



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN
EDIFICIO RESIDENCIAL CON CAPACIDAD INSTALADA DE 761.04 KW”**

REPORTE DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

QUE PRESENTA

ALFREDO NAVARRETE REYES

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

**ASESOR DE TESIS
DR. JUAN ANZUREZ MARIN**

MORELIA, MICHOACANA JUNIO DEL 2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi esposa quien me ha motivado para concluir la licenciatura, siempre me brindada su amor y apoyo incondicional.

Estoy sumamente agradecido con mis padres quienes me aconsejaban para cumplir las metas que me ponía y quienes siempre me han expresado su cariño.

Desde luego al Dr. Juan Anzures Marín asesor de mi reporte de experiencia profesional quien me brindo su valioso tiempo y me apoyo para salir adelante con este reporte.

Doy gracias a todos los profesores que he tenido en mi vida académica quienes son una parte motivacional para llegar hasta donde estoy y seguir haciendo lo que me gusta que es construir, y sin duda doy gracias a toda la Facultad de Ingeniería Eléctrica ya que es una excelente escuela que prepara a conciencia a los ingenieros egresados de sus aulas para ser competitivos en el habito profesional.

DEDICATORIAS

Dedico el presente trabajo a:

A mi esposa: Mairani Y. Martínez quien me motivo para concluir mis estudios quien ha estado conmigo en los buenos y malos momentos.

A mis padres: Leticia Navarrete y José Luis Reyes, por todo el esfuerzo que realizaron para apoyarme en lo que podían para que yo siguiera estudiando, sin dejar de lado los consejos y la motivación que me brindaron cuando quería abandonar la carrera.

A mis hermanos: Víctor Navarrete quien estuvo apoyándome cuando más lo necesitaba, Jorge Luis Reyes (QEPD) quien me ha inspirado para concluir mis estudios, Rafael, Lizbeth y Evelin Reyes quienes son mis hermanos más chicos los cuales les he tratado de transmitir que al concluir una carrera pueden aspirar a tener una calidad de vida más confortable.

A todos mis familiares y amigos: quienes me motivaron y me ayudaron cuando los necesitaba y que hasta el día de hoy han estado conmigo.

A todos los profesores de la facultad de ingeniería eléctrica por esforzarse para formar excelentes ingenieros y todos ellos se esfuerzan para transmitir sus conocimientos a sus alumnos

RESUMEN

El presente reporte de experiencia laboral tiene la finalidad de describir la experiencia que he adquirido durante mi trayectoria como residente de obra por más de 6 años de trabajo, ejecutando una diversa serie de proyecto desde la proyección hasta la ejecución del mismo.

En este reporte se desglosa como realizar algunos calculo que son relevante para la ejecución de proyectos ya que se garantiza que los materiales que se elijan están respaldados por los parámetros calculados para la que la carga funcione correctamente.

Se calcula la capacidad eléctrica del transformador que se necesita para el edificio que está en construcción, se calculan las protecciones que garantizan que operen al existir alguna falla, no se dañen el transformador o algún equipo de la instalación que sea de suma importancia.

Realizamos el desglose del cálculo de caída de tensión para los departamentos y dicha caída de tensión no tiene que rebasen los límites establecido por las NOM-001-SEDE-2012, se desarrolla el método de punto a punto para la obtención de la corriente de corto circuito, con la finalidad de elegir los interruptores adecuados a la corriente de corto circuito en el punto donde se coloquen los ITM.

Se hace énfasis en la importación de un diagrama unifilar y se muestra el que se dibujó para el proyecto que se ejecutó cabe mencionar que este proyecto que se desglosa es de una obra que se ejecutó, está funcionando al día de hoy, el diseño y la ejecución de esta obra nos llevó 2 años y 6 meses.

Palabras clave; Circuitos, Tensión, Parametros, Instalación, Fallas.

ABSTRACT

The purpose of this work experience report is to describe the experience I have acquired during my career as a construction resident for more than 6 years of work, executing a diverse series of projects from projection to execution.

This report breaks down how to perform some calculations that are relevant for the execution of projects since it is guaranteed that the materials chosen are supported by the calculated parameters for which the load works correctly.

The electrical capacity of the transformer that is needed for the building that is under construction is calculated, the protections that guarantee that they operate when there is a fault, the transformer or any equipment of the installation that is of utmost importance are not damaged.

We carry out the breakdown of the voltage drop calculation for the departments and said voltage does not have to exceed the limits established by NOM-001-SEDE-2012, the point-to-point method is developed to obtain the short-circuit current, in order to choose the appropriate switches for the short-circuit current at the point where the ITMs are placed.

Emphasis is placed on the import of a single-line diagram and the one drawn for the project being executed is shown. It should be mentioned that this project that is broken down is from a work that is being executed, it is working today, the design and The execution of this work took us 2 years and 6 months.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa	14
Figura 2 Arquitectónico de PB (CASA 1)	16
Figura 3 Casa 6 a -15.50 m de nivel de calle	17
Figura 4 Transformador conectado a las concentraciones	19
Figura 5 Concentración de medidores	20
Figura 6 Datos del transformador emitidos por fabricante	21
Figura 7 Daños en un interruptor mal calculado	30
Figura 8.- Plano de diagrama unifilar CASA 6	34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Cargas instalada y demandas	18
Tabla 2 Capacidades comercial de transformadores ZETRAK	18
Tabla 3 Capacidad de ampacidad de los conductores	22
Tabla 4 Impedancia eléctrica de los conductores en tuberías	23
Tabla 5 Cargas definidas de casa 6	26
Tabla 6 Constante C para cable de Cobre	29
Tabla 7 Constante C para cable de Aluminio	29
Tabla 8 Calculo de caída de tensión	31
Tabla 9 Calculo de corto circuito	31

ÍNDICE	Página
Agradecimientos	2
Dedicatoria	3
Resumen	4
Abstract	5
Lista de Figuras	6
Lista de tablas	7
Contenido	8
Capítulo 1. Introducción	9
1.1 Antecedentes	9
1.2 Objetivos	10
1.3 Justificación	10
1.4 Metodología	11
1.5 Descripción de los capítulos	12
Capítulo II Institución laboral	13
2.1 Descripción de la empresa	13
2.2 Funciones en la empresa	14
2.3 Participación en ejecución de proyecto	15
Capítulo III Caso de estudio	17
3.1 Generalidades del estudio	17
3.2 Dimensionamiento del transformador	19
3.3 Cálculo de protección en M.T. y B.T.	21
3.4 Cálculo de caída de tensión en los alimentadores	24
3.5 Cálculo del corto circuito	27
3.6 Diagrama unifilar de Casa 6	32
Capítulo IV conclusiones y recomendaciones	35
4.1 Conclusiones	35
Bibliografía	37

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El desarrollo y construcción de una obra, inicia con la elaboración del proyecto basado en las normas de instalaciones eléctricas las cuales deben satisfacer dos condiciones fundamentales: seguridad y funcionalidad. La instalación tiene que garantizar los bienes frente a los riesgos (sobrecarga, cortocircuito, caída de tensión).

Cuando se ejecutan los proyectos es importante apegarse a las normas para garantizar que la instalación sea segura para la manipulación de los usuarios, nos aseguramos que los materiales que se instalan sean de calidad y cuenten con certificados que respalden el proyecto que se diseña, todos los materiales que son instalados en proyectos de media y baja tensión de igual manera son de calidad, cuando una obra será cedida por el cliente a CFE, se requiere que los materiales cuenten con certificados de laboratorios que han autorizado su distribución.

En la ejecución de proyectos de baja tensión, es de suma importancia contar con el servicio continuo de energía eléctrica, para ello se instala una fuente alterna de energía eléctrica independiente a la del suministrador CFE que garantiza la continuidad del servicio, en todas las ocasiones se han propuesto UPS o plantas de emergencia o en su defecto ambas.

Al realizar una obra debemos de tener habilidades y el conocimiento para poder corroborar que el proyecto es diseñado de manera correcta, y en este informe nos enfocaremos en desglosar los cálculos eléctricos necesarios para garantizar que una instalación en baja tensión está diseñada acorde a la NOM-001-SEDE-2012, de tal manera que sea segura y confiable para el usuario final.

Con este informe comparto la experiencia que he adquirido a través del tiempo que llevo trabajado en la construcción de sistemas eléctricos de media y baja tensión, realizando obras de utilización y sistemas fotovoltaicos, realizando agencias automotrices edificios verticales de 6, 12 y 23 niveles o en obra de media tensión

para desarrollos habitacionales que consta de obras específicas (circuitos exclusivos de subestaciones de CFE) hasta las acometidas de las viviendas.

1.2 Objetivos

Objetivo general:

Seguir las bases para realizar y ejecutar proyectos que cumplan con las normas de instalaciones eléctricas vigentes, y que este trabajo sirva como guía para desarrollar micro y macro proyectos de utilización. Donde las personas estén protegidas al utilizar la energía eléctrica y minimizar los riesgos a lo que pudieran estar expuestos al manipular la electricidad.

Objetivos particulares

- Calcular la subestación para una carga determinada con la información proporcionada por el usuario.
- Obtener las protecciones adecuadas a la carga instaladas, dichas protecciones tienen que soportar las posibles fallas térmicas y magnéticas de un circuito eléctrico para ellos se realizaran cálculos de corto circuito por el método punto por punto y cálculo de la corriente térmica.
- Calcular los conductores para los alimentadores principales y de circuitos derivados respetando los límites de caídas de tensión
- Seleccionar los equipos y materiales de más relevantes para el desarrollo del proyecto

1.3 Justificación

En algunas de las obras que se realiza el proyecto eléctrico no es desarrollado por la empresa donde laboro, por lo que en muchas ocasiones se tiene que instalar materiales para la alimentación alguna carga en específico y el que la construya debe tener la capacidad para determinar si los materiales que están descritos en el proyecto son correcto o no, en ocasiones se tiene que realizar los cálculos eléctricos para poder garantizar que la carga a conectar no va a tener ningún impedimento eléctrico para funcionar correctamente. Es de suma

importancia que los ingenieros egresados cuenten con las herramientas básicas para determinar que un proyecto es correcto, porque en muchas ocasiones los verificadores de instalaciones eléctricas realizan observaciones y se tienen que corregir para poder obtener los dictámenes de inspección eléctrica y eso provoca que las obras se encarezcan y salgan de lo presupuestado, impactado directamente en el bolsillo del cliente.

Al ejecutar los trabajos el encargado de la obra debe de garantizar que todo lo que se ejecutó esta de forma correcta por lo que es de suma importancia hacer los trabajos de la mejor calidad posibles, porque en muchas ocasiones una mala instalación conlleva a generar accidentes que puede llegar a cobrar la vida de un ser humano o de bienes materiales que representan costos muy elevados.

1.4 Metodología

El presente reporte de actividades de desempeño profesional se basa en la experiencia laboral obtenida, y se realiza con la finalidad de dar a conocer las experiencias durante los trabajos realizados. Se basa en apegarse a las normas de instalaciones eléctricas.

Los métodos de instalaciones que son utilizados están basados a la experiencia adquirida por la empresa ya que con el paso de los años los mismos clientes nos han recomendado, es de suma importancia tomar en cuenta las observaciones que hacen las unidades verificadoras y supervisores de CFE porque esto permite que con el paso del tiempo se vayan mejorando los métodos y los procesos de las instalaciones que llevamos a cabo.

Es importante mantenerse actualizado porque estamos en un ramo de la infraestructura y los clientes siempre quieren lo mejor para sus proyectos, los cursos que imparten los fabricantes de los materiales eléctricos son 100% recomendables para ser competitivos en el mercado de la construcción.

1.5 Descripción de los capítulos

En el capítulo dos se describe a la empresa donde me encuentro laborando, describimos las funciones que desempeño y se muestra cómo se conforma nuestra empresa.

En el capítulo tres se muestra el proyecto que se ejecutó en base a las exigencias del cliente, se desglosa los diferentes análisis y cálculos eléctricos que se realizaron, daremos a conocer cómo se seleccionó algunos de los materiales y equipos que fueron instalados en dicho proyecto.

En el capítulo cuatro se presentan algunas conclusiones a las que se ha llegado con el desarrollo del proyecto que fue diseñado y ejecutado por la empresa en la cual trabajo donde fui el residente a cargo de este proyecto desde que inició hasta que se concluyó.

CAPÍTULO II INSTITUCIÓN LABORAL

2.1 Descripción de la empresa

La empresa en la que brindo mis servicios, se enfoca en realizar y ejecutar proyectos eléctricos de media y baja tensión, dichos proyectos se apegan a las normas de CFE, NOM-001-SEDE-2012, NOM-007-ENER-2014, NOM-013-ENER-2013.

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y CIVIL APLICADA SA DE CV, contribuye a preservar su patrimonio en materia de infraestructura eléctrica, se desarrollan proyectos integrales de ingeniería asegurando su aprovechamiento desde el diseño hasta su utilización final, cuenta con más 24 años de experiencia en el ramo y un sinnúmero de contratos cumplidos satisfactoriamente.

Misión

Somos un equipo de profesionales en el sector eléctrico, comprometidos en satisfacer las necesidades de nuestros clientes en materia de infraestructura eléctrica; desarrollando obras de calidad, seguras y confiables en tiempos óptimos que generan empleos y capital para impulsar el desarrollo y bienestar de México.

Visión

Ser Profesionales de Alto Desempeño, en continuo desarrollo, corporativos e institucionales que compartimos los beneficios de nuestra empresa. Tener procesos de negocios certificados, comprometidos con la calidad y gestionados siempre por sus propietarios y directiva. Ir más allá de las expectativas. Con una empresa de excelencia, altamente rentable, en constante inversión y líder en su ramo; con opciones llave en mano que generan electricidad y valor para México.

Pero sobre todo...que nuestro prestigio crezca más allá de las fronteras.

2.2 Funciones en la empresa

El cargo que tengo en la empresa es de residentes de obra, las funciones que desempeño es la ejecución de obras que pueden iniciar desde un proyecto que se desglosa en la empresa o como de proyectos que se ganan en los concursos que participa la empresa, cuando se me asigna una obra, formamos una cuadrilla de compañeros operativos que ejecutan las obras, las plantillas de trabajo se conforman a partir del tipo de obra a ejecutar. Las obras que se desarrollan son de media tensión o de baja tensión (utilización), ambas ramas son completamente diferentes y seleccionamos al personal especializado. Una vez que se tiene la plantilla conformada se me entregan planos, presupuesto, los materiales y herramienta son solicitados, si las obras no están en la ciudad de Morelia nos desplazamos a la ciudad donde se nos requiere, nos contactamos con los clientes y ejecutamos los trabajos en coordinación con las demás especialidades, fijando los tiempos de entrega de los trabajos totalmente terminados.

He adquirido experiencia en ejecutar proyectos de baja tensión (utilización), instalaciones de sistemas fotovoltaicos como de proyectos inteligentes, soy un líder de obras donde coordino personal operativo como administrativo para la ejecución de proyectos a gran escala.

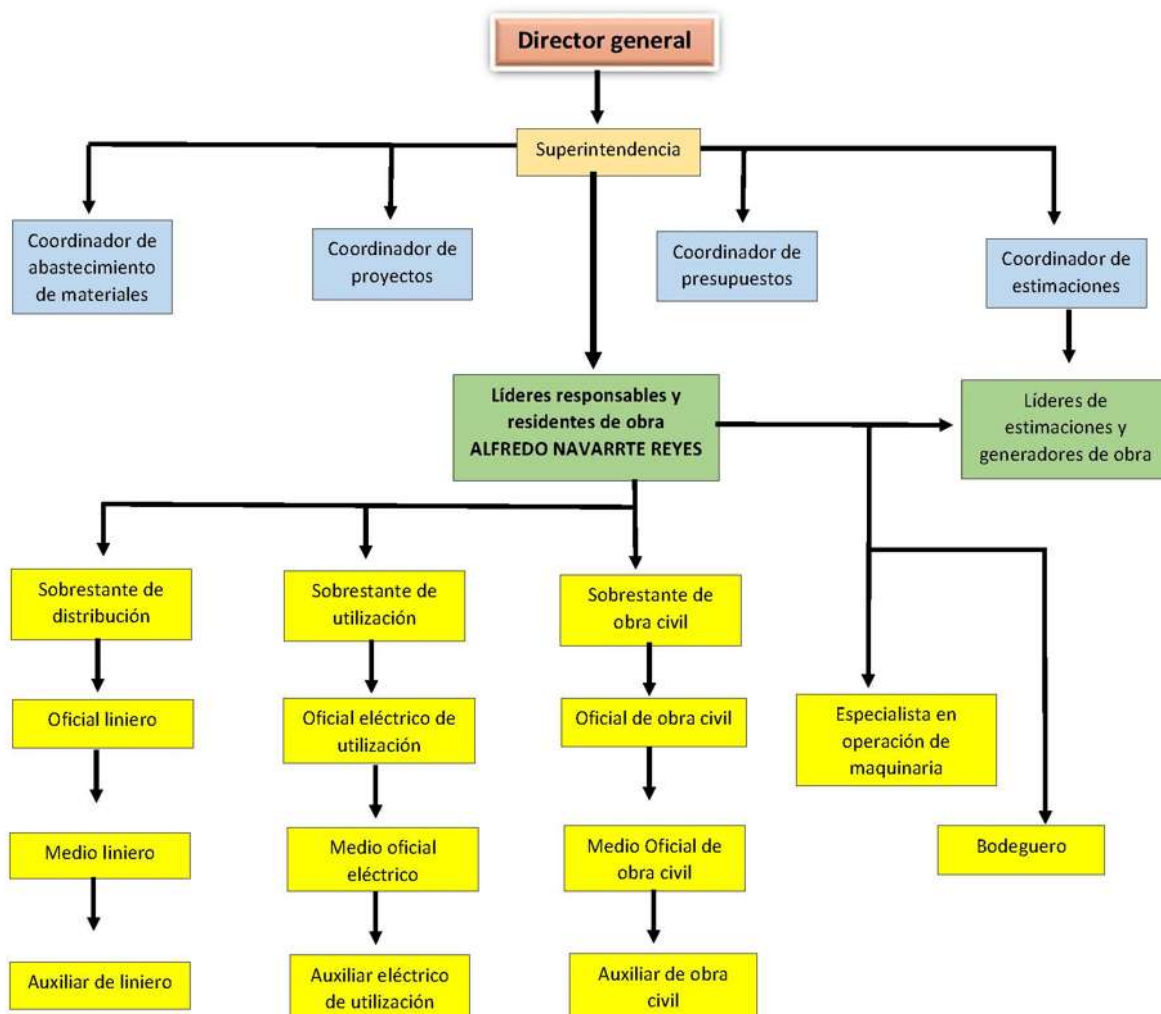


Figura 1.- Organigrama de la empresa

2.3 Participación en ejecución de proyecto

Concluí mis estudios en 2015 como ingeniero electricista, cuando egrese empecé a trabajar en la empresa Ingeniería Mecánica Eléctrica y Civil Aplicada SA de CV, el puesto que desempeñé fue como residente de obras, las funciones que desempeñé fueron la supervisión de la construcción del proyecto apegándose a las

normas de instalaciones eléctricas y a las normas de CFE, todas las obra ejecutadas son entregadas a CFE o se realizan apegados a las normas de instalaciones, para obtener un dictamen de verificación, dicho dictamen es un requisito para poder realizar contratos ante el suministrador.

Parte de mis funciones eran corroborar que los datos que viene plasmados en los proyectos eléctricos que se me entregan sean correctos, en muchas ocasiones existen cambios físicos en obra y se tiene que hacer cálculos eléctricos para aprobar alguna modificación que se pretende hacer en campo.

De abril a agosto de 2015 se me asignó la obra de utilización se trataba de una agencia automotriz en la ciudad de Uruapan con una subestación de 75 KVA.

De septiembre del 2015 a diciembre de 2017 realizamos un desarrollo habitacional de interés residencial en Mérida Yucatán, se construyó una red subterránea para alimentar clúster de viviendas, para dicha obra se solicitó por parte de CFE construir un circuito específicamente para el desarrollo desde la subestación más cercana hasta la red subterránea construida para el desarrollo habitacional.

En el 2018, estuve al frente del proyecto de la remodelación de la torre de la secretaria de economía en la colonia condesa de la CDMX, la cual cuenta con una subestación de 750 KVA.

De diciembre de 2018 a mayo del 2021 se ejecutó un proyecto de un edificio residencial en la colonia lomas alta, en la tercera sección del bosque de Chapultepec en la CDMX, dicho proyecto se describe en el presente documento como caso de estudio.

CAPÍTULO III CASO DE ESTUDIO

3.1 Generalidades del estudio

El proyecto a desarrollar en el presente documento, es de un edificio residencial que se ubica en la CDMX, dicha construcción se realizó desde las necesidades básicas de una residencia hasta las necesidades específicas por el cliente.

Dicho inmueble cuenta con 6 departamentos más áreas comunes, todos los departamentos tienen su propia medición ante el suministrador (CFE) por lo que se calculó la subestación que alimentaría a todo el edificio, cada departamento se determinó una carga a partir de las necesidades y las comodidades que solicitó el cliente, el área total que abarca este desarrollo es de **10,500 m²** y se encuentra en la colonia Lomas Altas de la delegación Miguel Hidalgo calle Cumbres de Acultzingo.



Figura 2.- Arquitectónico de PB (CASA 1)

El edificio se compone por 4 nivel, en planta baja se encuentra la casa 1, en el nivel -1 está la casa 2, en el nivel -2 se encuentra la casa 3, en el nivel -3 esta casa 4 y casa 5 y en el nivel -4 se encuentra la casa 6.

La propiedad se encuentra en una ladera por lo que se realizaron excavaciones para llegar al nivel en el que iniciaba la pendiente del terreno (planta baja) para aprovechar al máximo el terreno.



Figura 3.- Casa 6 a -15.50 m de nivel de calle

Se presenta una tabla con las cargas instaladas y las demandas que se solicitaron al suministrador, las cuales se obtuvieron de las características que solicitaron los clientes de cada departamento.

Tabla 1.- Cargas instaladas y demandas

DEPARTAMENTO	CARGA INSTALADA	CARGA DEMANDADA	CARGA CONTRATADA
CASA 1	97.40 KW	50 KW	50 KW
CASA 2	88.95 KW	50 KW	50 KW
CASA 3	96.70 KW	56 KW	56 KW
CASA 4	90.37 KW	50 KW	50 KW
CASA 5	90.00 KW	50 KW	50 KW
CASA 6	224.12 KW	125.63 KW	125.63 KW
AREAS OMUNES	73.50 KW	50 KW	50 KW
TOTAL	761.04 KW	431.63 KW	431.63 KW

3.2 Dimensionamiento del transformador

Una vez que se tiene toda la carga, a continuación, se requiere determinar la capacidad de la subestación que alimentará a todo el edificio, en este caso el cliente decidió que la subestación fuese particular por lo que a CFE sólo se le donaría la acometida en media tensión de la subestación.

A partir de la definición de la demanda total a contratar el siguiente paso es buscar el transformador que cuente con las características de la subestación, en este proyecto se toma como referencia los valores comerciales de la marca ZETRAK la cual suministrara el transformador tipo pedestal.

Tabla 2.- Capacidades comercial de transformadores ZETRAK

DIMENSIONES Y PESOS APROXIMADOS OPERACIÓN RADIAL Y ANILLO EN ALUMINIO								
CAPACIDAD (KVA)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	ACEITE (L.)	MASATOT (Kg.)	No. DE RAD.
30	1100	1012	1095	1085	530	333	739	N/A
45	1100	1012	1095	1085	530	333	805	N/A
75	1206	1042	1210	1190	530	447	1035	N/A
112.5	1206	1042	1210	1190	530	447	1130	N/A

150	1331	1170	1335	1315	530	622	1466	N/A
225	1386	1184	1370	1370	530	693	1845	2
300	1386	1184	1370	1370	530	710	2015	3
500	1720	1640	1450	1550	530	920	2814	3
750	1720	1640	1450	1550	530	1010	3631	3
1000	1720	1640	1685	1560	530	1089	4480	3
1500	3075	1870	1985	1740	530	1770	5862	2
2000	3075	1870	1985	1740	530	1820	8055	4

De la tabla 2 se selecciona el transformador ya que no existe de la capacidad de la carga demandada se suministra el inmediato superior es de 500 KVA, es el seleccionado para la subestación del edificio.

$$KW = KVA * F.P. \quad KW = 500 KVA * 0.9 \quad TRO. = 450KW$$

La red de media tensión al que se conecta la subestación es de 23 KV con esta información se selecciona el transformador ya que cumple con las características de la red y de la capacidad eléctrica solicitada en el edificio.

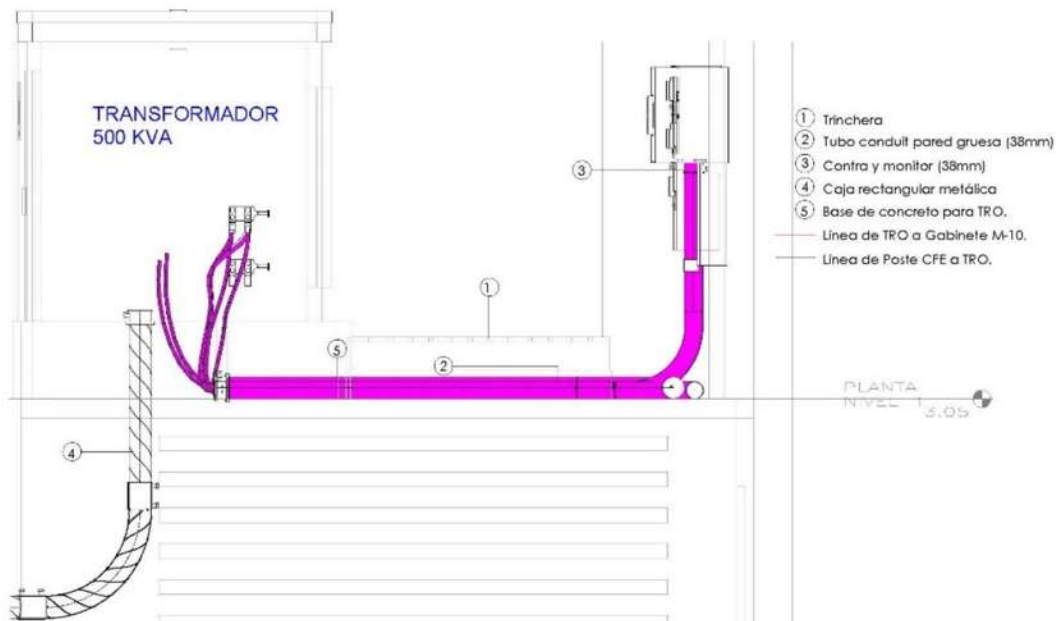


Figura 4.- Transformador conectado a las concentraciones



Figura 5.- Concentración de medidores

3.3 Cálculo de protección en M.T. y B.T.

Una vez que tenemos definido la capacidad de transformador proseguimos con el cálculo de las protecciones en media tensión como en baja tensión, se solicita al proveedor las características específicas del transformador seleccionado, con los datos obtenidos se prosigue con el cálculo del fusible en la media tensión, el transformado es de tipo pedestal y la red a la que se conectara el edificio es área, se proyecta realiza una transición con fusible que operan cuando exista una falla en el transformador o en el cable de media tensión hacia el transformador.

Si no tenemos las características del transformador por parte del suministrado, se calcula la corriente con la potencia del transformador y el voltaje en la línea de media tensión.

$$I_{M.T.} = \frac{KW_{TRO.}}{\sqrt{3} * V_{F-F} * F.P.}$$

$$I_{TOTAL} = \frac{450 KW}{\sqrt{3} * 23KV * 0.9}$$

$$I_{TOTAL} = 12.55 A$$

		LABORATORIO DE ENSAYO A TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN Y POTENCIA INFORME DE ENSAYO				 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO EE-0417-016/12		VIGENTE A PARTIR DE 2012-12-10											
CLIENTE :		INGENIERIA MECANICA, ELÉCTRICA Y CIVIL APLICADA, S.A. DE C.V.																	
DIRECCIÓN :		Priv. Retorno 4 No. 96, Col. Ciudad Industrial, Morelia, Michoacán C.P. 58200																	
FECHA DE		RECEPCIÓN: 24-octubre-2019		ENSAYO : 24-octubre-2019		EMISIÓN : 24-octubre-2019													
CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR																			
TRANSFORMADOR DE :		DISTRIBUCIÓN		kVA: 500		TIPO: PEDESTAL RADIAL		NIVEL DE AISLAMIENTO : 25 kV											
TENSIÓN M.T. :		23 000 V		FRECUENCIA : 60 Hz		GABINETE : NEMA 3R		TIPO DE ENFRIAMIENTO : ONAN											
CONEXIÓN M.T. :		DELTA		No. DE FASES: 3		SERVICIO: INTEMPERIE		m s.n.m.: 2300											
TENSIÓN B.T. :		220 / 127 V		No. DE SERIE (O. T.): 34968		DEVANADOS: Cu - Cu		ELEV. DE TEMP. 65 °C											
CONEXIÓN B.T. :		ESTRELLA		NORMA DE FABRICACIÓN		NMX-J-285 EFIC. CONV.		I _{NOM} M.T.: 12,55 A											
DERIVACIONES :		+ 1 - 3 de 1 000 V c/u		No. DE INFORME:		LP-2205-19		I _{NOM} B.T.: 1312,16 A											
RESULTADO FINAL :		SATISFACTORIO		OBSERVACIONES :															
RELACION DE TRANSFORMACION										RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO DE LOS DEVANADOS									
INSTRUCTIVO: IT-LAB-01					MÉTODO: NMX-J-169-ANCE-2015 REF. 5.1.1/6.2.2					INSTRUCTIVO: IT-LAB-03					MÉTODO: NMX-J-169-ANCE-2015 REF. 9.9				
POSICIÓN		V		A		FASE 1		FASE 2		FASE 3		TEMPERATURA DEL LIQUIDO AISLANTE: 20 °C							
1		24 000		12.03		189,010		189,246		189,280		TIEMPO		H vs. X		X vs. H + T		H vs. X + T	
2		23 000		12.55		181,102		181,376		181,290		00:15		18,43 G Ω		10,53 G Ω		18,07 G Ω	
3		22 000		13.12		173,204		173,490		173,314		00:30		30,50 G Ω		18,82 G Ω		29,00 G Ω	
4		21 000		13.75		165,300		165,498		165,428		00:45		37,20 G Ω		23,60 G Ω		32,80 G Ω	
5		20 000		14.43		157,402		157,670		157,630		01:00		43,00 G Ω		27,70 G Ω		38,00 G Ω	
6												02:00							
7												03:00							
8												04:00							
9												05:00							
10												06:00							

Figura 5.- Datos del transformador emitidos por fabricante

Donde la corriente nominal en media tensión es **12.55 A**, se calcula el eslabón fusible que debe llevar la media tensión.

$$I_{NOM} M.T. = 12.55 A$$

$$I_{FUSIBLE} M.T. = 12.55 A * 1.25$$

$$I_{FUSIBLE} M.T. = 15.69 A$$

Del transformador de la subestación se tiene que alimentar 7 servicios por lo que se determinó alimentar una concentración de 5 medidores, y los 2 servicios restantes se alimentan con un circuito independiente para los departamentos 3 y 6 que son los que demandan más de 50 KW y su medición es en B.T. con TC'S.

Cálculo de alimentador para concentración de 5 servicios.

$$Potencia\ total\ (KW) = KW_{CASA\ 1} + KW_{CASA\ 2} + KW_{CASA\ 4} + KW_{CASA\ 5} + KW_{SER.GENERA}$$

$$I_{TOTAL} = \frac{KW_{TOTAL}}{\sqrt{3} * V_{F-F} * F.P.}$$

$$I_{TOTAL} = \frac{50KW + 50KW + 50KW + 50KW + 50KW}{1.73 * 220\ V * 0.90}$$

$$I_{TOTAL} = \frac{250KW}{342.54\ V}$$

$$I_{TOTAL} = \mathbf{729.84\ A}$$

Tabla 3.- Capacidad de ampacidad de los conductores

CABLE VIAKOM® THWN/THHN 600 V									
Calibre	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Espesor nominal del aislamiento	Espesor nominal de nylon	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente/ Amperes		
AWG/kcmil	mm²		mm	mm	mm	kg/100 m	60°C	75°C	90°C
14	2,082	19	0,38	0,10	2,9	3	20	20	25
12	3,307	19	0,38	0,10	3,4	4	25	25	30
10	5,280	19	0,51	0,10	4,3	6	30	35	40
8	8,387	19	0,76	0,13	5,7	10	40	50	55
6	13,30	19	0,76	0,13	6,7	15	55	65	75
4	21,15	19	1,02	0,15	8,5	24	70	85	95
2	33,62	19	1,02	0,15	10,1	36	95	115	130
1	42,41	19	1,27	0,18	11,6	46	110	130	150
1/0	53,48	19	1,27	0,18	12,7	56	125	150	170
2/0	67,43	19	1,27	0,18	13,9	70	145	175	195
3/0	85,01	19	1,27	0,18	15,2	87	165	200	225
4/0	107,2	19	1,27	0,18	16,7	108	195	230	260
250	126,7	37	1,52	0,20	18,5	128	215	255	290
300	152,0	37	1,52	0,20	19,9	152	240	285	320
350	177,3	37	1,52	0,20	21,3	177	260	310	350
400	202,7	37	1,52	0,20	22,5	201	280	335	380
500	253,4	37	1,52	0,20	24,7	249	320	380	430
600	304,0	61	1,78	0,23	27,3	298	355	420	475
750	380,0	61	1,78	0,23	30,0	369	400	475	535
1 000	506,7	61	1,78	0,23	34,0	488	455	545	615

* Basada en la tabla 310.16 del NEC (NFPA 70) para una temperatura ambiente de 30°C.

El cable seleccionado es de calibre 500 MCM para la para alimentar la concentración de medidores seria 2 hilos por fase para soportar la corriente nominal de **729.84 A**, la corriente por hilo es de **364.92 A**.

3.4 Cálculo de caída de tensión en los alimentadores

Después de haber seleccionado los conductores se calcula la caída de tensión hasta la concentración de medidores, el tablero principal de cada departamento se encuentra a una longitud considerable y debemos obtener la caída al ITM principal, se considera que el cableado está en tuberías Conduit separada por circuito.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}ZLI}{V_{f-f}} \times 100$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Donde:

ΔV = Caída de tensión en el cable, en %

I = Corriente eléctrica que circula a través del conductor, en A

L = Longitud total del circuito, en km

V_o = Tensión de fase a neutro, en V

V_{ff} = Tensión entre fases, en V

Z = Impedancia eléctrica del cable, en Ω/km

Tabla 4.- Impedancia eléctrica de los conductores en tuberías

Calibre AWG o kcmil	Ohms al neutro / km													
	Reactancia inductiva (X_L) para todos los conductores Ohm/km		Resistencia a la c.a. a 75°C de conductores de cobre Ohm / km			Resistencia a la c.a. a 75°C de conductores de aluminio Ohm / km			Impedancia (Z) de conductores de cobre fp=0,9 Ohm / km			Impedancia (Z) de conductores de aluminio fp=0,9 Ohm / km		
	Conduit de PVC o aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero
14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	9.3	9.3	9.3	—	—	—
12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	6.0	6.0	6.0	—	—	—
10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—
8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.38	2.38	2.40	—	—	—
6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.52	1.52	1.54	2.47	2.47	2.49
4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.99	0.99	1.00	1.57	1.57	1.59
2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.66	0.68	1.01	1.01	1.03
1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.41	0.45	0.43	0.66	0.68	0.67
2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.37	0.53	0.53	0.55
3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.288	0.302	0.308	0.45	0.45	0.46
4/0	0.135	0.167	0.203	0.22	0.207	0.33	0.36	0.33	0.242	0.257	0.259	0.36	0.38	0.37
250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.213	0.227	0.234	0.310	0.324	0.328
300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.188	0.204	0.206	0.269	0.283	0.285
350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.170	0.184	0.187	0.237	0.252	0.258
400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.154	0.170	0.174	0.216	0.232	0.232
500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.136	0.150	0.154	0.183	0.197	0.202
600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.123	0.139	0.142	0.162	0.177	0.181
750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.110	0.126	0.131	0.140	0.155	0.160
1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.097	0.109	0.119	0.120	0.133	0.140

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 0.154 * 10m * 729.84A}{220 V} x 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 0.154 \frac{Ohm}{km} * 0.01Km * 364.92A}{220 V} x 100$$

$$\Delta V = \frac{0.972219 V}{220 V} x 100$$

$$\Delta V = 0.004419 x 100$$

$$\Delta V = 0.44 \%$$

Realizaremos el cálculo de corriente de casa 3 y casa 6 para seleccionar el calibre de los conductores.

$$I_{TOTAL} = \frac{KW_{TOTAL}}{\sqrt{3} * V_{F-F} * F.P.}$$

$$I_{CASA 3} = \frac{56 KW_{CASA 3}}{1.73 * 220 V * 0.90}$$

$$I_{CASA 3} = 163.48 A$$

Para la casa 3 el cable que se seleccionó es el calibre 350 MCM ya que soporta una corriente de 350 A, como se muestra en la Tabla 3.

$$I_{CASA 6} = \frac{125.63 KW_{CASA 6}}{1.73 * 220 V * 0.90}$$

$$I_{CASA 6} = 366.34 A$$

Para la casa 6 el cable que se seleccionó es el calibre 600 MCM ya que soporta una corriente de 475 A, como se muestra en la Tabla 3.

Realizaremos el cálculo de caída de tensión de la casa 3 y casa 6 para comprobar que el calibre del conductor esta correcto o se tiene que cambiar.

$$\Delta V_{CASA\ 3} = \frac{\sqrt{3} * 0.187 * 10m * 163.48\ A}{220\ V} \times 100$$

$$\Delta V_{CASA\ 3} = \frac{\sqrt{3} * 0.187 \frac{Ohm}{km} * 0.01Km * 163.48A}{220\ V} \times 100$$

$$\Delta V_{CASA\ 3} = \frac{0.52950\ V}{220\ V} \times 100$$

$$\Delta V_{CASA\ 3} = 0.00240 \times 100$$

$$\Delta V_{CASA\ 3} = 0.24\ \%$$

$$\Delta V_{CASA\ 6} = \frac{\sqrt{3} * 0.142 * 10m * 366.34\ A}{220\ V} \times 100$$

$$\Delta V_{CASA\ 6} = \frac{\sqrt{3} * 0.142 \frac{Ohm}{km} * 0.01Km * 366.34A}{220\ V} \times 100$$

$$\Delta V_{CASA\ 6} = \frac{0.901017\ V}{220\ V} \times 100$$

$$\Delta V_{CASA\ 6} = 0.0040955 \times 100$$

$$\Delta V_{CASA\ 6} = 0.409\ \%$$

En este proyecto se construyeron 6 departamentos similares, lo que les diferencia son los m^2 de área de cada departamento, todos son muy similares en lo que corresponde a iluminación, contactos, fuerza, en este documento se desglosará

sólo un departamento (casa 6) porque es el que representa la mayor carga en la subestación.

Para este ejemplo se cuenta con los planos arquitectónicos, y se establecen las cargas que son requeridas para el desarrollo del proyecto (iluminación, contactos, y fuerza).

Tabla 5.- Cargas definidas de casa 6

TIPO DE CARGA	CARGA CONECTADA W	CARGA CONECTADA VA	FACTOR DE DEMANDA	CARGA DEMANDADA VA	CARGA DEMANDADA W
ILUMINACIÓN	16,910.80	18,789.78	70.00%	13,152.84	11,837.56
CONTACTOS	65,916.00	73,240.00	PIMERO 10KVA AL 100% EL RESTO AL 50%	41,620.00	37,458.00
AIRE ACONDICIONADO	56,905.00	63,227.78	60.00%	37,936.67	34,143.00
FUERZA	84,395.00	93,772.22	50.00%	46,886.11	42,197.50
TOTAL	224,126.80	249,029.78		139,595.62	125,636.06

3.5 Cálculo del corto circuito.

En este proyecto se definió la carga a energizar, como se observa en la tabla 5, para ello se tiene que definir el ITM principal de la casa 6 ya que es requerido por CFE, para seleccionar el interruptor recordemos que se debe obtener la corriente térmica y la corriente magnética, para el cálculo de corriente de corto circuito (I_{cc}) se requiere la impedancia del transformado (se obtiene de los datos del fabricante ya proporcionados) y la impedancia del cable seleccionado como alimentado principal. Existen varios métodos para el cálculo de I_{cc} , en este ejemplo se realizó con el **MÉTODO DE PUNTO POR PUNTO** y se calculará la corriente trifásica para la selección de los interruptores sin contar con la potencia de corto circuito de CFE.

$$3\phi \text{ Transformador } I_{NOM} = \frac{KVA \times 1000}{V_{f-f(SECUNDARIO)} * \sqrt{3}}$$

$$3\phi I_{NOM} = \frac{500KVA \times 1000}{0.220KV * \sqrt{3}}$$

$$3\phi I_{NOM} = 1.312KA$$

Considerando que la Z% del transformador por 0.9, debido a que los transformadores mayores a 25 KVA tienen un $\pm 10\%$ de tolerancia por lo que esto puede afectar los cálculos. La impedancia del transformador es de 4.79% con el ajuste antes mencionado que de 4.31%.

$$Multiplicador (M) = \frac{100}{* \%Z_{Tro.}}$$

$$M = \frac{100}{4.31}$$

$$M = 23.20$$

La corriente de corto circuito en un punto específico, en este caso en el bus de la baja tensión del transformador es:

$$I_{C.C.secundario} = 3\phi Transformador I_{NOM} * Multiplicador$$

$$I_{C.C.BUS} = 1.312KA * 23.20$$

$$I_{C.C.BUS} = 30.4384KA$$

Se calcula el cálculo de corto circuito en los bornes del ITM principal, el interruptor se encuentra a unos escasos 6 m del bus principal pero el cableado del bus al ITM afecta al corto circuito ya calculado por la distancia y la impedancia del conductor seleccionado, las fórmulas para realizar este cálculo son las siguientes:

$$f = \frac{\sqrt{3} * L * I_{CCBUS}}{C * n * V_{FF}}$$

Donde:

- L= Longitud del conductor (ft), la distancia del conductor es de 6m
- C=Constante del conductor de tabla 6.
- n=Número de conductores por fase.
- I=Corriente de corto circuito disponible al inicio del circuito.
- V=Voltaje del circuito.

$$f = \frac{\sqrt{3} * 19.69 \text{ ft} * 30.4384 \text{ KA}}{22965 \frac{\text{ft}}{\text{V}} * 1 * 220 \text{ V}}$$

$$f = \frac{1036844.526 \text{ ftA}}{5052300 \text{ ft}}$$

$$f = 0.20522228 \text{ A}$$

Calculamos el multiplicador M:

$$M = \frac{1}{1 + f}$$

$$M = \frac{1}{1.20522228 \text{ A}}$$

$$M = 0.829722464$$

La corriente de corto circuito en los bornes del ITM se calcula con la siguiente formula después de haber obtenido el multiplicador M.

$$I_{SC \text{ SYM RMS}} = I_{S.C.} \times M$$

$$I_{SC \text{ SYM RMS}} = 30.4384 \text{ KA} \times 0.829722464$$

$$I_{SC\ SYM\ RMS} = 25.255KA$$

Con la corriente de corto circuito de 25.255KA se puede seleccionar el ITM principal, ya que se cuenta con la corriente térmica y la corriente magnética para la selección del ITM correcto.

Tabla 6.- Constante C para cable de Cobre

Valores de la constante C para conductores y electroductos												
TABLA 4. Valores de C para los conductores												
COBRE												
Designación (AWG o kcmil)	Tubo conduit para tres conductores individuales						Tubo conduit para cable de tres conductores					
	Conduit de acero			Conduit de PVC (no magnético)			Conduit de acero			Conduit de PVC (no magnético)		
	600 V	5 k-V	15 k-V	600 V	5 k-V	15 k-V	600 V	5 k-V	15 k-V	600 V	5 k-V	15 k-V
14	389	-	-	389	-	-	389	-	-	389	-	-
12	617	-	-	617	-	-	617	-	-	617	-	-
10	981	-	-	982	-	-	982	-	-	982	-	-
8	1557	1551	-	1559	1555	-	1559	1557	-	1560	1558	-
6	2425	2406	2389	2430	2418	2407	2431	2425	2415	2433	2428	2421
4	3806	3751	3696	3826	3789	3753	3830	3812	3779	3838	3823	3798
3	4774	4674	4577	4811	4745	4679	4820	4785	4726	4833	4803	4762
2	5907	5736	5574	6044	5926	5809	5989	5930	5828	6087	6023	5958
1	7293	7029	6759	7493	7307	7109	7454	7365	7189	7579	7507	7364
1/0	8925	8544	7973	9317	9034	8590	9210	9086	8708	9473	9373	9053
2/0	10755	10062	9390	11424	10878	10319	11245	11045	10500	11703	11529	11053
3/0	12844	11804	11022	13923	13048	12360	13656	13333	12613	14410	14119	13462
4/0	15082	13606	12543	16673	15351	14347	16392	15890	14813	17483	17020	16013
250	16483	14925	13644	18594	17121	15866	18311	17851	16466	19779	19352	18001
300	18177	16293	14769	20868	18975	17409	20617	20052	18319	22525	21938	20163
350	19704	17385	15678	22737	20526	18672	22646	21914	19821	24904	24126	21982
400	20566	18235	16366	24297	21786	19731	24253	23372	21042	26916	26044	23518
500	22185	19172	17492	26706	23277	21330	26980	25449	23126	30096	28712	25916
600	22965	20567	17962	28033	25204	22097	28752	27975	24897	32154	31258	27766
750	24137	21387	18889	29735	26453	23408	31051	30024	26933	34605	33315	29735
1000	25278	22539	19923	31491	28083	24887	33864	32689	29320	37197	35749	31959

Tabla 7.- Constante C para cable de Aluminio

Valores de la constante C para conductores y electroductos												
TABLA 4. Valores de C para los conductores												
Designación (AWG o kcmil)	Tubo conduit para tres conductores individuales						Tubo conduit para cable de tres conductores					
	Conduit de acero			Conduit de PVC (no magnético)			Conduit de acero			Conduit de PVC (no magnético)		
	600 V	5 k-V	15 k-V	600 V	5 k-V	15 k-V	600 V	5 k-V	15 k-V	600 V	5 k-V	15 k-V
ALUMINIO												
14	237	-	-	237	-	-	237	-	-	237	-	-
12	376	-	-	376	-	-	376	-	-	376	-	-
10	599	-	-	599	-	-	599	-	-	599	-	-
8	951	950	-	952	951	-	952	951	-	952	952	-
6	1481	1476	1472	1482	1479	1476	1482	1480	1478	1482	1481	1479
4	2346	2333	2319	2350	2342	2333	2351	2347	2339	2353	2350	2344
3	2952	2928	2904	2961	2945	2929	2963	2955	2941	2966	2959	2949
2	3713	3670	3626	3730	3702	3673	3734	3719	3693	3740	3725	3709
1	4645	4575	4498	4678	4632	4580	4686	4664	4618	4699	4682	4646
1/0	5777	5670	5493	5838	5766	5646	5852	5820	5717	5876	5852	5771
2/0	7187	6968	6733	7301	7153	6986	7327	7271	7109	7373	7329	7202
3/0	8826	8467	8163	9110	8851	8627	9077	8981	8751	9243	9164	8977
4/0	10741	10167	9700	11174	10749	10387	11185	11022	10642	11409	11277	10969
250	12122	11460	10849	12862	12343	11847	12797	12636	12115	13236	13106	12661
300	13910	13009	12193	14923	14183	13492	14917	14698	13973	15495	15300	14659
350	15484	14280	13288	16813	15858	14955	16795	16490	15541	17635	17352	16501
400	16671	15355	14188	18506	17321	16234	18462	18064	16921	19588	19244	18154
500	18756	16828	15657	21391	19503	18315	21395	20607	19314	23018	22381	20978
600	20093	18428	16484	23451	21718	19635	23633	23196	21349	25708	25244	23295
750	21766	19685	17686	25976	23702	21437	26432	25790	23750	29036	28262	25976
1000	23478	21235	19006	28779	26109	23482	29865	29049	26608	32938	31920	29135

Al obtener la Icc. aseguramos la selección correcta de la protección, recordemos que los interruptores propuesto en este proyecto se escogieron a partir de que cumplieran con los parámetros de corrientes térmicas y magnéticas. Esto con la finalidad de que operen correctamente al existir una falla en la carga, con la

experiencia adquirida muchas de las protecciones son seleccionadas por la corriente térmica y muy pocas veces por la corriente magnética este error es muy frecuente, esto provoca que nunca operan en cascada como debería suceder y en ocasiones la falla activa las protecciones en media tensión.

Al obtener los dos parámetros que requerimos con toda seguridad se adquiere el interruptor termo magnético adecuado o en algunas ocasiones la unidad de inspección de sistema eléctricos (UVIE) nos obliga a realizar el cambio al correcto, ocasionando que la construcción de una obra no sea eficiente.

Cuando se calcula la lcc. la impedancia de los conductores afecta directamente, a mayor distancia de la fuente, la corriente magnética es menor y la corriente térmica es la misma en ambos puntos (carga y fuente).

En la siguiente figura se muestra las probables consecuencias de una mala selección de las protecciones.



Figura 7.- Daños en un interruptor mal calculado

3.6 Diagrama unifilar de Casa 6

Con los datos de las cargas que ya conocemos y los obtenidos en los incisos (3.4 Y 3.5) se elabora un plano denominado Diagrama Unifilar, es el plano eléctrico más común que identifica y suministra información sobre las dimensiones de los componentes principales del sistema de cableado eléctrico y muestra cómo la potencia es distribuida desde la fuente, habitualmente la acometida, hasta el equipo de utilización. Se representan equipos tales como tableros de distribución, equipos de conmutación, subestaciones, centros de control de motores, motores, equipos de emergencia, interruptores de transferencia y equipo de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Tabla 8.- Cálculo de caída de tensión

Caída de tensión en 6 puntos diferentes						
Parámetros	(1) %e	(2) %e	(3) %e	(4) %e	(5) %e	(6) %e
I (corriente)	729 A	163.48 A	366.34 A	366.34 A	366.34 A	56.05 A
L (longitud)	5 M	5 M	6 M	6 M	74.35 M	82 M
V_{f-f} (voltaje)	220 V	220 V	220 V	220 V	220 V	220 V
Calibre conductor	2 Hilos x Fase 500 MCM Cu.	1 Hilos x Fase 350MCM Cu.	1 Hilos x Fase 600 MCM Cu.	1 Hilos x Fase 600 MCM Cu.	3 Hilos x Fase 500 MCM Al.	2 Hilos x Fase 1/0 AWG Cu.
Z (conductor)	0.154 Ohm/km	0.187 Ohm/km	0.142 Ohm/km	0.142 Ohm/km	0.202 Ohm/km	0.43 Ohm/km
Caída de tensión	0.22 % V	0.12 % V	0.24 % V	0.25 % V	1.45 % V	0.78 % V

Tabla 9.- Cálculo de corto circuito

Cálculo de corto circuito trifásico en 5 puntos diferentes					
Parámetros	FALLA 1	FALLA 2	FALLA 3	FALLA 4	FALLA 5
Longitud	5 M	5 M	6 M	6 M	74.35 M
Constante	26980	22646	28752	28752	21395
N (conductores)	2-500 MCM Cu.	1-350 MCM Cu.	1-600 MCM Cu.	1-600 MCM Cu.	3-500 MCM AL.
I_{CC} (inicio del circuito)	30.437 KA	30.437 KA	30.437 KA	25.25 KA	21.574 KA
Voltaje	220 V	220 V	220 V	220 V	220 V
I_{CC}	27.96 KA	25.375 KA	25.25 KA	21.574 KA	11.403 KA

Con la información de las tablas anteriores y los cálculos obtenidos se da forma al diagrama unifilar representando toda la información de mayor relevancia, con la

finalidad de futuros mantenimientos que se le realicen a la residencia o al realizar análisis del comportamiento de las cargas si llegara ocurrir alguna falla, dicho plano se elabora cuando era un proyecto y al terminar de ejecutar la obra se actualiza si existió alguna modificación cuando se ejecuta el proyecto. En las obras que he participado siempre ha existido modificaciones, por lo cual estamos obligados a representar dichas modificaciones en los planos de la especialidad modificada y para ello se entregan los planos As-Built.

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El presente documento me permite compartir, como exalumno egresado de Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la experiencia adquirida por más de 6 años como residente de obra en varios proyectos en los cuales he participado, siendo el líder responsable de cada una de las obras que se me han asignado en la empresa que colaboro.

Durante mi experiencia he aprendido que a conocer los materiales que se instalan y las características que deben tener que cumplan con lo proyectado, todos los materiales que instalamos están respaldados con los cálculos que se realizan cuando se elabora el proyecto.

La experiencia que he adquirido me ha ayudado a resolver problemáticas que se presenta en las obras con la finalidad de realizar los trabajos apegados a las normas oficiales mexicanas, cada obra que se ejecutó se aprende algo nuevo que ayuda a que se facilite los siguientes proyectos.

Durante el tiempo que he laborado he tenido que aprender a saber manejar a grupos de personas que están a mi cargo para la ejecución de proyectos y aprovechar al máximo las capacidades de cada uno para brindar los mejores resultados y llegar al objetivo general que es construir la obra para un fin común la utilización de la energía eléctrica con seguridad mitigando los posibles riesgos.

Mi recomendación a todos los futuros ingenieros egresados es de que, si se dedican al diseño se realicen los proyectos apegados a las normas oficiales mexicanas ya que en muchas ocasiones los proyectos se elaboran mal y a su vez se ejecutan mal cuando el ingeniero le corresponde realizar la construcción de un proyecto siempre se hagan los trabajos apegados a las normas, que se revisen los cálculos eléctricos de las protecciones y de las capacidades de las cargas porque en muchas ocasiones no lo hace y están propensos a que ocurran accidentes.

Estoy muy satisfecho con los conocimientos que se nos brindan en la facultad de ingeniería eléctrica porque me ha tocado trabajar en obra con varios ingenieros egresados de varias escuelas tanto de Michoacán como de la CDMX y los conocimientos que adquirimos en la facultad nos hacen muy competitivos, me siento muy orgulloso de haber pertenecido a dicha institución.

Como recomendación cero que nos hace falta aprender a usar herramientas para dibujar o simular proyectos esto ayudaría más a los posibles egresados programas ya que son herramientas básicas en el ámbito laboral.

Se debería participar en visitas guiadas a centros de distribución de energía con la finalidad de dimensionar y conocer un poco más sobre la distribución de la energía.

Se debería de incorporar al temario de la facultad la generación de energías renovables ya que es una de las ramas de la generación que está en apogeo y en un futuro próximo será la fuente de generación de electricidad más abundante por el evidente daño al planeta que se está haciendo con la generación de energía que son más contaminantes.

Bibliografía

1. NOM-001-SEDE-2012, NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización).
2. LATINCASA Desarrolladores de los mejores cables y alambres para la construcción.
3. REVISTA DE ENERGÍA QUÍMICA Y FÍSICA Análisis del corto circuito en instalaciones eléctricas industriales trifásicas mediante la Normativa IEC-NOM, Junio 2016 Vol.3 No.7 1-8