara

Municipios del estado de Jalisco: Guadalajara, Tonalá, Juanacatlán, Tlaquepaque, Zapopan, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga

✓ Monterrey

Municipios del estado de Nuevo León: Monterrey, Guadalupe, Santa Catarina, General Escobedo, Apodaca, Juárez, García, San Nicolás de los Garza y San Pedro Garza García

Disposiciones para la aplicación de las tarifas**Horario de los servicios**

Los servicios contratados conforme a estas tarifas se suministrarán durante las 24 horas del día, excepto los proporcionados conforme a las tarifas, No. 5.- Servicio para alumbrado público y No. 7.- servicio temporal, en los cuales el suministrador podrá convenir con los usuarios respectivos en cada caso, los horarios que convengan a ambas partes. Los convenios de referencia no afectarán las cuotas en las tarifas correspondientes.

Facturación

Es el resultado de aplicar por un periodo determinado las cuotas expresamente contenidas en la tarifa respectiva, a la energía suministrada y, en su caso, a la demanda máxima medida conforme a los registros correspondientes o, en su defecto, al mínimo mensual. El suministrador facturará normalmente de manera mensual o bimestral los servicios. Para aquellos servicios con demanda máxima medida, la facturación será mensual.

Para la facturación mensual, el suministrador leerá los aparatos de medición normalmente una vez dentro de un periodo que puede variar entre 28 y 33 días y, para la facturación bimestral, entre 57 y 64 días.

Las cuotas mensuales de las tarifas se aplicarán por mes calendario. Cuando el periodo de facturación no coincida con mes calendario, de modo que tengan que aplicarse cuotas mensuales de las tarifas de diferente monto, se determinará el promedio diario de energía para aplicar la tarifa vigente en cada día del periodo. Tratándose de la demanda máxima medida, las cuotas correspondientes se aplicarán a aquella proporcionalmente a los días del periodo de facturación que estuvieron vigentes.

En el caso de las tarifas para servicio doméstico con facturación bimestral, la tarifa aplicable para todo el consumo será la vigente 30 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación, y con fines de facturación se considerará que el periodo entre lecturas es de dos meses exactos.

Como excepción a lo dicho en el párrafo anterior, en las zonas cálidas, y en el caso de que el bimestre a facturar sea mixto, esto es, que incluya días del periodo de verano y fuera de éste, se procederá como se indica a continuación:

a) En los bimestres mixtos de entrada de verano:

Si el periodo de facturación incluye menos de 16 días de verano, se aplicará la tarifa 1, con los cargos vigentes 30 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación;

Si el periodo de facturación incluye más de 15, pero menos de 31 días de verano, el consumo bimestral se dividirá en dos fracciones de consumo mensual, a la primera se le aplicará la tarifa 1, con los cargos vigentes 30 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación, y a la segunda se le aplicará la tarifa de verano correspondiente, con los cargos vigentes en la fecha de término del periodo que abarca la facturación;

Si el periodo de facturación incluye más de 30, pero menos de 46 días de verano, el consumo bimestral se dividirá en dos fracciones de consumo mensual, a la primera se le aplicará la tarifa 1, con los cargos vigentes 60 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación, y a la segunda se le aplicará la tarifa de verano correspondiente, con los cargos vigentes 30 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación;

Si el periodo de facturación incluye más de 45 días de verano, se aplicará la tarifa de verano correspondiente, con los cargos vigentes 30 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación;

b) En los bimestres mixtos de salida del verano:

Si el periodo de facturación incluye menos de 16 días de periodo de fuera de verano, se aplicará la tarifa de verano correspondiente, con los cargos vigentes 30 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación;

Si el periodo de facturación incluye más de 15, pero menos de 31 días de periodo de fuera de verano, el consumo bimestral se dividirá en dos fracciones de consumo mensual, a la primera se le aplicará la tarifa de verano correspondiente, con los cargos vigentes 30 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación, y a la segunda se le aplicará la tarifa 1, con los cargos vigentes en la fecha de término del periodo que abarca la facturación;

Si el periodo de facturación incluye más de 30, pero menos de 46 días de periodo de fuera de verano, el consumo bimestral se dividirá en dos fracciones de consumo mensual, a la primera se le aplicará la tarifa de verano correspondiente, con los cargos vigentes 60 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación, y a la segunda se le aplicará la tarifa 1, con los cargos vigentes 30 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación;

Si el periodo de facturación incluye más de 45 días de periodo de fuera de verano, se aplicará la tarifa 1, con los cargos vigentes 30 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación.

En el caso de las tarifas para servicio doméstico con facturación mensual, la tarifa aplicable para todo el periodo que abarca la facturación será la vigente 15 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación, y con fines de facturación se considerará que el periodo entre lecturas es de un mes exacto.

Como excepción en lo dicho en el párrafo anterior, en las zonas cálidas y en el caso de que el mes a facturar sea mixto, esto es, que incluya días del periodo de verano y fuera de éste, se procederá como se indica a continuación:

i) En los meses mixtos de entrada del verano:

Si el periodo de facturación incluye menos de 16 días de verano, se aplicará la tarifa 1, con los cargos vigentes 15 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación.

Si el periodo de facturación incluye más de 15 días de verano, se aplicará la tarifa de verano correspondiente, con los cargos vigentes 15 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación.

ii) En los meses mixtos de salida del verano:

Si el periodo de facturación incluye menos de 16 días de periodo fuera de verano, se aplicará la tarifa de verano correspondiente, con los cargos vigentes 15 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación.

Si el periodo de facturación incluye más de 15 días de periodo fuera de verano, se aplicará la tarifa 1, con los cargos vigentes 15 días antes de la fecha de término del periodo que abarca la facturación.

Cuando en un periodo de facturación ocurran averías o fallas del medidor de demanda máxima, el suministrador determinará el valor de la demanda máxima, para fines de facturación, con base en la energía registrada en el mismo periodo y el promedio aritmético de los tres últimos factores de carga del respectivo servicio. En ningún caso, el valor determinado será superior a los valores históricos de la demanda máxima medida que en sus registros conserve el suministrador.

Solamente formará parte de la factura el importe de los servicios proporcionados, más los gastos e instalación, depósito de garantía y otros que resulten a cargo del usuario en los términos del contrato respectivo, más el impuesto trasladable al usuario.

El suministrador deberá conceder al usuario un plazo de 10 días naturales a partir de la fecha de la entrega del aviso-recibo por parte del mismo suministrador, para cubrir el monto del adeudo.

Por falta de pago oportuno de este importe podrá suspenderse el servicio en los términos de la ley del servicio público de energía eléctrica y su reglamento.

Factor de potencia

El usuario procurará mantener un factor de potencia (FP) tan aproximado a 100% 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% 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%, 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:

$$\text{Porcentaje de recargo} = 3/5 \times ((90 / \text{FP}) - 1) \times 100 \times \text{FP menor que } 90\%$$

➤ Fórmula de bonificación:

$$\text{Porcentaje de bonificación} = 1/4 \times (1 - (90 / \text{FP})) \times 100 \text{ FP mayor o igual a } 90\%$$

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 el segundo decimal. En ningún caso se aplicarán porcentajes de recargo superiores a 120%, ni porcentajes de bonificación superiores a 2.5%.

Excepciones en periodo de tomas de lecturas.

Cuando por causas de programación, o porque los lugares en que se preste el servicio estén muy alejados de los centros administrativos del suministrador y no existan medios de transporte adecuados, éste podrá solicitar autorización a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para que el periodo de toma de lecturas sea hasta una vez cada 12 meses, con una tolerancia de 6 días en más o en menos, presentando el estudio justificativo correspondiente.

Tal periodo de lecturas no afectará el periodo de facturación a que se refiere el primer párrafo del apartado 5.1, para lo cual el suministrador estimará los consumos con base en los registros de que disponga para el mes, bimestre o bien el promedio anual del año anterior. Cuando se trate de un servicio nuevo, dicha estimación se hará de acuerdo con las tablas de horarios que para cada región o zona someterá el suministrador a la aprobación de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Después de efectuada la lectura de los aparatos de medición, será necesario llevar a cabo un ajuste en las facturaciones expedidas dentro del periodo de lecturas, para lo cual se tomarán tantas veces como meses haya comprendido el periodo de lecturas; hecho lo cual, se aplicará la tarifa correspondiente en sus términos. El suministrador estará obligado a efectuar los ajustes correspondientes en la facturación a favor del usuario respecto de las cantidades cobradas en exceso; en caso contrario, el usuario estará obligado a pagar al suministrador las cantidades cobradas insuficientemente.

Los procedimientos para la estimación de los consumos serán notificados oportunamente a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, quien previa aprobación de los mismos, vigilará su aplicación. Los servicios que deban facturarse sobre la base de demanda máxima medida, en ningún caso quedarán afectos a estas excepciones.

Facturaciones por periodos distintos a los normales.

En los casos en que por conexión, suspensión o corte del servicio, terminación del contrato de suministro o adaptaciones excepcionales al proceso comercial, el periodo de facturación sea distinto de lo normal, el suministrador aplicará las cuotas de la tarifa respectiva proporcionalmente al número de días que comprenda el periodo de facturación, para el efecto de determinar y cobrar el importe correspondiente.

Medición en el lado del primario o en el lado del secundario de los transformadores.

En los servicios que se proporcionan en alta tensión, el suministrador podrá efectuar la medición de la energía eléctrica consumida y de la demanda máxima en el lado del secundario o en el del primario de los transformadores del usuario. Si se hiciere en el lado del secundario, las facturaciones se aumentarán en un 2% (dos por ciento).

En los servicios con tarifa de baja tensión, si la medición se hiciere en el lado primario de los transformadores, las facturaciones se disminuirán en un 2% (dos por ciento).

Contratación y facturación de los servicios por temporadas

Los servicios suministrados en media tensión para actividades que se realicen por temporadas que normalmente se desarrollen durante periodos de actividad e inactividad operativa, podrán contratarse por tiempo indefinido, en cuyo caso los contratos quedarán en suspenso a solicitud del usuario durante la época de inactividad, para lo cual debe éste avisar por escrito al suministrador por lo menos con 30 días de anticipación a las fechas de iniciación y de terminación de la temporada de trabajo. En la época de inactividad o de terminación de la temporada, el suministrador podrá desconectar el servicio, el que deberá reconectar al inicio de la actividad, aplicando las cuotas de corte y reconexión establecidas por la autoridad correspondiente. Durante el periodo de suspensión no se cobrará al usuario el cargo mínimo que establece la tarifa respectiva.

El usuario podrá contratar un suministro en baja tensión, conforme a la tarifa general correspondiente, para satisfacer las necesidades de energía eléctrica que requiera durante el tiempo de inactividad.

Estimación de demandas y consumos

Cuando los servicios en donde no intervenga la demanda máxima medida sean suministrados sin aparatos de medición por la imposibilidad o inconveniencia de instalarlos inmediatamente, se estimarán transitoriamente los consumos de energía, con el fin de aplicar la tarifa correspondiente, durante un periodo no mayor de seis meses, computados a partir de la conexión del servicio. Salvo casos excepcionales, previa solicitud del suministrador, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial podrá autorizar un plazo mayor. Los consumos habidos durante el lapso en que no se hubieren instalado aparatos de medición se estimarán de acuerdo con las tablas de horarios que para cada zona o región apruebe la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

En los casos de suministro de energía eléctrica para uso exclusivamente doméstico, en zonas habitacionales, cuyo importe sea liquidado por personas físicas o morales por concepto de prestación contractual a sus trabajadores, el suministrador podrá medir globalmente el servicio y aplicar las cuotas de la respectiva tarifa al número de servicios individuales, con el fin de expedir una sola facturación. De no presentarse cualquiera de estas condiciones, los servicios deberán contratarse y suministrarse en forma individual.

Equivalencias para la determinación de la potencia en watts.

CAPACIDAD EN HP	CAPACIDAD EN WATTS		CAPACIDAD	
	MOTORES MONOFASICOS	MOTORES TRIFASICOS	EN HP	WATTS
1 / 20	60	0	4.50	4,074
1 / 16	80	0	4.75	4,266
1 / 8	150	0	5.00	4,490
1 / 6	202	0	5.50	4,945
1 / 5	233	0	6.00	5,390
0.25	293	264	6.50	5,836
0.33	395	355	7.00	6,293
0.5	527	507	7.50	6,577
0.67	700	668	8.00	7,022
0.75	780	740	8.50	7,458
1	993	953	9.00	7,894
1.25	1,236	1,190	9.50	8,340
1.5	1,480	1,418	10.00	8,674
1.75	1,620	1,622	11.00	9,535
2	1,935	1,844	12.00	10,407
2.25	2,168	2,067	13.00	11,278
2.5	2,390	2,290	14.00	12,140
2.75	2,574	2,503	15.00	12,860
3	2,766	2,726	16.00	13,720
3.25	0	2,959	20.00	16,953
3.5	0	3,182	25.00	21,188
3.75	0	3,415	30.00	24,725
4	0	3,618	40.00	32,609
4.25	0	3,840	50.00	40,756

- Para motores de hasta 50 caballos de potencia, incluido el rendimiento de los motores.
- Para determinar la capacidad en watts de motores con más de 50 caballos de potencia, incluido el rendimiento, multiplíquense los caballos de potencia por 800.
- Para lámparas fluorescentes, de vapor de mercurio, de cátodo frío y otras, se tomará su capacidad nominal más un 25% para considerar la capacidad en watts de los aparatos auxiliares que requiera su funcionamiento. Este porcentaje podrá variar de acuerdo con los resultados que a solicitud del usuario obtenga el suministrador, por pruebas de capacidad de los equipos auxiliares, en cuyo caso, se podrá modificar el contrato tomando en cuenta dichos resultados.
- En los aparatos de rayos x, máquinas soldadoras, punteadoras, anuncios luminosos, etc., se tomará su capacidad nominal en volts-ampères a un factor de potencia de 85% , atrasado.

Aplicación de los ajustes

Esta cláusula de los ajustes es debida a las variaciones de la inflación nacional y de los precios de los combustibles, en su caso, se aplicará mensualmente a los cargos de las tarifas.

Factores de ajuste mensual.

Los factores de ajuste mensual por nivel de tensión se determinarán cada mes calendario (m) de la siguiente manera:

(1) para baja tensión:

$$FAB_m = \frac{FEB_m}{FEB_{m-1}}$$

Donde FAB_m es el factor de ajuste mensual para baja tensión, aplicable en el mes m, y los FEB_m son los factores de escalación para baja tensión, que se definen cada mes calendario como:

$$FEB_m = \left(\frac{1}{3} \times \frac{IPPM_{m-2}}{IPPM_{0-2}} + \frac{1}{3} \times \frac{IPMB_{m-2}}{IPMB_{0-2}} + \frac{1}{3} \times \frac{IPFOM_{m-2}}{IPFOM_{0-2}} \right)$$

Donde:

El subíndice (m) es el mes de aplicación de las tarifas, con m=1 correspondiendo al mes de abril de 1997;

IPPM es el Índice de Precios al Productor por origen de la producción neta de la división de Maquinaria y Equipo;

IPMB es el Índice de Precios al Productor por origen de la producción neta de a división de Metales Básicos;

IPFOM es el Índice de Precios al Productor por origen de la producción neta de la división de Otras Industrias Manufactureras;

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por la disponibilidad de la información, estos índices de precios al productor se aplican con dos meses de rezago, y el subíndice 0-2 corresponde al mes de enero de 1997:

(2) para media tensión:

$$FAM_m = \frac{FEM_m}{FEM_{m-1}}$$

Donde FAM_m es el factor de ajuste mensual para media tensión, aplicable en el mes m , y los FEM_m son los factores de escalación para media tensión, que se definen cada mes calendario como:

$$FEM_m = 0.71 \times \left(\frac{1}{3} \times \frac{IPFME_{m-1}}{IPFME_{0,-1}} + \frac{1}{3} \times \frac{IPFME_{m-1}}{IPFME_{0,-1}} + \frac{1}{3} \times \frac{IPFCM_{m-1}}{IPFCM_{0,-1}} \right) + 0.29 \times \frac{ICC_m}{ICC_0}$$

Donde:

ICC es un Índice de Costos de los Combustibles, e ICC_0 corresponde al mes de marzo de 1997;

(3) para alta tensión:

$$FAA_m = \frac{FEA_m}{FEA_{m-1}}$$

Donde FAA_m es el factor de ajuste mensual para alta tensión, aplicable en el mes m , y los FEA_m son los factores de escalación para alta tensión, que se definen cada mes calendario como:

Por su definición, los factores de escalación para todos los niveles de tensión del mes de marzo de 1997 tienen el valor unitario, esto es:

$$FEB_0 = FEM_0 = FEA_0 = 1$$

El índice de costos de los combustibles se calculará mensualmente con la fórmula siguiente:

$$ICC_m = \sum_c \alpha_c \times P_{c,m-1}$$

Donde el subíndice (c) expresa cada uno de los cinco combustibles que se someten al ajuste mensual:

- Combustóleo importado, cotización Pemex, promedio centros importadores;
- Combustóleo nacional, cotización Pemex volumen básico, promedio centros productores;
- Gas Natural, cotización Pemex base firme anual, zona centro;
- Diesel industrial, cotización Pemex resto del país, sin impuestos acreditables;
- Carbón, cotización MICARE que incluye manejo de cenizas, única a nivel nacional.

Los coeficientes c_i corresponden a cada combustible y tienen los siguientes valores:

$$c_1 = 0.031744$$

$$c_2 = 0.104201$$

$$c_3 = 0.044212$$

$$c_4 = 0.003048$$

$$c_5 = 0.038062$$

$P_{c,m-1}$ es el precio sin IVA para cada combustible (c), vigente en el mes anterior al de aplicación del ajuste (m).

Convenios especiales

Se autoriza al suministrador para que celebre convenios con los usuarios en las siguientes condiciones:

- Opción de demanda contratada para servicios en tarifas horarias.

Con los usuarios de las tarifas H-M, HS, H-SL, H-T y H-TL que así lo soliciten, para que se les facture con base en la demanda contratada, con las siguientes modalidades:

- El usuario fijará sus demandas contratadas en periodos de punta (DCP), intermedio (DCI) y de base (DCB), sin que se apliquen las restricciones mencionadas en el numeral 4 de las referidas tarifas, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 15 de noviembre de 1996. los usuarios de las tarifas H-S, H-SL, H-T y H-TL de la región Baja California fijarán además su demanda contratada en periodo de semipunta (DCS). Estas demandas contratadas no podrán modificarse antes de un año, y deberán cumplir con la relación:

$$DCP = DCI / DCB$$

y en su caso además con la relación:

$$DCP = DCS / DCI$$

La demanda contratada facturable será:

$$DCF = DCP + FRI (DCI - DCP) + FRB (DCB - DCI)$$

Excepto en el caso de los usuarios de las tarifas H-S, H-SL, H-T y H-TL en la región Baja California, para los cuales será:

$$DCF = DCP + 0.250 (DCS - DCP) + FRI (DCI - DCS) + FRB (DCB - DCI)$$

Donde FRI y FRB son los factores de reducción establecidos en el numeral 7 de la tarifa correspondiente, publicados en el Diario Oficial de la Federación del 15 de noviembre de 1996, excepto para las regiones Baja California, Baja California Sur y Noroeste, para las cuales tendrán los siguientes valores, dependiendo de la tarifa y la región:

Tarifa H-M:

Región	FRI	FRB
Baja California	0.250	0.125
Baja California Sur	0.300	0.150
Noroeste	0.300	0.150

Tarifas H-S y H-SL:

Región	FRI	FRB
Baja California	0.125	0.062
Baja California Sur	0.200	0.100
Noroeste	0.200	0.100

Tarifas H-T y H-TL:

Región	FRI	FRB
Baja California	0.125	0.062
Baja California Sur	0.170	0.085
Noroeste	0.100	0.050

- Mensualmente se determinará la demanda facturable en exceso (DFE), dependiendo de la región y la tarifa como sigue:
- En las regiones central, noreste, norte, peninsular y sur, para las tarifas H-M, H-S, H-SL, H-T y H-TL:

$$DFE = \max (DF - DCF, 0)$$

Donde DF es la demanda facturable y se determina como lo establece el numeral 7 de la tarifa correspondiente.

- En la región Baja California, para la tarifa H-M:

Durante los meses de la temporada que tiene periodo de punta:

$$DFE = (1 - FRI) \max(DP - DCP, 0) + FRI \max(DI - DCI, 0)$$

Durante los meses de la temporada que no tiene periodo de punta:

$$DFE = FRI \max(DI - DCI, 0) + FRB \max(DB - DCB, 0)$$

Donde FRI y FRB son los factores de reducción establecidos en el numeral 7 de la tarifa correspondiente; y DP, DI y DB son las demandas máximas medidas en los periodos de punta, intermedio y de base, respectivamente.

- En la región Baja California, para las tarifas H-S, H-SL, H-T y H-TL:

Durante los meses de la temporada que tiene periodos de punta y semipunta:

$$DFE = (0.75 - FRI) \max(DP - DCP, 0) + 0.25 \max(DS - DCS, 0) + FRI \max(DI - DCI, 0)$$

Durante los meses de la temporada que no tiene periodos de punta y semipunta:

$$DFE = FRI \max(DI - DCI, 0) + FRB \max(DB - DCB, 0)$$

Donde FRI y FRB son los factores de reducción establecidos en el numeral 7 de la tarifa correspondiente; y DP, DS, DI y DB son las demandas máximas medidas en los periodos de punta, semipunta, intermedio y de base, respectivamente.

- En las regiones Baja California Sur y noroeste, para las tarifas H-M, H-S, H-SL, H-T y H-TL:

Durante los meses de la temporada que tiene periodo de punta:

$$DFE = (1 - FRI) \max(DP - DCP, 0) + FRI \max(DI - DCI, 0)$$

Durante los meses de la temporada que no tiene periodo de punta:

$$DFE = FRI \max(DI - DCI, 0) + FRB \max(DB - DCB, 0)$$

Donde FRI y FRB son los factores de reducción establecidos en el numeral 7 de la tarifa correspondiente; y DP, DI y DB son las demandas máximas medidas en los periodos de punta, intermedio y de base, respectivamente.

- El cargo por kilowatt de demanda facturable de la tarifa correspondiente multiplicado por un factor de reducción se aplicará a la suma de la demanda contratada facturable y la demanda facturable en exceso. El factor de reducción tendrá el valor 0.909, excepto en las regiones Baja California, Baja California Sur y noroeste, donde tendrá los siguientes valores, dependiendo de la tarifa y la región:

Tarifa H-M:

Región	Factor de reducción
Baja California	0.512
Baja California Sur	0.590
Noroeste	0.491

Tarifas H-S y H-SL:

Región	Factor de reducción
Baja California	0.477
Baja California Sur	0.562
Noroeste	0.461

Tarifas H-T y H-TL:

Región	Factor de reducción
Baja California	0.477
Baja California Sur	0.554
Noroeste	0.434

- Cuando la demanda facturable en exceso sea mayor a una vigésima parte de la demanda contratada facturable, se aplicará un cargo adicional equivalente a 4.545 veces el cargo por kilowatt de demanda facturable de la tarifa correspondiente, aplicado a la demanda facturable en exceso.

Servicio de respaldo y servicio normal para productores externos.

El productor externo podrá contratar el servicio de respaldo en la(s) tarifa(s) de respaldo o en la tarifa de uso general que corresponda a las características de su consumo.

El productor externo que además del servicio de respaldo, requiera energía eléctrica adicional para su operación normal, podrá contratar la(s) tarifa(s) de respaldo y de uso general que corresponda a las características de su consumo. de ser posible, separará sus instalaciones para permitir la medición independiente de los servicios.

El usuario que no pueda separar sus instalaciones, deberá solicitar el servicio adicional a sus necesidades de respaldo bajo la opción de demanda contratada, en cuyo caso y con fines de facturación, sólo se contabilizará en la tarifa de respaldo la demanda que exceda a la demanda contratada, tanto en periodo de punta, periodo de semipunta (en su caso), periodo intermedio y periodo de base. La energía consumida en el periodo de punta, se facturará en la tarifa de uso general hasta el producto de la demanda contratada en periodo de punta por el número de horas del periodo de punta, la energía excedente se facturará bajo la tarifa de respaldo. La energía consumida en el periodo de semipunta se facturará con la tarifa de uso general hasta el producto de la demanda contratada en periodo de semipunta por el número de horas del periodo de semipunta, la energía excedente se facturará bajo la tarifa de respaldo. La energía consumida en el periodo intermedio se facturará con la tarifa de uso general hasta el producto de la demanda contratada en periodo intermedio por el número de horas del periodo intermedio, la energía excedente se facturará bajo la tarifa de respaldo. La energía consumida en el periodo de base, se facturará con la tarifa de uso general hasta el producto de la demanda contratada en periodo de base por el número de horas del periodo de base, la energía excedente se facturará bajo la tarifa de respaldo.

Capítulo 2

DESCRIPCIÓN DE LAS SUBESTACIONES Y ARREGLOS TÍPICOS

Definiciones

◆ Subestación eléctrica:

La subestación eléctrica es un conjunto de dispositivos y sistemas que se diseñan con la finalidad de elevar y transformar la energía eléctrica hasta los usuarios.

De acuerdo con la potencia y tensión que manejan las subestaciones, estas se pueden agrupar en:

- Y Y Subestaciones de transmisión, arriba de 230 Kv.
- Y Y Subestaciones de subtransmisión, entre 230 y 115 Kv.
- Y Y Subestaciones de distribución primaria, entre 115 y 23 Kv.
- Y Y Subestaciones de distribución secundaria, abajo de 23 Kv.

También se pueden clasificar como sigue:

- Y **Subestaciones de plantas generadoras o centrales eléctricas:** Estas se encuentran adyacentes a las centrales eléctricas o plantas generadoras de electricidad para modificar los parámetros de potencia suministrados por los generadores para permitir la transmisión en alta tensión.
- Y **Subestaciones receptoras primarias:** Estas son alimentadas directamente de las líneas de transmisión y reducen las tensiones a valores menores para la alimentación de los sistemas de subtransmisión o las redes de distribución.
- Y **Subestaciones receptoras secundarias:** Estas son por lo general alimentadas de las redes de subtransmisión y suministran la energía eléctrica a las redes de distribución.

También se pueden clasificar por el tipo de instalación como:

- Y **Subestaciones tipo intemperie:** Estas subestaciones se construyen en terrenos expuestos a la intemperie y requieren de un diseño, aparatos y máquinas capaces de soportar el funcionamiento bajo condiciones atmosféricas adversas (como lluvia, viento, nieve e inclemencias atmosféricas diversas), por lo general se adoptan en los sistemas de alta y extra alta tensión.
- Y **Subestaciones tipo interior:** En este tipo de subestaciones los aparatos y máquinas que se usan están diseñados para operar en interiores o lugares cubiertos.
- Y **Subestaciones tipo blindado:** En este tipo de subestaciones las máquinas se encuentran muy protegidas y el espacio necesario es muy reducido en comparación a las construcciones de subestaciones convencionales, por lo general se usan en el interior de fábricas, hospitales, auditorios, edificios y centros comerciales que requieren de poco espacio para estas subestaciones, la gran mayoría de estas instalaciones están aisladas en gas SF₆.

◆ Diagrama unifilar:

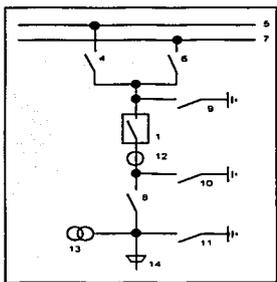
El diagrama unifilar es aquel que muestra, las conexiones entre los dispositivos, componentes, partes de un circuito eléctrico o de un sistema de circuitos, representados mediante símbolos. El diagrama de conexiones que se elige es determinante para calcular el costo de la instalación. El costo final de una instalación dependerá entonces de la cantidad de equipo y del área que se requiera para alojar dicho equipo.

Los criterios que se siguen para seleccionar el diagrama unifilar más adecuado y económico de una subestación son los siguientes:

- Y Y Continuidad en el servicio.
- Y Y Versatilidad de operación.
- Y Y Facilidad de mantenimiento de los equipos.
- Y Y Cantidad y costo del equipo eléctrico.
- Y Y Costo de la superficie o terreno para alojar la subestación.

• **Equipo primario de una subestación:**

Los equipos primarios de una subestación son aquellos dispositivos eléctricos que se encuentran directamente conectados a los voltajes de operación de la subestación, estos son:



- 1) Interruptor de potencia
- 4,6) Cuchillas seccionadoras de barra
- 5,7) Barras colectoras (buses)
- 8) Cuchilla seccionadora de línea
- 9,10) Cuchilla de puesta a tierra de interruptor
- 11) Cuchilla de puesta a tierra rápida
- 12) Transformador de corriente
- 13) Transformador de potencial
- 14) Transición de SF₆ a cable

- **Interruptor de potencia:** Es un dispositivo eléctrico que tiene como función abrir y cerrar circuitos eléctricos bajo condiciones normales de operación y bajo condiciones de cortocircuito. Existen varios tipos de interruptores que se distinguen por el medio que utilizan para interrumpir corrientes eléctricas estos son: interruptores en gran volumen de aceite, interruptores en poco volumen de aceite, interruptores en SF₆, interruptores en aire comprimido e interruptores en vacío.



Otra de las características importantes de los interruptores son los diferentes tipos de accionamientos que utilizan para transmitir el movimiento para abrir y cerrar un interruptor, como: accionamientos neumáticos, que utilizan aire comprimido para almacenar energía y liberarla a través de válvulas, accionamientos de resorte, que almacenan energía al comprimir un resorte y accionamientos hidráulicos, que a través de presionar un gas como el nitrógeno con un sistema hidráulico se almacena energía y se libera al tener la orden de abrir o cerrar un interruptor.

- **Cuchilla seccionadora:** Son dispositivos que sirven para conectar y desconectar diversas partes de una instalación eléctrica, para efectuar maniobras de operación o bien para darles mantenimiento, la diferencia entre un juego de cuchillas y un interruptor tomando en cuenta que ambos cierran y abren circuitos, es que las cuchillas no pueden abrir un circuito con corriente y el interruptor si puede abrir con corriente desde el valor nominal hasta el valor de corto circuito. Existen varios tipos de cuchillas seccionadoras que se clasifican de acuerdo con la posición que guarda su base y la forma que tiene el elemento móvil y pueden ser: horizontal, horizontal invertida, vertical y pantógrafo. Dentro de las cuchillas seccionadoras se encuentran también las llamadas cuchillas de puesta a tierra, las cuales tiene la finalidad de poner a tierra una parte desenergizada de un circuito eléctrico para proteger al personal cuando se encuentre realizando trabajos de mantenimiento.



Cuchilla seccionadora tipo pantógrafo

- **Transformador de potencia:** Un transformador es una máquina electromagnética cuya función principal es cambiar la magnitud de las tensiones eléctricas. El transformador se compone de tres partes principales:

- Y Y Parte activa
- Y Y Parte pasiva
- Y Y Accesorios

La parte activa se compone de:

- Y Núcleo, el cual constituye el circuito magnético, que está fabricado con láminas de acero al silicio.
- Y Bobinas, las cuales constituyen el circuito eléctrico. Estas bobinas o devanados se fabrican con alambre o solera de cobre o de aluminio. Los conductores son cubiertos con material aislante, cuyas características dependerán del voltaje de operación, el medio aislante y las condiciones de temperatura a que operará el transformador.
- Y Cambiador de derivaciones, tiene como finalidad el regular la tensión de salida de un transformador. Este equipo puede ser de operación manual o automática y puede estar colocado del lado del devanado de alta o baja del transformador, aunque conviene instalarlos en el lado de alta tensión del transformador ya que sería más económico en virtud de que las corrientes son menores.
- Y Bastidor, está formado por un conjunto de elementos estructurales que rodean al núcleo y a las bobinas, cuya función es soportar los esfuerzos eléctricos y electromagnéticos que se producen durante la operación del transformador.

La parte pasiva se compone de:

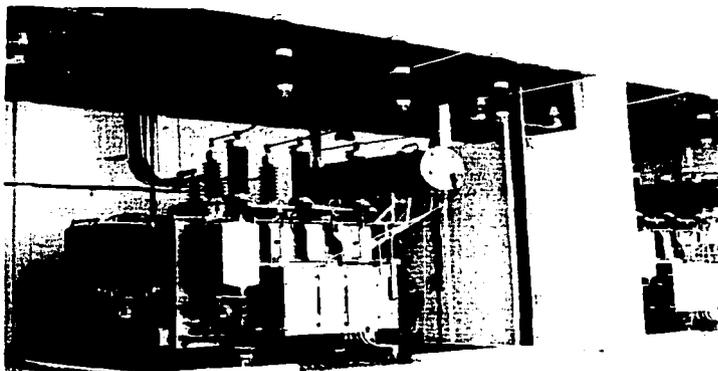
- Y El tanque, donde va alojada la parte activa de un transformador y sumergida en aceite aislante. El tanque debe de ser diseñado para soportar el vacío absoluto sin que se deforme permanentemente, debe ser hermético, debe proteger mecánica y eléctricamente al transformador, ofrecer puntos de apoyo para la realización de maniobras de transporte, montaje y soportar los enfriadores o radiadores, bombas de aceite, ventiladores y accesorios especiales.
- Y El tanque y los radiadores de un transformador deben de tener un área suficiente para la disipación de calor provocado por las pérdidas de energía al operar un transformador. Cuando los transformadores se diseñan con grandes potencias, la disipación de calor a través de los radiadores ya no es suficiente para mantener una temperatura de diseño, por lo que se agregan otros dispositivos para acelerar el enfriamiento del transformador. Dependiendo de los dispositivos que se utilicen para el enfriamiento de los transformadores, estos se clasifican en:
 - o Clase OA. Enfriamiento por aire. Circulación natural
 - o Clase OW. Enfriamiento por agua a través de un serpiente. Circulación natural
 - o Clase FOA. Enfriamiento por aceite y aire forzados

Accesorios:

Los accesorios de un transformador son un conjunto de partes y dispositivos que auxilian en la operación de un transformador y facilitan las labores de mantenimiento. Entre los principales accesorios tenemos los siguientes:

- Tanque conservador. Es un tanque adicional colocado en la parte superior del tanque principal y tiene como función el absorber la expansión del aceite debido a los cambios de temperatura provocados por la variación de carga del transformador. El tanque conservador se une al tanque principal por una tubería con suficiente capacidad para permitir los flujos de aceite, en esta tubería se instalan el relevador de gas (Buchholz), que tiene la función de detectar fallas internas de un transformador.

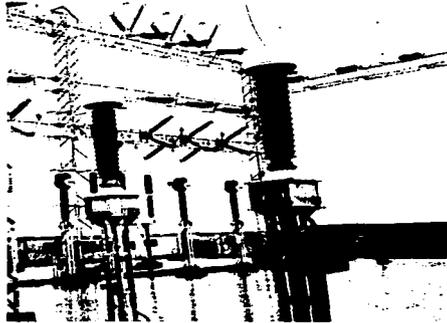
- **Boquillas.** Son los aisladores por donde salen las terminales de las bobinas de alta y baja tensión .
- **Tablero.** Es un gabinete dentro del cual se encuentran los controles y protecciones de los motores de los ventiladores, bombas de aceite, calefacciones, cambiador de derivaciones bajo carga, conexiones a los dispositivos de protección y alarma del transformador y conexiones a los devanados secundarios de los transformadores de corriente tipo boquilla



Transformador de potencia

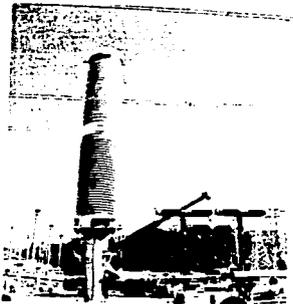
- **Válvulas.** Es un conjunto de dispositivos que se utilizan para el llenado, vaciado, mantenimiento y muestreo del aceite de un transformador
- **Conectores a tierra.** Son soleras de cobre soldadas al tanque para conectar el transformador a la red de tierras de la subestación
- **Placa de datos.** Es una placa donde se gravan los datos más importantes de un transformador, como son su potencia, tensión, impedancias, diagrama de conexiones, diagrama vectorial, número de fases, frecuencia, temperatura, altura de operación sobre el nivel del mar, número y año de fabricación

- **Transformador de potencial:** Es un dispositivo electromagnético cuya función principal es reducir un voltaje de un valor que puede ser muy alto a un valor que puede ser utilizado por los instrumentos de medición o de protección. Los transformadores de potencial se construyen por lo general con 2 o más devanados secundarios, cuyas precisiones son diferentes, utilizándose uno de los devanados con mayor precisión para alimentar a circuitos de medición y uno de los devanados con menor índice de saturación para alimentar a circuitos de protección.



Transformador de potencial

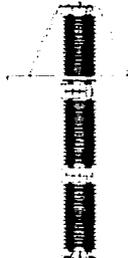
- **Transformador de corriente:** Es un dispositivo electromagnético cuya función principal es transformar o cambiar un valor de corriente de un circuito a otro que permita la alimentación de instrumentos de medición y dispositivos de protección proporcionando el aislamiento necesario en la tensión.



Transformador de corriente

De la misma manera que el transformador de potencial, el transformador de corriente se construye con 2 o más devanados secundarios y con la misma finalidad de alimentar en forma separada a circuitos de medición y de protección.

- **Apartarrayos:** Es un dispositivo eléctrico que tiene la función de proteger el equipo eléctrico de una subestación contra sobretensiones producidas por descargas atmosféricas o por maniobras.



Apartarrayos

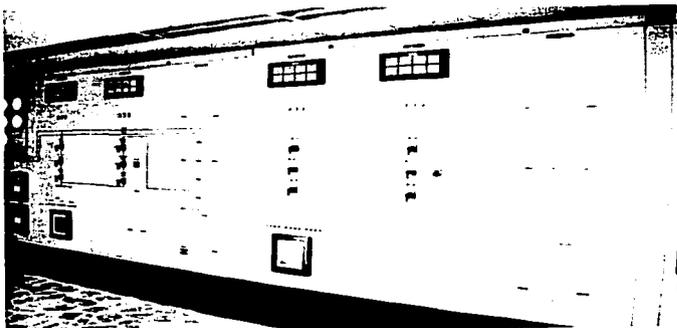
- **Aisladores:** Los aisladores son dispositivos que sirven para mantener un conductor fijo, separado y aislado de partes que en general no están bajo tensión (a tierra). Los aisladores que sirven para que un conductor atraviese una pared se denominan pasamuros. Se los denomina pasatapas cuando atraviesan la cuba de un transformador o la celda metálica de una instalación blindada. La definición de éstos incluye los medios de fijación al tabique o pared a atravesar.

Equipo secundario de una subestación:

El equipo secundario de una subestación no es como su nombre aparentemente lo indica, menos importante que el equipo primario ya que en este se efectúan todas las funciones para que una subestación pueda trabajar de una manera segura y confiable. El equipo secundario se puede subdividir en:

- **Sistema de tierras:** La red de tierras en una subestación es aquella en la cual se conectan los neutros de los dispositivos eléctricos, los pararrayos, los cables de guarda, las estructuras metálicas, los tanques y carcasas de los aparatos y todas aquellas partes metálicas que deben estar a potencial de tierra, y que tiene la finalidad de proteger a las personas y a los equipos contra sobretensiones. Los elementos de la red de tierras son los conductores, electrodos, electrodos para pararrayos, hilo de guarda, conectores y accesorios para la conexión de los equipos. La red de tierras cumple con las siguientes funciones:
 - Proporciona un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes a tierra debido a fallas de corto circuito o a la operación de un apartarrayos.
 - Evitar que al circular estas corrientes a tierra se provoquen diferencias de potencial entre distintos puntos de la subestación que pongan en riesgo al personal.
 - Permitir a través de relevadores de protección la eliminación de fallas a tierra en los sistemas eléctricos.
 - Dar mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

- **Sistema de control, protección y medición:** El sistema de control, protección y medición tiene como finalidad principal la de controlar una subestación, protegerla en caso de disturbios y el de monitorear los valores eléctricos.
 - a) **Sistema de control:** El sistema de control de una subestación eléctrica permite realizar los comandos a interruptores y cuchillas seccionadoras motorizadas ya sea de una manera local o de una manera remota, además permite recabar todas las informaciones y alarmas que se provocan en todos los dispositivos de una subestación eléctrica. El sistema de control de una subestación se puede subdividir en dos: el sistema de control a nivel subestación y el sistema de control remoto.
 - b) **Sistema de protección:** Este tiene como finalidad proteger la subestación eléctrica cuando se provoquen fallas internas o externas en una subestación a través del comportamiento de las corrientes y voltajes, existen relevadores de sobrecorriente, relevadores de sobrecorriente direccional, relevadores de distancia, relevadores de protección diferencial, de transformador, relevadores de protección diferencial de líneas, relevadores de comparación direccional, relevadores contra falla de interruptor, relevadores de sobre y bajo voltaje, relevadores de baja frecuencia, relevadores de desbalanceo de fases, relevadores de falla de interruptor, etc.
 - c) **Sistema de medición:** Este tiene como finalidad el obtener y registrar los valores eléctricos de una subestación, a través de los diferentes equipos de medición.



Tablero protección control y medición

- **Sistema de protección contra sobretensiones:** el diseño de una subestación obliga a protegerla contra las sobretensiones que se pueden presentar en las subestaciones eléctricas y que pueden causar daños a los equipos y ser el origen de otras fallas en el sistema. Las sobretensiones que se presentan son producidas por:
 - Y Y Descargas atmosféricas.
 - Y Maniobras de interruptores
 - Y Desequilibrios en el sistema provocadas por fallas a tierra o por la pérdida súbita de carga.

Derivado de esto se utilizan sistemas para la protección contra sobretensiones como son: pararrayos y apartarrayos y el blindaje de las subestaciones.

- **Sistema de servicios propios:** Es un conjunto de dispositivos eléctricos que aseguran la alimentación de voltaje, de corriente alterna y de corriente directa para la operación control y protección de las subestaciones eléctricas. El sistema de servicios propios esta compuesto por: transformadores de servicios propios, tableros de corriente alterna, tableros de corriente directa, bancos y cargadores de baterías principalmente.
- **Sistema contra incendio:** El sistema contra incendio monitorea y protege a una subestación en el caso de ocurrir un incendio o conato de incendio en los equipos que la conforman. Esta compuesto por detectores de humo y fuego los cuales envían señales a un centro de control para operar otros dispositivos para extinguir incendios.

Características de los equipos:

Para definir un equipo es necesario determinar sus características funcionales ligadas básicamente a los parámetros de tensión y corriente. Se analizará a continuación cada característica, primero independiente de los equipos a los cuales corresponde y luego particularizando las mismas a los equipos en cuestión y sus diferencias con otros. Las características eléctricas de los equipos de potencia, que se comprueban con ensayos, están ligadas a su aislamiento, y su capacidad de conducir corrientes y sobrecorrientes.

- **Lista de características:** Se puede realizar una lista de estas características, el objetivo final es una tabla que relaciona equipos y sus características eléctricas asociadas.

- Y Características ligadas al aislamiento:
 - Y Entre partes en tensión y a tierra.
 - Y Sobre el seccionamiento.
 - Y Tensión nominal.
 - Y Tensión de ensayo de frecuencia industrial.
 - Y Tensión de ensayo de maniobra.
 - Y Tensión de impulso atmosférico.
 - Y Características de transporte de corriente:
 - Y Corriente nominal, permanente.
 - Y Corriente de breve duración.
 - Y Corriente de pico máximo.
 - Y Capacidad interruptiva.
 - Y Otras características, mecánicas, dimensionales, etc.

- **Número de fases:** En las instalaciones trifásicas algunos de los aparatos que se instalan son tripolares (interruptores, seccionadores), otros en cambio son unipolares (transformadores de medición, apartarrayos, trampa de onda, capacitor de acoplamiento, aisladores). Este criterio se utiliza aún para el equipamiento de muy alta tensión donde también los aparatos tripolares están formados por tres polos completamente independientes. Efectivamente al hablar de un interruptor o seccionador se le entiende como tripolar, mientras que un transformador de corriente, tensión, apartarrayos, etc, se entiende como un equipo unipolar.

- **Características en función de la tensión nominal:** La tensión nominal (V_n) de un sistema es el valor de la tensión con la cual el sistema es denominado de acuerdo con lo que indican las normas sobre tensiones nominales. En los sistemas trifásicos se considera como tensión nominal la compuesta o de línea. Para el caso particular de los apartarrayos, que se conectan entre fase y tierra, su tensión nominal se elige en función de los máximos valores que puede alcanzar la tensión de fase.
- **Factor de puesta a tierra:** El factor de puesta a tierra es la mayor relación que se tiene entre la tensión en las fases sanas y la tensión sin falla, para falla en un punto dado de la red. Para determinar este factor se deben poner en cortocircuito monofásico a tierra una fase y determinar las tensiones en las fases sanas. Para un sistema rigidamente a tierra este factor debería ser 1, en un sistema aislado sin resonancias entre capacitancias de líneas y respectivas reactivancias, este factor es 1.73, en general en los sistemas reales se considera que este factor asume valores intermedios. Se dice que un sistema tiene neutro a tierra cuando el factor de puesta a tierra está comprendido entre 1 y 1.4.
- **Nivel de aislamiento nominal:** Con el nivel de aislamiento nominal se definen las tensiones de ensayo a frecuencia industrial durante un minuto, y a impulso atmosférico que determinan las características de aislamiento del equipo.

Para tensiones altas, según las recomendaciones de la IEC, por encima de los 72.5 kV, el nivel de aislamiento se debe elegir teniendo en cuenta el grado de puesta a tierra. Para tensiones desde 300 kV se definen tensiones de ensayo de impulsos de maniobra y de impulso atmosférico para determinar las características del aislamiento.

Si está asegurada la condición de puesta a tierra se pueden elegir valores menores, que corresponden a equipos con aislamiento reducido, lo que implica una economía. Los interruptores con aislamiento reducido destinados a sincronización, pueden requerir una tensión de aislamiento a frecuencia industrial entre contactos del interruptor abierto, mayor que la normal.

Este requerimiento es necesario con el objeto de mantener el aislamiento en condiciones de oposición de fases, de los sistemas, a ambos lados del interruptor.

Los seccionadores se caracterizan por tener una tensión de ensayo entre contactos abiertos que es superior a la tensión de ensayo hacia tierra y entre polos. La razón de esta condición es garantizar el aislamiento entre las partes del sistema que el seccionador separa. En efecto, si ocurriera una sobretensión en una parte del sistema, primero se produciría la descarga fase-tierra y en consecuencia la sobretensión no podría propagarse a través de los contactos principales del seccionador.

Cabe mencionar que para los interruptores ambos valores son iguales, debido a que el mayor aislamiento necesario, lo tendrán siempre los seccionadores asociados. En cambio los apartarrayos, destinados a conducir, no poseen las características de aislamiento enunciadas anteriormente.

- **Características de descarga:** Este es una característica que poseen exclusivamente los apartarrayos, cuya función es precisamente drenar las sobretensiones limitándolas. Es de importancia que los apartarrayos soporten las sobretensiones temporales (dadas por una combinación de valores tensión-tiempo).

La característica de descarga a tensiones de impulso atmosférico y de maniobra permiten verificar las máximas sollicitaciones del aislamiento. También son características exclusivas de los apartarrayos la tensión de cebado, y la tensión residual.

- **Línea de fuga:** Esta es una característica relacionada también con el aislamiento, se trata de asignarle en particular al aislamiento superficial, siempre necesario en los diseños, una resistencia adecuada a la contaminación que produce el ambiente. En las superficies de los aisladores se producen depósitos que afectan sus características en el tiempo. La defensa contra esta contaminación es el aumento de la línea de fuga de los aisladores (de 2 a 6 cm/kV, fase tierra) según sea la clase de contaminación.
- **Características en función de la corriente:** Estas son características exclusivas de los aparatos que conducen la corriente. En consecuencia quedan excluidos los transformadores de tensión, capacitores de acoplamiento, aisladores, etc.
- **Corriente nominal (In):** Corriente nominal en servicio continuo es el valor eficaz de la corriente que el aparato está en condiciones de conducir en forma permanente, a la frecuencia nominal, manteniendo las temperaturas de sus diferentes partes, dentro de valores especificados. Como es lógico en estas condiciones no deben producirse deterioros ni envejecimientos acelerados, tanto para las partes conductoras como para las aislantes. Los seccionadores de puesta a tierra, cuya función no es conducir corrientes permanentes, no poseen esta característica.
- **Capacidad interruptiva:** Se trata de una característica que corresponde a los interruptores. Capacidad interruptiva de cortocircuito es la más elevada corriente de cortocircuito que el interruptor debe ser capaz de interrumpir en condiciones de uso y comportamiento especificadas, con cortocircuito en bornes. Las especificaciones cubren aspectos que definen la componente unidireccional de la corriente, la tensión de restablecimiento a frecuencia industrial y transitoria, tiempo de actuación de las protecciones y condiciones del circuito.
- **Corriente de interrupción:** Es la que se presenta en un polo de interruptor en el instante de inicio del arco, durante una operación de apertura. Son de interés distintos tipos de interrupciones, algunas en condiciones normalizadas, y otras sujetas a acuerdo especial:
 - Interrupción de cortocircuito en bornes
 - Interrupción de falla en línea
 - Interrupción en discordancia de fase
 - Interrupción de líneas en vacío, y cables en vacío.
 - Interrupción de bancos de capacitores
 - Interrupción de corrientes magnetizantes y pequeñas corrientes inductivas.
 - Interrupción de falla secundaria de transformadores

Las normas indican que deben ser objeto de especial acuerdo entre constructor y usuario las siguientes aplicaciones:

- Interruptores conectados a generadores.
- Interruptores conectados a transformadores, que aportan más del 50% de la corriente correspondiente al poder de interrupción del interruptor.
- Interruptores próximos a reactores serie.
- Interruptores para bancos de capacitores.

- **Capacidad de cierre:** Es el máximo valor de cresta de la corriente que un interruptor puede establecer con una tensión especificada, y en condiciones de uso y comportamiento establecidas. Ciertos tipos de seccionadores de puesta a tierra deben satisfacer este requerimiento, cuando se presenta la posibilidad de cerrarlos sobre una falla. Esta condición exige en particular, que el comando del seccionador y su mecanismo de accionamiento sean particularmente rápidos, a semejanza de un interruptor.
- **Tiempos de operación:** Los interruptores operan en modo trifásico y para ciertas aplicaciones se requiere la posibilidad de operación monofásica. La secuencia de maniobras indica la sucesión de maniobras que el interruptor debe poder ejecutar (apertura- tiempo- cierre apertura- tiempo- cierre apertura.)

Son características importantes el tiempo de cierre, y el tiempo total de interrupción. El tiempo de cierre se mide desde la orden impartida hasta el efectivo cierre de los contactos principales. El tiempo total de interrupción cubre el tiempo de apertura desde que se imparte la orden hasta el inicio de separación de los contactos de arco de todos los polos, y la duración del arco desde la iniciación del primer arco hasta la extinción del último arco.

- **Corriente de corta duración admisible:** Es la que un aparato puede soportar por un breve lapso, del orden de segundos y se indica por su valor eficaz. Este tiempo*se lo denomina máxima duración del cortocircuito. La sollicitación correspondiente es de característica térmica respondiendo a una evolución adiabática, donde todo el calor generado es acumulado por las masas metálicas conductoras. Se acepta para tiempos distintos del indicado, que el valor $I^2 t$ se mantiene constante.
- **Corriente de cresta admisible:** Es el pico máximo de corriente (Is) que un aparato puede soportar.
- **Capacidad térmica:** También esta es una característica que poseen exclusivamente los apartarrays y está representada por la energía (corriente, tiempo) que son capaces de drenar.
- **Características particulares de los transformadores de corriente:** Estas características son:
 - Relación de transformación, que es la relación entre las corrientes nominales primaria y secundaria (Rt)
 - Error de corriente, que es el que introduce el transformador en el módulo de la corriente: $e = (Rt * Is - Ip) / Ip$
 - Error de ángulo, diferencia de fases entre corriente primaria y secundaria
 - Burden es la carga expresada por su potencia aparente y factor de potencia, referida a la corriente nominal secundaria, a la que corresponden los valores límites de error
 - Potencia nominal, o de precisión, es la que el transformador entrega a la corriente nominal secundaria cuando tiene conectada la tensión nominal
 - Corriente térmica y dinámica se controlan con el secundario en cortocircuito
 - Corriente máxima permanente de calentamiento, es el mayor valor eficaz de la corriente que puede hacerse circular en el primario, sin que el calentamiento supere límites establecidos

Según la función del transformador de corriente, es de importancia su comportamiento en el campo de sobrecorrientes, hasta el valor de corriente de cortocircuito, en el punto de instalación. Si el núcleo es de medida, y en sus secundarios se conectan dispositivos sensibles a las sobrecorrientes, debe en lo posible limitar la corriente secundaria, cuando se alcanzan valores elevados, debe ser entonces saturable.

En general los modernos sistemas electrónicos, tienen autoprotección contra sobrecorrientes por lo que frecuentemente no es necesaria la saturación del transformador.

Cuando la función del equipo es registro de transitorios, que se producen particularmente con corrientes elevadas, los núcleos no deben saturarse, para que el registro sea fiel. Si el núcleo es de protección en cambio, debe estar dimensionado de manera de no limitar la corriente secundaria, es decir no debe saturarse, debe tener pequeño error aun con corrientes elevadas.

- **Características particulares de los transformadores de potencial:** Definiremos las características particulares de los transformadores de potencial, ellas son:
 - Relación de transformación, que es la relación entre las tensiones normales primaria y secundarias (Rt)
 - Error de tensión, que es el que introduce el transformador en la medida del módulo de la tensión, $e = (Rt \cdot Vs - Vp) / Vp$
 - Error de ángulo, que es la diferencia de fases entre las tensiones primaria y secundaria.
 - Burden, es la carga expresada por su potencia aparente y factor de potencia referida a la tensión nominal secundaria a la que corresponden los valores límites de error.
 - Potencia térmica nominal, es la potencia aparente con factor de potencia unitario que el transformador puede entregar sin superar los límites de temperatura establecidos.
 - Factor de tensión nominal, es la relación respecto de la tensión primaria nominal del mayor valor de tensión con el cual el transformador satisface especificaciones de calentamiento, por un tiempo determinado y respetando otras condiciones establecidas en las normas.

En alta tensión se utilizan, también, transformadores de tensión capacitivos que están esencialmente formados por un divisor capacitivo y un conjunto electromagnético reactor-transformador, dimensionado de manera tal que se comporte como un transformador de tensión inductivo.

- **Especificaciones de los equipos:** Las características de los equipos son objeto de una tarea que se llama especificación de los equipos y que puede considerarse centro de distintas actividades que conducen al proyecto de la subestación.

Estudios de redes, cuando la red aun no existe, permiten aportar los valores de especificación de los elementos, sobre redes existentes que permiten juzgar el grado de aprovechamiento de las características, y aportar información para evolución del sistema, o la adquisición de componentes substitutivos.

Experiencia de operación, montaje, ensayos, aportan información de indudable valor, para ser tenida en cuenta en las especificaciones.

Normas, son la base de las especificaciones, son el punto de referencia de los fabricantes de equipos, y una buena especificación debe encontrar solución en equipos reales, con experiencia constructiva, y no obligar a prototipos proyectados a satisfacción de una especificación fuera de norma.

CARACTERÍSTICAS DE APARATOS ELECTRICOS UTILIZADOS EN SUBESTACIONES ELECTRICAS

	INTERRUPTOR	SECCIONADOR	CUCHILLAS DE TIERRA	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL	APARTARRAYOS	CONDENSADOR CAPACITIVO	TIEMPO DE ONDA	AISLAD
INTERIOR O EXTERIOR	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ESTADO DEL NEUTRO	X				X	X	X	X	
CICLO DE OPERACIÓN	X								
TENSION NOMINAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRECUENCIA NOMINAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TENSION DE ENSAYO A FRECUENCIA INDUSTRIAL	X	X	X	X	X		X	X	X
TENSION DE ENSAYO A IMPULSO	X	X	X	X	X		X	X	X
PRUEBAS ESPECIALES DE DESCARGA						X			
CORRIENTE NOMINAL	X	X		X				X	
CAPACIDAD INTERRUPTIVA	X								
CAPACIDAD DE CIERRE	X								
CORRIENTE DE BREVE DURACION	X	X	X	X				X	
RESISTENCIA AL PICO	X	X	X	X				X	
NUMERO DE FASES	3	3	3	1	1	1	1	1	1

TENSIONES DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, SUBTRANSMISIÓN Y TRANSMISIÓN

- **Tensión nominal de un sistema:**

Es el valor de la tensión con la cual el sistema es denominado, y al cual se refieren sus características, de acuerdo con lo que indican las normas sobre tensiones nominales. En los sistemas trifásicos se considera como tensión nominal la compuesta o de línea.

- **Tensión máxima de un sistema:**

Es la tensión mas elevada (expresada en valor eficaz para los sistemas de corriente alterna) que puede presentarse en cualquier momento y en cualquier punto del sistema en condiciones regulares de servicio

- **Definiciones de niveles de tensión:**

- ✓ **Baja tensión:** Son tensiones no mayores de 1000 Volts.
- ✓ **Media tensión:** Son tensiones mayores de 1000 Volts y hasta 35 000 Volts.
- ✓ **Alta tensión:** Son tensiones mayores de 35 000 Volts y hasta 230 000 Volts
- ✓ **Extra alta tensión:** Son tensiones mayores a los 230 000 Volts.

1000 EV

100 EV

10 EV

1 EV

BAJA

MEDIA

ALTA

MUY ALTA TENSION

- **Tensiones nominales en los sistemas:**

Existen varias tensiones nominales en los sistemas eléctricos, que se pueden clasificar en:

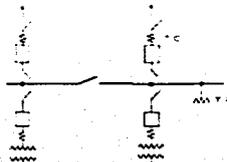
Tensiones en kV

Preferente	Restringidas	Congeladas
0.120	85	2.4
0.127	138	4.4
0.220	161	6.9
0.240		11.8
13.8		20
23		44
34.5		60
69		66
115		70
230		90
400		95
		150

ARREGLOS TÍPICOS DE SUBESTACIONES

- Arreglo con un solo juego de barras.

Este es arreglo más sencillo de una subestación. Bajo condiciones normales de operación, todos los circuitos de líneas y transformadores están conectados a una sola barra. Si la subestación está prevista de una protección diferencial de barras, al haber una falla en las barras la subestación, esta quedaría completamente desenergizada, pero si la barra se secciona en dos partes, a través de un juego de cuchillas, al haber una falla en las barras la subestación también quedaría desenergizada, pero entonces se puede abrir las cuchillas seccionadoras de la barra, dejar fuera de servicio la parte dañada y trabajar con la parte de la subestación sana. Este arreglo dificulta el mantenimiento de los interruptores de potencia, porque hay que dejar fuera el circuito donde se encuentra este interruptor. Este arreglo utiliza también la menor cantidad de equipo y por lo tanto es también el más económico, figura 1.



ESQUEMA DE CONEXIONES CON UN
SOLO JUEGO DE BARRAS, CUCHILLAS

Figura 1

- **Arreglo con un juego de barras principales y un juego de barras de transferencia.**

Este arreglo presenta el mismo juego de barras principales del caso anterior y se le agrega un nuevo juego de barras llamadas de transferencia, que permiten sustituir, a través del interruptor comodín o interruptor de transferencia, a cualquier interruptor de la subestación que requiera mantenimiento. La maniobra puede ser realizada de la siguiente manera. Supongamos que se desea dar mantenimiento al interruptor del circuito 1, primero se abre el interruptor de este circuito y se aísla este interruptor al abrir sus cuchillas A y B, después se cierra la cuchilla C del circuito 1 y después se cierran las cuchillas A y B del interruptor comodín para finalmente cerrar el interruptor comodín E, dejando en servicio otra vez el circuito 1 y el interruptor 1 queda desenergizado y listo para mantenimiento o reparación.

En el caso de que se requiera la continuidad de servicio del circuito 1, se puede proceder de la siguiente manera: Estando en servicio el circuito 1, con el interruptor cerrado y sus cuchillas seccionadoras A y B también cerradas, se procede a cerrar primero la cuchilla C del circuito 1, después las cuchillas A y B del interruptor comodín para después cerrar el interruptor comodín E, quedando en paralelo el circuito 1 y el circuito de transferencia. Después se procede a abrir el interruptor del circuito 1 y sus cuchillas seccionadoras A y B, desenergizando este interruptor y listo para mantenimiento o reparación, figura 2.

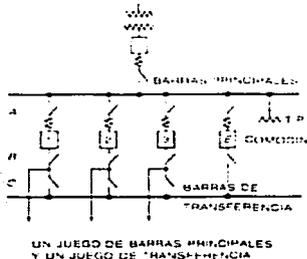


Figura 2

• **Arreglo con un juego de barras principales y un juego de barras auxiliares.**

Este arreglo es muy similar al anterior. Con este arreglo se tiene buena continuidad en el servicio, ya hemos indicado que los arreglos con interruptor de comodín logran una mayor flexibilidad en la operación, aunque se requieren realizar más maniobras en el equipo. El arreglo de esta subestación permite sustituir y dar mantenimiento a cualquier interruptor por el comodín, sin alterar la continuidad del servicio en lo referente a desconectar líneas o transformadores. Con respecto al arreglo anterior, la cantidad de equipo requerido es mayor, y por lo tanto su costo, figura 3.

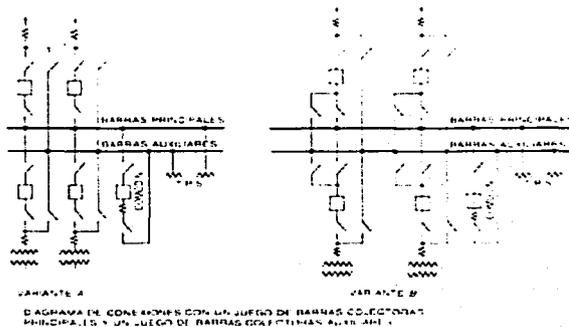


Figura 3

- **Arreglo con doble juego de barras o barra partida.**

El arreglo opera normalmente conectando la mitad de líneas y transformadores a una de las barras y la otra mitad a la otra barra. Bajo el punto de vista de continuidad en el servicio el arreglo no es bueno, ya que por cada interruptor que entre en revisión se tiene que quedar fuera de servicio la línea o transformador correspondiente. La subestación se opera normalmente con el interruptor de amarre y sus dos cuchillas cerradas, de tal manera que en el caso de que ocurra una falla en uno de los dos juegos de barras, el otro continúa operando, dejando la subestación operando a media capacidad, mientras se efectúan las maniobras necesarias para liberar a las cuchillas de todos los circuitos de las barras dañadas, conmutando al juego de barras en buen estado mientras se realiza la reparación del daño. En caso de requerirse de mantenimiento en cualesquiera de los interruptores, se necesita desconectar el circuito correspondiente, lo cual representa una desventaja para este arreglo. Este arreglo de subestación es 30 % más caro que el de un solo juego de barras, figura 4.

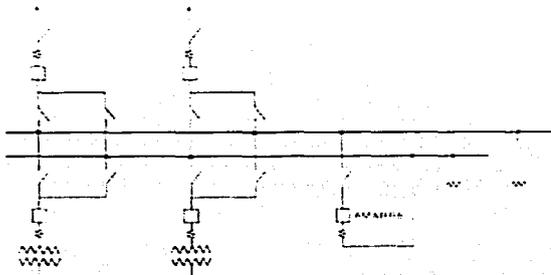
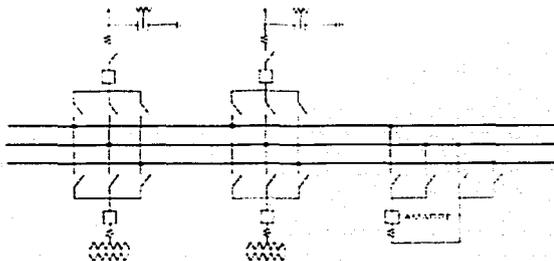


DIAGRAMA DE CONEXIONES CON DOBLE JUEGO DE BARRAS O BARRA PARTIDA

Figura 4

- **Arreglo con triple juego de barras.**

Se usa en subestaciones donde las corrientes de cortocircuito son muy altas. Desde el punto de vista de continuidad en el servicio es igual que el anteriormente mencionado. La operación con tres barras permite disminuir la magnitud de las corrientes de cortocircuito sin tener que cambiar los interruptores por otros de mayor capacidad interruptiva. Para el caso de mantenimiento también se requiere liberar los circuitos y con respecto al equipo, la cantidad de interruptores es la misma, sólo las cuchillas se incrementan en un poco más del 50%, figura 5.



GRABADO EN COMERCIO CON TRIPLE JUEGO DE BARRAS (S.E. S.A.)

Figura 5

- Arreglo con doble juego de barras colectoras principales y un juego de barras colectoras auxiliares.

En este arreglo cada juego de barras tiene su protección diferencial independiente, para evitar que en caso de falla, sólo salga de servicio la afectada. El arreglo permite que se conecte la mitad de líneas y transformadores en una de las barras principales y la otra mitad en la segunda barra. Las barras auxiliares sirven para que el interruptor comodín pueda sustituir a cualquier otro interruptor de la subestación, permitiendo así la continuidad de la operación cuando algún interruptor entre a mantenimiento. La cantidad de interruptores aumenta en un interruptor con respecto al arreglo de barra partida y las cuchillas aumentan en un 50 %, fig. 6.

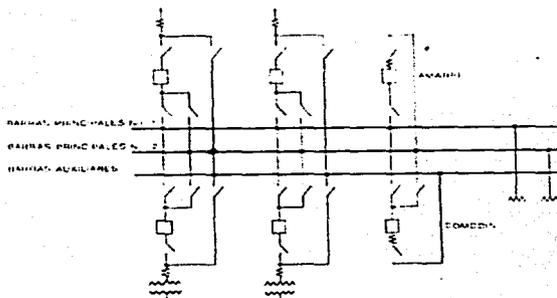


DIAGRAMA DE CONFIGURACIONES CON DOBLE JUEGO DE BARRAS COLECTORAS PRINCIPALES Y UNO DE BARRAS COLECTORAS AUXILIARES.

Figura 6

- **Arreglo en anillo sencillo.**

Es un arreglo que se puede presentar en 2 variantes y es muy flexible en su operación, se utiliza constantemente en la salida de 23 kV. de las subestaciones de distribución usando el anillo sencillo o doble. (Ver figura 7b). Es usado también en subestaciones de 230 kV. (ver figura 7a)

Tiene como ventaja la continuidad del servicio aun cuando salga de operación cualquier transformador. En el caso de que salga de servicio cualquier circuito por motivo de falla se abren los dos interruptores adyacentes, se cierran los interruptores de enlace y se restablece el servicio inmediatamente. En el caso de que falle un interruptor o una línea, la carga se pasa a otro transformador o línea o se reparte entre los dos interruptores adyacentes. En caso de haber mas de 2 transformadores se puede usar un arreglo con doble anillo (ver figura 7c).

En el caso de mantenimiento de uno de los interruptores la carga se transfiere al circuito vecino cerrando automáticamente el interruptor de amarre.

El equipo que se requiere para este arreglo es el mismo que para el arreglo de un solo juego de barras, con la ventaja de que aquí se ahorra la protección diferencial de las barras, figura 7.

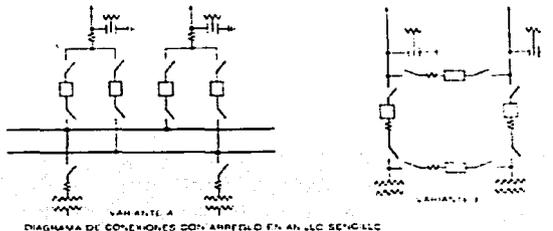


Figura 7

- **Arreglo de interruptor y medio.**

Este arreglo también se puede presentar en dos variantes y se utiliza con frecuencia en subestaciones de alta tensión de gran potencia, sobre todo en aquellas que forman parte de un sistema en anillo. En ambas variantes hay alta continuidad del servicio, bajo condiciones normales de operación todos los interruptores se encuentran cerrados y cada barra tiene instalada su protección diferencial, en caso de que ocurra una falla en una de las barras se desconectan todos los interruptores asociados a dicha barra sin dejar fuera de servicio ninguna línea o transformador.

A cada sección del diagrama unifilar se le llama módulo y consta de tres interruptores, cada uno de los cuales tiene dos juegos de transformadores de corriente y dos juegos de cuchillas seccionadoras uno a cada lado. En caso de reparación o mantenimiento de cualquier interruptor éste se puede efectuar sin afectar la continuidad del servicio. Comparando este arreglo con el de doble barra auxiliar se necesita una cantidad mayor de interruptores, aunque la cantidad de cuchillas es mucho menor.

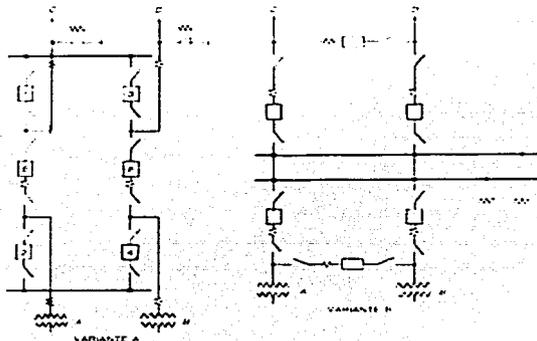


DIAGRAMA DE CONEXIONES CON ARREGLO DE INTERRUPTOR Y MEDIO

Figura 8

- **Arreglo de doble interruptor.**

Este arreglo tiene un alto nivel de confiabilidad con respecto a los casos de anillo o de interruptor y medio. El arreglo es escasamente utilizado debido a su alto costo, ya que requiere un número mayor de interruptores y cuchillas, es utilizado principalmente en plantas generadoras con unidades de 300 MW o en subestaciones alimentadoras de redes automáticas de distribución, figura 9.

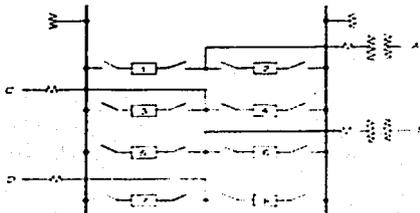


DIAGRAMA DE CONEXIONES CON ARREGLO DE DOBLE INTERRUPTOR

Figura 9

Capítulo 3

CALCULO DEL COSTO PARA DIFERENTES TARIFAS DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El programa que se desarrolló es producto de la programación en Visual Basic de Microsoft, el cual es utilizado para escribir programas de computadora basados en Windows. Visual Basic es un descendiente de BASIC que ha permanecido en el mercado durante varios años.

BASIC (Código de instrucciones simbólicas de carácter general para principiantes), en su origen fue desarrollado como lenguaje para principiantes. Con el advenimiento de Windows, Microsoft desarrolló Visual Basic que es una versión visual (gráfica) de BASIC. Desde su introducción, Visual Basic se ha convertido en una herramienta de desarrollo de aplicaciones extremadamente potente, dejando muy atrás su reputación de lenguaje para principiantes.

Una de las características más sobresalientes de éste es el hecho de que se puede crear una aplicación sólida en un espacio de tiempo muy corto. Visual Basic a menudo se considera como herramienta de desarrollo rápido de aplicaciones (RAD).

El programa desarrollado en Visual Basic es lo suficientemente flexible para realizar diversos cálculos. Para la creación de este programa de computadora se tomó un enfoque estructurado, es decir, se tomaron en cuenta los siguientes pasos:

1. Planificación de las tareas del programa (cómo debe funcionar)
2. Diseño de la interfaz de usuario (que aspecto debe tener)
3. Escritura del código del programa (se desarrollaron los pasos 1 y 2)
4. Prueba y depuración del programa.

Creación de la interfaz del usuario

La creación de la interfaz de este programa se refiere a las partes del programa que el usuario ve y con las que interactúa. A medida que se fue desarrollando la interfaz de esta aplicación se utilizaron muchas herramientas que proporcionó el entorno de desarrollo integrado de Visual Basic.

Este proyecto es un conjunto de archivos que almacena información sobre los componentes que conformaron una aplicación (programas). El programa consta de cuatro formularios (ventanas) cada una de las cuales tiene una función.

El primer formulario sirve para la captura de datos necesarios para el cálculo de los costos de energía eléctrica mensuales y anuales, a introducción personalizada de costo monetario anual, tomando en cuenta el tipo de tarifa, mes y año.

Introducir datos		
MES	Febrero	CALCULAR COSTO MENSUAL
AÑO	2003	
CONSUMO BASE (KWH)	51000	CALCULAR COSTO ANUAL
CONSUMO INTERMEDIO (KWH)	136000	
CONSUMO PUNTA (KWH)	42000	INTRODUCIR COSTO MONETARIO ANUAL
DEMANDA PUNTA (KW)	774	
TIPO DE TARIFA		
<p>DESPLEGAR GRÁFICA DESPLEGAR AHORRO AMORTIZACIÓN</p>		

El segundo formulario despliega gráficas de barras correspondientes a los valores introducidos en el primer formulario, con su mes, año y tarifa correspondiente.

MES	AÑO	TARIFA	COSTO MENSUAL EN PESOS
Enero	2004	H-M	[REDACTED]
Febrero	2004	H-M	[REDACTED]
Marzo	2004	H-M	[REDACTED]
Abril	2004	H-M	[REDACTED]
Mayo	2004	H-M	[REDACTED]
Junio	2004	H-M	1391301 1445333
Julio	2004	H-M	[REDACTED]
Agosto	2004	H-M	[REDACTED]
Septiembre	2004	H-M	[REDACTED]
Octubre	2004	H-M	[REDACTED]
Noviembre	2004	H-M	[REDACTED]
Diciembre	2004	H-M	[REDACTED]

COSTO TOTAL \$ 15517852.1210264

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El tercer formulario compara los diferentes costos de tarifa y muestra el ahorro al pasar de un tipo de tarifa a otra.

Mostrar arreglo _ [] X]

TARIFA COSTO TOTAL EN PESOS

H-M

H-S

H-T

Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$	368221.503
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	472285.401
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	104063.898

El cuarto formulario hace una comparación de los diferentes tipos de costos por aplicación de una tarifa con los costos de las subestaciones y despliega la amortización de la subestación correspondiente en términos del ahorro obtenido al pasar de una tarifa a otra.

Mostrar arreglo _ [] X]

Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$	348484
---------------------	-----	---------------------------	-----	----------------------------	--------

Mostrar arreglo

Precio de la Subestación: \$ 1600621

Años de Amortización 0.461960410096669

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Obtención de información del usuario y manejo de datos

Este programa es interactivo ya que necesita recibir información del usuario, a la vez que le proporciona información. Este programa de Visual Basic interactúa con el usuario a través de controles que vienen colocados en los formularios del programa. Mucho de los controles que se utilizaron de Visual Basic se pueden usar para obtener entradas del usuario. Para la interfaz del usuario de nuestro programa cálculo del costo para diferentes Tarifas se responsabilizó de la aceptación de entradas, de mostrar salidas y del inicio del cálculo de los costos.

Para nuestro caso se utilizaron tres de los controles empleados en Visual Basic:

- Text Box, controla la aceptación de información de texto que se necesita del usuario y regresa la información al mismo usuario.
- Label, controla los títulos, esto es, muestra la información al usuario. Las etiquetas son parecidas a los cuadros de texto.
- Command Button, controla que un usuario inicie acciones en el programa.

Una base datos es un conjunto de información almacenada de una manera estructurada y organizada en un medio de almacenamiento magnético. Existen programas llamados sistemas gestores de bases de datos que realizan las operaciones de introducción, modificación, reordenación, búsqueda y extracción de datos. Ejemplos comerciales de estos sistemas son Oracle, Sybase, Visual FoxPro, Access, etc.

Se requirieron bases de datos con tablas para los factores de ajuste de los diferentes tipos de tarifa. Se introdujeron diez tablas correspondientes a los 5 tipos de tarifas utilizadas, 5 para el año 1999 y 5 para el año 2000. Cada tabla contiene los valores de los factores correspondientes a los 12 meses de la tarifa del año correspondiente.

A continuación se muestra la tabla correspondiente a la tarifa HM del año 1999 y 2000

Tipo de tarifa	1999											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
Dem. F. (\$/kW)	53.818	53.188	53.284	53.071	52.97	54.072	55.202	56.51	57.776	60.058	60.508	62.148
Ener. P. (\$/kWh)	1.0165	1.00461	1.00642	1.00239	1.00049	1.0213	1.04265	1.06736	1.09127	1.13438	1.14289	1.17386
Ener. I. (\$/kWh)	0.32529	0.32144	0.32202	0.32073	0.32012	0.32678	0.33361	0.34152	0.34917	0.36295	0.36568	0.37559
Ener. B. (\$/kWh)	0.27162	0.26844	0.26892	0.26784	0.26733	0.27289	0.27859	0.28519	0.29158	0.3031	0.30537	0.31365

Tipo de tarifa	2000											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
Dem. F. (\$/kW)	62.266	60.709	61.462	62.937	65.102	65.799	67.984	69.194	68.149	68.217	68.71	68.97
Ener. P. (\$/kWh)	1.17609	1.14669	1.16091	1.18877	1.22966	1.24282	1.28408	1.30694	1.28721	1.2885	1.2979	1.3028
Ener. I. (\$/kWh)	0.3763	0.36689	0.37144	0.38035	0.39343	0.39764	0.41084	0.41815	0.41184	0.41225	0.4153	0.4169
Ener. B. (\$/kWh)	0.31425	0.30639	0.31019	0.31763	0.32856	0.33208	0.34311	0.34922	0.34395	0.34429	0.3468	0.3481

En seguida se muestra la tabla correspondiente a la tarifa HS del año 1999 y 2000

HS	1999											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Ener. P. (\$/kWh)	1.06835	1.04891	1.0445	1.03155	1.03186	1.06746	1.10044	1.13345	1.16938	1.22715	1.23942	1.2823
Ener. I. (\$/kWh)	0.28924	0.28398	0.28279	0.27928	0.27936	0.289	0.29793	0.30687	0.3166	0.33224	0.33556	0.34717
Ener. B. (\$/kWh)	0.25295	0.24835	0.24731	0.24424	0.24431	0.25274	0.26055	0.26837	0.27688	0.29056	0.29347	0.30382
Dem. F. (\$/kW)	32.649	32.055	31.92	31.524	31.533	32.621	33.629	34.638	35.736	37.501	37.876	39.187

HS	2000											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Ener. P. (\$/kWh)	1.28615	1.23805	1.25538	1.29631	1.35529	1.3725	1.43467	1.46609	1.43955	1.44459	1.4573	1.4589
Ener. I. (\$/kWh)	0.34821	0.33519	0.33988	0.35096	0.36693	0.37159	0.38842	0.39693	0.38975	0.39111	0.3946	0.395
Ener. B. (\$/kWh)	0.30453	0.29314	0.29724	0.30693	0.3209	0.32498	0.3397	0.34714	0.34086	0.34205	0.3451	0.3456
Dem. F. (\$/kW)	39.305	37.835	38.365	39.616	41.419	41.945	43.845	44.805	43.994	44.148	44.54	44.59

Finalmente se observan los años 1999 y 2000 de las tarifas HSL y HT

HS	1999											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ener. P. (\$/kWh)	0.7594	0.74558	0.74245	0.73324	0.73346	0.75876	0.78221	0.80568	0.83122	0.87228	0.881	0.91148
Ener. I. (\$/kWh)	0.2774	0.27235	0.27121	0.26785	0.26793	0.27717	0.28573	0.2943	0.30363	0.31863	0.32182	0.33295
Ener. B. (\$/kWh)	0.25295	0.24835	0.24731	0.24424	0.24431	0.25274	0.26055	0.26837	0.27688	0.29056	0.29347	0.30382
Dem. F. (\$/kW)	48.973	48.082	47.88	47.286	47.3	48.932	50.444	51.957	53.604	56.252	56.815	58.781

HS	2000											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ener. P. (\$/kWh)	0.91421	0.88002	0.89234	0.92143	0.96336	0.97559	1.01978	1.04211	1.02325	1.02683	1.0356	1.037
Ener. I. (\$/kWh)	0.33395	0.32146	0.32596	0.33659	0.3519	0.35637	0.37251	0.38067	0.37378	0.37509	0.3784	0.3788
Ener. B. (\$/kWh)	0.30453	0.29314	0.29724	0.30693	0.3209	0.32498	0.3397	0.34714	0.34086	0.34205	0.3451	0.3455
Dem. F. (\$/kW)	58.957	56.752	57.547	59.423	62.127	62.916	65.766	67.206	65.99	66.221	66.8	66.87

HT	1999											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	QCT	NOV	DIC
Ener. P. (\$/kWh)	1.04566	1.02663	1.02232	1.00964	1.00994	1.04478	1.07706	1.10937	1.14454	1.20108	1.21309	1.25506
Ener. I. (\$/kWh)	0.26618	0.26134	0.26024	0.25701	0.25709	0.26596	0.27418	0.28241	0.29136	0.30575	0.30881	0.31949
Ener. B. (\$/kWh)	0.24645	0.24196	0.24094	0.23795	0.23802	0.24623	0.25384	0.26146	0.26975	0.28308	0.28591	0.2958
Dem. F. (\$/kWh)	28.459	27.941	27.824	27.479	27.487	28.435	29.314	30.193	31.15	32.685	33.016	34.158

HT	2000											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	QCT	NOV	DIC
Ener. P. (\$/kWh)	1.25883	1.21175	1.22871	1.26877	1.3265	1.34335	1.4042	1.43495	1.40898	1.41391	1.4264	1.428
Ener. I. (\$/kWh)	0.32045	0.30847	0.31279	0.32299	0.33769	0.34198	0.35747	0.3653	0.35869	0.35995	0.3631	0.3635
Ener. B. (\$/kWh)	0.29669	0.28559	0.28959	0.29903	0.31264	0.31661	0.33095	0.3382	0.33208	0.33324	0.3362	0.3366

Se creó una base de datos con una tabla correspondiente a diversos arreglos y costos de subestaciones.

Codificación del programa

Para que nuestro programa sea funcional se debe escribir con cierto código. El término código se refiere a una o más líneas de órdenes de programación escritas en un lenguaje de programación para nuestro caso Visual Basic. Visual Basic es un lenguaje orientado a objetos y conducido por eventos. Esto implica que la interfaz de nuestro programa se compone de objetos (controles, formularios, etc). A nuestro programa se le enseña que acciones se deben ejecutar cuando se produzcan eventos en tales objetos.

El evento lo inicia el usuario anticipándose a los posibles eventos que puedan producirse en los diferentes objetos del programa, se escribió el código para responder a los mismos de forma apropiada. Este programa necesita recordar información (como el resultado de cálculos, tipo de tarifas, el total de costos, etc) mientras el programa esta ejecutándose.

Ejecución del programa

Cuando ejecutamos nuestro programa con la orden inicial, Visual Basic compiló el programa para comprobar si hay cierto tipo de errores. Una vez que comprobamos que no tenía errores, el programa empezó a ejecutarse y se visualizó el formulario principal. Dado que la aplicación esta orientada a objetos y conducida por eventos, esta esperando respuesta por parte del usuario para que se produzca un evento en un objeto como pulsar un botón o escribir en el cuadro de texto.

COSTO DE SUBESTACIONES

A continuación se enlistan los arreglos típicos de subestaciones para intemperie con su respectivo presupuesto llave en mano y diagrama unifilar.

TIPO INTEMPERIE

- Subestación 115 kV, 5 MVA, arreglo 1
- Subestación 115 kV, 5 MVA, arreglo 2
- Subestación 115 kV, 5 MVA, arreglo 3
- Subestación 230 kV, 10 MVA, arreglo 1
- Subestación 230 kV, 10 MVA, arreglo 2
- Subestación 230 kV, 10 MVA, arreglo 3
- Subestación 13.2 kV, arreglo 1

Nota: Estos presupuestos al estar en dólares americanos, sólo deberán ser ajustados alrededor del 2% anual, para obtener un precio actualizado.

Subestación eléctrica tipo Intemperie 115/13.2 kV, arreglo 1

> 5 MVA

TESIS CON ⁷⁻³
FALLA DE ORIGEN

**COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 1**

FECHA: 30 04 02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 5 MVA				N REFERENCIA RPHTESIS03	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$	
1 00	1 00	LTE	INGENIERIA DE DETALLE			26,413.00	
1.1	1.00	Lte	Ingenieria electromecánica y de detalle	SIEMENS	19,376 00	19,376 00	
1.2	1.00	Lte	Ingenieria civil	SIEMENS	6,001 00	6,001 00	
1.3	1.00	Lte	Ingenieria estructural	SIEMENS	1,034 00	1,034 00	
2 00	1 00	LTE	EQUIPO PRINCIPAL			374,776 00	
2.1	1 00	Pza	Transformador de potencia trifásico, tipo intemperie, sumergido en aceite, 5 MVA, OAFA, 60 Hz, trifasico, con una relación de transformación de 115/13.2 kv, conexión delta- estrella, con cambiador de derivaciones de operación sin carga de (-2, -2) Taps x 2.5% cu en A.T. 115 kv en A.T. (Boquillas), 13.2 kv en B.T (Garganta), 2.5 cm/kV en A.T. , para operar a 1800 msnm, para una temperatura ambiente maxima de 40 °C y una temperatura ambiente promedio de 30 °C, NBAI de 550 KV, conforme a normas ANSI . (Incluye aceite aislante , montaje y puesta en servicio)	VOLTRAN O SIMILAR	143,550 00	143,550 00	
2.2	1 00	Pza	Interruptor de potencia trifásico en SF6, tipo intemperie, 115 kv nominales, tipo tanque vivo, modelo 3AP1-FG , 31.5 kA Simétricos de corto circuito, 1250 A nominales, 60 Hz, NBAI 550 kv BIL, para altitud de operación 1800 msnm, con mecanismo de operación motorizada a 220 VCA, tensión de control 125 VCD, Dist. fuga de 2.5 cm/kV , conforme a especificación ANSI . No incluye cuadro de alarmas	SIEMENS	35,413 00	35,413 00	
2.3	1 00	Jgo	Cuchilla desconectadora bipolar, operación en grupo sin carga, operación motorizada, apertura lateral central tipo "V", montaje vertical y/o horizontal , 115 kv nominales, tensión de operación 115 kv, 1250 A, 550 kv NBAI, 31.5 kA corriente de corto circuito, sin cuchilla de puesta a tierra, para una altitud de operación de 1800 m.s.n.m. con aislador de porcelana tipo C4-550, dist. fuga de 2.5 cm/kV Incluye un juego de contactos (6) convertibles " a o b " , conforme a especificación ANSI	SOUTHERN STATES O SIMILAR	7,066 00	7,066 00	
2.4	3 00	Pza	Transf. de potencial inductivo, TIPO UTE-123, Clase 115 kv, tipo estación, Rel 600x1000 1-1 V, con dos (2) devanados secundarios, potencia y clase de precisión 0.3 w.k.y. 1.2z, 60 Hz, 550 kv BIL, 60 Hz, servicio intemperie, para trabajar a altitudes de 1800 m.s.n.m. , dist. fuga 2.5 cm/KV, conforme a especificación CFE	ARTECHE O SIMILAR	5,831 00	17,493 00	
2.5	3 00	Pza	Transformador de corriente, tipo CTE-123 , clase estación, 115 kv nominales, 60 Hz, 550 kv de NBAI, relación de transformación 25X50X100; 5I/5I/5I/5 A, cuatro (4) devanados secundarios, (2) dos para protección precisión C-200, (2) uno para medición con precisión 0.3B0.1-B2.0.0.3B0.1-B1.0, altitud de operación 1800 m.s.n.m. servicio intemperie, Dist. Fuga 2.5 cm/KV , conforme a especificación CFE.	ARTECHE O SIMILAR	5,810 00	17,430 00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 1**

FECHA: 30.04.02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 5 MVA					N REFERENCIA RPRTESIS03	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$		
2 6	6.00	Pza	Apararrayos clase estación, modelo 3EP, de óxidos metálicos, tensión nominal 95 kV, tensión máxima del sistema 123 KV, para operar a una altitud de 1800 msnm. No incluye contador de descargas , 550 KV BIL, Dist. Fuga 45 cm/KV, conforme a especificación ANSI	SIEMENS	1,951 00	9 306 00		
2 7	1.00	Lote	Tablero de control, protección y medición en alta tensión 115 KV , tipo SIMPLEX (una acometida, un interruptor y trafa de potencia) , que incluye lo siguiente : * Una-1 seccion simplex para acometida, interruptor y transformador * Incluye relevador de sobrecorriente para protección de los interruptor en el lado de alta , así como relevador diferencial.	SIEMENS	26 164 00	26 164 00		
2 8	1 00	Lote	Tablero de media tensión metal clad tipo 8BK-2D, para una tensión de 13.2 kV, conteniendo cuatro-4 celdas las cuales se describen a continuación : - 1 Celdas para seccion de acometida con medicion y control - 1 Celda para seccion de medicion - 2Celdas para seccion de alimentadores derivados - 1 Celda para seccion de seccionador para serv Prop	SIEMENS	95 732 00	95 732 00		
2 9	1.00	Pzas	Banco de resistencias para conexión de puesto a tierra de neutro de transformador de potencia, de 5/6 25KV, en 13 2 KV, corriente nominal 400Amp, 19 Ohms, 110 KV BIL, con TC de relacian de transformacion 400 5 Amp, 10 seg de descarga	CYS	5,686 00	5,686 00		
2 10	1 00	Lote	Equipos y materiales requeridos para servicios propios de la S.E. Incluye: 1 Transformador de S P de 45 KVA 13 2 KV/220-127 VCA 1 Tablero de distribución de A C con Int principal y derivados 1 Tablero de distribución de D C con Int principal y derivados 1 Extractor de aire para cuarto de baterías 1 Lote de estatores para cuarto y palto de S E Luminarias VGR de emergencia en el cuarto de control, cables de energía y fuerza, herrajes charolas y conectores, nomenclatura de equipo, señalización de equipo de manobra, equipo contra incendio, tapetes electricos, tarima de fibra de vidrio, luminaria V S A P Autolavasirada montaje con braso uso intempene de 220 V, 60 HZ	SIEMENS	11 260 00	11 260 00		
2 11	1.00	Pza	Banco de baterías de 70 a-h, Pb- acido, selladas libres de mantenimiento, 125 VCD, con bastidor para montaje, modelo del banco es 10 X 12 MX 700	MEI O SIMILAR	2,096 00	2,096 00		
2 12	1 00	Pza	Cargador de baterías automatico de 25 ACD 125 VCD Modelo KCR 15-130, estado soldo a base de SCR's y diodos, enfriado por conveccion natural	MEI O SIMILAR	1,533 00	1,533 00		

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS

ARREGLO 1

FECHA 30 04 02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 5 MVA			N. REFERENCIA RPRETES1503	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$
3.00	1.00	LTE	ESTRUCTURA METALICA EN BAHIAS EN 115 KV			
3 1	1.00	Lote	Suministro de estructura metálica, galvanizada por inmersión en caliente, fabricada con perfiles estructurales según normas ASTM, para ser usadas en las estructuras mayores y menores de la Subestación en 115 KV , para soporte de bus de alta tensión y de equipos, incluye tornillería y anclajes.	ARKNITEL O SIMILAR	11,092 00	11,092 00
4.00	1.00	LTE	SISTEMA DE TIERRAS Y PARARRAYOS PARA S.E.			9,415.00
4 1	1.00	Lte	Excavacion, relleno y compactado, suministro de cable de cu desnudo 4/0 AWG, conexiones soldables accesorios, cable de pararrayos clase II, punta pararrayos de 0.91 m de long. para sistema de protección contra descargas atmosféricas, cable de guarda de acero de 3/8 de diam punta pararrayos de 30 m de long, así como todos los materiales, moldes y cargas cadwell requeridos para el tendido de la malla de tierras en la nueva subestación.	VAHIOS	9,415 00	9,415 00
5.00	1.00	LTE	CABLE DE POTENCIA M.T. 15x14 KV.			7,482.00
5 1	1.00	Lte	Interconexión entre transformador de potencia a los tableros de media tensión y s.p. Cable de energía de aluminio calibre 4/0 AWG, 15 KV, aislamiento XLR - 100%, material adicional incluyendo terminales termocontractiles, conos de alivio 25 KV p/cab 4/0 AWG EPR, zapatas, tornillería y charolas.	VAHIOS	7,482 00	7,482 00
			NOTA: - Se considero una distancia de 5 mt, del transformador al cuarto de control para el cable de potencia - Se considero al cable para alimentar al transformador de servicios propios en 13.2 kv, 4/0 kCM.			
6.00	1.00	LTE	BUSES EN ALTA TENSION 115 KV, INCLUYE:			3,542.00
6 1	1.00	Lte	Suministro de cable de 477 ACSR código HAWK para la bahía del bus de A.T. en 115 KV , conectores entre equipos para cable 477 ACSR, así como de equipos a bus en 115 KV, cadenas de aisladores de suspensión ANSI 52-5, 25000 lbs, herrajes para cadena de tensión y suspensión, aisladores soportes de porcelana tipo TR-288, grapas y demás accesorios requeridos para la instalación y conexión de equipos al bus de 115 KV.	VAHIOS	3,542 00	3,542 00

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 1

FECHA 30 04 02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 5 MVA				Nº REFERENCIA RPRTEIS03
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$
7.00	1.00	Lte.	CABLE DE CONTROL, INCLUYE:			5,983.00
7.1	1.00	Lte.	Suministro de cable de control blindado 2x10,4x10 AWG, cable de control 2x10,4x10,5x10,3x14,6x14,12x14 AWG, cable de control multiconductor PVC+PVC 600 V del tipo normal y blindado de diferentes calibres, tubería PVC 32,38,51 mm de diámetro, caja registro y tablilla nema 3R,Zapatillas conectores,etiquetas En este concepto se incluye también el suministro de todas las placas de LAMICOID para identificación del equipo eléctrico conforme a especificación CLF .	CONDUMEX	5,983.00	5,983.00
8.00	1.00	Lte.	ALUMBRADO DE PATIO Y CASETA DE S.E. INCLUYE:			2,238.00
8.1	1.00	Lte.	Suministro del Alumbrado en Patio, Lum V S A P 220V, 250 W, brazo para montaje Lámpara Alumbrado en cuarto de control, Lámpara fluorescente 2X38 Watts y materiales p/inst. (Apagadores y contactos 3F, Tubería, cajas tipo FS,pernos, taquetes, cable en diferentes calibres, condulets, Fotoceldas) Para mantener los niveles de iluminación requeridos de acuerdo a normas vigentes, en el Patio y Cuarto Eléctrico de la Subestación.	MULOPHANE	2,238.00	2,238.00
9.00	1.00	Lte.	PUESTA EN SERVICIO			21,497.00
9.1	1.00	Lte.	Puesta en Servicio de la S.E. 115/13.2 KV incluye: Pruebas de Rutina preoperativas de equipo principal, esquemas de Protección,control y medición,Protocolo de pruebas, realizadas por personal especializado de SIEMENS para todos los equipos incluidos en la presente cotización	SIEMENS	21,497.00	21,497.00
10.00	1.00	Lte.	MONTAJE (OBRA ELECTROMECHANICA)			43,011.00
10.1	1.00	Lte.	Montaje e instalación de los equipos y materiales que constituyen la subestación eléctrica incluyendo equipo principal,tierras y pararrayos,alumbrado, cable de fuerza,tablero de control, protección y medición en alta, por personal especializado de SIEMENS.	SIEMENS	43,011.00	43,011.00
11.00	1.00	LTE	OBRA CIVIL (CONSTRUCCION)			82,693.00
11.1	1.00	Lte.	Obra Civil de la Subestación Principal 115/4.16 KV (Incluyendo trabajos preliminares de cimentación para todas las estructuras mayores y menores de los equipos, cimentación del transformador de potencia, cuarto de control (CASETA) p/ tablero: control, protección y medición, banco y cargador de baterías, transformador de servicios propios Así como malla ciclónica junto con su portón de acceso, ductos de control y alumbrado, trincheras, registros eléctricos de control y fuerza, pisos terminados NOTA * No se incluye en esta cotización plataforma, ni terrazas * Del trazo de potencia al cuarto de control de la S.E. se consideraron 10 mt	VARIOS	82,693.00	82,693.00
PRECIO TOTAL USD						588,135.00

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Subestación eléctrica tipo intemperie 115/13.2 kV, arreglo 2

> 2 X 5 MVA

ESTA TESIS NO SE
DE LA BIBLIOTECA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-2 X 5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 2

FECHA: 30 04 02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 2 X 5 MVA				N REFERENCIA RPRTESIS06	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$	
1.00	1.00	LTE	INGENIERIA DE DETALLE				
1.1	1.00	Lte	Ingenieria electromecanica y de detalle				
1.2	1.00	Lte	Ingenieria civil	SIEMENS	27.600 00	27.600 00	
1.3	1.00	Lte	Ingenieria estructural	SIEMENS	9.659 00	9.659 00	
				SIEMENS	2.050 00	2.050 00	
2.00	1.00	LTE	EQUIPO PRINCIPAL				685.010 00
2.1	2.00	Pza	Transformador de potencia trifásico, tipo intemperie, sumergido en aceite, 5 MVA, ON/FA, 60 Hz, trifásico, con una relación de transformación de 115/13.2 KV, conexión delta- estrella, con cambiador de derivaciones de operación sin carga de (+2, -2) taps x 2.5% c/u en A.T. 115 KV en A.T. (Boquillas), 13.2 KV en B.T. (Garganta), 2.5 cm/KV, en A.T., para operar a 1800 msnm, para una temperatura ambiente máxima de 40 °C y una temperatura ambiente promedio de 30 °C, NBAI de 550 KV, conforme a normas ANSI (Incluye aceite aislante , montaje y puesta en servicio)	VOLTRARI O SIMILAR	143.500 00	287 100 00	
2.2	1.00	Pza	Interruptor de potencia trifásico en SF6, tipo intemperie, 115 KV nominales, tipo TANQUE VIVO, modelo 3AP1-FG , 31.5 KA simétricos de corto circuito, 1250 A nominales, 60 Hz, NBAI 550 KV BIL, para altitud de operación 1800 msnm, con mecanismo de operación motorizada a 220 VCA, tensión de control 125 VCD, Dist. fuga de 2.5 cm/KV , conforme a especificación ANSI No Incluye cuadro de alarmas	SIEMENS	35.413 00	35.413 00	
2.3	1.00	Pza	Cuchilla desconectadora tripolar, operación en grupo sin carga, operación motorizada, apertura lateral central tipo "V", montaje vertical y/o horizontal , 115 KV nominales, tensión de operación 115 KV, 1250 A, 550 kV NBAI, 31.5 KA corriente de corto circuito, con cuchilla de puesta a tierra, para una altitud de operación de 1800 m.s.n.m. con aislador de porcelana tipo C4-550, Dist. fuga de 2.5 cm/KV Incluye un juego de contactos (6) convertibles "a ó b" , conforme a especificación ANSI	SOUTHERN STATES O SIMILAR	8.700 00	8.700 00	
2.4	2.00	Jgo	Cuchilla desconectadora tripolar, operación en grupo sin carga, Operación Motorizada, apertura lateral central tipo "V", montaje vertical y/o horizontal , 115 KV nominales, Tensión de Operación 115 KV, 1250 A, 550 kV NBAI, 31.5 KA corriente de corto circuito, Sin Cuchilla de Puesta a Tierra, para una altitud de operación de 1800 m s.n.m. con aislador de porcelana tipo C4-550, Dist. Fuga de 2.5 cm/KV , Incluye un juego de contactos (6) convertibles "a ó b" , conforme a especificación ANSI	SOUTHERN STATES O SIMILAR	7.098 00	14.192 00	
2.5	3.00	Pza	Tránsf de potencial Inductivo, TIPO UTE-123, Clase 115 KV, tipo estación, Rel. 600x1000 1-1 V, con dos (2) devanados secundarios, potencia y clase de precisión 0,3 w.w.y, 1.22, 60 Hz, 550 KV BIL, 60 Hz, servicio intemperie, para trabajar a una altitud de 1800 m s.n.m. Dist. Fuga 2.5 cm/KV, conforme a especificación CFE	ARTECHE O SIMILAR	5.831 00	17.493 00	
2.6	9.00	Pza	Transformador de corriente, tipo CTE-123, clase estación, 115 KV nominales, 60 Hz, 550 KV de NBAI, relación de transformación 25X50:100, 50/5/5 A, cuatro (4) devanados secundarios, (2) dos para protección precisión C-200, (2) uno para medición con precisión 0.3B0.1-B2.0.0.3B0.1-B1.0 , altitud de operación 1800 m.s.n.m. servicio intemperie, Dist. Fuga 2.5 cm/KV , conforme a especificación CFE	ARTECHE O SIMILAR	5.810 00	52.290 00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-2 X 5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 2**

FECHA: 30 04 02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 2 X 5 MVA					N REFERENCIA
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$	RPRTESIS06
2.7	9.00	Pza	Apararrrayos clase estacion, modelo 3EP, de oxidos metálicos, tensión nominal 95 kV, tensión máxima del sistema 123 KV, para operar a una altitud de 1800 msnm. No incluye contador de descargas . 550 KV BIL, Dist: Fuga 4.5 cm/kV, conforme a especificación ANSI	SIEMENS	1.551 00	13.959 00	
2.8	1.00	Lote	Tablero de Control, Protección y Medición en Alta Tensión 115 KV, Tipo SIMPLEX (Una Acometida, Un Interruptor y Tráfico de Potencia) . que Incluye lo siguiente :	SIEMENS	56.600 00	56.600 00	
			* Dos 2 secciones simplex para acometida, Interruptor y los dos transformadores.				
			* Incluye relevador de sobrecorriente para protección de los interruptores en el lado de alta , así como relevadores diferenciales				
2.9	1.00	Lote	Tablero de Media Tensión Metal Clad tipo 8BK-20, para una tensión de 13.2 KV, Conteniendo Cuatro-4 Celdas las cuales se describen a continuación : - 2 Celdas para sección de acometidas con medición y control.	SIEMENS	175.342 00	175.342 00	
			- 2 Celdas para secciones de medición -4Celdas para sección de alimentadores derivados.				
2.10	2.00	Pzas	- 2 Celdas para sección de seccionador para Serv. Prop. Banco de resistencias para conexión de puesta a tierra de neutro de transformador de potencia, de 5/6 25KV, en 13.2 KV, corriente nominal 400Amp, 19 Ohms, 110 KV BIL, con TC de relación de transformación 400 / 5 Amp, 10 seq de descarga	CYS	5.686 00	11.372 00	
2.11	1.00	Lote	Equipos y Materiales requeridos para Servicios Propios de la S.E. Incluye: 2 Transformador de S P de 45 KVA 13.2 KV/220-127 VCA 1 Tablero de distribución de A C con Int. principal y derivados 1 Tablero de distribución de D C con Int. principal y derivados 1 Extractor de aire para cuarto de baterías 1 Lote de Extintores para cuarto y patio de S E Luminarias VGR de emergencia en el cuarto de control, cables de energía y fuerza, herrajes charolas y conectores, nomenclatura de equipo, señalización de equipo de maniobra, equipo contra incendio, tapetes dieléctricos, tarima de fibra de vidrio, luminaria V S A P, Autobalastada montaje con brazo uso intemperie de 220 V, 60 Hz	SIEMENS	18.920 00	18.920 00	
2.13	1.00	Pza	Banco de baterías de 70 a-h, Pb- Acido, selladas libres de mantenimiento, 125 VCD, con bastidor para montaje, modelo del banco es 10 X 12 MX 700	MEI O SIMILAR	2.096 00	2.096 00	
2.12	1.00	Pza	Cargador de baterías automatico de 25 ACD 125 VCD Modelo KCR 15-130, estado soldo a base de SCR's y diodos, enfriado por conveccion natural	MEI O SIMILAR	1.533 00	1.533 00	
3.00	1.00	LTE	ESTRUCTURA METALICA EN BAHIAS EN 115 KV			23.050 00	
3.1	1.00	Lote	Suministro estructura metálica, galvanizada por inmersión en caliente, fabricada con perfiles estructurales según normas ASTM, para ser usadas en las estructuras mayores y menores de la subestación en 115 KV , para soporte de vus de alta tensión y de equipos, incluye tornillería y anclas.	ARKSTEEL O SIMILAR	23.050 00	23.050 00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-2 X 5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS

ARREGLO 2

FECHA: 30 04 02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 2 X 5 MVA				N REFERENCIA RPREYIS008	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$	
4.00	1.00	LTE	SISTEMA DE TIERRAS Y PARARRAYOS PARA S.E.				
4.1	1.00	Lte	Excavación, relleno y compactado, suministro de cable de Cu desnudo 4/0 AWG, conexiones soldables accesorios, cable de pararrayos clase II, punta pararrayos de 0.91 m de long para sistema de protección contra descargas atmosféricas, cable de guarda de acero de 3/8 de diam punta pararrayos de 3.0 m de long, así como todos los materiales, moldes y cargas cadwell requeridos para el tendido de la malla de tierras en la nueva subestación	VARIOS	17.840 00	17.840 00	
5.00	1.00	LTE	CABLE DE POTENCIA M.T. 15 KV.				
5.1	1.00	Lte	Interconexión entre Transformador de Potencia a los Tableros de media tensión y S.P. Cable de energía de aluminio calibre 4/0 AWG, 15 KV, aislamiento XLP 100%, material adicional incluyendo terminales termocontráctiles, conos de alivio 25 KV p/cab 4/0 AWG EPR, zapatas, tornillería y charolas. NOTA: - se considero una distancia de 5 mt, del transformador al cuarto de control para el cable de potencia. - se considero el cable para alimentar al transformador de servicio controlado en 13.2 KV 4/0 KCM.	VARIOS	15.300 00	15.300 00	
6.00	1.00	LTE	BUSES EN ALTA TENSION 115 KV, INCLUYE:				
6.1	1.00	Lte	Suministro de cable de 477 ACSR código HAWK para la bahía del Bus de A.T. en 115 KV, conectores entre equipos para cable 477 ACSR, así como de equipos a bus en 115 KV, cadenas de aisladores de suspensión ANSI 52-5, 25000 lbs, herrajes para cadena de tensión y suspensión, aisladores soportes de porcelana tipo TR-288, grapas y demás accesorios requeridos para la instalación y conexión de equipos al bus de 115 KV	VARIOS	9.640 00	9.640 00	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-2 X 5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 2

FECHA: 30 04 02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 2 X 5 MVA				N REFERENCIA RPRTES1506	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$	
7.00	1.00	Lte.	CABLE DE CONTROL, INCLUYE:			13,820.00	
7.1	1.00	Lte	Suministro de cable de control blindado 2x10.4X10 AWG, cable de control 2X10.4X10.5x10.3x14.6x14.12x14 AWG, cable de control multiconductor PVC+PVC 600 V del tipo normal y blindado de diferentes calibres, tubería PVC 32,38,51 mm de diametro, caja registro y tabilla nema 3R, zapatas conectores, etiquetas. En este concepto se incluye también el suministro de todas las placas de LAMICOID para identificación del equipo eléctrico, conforme a especificación CLF	CONDUMEX	13,820.00	13,820.00	
8.00	1.00	Lte	ALUMBRADO DE PATIO Y CASÉTA DE S.E. INCLUYE:			2,238.00	
8.1	1.00	Lte	Suministro del alumbrado en patio, Lum. V S.A.P. 220V, 250 W, brazo para montaje lámpara. Alumbrado en cuarto de control, lámpara fluorescente 2X38 Watts y materiales p/inst. (Apagadores y contactos 3F, tubería, cajas tipo FS, pernos, taquetes, cable en diferentes calibres, conductos, fotoceldas). Para mantener los niveles de iluminación requeridos de acuerdo a normas vigentes, en el patio y cuarto eléctrico de la subestación	HOLOPTANE	5,640.00	2,238.00	
9.00	1.00	Lte.	PUESTA EN SERVICIO			58,939.00	
9.1	1.00	Lte	Puesta en Servicio de la S.E. 115/13.2 KV Incluye: Pruebas de rutina preoperativas de equipo principal, esquemas de protección, control y medición, protocolo de pruebas, realizadas por personal especializado de SIEMENS para todos los equipos incluidos en la presente cotización.	SIEMENS	58,939.00	58,939.00	
10.00	1.00	Lte.	MONTAJE (OBRA ELECTROMECHANICA)			97,470.00	
10.1	1.00	Lte	Montaje o instalación de los equipos y materiales que constituyen la subestación eléctrica incluyendo equipo principal, tierras y pararrayos, alumbrado, cable de fuerza, tablero de control, protección y medición en alta, por personal especializado de SIEMENS	SIEMENS	97,470.00	97,470.00	
11.00	1.00	LTE	OBRA CIVIL (CONSTRUCCION)			215,430.00	
10.1	1.00	Lte	Obra Civil de la Subestación Principal 115/4.16 KV Incluyendo trabajos preliminares de cimentación para todas las estructuras mayores y menores de los equipos, cimentación del transformador de potencia, cuarto de control (CASETA) p/ tablero, control, protección y medición, banco y cargador de baterías, transformador de servicios propios. Así como malla ciclónica junto con su portón de acceso, ductos de control y alumbrado, trincheras, registros eléctricos de control y fuerza, pisos terminados NOTA * No se incluye en esta cotización plataforma, ni terracerías. * Del trazo de potencia al cuarto de control de la S.E. se consideraron 10 mt	VARIOS	215,430.00	215,430.00	
PRECIO TOTAL USD						1,188,446.00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Subestación eléctrica tipo intemperie 115/13.2 kV, arreglo 3

> 2 X 5 MVA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-2 X 5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 3**

FECHA: 30.04.02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 2 X 5 MVA					N REFERENCIA APRITESIOS	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	MARCA	PRECIO UNY. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$		
1.00	1.00	LTE	INGENIERIA DE DETALLE			56,908.00		
1.1	1.00	Lte	Ingenieria electromecánica y de detalle	SILKIENS	35,798.00	35,798.00		
1.2	1.00	Lte	Ingenieria civil	SIEMENS	17,560.00	17,560.00		
1.3	1.00	Lte	Ingenieria estructural	VARIOS	3,550.00	3,550.00		
2.00	1.00	LTE	EQUIPO PRINCIPAL			863,484.00		
2.1	2.00	Pza	Transformador de potencia trifásico, tipo intemperie, sumergido en aceite, 5 MVA, OA/FA, 60 Hz, trifásico, con una relación de transformación de 115/13.2 kV, conexión delta- estrella, con cambiador de derivaciones de operación sin carga de (+2, -2) Taps x 2.5% c/u en A.T., 115 KV en A.T. (Boquillas), 13.2 KV en B.T. (Garganta), 2.5 cm/KV en A.T., para operar a 1800 msnm, para una temperatura ambiente máxima de 40 °C y una temperatura ambiente promedio de 30 °C, NBAI de 550 KV, conforme a normas ANSI (incluye aceite aislante, montaje y puesta en servicio)	VOLTRAN O SIMILAR	143,550.00	287,100.00		
2.2	4.00	Pza	Interruptor de potencia trifásico en SF6, tipo intemperie, 115 KV nominales, tipo tanque vivo, modelo 3AP1-FG, 31.5 KA simétricos de corto circuito, 1250 A nominales, 60 Hz, NBAI 550 KV BIL, para una altitud de operación 1800 msnm, con mecanismo de operación motorizada a 220 VCA, tensión de control 125 VCD, Dist fuga de 2.5 cm/KV, conforme a especificación ANSI No Incluye cuadro de alarmas.	SIEMENS	35,413.00	141,652.00		
2.3	2.00		Cuchilla desconectadora tripolar, operación en grupo sin carga, operación motorizada, apertura lateral central tipo " V ", montaje vertical y/o horizontal, 115 KV nominales, tensión de operación 115 KV, 1250 A, 550 kV NBAI, 31.5 KA corriente de corto circuito, con cuchilla de puesta a tierra, para una altitud de operación de 1800 m s.n.m. con aislador de porcelana tipo CA-550, dist. fuga de 2.5 cm/KV. Incluye un juego de contactos (6) convertibles " a ó b ", conforme a especificación ANSI	SOUTHERN STATES O SIMILAR	8,700.00	17,400.00		
2.4	3.00	Jgo	Cuchilla desconectadora tripolar, operación en grupo sin carga, operación motorizada, apertura lateral central tipo " V ", montaje vertical y/o horizontal, 115 KV nominales, tensión de operación 115 KV, 1250 A, 550 kV NBAI, 31.5 KA corriente de corto circuito, sin cuchilla de puesta a tierra, para una altitud de operación de 1800 m s.n.m. con aislador de porcelana tipo CA-550, Dist. Fuga de 2.5 cm/KV. Incluye un juego de contactos (6) convertibles " a ó b ", conforme a especificación ANSI	SOUTHERN STATES O SIMILAR	7,096.00	21,288.00		
2.5	6.00	Pza	Transf de Potencial Inductivo, TIPO UTE-123, Clase 115 KV, Tipo Estacion, Rpl 600x1000x1.1 V, con dos (2) devanados secundarios, Potencia y Clase de Precisión 0,3 w.x.y.1.22, 60 Hz, 550 KV BIL, 60 Hz, Servicio Intemperie, para trabajar a una altitud de 1800 m s.n.m. Dist. Fuga 2.5 cm/KV, conforme a especificación CFE	ARTECHE O SIMILAR	5,831.00	34,986.00		

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-2 X 5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS

ARREGLO 3

FECHA: 30/04/02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERE 115/13.2 KV - 2 X 5 MVA				N° REFERENCIA R#RTESS09	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$	
2.6	12.00	Pza	Transformador de Corriente, tipo CTE-123 , clase estación, 115 KV nominales, 60 Hz, 550 KV de NBAI, relacion de transformacion 25X50X100, 5/5/5/5 A, cuatro (4) devanados secundarios, (2) dos para Protección precision C-200, (2) uno para Medicion con precision 0.3B0.1-B2 0.0 3B0.1-B1.0, altitud de operacion 1800 m.s.n.m. servicio intempepe, Dist Fuga 2.5 cm/KV , conforme a especificacion CFE	ARTECHE O SIMILAR	5.610 00	69.720 00	
2.7	12.00	Pza	Aparatos clase estacion, modelo 3EP, de oxidos metalicos, tension nominal 96 kv, tension maxima del sistema 123 KV, para operar a una altitud de 1800 msnm. No incluye contador de descargas , 550 KV BIL, dist. fuga 4.5 cm/KV, conforme a especificacion ANS	SIEMENS	1.551 00	18.612 00	
2.8	1.00	Lote	Tablero de Control, Proteccion y Medicion en Alta Tension 115 KV , Tipo SIMPLEX (Una Acometida, Un Interruptor y Trafo de Potencia) , que incluye lo siguiente :	SIEMENS	77.350 00	77.350 00	
			* Tres 3 Secciones simplex para acometida, interruptor y transformador				
			* Incluye relevadores de sobrecorriente para Proteccion de los interruptores en el lado de alta , asi como relevadores diferenciales				
2.9	1.00	Lote	Tablero de Media Tension Metal Clad tipo 8BK-20, para una tension de 13.2 KV, Conteniendo Cuatro-4 Celdas las cuales se describen a continuacion :	SIEMENS	175.342 00	175.342 00	
			- 2 Celdas para seccion de acometidas con medicion y control				
			- 2 Celdas para secciones de medicion				
			- 2 Celdas para seccion de alimentadores derivados				
			- 2 Celdas para seccion de seccionador para serv prop				
2.10	2.00	Pzas	Banco de resistencias para conexion de puesta a tierra de neutro de transformador de potencia, de 5/6 25KV, en 13.2 KV, corriente nominal 400Amp, 19 Ohms, 110 KV BIL, con TC de relacion de transformacion 400 5 Amp, 10 seg. de descarga	CYS	5.886 00	11.372 00	
2.11	1.00	Lote	Equipos y Materiales requeridos para Servicios Propios de la S.E. incluye:	SIEMENS	23.500 00	23.500 00	
			2 Transformador de S P de 45 KVA, 13.2 KV/220.127 VCA				
			1 Tablero de distribucion de A.C. con Int. principal y derivados				
			1 Tablero de distribucion de D.C. con Int. principal y derivados				
			1 Extractor de aire para cuarto de baterias				
			1 Lote de extintores para cuarto y patio de S.E				
			Luminarias VGR de emergencia en el cuarto de control, cables de energia y fuerza, herrajes charolas y conectores, nomenclatura de equipo, señalizacion de equipo de maniobra, equipo contra incendio, tapetes dielectricos, tarima de fibra de vidrio, luminaria V S A P autolabastada montaje con braso uso intempepe de 220 v 60 Hz				
2.13	1.00	Pza	Banco de baterias de 70 a-h, Pb- acido, selladas libres de mantenimiento, 125 VCD, con bastidor para montaje, modelo del banco es 10 X 12 MX 700.	MEI O SIMILAR	2.096 00	2.096 00	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-2 X 5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 3**

FECHA: 30.04.02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 2 X 5 MVA				N REFERENCIA RPRETE51509	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$	
2.12	2.00	Pza	Cargador de baterías automático de 25 ACD 125 VCD modelo KCR 15-130, estado sólido a base de SCR's y diodos, enfriado por convección natural.	MET O SIMILAR	1,533.00	3,066.00	
3.00	1.00	LTE	ESTRUCTURA METALICA EN BAHIAS EN 115 KV			32,400.00	
3.1	1.00	Lote	Suministro de estructura metálica, galvanizada por inmersión en caliente, fabricada con partes estructurales según normas ASTM, para ser usadas en las estructuras mayores y menores de la subestación en 115 kV , para soporte de bus de alta tensión y de equipos, incluye tornillería y anclas	ARKSTELL O SIMILAR	32,400.00	32,400.00	
4.00	1.00	LTE	SISTEMA DE TIERRAS Y PARARRAYOS PARA S.E.			21,300.00	
4.1	1.00	Lte	Excavación, relleno y compactado, suministro de cable de Cu desnudo 4/0 AWG, conexiones soldables accesorios, cable de pararrayos clase II, punta pararrayos de 0.91 m de long. para sistema de protección contra descargas atmosféricas, cable de guarda de acero de 3/8 de diam. punta pararrayos de 3.0 m de long. así como todos los materiales, moldes y cargas cadwell requeridos para el tendido de la malta de tierras en la nueva subestación	VARIOS	21,300.00	21,300.00	
5.00	1.00	LTE	CABLE DE POTENCIA M.T. 15 KV.			15,300.00	
5.1	1.00	Lte	Interconexión entre Transformador de Potencia a los Tableros de media tensión y S.P. Cable de energía de aluminio calibre 4/0 AWG, 15 KV, aislamiento XLP 100%, material adicional incluyendo terminales termocontráctiles, conos de alivio 25 KV picab 4/0 AWG EPR, zapatas, tornillería y charolas	VARIOS	15,300.00	15,300.00	
			NOTA: - Se considero una distancia de 5 mt. del transformador al cuarto de control para el cable de potencia - Se considero al cable para alimentar al transformador de servicios propios en 11.2 KV, 4/0 KCM				
6.00	1.00	LTE	BUSES EN ALTA TENSION 115 KV, INCLUYE:			12,820.00	
6.1	1.00	Lte	Suministro de cable de 477 ACSR código HAWK para la bahía del bus de A.T. en 115 KV, conectores entre equipos para cable 477 ACSR, así como de equipos a bus en 115 KV, cadenas de aisladores de suspensión ANSI 52-5, 25000 lbs, herrajes para cadena de tensión y suspensión, aisladores soportes de porcelana tipo TR-285, grapas y demás accesorios requeridos para la instalación y conexión de equipos al bus de 115 KV.	VARIOS	12,820.00	12,820.00	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COSTO S.E. CONVENCIONAL 115/13.2 KV-2 X 5 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS

ARREGLO 3

FECHA 30 04 02		S.E. PRINCIPAL INTEMPERIE 115/13.2 KV - 2 X 5 MVA			N REFERENCIA RPRTESI509	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$
7.00	1.00	Lte.	CABLE DE CONTROL, INCLUDE:			18.920 00
7 1	1.00	Lte.	Suministro de cable de control blindado 2x10.4X10 AWG, cable de control 2X10.4X10.3x14.6x14. 12x14 AWG; cable de control multic conductor PVC+PVC 600 V del tipo normal y blindado de diferentes calbres, tubería PVC 32.38,51 mm de diametro, caja registro y tablilla nema 3R,zapatillas conectores,etiquetas. En este concepto se incluye tambien el suministro de todas las placas de LAMICOID para identificación del equipo eléctrico conforme a especificación CLF	CONDUMEX	18.920 00	18.920 00
8.00	1.00	Lte.	ALUMBRADO DE PATIO Y CASETA DE S.E. INCLUDE:			2.238 00
8 1	1.00	Lte.	Suministro del alumbrado en patio, Lum. V.S.A.P. 220V, 250 W, brazo para montaje lampara alumbrado en cuarto de control, lampara fluorescente 2X38 watts y materiales p/inst (Apagadores y contactos 3F, tubería, cajas tipo FS,pernos, tequetes, cable en diferentes calibres, condulets, fotocelidas) . Para mantener los niveles de iluminación requeridos de acuerdo a normas vigentes, en el patio y cuarto eléctrico de la subestación.	HULOPHANE	2.238 00	2.238 00
9.00	1.00	Lte.	PUESTA EN SERVICIO			72.870 00
9 1	1.00	Lte.	Puesta en servicio de la S.E 115/13.2 KV Incluye: Pruebas de rutina preoperativas de equipo principal, esquemas de protección,control y medicion,protocolo de pruebas, realizadas por personal especializado de SIEMENS para todos los equipos incluidos en la presente cotización	SIEMENS	72.870 00	72.870 00
10.00	1.00	Lte.	MONTAJE (OBRA ELECTROMECANICA)			115.569 00
10 1	1.00	Lte.	Montaje e instalación de los equipos y materiales que constituyen la subestación eléctrica incluyendo equipo principal,tierras y pararrayos,alumbrado, cable de fuerza,tablero de control, protección y medicion en alta, por personal especializado de SIEMENS.	SIEMENS	115.569 00	115.569 00
11.00	1.00	LTE	OBRA CIVIL (CONSTRUCCION)			235.780 00
10 1	1.00	Lte.	Obra Civil de la Subestación Principal 115/4.16 KV Incluyendo trabajos preliminares de cimentación para todas las estructuras mayores y menores de los equipos, cimentación del transformador de potencia, cuarto de control (CASETA) p/ tablero control, protección y medicion, banco y cargador de baterías, transformador de servicios propios. Asi como malla ciclónica junto con su portón de acceso, ductos de control y alumbrado, trincheras, registros eléctricos de control y fuerza, pisos terminados NOTA * No se incluye en esta cotización plataforma ni terracerías * Del trazo de potencia al cuarto de control de la S.E se consideraron 10 mt	VARIOS	235.780 00	235.780 00
PRECIO TOTAL USD						1.467.589.00

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Subestación eléctrica tipo intertemprie 230 / 13.8 kV, arreglo 1

➤ 10 MVA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**COSTO SUBESTACION PRINCIPAL 230/13.8 KV.-7.5/9.375 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 1**

P. obra						N. REFERENCIA	
01 03 02						RPTRES1810	
ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNITARIO USD 1	PRECIO TOTAL USD 1	
1.00	1.00	Lote	INGENIERIA				40,000.00
1.1	1.00	Lote	Ingeniería Electromecánica y de detalle	SIEMENS	26,800.00	26,800.00	
1.2	1.00	Lote	Ingeniería civil	VARIOS	10,800.00	10,800.00	
1.3	1.00	Lote	Ingeniería estructural	VARIOS	2,390.00	2,390.00	
2.00	1.00	Lote	EQUIPOS PRINCIPALES 230 KV				954,472.00
2.1	1.00	Pza	Transformador de potencia infásico, tipo inmersión, sumergido en aceite, 7.5/9.375 MVA, OA/FA, 60 Hz, infásico, con una relación de transformación de 230/13.2 KV, conexión delta- estrella, con cambiador de derivaciones de operación sin carga de (+2 -2) Taps x 2.5% cu en A.T. 115 KV en A.T. (Boquillas), 13.2 KV en B.T. (Garganta), 2.5 cm/kV en A.T. , para operar a 1800 msnm, para una temperatura ambiente máxima de 40 °C y una temperatura ambiente promedio de 30 °C, NBAI de 550 KV, conforme a Normas ANSI. (Incluye aceite aislante, montaje y puesta en servicio)	VOLTRAN O SIMILAR	210,066.00	210,066.00	
2.2	1.00	Pzas	Interruptor de potencia infásico en SF6, 230 kV nominales del tipo de tanque vivo, modelo 3AQ, 51.5 kA de corto circuito, 1250 A nominales, NBAI 1050 kV, para instalarse a una altitud de operación de hasta 2500 msnm.	SIEMENS	74,442.00	74,442.00	
2.3	1.00	Jpos	Cuchilla desconectadora tripolar, doble apertura lateral , 230 kV nominales, 1250 A, 1050 kV NBAI, operación motorizada, 31.5 kA corriente de corto circuito, sin cuchilla de puesta a tierra.	IUSAITE O SIMILAR	18,159.00	18,159.00	
2.4	3.00	Pzas	Transformador de corriente, clase estación, 230 kV nominales, 60 Hz, 1050 kV de NBAI, dos (2) devanados secundarios para medición, precisión 0.3 B0 1, a B2 0 y (1) uno para protección precisión C-100, relación de transformación 600 x 1200 /5/5/5 A.	ARTECHE O SIMILAR	9,888.00	29,664.00	
2.5	3.00	Pzas	Transformador de potencial inductivo, clase estación, 230 kV nominales, 60 Hz, relación de transformación 1200 -2000 1:1, 1050 kV de NBAI, precisión 0.3 W,X,Y,Z con dos (2) devanados secundarios para medición.	ARTECHE O SIMILAR	11,180.00	33,540.00	
2.6	6.00	Pzas	Aparatrayos clase estación, modelo 3EP, para un sistema en 230 kV de óxidos metálicos, tensión nominal 144 kV, MCOV 115 kV, para operar a una altitud de hasta 2500 msnm. No incluye contador de descargas.	SIEMENS	4,584.00	27,504.00	
2.7	1.00	Tablero	Tablero SIMPLEX de control, protección y medición para protección de una subestación eléctrica en 230 KV incluyendo lo siguiente: * Una-1 Sección simplex para acometida, interruptor y transformador. * Incluye relevador de sobrecorriente para protección de los interruptor en el lado de alta, así como relevador diferencial.	SIEMENS	38,300.00	38,300.00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**COSTO SUBESTACION PRINCIPAL 230/13.8 KV. 7.5/9.375 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 1**

Fecha 01/03/03							N° REFERENCIAL RPTESIS10
ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNITARIO USD \$	PRECIO TOTAL USD \$	
2 ^a	1.00	Lote	Tablero de Media Tensión Metal Clad tipo 8BK-20, para una tensión de 13.2 KV, Conteniendo Cuatro-4 Celdas las cuales se describen a continuación: - 1 Celdas para sección de acometida con medidor y control. - 1 Celda para sección de medidor. - 2 Celdas para Sección de Alimentadores derivados. - 1 Celda Para Sección de Seccionador para Serv. Prop	SIEMENS	95,732 00	95,732 00	
2 ^a	1.00	Pzas	Banco de Resistencias para conexión de Puesta a Tierra de neutro de Transformador de Potencia, de 565 25KV, en 13.2 KV, corriente nominal 400Amp, 15 Ohms, 110 KV BIL, con TC de relación de transformación 400.5 Amp, 10 seg de descarga.	CYS	5,686 00	5,686 00	
2 ^a	1.00	Lote	Materiales y accesorios requeridos para los servicios propios de la subestación 1 Transformador de S.P. de 45 KVA 13.2 KV/220-127 VCA 1 Tablero de distribución de A.C. con Int. Principal y derivados 1 Tablero de distribución de D.C. con Int. Principal y derivados 1 Extractor de aire para Cuatro de Baterías 1 Lote de extintores para cuatro y patio de S.E. Luminarias VGR de emergencia en el cuarto de control, cables de energía y fuerza, herrajes charolas y conectores, nomenclatura de equipo, señalización de equipo de maniobra, equipo contra incendio, tapetes dieléctricos, tarima de fibra de vidrio, luminaria V.S.A.P., Autobalastada montaje con braso uso interperie de 220 V,60 HZ.	SIEMENS	14,618 00	14 618 00	
2 ^a	1.00	Pzas	Banco de baterías plomo-acido, formada por 60 celdas de 3 placas con una capacidad nominal de 144 A.H. A un régimen de descarga de 8 horas	ENIDE O SIMILAR	5,318 00	5 318 00	
2 ^a	1.00	Pzas	Cargador de baterías automático del tipo estado sólido a base de SCR'S, monofásico, tipo rectificador filtrado, voltaje de entrada 220 VCA, 1 fase, 60 Hz, voltaje de salida 127 VCD, en Rotación, 30 amperes, incluye filtraje telefonico	MEI O SIMILAR	3,443 00	3,443 00	
3.00	1.00	Lote	ESTRUCTURA METALICA EN BAHIAS EN 230 KV			19,360 00	
3	1.00	Lote	Suministro de estructura metálica, galvanizada por inmersión en caliente, fabricada con perfiles estructurales según normas ASTM, para ser usadas en las estructuras mayores y menores de la subestación	ARKSTEEL	19,360 00	19,360 00	
4.00	1.00	Lote	SISTEMA DE TIERRAS Y PARARRAYOS PARA S.E.			15,830 00	
4	1.00	Lote	Suministro de cable de cobre desnudo, calibre 4/0 AWG, así como todos los materiales, moldes y cargas cadwell requeridos para el tendido de la malla de tierras en la nueva subestación. Suministro de materiales para el sistema de protección contra descargo	VARIOS	15,830 00	15,830 00	
5.00	1.00	LTE	CABLE DE POTENCIA M.T. 15 KV.			7,482 00	
5	1.00	Lte	Interconexión entre Transformador de Potencia a los Tableros de media tensión v S.P. Cable de Energía de Aluminio calibre 4/0 AWG, 15 KV, aislamiento XLP 100%, material adicional incluyendo: Terminales termocontráctiles, conos de alivio 25 KV p/cab 4/0 AWG EPR, zapatas, tornillería y charolas.	VARIOS	7,482 00	7,482 00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**COSTO SUBESTACION PRINCIPAL 230/13.8 KV- 7.5/9.375 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 1**

Fecha 04/05/02							N. REFERENCIA RPTES-215-10		
ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO USD \$	PRECIO TOTAL USD \$			
NOTA: - Se considero una distancia de 5 mt. del transformador al cuarto del control para el cable de potencia. - Se considero el cable para alimentar altranformados de servicios propios en 13.2 KV. 4/0 KCM.									
6.00	1.00	Lote	MATERIALES Y ACCESORIOS PARA BUS DE AT 230 KV						
6.1	1.00	Lote	Suministro de cable ACSR 1113 MCM codigo BUEJAY, aisladores de suspension de vidrio templado N-12, conectores, herrajes de tension y suspension, grapas y demas accesorios requeridos para la instalacion y conexi6n de equipos al bus de 230 kv	VARIOS	17,650.00	17,650.00			
7.00	1.00	Lote	CABLES DE CONTROL						
7.1	1.00	Lote	Suministro de cable de control multiconductor PVC+PVC 600 V del tipo normal y blindado en diferentes calibres, tuberia conduit pared gruesa fierro galvanizado en diferentes diametros, curvas y charolas de aluminio	CONDUMEX	13,965.00	13,965.00			
8.00	1.00	Lote	ALUMBRADO DE LA SUBESTACION						
8.1	1.00	Lote	Suministro de lamparas de vapor de sodio, alta presion 250 W, conductos, fotoceldas, cables en diferentes calibres, tuberia conduit, etc. Para mantener los niveles de iluminacion requeridos por el cliente en los equipos de alta tension	HOLOPHANE	5,435.00	5,435.00			
9.00	1.00	Lote	PUESTA EN MARCHA						
9.1	1.00	Lote	Pruebas preoperativas, realizadas por personal especializado de SIEMENS para todos los equipos incluidos en la presente cotizaci6n	SIEMENS	32,580.00	32,580.00			
10.00	1.00	Lote	MONTAJE DE EQUIPOS						
10.1	1.00	Lote	Montaje de todos los equipos de alta tension y servicios auxiliares, tendido de cables conductores y de control, herrajes y aisladores incluidos en esta oferta, por personal especializado de SIEMENS	SIEMENS	234,702.00	234,702.00			
11.00	1.00	Lote	OBRA CIVIL						
11.1	1.00	Lote	OBRA CIVIL DE LA SUBESTACION, incluyendo: Trabajos preliminares, orientaciones mayores y menores, caseta de control, ductos de control y alumbrado, trincheras, registros electricos de control y fuerza, pisos terminados, cerca perimetral, banco de ductos, etc	VARIOS	180,324.00	431,206.00			
TOTAL PRICE USD							1,372,762.00		

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Subestación eléctrica tipo intermedia 230 / 13.8 kV, arreglo 2

➤ 2 X 10 MVA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**COSTO SUBESTACION PRINCIPAL 230/13.8 KV.- 2 X 7.50.375 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 2**

ITEM		CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD	Nº REFERENCIAL RPRETRESIS13
1.00	1.00	Lote	INGENIERIA					57,724.00
1.1	1.00	Lote	Ingeniería Electromecánica y de Detalle			SIEMENS	37,504.00	37,504.00
1.2	1.00	Lote	Ingeniería civil			VARIOS	18,322.00	18,322.00
1.3	1.00	Lote	Ingeniería estructural			VARIOS	3,940.00	3,940.00
2.00	1.00	Lote	EQUIPOS PRINCIPALES 230 kV					1,011,183.00
2.1	2.00	Pza	Transformador en Potencia Trifásico, tipo intempore, sumergido en aceite, 7 50/375 MVA, DAFSA, 60 Hz, Trifásico, con una Relación de Transformación de 230/13.2 KV, Conexión Delta- Estrella, con cambiador de derivaciones de operación sin carga de (+2, -2) Taps a 2.5% cu en A.T., 115 KV en A.T. (Boullas), 13.2 KV en B.T. (Garganta), 2.5 cm/KV en A.T., para operar a 1800 mmn. para una temperatura ambiente Máxima de 40 °C y una temperatura ambiente promedio de 30 °C. NBAI de 550 KV, Conforme a Normas ANSI. (Incluye aceite aislante, Montaje y Puesta en Servicio)			VULCAN O SIMILAR	210,066.00	420,732.00
2.2	1.00	Pzas	Interruptor de potencia trifásico en SF6, 230 kV nominales del tipo de TANQUE VIVO modelo 3AD, 31.5 KA de corto circuito, 1250 A nominales, NBAI 1050 kV, para instalarse a una altitud de operación de hasta 2500 msnm			SIEMENS	74,442.00	74,442.00
2.3	1.00	Jgos	Cuchilla desconectadora tripolar, doble apertura lateral, 230 kV nominales, 1250 A, 1050 kV NBAI, operación motomecánica, 31.5 KA corriente de corto circuito, con cuchilla de puesta a tierra de operación manual e interbloqueo del tipo mecánico			IUSA O SIMILAR	20,959.00	20,959.00
2.3	2.00	Jgos	Cuchilla desconectadora tripolar, doble apertura lateral, 230 kV nominales, 1250 A, 1050 kV NBAI, operación motomecánica, 31.5 KA corriente de corto circuito, sin cuchilla de puesta a tierra			IUSAITE O SIMILAR	18,159.00	36,318.00
2.4	9.00	Pzas	Transformador de corriente, clase estación, 230 kV nominales, 60 Hz, 1050 kV de NBAI, dos (2) devanados, secundarios para medición, precisión 0.3 B0.1 a B2.0 y (1) uno para protección precisión C-400, relación de transformación 800 X 1200 /5/5 A			ARTECHE O SIMILAR	9,888.00	88,992.00
2.5	3.00	Pzas	Transformador de potencial inductivo clase estación, 230 kV nominales, 60 Hz, relación de transformación 1200 -2000 1:1, 1050 kV de NBAI, precisión 0.3 W,X,Y,Z con dos (2) devanados secundarios para medición			ARTECHE O SIMILAR	11,160.00	33,540.00
2.6	9.00	Pzas	Aparatos clase estación modelo 3EP para un sistema en 230 kV de cables metálicos, Insnon nominal 144 kV, MCOV 115 kV, para operar a una altitud de hasta 2500 msnm. No incluye controlador de descargas			SIEMENS	4,984.00	41,256.00
	1.00	Tablero	Tablero SIMPLEX de control, protección y medición para protección de una subestación eléctrica en 230 KV incluyendo lo siguiente: * Dos 2 Secciones Simple para Acometida, Interruptor y los dos Transformadores * Incluye relevador de sobrecorriente para protección de los interruptores en el lado de alta, así como relevadores diferenciales			SIEMENS	73,540.00	73,540.00

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**COSTO SUBESTACION PRINCIPAL 230/13.8 KV- 2 X 7.5/375 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 2**

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIDAD USD	PRECIO TOTAL USD	N REFERENCIAL RPRTE51313
2.0	1.00	Lote	Tablero de Media Tension Metal Clad tipo SBK-20, para una tension de 13.2 KV, Conteniendo Cuatro-4 Celdas las cuales se describen a continuacion : - 2 Celdas para Seccion de Accionadas con medicion y control - 2 Celdas Para Secciones de Medicion	SIEMENS	175,342.00	175,342.00	
2.9	2.00	Pzas	-4Celdas para Seccion de Alimentadoras derivadas - 2 Celdas Para Seccion de Seccionador para Serv Prop Banco de Resistencias para conexión de Puesta a Tierra de neutro de Transformador de Potencia, de 500 25KV, en 13.2 KV, corriente nominal 400Amp, 19 Ohms, 110 KV BIL, con TC de reaccion de transformacion 400 S Amp, 10 seg de descarga	CYS	5,686.00	11,372.00	
2.9	1.00	Lote	Materiales y accesorios requeridos para los servicios propios de la subestacion 2 Transformador de S.P. de 45 KVA 13.2 KV/220-127 VCA 1 Tablero de distribución de A.C. con Int. Principal y derivados 1 Tablero de distribución de D.C. con Int. Principal y derivados 1 Extractor de aire para Cuadro de Baterias 1 Lote de Extintores para cuarto y patio de S.E Luminarias VGR de Emergencia en el Cuadro de Control, Cables de Energia y fuerza, horrajas charolas y conectores nomenclatura de equipo señalizacion de equipo de maniobra, equipo contra incendio, Tapetes electricos, Tarrifa de fibra de vidrio, Luminaria V.A.P. Autobalastrada montaje con braso uso iniepmene de 220 V 60 HZ	SIEMENS	26,529.00	26,529.00	
2.9	1.00	Pzas	Banco de baterias plomo-acido formaca por 60 celdas de 3 placas, con una capacidad nominal de 144 A.H. A un regimen de descarga de 8 horas	EXIDE O SIMILAR	5,318.00	5,318.00	
2.10	1.00	Pzas	Cargador de baterias automatico del tipo estado solido a base de SCR S. monofasico tipo rectificador filtrado, voltaje de entrada 220 VCA, 1 fase, 60 HZ, voltaje de salida 127 VCD, en flotacion, 30 amperes, incluye fregata telefonico	MEIO SIMILAR	3,443.00	3,443.00	
3.00	1.00	Lote	ESTRUCTURA METALICA EN BAHIAS EN 230 KV			36,530.00	
3.1	1.00	Lote	Suministro de estructura metalica, galvanizada por inmersion en caliente, fabricada con perfiles estructurales segun normas ASTM, para ser usadas en las estructuras mayores y menores de la subestacion	AKNSTELL	36,530.00	36,530.00	
4.00	1.00	Lote	SISTEMA DE TIERRAS Y PARARAYOS PARA S.E.			24,322.00	
4.1	1.00	Lote	Suministro de cable de cobre desnudo, cable 4/0 AWG asi como todos los materiales, moldes y cargas cadwell requeridos para el tendido de la malla de tierras en la nueva subestacion. Suministro de materiales para el sistema de proteccion contra descarg	VARIOS	24,322.00	24,322.00	
5.00	1.00	LYE	CABLE DE POTENCIA M T 15 KV			15,600.00	
5.1	1.00	Lie	Interconexion entre Transformador de Potencia a los Tableros de media tension y S.P. Cable de Energia de Aluminio calibre 4/0 AWG, 15 KV, aislamiento XLPE, 100% material Adicional, incluyendo Terminales termococtractiles, Conos de alivio 25 KV p/cab 4/0 AWG EPR, Zapatas, Tornilleria y charolas	VARIOS	15,600.00	15,600.00	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**COSTO SUBESTACION PRINCIPAL 230/13.8 KV- 2 X 7.5/9.375 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 2**

Fecha 01/05/92						N. REFERENCIAL RPRTESIS13
ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIDAD USD 1	PRECIO TOTAL USD 2
			NOTA: - SE CONSIDERO UNA DISTANCIA DE 5 mt. DEL TRANSFORMADOR AL CUARTO DE CONTROL, PARA EL CABLE DE POTENCIA - SE CONSIDERO EL CABLE PARA ALIMENTAR AL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS EN 13.2 KV, 4/0 KCM			
6.00	1.00 Lote		MATERIALES Y ACCESORIOS PARA BUS DE 230 Kv			26.680.00
5.1	1.00 Lote		Suministro de cable ACSR 1113 MCM código BUEJAV, aisladores de suspensión de vidrio templado N-12, conexiones, herrajes de tensión y suspensión, grapas y demás accesorios requeridos para la instalación y conexión de equipos al bus de 230 kv	VARIOS	26.680.00	26.680.00
7.00	1.00 Lote		CABLES DE CONTROL			25.420.00
7.1	1.00 Lote		Suministro de cable de control multiconductor PVC+PVC 800 V del tipo normal y blindado en diferentes calibres, tubería conduit pared gruesa fierro galvanizado en diferentes diámetros, curvas y charolas de aluminio	CUNDUMELA	25.420.00	25.420.00
8.00	1.00 Lote		ALUMBRADO DE LA SUBESTACION			13.820.00
8.1	1.00 Lote		Suministro de lámparas de vapor de sodio, alta presión 250 W, conductos, fotoceldas, cables en diferentes calibres, tubería conduit, etc. Para mantener los niveles de iluminación requeridos por el cliente en los equipos de alta tensión	HOLOPHANE	13.820.00	13.820.00
9.00	1.00 Lote		PUESTA EN MARCHA			52.600.00
9.1	1.00 Lote		Pruebas prescriptivas, realizadas por personal especializado de SIEMENS para todos los equipos incluidos en la presente cotización	SIEMENS	52.600.00	52.600.00
10.00	1.00 Lote		MONTAJE DE EQUIPOS			234.702.00
10.1	1.00 Lote		Montaje de todos los equipos de alta tensión y servicios auxiliares, tendido de cables conductores y de control, herrajes y aisladores incluidos en esta oferta, por personal especializado de SIEMENS	SIEMENS	234.702.00	234.702.00
11.00	1.00 Lote		OBRA CIVIL			431.256.00
11.1	1.00 Lote		OBRA CIVIL DE LA SUBESTACION, incluyendo: Trabajos preliminares, cimentaciones mayores y menores, caseta de control, ductos de control y alumbrado, trincheras, registros eléctricos de control y fuerza, pisos terminados, cerca perimetral, banco de ductos, etc.	VARIOS	431.256.00	431.256.00
			PRECIO TOTAL USD			1.029.789.00

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Subestación eléctrica tipo Intemperie 230 / 13.8 kV, arreglo 3

➤ 2 X 10 MVA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**COSTO SUBESTACION PRINCIPAL 230/13.8 KV- 2 X 7.5/0.375 MVA, DESDOBLE DE PRECIOS
ARREGLO 3**

Fecha 03/05/02						N. REFERENCIA RPT/ES/AB/16	
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIDAD USD	PRECIO TOTAL USD		
1.00	1.00	Lote	INGENIERIA			84,980.00	
1.1	1.00	Lote	Ingeniería Electromecánica y de Detalle	SIEMENS	40,200.00	40,200.00	
1.2	1.00	Lote	Ingeniería civil	SIEMENS	19,300.00	19,300.00	
1.3	1.00	Lote	Ingeniería estructural	SIEMENS	4,500.00	4,500.00	
2.00	1.00	Lote	EQUIPOS PRINCIPALES 230 kv			1,442,104.00	
2.1	2.00	Pza	Transformador de potencia trifásico, tipo inmerso, sumergido en aceite, 7 5/0.375 MVA, OAF/A, 60 Hz, trifásico, con una relación de transformación de 230/13.2 KV, conexión delta- estrella, con cambiador de devanadores de operación sin carga de (2-2) Taps x 2.5% c/u en A.T. 115 KV en A.T. (Boquillas), 13.2 KV en B.T. (gargantas), 2.5 cm/kV en A.T., para operar a 1800 msnm, para una temperatura ambiente máxima de 40 °C y una temperatura ambiente promedio de 30 °C, NBAI de 550 kv, conforme a Normas ANSI (Incluye aceite aislante , montaje y puesta en servicio)	VOITRAN O SIMILAR	210,066.00	420,132.00	
2.2	4.00	Pzas	Interruptor de potencia trifásico en SF6, 230 kv nominales del tipo de TANQUE VIVO, modelo 3AC , 31.5 kA de corto circuito, 1250 A nominales, NBAI 1050 kv, para instalarse a una altitud de operación de hasta 2500 msnm.	SIEMENS	74,442.00	297,768.00	
2.3	2.00	Jgos	Cuchilla desconectadora bipolar, doble apertura lateral , 230 kv nominales, 1250 A, 1050 kv NBAI, operación motorizada, 31.5 kA corriente de corto circuito, con cuchilla de puesta a tierra de operación manual e interbloqueo del tipo mecánico	IUSA O SIMILAR	20,959.00	41,918.00	
2.3	3.00	Jgos	Cuchilla desconectadora bipolar, doble apertura lateral , 230 kv nominales, 1250 A, 1050 kv NBAI, operación motorizada, 31.5 kA corriente de corto circuito, sin cuchilla de puesta a tierra	IUSAITE O SIMILAR	18,159.00	54,477.00	
2.4	12.00	Pzas	Transformador de corriente, clase estación, 230 kv nominales, 60 Hz, 1050 kv de NBAI, dos (2) devanados secundarios para medición, precisión 0.3 B0.1 a B2.0 y (1) uno para protección precisión C-400, relación de transformación 600 X 1200 /5/5/5 A.	ARTECHE O SIMILAR	9,889.00	118,656.00	
2.5	6.00	Pzas	Transformador de potencial inductivo, clase estación, 230 kv nominales, 60 Hz, relación de transformación 1200 -2000 1:1, 1050 kv de NBAI, precisión 0.3 V.X.V.Z con dos (2) devanados secundarios para medición.	ARTECHE O SIMILAR	11,180.00	67,080.00	
2.6	12.00	Pzas	Aparatarros clase estación, modelo 3EP, para un sistema en 230 kv de óxidos metálicos, inmersión nominal 144 kv, MCCV 115 kv, para operar a una altitud de hasta 2500 msnm. No incluye contador de descargas.	SIEMENS	4,584.00	55,008.00	
2.7	1.00	Tablero	Tablero SIMPLEX de control, protección y medición para protección de una subestación eléctrica en 230 KV incluyendo lo siguiente: * Tres 3 secciones simplex para acomodar, interruptor y transformador * Incluye relevadores de sobrecorriente para protección de los interruptores en el lado de alta, así como relevadores diferenciales.	SIEMENS	145,300.00	145,300.00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**COSTO SUBESTACION PRINCIPAL 230/13.8 KV- 2 X 7.5/9.375 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 3**

ITEM		CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIDAD USD \$	PRECIO TOTAL USD \$	N REFERENCIA PRPTESIS 16
2.0	1.00	Lote		Tablero de Media Tension Metal Clad tipo 8BK-20, para una tension de 13.2 KV, Conteniendo Cuatro-4 Celdas las cuales se describen a continuacion: - 2 Celdas para seccion de acometidas con medicion y control - 2 Celdas Para Secciones de Medicion - 4Celdas para Seccion de alimentadores derivados - 2 Celdas Para Seccion de Seccionador para Serv. Prop	SIEMENS	175,342.00	175,342.00	
2.6	2.00	Pzas		Banco de resistencias para conexión de puesta a tierra de neutro de transformador de potencia de 5/6 25KV, en 13.2 KV, corriente nominal 400Amp, 19 Ohms, 110 KV BIL, con TC de relación de transformacion 400/5 A/mu, 10 seg de descarga	CYS	5,686.00	11,372.00	
2.8	1.00	Lote		Materiales y accesorios requeridos para los servicios propios de la subestación 2 Transformador de S P de 45 KVA 13.2 KV/220-127 VCA 1 Tablero de distribución de A C con Int. principal y derivados 1 Tablero de distribución de D C con Int. principal y derivados 1 Extractor de aire para cuarto de baterias 1 Lote de extintores para cuarto y patio de S E Luminarias VGR de emergencia en el cuarto de control, cables de energía y fuerza, herrajes chavetas y conectores, nomenclatura de equipo señalizacion de equipo de manobra, equipo contra incendio tapetes electricos, lanta de fibra de vidrio, luminaria V S A P autoalimentada montaje con braso uso interperne de 220 V 60 HZ	SIEMENS	47,890.00	47,890.00	
2.9	1.00	Pzas		Banco de baterias plomo-acido, formado por 60 celdas de 3 placas, con una capacidad nominal de 144 A H A un regimen de descarga de 8 horas	EXIDE O SIMILAR	5,316.00	5,316.00	
2.10	1.00	Pzas		Cargador de baterias automatico del tipo estado solido a base de SCR S, microprocesado tipo rectificador filtrado, voltaje de entrada 230 VCA, 1 fase 60 HZ, voltaje de salida 127 VCD en flotación, 30 amperes. Incluye ferraja y trifonico	MEIO SIMILAR	3,443.00	3,443.00	
3.00	1.00	Lote		ESTRUCTURA METALICA EN BAIAS EN 230 KV			65,840.00	65,840.00
3.1	1.00	Lote		Suministro de estructura metalica, galvanizada por inmersión en caliente fabricada con perfiles estructurales segun normas ASTM, para ser usadas en las estructuras mayores y menores de la subestación	ARKSTEEL	65,840.00	65,840.00	
4.00	1.00	Lote		SISTEMA DE TIERRAS Y PARARAYOS PARA S E			39,540.00	39,540.00
4.1	1.00	Lote		Suministro de cable de cobre desnudo, calibre 4/0 AWG, así como todos los materiales, motores y cargas, Caldwell requeridos para el tendido de la malla de tierras en la nueva subestación. Suministro de materiales para el sistema de protección contra descargas	VARIOS	39,540.00	39,540.00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**COSTO SUBESTACION PRINCIPAL 230/11.8 KV- 2 X 7.5/9.375 MVA, DESGLOSE DE PRECIOS
ARREGLO 3**

						N° REFERENCIAL	
ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	MONEDA	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD	REPRESUS
5.00	1.00	Lote	CABLE DE POTENCIA M.T. 15 KV.				
5.1	1.00	Lote	Interconexion entre Transformador de Potencia a los Tableros de media tension y S.P. Cable de energia de aluminio calibre 4/0 AWG, 15 KV, astamiento NLP 100%, material adicional incluyendo Terminales termococontractiles, conos de alivio 25 KV p/cab 4/0 AWG EPR, zapatas terminalera y chaperas	VARIOS	15 600.00	15 600.00	
			NOTA -Se considero una distancia de 5 mt.del transformadorde control para el cable de potencia -Se considero el cable al transformadorde servicios propios en 13.2 KV 4/0 KCM Interconexion entre transformadores de potencia y nuevas colidas en 23 KV, interconexion con la " Planta Detergentes y Jaboneria" y " Planta de aceite"				
6.00	1.00	Lote	MATERIALES Y ACCESORIOS PARA BUS DE AT 230 KV			63 580.00	
6.1	1.00	Lote	Suministro de cable ACSR 1113 KCM código BUEJAY, aisladores de suspension de vidrio templado N-12, conectores, herrajes de tension y suspension, grapas y demas accesorios requeridos para la instalacion y comision de equipos al bus de 230 kv	VARIOS	63 580.00	63 580.00	
7.00	1.00	Lote	CABLES DE CONTROL			38 400.00	
7.1	1.00	Lote	Suministro de cable de control multiconductor PVC+PVC 600 V del tipo normal y blindado en diferentes calibres, tuberia conduit pared gruesa fierro galvanizado en diferentes diámetros, curvas y chaperas de aluminio	CONDUNEX	38 400.00	38 400.00	
8.00	1.00	Lote	ALUMBRADO DE LA SUBESTACION			27 200.00	
8.1	1.00	Lote	Suministro de lamparas de vapor de sodio alta presion 250 W, conductos fototubos, cables en diferentes calibres, tuberia conduit, etc Para mantener los niveles de iluminacion requeridos por el cliente en los equipos de alta tension	HOLOPHANE	27 200.00	27 200.00	
9.00	1.00	Lote	PUESTA EN MARCHA			150 200.00	
9.1	1.00	Lote	Pruebas preoperativas, realizadas por personal especializado de SIEMENS para todos los equipos incluidos en la presente propuesta	SIEMENS	150 200.00	150 200.00	
10.00	1.00	Lote	MONTAJE DE EQUIPOS			234 700.00	
10.1	1.00	Lote	Montaje de todos los equipos de alta tension y servicios auxiliares, tendido de cables conductores y de control, herrajes y aisladores incluidos en esta oferta, por personal especializado de SIEMENS	SIEMENS	234 700.00	234 700.00	
11.00	1.00	Lote	OBRA CIVIL			431 200.00	
11.1	1.00	Lote	OBRA CIVIL DE LA SUBESTACION, incluyendo: Trabajos preliminares, cimentaciones mayores y menores, caseta de control, ductos de control y alumbrado, trincheras, registros electricos de control y fuerza, pisos terminados, cerca perimetral, banco de ductos etc	VARIOS	327 000.00	431 200.00	
PRECIO TOTAL USD						2,573,972.00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Subestación eléctrica tipo metalclad 13.2 kV, arreglo 1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COSTO S.E. METALCLAD 13.2 KV, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 1

FECHA						N REFERENCIA	
30 04 02						RPRTESIS37	
ITEMS	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$	
1 00	1 00	LTE	INGENIERIA DE DETALLE			2.966.00	
1 1	1 00	Lte	Ingenieria Electromecanica y de detalle	SIEMENS	1.200 00	1.200 00	
1 2	1 00	Lte	Ingenieria civil	SIEMENS	1.200 00	1.200 00	
1 3	1 00	Laz	Ingenieria estructural	VIARIOS	500 00	500 00	
2 8	1 00	Lote	Tablero de Media Tension Metal Clad tipo 8BK-20, para una tension de 13.2 KV, Conteniendo Cuatro-4 Celdas las cuales se describen a continuacion :	SIEMENS	95.732 00	95.732 00	
			- 1 Celdas para seccion de acometida con medicion y control.				
			- 1 Celda para seccion de medicion				
			-2Celdas para seccion de alimentadores derivados.				
			- 1 Celda para seccion de seccionador para serv. Prop.				
2 11	1 00	Pza	Banco de baterias de 70 a-h, Pb- acido, selladas libres de mantenimiento, 125 VCD, con bastidor para montaje, modelo del banco es 10 X 12 MAX 700	MEL O SIMILAR	2.096 00	2.096 00	
2 12	1 00	Pza	Cargador de baterias automatico de 25 ACD 125 VCD modelo KCR 15-130, estado soldo a base de SCR's y diodos, enfriado por conveccion natural	MEL O SIMILAR	1.533 00	1.533 00	
9 00	1 00	Lte.	PUESTA EN SERVICIO			3.500.00	
11 1	1 00	Lte.	Puesta en servicio de la s e	SIEMENS	3.500 00	3.500 00	
10 00	1 00	Lte.	MONTAJE (OBRA ELECTROMECHANICA)			2.500.00	
10 1	1 00	Lte.	Montaje e instalacion de los equipos y materiales que constituyen la subestacion electrica	SIEMENS	2.500 00	2.500 00	
PRECIO TOTAL USD						108.261.00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TIPO ENCAPSULADO

- Subestación 115 kV, 5 MVA, arreglo 1

- Subestación 230 kV, 10 MVA, arreglo 2

Subestación eléctrica tipo encapsulado en SF6 115 / 13.2 kV, arreglo 1

> 5 MVA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COSTO SUBESTACION PRINCIPAL GIS 115/13.2 KV- 5MVA, DESGLOCE DE PRECIOS

ARREGLO 1

ITEM		CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	N REFERENCIA
							USO \$	BRPRTS121
							USO \$	PRECIO TOTAL
1.00	1.00	Lote	INGENIERIA				31,920.00	
1.1	1.00	Lote	Ingenieria Electromecánica y de Detalle	SIEMENS	16,360.00	16,360.00		
1.2	1.00	Lote	Ingenieria Civil	VARIOS	13,560.00	13,560.00		
1.3	1.00	Lote	Ingenieria Estructural	VARIOS	890.00	890.00		
2.00	1.00	Lote	EQUIPO PRINCIPAL (Suministro Aleman)			786,534.00		
2.1	1.00	Pzas	SUBESTACION ENCAPSULADA EN SF6. PARA 115 KV	SIEMENS	570,200.00	570,200.00		
2.2	1.00	Lote	Supervision y Puesta en Servicio, con personal Certificado de Siemens A.C.	SIEMENS	43,200.00	43,200.00		
2.3	1.00	Lote	Capacitacion en Alemania, para 6 Personas durante 2 Semanas.	SIEMENS	75,734.00	75,734.00		
2.4	1.00	Lote	Fieles y Seguros Para S.E Encapsulada	SIEMENS	13,195.00	13,195.00		
2.5	1.00	Lote	Ancrados y Derechos Aduanales	SIEMENS	94,209.00	94,209.00		
3.0			EQUIPO PRINCIPAL (Suministro Nacional)			302,543.00		
3.1	1.00	Pzas	Transformador de potencia trifasico, tipo intertempe sumergido en aceite, 5 MVA, O.A.F.A. 60 Hz, trifasico, con un relacior de transformacion de 115/13.2 KV, conexion delta- estrella, con cambiador de derivaciones de operacion sin carga de (+2, -2) Taps x 2.5% c/u en A.T. 115 KV en A.T. (Bocuitos), 13.2 kv en B.T. (Garganta), 2.5 cm/kV en A.T., para operar a 1800 msnm, para una temperatura ambiente Maxima de 40 °C y una temperatura ambiente promedio de 30 °C, NBAI de 550 KV, conforme a normas ANSI. (Incluye aceite aislante, montaje y puesta en servicio)	PHOLC O SIMILAR	143,550.00	143,550.00		
3.2	6.00	Pza	Aparatrayos clase estacion, modelo 3EP, de oxidos metalicos, tension nominal 96 kv, tension maxima del sistema 123 kv, para operar a una altitud de 1800 msnm. No incluye contador de descargas, 550 KV BIL, Dist. Fuga 4.5 cm/kV, conforme a especificacion ANSI.	SIEMENS	1,551.00	9,306.00		
3.3	1.00	Tabl.	Tablero SIMPLEX de control, proteccion y medicion para proteccion de una subestacion electrica en 230 KV incluyendo lo siguiente: - Una-1 Seccion simplex para acometida, interruptor y transformador. - Incluye relevador de sobrecorriente para proteccion de los interruptor en el lado de alta, asi como relevador diferencial.	SIEMENS	28,184.00	28,184.00		
3.4	1.00	Lote	Tablero de Media Tension Metal Cid tipo 8BK-20, para una tension de 13.2 KV, Conteniendo Cuatro-4 Celdas las cuales se describen a continuacion: - 1 Celdas para Seccion de Acometida con medicion y control. - 1 Celda Para Seccion de Medicion. -2Celdas para Seccion de Alimentadores derivados. - 1 Celda Para Seccion de Seccionador para Serv. Prop.	SIEMENS	95,732.00	95,732.00		
3.5	1.00	Pzas	Banco de resistencias para conexion de puesta a tierra de neutro de transformador de potencia de 5/6.25KV, en 13.2 KV, corriente nominal 400Amp, 19 Ohms, 110 KV BIL, con TC de relacion de transformacion 400.5 Amp. 10 Seg. de descarga.	CYS	5,888.00	5,888.00		
3.6	1.00	Lote	Equipos y materiales requeridos para Servicios Propios de la S.E. incluye: 1 Transformador de S.P. de 45 KVA 23KV/220-127 VCA 1 Tablero de distribucion de C.A. con Int. Principal y derivados 1 Tablero de distribucion de C.D. con Int. Principal y derivados 1 Extractor de aire para Cuarto de baterias 1 Lote de Extintores para cuarto y patio de S.E. Luminarias VOR DE EMERGENCIA EN CUARTO DE CONTROL Cables de energia y fuerza, herrajes charolas y conectores,nomenclatura de equipo,señalización de equipo de manobra, equipo contra incendio, tapetes dielectricos, tarima de fibra de vidrio.	SIEMENS	17,456.00	17,456.00		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**COSTO SUBESTACION PRINCIPAL GIS 115/13.2 KV- 5MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 1**

FECHA					N REFERENCIA	
01 07 02					RRTES021	
ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	MARCA PROVEEDOR	PRECIO UNITARIO USD \$	PRECIO TOTAL USD \$
37	1.00	Lote	Banco de baterías de 100 a-h, Pb Acido 125 VCD. incluye cargador de Baterías Automático de 12 A, 125 VCD	MT	2.096 00	2.096 00
38	1.00	Lote	Grúa viajera de 3.5 toneladas, con sistema de tracción en los tres ejes, incluye alimentación eléctrica blindada.	KONECRANES	1.533 00	1.533 00
4.00	1.00	LTE	ESTRUCTURA METALICA			8.970 00
4.1	1.00	Lote	Para soporte de bus de alta tensión y de equipos. Galvanizada por doble inmersión en caliente, incluye tornillería y anclajes	CANFAB	8.970 00	8.970 00
5.00	1.00	Lote	SISTEMA DE TIERRAS Y PARARRAYOS PARA S.E.			13.340 00
5.10	1.00	Lote	Excavación, relleno y compactado cable de Cu desnudo 4/0 AWG, conexiones soldables accesorios, cable de pararrayos clase II, punta pararrayos de 0 91 m de long Accesorios, cable de guarda de acero de 3/8 de diam punta pararrayos de 3 0 m de long	VARIOS	13.340 00	13.340 00
6.00	1.00	Lote	CABLE DE FUERZA M.T. 35 KV			7.482 00
6.1	1.00	Lote	Interconexión entre Transformador de Potencia a los Tableros de media tensión y S.P. Cable de energía de aluminio calibre 4/0 AWG, 15 KV, aislamiento XLP 100%, material adicional incluyendo Terminals termocontractiles, conos de alivio 25 kv p/cabo 4/0 AWG EPR, zapatas, tornillería y charolas. NOTA: - SE CONSIDERO UNA DISTANCIA DE 5 mt, DEL TRANSFORMADOR AL CUARTO DE CONTROL, PARA EL CABLE DE POTENCIA - SE CONSIDERO EL CABLE PARA ALIMENTAR AL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS EN 13.2 KV, 4/0 KCM.	VARIOS	7.482 00	7.482 00
7.00	1.00	Lote	MATERIALES Y ACCESORIOS PARA BUS DE AT			4.200 00
7.1	1.00	Lote	Suministro de tubo de cobre de 2" IPS de diametro, aisladores tipo postes de porcelana TR295, conectores, herrajes de tensión y suspensión, grapas y demas accesorios requeridos para la instalación y conexión de equipos al bus de 115 KV	VARIOS	4.200 00	4.200 00
8.00	1.00	Lote	CABLES DE CONTROL			4.805 00
8.1	1.00	Lote	Suministro de cable de control multiconductor PVC+PVC 600 V del tipo normal y blindado en diferentes calibres, tubería conduit pared gruesa fierro galvanizado en diferentes diámetros, curvas y charolas de aluminio.	COHUMEA	4.805 00	4.805 00
9.00	1.00	Lote	ALUMBRADO DE LA SUBESTACION			2.238 00
9.1	1.00	Lote	Suministro de lámparas de vapor de sodio, alta presión 250 W, conductos, fotoceldas, cables en diferentes calibres, tubería conduit, etc Para mantener los niveles de iluminación recomendados en el patio y cuarto eléctrico de la subestación	HOLOPHANE	2.238 00	2.238 00
10.00	1.00	Lote	PUESTA EN MARCHA			36.960 00
10.1	1.00	Lote	Pruebas preoperativas, realizadas por personal especializado de SIEMENS para todos los equipos incluidos en la presente cotización	SIEMENS	36.960 00	36.960 00
11.00	1.00	Lote	MONTAJE DE EQUIPOS			49.993 00
11.1	1.00	Lote	Montaje de todos los equipos de alta y media tensión y servicios auxiliares, tendido de cables conductores y de control, herrajes y aisladores incluidos en esta oferta, por personal especializado de SIEMENS	SIEMENS	49.993 00	49.993 00
12.00	1.00	Lote	OBRA CIVIL			190.800 00
12.1	1.00	Lote	OBRA CIVIL DE LA SUBESTACION, incluyendo: Trabajos preliminares, cimentaciones mayores y menores, caseta para alojar S.E. de MT y control, ductos de control y alumbrado, trincheras, registros eléctricos de control y fuerza, pisos terminados, cerca perimetral de mala calidad etc	VARIOS	190.800 00	190.800 00
PRECIO TOTAL USD						1.451.004.00

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Subestación eléctrica tipo encapsulado en SF6 230 / 13.8 kV, arreglo 2

➤ 2X10 MVA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**COSTO SUBSTACION PRINCIPALGIS 230/13.8KV - 10 MVA , DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 2**

DE FECHA							N REFERENCIA	
01 08 02							RPRTEIS31	
No.	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL	USD \$	
1 00	1.00	LTE	INGENIERIA DE DETALLE				38.424 00	
1 1	1.00	Lte	Ingenieria Electromecanica	SIEMENS	21.353 00		21.353 00	
1 2	1.00	Lte	Ingenieria civil	SIEMENS	16.124 00		16.124 00	
1 3	1.00	Lte	Ingenieria estructural	SIEMENS	947 00		947 00	
2 00	1.00	LTE	EQUIPO PRINCIPAL (Suministro Alemán)				1.474.939 00	
2 1	1.00	Pza	Subestacion Encapsulada en SF6, tipo 8DN9-245 KV, (3 bahia)	SIEMENS	1.165.000 00		1.165.000 00	
2 2	1.00	Lote	Supervisión y Puesta en Servicio, con personal Certificado de Siemens A.C.	SIEMENS	85.412 00		85.412 00	
2 3	1.00	Lote	Capacitación en Alemania, para 6 Personas durante 2 Semanas.	SIEMENS	75.734 00		75.734 00	
2 4	1.00	Lote	Fletes y Seguros Para S.E Encapsulada	SIEMENS	23.359 00		23.359 00	
2 5	1.00	Lote	Aranceles y Derechos Aduanales	SIEMENS	130.430 00		130.430 00	
3 0			EQUIPO PRINCIPAL (Suministro Nacional)				781.239 00	
3 1	2.00	Pza	Transformador de potencia trifasico tipo intemper, sumergido en aceite 7 5/9.375 MVA, O/A/F, 60 Hz, trifasico, con una relacion de transformacion de 230/13.2 KV, conexion delta- estrella, con cambiador de derivaciones de operacion sin carga de (+2, -2) Taps x 2.5% C/u en A.T. 115 KV en A.T (Boquillas), 13.2 KV en B.T. (Garganta), 2.5 cm/KV en A.T. , para operar a 1800 msnm, para una temperatura ambiente maxima de 40 °C y una temperatura ambiente promedio de 30 °C, NBAI de 550 KV, conforme a Normas ANSI. (Incluye aceite aislante, montaje y puesta en servicio)	VOLTRAN O SIKILAR	210 000 00		420 132 00	
3 2	9.00	Pza	Apartarrayos clase estacion, modelo 3EP, para un sistema en 230 KV de gases medicos, tension nominal 144 KV, MCOV 115 KV, para operar a una altura de hasta 2500 msnm. No incluye contador de descargas	SIEMENS	4.984 00		41.256 00	
3 3	1.00	Tabl.	Tablero SIMPLEX de control, proteccion y medicion para proteccion de una subestacion electrica en 230 KV incluyendo lo siguiente: * Dos 2 secciones simplex para acometida, interruptor y los dos Transformadores. * Incluye relevador de sobrecorriente para proteccion de los interruptores en el lado de alta , así como relevadores diferenciales	SIEMENS	73.540 00		73.540 00	
3 4	1.00	Tabl.	Tablero de media tension Metal Clad tipo 8BK-20, para una tension de 13,2 KV, conteniendo cuatro celdas las cuales se describen a continuacion : - 2 Celdas para seccion de acomelidas con medicion y control	SIEMENS	175.342 00		175.342 00	
3 5	1.00	Lote	- 2 Celdas Para Secciones de Medicion - 1 Celdas para Seccion de Alimentadores derivados - 2 Celdas Para Seccion de Seccionador para Serv. Prop - 1 Celdas Para Seccion de Medicion - 2 Celdas para Seccion de Alimentadores derivados.					
3 6	2.00	Pzas	- 1 Celda Para Seccion de Seccionador para Serv. Prop Banco de resistencias para conexión de puesta a tierra de neutro de transformador de potencia, de 5/6 25KV, en 13,2 KV, corriente nominal 400Amp, 19 Ohms, 110 KV BIL, con TC de relacion de transformacion 400. 5 Amp, 10 seg de descarga	CVS	5.886 00		11.372 00	
3 7	1.00	Lote	Equipos y materiales requeridos para Servicios Propios de la S.E. incluye: 1 Transformador de S. P. de 45 KVA 23KV/220-127 VCA 1 Tablero de distribucion de C.A. con Int. Principal y derivados 1 Tablero de distribucion de C.D. con Int. Principal y derivados 1 Extractor de aire para Cuarto de baterias 1 Lote de Extintores para cuarto y patio de S.E. Luminarias VDR DE EMERGENCIA EN CUARTO DE CONTROL Cables de Energia y fuerza, herrajes charolas y conectores, nomenclatura de equipo, señalizacion de equipo de maniobra, equipo contra incendio, Tapetes electricos, Tarma de fibra de vidrio.	SIEMENS	38.490 00		38.490 00	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**COSTO SUBSTACION PRINCIPALGIS 230/13.8KV - 10 MVA, DESGLOCE DE PRECIOS
ARREGLO 2**

DE FECHA 01 de 02						N REFERENCIA RPRTESI931
No.	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNIT. USD \$	PRECIO TOTAL USD \$
3 *	1.00	Lote	Banco de baterias de 100 a-h, Pb Acido 125 VCD, inmcluye cargador de Baterias Automatico de 12 A, 125 VCD	MEI	17.731 00	17.731 00
3 *	1.00	Lote	Grúa Viejera de 3.5 toneladas, con sistema de tracción en los tres ejes, incluye alimentación eléctrica blindada.	KONECRANES	13.376 00	13.376 00
4.00	1.00	LTE	ESTRUCTURA METALICA			
4 *	1.00	Lote	Para soporte de bus de alta tension y de equipos Galvanizada por doble inmersión en caliente, incluye tornillería y anclas	CANTAB	49.200 00	49.200 00
5.00	1.00	LTE	SISTEMA DE TIERRAS Y PARARRAYOS PARA S.E.			
5 1	1.00	Lte	Excavación, relleno y compactado.cable de pararrayos clase II, punta pararrayos de 0 91 m de long, accesorios, cable de guarda de acero de 3/8 de diam.punta pararrayos de 3 0 m de long	VARIOS	19.300 00	19.300 00
6.00	1.00	LTE	CABLE DE FUERZA M.T. 15 KV.			
6 1	1 00	LOTE	Interconexion entre Transformador de Potencia a los Tableros de media tension y S.P. Cable de energia de aluminio calibre 4/0 AWG, 15 KV, aislamiento XLP 100%, material Adicional incluyendo Terminales termocóncrictiles, conos de alivio 25 KV p/cab 4/0 AWG EPR, zapatas.tornillería y charolas NOTA: SE CONSIDERO UNA DISTANCIA DE 5 mt, DEL TRANSFORMADOR AL CUARTO DE CONTROL, PARA EL CABLE DE POTENCIA - SE CONSIDERO EL CABLE PARA ALIMENTAR AL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS EN 13.7 KV /0 KCM	VARIOS	15.500 00	15.500 00
7.00	1.00	LTE	BUSES ALTA TENSION, INCLUDE:			
7 1	1.00	Lte	Suministro de cable ACSR 1113 MCM codigo BUEJAY, aisladores de suspension de vidrio templado N-12, conectores, herrajes de tension y suspension, grapas y demas accesorios requeridos para la instalacion y conexion de equipos al bus de 230 kv	VARIOS	23.200 00	23.200 00
8.00	1.00	Lte	CABLE DE CONTROL, INCLUDE:			
8 1	1.00	Lte	Cable de control blindado 2x10.4x10 AWG, cable de control 2x10.4x10.5x10.3x14.6x14.12x14 AWG, tubería PVC 32.38.51 mm de diámetro, caja registro y tabllito nema 3R, zapatas conectores.elcuetas	CONDUMEX	18.920 00	18.920 00
9.00	1.00	Lte	ALUMBRADO DE PATIO Y CASETA DE S.E. INCLUDE:			
9 1	1.00	Pza	Alumbrado en patio, lum. V.S.A.P. 220V 400 W, brazo para montaje lampara Alumbrado en cuarto de control, lampara fluorescente 2X38 Watts y materiales pinset (Apagadores y contactos 3F, tubería, cajas tipo FS.pernos, taquetes, cable, conductlets)	HOLPHANE	10.280 00	10.280 00
10.00	1.00	LTE	PUESTA EN SERVICIO			
10 1	1.00	Lte	Pruebas prooperativas, realizadas por personal especializado de SIEMENS para todos los equipos incluidos en la presente cotizacion	SIEMENS	185.500 00	185.500 00
11.00	1.00	Lte	MONTAJE (OBRA ELECTROMECHANICA)			
11 1	1.00	Lte	Montaje e instalacion de los equipos y materiales que constituyen la subestacion electrica incluyendo equipo principal,terras y pararrayos, alumbrado, cable de fuerza,taladro de control y proteccion en alta y media tension	SIEMENS	198.456 00	198.456 00
12.00	1.00	LTE	OBRA CIVIL (CONSTRUCCION)			
12 1	1.00	Lte	Obra civil de la subestacion principal 230 kv Incluyendo: Cimentación para todas las estructuras mayores y menores de los equipos, orientacion y fosa recolectora de aceite del transformador de potencia, cuarto de control (CASETA) p/ tablero control-protecc-medicion, media tension, banco y cargador	VARIOS	387.650 00	387.650 00
PRECIO TOTAL USD						3,212,604.00

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Diagrama unifilar de una subestación eléctrica tipo intemperie para
115 y 230 kV, arreglo 1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VI DIAGRAMA DE DISTRIBUCION SISTEMA RADIAL SIMPLE



CARACTERÍSTICAS:

- Un solo alimentador en el primario.
- Un solo transformador que alimenta un bus en el secundario

VENTAJAS:

- Es muy económico.
- Es simple.
- Fácil de operar.
- Fácil de ampliar.

DESVENTAJAS:

- Tiene baja confiabilidad en el servicio.
- En caso de falla en el transformador o en el cable primario, se pierde el servicio.
- El equipo debe desconectarse para manito.

CONTINUIDAD

- Las plantas industriales varían según la complejidad de su sistema eléctrico.
- La capacidad para producir en una empresa depende mucho de la suficiencia y continuidad del servicio.
- En los sistemas industriales no solo puede producirse pérdida en la producción, sino también daño al personal y a la instalación de la planta, como resultado de una explotación a ciegas del fuego.

- ▼ Acometida
- ▽ Apartaravos
- ▷ Transf. de potencial
- ▷ Transf. de corriente
- ▷ Transformador
- ▷ Interruptor de pot.

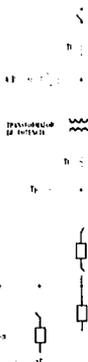
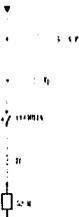
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Diagrama unifilar de una subestación eléctrica tipo interperie para
115 y 230 kV, arreglo 2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II) DIAGRAMA DE DISTRIBUCION, SISTEMA CON INTERRUPTOR DE ENLACE

- ▼ Acometida
- 17 Apatallados
- 59 Transf. de potencial
- 18 Transf. de corriente
- 20 Transformador
- 21 Interruptor de pot.



CARACTERÍSTICAS

- Es solo alimentado en el primario
- Dos transformadores en cada centro de carga
- Un interruptor de enlace entre los buses
- Este interruptor debe tener bloques con los interruptores principales secundarios para evitar operación en paralelo de los transformadores
- Es más económico

VENTAJAS

- Este sistema tiene alto grado de confiabilidad
- En caso de falla de un alimentador o un transformador es posible alimentar todos los tableros secundarios
- Estación con rápida del servicio

DESVENTAJAS

- Es más costoso que el sistema anterior, dependiendo si cada alimentador debe llevar toda la carga de la planta si uno falla o solo parte de la misma y de la capacidad de reserva de los transformadores

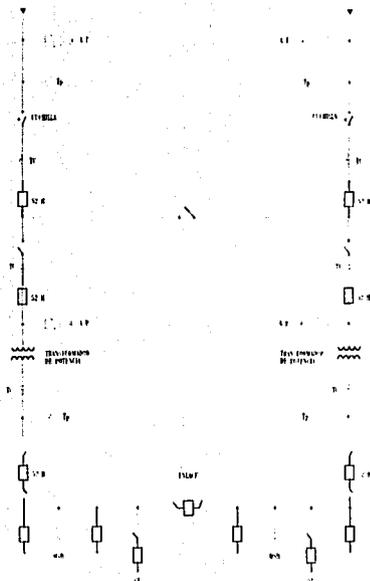
CONVENIENCIA

- Las plantas industriales varían según la complejidad de su sistema eléctrico
- La capacidad para producir en una empresa depende mucho de la suficiencia y continuidad del servicio
- En los sistemas industriales no solo puede producir pérdidas en la producción sino también dañar al personal y a las instalaciones de la planta como resultado de una explosión o a causa del fuego

Diagrama unifilar de una subestación eléctrica tipo intermedia para
115 y 230 kV, arreglo 3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

C) DIAGRAMA DE DISTRIBUCION, SISTEMA SELECTIVO CON INTERRUPTOR Y CUCHILLA DE ENLACE



VENTAJAS:

Los alimentadores primarios
 Los transformadores en cada centro de carga
 Un interruptor de enlace entre los buses
 Este interruptor debe tener bobinas con los interruptores principales secundarios para evitar operación en paralelo de los transformadores.
 Es muy económico

VENTAS

Este sistema tiene alto grado de confiabilidad
 En caso de falla de un alimentador o un transformador es posible alimentar todos los talleres secundarios.
 Restauración rápida del servicio

DESVENTAS

Es mas costoso que el sistema anterior, dependiendo si cada alimentador debe llevar toda la carga de la planta si una falla o solo parte de la misma y de la capacidad de reserva de los transformadores.

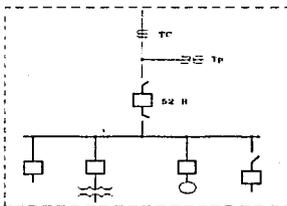
CONVIENE

Las plantas industriales varían según la complejidad de su sistema eléctrico.
 La capacidad para producir en una empresa depende mucho de la suficiencia y continuidad del servicio.
 En los sistemas industriales no solo puede producir pérdidas en la producción sino también daños al personal y a las instalaciones de la planta como resultado de una explosión o a causa del fuego.

Diagrama unifilar de una subestación eléctrica tipo metalclad para 13.2
kV, arreglo 1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DIAGRAMA SECUNDARIO DE DISTRIBUCION DE BAJA
TENSION PARA UN SISTEMA RADIAL SIMPLE



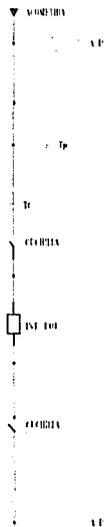
ARREGLO TÍPICO

Dependiendo del tamaño de la industria, de los requisitos de la compañía suministradora, de las tarifas por consumo de energía y de evaluaciones económicas que incluyan los costos del equipo, un tablero de distribución principal en baja tensión puede conectarse para los diferentes sistemas de distribución

Diagrama unifilar de una subestación eléctrica tipo encapsulado en SF6 para 115 kV, arreglo 1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SUBESTACIONES BLINDADAS AISLADAS CON GAS SF₆ (HEXAFLUORURO DE AZUFRE)



SISTEMA RADIAL SIMPLE EN ENCAPSULADO

Subestaciones Encapsuladas en SF₆, formada por todas las secciones o compartimientos que contiene el equipo especificado así como todos los elementos requeridos para su conexión, ensamble, acoplamiento y montaje.

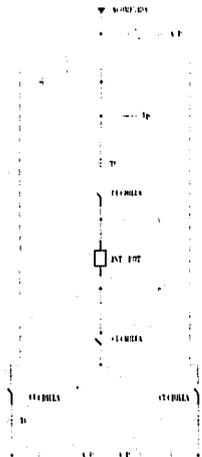
VENTAJAS:

- Las subestaciones encapsuladas en SF₆ requieren de un espacio reducido para su instalación.
- No necesitan de trabajos de mantenimiento mayores por lo menos durante un periodo de 10 años.
- Este tipo de subestaciones trabaja con tensiones superiores a 115 kV, y hasta 130 kV.
- Un solo alimentador en el primario.
- Un solo transformador que alimenta un bus en el secundario.
- Es muy económico, simple, fácil de operar y amplexar.

Diagrama unifilar de una subestación eléctrica tipo encapsulado en SF6 para 230 kV, arreglo 2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SUBESTACIONES BLINDADAS AISLADAS CON GAS SF₆ (HEXAFLUORURO DE AZUFRE)



Subestaciones Encapsuladas en SF₆, formada por todas las secciones o compartimentos que contiene el equipo especificado así como todos los elementos requeridos para su conexión, ensamble, acoplamiento y montaje.

VENTAJAS:

Las subestaciones encapsuladas en SF₆ requieren de un espacio reducido para su instalación.

No necesitan de trabajos de mantenimiento mayores por lo menos durante un periodo de 10 años.

Este tipo de subestaciones trabaja con tensiones superiores a 115 KV, y hasta 420 KV.

AHORROS POR CAMBIO DE TARIFAS

Los ahorros por el cambio de tarifa dependen principalmente del tipo de proceso, de producción que tenga la fábrica, industria o empresa. En este capítulo se mencionarán las causas que aportan beneficios por el cambio de tarifa, sin embargo sólo deberá tomarse en cuenta las que correspondan para cada caso específico e impacten en el costo del producto final.

Cada empresa, una vez que se hayan determinado las causas que provocan un beneficio económico, deberá de evaluar el impacto que se tenga en la producción o servicio requerido. Las causas que pueden provocar un ahorro por el cambio de tarifa son las siguientes:

1. Interrupción de energía eléctrica en procesos de fabricación o producción continuos
2. Tiempos muertos de producción por alto grado de dificultad para estabilizar el proceso de producción
3. Menores interrupciones al cambio de tarifa de HM a HS o HSL
4. Menores interrupciones al cambio de tarifa de HS a HT o HTL
5. Mejor atención de la compañía suministradora en las tarifas HS y HT
6. Acción inmediata de la compañía suministradora en casos de disturbios
7. Aviso previo al cliente en caso de interrupciones programadas por la compañía suministradora
8. Enlace directo con un representante de la compañía suministradora
9. Mejor calidad en el suministro de energía en tarifas HS
10. Mejor calidad en el suministro de energía en tarifas HT

En la tabla siguiente se representa una guía para que se tomen en cuenta los ahorros que representa el cambio de tarifas y se calcule el impacto económico, derivado del análisis específico.

NO.	CAUSA	APLICA	COSTO
1	Paros de producción		
2	Estabilización de producción		
3	Menores interrupciones por cambio de tarifa HM a HT		
4	Menores interrupciones por cambio de tarifa HS a HT		
5	Atención inmediata en caso de disturbios		
6	Mejor atención en tarifas HS		
7	Mejor atención en tarifas HT		
8	Acción inmediata en caso de disturbios		
9	Aviso al cliente en caso de paros programados		
10	Enlace directo con un representante de la Cia. suministradora		
11	Mejor calidad de energía en tarifas HS		
12	Mejor calidad de energía en tarifas HT		
13	Otros		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En este capítulo de ejemplos de aplicación mostraremos tres diferentes usuarios, uno de la Universidad Tecnológica, Unidad Atizapán, Ciudad Universitaria y finalmente el de la industria textilera.

- A continuación se ejemplifica el caso de la Unidad Atizapán, donde se ingresan en la pantalla sus datos de consumo, tomados del recibo de la compañía suministradora:

Introducción de Datos		- [] X	
MES	<input type="text"/>		
AÑO	<input type="text" value="2002"/>		
CONSUMO BASE (KWH)	<input type="text" value="51000"/>	CALCULAR COSTO ANUAL	INTRODUCIR NUEVOS DATOS
CONSUMO INTERMEDIO (KWH)	<input type="text" value="138000"/>		
CONSUMO PUNTA (KWH)	<input type="text" value="42000"/>		
DEMANDA PUNTA (Kw)	<input type="text" value="774"/>		
TIPO DE TARIFA	<input type="text" value="H-M"/>		
2720661.348			
DESPLEGAR GRÁFICA	DESPLEGAR AHORRO	AMORTIZACIÓN	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ahora se muestran los costos anuales en las diferentes tarifas y su respectivo ahorro :

Ahorro		COSTO TOTAL EN PESOS	
TARIFA			
H-M			
H-S			
H-T			
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T
			se obtiene un ahorro de \$ 117912 142
			se obtiene un ahorro de \$ 195585 372
			se obtiene un ahorro de \$ 77673 2292

Enseguida se propone una nueva subestación y su amortización correspondiente, debido al ahorro obtenido al cambiar de tarifa:

Ahorro		COSTO TOTAL EN PESOS	
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T
			se obtiene un ahorro de \$ 117912
			se obtiene un ahorro de \$ 195585
			se obtiene un ahorro de \$ 776732
			Sub 230 Kw arreglo 1 SMVA
			Sub 230 Kw arreglo 1, SMVA
Mostrar arreglo			
Precio de la Subestación	85,801,350.00	Años de Amortización	49.8790867533959

Aquí se observa que el consumo de energía eléctrica de esta institución es mínimo y se requiere de una inversión importante que se recuperaría en un tiempo muy grande, razón por la cual no es conveniente realizar algún cambio dentro de su infraestructura, se manejaría la información para obtener mejores beneficios por el ahorro de energía.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A continuación en los ejemplos de aplicación se revisará el de nuestra Alma Mater, el caso de Ciudad Universitaria, que consta de tres subestaciones:

- Primeramente se analizará la subestación 1 la cual cuenta con 2 transformadores de 7.5 MVA e incluye las siguientes instituciones:

Facultad de Ingeniería
 Facultad de Arquitectura
 Facultad de Ciencias
 Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
 Facultad de Contaduría y Administración
 Facultad de Derecho
 Facultad de Economía
 Facultad de Filosofía y Letras
 Facultad de Medicina
 Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia
 Facultad de Odontología
 Facultad de Psicología
 Facultad de Química
 Escuela Nacional de Trabajo Social

Introducción de Datos		[-] [X]
MES	<input type="text"/>	CALCULAR COSTO MENSUAL
AÑO	2002	
CONSUMO BASE (KWH)	569668	CALCULAR COSTO ANUAL
CONSUMO INTERMEDIO (KWH)	2388451	
CONSUMO PUNTA (KWH)	168509	INTRODUCIR COSTO MONETARIO ANUAL
DEMANDA PUNTA (KW)	4675	
TIPO DE TARIFA	<input type="text"/>	
DESPLEGAR GRÁFICA	DESPLEGAR AHORRO	AMORTIZACIÓN

Una vez ingresados los consumos y la demanda, se obtiene la presentación de los costos en las diferentes tarifas:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Ahorros				[] [X]	
TARIFA	COSTO TOTAL EN PESOS				
H-M	[REDACTED]				
H-S	[REDACTED]				
H-T	[REDACTED]				
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$	1033517.28
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	2426091.54
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	1394574.26

Observándose también el ahorro que se puede obtener por el cambio de tarifa de HM a HS, para lo cual es necesario la adquisición de una nueva subestación, que el software es capaz de recomendar:

Ahorros				[] [X]	
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$	1033517.28
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	2426091.54
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	1394574.26
Mostrar arreglo					
Precio de la Subestación:		88048700.00	Años de Amortización: 7.78492062707886		

Se observa en el ejemplo anterior, el costo de la subestación y la amortización de la misma

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Continuando con el análisis de información se presenta el ahorro obtenido con el cambio de tarifa de HM a HT, el monto de la inversión y el tiempo de recuperación de la misma

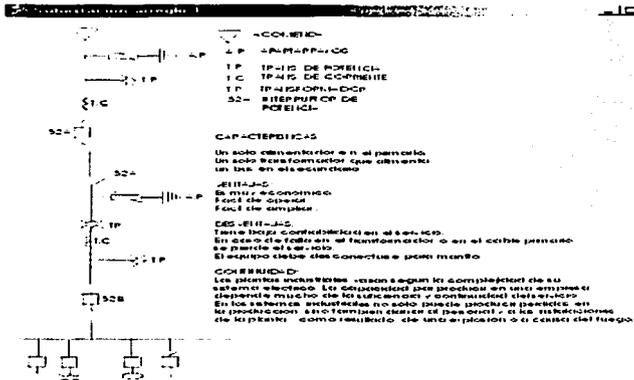
Año:							
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$	103351	Vea aquí tipo de subestacion	▼
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	2428091		▼
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	1394574	Vea aquí tipo de subestacion	▼

Mostrar arreglo

Precio de la Subestación: 815588360100 Años de Amortización: 6.41942848358084

El diagrama unifilar de la propuesta, para la subestación 1 de Ciudad Universitaria:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Para la subestación 2 se cuenta con 2 transformadores de 5 MVA e incluye las siguientes instituciones:

Instituto de Ingeniería
Instituto de Astronomía
Instituto de Biología
Instituto de Biotecnología
Instituto de Ciencias del Mar y Liminología
Instituto de Ciencias Nucleares
Instituto de Física
Instituto de Fisiología Celular
Instituto de Geofísica
Instituto de Geografía
Instituto de Geología
Instituto de Matemáticas
Instituto de Química
Instituto de Investigaciones Biomédicas
Instituto de Investigaciones en Materiales
Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas

Nuevamente se ingresan los datos de consumo y demanda en la siguiente pantalla:

Introducción de Datos		[] [X]
MES	<input type="text"/>	
AÑO	2002	
CONSUMO BASE (KWH)	437429	CALCULAR COSTO ANUAL
CONSUMO INTERMEDIO (KWH)	1866363	
CONSUMO PUNTA (KWH)	110920	
DEMANDA PUNTA (KW)	4547	
TIPO DE TARIFA	1000	
DESPLEGAR GRÁFICA DESPLEGAR AHORRO AMORTIZACIÓN		

Con los datos ingresados el programa despliega la siguiente información:

Ahorro		[] [X]
TARIFA	COSTO TOTAL EN PESOS	
H-M	[REDACTED]	
H-S	[REDACTED]	
H-T	[REDACTED]	

Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$ 1175600.33
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$ 2373912.14
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$ 1198311.80

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Y una vez mas se muestran los ahorros, la subestacion propuesta con su costo y el tiempo de recuperacion de la inversion con el cambio de tarifas de HM a HS:

Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$	117560	
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	237291	Vea aqui tipo de subestacion
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	113631	Vea aqui tipo de subestacion

Mostrar arreglo

Precio de la Subestacion: **\$8,045,860.00** Años de Amortizacion: **6.84403514310067**

Siguiendo con la presentación que realiza el software se enlistan a continuación los datos por cambio de tarifa de HM a HS:

Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$	117560	Sub 115 E.V. arreglo 1 COMVA
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	237291	Vea aqui tipo de subestacion
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	113631	Vea aqui tipo de subestacion

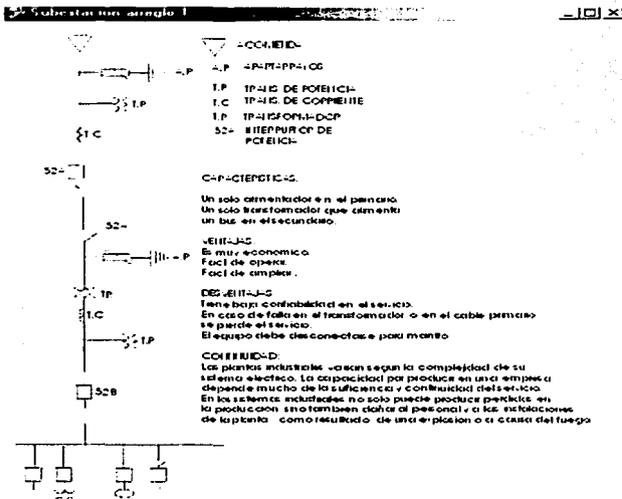
Mostrar arreglo

Precio de la Subestacion: **\$15,586,960.00** Años de Amortizacion: **6.56593802959761**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se muestra en la página siguiente el diagrama unifilar de la subestación que se propone como posible solución:

Diagrama unifilar subestación 2:



- Para la subestación 3 esta es solamente de maniobra de 23kV a 23kV, razón por la que no se realiza el análisis, e incluye las siguientes instituciones:

Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras
 Centro de Enseñanza para Extranjeros
 Centro Universitario de Teatro
 Dirección General de Radio UNAM
 Dirección General de TV UNAM
 Dirección General de Actividades Cinematográficas
 Dirección de Teatro y Danza

Como se observó el programa es capaz de realizar análisis de los datos y proponer algunas soluciones, apoyando con esto a los diseñadores de las subestaciones eléctricas industriales.

A continuación se analizará la información de las industrias textiles unidas que cuentan con una subestación de 5 MVA y se encuentra en la tarifa HM

En este ejemplo se presenta la introducción de datos con los consumos correspondientes:

Introducción de Datos

MES: []

ANO: [2002]

CONSUMO BASE (KWH): [552107]

CONSUMO INTERMEDIO (KWH): [2628685]

CONSUMO PUNTA (KWH): [177282]

DEMANDA PUNTA (KW): [4878]

TIPO DE TARIFA: [H-M]

27526150.38828

DESPLEGAR GRÁFICA DESPLEGAR AHORRO AMORTIZACIÓN

Buttons: CALCULAR COSTO ANUAL, INTRODUCIR NUEVOS DATOS

En seguida se muestra el costo correspondiente, proyectándolas en las tarifas HM HS y HT y se presenta su respectivo ahorro:

Ahorro

TARIFA	COSTO TOTAL EN PESOS
H-M	[REDACTED]
H-S	[REDACTED]
H-T	[REDACTED]

Teniendo una tarifa H-M pesando al tipo de tarifa H-S se obtiene un ahorro de \$ 1089790.82
 Teniendo una tarifa H-M pesando al tipo de tarifa H-T se obtiene un ahorro de \$ 2603473.65
 Teniendo una tarifa H-S pesando al tipo de tarifa H-T se obtiene un ahorro de \$ 1513682.94

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Primeramente se especifica el monto de una nueva subestación con el tipo de arreglo conveniente y el tiempo de amortización, al pasar de una tarifa HM a una HS:

Ver Arreglo						- [OK] X	
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$	1089796		
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	260347	Vea aquí tipo de subestacion	
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	151368	Vea aquí tipo de subestacion	

Mostrar arreglo

Precio de la Subestacion **\$6,546,510.00** Años de Amortizacion **6.00712527879466**

Se muestra tambien la opción para cambiar directamente de la tarifa HM a la tarifa HT:

Ver Arreglo						- [OK] X	
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$	1089796	Sub 115 - arreglo 1 [MVA]	
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	260347		
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	151368	Vea aquí tipo de subestacion	

Mostrar arreglo

Precio de la Subestacion **\$12,227,620.00** Años de Amortizacion **5.27280824094435**

Finalmente podemos notar que al cambiar de la tarifa HS a HT tenemos una misma inversión con un mayor periodo de amortización, siendo la segunda conversión de HM a HT la mejor opción debido a que se tiene un mayor ahorro y en consecuencia un menor tiempo de amortización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Años

- 10 x

Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-S	se obtiene un ahorro de \$	108979	Sub 1151 y arreglo 1 10MVA
Teniendo una tarifa	H-M	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	260347	Sub 2301 y arreglo 1 10MVA
Teniendo una tarifa	H-S	pasando al tipo de tarifa	H-T	se obtiene un ahorro de \$	151368	Sub 2301 y arreglo 1 10MVA

Mostrar arreglo

Precio de la Substación

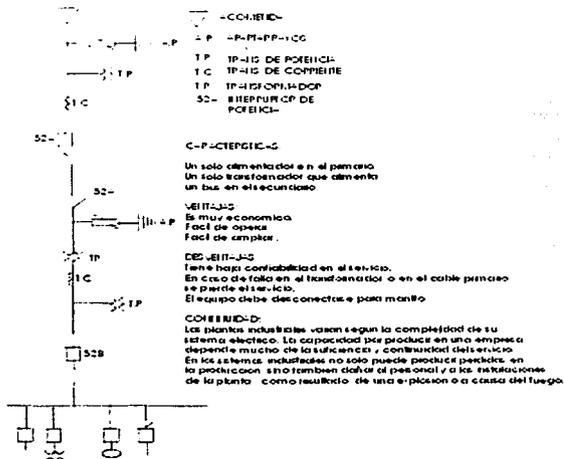
11372297000

Años de Amortización 9 06902001914557

El diagrama unificar de la substación propuesta es el siguiente:

Substación con arreglo 1

- 10 x



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Capítulo 5

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado en esta tesis, proporciona una importante herramienta para los responsables en el diseño de las subestaciones eléctricas industriales, ya que expone los beneficios de manera casi instantánea, de realizar un estudio de las condiciones en las que se encuentran las instalaciones de la subestación que se está trabajando ó diseñando, así como la evaluación de los factores económicos derivados del pago por consumo de energía eléctrica.

Después de haber realizado este trabajo de tesis, se concluye lo siguiente:

1. Se cumple el objetivo propuesto para desarrollar un estudio técnico-económico para la selección de tarifas y subestaciones eléctricas industriales óptimas, logrando compilar la información requerida para crear un conjunto de directrices que permitan evaluar las condiciones actuales de operación de una subestación eléctrica industrial.
2. La aportación de este trabajo de tesis para los encargados de las subestaciones eléctricas industriales se enfoca a lo siguiente:
 - El seguimiento de un estudio técnico-económico comprensible como el aquí presentado, disminuye los esfuerzos para disponer de la información necesaria que facilite la elección de las tarifas y subestaciones eléctricas industriales óptimas para cada tipo de servicio en la industria
 - Presentar información de primera mano, para cuantificar el monto de la inversión correspondiente y su tiempo de recuperación
 - Apoyar en la presentación de diagramas unifilares ya establecidos y aprobados por las compañías suministradoras de energía, utilizando además tecnología de punta
3. Los resultados importantes que podemos mencionar son los siguientes:
 - Se especifican claramente los tipos de tarifas existentes, así como los arreglos de subestaciones asociadas
 - Dentro de cada tipo de tarifa se especifica la jerarquía de las mismas de acuerdo a su consumo
 - Se aprovecha al máximo el software de aplicación, como herramienta auxiliar para visualizar los ahorros existentes por concepto de cambio de tarifa

- Los costos de las subestaciones como las tarifas empleadas en el software son posibles de actualizarse
 - Se realiza una estimación en el tiempo debido a los factores que se manejan para el cálculo del costo en las diferentes tarifas
 - Se maneja una estimación en el tiempo de amortización debido a la inversión de dinero producto de la adquisición de una nueva subestación
4. En cada uno de los ejemplos de aplicación que se desarrollaron, se confirma la consistencia del análisis de los diferentes tipos de tarifas, costos de subestaciones, su amortización correspondiente y las diferentes opciones de conexión de los equipos.
- Con la identificación del ahorro obtenido y la liga de la subestación propuesta, podemos definir la funcionalidad del programa, ya que al proponer un arreglo de subestación debidamente autorizado, por las compañías suministradoras, no sólo se plantea el beneficio obtenido por concepto de amortización a un número determinado de años, sino que además reditúa en una subestación de alta confiabilidad y reducción de cortes de energía que impactan en los costos de producción.
 - Con la elección de la subestación se acompañan las especificaciones técnicas del equipo primario y secundario con tecnología de punta que además pueden ser actualizados al paso del tiempo.
5. Finalmente puntualizaremos las siguientes observaciones:
- El análisis de las condiciones actuales de operación, mantenimiento y tarifa queda bajo responsabilidad de cada usuario
 - Aquí se exponen arreglos de subestaciones idóneas, sin embargo no son las únicas opciones existentes en el mercado
 - Cada subestación de acuerdo a su tipo, posee un suministro de partes de repuesto que serán responsabilidad del usuario
 - Los porcentajes de ahorro marcados están en función de cada industria de acuerdo a sus procesos de producción y a la calidad de energía requerida, siendo estos estimados por cada usuario

Con el seguimiento de los puntos citados anteriormente, se tiene una herramienta adicional que facilitará enormemente el trabajo del Ingeniero de Diseño, responsable de la selección de la tarifa y subestación óptimas para el suministro de energía eléctrica.

Bibliografía

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 1

Informe de labores 1999 – 2000
Luz y Fuerza del Centro, LFC

Informe de labores 2000 – 2001
Luz y Fuerza del Centro, LFC

www.cfe.com.mx/historia

Informe de labores 1999 – 2000
Comisión Federal de Electricidad, CFE

Plan Nacional de Desarrollo
Presidencia de la República
Programa sectorial de energía 2001 – 2002

www.lfc.gob.mx/tarifas

Estadísticas básicas de los mercados de gas y electricidad en México, Comisión reguladora de energía, 2000

www.energia.gob.mx/estadisticas/electricidad

Diario Oficial, 10 noviembre de 1999.
Reglamento de la ley del servicio público de energía eléctrica, en materia de aportaciones

Diario Oficial, 30 de diciembre de 1999.
Acuerdo que autoriza el ajuste a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica

www.cfe.com.mx/tarifas

Perspectiva del sector eléctrico 2001- 2010
Ernesto Martens Rebolledo
Secretaría de Energía, Dir. de formulación de política energética, 1ª. ed.

Balance Nacional de Energía 2000
Ernesto Martens Rebolledo
Secretaría de Energía

Capítulo 2

Documentos normalizados de CFE
LAPEM, Universidad de Colima, 1999

**Elementos de Diseño de
Subestaciones Eléctricas**, Gilberto
Enriquez Harper, Limusa 1982

Diseño de Subestaciones Eléctricas,
Facultad de Ingeniería, José Raúl
Martín, Mc Graw Hill 2000

Capítulo 3

Visual Basic 6 Edición Especial
Brian Silver & Jeff Spotts
Ed. Prentice Hall, 2000

**Programación de Bases de Datos
con Visual Basic**, Alfons González,
Ed. Alfa & Omega 2ª. ed. 1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN