

Capítulo

I

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se realizó con la finalidad de proporcionar un panorama de suministro de energía eléctrica en todo tipo de instalaciones provisionales para diversos usos, acordes a la demanda de tensión en los nuevos escenarios que permitan llevar a cabo los eventos culturales. Para dar mayor realce a dichas actividades, el proyecto del que trata este documento consta de la instalación de una alimentación en media tensión para la pista de patinaje sobre hielo, cuya ubicación es en la Plaza de la Constitución (Zócalo) de la Ciudad de México. Es de recalcar, que dicha instalación deberá cumplir con las consideraciones técnicas de la Norma Oficial Mexicana vigente NOM 001 SEDE 2005, Instalaciones Eléctricas (utilización), así como con los manuales de especificaciones técnicas de los fabricantes de los equipos eléctricos.

Deberá cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

- a.- Seguridad
- b.- Eficiencia
- c.- Flexibilidad
- d.- Accesibilidad

Primordialmente se cumplirá con la seguridad requerida para garantizar la integridad del personal que opere estas instalaciones así como de las personas que hagan uso de esta instalación. Sin embargo la eficiencia, flexibilidad y accesibilidad debido a las características especiales del lugar de montaje son de suma importancia. Es necesario que el proyecto tenga la capacidad de adaptarse sin afectar las condiciones de dicho lugar. Por tal motivo se deberá tomar sumo cuidado en la aplicación de las técnicas de la NOM 001 SEDE 2005, Instalaciones Eléctricas (utilización), Código Eléctrico Nacional (NEC 2008 por sus siglas en inglés), además de las normas que se considere necesaria su aplicación para poder cumplir con los requisitos antes mencionados

Para poder llevar a cabo tal proyecto es necesario contar con toda la información técnica de los diferentes equipos que se utilizaron y así poder dar seguimiento a la instalación y operación.

1.1 ANTECEDENTE HISTÓRICO.

Historia de la electricidad.

Podemos considerar que aproximadamente en el año 600 A.C. el filósofo griego *Tales de Mileto* observó que al realizar el frotamiento entre una varilla de ámbar con un trozo de piel o lana, ocurría un fenómeno donde se podía apreciar cómo la varilla era capaz de atraer objetos pequeños y al frotarlo durante un periodo de tiempo más prolongado se presentaba una chispa. A este fenómeno se le conoció como efecto triboeléctrico.

Durante la misma época en la ciudad de la antigua Grecia, Magnesia, fue encontraron las piedras del mismo nombre, las cuales contenían magnetita. Los antiguos griegos notaron la atracción de las piedras entre si, además de la atracción con el hierro. A partir de este momento. "Las palabras magneto (equivalente en español a imán) y magnetismo derivan de ese topónimo".¹

A partir de estos descubrimientos sucedieron un sin fin de nuevos hallazgos y los primeros estudios sobre electrostática y magnetismo fueron realizados por William Gilbert (1544-1603), físico a quien se le atribuye el descubrimiento de la electricidad.

Sus primeros estudios los realizó hacia el año 1600, en donde por primera vez aplicó el término *eléctrico* a la fuerza que existe entre algunas sustancias al ser frotadas. Verificó que muchas sustancias se comportaban como el ámbar al ser frotadas, mientras que otras no presentaban atracción alguna. Clasificó dichas sustancias: llamando a las primeras cuerpos "eléctricos" (actualmente conductores) y las segundas "aneléctricos" (actualmente aislantes). Quizá su aportación más importante en las ciencias fue la de demostrar experimentalmente el magnetismo terrestre. Su obra "The Magnete" fue la primera obra científica escrita en Inglaterra.

Para el año 1663, el físico alemán Otto Von Guericke (1602-1686) desarrolló la primera máquina electrostática para producir cargas eléctricas. Esta máquina estaba formada por una esfera de azufre que se movía con una manivela, sobre la cual se inducía una carga al apoyar una mano sobre ella. Para los años posteriores el físico Inglés Stephen Gray (1666-1736), estudió la conductibilidad de los cuerpos y fue el primero en transmitir electricidad a través de un conductor en 1729. En sus experimentos también descubrieron que para que la electricidad, *o los efluvios o virtud eléctrica*, como ellos lo llamaron, pudiera circular por el conductor, éste tenía que estar aislado de tierra. Junto con los científicos G. Wheler y J Godfrey, efectuó la clasificación de los materiales en eléctricamente *conductores y aislantes*.

Una vez difundidos los trabajos de Stephen Gray, Charles Francois de Cisternay Du Fay (1698-1739) publicó en 1733 sus trabajos en donde pudo identificar la existencia de dos tipos de cargas eléctricas (las denominadas hoy en día *positiva y negativa*), que él denominó carga vitria y carga resinosa, (debido a que ambas se manifestaban: de distinta forma, una al frotar vidrio con un paño de seda (carga positiva) y de otra forma al frotar un trozo de piel con algunas sustancias resinosas como el ámbar o la goma (carga negativa) .

A partir de 1780, la Revolución Industrial impulsó investigaciones y conocimiento científico. En esta época, Benjamín Franklin rebatió las teorías de Du Fay y postuló que la electricidad era un fluido único, calificando a las sustancias en eléctricamente positivas y negativas de acuerdo con el exceso o defecto de ese fluido.

¹ Dr. Francisco M. González-Langatt (2008) Sistemas de Generación Distribuida, Tema 1 Introducción a la generación distribuida. p. 6

También confirmó que el rayo era efecto de la conducción eléctrica a través de un célebre experimento, en el cual la chispa bajaba desde un barrilete remontado a gran altura hasta una llave que él tenía en la mano.

En 1785, el francés Charles Coulomb corroboró que la fuerza entre cargas eléctricas era proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separaba. Este enunciado se conoció como Ley de Coulomb. El italiano Luigi Galvani hizo otro descubrimiento importante en forma accidental hacia fines del siglo XVIII. En 1786 observó que al conectar un alambre de hierro o latón al nervio de una pata de rana y una varilla al músculo, éste se contraía del mismo modo que cuando se le hacían pasar una descarga eléctrica. Para los años posteriores Alejandro Volta (1745-1827), fabricó una pila con placas de cobre y zinc superpuestas, en contacto con una solución salina. El resultado fue una corriente eléctrica que fluía por un alambre. Alejandro Volta construyó lo que posteriormente se llamó una pila voltaica, que fue el primer dispositivo electroquímico que sirvió como fuente de electricidad. La unidad de tensión eléctrica o fuerza electromotriz, conocida como volt, recibió ese nombre en su honor.

En 1819 salió a la luz un aspecto enteramente nuevo de la electricidad. Desde los tiempos de Gilbert se pensaba que la electricidad y el magnetismo debían estar relacionados de alguna manera desconocida. Cuando Hans Cristian Oersted provocó el desvío de una brújula magnética colocándole encima un cable que conducía una corriente eléctrica, demostró la naturaleza de esta relación: un conductor por el cual circule una corriente eléctrica se comporta como un imán. Al año siguiente Oersted demostró que el conductor queda rodeado por un campo magnético. Andrés María Ampere desarrolló estos descubrimientos con una serie de experimentos, mediante los cuales dedujo claramente las leyes de atracción y repulsión entre cables conductores de corrientes eléctricas: había inventado el electroimán. Como estas fuerzas obedecían a leyes precisas y a medida que era más grande la corriente, mayor era la fuerza que ejercía, este efecto pudo ser utilizado para mediciones eléctricas y es el principio en que se basan el galvanómetro y la mayoría de los amperímetros y voltímetros. Posteriormente se definió la unidad de medida de la intensidad de corriente eléctrica como amperio, denominada así en su honor.

En 1827 Jorge Ohm enunció la ley que lleva su nombre y que establece la relación existente entre corriente, tensión y resistencia en un circuito. “Por primera vez la electricidad pasó a ser una ciencia exacta”². Miguel Faraday en 1831 analizando las consecuencias de la Ley de Ampere tras un experimento fallido en donde supuso que una corriente que circulara cerca de un circuito eléctrico induciría otra corriente en él, decidió sustituir la corriente por un imán y encontró que su movimiento en la proximidad del circuito inducía en éste una corriente. Con este descubrimiento encontró que el trabajo mecánico empleado en mover un imán podía transformarse en corriente eléctrica. Este fenómeno se denomina ahora inducción electromagnética.

A partir de estos descubrimientos, las bases para el desarrollo eléctrico estaban puestas para comenzar con una nueva era y probablemente el comienzo de ello se lo debemos a Tomas Alba Edison (1778–1829). “Generalmente se considera que los sistemas de energía eléctrica se inician en 1882 con las instalaciones de Edison en New York”³,

² EPEC, Centro de Capacitación Profesional “Ing. José Ibar Romero” (2008), Historia de la electricidad. p. 5-7.

³ Jacinto Viqueira Landa (1997) Redes Eléctricas primera parte tercera edición ; Redes Eléctricas en Régimen Permanente Equilibrado Tercera Edición, UNAM

entonces el suministro de energía eléctrica se realizó mediante corriente continua a partir del Dinamo desarrollado por Werner M. von Siemens (1816-1892). Los primeros sistemas estaban constituidos por 2 hilos con un potencial constante y con el paso del tiempo el aumento de carga obligó a utilizar sistemas de tres hilos. El uso de este tipo de sistemas a base de corriente continua era limitado, debido al distanciamiento con que podía transmitirse la energía con una regulación de tensión aceptable.

En el año 1883 se hizo posible la elevación eficiente de tensión mediante sistemas de corriente alterna; esto gracias al invento del transformador, hecha por Lucien Gaulard y John Dixon Gibbs. En 1882 este tipo de sistema desplazó al de corriente continua, permitiendo la transmisión de grandes cantidades de energía eléctrica a grandes distancias. Los primeros sistemas de corriente alterna fueron monofásicos, y para el mismo año, Nicolas Tesla inventó las corrientes polifásicas y en 1887 patentó en Estados Unidos los sistemas de transmisión trifásicos.

El sistema de corriente alterna trifásica se desarrolló rápidamente. Actualmente es de uso general. Con ello la humanidad ha logrado sacar el mayor provecho posible, y es capaz de utilizar la energía eléctrica para su comodidad y para su diversión creando luz artificial, así como máquinas que sirven como transporte, diversión y placer. El propósito de este trabajo es analizar una aplicación de este tipo de energía así como todo lo que se involucra a su alrededor, además de proponer mejoras en el desarrollo del mismo.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.

Sistema Eléctrico de Potencia (SEP): Es un conjunto de elementos que interconectados llevan la energía eléctrica desde los centros de generación hasta los centros de consumo, es por ello que el SEP comprende a los subsistemas de generación, distribución, y utilización de energía eléctrica.

1.3 ELEMENTOS DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA.

Elementos que conforman un Sistema Eléctrico de Potencia:

Generadores de potencia.

Transformadores (elevan y bajan la Tensión).

Líneas de Transmisión.

Transformadores de Distribución (bajan los niveles de tensión).

Redes o Líneas de Distribución.

Cargas (consumo industrial, comercial y residencial).

La generación de energía se realiza en plantas hidroeléctricas, termoeléctricas, nucleares, eólicas, vapor y de gas, normalmente en tensiones de 13.8 kV. La energía que proviene de una planta es conectada a un transformador elevador, el cual proporciona la tensión del sistema de transmisión, a través del cual se transporta energía eléctrica generalmente a tensiones de 230 KV y 400 KV en el sistema mexicano. El sistema de transmisión termina en una subestación reductora o subestación de potencia, donde la tensión de servicio normalmente es de 230 KV, 400KV y 150KV y de la cual se distribuyen circuitos de Subtransmisión que van a alimentar subestaciones de distribución, cuyos circuitos alimentadores generalmente trabajan en el orden de 34.5 KV, 23 KV y 13.5 KV.

Debido a que la palabra distribución se encuentra asociada con la utilización de energía, se considera que las grandes plantas industriales son casos especiales del subsistema de potencia, ya que pueden estar directamente conectados a tensiones de 230 KV y 150 KV; mientras que de los transformadores de distribución se alimentan usuarios comerciales, residenciales e industria pequeña.

Tabla 1.1 Tensiones comúnmente utilizadas en sistemas eléctricos de potencia (IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants. 1999).

Clase de Tensión	Tensión de Sistemas Nominales (Volts)	Tensión de Sistemas Asociados (Volts)
SISTEMAS MONOFÁSICOS		
Baja Tensión	(120) 120/240 V	110,115,125,127
SISTEMAS TRÍFASICOS		
Baja Tensión	240	220,230,250
	480	440,460
	600	550,575
Media Tensión	2400 (Distribución Primaria)	2200,2300
	4160	4,000
	4800	4,600
	6900	6600,7200
	12000Y/6930	11000,11500
	12470Y/7200, 13200Y/7620	
	13800	14400
	22860Y/13200	
	23000	
	24940Y/14400	
	34500	33000
Alta Tensión	46000 (Subtransmisión)	48300
	69000	66000
	115000	110000,120000
	138000	132000
Extra Alta Tensión	161000	154000
	230000 (Transmisión)	220000
	354000	400000
Ultra Alta Tensión	500000	550000
	735000-765000	800000
Ultra Alta Tensión	1000000	