



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA

“PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA NUEVA ÁREA DE PRODUCCIÓN POR AMPLIACIÓN DE PLANTA.”

MEMORIA DE TRABAJO PARA OBTENER
TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO

PRESENTA:
MIGUEL ANGEL DE LA FUENTE VARGAS

CUERNAVACA, MORELOS, NOVIEMBRE 2020

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme culminar un proceso más dentro de mi vida profesional.

A mis padres porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de mis anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mi se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual les viviré eternamente agradecido. Con cariño y respeto.

A mi hermano mayor, porque él fue mi motivo e inspiración para querer dedicarme a esta gran profesión, por apoyarme siempre en todo momento, por su entusiasmo y por estar siempre en momentos complicados, a mi hermano Carlos, por los grandes momentos que he pasado con él y por sus palabras de motivación que me han impulsado a ser siempre mejor persona, por sus grandes consejos y palabras precisas que siempre sabe decirme.

A la empresa en la que trabajo DEPEL “DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS” por qué durante 7 años ha confiado en mí, en mi capacidad para sacar proyectos y porque en ella me he forjado como ingeniero y gracias a esta gran empresa he logrado cumplir algunas metas en mi vida.

A mi novia, por entenderme en todo, gracias a ella porque en todo momento fue un apoyo incondicional en mi vida, por sus palabras de motivación que a diario recibo y por siempre estar conmigo.

Agradezco a mis asesores por su atención prestada y asesoramiento para el término de un proyecto más en mi vida, por toda su orientación y ayuda, por su amistad y por qué me permitieron aprender mucho más de lo estudiado, quiero reconocer sus enseñanzas, ideas y conocimientos compartidos

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido

CAPÍTULO I	12
INTRODUCCIÓN	12
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.2. OBJETIVO.....	13
1.3. ALCANCE	13
CAPÍTULO 2	14
MARCO CONCEPTUAL	14
2.1. ANTECEDENTES	14
2.2 LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SON:.....	14
2.3 HISTORIA DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA:.....	15
PRIMERAS SUBESTACIONES.....	16
2.4 EVOLUCIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.	17
2.5. NORMA APLICABLE NOM-001-SEDE-2012	17
2.6 SISTEMA DE TIERRA FÍSICA EN SUBESTACIÓN	22
2.7 ¿QUIEN ES BAXTER Y QUE FABRICA?.....	23
CAPÍTULO 3	24
METODOLOGÍA	24
Fase I (octubre 2018)	25
Fase II (noviembre 2018)	26
Fase III (diciembre 2018)	27
3.1. MATERIAL UTILIZADO	28
3.2. EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	40
CAPÍTULO 4	44

RESULTADOS	44
4.1 RESULTADO DE MEDICIONES PARA MALLA DE TIERRAS FÍSICAS	44
4.2 EQUIPOS INSTALADOS	52
4.3 CONCLUSIÓN	59

INDICE DE FIGURAS

Contenido

FIGURA 1.- REGISTRO DE TIERRA FÍSICA DONDE SE CONECTA A LA VARILLA MCA. COOPERWELD.	19
FIGURA. 2.- BARRA PARA CONEXIÓN DE TIERRAS FÍSICAS.	20
FIGURA 3.- DETALLE UNIÓN DE CABLES – COLUMNA.	20
FIGURA 4.- UNIÓN TIPO T PARA DERIVACIONES A MALLA DE TIERRA.	21
FIGURA 5.-SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.....	24
FIGURA 7.- CABLE DE POTENCIA MONO POLARES DE 5 A 35 KV CON AISLAMIENTO XLP O XLP- RA.	28
FIGURA 8.- TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO PARA MEDIA TENSIÓN.	29
FIGURA 9.- CONECTOR A COMPRESIÓN TIPO ZAPATA.....	30
FIGURA 10 .- REGISTRO DE RED DE MEDIA TENSIÓN.....	31
FIGURA 11.- SOPORTE PARA CONDUCTORES EN REGISTRO CONJUNTO DE CORREDERA Y MÉNSULA DE FIERRO GALVANIZADO.	32
FIGURA 12.- TERMINAL TIPO CODO. MODELO CB36-400	32
FIGURA 13.- TUBO PAD (POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD).....	33
FIGURA 14.- CONDUCTORES ELÉCTRICOS DE COBRE.....	34
FIGURA 15.- CABLE DE COBRE DESNUDO SUAVE.....	35
FIGURA 16.- TUBERÍA CONDUIT GALVANIZADA PARED GRUESA.....	36

FIGURA 17.- CHAROLA DE ALUMINIO TIPO ESCALERA.....	37
FIGURA 18.- CINTA PLÁSTICA “¡PELIGRO! ALTA TENSIÓN”.....	37
FIGURA 19.- REGISTRO PARA CABLE DE MEDIA TENSIÓN.....	38
FIGURA 20.- DETALLE CONEXIONES BT Y MT, TRANSFORMDOR 1500 KVAS40	40
FIGURA 21.- CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR 1500 KVA CON ITM PRINCIPAL DE 3X2000 AMPERE.....	40
FIGURA 22 .- TRANSFORMADOR 1000MKVA CON ITM PRINCIPAL DE 3X1200 AMPERE.....	41
FIGURA 23.- PLACA DE DATOS DE LA FIGURA 15.....	41
FIGURA 24.- TRANSFORMADOR 300 KVA CON ITM PRINCIPAL DE 3X1000 AMPERE.....	42
FIGURA 25.- PLACA DE DATOS FIGURA 18.....	42
FIGURA 26.- MALLA DE TIERRA FÍSICA EN SUBESTACIÓN. PUNTOS DE CONEXIÓN DE TIERRA FÍSICA EN SUBESTACIÓN 2.....	43
FIGURA 27.- BOMBA DE RECIRCULACION 150 HP.....	52
FIGURA 28.- BOMBA BLOWN DOWN 10 HP.....	52
FIGURA 29.- BOMBA CIRCUITO AGUA CLORADA 25 HP.....	53
FIGURA 30.- BOMBA CISTERNA 50 HP.....	53
FIGURA 31.- BOMBA DE POZO 75 HP.....	53
FIGURA 32.- BOMBA RECIRCULACIÓN 25 HP.....	54
FIGURA 33.- BOMBA CALDERA CLEAVER BROOKS 50 HP.....	54
FIGURA 34.- BOMBA 350 CHILLER A Y B.....	55
FIGURA 35.- TRANSFORMADOR 45 KVA TIPO SECO.....	55

FIGURA 36.- BOMBA CIRCUITO LOOP 50 HP	56
FIGURA 37.- BOMBA TANQUE BUFFER 15 HP	56
FIGURA 38.-BOMBA RECIRCULACIÓN AUTOCLAVE 28	56
FIGURA 39.- SECADORA AIRE COMPRIMIDO.....	57
FIGURA 40.- BOMBA AGUA HELADA 50 HP.....	57
FIGURA 41.- MOTOR VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO 50 HP	58

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido

TABLA 1: ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE POTENCIA	29
TABLA 2 CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE LA TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO	30
TABLA 3 CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES CONECTOR A COMPRESIÓN TIPO ZAPATA	31
TABLA 4 CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DEL TUBO PAD	33
TABLA 5 OCUPACIÓN EN TUBO CONDUIT DE CONDUCTORES Y CABLES DEL MISMO TAMAÑO NOMINAL Y ESPECIFICACIONES.....	39
TABLA 6 MEDICIONES DE RESISTENCIA DE LA RED DE TIERRAS	44

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Contenido

FOTO 1- SUBESTACIÓN 2- SM6	46
FOTO 2 EQUIPO RM6 (DERIVACIONES PARA ALIMENTAR CADA TRANSFORMADOR)	47
FOTO 3- TRANSFORMADORES UBICADOS EN NUEVA SUBESTACIÓN.	48
FOTO 4 - TABLERO CON INTERRUPTORES MASTER PACK.....	50
FOTO 5 - TABLERO CON ITM PRINCIPAL DE TR- 11	51
FOTO 6 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN 440, 220/127, VCA, INSTALADOS DENTRO DE PLANTA	51

ANEXOS

Contenido

1. DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTACIÓN 1.....	60
2. DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTACIÓN 2.....	60
3. DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR 11	60
4. DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR 12	60
5. DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR 13.....	60
6. DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR 14	60
7. DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR 15	60
8. DETALLE DE REGISTRO A MEDIA TENSIÓN.....	60
9. DETALLES DE CONEXIONES DE TRANSFORMADOR A INTERRUPTOR PRINCIPAL.....	60
10. DETALLES DE CONEXIÓN A SUBESTACIÓN.....	60
11. DETALLES DE RELLENO PARA REGISTROS DE MEDIA TENSIÓN CON TUBOS DE POLIETILENO.....	60
12. LAYOUT SUBESTACIÓN 2	60
13. MAYA DE TIERRA SUBESTACIÓN 2	60
14. PLANO DE ACOMODO DE EQUIPOS EN SUBESTACIÓN	60
15. PLANO GENERAL CON CUADRO EN LÍNEA ROJA DE AMPLIACIÓN.....	60
16. TRAYECTORIA CHAROLA	60

17.	TRAYECTORIA DE MEDIA TENSIÓN CON REGISTROS.....	60
18.	MEMORIA CALCULO BOMBAS DE CIRCULACIÓN Y TORRE DE ENFRIAMIENTO.....	60
19.	MEMORIA CALCULO DE BOMBA BLOW DOWN.....	60
20.	MEMORIA CALCULO BOMBA CIRCUITO AGUA CLORADA.....	60
21.	MEMORIA DE CALCULO BOMBA CISTERNA 50HP.....	60
22.	MEMORIA DE CALCULO BOMBA POZO NO. 2.....	60
23.	MEMORIA DE CALCULO BOMBA RECIRCULACIÓN CHILLER.....	60
24.	MEMORIA DE CALCULO CALDERA.....	60
25.	MEMORIA DE CALCULO BOMBA CHILLER A Y B.....	60
26.	MEMORIA DE CÁLCULO DE TRANSFORMADOR 45KVA.....	60
27.	MEMORIA DE CALCULO BOMBA CIRCUITO LOOP.....	60
28.	MEMORIA DE CALCULO FILTRO DE VENDEO.....	60
29.	MEMORIA DE CALCULO SECADORAS DE AIRE COMPRIMIDO.....	60
30.	MEMORIA DE CALCULO BOMBA DE RECIRCULACIÓN AUTOCLAVE.....	2860
31.	MEMORIA DE CALCULO BOMBAS LOOP AGUA HELADA.....	60
32.	MEMORIA DE CALCULO DESTILADOR A Y B.....	60
33.	MEMORIA DE CALCULO VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO.....	60

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Vivimos en una sociedad de consumo, que utiliza sus recursos para su mejor confort y cuanto más consume, “mejor”. La visible mejora en la calidad de vida de los países industrializados, mayores consumistas, hace que los países en vías de desarrollo, quieran seguir su modelo. Es por ello que, la mayor parte de la estructura de oferta de energía primaria, está basada en petróleo y gas en casi el 90% a nivel mundial. El incremento de individuos (superpoblación) consigue acelerar la dependencia excesiva.

La industria utiliza toda clase de energía comercial, aunque en la práctica es la principal usuaria de la electricidad y el gas natural. Siguen en importancia los derivados del petróleo. El uso de carbón está desapareciendo, mientras que crece el de calor útil obtenido a base de energía solar térmica.

La experiencia muestra que las industrias pueden aumentar su eficiencia energética de manera radical sin arruinarse por el camino. Los variados procesos de fabricación (desde escaldar verduras a pintar carrocerías de automóviles) ofrecen infinitas posibilidades de ahorrar energía.

Para ello, los sistemas de fabricación se analizan cuidadosamente. El calor residual de un proceso puede servir para otro, mientras que colocar material aislante en una determinada tubería puede evitar grandes pérdidas. Es por eso que en este proyecto se realizarán los cálculos eléctricos correspondientes para cada uno de los equipos a instalar, y posteriormente se ejecutará la instalación eléctrica en media y baja tensión para el suministro eléctrico de la ampliación de la planta, la cual se ve en la necesidad de abastecer de más producto a diferentes clínicas particulares y gubernamentales, esto debido a la demanda que actualmente se exige con respecto a este producto del sector salud, pues en la actualidad la sobrepoblación mundial y las diversas enfermedades hacen que plantas farmacéuticas como BAXTER tenga la necesidad de incrementar sus líneas de producción, lo que conlleva a un mayor consumo de

energía eléctrica, pues con la instalación de más equipos (motores, ventiladores, torres de enfriamiento, calderas, autoclaves, etc.) se debe realizar la instalación de una nueva subestación eléctrica para poder abastecer de energía suficiente a la nueva línea de producción.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al incremento de demanda por la fabricación de sus productos, Baxter México se ve obligado a incrementar sus líneas de producción, lo que conlleva a un mayor consumo de energía eléctrica, pues con la instalación de más equipos (motores, ventiladores, torres de enfriamiento, autoclaves, líneas de llenado, empaque, calderas, etc.) se debe realizar la instalación de una nueva subestación eléctrica para poder abastecer de energía suficiente a la nueva línea de producción.

1.2. OBJETIVO

Abastecer de energía eléctrica en media y baja tensión instalando una subestación en la nueva línea de producción de Baxter.

1.3. ALCANCE

En el presente proyecto se instalarán 5 transformadores en aceite, 4 de ellos en un voltaje de 440 y el otro con un voltaje de 220, cumpliendo con la calidad que se requiere tanto en equipo, material a utilizar y construcción que sea requerida, con el propósito de cumplir con un anteproyecto aprobado por la planta, unidad verificadora de instalaciones eléctricas, y bajo los lineamientos que la NOM-001-SEDE-2012 pide.

CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL

2.1. ANTECEDENTES

Las subestaciones eléctricas intervienen en la generación, transformación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. Una subestación eléctrica está compuesta por dispositivos capaces de modificar los parámetros de la potencia eléctrica (tensión, corriente, frecuencia, etc.) y son un medio de interconexión y despacho entre las diferentes líneas de un sistema eléctrico (RELSAMEX- 2020).

2.2 LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SON:

- Transformador: Es una máquina eléctrica estática que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro conservando la frecuencia constante, opera bajo el principio de inducción electromagnética y tiene circuitos eléctricos que están enlazados magnéticamente y aislados eléctricamente (Enríquez Harper, Gilberto, 2011).
- Interruptor de potencia Interrumpe y restablece la continuidad de un circuito eléctrico. La interrupción se debe efectuar con carga o corriente de corto circuito.
- Restaurador: Es un interruptor de aceite con sus tres contactos dentro de un mismo tanque y que opera en capacidades interruptivas bajas. Los

restauradores están contruidos para funcionar con tres operaciones de recierre y cuatro aperturas con un intervalo entre una y otra; en la última apertura el cierre debe ser manual, ya que indica que la falla es permanente.

- Cuchillas fusibles: Son elementos de conexión y desconexión de circuitos eléctricos. Tienen dos funciones: una como cuchilla desconectadora, para lo cual se conecta y desconecta, y otra como elemento de protección. El elemento de protección lo constituye el dispositivo fusible que se encuentra dentro del cartucho de conexión y desconexión
- Cuchillas desconectadoras y cuchillas de prueba: Sirven para desconectar físicamente un circuito eléctrico. Por lo general se operan sin carga, pero con algunos aditamentos se puede operar con carga hasta ciertos límites.
- Apartarrayos: Se encuentra conectado permanentemente en el sistema, descarga la corriente a tierra cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud. Su operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuando se alcanza el valor para el cual está calibrado o dimensionado.
- Barras o buses: Son las terminales de conexión por fase (Enríquez Harper, Gilberto, 2011).

2.3 HISTORIA DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA:

PRIMERAS SUBESTACIONES

Hace alrededor de 130 años, se llevó a cabo una gran revolución técnica, que fue un paso vital en el desarrollo de la sociedad moderna.

La historia está marcada por una serie de grandes inventos que han sobresalido en la sociedad, actuando como una base de piedra sobre piedra en el surgimiento del mundo moderno. La mayoría de las personas estarían de acuerdo en que el fuego, la rueda, los modernos sistemas de transporte y comunicaciones, o la Internet, tienen un lugar en esta lista. Tal vez menos evidente pero igual de fundamental es la transmisión de energía eléctrica a gran escala y a través de largas distancias. Pues sin duda este gran avance no habría sido posible sin el transformador.

Hace alrededor de 130 años, hubo una gran revolución técnica relacionada al sistema eléctrico. Esa revolución fue la generación, transmisión y el uso de la energía eléctrica comercial. Nadie puede hoy imaginar un mundo sin electricidad.

Vamos a empezar por el inicio, cuando pioneros como Thomas Edison y Nikola Tesla (apoyado por George Westinghouse) estaban compitiendo por el sistema de transmisión del futuro: ¿Debería ser este en DC (corriente continua) ó AC (corriente alterna)?

Las primeras instalaciones eléctricas eran locales: Los lugares de generación y consumo estaban separados solo a unos pocos kilómetros de distancia. Las conexiones en DC desde los generadores hidroeléctricos a vapor hasta los consumidores finales, estaban en el rango de los cientos de voltios. A principios de la década de 1880, por ejemplo, «Edison Illuminating Company» suministraba energía a 59 clientes del Bajo Manhattan, con electricidad a 110 V DC. Pero la demanda de energía de las ciudades de rápido crecimiento y los centros industriales reclamaban un aumento en la capacidad de transmisión de energía.

El pequeño generador hidroeléctrico a vapor ya no era suficiente y se tuvieron que crear centrales eléctricas más grandes lejos de las ciudades. Los niveles de tensión

tuvieron que ser aumentados para mantener las corrientes nominales en las líneas de alta tensión (ahora media tensión) y de esta forma reducir las pérdidas y la caída de tensión. Este fue el momento del nacimiento de un nuevo componente en el sistema eléctrico: el transformador de potencia (Gregory Hollings, 2015).

2.4 EVOLUCIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

Cien años no son nada en comparación con el tiempo que lleva el hombre vagando sobre la Tierra. Pero en términos de tecnología, son una eternidad. Cuando ABB fabricó su primera subestación hace unos cien años, nadie habría podido adivinar cómo serían estas instalaciones en la actualidad. En aquella época, los interruptores eran voluminosos y complicados, y exigían supervisión constante y mantenimiento frecuente. Gran parte del siglo XX se centró en el desarrollo de nuevas tecnologías que aumentarían la capacidad y la disponibilidad y reducirían el mantenimiento, y también en la solución de aspectos como el tamaño, la velocidad y la automatización. Algunos de estos avances e innovaciones condujeron al lanzamiento en el decenio de 1960 de la aparatada aislada en gas (GIS por sus siglas en inglés). Estos equipos pequeños y compactos redujeron las dimensiones de una subestación convencional aislada en aire (AIS) en casi un 90 %. En el decenio de 1970, la protección electromecánica convencional fue sustituida por la protección estática (amplificadores operativos), y las innovaciones posteriores han dado lugar a los sistemas actuales de control numérico y protección, provistos de numerosas funciones y tareas, que se comunican con otros sistemas por medio de tecnología digital. Desde hace algún tiempo, las compañías eléctricas pueden manejar y controlar a distancia las subestaciones sin necesidad de mantener personal en las instalaciones. Hay subestaciones prediseñadas, prefabricadas y modulares en distintas configuraciones AIS y GIS que garantizan plazos de entrega cortos y alta calidad de instalación (Revista ABB 1/2008- Hans-Erik Olovsson, Sven-Anders Lejdeby).

2.5. NORMA APLICABLE NOM-001-SEDE-2012

El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- Las descargas eléctricas

- Los efectos térmicos

- Las sobre corrientes

- Las corrientes de falla

- Las sobretensiones.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM promueve el uso de la energía eléctrica en forma segura; asimismo esta NOM no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas no calificadas.

Esta NOM cubre a las instalaciones destinadas para la utilización de la energía eléctrica en: Propiedades industriales, comerciales, de vivienda, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensión de operación, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico conectado por los usuarios. Instalaciones en edificios utilizados por las empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación. Las ampliaciones o modificaciones a las instalaciones, así como a las partes de instalaciones existentes afectadas por estas ampliaciones o modificaciones. Los equipos eléctricos sólo están considerados respecto a su elección y aplicación para la instalación correspondiente.

NOM-022-STPS-2008:

Establece las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para prevenir los riesgos por electricidad estática. Se aplica en todos los centros de trabajo donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas, y en aquellos que por la naturaleza de sus procesos empleen materiales, sustancias o equipos que sean capaces de almacenar o generar cargas eléctricas estáticas.

NOM-026-STPS-2008:

Establecer los requerimientos en cuanto a los colores y señales de seguridad e higiene y la identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

Esta norma se rige a nivel nacional y aplica en todos los centros de trabajo. (NORMA APLICABLE NOM-001-SEDE-2012)

A continuación, se muestran cada uno de los detalles utilizados para la malla de tierras físicas.

En estos registros es donde se realizó la delta para la realización de la maya de tierra física de la subestación, esta nueva red de malla de tierra física se unió con la red malla que ya se encontraba instalada con anterioridad en la planta, esto para estar seguros de que todas las estructuras y equipos están unidos a una misma red de tierra física.

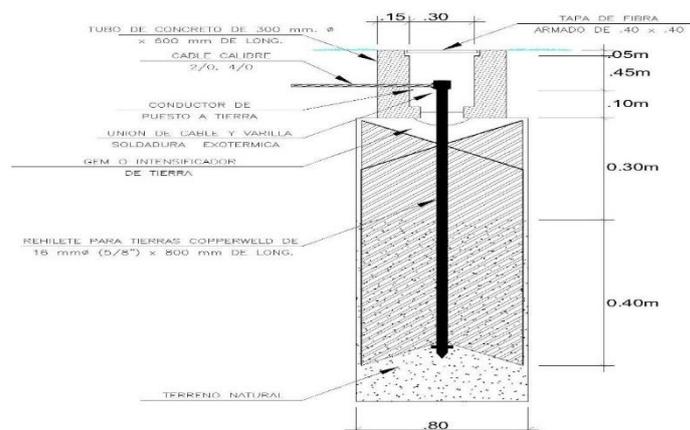


Figura 1.- Registro de tierra física donde se conecta a la varilla MCA. COOPERWELD.

La función principal de esta barra es la de realizar la conexión de los cables de tierra física, esta barra deberá de ir conectada con un cable de cobre desnudo hacia la varilla de alguno de los registros (pozos) de tierra física que ya se encuentren instalados.

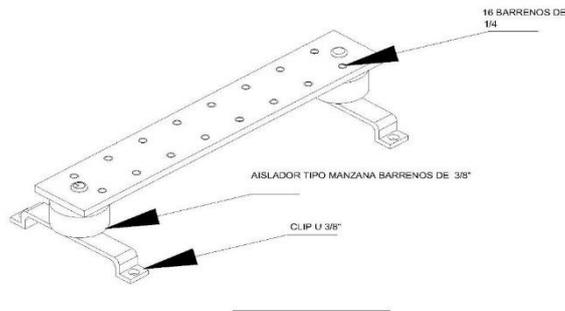


Figura. 2.- Barra para conexión de tierras físicas.

En estas imágenes se muestra cada detalle de cada una de las soldaduras exotérmicas que se utilizaron para realizar el aterrizaje de las columnas estructurales del nuevo edificio de la ampliación. Como lo muestra la imagen, pueden ser horizontales o verticales.

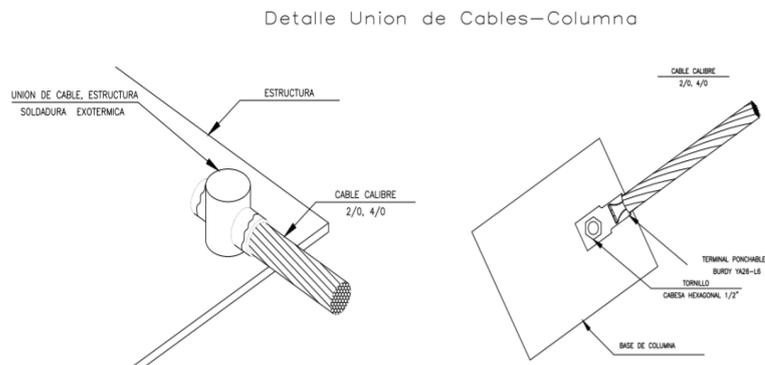


Figura 3.- Detalle unión de cables – columna.

En estas imágenes se muestra cada detalle de cada una de las soldaduras exotérmicas que se utilizaron para realizar la unión entre 2 o más cables, para así poder derivar hacia cada equipo o estructura que se haya aterrizado.

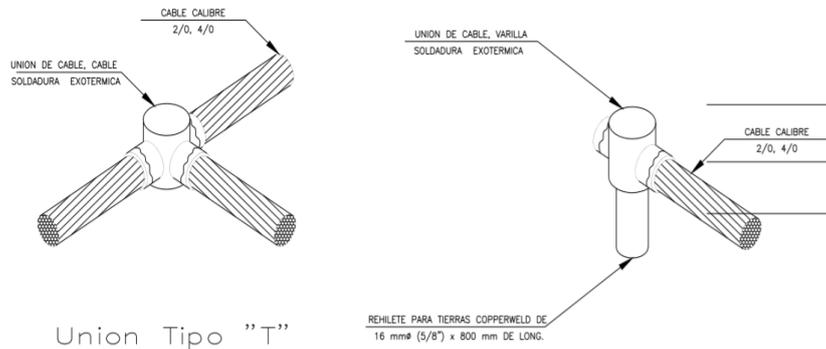


Figura 4.- Unión tipo T para derivaciones a malla de tierra.

A través de los años las subestaciones eléctricas han ido evolucionando relativamente, hoy en día existen varios tipos de transformadores entre los cuales destacan, los transformadores en aceite, transformadores secos, transformadores tipo pedestal, transformador tipo poste, entre otros y cuentan con diferente potencia que puede ser desde los 15 hasta los 2500 KVA en un voltaje de operación de 440/220 y 220/127 VCA, todos estos equipos están construidos bajo la norma NOM-001-SEDE-2012.

En la actualidad la energía eléctrica es vital para cualquier actividad del ser humano, en el mundo existen muchas fábricas que se encargan de realizar productos esenciales para el ser humano, y cada una de ellas cuenta con sus propias subestaciones eléctricas que están conformadas por transformadores, tableros de distribución, interruptores, etc. todo esto, instalado bajo un lineamiento de la norma antes mencionada.

En este proyecto se hablará de la instalación de una nueva subestación eléctrica para la fábrica "BAXTER MEXICO SA DE CV" que, debido a su incremento de producción,

nace la necesidad de una nueva línea de producción que está alimentada eléctricamente por varios transformadores de diferentes capacidades y diferentes voltajes, esto con la finalidad de que cada uno de sus equipos desde motores hasta luminarias funcionen de manera correcta.

2.6 SISTEMA DE TIERRA FÍSICA EN SUBESTACIÓN

¿Qué es un sistema de puesta a tierra?

La puesta a tierra o conexión a tierra es la conexión de las superficies conductoras expuestas (gabinetes metálicos) a algún punto no energizado; comúnmente es la tierra sobre la que se posa la construcción, de allí el nombre. Al sistema de uno o varios electrodos que proveen la conexión a tierra se le llama «toma de tierra». Las puestas a tierra se emplean en las instalaciones eléctricas como una medida de seguridad. En caso de un fallo donde un conductor energizado haga contacto con una superficie conductora expuesta o un conductor ajeno al sistema hace contacto con él, la conexión a tierra reduce el peligro para humanos y animales que toquen las superficies conductoras de los aparatos. Dependiendo del sistema, el fallo puede provocar que se desconecte el suministro por un interruptor termomagnético, un interruptor diferencial o un dispositivo monitor del aislamiento.

Componentes del sistema de puesta a tierra.

A los elementos que forman el conjunto de una puesta a tierra los podemos clasificar de la siguiente forma:

- Tierra: Necesitamos un terreno que será capaz de disipar las energías que pueda recibir.
- Toma de tierra: Esta es la instalación de conexión a tierra, consta de las siguientes partes:
 - Electrodos o picas (también llamados jabalinas): Partes metálicas enterradas.
 - Línea de enlace con tierra: Conductor conectado a los electrodos.

- Bornes de puesta a tierra: conexión entre la línea de enlace y los distintos conductores de protección.
- Conductores de protección: unen los distintos puntos de la instalación con la línea de enlace.

En esta nueva subestación se instaló una maya de tierra física con un cable desnudo antinflama vinanel condumex calibre 4/0, en el cual se aterrizó a cada estructura que conforma la obra civil, ocupando un molde de grafito a placa, un molde de grafito en “T”, un molde de grafito en “X”. Anterior a esto, se hicieron los pozos para hacer la delta para la tierra física donde se escarbo a una profundidad de 70 cm. Para poder colocar el rehilete para tierra marca cooperweld.

Una vez hecha la excavación y colocada la varilla se le echa un compuesto llamado GEM o intensificador de tierra.

2.7 ¿QUIEN ES BAXTER Y QUE FABRICA?

Baxter México, llegó hace más de 70 años a México con la misión de salvar y mantener vidas. Desde entonces y hasta hoy este objetivo se ha mantenido intacto y enmarca todo el quehacer de la corporación.

Cuenta con tres plantas de manufactura se ubican en Cuernavaca, Morelos; Atlacomulco, Estado de México y Tijuana, Baja California. En ellas se fabrican soluciones para diálisis peritoneal, soluciones intravenosas, así como dispositivos para su administración. El 80% de los productos manufacturados en México son para consumo nacional, adicionalmente contamos con importaciones hacia países de Asia Pacífico, Europa, Centroamérica y Sudamérica.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto fueron necesarias varias reuniones con ingenieros de la planta para compartir información, como la cantidad de equipos, motores, y maquinaria que se requeriría esto con el fin de poder hacer memorias de cálculo, cálculo de caída de tensión y diagramas unifilares, todos esto de acuerdo a la potencia de cada uno de los equipos y de esta manera determinar la capacidad de cada uno de los transformadores encargado de suministrar la energía.

Así mismo, servirá para una mayor fabricación que permita el aumento de ventas y aumento de almacenamiento.

Como primer paso se da a conocer el proyecto para el mejoramiento de productividad y mejoramiento de la planta. Se utilizaron diversas herramientas y acompañamiento de supervisores; esto con la finalidad de que la ampliación cumpliera con las normas y especificaciones por parte de la empresa, dicho proyecto se planeó para tres meses el cual inició a principios del mes de octubre de 2018 y dio su término en el mes de diciembre del mismo año.

Esta es la subestación que actualmente tiene la planta, la cual cuenta con un equipo RM6 que es el encargado de hacer las derivaciones hacia cada uno de los transformadores existentes, y del cual se tomó una sección para la alimentación de la nueva subestación ver siguiente figura.



Figura 5.-Subestación eléctrica

Fase I (octubre 2018)

Actividad 1: Se realizó un recorrido para la trayectoria de media tensión, la que sería la definitiva para la interconexión de la subestación 1 y subestación 2.

Actividad 2: Marcar en piso para trayectoria de media tensión

Actividad 3: Excavación para nuevos registros de cable de media tensión

Actividad 4: Llegada de nuevos registros de media tensión

Actividad 5: Instalaciones de registros de media tensión

Actividad 6: Colocación de tubos PVC para canalización de cables de media tensión

Actividad 7: Instalación de cable desnudo de tierra para maya de tierra física en subestación 2

Actividad 8: Excavación para pozos de tierra física y colocación de tubo albañal

Actividad 9: Colocación de varilla y soldadura de cable de cobre desnudo 2/0 de 5/8 para delta de tierra física

Actividad 10: Armado y cimbrado de estructura para base de transformadores

Actividad 11: Colado de base para transformadores, SM6 Y RM6

Actividad 12: Recepción de cable XLP, para la alimentación de subestaciones.

Actividad 13: Recepción de equipo SM6 Y RM6 (interruptores de media tensión)

Actividad 14: Cableado de cable XLP desde subestación 1 a subestación 2

Actividad 15: Recepción de 3 transformadores a planta.

Actividad 16: Instalación de equipo SM6 Y RM6 en subestación 2

Actividad 17: Instalación de 3 transformadores en subestación 2

Actividad 18: Canalización subterránea sobre charola de RM6 hacia transformadores

Actividad 19: Cableado de equipo RM6 a transformadores

Fase II (noviembre 2018)

Actividad 1: Corte de energía, por parte de CFE para conexión de SM6

Actividad 2: Conexión de terminales en equipo SM6

Actividad 3: Conexión de terminales en equipo RM6 para alimentación de subestación 2

Actividad 4: Pruebas de equipo por parte de fabricante (SHNEIDER)

Actividad 5: Armado de terminales para alimentación de cada sección de RM6 a transformadores

Actividad 6: Conexión de transformadores en lado de media tensión

Actividad 7: Recepción de tablero de distribución en baja tensión

Actividad 8: Instalación de tableros de distribución en baja tensión

Actividad 9: Conexión de transformadores a tableros de baja en tensión

Fase III (diciembre 2018)

Actividad 1: Revisión de diagramas unifilares

Actividad 2: Entrega de diagramas unifilares

3.1. MATERIAL UTILIZADO

Se realiza el cambio de conductor de la acometida a la subestación 1, utilizando el siguiente material:

Acometida principal la cual se encarga de suministrar energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad, hacia la subestación de la planta, proporcionando un voltaje en media tensión de 23,000 volts ver figura siguiente.

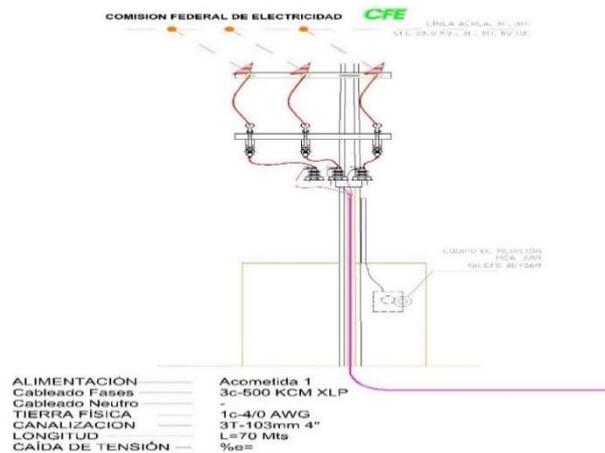


Figura 6.- Acometida 23 Kv media tensión.

Conductor utilizado para suministrar de energía eléctrica a la nueva subestación, puede ser de cobre o aluminio, según lo más conveniente, y está diseñado para un voltaje de operación desde los 5,000 volts hasta los 35,000 volts.

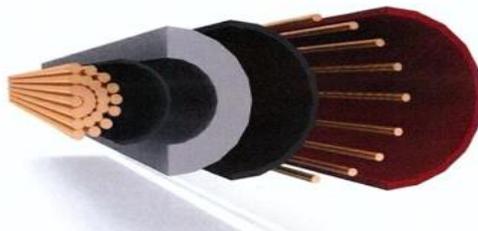


Figura 7.- Cable de potencia mono polares de 5 a 35 kV con aislamiento XLP O XLP- RA.

Tabla 1: Especificaciones y características del cable de potencia

CARACTERISTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conductor de cobre o aluminio con aislamiento XLP o XLP-RA y cubierta de PAD de varios calibres y para voltajes de Media Tensión. Según Tablas anexas.
ESPECIFICACION	NRF-024 Cables de potencia monopolares de 5 a 35 kV con aislamiento de XLP, polietileno de cadena cruzada, o XLP en retardantes a las arborescencias (RA)
USO Y APLICACION	Conducir corriente de un punto a otro dentro de un circuito eléctrico en los sistemas de distribución subterránea..
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

Terminal contráctil en frío, su función es permitir la correcta transición y conexión del sistema con conductores aéreos desnudos y equipo vivo a sistemas de cableado subterráneo.



Figura 8.- Terminal contráctil en frío para media tensión.

Tabla 2 Características y dimensiones de la terminal contráctil en frío

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Terminal de MT tipo contráctil en frío para cables de energía de A kV de tensión entre fases, calibre B AWG (KCMIL) e instalación tipo C . Material de hule silicón, con control de esfuerzos de alta constante dieléctrica. Incorpora compuestos para el sello superior y el alivio de esfuerzos, resistente a los rayos UV, campanas integradas al cuerpo.
ESPECIFICACION	NMX - J - 199 Terminal para cables de potencia de 2 a 230 kV.
USO Y APLICACION	Se usa para terminar cables de Media Tensión en instalaciones interior y exterior. Clase 1: Aplicables en zonas de alta contaminación o normal, alivia los esfuerzos del campo eléctrico, se usa en Media Tensión hasta 35 kV.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad en bolsa de plástico cerrada.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

Este conector se une a la punta del cable aplicando presión con unas pinzas conocidas como “pinzas ponchadoras” la cual al ejercer cierta fuerza de presión hace que el conector se una con el cable, y posterior a esto se aprieta con tornillos y tuerca a la terminal de baja tensión.

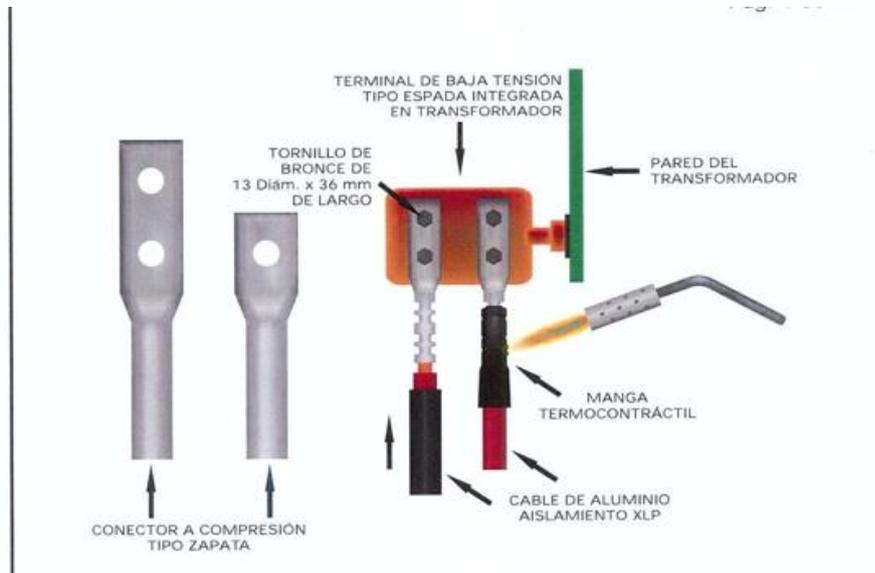


Figura 9.- Conector a compresión tipo zapata.

Tabla 3 Características y dimensiones conector a compresión tipo zapata

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector a compresión tipo zapata de cobre electrolítico estañado, de 1 y 2 perforaciones.
ESPECIFICACIÓN	
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables de Baja Tensión a la terminal tipo espada del transformador pedestal. Conectar terminales de Media Tensión poliméricas o termocontráctiles a equipos.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
CLAVE	
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

Se realizó la trayectoria para red de media tensión, para alimentar la subestación 1 con la subestación 2, utilizando el siguiente material:

Su principal uso es en las obras subterráneas, este registro permite alojar cables y conexiones de baja y/o media tensión lo que permite su ejecución en la obra y la convierte en una obra más segura. Este registro debe cumplir con las características y especificación que pide la Comisión Federal de Electricidad

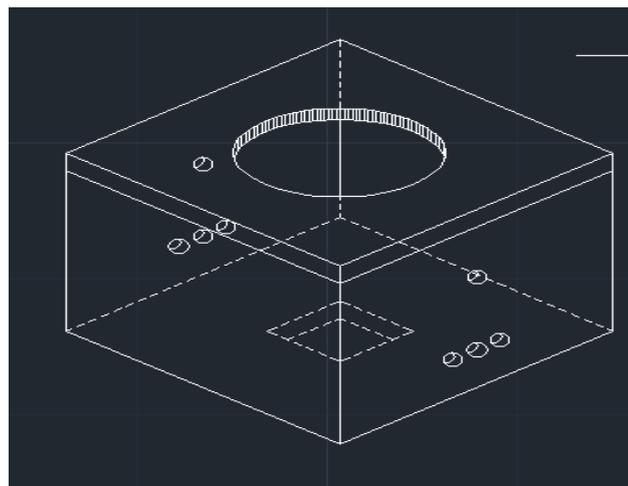


Figura 10.- Registro de red de media tensión.

Soporte para conductores, Su principal uso es para el acomodo de cables de baja y/o media tensión, estas ménsulas se fijan a las paredes del registro con taquetes expansivos de 3/8" para poder acomodar los cables los cuales deberán ir sobre los tacones de neopreno.

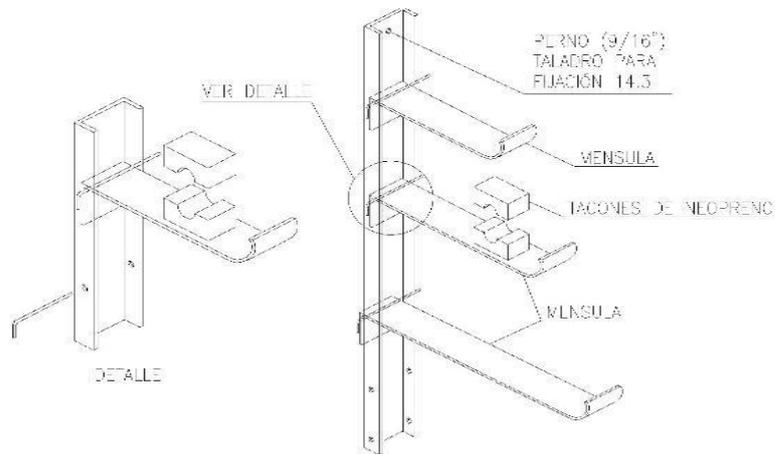


Figura 11.- Soporte para conductores en registro conjunto de corredera y ménsula de hierro galvanizado.

Estas terminales son utilizadas para realizar la conexión entre cable en media tensión XLP y el equipo RM6, se debe seleccionar la terminal adecuada de acuerdo al voltaje en media tensión que la CFE suministra, puede ser 13.2 kv o 23 kv. esto dependiendo la zona en la que se vaya a realizar la conexión.

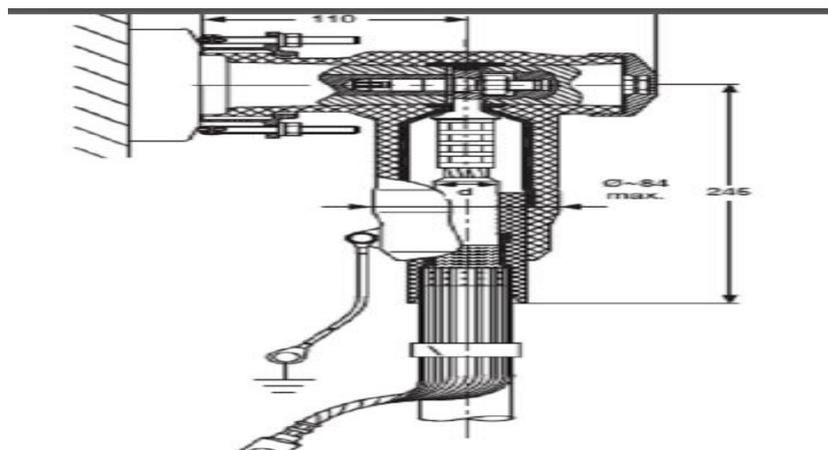


Figura 12.- Terminal tipo codo. Modelo CB36-400

Tubo PAD, Su principal función es la de unir el tubo PAD (poliuretano de alta densidad) con otro tubo, logrando que no se separen al momento de estar haciendo la canalización y posterior de meter los cables.



Figura 13.- Tubo PAD (polietileno de alta densidad)

Tabla 4 Características y dimensiones del tubo PAD

Características	Dimensiones
<p>Reafirmando nuestra misión de hacer más fáciles y seguras las instalaciones eléctricas, desarrollamos la presentación en rollo de PAD, especial para redes subterráneas, cuya aplicación ofrece grandes ventajas</p> <p>Fabricado con resina virgen de Polietileno de Alta Densidad (HDPE/PEAD), tiene una capa corrugada exterior unida por medio de coextrusión a una pared interior lisa, lo que le proporciona gran resistencia estructural.</p>	<p>Se encuentra disponible en rollos de 200 m para 2", de 95 m para 3" y de 50 m para 4", presentaciones que garantizan una transportación e instalación fácil y económica.</p> <p>Aprovechamiento al 100%.</p>

El cable Vinanel XXI RoHSM.R. tiene propiedades eléctricas, mecánicas químicas, térmicas y ecológicas que lo hacen único en el mercado eléctrico y ofrece el más alto desempeño, durabilidad y seguridad, con garantía de por vida por escrito en el inmueble en donde se instale. Ideal para circuitos alimentadores y derivados en instalaciones eléctricas en casas habitación, lugares de concentración pública (edificios de oficinas, hospitales, bancos, hoteles, cines, etc.), industrias, etc.. Es adecuado para instalaciones en interiores o exteriores expuestas directamente a la luz solar. Puede instalarse en charolas (a partir del calibre 4 AWG), tubos (conduit),

canaletas, ductos o trincheras, acorde a lo indicado en la NOM-001-SEDE. Este producto cuida y protege al medio ambiente y los seres vivos ya que en la formulación del aislamiento y en el proceso de manufactura se cumple con la directriz RoHS (restricción del uso de sustancias peligrosas).

Resistencia a la intemperie 720 horas (NMX-J-553). Grabado "SR"
Mínima emisión de gas ácido halogenado NMX-J-472). Grabado "LS"
Emisión reducida de humos NMX-J-474-ANCE. Grabado "LS".
Resistencia a la propagación de incendio NMX-J-093-ANCE, 30 min. Grabado "LS"



Figura 14.- Conductores eléctricos de cobre.

Conductores de protección - Cable de Cobre Desnudo

Descripción general

Cable de cobre desnudo en temple duro, semiduro o suave.

Especificaciones

- NOM-063-SCFI Productos eléctricos conductores - Requisitos de seguridad.
- NMX-J-012-ANCE Cables de cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos.
- ASTM B-8 Standard Specification For Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-hard or Soft.

Principales aplicaciones

- Los cables de cobre en función de su temple y construcción, se usan sobre aisladores en líneas aéreas de distribución eléctrica.
- En conexiones de neutros y puestas a tierra de equipos y sistemas eléctricos.
- Como conductores principales de conductores eléctricos aislados.

Características

- Formado por alambres de cobre electrolítico de alta pureza con un contenido mínimo de 99,9% de cobre.
- Los cables se fabrican en construcción concéntrica.
- Se elaboran en calibres de 0,519 1 a 506,7 mm² (20 AWG a 1 000 kcmil).
- Temple duro, semiduro o suave dependiendo de las aplicaciones.
- Estos productos se ofrecen en empaques de carrete.

Ventajas

- Por su alta conductividad eléctrica el cobre es el metal ideal para las instalaciones eléctricas.
- Los conductores de cobre son resistentes a la corrosión.
- Ofrecen una gran resistencia mecánica.
- Mayor flexibilidad que el alambre por su construcción.

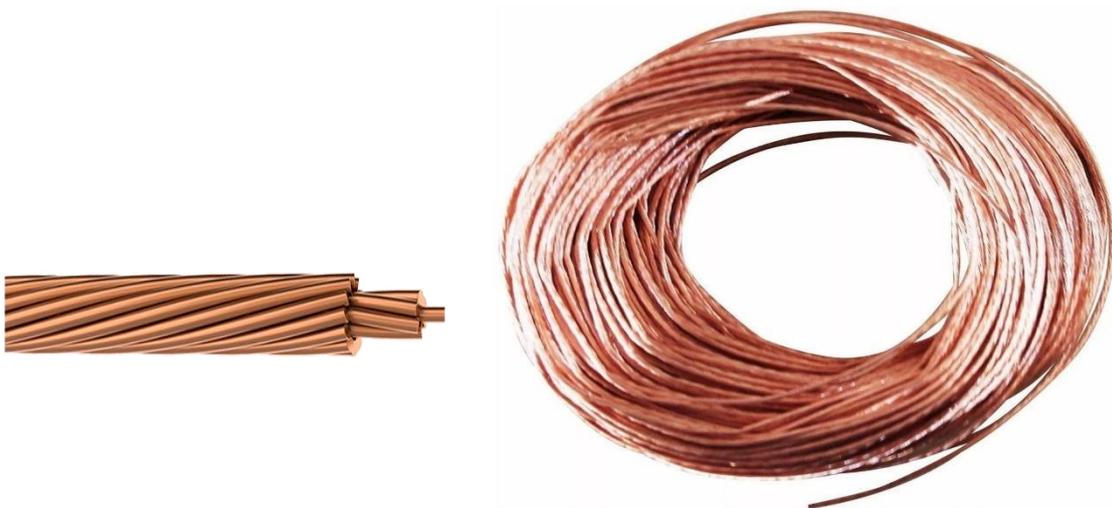


Figura 15.- Cable de cobre desnudo suave.

Tubería conduit galvanizada:

Tubería de acero al carbono soldada por resistencia eléctrica de alta frecuencia ERW-HF. Fabricado bajo el proceso de formado en frío dando cumplimiento a estrictas normas y estándares de calidad nacionales e internacionales.

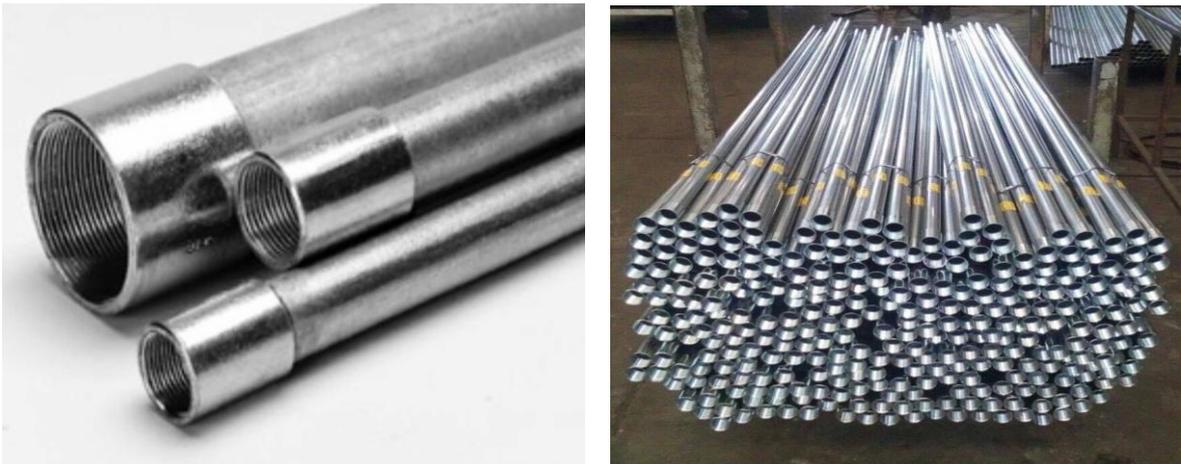


Figura 16.- Tubería conduit galvanizada pared gruesa.

Charola de aluminio tipo escalera, es un soporte tipo charola de estructura rígida y continua, construida para soportar cables, tubos u otras canalizaciones con cumplimiento de las normas NMX-J-511-ANCE-1999 Y CFE 57000-59.

Material Aluminio Longitud 3.66 mts (12') Perfil Tipo "Z" Calibre estándar 14 Calibre ligero 16 Opciones especiales Fondo sólido Fondo sólido perforado

Descripciones Calibre 14 ó 16 Alineación 6063 Temple (Tramos rectos) 6 Temple (Accesorios) 52 Peraltes Peralte Nominal Peralte Útil Peralte estándar 3 ¼" (83 mm) 2 ¼" (57 mm) Peraltes especiales 4" (102 mm) 3" (76 mm) 4.5" (114 mm) 3.5" (89 mm) 5" (127 mm) 4" (102 mm) 6" (152 mm) 5" (127 mm) sus aplicaciones y ventajas permite el montaje de todos los cables y canalizaciones avalados por la Norma Oficial Mexicana.

Los materiales de fabricación le dan a la charola mayor resistencia a la carga, no presenta problemas de corrosión y su fabricación nacional permite una disponibilidad

inmediata del producto. Las charolas de la línea MACSE se fabrican en aluminio 6063, temple 6 en perfil Z y están disponibles en tipo escalera, fondo sólido y fondo sólido perforado para los diferentes requerimientos de instalación.

La oferta incluye tramos rectos diseñados en longitudes de 3.66 mts. con peraltes entre 3 1/4" hasta 6".

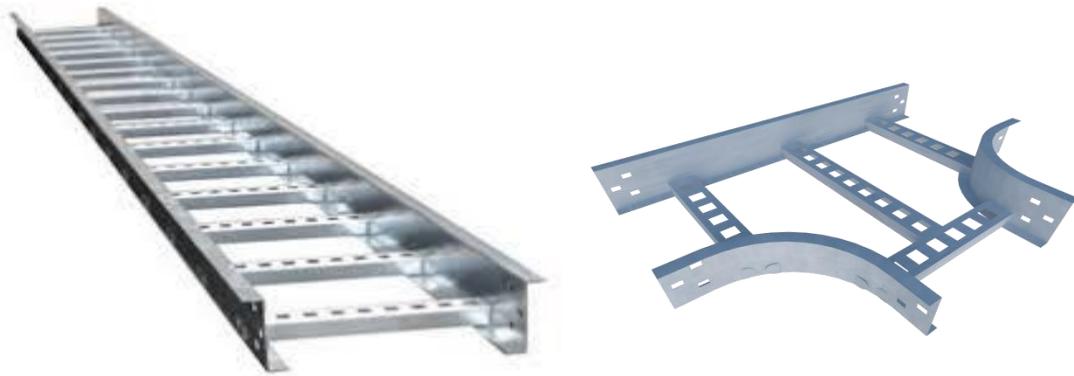


Figura 17.- Charola de aluminio tipo escalera

Se realizó con cable de potencia para media tensión tipo XLP calibre 500 kcm (polietileno reticulado), canalizado sobre tubo de PVC de 4" a una profundidad de 90 cm. Sobre una superficie de terreno blando colocando una cinta plástica, tal como se muestra en la imagen siguiente:

“¡PELIGRO! ALTA TENSIÓN”.



Figura 18.- Cinta plástica “¡PELIGRO! ALTA TENSIÓN”.

En la salida y entrada del cable en cada registro se selló con espuma de poliuretano, dentro del registro los cables van sostenidos sobre ménsulas y correderas sujetándolos con cinchos plásticos, tal como se muestra en la imagen:



Figura 19.- Registro para cable de media tensión

Se utilizó charola de aluminio tipo escalera de diferente medida según la cantidad de conductores que se requeriría, así como tubería conduit pared gruesa de 3/4", 1", 1-1/4", 1-1/2" y 2", esto dependiendo de igual manera de número de conductores que se requerirían y todo en base a la nom-001-sede-2015 utilizando la siguiente tabla.

Tabla 5 Ocupación en tubo Conduit de conductores y cables del mismo tamaño nominal y especificaciones.

CONDUCTORES												
Tipo	Área mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	Designación métrica (Tamaño comercial)									
			16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
			(1/2)	(3/4)	(1)	(1 1/4)	(1 1/2)	(2)	(2 1/2)	(3)	(3 1/2)	(4)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4	7	11	20	27	46	80	120	157	201
	3.31	12	3	6	9	17	23	38	66	100	131	167
	5.261	10	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
	8.367	8	1	2	4	7	9	16	28	42	55	70
	13.3	6	1	1	3	5	8	13	22	34	44	56
	21.15	4	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	26.67	3	1	1	1	4	5	9	15	23	30	38
	33.62	2	1	1	1	3	4	7	13	20	26	33
	42.41	1	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	53.49	1/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	67.43	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	85.01	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	107.2	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	152	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	253	500	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
380	750	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	
405	800	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	
456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	

3.2. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

En la fotografía que se muestra a continuación, es el detalle de conexión en transformador (media tensión), y su funcionamiento es el de transferir energía de un circuito eléctrico a otro, sin cambiar la frecuencia. La transferencia se lleva a cabo con el cambio de voltaje y corriente.

Un transformador aumenta o disminuye la corriente alterna cuando es necesario.

Detalle Conexiones BT y MT
Transformador 1500KVAS

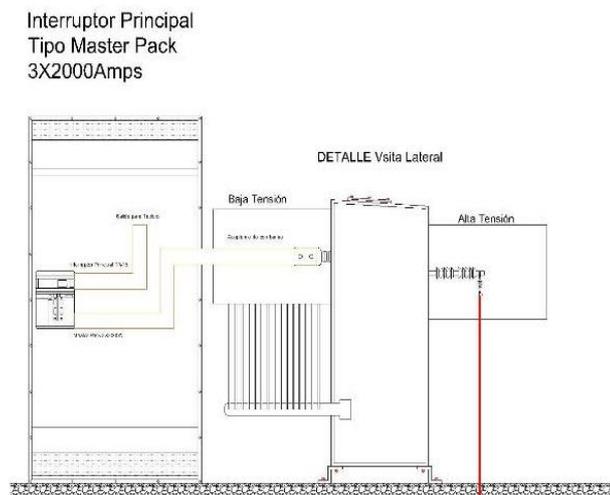


Figura 20.- Detalle conexiones BT y MT, Transformdor 1500 kvas

TR-12 TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN ACEITE VEGETAL			
CAPACIDAD :1500 KVA		TIPO: KNAN	
23 000- 480 Y/277 V		%Z: 6.14	
FASE: 3	FRECUENCIA: 60HZ	A: 85 °C	
CLASE:25 KV	ALTITUD:2300 ms.n.m.	ELEVACION : 65 °C	
N.B.A.I. A.T.:150 KV A.T.N.:--- KV B.T.:45 KV B.T. n.:45 KV			
FECHA DE FABRICACION:SEPTIEMBRE/2018			
NORMA DE FABRICACION: NMX-J-284-ANCE-2012			
NUCLEO TIPO COLUMNA LIBRE DE BPC			

Figura 21.- Características del Transformador 1500 kva con itm principal de 3x2000 ampere

Se realizaron las conexiones en el transformador, de lado de media tensión, y posteriormente se realizaron las conexiones en lado de baja tensión acoplando el tablero de distribución de lado de baja tensión.

Detalle Conexiones BT y MT Transformador 1000KVAS

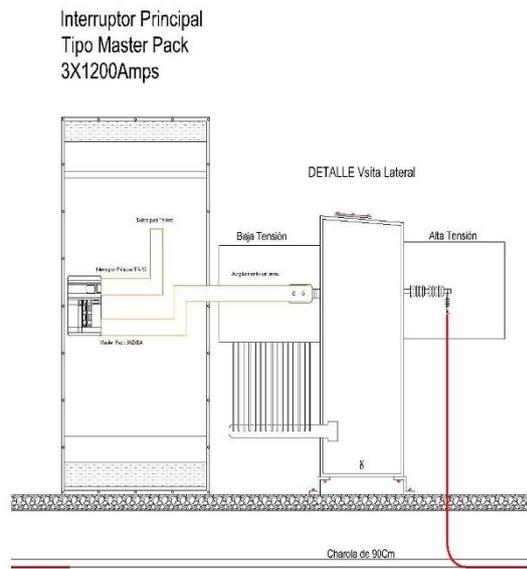


Figura 22 .- Transformador 1000mkva con itm principal de 3x1200 ampere

TR-11 TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN ACEITE VEGETAL			
CAPACIDAD :1000 KVA		TIPO: KNAN	
23 000- 480 Y/277 V		%Z: 5.74	
FASE: 3	FRECUENCIA: 60HZ	A: 85 °C	
CLASE:25 KV	ALTITUD:2300 ms.n.m.	ELEVACION : 65 °C	
N.B.A.I. A.T.:150 KV		A.T.N.:--- KV	
B.T.:45 KV		B.T. n.:45 KV	
FECHA DE FABRICACION:SEPTIEMBRE/2018			
NORMA DE FABRICACION: NMX-J-284-ANCE-2012			
NUCLEO TIPO COLUMNA LIBRE DE BPC			

Figura 23.- Placa de datos de la Figura 15

De la misma manera, con el transformador de 300 KVAS, se realizaron las conexiones en el transformador, de lado de media tensión, y posteriormente se realizaron las conexiones en lado de baja tensión acoplando el tablero de distribución de lado de baja tensión.

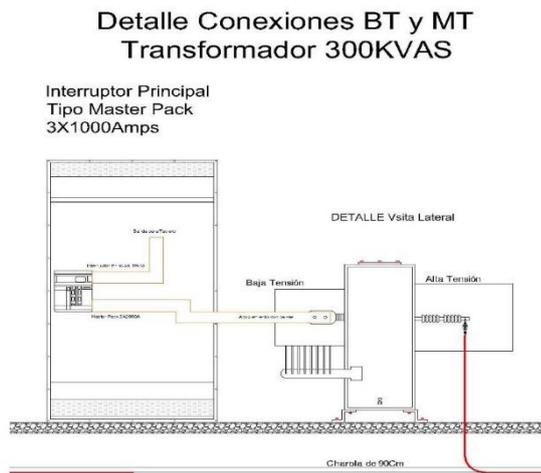


Figura 24.- Transformador 300 kva con itm principal de 3x1000 ampere

TR-15 TRANSFORMADOR TIPO SUBESTACION EN ACEITE VEGETAL			
CAPACIDAD :300 KVA		TIPO: KNAN	
23 000- 220 Y/277 V		%Z: 4.05	A: 85 °C
FASE: 3	FRECUENCIA: 60HZ	ELEVACION : 65 °C	
CLASE:25 KV	ALTITUD:2300 ms.n.m.		
N.G.A.I. M.T.:150 KV	M.T. N.:--- KV	B.T.:30 KV	B.T. n.:30 KV
FECHA DE FABRICACION:SEPTIEMBRE/2018		EFICIENCIA: 99.029%	
NORMA DE FABRICACION: NMX-J-116-ANCE-2014			
INSTRUCTIVO: IOM-02			

Figura 25.- Placa de datos figura 18

En la siguiente figura se muestra cada conexión de tierra física a la que se aterrizaron los equipos, como transformadores, tableros de distribución y planta de emergencia, así como estructuras de acero del edificio y equipo RM6 y SM6.

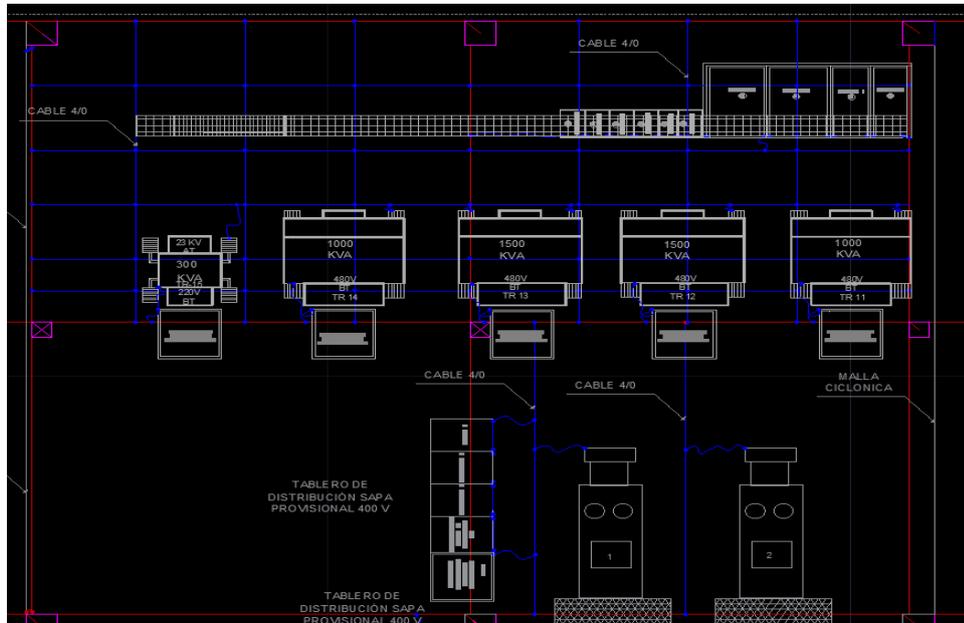


Figura 26.- Malla de tierra física en subestación. Puntos de conexión de tierra física en subestación 2

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 RESULTADO DE MEDICIONES PARA MALLA DE TIERRAS FÍSICAS

Después de la instalación del sistema de tierra física se realiza medición en cada uno de los puntos, esto con el objetivo de comprobar que nuestros valores sean los adecuados que nos pide la norma nom-022-stps la cual dice lo siguiente:

“Verificar que los valores de la resistencia a tierra, de la red de puesta a tierra que se obtengan en esta prueba, sean menores o iguales a 10 ohms para el (los) electrodo(s) del sistema de pararrayos, y/o tener un valor menor o igual a 25 ohms para la resistencia a tierra de la red de puesta a tierra”.

Tabla 6 Mediciones de resistencia de la red de tierras

PUNTO No.	UBICACIÓN EN SUBESTACION 4	RESISTENCIA PROMEDIO (Ω)	*L.M.P. (Ω)	COMPARACIÓN CON LA NOM-022-STPS-2015
16	NODO DE MALLA 16	0.018	25	NO REBASA



MEDICIONES DE RESISTENCIA DE LA RED DE TIERRAS

PUNTO No.	UBICACIÓN PUENTE DE UNION ENTRE SUB. 4 Y RACK 3	RESISTENCIA PROMEDIO (Ω)	*L.M.P. (Ω)	COMPARACIÓN CON LA NOM-022-STPS-2015
46	NODO DE MALLA 46	0.050	25	NO REBASA



PUNTO No.	UBICACIÓN EN COLUMNA DE SUBESTACIÓN NO.4	RESISTENCIA PROMEDIO (Ω)	*L.M.P. (Ω)	COMPARACIÓN CON LA NOM-022-STPS-2015
05	NODO DE MALLA 05	0.031	25	NO REBASA



PUNTO No.	UBICACIÓN EN RM6 DE SUBESTACIÓN NO.4	RESISTENCIA PROMEDIO (Ω)	*L.M.P. (Ω)	COMPARACIÓN CON LA NOM-022-STPS-2015
30	NODO DE MALLA 30	0.021	25	NO REBASA



De acuerdo a los valores obtenidos, se establece lo siguiente:

De acuerdo con los resultados obtenidos informamos que el nivel de resistencia en los puntos evaluados, **NO REBASAN** el máximo permisible.

También se realizaron mediciones de continuidad entre las fuentes generadoras de electricidad estática y los electrodos de conexión a tierra encontrando que si existe conexión entre ellas.

En las áreas evaluadas se realizaron mediciones de humedad, sin embargo, estas no aplican porque el centro de trabajo controla la generación o acumulación de electricidad estática con un sistema de puesta a tierra, como lo establece el punto 7.2 de la norma NOM-022-STPS-2015.

Resultados de la Subestación 2 en equipo SM6

Una de sus funciones principales es el de llevar el monitoreo de subestaciones eléctricas, así como el de Identificar las conexiones eléctricas de baja calidad más rápidamente con monitoreo térmico, también amplía la vida útil de tu equipo con monitoreo ambiental, recopila datos sobre el rendimiento del interruptor. Puedes tener

toda la información a tu alcance para una visibilidad inigualable a fin de garantizar el funcionamiento del equipo y reducir los gastos de mantenimiento.

Beneficios

- La conectividad las 24 horas del día, los 7 días de la semana, permite acceder a datos en tiempo real para la toma de decisiones efectiva.
- Menor tiempo de inactividad y costos de mantenimiento optimizados.
- Menores riesgos para el personal y el equipo con detección de arcos eléctricos internos y funcionamiento cercano.



Foto 1- Subestación 2- SM6

Resultados de la subestación 2 en equipo RM6

Beneficios

Es una unidad funcional diseñada para cumplir con los requisitos de funcionamiento y mejora de las redes de distribución de alimentación. Por su seguridad de alimentación, continuidad del servicio e indiferencia al entorno, RM6 es la elección que le dará tranquilidad.

Aplicaciones

Se puede adaptar para cumplir con todas las necesidades de distribución de energía de voltaje medio de hasta 24 kV. Conexión, suministro y protección de transformadores en una red abierta radial o en anillo.

Equipo de puntos de red de voltaje medio y mejora de la confiabilidad de la potencia eléctrica

La operación del seccionador tipo pedestal RM6 evita que se realicen maniobras no deseadas, ya que tiene bloqueos mecánicos entre la cuchilla de operación con carga y el interruptor con la cuchilla de puesta a tierra, evitando daños al personal y a las instalaciones.



Foto 2 equipo RM6 (derivaciones para alimentar cada transformador)



Foto 3- Transformadores ubicados en nueva subestación.

Los tableros de distribución en baja tensión QDLogic de Square D son la solución más aceptada y conveniente en distribución de energía eléctrica en instalaciones industriales, comerciales e infraestructura.

Características:

Un marcado desarrollo tecnológico de sus componentes y un diseño pensado para facilitar la operación e instalación del equipo son el símbolo de la línea de tableros QDLogic de Squared D.

Los tableros QDLogic benefician, como la mejor solución a las necesidades de distribución en instalaciones industriales, comerciales y de infraestructura.

QDLogic en un tablero switch board diseñado para usarse como equipo de acometida o centro de distribución en la parte de baja tensión de las subestaciones de media y baja tensión.

Los tableros QDLogic permiten el montaje de interruptores en grupo hasta 1200 A, hablamos del sistema I-line el cual gracias a sus interruptores enchufables PowerPact

permiten la instalación más rápida, segura y de bajo mantenimiento disponible en el mercado.

Beneficios

- La solución más difundida y aceptada para la distribución y protección de la instalación eléctrica industrial, comercial e infraestructura
- Seguridad, robustez, versatilidad y confiabilidad en la distribución y protección
- Máxima protección con los interruptores de caja moldeada PowerPact con amplia gama de accesorios
- El interruptor de potencial más reconocido: el interruptor Masterpact NW y también el más pequeño NT
- Inversión óptima durante toda la vida útil de su instalación

Aplicaciones

QDLogic cuenta con capacidades de hasta 6200 A para distribución y sub-distribución en edificios industriales comerciales e infraestructura como por ejemplo:

- Acereras
- Automotriz
- Manufactura
- Minera-Metales
- Tratamiento de agua
- Hospitales
- Edificios de oficinas
- Salas de cómputo (Data Centers)
- Centros comerciales
- Telecomunicaciones
- Centros educativos y/o investigación
- Aeropuertos.



Foto 4 - Tablero con interruptores master pack.



Foto 5 - Tablero con ITM principal de TR- 11



Foto 6 tableros de distribución 440, 220/127, VCA, instalados dentro de planta

4.2 EQUIPOS INSTALADOS



Figura 27.- Bomba de recirculacion 150 HP



Figura 28.- Bomba blown down 10 HP



Figura 29.- Bomba circuito agua clorada 25 HP



Figura 30.- Bomba cisterna 50 HP



Figura 31.- Bomba de pozo 75 HP



Figura 32.- Bomba recirculación 25 HP



Figura 33.- Bomba caldera cleaver brooks 50 HP



Figura 34.- Bomba 350 chiller A Y B



Figura 35.- Transformador 45 kva tipo seco



Figura 36.- Bomba circuito loop 50 HP



Figura 37.- Bomba tanque buffer 15 HP



Figura 38.-Bomba recirculación autoclave 28



Figura 39.- Secadora Aire Comprimido



Figura 40.- Bomba agua helada 50 HP



Figura 41.- Motor ventilador torre de enfriamiento 50 HP

4.3 CONCLUSIÓN

Abastecer de energía eléctrica en media y baja tensión instalando una subestación en la nueva línea de producción de Baxter.

El proyecto se logra terminar cumpliendo con todos los estándares de calidad que solicita la planta y con lo establecido dentro de la NORMA APLICABLE NOM-001-SEDE-2012.

Con la ampliación se logra una mayor producción y se logran optimizar tiempos.

ANEXOS

1. Diagrama Unifilar Subestación 1
2. Diagrama Unifilar Subestación 2
3. Diagrama Unifilar Transformador 11
4. Diagrama Unifilar Transformador 12
5. Diagrama Unifilar Transformador 13
6. Diagrama Unifilar Transformador 14
7. Diagrama Unifilar Transformador 15
8. Detalle De Registro A Media Tensión
9. Detalles De Conexiones De Transformador A Interruptor Principal
10. Detalles De Conexión A Subestación
11. Detalles De Relleno Para Registros De Media Tensión Con Tubos De Polietileno
12. Layout Subestación 2
13. Mapa De Tierra Subestación 2
14. Plano De Acomodo De Equipos En Subestación
15. Plano General Con Cuadro En Línea Roja De Ampliación
16. Trayectoria Charola
17. Trayectoria De Media Tensión Con Registros
18. Memoria Calculo Bombas De Circulación Y Torre De Enfriamiento
19. Memoria Calculo De Bomba Blow Down
20. Memoria Calculo Bomba Circuito Agua Clorada
21. Memoria De Calculo Bomba Cisterna 50hp
22. Memoria De Calculo Bomba Pozo No. 2
23. Memoria De Calculo Bomba Recirculación Chiller
24. Memoria De Calculo Caldera
25. Memoria De Calculo Bomba Chiller A Y B
26. Memoria De Cálculo De Transformador 45kva
27. Memoria De Calculo Bomba Circuito Loop
28. Memoria De Calculo Filtro De Venteo
29. Memoria De Calculo Secadoras De Aire Comprimido
30. Memoria De Calculo Bomba De Recirculación Autoclave 28
31. Memoria De Calculo Bombas Loop Agua Helada
32. Memoria De Calculo Destilador A Y B
33. Memoria De Calculo Ventilador Torre De Enfriamiento

REFERENCIAS

- ❖ <https://spanish.alibaba.com/product-detail/electric-motor-350-hp-water-pump-60373006304.html>
- ❖ <https://www.se.com/mx/es/product/EE45T3HFISNLP/us-tr-ee-k13-45kva-480d-208-12/?range=7281-transformador-el%C3%A9ctrico-de-prop%C3%B3sitos-generales&node=12367886945-non-linear-energy-efficient-transformers&selected-node-id=12367886945&filter=business-4-productos-y-sistemas-de-baja-tensi%C3%B3n&parent-subcategory-id=80396>
- ❖ <http://bombaswdm.com/bombas-de-alta-presion/221-ge-25-500-electrobomba-motobomba-electrica-centrifuga-alta-presion-parte-1e0595-wdm-pumps-50-hp-3-fases-linea-ge.html>
- ❖ <https://toolman.com.mx/industriales/292-bomba-pedrollo-f-80160d-15-hp-normalizada.html>
- ❖ <https://www.graininger.com.mx/producto/INGERSOLL-RAND-Secador-Aire-Compr%2C-40-pulg-%2C400-PCM/p/4NMH6>
- ❖ <http://bombaswdm.com/bombas-de-servicios-generales/316-ge-3b-400-electrobomba-motobomba-electrica-centrifuga-servicios-generales-parte-1b0040-wdm-pumps-40-hp-3-fases-linea-ge.html>
- ❖ <https://www.hidroymas.com/product/bomba-centrifuga-normalizada-f65-250b-50hp-380v>



Cuernavaca, Morelos, 11 de agosto de 2021

**FORMA T-4
 NOMBRAMIENTO COMITÉ REVISOR**

**ING. FRANCISCO JAVIER BECERRA GONZALEZ
 DRA. ARIADNA ORTIZ HUERTA
 MTA. LIZETH CONCHA GUZMÁN
 DR. PEDRO VARGAS CHABLE
 DRA. ARELI RIZO AGUILAR**

P R E S E N T E

Me permito comunicarles que han sido designados integrantes del **COMITÉ REVISOR** del trabajo de:
MEMORIA DE TRABAJO

Titulado:
 "PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA NUEVA ÁREA DE
 PRODUCCIÓN POR AMPLIACIÓN DE PLANTA"

Que presenta (el) o (la) **C. DE LA FUENTE VARGAS MIGUEL ANGEL**
 Del programa educativo de: **INGENIERÍA ELÉCTRICA**

A T E N T A M E N T E
Por una humanidad culta

DRA. VIRIDIANA A. LEÓN HERNÁNDEZ
DIRECTORA DE LA FCQeI

FIRMA ELECTRÓNICA

D I C T A M E N

DRA. VIRIDIANA A. LEÓN HERNÁNDEZ
DIRECTORA DE LA FCQeI
P R E S E N T E

En respuesta a su amable solicitud para emitir **DICTÁMEN** sobre el trabajo que se menciona, me permito informarle que nuestro voto es:

VOTO	NOMBRE	FIRMA
	ING. FRANCISCO JAVIER BECERRA GONZALEZ	
	DRA. ARIADNA ORTIZ HUERTA	
	MTA. LIZETH CONCHA GUZMÁN	
	DR. PEDRO VARGAS CHABLE	
	DRA. ARELI RIZO AGUILAR	



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

VIRIDIANA AYDEE LEON HERNANDEZ | Fecha: 2021-06-12 10:49:48 | Firmante
gYoa4X4HhLaZFRQqB8C6RQJEbHhZr-SQvHZo2r00GTAmlaqDCMIAFR0kserT9wSpqLCoYs4S-YjwymGRANMbdclWuqXPrKQXMaYQZMMV-4deJYzoSQMhBkHWRot
WiwokzE2ayyqCQHqYnNn0yoHJ0lyqEmTyHozalEzBWHCodNTxPL4SbaUS4XuhN0Y20wF0WQ2kHwBoJ0kTvP4e0oQmKBUJ0HF0CJ-0000wGaa3MAdYGC0k0jHBR
DLjggZpYsYH2QCSC1jgLEJy46PozbRIDHedUarKYMl0sOSnY4uGLvA+Y0apQWPFW7ncge...

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



apUWDI

<https://efirma.uaem.mx/nc/Reputa/ba/R04ErFZY4WAkHxYsDKcXC6SW0>



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

PEDRO VARGAS CHABLE | Fecha:2021-08-17 08:41:44 | Firmante
 ne3Pnuhng8ByemSSVfweNF1SHURtuJdRgKSpaLQAGzqaS2+4yCFyRwCICoL3q1R88kjmZwWyeHYTKGw6WDBNEP3uRf39p2N5ywpM4PCVg0A9kfyMA1eUWMLUJFVkr
 qK09qy81A4u7E+H4zdDn+YINeLET+KdPFLY0B0dF2y00YUQVwYZfYUf8JUVXCFZ5G9QFLnpjwCX00BTDXScyOrYzRMOJucemluHqpm1Z3PJEJDes0BZ5W7C6aLxZ3I
 YOWSp5AV8m48e+VfEOODGkXsdXmp00W6Qk5rFh95ZVvZUFcdRBo4WMDpVzLz5bA==

LIZETH CONCHA GUZMAN | Fecha:2021-08-17 10:31:21 | Firmante
 Vx+8uYvR8 1zax6d5ZWE795Fv55FqCYba1JKHTqeBemurC7od+X5hKAw7TzNWWB03Q8bXrfula5no5fc74Nv8m5naoelBjMNvVc9DmkL2paf5Jg2UvoA4H4uzB0b9T
 v0XWem81MEvp1vcVzr+xb87Q8M5vR+usu700HNBkqj8qYUmwJ1Xdf0DwDek8YENL2DSZ7uEQPw0Xp58mC8b5RtHwHglU6BT7c24p+HfRt+G2C50pdyInujodaUWclhw
 xY5yW1uq3B0285Y7z5hPwp7C8eJLH48MWX0DybJE2x00zuEj80ACHy5o+HQ==

FRANCISCO JAVIER BECERRA GONZALEZ | Fecha:2021-08-17 15:41:28 | Firmante
 4Eo28wV5S8MDm7yy08XL2GAo3DagrfPOwH3WMImbEiC5mLxG28yhubzDw+BAHQXLaCaA+8fYzZoydWkdHgmjrn1KpGQk5U15Pee+83T7H0H+AJ02eCG5U5A4YQI
 BzqN61xLUU+U0em9madZ3Fb79Dulp2FCB5Q384yHwQePwtTJR8OpL7Z1H2m04FNmy88Lz126cdwraqXm5Tj+pe1a8u3UJfcdRT8h2HVB3rDoolyazbZaRT+5aarQ6PM
 Ca8SLUgNPhu8E1eU+80GHw80CW7omPU+bcHug8VPUeU8hN+G247zYqf9Umq==

ARADNA ORTIZ HUERTA | Fecha:2021-08-17 22:06:30 | Firmante
 obAsOf1utOoFDKmlLxuhqYTS9KXLSq38iQgc8vNbz9dcpXqpfZ09H98mZvX0ZC5gaNpTKoHhU22484unQ4DnQ8V2DwWQYfC4QIEwq44mXqJNFVDD0178hagayVwcpz
 HROK7uzb4k9008maEruE4ymuJRT5bTmq40K1FnTRUs3uqX+8Cdlau+VdUGdWgAmjAuge1AVopV8HnqwwwAFwMDfUa0+4qDcL00fy77H08e8HC0p29KvLU5G8
 RzXC8hugfGJw03u1F6yW8mJ7c+88c7YNUy04R+1333Wq+PKC06A0Nyh4pax0cw==

ARELI RIZO AGUILAR | Fecha:2021-08-18 23:08:31 | Firmante
 KJdgUB80OpVq5gJL1AqCcofLuJz0ndR8NU5YH8H8ma8L5Q74hujV3kFYA+Q3qaA7gMfYcprw7bA8HqYfYKdE24dKoyQkZ7QaEahHh+40yEM07eadAHMODhym8h
 11ok8M0aX8cU03m0Q3JppedJw1H98vN7CvZwzNbdJwh8y+8wMDWF9emqWzsdCfNaAF8cd3aWUJ752W4FNGZonofk2bAYCABeg0Geh8RkFR+8AFcl11En8pJwpeh
 c0VU+DaxXo8auuH8R0GK06k19e8cypN119VnvYAb8hdWVpqa8epr+5VrzdUfUg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
 escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



Dyd0GV

<http://firma.uaem.mx/holapudio/ELTA3c7fhwOTA/NkaQQZky8fLUoUO>



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
 2017-2023