



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



FACULTAD DE INGENIERIA

MEDICIONES DE DEMANDA MAXIMA EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
ELECTRICO ELECTRONICO

PRESENTAN

- *Morales Hernández José Ladislao*
- *Ramos Pineda Miguel Angel*
- *Vertiz Díaz Omar Adrian*

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Guillermo López Monroy

Ciudad Universitaria, México, D. F. Abril de 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



A MIS PADRES:

Como un testimonio de gratitud y eterno reconocimiento, sabiendo que no existirá una forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo.

Sé que no es posible expresar en unas líneas todo el cariño y admiración que les tengo, este solo es un pequeño reconocimiento a todo el amor que me han brindado.

Gracias, por estar a mi lado cuando los he necesitado, por levantarme cuando he caído, por escucharme cuando necesito desahogarme, por caminar junto a mí el camino de la vida, por guiarme, por los consejos que me brindaron, por comprenderme cuando nadie me entiende, por esas llamadas de atención cuando me he equivocado, en fin... mil gracias por todo

A MIS HERMANOS

Porque gracias a su apoyo y consejos, he llegado a realizar una de mis mas grandes metas

Gracias por guiarme, por estar ahí siempre que los he necesitado, por sus risas, sus consejos, por ser una de las partes más importantes de mi vida.

Sé que sin ustedes no hubiera podido llegar a este punto, por lo cual considero que este triunfo también es de ustedes.

Gracias a mis padres por darme los mejores hermanos que podría haber tenido.

Gracias a mi cuñado por ser parte de mi familia y darme tres sobrinos maravillosos

Gracias a mi cuñada por todo su apoyo



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



A MIS AMIGOS

Por todo lo que hemos compartido, por todos esos momentos inolvidables que le dan sabor a la vida, gracias por hacerme parte de su vida y por ser parte de la mía.

Sé que todos tienen nombre y apellido, sin embargo no daré nombres porque ellos saben bien quiénes son y todo lo que se les aprecia.

Sé que siempre seremos amigos porque nuestra amistad es verdadera y duradera.

Gracias por hacer mi vida mucho muy feliz

No queda más que decir: gracias por su amistad!

A LA UNAM

Por darme la oportunidad de estudiar y forjarme como profesionalista en sus instalaciones.

Por ser testigo fiel de todo el camino que recorrí para hasta llegar a esta instancia.

No tengo como agradecerle a esta gran institución todo lo que me ha dado.

Sé que ser parte de la UNAM es un motivo de orgullo y admiración por eso siempre llevo bien puesta la playera de la Universidad Nacional Autónoma de México, y puedo decir que soy “ORGULLOSAMENTE UNAM”

A MIS PROFESORES

Por ser mi guía, por hacerme ver la realidad y enseñarme que los sueños no tienen límite, por forjarme como persona y como profesionalista, por hacerme tocar el suelo y después enseñarme a levantarme, por ser más que profesores, por ser amigos, por sus consejos, por su apoyo, etc.

Agradezco enormemente a todos los ingenieros que nos apoyaron en la realización de esta Tesis, gracias por la aportación de sus conocimientos para elaborar un mejor trabajo, por su tiempo, por su paciencia, en fin... gracias por todo...



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Agradezco de forma muy especial al Ing. Guillermo López Monrroy, en primer lugar por ser uno de mis mejores profesores, por ser un gran amigo, por dirigir esta Tesis, por hacerme parte de su equipo de trabajo, por todas las enseñanzas tanto en cuestiones académicas como en cuestiones laborales, por todos sus consejos y porque gracias a él me he forjado como ingeniero.

De igual forma le brindo un reconocimiento muy especial al C. Mauro Santillán por su amistad, por sus consejos, por su paciencia y sobre todo por sus enseñanzas que me hicieron crecer como persona y como ingeniero.

Sé que es muy difícil mencionar a todas las personas que me han apoyado a lo largo de mi vida para poder llegar a conseguir este logro, a todos les agradezco infinitamente el ser parte de mi vida y de la misma forma los hago partícipes de este gran triunfo.

No queda más que decir que:

MÉXICO... PUMAS... UNIVERSIDAD...

**GOYA... GOYA... CACHUN... CACHUN... RA... RA... CACHUN... CACHUN...
RA... RA...**

GOYA... UNIVERSIDAD...



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



AGRADECIMIENTOS

A mis padres, que siempre me han dado su apoyo incondicional y a quienes debo este triunfo profesional, por todo su trabajo y dedicación para darme una formación académica y una enseñanza de vida.

A ella quien me dio la vida, que día a día me dedica su tiempo para darme su amor, educación y comprensión, porque siempre esta a mi lado, Gracias por ser mi madre María Eugenia Hernández.

A él, que es una persona admirable y que con esfuerzo, amor y dedicación me hizo una persona de bien, que día a día lucha para sacarme adelante y que escogió la profesión mas difícil de la vida, la de ser padre, Gracias por ser el mejor José de Jesús Morales.

De ellos es este triunfo y para ellos es todo mi agradecimiento.

A mi Hermana que durante el transcurso de mi vida hemos crecido juntos y compartido buenos y malos momentos, y a mi sobrinita por ser lo más inocente, amoroso y bello que tengo.

A todos mis amigos, amigas y todas aquellas personas que han sido importantes para mí durante todo este tiempo Gracias por estar a mi lado y compartir tantas mañanas, tardes y noches de estudio, aventuras, experiencias, y triunfos.

Gracias sin su ayuda y conocimientos no estaría en donde me encuentro ahora, a cada uno de los maestros que participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera,

A la UNAM, la Máxima Casa de Estudios, Y a la FACULTAD DE INGENIERIA por su educación y formación académica. También quiero agradecer al Ing. Guillermo López Monrroy por sus enseñanzas y por el apoyo incondicional que me ha brindado.

José Ladislao Morales Hernández



INDICE



ÍNDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1. ANTECEDENTES	
1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE CIUDAD UNIVERSITARIA	6
1.2. PROYECTO ORIGINAL DE CIUDAD UNIVERSITARIA	8
1.3. CIUDAD UNIVERSITARIA CONSIDERADA PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD	9
1.4. HISTORIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CIUDAD UNIVERSITARIA	21
CAPITULO 2. MÉTODOS DE MEDICIÓN	
2.1. CONCEPTO DE MEDICIÓN	24
2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ESCALAS DE MEDICIÓN.	25
2.3. TIPOS DE MEDICIÓN	26
2.3.1. ERRORES EN LAS MEDIDAS DIRECTAS	27
2.3.2. ERRORES EN LAS MEDIDAS INDIRECTAS	27
2.4. MÉTODOS DE MEDICIÓN	28
2.5. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE POTENCIA.	34



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



INDICE



CAPITULO 3. INSTALACIONES A MEDIR

3.1. CARACTERÍSTICAS	42
3.2. RECORRIDO Y EVALUACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA	45
3.3. SUBESTACIÓN GENERAL NO. 1	46

CAPITULO 4. EQUIPOS PARA MEDICIÓN

4.1. INSTRUMENTOS DE MEDICION	63
4.1.1. AMPÉRMETROS.	64
4.1.2. VOLTMETROS.	65
4.1.3. FRECUENCÍMETROS.	66
4.1.4. MEDIDORES DEL FACTOR DE POTENCIA.	66
4.1.5. WÁTTMETROS.	67
4.1.6. VÁRMETROS.	68
4.1.7. PUENTE DE KELVIN.	68
4.1.8. TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTO.	69
4.1.9. MULTÍMETRO.	71
4.1.10. MEDIDOR DE ENERGÍA.	74
4.1.11. MEDIDOR DE DEMANDA.	74



INDICE



4.2. CALIDAD DE LA ENERGIA Y DEMANDA MAXIMA	75
4.2.1. ENERGÍA.	75
4.2.2. CALIDAD DE LA ENERGÍA.	75
4.2.3. DEMANDA MÁXIMA.	76
4.3. LA ENERGIA ELÉCTRICA Y EL ANALIZADOR DE REDES	76
4.3.1. PARAMETROS A CONTROLAR EN LA ENERGIA ELECTRICA	76
4.3.1.2. EL ANALIZADOR DE REDES	77
4.3.1.2.1. POWERPAD MODELO 3945	82
4.3.1.2.2. DATAVIEW.PRO	84
 CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS	
5.1. EJEMPLAR COMPLETO	86
5.1.1. BIBLIOTECA CENTRAL	86
5.1.1.1. FRECUENCIA	86
5.1.1.2. VOLTAJE DE FASE A FASE.	87
5.1.1.3. VOLTAJE DE FASE A NEUTRO	89
5.1.1.4. CORRIENTE	91
5.1.1.5. ARMONICOS	92
5.1.1.6. POTENCIA	98
5.1.1.7. FACTOR DE POTENCIA	101
5.1.1.8. ENERGIA	103



INDICE



5.1.1.9. TRANSITORIOS DE TENSION	104
5.1.1.10. TRANSITORIOS DE CORRIENTE	105
5.1.1.11. ANALISIS DE LA CALIDAD DE LA ENERGIA.	107
5.2. TABLAS DESCRIPTIVAS.	108
5.2.1. FACULTAD DE MEDICINA EDIFICIO BC	108
5.2.2. FACULTAD DE MEDICINA EDIFICIO DE	110
5.2.3. TORRE 4 DEL ESTADIO DE C.U.	112
5. 2.4. DISEÑO INDUSTRIAL	114
 CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1. CONCLUSIONES.	116
6.1.1. SUBESTACIÓN GENERAL	116
6.1.2 OBRA CIVIL	116
6.1.3. SUBESTACIONES DERIVADAS	117
6.1.4 PARAMETROS MEDIDOS	121
6.2. RECOMENDACIONES	123
6.2.1. SUBESTACIÓN GENERAL	123
6.2.2 OBRA CIVIL	123
6.2.3. SUBESTACIONES DERIVADAS	124
6.2.4 PARAMETROS MEDIDOS	126

BIBLIOGRAFÍA



INTRODUCCION



INTRODUCCION

La Universidad Nacional Autónoma de México fue fundada el 21 de septiembre de 1551 bajo el nombre de Real Universidad de México, sus instalaciones se encontraban en el centro histórico de la Ciudad de México.

El 22 de septiembre de 1910 se inauguró la Universidad Nacional de México, sin contar aun con su autonomía. Posteriormente en el año de 1921, el entonces rector José Vasconcelos, creó el escudo y el lema de la "UNAM", los cuales son parte de la identidad y orgullo universitario. No fue sino hasta el año de 1929 cuando la Universidad adquirió su autonomía.

El proyecto arquitectónico originalmente contemplaba dividir el campus universitario en tres áreas:

- a) La primera, llamada Zona Escolar (subdividida a su vez en otras secciones: Humanidades, Ciencias, Ciencias Biológicas y Artes), construida alrededor de una explanada con jardines en la cual se ubicarían los edificios administrativos.
- b) La segunda zona estaría destinada a los campos deportivos de diversas disciplinas.
- c) Y, por último, la zona del Estadio Universitario, que en 1968 pasó a ser el Estadio Olímpico Universitario.

La inauguración oficial de la Ciudad Universitaria sería el 20 de noviembre de 1952, aunque el inicio de las actividades en las escuelas fue hasta marzo de 1954. En el año de 1954 se hizo la entrega formal de la Ciudad Universitaria a la Universidad.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



INTRODUCCION



El 28 de junio de 2007 la Ciudad Universitaria (C.U.) fue inscrita por la UNESCO en la lista de sitios que son Patrimonio cultural de la Humanidad.

Los límites de esta circunscripción que señala la UNESCO son: hacia el Poniente el Estadio Olímpico; al Sur los frontones y la zona deportiva; al Oriente la Facultad de Medicina, y al Norte los edificios de las facultades de Filosofía y Letras, Derecho, Economía y Odontología.

"La Ciudad Universitaria de la UNAM es Patrimonio Cultural de la Humanidad por estar asociada directa y materialmente a acontecimientos, ideas y obras de significado universal extraordinario de la cultura de México."

"La Ciudad Universitaria de la UNAM es Patrimonio Cultural de la Humanidad por ser un ejemplo sobresaliente de la consolidación de la Arquitectura Moderna en América Latina con reminiscencias de la Arquitectura Prehispánica. "

"La Ciudad Universitaria de la UNAM es Patrimonio Cultural de la Humanidad por ser una referencia constante de la calidad y pluralidad del pensamiento de grandes personalidades de la ciencia, las artes y las humanidades a nivel nacional e internacional".

Originalmente esta zona tiene como elemento central y dominante la gran explanada principal conocida como "las Islas" que agrupa a su alrededor los edificios de las principales facultades y escuelas.

Uno de los aspectos más importantes del proyecto y construcción de Ciudad Universitaria fue el diseño de la Red de Distribución Subterránea de la Energía Eléctrica, los encargados de éste proyecto fueron los ingenieros Carlos Luca



INTRODUCCION

Marín, Antonio Macías de Mier, Roberto Brown Brown y Pelayo Fernández Villalobos, entre otros, todos ellos bajo la dirección de Luis Mascot López.

La red eléctrica original estaba integrada por la subestación principal No. 1, que fue construida en 1952 y puesta en operación en el año de 1954. Está ubicada en la parte norte de Ciudad Universitaria a espalda de la Facultad de Psicología.

Esta subestación contaba con dos transformadores trifásicos con capacidad de 2 500 kVA cada uno, teniendo como resultado una capacidad de 5 000 kVA.

Esta subestación era alimentada por Luz y Fuerza del Centro a través de dos alimentadores aéreos de 23 kV, provenientes de las Subestaciones Olivar del Conde y Taxqueña.

Se diseñó una configuración de anillo para proporcionar más confiabilidad al sistema eléctrico, debido a que si alguna sección tuviera alguna falla esta se pudiera restablecer rápidamente.

Con el paso del tiempo la demanda de energía eléctrica en Ciudad Universitaria aumentó, por lo cual se tuvieron que sustituir los dos transformadores que se encontraban en la subestación No. 1, los cuales tenían una capacidad de 2 500 kVA, por otros con una capacidad de 7 500 kVA, para que el sistema pudiera absorber la carga excedente y además que nos dé un margen de reserva al sistema eléctrico.

En el año de 1976 aumentó la construcción de institutos, facultades, centros de investigación y creció el circuito exterior, todo esto trajo consigo un aumento de carga al sistema eléctrico de Ciudad Universitaria; la subestación No. 1 se



INTRODUCCION



encontraba saturada y para poder dar servicio eléctrico a todo el campus se construyó la Subestación No. 2 en 1981.

Debido a que en la actualidad se tienen nuevas tecnologías, se han levantado las construcciones y sobre todo se ha incrementado la población universitaria en lo que es considerado Patrimonio Cultural de la Humanidad; se ha incrementado también la demanda de energía.

Lo anterior nos lleva a la pregunta ¿Actualmente las condiciones de operación de las subestaciones derivadas son las óptimas para satisfacer las demandas de energía eléctrica de cada una de sus respectivas facultades, institutos, bibliotecas, etc.; que forman parte del campus universitario considerado patrimonio cultural de la humanidad?

El primer paso en la mayoría de todo proceso es la medición, todo lo que se mide se puede mejorar. No es posible la disminución y el mejor uso de la energía sin tener una fuente confiable de información.

Un sistema útil de medición nos puede indicar donde estamos gastando la energía, de que manera y que oportunidades reales de ahorro tenemos, así mismo es importante conocer las tendencias de demanda, el factor de potencia, armónicos que afecten el sistema; todo esto en el momento exacto de las demandas máximas.

Dicho incremento de demanda en los últimos años para esta zona, ha provocado dudas respecto a la elección original del equipo eléctrico, y por ello, es necesario realizar un nuevo análisis, que nos permita tener en las mejores condiciones nuestro sistema eléctrico, y así, poder satisfacer las demandas universitarias.



INTRODUCCION



Hoy en día la tecnología de las comunicaciones y la información nos ofrecen la capacidad de poder diagnosticar, configurar y adquirir información en tiempo real, con el objetivo de poder anticipar problema e incluso corregirlos.

El objeto de este trabajo es realizar el análisis de los parámetros característicos de cada una de las subestaciones encargadas de alimentar la zona considerada Patrimonio Cultural de la Humanidad, ya que de esta forma se tendrán mayores detalles de nuestro sistema y por lo tanto esto nos conducirá de manera correcta al nuevo diseño y elección de nuestro equipo eléctrico.



CAPITULO 1: ANTECEDENTES

CAPITULO 1. ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE CIUDAD UNIVERSITARIA.

La Universidad Nacional Autónoma de México fue fundada el 21 de septiembre de 1551 bajo el nombre de Real Universidad de México.

El 22 de septiembre de 1910 se inauguró la Universidad Nacional de México, sin contar aun con su autonomía. Posteriormente en el año de 1921, el entonces rector José Vasconcelos, creó el escudo y el lema de la "UNAM".

A principios del siglo XX, las escuelas, facultades y edificios administrativos de la Universidad estaban dispersos por la ciudad (entre otros, destacan los edificios del Colegio de San Ildefonso, del Antiguo Palacio de la Inquisición, del Templo de San Agustín y del Palacio de Minería), y varias veces se conceptualizó un proyecto para relocalizar las mismas a un solo campus que integrara la vida universitaria.

De estos conceptos, quizás el más destacado fue una tesis profesional presentada en la Escuela Nacional de Arquitectura en 1928, con el título "Ciudad Universitaria".

En 1943, el gobierno Federal expropió el terreno donde actualmente se encuentra C.U., y en 1946 éste fue entregado a la Universidad para los proyectos de reunir las instalaciones.

El 11 de septiembre de 1946, el entonces rector Salvador Zubirán formó la Comisión de la Ciudad Universitaria, formada por representantes de la Universidad y del Gobierno. Esta Comisión convocó a un concurso arquitectónico cuyos proyectos fueron entregados en marzo del año siguiente.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



CAPITULO 1: ANTECEDENTES



Con el proyecto vencedor en manos, la Comisión se transformó en la Comisión Técnica Directora, presidida por el rector, e integrada por funcionarios de la Universidad más un representante de la presidencia de la República. La Comisión designó a los arquitectos Directores del proyecto: Enrique del Moral, Mario Pani, Domingo García Ramos y Mauricio M. Campos, quienes se encargarían de designar al conjunto de arquitectos e ingenieros que participarían en la ejecución del mismo, todos ellos mexicanos.

Más de cien arquitectos e ingenieros de entre los más destacados del país se unieron a la obra. Resaltan los nombres de Luis Barragán, Carlos Lazo, Juan O'Gorman, Enrique Yáñez, Pedro Ramírez Vázquez, Enrique de la Mora y José Villagrán García. Además, también participaron artistas como Diego Rivera y David Alfaro Siqueiros.

En octubre de 1949 se iniciaron las obras de construcción de acuerdo al programa general. En 1949 la población estudiantil de la Universidad en este año fue de 23 mil 192 alumnos, siendo 19 mil 242 varones y 3 mil 950 mujeres. De la primera cifra, 6 mil 487 alumnos eran de primer ingreso. Fue aprobado el Reglamento del Consejo Universitario y fue creada la Unión de Universidades Latinoamericanas.

Para 1950 la Universidad acordó otorgarle al presidente Miguel Alemán el doctorado honoris causa. Se aprobó el Reglamento para la Elección de Representantes, profesores y alumnos, para los consejos técnicos y universitarios. Fue colocada la primera piedra de la Facultad de Ciencias, primer edificio de la Ciudad Universitaria. La Escuela de Verano se separó de la Dirección de Difusión Cultural y se denominó Dirección de Cursos Temporales.



CAPITULO 1: ANTECEDENTES

En el año de 1954 se hizo la entrega formal de la Ciudad Universitaria a la Universidad. El lunes 22 de marzo, en una ceremonia en la sala del Consejo Universitario en la Torre de Rectoría, el presidente Ruiz Cortines inauguró los primeros cursos que se impartirían en la Ciudad Universitaria. Con ello y a nombre del Estado Mexicano, hizo entrega a los universitarios de las instalaciones de la Ciudad Universitaria.

Fue establecida la Dirección General de Enseñanza Preparatoria. Se acordó la creación del plantel 6 de la Escuela Nacional Preparatoria. Comenzó a editarse la Gaceta de la UNAM, órgano oficial de la institución, gracias a la iniciativa del maestro Henrique González Casanova.

1.2. PROYECTO ORIGINAL DE CIUDAD UNIVERSITARIA

El proyecto arquitectónico originalmente contemplaba dividir el campus universitario en tres áreas:

- a) La primera, llamada Zona Escolar (subdividida a su vez en otras secciones: Humanidades, Ciencias, Ciencias Biológicas y Artes), construida alrededor de una explanada con jardines en la cual se ubicarían los edificios administrativos.
- b) La segunda zona estaría destinada a los campos deportivos de diversas disciplinas.
- c) Y, por último, la zona del Estadio Universitario, que en 1968 pasó a ser el Estadio Olímpico Universitario.

Las tres áreas estaban organizadas como anillos dentro de una, así llamada supermanzana mayor. Durante las décadas de su existencia, la zona urbanizada de C.U. ha ido creciendo para dar acomodo a una creciente población estudiantil,



CAPITULO 1: ANTECEDENTES

administrativa y visitante, originando la disposición y construcción de anillos cada vez mayores, organizando la urbanización en circuitos concéntricos.

Debido a este proceso, algunos de los edificios originales no mantienen las funciones que inicialmente les fueron asignadas, ya que las Escuelas, Facultades e Institutos que albergaban se fueron relocalizando a los circuitos exteriores, y sus antiguos edificios fueron ocupados por las Escuelas y Facultades que siguieron en el centro del campus universitario. Algunos ejemplos de este proceso de cambio de uso son: la Escuela de Veterinaria (hoy Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia), y la Facultad de Ciencias.

La proyección y ejecución de las vialidades en el plan maestro estuvo a cargo de Juan Durán, Jesús Domínguez, Edmundo Rojas González y Santiago Carro. El paisajismo estuvo bajo el mando de Luis Barragán y Alfonso Cuevas Alemán.

A poco más de cincuenta años de la creación del Campus, la Ciudad Universitaria sigue teniendo gran influencia en la vida política, intelectual y cultural con la que nació la Universidad de México.

1.3. CIUDAD UNIVERSITARIA CONSIDERADA PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD

El 28 de junio de 2007 la Ciudad Universitaria (C.U.) fue inscrita por la UNESCO en la lista de sitios que son Patrimonio cultural de la Humanidad.

La categoría incluye sólo el área comprendida dentro del primer Circuito Universitario inaugurado en 1952 y sus más de cincuenta edificios. La zona alcanza las 176.5 hectáreas, que significan el 25 por ciento de las 730 que en total conforman el Campus Universitario.



CAPITULO 1: ANTECEDENTES



Los límites de esta circunscripción que señala la UNESCO son: hacia el Poniente el Estadio Olímpico; al Sur los frontones y la zona deportiva; al Oriente la Facultad de Medicina, y al Norte los edificios de las facultades de Filosofía y Letras, Derecho, Economía y Odontología.

Sólo unos cuantos de los campus universitarios en el mundo han sido incorporados a la lista del Patrimonio cultural de la Humanidad, por ejemplo, la Universidad de Alcalá de Henares, en España, y la Ciudad Universitaria de la Universidad Central de Venezuela.

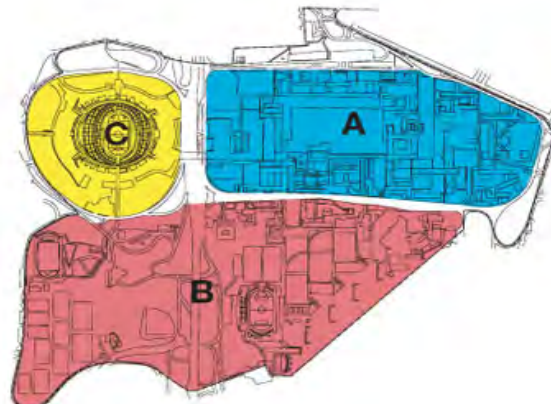
El circuito original de Ciudad Universitaria, fue lo primero que construyeron, es una obra de arte monumental considerada ahora patrimonio artístico de la nación.

Más de 200 arquitectos y muralistas planearon y llevaron a cabo el proyecto; en 7 edificios quedaron plasmados los murales de los mejores; como el de Diego Rivera en el Estadio Olímpico Universitario.

La Biblioteca Central es un edificio radical por que todo es un mural, contemplando sus cuatro fachadas, que reconocen la historia de la universidad, la historia de la ciencia, la historia de las humanidades y la historia del país.

Mapa de CU como patrimonio

- A. Zona Escolar
- B. Campos Deportivos
- C. Estadio Olímpico





CAPITULO 1: ANTECEDENTES



"La Ciudad Universitaria de la UNAM es Patrimonio Cultural de la Humanidad por estar asociada directa y materialmente a acontecimientos, ideas y obras de significado universal extraordinario de la cultura de México."

"La Ciudad Universitaria de la UNAM es Patrimonio Cultural de la Humanidad por ser un ejemplo sobresaliente de la consolidación de la Arquitectura Moderna en América Latina con reminiscencias de la Arquitectura Prehispánica. "

"La Ciudad Universitaria de la UNAM es Patrimonio Cultural de la Humanidad por ser una referencia constante de la calidad y pluralidad del pensamiento de grandes personalidades de la ciencia, las artes y las humanidades a nivel nacional e internacional".



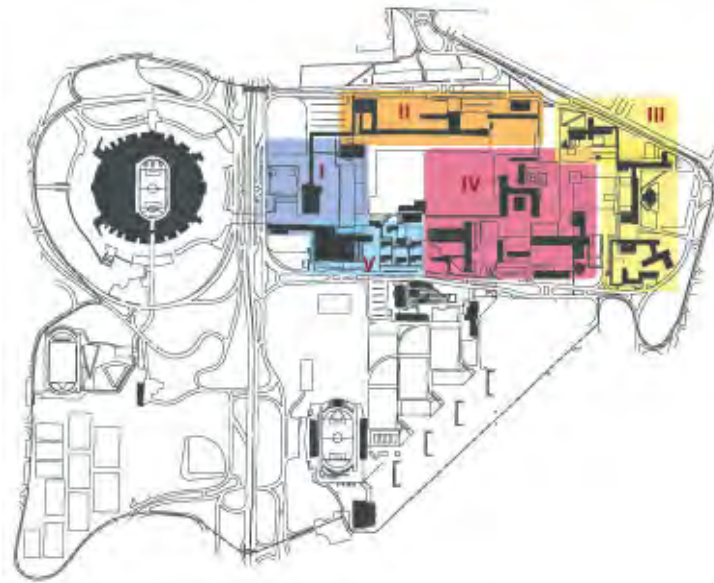


CAPITULO 1: ANTECEDENTES



Originalmente esta zona tiene como elemento central y dominante la gran explanada principal conocida como “las Islas” que agrupa a su alrededor los edificios de las principales facultades y escuelas y que a su vez se subdividía en cinco grandes grupos:

- I. Gobierno y Servicios.
- II. Humanidades.
- III. Ciencias Biológicas.
- IV. Ciencias.
- V. Artes y Museo.





CAPITULO 1: ANTECEDENTES



La Zona Escolar queda rodeada por un circuito vehicular y otro peatonal al interior que ligan exteriormente todas las zonas de la Ciudad Universitaria.



Gobierno y Servicios. El gobierno de la Universidad tiene su sede en la torre de Rectoría, un esbelto prisma de doce niveles de altura, que se localiza justo al otro lado de la Avenida de los Insurgentes, frente al Estadio Olímpico, creando simbólicamente presencia y custodia de las instalaciones universitarias ante la ciudad. A su costado, la Biblioteca Central que en su conjunto constituye el paradigma estético que auspició la concepción de la Ciudad Universitaria, se desplanta con un basamento horizontal que soporta el acervo y el conocimiento dentro de una gran “caja” de geometría purista revestida por sus cuatro lados con murales que representan diferentes temas relacionados con la historia de México obra del arquitecto y pintor Juan O’Gorman.

En el exterior de esta agrupación, una serie de plataformas a diversos niveles rodean la torre de Rectoría acentuando el eje principal del conjunto que recorre todo el Campus rematando en el Estadio Olímpico.



CAPITULO 1: ANTECEDENTES

Humanidades. Ubicado al norte del Campus central, el conjunto de las Humanidades se compone principalmente de un interesante cuerpo longitudinal de más de trescientos metros, desarrollado de este a oeste. El conjunto se divide en tres partes casi de igual tamaño, donde se localizan las facultades de Filosofía y Letras, Derecho y Economía (y antiguamente la escuela de Ciencias Políticas). Acentuando la horizontalidad del conjunto la torre de Humanidades se alza en una de las cabeceras junto al auditorio Justo Sierra, presentándose como una de las puertas simbólicas al Campus Central debido a su cercanía a la Avenida de los Insurgentes.

El cuerpo principal es una estructura de una sola crujía que se repite a todo lo largo, dicho módulo permite un espacio fluido y transitable en la planta baja debido a que solo se encuentran las columnas como pórtico, creando una relación espacial directa entre el circuito escolar, los estacionamiento y la gran plaza central, mostrando así los postulados modernos de los edificios sobre pilotas.

La fachada sur es de cristal en su totalidad logrando así una relación directa con el área central del Campus.

El conjunto de las Humanidades ha sido desde su construcción, sede de los grandes debates ideológicos de la segunda mitad del siglo XX en México, tal es el caso del movimiento estudiantil de 1968.

Ciencias Biológicas. Este conjunto es el extremo opuesto del Estadio Olímpico, se desplanta en la última de las tres plataformas que sugirieron el Plan Maestro.

Se consideran en esta agrupación las facultades de Odontología, Medicina y el Instituto de Investigaciones Biomédicas (originalmente Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia). Cada una de estas escuelas tiene un edificio independiente y de entre estos destaca el de la facultad de Medicina, constituida



CAPITULO 1: ANTECEDENTES

por tres cuerpos conectados entre sí por rampas y bloques de escaleras exentos, evidenciando el carácter funcional hospitalario que da origen a los estudios de Medicina.

La Fachada oeste muestra un sistema de parteluces fijos como protección solar de tres niveles de altura, en esta misma orientación pero de otro de los tres cuerpos se presenta el mural “La vida, muerte el mestizaje y los cuatro elementos” del artista Francisco Eppens.

Las tres facultades forman una segunda plaza central, de dimensiones menores a la explanada principal pero de contrastes muy interesantes como es la conexión con el conjunto de Ciencias a través de una gran rampa de piedra que evoca el espacio abierto de los grandes centros ceremoniales prehispánicos, además de una zona arbolada que sirve para dar respiro dentro de la escala monumental.

Ciencias. Este conjunto queda emplazado justo al centro-sur del Campus, cuenta con las facultades de Química, Ingeniería, la torre de Ciencias (hoy torre de Humanidades II), la Unidad de Posgrado y el Pabellón de Rayos Cósmicos.

Esta cuarta zonificación de Plan Maestro se compuso originalmente con las Facultades de Ciencias y sus Institutos, Química e Ingeniería (en la actualidad la Facultad de Ciencias y los Institutos se han movido a la periferia del Campus).

De este conjunto destaca por su altura la torre originalmente de Ciencias, que junto a la torre de Rectoría y la torre de Humanidades, marca el acento vertical al Campus central que es predominantemente horizontal. A un costado se encuentra la Unidad de Posgrado, edificio que vive hacia el patio que se forma al interior del conjunto siendo esta la representación de una de las tipologías más características de la arquitectura mexicana. Hacia el exterior y del costado oeste el



CAPITULO 1: ANTECEDENTES

edificio mantiene una fachada entera a base de un sistema de parteluces móviles que permiten la aclimatación en el interior de las aulas-auditorio.

El edificio de la facultad de Ingeniería fue concebido en sí mismo con un verdadero “edificio-máquina”, desarrollándose de manera cien por ciento funcional, atendiendo las necesidades de la educación de las diferentes ingenierías en los talleres y laboratorios. Su carácter tecnológico se ve reflejado en un gran puente de concreto, como los construidos a principios del siglo XX, que es la representación misma de la ingeniería desde los tiempos antiguos y que une dos cuerpos del edificio dejando de manifiesto el lugar donde se ha de aprender a edificar puente y caminos.

También destaca el Pabellón de Rayos Cósmicos, producto de las experimentaciones estructurales del arquitecto Félix Candela, el Pabellón consiste en una cubierta muy delgada de concreto armado de doble curvatura basada en la

Geometría del paraboloides-hiperbólico. Este emblemático edificio se ha convertido en uno de los íconos del conjunto por su originalidad y su atinada ubicación y aún siendo de pequeña escala, contiene el potencial plástico y constructivo de la arquitectura de cubiertas ligeras utilizada muy frecuentemente en mercados, almacenes, iglesias, restaurantes, etc., en la arquitectura significativa de México durante los años cincuenta y que ha trascendido incluso internacionalmente.

Artes y Museo. Este conjunto es la otra gran puerta al Campus; el Museo Universitario de Ciencias y Artes, común mente conocido como MUCA, un museo dedicado al arte contemporáneo más pujante del país y de Latinoamérica que originalmente fue concebido como las galerías de la Escuela de Arquitectura a la manera que se hacía en la Antigua Academia de San Carlos, ligada directamente al estudio de la Bellas Artes. Más adelante se encuentra la facultad de



CAPITULO 1: ANTECEDENTES



Arquitectura, esta se divide en dos sectores principales: uno que comprende la unidad de Talleres de Arquitectura y otro formado por oficinas, teatro y biblioteca. Como condición particular de la enseñanza de la arquitectura, se decidió construir ocho pabellones-taller aislados conocidos como “los Talleres”, de dos niveles de altura y de aspecto formal prototípico para el estudio de la artes, así de esta manera y junto con el Museo, se lograba la idea academicista de escuela-taller-galería.



Campos deportivos

La zona deportiva está ubicada al sur de la Zona Escolar manteniendo una postura congruente con el discurso de la modernidad donde la recreación y la práctica del deporte se plantearon como parte vital del desarrollo y bienestar del hombre. Concediendo toda la importancia que este punto merece y debido en gran parte a la afición por el deporte presentada por la juventud mexicana, la Ciudad Universitaria es una de las universidades en el continente que cuenta con mayor



CAPITULO 1: ANTECEDENTES



número de campos deportivos, tanto de entrenamiento como de exhibición, y aún la más vasta en lo que se refiere a variedad y calidad de sus instalaciones.

Para ello fue necesario destinar desde el mismo Plan Maestro el espacio requerido para tal fin, una vasta zona constituida por plataformas a diversos desniveles que propician la colocación de las canchas deportivas.



Aquí son destacables los Frontones. Estas estructuras singulares nos muestran el sincretismo de elementos de la arquitectura tradicional mexicana y la arquitectura contemporánea. Con unos requerimientos de programa elementales como los de un frontón, se logra una obra de gran plasticidad que le otorgan al conjunto fuerza para definir su condición de arquitectura moderna mexicana.

Cuatro frontones abiertos y uno cerrado se disponen formando una diagonal, la única en el conjunto y así limitan, contienen y articulan la zona de Campos deportivos, además de formar distintas perspectivas y puntos de vista y contrastes volumétricos. Cada frontón está resuelto como una plataforma con talud, elemento



CAPITULO 1: ANTECEDENTES

arquitectónico utilizado muy frecuentemente en la arquitectura mesoamericana; esta imagen nos remite necesariamente a las pirámides y a los lugares de juego de pelota prehispánicos.

Los Frontones de la Ciudad Universitaria han sido una de los edificios más elogiados, junto a la Biblioteca Central y el Estadio Olímpico, por la crítica especializada de la historiografía de la arquitectura moderna.

Sistema vial y paisaje

Dentro del Plan Maestro, la preocupación por el paisaje y la ingeniería de las vialidades ocupó un lugar muy importante. Lo anterior queda demostrado con el diseño de la áreas exteriores del Campus Central, obra del arquitecto y premio Pritzker Luis Barragán, quien manifestó una gran sensibilidad por el espacio que se destinaría a la circulación peatonal, al estudio al aire libre y a la contemplación, definiendo terrazas, plazas, patios y jardines de diferentes escalas definiendo su función a través del uso de los materiales y su forma. Cabe destacar que el Campus es considerado -y utilizado- como uno de los espacios públicos más importantes y generosos de la Ciudad de México.

El sistema vial se estructura mediante circuitos basado en el sistema inglés denominado Herrey, conteniendo de manera perimetral las tres principales zonas.

El circuito principal se dispone alrededor de la Zona Escolar, creando la sensación de una supermanzana como los postulados del urbanismo moderno planteaban de manera teórica. Estos circuitos son atravesados por sendas peatonales en desnivel con la intención de no cruzar ningún flujo, ni peatonal ni vehicular. Con este sistema de circulaciones se vitaliza, aún hoy en día, la Ciudad Universitaria.



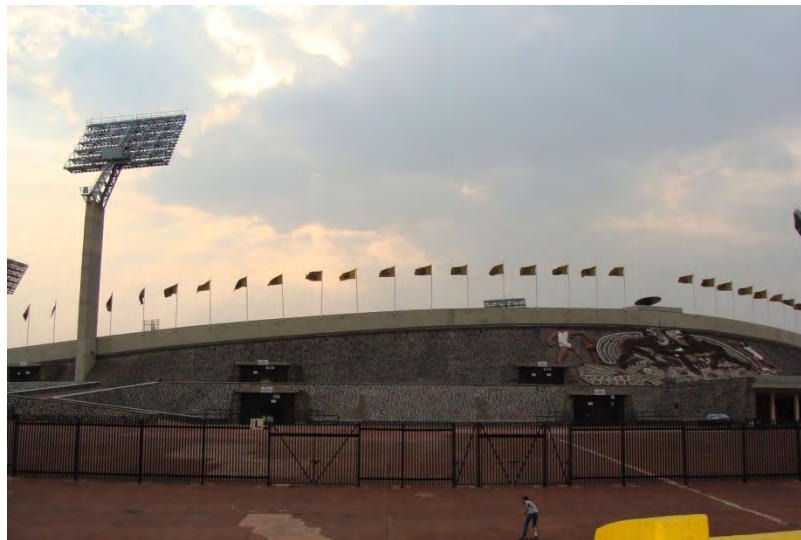
CAPITULO 1: ANTECEDENTES



Estadio olímpico

“El Estadio Olímpico de la Universidad de México es precisamente de México. Entre todas las estructuras que integran la Ciudad Universitaria varias se elevan a la dignidad de la arquitectura notable de México y sus grandes tradiciones. La primera entre todas ellas es el Estadio. Aquí se pueden ver las grandes tradiciones antiguas de México honrado a los tiempos modernos. Pero esta estructura no es una imitación, es una creación en el más auténtico sentido y está llamada a ocupar su lugar entre las grandes obras de arquitectura de hoy y mañana [...]”.

Frank Lloyd Wright



Como lo describió el muralista Diego Rivera: “El Estadio Olímpico nace del terreno con la misma lógica que los conos volcánicos que forman el paisaje donde se encuentra”, es verdaderamente “un cráter arquitectonizado”.

El Estadio fue la primera obra iniciada del conjunto de la Ciudad Universitaria, debido a la aceptación unánime de todo el comité de construcción del conjunto



CAPITULO 1: ANTECEDENTES

sobre su volumetría y funcionalidad. Se diseñó para que se realizaran todo tipo de actividades deportivas, y destacó por su desempeño durante las Olimpiadas de 1968. El talud exterior que forman las gradas del lado oriente fue decorado con mural titulado: “La Universidad, la familia y el deporte en México”, con piedras de color natural en altorrelieve obra del mismo Rivera.

El acceso desde exterior se hace por medio de rampas que, al ir ascendiendo, permiten la entrada a mitad de la gradería, para así ocupar la totalidad de las localidades.

Tiene una capacidad de ochenta mil espectadores sentados y consta de cuarenta y dos túneles de acceso, que son al mismo tiempo salidas que permiten desalojarlo por completo casi de inmediato. Este estadio fue el primero a nivel internacional en contar con una caseta de comunicaciones para transmisión diseñada específicamente para ello, llamada “el Palomar” ésta se encuentra ubicada en la parte más alta de las gradas para dominar la vista del mismo estadio y general del Campus central.

1.4. HISTORIA DEL SISTEMA ELECTRICO DE CIUDAD UNIVERSITARIA

Uno de los aspectos más importantes del proyecto y construcción de Ciudad Universitaria fue el diseño de la Red de Distribución Subterránea de la Energía Eléctrica, los encargados de éste proyecto fueron los ingenieros Carlos Luca Marín, Antonio Macías de Mier, Roberto Brown Brown y Pelayo Fernández Villalobos, entre otros, todos ellos bajo la dirección de Luis Mascot López.

La red eléctrica original estaba integrada por la subestación principal No. 1, que fue construida en 1952 y puesta en operación en el año de 1954. Está ubicada en la parte norte de Ciudad Universitaria a espalda de la Facultad de Psicología. Esta



CAPITULO 1: ANTECEDENTES

subestación contaba con dos transformadores trifásicos con capacidad de 2 500 kVA cada uno, teniendo como resultado una capacidad de 5 000 kVA.

Esta subestación era alimentada por Luz y Fuerza del Centro a través de dos alimentadores aéreos de 23 kV, provenientes de las Subestaciones Olivar del Conde y Taxqueña.

La red estaba integrada por tres anillos con dos alimentadores cada uno.

Con motivo de los Juegos Olímpicos de 1968 se realizaron modificaciones al sistema eléctrico del Estadio Olímpico Universitario, debido al aumento del nivel de iluminación.

Las modificaciones consistieron principalmente en la adición de torres de alumbrado de la pista y del campo. Debido a esta demanda la subestación No. 1 tuvo que ser ampliada, se le añadió un transformador de 2 500 kVA y se construyeron dos nuevos circuitos, el D y el E.

Debido a la construcción de nuevos edificios la demanda de energía eléctrica en Ciudad Universitaria aumentó, por lo cual se tuvieron que sustituir los dos transformadores que se encontraban en la subestación No. 1, los cuales tenían una capacidad de 2 500 kVA por otros con una capacidad de 7 500 kVA, para que el sistema pudiera absorber la carga excedente y además que nos dé un margen de reserva al sistema eléctrico.

En el año de 1976 aumentó la construcción de institutos todo esto trajo consigo un aumento de carga al sistema eléctrico de Ciudad Universitaria; la subestación No. 1 se encontraba saturada y para poder dar servicio eléctrico a todo el campus se construyó la Subestación No. 2 en 1981.



CAPITULO 1: ANTECEDENTES

La Subestación No. 2 se ubica en el circuito exterior junto al Centro de Instrumentos y frente a la Escuela de Trabajo Social. La ubicación de la subestación respondía a las condiciones de centros de carga, acometida y facilidad de acceso. Esta subestación estaba integrada por tres transformadores de 2 500 kVA, los cuales fueron obtenidos de la subestación No. 1 debido a que se encontraban en buenas condiciones y a que tenían un buen estado de operación.

La Red de Distribución de 6.6 kV estaba conformada por dos anillos, I y II, con dos alimentadores cada uno, los cuales alimentaban 12 subestaciones derivadas.

Debido al crecimiento que tiene Ciudad Universitaria día con día se ha tenido que modificar la capacidad de las subestaciones 1 y 2 para que soporten la demanda de carga que el sistema requiere, así como también, se han diversificado los circuitos derivados.

En la actualidad la Red de Distribución de Ciudad Universitaria es alimentado por Luz y Fuerza del Centro desde su Subestación Odón de Buen por medio de cuatro alimentadores de 23 kV cada uno, los cuales llegan a las subestaciones generales 1 y 2, las cuales a su vez alimentan a las subestaciones derivadas del Campus Universitario.



CAPITULO 2: MÉTODOS DE MEDICIÓN

2.1. CONCEPTO DE MEDICIÓN

Medir es contar, comparar una unidad con otra, dar una valoración numérica, asignar un valor, asignar números a los objetos. Todo lo que existe está en una cierta cantidad y se puede medir. Estos no se asignan de forma arbitraria sino que se rigen por ciertas reglas, se establece un sistema empírico y éste da lugar a un sistema formal.

La medición nos permite alejarnos de la realidad para formarla a partir de números. Las propiedades del sistema numérico y del sistema empírico han de ser iguales. El sistema formal, tiene que reunir dos criterios:

- Igualdad.
- Formal.

La medición es la determinación de la proporción entre la dimensión o suceso de un objeto y una determinada unidad de medida. La dimensión del objeto y la unidad deben ser de la misma magnitud. Una parte importante de la medición es la estimación de error o análisis de errores.

La operación de la medición consiste en dar valores a los fenómenos que interesan en el marco de un planteamiento geográfico. Por una parte, sirve inicialmente para caracterizar los atributos de los objetos que se estudian y después se emplea para dar comienzo al estudio del que van a ser objeto.



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.



2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ESCALAS DE MEDICIÓN.

La más simple es la “NOMINAL”, en ella la operación empírica básica se establece por la determinación de igual y el sistema formal por la correlación de los números. Ejemplo: los números de clase, los números de los futbolistas, etc. (1, 2, 3, 4, 5,...)

En un aspecto más importante de escala, tenemos la escala “ORDINAL” en ella la operación empírica que se lleva a cabo es la determinación de mayor o menor respecto a otro.

Ejemplo: el sistema empírico, nos dice que en las personas difiere el grado de dolor, más o menos dolor. Habrá que crear un sistema formal que recoja este hecho utilizando el termino mayor o menor ($X = Y$; $X < Y$, $X > Y$)

Más compleja la “ESCALA DE INTERVALO O DE DISTANCIA”, se utiliza cuando se determina la igualdad de intervalo entre los puntos, se precisa el orden jerárquico en función de un atributo. Ejemplo: medición de la temperatura: El agua se congela a 0°C y hierve a 100°C .

En un nivel todavía más completo tenemos la “ESCALA DE RAZÓN”, se utiliza cuando se determina la igualdad de razones. En la misma debe haber igual distancia entre los grados sucesivos, supone un cero racional, suministra información sobre el orden jerárquico según un atributo, a los intervalos entre ellos y la magnitud absoluta a cada objeto (-30, -15, 0, 15, 30).

ESCALA DE MEDIDA. CONDICIÓN ENTRE SISTEMAS.

Nominal.	Determinación de igualdad.
Ordinal.	Determinación de mayor a menor.
Intervalo.	Determinación de igualdad entre intervalos.



CAPITULO 2: MÉTODOS DE MEDICIÓN



Razón. Determinación de la igualdad de razón.

También y en un plano más sencillo se pueden diferenciar las siguientes escalas de medida:

CUALITATIVAS: * Nominales y * Ordinales.

CUANTITATIVAS: * Intervalo y * Razón.

2.3. TIPOS DE MEDICIÓN

Hay dos tipos de medición, mediciones directas e indirectas. Vamos a ver en qué consiste cada uno de estos tipos.

- o Mediciones directas

Las mediciones directas son aquéllas en las cuales el resultado es obtenido directamente del instrumento que se está utilizando. Por ejemplo, para medir la corriente que circula por un circuito podemos utilizar un amperímetro apropiado.

- o Mediciones indirectas

Las mediciones indirectas son aquéllas en que el resultado deseado no lo obtenemos directamente de las lecturas realizadas con los instrumentos utilizados, sino que es necesario emplear los datos obtenidos para hallar la cantidad deseada mediante algunos cálculos. Por ejemplo, el valor de una resistencia lo podemos determinar de la siguiente forma: Con un amperímetro medimos la corriente que circula por ella, y con un voltímetro la caída de voltaje entre sus terminales cuando circula la corriente medida anteriormente. Con estas dos lecturas podemos calcular la resistencia aplicando la ley de Ohm.



2.3.1. ERRORES EN LAS MEDIDAS DIRECTAS

El origen de los errores de medición es muy diverso, pero podemos distinguir:

Errores sistemáticos: son los que se producen siempre, suelen conservar la magnitud y el sentido, se deben a desajustes del instrumento, desgastes etc. Dan lugar a sesgo en las medidas.

Errores aleatorios: son los que se producen de un modo no regular, variando en magnitud y sentido de forma aleatoria, son difíciles de prever, y dan lugar a la falta de calidad de la medición.

Error absoluto. Es el error en valor absoluto que se comete expresado en las mismas unidades que la magnitud medida. Sin equivocarse.

Error relativo. Es la relación que existe entre el error absoluto y la magnitud medida, es adimensional, y suele expresarse en porcentaje.

Error estándar. Si no hemos valorado el error que cometemos al medir, tomamos como error estándar:

Cinco veces la apreciación del instrumento.

El 5% de la magnitud medida.

El error estándar es la mayor de estas medidas.

2.3.2. ERRORES EN LAS MEDIDAS INDIRECTAS

Cuando el cálculo de una medición se hace indirectamente a partir de otras que ya conocemos, que tienen su propio margen de error, tendremos que calcular junto con el valor indirecto, que suele llamarse también valor derivado, el error de éste,



normalmente empleando el diferencial total. A la transmisión de errores de las magnitudes conocidas a las calculadas indirectamente se le suele llamar propagación de errores.

2.4. METODOS DE MEDICION

Tanto las medidas directas como las indirectas podemos realizarlas utilizando dos métodos generales: El método de deflexión y el método de detección de cero. Veamos en qué consiste cada uno de ellos.

➤ Método de deflexión

En éste primer método, la deflexión que sucede en la aguja del instrumento da directamente la medida. Por ejemplo: Supongamos que tenemos el circuito mostrado en la Fig. 1, y para medir la corriente que circula por él introducimos un amperímetro, como se indica en la Fig. 2.

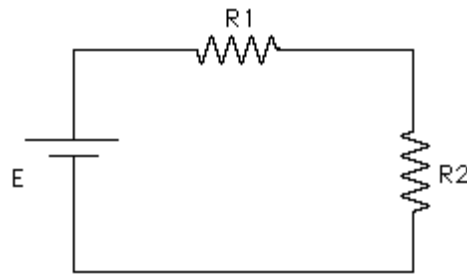


Fig. 1.- Circuito

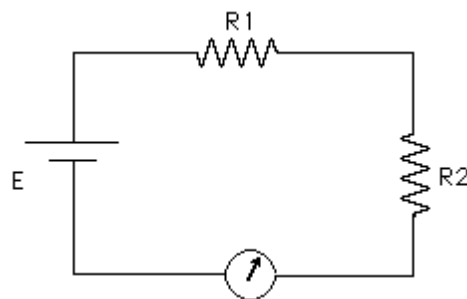


Fig. 2.- Medición de corriente



El instrumento ha deflectado tres divisiones de las diez que tiene, y como sabemos que cada una de ellas corresponde a 1 mA, podemos concluir que la corriente que circula por el circuito es de 3 mA.

➤ Método de detección de cero

En el método de cero, la indicación nula o cero del instrumento sensor lleva a determinar la incógnita que se busca a partir de otras condiciones conocidas. Esto lo podemos ver más claro con un ejemplo:

Hay un circuito especial denominado puente de Wheatstone, que tiene la configuración mostrada en la Fig. 3a:

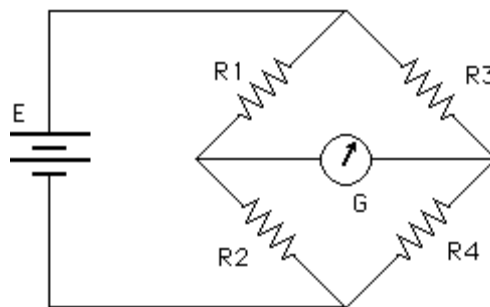


Fig. 3a - Puente de Wheatstone

Cuando se cumple que $R1/R2 = R3/R4$ el galvanómetro G indica cero corriente. Basándonos en esta propiedad, podemos medir resistencias utilizando el arreglo de la Fig. 3b. La resistencia incógnita vamos a ponerla en R1. En R2 vamos a poner una resistencia variable, mientras que R3 y R4 van a ser resistencias fijas.

Despejando R1 de la fórmula: $R1 = (R3/R4) * R2$



Como R3 y R4 son constantes: $R1 = K R2$

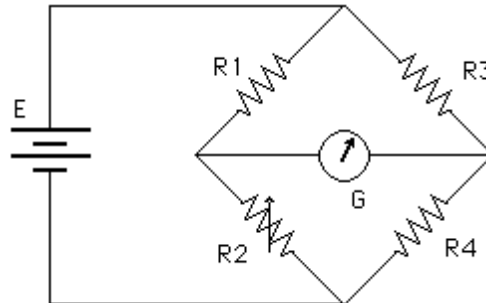


Fig. 3b.- Puente de Wheatstone para la medición de una resistencia R1

donde K es una constante conocida. Para medir una resistencia incógnita se coloca dicha resistencia en la posición R1 y se varía R2 hasta obtener una lectura de cero en el galvanómetro. En ese momento se cumple la ecuación indicada anteriormente, por lo que el valor de R1 será el de R2 (que lo conocemos) multiplicado por la constante K.

La diferencia fundamental entre el método de deflexión y el de detección de cero es que en el primero es necesario que circule una corriente por el instrumento para que se produzca la deflexión y podamos realizar la medida, por lo que la introducción del instrumento altera el circuito original, mientras que con el método de detección de cero, la cantidad a medir se determina cuando la indicación en el instrumento es nula, es decir, cuando no circula corriente por él, por lo que las condiciones del circuito no se ven alteradas en el momento de realizar la medición.

Debido a lo anterior, los métodos de detección de cero pueden ofrecer mayor exactitud que los de deflexión, pero estos últimos permiten realizar la medición mucho más rápidamente y por lo tanto son de mayor utilidad cuando la exactitud requerida no es muy alta.



Tanto los métodos de deflexión como los de detección de cero, pueden subdividirse de acuerdo al gráfico mostrado en la Figura 4.

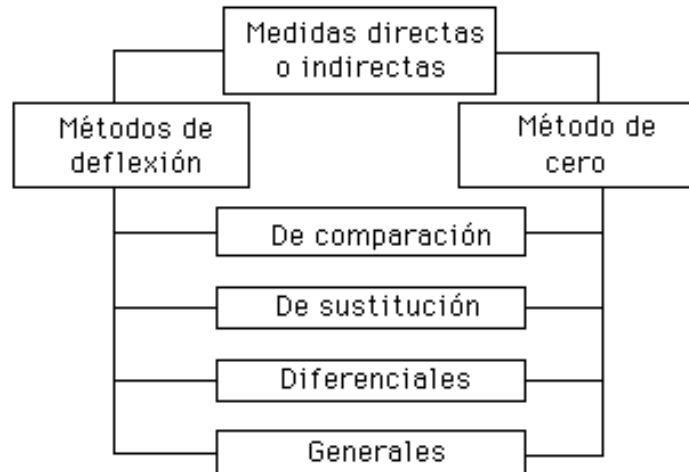


Fig. 4.- Métodos de medida

➤ Método de comparación.

Lo utilizamos cuando tenemos una incógnita, un parámetro conocido similar a la incógnita que se encuentra conectado al circuito simultáneamente con la anterior, y un instrumento de detección, que no tiene que estar calibrado en las mismas unidades que la incógnita. (Fig. 5a).

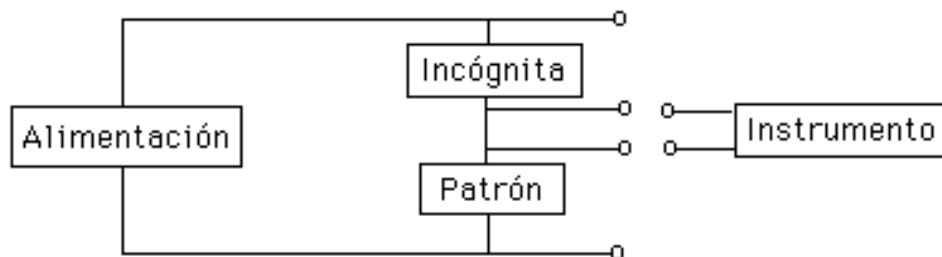


Fig. 5a.- Esquema genérico del método de comparación.



CAPITULO 2: MÉTODOS DE MEDICIÓN



Vamos a aclarar este método mediante un ejemplo. Supongamos que queremos determinar el valor de una resistencia, y disponemos del circuito mostrado en la Fig. 5b:

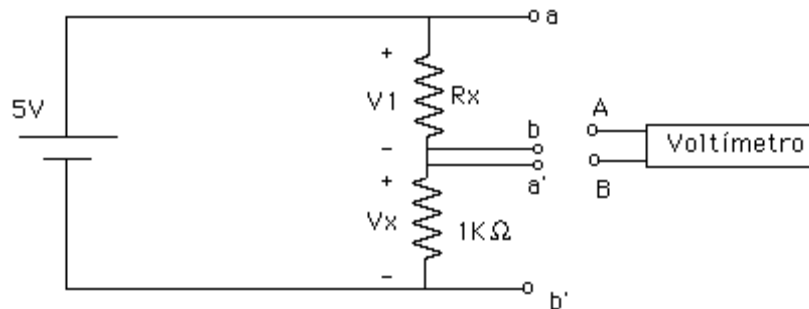


Fig. 5b.- Esquema circuital del método de comparación.

Comparando este circuito con el esquema anterior, vemos que la alimentación es la fuente de 5V, la incógnita es R_x , el parámetro similar a la incógnita es la resistencia patrón de $1K\Omega$ y el instrumento es un voltímetro, que como podemos observar, está calibrado en unidades diferentes a las de la incógnita.

Con el voltímetro vamos a determinar la caída de voltaje entre los extremos de cada una de las resistencias, esto es, V_x y V_1 . Como ambas resistencias están en serie, la corriente que circula por ellas es la misma, y por lo tanto se cumple:

$$i = V_x/R_x$$

$$i = V_1/1K\Omega$$

$$V_x/R_x = V_1/1K\Omega \text{ entonces } R_x = (V_x/V_1)*1K\Omega$$

Vemos que a partir de V_x y V_1 , podemos hallar el valor de R_x . Esta es una medición indirecta, realizada por un método de deflexión y de comparación.



➤ Método de sustitución.

Es aquél en que la incógnita se reemplaza por el patrón, el cual se ajusta para que produzca el mismo efecto de la incógnita. El instrumento utilizado puede estar calibrado en unidades diferentes a la incógnita. Lo podemos esquematizar en la forma presentada en la Fig. 6:

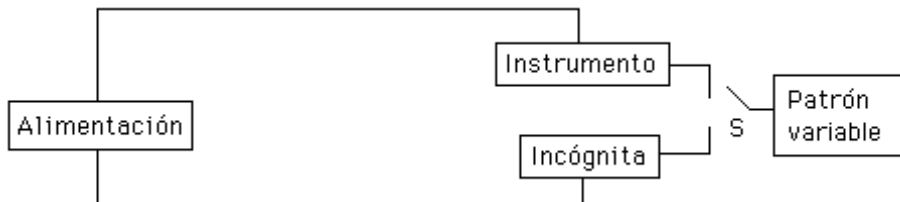


Fig. 6.- Esquema general del método de sustitución.

➤ Método diferencial.

Este método se utiliza cuando se quiere medir la variación de un parámetro con respecto a un valor inicial. En primer lugar este valor inicial se ajusta con respecto a una referencia estable, de forma que el instrumento sensor indique cero. Cualquier variación de la incógnita puede determinarse mediante la indicación del instrumento sensor. Podemos esquematizar este método como se indica en la Fig. 7:

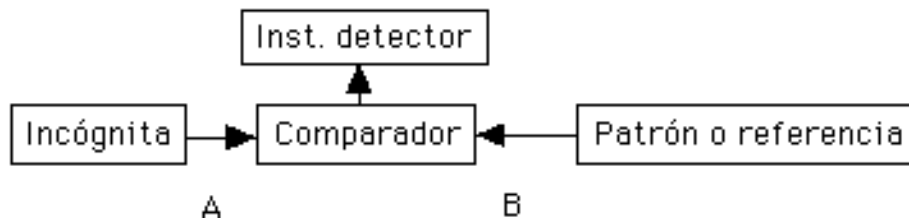


Fig. 7.- Esquema general del método diferencial.



➤ Métodos generales.

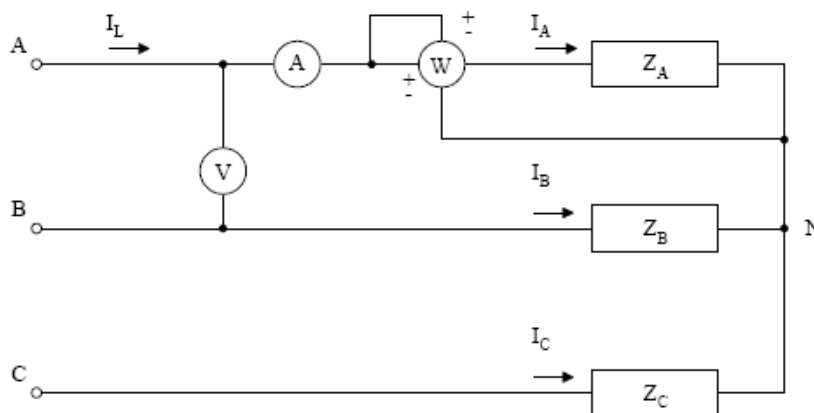
Son aquéllos que no pueden incluirse en cualquiera de los otros grupos. Entre los métodos directos generales de deflexión se encuentran la medición de corriente mediante un amperímetro, la de voltaje con un voltímetro, la de frecuencia con un frecuencímetro, etc. Entre los indirectos generales de deflexión están el del voltímetro y amperímetro para medir resistencias y potencia, el del voltímetro y una resistencia patrón para medir corrientes, etc.

2.5. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE POTENCIA.

❖ Método de un wattmetro

Debido a sus características el sistema trifásico es el más difundido para el suministro de energía eléctrica; en el que la energía por unidad de tiempo total cedida, potencia total, es igual a la suma de las potencias en cada una de las cargas de cada fase, por lo que:

$$S_3 = S_A + S_B + S_C \dots (1)$$





CAPITULO 2: MÉTODOS DE MEDICIÓN



Figura 8 Medición de la potencia de un sistema trifásico equilibrado conectado en estrella.

Para el circuito de la Fig. 8

$$S_3 = V_{AN} I_A^* + V_{BN} I_B^* + V_{CN} I_C^* \dots (2)$$

Si $Z_A = Z_B = Z_C$ entonces

$$|I_A| = |I_B| = |I_C| = |I_L|$$

y

$$I_A = I_B = I_C = I_L$$

y la potencia compleja total es, sustituyendo las ecuaciones anteriores en la Ec. (2)

$$S_3 = |V_{AN}| |I_A| \angle + |V_{BN}| |I_B| \angle + |V_{CN}| |I_C| \angle$$

y dado que

$$|V_{AN}| = |V_{BN}| = |V_{CN}| = |V_F| = \frac{|V_L|}{\sqrt{3}}$$

Se tiene

$$S_3 = 3 |V_F| |I_L| \angle = \sqrt{3} |V_L| |I_L| \angle [VA] \dots (3)$$

p



CAPITULO 2: MÉTODOS DE MEDICIÓN



de la ecuación 3, la potencia activa y reactiva son respectivamente:

$$P_3 = \sqrt{3} |V_L| |I_L| \cos [W] \dots (4)$$

$$Q_3 = \sqrt{3} |V_L| |I_L| \sin [VAR] \dots (5)$$

De lo anterior puede concluirse que para medir la potencia total de un sistema trifásico balanceado conectado en estrella puede utilizarse el esquema de la Figura 8, o sea

$$P_3 = 3 \text{ veces la lectura del wattmetro}$$

Donde la lectura del wattmetro es proporcional al producto de la corriente que fluye en su bobina de corriente por el voltaje de su bobina de tensión y por el coseno del defasaje entre el voltaje y la corriente.

El método de un wattmetro tiene la desventaja de que es necesario tener acceso al punto neutro, N, lo que no es siempre posible, por ejemplo en una carga en delta. De aquí que para hacer mediciones de potencia trifásica, se emplee otro método; el cual se describe a continuación.

❖ Método de los dos wattmetros.

Este método es el que se utiliza comúnmente para medir la potencia en sistemas trifásicos. Un posible esquema de conexiones se muestra en la Fig. 9



CAPITULO 2: MÉTODOS DE MEDICIÓN

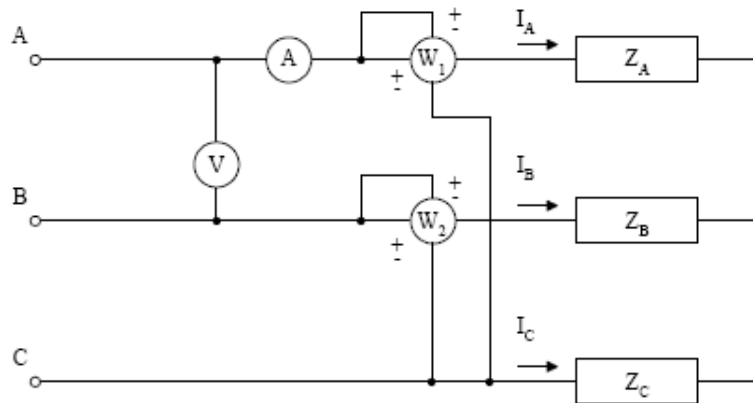


Figura 9. Método de los dos wattmetros para medir potencia en un sistema trifásico.

La restricción del método es que la suma de corrientes debe ser cero; lo cual se logra cuando el neutro de la carga se encuentra desconectado del neutro del sistema de suministro, para una conexión en estrella, o que las cargas estén balanceadas, para una conexión delta y/o estrella, lo que generalmente ocurre en plantas y fábricas.

Por lo tanto, si

$$I_A + I_B + I_C = 0$$

$$I_C = -I_A - I_B \dots (6)$$

Sustituyendo la ecuación 6 en la ecuación 2

$$S_3 = V_{AN} I_A^* + V_{BN} I_B^* + V_{CN} (-I_A^* - I_B^*)$$



CAPITULO 2: MÉTODOS DE MEDICIÓN



$$S_3 = (V_{AN} - V_{CN}) I_A^* + (V_{BN} - V_{CN}) I_B^*$$

$$S_3 = V_{AC} I_A^* + V_{BC} I_B^* \dots (7)$$

La Ec. (7) es congruente con el esquema de la Fig. 9, ya que la bobina de tensión de W1, está conectada a la tensión entre las fases A y C y la bobina de tensión de W2, está conectada a la tensión entre las fases B y C y a través de las bobinas de corriente de W1 y W2 circulan las corrientes de la fase A, I_A , y de la fase B, I_B , respectivamente.

Para una carga inductiva y resistiva balanceada el diagrama fasorial correspondiente es el de la Fig. 10.

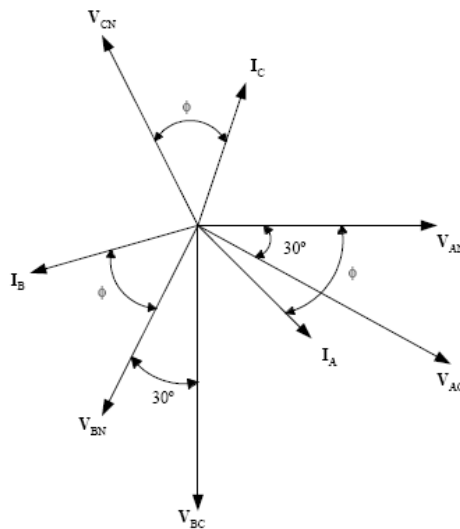


Figura 10. Diagrama fasorial de una carga inductiva y resistiva trifásica balanceada.



CAPITULO 2: MÉTODOS DE MEDICIÓN

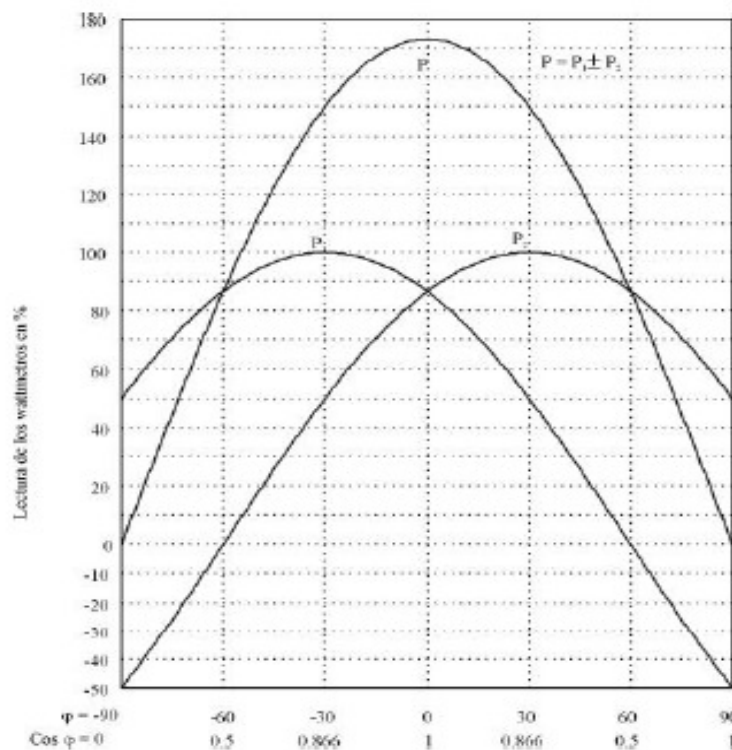


Según la Fig. 10, y considerando que $|I_A| = |I_B| = |I_C| = |I_L|$ y $|V_{AB}| = |V_{BC}| = |V_{CA}| = |V_L|$ las potencias indicadas en cada wattmetro son:

$$P_{W1} = |V_L| |I_L| \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) \dots (8)$$

$$P_{W2} = |V_L| |I_L| \cos\left(+\frac{\pi}{6}\right) \dots (9)$$

En la Fig. 11, se presentan las gráficas en por ciento de P_{3f} , P_{W1} y P_{W2} para una carga inductiva y resistiva. La manera de utilizarla se describe a continuación:





CAPITULO 2: MÉTODOS DE MEDICIÓN



Figura 11. Gráfica de las lecturas de PW1 y PW2 en por ciento para el método de los dos wattmetros.

Una vez que se efectúan las mediciones, las lecturas indicadas por los wattmetros se dividen por el producto $|V_L||I_L|$ se determina .

Nótese que las curvas de P1 y P2 están dibujadas en función del ángulo de defasaje, ϕ , del diagrama fasorial y no del correspondiente al triángulo de potencias. Cuando la carga es capacitiva y resistiva los wattmetros se intercambian.

En el caso de que $\phi > 60^\circ$, uno de los wattmetros marque en sentido contrario, por lo que es necesario invertir la polaridad de su bobina de tensión y considerar su valor negativo para sumarlo algebraicamente con el valor marcado por otro wattmetro.

Medición de la potencia reactiva.

La potencia reactiva en un sistema trifásico es:

$$Q_3 = \sqrt{3}|V_L||I_L|\sin \phi \dots [VAR]$$

Por lo que cuando la carga es reactiva pura un wattmetro marcará cero ($\phi = 90^\circ$). Sin embargo, es posible medir la potencia reactiva por medio de este instrumento al efectuar un defasaje de 90° entre el flujo de la bobina de tensión y el flujo de la bobina de corriente. En los sistemas trifásicos, se puede obtener ese defasaje conectando la bobina de corriente a una fase y la bobina de tensión entre las fases restantes, como se muestra en la Fig.12.



CAPITULO 2: MÉTODOS DE MEDICIÓN

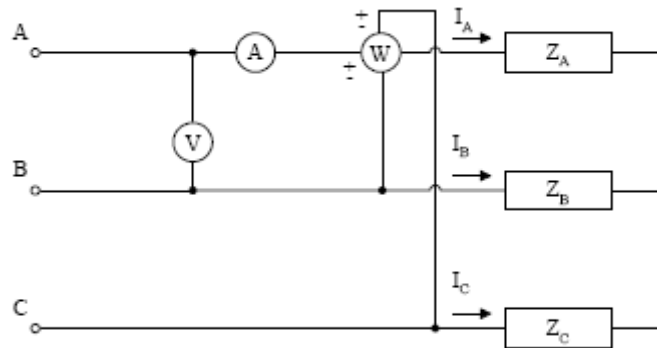


Figura 12. (a) Conexión del wattmetro para medir potencia reactiva en un sistema trifásico.

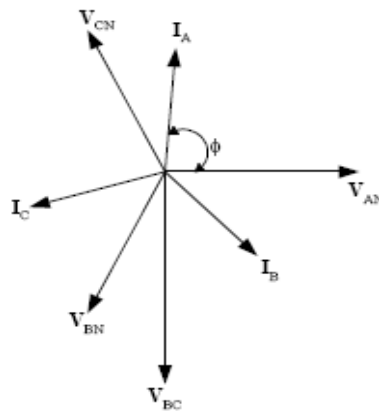


Figura 12. (b) Diagrama fasorial correspondiente a una carga capacitiva balanceada

El valor indicado por el wattmetro será

$$P_w = |V_L| |I_L| \cos(90^\circ - \phi) = |V_L| |I_L| \sin \phi$$



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

3.1. CARACTERÍSTICAS

La configuración de la red de distribución de energía eléctrica de Ciudad Universitaria es en anillo lo que proporciona mayor confiabilidad al sistema, ya que en caso de alguna falla el sistema se puede seccionar y dejar fuera solo la parte de la falla y el resto del sistema funciona normalmente.

La red de distribución de media tensión se hace a través de ductos subterráneos, en los cuales encontramos seccionadores y registros a lo largo de toda Ciudad Universitaria.

Actualmente la red de distribución se encuentra integrada por la Subestación General No. 1, ubicada en la parte norte del Campus (a un costado de la Facultad de Psicología); la Subestación General No. 2, ubicada en el circuito exterior (frente a la Escuela de Trabajo Social); y por la Subestación General No. 3.

Las instalaciones que se encuentran dentro del Patrimonio Cultural de la Humanidad están alimentadas por la Subestación General No. 1, por lo cual nos enfocaremos en esta.

Cabe mencionar que la Subestación No. 1 alimenta a muchas instalaciones, este trabajo se avocará únicamente a las que se encuentran dentro de lo que se considera Patrimonio Cultural de la Humanidad, sin embargo se mostrarán completos los diagramas de los alimentadores que abarcan dicha subestación.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR



Esta tabla nos muestra aquellas subestaciones derivadas que forman parte de la subestación numero 1 y que se encuentran dentro de la zona considerada Patrimonio Cultural de la Humanidad que es el objeto de nuestro estudio; mas adelante esta misma se analizara y se diagnosticara según sea el caso.

Dependencia	Capacidad Transformador kVA
Rectoría	
Biblioteca Central	500
Facultad de Filosofía y Letras	300
Facultad de Derecho	500
Facultad de Economía	500
Facultad de Odontología Sótano	300
Facultad de Medicina D y E	750
Facultad de Medicina B y C	500
Facultad de Medicina, DPTO de Psiquiatría	75
Instituto de Investigaciones Biomédicas I	500
Instituto de Investigaciones Biomédicas II	750
Facultad Química A	500
Facultad Química B	500
Facultad de Ingeniería Edificio Principal	500
Torre de Humanidades II	750
Unidad de Posgrado	300
Museo Universitario de Ciencias y Artes	
Facultad de Arquitectura I	300
Facultad de Arquitectura II	300
Frontón Cerrado	150
Estadio Olímpico Universitario Torre 4	600
Diseño Industrial	100



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

Las características de la Subestación General No. 1 se muestran a continuación:

Subestación	Tensión [kV]	Capacidad [kVA]	Alimentadores	Subestaciones Derivadas
General No. 1	23 / 6.6	7 500	12	88





3.2. RECORRIDO Y EVALUACION DE LA RED ELÉCTRICA

Para tener un panorama de las condiciones en que se encuentra la Red Eléctrica se realizaron recorridos en los cuales se inspeccionaron registros, seccionadores y subestaciones de cada una de las instalaciones pertenecientes al Patrimonio Cultural de la Humanidad, todo esto en conjunto con el personal de la Dirección General de Obras.

Además se realizaron levantamientos tanto de la localización de los registros y seccionadores, así como de las condiciones en que se encuentran las subestaciones y los equipos que las conforman, todo esto para tener toda la información actualizada de la Red Eléctrica.

Durante los recorridos se encontraron algunas anomalías en la Red Eléctrica de Ciudad Universitaria, las cuales se muestran a continuación.

- En lo que corresponde a obra civil se encontraron tapas de registros en malas condiciones, lo que ocasiona problemas como la caída de objetos en los registros y en los pozos de los seccionadores lo que provoca daño a los equipos, además también se presentarían filtraciones de agua.
- En los conductores se observó que algunos de ellos se encuentran un tanto deteriorados y algunos otros están sueltos o mal fijados.
- Se encontraron subestaciones que son usadas como bodegas de mobiliario o de limpieza.
- Algunas subestaciones no cuentan con su señalización y algunas otras no tienen la seguridad necesaria a la entrada.
- Algunos equipos de las subestaciones no se encuentran aterrizados como son gabinetes, transformadores, centros de carga, entre otros.



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR



3.3. SUBESTACIÓN GENERAL No. 1

La subestación comenzó a operar en 1954.

Se tienen dos alimentadores trifásicos a 23 kV provenientes de la subestación “Odón de Buen y Lozano” de Luz y fuerza, uno preferente y otro emergente, controlados por un interruptor de transferencia automático.

Esta subestación está integrada por dos transformadores trifásicos sumergidos en aceite marca IEM con capacidad de 7500 / 9375 kVA, a una tensión de 23 / 6.6 kV. Su operación consiste en tener conectado solo uno de ellos y tener el otro de reserva por si se presenta una falla.

Estos alimentadores forman cinco circuitos de distribución en configuración de anillo, un alimentador radial y un circuito de enlace con la Subestación General No. 2. Las características de los cinco anillos se muestran a continuación:

ANILLO I

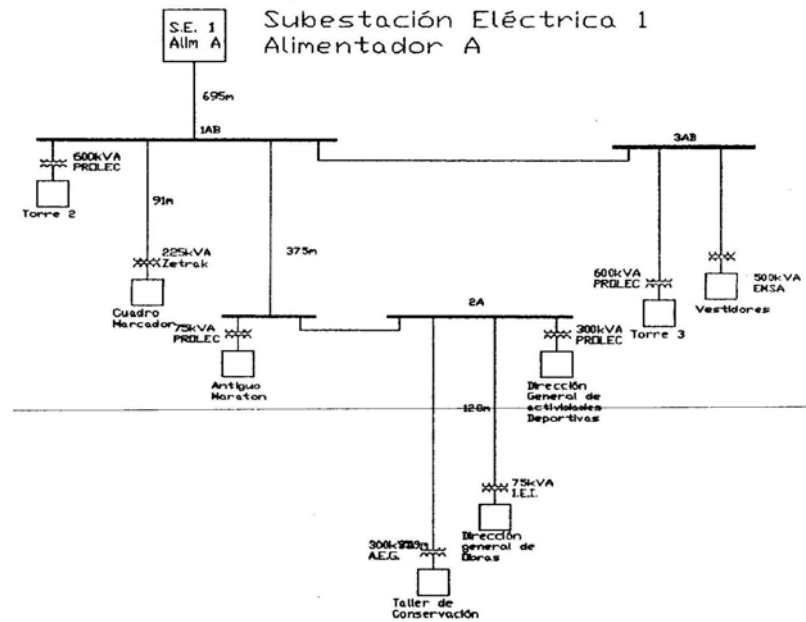
Anillo	Longitud [Km]	Seccionadores	Subestaciones	Capacidad Total Instalada [kVA]
Anillo I	3.53	5	10	3875

El anillo I esta formado por los alimentadores A y B



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

Alimentador A

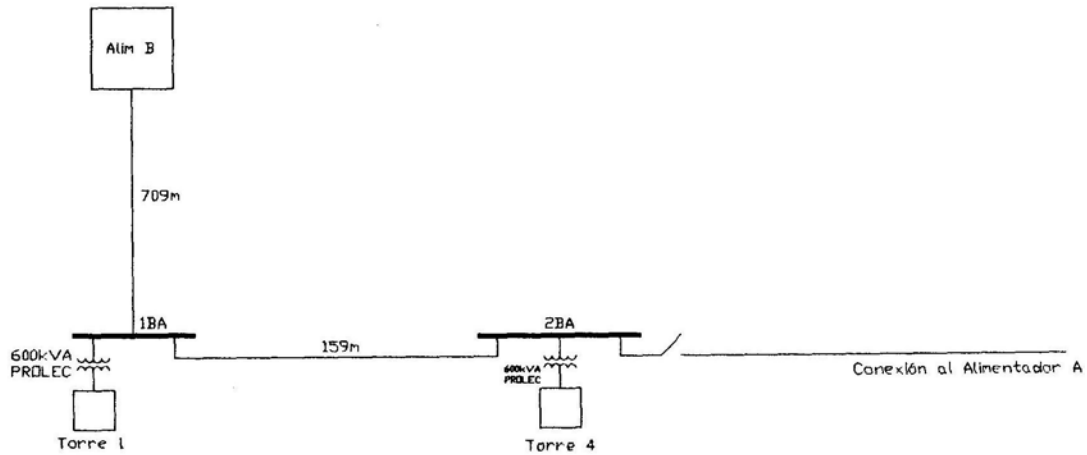


El alimentador A esta compuesto por 3 seccionadores y 8 subestaciones derivadas.

Seccionador	Subestación
1AB	Torre 2
	Cuadro Marcador
	Antiquo Marcador
2A	Talleres de Conservación
	DGO
	DGADR
3AB	Torre 3
	Vestidores



Alimentador B



El alimentador B esta compuesto por 2 seccionadores y 2 subestaciones derivadas.

Seccionador	Subestación
1BA	Torre 1
2BA	Torre 4



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

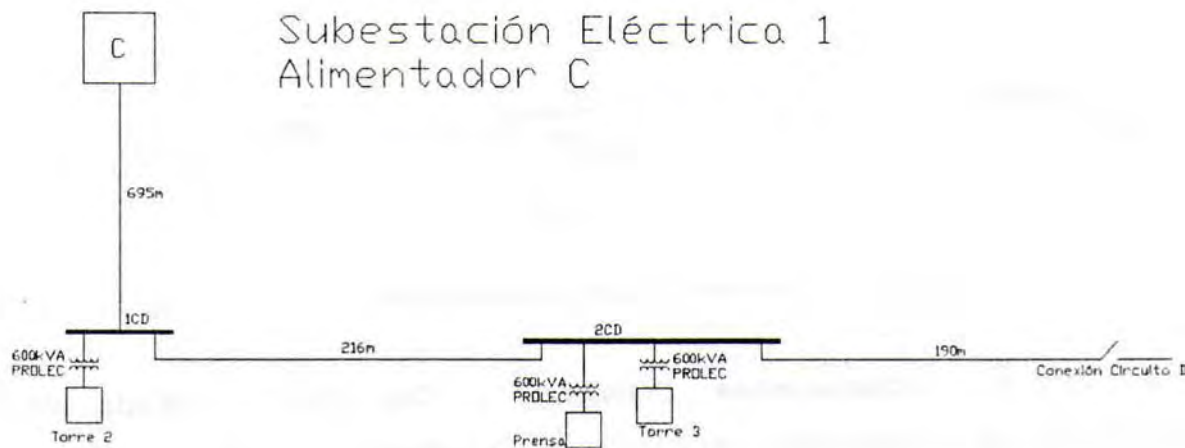


ANILLO II

Anillo	Longitud [Km]	Seccionadores	Subestaciones	Capacidad Total Instalada [kVA]
Anillo II	2.467	4	5	3000

El anillo II esta formado por los alimentadores C y D

Alimentador C



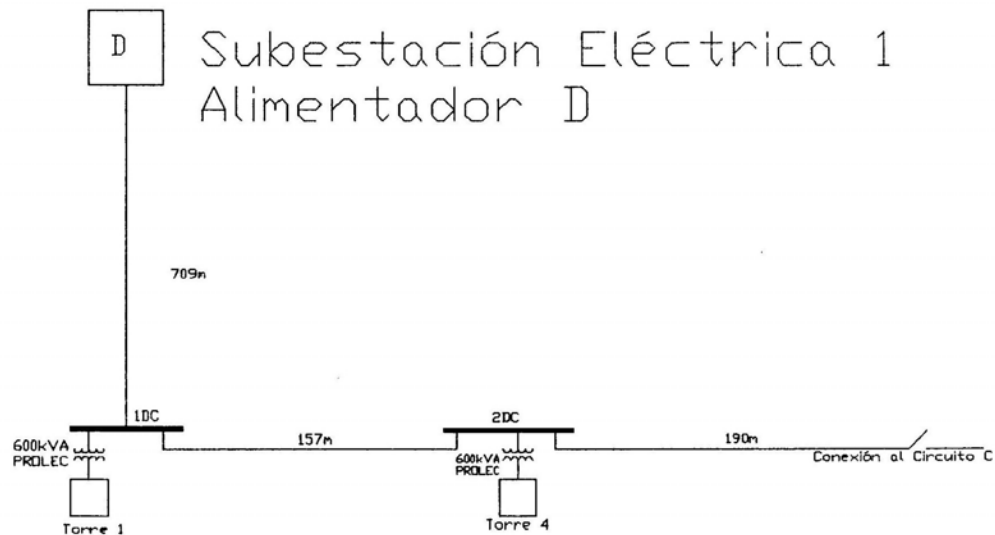
El alimentador C esta compuesto por 2 seccionadores y 3 subestaciones derivadas.



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

Seccionador	Subestación
1CD	Torre 2
2CD	Torre 3
	Prensa

Alimentador D



El alimentador D esta compuesto por 2 seccionadores y 2 subestaciones derivadas.

Seccionador	Subestación
1DC	Torre 1
2DC	Torre 4



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

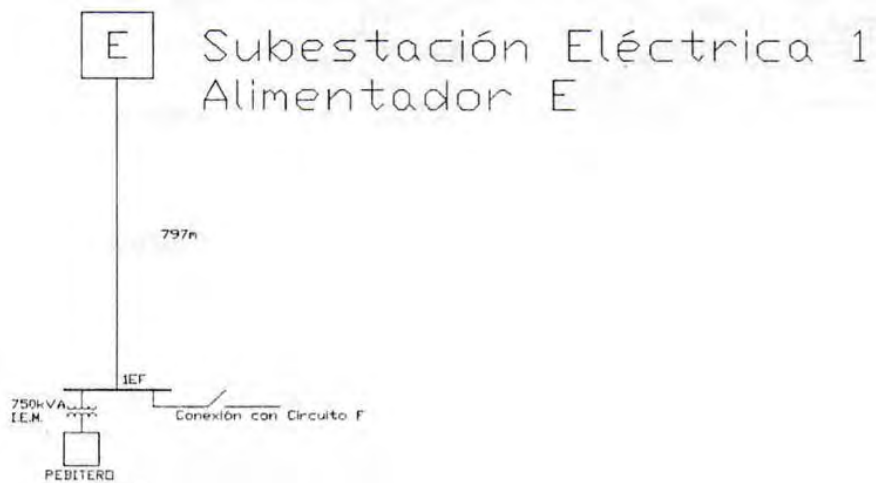


ANILLO III

Anillo	Longitud [Km]	Seccionadores	Subestaciones	Capacidad Total Instalada [kVA]
Anillo III	6.752	10	15	4800

El anillo III esta formado por los alimentadores E y F

Alimentador E



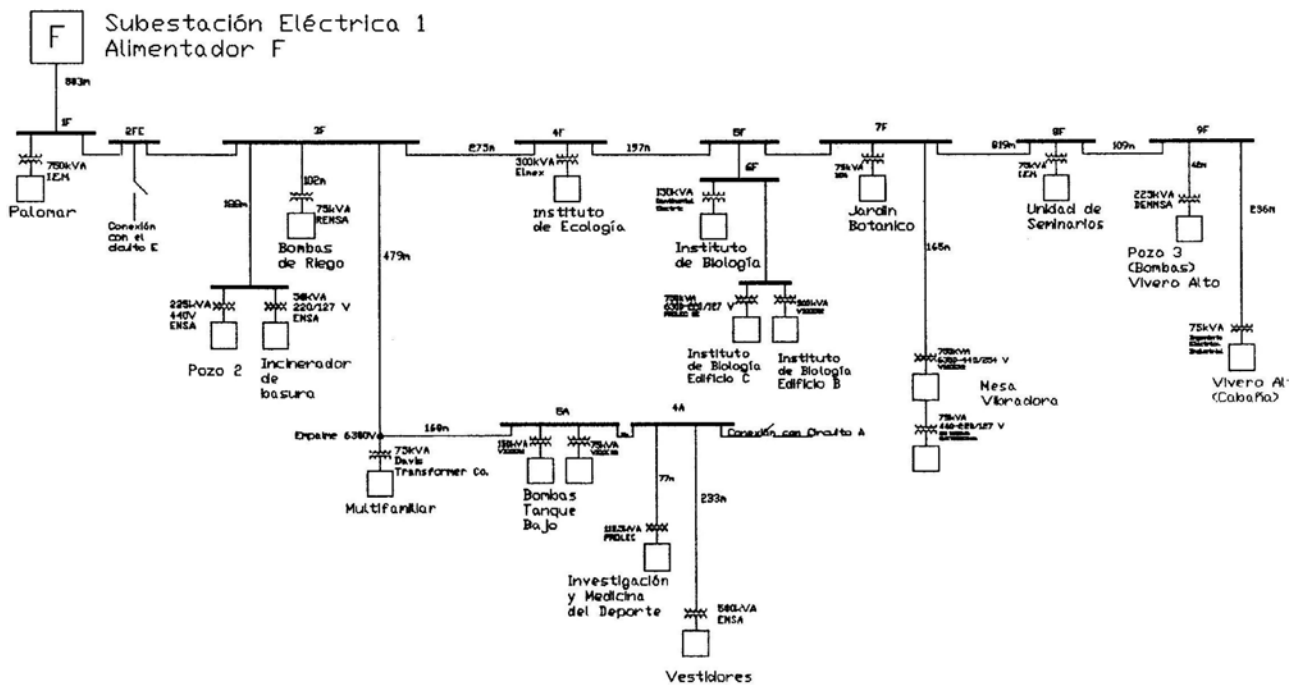


CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

El alimentador E esta compuesto por 1 seccionador y 1 subestación derivada.

Seccionador	Subestación
1EF	Pebetero

Alimentador F



El alimentador F esta compuesto por 9 seccionadores y 14 subestaciones derivadas.

Seccionador	Subestación
1F	Palomar
2FE	



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR



3F	Pozo 2
	Incinerador de Basura
	Bombas de Riego
4F	Instituto de Ecología
6F	Instituto de Biología
	Instituto de Biología C
	Instituto de Biología D
5F	
7F	Jardín Botánico Exterior
	Mesa Vibradora 1
	Mesa Vibradora 2
8F	Unidad de Seminarios
9F	Vivero Alto (bombas)
	Vivero Alto (cabañas)



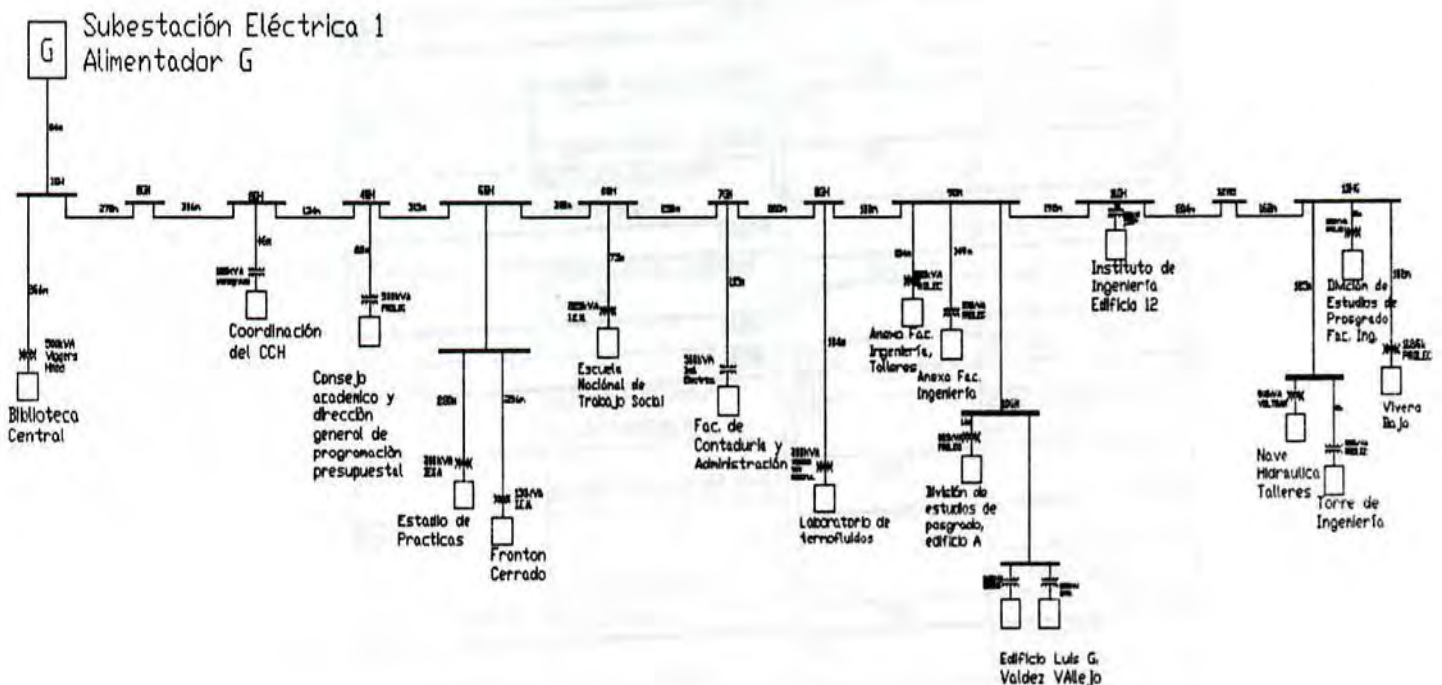
CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

ANILLO IV

Anillo	Longitud [Km]	Seccionadores	Subestaciones	Capacidad Total Instalada [kVA]
Anillo IV	7.742	22	31	12237.5

El anillo IV esta formado por los alimentadores G y H

Alimentador G



El alimentador G esta compuesto por 13 seccionadores y 18 subestaciones derivadas.



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

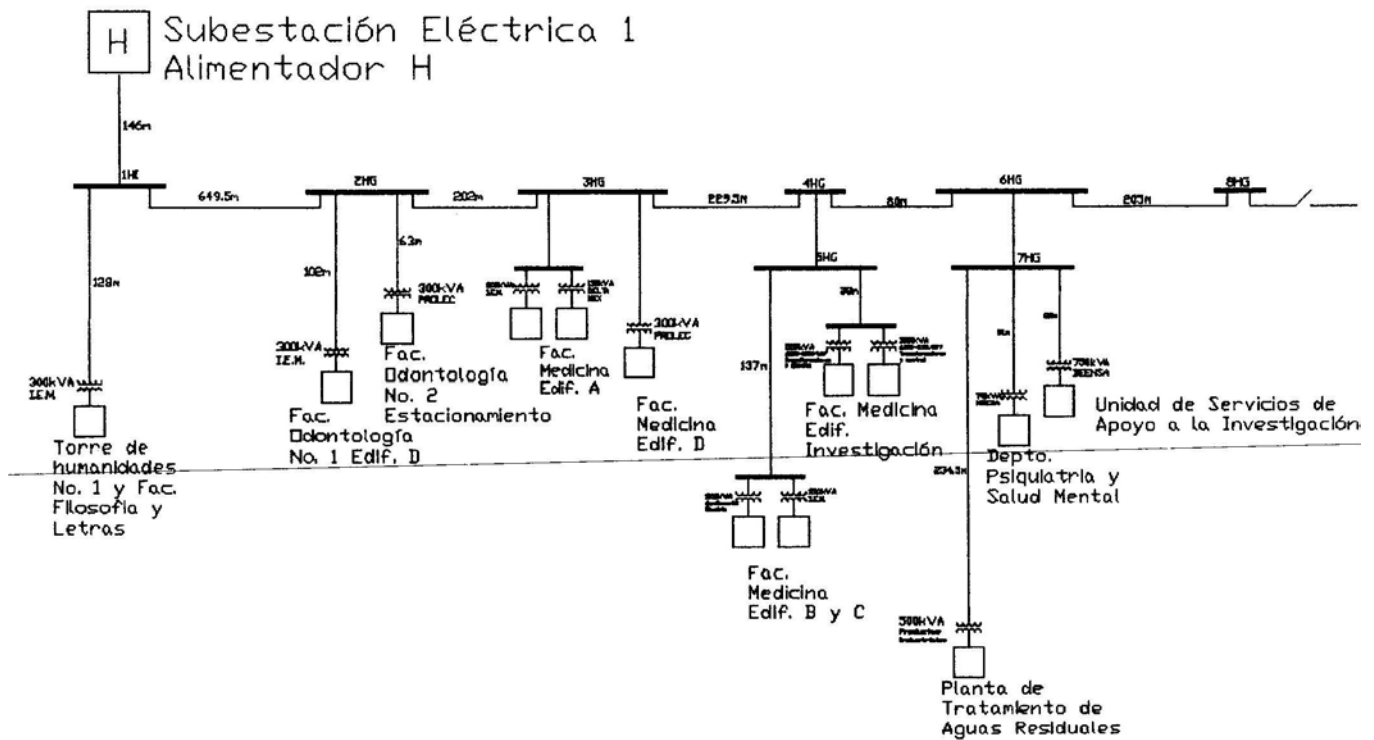
Seccionador	Subestación
1GH	Biblioteca Central
2GH	
3GH	Coordinación de CCH
4GH	Consejo Académico
5GH	Estadio de Prácticas Frontón Cerrado
6GH	Escuela Nacional de Trabajo Social
7GH	Facultad de Contaduría y Administración
8GH	Laboratorio de Termo fluidos
9GH	Ingeniería Anexo Facultad de Ingeniería (Talleres)
10GH	Edificio Valdés Vallejo 1 Edificio Valdés Vallejo 2 Posgrado Facultad de Ingeniería A



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

11GH	Instituto de Ingeniería Edificio 12
12GH	
13GH	Posgrado Facultad de Ingeniería B y C
	Nave Hidráulica Talleres
	Torre de Ingeniería
	Vivero Bajo

Alimentador H





CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

El alimentador H esta compuesto por 9 seccionadores y 13 subestaciones derivadas.

Seccionador	Subestación
1HG	Torre de Humanidades 1
2HG	Facultad de Odontología 1 (sótano)
	Facultad de Odontología 2 (estacionamiento)
3HG	Facultad de Medicina A1
	Facultad de Medicina A2
	Facultad de Medicina Autoclave
4HG	
5HG	Facultad de Medicina Investigación 1
	Facultad de Medicina Investigación 2
	Facultad de Medicina B y C
	Facultad de Medicina D
6HG	
7HG	Unidad Servicios de Apoyo a la Investigación
	Departamento de Psiquiatría



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR



Planta de Tratamiento de Aguas
Residuales

8HG	
------------	--

9HG	
------------	--

ANILLO V

Anillo	Longitud [Km]	Seccionadores	Subestaciones	Capacidad Total Instalada [kVA]
Anillo V	6.871	16	24	7375

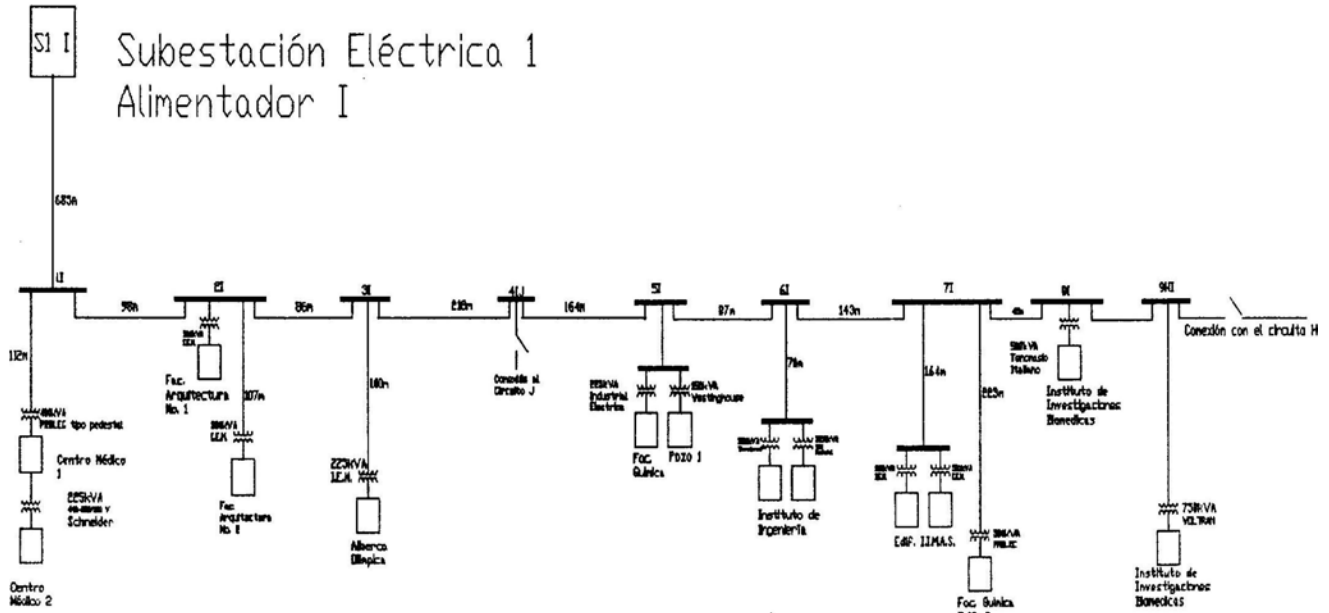
El anillo V esta formado por los alimentadores I y J



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR



Alimentador I



El alimentador I esta compuesto por 8 seccionadores y 13 subestaciones derivadas.

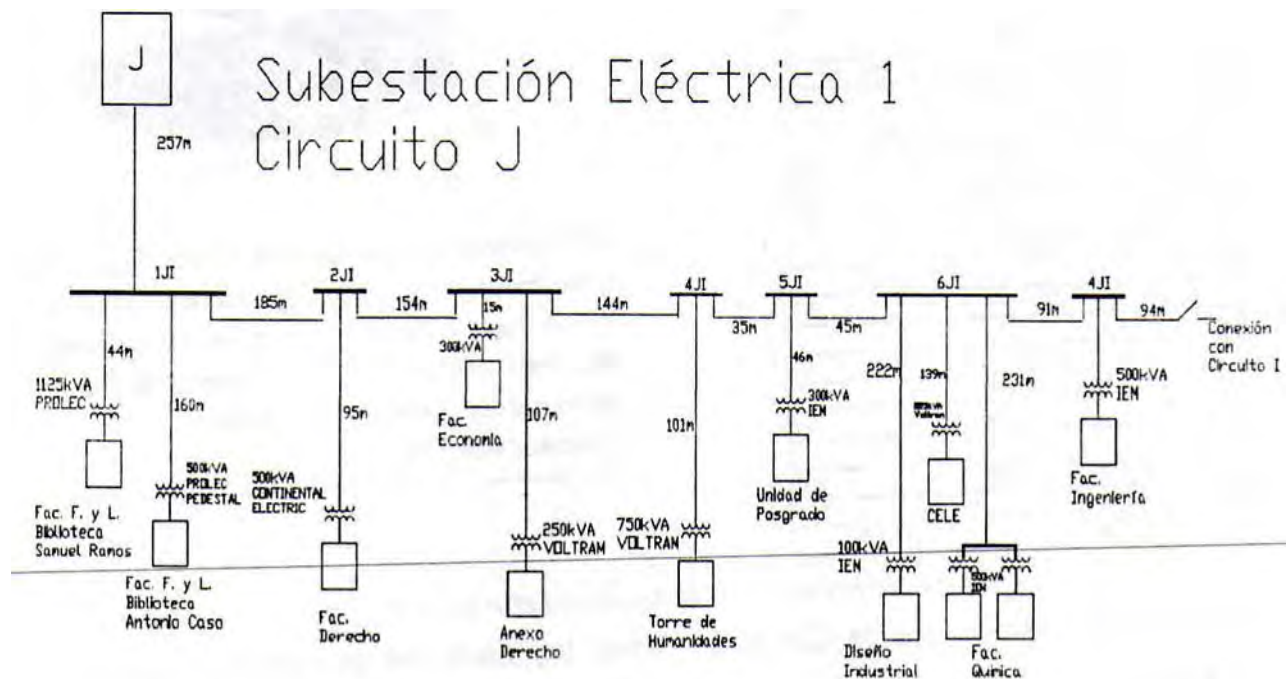
Seccionador	Subestación
1I	Centro Medico 1 Centro Medico 2
2I	Facultad de Arquitectura 1 Facultad de Arquitectura 2
3I	Alberca Olímpica
4IJ	



CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR

5I	Facultad de Química C
	Pozo 1
6I	Instituto de Ingeniería 1
	Instituto de Ingeniería 2
7I	IIMAS 1
	IIMAS 2
	Facultad de Química B
8I	Instituto de Investigaciones Biomédicas

Alimentador J





CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR



El alimentador J esta compuesto por 8 seccionadores y 11 subestaciones derivadas.

Seccionador	Subestación
1JI	FFL. Biblioteca Samuel Ramos
	FD. Biblioteca Antonio Caso
2JI	Facultad de Derecho
3JI	Facultad de Economía
	Anexo Facultad de Derecho
4JI	Torre de Humanidades 2
5JI	Unidad de Posgrado
6JI	Diseño Industrial
	Facultad de Química A
	CELE
7JI	Facultad de Ingeniería
8JI	



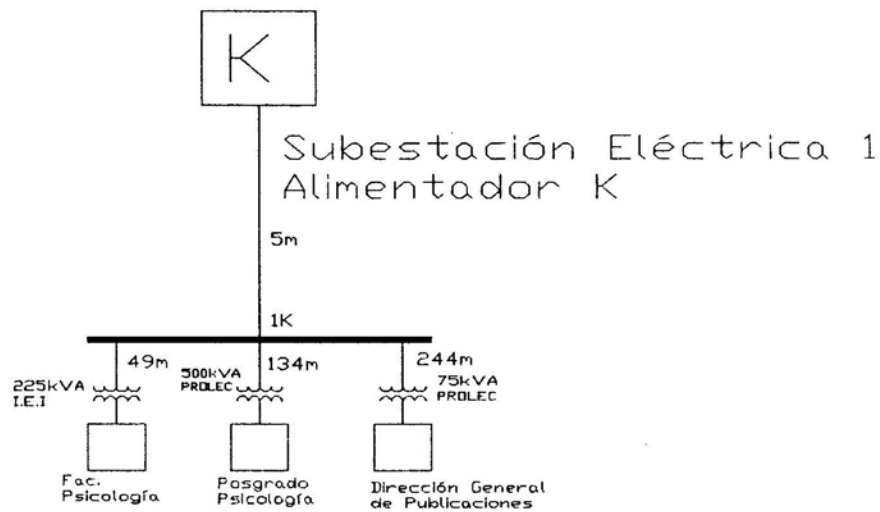
CAPITULO 3: INSTALACIONES A MEDIR



Alimentador K

Anillo	Longitud [Km]	Seccionadores	Subestaciones	Capacidad Total Instalada [kVA]
--------	---------------	---------------	---------------	---------------------------------

Alimentador K	0.455	1	3	1225
---------------	-------	---	---	------



El alimentador K esta compuesto por 1 seccionador y 3 subestaciones derivadas.

Seccionador	Subestación
1K	Facultad de Psicología
	Posgrado Psicología
	Publicaciones



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION.

4.1. INSTRUMENTOS DE MEDICION.

Se entiende por medición de un sistema eléctrico a la operación de un conjunto de diferentes aparatos conectados a los secundarios de los transformadores de instrumentos de corriente y potencial, que miden las magnitudes de los diferentes parámetros eléctricos de las instalaciones de alta y baja tensión, así como de los dispositivos auxiliares de la subestación de que se trate.

En un sistema eléctrico es importante conocer; la corriente, la tensión, frecuencia, F.P., potencia activa y reactiva, temperatura, etc.

Es recomendable definir las zonas de medición las cuales son encaminadas para indicar los parámetros antes mencionados.



Ampérmetro



Vóltmetro



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.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



¿Qué son y para que se utilizan los equipos de medición?

La realización de los estudios para conocer el estado de las instalaciones eléctricas requiere de un análisis en el lugar que arroja los resultados de las mediciones y emite procedimientos para la prevención, identificación y resolución de estos problemas en los sistemas de potencia.

Esto se debe gracias a la tecnología disponible para el control y actualización de sistemas de potencia que nos provee de las siguientes ventajas:

1. Reducción de riesgos
2. Reducción de esfuerzos de Ingeniería
3. Mucho mayor eficiencia durante y después de los procesos

Existen diferentes perturbaciones en las redes eléctricas de distribución, entre las más usuales tenemos: variaciones de voltaje, sobre tensiones transitorias, interrupciones de energía, ruido eléctrico (interferencias) y distorsiones armónicas.

El mantenimiento preventivo en instalaciones de equipos de protección y de control es parte de las herramientas que pueden utilizarse para poder conservar un sistema de potencia, así como para tener un uso eficiente de la energía eléctrica.

4.1.1. Ampérmetros.

Son aparatos para medir la intensidad de corriente que circula por las líneas, cables, bancos de transformadores, alimentadores, etc.

Pueden ser de tipo electromagnético, electrodinámico o digital. Los dos primeros se basan en el principio de repulsión de dos imanes de igual polaridad, el tercero



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



utiliza un circuito electrónico y en lugar de escala utilizan números luminosos formados por diodos emisores de luz.

Los aparatos electromagnéticos son más económicos que los otros, pueden utilizarse en corriente directa o alterna, aunque para evitar ligeros errores de lectura, conviene adquirirlos para el tipo de corriente adecuado.

Estos aparatos se llegan a utilizar para medir hasta 300 A. Para valores de corriente superiores se utilizan los aparatos de 5A, con transformadores de corriente.

En conexiones trifásicas debe conectarse un ampérmetro por fase. En caso de existir la seguridad de que las cargas son balanceadas, se puede usar únicamente un aparato en cualquiera de las fases. Cuando las instalaciones son grandes, se acostumbra usar un solo ampérmetro por circuito trifásico, efectuándose las lecturas de cada fase a través de un conmutador de ampérmetro de tres vías.

4.1.2. Voltímetros

Son aparatos que miden la tensión en volts, de los diferentes circuitos de una instalación.

Los voltímetros se pueden utilizar para medir directamente hasta 800 V. Para magnitudes mayores sus bobinas son de 110V y la medición se efectúa a través de un transformador de potencial, con secundario de 110V.

En los circuitos trifásicos se acostumbra usar un solo voltímetro, que por medio de un conmutador de tres vías permite leer las tensiones entre cada par de fases de la instalación.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



4.1.3. Frecuencímetros

Se usan para medir la frecuencia, en hertz, de la energía que se recibe en las barras de mayor tensión en un sistema eléctrico, y reciben alimentación a 110V, proveniente de los transformadores de potencial, de los buses principales.

Estos aparatos pueden ser de dos tipos:

1. De lengüetas vibrantes.

El tipo de lengüeta o electromagnético esta formado por 21 pequeñas laminillas y cada una vibra a su frecuencia natural, propia e invariable, de tal manera que cubran las gamas de 45 a 55 Hz, o de 55 a 65 Hz, según se a la frecuencia del sistema.

El aparato en si, es un dispositivo que al someterse a una tensión de corriente alterna produce vibración en la lengüeta, cuya frecuencia natural coincide con la frecuencia de la señal de tensión.

2. De aguja

El frecuencímetro tipo aguja o convencional es más caro, pero permite obtener una lectura con mayor precisión.

4.1.4. Medidores del factor de potencia

Son aparatos que sirven para medir el factor de potencia; llevan una bobina de tensión y otra de corriente; la desviación de la aguja es proporcional al ángulo de fase, y como las lecturas de la escala no se refieren a los ángulos sino al coseno de ellos, la escala de lecturas no es uniforme, siendo las divisiones menores a medida que disminuye el coseno del ángulo de fase.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



Algunos medidores de factor de potencia tienen en su escala dos sentidos a partir de $\cos \varnothing = 1$, en que la aguja esta en 1 centro. Hacia la derecha se mide el adelanto de fase y hacia la izquierda, el atraso.

El factor de potencia es la relación entre la potencia activa (en watts, W), y la potencia aparente (en volts-amperes, VA) y describe la relación entre la potencia de trabajo o real y la potencia total consumida.

El factor de potencia esta definido por la siguiente ecuación:

$$FP = \frac{P}{S}$$

El FP expresa en términos generales, el desfaseamiento o no, de la corriente con relación al voltaje y es utilizado como indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, el cual puede tomar valores entre 0 y 1 siendo la unidad (1) el valor máximo de FP y por tanto el mejor aprovechamiento de energía.

4.1.5. Wáttmetros

La medición de la potencia se efectúa mediante aparatos del tipo electrodinámico, formados por dos bobinas, una de corriente conectada en serie y la otra de tensión conectada en paralelo sobre la medición monofásica.

La carátula mide la potencia real en watts, de acuerdo con la expresión $VI \cos \varnothing$.

En este aparato, llamado wáttmetro, el campo magnético creado por la bobina fija, la de corriente reacciona con el campo creado por la bobina móvil, la de tensión, sobre la cual está fijada la aguja indicadora.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION

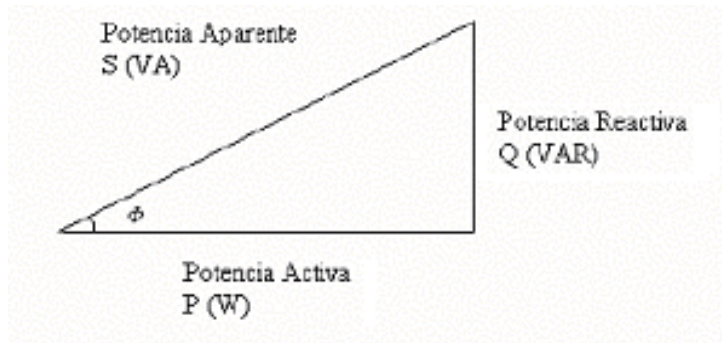


Para la medición trifásica se pueden utilizar dos wáttmetros monofásicos, con sus discos conectados a un mismo eje, debido a lo cual los pares de cada disco se suman algebraicamente y la lectura resultante es la magnitud de la potencia total.

4.1.6. Vármetros

Son aparatos semejantes a los wáttmetros, con la diferencia de que miden la potencia reactiva de una instalación, la cual expresa en volt-amperes-reactivos (VAR). Cuando se conocen los valores de las potencias activa (P_a) y reactiva (P_r) se puede calcular la magnitud del factor de potencia, mediante la fórmula

$$\cos \phi = \frac{P_a}{\sqrt{P_a^2 + P_r^2}}$$



Triangulo de Potencias Eléctricas

4.1.7. Puente de Kelvin

Al tratar de determinar el valor de resistencias relativamente pequeñas (p.ej., menores de 1Ω), las puntas de prueba de los instrumentos de medición y los contactos reales entre las puntas y la resistencia desconocida pueden originar errores significativos.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



El puente de Kelvin resuelve el problema y permite hacer mediciones en el rango de 1Ω hasta 0.0001Ω .

4.1.8. Transformadores para instrumento.

Estos transformadores proporcionan aislamiento a los equipos de protección y medición, alimentándolos con magnitudes proporcionales a aquellas que circulan en el circuito de potencia, pero lo suficientemente reducidas en magnitud para que los equipos de medición y protección sean fabricados pequeños y no costosos.

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL.

Es el transformador diseñado para suministrar la tensión adecuada a los instrumentos de medición como los voltímetros, frecuencímetros, wattmetros, wathorímetros, etc., así como a los aparatos de protección como los relevadores; en el cual la tensión secundaria es proporcional a la tensión primaria y defasada respecto a ella un ángulo cercano a cero.

Las terminales del devanado primario del transformador de potencial se conectan a las dos líneas del sistema donde se necesita medir la alta tensión y los instrumentos de medición se conectan en paralelo a las terminales del secundario.

Su función es brindar una imagen proporcional en magnitud con el mismo ángulo de tensión existente en el circuito de potencia conectado.

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.

Es el transformador diseñado para suministrar la corriente adecuada a los instrumentos de medición como los amperímetros, wattmetros y wathorímetros, así como a los aparatos de protección como los relevadores; en el cual la corriente



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



secundaria es proporcional a la corriente primaria y defasada respecto a ella un ángulo cercano a cero.



TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

El devanado primario del transformador de corriente se conecta en serie con el circuito donde circula la corriente que se desea medir, mientras que los aparatos de medición se conectan en serie a su devanado secundario.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



CLASES DE AISLAMIENTO

La otra función principal del transformador de medición es proporcionar un aislamiento seguro entre la línea de alta tensión y los instrumentos conectados al secundario y que están al alcance de los técnicos.

La clase de aislamiento debe estar en función de la máxima tensión de la línea donde está instalado el transformador; está asociada a un nivel básico de aislamiento al impulso e indica la capacidad del transformador de resistir sobre tensiones de duración muy breve, como las provocadas por descargas atmosféricas o transitorios de conexión.

4.1.9. Multímetro.

Un multímetro, a veces también denominado polímetro o tester, es un instrumento que puede ser del tipo analógico o electrónico, dicho instrumento puede combinar varias funciones en una sola unidad. Las más comunes son las de voltímetro, amperímetro y ohmetro.

Es utilizado frecuentemente por personal de reparaciones en toda la gama de electrónica y electricidad. Existen distintos modelos que incorporan funciones básicas como:

* Un comprobador de continuidad, que emite un sonido cuando el circuito bajo prueba no está interrumpido o la resistencia no supera un cierto nivel. (También puede mostrar en la pantalla 00.0, dependiendo el tipo y modelo).



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



MULTIMETRO DIGITAL

- * Presentación de resultados mediante dígitos en una pantalla, en lugar de lectura en una escala.
- * Amplificador para aumentar la sensibilidad, para la medida de tensiones o corrientes muy pequeñas o resistencias de muy alto valor.
- * Medida de inductancias y capacitancias.
- * Comprobador de diodos y transistores.
- * Escalas y zócalos para la medida de temperatura mediante termopares normalizados.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



MULTIMETRO ANALOGICO.

Más raramente se encuentran también multímetros que pueden realizar funciones más avanzadas como:

- * Generar y detectar la Frecuencia intermedia de un aparato, así como un circuito amplificador con altavoz para ayudar en la sintonía de circuitos de estos aparatos. Permiten el seguimiento de la señal a través de todas las etapas del receptor bajo prueba.
- * Realizar la función de osciloscopio por encima del millón de muestras por segundo en velocidad de barrido, y muy alta resolución.
- * Sincronizarse con otros instrumentos de medida, incluso con otros multímetros, para hacer medidas de potencia puntual (Potencia = Voltaje * Intensidad).



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



- * Utilización como aparato telefónico, para poder conectarse a una línea telefónica bajo prueba, mientras se efectúan medidas por la misma o por otra adyacente.
- * Comprobación de circuitos de electrónica del automóvil.

4.1.10. Medidor de Energía

Los kWh se miden por integración de la demanda a lo largo del tiempo. Los medidores mecánicos llevan a cabo esta integración por medio de un sistema de relojería que va desplazando unos engranes con indicadores durante el periodo de consumo.

Los medidores electrónicos hacen el equivalente por medio de manejo de información. En este caso también es posible medir el consumo en diferentes periodos del día.

4.1.11. Medidor de Demanda

La medición de la demanda es la más sofisticada. Existen dos tipos de medidores:

1. De aguja. Este es un medidor que obtiene el valor de la demanda máxima por medio de dos agujas en una carátula: la aguja de "arrastre", que requiere ser inicializada a cero manualmente y que es empujada por la aguja de medición.

La aguja de medición es medida por medio de un elemento que cuenta con cierta inercia sobre el cual operan la multiplicación instantánea de voltaje y corriente. Este medidor está hecho para tener un tiempo de respuesta aproximado de 10 a 15 minutos.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



2. De pulsos. Este es el método más preciso y se utiliza tanto en medidores mecánicos, como electrónicos. A estos medidores se les conecta un registrador que permite indicar la hora a la que ocurrió el consumo. Este medidor es obligatorio para tarifas horarias.

4.2. CALIDAD DE LA ENERGIA Y DEMANDA MAXIMA

4.2.1. Energía

La energía eléctrica, para el caso que nos ocupa, es un concepto asociado al tiempo y a la potencia nominal de una determinada carga eléctrica, así asociamos que, entre más tiempo un equipo este operando, más energía estará consumiendo, de ahí la necesidad de apagar los equipos que estén encendidos ociosamente.

La energía (los kWh) se puede definir como la carga eléctrica expresada en Watts multiplicados por el tiempo en horas que se utilizó la energía, es decir, es el kilovatio-hora o kWh.

4.2.2. Calidad de la energía

La definición de la calidad de la energía es algo indeterminado, pero aún así, se podría definir como una ausencia de interrupciones, sobre tensiones y deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje RMS suministrado al usuario; esto referido a la estabilidad del voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico.

Actualmente, la calidad de la energía es el resultado de una atención continua; en años recientes esta atención ha sido de mayor importancia debido al incremento del número de cargas sensibles en los sistemas de distribución, las cuales por sí



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



solas, resultan ser una causa de la degradación en la calidad de la energía eléctrica.

4.2.3. Demanda máxima

La Demanda máxima representa para un instante dado, la máxima coincidencia de cargas eléctricas (motores, compresores, iluminación, equipo de refrigeración, etc.) operando al mismo tiempo, es decir, la demanda máxima corresponde a un valor instantáneo en el tiempo. No es igual encender una línea de motores al mismo tiempo que hacerlo en arranque escalonado.

El medidor de energía almacenará únicamente, la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda, en cualquier intervalo de cualquier día del ciclo de lectura.

Los picos por demanda máxima se pueden controlar evitando el arranque y la operación simultánea de cargas eléctricas.

4.3. LA ENERGIA ELÉCTRICA Y EL ANALIZADOR DE REDES

4.3.1. PARAMETROS A CONTROLAR EN LA ENERGIA ELECTRICA

a) Factor de potencia

En un sistema eléctrico, uno de los factores a controlar es el factor de potencia. Este factor resulta de la comparación de la potencia aparente (kVA) con la potencia real (kW).



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



El sensado se lleva a cabo por medio de un medidor de desfase entre voltaje y corriente. El actuador consiste en un sistema de conmutación que conecta y desconecta bancos de capacitores.

El sistema de control que puede ser analógico o digital interpreta los datos del sensor, calcula la manera como deben conectarse estos bancos de capacitores y también cuenta con un sistema de temporizadores que evita la oscilación y el mal funcionamiento.

b) Demanda (KW)

Otro parámetro importante controlar es el pico de demanda máxima de potencia.

Esta medición se hace continuamente por parte de la compañía suministradora y se registra el valor más alto de la demanda de todo el mes. En base a este valor máximo se calcula la facturación.

4.3.1.2. EL ANALIZADOR DE REDES

Para determinar la calidad, cantidad, el flujo y optimización de redes eléctricas, se utilizan los llamados Analizadores de Redes que son instrumentos capaces de analizar diferentes parámetros, es decir, especialmente aquellas propiedades asociadas con la reflexión y la transmisión de señales eléctricas, conocidas como parámetros de dispersión (Parámetros-S).

Los analizadores de redes son más frecuentemente usados en altas frecuencias, que operan entre los rangos de 9 kHz hasta 110 GHz.

Actualmente existen Analizadores de redes multifuncionales de nueva generación que mejoran sustancialmente las prestaciones:

Precisión: Algunos equipos tienen una clase de precisión de 0,06%.

Robustez: Avalada por 4 años de garantía.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



Conectividad: Se trata de los medidores con mayores opciones de conectividad del mercado

ANALIZADORES DE PERTURBACIONES.

Los Perturbógrafos (Analizadores de Perturbaciones) son instrumentos desarrollados específicamente para mediciones de energía, permiten medir una amplia variedad de perturbaciones en el sistema desde transitorios de tensión de muy corta duración hasta fluctuaciones o interrupciones de suministro, el cual puede configurar los registros de disturbios por un periodo de tiempo determinado.

La información generalmente se registra en papel, pero muchos dispositivos permiten también guardar los datos en memoria, de tal suerte que el software permite emitir un informe de lo sucedido en la línea del análisis de dichos eventos.

ANALIZADORES DE ARMONICAS.

Estos son analizadores más potentes ya que incluyen un módulo que permite calcular rápidamente las transformadas de Fourier para determinar el menor orden de armónicas.

Es por ello que las mediciones de Armónicas requieren de instrumentos diseñados para el análisis espectral, los cuales requieren de:

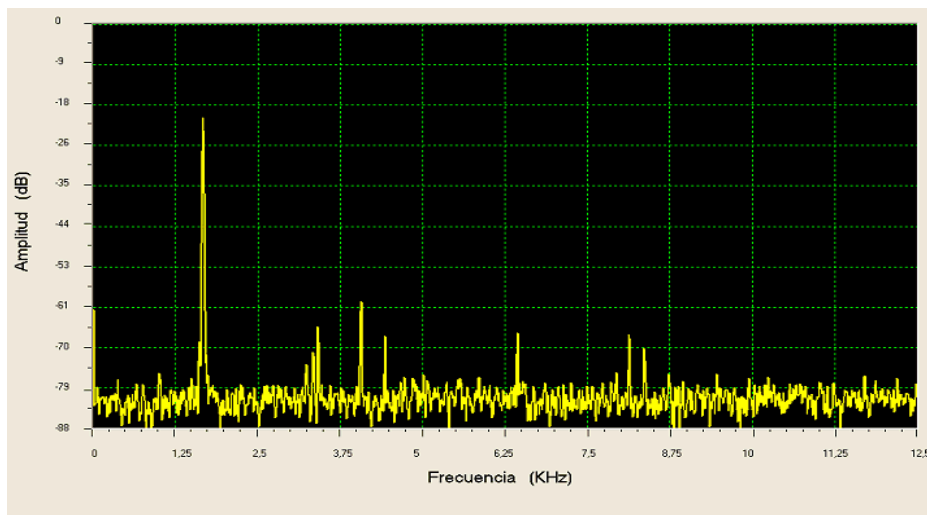
- La capacidad necesaria para medir en forma simultánea la tensión, la corriente y el contenido de Armónicas o espectral.
- La capacidad para medir el ángulo de fase de cada componente Armónica individual, así mismo es requerida para el cálculo de potencia.
- La capacidad de sincronización y alta tasa de muestreo para la adecuada medición de componentes.
- La capacidad de detección, de acuerdo a la naturaleza estadística de los niveles de distorsión Armónica.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



ANALIZADOR DE ARMONICAS



GRAFICA CARACTERISTICA DEL ANALIZADOR DE ARMONICAS



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



INSTRUMENTOS COMBINADOS (ANALIZADORES DE REDES).

En la actualidad los instrumentos utilizados en los estudios para conocer el estado de un sistema de red eléctrica combinan el muestreo de Armónicas y el monitoreo de las funciones de energía permitiendo el control de todas las fuentes de disturbios.

Debido a la tecnología se observa la salida en forma gráfica y los datos pueden ser monitoreados en forma remota mediante líneas telefónicas comunicadas a una base de datos centralizada con los cuales se realizará el análisis estadístico, en conclusión los instrumentos combinados permiten realizar un diagnóstico eficaz de las instalaciones permitiendo así las mediciones de:

- La distorsión armónica total o THD (Total Harmonic Distorsión)
- Nos indican el ángulo de fase de los diferentes armónicos.
- Factor de potencia por fases.
- Corriente por fase: I1, I2, I3 y calcula la corriente trifásica.
- Tensión entre fases: V1-2, V1-3, V2-3 y calcula la tensión trifásica.
- Factor de potencia trifásico
- Aportación de armónicas en corriente y tensión
- Potencia eléctrica activa total o trifásica (KW totales).
- Potencia eléctrica reactiva total o trifásica (KVAR).
- Potencia eléctrica aparente total o trifásica (KVA).

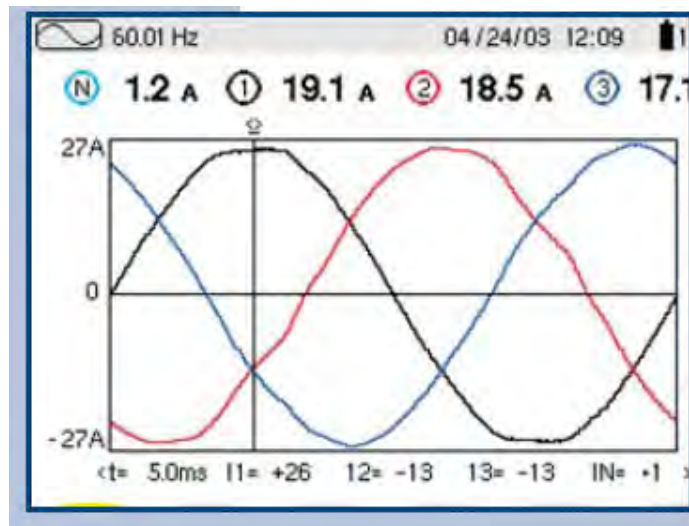
Estos instrumentos realizan una medición continua en tensión y en corriente ciclo a ciclo durante un periodo de tiempo determinado, lo que permite obtener la hora y fecha de los eventos, lo cual es requerido para aquellos problemas donde se demande el registro en tiempo de las posibles fallas.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



ANALIZADOR DE REDES



GRAFICA CARACTERISTICA DEL ANALIZADOR DE REDES

Además registran en memoria (y/o impresora) estos parámetros en sistema monobásicos y/o trifásicos, la programación puede realizarse para que las mediciones se realicen cada minuto, 5 minutos, 15 minutos durante un periodo de 24 horas, 48 horas, 72 horas, etc.; e inclusive algunos de estos equipos pueden registrar cada 125 milisegundos esto puede ser de gran ayuda para determinar el comportamiento en el arranque de algún equipo en particular.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



Los analizadores de redes son una gran herramienta de medición para el análisis de la energía eléctrica, tal como en los siguientes puntos:

- Analizar como es usada la energía y el costo que esta presenta.
- Análisis de la demanda máxima.
- Análisis de la calidad de la energía.
- .Análisis de armónicos.
- Problemas de distribución y equipos eléctricos.
- Índice de carga de transformadores.
- Análisis de motores eléctricos.

Para la localización de fallas, antes de que estos se vuelvan costosas. Los problemas de difícil localización la causa de transformador sobrecalentado, un conductor neutro sobrecargado, un tablero eléctrico vibrante.

El analizador de redes es idóneo para análisis y la optimización del rendimiento de los sistemas de potencia.

4.3.1.2.1. POWERPAD MODELO 3945

DESCRIPCION

El PowerPad Modelo 3945 es un analizador de la calidad de potencia para tres fases y es muy fácil de usar, compacto y resistente a descargas. Este instrumento está destinado para técnicos e ingenieros que desean saber las características de la red eléctrica a lo largo de una, dos o tres fases.

Al usarlo se pueden obtener formas de onda instantáneas de una red eléctrica así como sus características principales, y también monitorear las variaciones sobre un periodo de tiempo.

Una de sus principales características es que nos muestra un análisis detallado para diversas magnitudes.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



Analizador de redes Power Pad 3945

Características:

- Dimensiones de Voltaje RMS arriba de los 480V (de fase a neutro) o 830V (de fase a fase) para dos, tres o cuatro sistemas eléctricos.
- Dimensiones de Corriente RMS arriba de los 6500Amp.
- Dimensiones de frecuencia (10 a 70Hz).
- Cálculo de la corriente neutral para una configuración estrella.
- Cálculo de los factores de cresta para corrientes y voltajes.
- Cálculo del factor K para transformadores.
- Cálculo del desbalance de fase para voltaje y corriente (sistema de tres fases únicamente).
- Dimensiones de ángulos armónicos y proporciones (Fundamentado a la regencia o al valor RMS) para voltaje, corriente o potencia, arriba de las 50 armónicas.
- Cálculo de todos los factores de distorsión armónica.
- Monitorea los valores promedio de un parámetro, calculado sobre un periodo que corra de 5 seg. a 2 horas.
- Dimensiones de potencia activa, reactiva y aparente por fase y su respectiva suma total.



CAPITULO 4. EQUIPOS DE MEDICION



- Cálculo del factor de potencia, factor de potencia desplazado y el factor tangente.
- Potencia total de un punto en el tiempo, escogido por el operador.
- Detección de transitorios y grava las formas de onda asociadas.

4.3.1.2.2. DATAVIEW.PRO

El Dataview.Pro Programa compatible con el analizador de la calidad de potencia Modelo 3945 PowerPad tiene cuatro principales funciones:

- 1 La habilidad para configurar el PowerPad a la computadora.
- 2 La habilidad para iniciar a agravar en la computadora.
- 3 La habilidad para almacenar la prueba de resultados e imprimir los respectivos reportes de una prueba.
- 4 La habilidad para ver y Almacenar datos en tiempo real.

El Programa Dataview es simple, fácil de usar en conjunto con el analizador de calidad de potencia modelo 3945 para configurar y correr las pruebas realizadas, tan bueno como para imprimir los reportes de las pruebas resultantes.

Tiene muchas características que son aprovechables. Unas pocas de las más populares están listadas a continuación:

- Configura y muestra todas las funciones del modelo 3945
- Se pueden correr las pruebas en la computadora con un simple clic y un proceso de ejecución.
- Se pueden ver y capturar los datos en tiempo real.
- Recupera los datos de la memoria del instrumento.
- Grava la información que ha sido descargada.
- Crea una librería de funciones para diferentes aplicaciones.



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.

En este capítulo se hace referencia a todas aquellas mediciones que se realizaron en cada una de las Facultades pertenecientes al Campus Universitario considerado Patrimonio Cultural de la Humanidad, la cual como recordaremos es centro de estudio de esta tesis.

En primera instancia se presenta un ejemplar con todos aquellos parámetros (mediciones) arrojados por nuestro equipo de medición (Power Pad 3945) y que serán el foco de nuestro estudio para su posterior análisis y recomendaciones. Este primer ejemplar muestra un poco de teoría para cada uno de los parámetros a manejar, también gráficas características que nos ayudan a visualizar de mejor forma el comportamiento de nuestra variable en cuestión, y una tabla de valores que nos permiten junto con la gráfica tener un mejor juicio.

En segunda instancia se presentan una serie de tablas con el resumen de valores de cada una de nuestras mediciones, esta tabla es independiente para cada una de las Facultades en donde se tomaron mediciones. Esto se hizo con el propósito de no ser repetitivos en cuestión de teoría y de gráficas ya que son muy parecidas todas entre si para cada parámetro.





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.



5.1. EJEMPLAR COMPLETO.

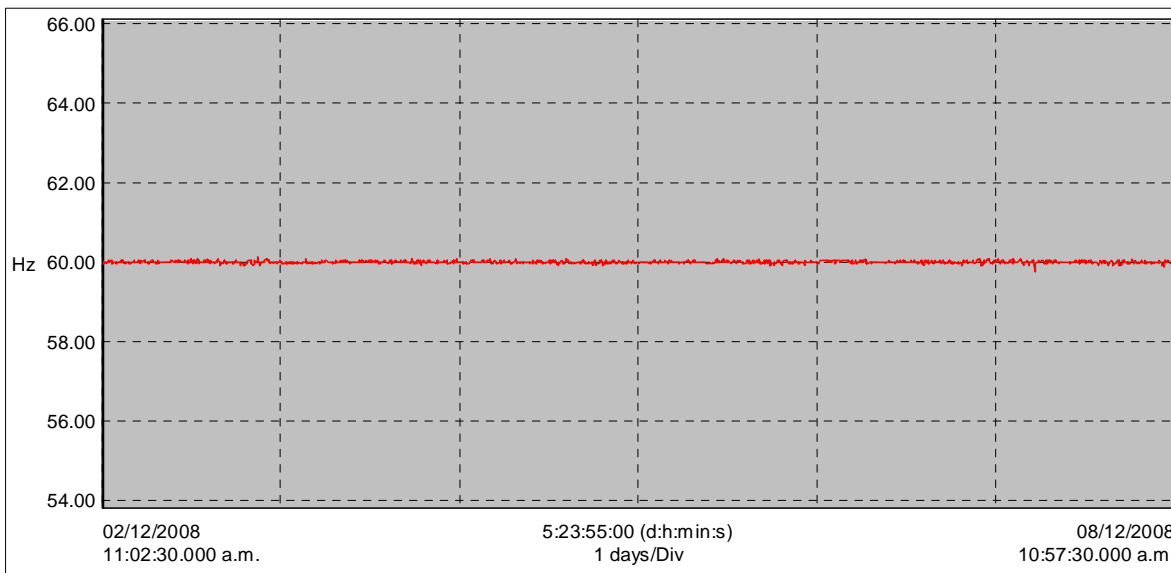
5.1.1. BIBLIOTECA CENTRAL

5.1.1.1. Frecuencia

La frecuencia es la razón a la cual el voltaje o la corriente sube o baja en ciclos por segundo y se mide en Hertz (Hz). Un Hz es la variación de un ciclo completo por segundo. En México la frecuencia utilizada es de 60 Hz.

La frecuencia del sistema en cualquier instante, está definida por la relación entre carga y la capacidad disponible de generación, si este balance cambia, se presentan pequeños cambios en la frecuencia. La duración y magnitud de los cambios depende de las características de la carga y de la respuesta del sistema de generación.

La norma permite un rango considerable de frecuencia de 59.8 a 60.2 Hz, es decir, un ± 0.2 por lo tanto en este caso es aceptable.



Nombre	Fecha	Hora	Duración	Units	Prom	Min	Max	Muestras
Hz	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	5:23:55:00	(D:H:M:S)	59.996	59.770	60.100	1728



5.1.1.2. Voltaje de Fase a Fase.

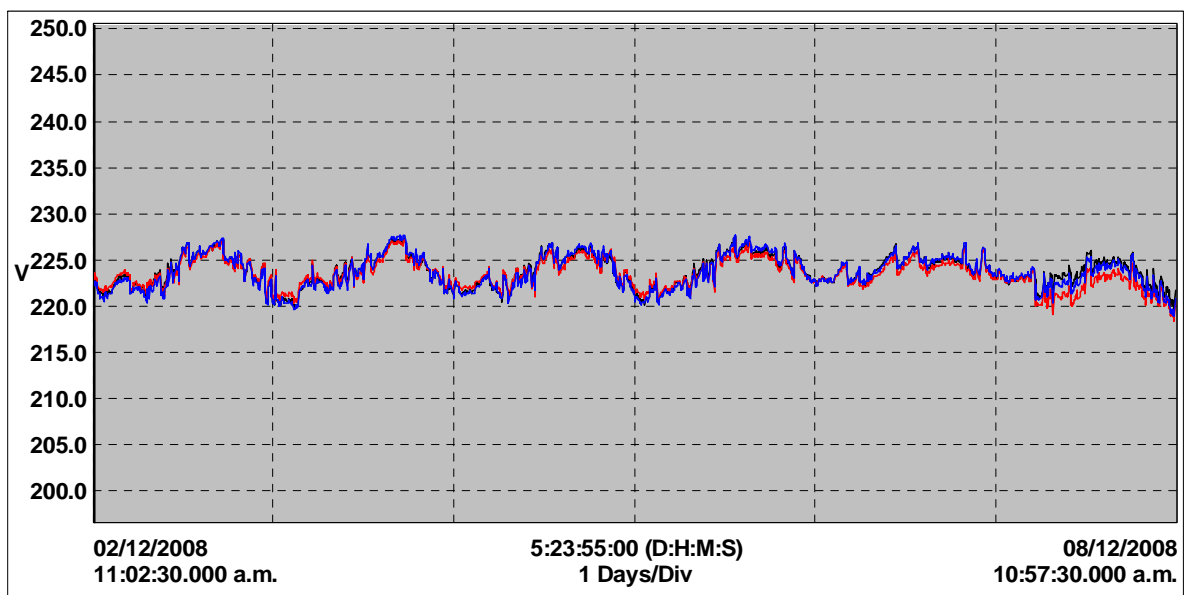
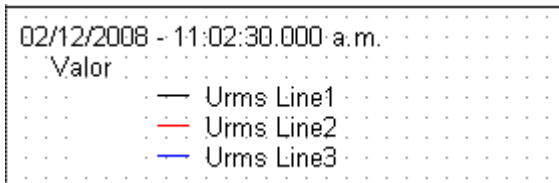
La tensión eléctrica nominal de un sistema es el valor cercano al nivel de tensión al cual opera normalmente el sistema. Debido a contingencias de operación, el sistema opera a niveles de tensión del orden de $\pm 10\%$ de la tensión eléctrica nominal del sistema para la cual los componentes del sistema están diseñados. De acuerdo a lo anterior un rango aceptable para un sistema de 220 V es de 198 V a 242 V.

El artículo 110-4 de la norma NOM-001-SEDE-2005, dice que las tensiones eléctricas consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos.

La tensión eléctrica nominal de un equipo eléctrico no debe ser inferior a la tensión eléctrica real del circuito al que está conectado. A continuación se mencionan de tensiones normalizadas de un sistema: 120/240 V; 220Y/127 V; 480Y/227; 480 V como valores preferentes, 2400 V como de uso restringido y 440 V como valor congelado.



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



Nombre	Fecha	Hora	Prom.	Min.	Max.	Unidades
Urms Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	223.79	219.80	227.60	V
Urms Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	223.50	218.50	227.30	V
Urms Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	223.69	218.90	227.80	V



5.1.1.3. Voltaje de Fase a Neutro.

La tensión eléctrica nominal de un sistema es el valor cercano al nivel de tensión al cual opera normalmente el sistema. Debido a contingencias de operación, le sistema opera a niveles de tensión del orden de $\pm 10\%$ de la tensión eléctrica nominal del sistema para la cual los componentes del sistema están diseñados. De acuerdo a lo anterior el rango aceptable para un sistema de 127 V es de ± 12.7 V, lo que equivale a un rango de 114.3 V a 139.7 V.

El artículo 110-4 de la norma NOM-001-SEDE-2005, dice que las tensiones eléctricas consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos.

La tensión eléctrica nominal de un equipo eléctrico no debe ser inferior a la tensión eléctrica real del circuito al que está conectado.

A continuación se mencionan de tensiones normalizadas de un sistema: 120/240 V; 220Y/127 V; 480Y/227; 480 V como valores preferentes, 2400 V como de uso restringido y 440 V como valor congelado.



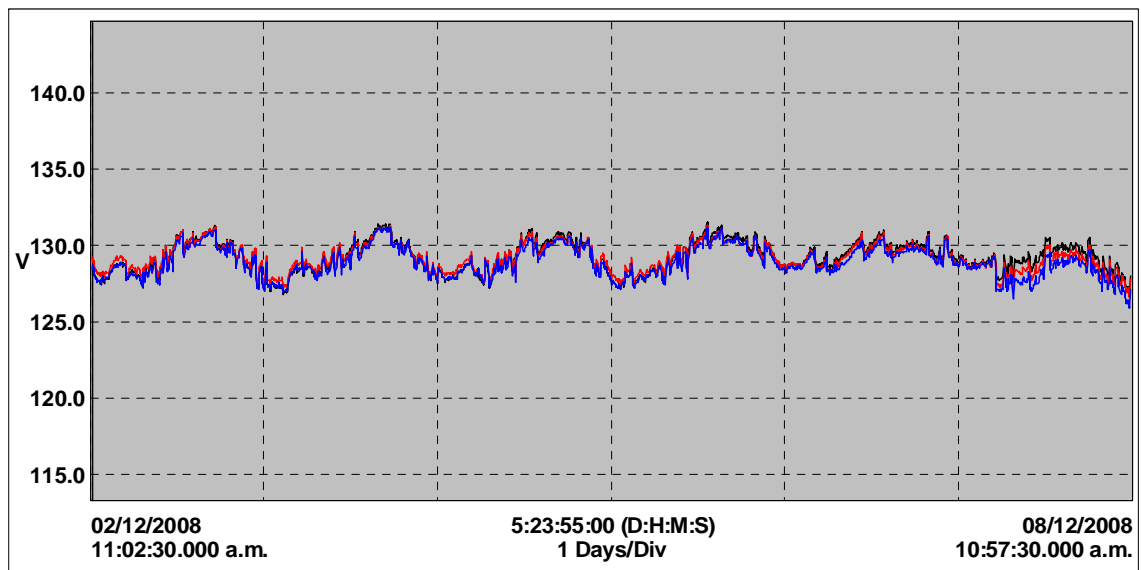
CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



02/12/2008 - 11:02:30.000 a.m.

Valor

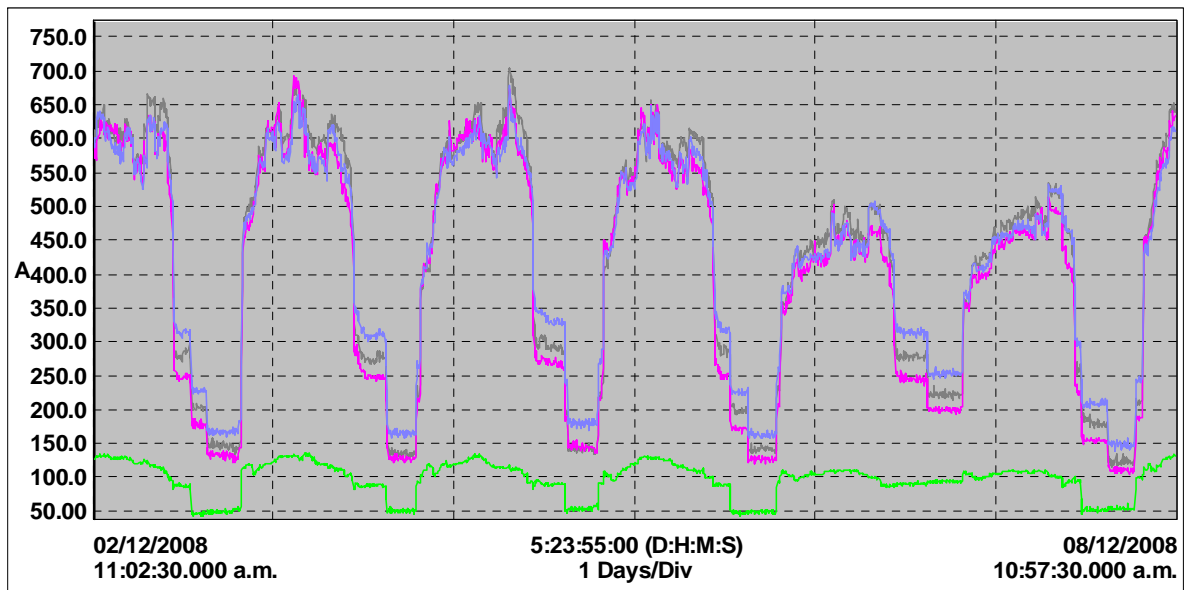
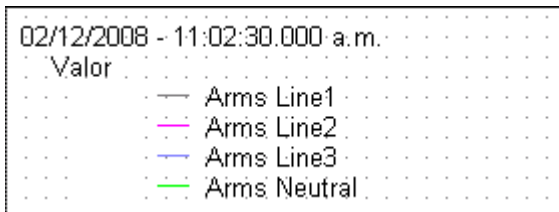
— Vrms Line1
 — Vrms Line2
 — Vrms Line3



Nombre	Fecha	Hora	Prom	Min	Max	Unidades
Vrms Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	129.23	126.80	131.50	V
Vrms Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	129.19	126.60	131.30	V
Vrms Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	128.91	125.90	131.20	V



5.1.1.4. Corriente.



Nombre	Fecha	Hora	Prom	Min	Max	Unidades
Arms Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	414.04	115.70	704.20	A
Arms Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	393.85	103.10	691.60	A
Arms Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	416.40	139.00	679.00	A
Arms Neutral	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	96.420	41.900	136.60	A



5.1.1.5. Armónicos.

Los armónicos de los sistemas de potencia son un problema de estado continuo con peligrosos resultados, además de que al combinarse con la frecuencia fundamental produce distorsión.

En un sistema de alimentación ideal (libre de armónicos), las formas de onda de la corriente y la tensión son senoidales puras. Por ejemplo, en un circuito formado sólo por cargas lineales –por ejemplo cargas resistivas–, la corriente que fluye a través de los componentes es proporcional a la tensión aplicada a una frecuencia determinada. Dicho de otro modo, si se aplica una tensión senoidal se produce una corriente senoidal en la carga. No obstante, en la práctica nos encontramos con componentes no lineales interactuando en los circuitos eléctricos.

Esto es lo que da origen a la generación de armónicos, los cuales son magnitudes eléctricas múltiplos de una componente fundamental. Por ejemplo, una corriente medida a 50 Hz es la componente fundamental y todas las corrientes medidas a las frecuencias múltiplo de 50 Hz son armónicas de esta corriente fundamental.

Estas corrientes se expresan como un porcentaje de la corriente fundamental y la sumatoria de todos estos porcentajes se expresa como "THD" (Total Harmonic Distortion) el cual se expresa en %. Todos los valores de THD sobre el 10% son motivo de preocupación.

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{H_n}{H_1}\right)^2} \cdot 100\%$$

Las armónicas no se producen normalmente por un sistema eléctrico de potencia, pero si en la mayoría de los casos por las cargas conectadas al mismo. Algunas de las fuentes más comunes de armónicas son: Los convertidores estáticos, los transformadores sobre-



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



excitados, el alumbrado fluorescente, los dispositivos de estado sólido (computadoras, controladores de velocidad, etc).

Las principales consecuencias de estos fenómenos sobre las cargas son:

Sobre los transformadores y generadores: El contenido armónico provoca un fenómeno de calentamiento considerable sobre el valor de la corriente RMS debido a la histéresis, la corriente parásita y el efecto piel.

Sobre los motores: Produce un sobrecalentamiento debido a las corrientes armónicas de secuencia negativa (5ta armónica) y las corrientes parásitas.

Sobre los conductores: Las armónicas provocan un sobrecalentamiento del conductor neutro por ello se debe a que las armónicas de secuencia cero se suma en el neutro en vez de cancelarse como sucedería con cargas lineales balanceadas.

Sobre la barra de neutro: Se sobrecarga debido a las armónicas de secuencia cero, así mismo se produce fugas por el neutro ocasionadas por el sobrecalentamiento en caso de sobrecargas.

Sobre el tablero de distribución: Calentamientos debido a corrientes parásitas que generan vibraciones y zumbidos.

Sobre los capacitores empleados para corregir el factor de potencia: Debido a que los capacitores pueden ser la impedancia más baja de un sistema, las armónicas pueden quemar los fusibles.

Sobre los dispositivos de protección contra sobre-corrientes: Los dispositivos de protección contra sobre-corrientes como fusibles y desconectores son afectados por el calentamiento debido al efecto piel en corrientes con alto contenido armónico.

Sobre los dispositivos de protección: Estos se ven afectados por las armónicas provocando disparos en situaciones en las que no debiera producirse este fenómeno, ello



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



se debe al calentamiento adicional en el tablero generado por la circulación de corriente de la 3ra armónica en el conductor neutro.

Sobre los instrumentos de medición: Las armónicas pueden provocar errores en la medición de energía cuando se utilizan equipos de inducción. Las armónicas pueden ocasionar que los discos corran más rápido o más lento para la misma corriente RMS. Si este medidor se utiliza para facturar el consumo el pago puede ser más alto o más bajo de lo que debiera.

Sobre los equipos electrónicos: Al distorsionarse su forma de onda los equipos pueden sufrir fallas en su funcionamiento.

Sobre los reguladores de tensión: Muchos de estos dispositivos de control emplean circuitos que miden el punto de cruce por cero de las ondas de tensión o corriente, pero con un contenido elevado contenido de armónico puede haber muchos cruces, lo que provocaría la inestabilidad en la velocidad y en el control de frecuencia.

Sobre los sistemas de comunicaciones: Puede ocurrir interferencia (ruidos intermitentes) que pueden llegar a ser lo suficientemente intensos como para corromper las señales, causado fallan en su funcionamiento.

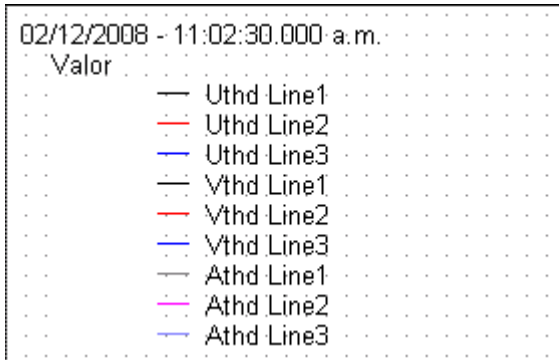
De acuerdo a la norma IEEE-519 se tiene lo siguiente:

- Los usuarios deberán responsabilizarse para limitar la cantidad de las corrientes armónicas sobre el sistema de potencia en general.

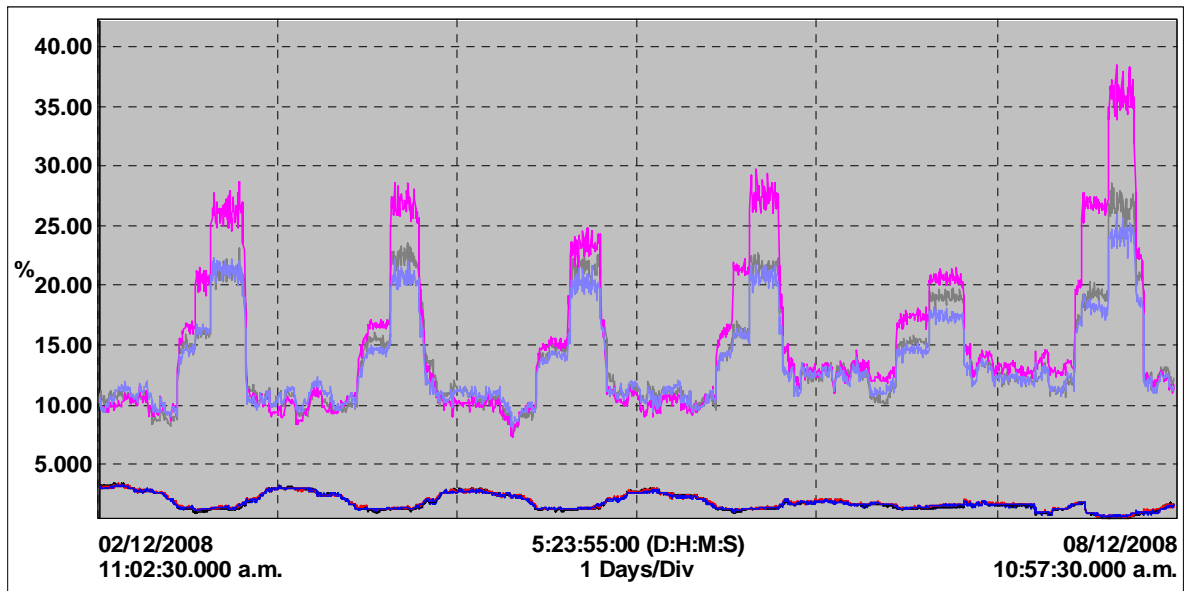
Las compañías suministradoras deberán responsabilizarse condiciones de resonancia en el sistema de potencia, que pueden crear niveles de distorsión de voltaje inaceptables. Básicamente la compañía debe suministrar un voltaje de calidad.



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



Grafica de Armónicos de Corriente y de Armónicos de Tensión.

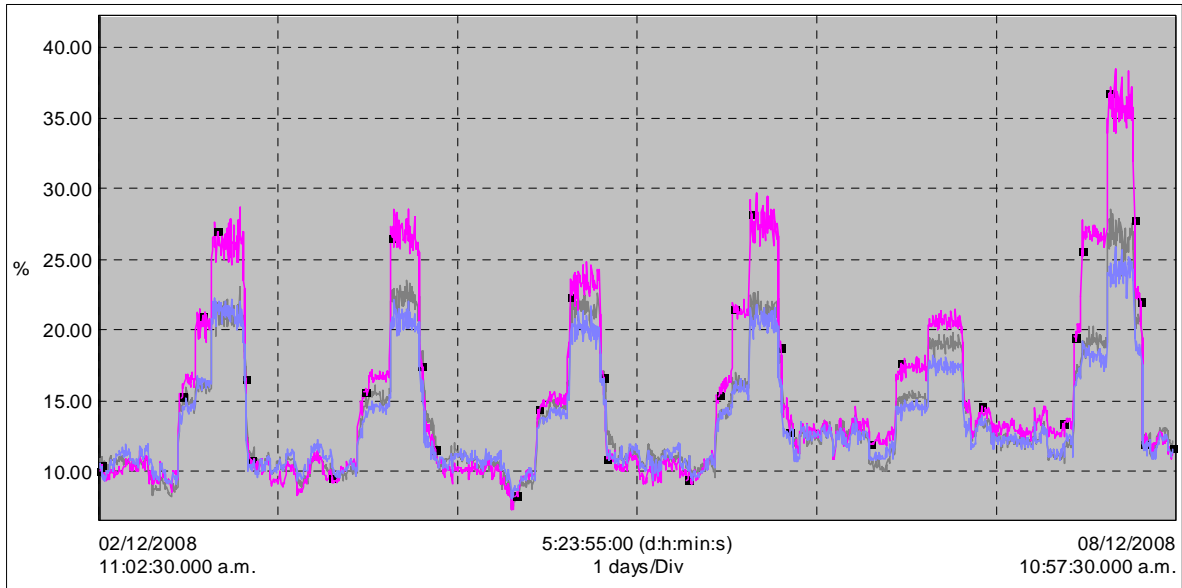




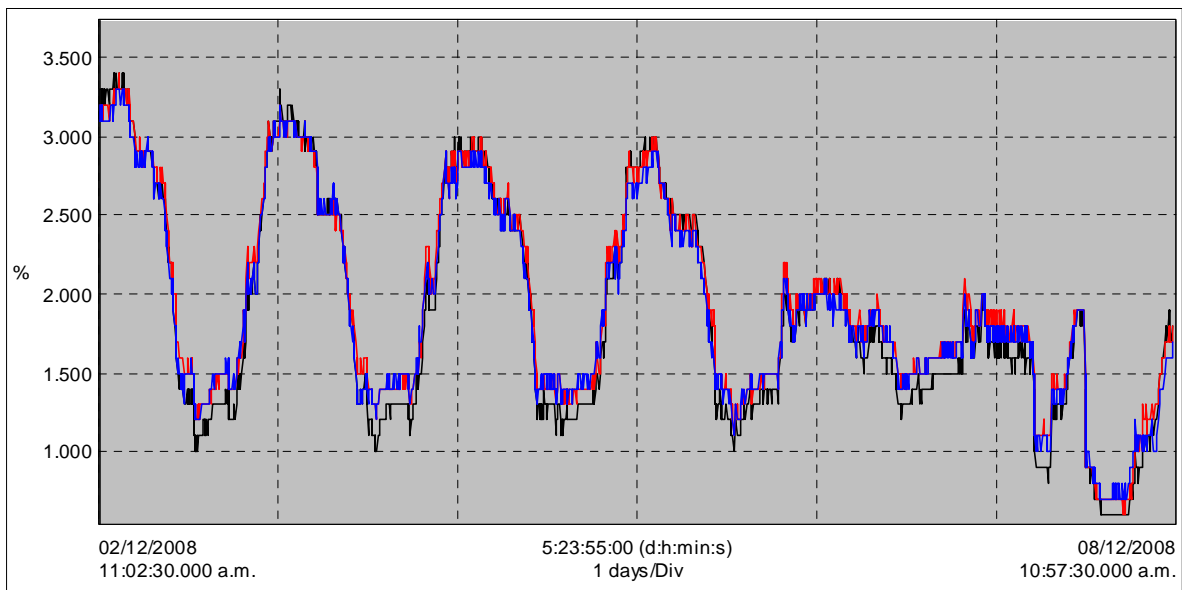
CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



Armónicos de Corriente



Armónicos de Voltaje Fase-Neutro

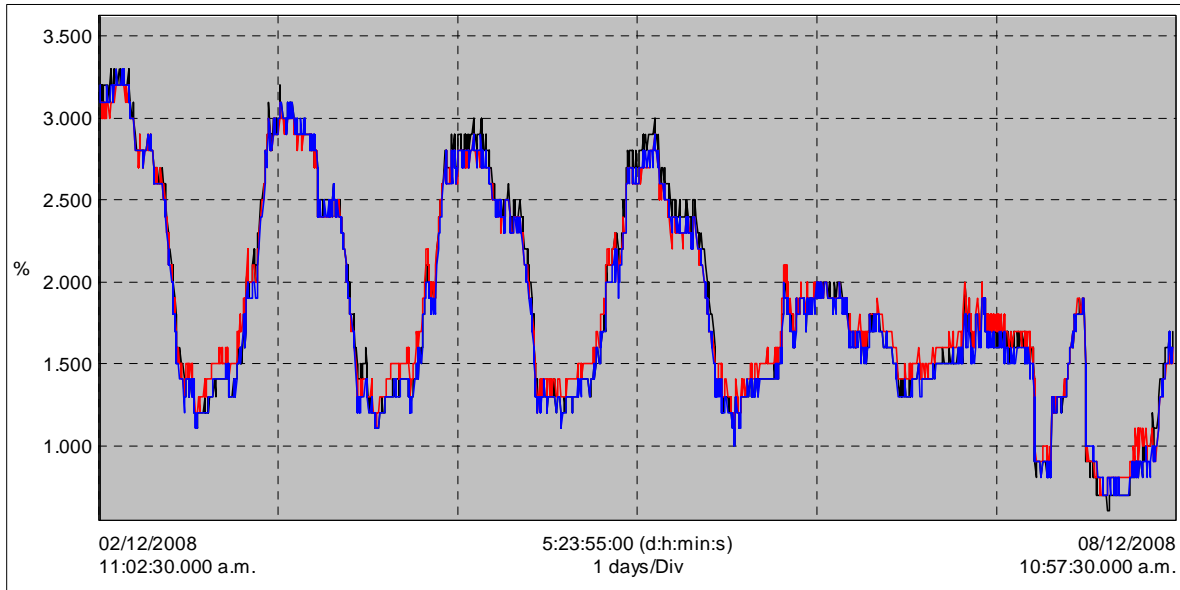




CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



Armónicos de Voltaje Fase-Fase



Nombre	Fecha	Hora	Prom	Min	Max	Unidades
Athd Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	14.003	7.4000	28.500	%
Athd Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	15.320	7.3000	38.400	%
Athd Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	13.673	8.1000	25.900	%
Uthd Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	1.8614	0.600	3.3000	%
Uthd Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	1.8733	0.700	3.2000	%
Uthd Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	1.8211	0.700	3.3000	%
Vthd Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	1.8615	0.600	3.4000	%
Vthd Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	1.9472	0.600	3.4000	%
Vthd Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	1.9080	0.700	3.3000	%

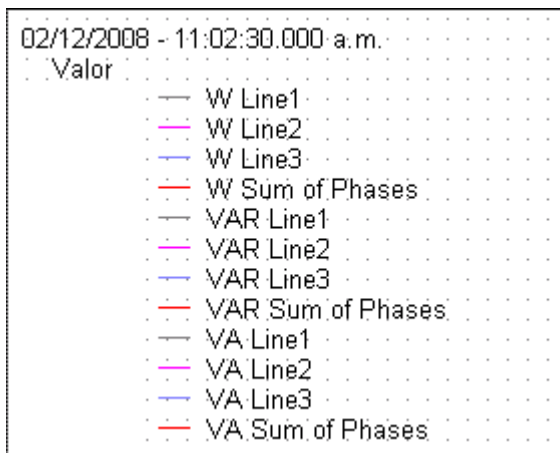


5.1.1.6. Potencia.

Potencia activa: Es la energía útil la cual se expresa en watts (W).

Potencia reactiva: Los motores y transformadores y en general todos los dispositivos eléctricos que hacen uso del efecto de un campo electromagnético, requieren de potencia activa para efectuar un trabajo útil, mientras que la potencia reactiva es utilizada para la generación del campo magnético. Esta potencia reactiva se defasa 90° de la potencia activa y es expresada en volts-ampere reactivos (VAR).

Potencia aparente: El producto de la corriente con el voltaje y se expresa en volts-ampere (VA). Es la suma de los vectores gráficos de la potencia activa y la potencia reactiva.

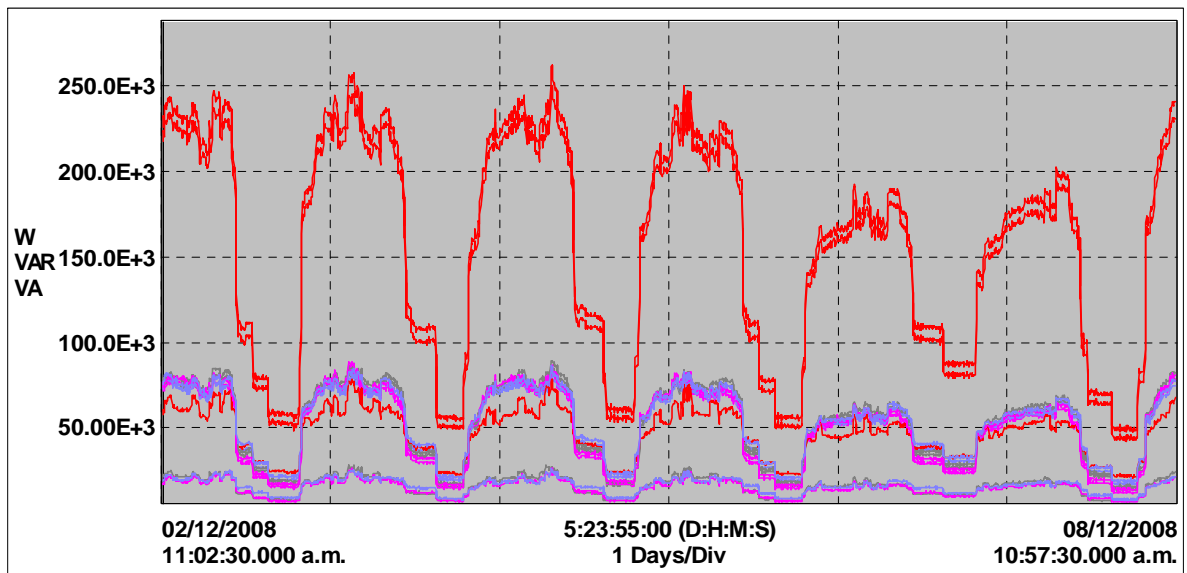




CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



Grafica de Potencia kW, KVA, kVAR

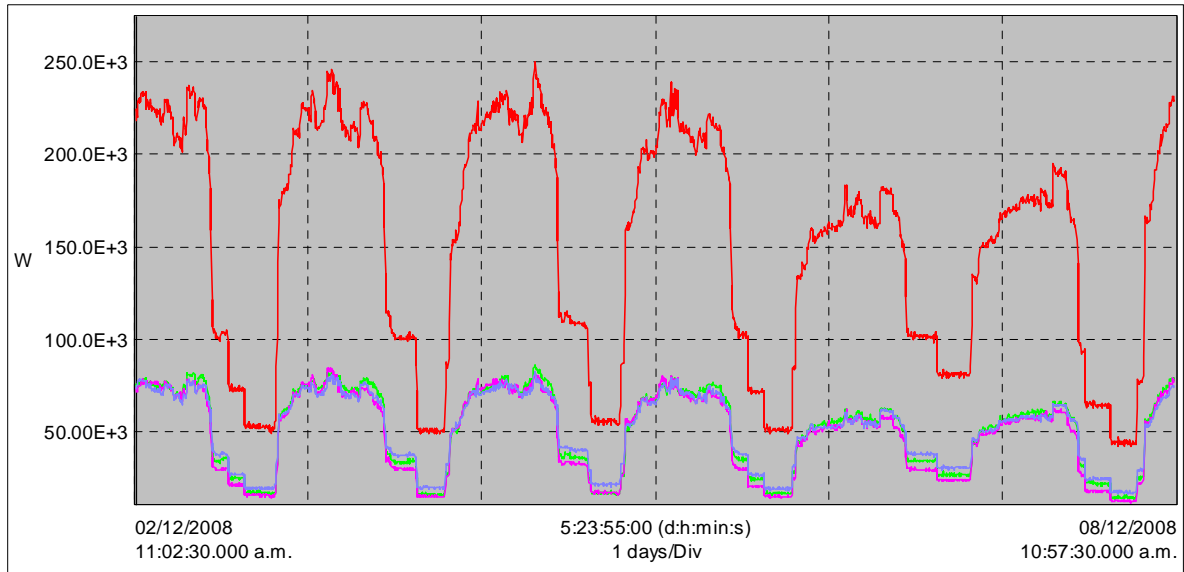




CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



Grafica de Potencia kW



Nombre	Fecha	Hora	Prom	Min	Max	Unidades
VA Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	53.381E+3	15.046E+3	89.851E+3	VA
VA Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	50.789E+3	13.293E+3	88.096E+3	VA
VA Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	53.593E+3	17.955E+3	86.612E+3	VA
VA Sum of Phases	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	157.76E+3	47.293E+3	262.05E+3	VA
VAR Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	15.871E+3	6.5687E+3	28.450E+3	VAR
VAR Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	14.764E+3	6.4072E+3	26.146E+3	VAR
VAR Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	16.132E+3	7.3330E+3	25.837E+3	VAR
VAR Sum of Phases	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	46.768E+3	20.865E+3	78.383E+3	VAR
W Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	50.915E+3	13.471E+3	85.728E+3	W
W Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	48.502E+3	11.644E+3	84.593E+3	W
W Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	51.036E+3	16.136E+3	82.662E+3	W
W Sum of Phases	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	150.45E+3	42.104E+3	250.05E+3	W



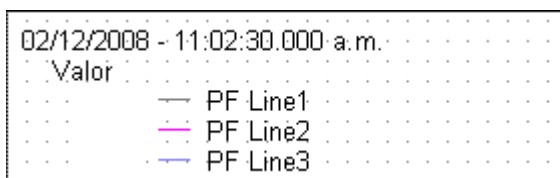
5.1.1.7. Factor de Potencia.

Un problema común que se presenta en las instalaciones eléctricas es el llamado bajo factor de potencia, el cual está relacionado con la calidad del suministro de la energía eléctrica, en consecuencia existirán variaciones de voltaje y pérdidas en las instalaciones. Lo que implica pérdidas económicas importantes.

El factor de potencia es la relación de la potencia real usada en un circuito entre la potencia aparente.

$$FP = \frac{P_{REAL} [kW]}{P_{APARENTE} [kVA]}$$

El valor del factor de potencia debe ser de 0.9 como mínimo.

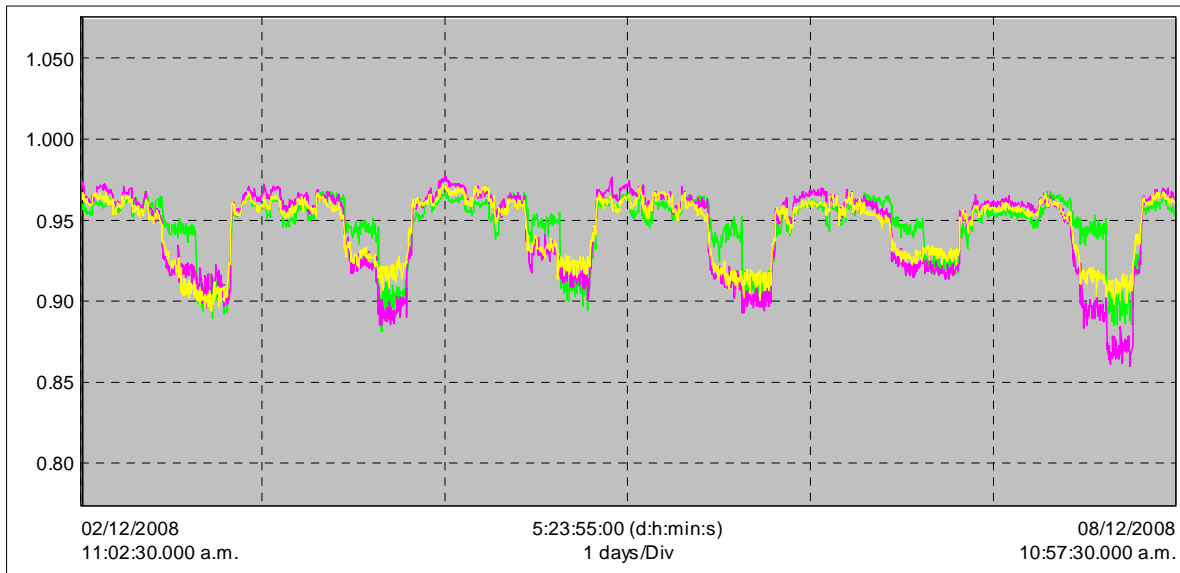




CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



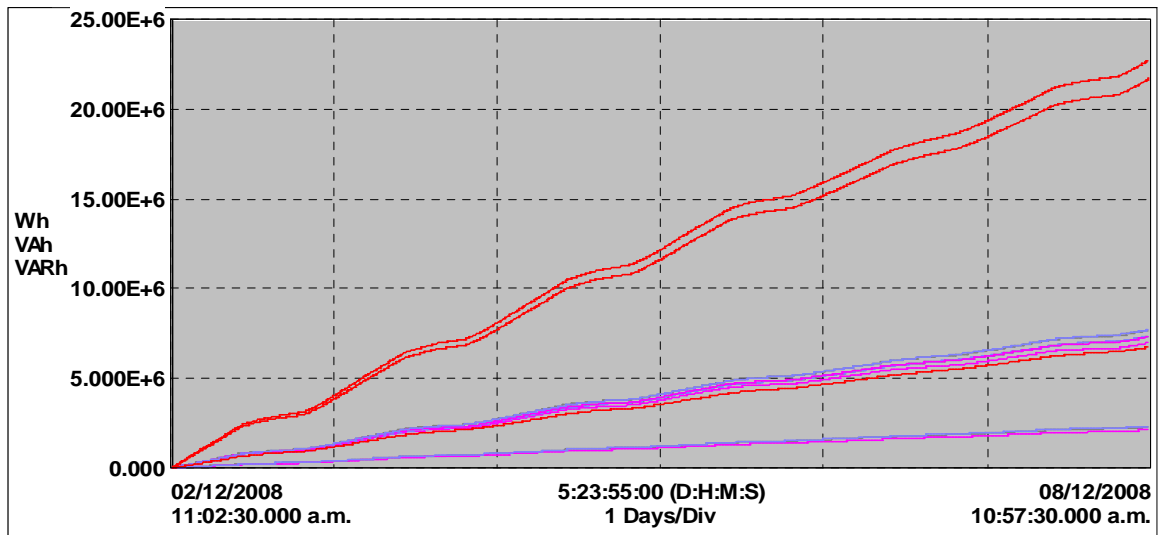
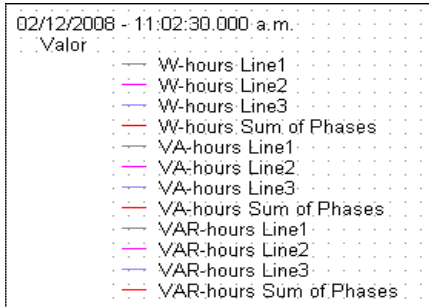
Grafica de Factor de Potencia



Nombre	Fecha	Hora	Prom.	Min.	Max.
DPF Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	0.957	0.904	0.974
DPF Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	0.957	0.911	0.984
DPF Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	0.955	0.915	0.979
PF Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	0.947	0.882	0.969
PF Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	0.944	0.860	0.978
PF Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	0.945	0.895	0.972
Tan Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	0.297	0.228	0.470
Tan Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	0.296	0.178	0.451
Tan Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	0.303	0.206	0.438



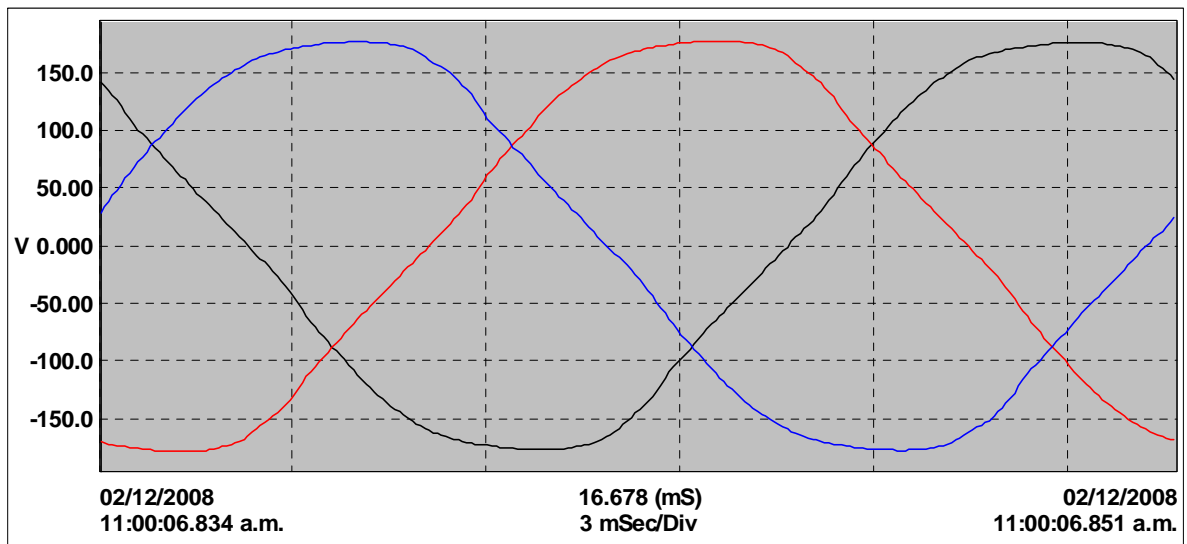
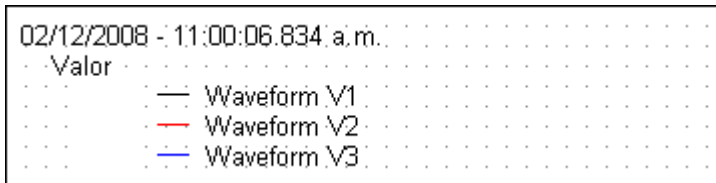
5.1.1.8. Energía.



Nombre	Fecha	Hora	Max	Unidades
VA-hours Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	7.6869E+6	VAh
VA-hours Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	7.3137E+6	VAh
VA-hours Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	7.7174E+6	VAh
VA-hours Sum of Phases	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	22.718E+6	VAh
VAR-hours Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	2.2855E+6	VARh
VAR-hours Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	2.1260E+6	VARh
VAR-hours Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	2.3231E+6	VARh
VAR-hours Sum of Phases	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	6.7346E+6	VARh
W-hours Line1	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	7.3318E+6	Wh
W-hours Line2	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	6.9843E+6	Wh
W-hours Line3	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	7.3492E+6	Wh
W-hours Sum of Phases	02/12/2008	11:02:30.000 a.m.	21.665E+6	Wh



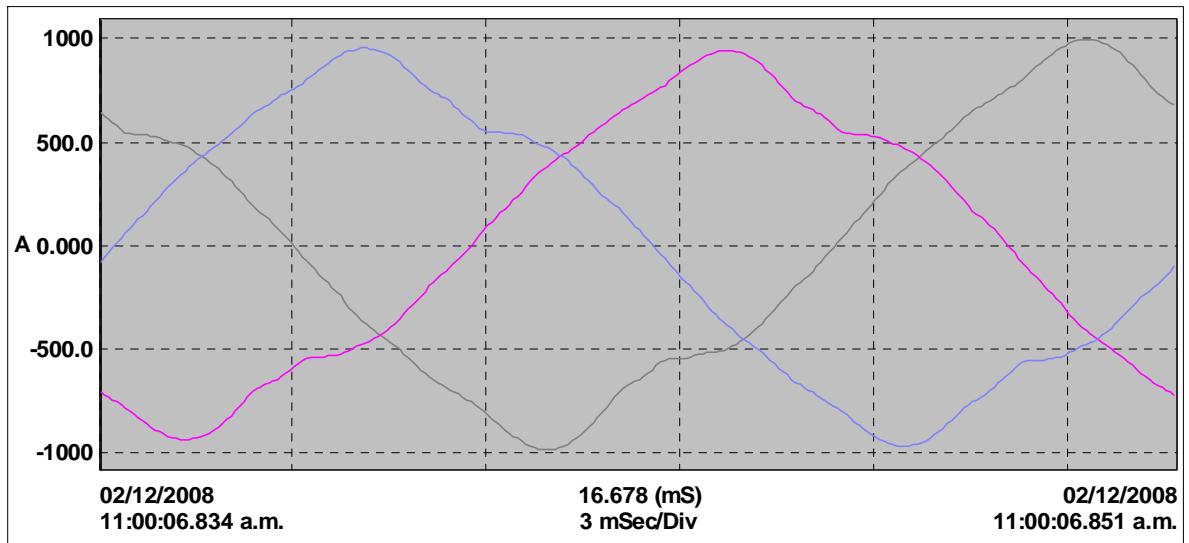
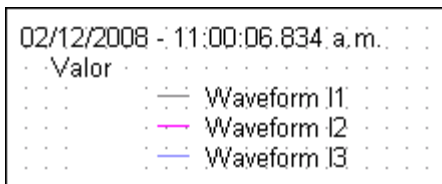
5.1.1.9. Transitorios de Tensión.



Nombre	Fecha	Hora	Duración	RMS	Unidades
Waveform V1	02/12/2008	11:00:06.834 a.m.	16.688	128.03	V
Waveform V1	02/12/2008	11:00:06.851 a.m.	16.688	127.91	V
Waveform V1	02/12/2008	11:00:06.867 a.m.	16.688	127.93	V
Waveform V1	02/12/2008	11:00:06.884 a.m.	16.688	127.91	V
Waveform V2	02/12/2008	11:00:06.834 a.m.	16.688	128.42	V
Waveform V2	02/12/2008	11:00:06.851 a.m.	16.688	128.39	V
Waveform V2	02/12/2008	11:00:06.867 a.m.	16.688	128.45	V
Waveform V2	02/12/2008	11:00:06.884 a.m.	16.688	128.38	V
Waveform V3	02/12/2008	11:00:06.834 a.m.	16.688	128.01	V
Waveform V3	02/12/2008	11:00:06.851 a.m.	16.688	128.02	V
Waveform V3	02/12/2008	11:00:06.867 a.m.	16.688	128.02	V
Waveform V3	02/12/2008	11:00:06.884 a.m.	16.688	127.99	V



5.1.1.10. Transitorios de Corriente.





CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



Nombre	Fecha	Hora	Duración	RMS	Unidades
Waveform 11	02/12/2008	11:00:06.834 a.m.	16.688	616.83	A
Waveform 11	02/12/2008	11:00:06.851 a.m.	16.688	629.39	A
Waveform 11	02/12/2008	11:00:06.867 a.m.	16.688	628.86	A
Waveform 11	02/12/2008	11:00:06.884 a.m.	16.688	629.59	A
Waveform 12	02/12/2008	11:00:06.834 a.m.	16.688	595.58	A
Waveform 12	02/12/2008	11:00:06.851 a.m.	16.688	616.72	A
Waveform 12	02/12/2008	11:00:06.867 a.m.	16.688	617.89	A
Waveform 12	02/12/2008	11:00:06.884 a.m.	16.688	621.64	A
Waveform 13	02/12/2008	11:00:06.834 a.m.	16.688	608.16	A
Waveform 13	02/12/2008	11:00:06.851 a.m.	16.688	609.39	A
Waveform 13	02/12/2008	11:00:06.867 a.m.	16.688	610.03	A
Waveform 13	02/12/2008	11:00:06.884 a.m.	16.688	609.20	A



5.1.1.11. ANALISIS DE CALIDAD DE LA ENERGIA

FRECUENCIA

El valor de frecuencia está dentro del rango aceptable, por lo que se considera como correcto.

VOLTAJE DE FASE A FASE

El valor de voltaje entre fases es correcto.

EL VOLTAJE DE FASE A NEUTRO

Estos valores son admisibles ya que no rebasan el rango permitido.

CORRIENTE

El neutro se tiene una corriente muy grande (en promedio de 95 A), donde no debería haber corriente o esta debería ser muy pequeña

ARMONICOS

No se rebasa el valor establecido del 5% para voltajes, pero si se tiene un valor alto en cuanto a corrientes lo cual no debe de ser ya que se encuentra por encima del 10%.

POTENCIA

La demanda máxima que tiene la biblioteca central es en promedio de 85 KW por fase, o sea, que tenemos una demanda máxima total de 250kW. Mientras que la potencia aparente total es de 262 VA.

FACTOR DE POTENCIA

El factor de potencia se encuentra en un valor aceptado por la norma, ya está arriba del 0.9 en horarios de oficina, fuera de ellos baja el factor hasta 0.82.



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



TRANSITORIOS

No se tuvieron transitorios de voltaje pero si de corriente ya que en este punto nos esta afectando la tercera y la quinta armónica por lo que hay que tener en cuenta este punto.

5.2. TABLAS DESCRIPTIVAS CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA CADA UNA DE LAS MEDICIONES QUE SE REALIZARON EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO CONSIDERADO “PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD”.

5.2.1.

Facultad de Medicina Edificio BC					
09/06/2008					
Dato de Placa del Transformador 500KVA					
Magnitud		Valores Máximos	Rango de Tolerancia	Análisis	
Frecuencia		60	59.8-60.2 Hz	El valor de frecuencia esta dentro del rango aceptable	
Voltaje Fase-Neutro	Línea 1	126.8	114.3-139.7 V	Estos valores admisibles ya que no rebasan el rango permitido	
	Línea 2	126.6			
	Línea 3	126.6			
Voltaje fase-fase	Línea 1	219.4	198-242 V	Estos valores son admisibles ya que no rebasan el rango permitido por la norma.	
	Línea 2	219.5			
	Línea 3	219.4			
Corriente	De Fases	Línea 1	679.1	El neutro tiene una corriente muy grande (en promedio de 78 A), donde no debería haber corriente o esta debería ser muy pequeña.	
		Línea 2	710.7		
		Línea 3	646.3		
	Neutro	148			
Armónicos	Voltaje fase-fase	Línea 1	1.6	< 5%	No se rebasa el valor establecido de 5% para voltajes.
		Línea 2	1.7		
		Línea 3	1.6		



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



	Voltaje fase-neutro	Línea 1	1.6	< 10%	No se rebasa el valor establecido del 10% para corrientes.
		Línea 2	1.6		
		Línea 3	1.7		
	Corriente	Línea 1	8.6		
		Línea 2	6.5		
		Línea 3	8.8		
Potencia	Aparente	Línea 1	84.38	kVA	La potencia aparente es un reflejo, del total de energía demandada, es decir, es la suma de los watts consumidos y de los reactivos presentes en el sistema.
		Línea 2	88.03		
		Línea 3	80.38		
		Σ de Fases	252.66		
	Real <u>DEMANDA</u> <u>MAXIMA</u>	Línea 1	80.22	kW	La demanda máxima que tiene el edificio BC de la Facultad de Medicina es de 240 KW, es decir, de 82kW por fase.
		Línea 2	83.61		
		Línea 3	76.14		
		Σ de Fases	239.64		
Factor de Potencia	Línea 1	0.98	0.9	El factor de potencia se encuentra en un valor aceptado por la norma, ya esta arriba del 0.9 en horarios de oficina, es decir, en hora pico.	
	Línea 2	0.97			
	Línea 3	0.98			
Energía	Línea 1	2.16	MWH		
	Línea 2	2.33			
	Línea 3	2.02			
Transitorios	Voltaje	Línea 1		Volts	Se tuvieron algunos transitorios tanto de voltaje como de corriente cuando el equipo comenzó a tomar lecturas, estos tuvieron una duración de 16 milisegundos, después de que el equipo comenzó a tomar lecturas ya no se detecto ningún otro transitorio
		Línea 2			
		Línea 3			
	Corriente	Línea 1		Amperes	
		Línea 2			
		Línea 3			



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



5.2.2.

Facultad de Medicina Edificio DE					
11/06/2008					
Dato de Placa del Transformador 750KVA					
Magnitud		Valores Máximos		Rango de Tolerancia	Análisis
Frecuencia		60.1		59.8-60.2 Hz	El valor de frecuencia esta dentro del rango aceptable, por lo que se considera como correcto.
Voltaje Fase-Neutro	Línea 1	135.9		114.3-139.7 V	Estos valores son admisibles ya que no rebasan el rango permitido.
	Línea 2	136.1			
	Línea 3	136			
Voltaje fase-fase	Línea 1	235.7		198-242 V	El valor de voltaje entre fases es correcto.
	Línea 2	235.6			
	Línea 3	235.5			
Corriente	De Fases	Línea 1	664		El neutro se tiene una corriente muy grande (en promedio de 98 A), donde no debería haber corriente o esta debería ser muy pequeña.
		Línea 2	612.6		
		Línea 3	628.9		
	Neutro	176.9			
Armónicos	Voltaje fase-fase	Línea 1	2.6	< 5%	El porcentaje de THD para voltaje es admisible ya que no rebasa el 5% que nos indica la norma.
		Línea 2	2.8		
		Línea 3	2.6		
	Voltaje fase-neutro	Línea 1	2.8		
		Línea 2	3		
		Línea 3	2.9		
	Corriente	Línea 1	20.1	< 10%	El porcentaje de THD para corrientes el porcentaje esta arriba del 10%, por lo que hay que tomar en cuenta este hecho.
		Línea 2	17.5		
		Línea 3	17.3		
Potencia	Aparente	Línea 1	87.3	kVA	La potencia aparente es un reflejo, del total de energía demandada, es decir, es la suma de los watts consumidos y de los reactivos presentes en el sistema, y como se puede
		Línea 2	80.82		
		Línea 3	83.1		



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



		3			observar el valor de potencia aparente máximo no rebasa el valor máximo que nos puede entregar el transformador el cual tiene una capacidad de entrega de 750kVA.
		Σ de Fases	247.59		
	Real DEMANDA MAXIMA	Línea 1	82.13	kW	La demanda máxima que tiene el edificio BC de la Facultad de Medicina es de 234 KW.
		Línea 2	75.58		
		Línea 3	78.9		
		Σ de Fases	233.55		
Factor de Potencia		Línea 1	0.96	0.9	El factor de potencia se encuentra en un valor aceptado por la norma, ya esta arriba del 0.9 en horarios de oficina, fuera de ellos baja el factor hasta 0.80.
		Línea 2	0.96		
		Línea 3	0.97		
Energía		Línea 1	1.73	MWH	
		Línea 2	1.72		
		Línea 3	1.69		
Transitorios	Voltaje	Línea 1		Volts	Se tuvieron algunos transitorios tanto de voltaje como de corriente cuando el equipo comenzó a tomar lecturas, estos tuvieron una duración de 16 milisegundos, después de que el equipo comenzó a tomar lecturas ya no se detecto ningún otro transitorio.
		Línea 2			
		Línea 3			
	Corriente	Línea 1		Amperes	
		Línea 2			
		Línea 3			



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



5.2.3.

Torre 4 del Estadio de C.U.					
06/12/2007					
Dato de Placa del Transformador 600KVA					
Magnitud		Valores Máximos	Rango de Tolerancia	Análisis	
Frecuencia		59.99	59.8-60.2 Hz	Del dato de placa la frecuencia es de 50Hz y comparándolo con la frecuencia obtenida durante la medición que es de 53 Hz se concluye que la frecuencia es aceptable.	
Voltaje Fase-Neutro	Línea 1	128.7	114.3-139.7 V	De los datos de placa del transformador vemos que el valor de tensión de fase a neutro es de 127 V y comparándolo con los valores promedio arrojados por nuestro equipo de medición vemos que aunque se salen un poco del rango de tolerancia el resultado es aceptable.	
	Línea 2	128.6			
	Línea 3	128.5			
Voltaje fase-fase	Línea 1	222.7	198-242 V	De los datos de placa del transformador vemos que el valor de tensión nominal es de 220 V y comparándolo con los valores promedio arrojados por nuestro equipo de medición vemos que aunque se salen un poco del rango de tolerancia el resultado es aceptable.	
	Línea 2	222.7			
	Línea 3	222.8			
Corriente	De Fases	Línea 1	711.1	Las corrientes en cada una de la fases nos reflejan, el consumo de energía. El neutro tiene una corriente pequeña lo cual esta dentro de lo correcto.	
		Línea 2	746.7		
		Línea 3	718.4		
	Neutro	2.8			
Armónicos	Voltaje fase-fase	Línea 1	1.2	< 5%	No se rebasa el valor establecido de 5% para voltajes.
		Línea 2	1.3		
		Línea 3	1.3		
	Voltaje fase-neutro	Línea 1	1.2		
		Línea 2	1.2		
		Línea 3	1.3		
	Corriente	Línea 1	1.3		



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



		Línea 2	1.2		sobre el 10% son motivo de preocupación sin embargo todos los resultados arrojados por nuestro instrumento de medición fueron positivos ya que no sobrepasaron ese 10%.	
		Línea 3	1.3			
Potencia	Aparente	Línea 1	89.65	kVA	La potencia aparente es un reflejo, del total de energía demandada, es decir, es la suma de los watts consumidos y de los reactivos presentes en el sistema. , y como se puede observar el valor de potencia aparente máximo no rebasa el valor máximo que nos puede entregar el transformador el cual tiene una capacidad de entrega de 600kVA.	
		Línea 2	94.36			
		Línea 3	91.01			
		Σ de Fases	275.03			
	Real DEMANDA MAXIMA	Línea 1	89.64	kW		La demanda máxima que tiene la Torre 4 del estadio de C.U.es de 274 KW, es decir, de 91kW por fase.
		Línea 2	94.36			
		Línea 3	90.92			
		Σ de Fases	274.93			
Factor de Potencia	Línea 1	1	0.9 mínimo	El factor de potencia se encuentra dentro de rango.		
	Línea 2	1				
	Línea 3	0.99				
Energía	Línea 1	0.33	MWH			
	Línea 2	0.34				
	Línea 3	1.04				
Transitorios	Voltaje	Línea 1		Volts	Se tuvieron pocos transitorios de voltaje cuando el equipo comenzó a tomar lecturas, estos tuvieron una duración de 16 milisegundos, después de que el equipo comenzó a tomar lecturas ya no se detecto ningún otro transitorio.	
		Línea 2				
		Línea 3				
	Corriente	Línea 1		Amperes	Se tuvieron algunos transitorios de corriente durante la medición estos tuvieron una duración de 16 milisegundos, sin embargo, existe un problema ya que tenemos una armónica que nos esta afectando la calidad de la energía esta es la 10, por lo que hay que tener en cuenta esta consideración.	
		Línea 2				
		Línea 3				



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



5.2.4

DISEÑO INDUSTRIAL					
06/12/2007					
Magnitud		Valores Máximos	Rango de Tolerancia	Análisis	
Dato de Placa del Transformador 100KVA					
Frecuencia		59.99	59.8-60.2 Hz	El valor de frecuencia esta dentro del rango aceptable.	
Voltaje Fase-Neutro	Línea 1	132.29	114.3-139.7 V	Estos valores son admisibles ya que no rebasan el rango permitido por la norma.	
	Línea 2	131.79			
	Línea 3	132.06			
Voltaje fase-fase	Línea 1	228.63	198-242 V	El valor de voltaje entre fases es correcto ya que no rebasan el rango permitido por la norma.	
	Línea 2	228.44			
	Línea 3	229.17			
Corriente	De Fases	Línea 1	94.55	Las corrientes en cada una de las fases nos reflejan, el consumo de energía de esta dependencia. El neutro tiene una corriente muy grande, donde no debería haber corriente o esta debería ser muy pequeña.	
		Línea 2	95.66		
		Línea 3	99.87		
	Neutro	41.37			
Armónicos	Voltaje fase-fase	Línea 1	2	< 5%	No se rebasa el valor establecido del 5% para voltajes, ya que no rebasan el rango permitido por la norma.
		Línea 2	2.14		
		Línea 3	2.01		
	Voltaje fase-neutro	Línea 1	2.03		
		Línea 2	2.13		
		Línea 3	3.12		
	Corriente	Línea 1	14.35	< 10%	Se tiene un valor alto en cuanto a corrientes lo cual no debe de ser ya que se encuentra por encima del 10% establecido por la norma.
		Línea 2	18.96		
		Línea 3	10.79		
Potencia	Aparente	Línea 1	12.45	kVA	La potencia aparente es un reflejo, del total de energía demandada, es decir, es la suma de los watts consumidos y de los reactivos presentes en el sistema. La potencia máxima aparente que presenta diseño industrial es de 38.15kVA por lo que el
		Línea 2	12.54		
		Línea 3	13.15		



CAPITULO 5. MEDICIONES, ANALISIS Y RESULTADOS.



	Real DEMANDA MAXIMA	3		kW	transformador instalado en esta dependencia puede muy bien solventar la demanda. La demanda máxima que tiene DISEÑO INDUSTRIAL es de 35.12 KW.	
		Σ de Fases	38.15			
		Línea 1	11.41			
		Línea 2	11.47			
		Línea 3	12.22			
		Σ de Fases	35.12			
Factor de Potencia	Línea 1		0.97	0.9	El factor de potencia se encuentra en un valor aceptado por la norma, ya está arriba del 0.9 en horarios de oficina, es decir, en horario pico.	
	Línea 2		0.97			
	Línea 3		0.96			
Energía	Línea 1		2.65	MWH		
	Línea 2		2.66			
	Línea 3		2.84			
Transitorios	Voltaje	Línea 1		Volts	No se tuvieron transitorios de voltaje pero si de corriente ya que en este parámetro nos está afectando la tercera y la quinta armónica por lo que hay que tener en cuenta este punto.	
		Línea 2				
		Línea 3				
	Corriente	Línea 1		Amperes		
		Línea 2				
		Línea 3				



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.

6.1.1. Subestación General.

- Esta subestación es tipo intemperie presenta un funcionamiento aceptable, su salida en media tensión es de 6 kV, cuenta con un interruptor de transferencia propiedad de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, lo que permite contar con energía en caso de que alguna línea de las dos entrantes falle.
- Respecto a seguridad cuenta con equipo contra incendio, están bien delimitadas las áreas de peligro mediante anuncios y líneas de color se presenció un mantenimiento menor a dicha subestación el cual consistió en limpieza en general y el cambio de un interruptor que presentaba fallas continuas.
- Parte del equipo ha cumplido su ciclo de vida útil por lo que es necesaria una remodelación a fondo.

6.1.2. Obra civil.

- Algunas de las tapas de los registros se encuentran en mal estado y algunas otras ya no existen.
- Otras se encuentran en buen estado, sin embargo no cuentan con asas para poder acceder a los registros.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- Algunos de los registros son obstruidos con diferentes materiales como son: material de construcción, basura, hierva, entre otros.
- Hay registros en los cuales el acceso es difícil ya que se encuentran en zonas escondidas o dentro de las zonas con vegetación, lo cual dificulta la localización y revisión de estos.
- Hay seccionadores a los cuales es difícil acceder.
- Falta mantenimiento a pozos y seccionadores.

6.1.3. Subestaciones Derivadas.

En este caso se encontraron bastantes anomalías, se mencionan las más importantes, para demostrar que existe un error nos apegamos a la norma **NOM001-SEDE-2005**

- En algunas Subestaciones es muy fácil el acceso a personas ajenas a las instalaciones, no cuentan con algún tipo de reja que impida el paso hacia ellas, en caso de tenerlo es obsoleto o no está con algún tipo de cerradura, un ejemplo es la subestación de Planta de Tratamiento de Agua. Esto no cumple con el siguiente artículo:

ARTICULO 924-3. Resguardos de locales y espacios. Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deben tener restringido y resguardado su acceso; por medio de cercas de tela de alambre, muros o bien en locales especiales para evitar la entrada de personas no calificadas. Los resguardos deben tener una



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



altura mínima de 2,10 m y deben cumplir con lo indicado en la Sección 110-34, espacio de trabajo y protección

- No se cuenta con el espacio ni distancia de trabajo que nos exige la norma en su artículo 110 -16, hay equipos que están en espacios muy reducidos, como ejemplo esta la Subestación del Frontón Cerrado, carece de espacios para maniobrar libremente, se complicó la instalación del analizador.

ARTICULO 110-16. Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico (de 600 V nominales o menos). Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo.

- Nos encontramos que la mayoría de subestaciones son ocupadas como bodegas o talleres, el ejemplo mas claro es el de la Facultad de Arquitectura, se encontró una serie de muebles con superficies metálicas lo cual es un peligro para el personal que ahí labora. No cumple con el siguiente artículo:

Articulo 924-4b. No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no esté relacionada con el funcionamiento y operación del equipo.

- Hay suciedad, se encontró basura que es ocasionada por la flora y fauna que está alrededor de la Subestación. Un ejemplo de polvo es la Subestación de Centro de Diseño, tiene exceso de polvo en la mayoría de las superficies y se manejan una cantidad de solventes muy cercanos a la subestación, lo cual no cumple con el siguiente artículo:



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Artículo 924-4c No debe haber polvo o pelusas combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos.

- Al entrar a algunas subestaciones se percibía un aire caliente, lo cual es resultado de una pésima ventilación, esta es provocada por obstáculos que no dejan fluir de manera natural el aire, en ciertos casos no se encontraba ventilación para la subestación con lo cual no se cumple el siguiente artículo:

Artículo 924-4d. Deben tener ventilación adecuada para que el equipo opere a su temperatura nominal y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condición de operación.

- La mayoría de las subestaciones no cuentan con extintores, lo cual representa un peligro constante al personal que labora en lugares próximos, los extintores que observamos ya están caducados o en pésimo estado, lo cual no cumple este artículo:

Artículo 924-8b Extintores. Deben colocarse extintores, tantos como sean necesarios en lugares convenientes y claramente marcados, situando dos, cuando menos, en puntos cercanos a la entrada de las subestaciones. Para esta aplicación se permiten extintores de polvo químico seco. Los extintores deben revisarse periódicamente para que estén permanentemente en condiciones de operación y no deben estar sujetos a cambios de temperatura mayores que los indicados por el fabricante.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- En la mayoría de los casos las subestaciones no cuentan con tarimas de protección lo cual es un riesgo para la integridad de las personas que entran a hacer algún tipo de servicio a las mismas, no se cumple el artículo:

Artículo 924-24. Las tarimas deben ser de material aislante sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas. Los tapetes también deben ser de material aislante.

En subestaciones de tipo interior, las tarimas y tapetes deben instalarse cubriendo la parte frontal de los equipos de accionamiento manual, que operen a más de 1000 V entre conductores; su colocación no debe presentar obstáculo en la apertura de las puertas de los gabinetes.

Para subestaciones tipo pedestal o exteriores no se requieren tapetes o tarimas aislantes.

- En el caso de la Facultad de Medicina la subestación B tiene conductores de media tensión a un bajo nivel de altura lo cual no es correcto debido a que alguna persona por descuido puede tocar ciertos cables provocándole daños severos a su integridad física.
- Con respecto a la iluminación la mayoría de las subestaciones no cuentan con un alumbrado eficiente, o algunas lámparas ya no sirven, en el caso de la Facultad de Derecho solo se cuenta con un par de focos que son insuficientes para el área que se maneja.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- Dentro de algunas subestaciones se encuentran equipos de medición que ya no funcionan lo cual dificulta saber si los parámetros entregados son correctos.
- Hay gabinetes que no cuentan con tapa, en otros las tapas están en mal estado, y en algunos las tapas están dentro de las instalaciones pero fueron retiradas por personal de la institución.
- Los circuitos derivados no están identificados en los tableros de distribución.
- Muchos de los equipos en las subestaciones no están aterrizados y en algunos gabinetes no se cuenta con la barra de tierra

6.1.4. Parámetros Medidos.

- FRECUENCIA: en todas las mediciones la frecuencia está dentro de los parámetros aceptables.
- VOLTAJE DE FASE A FASE: en las mediciones el voltaje bajaba en algunas instalaciones, sin embargo nunca rebasaba los límites inferiores permitidos.
- VOLTAJE DE FASE A NEUTRO: es el mismo caso que en el voltaje de fase a fase, se presenta una caída de tensión pero no rebasa lo permitido.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- **CORRIENTE:** está de acuerdo al consumo de cada una de las instalaciones, en la mayoría de los casos se encuentran desbalanceadas las fases, pero solo en algunas el desbalance es muy significativo.

También es muy importante resaltar que prácticamente en todas las instalaciones se encuentra una corriente en el neutro muy grande, incluso hay instalaciones en las cuales la corriente del neutro se asemeja demasiado a la de las fases, siendo lo correcto que en el neutro no debe haber corriente y si se presenta tendrá que ser muy pequeña.

- **ARMONICOS:** se presentan en todas las mediciones hechas, esto se debe a que en todas se encuentran equipos electrónicos, los cuales producen armónicos.
- **POTENCIA:** la potencia está de acuerdo al consumo de cada una de las instalaciones, sin embargo cabe resaltar que en muchas de las instalaciones la capacidad instalada en las instalaciones rebasa por mucho la demanda que tienen. También se presenta el caso contrario, donde la capacidad instalada no es la adecuada para soportar la demanda que se tiene.
- **FACTOR DE POTENCIA:** el factor de potencia varía mucho de acuerdo a cada instalación, en la mayoría se tiene un valor adecuado durante el día pero en la noche se cae. Sin embargo también se presenta el caso en el que el valor está por debajo del rango permitido a toda hora del día.



6.2. RECOMENDACIONES

6.2.1. Subestación General.

- ✓ Se sugiere el cambio de tensión en la Subestación General No. 1 que alimentan a ciudad universitaria, este cambio es de 6 kV a 23 kV, para así cubrir la nueva demanda y evitar problemas futuros.
- ✓ En caso de realizarse el cambio de tensión en la subestación, se tendrán que ajustar tanto los ductos como los registros a las necesidades de dicho cambio, basándonos en las normas vigentes, o en el mejor de los casos se tendrá que hacer obra nueva en dichos puntos.

6.2.2. Obra civil.

- ✓ Se sugiere cambiar las tapas en mal estado, sustituir las tapas que no tienen asas y proporcionar las que no se encuentran. En caso de que se construyan registros nuevos se sugiere que tengan el tamaño adecuado y que las tapas tengan asas.
- ✓ Los registros obstruidos hay que liberarlos y limpiarlos. Los que se encuentran en zonas de vegetación se recomienda limpiar la zona y de ser posible implementar un pequeño piso alrededor.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- ✓ En los seccionadores y casetas de difícil acceso es recomendable implementar un piso firme para que el acceso sea mucho más sencillo y práctico.
- ✓ Hay que dar mantenimiento preventivo y correctivo a los pozos, registros y seccionadores debido a que muchos de ellos se encuentran un poco descuidados.

6.2.3. Subestaciones Derivadas.

- ✓ El acceso a las subestaciones es adecuado para personas pero para equipo no, por lo que se recomienda que en estas subestaciones se cambie o amplíe la puerta de entrada.
- ✓ Se recomienda que en las subestaciones donde pueden entrar personas ajenas a las instalaciones se refuerce la seguridad, ya sea con puertas nuevas o con candados y cadenas para evitar accidentes.
- ✓ Recomendamos equipar las subestaciones con tarimas dieléctricas, equipo de seguridad y contra incendio, además de la señalización pertinente ya que en muchas de ellas no se cuenta con eso.
- ✓ En las subestaciones que se encuentran a la intemperie sería recomendable darle mantenimiento mas continuo y de ser posible protegerlas dentro de alguna edificación, así evitamos su deterioro y posibles accidentes.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- ✓ Se sugiere cambiar los equipos de medición que ya no operan o funcionan de manera incorrecta.
- ✓ Las subestaciones en las cuales hay gabinetes sin tapa se recomienda instalarles las tapas para evitar accidentes.
- ✓ La falta de ventilación ocasiona que los equipos trabajen en una temperatura mayor, lo cual disminuye su vida útil, por lo cual se recomienda instalar ventilación adecuada en cada subestación.
- ✓ Por seguridad se recomienda que las subestaciones que son usadas como bodegas sean liberadas para evitar accidentes al personal y daños a los equipos.
- ✓ En los tableros de distribución se tiene que identificar la carga a la que alimentan.
- ✓ Se recomienda que la capacidad instalada sea la adecuada para la demanda que se tiene, así evitamos.
- ✓ Se recomienda revisar los sistemas de tierra en las subestaciones ya que muchos de los equipos no se encuentran aterrizados ni se tiene la barra de tierra dentro de los gabinetes, se debe tomar en cuenta el valor del sistema de tierra para saber si es adecuado y verificar que se encuentren aterrizados los equipos, todo esto es por seguridad para el personal.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- ✓ Las subestaciones deben contar con el espacio necesario para hacer maniobras dentro del espacio donde están contenidas.
- ✓ En ciertas subestaciones hay conductores colgando sin ningún tipo de soporte o algún material que los contenga, se recomienda hacer el cálculo para ver si es posible colocar tubo conduit o algún tipo de charola.

6.2.4. Parámetros Medidos.

- ✓ Variaciones de Voltaje:

Instalar supresores de picos, que nos permitan tener menos variaciones de tensión y en el mejor de los casos eliminarlos por causas externas al sistema.

- ✓ Reactivos VARS

Hay que tener en cuenta aquellas subestaciones que cuenten con reactivos muy altos, porque de ellos dependerá que tan eficiente va a ser la entrega de energía de nuestro sistema, estos reactivos están ligados a la corrección del factor de potencia.

- ✓ Factor de Potencia.

Al ser el factor de potencia un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo, este debería tener un valor ideal de 1, por el contrario un valor menor a 1 significaría un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Debido a este bajo factor de potencia se producen diversos problemas en la instalación eléctrica y en la calidad de la energía.

Se produce un mayor consumo de corriente, se tienen aumentos de las pérdidas en conductores, se presenta una sobrecarga en los transformadores y en las líneas de distribución, además de que se incrementan las caídas de voltaje.

Es importante corregir este parámetro y ponerlo en cuanto a Norma ya que se tienen varios beneficios con esto, como disminución de las pérdidas en conductores, reducción en las caídas de tensión, e incremento de la vida útil de las instalaciones.

El bajo factor de potencia se presenta por el aumento de energía reactiva, cuando se presentan cargas inductivas estas requieren potencia reactiva para su funcionamiento, esta demanda de reactivos se puede reducir e incluso anular si se colocan capacitares en paralelo con la carga y por supuesto cuando se reduce la potencia reactiva, se mejora el factor de potencia.

Estos capacitares conectados en paralelo pueden ser de tipo fijo o variables dependiendo de las aspiraciones futura que se tengan en cuanto al consumo de energía.

- ✓ Distorsión por Armónicos.

Los armónicos crean problemas sólo cuando interfieren con la operación propia del equipo, incrementando los niveles de corriente a un valor de saturación o sobrecalentamiento del equipo o cuando causan otros problemas similares.

También incrementan las pérdidas eléctricas y los esfuerzos térmicos y eléctricos sobre los equipos. Los armónicos lo que generalmente originan son daños al equipo por sobrecalentamiento de devanados y en los circuitos eléctricos, esta es una acción que destruye los equipos por una pérdida de vida acelerada, los daños



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



se pueden presentar pero no son reconocidos que fueron originados por armónicos.

El nivel de armónicos presente puede estar justamente abajo del nivel que pueden causar problemas, incrementar este valor límite puede presentarse en cualquier momento y pasar a un valor donde no se pueden tolerar

Los armónicos en si no se pueden eliminar, ya que de alguna forma siempre van a estar presente en nuestro sistema eléctrico algún equipo que genere armónicos.

Lo que nos queda es reducir los síntomas ya sea incrementando la tolerancia del equipo y del sistema a los armónicos o modificar los circuitos y los sistemas para reducir su impacto, atrapar, o bloquear los armónicos con filtros. Por supuesto hay excepciones.

El primer paso recomendable en el problema de armónicos es inspeccionar el equipo y el circuito eléctrico. Estos problemas son causados o empeorados por cargas desbalanceadas, mala conexión a tierra, problemas con el conductor neutro, por problemas con equipo o por uso inapropiado. Esto puede ser identificado con una inspección cuidadosa con equipo apropiado

Los problemas de puesta a tierra contribuyen de un 33 a un 40% de los problemas relacionados con la calidad de energía.

Otro método que se recomienda para tratar de controlar los armónicos es el uso de filtros para bloquear o atrapar la energía de los armónicos de tal manera que no fluya por los equipos o que no entre al sistema. Existen dos tipos de armónicos que se recomiendan para su control estos son: los filtros pasivos y los filtros activos.

Los filtros pasivos son los más simples, más económicos, pero menos flexibles y efectivos para filtrar armónicas. Son elementos puramente pasivos, usados por las



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



empresas como circuitos en paralelo en la entrada de los servicios con problemas de generación de armónicas, evitando de esta manera que entren al sistema de distribución. También los filtros pueden instalarse directamente en un equipo particular donde existe un grave problema de generación de armónicas, evitando de esta manera que circulen en la propia instalación eléctrica del usuario.

El comportamiento de los filtros pasivos es ser sensitivos a la impedancia del sistema para los cuales ellos fueron ajustados. La impedancia del sistema puede cambiar a lo largo del tiempo, como el equipo altera su comportamiento de volts/var, siendo difícil estimar su exactitud si no se tienen mediciones. Los filtros pasivos con frecuencia no proporcionan un comportamiento satisfactorio, bajo ciertas circunstancias pueden causar problemas de resonancia sobre el sistema donde están conectados.

Filtros activos.- Son elementos de potencia, los cuales trabajan usando un convertidor de potencia conectado en paralelo para producir corrientes armónicas iguales a las que se encuentran en la corriente de carga, asegurando que su trayectoria sea la de sacar las corrientes armónicas fuera de la trayectoria del sistema de distribución.

. Estos filtros han tenido una mayor aplicación, teniendo la desventaja de ser más caros y de que consumen potencia en cantidades significativas, creando además niveles altos de interferencia electromagnética.

✓ Transitorios.

Un Supresor contra transitorios (**TVSS**) será necesario para proteger los equipos electrónicos de control y comunicación instalados dentro del sistema eléctrico. Los Supresores drenan la corriente a tierra y abaten la sobretensión transitoria que puede causar daño.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



✓ Demanda Máxima

Tabla Demostrativa de Demanda Máxima con todas aquellas dependencias consideradas Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Dependencia	Capacidad Anterior Transformador KVA	Demanda Máxima KW	Demanda Máxima KVA	Hipótesis de crecimiento de Demanda a 30 años	Capacidad de crecimiento Transformador KVA
Rectoría	500	337	359	537.77	750
Biblioteca Central	500	250	261	391.58	500
Facultad de Filosofía y Letras	300	189	62	92.59	112.5
Facultad de Derecho	500	133	166	248.44	300
Facultad de Economía	500	208	234	351.56	500
Facultad de Odontología Sótano	300	182	247	370.22	500
Facultad de Medicina D y E	750	233	348	521.74	750
Facultad de Medicina B y C	500	240	260	389.67	500
Facultad de Medicina, DPTO de Psiquiatría	75	38	46	68.33	75
Instituto de Investigaciones Biomédicas I	500	182	212	318.66	500
Instituto de Investigaciones Biomédicas II	750	64	340	510.64	750
Facultad Química A	500	295	304	456.03	500
Facultad Química B	500	249	283	423.91	500
Facultad de Ingeniería Edificio Principal	500	297	349	523.94	750
Torre de Humanidades II	750	130	183	274.19	300
Unidad de Posgrado	300	181	183	398.94	500
Facultad de Arquitectura I	300	165	253	380	500
Facultad de Arquitectura II	300	223	250	375	500
Frontón Cerrado	150	77	83	123.97	150
Estadio Olímpico Universitario Torre 4	600	274	275	412.5	500
Diseño Industrial	100	35	84	126.67	150



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



En general las cargas eléctricas son constantes durante un tiempo apreciable, o se mantienen de manera continua, en una curva de carga de 24 horas de un transformador, la carga varia en un tiempo determinado, aunque los valores cambien, este tipo de curvas se repite constantemente, así se presentaran variaciones similares de máximo y mínimo en todas las partes del sistema, al valor mas elevado se denomina pico o demanda máxima.

El conocimiento de la demanda máxima de un grupo de cargas y su efecto en el sistema eléctrico es también de gran importancia dado que la demanda máxima del sistema determinará la capacidad del Transformador, así las cargas que alimenta un grupo de transformadores da por resultado una demanda máxima, la cual determina el calibre del conductor y la capacidad del interruptor.

El criterio típico de diseño es considerar el transformador de al menos un 125% del total de la demanda máxima del sistema, esta demanda máxima es un valor que se calcula para una condición especifica de diseño.

La sobrecarga de un transformador en un 20 a 25% es considerada una buena práctica de la ingeniería, esta sobrecarga es necesaria para compensar posibles variaciones futuras en el proyecto eléctrico.

Como se puede observar en la tabla anterior tenemos diferentes casos para el análisis de la Demanda:

- En el caso en donde se observa que los transformadores están operando a un nivel bajo de su capacidad real por lo que podemos alimentar otras instalaciones para aprovechar mas el transformador y tener un mejor aprovechamiento de la energía.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- En el caso en donde se observa que los transformadores están operando a la mitad de su capacidad real por lo que no se recomienda un incremento drástico en la carga.
- En el caso en donde se observa que los transformadores están operando por arriba de su capacidad real por lo que no se recomienda un incremento en la carga y debe tomarse atención inmediata debido a que se puede sobrecargar y ocasionar daños mayores al transformador

Resumiendo todo lo anterior en una recomendación general, a partir de los datos obtenidos mediante la medición de la Demanda Máxima en el campus Universitario considerado Patrimonio Cultural de la Humanidad es: que el consumo de energía demandada es entregada sin ninguna complicación por los transformadores instalados en cada una de las dependencias (ver tabla anterior), sin embargo, en el caso de que el consumo de energía sea demasiado grande por la dependencia, se tendrá que analizar la posibilidad de continuar, o de cambiar ya sea el caso, el transformador existente, que permite el cambio de tensión, ya que de no hacerlo y de ser la demanda de energía muy grande, este puede sufrir alteraciones internas al grado de quemarse y así provocar un daño que probablemente se hubiese podido evitar.



BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFIA

- ARCILA, R. W. y VIDAL, M.

Apuntes de Análisis de Circuitos Eléctricos; parte I y II

Facultad de Ingeniería, UNAM

1985

- CHAUVIN ARNOUX, Inc. D.b.a. AEMC Instruments

Is Faraday Drive, Dover, USA

www.aemc.com

- CORDOVA GASPAS, Rodolfo

Diseño de la Subestación alimentadora No. 2 de Ciudad Universitaria

Tesis de Licenciatura, Ingeniero Mecánico-Electricista

Facultad de Ingeniería, 1984

- Electric Power Substations Engineering

Edited by John D. McDonald

Boca Ratón, Florida

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



BIBLIOGRAFÍA



- ESPINOSA ARECHAR, Rogelio

Breve estudio sobre la Subestación Principal de Ciudad Universitaria.

Tesis de Licenciatura, Ingeniero Mecánico-Electricista

Facultad de Ingeniería, UNAM, 1980

- ESPINOZA Y LARA, Roberto

Sistemas de distribución

Ed. Limusa, México ,1990

- Instrumentación Eléctrica y Sistemas de Medida, una guía para el uso

Selección y limitaciones de los instrumentos eléctricos y de los sistemas de medida

Barcelona España; G. Gili, 1984,

469p

- HARPER ENRIQUEZ

Calidad de la Energía Eléctrica.

Editorial Limusa, México 2004

- JIMENEZ VECENTE, Blanca.

Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión

Editorial Servicio de publicaciones.



BIBLIOGRAFÍA



- LUPPOLD, Davis S.

Precision de Measurements and Standards

Reading, mass; Addison-Wesley

1969

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización), aprobada en la cuarta sesión ordinaria del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, celebrada el 8 de noviembre de 2005.

- PANI, Mario et DEL MORAL, Enrique

La construcción de la Ciudad Universitaria del Pedregal

Universidad Nacional Autónoma de México

Volumen XII, México

1979

- RAULL MARTIN, José

Diseño de subestaciones Eléctricas;

Rev. Técnica Enrique Orozco López

México, Mc Graw-Hill, 1987

- STOUT MELAILLE, Bigham

Basic Electrical measumeremets

Englewood Cliffs; n.j, Pretice Hall

1956