



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencia de la Electrónica

Tesis

**Elaboración de un Manual para la Instalación
de la Tierra Física en Baja Tensión.**

Tesis presentada para obtener el grado de Licenciatura en Electrónica

Presenta

Eduardo García Bretón

Asesor

M.C. Víctor Manuel Perusquía Romero

H. Puebla de Zaragoza a 5 de Enero de 2021

DEDICATORIAS

Dedicado a mi familia García Breton, en especial a mis padres Adela Bretón Romero y Rubén García Martínez por el apoyo incondicional en todo momento a pesar de la distancia siempre serán la base de todos los logros en mi vida.

A mi esposa Edelma Portillo Benítez que sin ella nada de esto hubiera sido posible, con ella he pasado momentos difíciles y siempre nos hemos mantenido juntos.

A la Familia García Martínez que me respaldo en todo momento de mi vida Universitaria y que hasta el día de hoy lo sigue haciendo.

A la Familia Bretón Romero que me procuro y siempre me proporciono su apoyo, su cariño y el amor durante todo este tiempo.

A mis suegros Claudia y Ricardo, de igual manera a la Familia Portillo Benítez porque me aceptaron en su familia desde el primer momento.

A todos mis profesores que durante mi estancia en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla me enseñaron y me formaron como el profesionalista que el día de hoy soy.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por brindarme la oportunidad de formarme como profesional puesto que me dieron las herramientas para poder afianzarme en la vida laboral.

Un agradecimiento a mi asesor el M.C. Víctor Manuel Perusquia Romero, por apoyarme y guiarme durante todo el proceso de titulación.

A mi familia en general, principalmente a mis Padres Adela Breton Romero y Rubén García Martínez, ellos representan el soporte de lo que soy el día de hoy, porque que sin su apoyo nunca hubiera sido posible, porque sus observaciones y recomendaciones siempre están ahí, simplemente porque son mis padres.

A mi hermano Osvaldo García Breton que a pesar de la distancia sabemos el gran cariño que nos tenemos y siempre será una persona a la cual admiro y respeto.

A mi esposa Edelma Portillo Benítez, que siempre me ha apoyado desde que nos conocimos y cuando más necesite me apoyo y estuvo a mi lado alentándome a seguir adelante siempre confiando en mis habilidades y mis conocimientos.

A mis abuelos Graciela Martínez Calleros y Rubén García Moreno que me cobijaron, apoyaron, velaron y sobre todo procuraron desde mi llegada a la Ciudad de Puebla y así mismo a la Universidad.

Un reconocimiento especial a la Arquitecta María Elena García Martínez, la Doctora Patricia García Martínez y a Angélica Breton Romero por estar siempre a mi lado y siempre aconsejarme en todo momento.

A todos mis compañeros Luis Ramírez Ramírez y Daniel Julio Viveros con los cuales aprendí de ellos y vivimos experiencias tanto lo educativo como en lo deportivo, son y serán siempre amigos en los cuales confiar.

Resumen

Este trabajo menciona lo indispensable que es tener una conexión tierra física en una instalación en baja tensión y así poder evitar accidentes dentro de cualquier casa habitación, negocio que sea. De igual forma se plantea el problema existente en la Zona Pachuca.

Está diseñado para que lo realice cualquier estudiante o persona que realice la instalación, sin embargo, es importante que si no se cuenta con la experiencia necesaria al realizar la instalación de la Tierra Física esta deberá de ser supervisada por personal previamente capacitado y así evitar riesgos innecesarios.

Todo material, herramienta y equipo de protección mencionado debe de ser revisado antes de hacer uso del mismo para evitar todo tipo de daño físico.

No obstante, siempre se deberá de estar actualizado de cualquier norma que sufra alguna modificación, así como los lineamientos que solicite la empresa que provea el suministro eléctrico en este caso Comisión Federal de Electricidad *CFE*.

ÍNDICE GENERAL

1	<i>Introducción</i>	1
1.1	Objetivos.....	2
1.2	Justificación.....	3
1.3	Descripción.....	4
2	<i>Problemática en Zona Pachuca</i>	6
2.1	Inicio energía eléctrica y transición de LyFC a CFE	6
2.2	Problemática zona Pachuca	7
3	<i>Medidor Autogestión</i>	9
3.1	Tipos y partes de un medidor	9
4	<i>Tipo de Electrodo y Tipo de Subsuelo</i>	20
4.1	Tipo de electrodos	20
4.2	Tipo de suelo	21
4.3	Tipo de subsuelo	23
4.4	Lista de materiales	23
4.5	Herramienta recomendada	28
4.6	Equipo de protección personal (EPP)	30
5	<i>Instalación Tierra Física y Manera Correcta de Realizar una Conexión BT</i>	33
5.1	Instalación de tierra física	33
5.2	Conexión en baja tensión	35
5.3	Megóhmetro	37
5.4	Medición de la resistencia de un sistema de tierra física	37
5.5	Método Werner	38
5.6	Mantenimiento del electrodo de un sistema de tierra física	40

5.7 Punto de fusión y punto de ebullición	41
5.8 Resistencia.....	42
5.9 Resistividad	42
5.10 Análisis de circuitos	43
6 Conclusiones	45
Bibliografía	43

Índice de Tablas

<i>Tabla 3.1 Tabla de comparación e componentes.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 5.1 Tabla de Punto de Fusión y Ebullición.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 5.2 Estadística de Resistividad de materiales.....</i>	<i>43</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 2.1 Estadística de Accidentes 2011.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 3.1 Medidor Tipo A.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3.2 Medidor Tipo Soquet.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3.3 Medidor Tipo Tablero.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3.4 Medidor Autogestión.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3.5 Medidor Autogestión.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3.6 Medidor Autogestión.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3.7 Cubierta de Medidor Autogestión.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 3.8 Sunshield (Protector Solar) de medidor Autogestión.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 3.9 Placa de Datos de Medidor Autogestión.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3.10 Base de Medidor Autogestión.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3.11 PCB o Circuito Impreso de Medidor Autogestión.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3.12 Prueba de Segmentos.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3.13 Lectura Actual.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3.14 Intento de Comunicación.....</i>	<i>19</i>

Figura 3.15	<i>Fecha a Realizar el corte del Servicio</i>	19
Figura 3.16	<i>Kilowatt horas pendientes</i>	19
Figura 3.17	<i>Estado del Relevador</i>	19
Figura 4.1	<i>Mufa</i>	24
Figura 4.2	<i>Tubo Galvanizado</i>	24
Figura 4.3	<i>Base Tipo Soquet</i>	25
Figura 4.4	<i>Reductor Para Tubo</i>	25
Figura 4.5	<i>Conexión Conduit Tipo T</i>	25
Figura 4.6	<i>Tubo Galvanizado</i>	26
Figura 4.7	<i>Alambre o cable calibre 8 AWG</i>	26
Figura 4.8	<i>Conector Zapa</i>	26
Figura 4.9	<i>Abrazadera Tipo Omega</i>	27
Figura 4.10	<i>Tubo Flexible Zapa</i>	27
Figura 4.11	<i>Conector Para Varilla de Tierra</i>	27
Figura 4.12	<i>Electrodo de Tierra</i>	28
Figura 4.13	<i>Pico</i>	28
Figura 4.14	<i>Pala</i>	29
Figura 4.15	<i>Cinzel</i>	29
Figura 4.16	<i>Marro</i>	29
Figura 4.17	<i>Juego de Desarmadores</i>	30
Figura 4.18	<i>Pisón</i>	30
Figura 5.1	<i>Manera de Colocar el Material</i>	34
Figura 5.2	<i>Colocación de Electrodo de Megger</i>	38
Figura 5.3	<i>Método de Wenner</i>	39
Figura 5.4	<i>Grafica de Punto de Fusión y Ebullición</i>	42

INTRODUCCIÓN

La *tierra física* es indispensable en el concepto de una instalación eléctrica, donde el objetivo es tener seguridad de los usuarios y de los equipos que se encuentren conectados a la misma.

La conexión adecuada de la *tierra física* genera una seguridad a los usuarios, el empleo de la misma no generará alguna afectación directa a los aparatos eléctricos, así mismo la Energía Eléctrica que recibe cada uno de los usuarios puede variar dependiendo de la capacidad del transformador que suministre la baja tensión, del número de usuario que se estén conectados a la red y la carga conectada.

Existe un problema en el estado de Hidalgo; específicamente en la ciudad de Pachuca de Soto, la compañía de Luz y Fuerza del Centro (LyFC) encargada de realizar el suministro de la Energía Eléctrica no exigía una preparación que tuviera una *tierra física*, situación que cambia a partir del 2009, año en que Comisión Federal de Electricidad (CFE) la solicita de manera puntual. Existen antecedentes de los riesgos que pueden ocurrir en caso de no contar una tierra física colocada en una instalación eléctrica. Aunado a esto, se toma la decisión por parte de la empresa de actualizar el parque de los medidores en la Zona Pachuca, donde CFE toma el control una vez que LyFC desaparece. Los medidores por los cuales se realiza el cambio son medidores de autogestión.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Elaborar un manual para la instalación de la tierra física, en la preparación para dar de alta el servicio de energía eléctrica en baja tensión.

OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Analizar la problemática existente en Zona Pachuca.
2. Identificar principales características del medidor autogestión.
3. Identificar los materiales, herramientas y tipos de electrodos y subsuelos, así como el equipo de protección personal involucrados en la instalación de la tierra física en baja tensión.
4. Procedimiento para la instalación de una tierra física y conexión en baja tensión.

JUSTIFICACIÓN

El tiempo laborado en la empresa Comisión Federal de Electricidad (CFE) y los conocimientos adquiridos en la etapa estudiantil en la Facultad Ciencias de La Electrónica (FCE) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), se puede establecer la importancia, lo fundamental de la **tierra física** y que deberá ser utilizada en todas las instalaciones eléctricas que se realicen, el emplear la **tierra física** no solo es aplicable a una casa habitación, de esta manera poder prevenir que los aparatos eléctricos puedan ser dañados por alguna descarga eléctrica que pueda llegar a ocurrir; existen ocasiones en las que es necesario utilizar subestaciones donde se tiene que establecer de manera primordial una **tierra física**, en estos casos da a lugar al abastecimiento de una fábrica, incluso en proyectos que se realizan en los laboratorios y/o en práctica donde se tiene que utilizar algún equipo generador de energía; por lo tanto es primordial que el estudiante y cualquier usuario que reciba energía eléctrica pueda visualizar la importancia de una **tierra física** efectiva y los efectos que podrían llegar a causar en caso de no contar con una.

En Pachuca de Soto dada la falta de información de los usuarios con respecto a la importancia de contar con una **tierra física** en una instalación eléctrica. Se tiene un porcentaje aproximado de 20% de usuarios que no cuentan con una correcta preparación para el servicio de energía eléctrica según especificaciones de Comisión Federal de Electricidad (CFE) esto es aproximadamente 210,698 usuarios; usuarios que podrían llegar a tener algún incidente por no tener una tierra física efectiva en sus instalaciones.

Es por esto la importancia y aunado a la falta de información que existe entre los usuarios, se elaborará un manual para la instalación de la **tierra física** en baja tensión, y de este modo crear conciencia del porque es importante contar una.

DESCRIPCIÓN

En la actualidad existe una problemática en la Zona Pachuca en el aspecto de las preparaciones para el servicio de energía eléctrica en baja tensión, esto es referente a la falta de la **tierra física** en cada una de ellas, Comisión Federal de Electricidad (CFE) está erradicando esta deficiencia solicitando sin excepción alguna en cada una de las instalaciones.

A partir del 2009 que CFE se volvió el suministrador de la Zona Pachuca se inició la colocación de medidores digitales, que en su interior cuenta con un relevador el cual tiene un rango de voltaje de menor de 95 volts y superior a 142 volts que ayudará de manera muy significativa a la instalación a evitar cualquier posible daño a los aparatos que se encuentren conectados a la red.

Existe un número considerable de personas que no cuentan con la información suficiente y correcta de conectar o instalar una **tierra física** en una preparación para el servicio de energía eléctrica. Existen distintos métodos para colocar una **tierra física** y distintos electrodos que se pueden utilizar para diferentes estructuras. Se deberá seleccionar la ubicación adecuada y hacer una pequeña investigación del tipo de suelo en donde se colocará la **tierra física**, así mismo colocar la tierra física en un lugar accesible para poder realizar revisiones o mediciones al sistema de tierra.

De igual forma, el equipo de protección personal que se ocupa para las actividades que se realizan con los equipos de medición de Comisión Federal de Electricidad y sus especificaciones y para qué sirve cada uno de ellos.

Se describirá la manera correcta de cómo se debe realizar una conexión en baja tensión desde la red que conforma Comisión Federal de Electricidad hasta la preparación para el servicio de energía eléctrica colocada por los usuarios.

Dada las circunstancias de la falta de información y conocimientos que prevalece en la población, existe la necesidad de generar un manual que guíe a cada uno de los usuarios que requieran realizar una preparación para el servicio de energía eléctrica.

2 Problemática en Zona Pachuca

2.1 Inicio Energía Eléctrica y Transición de LyFC a CFE

La empresa canadiense The Mexican Light & Power Company, Ltd., obtuvo la concesión del presidente Porfirio Díaz para generar, transmitir, distribuir y comercializar energía eléctrica en el Valle de México, [1].

Para poder cumplir con la creciente demanda eléctrica, en 1903 obtuvo las concesiones para explotar las caídas de agua de los ríos Tenango, Necaxa y Xaltapexla. Tres años después, en 1906, nuevas concesiones de los gobiernos federal y locales, le permiten a la también llamada "MEXLIGHT" extenderse a los estados de México, Puebla, Hidalgo y Michoacán.

En un principio la MEXLIGHT contaba con personal en su inmensa mayoría extranjera, pero conforme pasaron los años, los mexicanos comenzaron a entrar a laborar a la empresa y se fueron capacitando. Para el tiempo en que inicia la Revolución Mexicana, trabajadores extranjeros y mexicanos realizaban funciones similares, pero los mexicanos ganaban salarios muy inferiores en comparación con lo que ganaban los extranjeros. Esto impulsa a que en 1911 se funde la Liga Mexicana de Electricistas y en 1914 se constituye el Sindicato Mexicano de Electricistas (SME).

Luz y Fuerza del Centro (LyFC) también conocida como anteriormente como MEXLIGHT fue un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que transmitió, distribuyó y comercializó energía eléctrica en la zona central de México: a todo el Distrito Federal, a 80 municipios del Estado de México, dos de Morelos, dos de Puebla y cinco de Hidalgo.

El 10 de Octubre del 2009, el Presidente de México, Felipe Calderón Hinojosa, decretó la extinción y liquidación de "Luz y Fuerza del Centro" a partir del primer minuto del día 11 de Octubre, bajo argumentos que se podían contrastar con los buenos resultados de Comisión Federal de Electricidad (CFE), a comparación que los recursos recibidos por LyFC eran cada vez menos significativos; sin que se refleje una mejora en la calidad del servicio y con costos cada vez más elevados. Por lo anterior, desde las 23:00 del día 10 de Octubre, la Policía Federal comenzó un operativo que duró unas dos horas para tomar las instalaciones de LyFC en el Distrito Federal, Necaxa, Cuernavaca, Pachuca, Pedregal y Lechería. Y en los primeros minutos del día 11 de octubre, la autoridad liquidadora nombró a la CFE para garantizar la operación del suministro de energía eléctrica.

Con la extinción de LyFC inició su proceso de liquidación administrativa, en tanto la operación eléctrica comenzó a operarla Comisión Federal de Electricidad (CFE).

De tal manera el 13 de octubre de 2009, la Secretaría de Energía confirma que la Comisión Federal de Electricidad se hace cargo de las operaciones tales como generar, suministrar y comercializar la energía eléctrica en la zona centro del país que abarca Hidalgo, Puebla, Morelos, Estado de México y el Distrito Federal.

2.2 Problemática Zona Pachuca

Después de la extinción de Luz y fuerza del Centro (LyFC), se han podido presentar diversos apagones en el Estado de México y Distrito Federal, a ese tipo de apagones los gobiernos locales han culpado a los mismo ex trabajadores de LyFC, sin embargo, Comisión Federal de Electricidad (CFE) se ha encargado de reparar las fallas eléctricas, por dichas falla el Sindicato Mexicano de Electricistas (SME) argumenta que la CFE no puede ni podrá cumplir con los compromisos de servicio.

Durante el primer año que CFE comenzó su labor en la región donde LyFC suministraba el servicio, en el Área Comercial únicamente se dedicó a verificaciones de medidor, cambios de medidor; fue hasta después de tener un año en la Zona que se realizan los primeros cortes de luz por falta de pago de los usuarios.

Derivado del número de importe en adeudos y número de usuarios con rezago en la cartera vencida se toma la iniciativa en el Estado de Hidalgo; en las tres zonas creadas (Zona Pachuca, Zona Tula, Zona Tulancingo) iniciar el programa denominado Cortes y Reconexiones.

El programa Cortes y Reconexiones tiene la finalidad de recuperar la cartera vencida de las 3 Zonas, la Zona Pachuca que será en la que nos enfocaremos, cuenta con distintas agencias tales como:

- Agencia Pachuca.
- Agencia Cubitos.
- Subagencia Atotonilco.
- Agencia Tizayuca.
- Agencia Actopan.

Cada una de las agencias mencionadas anteriormente maneja distintos números de usuarios por lo tanto una cartera vencida diferente, conjuntamente a esta problemática de rezago existente en la Zona hay un retraso en la mejoría de los equipos de medición, ya que la compañía anterior (LyFC) no realizo a tiempo esta mejora en el servicio al cliente.

Pero no es solamente es el problema de rezago que existe dentro de la zona; LyFC que se encontraba en esta zona no tenía especificaciones en cuestión de la instalación de

las preparaciones para dar de alta el servicio de energía eléctrica, a los usuarios no se les solicitaba que estuvieran protegidas contra alguna descarga atmosférica y/o una sobrecarga. Lo único que le pedían al cliente era que colocaran una tabla de madera empotrada en la pared del domicilio y un break al costado y que este estuviera conectado a la instalación del predio.

Es en este momento cuando se observó la falta de información dentro de la población sobre la importancia de una tierra física dentro de las preparaciones para dar de alta el servicio de energía eléctrica, es por esta circunstancia que se deberá crear un manual de instalación de la tierra física en baja tensión.

Comisión Federal de Electricidad (CFE) solicita que cuenten con una preparación adecuada a sus especificaciones, en caso de no encontrarse correctamente se rechaza la solicitud del cliente y se le notifica personalmente o en su defecto con una notificación en la puerta del domicilio.

En México se registran 560 muertes por electrocución al año, de las cuales 31.4% ocurre en casa habitación. Menciona el V Semanario de Puesta Tierra y Descarga Atmosféricas en Instalaciones Eléctricas que el origen de esos accidentes es la falta de supervisión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas. CFE no está exento de sufrir accidentes de este tipo, en la siguiente *fig. 2.1* se indica el número de accidentes que ha ocurrido desde el 2011, [2].

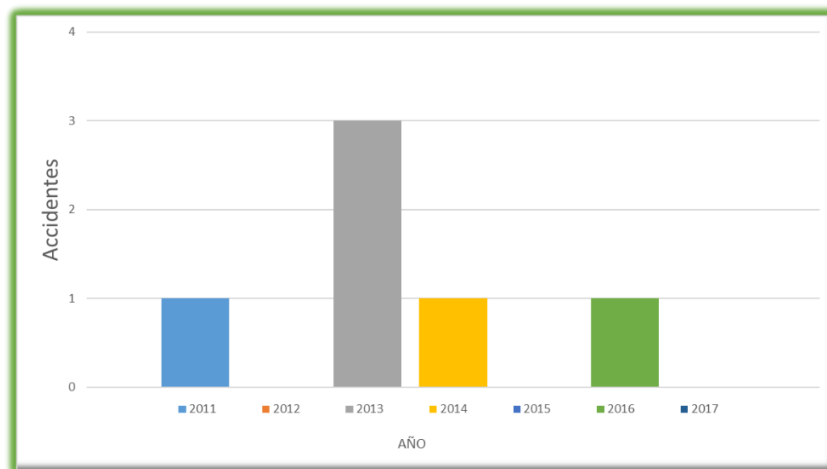


Fig. 2.1 Estadística de Accidentes 2011

Es por eso que es importante seguir con lo que se establece en la norma oficial mexicana en la cual se indica los principios de condiciones que deben cumplir las instalaciones eléctricas del país.

3 Medidor Autogestión

3.1 Tipos y Partes de un Medidor

Es muy importante el cometido que tiene el medidor en la instalación de la tierra física en baja tensión; gracias a que la electrónica avanza día a día, los medidores de autogestión contienen un regulador integrado, él tiene como función autoprotgerse de la variación de voltaje.

Sin embargo, no se debe de dejar de prestar atención a la tierra física que cada usuario debe de colocar como parte de la observación y revisión de las preparaciones que Comisión Federal de Electricidad CFE solicita dentro de sus normas esta la modificación de la misma, para poder realizar el cambio correspondiente de los medidores de autogestión (Tipo A y Tipo Soquet – Digital). En este capítulo se muestra las características y funciones principales.

Dentro de la Zona Pachuca existen dos tipos de medidores, como lo son:

- Medidor Electromecánico.
- Medidor de Autogestión o Estado Sólido.

El último tipo de medidor al que se hizo alusión se puede programar para distintas formas de trabajo, como:

- Controlada vía remota.
- Bidireccionales.
- Punto de venta.

El equipo de medición o medidor de luz como también es conocido, es un dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico, siendo este su objetivo específico.

Como ya se había mencionado hay dos clasificaciones de medidores; electromecánicos y electrónicos (autogestión). Solo estos últimos antes mencionados cuentan con un relevador dentro de sus componentes el cual si llegara existir un voltaje menor de 90 volts se abrirá por seguridad de los usuarios y hará de igual forma si hubiera un voltaje mayor de 120 volts para evitar algún accidente dentro de la instalación de los usuarios. Por lo tanto, es el medidor en el cual haremos énfasis.

Los conceptos de energía y potencia aun cuando están relacionados, difieren en su significado, por lo tanto, es necesario definirlos:

POTENCIA; por definición, es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo, es posible afirmar que la potencia resulta igual a la energía total dividida por

el tiempo. La unidad de medida de la potencia eléctrica es el watt (Watt=1 Joule/S), [3].

ENERGÍA; es por definición, una potencia por unidad de tiempo (cantidad de trabajo realizado); y al igual que la potencia tiene una gran gama de unidades de medida. La unidad básica de medida para la energía es el waththora, [3].

El medio para poder medir la energía eléctrica es el medidor de waththoras el cual está clasificado como un medidor eléctrico. El medidor digital tiene la función de registrar la cantidad de consumo de energía eléctrica que tiene desde un servicio doméstico hasta un servicio industrial.

En cuestión con los medidores de autogestión, de estado sólido o digitales se podría mencionar como antecedente que la electrónica comenzó utilizando circuitos que funcionaban a base de bulbos, se utilizaban en televisiones y radios comercialmente en los años 60's y 70's, en los bulbos los electrones viajaban a través del vacío, en el transistor (dispositivo que reemplazó al bulbo), los electrones viajan en el material "Silicio" o el "Germanio", es decir, ahora viajan a través de un sólido razón por la que las primeras televisiones y radios con transistores mostraban la leyenda "Solid State" o estado sólido.

Al utilizar circuitos electrónicos basados en transistores se les nombró medidores de estado sólido, con el tiempo se fueron mejorando y construyendo con circuitos integrados, es decir con pequeñas piezas que integran miles de transistores en una sola.

Ahora se usan para todas las aplicaciones desde simples mediciones de kilowatthoras hasta mediciones que involucren kW, kVA, kVARH, perfiles de carga, diagramas fasoriales, forma de onda, medición de armónicas y sincronía de la hora mediante GPS satelital.

A partir de junio del año 2009, todos los medidores instalados en los servicios de Comisión Federal de Electricidad (CFE) deben ser de tipo de estado sólido también conocido como electrónicos; con el paso del tiempo los medidores electromecánicos han sido lentamente perfeccionados hasta llegar a una unidad menos costosa y lo más redituable posible.

El progreso en los equipos de medición se debe principalmente a tres factores importantes:

- 1) El ingenio del hombre.
- 2) Desarrollo tecnológico.
- 3) Las tendencias económicas y políticas.

Este tipo de equipos de medición cuentan con tres características:

Característica 1: Los medidores Electromecánicos y los de Estado Sólido según el circuito de distribución en el que se deben conectar se clasifican en:

- Monofásicos (1 Fase).
- Bifásicos (2 Fase).
- Trifásicos (3 Fase).

Característica 2: De acuerdo a su Tecnología los Medidores se clasifican en:

- Electromecánicos.
- Estado Sólido.

Característica 3: Los medidores Electromecánicos y los de Estado Sólido Según su Tipo de Instalación en:

- Tipo “A”.
- Tipo Soquet.
- Tipo Tablero.

En las *Fig. 3.1*, *Fig. 3.2* y *Fig. 3.3* se muestra los diferentes tipos de medidores que anteceden a los medidores electromecánicos, los cuales ya se encuentran obsoletos:

TIPO A.- Este tipo de medidor solo se cuelga en la pared.



Fig. 3.1 Medidor Tipo A

TIPO SOQUET. -Se monta y conecta en un base pre instalado con las especificaciones de Comisión federal de Electricidad (CFE).



Fig. 3.2 Medidor Tipo Soquet

TIPO TABLERO. - Se monta en gabinetes (este tipo de medidores ya son obsoletos).

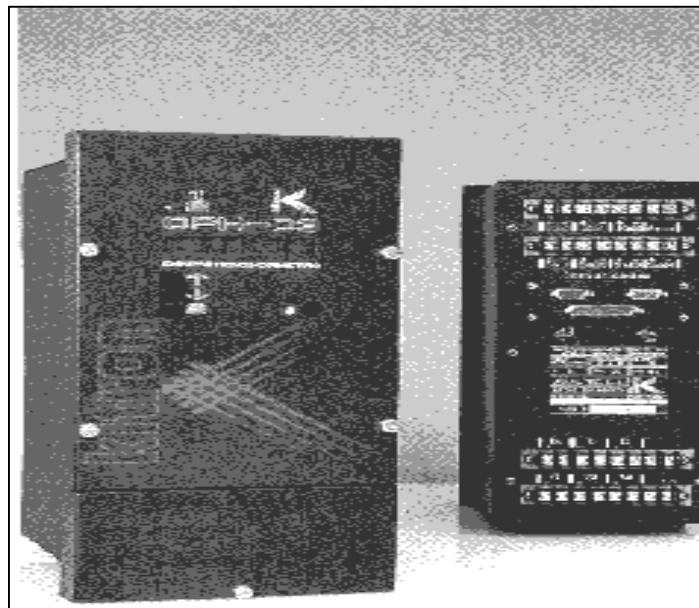


Fig. 3.3 Medidor Tipo Tablero

A continuación, en la *Tabla. 3.1* se muestra la comparación de los componentes de los dos tipos de medidores (Electromecánico y Electrónico):

COMPARACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS 2 TIPOS DE MEDIDOR		
<u>Medidor Electromecánico</u>	EQUIVALENTE	<u>Medidor de Estado Sólido (Electrónico)</u>
<i>Bobina Potencial</i>	:ES IGUAL A:	<i>Sensor de Voltaje</i>
<i>Bobina de Corriente</i>	:ES IGUAL A:	<i>Sensor de Corriente</i>
<i>Disco e Imán</i>	:ES IGUAL A:	<i>Transductor de Watts</i>
<i>Función de Registro</i>	:ES IGUAL A:	<i>Microprocesador</i>
<i>Manecillas</i>	:ES IGUAL A:	<i>Pantalla de Cristal Liquido</i>
<i>Engranaje del Registro</i>	:ES IGUAL A:	<i>Memoria Flash No Volátil</i>

Tabla. 3.1 Tabla de comparación de componentes

Los medidores de Autogestión o de estado sólido como se señaló anteriormente se pueden utilizar tanto en un servicio doméstico como en un servicio comercial, enseguida en la *Fig. 3.4* se indican de manera general las partes que componen un medidor para un servicio industrial, [2].

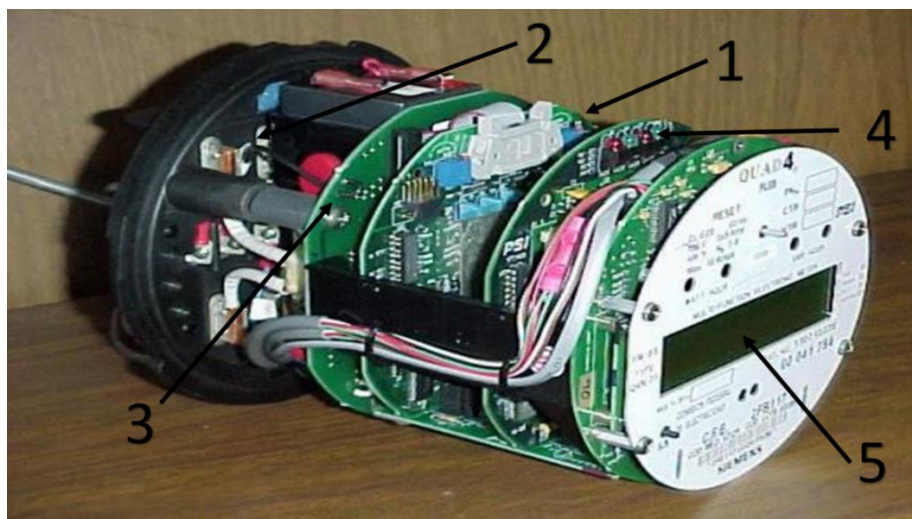


Fig. 3.4 Medidor Autogestión

1.- Modem: Por medio de esta Tarjeta, con Circuitos Electrónicos, el personal de Facturación puede extraer los datos de consumo del cliente desde la oficina vía telefónica.

2.- Sensores de Corriente y Voltaje: Transformadores.

3.- Tarjeta de Medición: Convierte los datos de los sensores en información digital – Watts.

4.- Tarjeta de Registro: Aquí se almacena la Información de los consumos del cliente.

5.- Placa de Datos.

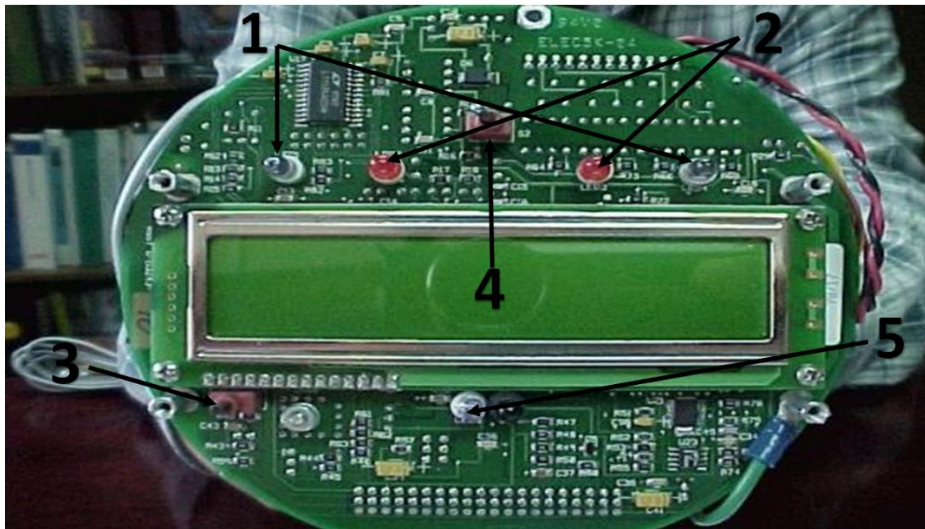


Fig.3.5 Medidor Autogestión

1.- Leds Infra-rojo: Cada vez que brillan indican una porción de energía consumida por el Cliente: el Derecho indica KVARh y el Izquierdo indica Kwh, se utilizan para verificar el medidor con equipos especiales.

2.- Leds visibles: Indican los mismos que los infra-rojos, se utilizan para verificar el medidor con cronómetros.

3.- Reset: Permite borrar el valor de la Demanda máxima.

4.- Scroll/Alt: Permite observar mensajes técnicos del medidor en la pantalla.

5.- Puerto Óptico: Permite que el medidor se programe y vacíe su información en computadoras o laptops.

En la *Fig. 3.5* nos muestra los componentes más importantes de un medidor monofásico, así mismo a continuación, se indica cual es el funcionamiento de cada uno de ellos.

En el medidor de estado Solido el *Sensor de Corriente* tiene como función reducir los altos valores de corriente de la carga a niveles que puedan ser procesados por todos los circuitos electrónicos.

Por otro lado, el *Sensor de Voltaje* son ideales en donde la calidad de energía es un problema, ya que, facilitan el seguimiento de los niveles de voltaje de alimentación.

El *transductor de watts* multiplica el voltaje y la corriente para poder producir Watts.

En el caso de los medidores de Autogestión para tarifa doméstica o comercial son capaces de suspender la energía eléctrica del servicio si el usuario no ha pagado, de igual forma de reconectarse por sí mismo cuando el usuario ya realizó el pago de su adeudo.

Dichos pagos se deberán realizar en las agencias y la información del pago se almacenará en una *TARJETA DE AUTOGESTION* electrónica que se deberá colocar sobre el medidor para que permita continuar con servicio eléctrico.

Otra de las funciones que tiene este tipo de medidor es poder proteger todo aparato electrónico que se encuentre en el domicilio o el lugar comercial, cuando el voltaje este fuera de rango, cuando sea *mayor* de 120 volts el equipo se suspenderá automáticamente la energía y se volverá a reconectar a los 5 segundo de que el voltaje sea *menor* de 120 volts.

También se podrá suspender el servicio si el voltaje es *menor* de 90 volts y se reconectará 5 segundos después de que su valor sea *mayor* de 90 volts.

La *Fig. 3.6* nos muestra las partes del medidor de Autogestión, [2]:



Fig. 3.6 Medidor Autogestión

A continuación, de la *Fig. 3.7 a la Fig. 3.11* se detallarán las partes del medidor, mencionando las características de cada una de ellas:

Tipo de material: Lexan 123.

Dimensiones: Diámetro de 175.7 mm y una altura de 96.4mm.

Tipo de Resistencia: Protección UV, resiste golpes con objetos pesados.



Fig. 3.7 Cubierta de Medidor Autogestión

Dimensiones: Diámetro de 150 mm y una altura de 72.45mm.



Fig. 3.8 Sunshield (Protector solar) de Medidor Autogestión

- Muestra Voltaje Máximo.
- Hz Máximo.
- Número De Fase.
- Máximo De Amperes.
- Número De Hilo.
- Número De Medidor.
- Código De Lote.
- Código De Medidor.



Fig. 3.9 Placa de Datos de Medidor Autogestión

IMPRESO

Tipo de material: Noryl SE1GFN1.

Dimensiones: Diámetro de 170 mm y una altura de 53.1.

Tipo de Resistencia: Protección anti flama.

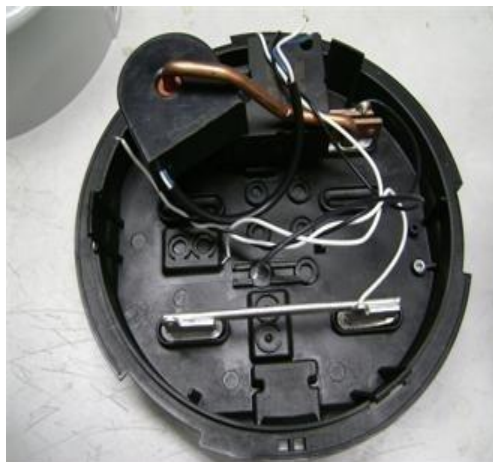


Fig. 3.10 Base de Medidor Autogestión



Fig. 3.11 PCB o Circuito Impreso de Medidor Autogestión

Otra de las ventajas de este tipo de medidor es poder obtener tres tipos de funciones, es decir, puede programarse en cualquier modalidad que se requiera o se solicite, tales como:

- Prepago
- Postpago
- Solo energía

A continuación, de la Fig. 3.12 a la Fig. 3.17 se muestran imágenes de los distintos parámetros que puede revelar un medidor de autogestión:



Fig. 3.12 Prueba de Segmentos

1.- A este mensaje se le conoce como "Prueba de Segmentos" se muestra en cualquier medidor de estado sólido y sirve para saber si enciende el 100% de la pantalla.



Fig 3.13 Lectura Actual

2.- Este mensaje es la "LECTURA ACTUAL" es el valor con que siempre se debe facturar.



Fig. 3.14 Intento de Comunicación

3.- Este mensaje indica que el medidor está intentando comunicarse con la tarjeta de Autogestión



Fig. 3.15 Fecha a realizar el corte del servicio

4.- Este mensaje indica la fecha en la que se va a realizar el corte si no se realiza el pago mediante la tarjeta de Autogestión (Colocarla sobre el medidor después de haberla llevado a la agencia)
Por ahora esto no va a ocurrir hasta que se autoricen las tarifas y se comience a utilizar este sistema de AUTOGESTIÓN.



Fig. 3.16 Kilowatt horas pendientes

5.- Este mensaje indica la cantidad de "kilowatt horas PENDIENTES" que no se han pagado, es decir, que no se ha realizado el trámite en la agencia y colocado la tarjeta sobre el medidor.



Fig. 3.17 Estado del Relevador

6.- Este mensaje se llama "ESTADO DEL RELEVADOR", si en este momento colocamos arriba del medidor su tarjeta el medidor cortará el servicio, es también conocido como corte a voluntad del cliente y la pantalla mostrará el mensaje "DESCONECT", para reconectarlo sólo hay que dejar la tarjeta en otro ciclo de mensajes y retirarla inmediatamente después de su conexión.

4 Tipo de Electrodo y Tipo de Subsuelo

Puntos principales e importantes que deben de tomar en cuenta usuarios del servicio y así mismos estudiantes que realicen una preparación para la instalación eléctrica del sistema de tierra física se explicarán a continuación; esto tomando en cuenta siempre las normas y especificaciones de Comisión Federal de Electricidad CFE, por lo tanto, en este capítulo se mencionara los tipos de Electroodos más utilizados y se describirán los diferentes tipos de subsuelo que se pueden encontrar y mantener el buen funcionamiento de los medidores de autogestión.

4.1 Tipos de Electroodos

Uno de los elementos que no deben de faltar dentro de una preparación para la instalación eléctrica del sistema de tierra física es un *electrodo*, que por lo general es una pieza de metal, cobre la mayoría de las veces que debe ser resistente a la corrosión por las sales de la tierra, esta pieza va enterrada a la tierra a una profundidad según especificaciones del suministrador que en este caso es Comisión Federal de Electricidad (CFE) que tendrá como función disipar la corriente a tierra en caso de alguna sobrecarga o falla de la instalación o incluso un rayo.

Para poder realizar una instalación de puesta a tierra es indispensable contar con un electrodo, se recomiendan en todo momento y es necesario hacer referencia a ellos, puesto que existen diversos tipos y se describen a continuación los más comunes, [4]:

- ✓ **Varilla:** Este tipo de electrodo se forma por un perfil de acero galvanizado puede tener forma de cruz, T o ángulo recto.
- ✓ **Rehilete:** Se forma de dos placas de cobre cruzadas, las cuales van soldadas. Es usado en terrenos donde es difícil excavar, ya que tiene un área mayor de contacto.
- ✓ **Placa:** Se usa en terrenos con alta resistividad ya que tiene una gran área de contacto. Debe tener un área de por lo menos 2000cm cuadrados y un espesor aprox. de 6.4mm en materiales ferrosos y 1.52mm en materiales no ferrosos.
- ✓ **Electrodo en estrella:** Se utilizan en el campo porque por la longitud del cable se obtiene un valor de resistencia menor
- ✓ **Malla:** Se forma armando una red de conductores de cobre desnudos y se mejora con algunos electrodos.
- ✓ **Electrodo de anillos:** Es un espiral de cable de cobre desnudo.

- ✓ **Placa estrellada:** Placa con varias puntas en sus contornos, su ventaja principal es que ayuda a disipar la energía a través de sus puntas.
- ✓ **Electrodo de varilla de hierro o acero:** Estas varillas deben tener por lo menos 16mm de diámetro.
- ✓ **Electrodo de tubo metálico:** Es de acero o hierro y tiene que tener una cubierta de otro metal para que lo proteja de la corrosión, la tubería debe estar enterrada por lo menos 3 metros.
- ✓ **Electrodo de aluminio:** El aluminio se corroe al estar en tierra por lo que no son permitidos y menos recomendados.
- ✓ **Electrodo empotrado en concreto:** Se debe encontrar en una cimentación enterrada y con una longitud de por lo menos 6m.
- ✓ **Electrodo horizontal:** Es un conductor de cobre desnudo enterrado en forma horizontal, la forma más utilizada es la línea recta, sin embargo, su excavación es costosa.
- ✓ **Electrodo profundo:** Se utiliza en terrenos donde hay mucha roca y se realiza una perforación profunda hasta las capas húmedas de la tierra porque la humedad aumenta la conductividad.
- ✓ **Electrodo químico:** Se le agrega alguna sustancia química al electrodo para aumentar la conductividad.

4.2 Tipo de Suelo

Suelo se puede definir como la capa superficial compuesta por materia sólida, agua, materiales orgánicos y minerales que cubre la superficie rocosa de la corteza terrestre. El suelo se compone de tres elementos esenciales, que son *el suelo, el subsuelo y la roza madre*. [5]

Existe variedad distinta de suelo por su textura:

- ❖ Suelo arenoso
Tipo de suelo con textura ligera y baja carga de materia orgánica. Características definidas de aspecto arenoso de los elementos que componen este tipo de suelo.
- ❖ Suelo arcilloso

Posee una textura pesada y pegajosa. Contiene mucho nutrientes y materia orgánica.

❖ Suelo limoso

Este tipo de suelo es estéril. Esto se debe a que la materia orgánica que posee se descompone rápidamente.

❖ Suelo húmifero

Presenta una alta cantidad de materia orgánica ya descompuesta o que pasa por un proceso de descomposición; en él se puede encontrar lombrices esto permitiendo que el agua y los minerales se absorban mejor.

De igual forma podemos dividirlos por su ubicación:

❖ Suelos azonales

Se ubican en las primeras etapas de desarrollo y no poseen límites marcados. Se dividen en:

- *Litosuelos*; que es cuando están compuestos sobre la roca.
- *Regosoles*; cuando están formados por materiales no consolidados, como arena.

❖ Suelos interzonales

Son aquellos que están un poco desarrollados y reflejan la incidencia de mal desagüe y de la roca madre. Se clasifica en:

- *Ranker*; ubicado en zonas de bajas temperaturas, sistema montañoso y rocas silíceas.
- *Gley*; se ubica en ambientes húmedos y pantanosos.
- *Rendsina*; tipo de suelo de menor espesor y se compone de rocas calizas.
- *Tuberas*; es un tipo de suelo que se encuentra en zonas encharcadas y en él hay vegetación y material orgánico abundante.
- *Salinos*; está compuesto por grandes cantidades de sal, se ubica en climas áridos

❖ Suelos zonales

Son los suelos que presentan una evolución y suelen estar condicionados por los climas prolongados y se pueden clasificar en:

- *Tundra*; tipo de suelo ubicado en climas con altas latitudes y se caracteriza por tener poca vegetación.
- *Podzol*; se localiza en climas fríos y húmedos, posee grandes precipitaciones.
- *Mediterráneo*; ubicado en climas de latitudes medias y templadas. Se caracteriza por tener veranos secos, así como también la presencia de arcilla en su composición.

- *Tierra parda de bosque*; tipo de suelo ubicado en climas fríos.
- *Lateritas*; tipo de suelo con clima lluvioso, ecuatorial y cálido. Se caracteriza por tener superficie de gran espesor y en él se encuentran hierro y aluminio.
- *Chernoziom*; ubicado en climas templados. Como particularidad de este tipo de suelo es que es muy desarrollado y fértil.

4.3 Tipo de Subsuelo

El subsuelo es lo que está debajo del suelo, dependiendo de la región del planeta a la que hagamos referencia, este mismo podrá estar en estado más o menos natural o más o menos transformado por la acción del ser humano. El subsuelo es aquel espacio en donde las raíces de las plantas y vegetales llegan y pueden habitar y crear su propio ambiente propicio para la vida, [5].

Es inevitable señalar que el subsuelo puede verse alterado por la acción del hombre, especialmente en zonas urbanas en las que se construyen subterráneamente sistemas de comunicación, gaseoductos, sistemas de cable y sistemas de agua. Significa que el subsuelo como espacio modificable se vuelve también esencial en los centros urbanos y prescindir del mismo es imposible.

Los pisos secundarios se utilizan en la mayoría de las construcciones para proporcionar una superficie llana apropiada para apoyar un acabado. El subsuelo es parte de la subestructura de una construcción, la clase de subsuelo y de material del subsuelo instalado puede variar en ambos casos dependiendo del área geográfica en que se encuentre la construcción y de la clase de piso superior que la persona propone a instalar.

Existe una variedad de materiales y de productos propios que se pueden utilizar en el suelo secundario. Estos incluyen varios tipos de masillas, hormigón, arena, película de polietileno, y de otros compuestos, que ayudan a guardar la humedad. Estos incluyen los pegamentos, el cemento y madera.

El subsuelo puede incluir sustancias como arcilla y/o arena, que solo han sido parcialmente desglosadas por aire, luz solar; agua, viento, etc., para producir suelo verdadero. Mas debajo de este subsuelo puede encontrarse roca o de depósitos eólicos, en gran medida afectados por factores formados de suelo activo en el subsuelo.

4.4 Lista de Materiales

A continuación, de la *Fig. 4.1* a la *Fig. 4.12* se enlistará el material que se deberá usar en la preparación para dar de alta el servicio de energía eléctrica según

especificaciones que tiene Comisión Federal de Electricidad (CFE), aunado a eso se da una breve descripción de cada uno de los materiales, [2]:

Mufa

Es el punto de entrada de la línea eléctrica a la casa instalación. La mufa es un tubo metálico de gorma curveada cuyo extremo apunta hacia abajo para impedir que, al llover, el agua de lluvia entre ala instalación.



Fig. 4.1 Mufa

Tubo Galvanizado 3.0 m x 1" ¼

La función principal del galvanizado del tubo es proteger la superficie del metal sobre el cual se realiza el proceso. El galvanizado es un procedimiento para recubrir piezas terminadas de hierro/acero mediante su inmersión en un crisol de zinc fundido a 4500C.

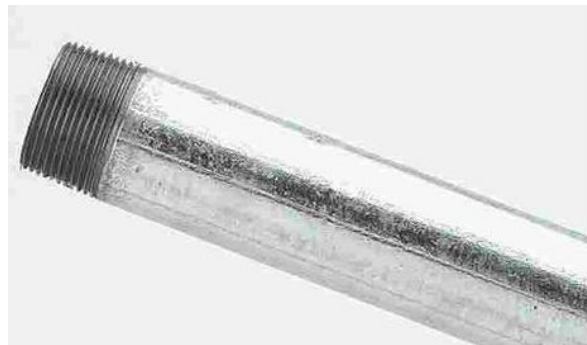


Fig. 4.2 Tubo Galvanizado

Base tipo soquet

Sirve para acometidas aéreas o subterráneas, funciona para una corriente máxima de 125 A, es una base de aluminio con pintura electrostática, su herraje y tornillería es

de aleación de cobre, soporte aislante de lexan natural y cuenta con acabados estañados.



Fig. 4.3 Base Tipo Socket

Reductor para tubo 13mm

La función que tiene es poder reducir la de medida de la tubería requerida, de la misma forma que otro material este podría encontrarse galvanizado.



Fig. 4.4 Reductor para tubo

Conexión conduit tipo "T" 1/2 para tubo de 13mm

Permite un amplio movimiento al conductor durante la instalación, brinda acceso para hacer empalmes y derivaciones en los conductores, permite conectar tramos de tubería, la tapa de aluminio tipo domo puede contener un volumen amplio, facilita el acceso a los conductores para llevar a cabo tareas de mantenimiento y cambios en el sistema, cuando sea necesario.



Fig. 4.5 Conexión conduit tipo T

Tubo galvanizado de 1.60 m x 1/2

La tubería de acero galvanizado se ha sometido a un proceso de galvanizado interior y exteriormente. El galvanizado se aplica después de formar el tubo. Se utiliza en la transportación de agua potable, gas o cableado.



Fig. 4.6 Tubo Galvanizado

Alambre o cable de cobre forrado o desnudo calibre 8 AWG

Se denomina alambre a todo tipo e hilo delgado que se obtiene por estiramiento de los diferentes metales de acuerdo con la propiedad de ductilidad que poseen los mismos. Los principales metales utilizados en la fabricación de alambres son el hierro, cobre, latón, plata y aluminio. El alambre de cobre es utilizado básicamente para fabricar cables eléctricos.

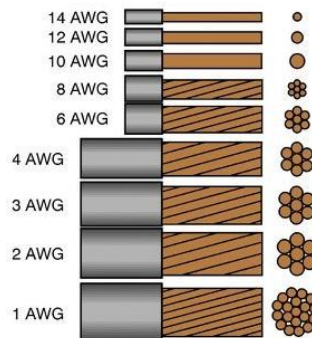


Fig. 4.7 Alambre o cable calibre 8 AWG

Conector Zapa

Tiene como función principal poder empalmar dos tubos de diferentes dimensiones ya que este tiene diámetros distintos de cada lado, cuenta con un tornillo con tuerca para poder realizar la presión requerida.



Fig. 4.8 Conector Zapa

Abrazadera Tipo Omega

Es una pieza de metal que sirve para asegurar tuberías o conductos de cualquier tipo, ya sea vertical u horizontal, en la pared, teco o cualquier otra base. Como recomendación se instalan entre .5 y 2 metros de distancia entre ellas, tomando en cuentas la carga que soportara junto con la resistencia del modelo de abrazadera empleada.



Fig. 4.9 Abrazadera Tipo Omega

Tubo Flexible Zapa de 1.70 m

Es un sistema de tubería que se usa para la protección y el enrutamiento del cableado eléctrico. Los conductos flexibles están disponibles para propósitos especiales, se utiliza como canal de instalación para empotrarlos en la pared o el techo; los más habituales para un hogar son de 25 o de 32 mm.



Fig. 4.10 Tubo Flexible Zapa

Conector para varilla de tierra

La función de este material es realizar la unión del electrodo (varilla) y el alambre que se conecta a la tierra física de la base tipo socket. Se puede encontrar hecho de bronce o de cobre, ambos realizan la función adecuada.



Fig. 4.11 Conector para Varilla de Tierra

Electrodo de tierra (Varilla Copperweld) de 1.5

Es un objeto conductor a través del cual se establece una conexión directa a tierra, debe de tener un diámetro mínimo de ½ pulgada. Para acero inoxidable y acero recubierto de cobre.

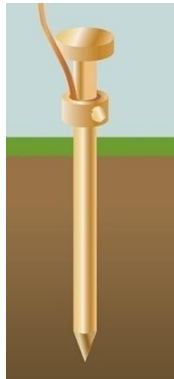


Fig. 4.12 Electrodo de Tierra

4.5 Herramienta Recomendada

De la *Fig. 4.13 a la Fig. 4.18* se mencionará la herramienta y una breve descripción, que se recomienda usar en la preparación para dar de alta el servicio de energía eléctrica según especificaciones que tiene Comisión Federal de Electricidad (CFE), [2]:

Pico

Es muy utilizado para cavar en terrenos duros y remover piedras. Se usa en obras de construcción, para cavar zanjas o remover material suelto. Consta de una parte de acero y un mango de madera, perpendicular a la parte metálica; la parte metálica termina en punta en uno de los extremos y es plano con borde ancho y cortante del otro.



Fig. 4.13 Pico

Pala

Es una herramienta de mano utilizable para excavar o mover materiales relativamente pequeños. Es una lámina plana con una ligera curvatura y de un mango de metal o madera con el que se maneja. La parte plana suele ser metálica y el mango puede ser recto o curvo, para poder ejercer mayor fuerza con una de las manos.



Fig. 4.14 Pala

Cinzel

Esta herramienta está diseñada para cortar, ranura o desbastar material en frío mediante el golpe con un martillo o marro adecuado. El filo de corte se puede deteriorar con facilidad, por lo que es necesario un afilarlo periódicamente.



Fig. 4.15 Cinzel

Marro

Es una herramienta muy similar a un martillo que consta de una gran cabeza metálica introducida en el extremo de un palo de madera que se usa como mango. Generalmente usado para romper piedras.



Fig. 4.16 Marro

Juego de desarmadores

Esta herramienta se utiliza para apretar y aflojar tornillos y otros elementos de máquinas que requieren poca fuerza de apriete y que generalmente son de diámetro pequeño. Consta de tres partes mango, caña y punta.



Fig. 4.17 Juego de Desarmadores

Pisón

Se utiliza para la compactación de terrenos, a través de la energía suministrada por una carga explosiva o por aire comprimido.

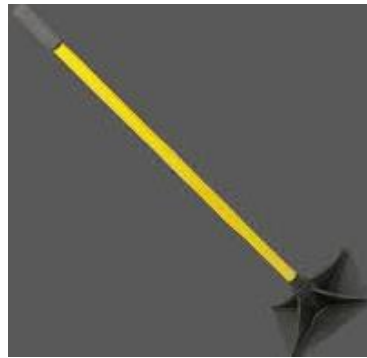


Fig. 4.18 Pisón

Herramienta y materiales antes mencionados debe de ser considerado por los estudiantes y personas que realicen actividades para obtener el suministro básico de energía eléctrica; puesto que son esenciales al momento de realizar el trabajo.

4.6 Equipo de Protección Personal (EPP)

Para cada una de las maniobras que se realizan en campo existe distintas aditamento para la protección del trabajador, dentro de Comisión Federal de Electricidad (CFE) hay un departamento llamado Seguridad e Higiene el cual está encargado de supervisar e instruir a los compañeros el porqué de utilizar todo el Equipo de Protección Personal EPP. Ya que de tal forma contribuye con la empresa a minimizar, aislar o eliminar los riesgos laborales.

Cuando se realice una actividad donde se maneje algún equipo de medición de CFE es indispensable es siguiente EPP, [6]:

- ✓ Casco
- ✓ Gafas
- ✓ Barboquejo
- ✓ Guantes
- ✓ Ropa de trabajo
- ✓ Calzado

Es importante que se utilice ya que tiene como función principal proteger las diferentes partes del cuerpo y así evitar que el trabajador, estudiante o usuario tenga contacto directo con factores de riesgo que lo pueden ocasionar una lesión. Deberá de estar capacitado el trabajador, estudiante o usuario para que tengan los conocimientos de cómo se debe de utilizar correctamente el Equipo de Protección Personal (EPP) y así saber cuáles son sus limitaciones y poder darle una mayor vida útil. A continuación, se explicará brevemente cual es la función y la manera correcta de utilizar cada uno de los aditamentos que conforman el Equipo de protección personal.

Los cascos se pueden llegar a considerar como protección personal contra el ruido; ya que son capaces no solo de sellar el ruido, sino también de proteger la estructura ósea del cráneo de las vibraciones sonoras, que pueden transmitirse al oído. Son los más costosos, pero ofrecen protección contra varios riesgos, sin embargo, hay que recordar que si llegara a tener una fuga o grieta se pierde la mayor parte de su eficacia. Un complemento del casco es el barboquejo este aditamento está diseñado para mantener en su lugar el casco, ya que da un agarre perfecto entre el casco y la cabeza del trabajador.

El uso de las gafas se ha ampliado tanto y existen una gran variedad de modelos, se debe de hacer énfasis que las gafas de seguridad son muy distintas a los lentes de calle, ya que las gafas de seguridad deben de pasar por pruebas rigurosas para poder cumplir con las normas que se les solicita.

Existen diferentes tipos de guantes, pero cada uno de ellos tiene una función específica, ya que no solo te protege de la electricidad, sino que también de algún tipo de rebabas que se puedan encontrar en el cableado que se pueda llegar a manejar. De manera que se debe de tener un cuidado especial y un mantenimiento correcto de este material de protección personal.

La ropa de trabajo te puede proteger de enfermedades cutáneas, especialmente la dermatitis por contacto con irritantes. La ropa de cuero o de lana es más protectora que el algodón desde el punto de vista de la inflamabilidad.

Aún más costoso que los cascos, es el calzado de seguridad, porque se gasta con mayor rapidez y el costo es por pieza. Las normas nacionales aplicables son explícitas sobre el diseño y la fabricación del calzado de seguridad.

En el momento que se trabaje en Media Tensión ya sea que las líneas se encuentren energizadas o desenergizadas y se utilice un camión con una o dos canastillas, el EPP deberá ser el siguiente, [2]:

- ✓ Casco
- ✓ Gafa
- ✓ Barboquejo
- ✓ Mangas aislantes
- ✓ Guantes de algodón
- ✓ Guantes de hule
- ✓ Guantes protectores de guantes de hule
- ✓ Ropa de trabajo
- ✓ Calzado
- ✓ Arnés

Todo lo anterior se debe de verificar minuciosamente antes de colocárselo ya que cualquier falla en el EPP puede provocar algún accidente cuando se esté trabajando en las líneas.

De cualquier manera, se debe de estar alerta de cualquier situación externa a la maniobra a realizar es por eso que se debe de realizar las 6 “A” (arriba, abajo, al frente, atrás, a la derecha, a la izquierda) y así estar al pendiente de cualquier incidente que pueda ocurrir.

Los primeros auxilios es obligación de la comisión de Seguridad e Higiene proveer de esta información a cada uno de los trabajadores, en caso de estudiantes y usuarios existen cursos en los cuales se provee de los conocimientos de primeros auxilios en caso de requerirlos para salvar la vida de alguna persona, ya sea, externo o de la misma empresa.

Es cierto que algunas personas son más resistentes a los riesgos de la electrocución que otras, pero un factor mucho más importante es el conjunto de condiciones que rodea al accidente. Se tiene conocimiento que pisos mojados o húmedos son peligrosos, pero aun el sudor o la transpiración del cuerpo aportan humedad y puede ser fatal. También depende del punto de contacto; si el flujo de corriente entra en el dedo y sale por el codo, ningún órgano vital sufre una exposición directa.

5 Instalación de la Tierra Física y Manera Correcta de Realizarse una Conexión en BT

5.1 Instalación de Tierra Física

En este caso abordará la manera correcta de como estudiantes y usuarios debe de tomar en cuenta que, para iniciar la instalación del electrodo para la tierra física, es importante tener y tomar en cuenta todo lo mencionado con anterioridad y la ubicación apropiada, así mismo, que se encuentre lo más cercano al equipo de medición que colocara Comisión Federal de Electricidad (CFE); considerando que se debe de tener un acceso al electrodo, con la finalidad de poder realizar las mediciones y revisiones necesarias al sistema de tierra, [2].

Una vez hecho lo anterior, se iniciará a preparar el área donde se colocará el electrodo que previamente se ha seleccionado como el indicado en la preparación para dar de alta el servicio de energía eléctrica.

Así mismo usuarios y estudiantes deberán utilizarla herramienta y el material señalado anteriormente; lo primero que se realizará es ablandar el terreno donde coloraremos la varilla de tierra con un pico y una pala hasta poder lograr una profundidad de 2 metros, esto puede llevar tiempo dependiendo del tipo de terreno en cual se realizará la instalación.

Después de haber realizado el pozo con la profundidad requerida, se procederá a colocar las siguientes capas de minerales, se colocará una capa de **carbón vegetal** de 30 cm, una vez ubicada se utilizará el pisón para este asentada de manera compacta, a continuación se instalará **sal marina** con una capa de 30 cm, nuevamente se colocara **carbón vegetal** pero ahora una capa de 30 cm, enseguida de pondrá una capa de 30 cm **tierra** (la misma que se retiró), se instalara una capa de 30 cm del material llamado **Hidrogel**, el restante se rellenara con la **tierra y piedras** que se extrajo con anterioridad; esto puede observarse en la *Fig. 5.1*.

El material que se necesitará será según el terreno donde se vaya a colocar la tierra física, tomando en cuenta que cada capa se compactará el terreno por medio de un pisón manual para que la tierra se asiente de buena manera. Se podrá entremezclar cualquier tipo de material para poder evitar que en terreno se encuentre húmedo, por ejemplo:

- Arena
- Carbón vegetal
- Rocas o piedras
- Sal marina
- Tierra

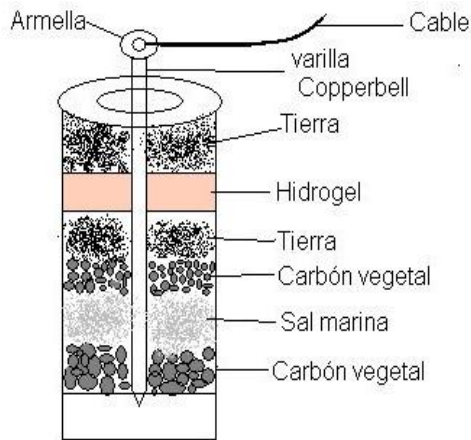


Fig. 5.1 Manera de colocar el material

Lo siguiente a seguir es instalar dentro del pozo el electrodo seleccionado verticalmente, utilizando un nivel de goma puede asegurar su verticalidad.

El material que se extrajo al excavar el pozo ayudara para rellenar, tomando en cuenta que no se debe utilizar material mayor a 2 cm (piedra). Al final podemos utilizar al final cemento y así lograr una firmeza y quede a nivel de la banquetta si ese fuese el caso, se deberá dejar secar aproximadamente dos días para poder evitar algún tipo de deterioro a corto o mediano plazo.

Los conductores para las conexiones de los sistemas de tierra física, deben de ser aislados (forrados) y se recomienda que sean de color verde o verde con franja amarillas. En caso de que el conductor no se de color verde, se puede identificar o etiquetar; ya sea por medio de cinta o etiquetas adhesivas color verde, en cada uno de sus extremos y en cualquier punto donde se tenga acceso a los conductores, tales como registros y gabinetes; tal y como se menciona en el artículo 250-119 de la NOM-001.

Para realizar las conexiones de los distintos elementos de los sistemas de tierra física, se deberá utilizar conectores eficientes con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento del sistema. Estos conectores pueden ser conectores de compresión.

Al realizar el cableado, debemos de utilizar la ducteria tipo conduit, ya sea de PVC o metálica; esto con la finalidad de garantizar la protección de los conductores. Esta ducteria tiene que cumplir con las características mínimas necesarias, tanto en su diámetro como en su tipo, será seleccionada en base a las normativas eléctricas vigente; considerando los detalles del número de conductores que se pueden instalar por tubería y las características del sitio donde se instalar, tomando en cuenta las características físicas del sitio a instalar.

5.2 Conexión en Baja Tensión

Esta actividad no la deberá realizar estudiantes ni usuarios que requieran el servicio de energía eléctrica, únicamente personal de Comisión Federal de Electricidad (CFE) [2].

La instalación de puesta a tierra puede originar la aparición de diferencias de potencial entre ciertos puntos, un ejemplo, entre las instalaciones de puesta a tierra y el terreno que la rodea o entre dos puntos de la misma, por lo tanto, se debe de realizar una correcta conexión a cualquier instalación eléctrica que se suministre, para poder cubrir los siguientes puntos:

- Seguridad de las personas.
- Protección de las instalaciones.
- Mejora de la calidad de servicio.
- Establecimiento y permanencia de un potencial de referencia.

Desde los postes de la CFE, se recibe la energía eléctrica en lo que se denomina acometida eléctrica. La acometida eléctrica en residencias y comercios pequeños (baja tensión) se compone de un tubo metálico (galvanizado) con un codo (mufa) en cuyo interior se colocan los cables eléctricos; una base metálica para el medidor (socket para medidor), un centro de carga y sus pastillas termomagnéticas (interruptores), [7].

Una vez realizada la preparación correcta en el domicilio solicitado de deberá acudir a Comisión Federal de Electricidad (CFE) para obtener un numero de contrato y así el trabajador de CFE pueda hacer la conexión en un plazo no mayor a 3 días en zona urbana 15 días en zona rural; el trabajador debe de visualizar la manera de como realizara el trabajo, ya que deberá de librar todo el cableado que se encuentre en el lugar (cable, teléfono y otras acometidas).

Se deberá calcular la distancia de la base tipo socket al poste donde se conectará la acometida y de igual forma se tomará en cuenta los 3 metros que se ingresará en el tubo de elevación.

Lo primera a realizar en la maniobra es delimitar el área en donde se trabajará, en este caso se empezará insertando por el tubo de elevación el cableado y conectando en las terminales que se encuentran en la base de la preparación. Una vez hecho se debe de evitar el cableado antes mencionado y se procederá a realizar la conexión al poste empezando siempre conectando la tierra y después por la fase, al hacer la conexión en las líneas de baja tensión hay dos maneras de conectar ya sea entorchando el cable o con unas uñas conectoras, se corrobora que se encuentra correctamente conectado utilizando un verificador de voltaje observando en la base de la preparación. Este procedimiento no debe tardar más de 45 min puesto que puede causar tráfico en la zona y ciertos peligros para los transeúntes que circulan por la zona donde se realiza la maniobra.

Para la acometida en comercios o empresas que demandan mucha carga eléctrica, es necesario construir una subestación; es decir, un transformador, y conectarlo directamente a los cables de la CFE a un voltaje elevado con cables aislados para alto voltaje tipo MCM (*Mil Circular Mil*) o similar, así como sus cuchillas o fusibles que se colocan directamente en la cruceta de los postes; también cuentan con una base para medidor e interruptor de gran capacidad. A este tipo de acometida se le denomina tensión media. De ahí, se manda a un tablero general de distribución. Las medidas y capacidades de los componentes eléctricos son directamente proporcionales a la demanda de consumo de la empresa, edificio o comercio [7].

Existe otro tipo de acometida que se utiliza para edificios de apartamentos y oficinas de diferentes propietarios; a éstos se les llama tableros de acometida, pues la Comisión Federal de Electricidad proporciona el servicio en bajo voltaje, utilizando sus propios transformadores, y los usuarios lo recibirán en su tablero con un tubo y mufa galvanizados, con cable a un interruptor general y de ahí a unas barras de cobre sujetas con aisladores en el gabinete del tablero para que se tome la corriente necesaria para cada uno de los medidores individuales, que contienen también su centro de carga e interruptores termomagnéticos para 110 o 220 V.

En la mayoría de las zonas residenciales, la Comisión Federal de Electricidad suministra corriente en 110 y 220 V; para las zonas comerciales, también corriente trifásica.

Existen dos tipos de conexiones aéreas o subterráneas.

En las acometidas aéreas el conductor colocado sobre postes o por la fachada de los edificios siendo el origen de la instalación la red de distribución aérea.

Actualmente Comisión Federal de Electricidad coloca el cableado llamado 1+1 de aluminio, que es un conductor aislado de lo color negro y el otro expuesto.

En los complejos urbanos últimamente construidos se utiliza la acometida subterránea, esta debe ser diseñada por la constructora y el área de planeación de Comisión Federal de Electricidad ya que deben de ubicar de manera adecuada cada una de las transiciones que CFE realizara y la ubicación de los registros donde se conectara cada uno de los domicilios.

5.3 Megóhmetro

El término *megóhmetro* también conocido como *telulómetro* hace referencia a un

instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión. El nombre de este instrumento, megóhmetro, deriva de que la medida del aislamiento de cables, transformadores, aisladores, etc., se expresa en megohmios ($M\Omega$), [2].

En realidad estos aparatos son un tipo especial de óhmetro en el que la batería de baja tensión, de la que normalmente están dotados estos, se sustituye por un generador de alta tensión, de forma que la medida de la resistencia se efectúa con voltajes muy elevados. El *megger* consta de dos partes principales: un generador de corriente continua de tipo magneto-eléctrico, movido generalmente a mano (manivela) o electrónicamente (Megger electrónico), que suministra la corriente para llevar a cabo la medición, y el mecanismo del instrumento por medio del cual se mide el valor de la resistencia que se busca. Son dos imanes permanentes rectos, colocados paralelamente entre sí. El inducido por el generador de corriente continua de tipo magneto-eléctrico, junto con sus piezas polares de hierro, está montado entre dos de los polos de los imanes paralelos, y las piezas polares y el núcleo móvil del instrumento se sitúan entre los otros dos polos de los imanes.

5.4 Medición de la Resistencia de un Sistema de Tierra Física

La resistencia de un sistema de tierra física deberá de ser medida antes del funcionamiento del sistema eléctrico. Para su medición se deberá de aplicar el método de caída de potencial y el resultado nos lo dará en ohmios [8].

El método consiste en hacer pasar una corriente entre el electrodo a medir y un electrodo auxiliar midiendo la tensión entre la puesta tierra bajo prueba y un electrodo auxiliar, esto realiza un telurómetro el cual arroja el valor de resistencia de la tierra física instalada.

Dentro de kit de un telurómetro hay dos electrodos auxiliares, tres cables de distintos colores. Cada una de los electrodos auxiliares se deberán colocar aproximadamente de 5 a 10 metros entre sí; esto quiere decir que el primer electrodo se colocara de 5 a 10 metros del electrodo que queremos medir y el segundo electrodo auxiliar se colocara de 5 a 10 metros del primer electrodo auxiliar antes colocado.

Como se muestra en la *Fig. 5.2* se deberá conectar el electrodo, el cual se conectará en el telurómetro en la terminal **E**, en algunos casos el cable es de color verde; el electrodo más cercano, el cual se encuentra a 5 metros del electrodo conectado a la terminal **E**, se conectará a la terminal **X** que en algunos casos es de color amarillo; por último, el electrodo colocado de 5 a 10 metros del primer electrodo auxiliar se deberá conectar a la terminal **Y** con el cable de color rojo (en algunos casos).

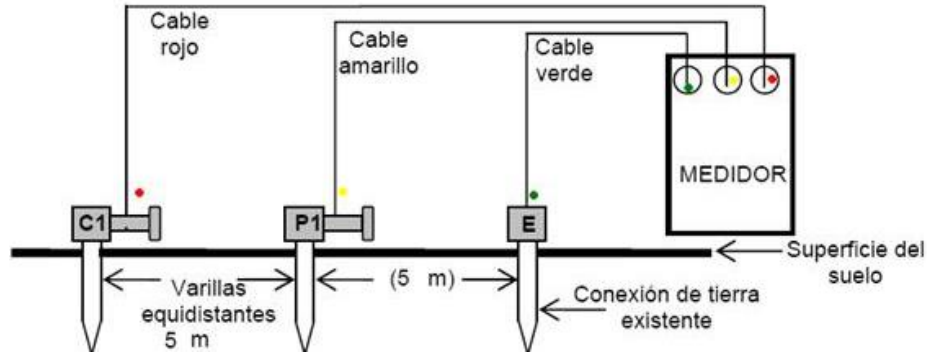


Fig. 5.2 Colocación de Electrodos de Megger

Una vez conectado todos los electrodos al telurómetro se procede a hacer la medición, dependiendo del tipo de telurómetro o megger o megóhmetro, que puede ser digital o analógico, debemos de seguir las instrucciones del fabricante.

Es importante recalcar que para un servicio en baja tensión el rango deberá de ser de 3 a 7 Ω . Si nuestro resultado es mayor a eso podemos de realizar varias opciones; entre las cuales están; revisar la preparación de la tierra física y cerciorarse que todos los componentes utilizados estén compactados y que tengamos un área con buen contacto físico; otra opción (si existe la posibilidad), es enterrar más el electrodo, de esta manera bajar la resistencia del electrodo utilizado; una opción más es utilizar varios electrodos en paralelo, en este caso el electrodo extra que utilizemos se deberá colocar a una distancia del doble de su medida; es decir, que si mide 3 metros se colocará a 6 metros.

5.5 Método Wenner

El método Wenner consiste en determinar el parámetro de resistividad a profundidad, mediante la inyección de corriente eléctrica en el subsuelo y la medición del potencial resultante a través de un arreglo electródico tetraelectródico. Para la aplicación del método en campo, se distribuyen los electrodos con un orden definido, denominado dispositivo electródico. El más común empleado es el dispositivo Wenner, [5].

El método Wenner es el método más preciso y el más utilizado. El método obtiene la resistividad del suelo para capas profundas sin enterrar los electrodos a altas profundidades; no es necesario un equipo pesado para realizar las medidas; los resultados no son afectados por la resistencia de los electrodos auxiliares o los huecos creados para hincarlos en el terreno, como se puede observar en la Fig. 5.3.

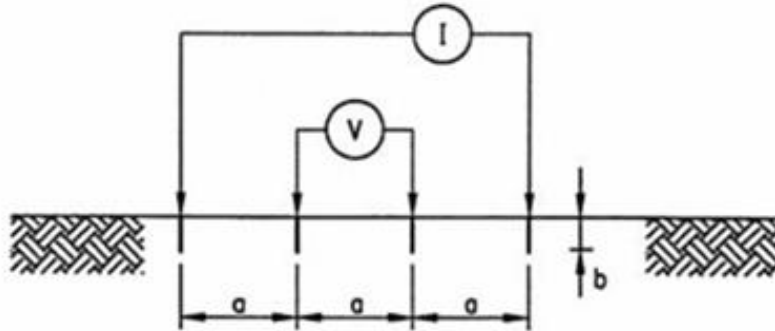


Fig. 5.3 Método de Wenner

En la ecuación (5.1) se muestra que una corriente “I” se inyecta entre los dos electrodos externos y el potencial “V” entre los electrodos internos es medido por el instrumento (Megóhmetro). El instrumento mide la resistencia $R=(V/I)$ del volumen del suelo cilíndrico de radio “a” encerrado entre los electrodos internos. La resistividad aparente del suelo “ ρa ”, a la profundidad “a” es aproximada por la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{4\pi Ra}{1 + \left(\frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2 + 4b^2}} \right)} \quad (5.1)$$

En la práctica la distancia “a” es mucho mayor que la profundidad de enterramiento “b”, la ecuación se simplifica de la siguiente manera:

$$\rho = 2\pi Ra \quad (5.2)$$

Dónde:

a = es la distancia entre electrodos auxiliares; en metros.

R = es la resistencia resultante del cociente V/I ; en Ω .

ρ = es la resistividad aparente del suelo; Ωm .

Para poder determinar el cambio de la resistividad del suelo con la profundidad, el espacio entre los electrodos se varía desde unos pocos metros hasta un espacio igual o mayor que la máxima dimensión esperada del sistema de puesta a tierra. El espacio de “a” del electrodo se interpreta como la profundidad aproximada a la cual se lee la resistividad del suelo. Para caracterizar la variación de resistividad del suelo dentro de un área específica, se deben realizar varios grupos de medidas en diferentes direcciones.

Por ejemplo 1, Si la distancia entre electrodos a es de 3 metros, b es 0.15m y la lectura del instrumento es de 0.36 ohms, la resistividad promedio del terreno a una profundidad de 3 metros, es de 6.815 ohm/m según la fórmula y de 6.785 ohms/m

según la fórmula simplificada.

Por ejemplo 2, Si la distancia entre electrodos a es de 3 metros, b es 0.15m y la lectura del instrumento es de 0.43 ohms, la resistividad promedio del terreno a una profundidad de 3 metros, es de 8.141 ohm/m según la fórmula y de 8.105 ohms/m según la fórmula simplificada. El resultado está 1.1 ohm por encima del rango recomendado por el suministrador (Comisión Federal de Electricidad (CFE)), en este caso es recomendable enterrar un poco más el electrodo y realizar nuevamente las mediciones y los cálculos correspondientes.

Es recomendable que se tomen lecturas en diferentes direcciones y a 90 grados una de otras para que no sean afectadas por estructuras metálicas subterráneas. El poder tener diferentes lecturas da como resultado si son graficadas contra el espaciamiento, indican si hay capas diferentes de suelo y dan una idea de su respectiva profundidad y resistividad.

5.6 Mantenimiento del Electrodo de un Sistema de Tierra Física

Es indispensable dar un mantenimiento preventivo al electrodo de una tierra física, ya que ciertos componentes pueden perder su eficacia con el transcurso del tiempo, debido a la corrosión, condiciones atmosféricas, golpes mecánicos, descargas eléctricas, etc.

El mantenimiento preventivo consiste en una revisión periódica, limpieza y reapriete de conexiones, con el fin de detectar oportunamente cualquier anomalía en el sistema de tierra, [9].

Se recomienda verificar, mantener y medir al menos cada 12 meses la resistencia del electrodo conforme a la NOM-022-STPS, [9]. Las acciones que se deben de realizar son:

- Revisando las condiciones de los electrodos y las conexiones electrodo-cable.
- Limpieza del registro de tierra y reapriete de conexiones electrodo-cable.
- Medición de la resistencia del electrodo del sistema de tierra física (telurómetro).
- Verificar la continuidad de conexiones electrodo-cable.

En caso de pertenecer a una empresa o realizar un trabajo para un particular, se deberá basar en la PROY-NOM-029-STPS-2011 la cual establece las medidas de seguridad que deberán de adoptarse para realizar trabajos en operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas permanentes o provisionales, los que se desarrollen en las líneas eléctricas aéreas y subterráneas, así como los que se realicen con líneas energizadas; también dispone que se cuente con procedimientos de seguridad para las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo y el uso del equipo de seguridad.

5.7 Punto de Fusión y Punto de Ebullición

Como **punto de fusión** se denomina, en Química, a la temperatura a la cual una sustancia pasa del estado sólido al líquido, es decir, se funde. El punto de fusión varía con cada sustancia, de allí que se considere como una de las propiedades características de los elementos y una constante física. El punto de fusión también es empleado en Química como indicador del nivel de pureza de una sustancia.

Como **punto de ebullición** se conoce, en física y química, aquella temperatura a la cual la presión de vapor de una sustancia iguala a la presión atmosférica externa. Es en punto de ebullición cuando se produce el paso de una sustancia en estado líquido al gaseoso de manera tumultuosa. De hecho, una vez alcanzado el punto de ebullición, la temperatura no puede ascender más. El punto de ebullición ocurre en unas condiciones de temperatura y presión determinadas.

El **punto de ebullición** y el **punto de fusión** no son lo mismo, pese a que tienen en común ser el momento en que una sustancia pasa de un estado a otro. La temperatura del punto de ebullición será siempre superior a la del punto de fusión.

El **punto de fusión** es la temperatura en la que se produce el paso de una sustancia del estado sólido al líquido cuando es sometido a una elevación de su temperatura. Por su parte, el **punto de ebullición** es la temperatura en la cual se produce el paso de una sustancia del estado líquido al gaseoso.

A continuación, *Tabla. 5.1* y *Fig. 5.4* indican los puntos de fusión y de ebullición, [10]; de tres elementos comúnmente utilizados como electrodos en una preparación para la instalación de una tierra física en baja tensión:

	Punto de Fusión	Punto de Ebullición
Aluminio	660 °C	2,450 °C
Cobre	1,083 °C	2,595 °C
Oro	1,063 °C	2,970 °C

Tabla. 5.1 Tabla de Punto de Fusión y Ebullición

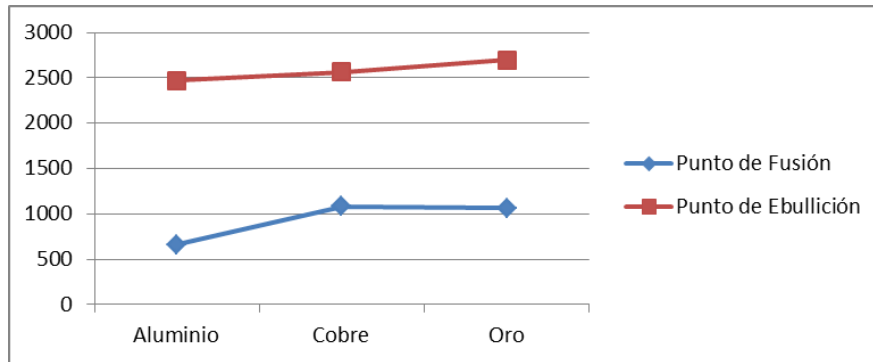


Fig. 5.4 Grafica de Punto de Fusión y Ebullición

5.8 Resistencia

La resistencia de un conductor depende de la longitud del mismo, de su sección y del material con el que está fabricado.

La Resistencia eléctrica es la propiedad que tienen los cuerpos de oponerse en cierto grado al paso de corriente eléctrica. Cualquier aparato eléctrico representa una carga, resistencia para la circulación de la corriente eléctrica. En función del valor de esta propiedad, los materiales se clasifican en conductores, semiconductores o aislantes, [11].

Mientras menor sea esa resistencia, mayor será el orden existente en el micromundo de los electrones; pero cuando la resistencia es elevada, comienza a chocar unos con otros y a liberar energía en forma de calor. Esto puede causar que pueda elevarse la temperatura del conductor y que llegue a adquirir valores más altos en el punto donde los electrones encuentren una mayor resistencia a su paso.

El conductor es el encargado de unir eléctricamente cada uno de los componentes de un circuito. Dado que tiene resistencia óhmica, puede ser considerado como otro componente más con características similares a las de la resistencia eléctrica.

5.9 Resistividad

La resistividad eléctrica cuantifica la fuerza con la que se opone un material dado al flujo de corriente eléctrica. Una resistividad baja indica un material que permite fácilmente el movimiento de carga eléctrica. Es la resistencia eléctrica específica de un determinado material. Su valor describe el comportamiento de un material frente al paso de corriente eléctrica; un valor alto de resistividad indica que el material es mal conductor mientras que un valor bajo indica que es un buen conductor, [5].

Un material con una resistividad eléctrica alta (conductividad eléctrica baja), es un aislante eléctrico y un material con una resistividad baja (conductividad alta) es un buen conductor eléctrico. En la *Tabla. 5.2* se muestran algunos materiales indicando su resistividad:

Resistividad de algunos materiales a 20 °C	
Material	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Plata	$1,55 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,70 \times 10^{-8}$
Oro	$2,22 \times 10^{-8}$
Aluminio	$2,82 \times 10^{-8}$
Wolframio	$5,65 \times 10^{-8}$
Níquel	$6,40 \times 10^{-8}$
Hierro	$8,90 \times 10^{-8}$
Platino	$10,60 \times 10^{-8}$
Estaño	$11,50 \times 10^{-8}$
Acero inoxidable 301	$72,00 \times 10^{-8}$
Grafito	$60,00 \times 10^{-8}$

Tabla. 5.2 Estadística de Resistividad de materiales

5.10 Análisis de Circuito

Una vez realizado la instalación correcta de la tierra Física podemos realizar un análisis de circuito el cual nos ayudará a calcular el valor total de la corriente a partir del break principal, esto será posible utilizando la fórmula matemática conocida como Ley de Watt, donde la potencia consumida es directamente proporcional al voltaje suministrado a la corriente que circula.

$$P = V \times I$$

Esto nos ayudara para poder saber el valor del break principal que podemos utilizar en nuestro domicilio.

Para este ejemplo mencionaremos aparatos eléctricos y electrónicos que generalmente hay en cualquier domicilio, y al mismo tiempo un aproximado de cuanto consumo generan:

Plancha	1400 w
10 focos 40w	400 w
5 focos 60w	300 w

Refrigerador	400 w
Licuadaora	400 w
Tostador	900 w
Stereo	75 w
DVD o blue Ray	30 w
Ventilador	65 w
Microondas	1200 w
PC	50 w
Televisor	50 w
Lavadora	500 w

Suponiendo que tenemos todos los aparatos encendidos al mismo tiempo, tenemos que sumar el total de los watts que generan todos los aparatos electrónicos antes mencionados; en este caso es de 5,570, teniendo la potencial total podemos determinar la intensidad de la corriente:

Sabemos que:

$$P = V \times I$$

Derivamos:

$$I = P / V$$

$$I = 5,570 \text{ w} / 127 \text{ V}$$

$$I = 45.43 \text{ Amp}$$

Por lo tanto, se deberá utilizar un break mayor de 45 amp.; se debe de tomar en cuenta que este resultado es tomando en cuenta que todos nuestros aparatos están encendidos al mismo tiempo. En estos casos donde los break's que se deben de utilizar, es recomendable realizar una división de cargas en la casa, para así poder evitar un sobrecalentamiento, esto se refiere a realizar un break para la parte superior de una casa y otro para la parte inferior de la casa, en caso donde la casa sea de un piso un break podría controlar las iluminarias del hogar y otro break los tomacorrientes, estas son sugerencias que pueden aplicarse en cualquier hogar.

CONCLUSIONES

En base a la experiencia laboral obtenida concluyo que instalar una tierra física en una preparación para el servicio de energía eléctrica es de suma importancia como se menciona en la introducción, tanto en seguridad de los usuarios y de los equipos que se encuentran conectados a la misma red eléctrica. Usuarios y estudiantes deben de tomar en cuenta todas las especificaciones que se hacen mencionan en este documento.

Se deberá considerar el tipo de electrodo a utilizarse, tomando en cuenta los tipos de suelo y subsuelo para poder tener una tierra física con una mayor eficiencia, considerando lo antes mencionado en el capítulo 3 (*Tipo de electrodo y tipo de subsuelo*). Se debe señalar y enfatizar que el Equipo de Protección Personal (EPP) se debe de utilizar en todo momento durante la instalación y como se menciona (*en el capítulo 3*), ya que este equipo es fundamental para la seguridad de usuarios y estudiantes que deseen realizar la instalación de una tierra física en una preparación para el servicio de energía eléctrica en baja tensión.

Para poder saber si se ha realizado una correcta instalación de un electrodo, es significativo tomar en cuenta lo que se menciona en el capítulo 4 (*Instalación de una tierra física*), ejecutar las pruebas necesarias con el megóhmetro y realizar en el caso de estudiantes utilizar el método matemático para poder estar seguro que se ha cumplido con los parámetros que requiere las normas mexicanas.

Es importante resaltar el hecho que las conexiones en baja tensión solo las debe realizar personal capacitado de Comisión Federal de Electricidad (CFE), ellos cuentan con cursos y equipo adecuado que les permite ejecutar el trabajo adecuadamente y de manera segura, ya que persona ajena a esta institución podrían sufrir algún accidente al intentar realizar este trabajo con causas fatales.

Con lo anterior antes mencionado y observando las necesidades que existen en la sociedad tanto estudiantil como usuarios en general, se genera un manual para la instalación de la tierra física en baja tensión; el cual permitirá que estudiantes y usuarios tengan los conocimientos de la manera correcta de realizar la instalación de una tierra física y de esta manera evitar algún accidente fatal.

Bibliografía

- [1]. <http://www.historiasdegrandes exitos.com> [Consulta: 22 de Noviembre del 2015].
- [2]. Manuales de Comisión Federal de Electricidad. [consulta: 10 de Diciembre del 2015].
- [3]. José García Trasancos, *Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión*, Cuarta edición, Thomson Paraninfo, 2002.
- [4]. Pedro Camarena M., Oscar Schrader Camarena, *Manual de instalaciones Eléctricas Residenciales*, segunda edición, Grupo Editorial Patria, 2012.
- [5]. Rogelio García Márquez, *La Puesta a Tierra de Instalaciones Electricas*, Alfaomega, 1999.
- [6]. C. Ray Asfahl, *Seguridad Industrial y Salud*, Cuarta edición, Pretice Hall, 2000
- [7]. www.0grados.com/instalacion-electrica-de-equipos-hvacr/ [Consulta: 7 de Noviembre del 2015].
- [8]. N. Bratu, E. Campero, *Instalaciones Eléctricas conceptos básicos y diseño*, Segunda edición, Alfaomega, 2011.
- [9]. https://www.servelec.mx/mantenimiento_a_sistemas_de_tierra.html [Consulta: 2 de Noviembre del 2015].
- [10]. <https://www.lenntech.es/periodica/tabla-periodica.htm> [Consulta: 2 de Noviembre del 2015].
- [11]. Enríquez Harper, *Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e industriales*, Segunda edición, Limusa, 2008.