

# **CAPITULO I**

## **Los sistemas de Distribución y el control de calidad.**

### **1.1 La ingeniería eléctrica en nuestro tiempo.**

La ingeniería eléctrica es una de las más antiguas, tradicionales y variadas áreas de la ingeniería. Tal fue el caso, que esta área logró ser en el siglo XIX una de las más importantes para el desarrollo de la humanidad y más aún con la comercialización del telégrafo, generación, distribución y transmisión de energía eléctrica. Ahora la ingeniería eléctrica cubre más áreas de estudio tales como la electrónica de potencia, sistemas de control e instrumentación, telecomunicaciones, entre otras. Sin embargo la distinción por predilección de esta ingeniería es que estudia los problemas asociados con los sistemas eléctricos a mediana y gran escala.

Por tanto, es primordial conocer los fundamentos que conforman a un sistema eléctrico; es así como se da la pauta para pensar que los sistemas eléctricos han evolucionado a través del tiempo, este cambio ha sido marcado principalmente por las necesidades de un mundo moderno basado en el alto consumo de energía, para la mayoría de nuestras actividades diarias y esto sucede en todo el mundo. Basta decir, que la industria evolucionó de tal forma, que ha hecho que los sistemas eléctricos evolucionen bajo dos motivos.

El primero, es razonado bajo el concepto de que las necesidades de los consumidores modernos de energía eléctrica se incrementan más. Solo hay que decir, a principios de los 70's u 80's no sería tan visible para los millones de consumidores, una interrupción de menos de 10 segundos, no así para los millones de consumidores de la actualidad, en donde interrupciones por mínimas que sean, representan problemas en el transporte, comunicaciones y todo aquello que requiere energía eléctrica para funcionar como los distintos equipos digitales, procesos automatizados y con esto realmente el consumidor de energía viene a redefinir el término de un servicio de calidad aceptable lo que particularmente incrementa la importancia en la frecuencia de interrupciones siendo ésta una de las medidas para calificar el desempeño de un sistema.

El segundo motivo se basa en los hechos de que para tener un servicio de calidad aceptable no es posible tener un bajo costo. Esto quiere decir que no se ha implantado como objetivo lograr la confiabilidad a un bajo costo. Como resultado en el siglo XX las distintas partes implicadas en la

administración, regulación, producción y consumo de la energía eléctrica quisieron lograr un servicio económicamente más rentable y con niveles de confiabilidad satisfactorios. Por ende, la misión de la ingeniería en este siglo consiste en encontrar métodos para reducir costos y técnicas para introducir la confiabilidad en los sistemas eléctricos.

Es la industria y los entes relacionados con la generación y consumo a gran escala de energía, quienes tienen que promover el desarrollo de algún método de confiabilidad aceptable con un diseño conciente de las necesidades futuras de una sociedad de consumo, que también cuenta con un incremento demográfico anual importante alrededor del mundo y dependencia de la energía eléctrica.

## **1.2 Sistema eléctrico nacional en México.**

Desde el enfoque de esta tesis y gracias a la historia de México que enseña cómo se ha construido y consolidado nuestro país, exige hacer referencia acerca de nuestro sistema eléctrico nacional, sus beneficios y la importancia que abarca al ser parte estratégica de la industria eléctrica, al ser el sistema eléctrico nacional un impulso, bien público, fundamental y estratégico para el crecimiento productivo.

Es así, que sin energía eléctrica la actividad económica simplemente se detendría. No hay que olvidar que todos tenemos derecho, sin distinción de clase nivel socioeconómico, educativo, cultural y ubicación geográfica, disponer de energía eléctrica para nuestras distintas actividades con máxima calidad y mínimo costo. También el aparato productivo del país tiene derecho a tener abasto de energía eléctrica continua, estable y a precios competitivos para aumentar la productividad y así alentar el máximo desarrollo económico. Es por eso que el sistema eléctrico nacional debe estar a la vanguardia al introducirse nuevas tecnologías y que se traduzcan en beneficios para toda la sociedad de México.

### **1.2.1 Desarrollo histórico de la energía eléctrica en México.**

En México la energía eléctrica se introdujo en el siglo XIX, indujo la modernidad y el progreso. Esta industria, junto con la de minería, comunicaciones y transportes fueron las más beneficiadas de las políticas económicas que el Estado estableció.

Con el paso del tiempo y el mejoramiento de la tecnología de la época, se usó la energía eléctrica en los procesos industriales, ya que su uso abarcó diversas áreas como la minería y la fundición de minerales, con lo que se logró disminuir los costos y aumentar los rendimientos de la producción.

A partir de la década de los noventa del siglo XIX, las empresas que existían en el negocio de la venta de energía eléctrica prosperaban en la producción de energía del vapor, así como la energía hidráulica, naturalmente cada vez en menor porcentaje pues en los dos últimos años del siglo XIX la energía eléctrica constituía el 84 %, del total de la energía utilizada en México.

Para el año de 1937 México tenía un aproximado de 18.3 millones de habitantes. Tres empresas ofrecían el servicio de energía eléctrica con serias dificultades a siete millones de mexicanos, que representaban el 38% de la población. La oferta no satisfacía la demanda, las interrupciones en el servicio eran constantes y las tarifas muy elevadas, situaciones que no permitían el desarrollo económico del país.

Además, estas empresas se dedicaban principalmente a los mercados urbanos más redituables sin contemplar en sus planes de expansión a las poblaciones rurales, donde habitaba el 67% de la población. Para dar respuesta a esta situación, el Gobierno de México decide crear el 14 de agosto de 1937, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que en una primera etapa se dio a la tarea de construir plantas generadoras para satisfacer la demanda existente.

En 1940, de acuerdo con la histórica Ley de 1937, se dan los primeros pasos hacia una nacionalización de la industria eléctrica. El Presidente de la República, Lic. Miguel Alemán, expide el Decreto que hizo de la CFE un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio.

En 1960, de los 2 308 MW de capacidad instalada en el país, la CFE aportaba el 54%, la Mexican Light el 25%, la American and Foreign el 12% y el resto de las compañías el 9%. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de generación y electrificación, para estas fechas apenas el 44% de la población contaba con electricidad. Desde la creación de la CFE, la población creció en un 91% (aproximadamente 34.9 millones de habitantes), acompañada de un vertiginoso desarrollo de la industria, la agricultura y otras actividades urbanas y rurales.

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

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

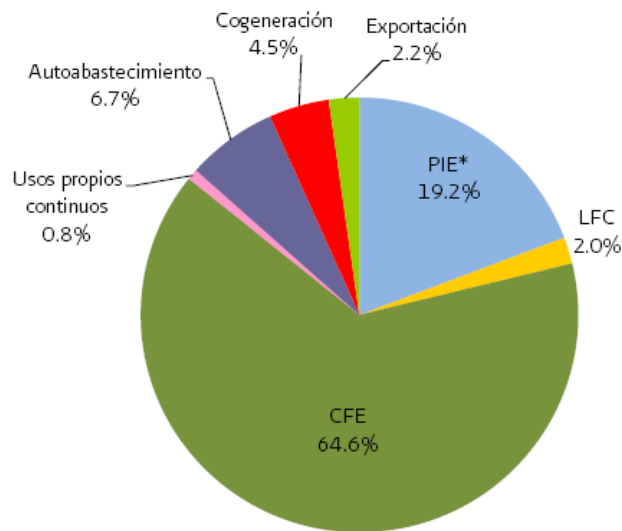
En 1961 el panorama era diferente. La capacidad total instalada en el país ascendía a 3 250 MW; la CFE vendía el 25% de la energía que producía y su participación en la propiedad de centrales generadoras de electricidad pasó de 0% en 1940 al 54%. Por lo tanto CFE se convirtió en la entidad rectora en la generación de energía eléctrica.

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

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

## 1.2.2 Actualidad del sistema eléctrico nacional.

En 2008, la capacidad instalada nacional ascendió a 59,573 MW, de los cuales 51,105 MW corresponde al servicio público (incluyendo la capacidad contratada con el esquema PIE) y 8,468 MW a permisionarios. La capacidad nacional de energía a diciembre de 2008, incluyendo exportación, representó un incremento anual de 1.0 %. Asimismo durante ese año se otorgaron 78 nuevos permisos para autosuministro, de los cuales 74 corresponden a la modalidad de autoabastecimiento.

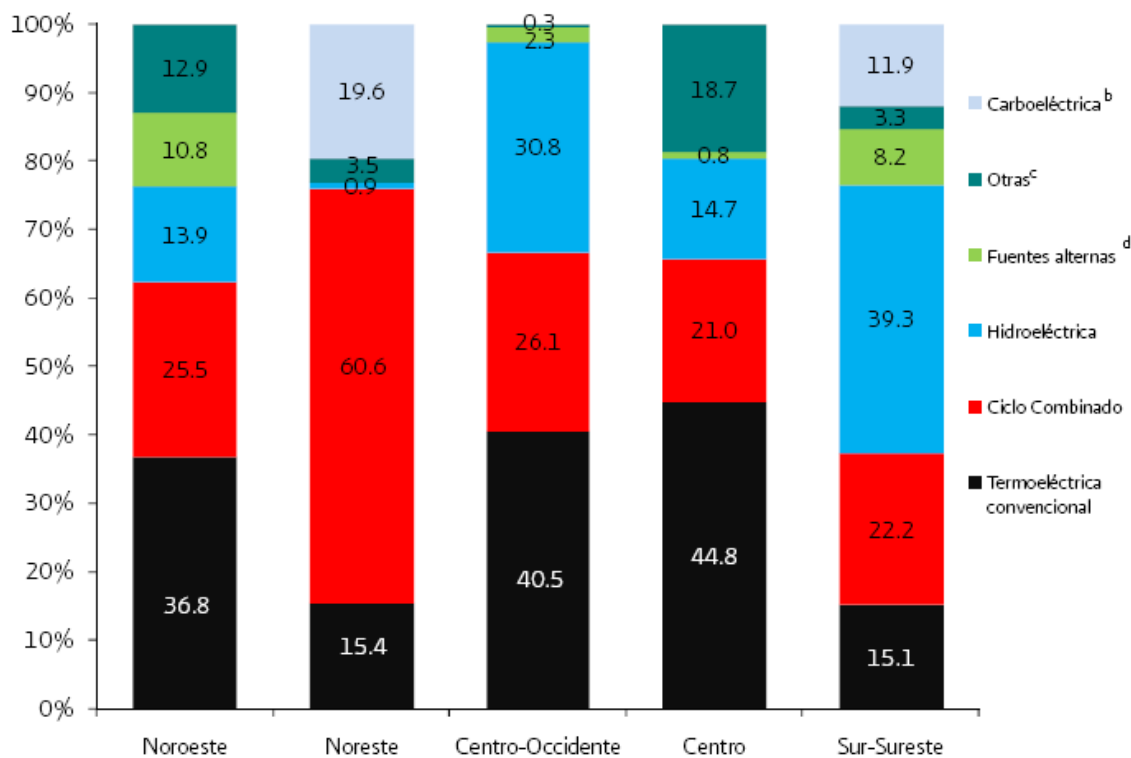


\* Considera la capacidad efectiva neta contratada por CFE.

Fuente: CFE y CRE.

Durante 2008, las tecnologías basadas en el uso de gas natural, (esencialmente ciclo combinado y turbogás), alcanzaron una participación del 38.3% del total de la capacidad, mientras que las centrales que utilizan combustóleo y diesel aportaron el 25.6%. Asimismo, el carbón representó el 9.2% de la capacidad instalada y las renovables (incluyendo las hidroeléctricas) el 24.2%. Finalmente, la capacidad nucleoelectrica aportó el 2.7% de la capacidad total para servicio público.

Distribución de la capacidad efectiva instalada nacional de cada región por tecnología, 2008  
(MW y participación porcentual)  
Total = 51,105 MW<sup>a</sup>



<sup>a</sup> Incluye 3 MW de plantas móviles

<sup>b</sup> Incluye dual

<sup>c</sup> Incluye las centrales turbogás y combustión interna

<sup>d</sup> Incluye las centrales geotérmica, eólica y nuclear

Fuente: CFE

En 2008, la red de transmisión y distribución nacional, se integró de 96,286 km de líneas entre 400 kV y 69 kV, 387,077 km de líneas de 34.5 kV a 2.4 kV, 245,936 km de líneas en baja tensión, 74,413 km pertenecían a LFC y 20,271 km de líneas subterráneas de CFE. De 1998 a 2008, la red nacional de transmisión y distribución se expandió en 180,994 km. Las líneas que registraron la mayor expansión en la red son las de 13.8 kV al aumentar 59,384 km durante el periodo. En segundo lugar, están las líneas de la extinta LFC que se incrementaron en 46,410 km durante el mismo lapso.

En lo concerniente a subestaciones y transformadores, al cierre de 2008 se registró una capacidad instalada de 253,531 MVA, lo cual representa un incremento de 1.9% respecto al año anterior. De esta capacidad instalada, 143,794 MVA correspondían a subestaciones de

transmisión y 78,786 MVA a subestaciones de distribución de CFE, y 30,951 MVA a subestaciones de LFC.

Capacidad instalada en subestaciones y transformadores, 2000-2008  
(MVA)

Subestaciones	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	tmca 2000-2008 (%)
<b>Sistema Eléctrico</b>										
Nacional	184,753	197,656	209,584	217,774	225,615	234,530	240,202	248,694	253,531	4.0
CFE	164,916	173,305	183,783	191,711	198,508	205,773	210,488	218,028	222,580	3.8
Distribución	57,070	59,749	64,076	66,638	69,667	71,066	73,494	76,340	78,786	4.1
Transmisión	107,846	113,556	119,707	125,073	128,841	134,707	136,994	141,688	143,794	3.7
LFC <sup>1</sup>	19,837	24,351	25,801	26,063	27,107	28,757	29,714	30,666	30,951	5.7

<sup>1</sup> Extinto, a partir del Decreto por el que se extingue el organismo descentralizado Luz y Fuerza del Centro, publicado en el DOF del 11 de octubre de 2009.

Fuente: CFE.

### Comisión Federal de Electricidad

Red de transmisión troncal: Integrada por líneas de transmisión y subestaciones de potencia a muy alta tensión 400 kV y 230 kV. Se alimentan de las centrales generadoras y abastece las redes de subtransmisión y las instalaciones de algunos usuarios industriales.

Redes de subtransmisión: Son de cobertura regional y utilizan líneas en alta tensión 69 kV a 161 kV. Estas suministran energía a redes de distribución en media tensión y a cargas de usuarios conectadas en alta tensión.

Redes de distribución en media y baja tensión: Suministran la energía manejada en el rango de 2.4 kV a 34.5 kV dentro de zonas relativamente pequeñas.

### Luz y Fuerza del Centro.

Red de LyFC: Contaba con líneas en niveles de tensión de 6.6 kV a 400 kV, incluyendo líneas subterráneas, además de líneas de distribución en baja tensión 220 volts ó 240 volts. Las líneas de distribución que han registrado mayor expansión en la red son las líneas de 13.8 kV al aumentar su longitud. En segundo lugar están las líneas de baja tensión que se incrementaron en menor medida.

El día de hoy es posible que gran parte de la república cuente con energía eléctrica para sus múltiples actividades, siempre con el compromiso de transmitir, distribuir y comercializar energía eléctrica con calidad para muchos millones de consumidores a lo largo del país. La historia

contemporánea de nuestro país atestigua el desarrollo de la industria eléctrica en México. Desde las viejas construcciones hidroeléctricas, así como la maquinaria utilizada hasta las grandes obras nuevas como la planta hidroeléctrica del Cajón en Nayarit, son muestra clara de los avances por los que ha pasado esta importante industria mexicana así como también toda la tecnología ahora empleada como son las plantas de energía nuclear, la cogeneración así como la generación con energías alternativas.

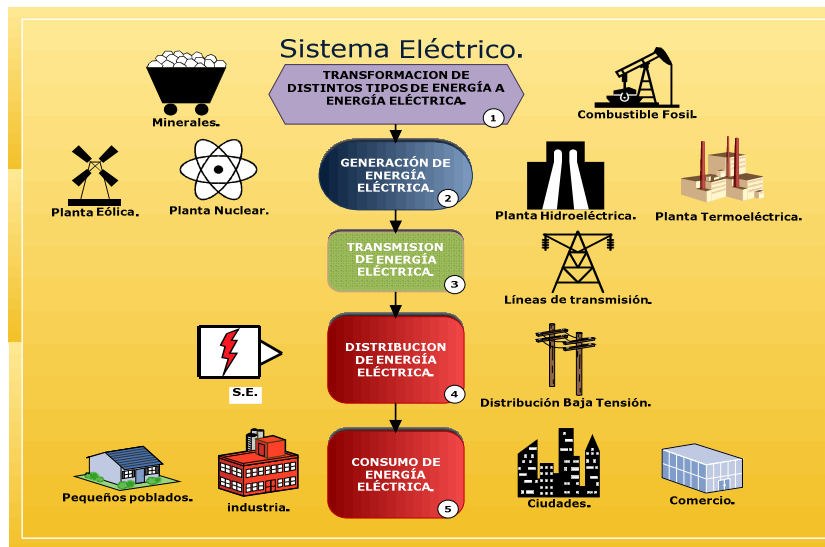
### 1.2.3 Sistema eléctrico.

Un sistema eléctrico es el conjunto de subsistemas eléctricos que tiene como función efectuar procesos enfocándose en la transformación, generación, transmisión y distribución de la energía en condiciones para su consumo posterior, con parámetros de calidad de energía aceptables. Existiendo una variedad enorme de sistemas eléctricos ya que pueden abarcar países, ciudades, industrias, universidades y todo aquello que requiera de energía eléctrica para funcionar.

Un sistema eléctrico esta compuesto por varios subsistemas que se enuncian a continuación:

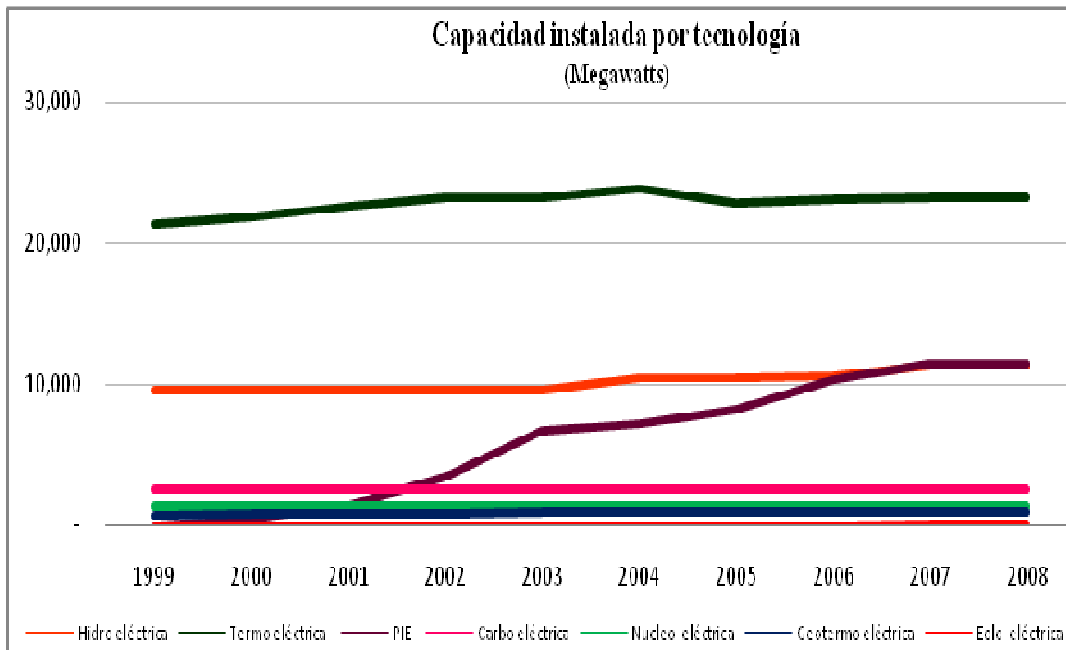
- Generación.
- Transmisión.
- Distribución.
- Consumo.

Sin uno de estos subsistemas, el sistema eléctrico colapsaría y no podría cumplir con su objetivo. A continuación se muestra un diagrama de un sistema eléctrico.





Para cumplir el objetivo de CFE de cubrir las necesidades de energía eléctrica de la población, de la industria, la agricultura, el comercio y los servicios en México, la generación de electricidad ha ido en aumento, como se aprecia en la siguiente gráfico:



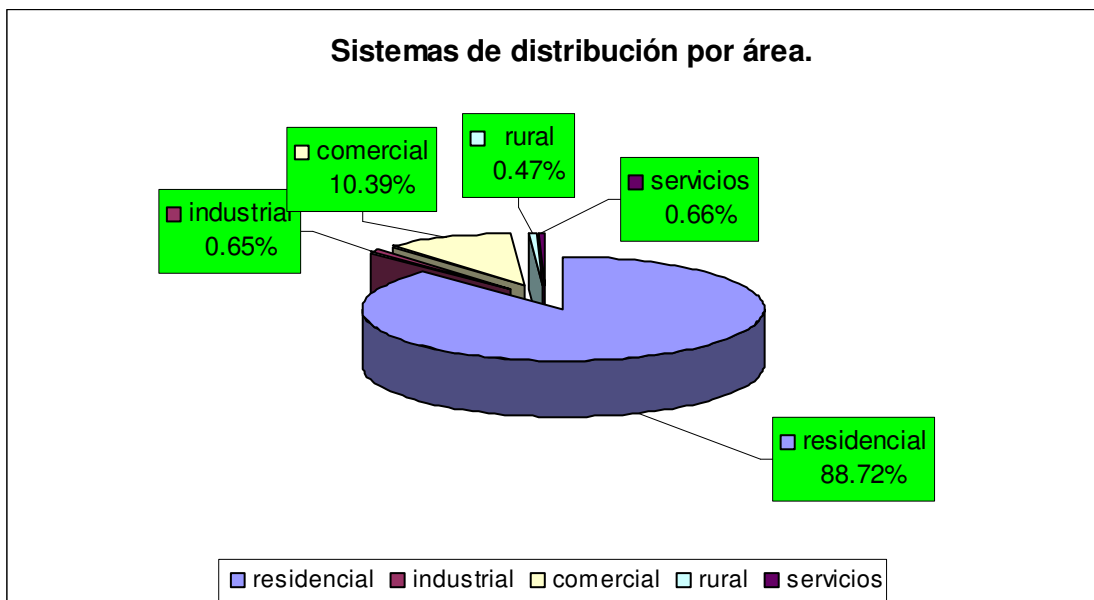
## 1.2.4 Sistemas de Distribución.

Los sistemas de distribución conforman una de las partes más complejas e importantes dentro de un sistema eléctrico. En donde, en las últimas décadas se destaca la utilización de tecnología de última generación para su diseño y funcionamiento. Sin el desarrollo de estas nuevas tecnologías sería muy complicado la simplificación de procesos que hoy en día existe, así como las mejoras en el servicio y la búsqueda de calidad en el servicio.

Pero la verdadera importancia de un sistema de distribución radica en que su objetivo es la venta de energía eléctrica para su posterior utilización. Es así, que las inversiones económicas por parte de las compañías suministradoras se han enfocado de manera general en los sistemas de distribución. Y es también a destacar que las inversiones superan a las hechas por las compañías suministradoras en generación o transmisión.

Un sistema de distribución se define como aquel conjunto de equipos eléctricos, mecánicos e instalaciones que manejan niveles de tensión que varía entre los 34.5 kV a 127 V. Que acorde a las necesidades del usuario, se tienen que clasificar de la siguiente forma:

- Sistema de distribución industrial.
- Sistema de distribución comercial.
- Sistemas de distribución parque industrial.
- Sistema de distribución urbano o residencial.
- Sistema de distribución rural.



Con 103.3 millones de mexicanos y un promedio de 800 mil clientes nuevos por año (21.586 millones de clientes) - Datos a septiembre de 2007 Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Compañía de Luz y Fuerza del Centro y Comisión Federal de Electricidad

Sistemas de distribución industriales.

Se caracterizan por el alto consumo de energía eléctrica en sus distintas ramas de plantas industriales. Sus fuentes de energía varían desde el diesel hasta el vapor. También los niveles de tensión pueden estar entre los 23 kV a los 85 kV o incluso mayores. El diseño toma relevancia al ser la estructura, la parte que se conectará con la red de la compañía suministradora si así lo requiere, esto en relación directa con la confiabilidad del consumidor. Ya que para estos sistemas una interrupción se traduce en grandes pérdidas económicas.

Sistemas de distribución comerciales.

Estos sistemas de distribución los encontramos en los centros comerciales, supermercados, bancos, grandes edificios, complejos gubernamentales e incluso universidades. En general, su sistema esta conectado con la red de la compañía suministradora, pero también para cubrir posibles interrupciones en el servicio cuenta con generación propia a través de plantas generadoras de emergencia y que es parte primordial del diseño. Tiene sus propias características de demanda de energía eléctrica, con prioridad por la continuidad del servicio para seguridad de las personas e inmuebles.

Sistema de distribución parque industrial.

Cuando se menciona un parque industrial, este se define como el área destinada a las industrias de diferentes rubros como industrias químicas, de papel, manufactureras, entre muchas otras. Pues sus necesidades de continuidad del servicio y en general, es vital para su funcionamiento el que no exista interrupciones. Es aquí cuando la ingeniería aplica sistemas flexibles al crecimiento de tales sistemas de distribución.

Sistema de distribución rural.

Es uno de los sistemas que tiene menor demanda de energía eléctrica, sin embargo este tipo de sistemas tiene otros retos como el lograr tener energizado todo estas áreas rurales y siempre ha sido un reto las distancias, condiciones geográficas sin olvidar que tiene un alto costo. Y solo las compañías suministradoras de energía eléctrica toman las decisiones para alimentar estas redes a través de la conexión con la red o generación de la energía eléctrica de manera local.

Como se mencionó, un sistema de distribución es un conjunto de equipos eléctricos y estos manejan diferentes niveles de tensión, sin embargo las inversiones hechas a un sistema de distribución en baja tensión son considerables, por tanto, cada compañía suministradora es la que selecciona los equipos que estarán proporcionando el servicio a sus clientes. Y es la confiabilidad del sistema la que marcará qué tan importante es la continuidad en el servicio. De manera general, entre las inversiones más significativas están los cables (media y baja tensión), líneas de transmisión y posteriormente se invierte también en menor medida en los transformadores y subestaciones principales. Pero la razón de la proporción en las inversiones radica, que en el área en donde existan avances tecnológicos, estos producirán nuevas

adquisiciones y renovaciones en los sistemas eléctricos. Por ende, se considera que mientras más cambios en las tecnologías usadas más grandes serán las inversiones para mantener a la vanguardia y con servicio continuo de energía eléctrica.

Es así, que la ingeniería eléctrica de vanguardia busca disminuir costos al diseñar sistemas de distribución con una confiabilidad alta. Es la planeación y el diseño de un sistema de distribución para obtener un sistema con funcionamiento óptimo y con un largo periodo de vida útil. Además la ingeniería eléctrica hoy en día divide el diseño de estos sistemas en tres aspectos: económico, eléctrico y mecánico.

Un diseño económico exitoso será aquel que busque el funcionamiento óptimo a un bajo costo, si es posible, sin olvidar que el diseño eléctrico y mecánico son prioritarios. Pero este diseño al final, escogerá el que cumpla mejor con todos los requisitos y con un costo de operaciones aceptable.

Un diseño mecánico se caracteriza por ser el estudio de materiales e instalaciones que determina un funcionamiento satisfactorio y que tiene mucha relación con el diseño eléctrico y económico.

Finalmente el diseño eléctrico, tiene por objetivo que la energía transmitida llegue al consumidor con calidad de la energía. En donde la confiabilidad del sistema sea inherente y tenga un periodo de vida útil de por lo menos 30 años.

### **1.3 Calidad.**

La calidad en la evaluación de sistemas comenzó en la época de la segunda guerra mundial fue lo que provocó la reorganización de sistemas productivos ya que para ese tiempo era ineficiente la productividad.

La calidad se logró desarrollar en Estados Unidos a través de un bajo costo lo que resultó en la creación de estándares y normas de calidad. Establecidos estos estándares se dió como resultado grandes aportaciones económicas en términos cuantitativos y cualitativos para cada

país que adoptó esta cultura de la calidad. Así comenzó, el control de calidad con ayuda de la estadística moderna y estímulo de los avances tecnológicos.

Con esos hechos de la historia contemporánea se ganó el perfeccionamiento del control de la calidad y la utilización de la estadística moderna. También algunos japoneses adoptaron la estadística moderna y lograron después de la segunda guerra mundial perfeccionar su sector productivo.

Así surgieron varios autores importantes que le han dado forma a la teoría de la calidad. El principal autor es el Dr. Armand Feigenbaum quien definió a la calidad como: "sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad de manera integral en una organización con el fin de producir bienes y servicios con un nivel aceptable de economía y satisfacción al cliente". Sin duda, existen otros autores como Deming, Juran, Crosby, Ishikawa, con definiciones similares pero con una esencia que es característica y aplicable a los sistemas de distribución.

Por tanto, la esencia de la calidad se convierte en el motor de cualquier sistema de distribución y ésta debe ser transmitida a todos los involucrados de este hecho. Siempre buscando tener un sistema de distribución eléctrico con competitividad, con mejora continua, responsabilidad, compromiso de las autoridades correspondientes, prevención, fijación de objetivos, monitoreo de índices de confiabilidad y obtener la satisfacción de los consumidores.

### **1.3.1 Definición de calidad.**

La calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumplen con las necesidades o expectativas establecidas que suelen ser implícitas u obligatorias. De acuerdo con un autor Kaoru Ishikawa "la calidad es diseñar, producir y ofrecer un bien o servicio que sea útil, lo más económico posible y siempre satisfactorio para el cliente" y esta definición es la que aplica para el estudio del sistema de distribución. Por lo tanto, existe calidad si el servicio del sistema de distribución cumple con una serie de requisitos que son esperados por los potenciales usuarios del mismo.

### 1.3.2 Evolución del concepto de la calidad.

En sus inicios la calidad en una red eléctrica era realizar bien las cosas independientemente del costo o esfuerzo necesario para ello. Su objetivo era satisfacer al consumidor sin ir más lejos.

Después la calidad paso a ser la ampliación de las redes eléctricas sin importar que fueran de calidad. Es decir, tenía como fin satisfacer una gran demanda de energía eléctrica y así obtener beneficios.

Mientras tanto, para el siglo XX acorde con los requerimientos de una sociedad en crecimiento, la calidad paso a ser tan solo el aseguramiento de la eficacia de las redes eléctricas, sin importar el costo, con la mayor expansión y producción haciendo uso de la tecnología de la época.

Así pues, la calidad comenzó a tomar relevancia en los sistemas eléctricos con conceptos y objetivos diferentes a los que antecedieron a la formación del concepto de calidad. Por ejemplo, la calidad se refleja al construir los sistemas eléctricos de manera que de primera instancia queden correctos, producir cuanto más mejor, minimizando costos, ser competitivo y satisfacer las necesidades de los consumidores de energía eléctrica.

Con todo este avance en la formación y realización de la calidad, se dio paso al control de calidad, que consiste en todas aquellas herramientas y técnicas de inspección aplicadas directamente a los sistemas de distribución para evitar fallas atribuibles en él, teniendo como objetivo primordial satisfacer sus necesidades técnicas.

Otro concepto interesante es el aseguramiento de la calidad, este se describe como los sistemas y procedimientos, que deberán adoptar los sistemas de distribución para evitar, en la medida de sus posibilidades, fallas que se reflejen en interrupciones del suministro. Como resultado se obtiene la satisfacción de los consumidores de energía eléctrica, prevención de errores, reducción de costos en la red y adquisición de competitividad.

Estos conceptos que se fueron formando con el tiempo, dieron lugar a uno que engloba a todos y representa a la calidad actualmente. La calidad total, hoy en día, debe ser la gestión y

administración de los sistemas eléctricos con el único fin de satisfacer las expectativas de las personas que hacen uso de energía eléctrica. Siendo prioridad tener una red eléctrica competitiva y con mejoras continuas.

### 1.3.3 Características de la calidad.

El control de calidad representa la conformidad de las redes de distribución con las especificaciones o normas. El ámbito que le compete es el sistema de distribución y su objetivo es la detección de errores en el sistema. La responsabilidad del sistema de distribución recae sobre los organismos responsables de la regulación y administración que rigen este sector.

Por otro lado, la calidad integral significa la conformidad con el sistema de calidad, esto quiere decir que la calidad comienza desde el diseño del sistema de distribución a la entrega de alguna instalación, remodelación, mantenimiento, ampliación.

Los consumidores de energía eléctrica son por los cuales se busca la calidad total ya que al cumplir con los requisitos de estos, entonces se obtiene la calidad. Por lo tanto, los consumidores son todas aquellas personas sobre las que repercuten los procesos y decisiones tomadas en beneficio o deterioro del sistema de distribución.

Siempre el usuario de un sistema eléctrico percibe la calidad en sus propios términos. No en los que se planteó para ese usuario. Es decir, el usuario mide la calidad de acuerdo con las experiencias y satisfacciones vividas con el sistema eléctrico. Ya que desde el punto de vista de un usuario, son los requisitos lo que exige que se cumplan para satisfacer sus necesidades. Y en cambio los requerimientos son lo que el usuario de la red eléctrica le gustaría que se cumplieren.

Sin olvidar que tiene un significado y llamado de atención lo mencionado anteriormente; ya que para cumplir los requisitos del sistema de distribución se debe:

- Identificar a todos los consumidores que hacen uso del sistema de distribución.
- Tener iniciativa para crear comunicación continua con el usuario y así tener retroalimentación de sus necesidades.
- Identificar los requisitos y expectativas planteados por los usuarios.

- Después de un estudio, llegar a acuerdos documentables que ratifiquen sus necesidades.
- Darse a la tarea de cumplir con cada uno de los requisitos.
- Adecuar todas las necesidades a un largo plazo.

Aparece entonces las necesidades de un usuario y sin olvidar el planteamiento dado desde un inicio, existen necesidades que hay que cumplir. Por ende, hay necesidades explícitas e implícitas.

Las necesidades explícitas representan las que el cliente con libertad expresa a los involucrados con el sistema de distribución. Y la necesidades implícitas son las que espera el usuario desde un inicio.

Finalmente, resumiendo las bases que construyen a la calidad se enuncian a continuación:

- Usuarios del sistema de distribución.
- Compromiso de la sociedad de un buen uso de la red eléctrica y también de las autoridades responsables.
- Mínimo de costo asociado con la red eléctrica.
- Búsqueda de la calidad en todos los procesos y actividades
- Mejora continua en el servicio.

### 1.3.4 Aseguramiento de la calidad.

El aseguramiento de la calidad es el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos dados sobre la calidad.

Entonces el aseguramiento crea dos vertientes, una de ellas es el aseguramiento interno y la otra el aseguramiento externo. Para el primer caso, tiene como explicación que se relaciona de manera directa con el aseguramiento externo pero posee su grado de independencia ya que su objetivo primordial es conseguir la calidad prevista y dar confianza a la parte administrativa de la



red de distribución eléctrica. Por otro lado, el aseguramiento de calidad externa busca la confianza del usuario de la red eléctrica y satisfacer los requisitos de calidad establecidos.

Esto nos exige y da como resultado 4 objetivos dentro del aseguramiento: aseguramiento de la calidad en el diseño, en las compras, en el mantenimiento y de la calidad en el servicio.

Los motivos para implantar un sistema de aseguramiento de la calidad son: mejoras internas de sistema de distribución, ser una red eléctrica competitiva dentro de las existente en el país, control de proveedores de equipo eléctrico, cumplimiento con las exigencias legales, de normatividad y de los usuarios. Al igual que obtener una gestión excelente con calidad total.

Para lograr el aseguramiento de la calidad en el diseño eléctrico se debe cumplir con las necesidades de los usuarios, realizar un diseño acorde a la normatividad vigente y especificaciones aplicables así como lograrlo en el mínimo tiempo y al menor costo.

En cambio el aseguramiento en las compras se basa en la evaluación de los proveedores de equipos o elementos eléctricos que se introducen, verificación de los productos comprados y poder comprobar esa calidad de manera concertada.

En el caso del aseguramiento de calidad en el mantenimiento, este es un tema delicado y fundamental ya que para llegar al objetivo, se tiene que hacer una planificación, control de mantenimientos preventivos correctivos y complementando con la verificación de los equipos eléctricos o procesos para el suministro de energía eléctrica.

Y finalmente el aseguramiento de calidad en el servicio de suministro eléctrico se logra con la identificación de las necesidades de los usuarios y satisfacción de las mismas.

### **1.3.5 Normatividad.**

La normatividad consiste en la elaboración y aplicación de las normas vigentes, siendo este el medio que mejor determina el buen funcionamiento de un sistema. Sus objetivos son claros y consistentes, entre los que se destacan son:

- Simplificar y unificar los servicios en los sistemas eléctricos.
- Promover la cultura de la calidad.
- Aumentar la seguridad de las instalaciones y el personal.
- Proteger los intereses de los consumidores y de toda la sociedad.
- Bajar los costos generales de los sistemas eléctricos.

La norma se define como la regla que se debe seguir o la que se debe ajustar a las conductas, procedimientos, actividades, etc.

La palabra normalizar en cambio es tipificar, ajustar a un tipo, modelo o norma. Así es como surge la normativa que es el conjunto de normas. Por eso, en este tema se trata la normatividad aplicable a los sistemas de distribución de energía eléctrica.

Para los sistemas de calidad es relevante el buen uso de las normas y la certificación. Las certificaciones tienen por objeto evidenciar ante el mercado, que la organización posee un sistema de distribución consistente y confiable para realizar las actividades de producción o servicio a sus actuales clientes potenciales. Por lo tanto la certificación es la carta de presentación ante la sociedad con las siguientes ventajas:

- Mejora en la satisfacción de los clientes.
- Mejora de la productividad.
- Reducción de costos.
- Documentación de los procedimientos y registros.
- Mejor comunicación entre las dependencias implicadas.
- Disminución y seguridad en los riesgos de las operaciones que el personal realiza.
- Reducción de fallas y costos por reparación o mantenimiento.

Normalización.

La Secretaría de Energía, a través de la CONUEE, expide las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) de eficiencia energética, elaboradas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), en colaboración y con el consenso de los sectores público, privado, social, y de investigación y desarrollo tecnológico.

### 1.3.6 Sistema de calidad.

El sistema de calidad es el conjunto de la estructura de organización, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos que se establecen para llevar a cabo la gestión de calidad. Para su implantación existen etapas y documentación. En lo relacionado con las etapas existe el compromiso de las autoridades correspondientes, establecer las necesidades del proceso, estudiar condiciones de partida, documentar el sistema de calidad, implantar el sistema de calidad, evaluación y mantenimiento del sistema de calidad y comunicación con las necesidades de los usuarios de la red eléctrica. Para la documentación, debe existir un manual de la calidad y de procedimientos, instrucciones, especificaciones y registros. Sin olvidar la naturaleza de lo que implica un sistema de distribución y las posibilidades financieras y de infraestructura.

### 1.3.7 Costo de la calidad.

Los costos totales de la calidad relacionados con la red de distribución están determinados por la suma de: costos directos y costos indirectos. Los costos directos son los cuantificados y que aparecen en la cuenta de resultados y se clasifican en dos. El primero son los costos por la obtención de la calidad (prevención y evaluación). También conocidos como costos de conformidad, pueden definirse como aquellos, costos que se originan a consecuencia de las actividades de prevención y evaluación del sistema de distribución.

El segundo son los costos por las fallas o defectos de mala calidad (internos o externos), también denominados costos de no conformidad. Dependiendo el momento en que se detectan, pueden dividirse en costos de fallos internos y costos de fallos externos.

Para los costos indirectos son los que están ocultos y no aparecen en la cuenta de resultados, pero que en algunos casos pueden superar a los costos directos. Forman parte de estos costos: los de la mala calidad que recaen en los usuarios de la red eléctrica y la mala reputación de la misma.

## 1.4 Problema de la calidad.

Con los grandes desarrollos tecnológicos y variables que rodean a la industria eléctrica ha provocado que el control de calidad para el servicio eléctrico en una prioridad.

En resumen el problema de la calidad tiene seis puntos a resolver y se enuncian a continuación:

- Estudio de mercado eléctrico.
- Ingeniería básica del sistema eléctrico de distribución.
- Instalaciones eléctricas.
- Adquisiciones.
- Operación del sistema de distribución.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.

### 1.4.1 Estudio de mercado eléctrico.

En el contexto internacional, la competitividad de un país o de un bloque regional depende entre muchos otros factores, del suministro oportuno, eficiente, confiable y de calidad, de la energía eléctrica necesaria para garantizar y sustentar el ritmo de la actividad económica.

En un entorno altamente competitivo y ambientalmente restrictivo, la eficiencia en la operación y por ende, en la utilización de combustibles cobra gran relevancia, por ello, resulta sumamente importante la atención en el ritmo de crecimiento de la demanda de energía eléctrica en los distintos países, principalmente en transición

Un estudio de mercado eléctrico necesita conocer:

- Evolución histórica del consumo nacional de energía eléctrica.
- Capacidad instalada y generación nacional de energía eléctrica.
- Consumo de combustibles para la generación.
- Tendencia del consumo nacional de energía eléctrica.
- Tendencia nacional de consumo de energía eléctrica por usuario de la red eléctrica.

## **1.4.2 Ingeniería básica del sistema eléctrico de distribución.**

Como en todo sistema eléctrico las áreas que intervienen en el mantener funcionando la red eléctrica, una de las primeras en actuar es la ingeniería básica. En cualquier proyecto esta área determina la estructura adecuada para formar el sistema de distribución y como consecuencia ofrecer servicio confiable acorde con las necesidades del consumidor. Haciendo uso adecuado de todas las normas y especificaciones aplicables a los diferentes sistemas que se hacen presente dentro de una red de distribución eléctrica. En donde la operación, instalación y mantenimiento de equipos asegura la continuidad del servicio eléctrico.

## **1.4.3 Adquisiciones.**

Al dar entrega de un servicio como lo es la energía eléctrica se debe asegurar que todo los elementos que conforman al sistema de distribución estén a la altura de las circunstancias , por tanto, las compras de equipos eléctricos debe ser una selección cuidadosa de proveedores de materiales y equipos que tienen por objetivo las instalaciones eléctricas confiables para establecer los criterios, requisitos y procedimientos para la planeación y diseño de las instalaciones eléctricas en las áreas que las requieran, ya sea por para mantener el nivel de servicio y seguridad en lo que respecta a suministro y utilización de la energía eléctrica.

## **1.4.4 Operación del sistema de distribución.**

Para un sistema de distribución, es crítico el poder monitorear y operar debidamente este sistema. Ya que si existe una operación correcta de los diferentes circuitos que abarca la red acorde a los procedimientos establecidos por las dependencias universitarias, normas, manuales y especificaciones se podrá garantizar que la calidad en el servicio existe y es confiable. Obteniendo niveles de continuidad aceptables por los usuarios de la red eléctrica.

El operar adecuadamente el sistema de distribución permite hacer más eficiente el uso de las instalaciones existentes, pues reduce o difiere las inversiones en nuevas instalaciones. Con herramientas adecuadas es posible mejorar la confiabilidad de la red de distribución bajo diversos escenarios de crecimiento de la demanda. Las operaciones de tiempo real incorporadas en el sistema, permiten reducir pérdidas y mejorar la calidad del servicio (continuidad, regulación

de voltaje), con esto se logra el uso óptimo de las inversiones en las instalaciones de distribución.

### 1.4.5 Mantenimiento preventivo y correctivo.

Es cierto, que una instalación eléctrica es complicada de administrar y suministrar los suficientes recursos para su manutención, es cierto también que el mantenimiento forma parte del gran peso del presupuesto que se destina para la red eléctrica. Por la propia naturaleza que tienen los sistemas eléctricos que está expuesta a un sin fin de fallas. Pero la manera de combatir estos hechos es la pronta respuesta de las dependencias relacionadas con la red eléctrica, dando mantenimiento y reparación a equipos eléctricos. Es así como, el mantenimiento preventivo es la programación de eventos preventivos para evitar fallas. Mientras que el mantenimiento correctivo es la reparación de fallas en el sistema de distribución luego de sucedidas las fallas.

Es decir, es responsabilidad de las autoridades correspondientes determinar las políticas de mantenimiento de toda el área de la red de distribución junto con sus subestaciones y líneas, el equipo eléctrico primario: interruptores, transformadores de corriente y de potencia, cuchillas; también consideramos la alimentación de servicios propios para estos equipos en las subestaciones y todo lo inherente a las líneas de transmisión. Además, es parte de su función vigilar que el mantenimiento se realice con las técnicas más modernas en las distintas instalaciones. También trabajar en otros aspectos: la modernización de las subestaciones que tengan más tiempo de servicio de operación; la puesta en servicio de las nuevas instalaciones, y la labor en actividades de restablecimiento de emergencia.