



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD ZACATENCO**

T E S I S

**DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LA OBRA ELÉCTRICA DE LA RADIO
DIFUSORA IMAGEN, CANAL 28**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

GUSTAVO CANTÓN LOJERO

ASESORES

**ING. JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ
ING. ARTURO ROLANDO ROJAS SALGADO**



México DF, Marzo 2009.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”

TEMA DE TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN
DEBERA(N) DESARROLLAR**

**INGENIERO ELECTRICISTA
MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL
C.-GUSTAVO CANTON LOJERO**

**“DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LA OBRA ELÉCTRICA DE LA RADIO DIFUSORA IMAGEN,
CANAL 28”**

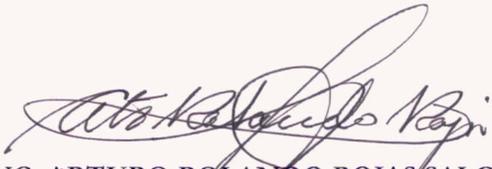
**DESCRIBIR EL PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LA OBRA ELÉCTRICA DE
LA RADIODIFUSORA IMAGEN, CANAL 28 COMO UNA APORTACIÓN DE LA EXPERIENCIA
PROFESIONAL PARA LAS NUEVAS GENERACIONES DE INGENIEROS ELECTRICISTAS.**

- **INTRODUCCIÓN**
- **ILUMINACIÓN, CONTACTOS Y SALIDAS ESPECIALES**
- **FUERZA, CONDUCTORES Y CIRCUITOS ELÉCTRICOS**
- **CANALIZACIÓN, REGISTROS Y TABLEROS**
- **SISTEMA DE TIERRAS**
- **CONCLUSIONES**
- **BIBLIOGRAFÍA**
- **ANEXOS**

MÉXICO D.F., 25 FEBRERO DEL 2009

ASESORES


ING. JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ.


ING. ARTURO ROLANDO ROJAS SALGADO.


**ING. JORGE HERRERA AYALA
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



Dedicatorias

A mi padre Dios Jehová.

Por permitirme llegar hasta el final, lo más grande que
podemos anhelar, la terminación de la escuela.

A ti Señor Jesucristo.

Por dejarme llegar hasta este momento en mi vida y
alcanzar uno de los sueños más grandes...
La Licenciatura.

A ti Espíritu Santo.

Por guiar mi espíritu en el sendero de la Sabiduría.

A mis padres...

Quienes me inculcaron la fuerza para enfrentar la vida,
Quienes sembraron en mí semillas de amor y ternura,
Quienes dedicaron los años de su vida en formarme
como un ser responsable y comprometido con
mis ideas y mis convicciones.

Por sus consejos y enseñanzas.

Con todo mi amor les dedico este trabajo.

A mi Esposa...

Quien ha estado junto a mí
apoyandome en todo momento.

Por toda su fuerza que me impulsa a
Seguir adelante.

Con todo mi amor le dedico este trabajo.

A mis hijos y nieta...

Alicia, Ling Ling, Marisol, Gustavo y Ali Denis

Porque representan el motivo de mi ser.
Porque en los peores momentos son luz
Que iluminan mi camino.

Con todo mi amor.

A mis hermanos:
Humberto, David, Lourdes y Martín.

Por su apoyo incondicional
Que en todo momento me han demostrado.

Por la fuerza que siempre han tenido
ante las vicisitudes de la vida.

A mis sobrinos:

Humberto
Yunuet
Ivon
Tannia
Cesar
Joselin
Israel
Alejandra
David
Ricardo
Lucero
Brandon

Con todo mi cariño.

A mis suegros:

Con toda mi admiración,
reconocimiento y cariño.

A mi yerno.

Ulises Hernández Solís.
Con todo mi agradecimiento
demostrado.

A todos mis compañeros:

C.p. Luz Maria Teresa Ledesma.
Ing. José Luís Matos Sosa.
Ing. José Antonio Martínez Hernández.
Ing. Arturo Rolando Rojas Salgado.
Ing. Jorge Herrera Ayala.

Con todo mi agradecimiento
Por su amistad y apoyo
demostrados.

Índice de contenido

OBJETIVO	i
JUSTIFICACION	ii
NECESIDADES DEL CLIENTE	iii
INTRODUCCIÓN	iv
Capitulo 1	1
1.- ILUMINACION, CONTACTOS Y SALIDAS ESPECIALES	2
1.1 Iluminación	
1.2 Contactos	
1.3 Salidas Especiales	
Capitulo 2	5
2.- FUERZA, CONDUCTORES Y CUARTO ELECTRICO	6
2.1 Fuerza	
2.2 Conductores	
2.3 Circuitos Eléctricos	
Capitulo 3	12
3.- CANALIZACION, REGISTROS Y TABLEROS	13
3.1 Canalizaciones	
3.2 Registros	
3.3 Tableros	
3.3.1 Tablero general de distribución	
3.3.2 Tablero general de distribución, servicio emergencia	
3.3.3 Tablero general de distribución, servicio normal	
3.3.4 Tablero subgeneral de distribución, servicio emergente	
3.3.5 Tablero de distribución, servicio normal	
3.3.6 Tablero de distribución, servicio emergente	
3.3.7 Centro de control de motores	
Capitulo 4	19
4.- SISTEMA DE TIERRAS	20
4.1 Sistema de Tierras para servicio eléctrico	
4.2 Sistema de Tierras para servicio electrónico	
4.3 Sistema de Tierras para servicio electrónico en piso falso	

CONCLUSIONES	23
BIBLIOGRAFIA	25
ANEXOS	27
ANEXO No. 1	28
ANEXO No. 1.2	29
ANEXO No. 1.3	30
ANEXO No. 1.4	31
ANEXO No. 1.5	32
ANEXO No. 1.6	33
ANEXO No. 1.7	34
ANEXO No. 1.8	35
ANEXO No. 2	36
ANEXO No. 2.1	37
ANEXO No. 3	38
ANEXO No. 4	39
ANEXO No. 4.1	40
ANEXO No. 4.2	41

OBJETIVO

Describir el procedimiento de diseño y ejecución de la obra eléctrica de la Radio Difusora Imagen, Canal 28, como una aportación de la experiencia profesional para las nuevas generaciones de ingenieros electricistas.

JUSTIFICACION

En el campo del desarrollo de la Ingeniería Eléctrica existen varias vertientes del ejercicio profesional. En este sentido, la actividad que se desarrolla tiene como propósito diseñar, proyectar y ejecutar obra eléctrica en alta, media y baja tensión, tomando como referencia cubrir y atender las necesidades del cliente.

En este contexto se plantea la necesidad de diseñar y realizar el proyecto de obra eléctrica, de la Radio Difusora Imagen, Canal 28, por obra de ampliación. El proyecto se presenta y se otorga para que se realice.

El alcance contempla los sistemas de: iluminación, fuerza, cálculos de conductores, registros, tableros y los sistemas de tierras, que en conjunto demandan una potencia de 1500 KVA.

La amplitud de este proyecto dio lugar a aplicar conocimientos de la Ingeniería Eléctrica, para cumplir de manera plena con las necesidades planteadas y proveer de la satisfacción plena del cliente, Radio Difusora Imagen, Canal 28.

NECESIDADES DEL CLIENTE, Radio Difusora Imagen, Canal 28.

Cabe mencionar que en todo proyecto, el cliente presenta las necesidades requeridas y en base a ello se desarrolla el diseño del proyecto que corresponda, con las especificaciones técnicas a que haya lugar, los tiempos para su implementación, diseño de equipos y materiales a utilizar y los costos específicos y actuales.

En este contexto, se solicito al cliente, Radio Difusora Imagen, Canal 28, un listado de especificaciones de necesidades, para que a partir de este estar en condiciones de elaborar y presentarles el proyecto respectivo.

Contenido con los elementos requeridos se estructura el proyecto abarcando lo siguiente:

Circuitos de iluminación, contactos y salidas específicas del área física presentada.

Cuarto eléctrico, cálculos de conductores y sistema de fuerza.

Registros, tableros y sistema de tierras.

El proyecto se acepta y se desarrolla en los términos descritos en la presente tesis.

Introducción

Uno de los propósitos de la Educación Profesional es desarrollar las facultades sensibles, intelectuales y afectivas de los alumnos (profesionistas); así como, la ampliación de sus posibilidades de realización y mejoramiento en los ámbitos personales y sociales.

Formar para la vida es relevante, pues nos permite el análisis y la reflexión de la realidad para poder, junto con otros, desenvolverse en ella.

Cuando lo que se aprende en la escuela es útil para mejorar nuestra vida, entonces cobran sentido las acciones que se generan en ella, pues se estará en posibilidad de dar respuestas a los retos que se presenta.

La resolución de diversas situaciones que demandan una respuesta, a veces inmediata, hace necesaria la utilización simultánea de conceptos, habilidades, estrategias, actitudes y valores. La conjugación oportuna y adecuada de estos elementos nos hace competentes y capaces de solucionar con éxito los problemas.

Este proyecto de obra eléctrica, proyectado, diseñado bajo la Norma Oficial Mexicana-NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones Eléctricas (utilización), y el ejecutado por el sustentante, para la Radio Difusora Imagen, Canal 28. Fue producto de una intensa planeación y cuidado de todos los detalles y donde se puso en práctica conocimientos, experiencia y ética profesional, siempre pensando en la rentabilidad del proyecto y el máximo beneficio que el usuario debe obtener.

Este trabajo esta presentado con el deseo constante de superación, refleja del espíritu que impera en todo el alumno (profesionistas) de la carrera de ingeniería eléctrica, en el ejercicio diario de su profesión, en la preparación y capacitación.

Con el objeto de proporcionar una mejor infraestructura para la operación de Radio Imagen se ampliaron las oficinas Imagen, las cuales se localizan a un costado del Hotel Camino Real sucursal Mariano Escobedo, en ésta ciudad de México, D.F.

El criterio considerado para suministrar de energía eléctrica al inmueble fue el siguiente:

Una acometida en media tensión para alimentar una subestación eléctrica de 1500 KVA, localizada en el local de Subestación principal, en el nivel Sótano 4.

La subestación compuesta de un transformador alimenta en 440/254 Volts, 60 Hz, a un tablero general de baja tensión, del cual se alimentan 6 transformadores secos de diferentes capacidades, los cuales alimentan a su vez, en 220/127 Volts, 60 Hz, tableros de alumbrado, contactos y fuerza, ya sea en servicio normal y emergencia.

Con la finalidad de compensar las caídas de tensión, se previo un local de subestación derivada remoto, en el cual se colocaron tres transformadores secos.

Para lograr tener una flexibilidad en la operación de las cargas eléctricas, se consideraron cuartos de tableros, localizados en cada uno de los niveles del inmueble, alimentados en dos columnas, para los siguientes servicios:

- Alumbrado y contactos en servicio normal
- Alumbrado en servicio de emergencia
- Contactos con voltaje regulado
- Equipos de fuerza para aire acondicionado (Fan and Coils y Ventiladores de extracción).

Los equipos de fuerza para aire acondicionado de mayor capacidad se alimentan a partir de un Centro de Control de Motores conectado también al tablero general en 440 Volts, 60 Hz.

El suministro de energía eléctrica en servicio de emergencia, se proporcionan de la siguiente forma:

Una planta de emergencia a 440/254 Volts, 60 Hz, que alimenta cargas de servicio de alumbrado en emergencia y cargas de contactos con voltaje regulado, respaldados éstos últimos a su vez mediante dos sistemas ininterrumpibles de energía (UPS), localizado en el edificio.

Las únicas cargas de fuerza que operarán en servicio de emergencia son los elevadores, montacargas y equipos de aire acondicionado del local del Site.

Con el fin de establecer una secuencia en el desarrollo de la presente tesis, en el capítulo 1, se hace una descripción general del sistema de iluminación de todas las áreas, bajo la consideración de partir de un diseño previo establecido por otro prestador de servicio, por lo que correspondió únicamente diseñar el circuito respectivo y realizarlo.

En el capítulo 2, se hace una descripción del diseño y ejecución de los circuitos de fuerza, tipo de conductores y circuitos eléctricos del sistema en general.

En el capítulo 3, se describe el diseño y ejecución de tipos de tableros utilizados, registros y canalizaciones requeridos en el proyecto.

En el capítulo 4.-Se caracteriza el diseño y ejecución de los sistemas de tierra utilizados, tanto para la red eléctrica, para el servicio de los equipos electrónicos y para el denominado bajo piso falso, que tiene como función eliminar las cargas estáticas tanto de los equipos como del personal.

Finalmente se establecen las conclusiones respectivas de este trabajo, referidas al proyecto, así como, los anexos respectivos complementarios a la capitulación.

CAPITULO 1

ILUMINACION, CONTACTOS Y SALIDAS ESPECIALES

(ANEXO 1, PLANO)

Introducción.

En la columna área/local de la tabla No. 1, se muestran las diferentes áreas físicas de la radio difusora que requieren de energía eléctrica. En lo que corresponde al sistema de iluminación, por recomendación del usuario, se atendió un diseño que fue proporcionado por otra compañía a la que denominé proveedor, tabla No. 1; sin embargo, el diseño de los circuitos eléctricos para atender las cargas de las diferentes luminarias se estableció como parte integral del proyecto que se presenta.

El sistema de iluminación tiene diferentes áreas que atender, desde la cocineta hasta las oficinas de redacción. En este aspecto las más importantes, en las que se tuvo especial cuidado fueron las cabinas de grabación, de radio y televisión, aunque, este criterio se aplicó para todas las áreas para evitar cualquier situación adversa. Este capítulo contempla además circuitos de contacto y salidas especiales.

1.1.- ILUMINACION.

Tabla No. 1.

NIVELES DE ILUMINACION PROPUESTOS		
RADIO IMAGEN		
AREA / LOCAL	LUMINARIA PROPUESTA	NIVEL LUMINOSO PROPUESTO (LX)
OFICINAS	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
COCINETA	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
CENTRO DE COPIADO	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
BAÑOS MUJERES	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
BAÑOS HOMBRES	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
BODEGA Y PAPELERIA	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
SALA PRESIDENCIA	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
CABINA DE NARRACIÓN	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
CAMERINO	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
SITE	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
FOROS DE TELEVISIÓN	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
CABINAS DE GRABACIÓN	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
CABINAS DE RADIO	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
CABINA DE TV.	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
BAÑO MUJERES	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
BAÑO HOMBRES	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
CABINA DE FRECUENCIAS	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR
OFICINAS DE REDACCION	FLUORESCENTE /INCAND.	PROVEEDOR

TIPOS DE LUMINARIAS

Para mayor información de los tipos de luminarias propuestas por el proveedor se deberán de checar las guías mecánicas correspondientes a cada uno de los niveles que integran las oficinas de Radio Imagen.

Ver anexo No. 1.

1.2.- CONTACTOS.

CONTACTOS DE SERVICIO NORMAL.

Se instalaron contactos monofásicos dobles polarizados, alojados en cajas de conexiones normales ahogadas en muros de tablaroca, tabique, o en ductos de P.V.C de muebles modulares.

Únicamente cuando los contactos se localicen en muebles modulares serán del tipo integral, del catálogo y tipo requeridos por el fabricante de los muebles.

La altura de montaje de los contactos son de 0.30 M.S.N.P.T, excepto en áreas de baños de 1.20 M.S.N.P.T.

Todos los contactos que se localizaron dentro de áreas húmedas son con protección de falla a tierra, color blanco cat. AHGF5242-W, marca Arrow Hart ó equivalente.

La capacidad de los contactos es de 15 amperes, para operar a un voltaje de 127 volts, 60 hz.

Ver anexo No. 1.2.

CONTACTOS CON VOLTAJE REGULADO.

Se instalaron contactos monofásicos dobles polarizados con tierra aislada, alojados en cajas de conexión normales ahogadas en muros, de tablaroca tabique o en ductos de P.V.C de muebles modulares, color naranja con la leyenda (ISOLATED GROUND).

Únicamente cuando los contactos se localizaron en muebles modulares son del tipo integral, del catálogo y tipo requeridos por el fabricante de los muebles.

La altura de montaje de los contactos es de 0.30 M.S.N.P.T.

La capacidad de los contactos es de 15 amperes, para operar a un voltaje de 127 volts, 60 hz.

Ver anexo No. 1.3.

1.3.- SALIDAS ESPECIALES.

Se consideraron, salidas especiales para los siguientes servicios:

Fotocopiadoras, de 1000 watts, para operar a 127 volts, 60 hz.

Cafeteras de 1500 watts, para operar a 127 volts, 60 hz.

Secadoras de manos de 2000 watts, para operar a 127 volts, 60 hz.

Ver anexo No. 1.4.

Capitulo 2

FUERZA, CONDUCTORES Y CIRCUITOS ELECTRICOS

(ANEXO 2, PLANOS)

Introducción.

Los circuitos de fuerza principalmente dan servicio a cargas como aires acondicionados, elevadores y transformadores para bajar la tensión, mismos que operan a 440 volts. En este capítulo se describen las características específicas de los circuitos de fuerza y conductores, se presentan además hoja de cálculos y planos.

2.1.- FUERZA.

2.1.1.- EQUIPOS DE BOMBEO

Se utilizaron únicamente equipos de bombeo para agua, que operarán en forma integral con una Unidad generadora de agua helada y suministra el líquido a los equipos de aire acondicionado que lo necesitan.

Los motores eléctricos de las bombas operan mediante un sistema trifásico a 440 volts, 60 hz.

El control y operación de los equipos se hacen a través de un Centro de Control de Motores, el cual esta localizado en el local de la Subestación principal.

2.1.2.- EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

De acuerdo a las necesidades del inmueble los equipos de aire acondicionado están integrados por una Unidad Generadora de Agua Helada, Unidades Manejadoras de Aire y Fan and Coils, de características diferentes.

El control y operación de los equipos se hace a través de un Centro de Control de Motores, localizado en la Subestación Principal considerando desde luego la aplicación de Fan and Coils y termostatos, ubicados en cada uno de las áreas donde se proporciona el aire acondicionado.

2.1.3.- EQUIPOS DE EXTRACCIÓN DE AIRE

Se aplico en núcleos de sanitarios, sanitarios privados y áreas cerradas. Los equipos operarán a 127 volts, 60 hz y están localizados en nivel azotea.

El control y protección de los equipos están a través de un tablero de distribución, localizado en cuarto de tableros de (ejes M,N) en planta alta.

Por requerimientos de mantenimiento, cada uno de los ventiladores tiene un interruptor de seguridad tipo navajas, con portafusibles de 2 x 30 amperes en caja nema 3R servicio intemperie.

2.1.4.- EQUIPOS FAN AND COIL

Se aplicaron en áreas abiertas y áreas cerradas. Los equipos operan a 127 volts, 60 hz y están localizados en diferentes zonas en cada uno de los niveles de Planta baja y Planta alta.

El control y protección de los equipos están a través de un tablero de distribución, localizado en cuarto de tableros de (ejes M,N) en planta alta.

Por requerimientos de mantenimiento, cada uno de los Fan and Coil tienen un interruptor de seguridad tipo navajas, con portafusibles de 2 x 30 amperes en caja nema 1 usos generales.

2.1.5.- ELEVADORES DE PASAJEROS (EXISTENTES).

Existen actualmente dos elevadores de pasajeros los cuales operan con motores a 220 volts.

La propuesta de proyecto fue solicitar el cambio de conexiones de los motores, para alimentarlos a 440 volts, 60 hz a efecto de proporcionarles respaldo de servicio en emergencia mediante la planta generadora de energía eléctrica.

Ver anexo No. 2 y 2.1

2.2.- CONDUCTORES.

Conductores eléctricos de cobre en forma de cable con aislamiento tipo THW-LS, 75 °C, VINANEL 2000, 600 volts, mca condumex.

Las canalizaciones proyectadas cumplen con los factores de relleno reglamentados es decir, 40 % para 3 ó más conductores y 31 % cuando se trate de 2 tal como se cita en la tabla 10-4 del capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-1999.

La instalación eléctrica está diseñada por circuitos de 15 y 20 amperes a una tensión de 127 volts, todos ellos con conductores eléctricos de cobre en forma de cable calibre N° 8, 10 y 12 AWG, con aislamiento tipo THW-LS para una temperatura máxima de operación de 75 °C llevados desde el tablero de distribución correspondiente, a cada una de las salidas de alumbrado y contactos.

La capacidad de conducción de corriente para los conductores está de acuerdo a lo especificado en las tablas 310-16 y 310-17 de la sección 310 del capítulo 3 de la NOM-001-SEDE-1999, para conductores aislados de 0 a 2000 volts.

La protección contra sobre corriente para los conductores está de acuerdo con sus capacidades de conducción especificadas en la sección 310 de las tablas 310-16 y 310-17 de la NOM-001-SEDE-1999, y de acuerdo a la sección 210-20.

2.2.1.- CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS.

Los circuitos de alumbrado y contactos, fueron calculados para protecciones de 15 y 20 amperes respectivamente. Se tomó en cuenta la carga, factores de corrección por temperatura y agrupamiento y no tener una caída de tensión no mayor al 3 %, para lo cual se auxilió de las hojas de cálculo adjuntas que amparan los cálculos de los circuitos derivados, así como de los mismos tableros al que pertenecen.

La metodología para su llenado es el siguiente:

a) En los renglones descritos como circuito y watts

Se registran los valores de carga asignados a cada elemento de la instalación cubriendo los valores mínimos exigidos por la reglamentación.

b) En la columna “V” se registra el voltaje de operación que es de 127 volts o 220 volts.

c) En la columna “In” la corriente nominal se calculó a la carga total del circuito y al voltaje de operación de acuerdo a las siguientes fórmulas.

CARGA MONOFASICA

$$I_n = W/V_n \times \cos\phi$$

Donde:

I_n = Corriente nominal en amperes

W = Potencia en watts

V_n = Voltaje de fase a neutro

$\cos \phi$ = Factor de potencia 0.9

Los resultados se registran en la columna “In”

CARGA BIFASICA

$$I_n = W/V_f \times \cos \phi$$

Donde:

I_n = Corriente nominal en amperes
 W = Potencia en watts
 V = Voltaje entre fases en volts
 $\cos \phi$ = Factor de potencia 0.9

Los resultados se registran en la columna “ I_n ”

CARGA TRIFASICA

$$I_n = P/ 1.732 \times V \times \cos \phi$$

Donde:

I_n = Corriente nominal en amperes
 P = Potencia en watts
 V = Voltaje entre fases en volts
 $\cos \phi$ = Factor de Potencia 0.9

Los resultados se registran en la columna “ I_n ”

d) En la columna “ L ” se registra la distancia que existe desde el tablero hasta el extremo de la carga de cada circuito.

e) La corriente corregida “ I_{corr} ” se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula

$$I_{corr} = I_n / F.A \times F.T$$

Donde:

F.A. = Factor de corrección por agrupamiento
F.T = Factor de corrección por temperatura
 I_n = Corriente nominal del circuito

De acuerdo a los resultados obtenidos se seleccionan los conductores que tengan la capacidad adecuada de conducción de corriente considerando aislamiento THW 75 °C.

f) Para el cálculo de la sección mínima requerida en el conductor se utilizaron las expresiones siguientes:

CARGA MONOFASICA

$$S = 4LIn / Vn \times e \%$$

Donde:

L = Distancia a la carga en metros

In = Corriente nominal en amperes

Vn = Voltaje entre fase y neutro

e % = Porcentaje de caída de tensión para cálculo 3 %

Los resultados obtenidos se registran en S (MM²)

CARGA BIFASICA

$$S = 2LIn / V \times e \%$$

Donde:

L = Distancia a la carga en metros

In = Corriente nominal en amperes

V = Voltaje entre fases

e % = Porcentaje de caída de tensión para cálculo 3 %

Los resultados obtenidos se registran en S (MM²)

CARGA TRIFASICA

$$S = 2 \times 1.732 \times L \times In / V \times e \%$$

Donde:

L = Distancia a la carga en metros

In = Corriente nominal en amperes

V = Voltaje entre fases

e % = porcentaje de caída de tensión para cálculo 3 %

Los resultados de registran en la columna S (MM²)

g) Comparando los resultados obtenidos en conductor por “I” (por corriente) y por “ S MM² “ (por caída de tensión), se opta por el de mayor sección.

En el caso nuestro el calibre mínimo seleccionado para alumbrado es 12 y para contactos 10 AWG.

El resultado se registra en la columna que dice conductor seleccionado AWG ó MCM.

h) Las protecciones se seleccionan de acuerdo a la carga por servir y al conductor seleccionado.

2.3.- CIRCUITOS ELÉCTRICOS.

2.3.1.- ALUMBRADO, CONTACTOS Y SALIDAS ESPECIALES EN SERVICIO NORMAL.

Los circuitos monofásicos independientes 1 fase, 2 hilos, para operar a 127 volts, 60 hz. Estos están protegidos contra sobrecarga y cortocircuito con interruptores termomagnéticos de 15 y 20 amperes.

2.3.2.- ALUMBRADO, CONTACTOS Y SALIDAS ESPECIALES EN SERVICIO DE EMERGENCIA.

En los circuitos monofásicos independientes 1 fase, 2 hilos, para operar a 127 volts, 60 hz. Están protegidos contra sobrecarga y cortocircuito con interruptores termomagnéticos de 15 y 20 amperes.

2.3.3.- CONTACTOS CON VOLTAJE REGULADO.

Los circuitos monofásicos independientes 1 fase, 2 hilos, para operar a 127 volts, 60 hz. Están protegidos contra sobrecarga y cortocircuito con interruptores termomagnéticos de 20 amperes.

2.3.4.- FUERZA EQUIPOS DE BOMBEO FUERZA.

Se consideraron circuitos independientes para operar a 3 fases, 3 hilos, 440 volts, 60 hz

2.3.5.- FUERZA AIRE ACONDICIONADO (UAH, UMA'S)

Los circuitos independientes operan a 3 fases, 3 hilos, 440 volts, 60 hz, esto es en los equipos mayores.

Capitulo 3

CANALIZACIONES, REGISTROS Y TABLEROS

(ANEXO 3, PLANOS)

Introducción.

En toda ejecución de obra eléctrica se tienen aspectos relevantes también como las canalizaciones, registros y tableros. En este capítulo se hace una descripción de todos estos elementos, donde se destaca charolas, tubería conduit pared gruesa especial, tableros ILINE, NQOD y QDPACT. En forma específica, todos estos aspectos se describen en el diagrama unificar, ver anexo

3.1.- CANALIZACIONES.

Se utilizo los siguientes tipos:

Tubería conduit de fierro galvanizado pared gruesa, marca Omega o equivalente.

Su aplicación la obtuvimos en los siguientes casos:

Instalación eléctrica de alumbrado en servicio normal y emergencia en forma aparente por plafón.

Instalación eléctrica de contactos en servicio normal en forma aparente y oculta en muros o piso.

Instalación eléctrica de contactos con voltaje regulado en forma aparente y oculta en muros o piso.

Instalación eléctrica para fuerza de equipos de bombeo y aire acondicionado e instalación eléctrica de alimentadores para tableros.

Tubería conduit de P.V.C tipo pesado, marca Condumex o equivalente.

Trayectorias de acometidas exteriores en media y baja tensión.

Sistemas de pararrayos (únicamente para proteger los cables de bajada en columnas) a una altura de 1.80 Mts SNPT.

3.2.- REGISTROS

Cajas de registro tipo conduit serie ovalada, con tapa y empaque de neopreno.

Se utilizaron en los siguientes casos:

Instalación eléctrica de alumbrado en servicio normal y emergencia en forma aparente por plafón.

Instalación eléctrica de contactos en servicio normal en forma aparente y oculta en muros o piso.

Instalación eléctrica de contactos con voltaje regulado en forma aparente y oculta en muros o piso.

Instalación eléctrica para fuerza de equipos de bombeo y aire acondicionado e instalación eléctrica de alimentadores para tableros.

Instalación eléctrica para fuerza de equipos de bombeo y aire acondicionado e instalación eléctrica de alimentadores para tableros.

Cajas de registro tipo conduit serie rectangular, con tapa y empaque de neopreno.

Se utilizaron en los siguientes casos:

Instalación eléctrica de contactos y apagadores en forma aparente en combinación con tubería conduit de fierro galvanizado pared gruesa.

Nota importante: Como cajas de conexiones para realizar derivaciones ó empalmes para alimentación eléctrica de alumbrado, contactos y fuerza.

Cajas de registro de lámina galvanizada fabricación especial.

Se utilizaron en los siguientes casos:

Como solución para concentrar llegada de tuberías a tableros de alumbrado y contactos.

Registros de conexiones en piso construidos de tabique y/o concreto.

Se utilizarán en los siguientes casos:

Instalación eléctrica para alumbrado exterior.

Sistemas de pararrayos.

Acometidas en media y baja tensión.

3.3.- TABLEROS.

Este es uno de los puntos muy importantes, por la forma en como se soluciono, se requería de alimentar a un salón de fiestas de nombre Virreyes, desde la subestación de la Radio Difusora Imagen y donde se localizaría la del salón Virreyes, se tiene una distancia de 230 m, por lo que sí se alimentaba de manera tradicional, se hubiese instalado 7 conductores por fase de 750 KCM, esto seria en cable 4830 m., mas la mano de obra; esto, eleva los costos significativamente, por lo que se tuvo que recurrir a realizar un estudio técnico, que permitiera abatir dichos costos y mantener la eficiencia sin perdidas de energía.

La solución que se le dio fue instalar 2 transformadores de 1250 KVA, uno elevador de 440v en el primario y 4160 volts en el secundario, el segundo es reductor con voltaje en el primario de 4160 volts y el secundario de 440 volts. Con esto se instalo cable XLP cal 2 en 4160 volts, uno por fase, teniendo un ahorro en el costo de cable y mano de obra.

3.3.1.- TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION (440/254 VOLTS, 60 HZ)

Se utilizo para la alimentación eléctrica de transformadores secos, que a su vez alimenta a los tableros de alumbrado, contactos, salidas especiales y fuerza en servicio normal. Así mismo se alimenta en 440 volts, 60 hz, un Centro de Control de Motores para control y operación de los equipos de aire acondicionado.

El tablero en un QD-PACT autoportado, tres fases, cuatro hilos, 440/254 volts, 60 hz, con interruptor principal, mca Square'd.

Estará construido con barras de cobre y aluminio para servicio en usos generales, Nema 1.

Interruptores trifásicos termo moldeados atornillables, de la capacidad como esta, en el diagrama unifilar.

3.3.2.- TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION, SERVICIO EMERGENTE (440/254 VOLTS, 60 HZ).

En la alimentación eléctrica de transformadores secos, que a su vez alimentan a los tableros de alumbrado, contactos, salidas especiales y fuerza en servicio emergente. Así mismo se alimentan en 440 volts, 60 hz, los elevadores, montacargas y equipos de aire acondicionado del Site.

El tipo de tablero es un QD-PACT autoportado, tres fases, cuatro hilos, 440/254 volts, 60 hz, con interruptor principal, mca square'd.

Esta construido con barras de cobre y aluminio para servicio en usos generales Nema 1.

Interruptores trifásicos termo moldeados atornillables, de la capacidad como se encuentra, en el diagrama unifilar.

3.3.3.- TABLEROS SUBGENERALES DE DISTRIBUCIÓN, SERVICIO NORMAL (220/127 VOLTS, 60 HZ).

En la alimentación eléctrica de tableros de alumbrado, contactos, salidas especiales y fuerza en servicio normal.

Se utilizo el tablero tipo I-LINE, autoportado, tres fases, cuatro hilos, 220/127 volts, 60 hz, con interruptor principal, mca square'd.

Esta construido con barras de cobre y aluminio para servicio en usos generales Nema 1.

Interruptores trifásicos termo moldeados atornillables, de la capacidad como esta, en el diagrama unifilar.

3.3.4.- TABLEROS SUBGENERALES DE DISTRIBUCIÓN, SERVICIO EMERGENTE (220/127 VOLTS, 60 HZ).

En la alimentación eléctrica de tableros de alumbrado, contactos, salidas especiales y fuerza en servicio emergente.

El tablero es un I-LINE tipo autoportado, tres fases, cuatro hilos, 220/127 volts, 60 hz, con interruptor principal, mca square'd.

Esta construido con barras de cobre y aluminio para servicio en usos generales Nema 1.

Interruptores trifásicos termo moldeados atornillables, de la capacidad como esta, en el diagrama unifilar.

3.3.5.- TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, SERVICIO NORMAL (220/127 VOLTS, 60 HZ).

Se utilizo para alimentación eléctrica de cargas de alumbrado, contactos, salidas especiales y fuerza en servicio normal.

El tablero en un NQOD, sobreponer, tres fases, cuatro hilos, 220/127 volts, 60 hz, con interruptor principal, mca square'd.

Esta construido con barras de cobre y aluminio para servicio en usos generales Nema 1.

Interruptores trifásicos termo moldeados atornillables, de la capacidad como esta, en cuadros de cargas.

3.3.6.- TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN SERVICIO EMERGENTE (220/127 VOLTS, 60 HZ).

Para la alimentación eléctrica de cargas de alumbrado, contactos, salidas especiales y fuerza en servicio emergente.

El tablero en un NQOD, sobreponer, tres fases, cuatro hilos, 220/127 volts, 60 hz, con interruptor principal, mca square'd.

Estará construido con barras de cobre y aluminio para servicio en usos generales Nema 1.

Interruptores trifásicos termo moldeados atornillables, de la capacidad requerida, en cuadros de cargas.

3.3.7.- CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (440 VOLTS, 60 HZ)

Se utilizo para la alimentación eléctrica de equipos de aire acondicionado mayores, en 440 volts, 60 hz.

Un CCM autoportado, Modelo 6, clase 8998, tres fases, tres hilos, 440 volts, 60 hz, con interruptor principal, mca square'd.

Esta construido con barras de cobre y aluminio para servicio en usos generales Nema 1.

Contiene combinaciones de interruptor termomagnético y arrancador magnético a tensión plena o reducida, alojados en caja nema 1, para control y protección de los motores de los equipos de fuerza.

Ver anexo No. 3.

Capitulo 4

SISTEMAS DE TIERRA

(ANEXO 4, PLANOS)

Introducción.

El presente capítulo contempla la descripción de los sistemas de tierra utilizados: el correspondiente al sistema eléctrico, otro regulado y uno más para el piso falso, mismo que elimina las cargas estáticas tanto de equipos como del personal.

4.1.- SISTEMAS DE TIERRAS PARA SERVICIO ELECTRICO

Básicamente el sistema de tierras se instaló para lo siguiente:

- Eliminar la tensión en un circuito cuando esté expuesto a un voltaje mayor que el nominal de diseño.

La red de tierras principal para servicio eléctrico se instaló en el exterior donde existe terreno natural.

La red de tierras, consiste en un lazo principal, puntos de conexión a tierra, cables ramales desde el lazo a las tierras individuales y puntos de inspección en todas las varillas a tierra.

La sección del conductor para el lazo principal es del cal 4/0 AWG.

La sección mínima del conductor para la derivación de la red principal es del cal 4/0 AWG, el cual se conecta a la malla perimetral y superficial localizada en el local de Subestación.

Las derivaciones de la malla en local de Subestación son de un calibre no menor al 2 AWG, para conexión de equipos.

Los conductores de la malla principal y sus derivaciones son de cobre suave desnudo, sin cortes o uniones.

Cuando son inevitables las uniones bajo tierra se hacen por el sistema cadweld.

Las varillas de tierra están unidas al cable del lazo principal a intervalos que son necesarios para obtener una resistencia a tierra que no exceda de 10 ohms.

La malla principal está enterrada a una profundidad de 0.60 metro, en zanjas de 0.50 metro y compactada en capas de 0.25 metro, con tepetate areno limoso.

Se instalaron electrodos de tierra con longitud máxima de 3.05 metros.

Únicamente se utilizó conexiones soldables para las derivaciones a equipos.

Las conexiones entre varillas de tierra y el cable de la malla principal son del tipo mecánico para facilitar a futuro las mediciones periódicas de la resistencia de la malla.

Ver anexo No. 4.

4.2.- SISTEMA DE TIERRAS PARA SERVICIO ELECTRÓNICO.

Básicamente el sistema de tierras se instaló para lo siguiente:

- Tener una referencia de baja resistencia a tierra, que permite que la operación de los equipos de telecomunicaciones sea la adecuada.

La red de tierras para servicio electrónico está instalada en el exterior de los edificios en terreno natural, la cual tiene la forma de una delta.

La red de tierras para servicio electrónico, consiste en un lazo principal, puntos de conexión a tierra, cables ramales desde el lazo a las tierras individuales y puntos de inspección en todas las varillas a tierra.

La sección del conductor para el lazo principal es del cal 4/0 AWG.

La sección mínima del conductor para las derivaciones de la red principal es de cal 2 AWG, por las Normas de equipos de informática.

Los conductores de la malla principal y sus derivaciones son de cobre suave desnudo, sin cortes o uniones.

Cuando son inevitables las uniones bajo tierra se hacen por el sistema cadweld.

Las varillas de tierra son unidas al cable del lazo principal a intervalos que se requieren para obtener una resistencia a tierra que no exceda de 0.5 ohms.

La malla principal estará enterrada a una profundidad de 0.60 metro, en zanjas de 0.50 metro y compactada en capas de 0.25 metro, con tepetate areno limoso.

Se instalaron electrodos de tierra con longitud máxima de 3.05 metros.

Se utilizó conexiones soldables para realizar las derivaciones a partir de la malla principal. Las conexiones entre varillas de tierra y el cable de la malla principal son del tipo soldable.

Ver anexo No. 4.1.

Un elemento importante que se tiene que eliminar, sobre todo en las radiodifusoras como esta, son las corrientes estáticas que se presentan toda vez que de no eliminarse se tiene problemas en los equipos, en la transmisión y en la propia seguridad humana..

4.3.- SISTEMA DE TIERRAS PARA SERVICIO ELECTRÓNICO, BAJO PISO FALSO.

El sistema de tierras, no fue considerado en el proyecto inicial, debido a que no se tenía contemplado la instalación del piso falso. En el proceso se decide realizar la instalación de dicho piso, por lo que para atender la problemática de corrientes estáticas, se diseñó un sistema de tierras que permitiera eliminar o mitigar los problemas que esto ocasiona disipándolas a tierra.

La red de tierras para servicio electrónico bajo piso falso, consistió en una malla principal, puntos de conexión entre cables de la malla, cables ramales desde el lazo principal, a la estructura metálica que soporta el piso.

La sección del conductor para el lazo principal es de cal 8 AWG.

La sección mínima del conductor para las derivaciones de la red principal es de cal 8 AWG.

Los conductores de la malla principal y sus derivaciones son de cobre suave desnudo, sin cortes o uniones.

La fijación del cable a la estructura metálica del piso se hizo mediante abrazaderas sinfín.

Ver anexo No. 4.2.

CONCLUSIONES.

En el contexto de mi vida profesional he tenido muchas experiencias y todas me han dejado enseñanza; en particular esta, que para efectos de mi titulación profesional presento en este documento.

Como se ha mencionado el proyecto que presento abarcó prácticamente desde los circuitos de iluminación, contactos, normal y emergencia, contactos regulados, hasta circuitos de fuerza. A partir de las cargas correspondientes a cada circuito, se tuvo que diseñar una subestación de distribución para suministrar la energía requerida, tal como se ha especificado.

La misma subestación mencionada; además del servicio previsto, se utilizó para dar un servicio adicional a un salón de eventos llamado Virreyes; mismo que se encuentra a una distancia de 230 m aproximadamente. Dada esta distancia y considerando la carga y costo del alimentador se tuvo que considerar dos transformadores uno elevador y el otro reductor: Los transformadores son del tipo seco de 1250 KVA elevador, es de 440 V a 4160 V y reductor de 4160 V a 440 V, dentro de la distancia se consideró cable XLP calibre 2. Este arreglo permitió abatir los costos que hubieran representado el suministro de la energía a través de las fases y neutro, donde se hubieran requerido cables de calibres mayores de 750 KCM, de los cuales se requerían siete conductores por fases más el neutro. Como puede apreciarse la transmisión de energía elevando y reduciendo la tensión disminuyó el costo aproximadamente cinco veces.

En el caso del sistema de iluminación, el diseño respectivo se realizó por parte de otra compañía que en el contexto de la presente tesis la refiero como el proveedor. Es por ello que se marginan algunos aspectos como los niveles de iluminación y otros. Para este caso únicamente se consideró las cargas que representan las luminarias para que, a partir de ahí, se realizaron los cálculos de conductores requeridos.

En el caso circuito de contacto y de salidas especiales, partiendo de las necesidades del cliente se hizo la distribución de los mismos y los cálculos correspondientes; estos se ejemplifican en la hoja de cálculos de los anexos 1.5,1.6,1.7 y 1.8.

Por otro lado los circuitos de fuerza para alimentar aires acondicionados, elevadores y otros, se diseñaron para operar a 440 V, para alimentar a dichas cargas y disminuir el calibre de los conductores, buscando siempre optimizar la operación de las redes.

En lo respecta a los tableros, canalizaciones y registros, resulta relevante mencionar que los tipos de tablero principales, normal y de emergencia, se consideraron tableros tipos QDPACT, con interruptores principales electromagnéticos. De estos se derivaron a otros tableros derivados, a través de las canalizaciones y registros requeridos.

Otro aspecto relevante de este proyecto fue el sistema de tierras; mismas que fueron de tres tipos: normal para el sistema eléctrico, el regulado para los contactos regulados y el piso falso para eliminar cargas estáticas que sirve tanto para el equipo como para el personal. En el normal se utilizó una malla, en el regulado una delta y en piso falso una cuadrícula en el piso. Este último correspondió a un diseño emergente para eliminar cargas estáticas del equipo y del personal.

También se tiene que considerar el aspecto económico, este se tiene que reflejar al cliente, en el material, mano de obra, herramienta que se utilizó, andamios, el costo de indirecto y la utilidad. En el caso del indirecto se realizó un estudio de cuanto personal técnico se requiere, almacén, transporte y tiempo de ejecución de la obra, por mencionar algunos, e incluyendo la rentabilidad de la obra en su conjunto.

Como lo he mencionado, este proyecto me trajo grandes satisfacciones; por un lado pude ver una aplicación de los conocimientos adquiridos en la escuela, ESIME, y por el otro haberlo concluido, de manera satisfactoria, me abrió otras oportunidades y experiencias.

Finalmente como lo menciono en el objetivo de este trabajo, espero que esta aportación de experiencias en el diseño y ejecución de obra eléctrica represente una aportación para que los estudiantes de Ingeniería Eléctrica, vean la necesidad de prepararse lo mejor que puedan para atender necesidades como esta, en la que seguramente se encontrarán en su vida profesional.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

Referencias Bibliográficas

Donal G. Fink/ H. Wayne Beaty, Manual de Ingeniería Eléctrica, Mc Graw Hill, 1996.

CONELEC, s.a., Manual Eléctrico, Impredit, S.A. de C.V. 1981.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones Eléctricas (utilización), aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalación Eléctrica.

ANEXOS