



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO DE EXPANSION DE UN SISTEMA
ELECTRICO DE POTENCIA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA ELECTRICA - ELECTRONICA)

P R E S E N T A N :
CASTILLO ERDOZAIN MANUEL
MARTINEZ GALINDO JUAN GERARDO
SOTO GONZALEZ SALVADOR

DIRECTOR DE TESIS ING. FRANCISCO JAVIER URIBE AHUMADA



MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**QUEREMOS DAR NUESTRO MÁS SINCERO
AGRADECIMIENTO A LA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**Y EN ESPECIAL A NUESTRA QUERIDA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**QUEREMOS TAMBIÉN AGRADECER A TODOS
NUESTROS PROFESORES POR SU GRAN ENSEÑANZA**

**Y EN ESPECIAL AL
ING. FRANCISCO JAVIER URIBE AHUMADA
POR SU VALIOSA DIRECCIÓN PARA LA REALIZACIÓN
DE ESTA TESIS**

TEMA:

Estudio de expansión de un sistema eléctrico de potencia.

OBJETIVOS:

- **Se realizará un análisis del crecimiento que ha tenido en los últimos años la zona central del sistema eléctrico nacional.**
- **Se realizará un estudio para determinar la forma en que se va a distribuir la carga.**
- **Con los resultados estadísticos recopilados y el estudio de distribución de carga se elaboraran dos cosas:**
 - **Primero ver de que forma se ha comportado el crecimiento de carga de la zona central del sistema eléctrico nacional y con esto poder anticipar de que forma va a crecer en los años siguientes y**
 - **Con esto elaborar un programa de computadora para poder asignar una solución adecuada para cualquier punto a estudiar.**

TEMA:**Estudio de Expansión de un Sistema Eléctrico de Potencia****CAPITULADO:**

Introducción	4
1. Definición de un sistema eléctrico de potencia (S. E. P.)	7
1.1 Fuentes de energía	9
1.1.1. Descripción de las fuentes de energía natural	9
1.1.2. Diferentes formas de convertir la energía natural en energía eléctrica	11
1.2. Líneas de transmisión	14
1.2.1 Elementos principales que conforman una línea de transmisión	14
1.3. Subestaciones	16
1.3.1. Cuántas existen en el sistema central (área metropolitana)	16
1.3.2. De qué tipo son	17
1.3.3. Capacidad de una subestación	17
1.3.4. Descripción de los elementos de una subestación	19
1.4. Cargas actuales	22
2. Pronósticos de necesidad	26
2.1. Datos estadísticos	27
2.2. Establecer pronósticos de carga por subestación	29
2.3. Cargas puntuales	37
2.4. Tasas de crecimiento	38
3. Asignación de carga	41
3.1. Definición de algoritmos	42
3.2. Criterios de asignación	45
3.3. Obtención de resultados	47
3.4. Análisis de los resultados de asignación	47
4. Resumen de resultados	48
4.1. Transferencia de cargas entre subestaciones	49
4.2. Ampliación de subestaciones	50
4.3. Subestaciones nuevas	52
5. Apéndices	58
5.1. Apéndice A	58
5.2. Apéndice B	80
5.3. Apéndice C	87
5.4. Apéndice D	108
5.5. Apéndice E	119
5.6. Apéndice F	125
6. Conclusiones	133
7. Bibliografía	135

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la energía generada por cualquier medio es fundamental para el desarrollo de cualquier nación, económicamente hablando, así como para el bienestar de sus habitantes, es por ello que se están buscando nuevas formas de producir energía, así como cuidar y mantener las que ya se tienen.

El uso racional de la energía es otro aspecto importante que debe de ser tomado en cuenta, pues como se dijo con anterioridad, esta debe ser producida, para el bienestar de la gente y las naciones.

A continuación presentaremos un breve panorama del desarrollo de la electricidad en México; en nuestro país la electricidad se inició en el año de 1879 cuando una industria particular instaló por su cuenta la primera planta generadora de electricidad con una capacidad de 1.8 KW. En aquel año la actividad principal era la minería en ciudades como Pachuca y Guanajuato, su actividad consistía en sacar el agua desde el fondo de las minas para obtener oro y plata, fue entonces cuando se instalaron pequeñas plantas eléctricas para poder accionar bombas a fin de sacar el agua de las minas. La primera compañía encargada de producir electricidad con fines lucrativos, nació en 1881 y se ubicó en la ciudad de México, tenía una capacidad de 2240 KW, su demanda era básicamente para alumbrado y transporte público, aunque las empresas que solicitaban energía eléctrica también se les vendía. En los primeros años de este siglo la mayoría de las ciudades importantes ya contaba con el fluido eléctrico, en esta época también se construyó la primera hidroeléctrica. En el año de 1910 había 15 millones de habitantes y se producía un total de 50000 KW. Todo este avance se desarrolló sin reglamentación alguna, fue entonces cuando en el año de 1922 nació la Comisión de Fomento y Control de la Industria de Generación y Fuerza, y en 1926 el gobierno expidió el Código Nacional Eléctrico. En el año de 1930 el número de habitantes en el país era de 16 millones 552 mil habitantes y la capacidad instalada era de 360000 KW; la mayor parte de esta generación era utilizada para los servicios públicos y para la población económicamente alta, lamentablemente el grueso de la población desde aquellos tiempos era la que menos beneficios obtenía; es por eso que en 1933 el gobierno creó la Comisión Federal de Electricidad, que fue la encargada desde entonces de generar y de repartir más equitativamente la energía eléctrica, y en 1944 fue puesta en marcha la primera parte de la planta de Ixtapantongo; es digno mencionar que actualmente la Comisión Federal de Electricidad ha construido grandes obras de ingeniería que generan una capacidad total

de 32165.99 MW que sumados a los 871.33 MW producidos por las plantas generadoras construidas por la empresa Luz y Fuerza suman un total de 33037.32 MW y la calidad de estas instalaciones son comparables a las de cualquier otro país del mundo y dirigido en su mayoría por técnicos mexicanos.

La Comisión Federal Electricidad ha dividido por zonas de electrificación a la República Mexicana, estas zonas por su geografía son las siguientes: Baja California Norte, Baja California Sur, Noroeste, Norte, Noreste, Occidental, Oriental, Peninsular y Central. La zona central es la parte que corresponde al Distrito Federal y su zona conurbada, esta área corresponde a la entidad Luz y Fuerza del Centro, que es de la cual nos vamos a ocupar, para elaborar un estudio total de como se ha desarrollado, la forma en que ha crecido, los problemas que ha tenido, y en base a estos resultados elaborar un plan de soluciones óptimas en cada punto de esta zona.

Nuestro estudio esta encaminado a determinar la forma de ampliar la infraestructura que ya se tiene en operación, en cuanto a la distribución de la energía eléctrica. Tomando en cuenta que en estudios recientes se ha notado un incremento en las necesidades del país, es decir cada vez hay más personas e industrias, en general usuarios, que aumentan la carga para la cual la infraestructura ya instalada fue diseñada.

Previendo esto, se tiene la necesidad de generar y distribuir más energía eléctrica al menor costo posible. El problema que requiere una solución inmediata es la distribución; existen tres formas de hacerlo; desde la que resulta más económica hasta la que requiere de una mayor inversión; la primera es la transferencia de carga entre subestaciones, evitando así el saturamiento de los equipos para la gran cantidad de carga que se tiene que alimentar; la segunda opción es la ampliación misma de la subestación es decir, la adquisición de nuevos equipos como transformadores que puedan ampliar la capacidad de la subestación en cuanto a la carga ya instalada y la que esta por entrar en operación; y la tercera y última opción es la que requiere de una mayor inversión y es la construcción de una nueva subestación.

Visto desde este enfoque, se deduce que es importante prever el crecimiento de la demanda debido al aumento de las necesidades de la población, o lo que es lo mismo, la carga esta en aumento, por lo que se debería aprovechar todos los recursos ya existentes, para satisfacer la demanda constante y en aumento con una mínima inversión y preservando el equilibrio ecológico.

En la presente investigación lo que se pretende es, en base a los datos estadísticos ver de que forma ha aumentado la carga, con base en estos resultados elaborar un programa de computadora para poder anticipar la demanda de la carga y ver la forma en que se va a distribuir la misma en las diferentes subestaciones, además en caso necesario plantear la solución más adecuada.

1. DEFINICIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA (S.E.P.)

Es un conjunto de dispositivos eléctricos, compuestos principalmente por cuatro elementos como son:

1. Las centrales Generadoras
2. Las líneas de transmisión
3. Las subestaciones eléctricas
4. Las redes de distribución.

El estudio de los sistemas eléctricos de potencia está relacionado con la generación, transmisión, distribución y utilización de la potencia eléctrica como se muestra en la figura 1.

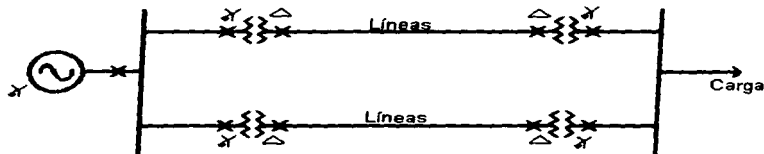


Fig. 1 Diagrama Sencillo de un Sistema Eléctrico de Potencia

La primera parte (la generación de la potencia eléctrica) se refiere a la conversión de energía de una forma no eléctrica (como la térmica, hidráulica, solar, nuclear, etc.) en energía eléctrica.

Las líneas de transmisión constituyen los eslabones de conexión entre las centrales generadoras y las subestaciones eléctricas, es de donde parten las redes de distribución, además conducen a otras redes de potencia por medio de interconexiones.

Una red de distribución conecta las cargas aisladas de una zona determinada y deriva circuitos de potencia.

Los componentes eléctricos básicos de un sistema de potencia son los generadores, transformadores, líneas de transmisión y cargas. Las interconexiones entre estos componentes del sistema eléctrico de potencia se pueden mostrar por medio de un diagrama unifilar.

El sistema eléctrico de potencia es un elemento para convertir y transportar energía y desempeña un papel importante en la solución de uno de los problemas más alarmantes que actualmente afronta el mundo, el de convertir la energía de una forma a otra, emplearla y distribuirla a donde se requiera, sin provocar la contaminación ambiental que destruye la biosfera.

Los sistemas eléctricos de potencia modernos, son invariablemente trifásicos. La red de distribución se proyecta de forma que el funcionamiento normal sea razonablemente próximo al de las tres fases equilibradas y con frecuencia basta con estudiar las condiciones eléctricas de una sola fase para obtener un análisis completo. Se asegura la carga igual de las tres fases de una red haciendo, siempre que sea posible, que las cargas domésticas se comportan por igual entre las fases de las líneas de distribución de baja tensión; normalmente las industrias son siempre trifásicas.

El área de estudio, ocupa la parte central del país como se muestra en la figura 2, y cuenta con 64 subestaciones que están ubicadas en el Distrito Federal y su zona conurbada.



Figura 2. Distribución del país por zonas de electrificación

1.1. FUENTES DE ENERGÍA

Desde épocas históricas, como en la civilización actual, la energía ha formado parte fundamental en la vida del hombre, y es extremadamente difícil que en un futuro muy lejano se pueda prescindir de ella, pues es una parte inherente a la existencia, bienestar y desarrollo de la humanidad.

La energía como tal puede manifestarse en un estado de excitación y animación, es decir, los efectos que produce son fundamentales para percatarse de su existencia.

El hombre, en su afán de desarrollo ha sabido aprovechar las diversas fuentes de energía que proporciona el medio ambiente que lo rodea, así como el aprovechamiento de los minerales fósiles, como lo son el carbón que al entrar en combustión produce energía en forma de calor.

Los recursos naturales de los cuales se puede obtener energía eléctrica, son los siguientes:

1. Combustibles
2. Corrientes de Agua
3. Mareas Oceánicas y Olas
4. Vientos
5. Rayos Solares
6. Calor Terrestre
7. Núcleos Atómicos

1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA NATURAL

Combustibles

Por lo regular los combustibles proporcionan más energía que cualquiera de las otras fuentes mencionadas.

Por su naturaleza química, los combustibles, son elementos con altos contenidos de carbón o de hidrógeno que por su oxidación química exotérmica producen grandes cantidades

de calor. Los combustibles más utilizados son: el carbón de piedra, el gas natural, el petróleo y sus derivados.

Corrientes de agua

Puede considerarse que la energía contenida en las corrientes de agua es mecánica, a su vez, por el tipo de corriente, esta puede manifestarse como energía cinética o por su altura con respecto a un plano de comparación más bajo, como energía potencial pudiendo lograrse esto con el agua almacenada dentro de una presa.

Mareas oceánicas y olas

Esta es una de las fuentes de donde más energía se puede obtener, pero a su vez es uno de los casos en los que resulta más difícil hacer las instalaciones necesarias para obtener la energía que de ella emana, al mismo tiempo es muy difícil controlarla dada su naturaleza.

Lo ideal para obtener el máximo provecho de las mareas, es la construcción de un dique en la desembocadura de alguna salida, con grandes compuertas que la cierran dependiendo de lo alto o bajo de la marea. Las compuertas se abrían cuando sube la marea y después se cerrarían poniendo en movimiento a las turbinas generadoras.

Vientos

Desde mucho tiempo atrás se ha utilizado este tipo de energía (generalmente en molinos de viento) pero, en la actualidad la cantidad de energía eléctrica obtenida por este medio es muy reducida en comparación a otras fuentes.

Rayos solares

Este tipo de energía se ha usado en pocos casos para generar energía eléctrica. Usando el calor almacenado para poner a funcionar algunos tipo de máquinas térmicas.

El principal problema de esta fuente de energía radica en que solo puede usarse de día y su rendimiento baja cuando se presentan nublados. Si se da el caso de que se requiere energía continua, esta deberá almacenarse en baterías o acumuladores para poder usarse de noche.

Esta fuente de energía es muy conveniente para lugares en los cuales no se tiene alguna otra fuente de energía útil.

Calor terrestre

Esta fuente se refiere teóricamente a las aberturas naturales de las que escapa vapor y de las que se puede obtener bastante energía.

El inconveniente radica en que estas fuentes generadoras de vapor se encuentran muy alejadas de la civilización, de donde se podría obtener mejor provecho. Pero existe la alternativa de localizar fuentes subterráneas de vapor que también pueden ser aprovechadas.

Núcleos atómicos

En la actualidad este modo de conversión de energía eléctrica es uno de los más eficientes, económicos y seguros con los que se cuenta, su modo de operación no cambia con respecto a otros medios de generación de energía eléctrica, en el sentido de que también se producen grandes cantidades de calor, solo que en este caso se está empleando el calor producido por una reacción atómica, dicho calor se emplea para calentar agua cuyo vapor hará funcionar una turbina convirtiendo el movimiento en energía eléctrica.

1.1.2. DIFERENTES FORMAS DE CONVERTIR LA ENERGÍA NATURAL EN ENERGÍA ELÉCTRICA

Conversión de la energía utilizando agua

Quizás la forma más antigua de la conversión de energía es mediante el empleo de la energía hidráulica. En las centrales hidroeléctricas la energía se obtiene prácticamente libre de costo. Esta es una característica atractiva, pero, se ve apagada un poco por el elevado costo de instalación, especialmente la construcción de la obra de ingeniería correspondiente a presas. Sin embargo, hoy el gasto de instalación por kilowatt de las centrales hidroeléctricas empieza a resultar comparable con el de las centrales de vapor.

Desgraciadamente, las condiciones geográficas necesarias para la generación hidroeléctrica no son abundantes. En la mayoría de los países con un desarrollo elevado las fuentes hidroeléctricas están utilizadas al máximo.

Existe todavía un gran potencial hidroeléctrico en muchos países subdesarrollados y sin duda se verá utilizado cuando aumente la carga.

Conversión de la energía empleando calor

La combustión del carbón o de los combustibles derivados del petróleo en las calderas produce vapor a temperatura y presión bastante elevadas que se hacen pasar por turbinas de vapor. Los combustibles líquidos tienen ventajas económicas cuando pueden bombearse directamente de la refinería a través de oleoductos a las calderas de la central generadora.

Las centrales de generación de energía mediante vapor funcionan según el ciclo de Rankine modificado para incluir el calentamiento del agua de alimentación y el recalentamiento del vapor. Se obtiene así un aumento en el rendimiento térmico utilizando vapor con la temperatura y presión más elevadas posibles.

Además, para que las turbinas sean económicas de construir, resulta que cuando mayor es su tamaño, menor es el costo. Como resultado se están utilizando ahora turbogeneradores de 500 MW e incluso mayores.

Con turbinas de vapor de 100 MW de capacidad se obtiene una elevación del rendimiento volviendo a calentar el vapor, mediante un calentamiento externo. El vapor recalentado vuelve entonces a la turbina de nuevo en donde es aprovechado solo en las etapas finales de la misma.

A pesar de los avances continuos en el proyecto de calderas y en el desarrollo de materiales mejores, la naturaleza del ciclo de vapor es tal que los rendimientos son comparativamente bajos y se pierden grandes cantidades de calor en los líquidos condensados. Sin embargo, los grandes avances en el estudio de los materiales realizados en los últimos años ha aumentado el rendimiento térmico de las centrales de vapor hasta un 40% e incluso más.

Conversión de la energía mediante fisión nuclear

La fisión nuclear tiene lugar cuando un neutrón libre choca contra el núcleo de un átomo correspondiente a material fisionable como el uranio-235. Por el choque, el núcleo se divide en dos partículas, liberando energía que aparece en forma de calor.

En este proceso algunos de los nuevos neutrones liberados chocan con otros núcleos fisionables que también se dividen y se establece así una reacción en cadena. La central que contiene el material fisionable se denomina reactor o pila. El reactor produce calor que debe convertirse en energía eléctrica a través de un intercambio térmico, una turbina y un generador.

Las centrales de generación nuclear exigen poca cantidad de combustible en función del volumen y peso, y por lo tanto, pueden establecerse independientemente del suministro del combustible, aunque ciertas consideraciones de seguridad tienden a mantenerlas alejadas de los grandes centros de población.

Una desventaja de las mismas es su costo de instalación inicial, relativamente alto en contra de los costos de funcionamiento. Esto exige que las centrales nucleares funcionen continuamente como estaciones o centrales de carga básica.

Conversión de la energía utilizando viento

Los generadores de energía eléctrica pueden ser autónomos o también pueden estar conectados a las redes de distribución. En países en desarrollo los generadores autónomos tendrían un mercado potencial pues habría electricidad en las regiones donde no lleguen las redes de distribución. Una limitante importante que tienen estas plantas generadoras es el empleo de baterías para el almacenamiento de la electricidad generada, ya que para tener confiabilidad en el suministro se necesitan tener grandes bancos de baterías y esto eleva considerablemente el costo. Las plantas generadoras que están conectadas a las redes de distribución no necesitan las baterías. El problema de estar conectado a las redes de distribución es el control de la potencia para mantener la estabilidad de los sistemas. El control del límite de la potencia en generadores eólicos de eje horizontal se logra inclinando las aspas de las hélices y en los de eje vertical se logra mediante un tipo de frenado aerodinámico.

En países como México se debe de adoptar un programa de generación de energía eólica, haciendo un estudio con el propósito de saber las características de los vientos de cada región, para conocer la velocidad del viento que no sea demasiado débil ni tan fuerte que requiera la instalación de estructuras robustas y costosas.

1.2. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Las líneas de transmisión integran físicamente la salida de las plantas generadoras con las necesidades de los clientes, además de ser las vías de acceso para el flujo de la energía eléctrica entre varios circuitos de un sistema eléctrico de potencia.

Una línea de transmisión por lo regular se constituye de conductores, estructuras de soporte, aisladores y accesorios que sujetan los conductores a las estructuras de soporte y en la mayoría de los casos en las líneas de alto voltaje, además, un hilo de guarda para proteger a las líneas de las descargas de alta tensión provocadas por rayos. Las líneas de transmisión pueden ser representadas con los siguientes elementos:

- Un extremo transmisor
- Un extremo receptor
- Una resistencia en serie
- Una inductancia y una capacitancia en paralelo

La forma de clasificar a las líneas de transmisión depende mucho de su longitud, y es la siguiente:

- Línea corta cuya longitud no es mayor a 80 Km
- Línea mediana cuya longitud es mayor a 80 Km pero menor de 240 Km
- Línea larga cuya longitud es mayor a 240 Km

1.2.1. ELEMENTOS PRINCIPALES QUE REPRESENTAN UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Existen una serie de parámetros que son inherentes a la líneas de transmisión, dichos parámetros como tales pueden ser despreciables, pero dadas las longitudes tan largas que se manejan los valores tienden a incrementarse de tal forma que tienen que tomarse muy en cuenta para el diseño de un tendido eléctrico. Dichos parámetros son los siguientes:

Capacitancia

Esta dada en función de las dimensiones de los conductores, la separación que existe entre ellos, así como la naturaleza propia del dieléctrico y la longitud del circuito.

Como sabemos, la diferencia de potencial aplicada a una línea, es senoidal con respecto al tiempo, los conductores cambiarán de polaridad dos veces por ciclo y circulará por ellos también una corriente alterna. En líneas de transmisión cortas y con voltajes relativamente bajos la capacitancia tiende a ser despreciable, pero la corriente aumenta considerablemente, dada la carga que se tiene. Es por ello, que la corriente capacitiva debe de ser muy tomada en cuenta.

Inductancia

En este caso la inductancia se manifiesta de la siguiente manera. Si se conecta una carga al final de la línea tendremos que la corriente que circula por el conductor será la suma de:

- La corriente debido a la carga y
- La corriente capacitiva

Estas dos corrientes producirán un campo magnético.

Si tenemos que la intensidad de corriente y el campo magnético son funciones del tiempo, entonces el campo magnético variable inducirá a los conductores fuerzas electromotrices que se oponen a la fuerza electromotriz aplicada al principio de la línea.

Resistencia

En las líneas eléctricas siempre se presenta una resistencia al paso de la corriente eléctrica, provocando que parte de la energía eléctrica que circula por la línea se disipe en forma de calor, esto es en proporción directa a la resistencia del conductor y al cuadrado del valor eficaz de la intensidad de corriente.

Es por esto que la resistencia es uno de los valores fundamentales para la selección del material y del calibre de los conductores, pues la resistencia de un conductor es directamente proporcional a la resistencia del material y a su longitud e inversamente proporcional a su sección.

1.3. SUBESTACIONES

La subestación eléctrica es la parte de un sistema eléctrico de potencia, que se encarga de elevar y reducir voltajes. El voltaje es elevado para poder ser llevado a los diferentes centros de consumo, los valores de voltaje de transmisión son: 400, 230, 150 y 85 KV; a este tipo de subestación se le denomina subestación elevadora y se localiza a la salida de la planta generadora. Para que los valores de voltaje puedan ser utilizados por los diferentes usuarios se reduce a los valores de voltaje comercial que son: 23000 y 6000 V, para hacer esta reducción se necesita una subestación reductora, y esta se encuentra localizada estratégicamente en los centros de consumo.

Una definición de subestación puede ser la siguiente:

Es un conjunto de dispositivos eléctricos, que forman parte de un sistema eléctrico de potencia; sus principales funciones son: transformar voltajes y derivar circuitos de potencia.

Una clasificación, de acuerdo a la potencia y voltaje que manejan, puede ser la siguiente:

1. Subestaciones de transmisión, arriba de 230 KV.
2. Subestaciones de subtransmisión, entre 230 y 115 KV.
3. Subestaciones de distribución primarias, entre 115 y 23 KV.
4. Subestaciones de distribución secundaria, abajo de 23 KV.

1.3.1. CUANTAS EXISTEN EN EL SISTEMA CENTRAL (ÁREA METROPOLITANA)

El número total de subestaciones que existen en el sistema central que es el área de estudio del presente trabajo es un total 64 subestaciones distribuidas a lo largo y ancho del Distrito Federal y su área conurbada. De este total de subestaciones hay una subestación en donde su elemento principal (transformador) tiene una relación de transformación de 115/13.8 KV, esta subestación es la de Agua Viva y esta considerada como un caso especial porque esta pertenecía originalmente a la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) y posteriormente paso a ser de Luz y Fuerza del Centro (L. Y F.C.) es por esta razón que tiene una capacidad instalada

de 38 MVA y una capacidad firme de 8 MVA; 33 subestaciones en donde su elemento principal tiene una relación de transformación de 85/23 KV y bancos de 30 MVA algunos ejemplos son las subestaciones de Aragón con 4 bancos con una capacidad instalada de 120 MVA y una capacidad firme de 66 MVA, Barrientos que tiene 2 bancos con una capacidad instalada de 60 MVA y una capacidad firme de 60 MVA, etc., 26 subestaciones en donde su elemento principal tiene una relación de transformación de 230/23/13 KV con bancos de 60 MVA algunos ejemplos son las subestaciones de Atizapan que tiene 3 bancos con una capacidad instalada de 180 MVA y una capacidad firme de 144 MVA, Contreras con 2 bancos con una capacidad instalada de 120 MVA y una capacidad firme de 72 MVA, etc., 2 subestaciones en donde su elemento principal tiene una relación de transformación de 150/23/13 KV con bancos de 54 MVA estas subestaciones son las de Cuajimalpa con 3 bancos con una capacidad instalada de 162 MVA y una capacidad firme de 130 MVA y la de Odon de Buen con 3 bancos con una capacidad instalada de 162 MVA y una capacidad firme de 108 MVA y 2 subestaciones en donde su elemento principal tiene una relación de transformación de 230/23/23 KV con bancos de 60 MVA estas subestaciones son las de Ecatepec con 3 bancos con una capacidad instalada de 180 MVA y una capacidad firme de 144 MVA y la de Xalostoc con las mismas capacidades que la de Cuajimalpa.

1.3.2. DE QUE TIPOS SON

Existen básicamente dos tipos de subestaciones, y la diferencia entre ellas es el medio que las rodea; dicho en otras palabras, existen subestaciones que están al intemperie que el medio que las rodea es el aire (medio ambiente), y existen también subestaciones que el medio que las rodea es gas, como el SF₆. La razón principal por la que existen las subestaciones que no están expuestas al medio ambiente es el espacio, es decir, que las dimensiones de dicha subestación son más reducidas que las que si están expuestas al medio ambiente; pero, no existen muchas ya que la construcción y los materiales utilizados tienen costos muy elevados comparados con las que están expuestas al medio ambiente.

1.3.3. CAPACIDAD DE UNA SUBESTACIÓN

Este es un parámetro importante que se tiene que tomar en cuenta cuando se este diseñando una subestación; y se fija de acuerdo a la demanda actual de la zona en KVA, más el

incremento del crecimiento de carga en los siguientes diez años, que se obtiene extrapolando los datos estadísticos de un estudio realizado de la zona; además del área suficiente para futuras ampliaciones cuando la demanda así lo requiera.

Los niveles de voltaje se determinan dependiendo de las normas utilizadas en cada país y de las normas empleadas por las empresas propietarias de los sistemas eléctricos. Por ejemplo en México, y para el caso especial del sistema central los voltajes que se manejan son: para alto voltaje 400, 230 y 85 KV, y en bajo voltaje 23000, 6000, 220 y 127 V.

Capacidad instalada (CI)

La capacidad instalada de una subestación es el valor máximo de sus transformadores multiplicado por el número de bancos, es decir:

$$CI = \text{Capacidad del Transformador} * \text{Número de Bancos de Transformadores}$$

Por ejemplo para la subestación de Vallejo la capacidad de sus transformadores son de 60 MVA y cuenta con 3 bancos de transformadores, sustituyendo:

$$CI = (60 \text{ MVA}) * (3) = 180 \text{ MVA}$$

La capacidad instalada de esta subestación es de 180 MVA

Capacidad firme (CF)

La capacidad firme de una subestación es el valor máximo que puede tener una subestación cuando alguno de sus transformadores sale de operación, este valor esta asociado a la calidad del suministro eléctrico de una subestación; cuando mencionamos salir de operación nos referimos a que puede fallar o que se le esta dando mantenimiento a un transformador y tiene que desconectarse. Este valor se obtiene quitando a la capacidad instalada el valor de uno de sus transformadores más un 20% adicional de los transformadores que queden en operación, este valor adicional el fabricante garantiza que pueden funcionar sin ningún problema, pero tiene que ser por un espacio de tiempo corto; es decir:

$$CF = (\text{Capacidad del Transformador} * (\text{Número de transformadores} - 1)) + 20\%$$

Por ejemplo para la misma subestación de Vallejo

$$CF = (60 \text{ MVA}) * (3 - 1) + ((60 \text{ MVA}) * (3 - 1)) * 0.2$$

$$CF = 120 \text{ MVA} + 24 \text{ MVA} = 144 \text{ MVA}$$

La capacidad firme de esta subestación es de 144 MVA

La fórmula anterior es en general para cualquier subestación; pero, este parámetro depende de otros factores propios de cada subestación, como pueden ser: la antigüedad, esto es cuanto tiempo tiene de construida la subestación, algunos transformadores en operación son muy viejos y ya no soportan la tolerancia del 20% adicional en situaciones críticas de operación. Algunos otros casos la subestación es nueva y moderna, y los transformadores son fabricados de tal forma que cada fase es un transformador separado y de operación independiente y la subestación cuenta con un transformador de respaldo por si alguna fase falla, en estos casos la capacidad firme es igual a la capacidad instalada. También hay casos en que los transformadores viejos han sido reemplazados con transformadores modernos. Algunas otras cuentan con transformadores viejos y han tenido ampliaciones con transformadores modernos. En todos estos casos la fórmula no es aplicable o es aplicable en partes.

1.3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UNA SUBESTACIÓN

Transformador de Potencia. Es una máquina electromagnética que se encarga de cambiar el valor del voltaje, y esta formado por: parte activa, parte pasiva y accesorios.

Parte Activa. Consta de un núcleo que constituye el circuito magnético y bobinas que constituyen el circuito eléctrico.

Parte Pasiva. Es un tanque donde se encuentra alojada la parte activa y se utiliza en transformadores en donde la parte activa va sumergida en algún líquido, el tanque debe de ser hermético, soportar el vacío absoluto sin presentar deformaciones, debe de tener puntos de apoyo para el fácil transporte y en general soportar los accesorios propios de un transformador.

Accesorios: Son para auxiliar en la operación y mantenimiento de un transformador, y son todos los siguientes:

Tanque conservador. Es un tanque adicional colocado sobre el tanque principal, cuya función es absorber la expansión de aceite generada por las variaciones de temperatura provocadas por la carga.

Boquillas. Son los aisladores en las terminales de la bobinas de alto y bajo voltaje, que se utilizan para atravesar las tapas o tanque del transformador.

Tablero. Es donde se encuentran los controles de los motores, de las bombas de aceite, de los ventiladores, de la calefacción, etc.

Válvulas. Sirven para el llenado, vaciado, mantenimiento y muestreo de aceite del transformador.

Conectores a Tierra. Es una pieza de cobre soldada al tanque, de donde el transformador se conecta a la red de tierra.

Placa característica. Se coloca en un lugar visible, y en ella van grabados los datos más importantes del transformador, como son: potencia, voltajes, por ciento de impedancia, número de serie, diagrama vectorial y de conexiones, número de fases, frecuencia, elevación de temperatura, altura de operación sobre el nivel del mar, tipo de enfriador, por ciento de variación del voltaje en diferentes pasos de cambiador de derivaciones, peso y año de fabricación.

Bancos de tierra. Es un transformador cuya función es conectar a tierra el neutro de un sistema eléctrico y proporciona un circuito de retorno a la corriente de corto circuito de fase a tierra.

Transformador de instrumentos. Son unos dispositivos electromecánicos cuya función es reducir a escala los valores de voltaje y corriente para la protección y medición de los diferentes circuitos de la subestación.

Bancos de capacitores. Son utilizados para corregir el factor de potencia en las líneas de distribución y en instalaciones industriales, esto nos permite aumentar la capacidad de transmisión en las líneas, el aprovechamiento de la capacidad de los transformadores y la regulación del voltaje en los centros de consumo.

Pararrayos. Son dispositivos eléctricos formados por elementos resistivos no lineales y expulsores que limitan la amplitud de los sobrevoltajes ocasionados por descargas atmosféricas, cuando algún interruptor se acciona cuando se presentan severos desvalancesos en el sistema. Un dispositivo de protección efectivo debe: comportarse como aislante mientras el voltaje aplicado no exceda de cierto valor predeterminado, convertirse en conductor al alcanzar ese valor de voltaje y conducir a tierra esa onda de corriente producida por la onda de sobrevoltaje.

Interruptores. Su única función es abrir y cerrar la continuidad de un circuito eléctrico bajo carga, en condiciones normales y además en condiciones de corto circuito. Este dispositivo junto con el transformador son los elementos más importantes de una subestación. El buen funcionamiento de estos dispositivos determina la confiabilidad que puede tener un sistema eléctrico de potencia.

Cuchillas. Son dispositivos que sirven para conectar o desconectar parte de las instalaciones eléctricas, para poder efectuar maniobras de operación o bien de mantenimiento.

Fusibles. Son dispositivos de protección eléctrica de una red que hacen las veces de interruptor, siendo mucho más baratos que estos. Su función principal es de interrumpir circuitos cuando se produce sobrecorriente y soportar el voltaje transitorio de recuperación que se produce posteriormente.

Reactores. Son bobinas limitadoras de corriente de corto circuito, son utilizadas en el neutro de los bancos de transformadores para limitar la corriente de corto circuito a tierra. En algunas ocasiones se utiliza en serie con cada una de las fases de algún transformador para limitar la corriente de corto circuito trifásica.

1.4. CARGAS ACTUALES

En este capítulo presentaremos el comportamiento de carga que han tenido todas las subestaciones que pertenecen al Sistema Eléctrico de Potencia del Área Central, esta es una investigación que se hizo extrayendo información directamente con la empresa Luz y Fuerza, que es la encargada de la distribución de la energía de esta área que se esta tomando como un ejemplo práctico para este trabajo, en esta tabla también tendremos todos los datos con los que posteriormente alimentaremos la base de datos del programa para computadora que se va a desarrollar en su momento. Estos datos son:

- **CLAVE.** Es una clave que les fue asignada en la empresa, este dato se puede considerar como la clave oficial de cada subestación.
- **NOMBRE.** Dato por demás relevante, el nombre esta asociado a la zona o colonia a la que alimenta principalmente, además es donde se encuentra localizada.
- **COORDENADA X y Y.** Son los datos que nosotros asignamos de acuerdo a nuestro criterio para poder identificar el lugar donde se encuentran ubicadas en un plano cartesiano concretamente en el primer cuadrante para solo trabajar con datos positivos, para posteriormente calcular las distancias que existan entre ellas para la solución uno de nuestro problema.
- **TIPO DE TRANSFORMADOR.** El elemento principal de una subestación es el transformador y cada una de ellas cuenta con un transformador diferente; el tipo de transformador esta asociado a la relación de transformación con que cuenta cada uno de los modelos y es un número. Existen varios tipos de transformador y son los siguientes:
 - 28. El tipo 28 nos indica que en el primario o en la parte de alto voltaje tenemos 230 KV, de ahí el número 2. Y en el secundario o en la parte de bajo voltaje tenemos 85 KV, de ahí el número 8; la potencia de este tipo de transformadores es de 100 MVA.
 - 221. El tipo 221 en el primario 230 KV y en el secundario 23 KV además este tipo de transformadores cuenta con un terciario de 13 KV que sirve para eliminar la 3ª y 5ª armónica, esto esta relacionado al factor de calidad de la subestación; la potencia de este tipo de transformadores es de 60 MVA
 - 121. El tipo 121 tiene en el primario 150 KV y en el secundario 23 KV y en el terciario 13 KV y su potencia es de 54 MVA
 - 11. El tipo 11 tiene en el primario 115 KV y en secundario 13.8 KV y una potencia de 30 MVA

- 82. El tipo 82 tiene en el primario 85 KV y en el secundario 23 KV y tiene una potencia de 30 MVA
- 222. El tipo 222 tiene en el primario 230 KV y en el secundario 23 KV y en el terciario 23 KV y tiene una potencia de 60 MVA
- 421. Tiene en el primario 400 KV, en el secundario 230 KV, en el terciario 13.8 KV y una potencia de 330 MVA.
- **NÚMERO DE BANCOS.** Este es un número de unidades principales con las que cuenta una subestación que junto con la capacidad del transformador (potencia) nos proporciona las capacidades de una subestación
- **CAPACIDAD INSTALADA.** Es la capacidad de diseño de una subestación, es el valor máximo de energía que puede alimentar dicha subestación, este valor depende como se dijo de la capacidad del transformador y del número de bancos con cuenta.
- **CAPACIDAD FIRME.** Esta capacidad esta asociada al factor de calidad y de confiabilidad de una subestación, es la capacidad que asegura suministrar una subestación aun en situación de que un banco de transformadores deje de operar ya sea por mantenimiento o por fallas.
- **TIENE ESPACIO.** Cuando una subestación es diseñada se planea el crecimiento a futuro para tener más capacidad, en subestaciones viejas este parámetro no siempre se cumple, pues ya fue rebasado por una ampliación o simplemente el predio donde fue construida no fue lo suficientemente grande.
- **CARGAS ESTADÍSTICAS.** Son las cargas promedio anuales que tuvieron todas y cada una de las subestaciones; los datos que se tienen son desde 1987 hasta 1995
- **CARGAS CALCULADAS.** Son los pronósticos de carga a futuro, estos se obtuvieron de un modelo matemático, extrapolando los valores de cargas estadísticas.

Los parámetros de que se incluirán en la tabla solo son lo siguientes, los restantes se utilizaran en la base de datos del programa, del capítulo 3:

- **NOMBRE**
- **TIPO DE BANCO**
- **RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN**
- **NÚMERO DE BANCOS**
- **POTENCIA DEL TRANSFORMADOR**
- **CAPACIDAD INSTALADA**

- CAPACIDAD FIRME
- CARGA EN EL AÑO DE 1995 (Año en el que se planteo el problema)

CARGAS ACTUALES

No.	NOMBRE	BANCO	RELACION	NÚMERO	POTENCIA	CAPACIDAD		CARGA
			DE TRANS.	DE BANCOS	DEL TRANS.	INST.	FIRME	EN 1995
1	AGUA VIVA	11	115/138	2	30 Y 8	35	5	3
2	ARAGÓN	82	85/23	4	30	120	86	51
3	ATIZAPAN	221	230/23/13	3	60	180	144	125
4	AYOTLA	221	230/23/13	2	60	120	72	60
5	AZCAPOZALCO	221	230/23/13	3	60	180	120	76
6	BARRIENTOS	82	85/23	2	30	60	60	50
7	CAREAGA	82	85/23	4	30	120	96	80
8	CEILÁN	221	230/23/13	2	60	120	60	48
9	CERRO GORDO	82	85/23	3	30	90	90	80
10	CHALCO	82	85/23	4	30	120	96	99
11	CHAPINGO	221	230/23/13	3	60	180	144	96
12	COAPA	221	230/23/13	3	60	180	144	140
13	CONDESA	82	85/23	2	30	60	30	14
14	CONTADERO	221	230/23/13	3	60	180	120	0
15	CONTRERAS	221	230/23/13	2	60	120	72	70
16	COYOACÁN	221	230/23/13	3	60	180	144	86
17	CUAJIMALPA	121	150/23/13	3	54	162	130	59
18	CUAUHTEMOC	221	230/23/13	3	60	180	120	20
19	CUAUTILAN	82	85/23	5	30	150	96	84
20	ECATEPEC	222	230/23/23	3	60	180	144	97
21	GUADALUPE	82	85/23	3	30	90	90	49
22	HUASTECA	82	85/23	4	30	120	90	54
23	INDIANILLA	82	85/23	2	30	60	30	20
24	INSURGENTES	82	85/23	2	30	120	96	49
25	IZTAPALAPA	221	230/23/13	3	60	180	144	122
26	JAMAICA	82	85/23	3	30	90	90	35
27	K - 0	221	230/23/13	3	60	180	144	60
28	K - 42	82	85/23	2	30	60	30	23
29	LA QUEBRADA	82	85/23	2	30	60	36	0
30	LECHERÍA	82	85/23	4	30	126	93	59
31	LOMA	82	85/23	2	30	60	60	42
32	MADERO	221	230/23/13	3	60	180	144	130

Relación de Transformación KV
 Potencia del Transformador en MVA
 Capacidad Instalada y Capacidad Firme en MVA
 Cargas en MW

No.	NOMBRE	BANCO	RELACIÓN DE TRANS.	NÚMERO DE BANCOS	POTENCIA DEL TRANS.	CAPACIDAD INST. FIRME	CARGA EN 1995
33	MAGDALENA	82	85/23	4	30	120	96
34	MERCED	221	230/23/13	3	60	180	120
35	MOCTEZUMA	82	85/23	4	30	120	96
36	MORALES	82	85/23	4	30	120	120
37	NAUCALPAN	82	85/23	2	30	60	60
38	NETZAHUALCOYOTL	82	85/23	4	30	120	96
39	ODON DE BUEN	121	150/23/4	3	54	162	108
40	OLIVAR	82	85/23	3	30	90	72
41	PANTITLAN	82	85/23	4	30	120	96
42	PATERA	82	85/23	4	30	120	96
43	PENSADOR	221	230/23/13	3	60	180	120
44	PERALVILLO	221	230/23/13	2	60	120	60
45	REFORMA	82	85/23	3	30	90	72
46	REMEDIOS	221	230/23/13	3	60	180	144
47	LOS REYES	82	85/23	4	30	120	120
48	SAN ANDRÉS	82	85/23	4	30	120	96
49	SAN ÁNGEL	221	230/23/13	3	60	180	144
50	STA. CRUZ	221	230/23/13	3	60	180	144
51	TACUBA	82	85/23	4	30	120	96
52	TACUBAYA	221	230/23/13	3	60	180	120
53	TASQUEÑA	82	85/23	4	30	120	90
54	TECAMACHALCO	221	230/23/13	2	60	120	60
55	TIZAYUCA	221	230/23/13	2	60	120	72
56	VALLE DE MÉXICO	82	85/23	2	30	60	60
57	VALLEJO	221	230/23/13	3	60	180	144
58	VERÓNICA	82	85/23	4	30	120	96
59	VERTIZ	221	230/23/13	3	60	180	120
60	V. DE LAS FLORES	82	85/23	1	30	30	0
61	VICTORIA	221	230/23/13	2	60	120	60
62	XALOSTOC	222	230/23/23	3	60	180	144
63	XOCHIMILCO	221	230/23/13	2	60	120	60
64	ZUMPANGO	82	85/23	3	30	90	72

**Relación de Transformación KV
Potencia del Transformador en MVA
Capacidad Instalada y Capacidad Firme en MVA
Cargas en MW**

2. PRONÓSTICOS DE NECESIDAD

En este capítulo abordaremos la primera parte del problema de nuestro trabajo, como se menciona al principio del mismo, el sistema eléctrico de nuestro país se conforma de tres etapas o elementos; la fase de generación, la fase de transmisión y la fase de distribución.

Cabe hacer mención que en las fases de generación y de transmisión, el sistema no presenta problema alguno; inclusive, en la etapa de generación, en general se tienen excedentes de energía, la cual se exporta a Centro América. El problema, y por el cual se esta realizando esta investigación se presenta en la etapa de distribución, la carga esta superando la capacidad de diseño de las subestaciones de distribución, por lo que para esta parte de nuestro trabajo requerimos una herramienta o método matemático que nos permita obtener, partiendo de los datos estadísticos con que se cuenta, datos a futuro o sea pronósticos de crecimiento de carga, y con estos datos se realizará un programa de computadora que nos proporcione la solución más adecuada de acuerdo a las características propias de la subestación que se este tratando en particular.

2.1. DATOS ESTADÍSTICOS

La tabla que se muestra a continuación son las cargas promedio anuales de cada una de las subestaciones que pertenecen al sistema eléctrico de potencia del área central del país, en el están incluidas las 64 subestaciones comerciales, no se están tomando en cuenta para el análisis las subestaciones que pertenecen una sola compañía, puesto que su demanda esta regida por ella misma, no así de el resto de las subestaciones que están regidas por el crecimiento de la población en un área determinada, o al nacimiento de pequeñas industrias, centros comerciales nuevos, o simplemente más demanda de la energía eléctrica por los usuarios actuales y este crecimiento es totalmente aleatorio como se muestra.

En algunas subestaciones la tendencia en la demanda de la carga no fue ascendente, hay casos en los que la demanda fue decreciente, este es un fenómeno que también esta asociado a la situación en general por la que atraviesa el país, pues el costo para algunos usuarios es elevado y tienden a economizar energía, el cierre de empresas, la emigración de los usuarios para otras zonas de la misma área o a otras zonas del país; aunque estas situaciones son tan solo casos aislados y no es la tendencia en general de todas las subestaciones; pero si son casos que ocurren sobre todo de un año a otro; en general, de los datos con que se cuenta, la carga siempre es mayor en el año de 1995 con respecto la carga en 1987.

DATOS ESTADÍSTICOS

No.	NOMBRE	C A R G A								
		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1	AGUA VIVA	0	0	0	5	3	3	3	3	3
2	ARAGÓN	52	50	47	53	49	53	59	61	51
3	ATIZAPAN	75	85	106	102	104	120	120	124	125
4	AYOTLA	0	0	0	15	37	46	52	55	60
5	AZCAPOTZALCO	74	78	82	75	73	76	52	77	76
6	BARRIENTOS	52	56	53	40	36	50	46	50	50
7	CAREAGA	55	55	59	63	61	73	75	78	80
8	CEILÁN	0	0	0	0	38	53	41	49	48
9	CERRO GORDO	66	74	78	70	74	72	82	82	80
10	CHALCO	50	54	82	73	68	77	65	99	99
11	CHAPINGO	63	33	47	59	70	71	68	92	96
12	COAPA	122	128	98	105	103	132	137	146	140
13	CONDESA	16	14	14	12	14	14	16	12	14
14	CONTADERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	CONTRERAS	47	43	48	59	55	61	70	71	70
16	COYOACAN	43	47	50	54	70	78	84	83	86
17	CUAJIMALPA	37	30	37	51	56	56	58	70	59
Carga en MW										

No.	NOMBRE	C A R G A								
		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
18	CUAUHTEMOC	0	0	0	0	4	4	6	15	20
19	CUAUTILAN	75	81	77	87	78	89	107	83	84
20	ECATEPEC	70	85	81	72	66	89	84	94	97
21	GUADALUPE	48	48	52	56	47	52	51	48	49
22	HUASTECA	52	54	55	45	51	57	69	56	54
23	INDIANILLA	23	29	22	23	23	27	24	26	20
24	INSURGENTES	51	51	43	42	51	50	46	47	49
25	IZTAPALAPA	124	109	121	114	124	131	127	115	122
26	JAMAICA	34	33	33	33	34	35	35	41	35
27	K - 0	48	59	54	49	49	58	58	60	60
28	K - 42	13	15	14	14	14	16	19	20	23
29	LA QUEBRADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	LECHERIA	81	94	87	79	64	59	55	68	59
31	LOMA	57	60	50	56	50	48	45	44	42
32	MADERO	72	89	81	81	100	111	124	132	130
33	MAGDALENA	80	81	86	80	74	73	97	103	91
34	MERCED	57	60	55	43	59	57	62	66	67
35	MOCTEZUMA	52	50	51	57	53	55	60	65	62
36	MORALES	86	90	64	56	76	89	80	88	79
37	NAUCALPAN	53	56	48	52	52	48	55	51	43
38	NETZAHUALCOYOTL	80	86	93	86	86	95	102	114	102
39	ODON DE BUEN	65	66	70	59	75	84	92	101	98
40	OLIVAR	56	58	50	48	65	64	62	62	62
41	PANTILAN	76	74	79	66	68	68	78	79	75
42	PATERA	56	68	50	56	55	55	55	47	47
43	PENSADOR	49	55	48	48	56	53	54	56	56
44	PERALVILLO	23	37	31	32	28	29	30	32	37
45	REFORMA	68	70	70	62	62	74	73	78	75
46	REMEDIOS	90	87	90	96	79	79	119	115	119
47	LOS REYES	87	89	82	88	73	84	87	101	82
48	SAN ANDRÉS	79	73	77	70	75	75	75	73	77
49	SAN ÁNGEL	66	72	66	58	49	61	73	103	74
50	STA. CRUZ	12	97	48	54	55	68	82	96	99
51	TACUBA	54	67	48	54	55	55	70	51	50
52	TACUBAYA	47	47	45	55	48	58	65	65	66
53	TASQUEÑA	48	43	41	54	65	69	72	71	77
54	TECAMACHALCO	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5
55	TIZAYUCA	0	10	18	10	28	29	33	36	38
56	VALLE DE MEXICO	33	36	40	42	46	43	49	48	51
57	VALLEJO	87	86	80	92	68	76	78	87	91
58	VERÓNICA	71	67	57	55	58	62	58	56	60
59	VERTIZ	30	33	31	38	37	40	42	47	74
60	V. DE LAS FLORES	0	0	0	16	15	11	18	18	18
61	VICTORIA	0	0	0	0	45	38	38	60	51
62	XALOSTOC	69	83	84	78	82	86	137	133	145
63	XOCHIMILCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	ZUMPANGO	51	49	34	34	46	39	43	50	45

Carga en MW

2.2. ESTABLECER PRONÓSTICOS DE CARGA POR SUBESTACIÓN

En algunas disciplinas se realizan experimentos o análisis diseñados en forma estadística, la precisión en la comparación de los datos que se colectan, que en forma general se requieren, evita el empleo de modelos matemáticos en muchas situaciones.

Investigar el efecto simultáneo de varios factores con base en alguna técnica, en donde se requiere partir de la suposición de que los datos se han colectado en arreglos balanceados y además que se llevaron a cabo empleando los procedimientos aleatorios adecuados.

En forma obvia, lo anterior es recomendable si puede cumplirse, pero en muchas veces es imposible.

En realidad, a lo que en general se enfrenta el experimento es a un conjunto de datos que de manera común, no espera que hayan sido observados bajo condiciones estrictamente controladas y los que, salvo en contadas ocasiones, no tienen ninguna réplica real que permita una estimación apropiada del error experimental. Bajo estas condiciones, los métodos más apropiados son el de los mínimos cuadrados y el análisis de regresión.

Se parte de los datos estadísticos de las subestaciones, en donde se tiene la variación de la carga de cada una de ellas en un intervalo de por lo menos nueve años, por lo que se tiene un número determinado de mediciones: $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9$, de una variable expuesta Y , las cuales se ha observado bajo un conjunto de condiciones experimentales ($X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$) que representa los valores de las variables de predicción.

Para nuestro caso Y_n representa la variación de la carga que ha tenido determinada subestación y X_n representa en año en que se tuvo tal variación para dicha subestación. Por cuestiones de facilidad en los cálculos manejaremos lo siguiente:

1987	--	1
1988	--	2
1989	--	3
1990	--	4
1991	--	5

1992	---	6
1993	---	7
1994	---	8
1995	---	9

El análisis de regresión calcula una ecuación que produce valores de Y para valores dados de X, uno de los principales objetivos del análisis de regresión es hacer predicciones.

Nuestro interés radica en, partiendo de los datos estadísticos con los que contamos:

- Plantear una función de la variación de carga de cada subestación en función del tiempo (1987 a 1995).
- Tabularla y posteriormente graficarla (apéndice A) para tener su curva de variación entre el periodo de tiempo ya descrito.
- Determinar una función matemática sencilla, dados los valores de predicción.

Debe hacerse notar que la ecuación que se obtiene por esta forma puede tener algunas limitaciones con respecto a su interpretación física; sin embargo, en un medio empírico del que se da partida, será muy útil si puede proporcionar una adecuada capacidad de predicción para la respuesta en el interior del intervalo especificado de las variables de predicción.

El análisis de regresión solo descubre una asociación entre la variable de respuesta y las variables de predicción, en lugar de detectar una relación causa-efecto. La causalidad implica que un cambio en las X causara uno correspondiente en la variable de respuesta.

De manera básica, la regresión tiene dos significados:

- Uno surge de la distribución conjunta de probabilidad de dos variables aleatorias
- El otro es empírico y nace de la necesidad de ajustar alguna función a un conjunto de datos.

Este segundo significado es más práctico, en el quizás no se tengan los elementos necesarios para determinar la curva de regresión (para nuestro caso en particular curva de variación de carga), no obstante, dado el conjunto de datos, puede asumirse una forma funcional para la curva de regresión y entonces tratar de ajustar ésta a los datos.

Un procedimiento muy útil para la selección inicial cuando se tiene solo una variable de predicción es graficar la variable de respuesta contra la variable de predicción. Si esta gráfica revela una tendencia lineal, deberá suponerse un modelo de regresión lineal. Si es evidente alguna curvatura, deberá suponerse un modelo cuadrático o de mayor grado para el ajuste de datos.

Supóngase que se tienen la siguientes gráficas

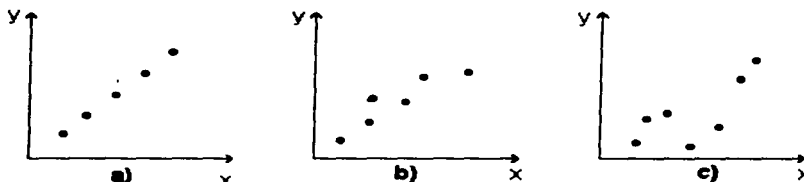


FIGURA 1

En primer lugar, adviértase que si todos los puntos estuvieran exactamente alineados, como en la figura 1a, entonces la línea ajustada se podría trazar con una regla "al ojo", en forma perfectamente precisa. Incluso si todos los puntos estuvieran casi alineados como en la figura 1b, el ajuste "al ojo" sería bastante satisfactorio. Pero, en el caso de que hubiera una gran dispersión como en la figura 1c el ajuste mediante este procedimiento sería muy subjetivo e inexacto. Por lo que se debe encontrar un método más objetivo, con el cual los cálculos sean sencillos y que también pueda aplicarse en problemas más difíciles que no permitan el ajuste "al ojo".

Ahora nos podemos preguntar con más precisión: ¿ Que es un buen ajuste ? la respuesta es: " un buen ajuste es que minimice el error total ".

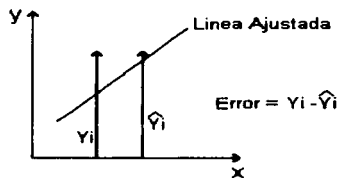


FIGURA 2

En la figura 2 se presenta un error típico, el cual se define como la distancia vertical de la Y observada a la línea ajustada o sea:

$(Y_i - \hat{Y}_i)$ donde \hat{Y}_i es el valor ajustado de Y a la ordenada de la línea.

Se nota que el error es positivo cuando la Y_i observada esta por encima de la línea y que en negativo en el caso contrario.

A continuación se muestran algunas técnicas empleadas para el ajuste de puntos dispersos en una gráfica:

1. Como primer criterio tentativo, una línea ajustada que minimiza la suma de todos estos errores:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i) \quad \text{-----} \quad 2.1$$

Desafortunadamente, no es un buen procedimiento. Cuando se utiliza este criterio de las dos líneas que aparecen en la figura 3 se llega igualmente a las observaciones.

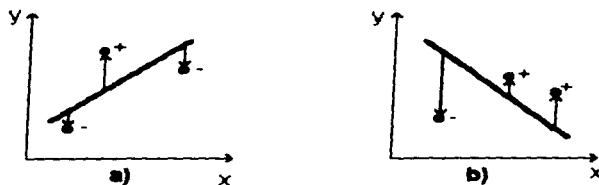


FIGURA 3

A pesar de que el ajuste en la figura 3a es intuitivamente un ajuste bueno y en la figura 3b es muy malo. Se trata de un problema de signo; en ambos casos, los errores positivos neutralizan a los negativos, y hacen que la suma sea igual a cero. Este criterio debe rechazarse porque no permite distinguir entre malos y buenos.

2. Existen dos maneras de superar este problema de signo. El primero consiste en minimizar la suma de los valores absolutos de los signos

$$\sum_{i=1}^n | (Y_i - \bar{Y}_i) | \quad \text{-----} \quad 2.2$$

Como no se permite que los grandes errores positivos compensen los grandes errores negativos, este criterio eliminara los malos ajustes, tal como el ajuste de la figura 3b. Sin embargo, todavía tiene una desventaja. Es evidente que en figura 4b el ajuste satisface este criterio mejor que el ajuste en la figura 4a;

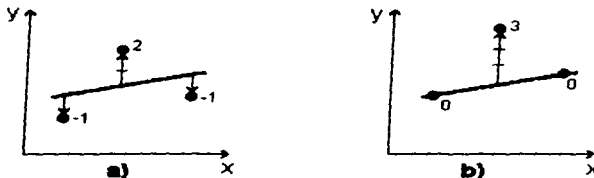


FIGURA 4

Por ejemplo para las gráficas de la figura 4 en el caso de la figura 4a el valor es 4; y en la figura 4b es de 3.

De hecho, se puede tener la seguridad de que la línea que une en la figura 4b a los dos puntos extremos satisface este criterio que cualquier otra; pero tal vez sea la solución óptima al problema, porque ignora totalmente al punto medio, quizá sea preferible hacer el ajuste en la figura 4a, porque así se considera todos los puntos.

3. Finalmente y como otra manera de superar el problema del signo, se propone minimizar la suma de los cuadrados de los errores,

$$\sum_{i=1}^n | (Y_i - \bar{Y}_i) | \quad \text{-----} \quad 2.3$$

Este es el famoso criterio de " mínimos cuadrados ". Su justificación comprende los puntos siguientes:

1. Al elevar al cuadrado se suprime el problema del signo porque todos los errores se hacen positivos
2. La operación de elevar al cuadrado descarta los errores grandes y, cuando se trata de satisfacer este criterio, se evitan esos errores, siempre que sea posible. Por consiguiente, se toman en cuenta todos los puntos y, mediante este criterio, se elige el ajuste en la figura 4a, el cual es preferible al de la figura 4b.

Empleando el software Microsoft Excel que utiliza toda la teoría explicada nos genera la siguiente tabla de extrapolaciones, lo más recomendable empleando el mencionado paquete es extrapolar un máximo de 6 datos, pero, como nosotros requerimos de por lo menos 9, no se tomo en cuenta esta consideración tomando en cuenta que lo que se pretende es solo darnos una idea aproximada y no precisa del comportamiento de cada subestación, un modelo matemático es preciso pero en este caso la precisión es un parámetro que no nos serviría de mucho dado que el comportamiento de una subestación a futuro depende de otros factores ya mencionados, el resultado final se muestra en la siguiente tabla.

DATOS CALCULADOS

No.	NOMBRE	A								
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1	AGUA VIVA	2.33	2.05	1.76	1.48	1.19	0.9	0.8	0.7	0.6
2	ARAGÓN	57.19	58.08	58.96	59.84	60.73	61.61	62.53	53.76	55
3	ATIZAPAN	137.03	143.06	149.13	155.18	161.23	167.28	174.13	181.25	200
4	AYOTLA	72.67	80.81	88.95	97.1	105.24	113.38	132.16	150.76	169
5	AZCAPOZALCO	69.17	68.27	67.37	66.47	65.57	64.67	63.23	62.15	60.19
6	BARRIENTOS	45.61	45.11	44.61	44.11	43.61	43.11	42.93	42.11	41
7	CAREAGA	84.14	87.66	91.17	94.69	98.21	101.72	104.03	106.15	114.16
8	CEILÁN	50.6	52.2	53.8	55.4	57	58.6	59.19	61.5	63
9	CERRO GORDO	82.83	84.33	85.83	87.33	88.83	90.33	92.83	94.33	96.83
10	CHALCO	99.19	104.21	109.21	114.24	119.26	124.28	129.24	134.28	139.23
11	CHAPINGO	96.81	102.66	108.91	114.96	121.01	127.06	133.01	168.96	145.66
12	COAPA	142.69	148.54	150.39	154.24	158.09	161.94	164.39	168.09	172.34
13	CONDESA	13.33	13.2	13.07	12.93	12.8	12.67	12.09	11.84	11.43
14	CONTADERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	CONTRERAS	76.72	80.42	84.12	87.82	91.52	95.22	99.82	104.22	109.72
16	COYOACÁN	97.11	103.31	109.51	115.71	121.91	128.11	135.71	142.51	150.11
17	CUAJIMALPA	71.89	75.94	80.19	84.44	88.69	92.94	96.69	100.44	104.69
18	CUAUHTEMOC	22.7	27	31.3	35.6	39.9	44.2	49.6	55.9	59.7
19	CUAUTITLÁN	93.22	94.96	96.69	98.42	100.16	101.89	103.16	102.78	103.69
20	ECATEPEC	95.17	97.8	100.43	103.07	105.7	108.33	111.43	114.7	117.33
21	GUADALUPE	49.94	49.91	49.88	49.84	49.81	49.78	49.63	49.55	49.39
22	HUASTECA	59.28	60.18	61.08	61.98	62.88	63.78	69.68	65.58	66.48
23	INDIANILLA	23.03	22.81	22.59	22.38	22.16	21.94	21.16	20.85	20
24	INSURGENTES	47.28	47.18	47.08	46.98	46.88	46.78	46.68	46.58	46.48
25	IZTAPALAPA	124.03	124.68	125.33	125.98	126.63	127.28	128.15	128.98	129.63
26	JAMAICA	37.61	38.18	38.74	39.31	39.88	40.44	40.94	41.58	42.44
27	K - 0	61.11	62.36	63.64	64.91	66.18	67.44	68.68	69.96	71.18
28	K - 42	22.03	23.14	24.26	25.38	26.49	27.61	28.66	30.06	31.36
29	LA QUEBRADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	LECHERÍA	50.94	46.78	42.61	38.44	34.28	30.11	26.61	22.15	18.46
31	LOMA	39.78	37.64	35.51	33.38	31.24	29.11	27.61	25.51	23.38
32	MADERO	141.97	149.92	157.87	165.82	173.77	181.72	189.92	195.87	206.82

Cargas en MW

No.	NOMBRE	C		A		R		G		A		
		1996	1997	1996	1997	1996	1997	2000	2001	2002	2003	2004
33	MAGDALENA	95,42	97,5	99,58	101,67	103,75	105,83	107,25	109,38	111,67		
34	MERCEDES	65,61	67,04	68,48	69,91	71,34	72,78	73,24	74,85	75,16		
35	MOCTEZUMA	64,53	66,21	67,99	69,58	71,26	72,94	73,14	74,75	75,08		
36	MORALES	81,25	81,77	82,28	82,8	82,32	83,83	84,28	89,77	85,25		
37	NAUCALPAN	47,14	46,39	45,64	44,89	44,14	43,39	42,14	41,69	41,14		
38	NETZAHUALCOYOTL	110,36	113,68	116,99	120,31	123,63	126,94	130,31	133,63	136,94		
39	ODON DE BUEN	104,39	109,49	114,59	119,69	124,79	129,89	134,99	139,79	144,89		
40	OLIVAR	64,69	66,16	67,42	68,69	69,96	71,22	73,42	75,69	77,89		
41	PANTITLAN	74,58	74,77	74,95	75,13	75,32	75,5	75,75	75,92	76,01		
42	PATERA	46,39	44,76	143,12	41,49	39,86	38,22	37,49	36,86	35,12		
43	PENSADOR	57,67	58,6	59,53	60,47	61,4	62,33	63,67	64,6	65,53		
44	PERALVILLO	34	34,6	35,2	35,8	36,4	37	37,6	38,2	39		
45	REFORMA	75,33	76,4	77,47	78,53	79,6	80,67	81,7	82,67	83,33		
46	REMEDIOS	117,19	121,21	125,23	129,24	133,26	137,28	141,26	144,23	149,21		
47	LOS REYES	87,72	88,09	88,46	88,82	89,19	89,56	89,96	90,14	90,56		
48	SAN ANDRÉS	74,31	74,19	74,07	73,96	73,84	73,72	73,65	73,42	73,15		
49	SAN ÁNGEL	80,94	83,31	85,68	88,04	90,41	92,78	94,46	96,05	97,97		
50	STA. CRUZ	103,47	110,59	117,71	124,82	131,94	139,06	147,26	151,15	159,17		
51	TACUBA	54,42	54,1	53,78	53,57	53,15	52,83	52,15	51,83	51,05		
52	TACUBAYA	69,53	72,41	75,29	78,18	81,06	83,94	86,05	89,29	92,41		
53	TASQUEÑA	83,08	87,7	92,32	96,93	101,55	106,17	110,32	115,7	122,05		
54	TECAMACHALCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
55	TIZAYUCA	45,39	49,87	54,35	58,82	63,3	67,77	71,82	75,4	79,86		
56	VALLE DE MÉXICO	53,69	55,81	57,93	60,04	62,16	64,28	66,69	68,16	70,15		
57	VALLEJO	82,69	82,68	82,66	82,64	82,63	82,61	82,59	82,57	82,55		
58	VERÓNICA	54,78	53,64	52,51	51,38	50,24	49,11	48,03	47,96	46,51		
59	VERTIZ	61,5	65,53	69,57	73,6	77,63	81,67	85,33	89,57	93,6		
60	V. DE LAS FLORES	18,6	19,34	20,09	20,83	21,57	22,31	23,83	24,97	26		
61	VICTORIA	56,6	60	63,4	66,8	70,2	73,6	76,6	80	86,8		
62	XALOSTOC	147	156,47	165,93	175,4	184,87	194,33	204,4	215	230		
63	XOCHIMILCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
64	ZUMPANGO	43,61	43,6	43,68	43,71	43,74	43,78	43,82	43,86	43,9		

Cargas en MW

2.3. CARGAS PUNTUALES

El concepto de cargas puntuales, es un parámetro que no se esta tomando en cuenta en el análisis del presente trabajo; pero, es un concepto que si explicaremos a continuación.

Una carga de este tipo no nace de la noche a la mañana, generalmente es un proyecto que tiene que seguir una serie de lineamientos en cuanto a la solicitud de la energía eléctrica que va a utilizar o que va a demandar; previamente los empresarios o dueños del proyecto tienen que formular una solicitud oficial ante la empresa encargada de administrar la energía eléctrica, en donde se debe de especificar las características de la energía eléctrica solicitada, como son: niveles de voltaje, número de fases, posible fecha de entrada en operación y posible fecha en que demandara la carga máxima especificada.

A su vez la empresa administradora de la energía eléctrica también tiene que prever este importante y significativo incremento en la demanda, y con ello tomar las medidas pertinentes para que el sistema no tenga problemas, tales como: sobrecarga, bajos niveles voltaje y con ello poner en peligro la calidad en el suministro eléctrico.

Este tipo de fenómenos son muy comunes en la actualidad, o sea el nacimiento de un nuevo consumidor que por su elevado consumo de energía eléctrica se considera carga puntual; este nuevo usuario muchas veces se conecta a una subestación de las que ya están en operación; pero dadas las características propias de este fenómeno no se tomara en cuenta para nuestro análisis. Por esta razón y aunado a que los pronósticos de carga no son los más exactos y apegados a la realidad, para calcular el crecimiento de la carga se esta empleando un modelo matemático que es exacto, pero para esta aplicación en especial la exactitud matemática no es la mejor; ya que se deben de tomar en cuenta otros factores que también intervienen en el crecimiento de la carga.

2.4. TASAS DE CRECIMIENTO

Con el afán de presentar el comportamiento de los datos con los que contamos se realizara un análisis estadístico de los mismos, en los que mostraremos conceptos tales como:

- **Media.** Es un valor medio o promedio de los datos
- **Desviación Estándar.** Es el valor que representa la variedad promedio de una distribución de datos, ya que mide el promedio de la desviación de los datos a la media.
- **Tasa de Crecimiento.** Mostrar el incremento que tuvo cada subestación, tomando como referencia el primer dato con el que se cuenta y el valor más alto o más bajo según sea el caso, en la mayoría de las subestaciones el último dato generalmente fue el más alto aunque esta regla no siempre se cumplió
- **Gráfica.** La gráfica que tienen cada una de las subestaciones. Estas gráficas se presentan en el apéndice A.

Los datos calculados se muestran en la siguiente tabla:

TASAS DE CRECIMIENTO

No.	NOMBRE	C A R G A										T A S A S		
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	X	D.E.	T.C.	
1	AGUA VIVA	0	0	0	5	3	3	3	3	3	2,22	1,69	100,00	
2	ARAGÓN	52	50	47	53	49	53	59	61	51	52,778	4,29	14,75	
3	ATIZAPAN	75	85	106	102	104	120	120	124	125	106,78	16,63	40,00	
4	AYOTLA	0	0	0	15	37	46	52	55	60	29,44	24,13	100,00	
5	AZCAPOTZALCO	74	78	82	75	73	76	52	77	76	73,67	6,01	9,76	
6	BARRIENTOS	52	56	53	40	36	50	46	50	50	48,11	6,05	7,14	
7	CAREAGA	55	55	59	63	61	73	75	78	80	66,56	9,35	31,25	
8	CEILÁN	0	0	0	0	38	53	41	49	48	25,44	23,13	100,00	
9	CERRO GORDO	66	74	78	70	74	72	82	82	80	75,33	5,30	17,50	
10	CHALCO	50	54	82	73	68	77	65	99	99	74,11	16,39	49,49	
11	CHAPINGO	63	33	47	59	70	71	68	92	96	66,56	18,62	34,36	
12	COAPA	122	128	98	105	103	132	137	146	140	123,44	16,59	12,66	
13	CONDESA	16	14	14	12	14	14	16	12	14	14,00	1,33	-33,33	
14	CONTADERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
15	CONTRERAS	47	43	48	59	55	61	70	71	70	58,22	10,13	32,66	
16	COYOACAN	43	47	50	54	70	78	84	83	86	66,11	16,55	50,00	
17	CUAJIMALPA	37	30	37	51	56	56	58	70	59	50,44	12,28	47,14	
18	CUAUHTEMOC	0	0	0	0	4	4	6	15	20	5,44	6,89	100,00	
19	CUAUTITLÁN	75	81	77	87	78	89	107	83	84	84,56	9,00	29,91	
20	ECATEPEC	70	85	81	72	66	89	84	94	97	82,00	10,18	25,53	
21	GUADALUPE	48	48	52	56	47	52	51	48	49	50,11	2,75	14,29	
22	HUASTECA	52	54	55	45	51	57	69	56	54	54,78	6,01	24,64	
23	INDIANILLA	23	29	22	23	23	27	24	26	20	24,11	2,61	20,69	
24	INSURGENTES	51	51	43	42	51	50	46	47	49	47,78	3,26	-21,43	
25	IZTAPALAPA	124	109	121	114	124	131	127	115	122	120,78	6,49	5,34	
26	JAMAICA	34	33	33	33	34	35	35	41	35	34,78	2,31	17,07	
27	K - 0	46	59	54	49	49	58	58	60	60	54,78	5,11	23,33	
28	K - 42	13	15	14	14	14	16	19	20	23	16,44	3,26	43,46	
29	LA QUEBRADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
30	LECHERÍA	61	94	87	79	64	59	55	68	59	71,78	13,09	13,83	
31	LOMA	57	60	50	58	50	48	45	44	42	50,44	6,18	5,00	
32	MADERO	72	89	81	81	100	111	124	132	130	102,22	21,62	44,62	

Carga en M W

X Media

D.E. Desviación estándar

T.C. Tasa de crecimiento en %

No.	NOMBRE	C A R G A									T A S A S		
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	X	D.E.	T.C.
33	MAGDALENA	80	81	86	80	74	73	97	103	91	85,00	9,64	22,33
34	MERCED	57	60	55	43	59	57	62	66	87	58,44	6,71	14,93
35	MOCTEZUMA	52	50	51	57	53	55	60	65	62	56,11	4,97	20,00
36	MORALES	86	90	64	56	76	89	80	88	79	78,67	11,10	4,44
37	NAUCALPAN	53	56	48	52	52	48	55	51	43	50,89	3,77	5,36
38	NETZAHUALCOYOTL	80	86	93	86	86	95	102	114	102	93,78	10,08	29,82
39	ODON DE BUEN	65	66	70	59	75	84	92	101	98	78,89	14,53	35,64
40	OLIVAR	56	58	50	48	65	64	62	62	62	58,56	5,71	13,85
41	PANTITLAN	76	74	79	66	68	68	78	79	75	73,67	4,73	3,80
42	PATERA	58	68	50	56	55	55	55	47	47	54,56	6,02	14,71
43	PENSADOR	49	55	48	48	56	53	54	56	58	53,00	3,56	15,52
44	PERALVILLO	23	37	31	32	28	29	30	32	37	31,00	4,11	37,84
45	REFORMA	68	70	70	62	62	74	73	78	75	70,00	4,92	10,53
46	REMEDIOS	90	87	90	96	79	79	119	115	119	97,11	15,42	21,74
47	LOS REYES	87	89	82	88	73	84	87	101	82	85,89	7,02	13,86
48	SAN ANDRÉS	79	73	77	70	75	75	75	73	77	74,89	2,48	-12,86
49	SAN ÁNGEL	66	72	66	58	49	61	73	103	74	69,11	14,18	35,92
50	STA. CRUZ	12	97	48	54	55	68	82	96	99	67,89	27,25	87,88
51	TACUBA	54	67	48	54	55	55	70	51	50	56,00	7,09	22,86
52	TACUBAYA	47	47	45	55	48	58	65	65	66	55,11	8,22	28,79
53	TASQUEÑA	48	43	41	54	65	69	72	71	77	60,00	12,87	37,86
54	TECAMACHALCO	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0,28	0,78	100,00
55	TIZAYUCA	0	10	16	10	28	29	33	38	38	22,44	13,02	100,00
56	VALLE DE MÉXICO	33	36	40	42	46	43	49	48	51	43,11	5,71	35,29
57	VALLEJO	87	86	80	92	68	76	78	87	91	82,78	7,38	5,43
58	VERÓNICA	71	67	57	55	58	62	58	56	60	60,44	5,11	-24,56
59	VERTIZ	30	33	31	38	37	40	42	47	74	41,33	12,64	59,46
60	V. DE LAS FLORES	0	0	0	16	15	11	18	18	18	10,67	7,81	100,00
61	VICTORIA	0	0	0	0	45	38	38	60	51	25,78	23,88	100,00
62	XALOSTOC	69	83	84	78	82	86	137	133	145	99,67	27,86	52,41
63	XOCHIMILCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
64	ZUMPANGO	51	49	34	34	46	39	43	50	45	43,44	6,16	-30,77

Carga en M W

X Media

D.E. Desviación estándar

T.C. Tasa de crecimiento en %

3. ASIGNACIÓN DE CARGA

La finalidad de este capítulo es realizar un programa de computadora, el cual nos resuelva el problema de una forma más rápida, haciendo uso de una herramienta muy útil en la actualidad como es la computadora personal. Además se emplea un lenguaje de programación, en este caso el Pascal versión 6.

Nuestro problema es, como ya lo hemos hecho notar en capítulos anteriores, la parte que comprende a la distribución de la energía eléctrica, tomando los datos de las cargas calculadas (pronósticos de carga) hecho en el capítulo anterior y hacer un programa de computadora para solucionar ese problema.

La primera solución es la transferencia de carga entre subestaciones; esto es, las subestaciones que en el futuro tengan problemas de sobrecarga, o en otras palabras que la carga sea mayor que la capacidad firme; para dar solución al problema de estas subestaciones se hará con las subestaciones que estén más cerca, y que no tengan este problema, cediendo parte de su capacidad que no esta utilizada para alimentar la carga que no pueda alimentar la subestación en problemas.

En caso de que lo anterior no sea factible, porque el problema sea tal que las subestaciones vecinas tampoco puedan satisfacer la demanda de esa zona, se optará por la segunda solución o solución dos, que es si la subestación en problemas tiene espacio para agregar un banco de transformadores más, esto se realizara partiendo del hecho que la generación de la energía eléctrica no es un problema y pueda abastecer ese banco de transformadores que sea agragado.

Si la subestación no tiene espacio se opta por la tercera y última solución o solución tres que es la construcción de una subestación nueva, en esta solución también se hace la misma consideración de la solución dos.

3.1. Definición de algoritmos

Para la elaboración de un programa para computadora en cualquier lenguaje de programación, es necesario apoyarnos en algunas herramientas útiles para poder llegar a la codificación misma del programa, estas herramientas son las siguientes:

- Diagrama de flujo
- Seudocódigo
- Código (programa fuente)

Una vez terminado el programa, nosotros agregamos con la finalidad de explicar lo que no se entienda del mismo o su ejecución, las siguientes utilerías:

- Algoritmo o explicación de programa
- Comida o ejecución

Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es utilizado para darnos una idea general de la secuencia que el programa debe de seguir para la obtención de los resultados deseados, el diagrama de flujo se muestra en el apéndice B.

Seudocódigo

Es la explicación con palabras comunes y corrientes de lo que queremos programar; esta explicación la daremos a continuación.

Lo que se pretende es que el programa dé solución a lo siguiente:

1. La creación de una base de datos la cual llamaremos catálogo, que contenga todos los datos de interés de cada subestación, estos datos se explicaron en el punto 1.4.
2. En el catálogo se puedan dar: altas, bajas, cambios y consultas.
3. Cada registro esta asociado a una subestación y deberá tener los siguientes campos:

Clave:
Nombre:

Coordenada x:
Coordenada y:
Tipo de transformador:
Número de bancos:
Capacidad instalada:
Capacidad firme:
Tiene espacio:
Cargas estadísticas: desde 1987 a 1995
Cargas Calculadas: desde 1996 a 2004

4. El análisis, que será la parte importante del programa.
5. Para el análisis lo primero que se realizara es saber cual es el estado que guardan cada subestación para un año determinado.
6. El análisis anterior nos permitirá saber:
 - Si la subestación esta en problemas (una subestación esta en problemas si la carga en un año determinado es mayor que su capacidad firme).
 - Si la subestación no esta en problemas y si puede ayudar o no puede ayudar (una subestación puede ayudar siempre y cuando su capacidad firme sea mayor que la carga, en más de 5 MW).
7. Una vez sabiendo cual es el estado que guardan cada subestación, a las subestaciones que este en problemas se les asignara de una en una, una subestación que este en posibilidades de ayudarte.
8. La forma de hacer esta asignación será la siguiente:
9. Primero "pasaremos" los siguientes campos de la base de datos a una base de datos auxiliar, clave, coordenada x, coordenada y tiene espacio, de las subestaciones que están en problemas.
10. Segundo, comenzado con la primera subestación que esta en problemas (recuérdese que éstas están en la base de datos auxiliar) y hasta la última, analizar cual subestación que esta en posibilidades de ayudar esta más cercana, este análisis será también comenzado con el primer registro o primera subestación, el dato que se obtenga, esto es la subestación ayudadora, será un campo de la base de datos auxiliar. Al final de este proceso cada subestación en problemas tendrá una subestación ayudadora, sin importar si ésta se repite.
11. Tercero, hacer un análisis y ver si alguna ayudadora se repite, esto es si a más de una subestación en problemas le fue asignada la misma subestación ayudadora y si así fue,

analizar cual subestación esta más cercana, al final de este proceso cada subestación en problemas tendrá una subestación ayudadora o nada.

- 12.El Segundo y Tercer paso lo repetiremos 12 veces, y al final tendremos que para cada subestación en problemas tendrá 12 posibles subestaciones ayudadoras.
- 13.La solución será que a una subestación en problemas se le asignen cuatro subestaciones ayudadoras, pero como en algunas corridas es muy probable que no le toque ninguna, por eso el proceso lo haremos 12 veces y al final se truncara hasta que tenga cuatro subestaciones ayudadoras.
- 14.Los reportes que se emitirán son tres
- 15.Reporte uno, en el se mostrara un estado general de todas las subestaciones, mostrando en pantalla los siguientes datos: clave, nombre, capacidad instalada, capacidad firme, esta en problemas y puede ayudar, estos datos están en la base de datos.
- 16.Reporte dos, en este reporte mostraremos en pantalla las subestaciones en problemas con los siguientes datos: clave, nombre, capacidad firme, carga y el valor de carga con el que tienen problemas se mostrara con un signo negativo.
- 17.Reporte tres, es el reporte de soluciones, en el se mostrara la subestación en problemas y cual fue su solución.

Código

Una vez codificado el programa quedaría de la siguiente forma, debido a nuestra poca experiencia en programación, algunas rutinas no se pudieron poner en ciclos y por consiguiente el programa se hizo un poco extenso; en el listado los procesos repetitivos no se muestran, pero se hace mención cual es el parámetro que cambia, en donde empieza y donde termina, se muestra en dos columnas por página, la segunda columna es la continuación de la primera en cada página. Este listado se muestra en el apéndice C.

Algoritmo o explicación del programa.

Con la intención de explicar de la mejor forma el programa, para que sea entendido, mostraremos con palabras comunes una explicación detallada, casi de línea por línea del programa, y a esto nosotros le llamamos algoritmo. Y lo mostramos en el apéndice D.

Corrida o ejecución

Para explicar como se ejecuta el programa mostraremos algo que llamaremos manual de usuario que no es otra cosa que la explicación y operación del mismo; toda la explicación se hace en el apéndice E.

3.2. CRITERIOS DE ASIGNACIÓN

Los criterios de asignación de soluciones que se están tomando en el programa son los siguientes:

Solución UNO

Lo primero que se esta haciendo es un análisis, de cual es el estado que guardan todas y cada una de las subestaciones del universo que se tiene, dicho en otras palabras se están etiquetando las subestaciones de la siguiente forma:

- Subestaciones que están en problemas
- Subestaciones que no están en problemas pero que no pueden ayudar
- Subestaciones que no están en problemas pero que si pueden ayudar

Subestaciones que están en problemas

Son las subestaciones en que la carga, en el año de análisis, es mayor a la capacidad firme de la misma.

Subestaciones que no están en problemas pero que no pueden ayudar

Son las subestaciones en que la carga, para el año de análisis, es menor que la capacidad firme, pero que la diferencia no es mayor que 5 MW; en resumen, si en una subestación una vez que se hizo la resta de la capacidad firme menos la carga es menor o igual a cinco esta subestación no se puede considerar como subestación ayudadora.

Subestaciones que no están en problemas pero que si pueden ayudar

Son las subestaciones que están igual que las anteriores pero estas si rebasan los 5 MW requeridos para poder ser subestación ayudadora. El valor de 5 MW se pone como restricción para que las subestaciones ayudadoras cuenten con la suficiente capacidad de reserva y no estén en el limite de subestaciones en problemas en el siguiente año.

La forma en que serán asignadas las ayudadoras es de la siguiente forma; de la lista de subestaciones en problemas se toma la primera y le es asignada la subestación ayudadora más cercana, se hace lo mismo con la segunda y así sucesivamente hasta terminar con todas, el siguiente paso es checar si una subestación ayudadora fue asignada a más de una subestación en problemas, si es el caso lo que sigue es volver hacer un análisis para determinar a cual subestación en problemas esta más cercana; este proceso se repite 12 veces, para que al final cada subestación en problemas tenga al menos cuatro subestaciones ayudadoras asignadas.

Una vez que cada subestación en problemas tenga sus cuatro subestaciones ayudadoras se procede a analizar y ver con la aportación de cuantas subestaciones ayudadoras la subestación en problemas pudo satisfacer su sobrecarga, esta es la solución uno.

Solución DOS

La solución dos es un poco más fácil, si la suma de las aportaciones de las 4 subestaciones ayudadoras es menor que la sobrecarga de la subestación en problemas, entonces quiere decir que la subestación en problemas no pudo resolver su problema con las subestaciones vecinas y lo que procede es optar por esta solución; tomando como referencia si la subestación tiene espacio para poder agregarle un banco de transformadores más y así incrementar su capacidad. En esta solución no se toma en cuenta las otras etapas como problema, esto es, se parte del hecho que tanto la etapa de generación como de transmisión no son problema.

Solución TRES

Si se llega hasta esta solución es que la subestación que esta en problemas no tuvo espacio para agregar un banco más de transformadores. Lo que procede en este caso es la construcción de una subestación nueva, empleando todas las técnicas de diseño de subestaciones para poder abastecer la demanda de carga que se tenga en esa zona, para tomar esta decisión también se hace la misma consideración que en la solución anterior, que se asegure la alimentación de energía eléctrica de esta nueva subestación.

3.3. OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos solo se tienen disponibles en pantalla a la hora de ejecutar el programa, y se tienen de la siguiente forma:

- Un primer reporte que nos muestra el estado de todas y cada una de las subestaciones una vez que ya fueron etiquetadas.
- Un segundo reporte que nos muestra únicamente a las subestaciones en problemas con su valor de sobrecarga incluido, este valor como ya se menciona es el valor de el resultado de la resta de la carga y la capacidad firme y lo estamos considerando como un valor negativo, pues es un faltante o un valor que no se tiene.
- Y el tercer reporte que es la solución de cada una de las subestaciones en problemas mostrándonos, su valor problema que es su sobrecarga, y con un encabezado que es la solución (solución uno, solución dos, solución tres) que ya se explico en que consiste y que en el capitulo siguiente se explica como se realizara cada una de estas soluciones. En el caso de la solución uno aparecen las claves de las subestaciones ayudadoras y su aportación que es la resta de la capacidad firme y la carga.

3.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE ASIGNACIÓN

En esta parte mostraremos un reporte por año de las soluciones que el programa le asigno a cada subestación en problemas; esto es, tener una relación de cuantas soluciones uno, dos y tres se emplearon por año, para mostrar que si no se toman medidas a tiempo el problema acumulado por año va a requerir de una mayor inversión. Esta tabla de resultados se muestra en el apéndice F.

4. RESUMEN DE RESULTADOS

El presente capítulo tiene por objeto mostrar lo que en esencia nos llevo a realizar esta investigación.

Como se dijo anteriormente el presente estudio abarca un total de 64 subestaciones a lo largo y ancho del Distrito Federal y zona conurbada.

En base al programa mostrado se comprobó que año con año la tendencia de la carga conectada a las subestaciones va en constante aumento, por lo que una de las cuestiones más importantes que se deben considerar en la planeación de un sistema de distribución es el crecimiento de la carga de dicho sistema. Es muy raro el caso en que un sistema se pueda diseñar sin la base de las cargas reales actuales. Como regla general se puede considerar alguna tasa de crecimiento de carga. Por lo regular esto se hace tanto para la capacidad de reserva para el diseño actual como para prevenir futuras adiciones o modificaciones.

En general el crecimiento de carga es atribuible a varios factores: condiciones económicas de la zona, hábitos de los consumidores, condiciones económicas reales de la empresa administradora, nuevos lotes o zonas que se anexan al sistema o aumento de carga en los consumidores actuales, etc. Generalmente, los crecimientos de carga en las diversas partes de un sistema eléctrico de potencia son muy diferentes entre sí, estos tipos de crecimiento o aumento en la carga son distintos con respecto a las tasas de crecimiento de cada una de las zonas en particular.

La construcción de las subestaciones eléctricas esta condicionada en cierto modo a las exigencias propias de operación; pero también por otra parte, al desarrollo que pueda tener a futuro la red a la cual se encuentra conectada, estos dos parámetros son función del continuo aumento en la demanda de energía eléctrica. Tomando en cuenta estos factores es común que en el proyecto de las subestaciones se hagan las precisiones necesarias de manera tal que el diseño y construcción de una subestación pueda hacerse por etapas.

A continuación proporcionaremos las siguientes soluciones que van en orden dependiendo del grado de economía que cada una representa. Posteriormente se hará una explicación más detallada:

1. **Transferencia de carga entre subestaciones.**
2. **Ampliación de una subestación.**
3. **Subestaciones nuevas.**

4.1. TRANSFERENCIA DE CARGA ENTRE SUBESTACIONES

Dentro de las tres propuestas de solución que exponemos, la transferencia de carga entre subestaciones es la que resulta más económica, dado que únicamente la subestación que se encuentra en problemas (exceso de carga) cedería parte de su carga excedente a otra subestación que se encuentre en posibilidades de ayudar dada su capacidad firme, y en cierto modo a la situación geográfica en la que se encuentra con respecto a la subestación que esta en problemas.

Las centrales eléctricas son parte integrante de la estructura de la red eléctrica que tiene como función principal transformar y transportar la energía, para posteriormente ser llevada a los puntos de consumo.

Conceptualmente es importante recalcar la importancia de las redes interconectadas ya que estas constituyen la mayoría de los casos en subestaciones eléctricas en el mundo. Por lo regular, la interconexión de elementos, se realiza a la misma clase de tensión, ya sea en su forma de generación, transmisión o distribución, por ejemplo en la República Mexicana existen redes interconectadas a 115 KV, a 330 KV y 400 KV, y las funciones que pueden desempeñar estas redes se pueden agrupar en dos categorías denominadas como:

- **Funciones de transporte.**
- **Funciones de interconexión.**

Estas funciones desde el punto de vista de operación de una red interconectada son más o menos lo mismo, solo que en el primer caso se refiere especialmente a las líneas de transmisión (que transportan la energía a puntos determinados) y en el segundo al "movimiento" de la energía eléctrica entre partes del sistema eléctrico. De este concepto de interconexión se derivan las funciones específicas para cada nivel de tensión; así por ejemplo los niveles de 34.5, 23 y 13.8 KV en México tienen la función de distribución; los niveles de tensión a 69 y 115 KV

tienen la función de transmisión de la energía a los grandes centros de consumo; en tanto que la transformación de los centros de generación y la interconexión de la red eléctrica se realiza a 230 y 400 KV.

Es importante recalcar que los enlaces que se van a manejar en esta solución son a niveles de distribución o sea a 34.5, 23 y 13.8 KV, por lo tanto este factor se considera como ideal, ya que los enlaces se realizarán con las subestaciones cercanas a la subestación en problemas y el factor que se está tomando para este criterio es la distancia y no el nivel de voltaje que tenga cada una de las subestaciones en cuestión.

Las subestaciones eléctricas constituyen en parte de lo que eléctricamente se conoce como los nodos del sistema y esto hace que sean importantes ya que una falla en algún nodo puede provocar graves disturbios a un sistema, con las consecuencias que se transmiten al sistema de generación con efectos en la estabilidad del sistema eléctrico de potencia.

4.2. AMPLIACIÓN DE SUBESTACIONES

El factor costo está asociado siempre con que valor de carga futura se debe de diseñar el valor de la capacidad de una subestación, esto es a mayor capacidad mayor costo. Este es un parámetro que se debe de tomar muy en cuenta; porque, que es mejor en un momento dado instalar capacidad en exceso sin importar hasta cuando se va a requerir, contra el costo de reemplazar pequeñas unidades por unas mayores cuando se requiera. El diseño de un valor limitado en la capacidad está condicionado por la diversidad de materiales y equipos; debido a esto, hace que la condición teóricamente más económica no siempre se pueda aplicar en la práctica.

Es recomendable no instalar capacidad en exceso con cargas de crecimiento lento dado que la naturaleza o tipo de carga que aparecerá en el futuro es totalmente incierto. En general se recomienda considerar, para estos casos, términos de no más de cuatro o cinco años.

Por otro lado, con cargas de crecimiento rápido se debe ser un poco menos conservador, ya que el reemplazo de equipos con mucha frecuencia puede exceder fácilmente el costo de adicionar en la instalación un porcentaje de capacidad extra. En estos casos es más difícil

predecir la tasa de crecimiento, lo que da lugar a que la capacidad de reserva con que se debe contar en un periodo largo sea mucho mayor .

Asi pues, es conveniente hacer estimaciones por periodos más pequeños que abarquen de dos a tres años y no de cinco años.

El crecimiento de carga es de suma importancia en un diseño económico que a su vez tiene repercusiones tanto en el diseño eléctrico como el mecánico.

Debido a la repercusión que tiene el crecimiento de la carga no solo en el costo de operación, si no también en las inversiones futuras y en otros factores, las características de las cargas constituyen un elemento primordial en el diseño y operación del sistema.

Independientemente de la forma en que se apliquen los principios económicos para diseñar el sistema eléctrico, siempre se debe considerar el crecimiento que va a tener la carga; esto se puede usar para indicar los cambios en cualquier característica de las cargas conocidas. Haciendo referencia a un factor en particular el crecimiento de carga puede afectar al incremento de la demanda máxima o en el consumo en general de energía o ambas.

Según la zona y el tipo de construcciones que se van a alimentar, se puede calcular el incremento por año, mencionando en forma generalizada se puede aplicar entre el dos y cinco por ciento de incremento en la carga en zonas ya construidas y entre el cinco y el ocho por ciento en donde existen lotes baldíos pequeños (entre doscientos y mil metros cuadrados) sin construir y más del diez por ciento en zonas periféricas con lotes baldíos extensos (más de mil metros cuadrados).

Una vez visto el efecto que tiene el incremento de la carga en los aspectos económicos de una subestación, podemos tomar la siguiente consideración en cuenta a la amplificación de las misma, que no es otra cosa que adicionar un banco de transformadores, para lo cual se tomaría las siguientes consideraciones:

- La decisión de emplear transformadores trifásicos o arreglos de transformadores monofásicos, es un problema de confiabilidad y de espacio disponible en la subestación, así como la

potencia de transformación y adicionalmente se debe considerar también el problema de transporte de los transformadores por carretera o ferrocarril.

- En principio el uso de transformadores monofásicos da mayor flexibilidad de operación, lo que se traduce en una mayor confiabilidad teniendo la desventaja de ocupar mayor espacio y algo más de equipo con respecto a la alternativa de un transformador trifásico cuya confiabilidad es aceptable, tomando en cuenta los diseños y construcciones cada vez más modernos.
- El tipo y los pasos de enfriamiento de un transformador, es función primordialmente de la condición de operación del mismo en cuanto a variación de carga, y a la variación de la temperatura se refiera.

En resumen, para seleccionar un transformador es necesario conocer las ventajas y las desventajas que tiene cada tipo de transformador en cuanto a las conexiones más utilizadas.

Un aspecto muy importante que se debe de tomar en cuenta para la ampliación de capacidad de una subestación es de que forma se va a alimentar ese nuevo banco de transformadores, esta consideración la tomaremos como ideal y es que la barra de alta tensión de la subestación es infinita y puede soportar cualquier número de transformadores y el voltaje no va a tener variaciones importantes que es lo que en la realidad ocurriría. En resumen, la consideración que debe de reunir la subestación para agregar un banco de transformadores más, es que tenga espacio suficiente para poder agregarlos.

4.3. SUBESTACIONES NUEVAS

Podemos definir a una subestación como el conjunto de dispositivos eléctricos, máquinas, aparatos y circuitos que tienen la función de modificar los parámetros de potencia eléctrica (voltaje y corriente) y de permitir el suministro de la misma al sistema y líneas de transmisión existentes, así como transformar y derivar circuitos de potencia.

El punto de partida para la localización de una subestación, se deriva de un estudio de planeación, a partir del cual se localiza, con la mayor aproximación, el centro de carga de la región que se necesita alimentar.

Una vez que se tiene definida la ubicación del centro de carga, conocida la capacidad actual que deberá tener la subestación y previniendo las ampliaciones futuras, se determina la superficie necesaria para la instalación de la misma. A continuación se procede a la localización de un terreno de área igual o mayor a la requerida y lo más próximo al centro de carga. Una vez localizado el terreno se debe efectuar un estudio para que no exista dificultad en la llegada de los circuitos de alimentación a la subestación. Las alimentaciones podrán efectuarse por medio de líneas de transmisión, o bien, si se da el caso de que no haya espacio disponible para su tendido por medio de cables subterráneos de alto voltaje. Es importante que una vez localizado el terreno se obtengan los datos climatológicos, sísmicos y de contaminación que imperan en la región.

Existen varios tipos de subestaciones eléctricas, sin embargo vamos a clasificarlas de acuerdo a la función que van a desempeñar:

- Subestaciones elevadoras en las centrales eléctricas. Estas subestaciones se encuentran adyacentes a las centrales generadoras y permiten modificar los parámetros de la potencia suministrada por los generadores, para permitir la transmisión de la energía eléctrica a través de las líneas de transmisión a tensiones más elevadas que las de generación. En la República Mexicana se genera entre 6 y 20 KV y se transmite a 69 KV, 115 KV, 138 KV, 230 KV y 400 KV.
- Subestaciones receptoras (reductoras) primarias. Estas subestaciones se alimentan directamente de las líneas de transmisión y reducen el voltaje a valores menores según sea el nivel de la transmisión, ya sea para ser usadas en subestaciones o en distribución, según sea el caso, los niveles comunes de tensión de salida de estas subestaciones son: 34 KV, 69 KV, 85 KV y 115 KV.
- Subestaciones receptoras (reductoras) secundarias. Estas subestaciones se encuentran alimentadas únicamente por los niveles de voltaje intermedias (69 KV, 115 KV y en algunos casos 85 KV y 230 KV) para alimentar a las llamadas redes de distribución de 6.6, 13.8, 23 y 34.5 KV.

El diseño y construcción de las subestaciones eléctricas están condicionadas en cierto modo a las exigencias de su operación, a la acción de su realización, pero también por otra parte

al desarrollo que pueda tener a futuro la red a la que se encuentra conectada, en función del continuo aumento en la demanda de la energía eléctrica. Tomando en cuenta estos factores, es común que en el proyecto de las subestaciones eléctricas se hagan las provisiones necesarias para ampliaciones futuras de manera tal que el proyecto y construcción para una subestación eléctrica, se pueda hacer por etapas.

En la planeación y proyecto de una subestación eléctrica se deben tomar en consideración entre otras cosas la función que va a desempeñar, así como la forma de operación que debe tener que depende de la política de operación establecida por el sistema eléctrico de que se trate.

La planeación en cuanto a la construcción de una nueva subestación eléctrica es de primordial importancia, para lo que en un momento dado será su forma de operación en el futuro, por lo que se tiene que hacer la siguiente consideración que es de suma importancia para nuestro estudio y es si se va a alimentar a grandes cargas concentradas o a cargas puntuales.

Para establecer los criterios de diseño para nuevas subestaciones en planeación se deben realizar cuatro tipos de estudios:

1. Flujos de carga
2. Corto circuito
3. Estabilidad transitoria
4. Sobretensiones transitorias

La realización de estos estudios así como la metodología usada corresponden al área del análisis de los sistemas eléctricos de potencia; no obstante esto, se hará en esta parte una breve descripción de los principales objetivos de cada uno de estos estudios.

Estudios de flujos de carga

En todos los casos, el propósito principal de una subestación eléctrica dentro de un sistema, es el de proporcionar una trayectoria o paso confiable para el suministro de la energía eléctrica a las cargas, por lo tanto se debe conservar la magnitud y características de la carga que manejará una subestación eléctrica en condiciones normales y de emergencia.

El conocimiento de la carga en los términos indicados y con las condiciones a futuro permite seleccionar correctamente la capacidad de conducción de corriente permanente para el equipo; por ejemplo, para la selección de las relaciones de transformación de los transformadores de corriente y para determinar las características de protección contra sobrecarga del equipo.

Un estudio de flujos de carga del sistema proporcionara información también sobre los requerimientos de conducción de corriente para subestaciones con varias líneas entrantes o salientes en condiciones de operación normal o con salidas forzadas de líneas por falla o mantenimiento. A demás de determinar sobrecarga y bajos voltajes.

Estudios de corto circuito

Además de las características de conducción de corriente permanente, el equipo debe tener capacidad para conducir por periodos cortos de tiempo, sin provocar daños corrientes de corto circuito que producen efectos térmicos y dinámicos.

Con el propósito de proporcionar las capacidades interruptivas adecuadas a los interruptores, la resistencia mecánica adecuada en los aisladores tipo poste y barras rígidas, así como los ajustes apropiados en los relevadores de potencia que detectan las fallas se deben determinar las corrientes de corto circuito máxima y mínima para fallas supuestas en distintos puntos de la red, y desde luego en el que ocupa la subestación que esta en el estudio.

Estudios de estabilidad transitoria

En condiciones normales de operación la potencia mecánica de entrada al generador a través del eje de la turbina es igual a la potencia eléctrica de salida más las perdidas del generador. En la manera que esta condición se conserva todos los generadores del sistema generan a 60 Hz, pero si este equilibrio se rompe ya sea por problemas en la parte mecánica o en la parte eléctrica, la velocidad del generador deja de ser la sincrona y entonces la frecuencia ya no es de 60 Hz y oscila alrededor de un nuevo punto de equilibrio que puede ser o no 60 Hz, dependiendo de si hay exceso o deficiencia de generación en las nuevas condiciones de estado permanente.

El disturbio más común es el corto circuito y en particular cuando ocurre un corto circuito próximo al generador el voltaje terminal se cae y consecuentemente se rompe el equilibrio de

potencia en la máquina, el exceso de energía aumenta la energía cinética del generador y produce aceleración.

Al liberarse la falla la unidad tendera a su estado original alimentado el exceso de energía hacia el sistema eléctrico de potencia, si la conexión eléctrica al sistema es fuerte aun, perderá aceleración rápidamente y permanecerá estable, si la conexión al sistema es débil, la unidad tendera a continuar la aceleración y será entonces inestable.

Los factores principales que afectan la estabilidad son:

- La severidad de la falla
- La rapidez con la que la falla se libera
- Las conexiones entre la máquina y el sistema después que la falla a sido liberada (usualmente se libera desconectando las líneas).

Estudio de sobretensiones transitorias

Las sobretensiones transitorias pueden presentarse principalmente por dos razones; por descargas atmosféricas o por maniobra de interruptores. Respecto a las sobretensiones por rayo su estudio más detallado se da en otro tipo de publicaciones, por ejemplo del mismo autor se trata este tema con suficiente detalle en los libros de técnica de las altas tensiones II y en el de elementos de subestaciones eléctricas de editorial Limusa. Con relación a las sobretensiones por maniobra de interruptores, para su estudio deberán considerarse los siguientes factores para los fines del estudio:

- Tipo de terminación de la línea (en transformador, cable, banco de conductores, etc.)
- Transformadores con devanado terciario
- Fuente de MVA de corto circuito
- Reactores en derivación y capacitores serie
- Recierre rápido
- Resistencias de preinserción en interruptores

El efecto exacto de estos elementos no se puede predecir fácilmente, pero normalmente se requiere como en los otros estudios de análisis una computadora digital; o en este estudio en

particular, el uso del tablero analizador de transitorios. Este tipo de estudios permite establecer o verificar el nivel básico de aislamiento al impulso por maniobra que conjuntamente con las características de las sobretensiones por rayo sirven para definir el problema de la coordinación de aislamiento en las subestaciones, así como la protección de los equipos por medio de apartarrayos.

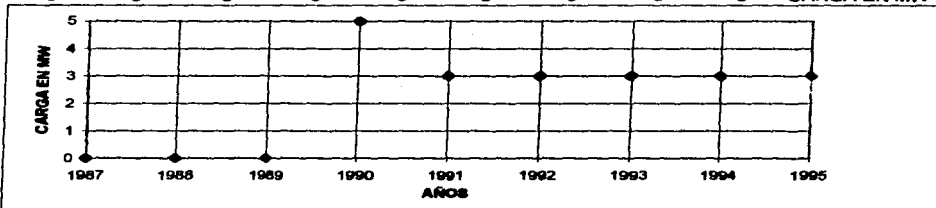
APÉNDICE A. Gráfica de los datos estadísticos de cada una de las subestaciones

1) SUBESTACIÓN AGUA VIVA

CAPACIDAD INSTALADA: 36 MVA = 34,2 MW

CAPACIDAD FIRME: 8 MVA = 7,2 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
0	0	0	5	3	3	3	3	3	CARGA EN MW

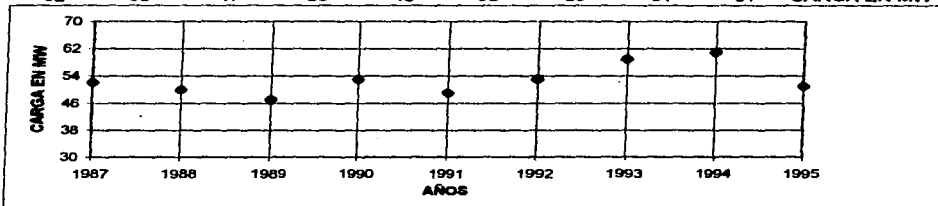


2) SUBESTACIÓN ARAGÓN

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME: 66 MVA = 59,4 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
52	50	47	53	49	53	59	61	51	CARGA EN MW

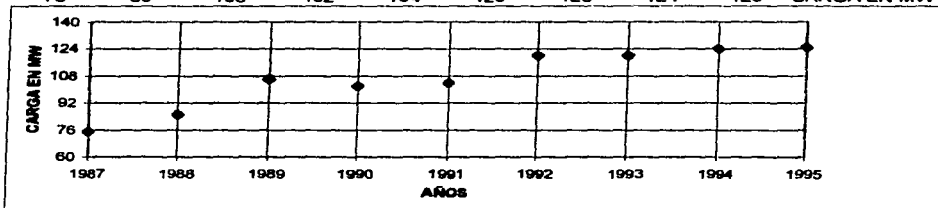


3) SUBESTACIÓN ATIZAPAN

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW

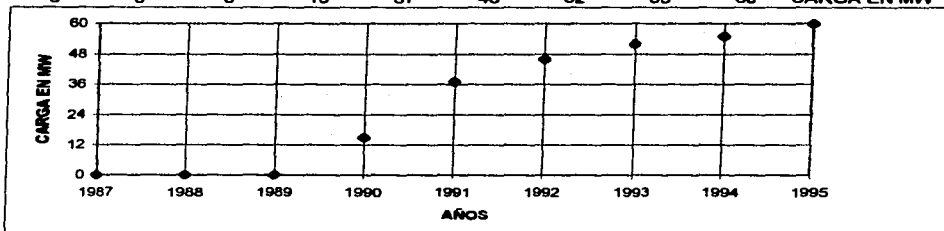
CAPACIDAD FIRME: 144 MVA = 129,6 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
75	85	106	102	104	120	120	124	125	CARGA EN MW



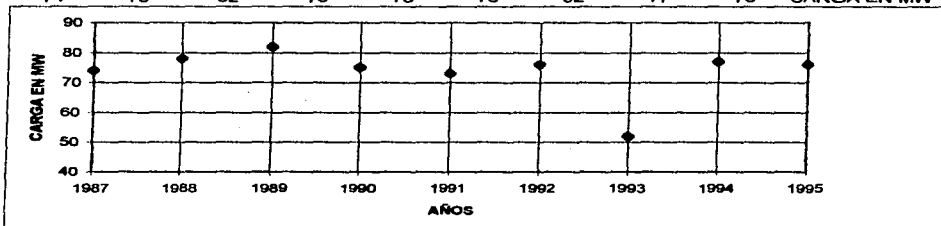
4) SUBESTACIÓN AYOTLA

CAPACIDAD INSTALADA:		120 MVA	=	108 MW					
CAPACIDAD FIRME:		72 MVA	=	64,8 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
0	0	0	15	37	46	52	55	60	CARGA EN MW



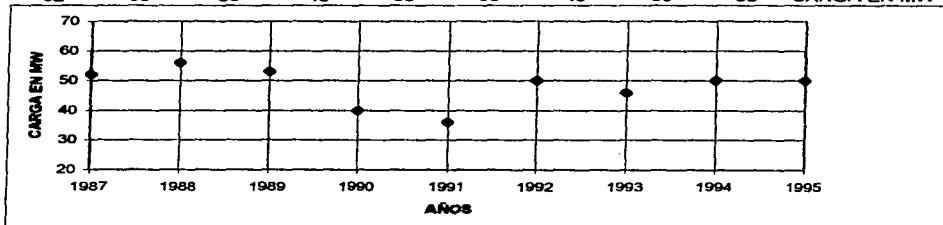
5) SUBESTACIÓN AZCAPOTZALCO

CAPACIDAD INSTALADA:		180 MVA	=	162 MW					
CAPACIDAD FIRME:		66 MVA	=	59,4 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
74	78	82	75	73	76	52	77	76	CARGA EN MW



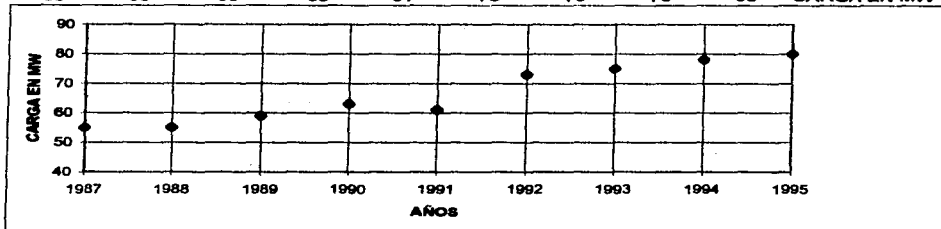
6) SUBESTACIÓN BARRIENTOS

CAPACIDAD INSTALADA:		60 MVA	=	54 MW					
CAPACIDAD FIRME:		60 MVA	=	54 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
52	56	53	40	36	50	46	50	50	CARGA EN MW



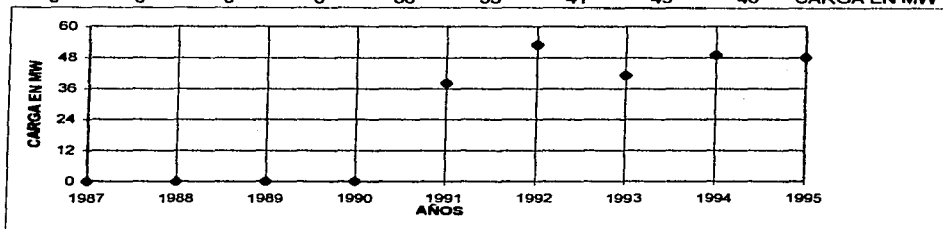
7) SUBESTACIÓN CAREAGA

CAPACIDAD INSTALADA:		120 MVA	=	108 MW					
CAPACIDAD FIRME:		96 MVA	=	86,4 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
55	55	59	63	61	73	75	78	80	CARGA EN MW



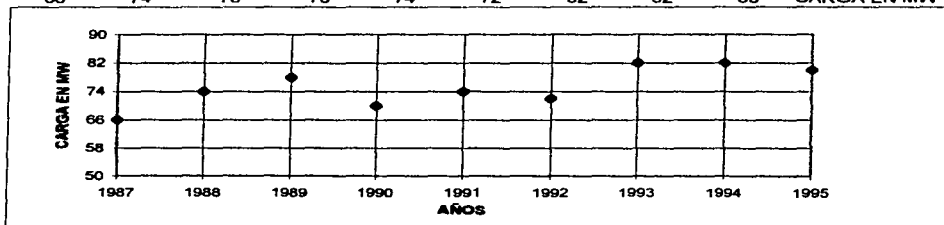
8) SUBESTACIÓN CEILÁN

CAPACIDAD INSTALADA:		120 MVA	=	108 MW					
CAPACIDAD FIRME:		60 MVA	=	54 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
0	0	0	0	38	53	41	49	48	CARGA EN MW



9) SUBESTACIÓN CERRO GORDO

CAPACIDAD INSTALADA:		90 MVA	=	81 MW					
CAPACIDAD FIRME:		90 MVA	=	81 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
66	74	78	70	74	72	82	82	80	CARGA EN MW

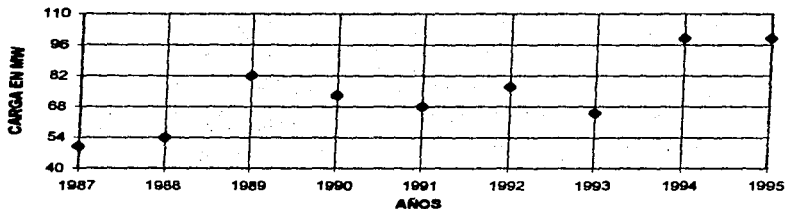


10) SUBESTACIÓN CHALCO

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME: 96 MVA = 86,4 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
50	54	82	73	68	77	65	99	99	CARGA EN MW

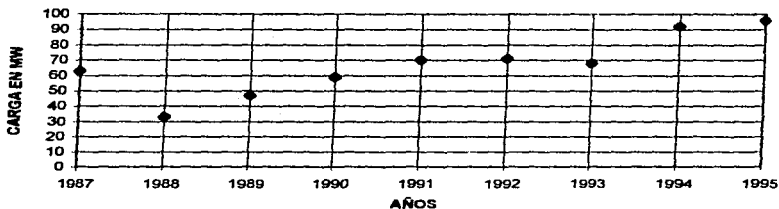


11) SUBESTACIÓN CHAPINGO

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW

CAPACIDAD FIRME: 144 MVA = 129,6 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
63	33	47	59	70	71	68	92	96	CARGA EN MW

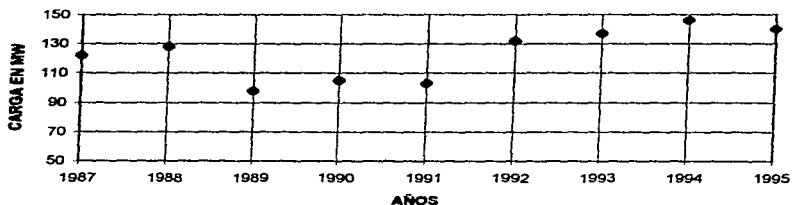


12) SUBESTACIÓN COAPA

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW

CAPACIDAD FIRME: 144 MVA = 129,6 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
122	128	98	105	103	132	137	146	140	CARGA EN MW

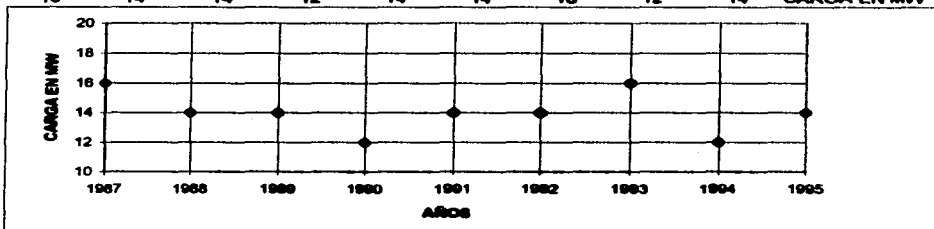


13) SUBESTACIÓN CONDESA

CAPACIDAD INSTALADA: 60 MVA = 54 MW

CAPACIDAD FIRME: 30 MVA = 27 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
16	14	14	12	14	14	16	12	14	CARGA EN MW

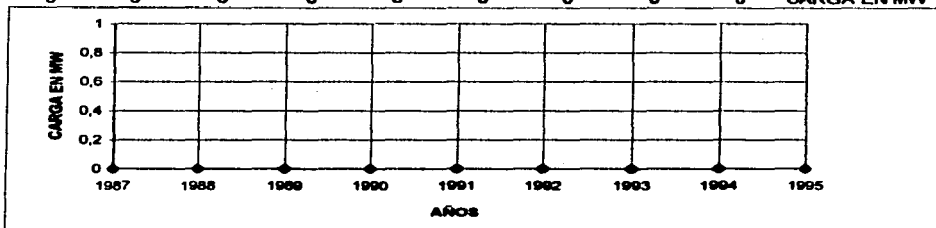


14) SUBESTACIÓN CONTADERO

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW

CAPACIDAD FIRME: 120 MVA = 106 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
0	0	0	0	0	0	0	0	0	CARGA EN MW

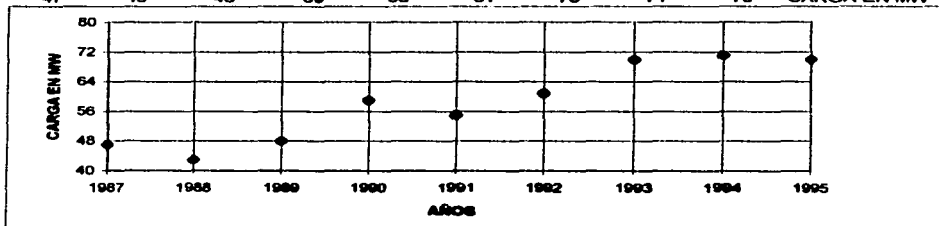


15) SUBESTACIÓN CONTRERAS

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 106 MW

CAPACIDAD FIRME: 72 MVA = 64,5 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
47	43	48	59	55	61	70	71	70	CARGA EN MW

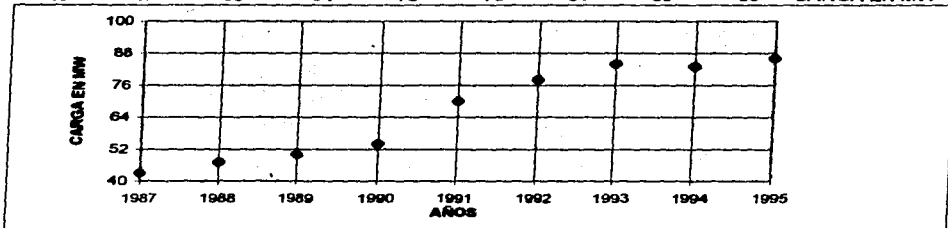


16) SUBESTACIÓN COYOACAN

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW

CAPACIDAD FIRME: 144 MVA = 129,6 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
43	47	50	54	70	78	84	83	86	CARGA EN MW

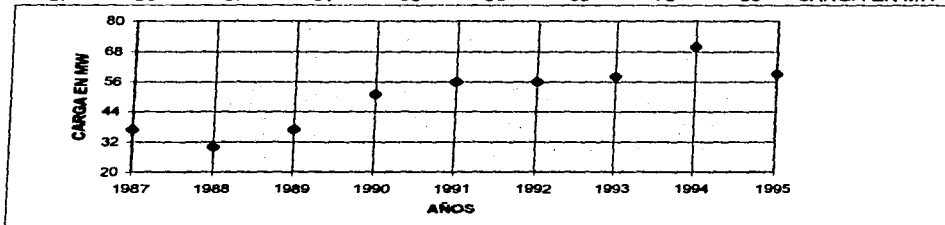


17) SUBESTACIÓN CUAJIMALPA

CAPACIDAD INSTALADA: 162 MVA = 145,8 MW

CAPACIDAD FIRME: 130 MVA = 117 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
37	30	37	51	56	56	58	70	59	CARGA EN MW

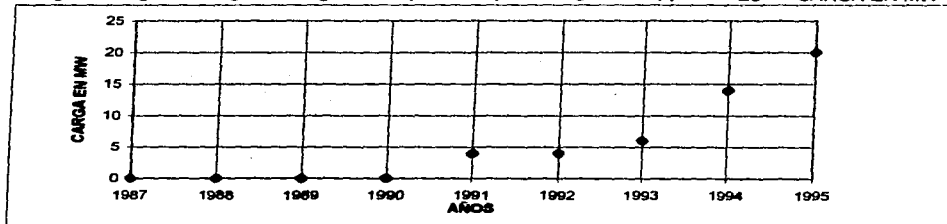


18) SUBESTACIÓN CUAUHEMOC

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW

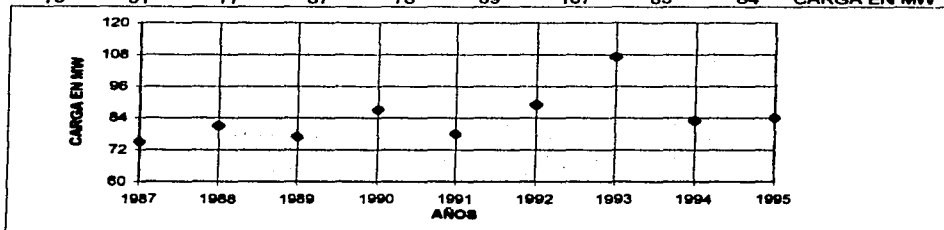
CAPACIDAD FIRME: 120 MVA = 108 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
0	0	0	0	4	4	6	14	20	CARGA EN MW



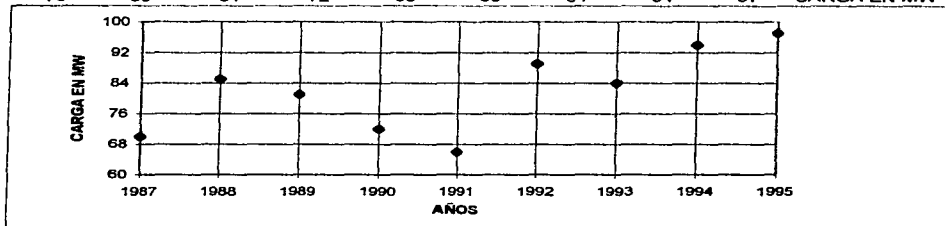
19) SUBESTACIÓN CUAUTITLAN

CAPACIDAD INSTALADA:		150 MVA	=	135 MW						
CAPACIDAD FIRME:		96 MVA	=	86,4 MW						
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS	
75	81	77	87	78	89	107	83	84		CARGA EN MW



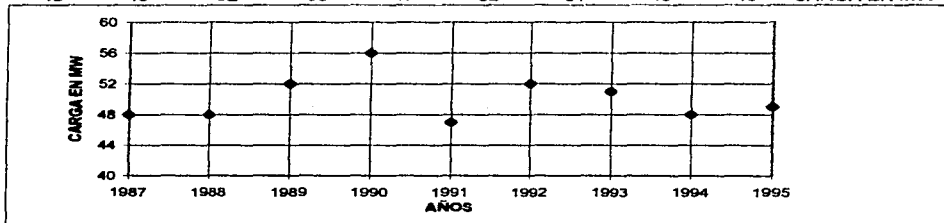
20) SUBESTACIÓN ECATEPEC

CAPACIDAD INSTALADA:		180 MVA	=	162 MW						
CAPACIDAD FIRME:		144 MVA	=	129,6 MW						
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS	
70	85	81	72	66	89	84	94	97		CARGA EN MW



21) SUBESTACIÓN GUADALUPE

CAPACIDAD INSTALADA:		90 MVA	=	81 MW						
CAPACIDAD FIRME:		90 MVA	=	81 MW						
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS	
48	48	52	56	47	52	51	48	49		CARGA EN MW

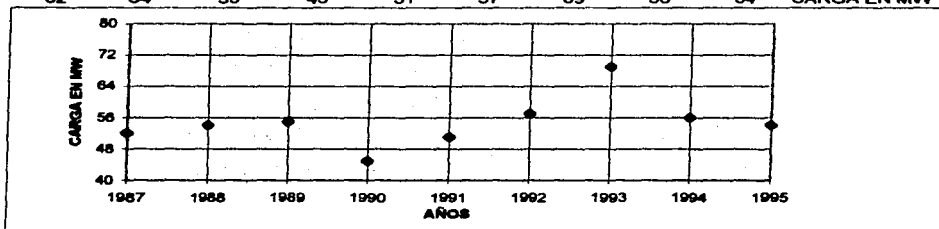


22) SUBESTACIÓN HUASTECA

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME: 90 MVA = 81 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
52	54	55	45	51	57	69	56	54	CARGA EN MW

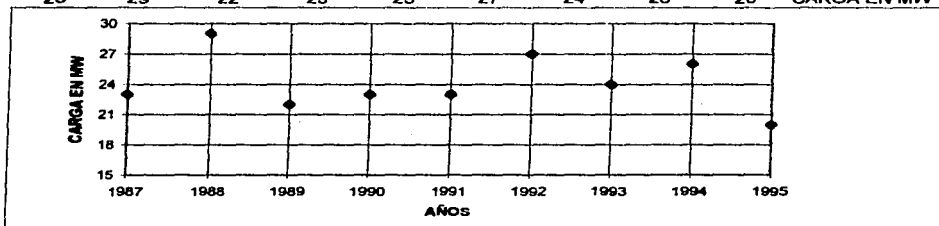


23) SUBESTACIÓN INDIANILLA

CAPACIDAD INSTALADA: 60 MVA = 54 MW

CAPACIDAD FIRME: 30 MVA = 27 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
23	29	22	23	23	27	24	26	20	CARGA EN MW

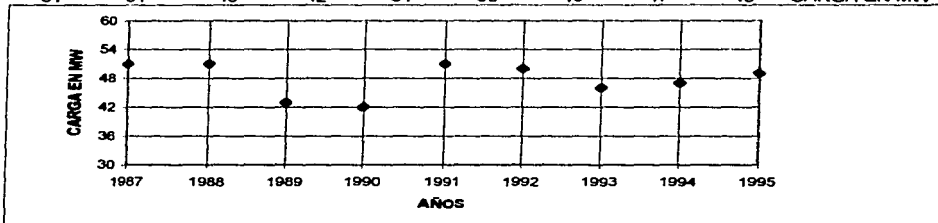


24) SUBESTACIÓN INSURGENTES

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME: 96 MVA = 86.4 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
51	51	43	42	51	50	46	47	49	CARGA EN MW

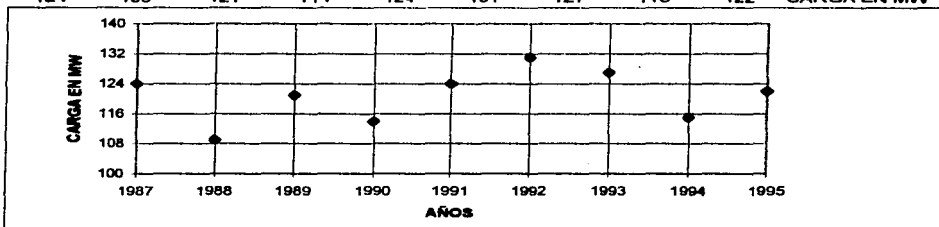


25) SUBESTACIÓN IZTAPALAPA

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW

CAPACIDAD FIRME: 144 MVA = 129,6 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
124	109	121	114	124	131	127	115	122	CARGA EN MW

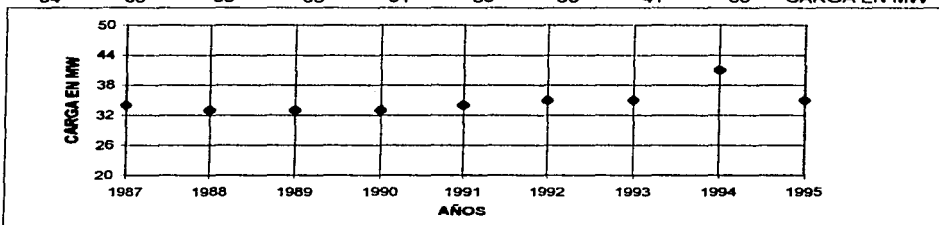


26) SUBESTACIÓN JAMAICA

CAPACIDAD INSTALADA: 90 MVA = 81 MW

CAPACIDAD FIRME: 90 MVA = 81 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
34	33	33	33	34	35	35	41	35	CARGA EN MW

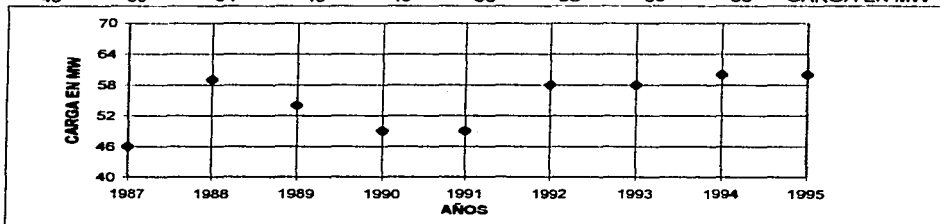


27) SUBESTACIÓN K - 0

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW

CAPACIDAD FIRME: 144 MVA = 129,6 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
46	59	54	49	49	58	58	60	60	CARGA EN MW



28) SUBESTACIÓN K - 42

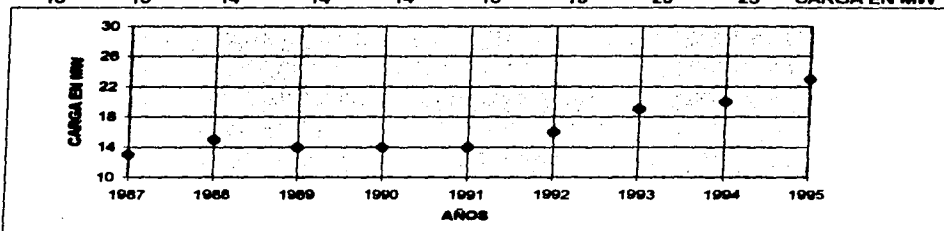
CAPACIDAD INSTALADA:

60 MVA = 54 MW

CAPACIDAD FIRME:

30 MVA = 27 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
13	15	14	14	14	16	19	20	23	CARGA EN MW



29) SUBESTACIÓN LA QUEBRADA

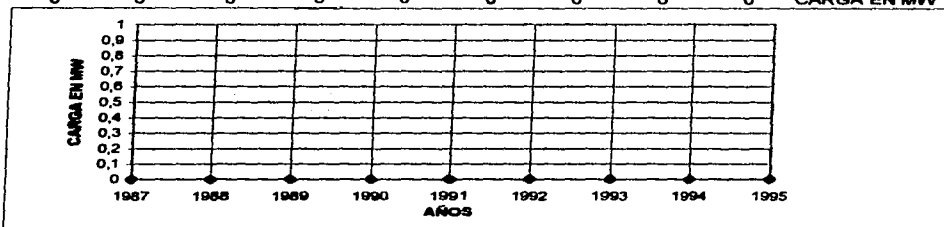
CAPACIDAD INSTALADA:

60 MVA = 54 MW

CAPACIDAD FIRME:

36 MVA = 32,4 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
0	0	0	0	0	0	0	0	0	CARGA EN MW



30) SUBESTACIÓN LECHERÍA

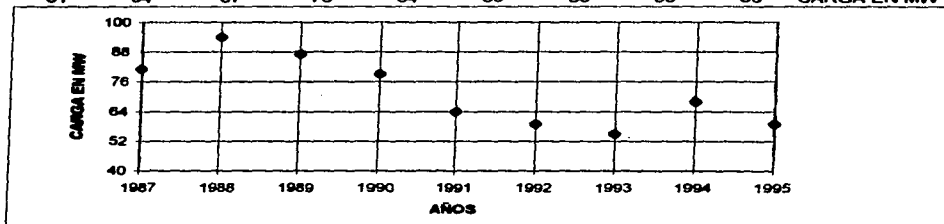
CAPACIDAD INSTALADA:

126 MVA = 113,4 MW

CAPACIDAD FIRME:

93 MVA = 83,7 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
81	94	87	79	64	59	55	68	59	CARGA EN MW



31) SUBESTACIÓN LOMA

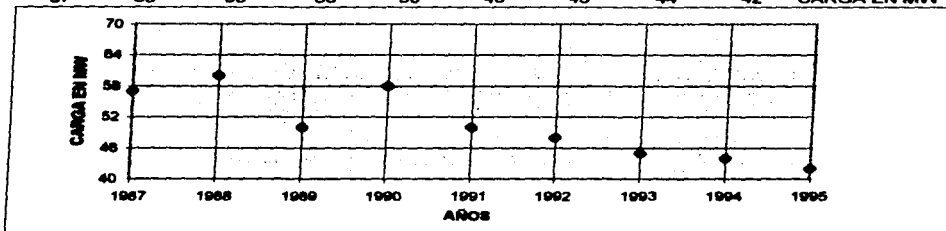
CAPACIDAD INSTALADA:

80 MVA = 54 MW

CAPACIDAD FIRME:

80 MVA = 54 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
57	60	50	58	50	48	45	44	42	CARGA EN MW



32) SUBESTACIÓN MADERO

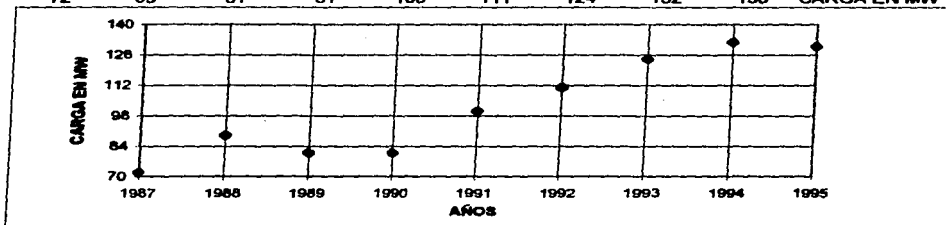
CAPACIDAD INSTALADA:

180 MVA = 162 MW

CAPACIDAD FIRME:

144 MVA = 129,6 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
72	89	81	81	100	111	124	132	130	CARGA EN MW



33) SUBESTACIÓN MAGDALENA

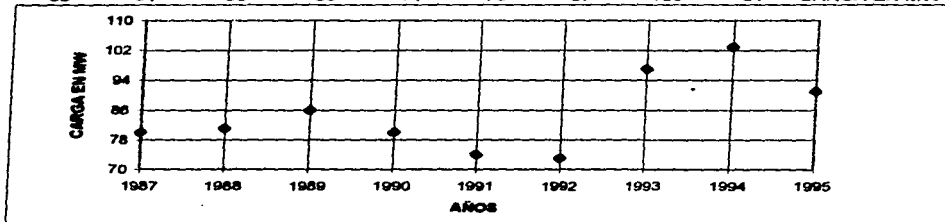
CAPACIDAD INSTALADA:

120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME:

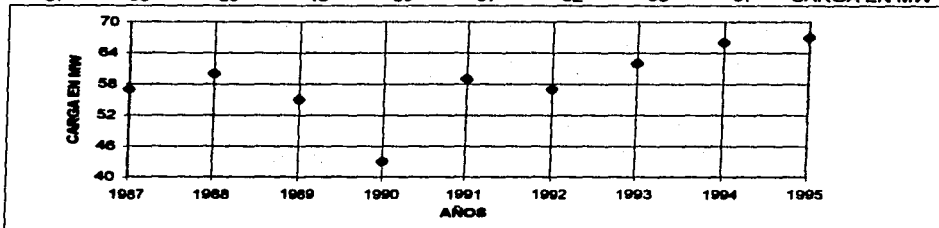
96 MVA = 86,4 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
80	81	86	80	74	73	97	103	91	CARGA EN MW



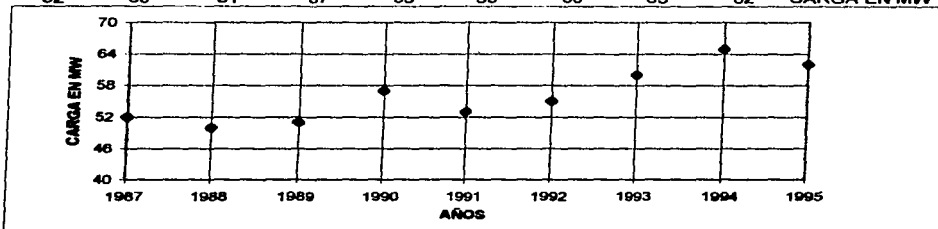
34) SUBESTACIÓN MERCED

CAPACIDAD INSTALADA:		180 MVA	=	162 MW					
CAPACIDAD FIRME:		120 MVA	=	108 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
57	60	55	43	59	57	62	66	67	CARGA EN MW



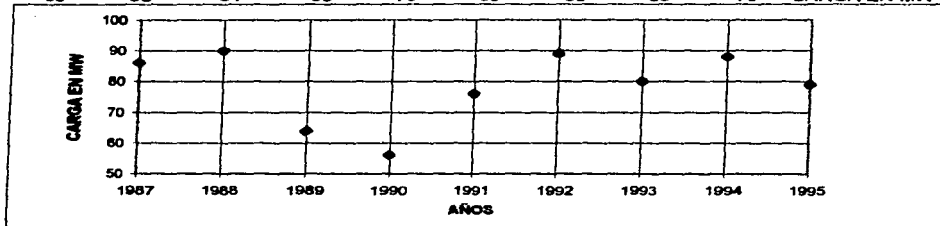
35) SUBESTACIÓN MOCTEZUMA

CAPACIDAD INSTALADA:		120 MVA	=	108 MW					
CAPACIDAD FIRME:		96 MVA	=	86,4 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
52	50	51	57	53	55	60	65	62	CARGA EN MW



36) SUBESTACIÓN MORALES

CAPACIDAD INSTALADA:		120 MVA	=	108 MW					
CAPACIDAD FIRME:		120 MVA	=	108 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
86	90	64	56	76	89	80	88	79	CARGA EN MW

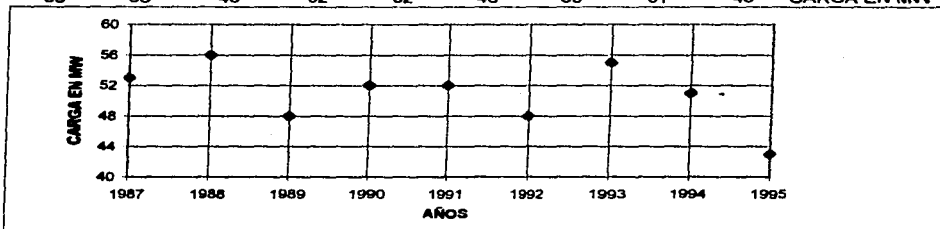


37) SUBESTACIÓN NAUCALPAN

CAPACIDAD INSTALADA: 60 MVA = 54 MW

CAPACIDAD FIRME: 60 MVA = 54 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
53	56	48	52	52	48	55	51	43	CARGA EN MW

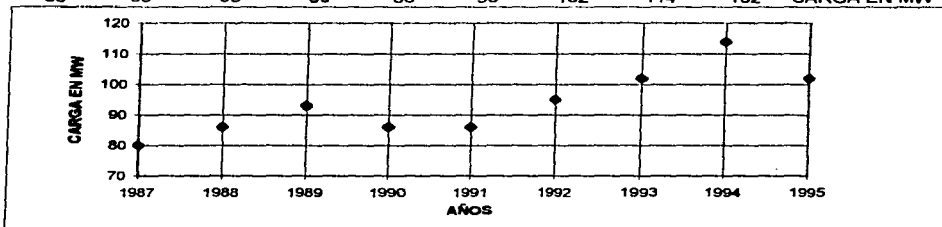


38) SUBESTACIÓN NETZAHUALCOYOTL

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME: 96 MVA = 86,4 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
80	86	93	86	86	95	102	114	102	CARGA EN MW

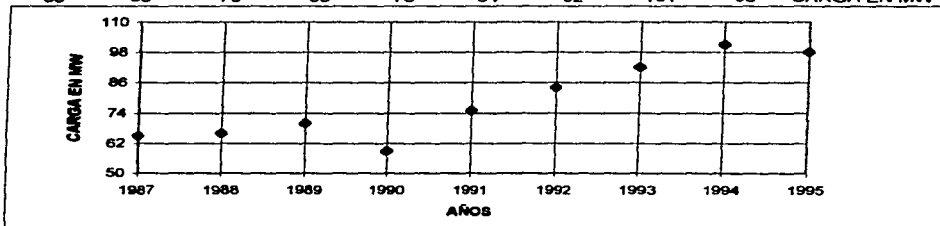


39) SUBESTACIÓN ODON DE BUEN

CAPACIDAD INSTALADA: 162 MVA = 145,8 MW

CAPACIDAD FIRME: 108 MVA = 97,2 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
65	66	70	59	75	84	92	101	98	CARGA EN MW



40) SUBESTACIÓN OLIVAR

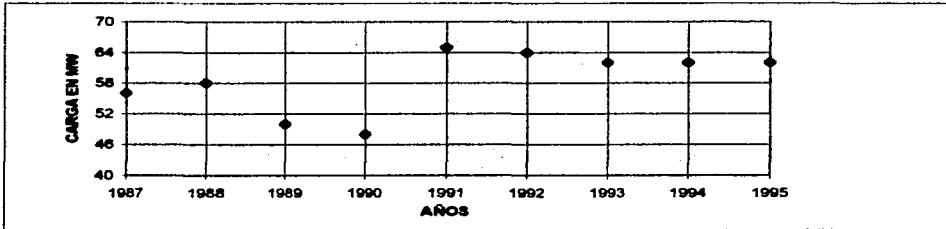
CAPACIDAD INSTALADA:

90 MVA = 81 MW

CAPACIDAD FIRME:

72 MVA = 64,8 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS	CARGA EN MW
56	58	50	48	65	64	62	62	62		



41) SUBESTACIÓN PANTILAN

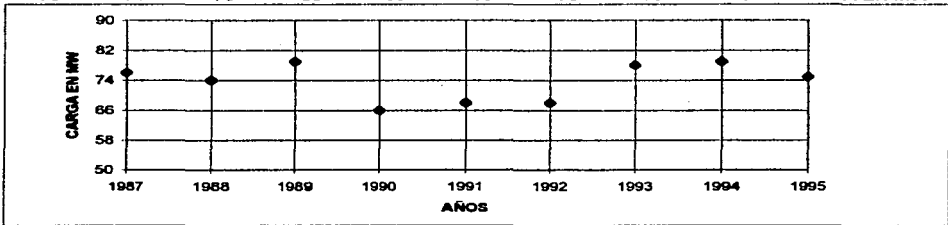
CAPACIDAD INSTALADA:

120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME:

96 MVA = 86,4 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS	CARGA EN MW
76	74	79	66	68	68	78	79	75		



42) SUBESTACIÓN PATERA

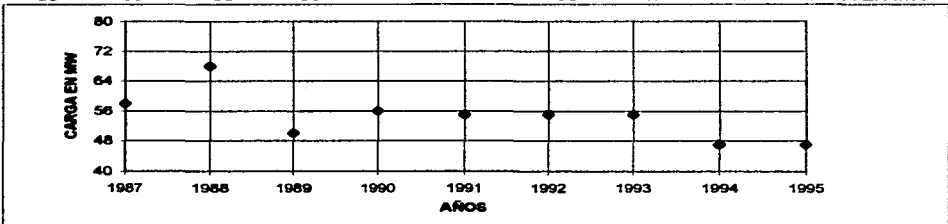
CAPACIDAD INSTALADA:

120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME:

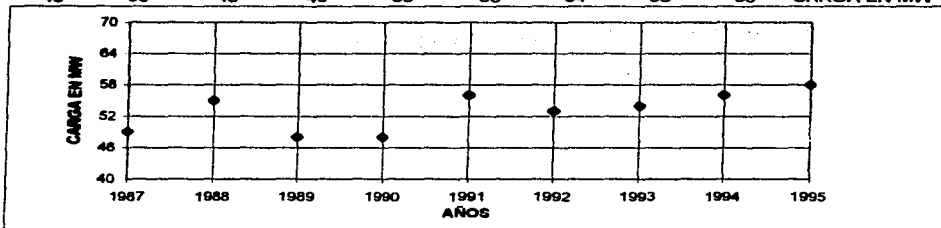
96 MVA = 86,4 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS	CARGA EN MW
58	68	50	56	55	55	55	47	47		



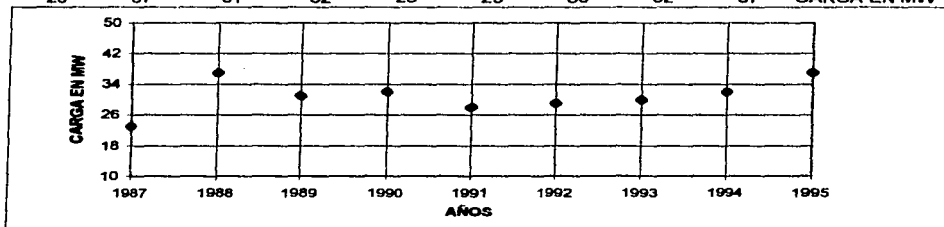
43) SUBESTACIÓN PENSADOR

CAPACIDAD INSTALADA:		180 MVA	=	162 MW					
CAPACIDAD FIRME:		120 MVA	=	108 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
49	55	48	48	58	53	54	56	58	CARGA EN MW



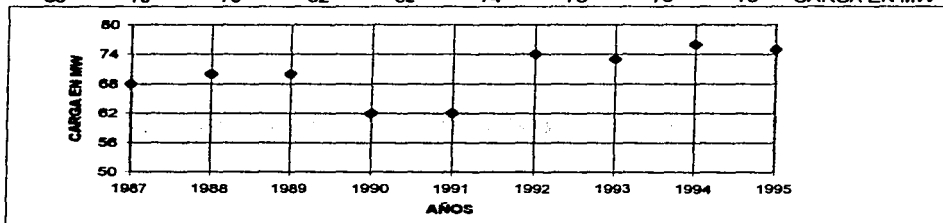
44) SUBESTACIÓN PERALVILLO

CAPACIDAD INSTALADA:		120 MVA	=	108 MW					
CAPACIDAD FIRME:		60 MVA	=	54 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
23	37	31	32	28	29	30	32	37	CARGA EN MW



45) SUBESTACIÓN REFORMA

CAPACIDAD INSTALADA:		90 MVA	=	81 MW					
CAPACIDAD FIRME:		72 MVA	=	64,8 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
68	70	70	62	62	74	73	76	75	CARGA EN MW

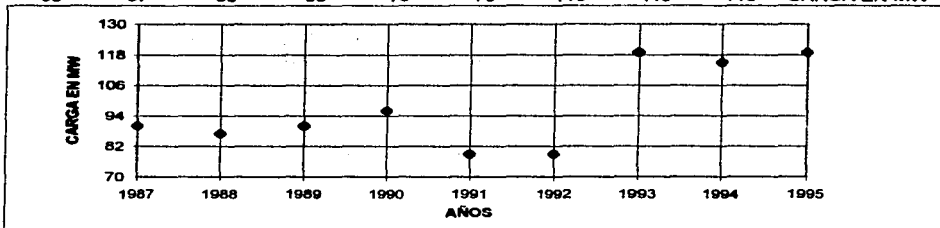


46) SUBESTACIÓN REMEDIOS

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW

CAPACIDAD FIRME: 144 MVA = 129,6 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
90	87	90	96	79	79	119	115	119	CARGA EN MW

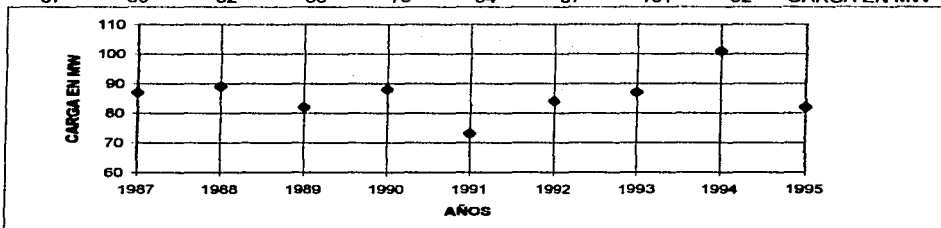


47) SUBESTACIÓN LOS REYES

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME: 120 MVA = 108 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
87	89	82	88	73	84	87	101	82	CARGA EN MW

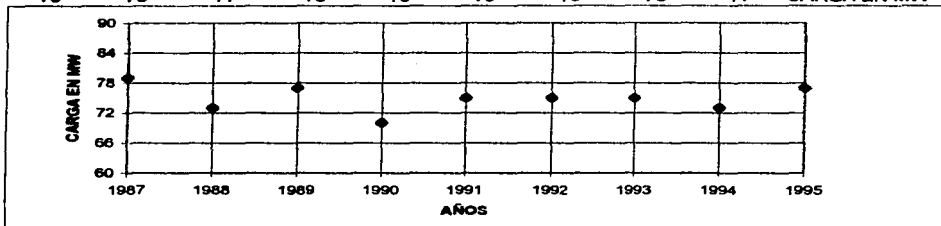


48) SUBESTACIÓN SAN ANDRÉS

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW

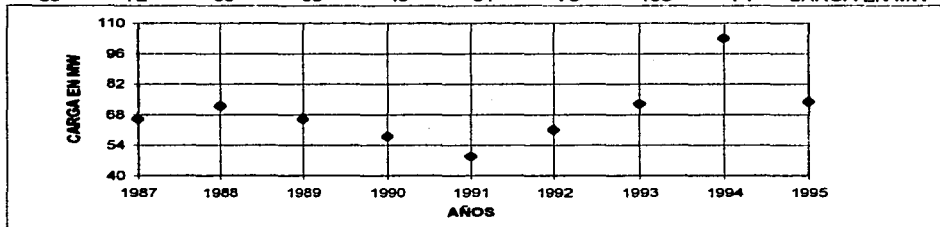
CAPACIDAD FIRME: 96 MVA = 86,4 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
79	73	77	70	75	75	75	73	77	CARGA EN MW



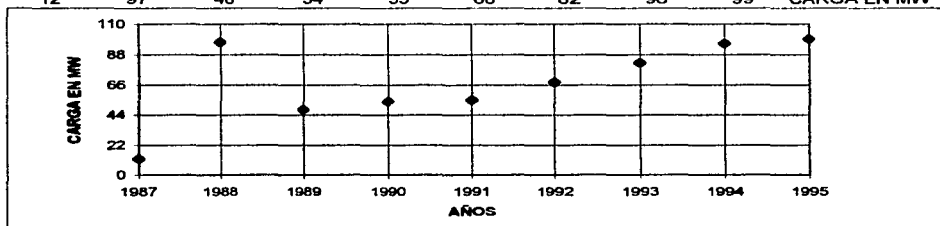
49) SUBESTACIÓN SAN ÁNGEL

CAPACIDAD INSTALADA:		180 MVA	=	162 MW					
CAPACIDAD FIRME:		144 MVA	=	129,6 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
66	72	66	58	49	61	73	103	74	CARGA EN MW



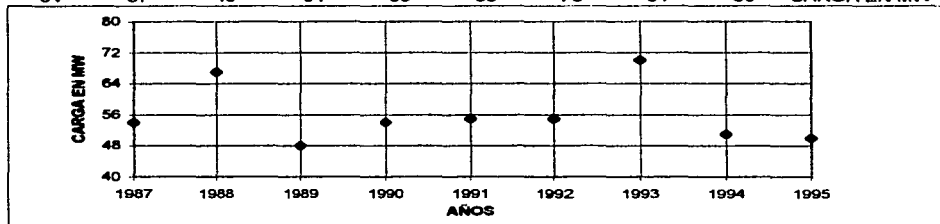
50) SUBESTACIÓN SANTA CRUZ

CAPACIDAD INSTALADA:		180 MVA	=	162 MW					
CAPACIDAD FIRME:		144 MVA	=	129,6 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
12	97	48	54	55	68	82	96	99	CARGA EN MW



51) SUBESTACIÓN TACUBA

CAPACIDAD INSTALADA:		120 MVA	=	108 MW					
CAPACIDAD FIRME:		96 MVA	=	86,4 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
54	67	48	54	55	55	70	51	50	CARGA EN MW

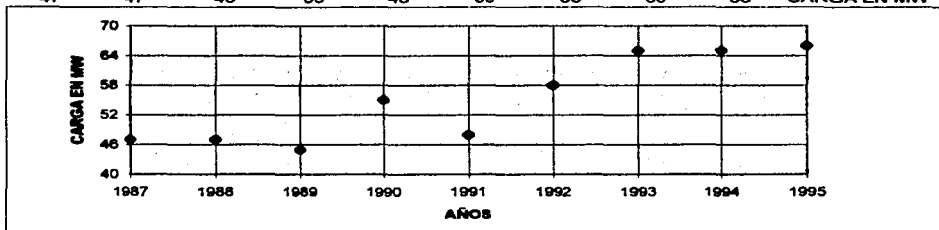


52) SUBESTACIÓN TACUBAYA

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW

CAPACIDAD FIRME: 120 MVA = 108 MW

AÑOS	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
CARGA EN MW	47	47	45	55	48	58	65	65	66	

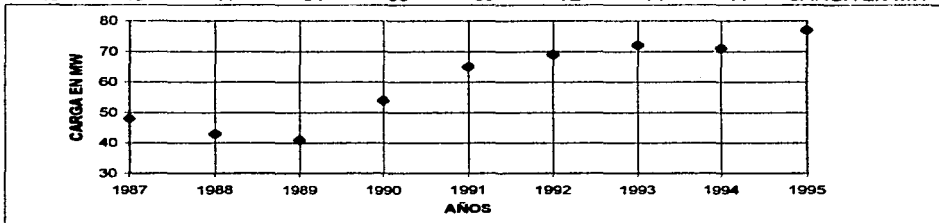


53) SUBESTACIÓN TASQUEÑA

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME: 90 MVA = 81 MW

AÑOS	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
CARGA EN MW	48	43	41	54	65	69	72	71	77	

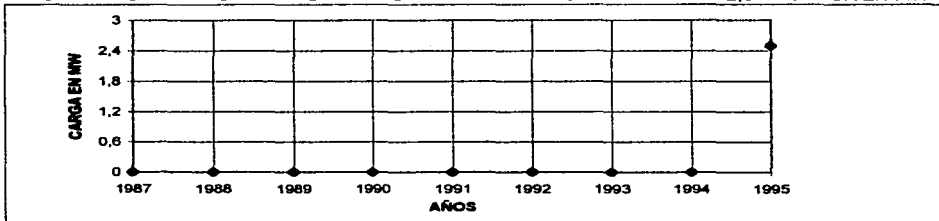


54) SUBESTACIÓN TECAMACHALCO

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME: 60 MVA = 54 MW

AÑOS	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
CARGA EN MW	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	

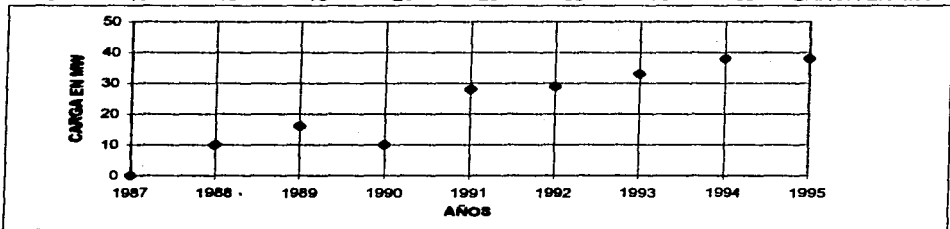


55) SUBESTACIÓN TIZAYUCA

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW

CAPACIDAD FIRME: 72 MVA = 64,8 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
0	10	16	10	28	29	33	38	38	CARGA EN MW

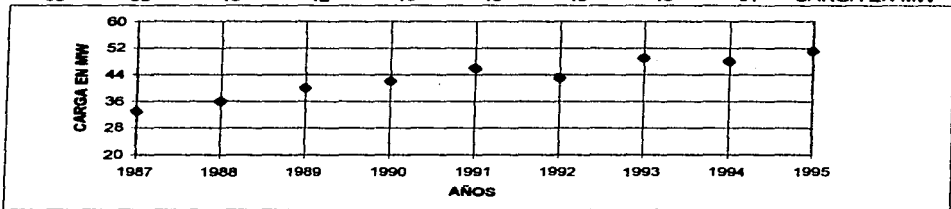


56) SUBESTACIÓN VALLE DE MÉXICO

CAPACIDAD INSTALADA: 60 MVA = 54 MW

CAPACIDAD FIRME: 60 MVA = 54 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
33	36	40	42	46	43	49	48	51	CARGA EN MW

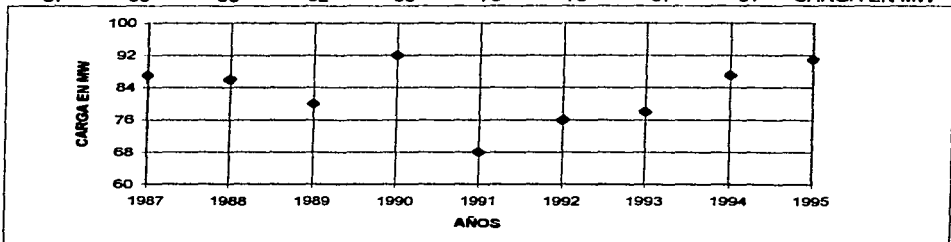


57) SUBESTACIÓN VALLEJO

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 182 MW

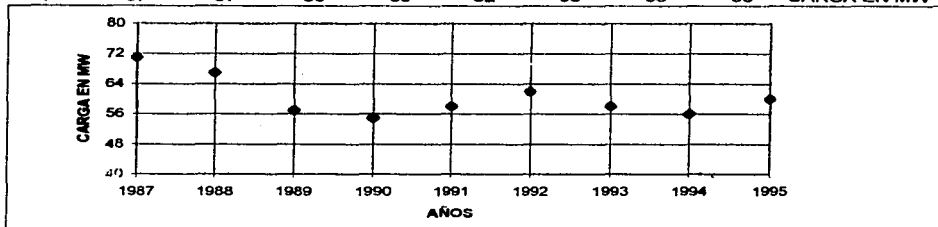
CAPACIDAD FIRME: 144 MVA = 129,6 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
87	86	80	92	68	76	78	87	91	CARGA EN MW



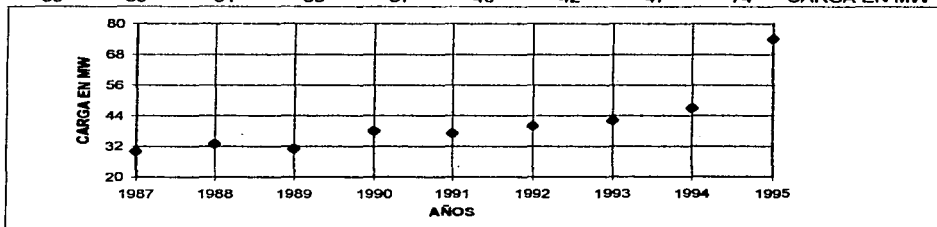
58) SUBESTACIÓN VERÓNICA

CAPACIDAD INSTALADA:		120 MVA	=	108 MW					
CAPACIDAD FIRME:		96 MVA	=	86,4 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
71	67	57	55	58	62	58	56	60	CARGA EN MW



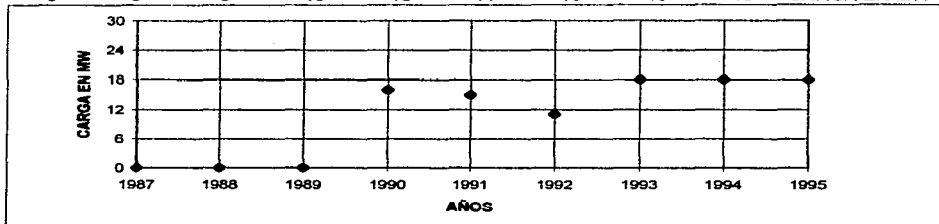
59) SUBESTACIÓN VERTIZ

CAPACIDAD INSTALADA:		180 MVA	=	162 MW					
CAPACIDAD FIRME:		120 MVA	=	108 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
30	33	31	38	37	40	42	47	74	CARGA EN MW



60) SUBESTACIÓN VILLA DE LAS FLORES

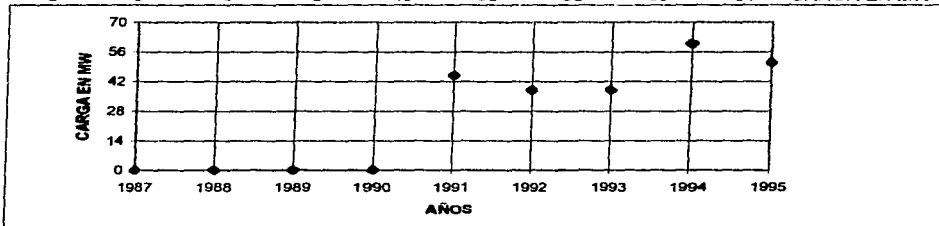
CAPACIDAD INSTALADA:		30 MVA	=	27 MW					
CAPACIDAD FIRME:		0 MVA	=	0 MW					
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
0	0	0	16	15	11	18	18	18	CARGA EN MW



61) SUBESTACIÓN VICTORIA

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW
 CAPACIDAD FIRME: 60 MVA = 54 MW

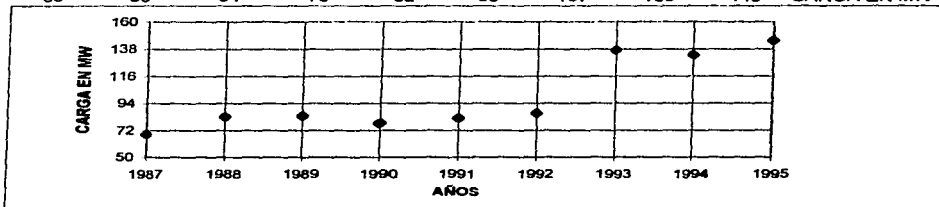
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
0	0	0	0	45	38	38	60	51	CARGA EN MW



62) SUBESTACIÓN XALOSTOC

CAPACIDAD INSTALADA: 180 MVA = 162 MW
 CAPACIDAD FIRME: 144 MVA = 129,6 MW

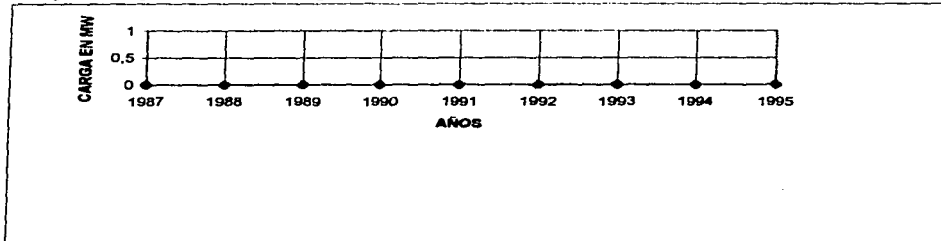
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
69	83	84	78	82	86	137	133	145	CARGA EN MW



63) SUBESTACIÓN XOCHIMILCO

CAPACIDAD INSTALADA: 120 MVA = 108 MW
 CAPACIDAD FIRME: 60 MVA = 54 MW

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
0	0	0	0	0	0	0	0	0	CARGA EN MW

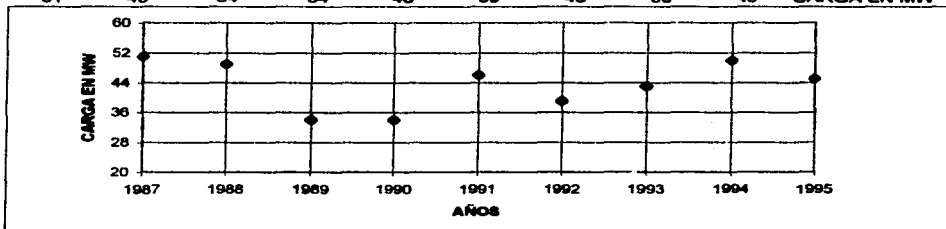


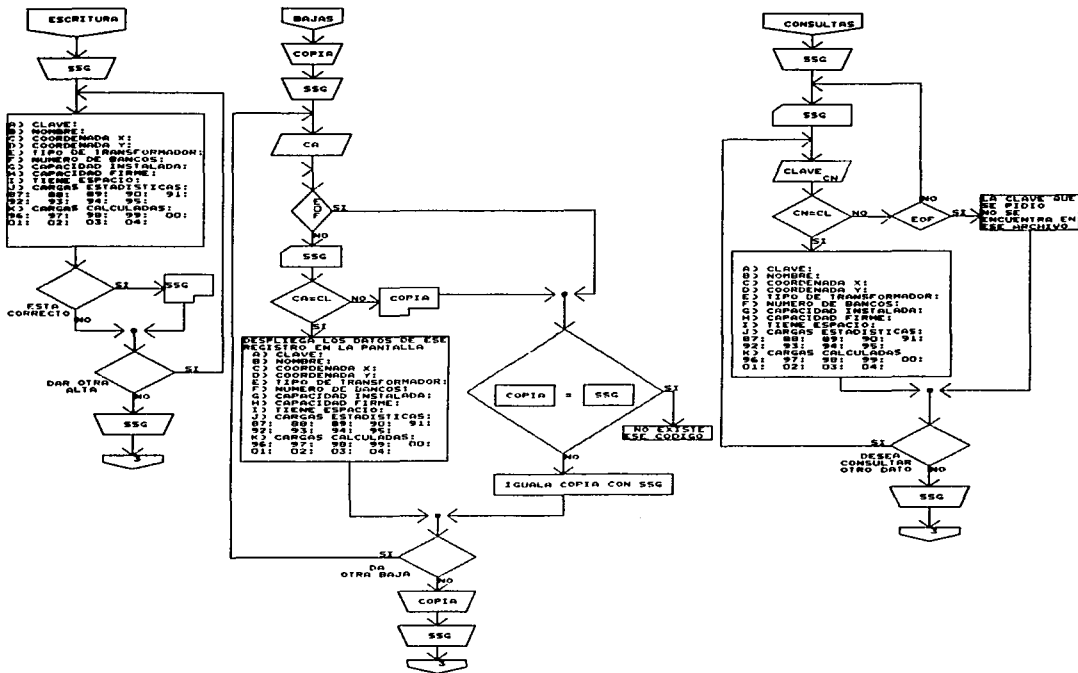
64) SUBESTACIÓN ZUMPANGO

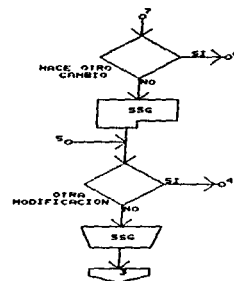
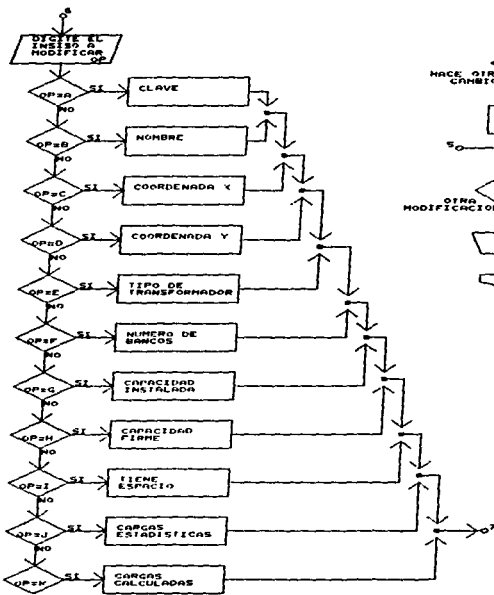
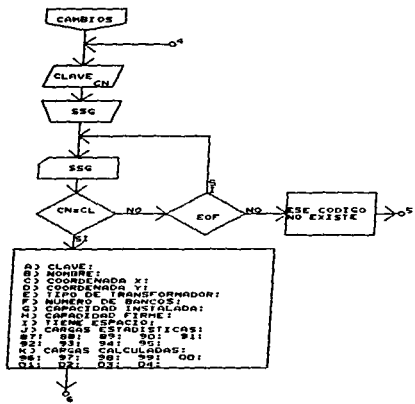
CAPACIDAD INSTALADA: 90 MVA = 81 MW

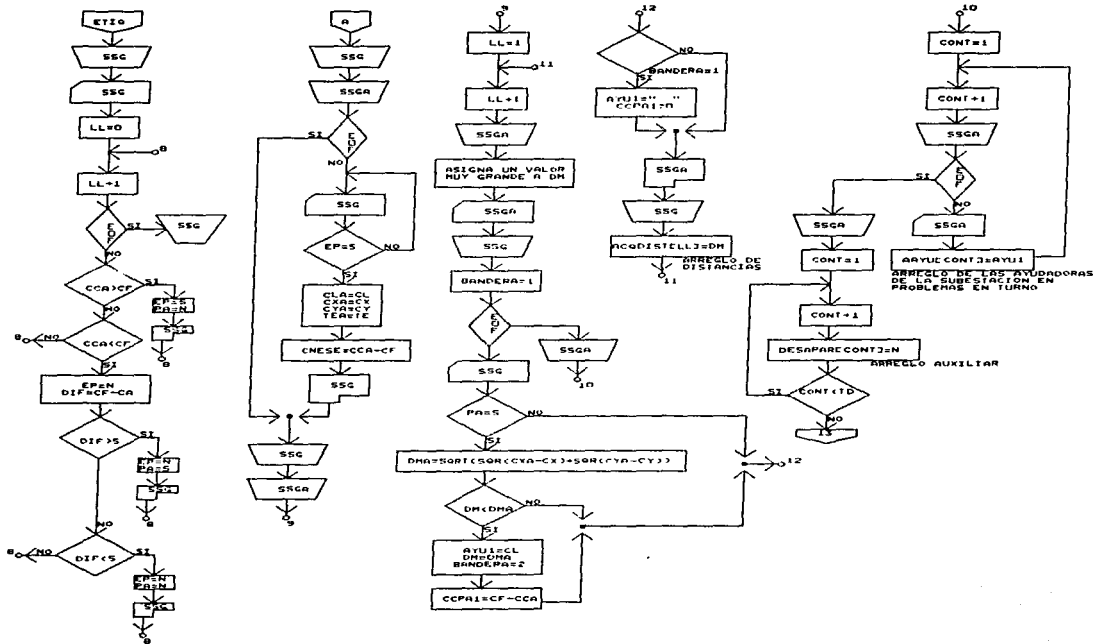
CAPACIDAD FIRME: 72 MVA = 64,8 MW

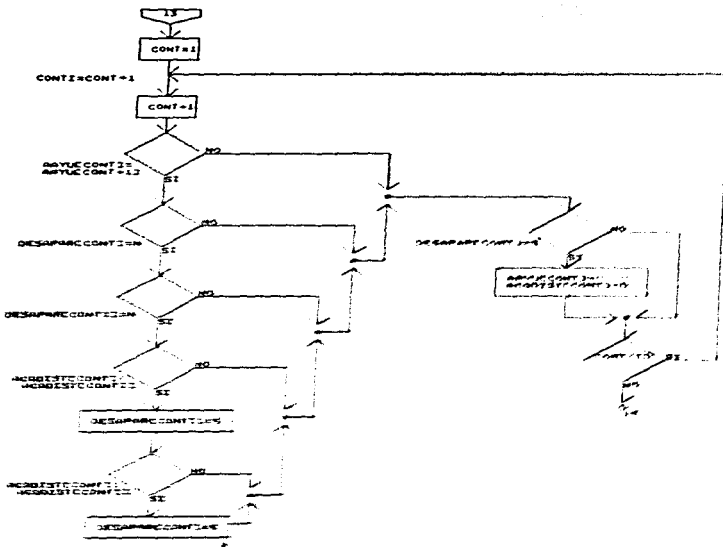
AÑOS	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	AÑOS
CARGA EN MW	51	49	34	34	46	39	43	50	45	



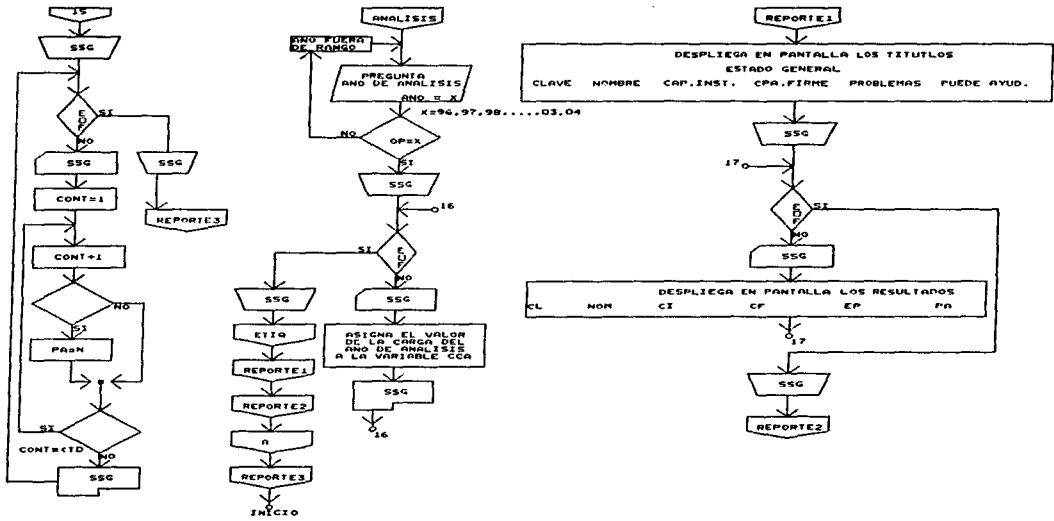


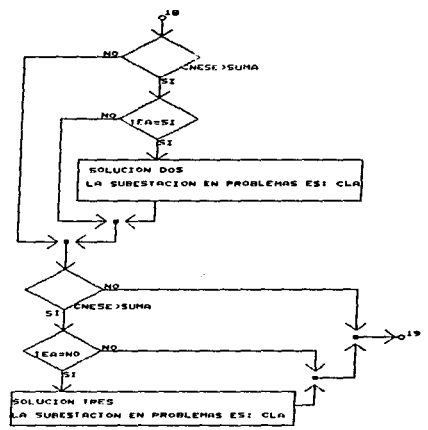
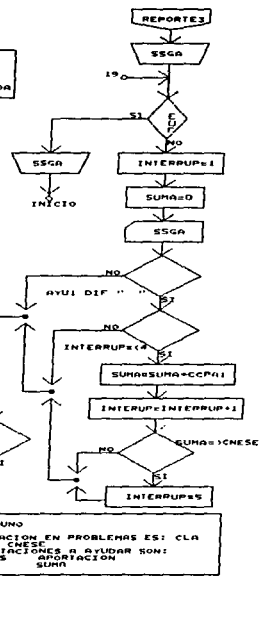
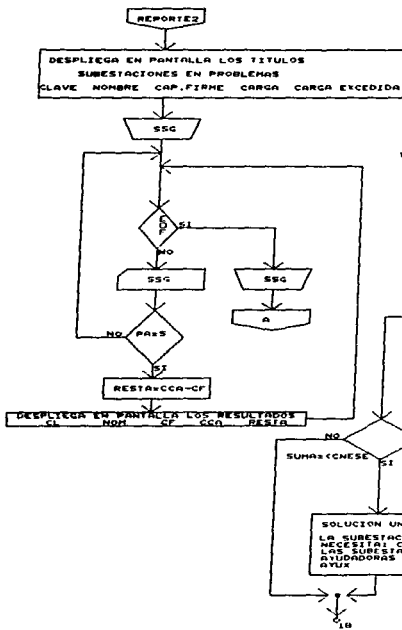






13
 CONT #1
 CONT #2
 CONT #3
 CONT #4
 CONT #5
 CONT #6
 CONT #7
 CONT #8
 CONT #9
 CONT #10
 CONT #11
 CONT #12
 CONT #13
 CONT #14
 CONT #15
 CONT #16
 CONT #17
 CONT #18
 CONT #19
 CONT #20
 CONT #21
 CONT #22
 CONT #23
 CONT #24
 CONT #25
 CONT #26
 CONT #27
 CONT #28
 CONT #29
 CONT #30
 CONT #31
 CONT #32
 CONT #33
 CONT #34
 CONT #35
 CONT #36
 CONT #37
 CONT #38
 CONT #39
 CONT #40
 CONT #41
 CONT #42
 CONT #43
 CONT #44
 CONT #45
 CONT #46
 CONT #47
 CONT #48
 CONT #49
 CONT #50
 CONT #51
 CONT #52
 CONT #53
 CONT #54
 CONT #55
 CONT #56
 CONT #57
 CONT #58
 CONT #59
 CONT #60
 CONT #61
 CONT #62
 CONT #63
 CONT #64
 CONT #65
 CONT #66
 CONT #67
 CONT #68
 CONT #69
 CONT #70
 CONT #71
 CONT #72
 CONT #73
 CONT #74
 CONT #75
 CONT #76
 CONT #77
 CONT #78
 CONT #79
 CONT #80
 CONT #81
 CONT #82
 CONT #83
 CONT #84
 CONT #85
 CONT #86
 CONT #87
 CONT #88
 CONT #89
 CONT #90
 CONT #91
 CONT #92
 CONT #93
 CONT #94
 CONT #95
 CONT #96
 CONT #97
 CONT #98
 CONT #99
 CONT #100





APÉNDICE C. Este es el listado del programa, en el hay varias partes repetitivas en donde solo varia un parámetro, en el se hace la indicación desde donde empieza y donde termina, indicándose cual es ese parámetro que varia.

```

PROGRAM SSG;
USES CRT, DOS;
VAR
OP : CHAR;
ZXC : INTEGER;
PROCEDURE RECUADRO;
VAR
A : INTEGER;
BEGIN
FOR A:=1 TO 79 DO
BEGIN
GOTOXY(A,1);WRITELN(CHR(196));
GOTOXY(A,24);WRITELN(CHR(196));
END;
FOR A:=1 TO 24 DO
BEGIN
GOTOXY(1,A);WRITELN(CHR(179));
GOTOXY(79,A);WRITELN(CHR(179));
END;
GOTOXY(1,1);WRITELN(CHR(218));
GOTOXY(79,1);WRITELN(CHR(191));
GOTOXY(1,24);WRITELN(CHR(192));
GOTOXY(79,24);WRITELN(CHR(217));
END;
PROCEDURE ESCRITURA;
TYPE MOY = RECORD
CL : STRING[3];
NOM : STRING[15];
TIP : STRING[20];
TE : STRING[2];
PA, EP : STRING[1];
CF, CX, CY, CE87, CE88, CE89,CE90,
CE91, CE92, CE93, CE94, CE95 : REAL;
CI, NB, CC96, CC97, CC98, CC99,CC00,
CC01, CC02, CC03, CC04, CCA : REAL;
END;
VAR
MA : FILE OF MOY;
MI : MOY;
E : CHAR;
BEGIN
ASSIGN(MA,'SSG.DAT');REWRITE(MA);
REPEAT
WITH MI DO
BEGIN
CLRSCR;
RECUADRO;
GOTOXY(3,3);WRITE('CLAVE :');
READLN(CL);
GOTOXY(3,4);WRITE('NOMBRE :');
READLN(NOM);
GOTOXY(3,5);WRITE('COORDENADA X :');
READLN(CX);
GOTOXY(50,5);WRITE('COORDENADA Y :');
READLN(CY);
GOTOXY(3,6);
WRITE('TIPO DE TRANSFORMADOR :');
READLN(TIP);
GOTOXY(3,7);
WRITE('NUMERO DE BANCOS :');

```

```

READLN(NB);
GOTOXY(3,8);
WRITE('CAPACIDAD INSTALADA :');
READLN(CI);
GOTOXY(3,9);WRITE('CAPACIDAD FIRME :');
READLN(CF);
GOTOXY(3,10);WRITE('TIENE ESPACIO :');
READLN(TE);
GOTOXY(3,11);
WRITE('CARGAS ESTADISTICAS :');
GOTOXY(3,13);WRITE('87 :');
READLN(CE87);
GOTOXY(17,13);WRITE('88 :');
READLN(CE88);
GOTOXY(31,13);WRITE('89 :');
READLN(CE89);
GOTOXY(45,13);WRITE('90 :');
READLN(CE90);
GOTOXY(59,13);WRITE('91 :');
READLN(CE91);
GOTOXY(3,14);WRITE('92 :');
READLN(CE92);
GOTOXY(17,14);WRITE('93 :');
READLN(CE93);
GOTOXY(31,14);WRITE('94 :');
READLN(CE94);
GOTOXY(45,14);WRITE('95 :');
READLN(CE95);
GOTOXY(3,16);
WRITE('CARGAS CALCULADAS');
GOTOXY(3,18);WRITE('98 :');
READLN(CC96);
GOTOXY(17,18);WRITE('97 :');
READLN(CC97);

```

```

GOTOXY(31,18);WRITE('98 :');
READLN(CC98);
GOTOXY(45,18);WRITE('99 :');
READLN(CC99);
GOTOXY(59,18);WRITE('00 :');
READLN(CC00);
GOTOXY(3,19);WRITE('01 :');
READLN(CC01);
GOTOXY(17,19);WRITE('02 :');
READLN(CC02);
GOTOXY(31,19);WRITE('03 :');
READLN(CC03);
GOTOXY(45,19);WRITE('04 :');
READLN(CC04);
PA := 'O'; EP := 'O'; CCA := 0;
GOTOXY(25,21);
WRITE('ESTA CORRECTO [S/N] :');
READLN(E);
IF E = 'S' THEN WRITE(MA,MI);
END;
GOTOXY(23,22);
WRITE('DAR OTRA ALTA [S]SI [N]INO :');
READLN(E);
UNTIL E='N';
CLOSE(MA);
END;
PROCEDURE ALTAS;
TYPE MOY      =      RECORD
CL            :      STRING[3];
NOM           :      STRING[15];
TIP           :      STRING[20];
TE            :      STRING[2];
PA, EP        :      STRING[1];
CF, CX, CY, CE87, CE88, CE89,CE90,

```

```

CE91, CE92, CE93, CE94, CE95 : REAL;
CI, NB, CC96, CC97, CC98, CC99, CC00,
CC01, CC02, CC03, CC04, CCA : REAL;
END;
VAR
MA      :      FILE OF MOY;
MI      :      MOY;
E       :      CHAR;
LL      :      INTEGER;
CN      :      STRING[8];
EE      :      INTEGER;

```

```

BEGIN
REPEAT
ASSIGN(MA,'SSG.DAT');RESET(MA);
WITH MI DO
BEGIN
CLRSCR;
RECUADRO;
LL:=FILESIZE(MA);
GOTOXY(3,3);WRITE('CLAVE :');
READLN(CN);
EE := 0;
WHILE NOT(EOF(MA)) DO
BEGIN
READ(MA,MI);
IF CN=CL THEN EE:=1;
END;
IF EE=1 THEN
BEGIN
GOTOXY(30,13);
Writeln('CLAVE YA EXISTE');
END
ELSE

```

```

BEGIN
CL:=CN;
GOTOXY(3,4);WRITE('NOMBRE :');
READLN(NOM);
GOTOXY(3,5);WRITE('COORDENADA X :');
READLN(CX);
GOTOXY(50,5);
WRITE('COORDENADA Y :');
READLN(CY);
GOTOXY(3,6);
WRITE('TIPO DE TRANSFORMADOR :');
READLN(TIP);
GOTOXY(3,7);
WRITE('NUMERO DE BANCOS :');
READLN(NB);
GOTOXY(3,8);
WRITE('CAPACIDAD INSTALADA :');
READLN(CI);
GOTOXY(3,9);WRITE('CAPACIDAD FIRME :');
READLN(CF);
GOTOXY(3,10);WRITE('TIENE ESPACIO :');
READLN(TE);
GOTOXY(3,11);
WRITE('CARGAS ESTADISTICAS :');
GOTOXY(3,13);WRITE('87 :');
READLN(CE87);
GOTOXY(17,13);WRITE('88 :');
READLN(CE88);
GOTOXY(31,13);WRITE('89 :');
READLN(CE89);
GOTOXY(45,13);WRITE('90 :');
READLN(CE90);
GOTOXY(59,13);WRITE('91 :');
READLN(CE91);

```

```

GOTOXY(3,14);WRITE('92 :');
READLN(CE92);
GOTOXY(17,14);WRITE('93 :');
READLN(CE93);
GOTOXY(31,14);WRITE('94 :');
READLN(CE94);
GOTOXY(45,14);WRITE('95 :');
READLN(CE95);
GOTOXY(3,16);
WRITE('CARGAS CALCULADAS');
GOTOXY(3,18);WRITE('96 :');
READLN(CC96);
GOTOXY(17,18);WRITE('97 :');
READLN(CC97);
GOTOXY(31,18);WRITE('98 :');
READLN(CC98);
GOTOXY(45,18);WRITE('99 :');
READLN(CC99);
GOTOXY(59,18);WRITE('00 :');
READLN(CC00);
GOTOXY(3,19);WRITE('01 :');
READLN(CC01);
GOTOXY(17,19);WRITE('02 :');
READLN(CC02);
GOTOXY(31,19);WRITE('03 :');
READLN(CC03);
GOTOXY(45,19);WRITE('04 :');
READLN(CC04);
CCA:=0;
SEEK(MA,LL);
REPEAT
GOTOXY(28,21);
WRITE('ESTA CORRECTO [S/N] :');
READLN(E);

```

```

UNTIL (E='S') OR (E='N');
IF E='S' THEN
BEGIN
WRITE(MA,MI);
END;
E := 'K';
END;
CLOSE(MA);
REPEAT
GOTOXY(26,22);
WRITE('DAR OTRA ALTA [S]SI [N]NO :');
READLN(E);
UNTIL (E='S') OR (E='N');
END;
UNTIL E='N';
END;
PROCEDURE ALTASALTAS;
VAR
OP:CHAR;
S : INTEGER;
BEGIN
REPEAT
CLRSCR;
RECUADRO;
GOTOXY(25,10);
WRITE('YA EXISTEN DATOS [S/N] :');
READLN(OP);
IF OP = 'S' THEN
BEGIN
ALTAS;
S := 1;
END;
IF OP = 'N' THEN
BEGIN

```

```

ESCRITURA;
S := 1;
END;
IF OP<>'S' THEN BEGIN
IF OP<>'N' THEN BEGIN
GOTOXY(20,20);
WRITELN('OPCION NO EXISTENTE');
READLN;
END;
END;
UNTIL S = 1;
END;
PROCEDURE BAJAS;
LABEL FIN;
TYPE OTRO=RECORD
CL1 : STRING[3];
NOM1 : STRING[15];
TIP1 : STRING[20];
TE1 : STRING[2];
PA, EP : STRING[1];
CF1, CX1, CY1, CE871, CE881, CE891,
CE901, CE911, CE921, CE931, CE941,
CE951 : REAL;
CI1, NB1, CC961, CC971, CC981, CC991,
CC001,CC011, CC021, CC031, CC041,
CCA1 : REAL;
END;
TYPE MOY=RECORD
CL : STRING[3];
NOM : STRING[15];
TIP : STRING[20];
TE : STRING[2];
PA1, EP1 : STRING[1];
CF, CX, CY, CE87, CE88, CE89,CE90, CE91,

```

```

CE92, CE93, CE94, CE95 : REAL;
CI, NB, CC96, CC97, CC98, CC99, CC00,
CC01, CC02, CC03, CC04, CCA : REAL;
END;
VAR
NUEVO : FILE OF OTRO;
DISCO : OTRO;
MA : FILE OF MOY;
MI : MOY;
R, ES, DB : CHAR;
F : INTEGER;
CA : STRING[8];
BEGIN
REPEAT
F:=0;
CLRSCR;
RECUADRO;
ASSIGN(NUEVO,'COPIA.DAT');
REWRITE(NUEVO);
ASSIGN(MA,'SSG.DAT');RESET(MA);
GOTOXY(3,3);WRITE('CLAVE :');
READLN(CA);
WHILE NOT (EOF(MA)) DO
WITH MI DO
BEGIN
READ(MA,MI);
IF CA=CL THEN
BEGIN
GOTOXY(3,4);WRITE('NOMBRE :',NOM);
GOTOXY(3,5);
WRITE('COORDENADA X :',CX:5:2);
GOTOXY(50,5);
WRITE('COORDENADA Y :',CY:5:2);
GOTOXY(3,6);

```

```

WRITE('TIPO DE TRANSFORMADOR :',TIP);
GOTOXY(3,7);
WRITE('NUMERO DE BANCOS :',NB:5:2);
GOTOXY(3,8);
WRITE('CAPACIDAD INSTALADA :',CI:5:2);
GOTOXY(3,9);
WRITE('CAPACIDAD FIRME :',CF:5:2);
GOTOXY(3,10);
WRITE('TIENE ESPACIO :',TE);
GOTOXY(3,11);
WRITE('CARGAS ESTADISTICAS :');
GOTOXY(3,13);WRITE('87 :',CE87:5:2);
GOTOXY(17,13);WRITE('88 :',CE88:5:2);
GOTOXY(31,13);WRITE('89 :',CE89:5:2);
GOTOXY(45,13);WRITE('90 :',CE90:5:2);
GOTOXY(59,13);WRITE('91 :',CE91:5:2);
GOTOXY(3,14);WRITE('92 :',CE92:5:2);
GOTOXY(17,14);WRITE('93 :',CE93:5:2);
GOTOXY(31,14);WRITE('94 :',CE94:5:2);
GOTOXY(45,14);WRITE('95 :',CE95:5:2);
GOTOXY(3,16);
WRITE('CARGAS CALCULADAS');
GOTOXY(3,18);WRITE('96 :',CC96:5:2);
GOTOXY(17,18);WRITE('97 :',CC97:5:2);
GOTOXY(31,18);WRITE('98 :',CC98:5:2);
GOTOXY(45,18);WRITE('99 :',CC99:5:2);
GOTOXY(59,18);WRITE('00 :',CC00:5:2);
GOTOXY(3,19);WRITE('01 :',CC01:5:2);
GOTOXY(17,19);WRITE('02 :',CC02:5:2);
GOTOXY(31,19);WRITE('03',CC03:5:2);
GOTOXY(45,19);WRITE('04 :',CC04:5:2);
F:=1;
END
ELSE

```

```

BEGIN
WITH DISCO DO
BEGIN
CL1:=CL;NOM1:=NOM;CX1:=CX;CY1:=CY;
TIP1:=TIP;NB1:=NB;CI1:=CI;CF1:=CF;TE1:=TE;
CE871:=CE87;CE881:=CE88;CE891:=CE89;
CE901:=CE90;CE911:=CE91;CE921:=CE92;
CE931:=CE93;CE941:=CE94;CE951:=CE95;
CC961:=CC96;CC971:=CC97;CC981:=CC98;
CC991:=CC99;CC001:=CC00;CC011:=CC01;
CC021:=CC02;CC031:=CC03;CC041:=CC04;
EP1:=EP;PA1:=PA;CCA1:=CCA;
END;
WRITE(NUEVO,DISCO);
END;
END;
IF F=0 THEN
BEGIN
GOTOXY(20,21);
WRITE('NO EXISTE ESE CODIGO');
END;
CLOSE(MA);
CLOSE(NUEVO);
ERASE(MA);
RENAME(NUEVO,'SSG.DAT');
REPEAT
GOTOXY(26,23);
WRITE('DA OTRA BAJA [S/N] :');
READLN(R);
UNTIL (R='S') OR (R='N');
UNTIL R='N';
END;
PROCEDURE CAMBIOS;
TYPE MOY=RECORD

```

```

CL : STRING[3];
NOM : STRING[15];
TIP : STRING[20];
TE : STRING[2];
PA, EP : STRING[1];
CF, CX, CY, CE87, CE88, CE89, CE90,
CE91, CE92, CE93, CE94, CE95 : REAL;
CI, NB, CC96, CC97, CC98, CC99, CC00,
CC01, CC02, CC03, CC04, CCA : REAL;
END;
VAR
MA : FILE OF MOY;
MI : MOY;
OP,R, MAS : CHAR;
LL,F,K : INTEGER;
CN : STRING[8];
BEGIN
REPEAT
CLRSCR;RECUADRO;K:=0;F:=0;LL:=0;
GOTOXY(3,3);WRITE('CLAVE ');
READLN(CN);
ASSIGN(MA,'SSG.DAT');RESET(MA);
WITH MI DO
BEGIN
REPEAT
READ(MA,MI);LL:=LL+1;
IF CN=CL THEN
BEGIN
LL:=LL-1;SEEK(MA,LL);
REPEAT
GOTOXY(3,3);WRITE('A) CLAVE ',CL);
GOTOXY(3,4);WRITE('B) NOMBRE ',NOM);
GOTOXY(3,5);
WRITE('C) COORDENADA X ',CX:5:2);

```

```

GOTOXY(50,5);
WRITE('D) COORDENADA Y ',CY:5:2);
GOTOXY(3,6);
WRITE('E) TIPO DE
TRANSFORMADOR ',TIP);
GOTOXY(3,7);
WRITE('F) NUMERO
DE BANCOS ',NB:5:2);
GOTOXY(3,8);
WRITE('G) CAPACIDAD INSTALADA ',CI:5:2);
GOTOXY(3,9);
WRITE('H) CAPACIDAD FIRME ',CF:5:2);
GOTOXY(3,10);WRITE('I) TIENE
ESPACIO ',TE);
GOTOXY(3,11);
WRITE('J) CARGAS ESTADISTICAS ');
GOTOXY(3,13);WRITE('87 ',CE87:5:2);
GOTOXY(17,13);WRITE('88 ',CE88:5:2);
GOTOXY(31,13);WRITE('89 ',CE89:5:2);
GOTOXY(45,13);WRITE('90 ',CE90:5:2);
GOTOXY(59,13);WRITE('91 ',CE91:5:2);
GOTOXY(3,14);WRITE('92 ',CE92:5:2);
GOTOXY(17,14);WRITE('93 ',CE93:5:2);
GOTOXY(31,14);WRITE('94 ',CE94:5:2);
GOTOXY(45,14);WRITE('95 ',CE95:5:2);
GOTOXY(3,16);
WRITE('K) CARGAS CALCULADAS');
GOTOXY(3,18);WRITE('96 ',CC96:5:2);
GOTOXY(17,18);WRITE('97 ',CC97:5:2);
GOTOXY(31,18);WRITE('98 ',CC98:5:2);
GOTOXY(45,18);WRITE('99 ',CC99:5:2);
GOTOXY(59,18);WRITE('00 ',CC00:5:2);
GOTOXY(3,19);WRITE('01 ',CC01:5:2);
GOTOXY(17,19);WRITE('02 ',CC02:5:2);

```

```
GOTOXY(31,19);WRITE('03',CC03:5:2);
GOTOXY(45,19);WRITE('04 ',CC04:5:2);
GOTOXY(20,20);
WRITE('DIGITE EL INCISO A MODIFICAR :');
READLN(OP);
CLRSCR;
RECUADRO;
CASE OP OF
'A':BEGIN
GOTOXY(3,3);WRITE('CLAVE :');READLN(CL);
END;
'B':BEGIN
GOTOXY(3,4);WRITE('NOMBRE :');
READLN(NOM);
END;
'C':BEGIN
GOTOXY(3,5);WRITE('COORDENADA X :');
READLN(CX);
END;
'D':BEGIN
GOTOXY(50,5);WRITE('COORDENADA Y :');
READLN(CY);
END;
'E':BEGIN
GOTOXY(3,6);
WRITE('TIPO DE TRANSFORMADOR :');
READLN(TIP);
END;
'F':BEGIN
GOTOXY(3,7);
WRITE('NUMERO DE BANCOS :');
READLN(NB);
END;
'G':BEGIN
```

```
GOTOXY(3,8);
WRITE('CAPACIDAD INSTALADA :');
READLN(CI);
END;
'H':BEGIN
GOTOXY(3,9);
WRITE('CAPACIDAD FIRME :');
READLN(CF);
END;
'I':BEGIN
GOTOXY(3,10);WRITE('TIENE ESPACIO :');
READLN(TE);
END;
'J':BEGIN
GOTOXY(3,11);
WRITE('CARGAS ESTADISTICAS :');
GOTOXY(3,13);WRITE('87 :');READLN(CE87);
GOTOXY(17,13);
WRITE('88 :');READLN(CE88);
GOTOXY(31,13);WRITE('89 :');READLN(CE89);
GOTOXY(45,13);WRITE('90 :');READLN(CE90);
GOTOXY(59,13);WRITE('91 :');READLN(CE91);
GOTOXY(3,14);WRITE('92 :');READLN(CE92);
GOTOXY(17,14);WRITE('93 :');READLN(CE93);
GOTOXY(31,14);WRITE('94 :');READLN(CE94);
GOTOXY(45,14);WRITE('95 :');READLN(CE95);
END;
'K':BEGIN
GOTOXY(3,16);
WRITE('CARGAS CALCULADAS');
GOTOXY(3,18);WRITE('96 :');
READLN(CC96);
GOTOXY(17,18);WRITE('97 :');
READLN(CC97);
```



```

GOTOXY(31,18);WRITE('98 :');
READLN(CC98);
GOTOXY(45,18);WRITE('99 :');
READLN(CC99);
GOTOXY(59,18);WRITE('00 :');
READLN(CC00);
GOTOXY(3,19);WRITE('01 :');
READLN(CC01);
GOTOXY(17,19);WRITE('02 :');
READLN(CC02);
GOTOXY(31,19);WRITE('03 :');
READLN(CC03);
GOTOXY(45,19);WRITE('04 :');
READLN(CC04);
END;
END;
REPEAT
GOTOXY(20,21);
WRITE('DESEA MODIFICAR
OTRO INCISO [S/N] :');
READLN(MAS);
UNTIL (MAS='S') OR (MAS='N');
UNTIL MAS='N';
F := 1;
REPEAT
GOTOXY(25,22);
WRITE('GRABA ESE DATO [S/N] :');
READLN(R);
UNTIL (R='S') OR (R='N');
IF R='S' THEN WRITE(MA,MI);
END;
IF NOT(F=1) THEN
BEGIN
IF EOF(MA) THEN

```

```

BEGIN
GOTOXY(20,22);
WRITELN('ESE CODIGO NO EXISTE');F:=1;
END;
END;
UNTIL F=1;
BEGIN
REPEAT
CLOSE(MA);R:='K';
GOTOXY(20,23);
WRITE('HACE OTRO CAMBIO [S/N] :');
READLN(R);
UNTIL(R='S') OR (R='N');
END;
END;
UNTIL R='N';
END;
PROCEDURE CONSULTA;
TYPE MOY=RECORD
CL : STRING[3];
NOM : STRING[15];
TIP : STRING[20];
TE : STRING[2];
PA, EP : STRING[1];
CF, CX, CY, CE87, CE88, CE89,CE90,
CE91, CE92, CE93, CE94, CE95 : REAL;
CI, NB, CC96, CC97, CC98, CC99, CC00,
CC01, CC02, CC03, CC04, CCA : REAL;
END;
VAR
MA : FILE OF MOY;
MI : MOY;
R : CHAR;
F : INTEGER;

```

```

CN : STRING[8];
BEGIN
REPEAT
ASSIGN(MA,'SSG.DAT');RESET(MA);F:=0;
CLRSCR;
RECUADRO;
GOTOXY(3,3);WRITE('CLAVE :');READLN(CN);
WITH MI DO
REPEAT
READ(MA,MI);
IF CN=CL THEN
BEGIN
GOTOXY(3,4);WRITE('NOMBRE :',NOM);
GOTOXY(3,5);
WRITE('COORDENADA X :',CX:5:2);
GOTOXY(50,5);
WRITE('COORDENADA Y :',CY:5:2);
GOTOXY(3,6);
WRITE('TIPO DE TRANSFORMADOR :',TIP);
GOTOXY(3,7);
WRITE('NUMERO DE BANCOS :',NB:5:2);
GOTOXY(3,8);
WRITE('CAPACIDAD INSTALADA :',CI:5:2);
GOTOXY(3,9);
WRITE('CAPACIDAD FIRME :',CF:5:2);
GOTOXY(3,10);
WRITE('TIENE ESPACIO :',TE);
GOTOXY(3,11);
WRITE('CARGAS ESTADISTICAS :');
GOTOXY(3,13);WRITE('87 :',CE87:5:2);
GOTOXY(17,13);WRITE('88 :',CE88:5:2);
GOTOXY(31,13);WRITE('89 :',CE89:5:2);
GOTOXY(45,13);WRITE('90 :',CE90:5:2);
GOTOXY(59,13);WRITE('91 :',CE91:5:2);

```

```

GOTOXY(3,14);WRITE('92 :',CE92:5:2);
GOTOXY(17,14);WRITE('93 :',CE93:5:2);
GOTOXY(31,14);WRITE('94 :',CE94:5:2);
GOTOXY(45,14);WRITE('95 :',CE95:5:2);
GOTOXY(3,16);
WRITE('CARGAS CALCULADAS');
GOTOXY(3,18);WRITE('96 :',CC96:5:2);
GOTOXY(17,18);WRITE('97 :',CC97:5:2);
GOTOXY(31,18);WRITE('98 :',CC98:5:2);
GOTOXY(45,18);WRITE('99 :',CC99:5:2);
GOTOXY(59,18);WRITE('00 :',CC00:5:2);
GOTOXY(3,19);WRITE('01 :',CC01:5:2);
GOTOXY(17,19);WRITE('02 :',CC02:5:2);
GOTOXY(31,19);WRITE('03 :',CC03:5:2);
GOTOXY(45,19);WRITE('04 :',CC04:5:2);
F := F+1;
END;
IF NOT (F=1) THEN
IF EOF(MA) THEN
BEGIN
GOTOXY(15,21);
WRITELN('LA CLAVE QUE PIDIO NO SE
ENCUENTRA EN EL ARCHIVO');
F := 1;
END;
UNTIL F=1;
CLOSE(MA);
REPEAT
GOTOXY(20,22);
WRITE('DESEA CONSULTAR
OTRO DATO [S/N]:');
READLN(R);
UNTIL (R='S') OR (R='N');
UNTIL R='N';

```

```

END;
PROCEDURE CATALOGO;
VAR
OP : CHAR;
BEGIN
REPEAT
CLRSCR;
RECUADRO;
GOTOXY(32,3);
WRITELN('MENU DE CATALOGO');
GOTOXY(13,8);WRITELN('A) ALTAS');
GOTOXY(13,9);WRITELN('B) BAJAS');
GOTOXY(13,10);WRITELN('C) CAMBIOS');
GOTOXY(13,11);WRITELN('D) CONSULTA');
GOTOXY(13,12);WRITELN('E) REGRESAR');
GOTOXY(19,18);
WRITELN("DIGITE EL INCISO DE
LA OPCION QUE DESEE: ");
GOTOXY(61,18);READLN(OP);
IF OP='A' THEN ALTASALTAS;
IF OP='B' THEN BAJAS;
IF OP='C' THEN CAMBIOS;
IF OP='D' THEN CONSULTA;
IF OP='E' THEN
BEGIN
CLRSCR;
RECUADRO;
GOTOXY(21,12);
WRITELN('FIN DEL MENU CATALOGO
TECLEE<<ENTER>>');
GOTOXY(60,12);READLN;
EXIT;
END;
IF OP<>'A' THEN

```

```

BEGIN
IF OP<>'B' THEN
BEGIN
IF OP<>'C' THEN
BEGIN
IF OP<>'D' THEN
BEGIN
IF OP<>'E' THEN
BEGIN
GOTOXY(22,19);
WRITELN('OPCION NO EXISTENTE
TECLEE<<ENTER>>');
GOTOXY(57,19);READLN;
END;
END;
END;
END;
END;
UNTIL ZXC = 1;
END;
PROCEDURE ETIQ;
TYPE MOY=RECORD
CL : STRING[3];
NOM : STRING[15];
TIP : STRING[20];
TE : STRING[2];
PA, EP : STRING[1];
CF, CX, CY, CE87, CE88, CE89,CE90,
CE91, CE92, CE93, CE94, CE95 : REAL;
CI, NB, CC96, CC97, CC98, CC99, CC00,
CC01, CC02, CC03, CC04, CCA : REAL;
END;
VAR
MA : FILE OF MOY;

```

```

MI : MOY;
E : CHAR;
DIF : REAL;
LL : INTEGER;
BEGIN
LL := 0;
ASSIGN(MA,'SSG.DAT');RESET(MA);
WHILE NOT(EOF(MA)) DO
WITH MI DO
BEGIN
READ(MA,MI);
SEEK(MA,LL);
IF CCA>CF THEN
BEGIN
EP:='S';
PA := 'N';
END;
IF CCA<=CF THEN
BEGIN
EP:='N';
DIF := CF-CCA;
IF DIF>5 THEN PA:='S';
IF DIF<5 THEN PA:='N';
END;
WRITE(MA,MI);
LL := LL+1;
END;
CLOSE(MA);
END;
PROCEDURE A;
TYPE MOY=RECORD
CL : STRING[3];
NOM : STRING[15];
TIP : STRING[20];

```

```

TE : STRING[2];
PA, EP : STRING[1];
CF, CX, CY, CE87, CE88, CE89,CE90,
CE91, CE92, CE93, CE94, CE95 : REAL;
CI, NB, CC96, CC97, CC98, CC99, CC00,
CC01, CC02, CC03, CC04, CCA : REAL;
END;
TYPE MOYA=RECORD
CLA, AYU1, AYU2, AYU3, AYU4 : STRING[3];
AYU5, AYU6, AYU7, AYU8, AYU9,
AYU10, AYU11, AYU12 : STRING[3];
CNESE, CCPA1, CCPA2, CCPA3, CCPA4,
CCPA5, CCPA6, CCPA7, CCPA8, CCPA9,
CCPA10, CCPA11, CCPA12 : REAL;
TEA : STRING[2];
CXA, CYA : REAL;
END;
VAR
ACQDIST : ARRAY[1..50] OF REAL;
AAYU : ARRAY[1..50] OF STRING[3];
DESAPAR : ARRAY[1..50] OF CHAR;
MA : FILE OF MOY;
MAA : FILE OF MOYA;
MI : MOY;
MIA : MOYA;
TD, LL, CONT, CONTI, BANDERA : INTEGER;
E : CHAR;
DM, DMA : REAL;
BEGIN
ASSIGN(MA,'SSG.DAT');RESET(MA);TD:=0;
ASSIGN(MAA,'SSGA.DAT');REWRITE(MAA);
WHILE NOT(EOF(MA)) DO
WITH MI DO
BEGIN

```

```

READ(MA,MI);
IF EP = 'S' THEN
BEGIN
WITH MIA DO
BEGIN
CLA := CL;
CXA := CX;
CYA := CY;
TEA := TE;
TD := TD + 1;
CNESE := CCA-CF;
WRITE(MAA,MIA);
END;
END;
END;
CLOSE(MA);
CLOSE(MAA);

```

**LA SIGUIENTE PARTE DEL
PROCEDIMIENTO SE REPITE
12 VECES. LO UNICO QUE
VARIA ES AYUX DONDE X
EMPIZA EN 1 Y TERMINA EN 12**

```

LL := 0;
ASSIGN(MAA,'SSGA.DAT');RESET(MAA);
WHILE NOT(EOF(MAA)) DO
WITH MIA DO
BEGIN
DM := 1000000;
READ(MAA,MIA);
SEEK(MAA,LL);
ASSIGN(MA,'SSG.DAT');RESET(MA);
BANDERA := 1;

```

```

WHILE NOT(EOF(MA)) DO
WITH MI DO
BEGIN
READ(MA,MI);
IF PA = 'S' THEN
BEGIN
DMA := SQRT(SQR((CXA-CX))
+ SQR((CYA-CY)));
IF DMA<DM THEN
BEGIN
AYU1 := CL;
DM := DMA;
BANDERA := 2;
CCPA1 := CF-CCA;
END;
END;
END;
IF BANDERA = 1 THEN
BEGIN
AYU1 := '';
CCPA1 := 0;
END;
WRITE(MAA,MIA);
CLOSE(MA);
LL := LL+1;
ACQDIST[LL] := DM;
END;
CLOSE(MAA);
CONT :=1;
ASSIGN (MAA,'SSGA.DAT');RESET(MAA);
WHILE NOT(EOF(MAA)) DO
WITH MIA DO
BEGIN
READ(MAA,MIA);

```

```

AAYU[CONT] := AYU1;
CONT := CONT+1;
END;
CLOSE(MAA);
FOR CONT := 1 TO TD DO
DESAPAR[CONT] := 'N';
FOR CONT := 1 TO TD-1 DO
BEGIN
FOR CONTI := CONT+1 TO TD DO
BEGIN
IF AAYU[CONT] = AAYU[CONTI] THEN
BEGIN
IF DESAPAR[CONT] = 'N' THEN
BEGIN
IF DESAPAR[CONTI] = 'N' THEN
BEGIN
IF ACQDIST[CONT]<ACQDIST[CONTI] THEN
BEGIN
DESAPAR[CONTI] := 'S';
END;
IF ACQDIST[CONT]>ACQDIST[CONTI] THEN
BEGIN
DESAPAR[CONT] := 'S';
END;
END;
END;
END;
END;
END;
FOR CONT :=1 TO TD DO
BEGIN
IF DESAPAR[CONT] = 'S' THEN
BEGIN
AAYU[CONT] := ' ';

```

```

ACQDIST[CONT] := 0;
END;
END;
CONT := 1;
LL := 0;
ASSIGN(MAA,'SSGA.DAT');RESET(MAA);
WHILE NOT(EOF(MAA)) DO
WITH MIA DO
BEGIN
READ(MAA,MIA);
SEEK(MAA,LL);
AYU1 := AAYU[CONT];
WRITE(MAA,MIA);
LL := LL+1;
CONT := CONT + 1;
END;
CLOSE(MAA);
LL := 0;
ASSIGN(MA,'SSG.DAT');RESET(MA);
WHILE NOT(EOF(MA)) DO
WITH MI DO
BEGIN
READ(MA,MI);
SEEK(MA,LL);
FOR CONT := 1 TO TD DO
BEGIN
IF CL = AAYU[CONT] THEN
BEGIN
PA := 'N';
END;
END;
LL := LL+1;
WRITE(MA,MI);
END;

```

CLOSE(MA);
END;

**HASTA ESTE PUNTO TERMINA LA
PRIMERA PARTE DE LO QUE SE
TIENE QUE REPETIR 12 VECES**

PROCEDURE REPORTE1;
TYPE MOY=RECORD
CL : STRING[3];
NOM : STRING[15];
TIP : STRING[20];
TE : STRING[2];
PA, EP : STRING[1];
CF, CX, CY, CE87, CE88, CE89, CE90,
CE91, CE92, CE93, CE94, CE95 : REAL;
CI, NB, CC96, CC97, CC98, CC99, CC00,
CC01, CC02, CC03, CC04, CCA : REAL;
END;
VAR
MA : FILE OF MOY;
MI : MOY;
LINEA : INTEGER;
FD : INTEGER;
BEGIN
LINEA := 7;
FD := 0;
CLRSCR;
ASSIGN(MA, 'SSG.DAT'); RESET(MA);
WHILE NOT(EOF(MA)) DO
WITH MI DO
BEGIN
READ(MA, MI);
RECUADRO;

GOTOXY(25,3);WRITE('ESTADO GENERAL');
GOTOXY(3,5);WRITE('CLAVE');
GOTOXY(10,5);WRITE('NOMBRE');
GOTOXY(18,5);WRITE('CAP. INST.');

GOTOXY(30,5);WRITE('CAP. FIRME');
GOTOXY(42,5);WRITE('PROBLEMAS');
GOTOXY(53,5);WRITE('PUEDE AYUDAR');

IF LINEA <=21 THEN
BEGIN
GOTOXY(3,LINEA);WRITE(CL);
GOTOXY(10,LINEA);WRITE(NOM);
GOTOXY(18,LINEA);WRITE(CI:6:2);
GOTOXY(30,LINEA);WRITE(CF:6:2);
GOTOXY(42,LINEA);WRITE(EP);
GOTOXY(53,LINEA);WRITE(PA);
LINEA := LINEA+1;
END;
IF LINEA >21 THEN
BEGIN
GOTOXY(60,22);WRITE('TECLEE ENTER');
READLN;
CLRSCR;
RECUADRO;
LINEA := LINEA+1;
LINEA :=7;
END;
FD := FD + 1;
END;
CLOSE(MA);
GOTOXY(61,22);WRITE('NO. DE SUB.:',FD);
READLN;
END;
PROCEDURE REPORTE2;
TYPE MOY=RECORD

```

CL : STRING[3];
NOM : STRING[15];
TIP : STRING[20];
TE : STRING[2];
PA, EP : STRING[1];
CF, CX, CY, CE87, CE88, CE89, CE90,
CE91, CE92, CE93, CE94, CE95 : REAL;
CI, NB, CC96, CC97, CC98, CC99, CC00,
CC01, CC02, CC03, CC04, CCA : REAL;
END;
VAR
MA : FILE OF MOY;
MI : MOY;
FE, LINEA : INTEGER;
RESTA : REAL;
BEGIN
FE := 0;
CLRSCR;
RECUADRO;
LINEA := 7;
ASSIGN(MA, 'SSG.DAT'); RESET(MA);
WHILE NOT(EOF(MA)) DO
WITH MI DO
BEGIN
READ(MA, MI);
IF LINEA <= 21 THEN
BEGIN
GOTOXY(15, 3);
WRITE('SUBESTACIONES EN PROBLEMAS');
GOTOXY(3, 5); WRITE('CLAVE');
GOTOXY(10, 5); WRITE('NOMBRE');
GOTOXY(18, 5); WRITE('CAP. FIRME');
GOTOXY(30, 5); WRITE('CARGA');
GOTOXY(37, 5); WRITE('CARGA EXEDIDA');

```

```

IF EP = 'S' THEN
BEGIN
GOTOXY(3, LINEA); WRITE(CL);
GOTOXY(10, LINEA); WRITE(NOM);
GOTOXY(18, LINEA); WRITE(CF:6:2);
GOTOXY(30, LINEA); WRITE(CC96:6:2);
RESTA := CF-CC96;
GOTOXY(37, LINEA); WRITE(RESTA:6:2);
LINEA := LINEA+1;
FE := FE + 1;
END;
END;
IF LINEA > 21 THEN
BEGIN
GOTOXY(60, 22); WRITE('TECLEE ENTER');
READLN;
CLRSCR;
RECUADRO;
LINEA := LINEA+1;
LINEA := 7;
END;
END;
CLOSE(MA);
GOTOXY(61, 21); WRITE('NO. DE SUB.:', FE);
READLN;
CLRSCR;
RECUADRO;
TEXTCOLOR(BLINK+7);
GOTOXY(30, 12);
WRITE('PROCESANDO DATOS');
TEXTCOLOR(7);
END;
PROCEDURE REPOR3;
TYPE MOYA=RECORD

```



```

CLA, AYU1, AYU2, AYU3, AYU4 : STRING[3];
AYU5, AYU6, AYU7, AYU8, AYU9, AYU10,
AYU11, AYU12 : STRING[3];
CNESE, CCPA1, CCPA2, CCPA3, CCPA4,
CCPA5, CCPA6, CCPA7, CCPA8, CCPA9,
CCPA10, CCPA11, CCPA12 : REAL;
TEA : STRING[2];
CXA, CYA : REAL;
END;
VAR
MAA : FILE OF MOYA;
MIA : MOYA;
LL : INTEGER;
INTERRUP, SUMA : REAL;
BEGIN
ASSIGN (MAA, 'SSGA.DAT'); RESET(MAA);
WHILE NOT (EOF(MAA)) DO
WITH MIA DO
BEGIN
INTERRUP := 1;
SUMA := 0;
READ(MAA, MIA);

```

EN ESTA PARTE DEL PROGRAMA HAY QUE REPORTAR LAS DOCE AYUDADORAS DEL PROCEDIMIENTO A Y EN ESTE CASO TAMBIEN SE REPITE DOCE VECES Y LO UNICO QUE VARIA ES AYUX, DONDE X VA DESDE 1 HASTA 12

```

IF NOT (AYU1 = ' ') THEN
BEGIN
IF INTERRUP <= 4 THEN

```

```

BEGIN
SUMA := SUMA + CCPA1;
INTERRUP := INTERRUP + 1;
IF SUMA >= CNESE THEN
BEGIN
INTERRUP := 5;
END;
END;
END;
HASTA AQUI TERMINA LA PARTE QUE SE REPITE 12 VECES

```

```

IF SUMA >= CNESE THEN
BEGIN
INTERRUP := 1;
CLRSCR;
Writeln;
Writeln;
Writeln(' LA SUBESTACION
EN PROBLEMAS ES : ', CLA);
Writeln(' NESECITA : ', CNESE:6:2);
Writeln;
Writeln(' LAS SUBESTACIONES
A AYUDAR SON : ');
Writeln(' SUBESTACION ', 'APORTACION');
Writeln;
SUMA := 0;

```

ES ESTA PARTE DEL PROGRAMA TAMBIEN ES UNA RUTINA REPETITIVA CON AYUX

```

IF NOT (AYU1 = ' ') THEN
BEGIN

```

```

IF INTERRUPT <=4 THEN
BEGIN
SUMA := SUMA + CCPA1;
WRITELN(' 'AYU1,'      ',CCPA1:6:2);
INTERRUPT := INTERRUPT + 1;
IF SUMA >=CNESE THEN
BEGIN
INTERRUPT := 5;
END;
END;
END;

```

FIN DE LA PARTE REPETITIVA

```

RECUADRO;
READLN;
END;
IF CNESE > SUMA THEN
BEGIN
IF TEA = 'SI' THEN
BEGIN
CLRSCR;
WRITELN;
WRITELN('  SOLUCION DOS');
WRITELN('  LA SUBESTACION
EN PROBLEMAS ES :',CLA);
RECUADRO;
READLN;
END;
END;
IF CNESE > SUMA THEN
BEGIN
IF TEA = 'NO' THEN
BEGIN

```

```

CLRSCR;
WRITELN;
WRITELN('  SOLUCION TRES');
WRITELN('  LA SUBESTACION
EN PROBLEMAS ES :',CLA);
RECUADRO;
READLN;
END;
END;
END;
CLOSE(MAA);
END;
PROCEDURE ANALISIS;
LABEL AN;
TYPE MOY=RECORD
CL : STRING[3];
NOM : STRING[15];
TIP : STRING[20];
TE : STRING[2];
PA, EP : STRING[1];
CF, CX, CY, CE87, CE88, CE89,CE90,
CE91, CE92, CE93, CE94, CE95 : REAL;
CI, NB, CC96, CC97, CC98, CC99, CC00,
CC01, CC02, CC03, CC04, CCA : REAL;
END;
VAR
MA : FILE OF MOY;
MI : MOY;
ANO : INTEGER;
LL : INTEGER;
BEGIN
AN:
CLRSCR;
RECUADRO;

```

```
GOTOXY(3,3);WRITE('AÑO DE ANALISIS :');  
READLN(ANO);  
CASE ANO OF
```

**A PARTIR DE ESTE "CASE" SE REPITE
LO SIGUIENTE. LO QUE CAMBIA ES EL
NUMERO DESDE 87 HASTA 04**

```
87 : BEGIN  
LL := 0;  
ASSIGN(MA,'SSG.DAT');RESET(MA);  
WHILE NOT(EOF(MA)) DO  
WITH MI DO  
BEGIN  
READ(MA,MI);  
SEEK(MA,LL);  
CCA := CE87;  
WRITE(MA,MI);  
LL := LL+1;  
END;  
CLOSE(MA);  
ETIQ;  
REPORTE1;  
REPORTE2;  
A;  
REPOR3;  
END;
```

**HASTA AQUI TERMINA LA PARTE
QUE SE REPITE**

```
IF ANO <> 87 THEN
```

```
BEGIN  
IF ANO <> 88 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 89 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 90 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 91 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 92 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 93 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 93 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 94 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 95 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 96 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 97 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 98 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 99 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 00 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 01 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 02 THEN  
BEGIN  
IF ANO <> 03 THEN
```

```

BEGIN
IF ANO <> 04 THEN
BEGIN
CLRSCR;
RECUADRO;
GOTOXY(10,10);
WRITE('ANO FUERA DEL RANGO');
READLN;
GOTO AN;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
BEGIN
REPEAT
TEXTCOLOR(7);
CLRSCR;
RECUADRO;

```

```

GOTOXY(32,3);
WRITELN('MENU PRINCIPAL');
GOTOXY(13,8);
WRITELN('A CATALOGO');
GOTOXY(13,9);
WRITELN('B ANALISIS');
GOTOXY(13,10);WRITELN('C SALIR');
GOTOXY(19,16);
WRITELN('DIGITE EL INCISO DE LA
OPCION QUE DESEE: ');
GOTOXY(81,18);READLN(OP);
IF OP='A' THEN CATALOGO;
IF OP='B' THEN ANALISIS;
IF OP='C' THEN
BEGIN
CLRSCR;
RECUADRO;
GOTOXY(23,11);
WRITELN('FIN DEL PROGRAMA
TECLEE <<ENTER>>');
GOTOXY(57,11);READLN;
CLRSCR;
HALT(1);
END;
IF OP<>'A' THEN
BEGIN
IF OP<>'B' THEN
BEGIN
IF OP<>'C' THEN
BEGIN
GOTOXY(21,18);
WRITELN('OPCION NO EXISTENTE
TECLEE<<ENTER>>');
GOTOXY(57,18);READLN;

```

END;
END;
END;
UNTIL ZXC=1;
END.

APÉNDICE D. Explicación del programa, porque el programa no tiene ningún comentario.

Procedimiento recuadro

Hace un cuadro en la pantalla

Procedimiento escritura (una escritura es introducir datos cuando no existen, y si existen estos serán borrados)

1. Primero se declaran las variables de la base de datos, variables de procedimiento.
2. Se abre la base de datos.
3. Limpia pantalla
4. Llama al **procedimiento recuadro**
5. Se empiezan a dar de alta los diferentes campos que componen un registro, los campos son: clave (**cl**), nombre (**nom**), coordenada 'x' (**cx**), coordenada 'y' (**cy**), tipo de transformador (**tip**), número de bancos (**nb**), capacidad instalada (**ci**), capacidad firme (**cf**), tiene espacio (**te**), cargas estadísticas (**ce87** hasta **ce95**), cargas calculadas (**cc96** hasta **cc04**)
6. Una vez capturado todos los datos se pregunta **Esta correcto [S/N]**, si es afirmativo se graban los mismos, si no es afirmativo no se graban
7. Pregunta **dar otra alta [S]Si [N]No**, si es si ir a 2, si es no siguiente paso
8. Cerrar base de datos.

Procedimiento altas (una altas es agregar registros a una base de datos que ya contiene algunos o por lo menos un registro)

1. Primero se declaran las variables de la base de datos, variables de procedimiento.
2. Se abre la base de datos.
3. Limpia pantalla
4. Llama al **procedimiento recuadro**
5. Teclar la clave del registro a dar de alta **cn**
6. Verificar si ese registro ya fue dado de alta, si es si imprime en pantalla **clave ya existe** e ir a 9, si es no siguiente paso
7. Empezar a dar de alta los diferentes campos que componen un registro, los campos son:
clave (**cl**)
nombre (**nom**)

coordenada x (**cx**)
coordenada y (**cy**)
tipo de transformador (**tip**)
número de bancos (**nb**)
capacidad instalada (**ci**)
capacidad firme (**cf**)
tiene espacio (**te**)
cargas estadísticas (**ce07** hasta **ce05**)
cargas calculadas (**cc06** hasta **cc04**)

8. Una vez capturados todos los datos se pregunta **Esta correcto [S/N]**, si es afirmativo se graban los mismos, si no es afirmativo no se graban y continua con la siguiente pregunta
9. Pregunta **dar otro alta [S]Si [N]No**, si es si ir a 2, si es no siguiente paso
10. Cerrar base de datos

Procedimiento altasaltas

1. Declaración de variables
2. Limpia pantalla
3. Ejecuta **procedimiento recuadro**
4. Preguntar **Ya existen datos [S/N]**, si es si ejecuta el **procedimiento altas**, si es no ejecuta el **procedimiento escritura**

Procedimiento bajas

1. Declaración de variables de una base de datos alterna, de la base de datos y las propias de procedimiento
2. Limpia pantalla
3. Llama al **procedimiento recuadro**
4. Abre las dos base de datos
5. Teclea la clave a dar de baja **ca**
6. Busca el registro con esa clave y muéstralo en pantalla, pero si no lo encuentra, despliega en pantalla **no existe ese código**
7. Graba en la base de datos alterna todos los registros existente excepto el que se va a borrar

8. Borra la base de datos y renombra la base de datos alterna con el nombre de la base de datos
9. Preguntar *de otra baja [S/N]*, si es si ir a 2, si es no cierra la base de datos y el procedimiento termina

Procedimiento cambios

1. Primero se declaran las variables de la base de datos, variables de procedimiento.
2. Limpia pantalla
3. Llama al **procedimiento recuadro**
4. Teclear la clave a modificar en
5. Abrir base de datos
6. Busca el registro que pertenece a la clave que se tecleo, imprime los datos en pantalla, hacer la pregunta del siguiente paso y si no lo encuentra despliega en pantalla **ese código no existe** e ir a 11
7. ***Digite el inciso a modificar***
8. Corrige el inciso deseado
9. Preguntar ***desea modificar otro inciso [S/N]***, si es si ir a 7, si es siguiente paso
10. Preguntar ***graba ese dato [S/N]***, si es si graba ese registro en la base de datos, si es no siguiente paso
11. Preguntar ***hace otro cambio [S/N]***, si es si ir a 2, si es no cierra la base de datos y fin del procedimiento

Procedimiento consulta

1. Primero se declaran las variables de la base de datos, variables de procedimiento.
2. Limpia pantalla
3. Llama al **procedimiento recuadro**
4. Teclear la clave a consultar en
5. Busca esa clave y si la encuentra imprime los datos en pantalla, y si no la encuentra despliega en la pantalla **la clave que se pidió no se encuentra en el archivo**
6. Preguntar ***desea consultar otro dato [S/N]***, si es si ir a 2, si es no cierra la base de datos y fin de procedimiento.

Procedimiento Catálogo

1. Declaración de variables

2. Limpia pantalla
3. Ejecuta **procedimiento recuadro**
4. Imprime en pantalla:

Menú del Catálogo

- A) Altas
- B) Bajas
- C) Cambios
- D) Consultas
- E) Regresar

5. ***Digite el inciso de la opción que desee:***

6. Si es A ejecuta el **procedimiento altasaltas**, si es B ejecuta el **procedimiento bajas**, si es C ejecuta el **procedimiento cambios**, si es D ejecuta el **procedimiento consultas** y si es E regresa al menú principal, y si no es ninguna de las anteriores despliega en pantalla **opción no existente teclee <<enter>>**.

Procedimiento eti

1. Declaración de variables de la base de datos y las propias de procedimiento
2. Abre la base de datos
3. Mientras no encuentre el fin de archivo ejecuta lo siguiente, y cuando lo encuentre ir a 9
4. Comparar la capacidad firme (**cf**) contra la carga en el año en cuestión (**ca**)
5. Si la carga es mayor que la capacidad firme, etiqueta de la siguiente forma **este registro esta en problema (ep) igual s, puede ayudar (pa) igual n**
6. Si la carga en el año en cuestión (**ca**) es menor que la capacidad firme (**cf**), y su diferencia mayor que 5 entonces etiqueta de la siguiente forma **esta en problema (ep) igual n, puede ayudar (pa) igual s**
7. Si la carga en el año en cuestión (**ca**) es menor que la capacidad firme (**cf**), y su diferencia menor que 5 entonces etiqueta de la siguiente forma **esta en problema (ep) igual n, puede ayudar (pa) igual a n**
8. Escribe los registros en la base de datos
9. Cierra la base de datos y fin de procedimiento

Procedimiento A

1. **Declaración de variables de la base de datos, de la base de datos auxiliar y de las variables propias del procedimiento**

***** Poner los datos en la base de datos auxiliar *****

2. **Abre las dos base de datos**
3. **Mientras no encuentre el fin de archivo de la base de datos ejecuta lo siguiente, y cuando lo**
4. **Encuentre ir a 6**
5. **Si $ep = s$ entonces asigna el valor de cl a cla , el valor de ex a exa , el valor de cy a cya , el valor de ta a taa , y el valor diferencia de la carga (ca) y la capacidad firme (cf) a $cnese$**
6. **Graba los datos anteriores en la base de datos auxiliar**
7. **Cierra las dos bases de datos**

Para garantizar que a cada subestación en problemas se le van a asignar 4 ayudadoras a partir de aquí y hasta donde se indique el procedimiento se repetirá 12 veces, variando únicamente la ayudadora en turno, (ayu1, ayu2, hasta ayu12)

***** asignar la primera ayudadora *****

8. **Abre la base de datos auxiliar**
9. **Mientras no encuentre el fin de archivo ejecuta lo siguiente, y cuando lo encuentre ir a 19**
10. **Asigna un valor muy grande a dm**
11. **Lee el registro en turno y ejecuta lo siguiente (el registro en turno será: en la primera corrida será el primer registro en la segunda será el segundo y así sucesivamente hasta encontrar el fin de archivo o lo que es lo mismo el último registro)**
12. **Abre la base de datos**
13. **Mientras no encuentre el fin de archivo ejecuta lo siguiente, y cuando lo encuentre ir a 16**
14. **Lee el registro en turno etiquetado con $pa = s$ y ejecuta lo siguiente, (el registro en turno será para la primera corrida será el primer registro etiquetado con $pa = s$, en la segunda será el segundo registro etiquetado con $pa = s$ y así sucesivamente hasta encontrar el fin de archivo o lo que es lo mismo el último registro)**

15. Calcula la distancia y guarda ese valor en **dma** empleando el teorema de Pitágoras, utilizando las coordenadas dadas de alta de los registros en turno, tanto de la base de datos como de la base de datos auxiliar.
16. Si el valor de **dma** es menor que el valor de **dm** que en la primera corrida así será, asigna a **ayu1** el valor de **cl** del registro en turno de la base de datos y asigna el valor de **dma** a **dm**, y si no ir a 12
17. Graba el registro de la base de datos auxiliar
18. Cerrar la base de datos e ir a 12
19. Pasar el valor en turno de **dm** a un arreglo **acqdist** e ir a 8
20. Cerrar la base de datos auxiliar

*** poner las ayudadoras en un arreglo ***

21. Abrir base de datos auxiliar
22. Mientras no sea fin de archivo ejecuta lo siguiente y cuando lo sea ir a 23
23. Pasar los campos **ayu1** del registro en turno al arreglo **ayu**
24. Cierra la base de datos
25. Poner el valor de **n** al arreglo **desapar**

*** comparaciones ***

26. Desde el valor de **cont = 1** hasta el valor de **td -1** (el valor **td** el número de registros de la base de datos auxiliar) ejecuta lo siguiente
27. Desde el valor **conti = cont + 1** hasta **td** ejecuta lo siguiente
28. Si el valor del arreglo **ayu** de **cont** es igual al valor del arreglo **ayu** de **conti** entonces ejecuta lo siguiente y si no ir a 34
29. Si el valor del arreglo **desapar** de **cont** es igual a **n** entonces ejecuta lo siguiente de lo contrario ir a 34
30. Si el valor del arreglo **desapar** de **conti** es igual a **n** entonces ejecuta lo siguiente de lo contrario ir a 34
31. Si el valor del arreglo **acqdist** de **cont** es menor al valor del arreglo **acqdist** de **conti** entonces ejecuta lo siguiente de lo contrario ir a 34
32. Asigna el valor de **s** al valor del arreglo **desapar** de **conti**

33. Si el valor del arreglo **acqdist** de **cont** es mayor al valor del arreglo **acqdist** de **cont** entonces ejecuta lo siguiente de lo contrario ir a 34

34. Asigna el valor de **s** al valor del arreglo **desapar** de **cont**

35. Si **cont = 0** menor que **td** ir a 26

36. Si **cont = 0** menor que **td - 1** ir a 26

37. Desde **cont = 1** hasta **td** ejecuta lo siguiente

38. Si el valor del arreglo **desapar** de **cont** es igual a **s** asigna al arreglo **ayu** de **cont = 0** espacio y **acqdist** de **cont** el valor de cero

39. Si **cont** es menor o igual a **td** ir a 36

*** regresar los valores **ayu1** ya corregidos a la base de datos auxiliar ***

40. Inicializar el contador **cont = 1**

41. Abrir base de datos auxiliar

42. Mientras no sea el fin de archivo ejecuta lo siguiente y cuando sea fin de archivo ir a 45

43. De el arreglo **ayu** de **cont** asigna el valor correspondiente a **ayu1**

44. Graba los registros a la base de datos auxiliar

45. Incrementar el contador **cont** e ir a 41

46. Cierra la base datos auxiliar

*** volver a reetiquetar ***

47. Abrir base de datos

48. Mientras no sea fin de archivo ejecuta lo siguiente, de lo contrario ir a 53

49. Desde **cont = 1** hasta el valor que tenga **td** ejecuta lo siguiente

50. Si **el** es igual al valor correspondiente del arreglo **ayu** de **cont** entonces

51. Asigna el valor de **n** a **pa**

52. Grabar el registro a la base de datos

53. Si **cont** es igual o menor a **td** entonces ir a 47

54. Cierra la base de datos

Hasta aquí el procedimiento se repite 12 veces

Procedimiento reporte1

1. Declaración de las variables de la base de datos, de las propias de este procedimiento
2. Limpia pantalla
3. Ejecuta el **procedimiento recuadro**
4. Acomodar titulos

Estado General

Clave	Nombre	Cap. Inst.	Cap. Firme	Problemas	Puede Ayudar
--------------	---------------	-------------------	-------------------	------------------	---------------------

Procedimiento reporte2

1. Declaración de las variables de la base de datos, de las propias de este procedimiento
2. Limpia pantalla
3. Ejecuta el **procedimiento recuadro**
4. Acomodar titulos

Subestaciones en Problemas

Clave	Nombre	Cap. Firme	Carga	Carga Excedida
--------------	---------------	-------------------	--------------	-----------------------

Procedimiento reporte3

1. Declaración de variables de la base de datos auxiliar, de las propias de este procedimiento
2. Abre la base de datos auxiliar
3. Mientras no sea el fin de archivo ejecuta lo siguiente
4. Se inicializan dos variables que son **Interrup = 1** y **suma = 0**
5. Lee el registro en turno de la base de datos auxiliar
6. Si el valor de **ayu1** es diferente de espacios en blanco ejecuta lo siguiente y si no agregar la siguiente ayudadora que sería la ayudadora que cumpla con la opción requerida (recuérdese que fueron 12 ayudadoras desde **ayu1** hasta **ayu12**)
Si **Interrup** (**Interrup** es un contador para contar las subestaciones ayudadoras que se van agregando, solo puede tener un valor máximo de 4) es menor o igual a 4 ejecuta lo siguiente y si no agregar la siguiente ayudadora que cumpla con esta condición
7. Realiza la siguiente operación **suma = suma + ccap1** (**ccap1** es la aportación de la ayudadora uno)
8. Incrementar el contador **Interrup**
9. Si el valor de **suma** es mayor o igual a el valor que necesita el registro en turno **cnese** (que es la subestación en problemas) ejecuta lo siguiente si no agregar la siguiente ayudadora y el proceso se repite hasta que el valor de **suma** se mayor o igual a **cnese** o que el valor de **Interrup** sea 4
10. Se le asigna a **Interrup = 5**
11. Si el valor que necesita la subestación en problemas en turno para satisfacer su diferencia entre la carga (**cca**) y la capacidad firme (**cf**) es mayor o igual al valor **suma**, que es la aportación de las ayudadoras, ejecuta lo siguiente de lo contrario ir a 24
12. Se inicializa el contador **Interrup = 1**
13. Limpia la pantalla
14. Despliega en pantalla los letreros:
LA SUBESTACIÓN EN PROBLEMAS ES: cca
NECESITA: cnese
LAS SUBESTACIONES A AYUDAR SON
SUBESTACIÓN APORTACIÓN
15. Si **ayu1** no es igual a espacios ejecuta lo siguiente de lo contrario agrega la siguiente ayudadora que si cumpla con esta condición (recuérdese que son 12 ayudadoras) esto se hace para desplegar las ayudadoras en pantalla

16. Si **interrup** es menor o igual a cuatro ejecuta lo siguiente de lo contrario agregar la siguiente ayudadora
17. Ejecuta la siguiente operación **suma = suma + cepar** (**cepar** es la aportación de la ayudadora en turno) esto se hace para desplegar en pantalla la operación de las ayudadoras
18. Despliega en pantalla esta ayudara y su respectiva aportación

ayu1	cepa1
ayu2	cepa2
19. Incrementa el contador **interrup**
20. Si el valor **suma** es mayor o igual al valor **cnese** (**cnese** es el valor con que tiene problemas el registro en turno) ejecuta lo siguiente de lo contrario agregar la siguiente ayudadora
21. Se asigna a **interrup = 5**
22. Ejecuta el **procedimiento recuadro**
23. Si el valor **cnese** que es el valor problema de la subestación en problemas en turno es mayor que la suma de las aportaciones de sus ayudadoras ejecuta lo siguiente de lo contrario ir a 27
24. Si tiene espacio **tea = si** ejecuta lo siguiente y si no ir a 27
25. Despliega en la pantalla SOLUCIÓN DOS
26. Si el valor problema del registro en turno es mayor que la suma de las aportaciones de sus ayudadoras ejecuta lo siguiente de lo contrario ir a 29
27. Si tiene espacio **tea = no** ejecuta lo siguiente y si no ir a 29
28. Despliega en pantalla SOLUCIÓN 3
29. Cerrar base de datos

Procedimiento análisis

1. Declaración de variables de la base de datos y las propias del procedimiento
2. Limpia pantalla
3. Ejecuta **procedimiento recuadro**
4. Preguntar **año a analizar año**
5. Ir al año que se tecleo y ejecuta lo que continua entre ese empiezo y final
6. Si es x ejecuta lo siguiente, donde x puede valer: 96, 97, ..., 03 ó 04
7. Abre base de datos
8. Mientras no sea fin de archivo ejecuta lo siguiente y cuando lo encuentre ir a 11
9. Asigna el valor de la carga de ese año **ccx** donde x puede valer: 96, 97, ..., 03 ó 04 a la variable **cca**

10. Escribir los datos en la base de datos
11. Cierra base de datos
12. Ejecuta el procedimiento eti
13. Ejecuta el procedimiento reporte1
14. Ejecuta el procedimiento reporte2
15. Ejecuta el procedimiento a
16. Ejecuta el procedimiento reporte3

Cuerpo principal del programa

Limpia pantalla y ejecuta recuadro

Despliega en pantalla

Menú principal

A) Catálogo

B) Análisis

C) Salir

Digite el inciso de la opción que desee:

Si se teclea A ejecuta el procedimiento Catálogo

Si se teclea B ejecuta el procedimiento análisis

Si se teclea C fin del programa

Si se teclea algo diferente a A, B o C despliega en pantalla ***opción no existente teclee***

<<enter>>

APÉNDICE E. Explicación de como utilizar el programa.

```

      MENU PRINCIPAL

      A) CATALOGO
      B) ANALISIS
      C) SALIR

      DIGITE EL INCISO DE LA OPCION QUE DESEE:

```

Este programa es ejecutado con la instrucción final.exe y esta es la primera pantalla que aparece, el programa solo acepta letras mayúsculas, y si se teclaea una letra que no sea A, B ó C aparecerá la siguiente pantalla:

```

      MENU CATALOGO

      A) ALTAS
      B) BAJAS
      C) CAMBIOS
      D) CONSULTAS
      E) REGRESAR

      DIGITE EL INCISO DE LA OPCION QUE DESEE:

```

De la misma forma que en el menú anterior si se llega teclrear una letra que no sea las del menú aparecerá opción no existente, si se tecllea A aparece la siguiente pregunta:

```

A) CLAVE:

```

Si la clave que se teclleo ya existe se despliega la siguiente pantalla

```

      MENU PRINCIPAL

      A) CATALOGO
      D) ANALISIS
      C) SALIR

      DIGITE EL INCISO DE LA OPCION QUE DESEE:
      OPCION NO EXISTENTE <<TECLEE ENTER>>

```

Para poder continuar una vez que se teclleo una opción que no existe, se tecllea <<ENTER>> Para llevar orden comenzaremos con la opción A, la pantalla que aparecerá es la siguiente:

```

      YA EXISTEN DATOS [S/N]

```

La finalidad de esta pregunta es si se desea empezar con una nueva base de datos, si es así se contesta N, si se van a agregar más datos a una base de datos ya existente se tecllea S, sin importar lo que se responde, se debe tecllear la clave de la subestación a dar de alta

```

A) CLAVE:

      CLAVE YA EXISTE

      DAR OTRA ALTA      [S] [N]

```

Si se contesta S vuelve a preguntar por la clave; si se contesta N regresa al menú del catálogo. Pero en el caso de no ser encontrado se empieza con la captura de datos

A) CLAVE:				
B) NOMBRE:				
C) COORDENADA X:		D) COORDENADA Y:		
E) TIPO DE TRANSFORMADOR:				
F) CAPACIDAD INSTALADA:				
G) CAPACIDAD FIRME:				
I) TIENE ESPACIO:				
J) CARGAS ESTADISTICAS:				
87	88	89	90	91
92	93	94	95	
K) CARGAS CALCULADAS:				
96	97	98	99	00
1	2	3	4	

Una vez que se termina de capturar todos los datos se hace la siguiente pregunta

A) CLAVE:				
B) NOMBRE:				
C) COORDENADA X:		D) COORDENADA Y:		
E) TIPO DE TRANSFORMADOR:				
F) CAPACIDAD INSTALADA:				
G) CAPACIDAD FIRME:				
I) TIENE ESPACIO:				
J) CARGAS ESTADISTICAS:				
87	88	89	90	91
92	93	94	95	
K) CARGAS CALCULADAS:				
96	97	98	99	00
1	2	3	4	
ESTA CORRECTO		[S]SI [N]NO		

Si se contesta S se graban los datos y si se contesta N no se graban y se hace la siguiente pregunta:

A) CLAVE:				
B) NOMBRE:				
C) COORDENADA X:		D) COORDENADA Y:		
E) TIPO DE TRANSFORMADOR:				
F) CAPACIDAD INSTALADA:				
G) CAPACIDAD FIRME:				
I) TIENE ESPACIO:				
J) CARGAS ESTADISTICAS:				
87	88	89	90	91
92	93	94	95	
K) CARGAS CALCULADAS:				
96	97	98	99	00
1	2	3	4	
ESTA CORRECTO		[S]SI [N]NO		
DAR OTRA ALTA		[S]SI [N]NO		

Si se contesta S se empieza con la captura nuevamente, si se contesta N se regresa al menú de catálogo

MENU CATALOGO				
A) ALTAS				
B) BAJAS				
C) CAMBIOS				
D) CONSULTAS				
E) REGRESAR				
DIGITE EL INCISO DE LA OPCION QUE DESEE:				

Continuamos con el inciso B y en la siguiente pantalla se pregunta por la clave de la subestación a dar de baja

A) CLAVE:				
-----------	--	--	--	--

Después que se tecleo la clave se da entre y empieza la búsqueda, si no es encontrada despliega la siguiente pantalla:

NO EXISTE ESE CODIGO				
DESEA DAR OTRA BAJA [S/N]				

Y vuelve a preguntar por la clave, si es encontrada en la base de datos se despliegan en pantalla todos los datos y en ese momento es borrada, y hace la siguiente pregunta:

A) CLAVE:
 B) NOMBRE:
 C) COORDENADA X: D) COORDENADA Y:
 E) TIPO DE TRANSFORMADOR:
 F) CAPACIDAD INSTALADA:
 G) CAPACIDAD FIRME:
 I) TIENE ESPACIO:
 J) CARGAS ESTADISTICAS:
 87 88 89 90 91
 82 83 84 85 86
 K) CARGAS CALCULADAS:
 88 87 86 85 84 83
 1 2 3 4

DESEA DAR OTRA BAJA (S/N)

Si se contesta S vuelve a preguntar por la subestación a dar de baja, si se contesta N se regresa al menú de catálogo

MENU CATALOGO

A) ALTAS
 B) BAJAS
 C) CAMBIOS
 D) CONSULTAS
 E) REGRESAR

DIOTE EL INCISO DE LA OPCION QUE DESEE:

Opción C, en la siguiente pantalla se pregunta por la clave de la subestación a ser modificada

A) CLAVE:

Después que se tecleo, empieza la búsqueda si la encuentra despliega todos los datos en la pantalla, si no la encuentra aparece la siguiente pantalla:

A) CLAVE:

ESE CODIGO NO EXISTE

HACE OTRO CAMBIO (S/N)

Si se responde que si vuelve a preguntar la clave de la subestación a modificar y si en este caso si existe despliega todos sus datos en la pantalla

A) CLAVE:
 B) NOMBRE:
 C) COORDENADA X: D) COORDENADA Y:
 E) TIPO DE TRANSFORMADOR:
 F) CAPACIDAD INSTALADA:
 G) CAPACIDAD FIRME:
 I) TIENE ESPACIO:
 J) CARGAS ESTADISTICAS:
 87 86 89 90 91
 82 83 84 85 86
 K) CARGAS CALCULADAS:
 88 87 86 85 84 83
 1 2 3 4

DIOTE EL INCISO A MODIFICAR:

Se puede modificar cualquier inciso por separado, solo en el caso de las cargas se tienen que modificar todas, por ejemplo si se quiere modificar el inciso I solo aparece ese inciso

I) TIENE ESPACIO:

DESEA MODIFICAR OTRO INCISO(S/N)

Después que se modifico y se dio enter hace la pregunta mostrada si se contesta S aparece la pantalla anterior si se contesta N hace la siguiente pregunta

I) TIENE ESPACIO.

DESEA MODIFICAR OTRO INCISO(S/N)
GRABA ESE DATO (S/N)

Si se contesta S el dato corregido se graba si se contesta N no se graba, independientemente cual fue la respuesta hace la siguiente pregunta

I) TIENE ESPACIO:

DESEA MODIFICAR OTRO INCISO(S/N)
GRABA ESE DATO (S/N)
HACE OTRO CAMBIO (S/N)

Si desea realizar otro cambio a alguna otra subestación se tecléa S y vuelve a preguntar la clave, si se contesta N se regresa al menú de catálogo

MENU CATALOGO

- A) ALTAS
- B) BAJAS
- C) CAMBIOS
- D) CONSULTAS
- E) REGRESAR

DIGITE EL INCISO DE LA OPCION QUE DESEE:

Continuamos con el inciso D, y en la siguiente pantalla nos preguntara la clave de la subestación a consultar

A) CLAVE:

Después que se tecléo la clave empieza la búsqueda y si no la encuentra despliega la siguiente pantalla, haciendo la siguiente pregunta

A) CLAVE:

LA CLAVE QUE SE PIDIO NO SE ENCUENTRA
DESEA HACER OTRA CONSULTA (S/N)

Si se contesta S vuelve a preguntar la clave y si la encuentra despliega la siguiente pantalla haciendo la siguiente pregunta

A) CLAVE:
B) NOMBRE:
C) COORDENADA X:

E) TIPO DE TRANSFORMADOR:
F) CAPACIDAD INSTALADA:
G) CAPACIDAD FIRME:

I) TIENE ESPACIO:
J) CARGAS ESTADISTICAS:

87	88	89	90	91
92	93	94	95	
K) CARGAS CALCULADAS:				
96	97	98	99	00
1	2	3	4	

DESEA HACER OTRA CONSULTA (S/N)

Si se contesta S vuelve a preguntar la clave de la subestación a consultar, si se contesta N se regresa al menú de catálogo

MENU CATALOGO

- A) ALTAS
- B) BAJAS
- C) CAMBIOS
- D) CONSULTAS
- E) REGRESAR

DIGITE EL INCISO DE LA OPCION QUE DESEE:

Si se tecla el inciso E se regresa al menú principal, desplegando antes la siguiente pantalla

FIN DEL MENU DE CATALOGO
TECLEE << ENTER >>

Unicamente se teclaea enter para continuar y desplegara el menú principal

MENU PRINCIPAL

- A) CATALOGO
- B) ANALISIS
- C) SALIR

DIGITE EL INCISO DE LA OPCION QUE DESEE:

Continuamos con el inciso B y en la siguiente pantalla preguntara el año de análisis

AÑO DE ANALISIS:

Se teclaea el año para el cual se desea hacer el análisis; desde el año del 87 al 04 pero si se teclaea un año fuera de este rango aparecerá la siguiente pantalla

AÑO DE ANALISIS:

AÑO FUERA DE RANGO

En este caso volverá a preguntar hasta que se teclaea un año dentro del rango señalado una vez teclaeado aparece la siguiente pantalla

ESTADO GENERAL

CLAVE	NOMBRE	CAP. INST.	CAP FIRME	PROBL.	PUEDA AYUD.
AAA	ALFA	180	144	N	S
BBB	BETA	100	60	S	N

NUMERO DE SUBESTACIONES: 2

En esta pantalla aparecen todas las subestaciones que se dieron de alta y el estado que guardan, una vez que se lleno la pantalla o aparece el número de subestaciones se teclaea enter para pasar a la siguiente pantalla

SUBESTACIONES EN PROBLEMAS					
CLAVE	NOMBRE	CAP FIRME	CARGA	CARGA EXCEDIDA	
BBB	BETA	80	170	90	

NUMERO DE SUBESTACIONES: 1

En esta pantalla aparecen únicamente las subestaciones en problemas, se tecléa enter una vez que la pantalla se llene o hasta que aparezca el número de subestaciones, y tecléando enter aparece la siguiente pantalla

PROCESANDO

Una vez que termine de procesar todos los datos aparecerá la pantalla mostrando los resultados; una pantalla por cada subestación en problemas, en la siguiente pantalla se muestra el resultado

SOLUCION UNO
LA SUBESTACION EN PROBLEMAS ES: BBB
LAS SUBESTACIONES A AYUDAR SON
SUBESTACION APORTACION
AAA 100

En este caso es la pantalla de la solución uno,

SOLUCION DOS
LA SUBESTACION EN PROBLEMAS ES: BBB

Solución dos

SOLUCION TRES
LA SUBESTACION EN PROBLEMAS ES: BBB

Solución tres, una vez que se presentó la solución a todas las subestaciones se regresa al menú principal

MENU PRINCIPAL
A) CATALOGO
B) ANALISIS
C) SALIR
DIGITE EL INCISO DE LA OPCION QUE DESEE:

Si se tecléa C fin del programa

APÉNDICE F. En las siguientes tablas se muestra un resumen de resultados

1996

SUBESTACIÓN	CARGA EXCED.	SOLUCIÓN UNO						SOLUCIÓN DOS	SOLUCIÓN TRES
		S. A.	A.	S. A.	A.	S. A.	A.		
CHALCO	3.19	AGUA VIVA	5.87						
CONTRERAS	4.72	OLIVAR	7.11						
LECHERÍA	14.94	BARRIENTOS	14.39	CEILÁN	9.4				
NETZAHUALCOYOTL	14.36	PANTITLAN	21.42						
REFORMA	3.33	TACUBAYA	50.47						
VILLA DE LAS FLORES	18.6	ECATEPEC	48.83						
XALOSTOC	3	GUADALUPE	40.06						

1997

SUBESTACIÓN	CARGA EXCED.	SOLUCIÓN UNO						SOLUCIÓN DOS	SOLUCIÓN TRES
		S. A.	A.	S. A.	A.	S. A.	A.		
AYOTLA	8.81	LOS REYES	31.91						
CHALCO	8.21	AGUA VIVA	5.96	CHAPINGO	41.14				
COAPA	2.54	IZTAPALAPA	19.32						
CONTRERAS	8.42	CUAJIMALPA	54.06						
LECHERÍA	10.78	BARRIENTOS	14.89						
MADERO	5.92	ARAGÓN	7.92						
MAGDALENA	1.5	SAN ANDRÉS	21.81						
NETZAHUALCOYOTL	17.68	PANTITLAN	21.23						
ODON DE BUEN	1.49	OLIVAR	5.84						
REFORMA	4.4	TACUBAYA	47.59						
VILLA DE LAS FLORES	19.34	ECATEPEC	46.2						
XALOSTOC	12.47	GUADALUPE	40.09						

S. A. Subestación Ayudadora

A. Aportación, la primera aportación es total y la segunda y/o siguientes es únicamente lo que sea necesario

1998

SUBESTACIÓN	CARGA EXCED.	SOLUCIÓN UNO						SOLUCIÓN DOS	SOLUCIÓN TRES
		S. A.	A.	S. A.	A.	S. A.	A.		
ATIZAPAN	5,13	LOMA	24,49						
AYOTLA	16,95	LOS REYES	31,54						
CHALCO	13,23	AGUA VIVA	6,24	CHAPINGO	35,09				
COAPA	6,39	IZTAPALAPA	18,67						
CONTRERAS	12,12	CUAJIMALPA	49,81						
CUAUTITLÁN	0,89	CEILÁN	6,2						
LECHERÍA	6,61	BARRIENTOS	15,39						
MADERO	13,87	ARAGÓN	7,04	MOCTEZUMA	28,11				
MAGDALENA	3,58	SAN ANDRÉS	21,93						
NETZAHUALCOYOTL	20,98	PANTITLÁN	21,05						
ODON DE BUEN	6,59	VERÓNICA	43,49						
REFORMA	5,47	TACUBAYA	44,71						
TAXQUEÑA	2,32	COYOACÁN	34,49						
VILLA DE LAS FLORES	20,09	ECATEPEC	43,57						
VICTORIA	3,4								XXX
XALOSTOC	21,93	GUADALUPE	40,12						

126

S. A. Subestación Ayudadora

A. Aportación, la primera aportación es total y la segunda y/o siguientes es únicamente lo que sea necesario

1999

SUBESTACIÓN	CARGA EXCED.	SOLUCIÓN UNO						SOLUCIÓN DOS	SOLUCIÓN TRES
		S. A.	A.	S. A.	A.	S. A.	A.		
ATIZAPAN	11.18	LOMA	26.62						
AYOTLA	25.1	LOS REYES	31.18						
CHALCO	18.24								XXX
COAPA	10.24	IZTAPALAPA	18.02						
CONTRERAS	15.82	CUAJIMALPA	46.56						
CUAUTITLAN	2.42							XXX	
LECHERÍA	2.44	BARRIENTOS	15.89						
MADERO	21.82	ARAGÓN	6.16	MOCTEZUMA	26.42				
MAGDALENA	5.67	SAN ANDRÉS	22.04						
NETZAHUALCOYOTL	24.31	PANTITLAN	20.87	MERCED	50.09				
ODON DE BUEN	11.88	VERÓNICA	44.62						
REFORMA	6.53	TACUBAYA	41.82						
TAXQUEÑA	6.31	COYOACAN	28.29						
VALLE DE MÉXICO	0.04	CHAPINGO	29.04						
VILLA DE LAS FLORES	20.83	ECATEPEC	40.93						
VICTORIA	8.8								XXX
XALOSTOC	31.4	GUADALUPE	40.16						

127

S. A. Subestación Ayudadora

A. Aportación, la primera aportación es total y la segunda y/o siguientes es únicamente lo que sea necesario

2000

SOLUCIÓN UNO									
SUBESTACIÓN	CARGA EXCED.	S. A.	A.	S. A.	A.	S. A.	A.	SOLUCIÓN DOS	SOLUCIÓN TRES
ATIZAPAN	17.23	LOMA	28.76						
AYOTLA	33.24								XXX
CAREAGA	2.21	AZCAPOTZALCO	54.43						
CHALCO	23.26								XXX
COAPA	14.09	IZTAPALAPA	17.37						
CONTRERAS	19.52	CUAJIMALPA	41.31						
CUAUTILAN	4.16							XXX	
MADERO	29.77	ARAGÓN	5.17	MOCTEZUMA	24.74				
MAGDALENA	7.75	SAN ANDRÉS	22.16						
NETZAHUALCOYOTL	27.63	PANTITLAN	20.68	MERCED	48.66				
ODON DE BUEN	16.79	VERÓNICA	45.76						
REFORMA	7.6	TACUBAYA	38.94						
TAXQUEÑA	11.56	COYOACAN	22.09						
VALLE DE MÉXICO	2.16	CHAPINGO	22.99						
VILLA DE LAS FLORES	21.57	ECATEPEC	38.3						
VICTORIA	10.2	BARRIENTOS	16.39						
XALOSTOC	40.87	GUADALUPE	40.19	INSURGENTES	48.19				

S. A. Subestación Ayudadora

A. Aportación, la primera aportación es total y la segunda y/o siguientes es únicamente lo que sea necesario

2001

		SOLUCIÓN UNO							
SUBESTACIÓN	CARGA EXCED.	S. A.	A.	S. A.	A.	S. A.	A.	SOLUCIÓN DOS	SOLUCIÓN TRES
ATIZAPAN	23.28	LOMA	30.89						
AYOTLA	41.38								XXX
CAREAGA	5.72	AZCAPOTZALCO	55.33						
CERRO GORDO	0.33	ECATEPEC	36.67						
CHALCO	28.28								XXX
COAPA	17.94							XXX	
CONTRERAS	23.22	CUAJIMALPA	37.06						
CUAUTITLAN	5.89							XXX	
MADERO	37.72							XXX	
MAGDALENA	9.83	SAN ANDRÉS	22.28						
NETZAHUALCOYOTL	30.94	PANTITLAN	20.5	MERCED	47.22				
ODON DE BUEN	21.89	VERÓNICA	46.89						
REFORMA	8.67	TACUBAYA	36.06						
TAXQUEÑA	16.17							XXX	
VALLE DE MÉXICO	4.28	CHAPINGO	16.94						
VILLA DE LAS FLORES	22.31							XXX	
VICTORIA	13.6								XXX
XALOSTOC	50.33	GUADALUPE	40.21	INSURGENTES	49.22				

129

S. A. Subestación Ayudadora

A. Aportación, la primera aportación es total y la segunda y/o siguientes es únicamente lo que sea necesario

2002

SUBESTACIÓN	CARGA EXCED.	SOLUCIÓN UNO				SOLUCIÓN DOS	SOLUCIÓN TRES
		S. A.	A.	S. A.	A.		
ATIZAPAN	30.13	LOMA	32.36				
AYOTLA	60.16						XXX
CAREAGA	8.03	AZCAPOTZALCO	56.77				
CERRO GORDO	2.83	ECATEPEC	32.57				
CHALCO	33.24						XXX
COAPA	20.36					XXX	
CONTRERAS	27.82	CUAJIMALPA	33.31				
CUAUTITLAN	7.16					XXX	
MADERO	45.92					XXX	
MAGDALENA	11.25	SAN ANDRÉS	22.35				
NETZAHUALCOYOTL	34.31						XXX
ODON DE BUEN	26.66						XXX
OLIVAR	1.42	SAN ÁNGEL	49.54				
REFORMA	9.7	TACUBAYA	33.95				
SANTA CRUZ	3.26	IZTAPALAPA	15.85				
TAXQUEÑA	20.32	COYOACAN	8.22	VERTIZ	34.47		
VALLE DE MÉXICO	6.66	CHAPINGO	10.99				
VILLA DE LAS FLORES	23.83					XXX	
VICTORIA	16.6						XXX
XALOSTOC	60.4	GUADALUPE	40.37	INSURGENTES	49.32		

130

S. A. Subestación Ayudadora

A. Aportación, la primera aportación es total y la segunda y/o siguientes es únicamente lo que sea necesario

2003

SOLUCIÓN UNO									
SUBESTACIÓN	CARGA EXCED.	S. A.	A.	S. A.	A.	S. A.	A.	SOLUCIÓN DOS	SOLUCIÓN TRES
ATIZAPAN	37.25	LOMAS	35.49	BARRIENTOS	17.89				
AYOTLA	78.76								XXX
CAREAGA	15.12	AZCAPOTZALC	57.85						
CEILÁN	1.5								XXX
CERRO GORDO	4.33	ECATEPEC	29.3						
CHALCO	38.28								XXX
COAPA	24.09							XXX	
CONTRERAS	32							XXX	
CUAUTITLÁN	6.78							XXX	
K-42	0.06							XXX	
MADERO	51.87							XXX	
MAGDALENA	13.38	SAN ANDRÉS	22.58						
NETZAHUALCOYOTL	37.63								XXX
ODÓN DE BUEN	31.79								XXX
OLIVAR	3.68	SAN ÁNGEL	47.95						
REFORMA	10.67	TACUBAYA	30.71						
REMEDIOS	0.23	NAUCALPAN	18.11						
SANTA CRUZ	7.15	IZTAPALAPA	15.02						
TAXQUEÑA	25.7	VERTIZ	30.43						
VALLE DE MÉXICO	8.16							XXX	
VILLA DE LAS FLORES	24.97							XXX	
VICTORIA	20								XXX
XALOSTOC	71	GUADALUPE	40.45	INSURGENTES	43.42				

S. A. Subestación Ayudadora

A. Aportación, la primera aportación es total y la segunda y/o siguientes es únicamente lo que sea necesario

2004

SUBESTACIÓN	CARGA EXCED.	SOLUCIÓN UNO						SOLUCIÓN DOS	SOLUCIÓN TRES
		S. A.	A.	S. A.	A.	S. A.	A.		
ATIZAPAN	56							XXX	
AYOTLA	97								XXX
CAREAGA	18.16	AZCAPOTZALCO	59.81						
CEILÁN	3								XXX
CERRO GORDO	6.83	ECATEPEC	26.67						
CHALCO	43.23								XXX
CHAPINGO	1.86								XXX
COAPA	28.57							XXX	
CONTRERAS	37.72							XXX	
COYOACAN	6.11	VERTIZ	26.4						
CUAUTITLAN	7.66							XXX	
K-42	1.38							XXX	
MADERO	62.82							XXX	
MAGDALENA	15.67	SAN ANDRÉS	22.85						
NETZAHUALCOYOTL	40.94								XXX
ODON DE BUEN	36.39								XXX
OLIVAR	5.89	SAN ÁNGEL	46.03						
REFORMA	11.33	TACUBAYA	27.59						
REMEDIOS	5.21	NAUCALPAN	18.86						
SANTA CRUZ	15.17							XXX	
TAXQUEÑA	32.05							XXX	
VALLE DE MÉXICO	10.15							XXX	
VILLA DE LAS FLORES	26							XXX	
VICTORIA	26								XXX
XALOSTOC	86	GUADALUPE	40.61	INSURGENTES	49.52				

132

S. A. Subestación Ayudadora

A. Aportación, la primera aportación es total y la segunda y/o siguientes es únicamente lo que sea necesario

6. CONCLUSIONES

En el presente estudio se analizó la importancia que representa un sistema eléctrico de potencia, así como cada una de las partes que lo conforman, haciendo especial énfasis en la fase de distribución.

Consideramos que la etapa de distribución es en sí la más importante de todas, pues es la razón de la existencia de las etapas de generación y transmisión, todo con el fin de servir a un elevado número de usuarios, que como se ha demostrado va en constante aumento.

Se analizaron las diversas formas de generación de energía y se llegó a la conclusión de que la forma más efectiva y eficaz de generación, dado su alto potencial y cuidado al medio ambiente fue la energía nuclear, siempre y cuándo se observen las condiciones adecuadas y necesarias respecto a la seguridad.

Se analizó el papel tan importante y fundamental que juegan todas y cada una de las subestaciones que conforman el área metropolitana de la zona central del sistema eléctrico nacional. Como se dijo con anterioridad, a las subestaciones se les denomina **nodos** del sistema, dado que son puntos de interconexión de una vasta red de líneas de transmisión; al principio de un sistema eléctrico de potencia las subestaciones son elevadoras de energía a un grado tal de que esta pueda ser transmitida a los centros de consumo, que es donde se encuentran otro tipo de subestaciones llamadas reductoras o receptoras ya que disminuye el voltaje a niveles más manejables a un grado tal que pueden usarse en forma doméstica.

Parte fundamental de una subestación eléctrica, son los bancos de transformadores con que esta cuenta, pues se encargan de elevar o reducir tensiones eléctricas, dependiendo de la función de la subestación.

En este trabajo se hace un estudio de la tendencia que tuvieron y tendrán las subestaciones a tener más o menos carga en un período determinado de tiempo.

El análisis que se realizó mediante un programa de computadora demostró que el aumento de carga en prácticamente todas las subestaciones que se estudiaron es evidente y prueba de ello es que algunas subestaciones debieron o deberán recibir o recibieron ayuda de

otras, es decir tomando parte de la carga excedente de la subestación que se encuentra en problemas; otras subestaciones tendrán que ser ampliadas y finalmente tendrán que ser construídas nuevas subestaciones eléctricas en un futuro no muy lejano.

En resumen, creemos que es de fundamental importancia, lo referente a la planeación de una subestación, tomando en cuenta los factores que a futuro se presenten, que es obviamente el aumento de la demanda de energía eléctrica.

En este trabajo solo se muestra una parte de dicha solución a todo el sistema eléctrico de potencia; con base en estos resultados, y suponiendo que se tomen las medidas necesarias requeridas en un año determinado, se tiene un nuevo sistema, con enlaces entre subestaciones, ampliación de la capacidad de las subestaciones y subestaciones nuevas; y este trabajo lo que arroja es un nuevo sistema, y el seguimiento a la solución integral a todo el sistema eléctrico de potencia es continuar con el análisis de flujo de carga, análisis de sobretensiones transitorias, análisis de estabilidad transitoria y análisis de corto circuito, pero para llegar a esto lo primero que se tiene que tener es el nuevo sistema y el presente trabajo a la solución que llega es precisamente a esa.

En este estudio se analizó como se dijo anteriormente el área metropolitana de la zona central del sistema eléctrico nacional, pero no tiene límite de aplicación, pues puede ser aplicado a cualquier otra zona que requiera de un análisis como el que aquí se plantea, requiriendo únicamente de las coordenadas de las subestaciones con respecto a un punto de referencia, así como de todos los parámetros inherentes a cada subestación como lo son: su capacidad firme, la carga promedio anual desde el inicio de sus operaciones si es que es posible y saber si las subestaciones cuentan con espacio adicional para futuras ampliaciones.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Sistemas Eléctricos de Gran Potencia

B. M. Weedy

Editorial Reverte, S. A.

2. Sistemas Eléctricos de Potencia.

Syed A. Nasar

Editorial Mc Graw Hill

3. Centrales Eléctricas

José Ramírez Vázquez

Editorial CEAC, S. A.

4. Sistemas Eléctricos de Potencia

William D. Stevenson, Jr

Editorial McGraw Hill

5. Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de Mediana y Alta Tensión

Ing. Gilberto Enriquez Harper

Editorial Limusa

6. Diseño de Subestaciones Eléctricas

Jose Raúl Martín

Editorial McGraw Hill

7. Centrales Eléctricas

Frederick T. Morse

Editorial Compañía Editorial Continental

8. Plantas Eléctricas

Raúl González Apaolaza

Editorial Trillas

9. Diagramación

García Méndez

Editorial Limusa

10. Turbo Pascal 6 Manual de Referencia

Stephen O'Brien

Editorial Osborne McGraw Hill

11. Turbo Pascal Introducción a la Programación Orientada a Objetos

Larry Joel Gildstein

Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S. A.

12. **Métodos Numéricos Para Ingenieros**
Steven C. Chapra / Raymond P. Canale
Editorial McGraw Hill
13. **Manual de Pascal Versión 3**
Manual Interno de Instituto
Editorial Editado En el Instituto
14. **Fundamentos de Estadística en la Investigación Social**
Jack Levin
Editorial HARLA
15. **Sistemas de Distribución**
Ing. Roberto Espinosa y Lara
Editorial Limusa
16. **Elementos de Centrales Eléctricas**
Gilberto Enriquez Harper
Editorial Limusa
17. **Introducción a la Estadística Matemática, Principios y Métodos**
Erwin Kreyszig
Editorial Limusa
18. **Introducción a la Estadística**
Thomas H. Wonnacott, Ronald J. Wonnacott
Editorial Limusa
19. **Estadística Elemental**
Robert Jhonson
Editorial Grupo Editorial Iberoamérica
20. **Probabilidad y Estadística**
George C. Canavos
Editorial McGraw Hill