



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

**“ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL
AUDITORIO DEL CENTRO TECNOLÓGICO
ARAGÓN EN BASE A LA NOM-001”**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

ÁREA: ELÉCTRICA – ELECTRÓNICA

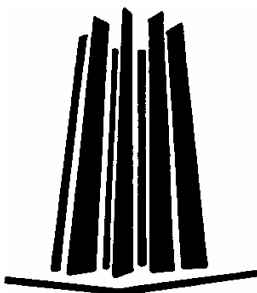
P R E S E N T A :

UZZIEL EFRAIN TORRES JUAREZ

ASESOR:

M. en I. DAVID FRANCO MARTÍNEZ

**SAN JUAN DE ARAGÓN, EDO. DE MÉXICO,
NOVIEMBRE DEL 2008**





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por que nunca se cansa de bendecirme.

A mis padres Sara y Daniel.

Por todo su apoyo y sus consejos que siempre me motivan a superarme.

A mi tía Ester.

Por recibirme en su casa y mas que a un sobrino tratarme como a un hijo.

A mis tías Martha, Gemima, Yamel y a mi tío Toño.

Por que siempre se preocupan y ven por mí.

A mis amigos y sus familias.

Por que siempre puede contar con su apoyo.

A mi asesor el M. en I. David franco Martínez.

Por permitirme participar en el proyecto de ahorro de energía y ayudarme a realizar esta tesis.

INDICE

JUSTIFICACION	iii
RESUMEN	iv
CAPITULO 1.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS	01
1.1 Conceptos básicos.....	01
1.1.1 Diferencia de potencial.....	01
1.1.2 Intensidad de corriente.....	02
1.1.3 Resistencia eléctrica.....	03
1.1.4 Reglas para las conexiones de resistencias.....	03
1.1.5 Potencia eléctrica.....	05
1.2 Definición de instalación eléctrica.....	08
1.2.1 Objetivo de una instalación eléctrica.....	09
1.2.2 Clasificación de las instalaciones eléctricas.....	10
1.3 Componentes de los circuitos eléctricos.....	13
1.3.1 Conductor.....	14
1.3.2 Dispositivos de sobrecorriente.....	19
1.3.3 Tubos conduit.....	20
1.3.4 Cajas metálicas de propósitos generales.....	22
1.3.5 Charolas para cables.....	24
1.3.6 Los desconectores o switches.....	25
CAPITULO 2.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN AUDITORIOS	27
2.1 Norma oficial mexicana para instalaciones eléctrica.....	27
2.1.1 Objetivo de la NOM.....	27
2.1.2 Instalaciones en las que se aplica la NOM.....	27
2.1.3 Excepciones de la NOM.....	29
2.1.4 Protecciones para la seguridad en general.....	29
2.2 Instalaciones eléctricas en auditorios según la NOM.....	31
2.2.1 Los lugares de reunión.....	31
2.2.2 Áreas peligrosas (clasificadas).....	33
2.2.3 Alambrado provisional.....	33
2.2.4 Sistema de emergencia.....	34
2.3 Métodos de alambrado.....	42
2.3.1 Generalidades.....	42
2.3.2 Conductores para alambrado en general.....	44
2.3.3 Marcado.....	47
2.3.4 Identificación de los conductores.....	49
2.4 Calculo de conductores.....	51
2.4.1 Disposiciones generales.....	51
2.4.2 Capacidad nominal de un circuito.....	55

CAPITULO 3.-	ANALISIS DEL SISTEMA ELECTRICO DEL AUDITORIO DEL CENTRO TECNOLOGICO ARAGON.....	56
3.1	Sistema de emergencia.....	59
3.1.1	Estado físico del sistema de emergencia.....	59
3.1.2	Capacidad del sistema de emergencia.....	59
3.1.3	Equipo de transferencia.....	60
3.1.4	Señalizaciones.....	61
3.1.5	Alambrado del sistema de emergencia.....	61
3.1.6	Fuente de alimentación.....	63
3.1.7	Control de los circuitos del alumbrado de emergencia.....	64
3.2	Alambrado del centro tecnológico.....	65
3.2.1	Conductores para el alambrado.....	65
3.2.2	Identificación de los conductores.....	66
3.2.3	Calculo de la capacidad de los conductores.....	68
3.2.4	Analizador de redes.....	73
3.3	Conductor de puesta a tierra.....	75
CAPITULO 4.-	RECOMENDACIONES.....	78
4.1	Sistema de emergencia.....	78
4.1.1	Mantenimiento del sistema de emergencia.....	78
4.1.2	Alambrado del sistema de emergencia.....	81
4.1.3	Señalización del sistema de emergencia.....	81
4.2	Alambrado del auditorio.....	82
4.2.1	Identificación de los conductores.....	82
4.2.2	Capacidad de los conductores.....	83
4.2.3	El efecto joule.....	84
4.3	Balance de cargas.....	86
4.3.1	sobrecarga eléctrica.....	86
4.3.2	Cargas eléctricas en el auditorio.....	86
4.3.3	balance de cargas.....	90
4.3.4	calculo del material.....	93
4.4	Cambios opcionales.....	94
4.4.1	Regulación de la intensidad de luz en el auditorio.....	94
4.4.2	División de cargas en el circuito 1.....	96
	CONCLUSIONES.....	98
	BIBLIOGRAFIA.....	100
	ANEXOS.....	101

JUSTIFICACION:

Contar con una buena instalación eléctrica es sinónimo de seguridad en cualquier edificación, seguridad para el personal encargado de dar mantenimiento a la instalación y para las personas que utilizan el equipo eléctrico conectado a la instalación, además una buena instalación eléctrica puede aumentar el tiempo de vida de los aparatos eléctricos conectados en dicha instalación, sin embargo el interés que las personas dedicadas a las tareas de proyecto, diseño y construcción, verificación y mantenimiento de Instalaciones eléctricas le den a la seguridad puede variar por diferentes razones entre las cuales esta la ignorancia e inclusive los intereses económicos, es por esto que fue necesario crear un instrumento normativo que garantice la seguridad y confiabilidad en el funcionamiento de las instalaciones de lo cual se encargo la Secretaría de Energía al elaborar la Norma Oficial Mexicana NOM-001 que establece las disposiciones y especificaciones técnicas que deben cumplir las instalaciones eléctricas para salvaguardar la seguridad de los usuarios y sus pertenencias. Ahora, por ser una norma, al momento de ser creada y dada a conocer se volvió obligatorio su seguimiento, es decir, toda instalación eléctrica realizada en México debe de estar obligatoriamente diseñada bajo sus especificaciones. Por todo lo dicho anteriormente el análisis de la instalación eléctrica del auditorio del CTA y no solo de esta sino de cualquier otra basándose en la NOM-001 es algo básico y primordial para saber si se esta cumpliendo con lo especificado en dicha norma, es decir, si la instalación esta en regla.

INTRODUCCIÓN:

La NOM-001 fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNNIE), con el apoyo de la Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares de la Secretaría de Energía y la coordinación de la Asociación de Normalización y Certificación, A.C. (ANCE), consultando trabajos, propuestas, comentarios y colaboraciones de las siguientes instituciones miembros del CCNNIE:

- Asociación de Ingenieros Universitarios Mecánicos Electricistas, AIUME
- Asociación Mexicana de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, AMDROC
- Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, AMERIC
- Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos Electricistas, AMIME
- Cámara Nacional de Comercio, CANACO
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, CMIC
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, CANAME
- Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, A.C.
- Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y Químicos, CONIQQ
- Comisión Federal de Electricidad, CFE
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE
- Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, CONCAMIN
- Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la República Mexicana, FECIME
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, FIDE
- Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE
- Instituto Politécnico Nacional, IPN
- Laboratorio de pruebas de Equipos y Materiales de la CFE, LAPEM
- Luz y Fuerza del Centro, LyFC

- Petróleos Mexicanos, PEMEX
- Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico, PAESE
- Secretaría de Economía, SE
- Secretaría de Gobernación, Dirección General de Protección Civil
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, STPS
- Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

En esta tesis se presenta el análisis que se hizo al sistema eléctrico del auditorio del Centro Tecnológico Aragón gracias al apoyo de la UNAM mediante el **MEGAPROYECTO “LA CIUDAD UNIVERSITARIA Y LA ENERGÍA”** en el proyecto DIA-E (Diagnóstico Integrado para el Ahorro de Electricidad) con clave CUenergía/01/09, y se verá lo siguiente:

En el primer capítulo se tratan conceptos básicos de electricidad para una mejor comprensión del tema; en el segundo capítulo se ven todos los aspectos que cubre la NOM como sus objetivos, a qué tipo de instalaciones se aplica, entre otros y después se analiza lo que esta norma dice específicamente acerca de las instalaciones eléctricas en los auditorios; en el tercer capítulo se realiza el análisis del sistema eléctrico del auditorio del CTA comparándolo con lo establecido en la NOM-001 para detectar los puntos que no cumplen con esta norma; por último en el capítulo cuatro se dan recomendaciones para, en caso de encontrar fallas en la instalación eléctrica, corregirlas y así estar apegada lo más posible a la NOM-001 junto con las recomendaciones también se hace el presupuesto de los cambios sugeridos para así saber si dichos cambios son viables o no.

1. INSTALACIONES ELECTRICAS (CONCEPTOS BASICOS)

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Para una mejor comprensión sobre el tema a tratar se recordaran algunos conceptos básicos relacionados con el manejo de la electricidad.

1.1.1 Diferencia de potencial

La diferencia de potencial entre dos puntos (1 y 2) de un campo eléctrico es igual al trabajo que realiza dicha unidad de carga positiva para transportarla desde el punto 1 al punto 2.

Es independiente del camino recorrido por la carga (campo conservativo) y depende exclusivamente del potencial de los puntos 1 y 2 en el campo; se expresa por la fórmula:

$$V_1 - V_2 = E \times r \quad (\text{Formula 1.1})$$

Donde:

$V_1 - V_2$ es la diferencia de potencial,

E es la Intensidad de campo en newton/culombio,

r es la distancia en metros entre los puntos 1 y 2,

Igual que el potencial, en el Sistema Internacional de Unidades la diferencia de potencial se mide en voltios.

Si dos puntos que tienen una *diferencia de potencial* se unen mediante un conductor, se producirá un flujo de corriente eléctrica. Parte de la carga que crea el punto de mayor potencial se trasladará a través del conductor al punto de menor potencial y, en ausencia de una fuente externa (generador), esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico (Ley de Henry). Este traslado de cargas es lo que se conoce como corriente eléctrica.

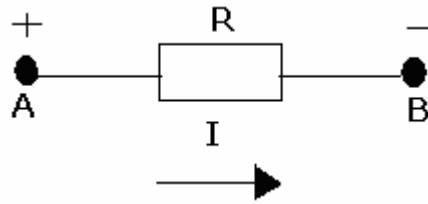


Figura 1.1 Flujo de corriente eléctrica

La diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito, también suele designarse como caída de tensión. Cuando por dichos puntos puede circular una corriente eléctrica, la polaridad de la caída de tensión viene determinada por la dirección convencional de la misma, esto es, del punto de mayor potencial al de menor. Por lo tanto, si por la resistencia R de la figura 1 circula una corriente de intensidad I, desde el punto A hacia el B, se producirá una caída de tensión en la misma con la polaridad indicada y se dice que el punto A es más positivo que el B.

Que dos puntos tengan igual potencial eléctrico no significa que tengan igual carga.

1.1.2 Intensidad de corriente eléctrica

Se denomina intensidad de corriente eléctrica a la carga eléctrica que pasa a través de una sección o conductor en la unidad de tiempo. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en culombios por segundo, unidad que se denomina amperio.

Si la intensidad es constante en el tiempo se dice que la corriente es corriente continua; en caso contrario, se llama variable. Si no se produce almacenamiento ni disminución de carga en ningún punto del conductor, la corriente es estacionaria.

Se mide con un galvanómetro que, calibrado en amperios, se llama amperímetro y en el circuito se coloca en serie con el conductor cuya intensidad se desea medir.

Según la ley de Ohm la intensidad de la corriente es igual al voltaje dividido por la resistencia que oponen los cuerpos:

$$I = V/R \quad (\text{Formula 1.2})$$

1.1.3 Resistencia eléctrica

Se denomina resistencia eléctrica, R , de una sustancia, a la oposición que encuentra la corriente eléctrica para recorrerla. Su valor viene dado en ohmios, se designa con la letra griega omega mayúscula (Ω), y se mide con el Óhmetro.

Esta definición es válida para la corriente continua y para la corriente alterna cuando se trate de elementos resistivos puros, esto es, sin componente inductiva ni capacitiva. De existir estos componentes reactivos, la oposición presentada a la circulación de corriente recibe el nombre de impedancia.

Según sea la magnitud de esta oposición, las sustancias se clasifican en conductoras, aislantes y semiconductoras. Existen además ciertos materiales en los que, en determinadas condiciones de temperatura, aparece un fenómeno denominado superconductividad, en el que el valor de la resistencia es prácticamente nulo.

En nuestro caso las resistencias son todos aquellos aparatos que consumen energía eléctrica como computadoras, luminarias, etc.

Según la ley de Ohm la resistencia eléctrica es igual al voltaje dividido por la corriente eléctrica.

$$R = V/i \text{ (formula 1.3)}$$

1.1.4 Reglas para las conexiones de resistencias

Conexión en serie

Se dice que las resistencias están conectadas en serie, cuando por todas ellas circula la misma corriente, en este caso la resistencia total es la suma de todas las resistencias conectadas y la de los propios conductores.

Por lo que se refiere a la conexión de las cargas en instalaciones eléctricas, los circuitos en serie se puede decir que tienen poca utilización, sin embargo, la teoría de la conexión en serie resulta esencial para comprender lo que sucede en cada rama de un circuito eléctrico.

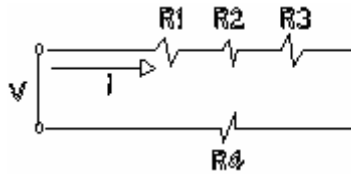


Figura1.2 Circuito en conexión serie

La corriente que circula a través del circuito se calcula como:

$$I = \frac{V}{R1 + R2 + R3 + \dots + RN}$$

(Formula 1.4)

Donde: I= corriente que circula por todas las resistencias

V= voltaje aplicado al circuito

R1, R2,....., RN = resistencia de los elementos conectados en serie

La caída de voltaje en cada resistencia se obtiene por la aplicación de la ley de ohm.

$$V1= R1I, V2= R2I, \dots, VN= RNI$$

Conexión en paralelo:

La conexión en paralelo es la mas empleada en instalaciones eléctricas, en los circuitos en paralelo todos los elementos o cargas se conectan entre los conductores que se alimentan de la fuente de voltaje y por lo tanto el voltaje es igual en cada uno de los elementos conectados en paralelo.

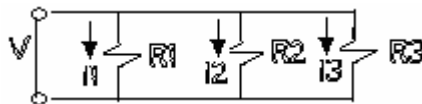


Figura 1.3 circuito en conexión paralelo

Con el mismo voltaje aplicado a través de todas las cargas la corriente total que demanda el circuito es igual a la suma de las corrientes individuales que demanda cada elemento y que se calcula de acuerdo a la expresión.

$$I = \frac{V}{R} \text{ (Formula 1.5)}$$

Si se desea calcular el valor equivalente de la resistencia para las resistencias conectadas en paralelo, se emplea la conocida formula:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \text{ (Formula 1.6)}$$

Donde: R_{eq} = resistencia equivalente del conjunto

R_1, R_2, \dots, R_N = Resistencias individuales o de cada elemento.

1.1.5 Potencia eléctrica

Potencia activa

Los diferentes dispositivos eléctricos convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc. A la energía consumida por dichos dispositivos, que es capaz de producir trabajo útil, se le conoce como potencia activa y es similar a la energía consumida por una resistencia eléctrica; su símbolo es **P** y sus unidades son los **Watts (W)**.

Potencia reactiva

Además de utilizar potencia activa para producir un trabajo, los motores, transformadores y demás equipos similares requieren un suministro de potencia reactiva para generar el campo magnético necesario para su funcionamiento. La potencia reactiva no produce por si misma ningún trabajo; se simboliza con la letra **Q** y sus unidades son los **volts-ampers reactivos (VAR)**.

Potencia aparente

La potencia total o aparente es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva, o bien, el producto de la corriente y el voltaje; su símbolo es **S** y sus unidades se expresan en **volts-ampers (VA)**.

Triángulo de potencias

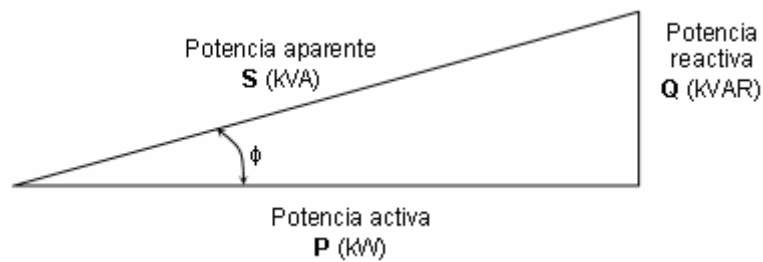


Figura 1.4 Triángulo de potencia

De la figura anterior se observa:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

(Formula 1.7)

además:

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \quad \text{Y} \quad \tan \phi = \frac{Q}{P}$$

(Formula 1.8) (Formula 1.9)

Factor de potencia (FP)

El factor de potencia ($\cos \phi$) es la relación entre la potencia activa (en kilowatts, kW), y la potencia aparente (en kilovolts-ampers, kVA) y describe la relación entre la potencia de trabajo o real y la potencia total consumida.

El FP está definido por la siguiente ecuación:

$$PF = \frac{P}{S} = \cos \phi$$

(Formula 1.10)

El factor de potencia expresa en términos generales, el desfaseamiento o no de la corriente con relación al voltaje y es utilizado como indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, el cual puede tomar valores entre 0 y 1.0 siendo la unidad (1.0) el valor máximo de FP y por tanto el mejor aprovechamiento de energía.

Con la información anterior tenemos entonces que para calcular la potencia eléctrica tenemos la siguiente fórmula:

Despejando **P**

$$P=S (F.P.) \text{ (Formula 1.11)}$$

Si **S** es igual a $V \times I$ entonces tenemos que

$$P=VI (F.P.) \text{ (Formula 1.12)}$$

Para circuitos monofásicos y bifásicos

Y para circuitos trifásicos multiplicamos también por raíz de tres y nos queda la fórmula.

$$P=\sqrt{3} VI (F.P.) \text{ (Formula 1.13)}$$

Las expresiones anteriores nos ayudarán a realizar cálculos importantes para el diseño y en el caso de esta tesis, comprobar que los parámetros del circuito eléctrico estén bien diseñados.

Respecto el factor de potencia, en la página de la comisión federal de electricidad, en información al cliente, en el punto tres dice lo siguiente:

El usuario procurará mantener un factor de potencia (FP) tan aproximado a 100% (cien por ciento) como le sea posible, pero en el caso de que su factor de potencia durante cualquier periodo de facturación tenga un promedio menor de 90% (noventa por ciento) atrasado, determinado por los métodos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, el suministrador tendrá derecho a cobrar al usuario la cantidad que resulte de aplicar al monto de la facturación el porcentaje de recargo que se determine según la fórmula que se señala.

En el caso de que el factor de potencia tenga un valor igual o superior de 90% (noventa por ciento), el suministrador tendrá la obligación de bonificar al usuario la

cantidad que resulte de aplicar a la factura el porcentaje de bonificación según la fórmula que también se señala.

Fórmula de Recargo:

$$\text{Porcentaje de Recargo} = 3/5 \times ((90 / \text{FP}) - 1) \times 100 \quad \text{FP menor que 90\%}$$

Fórmula de Bonificación:

$$\text{Porcentaje de Bonificación} = 1/4 \times (1 - (90 / \text{FP})) \times 100 \quad \text{FP mayor o igual a 90\%}$$

Donde **FP** es el Factor de Potencia expresado en por ciento.

Los valores resultantes de la aplicación de estas fórmulas se redondearán a un solo decimal, según sea o no menor que 5 (cinco) el segundo decimal. En ningún caso se aplicarán porcentajes de recargo superiores a 120% (ciento veinte por ciento), ni porcentajes de bonificación superiores a 2.5% (dos punto cinco por ciento)

1.2 DEFINICIÓN DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto integrado por canalizaciones, estructuras, conductores, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta el centro de consumo, para alimentar a las máquinas y aparatos que la demanden para su funcionamiento.

Para que una instalación eléctrica sea considerada como segura y eficiente se requiere que los productos empleados en ella estén aprobados por las autoridades competentes, que esté diseñada para las tensiones nominales de operación, que los conductores y sus aislamientos cumplan con lo especificado, que se considere el uso que se dará a la instalación y el tipo de ambiente en que se encontrará.

Las instalaciones eléctricas pueden tener distintos grados de complejidad dependiendo de la función que van a desempeñar, es así como se pueden tener instalaciones eléctricas complejas con varios dispositivos, como también se pueden tener instalaciones tan simples como las que se observan a diario en las casas habitación y que a simple vista se observan sus componentes como son las salidas para las lámparas, los apagadores los contactos etc.

En general, se puede decir que el requerimiento para la utilización de la energía eléctrica, es el llamado circuito eléctrico el cual en su forma mas elemental consiste de una fuente de voltaje, un generador o cualesquiera terminales entre las cuales aparezca un voltaje o diferencia de potencial, uno o mas dispositivos de carga los cuales usan la corriente suministrada por la fuente y una trayectoria cerrada formada normalmente, por conductores eléctricos.

Sin embargo para realizar una instalación eléctrica correcta en un edificio no solo es necesario conocer bien la configuración de dicha instalación sino también es necesario conocer las normas que rigen dicha instalación, esto primeramente para cumplir con los requerimientos obligatorios de cualquier instalación sino también para poder aprovechar la energía eléctrica al máximo y evitar riesgos en las instalaciones.

1.2.1 Objetivo de una instalación eléctrica.

Puede decirse que el objetivo fundamental de una instalación eléctrica es el cumplir con los requerimientos planteados durante el proyecto de la misma, tendientes a proporcionar el servicio eficiente que satisfaga la demanda de los aparatos que deberán ser alimentados con energía eléctrica. Para dar apoyo a lo anteriormente citado tendrán que conjuntarse los factores siguientes:

- Seguridad contra accidentes e incendios

Ya que la presencia de la energía eléctrica significa un riesgo para el humano, se requiere suministrar la máxima seguridad posible para salvaguardar su integridad así como la de los bienes materiales.

- Eficiencia y economía

En este rubro deberá procurarse conciliar lo técnico con lo económico y es donde el proyectista deberá mostrar su ética profesional para no perjudicar al cliente.

- Accesibilidad y distribución

Es necesario ubicar adecuadamente cada parte integrante de la instalación eléctrica, sin perder de vista la funcionalidad y la estética.

- Mantenimiento

Con el fin de que una instalación eléctrica aproveche al máximo su vida útil, resulta indispensable considerar una labor de mantenimiento preventivo adecuada.

1.2.2 Clasificación de las instalaciones eléctricas.

Las instalaciones eléctricas pueden clasificarse tomando como base varios criterios. Si se consideran las etapas de generación, transformación, transmisión y distribución tendríamos que hablar de las centrales eléctricas, de los transformadores elevadores, de las líneas de transmisión, de las subestaciones reductoras y de las redes de distribución.

Si clasificamos a las instalaciones eléctricas en función de sus voltajes de operación, necesariamente habría que mencionarse: alta tensión, extra alta tensión, mediana tensión y baja tensión.

Para efectos de nuestro curso clasificaremos a las instalaciones eléctricas como residenciales, comerciales e industriales, las cuales explicaremos a continuación.

Instalaciones residenciales

Son aquellas instalaciones en las cuales la energía eléctrica es utilizada en viviendas unifamiliares, bifamiliares o multifamiliares.

Instalaciones comerciales

Son aquellas instalaciones en las cuales la energía eléctrica es utilizada en oficinas y locales de venta de bienes y servicios.

Instalaciones industriales

Son aquellas instalaciones en las cuales la energía eléctrica es utilizada en procesos de manufactura y conservación de alimentos o materiales.

Tomando en cuenta la anterior clasificación y considerando las características de los locales o de las áreas donde se desarrollarán las instalaciones, estas pueden denominarse como a continuación se cita:

- Totalmente visibles
- Visibles entubadas
- Temporales
- De emergencia
- Parcialmente ocultas
- Ocultas
- A prueba de explosión

Totalmente visibles:

En este caso, todas las partes componentes de la instalación eléctrica se encuentran a la vista y sin ningún elemento que le sirva como protección contra esfuerzos mecánicos, ni como protección en contra del medio ambiente.

Visibles entubadas:

Las instalaciones eléctricas son así realizadas, ya que las estructuras de la construcción y el material de los muros impiden el ahogar las canalizaciones, en este caso si existe protección mecánica y contra los factores ambientales.

Temporales:

Este tipo de instalaciones se construyen para abastecer de energía eléctrica por períodos de tiempo cortos, como es en el caso de ferias, carnavales, exposiciones, juegos mecánicos, servicios en obras en proceso, etcétera.

De emergencia:

Cuando se requiere contar con suministro continuo de energía eléctrica, se coloca una planta de emergencia que generalmente se pone en operación automáticamente al faltar la energía que proporciona la compañía suministradora. Es muy usual encontrar este tipo de instalaciones en grandes centros comerciales, hospitales, teatros, cines y en industrias que cuentan con un proceso de fabricación continuo.

Parcialmente ocultas:

Se localiza este tipo de instalación en naves industriales donde parte de la canalización va por pisos y muros y la restante por armaduras; en edificios de bancos, oficinas y centros comerciales que cuentan con falso plafón.

Totalmente ocultas:

En este caso la instalación eléctrica presenta un muy buen acabado, ya que quedan visibles solamente las tapas de los tomacorrientes, de los interruptores y de los centros de carga o tableros. Poseen el grado más alto de estética cuando los accesorios son de buena calidad y presentación.

A prueba de explosión:

Las instalaciones eléctricas a prueba de explosión se construyen en los locales y ambientes donde existen polvos o gases explosivos, así como partículas en suspensión factibles de incendiarse. Las canalizaciones deberán cerrar herméticamente. Por ejemplo, se desarrollan este tipo de instalaciones en molinos de trigo, minas de tiro, gaseras, plantas petroquímicas, etc.

Para el mejor aprovechamiento de las instalaciones y de los equipos eléctricos, el diseño arquitectónico debe considerar y promover los siguientes aspectos:

- Aprovechamiento óptimo de la iluminación natural y de la iluminación artificial.
- Utilización de tecnologías novedosas comprobadas.
- Buena distribución espacial de las fuentes de luz y de los tomacorrientes.
- Adecuación de las instalaciones y equipos eléctricos a las tareas que se llevarán a cabo en cada uno de los espacios.
- Uso de equipos energéticamente eficientes.

El proyecto del sistema eléctrico de una edificación debe concebirse bajo una óptica amplia de sostenibilidad que incluya la racionalidad energética. Se deben cubrir los requerimientos del proyecto arquitectónico y contemplarse reservas eléctricas para modificaciones y cambios de uso tecnológico o en los años de vida útil de la edificación. De esta manera se evitan picos de demanda y sobrecargos de las líneas o circuitos de suministro eléctrico. Se deben considerar los siguientes aspectos:

- Tableros con espacio de reserva para futuros desarrollos, ampliaciones, remodelaciones o cambios de tecnologías, como por ejemplo un cambio en el sistema de aire acondicionado.
- Circuitos con suficiente capacidad para la demanda actual y una proyección de la demanda futura.
- Número suficiente de tomacorrientes y otras salidas colocados estratégicamente. Es necesario contemplar puntos de reservas. Por cada tomacorriente se debe conectar un sólo aparato, porque enchufar varios equipos de oficina o electrodomésticos a un mismo tomacorriente contribuye al desperdicio de energía eléctrica; utilizar enchufes múltiples y extensiones puede provocar sobrecalentamientos y cortocircuitos.
- Balanceo de las cargas.
- Canalización de reserva para circuitos que se puedan requerir en el futuro (tuberías libres por donde pasar otros circuitos).
- Instalar bancos de condensadores para mejorar el factor de potencia del sistema eléctrico del edificio.

1.3 COMPONENTES DE LOS CIRCUITOS ELECTRICOS

Como ya vimos, un circuito eléctrico está compuesto por varios elementos físicos, los parámetros de cada uno de estos elementos deben de ser calculados según el uso que se le vaya a dar al circuito, es decir, los parámetros de los elementos de un circuito instalado en una oficina, no pueden ser los mismos que los de un circuito instalado en un salón de clases o en el caso de esta tesis que en un auditorio. Todo esto se debe primero, a que la potencia en cada uno de los diferentes lugares varía según el uso, además, las reglas de seguridad también varían según la norma mexicana NOM-001, en la cual nos basaremos para comprobar que el diseño del circuito eléctrico del auditorio del CTA este bien hecho.

Primero definiremos dos conceptos fundamentales en las instalaciones eléctricas:

Circuito derivado:

Un circuito derivado se define como un conjunto de conductores que van hasta el último dispositivo de sobrecorriente en el sistema. Por lo general, un circuito derivado alimenta solo a una pequeña parte del sistema.

Alimentador:

Un alimentador es un conjunto de conductores que alimentan a un grupo de circuitos derivados. En instalaciones pequeñas como en las de casas habitación. Por lo general, no hay alimentadores, ya que los circuitos derivados se alimentan directamente desde el suministro o punto de alimentación. Los alimentadores reciben la potencia a través de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en los tableros

Ahora explicaremos cada uno de los elementos que pueden componer un circuito eléctrico y si es el caso los cálculos para seleccionar los más adecuados al uso del circuito.

1.3.1 Conductor

El conductor es el elemento por el cual se transmite la energía eléctrica por lo cual es de los más importantes en una instalación eléctrica, la selección del conductor es vital en una instalación ya que una mala elección puede poner en riesgo el lugar en donde se encuentra instalado e incluso vidas humanas.

Repasemos brevemente lo que debe considerarse para seleccionar el tamaño correcto del conductor:

Materiales del conductor:

El cobre es el estándar. Para el aluminio o el aluminio revestido con cobre se aplica la regla empírica de usar un alambre dos veces más grueso que el especificado por el cobre, pero deben comprobarse los requisitos dados por la Norma.

Carga de corriente máxima esperada:

El tamaño del conductor (basado en la ampacidad) debe ser el suficiente como para soportar la carga máxima esperada dentro de la seguridad.

Formula para el cálculo de corriente:

Para calcular la corriente que circula por un conductor nos basaremos en la formula de potencia 1.12

$$P=VI \text{ (F.P.)}$$

Si despejamos la corriente nos queda para circuitos monofásicos y bifásicos

$$I = \frac{P}{V \text{ (F.P.)}} \text{ (formula 1.14)}$$

Y para circuitos trifásicos nos basaremos en la formula 1.13

$$P=\sqrt{3} VI \text{ (F.P.)}$$

Si despejamos la corriente entonces nos queda la formula para circuitos trifásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \text{ (F.P.)}} \text{ (formula 1.15)}$$

Ubicación del conductor:

El conductor puede estar enterrado directamente o en tubería, o puede estar al aire, también directamente o en charolas,

Temperatura del aire en el lugar:

Tomar en cuenta la temperatura del lugar por donde va a pasar el conductor también es importante, ya que la resistencia del conductor aumentará si la temperatura del conductor aumenta lo que provocara un mayor consumo de corriente.

Aislamiento de los conductores eléctricos:

El reglamento de obras de instalaciones eléctricas clasifica a los materiales por tipo de material y por voltaje. Por voltaje existen seis clasificaciones generales: 600, 1000, 2000, 3000, 4000, y 5000 volts.

Por material o por tipo de material usado como aislamiento hay diferentes clasificaciones, cada uno tiene una letra de clasificación (inicial de la palabra correspondiente en ingles), esta letra indica el material aislante o su aplicación o ambas.

Hay cinco letras por tipo de clasificación.

R para el hule

T para el termoplástico

N para el nylon.

H para resistente al calor

W para resistencia a los ambientes agresivos.

TABLA 1.1 CLASIFICACION BÁSICA DE TIPOS DE AISLAMIENTO DE USO GENERAL

Tipo	Material y características	Aplicación	Temperatura de operación °C
R	Hule	Ambiente seco	60
RH	Hule resistente al calor	Ambiente seco	75
RHH	Hule resistente a las altas temperaturas	Ambiente seco	90
RHW	Hule resistente al calor y al medio agresivo	Ambiente seco y húmedo	75
T	Termoplástico	Ambiente seco	60
TH	Termoplástico resistente al calor	Ambiente seco	75
THW	Termoplástico resistente al calor y al medio agresivo	Ambiente seco y húmedo	75
THWN	Termoplástico con cubierta de nylon resistente al ambiente agresivo	Ambiente seco y húmedo	75

Cuando tengamos toda esta información nos tenemos que remitir a la NOM-001 y buscar en las tablas 310-17 y 310-18 el calibre correcto del cable que se tiene que ocupar. Ahora bien también es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos que

la norma no contempla pero que son importantes ya que pueden afectar el funcionamiento de nuestro circuito.

Ubicación húmeda o seca:

El tipo de cable debe ser el apropiado para las condiciones de humedad.

Protección contra daños:

La envoltura exterior del cable debe ser más resistente si puede sufrir algún daño.

Materiales corrosivos:

Si están presentes materiales corrosivos, se debe seleccionar un cable que pueda soportarlos.

Además algunos circuitos presentan problemas especiales, y se debe tratar, como consecuencia, en forma especial. Un problema común de este tipo lo provoca la pérdida de energía eléctrica cuando el tendido del cable es largo. La pérdida de energía en este tipo lo provoca una caída de voltaje en la línea.

Caída de voltaje (tensión) en la línea

Debido a que todos los conductores ofrecen cierta resistencia al flujo de la corriente, siempre se pierde algo de potencia entre la fuente y la carga. Se puede aplicar la ley de ohm para determinar la caída de voltaje que se tiene en cualquier circuito, si se conoce la resistencia del conductor y la intensidad de la corriente. La formula es:

$$V = I \times R$$

En este cálculo I es la intensidad de corriente en Amperes que se tiene en el circuito, R es la resistencia del conductor en ohms. Al multiplicarse, el resultado es la caída de voltaje en volts debido a la resistencia del conductor.

Entonces en un circuito de 120V según la ley de Kirchhoff la suma de las caídas de tensión debe ser igual a 120V.

La operación de la carga, un motor, por ejemplo, es la razón para establecer el circuito; por ende, se debe aplicar a la carga tanto voltaje como se pueda y se debe perder en la línea lo menos que se pueda del voltaje. Los motores y otros dispositivos operan con más eficiencia cuando el voltaje aplicado esta cerca del voltaje nominal.

El voltaje que se pierde en la línea es lo que los electricistas llaman “carga de la línea”, “caída de la línea” o bien simplemente caída de voltaje. Por supuesto, se tiene una caída de voltaje a través de cada carga. Lo que el electricista debe hacer es seleccionar una instalación que ponga a disposición de las cargas de trabajo tanto voltaje como sea posible y que se pierda en la línea lo menos que se pueda del voltaje.

Los conductores que se usan para la mayor parte de las instalaciones domesticas son los núms. 12 y 14 para el cobre. La resistencia de estos alambres es bastante pequeña para los cortos tendidos que normalmente se instalan dentro de los edificios. En estos casos, la caída de tensión en la línea es tan pequeña que puede ignorarse. Cada metro adicional de alambre incrementa la resistencia en la línea en una cantidad fija. Cuando las líneas se alargan, como suceden a veces en las instalaciones exteriores y, especialmente, si se tiene un flujo intenso de corriente, la caída de voltaje en la línea puede provocar una perdida significativa. Como regla general los electricistas y los diseñadores de circuitos intentan conservar las perdidas en la línea aprox. hasta un 5%. En un circuito de 120V esto significa una perdida de 2.4V.

Resistencia del conductor

La tabla que se encuentra en la Norma da la resistencia a diversas temperaturas para todos los tipos de conductores.

TABLA 1.2 RESISTENCIA EN OHMS POR CADA1000 METROS A 25 °C

Tamaño de alambre	Cobre desnudo	Aluminio
18	6.51	10.7
16	4.10	6.72
14	2.57	4.22
12	1.62	2.66
10	1.018	1.67
8	0.6404	1.05
6	0.410	1.074

Nótese que la resistencia se da para 1000 metros de alambre y que la resistencia disminuye conforme aumenta el tamaño del alambre. Recuérdese que mil metros de alambre significa un circuito bifilar de 500 metros de largo. Para tendidos de alambre más largos se debe incrementar el valor de la resistencia que se da en la tabla, y para tendidos más cortos se debe disminuir.

NOTA: Para ver una mejor información acerca de la resistencia de los conductores se puede remitir al anexo 1

1.3.2 Dispositivos de sobrecorriente

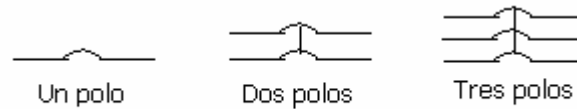
Es imposible que una corriente eléctrica corra por un alambre sin calentarlo. Conforme vaya aumentando el número de amperes, la temperatura del alambre aumenta también y el calor puede dañar su aislamiento, conduciendo a la falla total. Con suficiente corriente el conductor mismo puede estar lo bastante como para provocar un incendio. Por tanto es necesario limitar cuidadosamente la corriente a un valor máximo uno que sea seguro para un tamaño y tipo de alambre dados. El número máximo de amperes que un alambre puede llevar con seguridad y continuamente, se llama “la ampacidad” del alambre. En el libro “manual practico de instalaciones eléctricas” de H.P. Richter se define la ampacidad como “la capacidad para llevar corriente de los conductores eléctricos expresada en amperes”. La NOM-001 la llama “Capacidad de conducción de corriente” y la define como “la Corriente eléctrica expresada en amperes (A), que un conductor eléctrico puede conducir continuamente, bajo condiciones de uso normal, sin exceder su temperatura nominal” y Como ya explicamos en esta misma norma también se especifica la capacidad máxima que soporta un calibre determinado de cable bajo varias condiciones.

Cualquier dispositivo que abre el circuito cuando la corriente en un alambre llega a un número predeterminado de amperes se llama un “dispositivo de sobre corriente”. Los hay de varios tipos sin embargo en este tema solo se describirán los disyuntores ya que son los que encontraremos en el auditorio del CTA:

En el libro “manual practico de instalaciones eléctricas” se define al disyuntor como “un dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medios no automáticos, y para abrir el circuito automáticamente con una sobrecorriente predeterminada sin dañarse cuando esta correctamente aplicado dentro de su capacidad. Así que un disyuntor es

un dispositivo combinado compuesto de un interruptor manual y de un dispositivo de sobre corriente, su función básica es similar a la de un interruptor y un fusible combinado.

El símbolo eléctrico para los disyuntores es.



(figura 1.5) Disyuntores

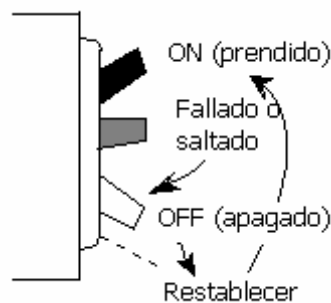


Figura1.5 un típico disyuntor de un solo polo. Si falla, se tiene que corregir la razón de sobre carga, luego se vuelve a activar presionando la manija debajo de la posición de apagado, luego se lleva a la posición de prendido. (square D)

las capacidades estándar de los disyuntores son de 15, 20,25,30,35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175 y 200A y claro en tamaños mas grandes (hasta 600A) para usarse donde se requiere.

El disyuntor debe abrirse cuando la corriente cuando la corriente que fluye a través de éste excede el número de amperes que es seguro para el alambre en el circuito. Mientras más grande sea el alambre, más grande el número de amperes que puede llevar con seguridad.

1.3.3 Tubos conduit:

El tubo conduit es un tipo de tubo de metal o plástico usado para contener y proteger los conductores eléctricos usados en las instalaciones.

Los tubos conduit metálicos pueden ser de aluminio, acero a aleación especiales, los tubos de acero a su vez se fabrican en los tipos pesado, semipesado y ligero, distinguiendo uno de otro por el espesor de la pared.

Tubo conduit de acero pesado y semipesado (pared gruesa)

Estos tubos conduit se encuentran en el mercado en forma galvanizada o con recubrimiento negro esmaltito, Normalmente en tramos de 3.05m de longitud con rocas en ambos extremos. Este tipo de conduit se puede emplear en instalaciones visibles u ocultas ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería en cualquier tipo de edificio y bajo cualquier condición atmosférica. También se pueden usar directamente enterrados recubriendo externamente para satisfacer condiciones más severas.

Tubo conduit metálico de pared delgada.

a este tubo se le conoce también como tubo metálico rígido ligero, su uso es permitido en instalaciones ocultas o visibles ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería en lugares de ambiente seco no expuesto a humedad o ambiente corrosivo.

No se recomienda su uso en lugares que durante su instalación o después de está este expuesto a daño mecánico. Tampoco se debe usar directamente enterrado o en lugares húmedos o mojados, así como en lugares clasificados como peligrosos.

Tubo conduit metálico flexible

Con esta designación se encuentra el tubo flexible común fabricado con cinta metálica engargolada (en forma helicoidal), sin ningún recubrimiento. A este tipo de tubo, también se le conoce como "greenfield". No se recomienda su uso en diámetros inferiores a 13mm (1/2 pulgada) ni superiores a 102 milímetros (4 pulgadas)

Para su aplicación se recomienda su uso en lugares secos donde no esté expuesto a corrosión o daño mecánico, o sea que se puede instalar embutido en muro o ladrillo o bloques similares.

No se recomienda su aplicación en lugares donde se encuentre directamente enterrado o embebido en concreto, tampoco se debe usar en lugares expuestos a ambiente corrosivo.

Tubo conduit de plástico rígido (pvc)

Este tubo cae dentro de la clasificación de los tubos conduit no metálicos. El tubo rígido de PVC debe ser auto extingible, resistente al aplastamiento, a la humedad y a ciertos agentes químicos.

En el libro “El ABC de las instalaciones eléctricas” se explica que el uso permitido del conduit rígido de PVC se encuentra en:

1. Instalaciones ocultas
2. en instalaciones visibles en donde el tubo no esté expuesto a daño mecánico
3. en ciertos lugares en donde existen agentes químicos que no afecten el tubo y sus accesorios.
4. en locales húmedos o mojados instalados de manera que no les penetre el agua y en lugares en donde no les afecte la corrosión que exista en medios de ambiente corrosivo.
5. directamente enterrados a una profundidad no menor de 0.50m. a menos que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 centímetros de espesor como mínimo de acuerdo a la norma técnica para instalaciones eléctricas en México.

En este mismo libro se explica que el tubo rígido de PVC no debe de ser usado en las siguientes condiciones:

1. En locales o áreas que estén considerados como peligrosos
2. para soportar luminarias u otros equipos
3. en lugares en donde la temperatura del medio ambiente mas la producida por los conductores no exceda a 70°C

Además de saber que tipo de conduit usar en una instalación eléctrica, también es importante saber el numero de conductores que puede llevar cada tramo de conduit y para esto también nos basaremos en la NOM-001.

1.3.4 Cajas metálicas de propósitos generales

Estas cajas de propósitos generales se clasifican de cualquiera de los tres tipos de categorías siguientes:

1. Cajas para apagadores
2. Cajas octagonales
3. Cajas cuadradas

Estas cajas y sus accesorios se fabrican con material metálico, aún cuando en forma reciente se tienen algunas formas de materiales no metálicos.

Cajas tipo apagador

se usan para alojar apagadores o contactos algunas de usan para alojar mas de un apagador o dispositivo. Las cajas tipo apagador llevan tapas según el uso que se le valla a dar. Algunos de los tipos de tapas que existen para las cajas tipo apagador son las siguientes.

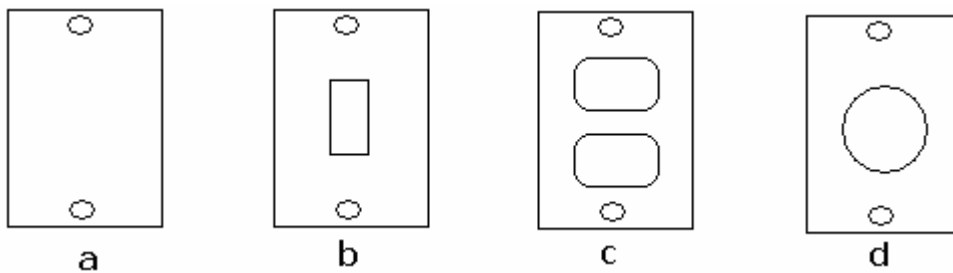


Figura 1.6 Algunos tipos de tapas

- (a) tapa ciega
- (b) tapa para apagador
- (c) tapa para contacto doble
- (d) tapa para contacto

Cajas octagonales y cuadradas

Este tipo de cajas se utilizan principalmente para salidas de la instalación eléctrica, ya sea para lámparas o luminarias, o para montar otros dispositivos usando la cubierta apropiada.

1.3.5 Charolas para cables

Las charolas o pasos de cables son conjuntos prefabricados en secciones rectas con herrajes que se pueden unir para formar sistemas de canalizaciones. En general se tienen disponibles tres tipos de charolas para cables:

Charolas de paso

Estas charolas tienen un fondo continuo, ya sea ventilado o no ventilado y con anchos estándar de: 15cm, 22cm, 30cm y 60cm. Este tipo de usa cuando los conductores son pequeños y requieren de un soporte completo

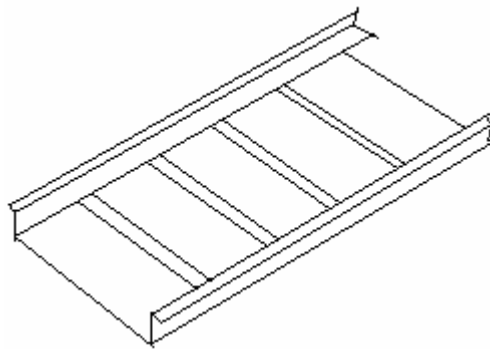


Figura 1.7 charola de paso

Charolas tipo escalera

Estas son de construcción muy sencilla, consisten de dos rieles laterales unidos o conectados por "barrotes" individuales. Por lo general se usan como soporte de los cables de potencia, se fabrican en anchos estándar de: 15cm, 22cm, 30cm, 45cm, 60cm y 75 cm. Se fabrican ya sea de acero o de aluminio.

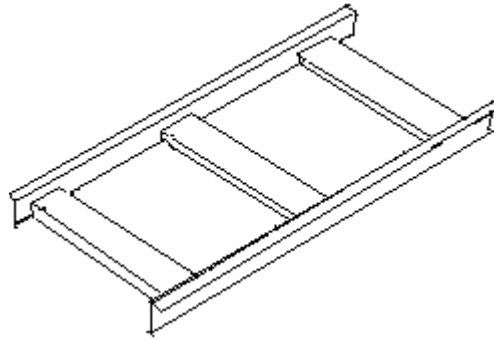


Figura 1.8 charola tipo escalera

Charolas tipo canal

Este tipo de charolas están constituidas de una sección de canal ventilada. Se usan por lo general para soportar cables de potencia sencillos, múltiples o bien varios cables de control (multiconductores). Se fabrican de acero o aluminio con anchos estándar de 7.5cm ó 10cm.

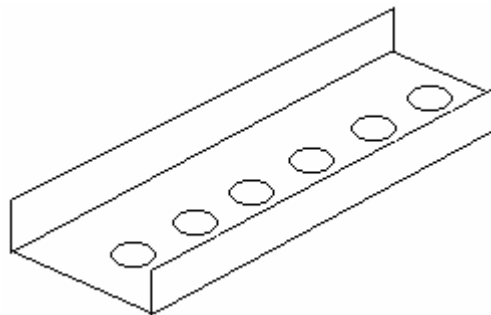


Figura 1.9 Charola tipo canal

1.3.6 Los desconectores o switches

Existen un gran número de componentes eléctricos, como los que hemos descrito que se fabrican en variedad de tipos y los desconectares no son la excepción, algunos tienen su pequeña palanca de accionamiento, otros son de contacto y están diseñados para cumplir funciones específicas, como por ejemplo: si van sobre muro o embebidos en paredes, si son tipo sencillo o para funciones de dos o tres vías, etc.

Hay dos tipos de desconectares básicamente, unos para ser usados en corriente alterna exclusivamente y otros para ser usados en corriente alterna o directa; debido a que la corriente no es tan común, aproximadamente el 95% de la producción de los switches es en corriente alterna. El tamaño de los switches está en función de su aplicación (accionan motores, lámparas, etc. o de su capacidad de corriente en amperes.

Los desconectares son esencialmente elementos de control que determinan si un circuito está abierto o cerrado. El desconector de un polo, tiro sencillo, es el más simple y posiblemente el más usado de la familia de desconectares.

2. INSTALACIONES ELECTRICAS EN AUDITORIOS

2.1 NORMA OFICIAL MEXICANA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La norma oficial mexicana para las instalaciones eléctricas es publicada por la Secretaria De Energía por lo que se le agrega las letras SEDE, es decir, es la NOM-001-SEDE, tiene varias ediciones pero la que utilizamos para el análisis del auditorio del CTA se publicó el 27 de junio del 2005 por lo tanto la norma que utilizaremos es la NOM-001-SEDE-2005.

2.1.1 Objetivo de la NOM

El objetivo de la NOM es el de establecer las disposiciones y especificaciones 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: protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros. El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM garantizará el uso de la energía eléctrica en forma segura.

2.1.2 Instalaciones en las que se aplica la NOM

Esta NOM cubre a las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica en:

a) Propiedades industriales, comerciales, residenciales y de vivienda, institucionales, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensiones eléctricas 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.

b) Casas móviles, vehículos de recreo, edificios flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres de servicio automotriz, estaciones de servicio, lugares de reunión, teatros, salas y estudios de cinematografía, hangares de aviación, clínicas y hospitales, construcciones agrícolas, marinas y muelles, entre otros.

- c) Plantas generadoras de emergencia o de reserva propiedad de los usuarios.
- d) Subestaciones, líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicaciones e instalaciones subterráneas.
- e) Cualesquiera otras instalaciones que tengan por finalidad el uso de la energía eléctrica excepto lo indicado en el punto 2.1.3

Esta NOM cubre:

a) Circuitos alimentados con una tensión nominal hasta 600 V de corriente alterna o 1 500 V de corriente continua, y algunas aplicaciones especificadas arriba de 600 V de corriente alterna o 1 500V de corriente continua.

Para corriente alterna, la frecuencia tomada en cuenta en esta norma es 60 Hz. Sin embargo no se excluye el uso de otras frecuencias para aplicaciones especiales.

b) Circuitos, que no sean los circuitos internos de aparatos, operando a una tensión superior a 600 V y que se derivan de una instalación con una tensión que no exceda de 600 V c.a., por ejemplo: los circuitos de lámparas a descarga, precipitadores electrostáticos.

c) Todas las instalaciones del usuario situadas fuera de edificios;

d) Alambrado fijo para telecomunicaciones, señalización, control y similares (excluyendo el alambrado interno de aparatos).

e) 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 selección y aplicación para la instalación correspondiente.

2.1.3 Excepciones de la NOM

Esta NOM no se aplica en:

- 1) Instalaciones eléctricas en barcos y embarcaciones.
- 2) Instalaciones eléctricas para unidades de transporte público eléctrico, aeronaves o vehículos automotrices.
- 3) Instalaciones eléctricas del sistema de transporte público eléctrico para la generación, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica utilizada exclusivamente para la operación de equipo rodante, o instalaciones usadas exclusivamente para propósitos de señalización y comunicación.
- 4) Instalaciones eléctricas en minas y maquinaria móvil autopropulsada para las mismas.
- 5) Instalaciones de equipo de comunicaciones que esté bajo el control exclusivo de empresas de servicio público de comunicaciones.

2.1.4 Protecciones para la seguridad en general

Antes de analizar con detalle lo que la NOM nos dice referente a la seguridad en instalaciones eléctricas, específicamente en el área que nos interesa, veremos brevemente lo que la NOM llama principios fundamentales y que podemos encontrar en el título 3 de la introducción de la norma, esta parte de la introducción menciona los tipos de protección que debe de haber en una instalación eléctrica y como se puede obtener dicha protección.

Los diferentes tipos de protección que menciona la Norma son los siguientes:

- 1) Protección contra los choques eléctricos
- 2) Protección contra los contactos directos

Las personas y los animales deben protegerse contra los riesgos que puedan resultar por el contacto con las partes vivas de la instalación. Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes:

- Previniendo que una corriente pueda pasar a través del cuerpo de una persona o de un animal;
- Limitando la corriente que pueda pasar a través del cuerpo a un valor inferior al de la corriente de choque.

3) Protección contra contactos indirectos

Las personas y los animales deben protegerse contra riesgos que puedan resultar por el contacto indirecto con las partes conductoras expuestas en caso de falla.

Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes:

- previniendo que una corriente de falla pase a través del cuerpo de una persona o de un animal
- limitando la corriente de falla que pueda pasar a través del cuerpo a un valor inferior al de la corriente de choque.
- efectuando la desconexión automática de la alimentación en determinado tiempo, evitando que después de que ocurra una falla que pueda causar que una corriente, fluya a través de un cuerpo en contacto con partes conductoras expuestas, cuando el valor de dicha corriente es igual o mayor que la corriente de choque.

4) Protección contra los efectos térmicos

La instalación eléctrica debe realizarse de tal forma que no exista ningún riesgo de ignición de materiales inflamables debido a las altas temperaturas o a los arcos eléctricos. Además, durante la operación normal del equipo eléctrico, no debe haber riesgo de que las personas o animales sufran quemaduras.

5) Protección contra sobrecorrientes.

Las personas y los animales deben protegerse contra lesiones y los bienes contra daños debidos a temperaturas excesivas o esfuerzos electromecánicos ocasionados por cualquier sobrecorriente que pueda ocurrir en los conductores vivos.

Esta protección puede obtenerse, por uno de los métodos siguientes:

- la desconexión automática antes de que la sobrecorriente alcance un valor peligroso considerando su duración;

- limitando la máxima sobrecorriente a un valor seguro considerando su duración.

6) Protección contra las corrientes de falla

Los conductores que no sean los conductores vivos, y las otras partes diseñadas para conducir una corriente de falla, deben poder conducir estas corrientes sin alcanzar una temperatura superior a la máxima permisible para los conductores.

Debe darse atención particular a las corrientes de falla a tierra y a las corrientes de fuga.

7) Protección contra sobretensiones

Las personas y los animales deben protegerse contra lesiones y los bienes contra daños que sean consecuencia de una tensión excesiva motivada por fenómenos atmosféricos, electricidad estática, fallas en la operación de los equipos de interrupción o bien por fallas entre partes vivas de circuitos alimentados a tensiones diferentes.

2.2 INSTALACIONES ELECTRICAS EN AUDITORIOS SEGÚN LA NOM

La NOM no habla específicamente de las instalaciones eléctricas en auditorios sin embargo en el artículo 518 se habla de los lugares de reunión, por eso analizaremos para nuestro caso cada una de las partes de este artículo y veremos de una vez que partes este podemos utilizar, según lo que encontramos en el auditorio del CTA.

2.2.1 Los lugares de reunión

El artículo 518 de la NOM-001-SEDE-2005 está enfocado a los lugares de reunión y dice “Este Artículo cubre requisitos para todos los inmuebles o parte de ellos o estructuras diseñadas o previstas para reuniones de 100 o más personas”

Los lugares de reunión incluyen, pero no están limitados a:

a) ejemplos:

- Auditorios

- **Auditorios en:**

- Establecimientos de negocios

- Establecimientos comerciales

- **Instituciones educativas**

- Otras instalaciones
- Bares, cantinas y discotecas
- Boliches y billares
- Capillas funerarias
- Comedores
- Cuarteles
- Gimnasios
- Iglesias y templos
- Mercados
- Museos
- Pistas de patinaje
- Restaurantes
- Salas de conferencias
- Salas de espera de pasajeros
- Salas de exhibición
- Salas de juzgados
- Salones de baile
- Salones de clubes
- Salones de reunión
- Salones de usos múltiples
- Salas de albercas
- Teatros y cines

b) Inmuebles múltiples.

La ocupación de cualquier salón o espacio para propósitos de reunión de menos de 100 personas en un edificio o en otro local que está destinado para otro uso, debe clasificarse como parte del otro local, es decir, para los fines a que está destinado y estará sujeto a las disposiciones que le sean aplicables.

c) Áreas de teatro.

Cuando una plataforma o saliente de una estructura de un edificio o parte del mismo se destina para escenario, o para representaciones teatrales o musicales, ya sea fija o portátil.

Como podemos ver, este artículo abarca lo que son los auditorios en instituciones educativas, por lo tanto es en el que nos basaremos para analizar la instalación eléctrica del auditorio en el Centro Tecnológico Aragón.

2.2.2 Áreas peligrosas (clasificadas).

El alambrado y el equipo eléctrico en las áreas peligrosas (clasificadas) localizadas en lugares de reunión, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 500.

El artículo 500 dice lo siguiente:

ARTICULO 500 - AREAS PELIGROSAS

Los artículos 500 cubren los requisitos para equipo eléctrico, electrónico y alambrado, para todas las tensiones eléctricas, en áreas Clase 1, Divisiones 1 y 2; Clase II, Divisiones 1 y 2 y Clase III, Divisiones 1 y 2, en donde pueda existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras o partículas combustibles o de fácil ignición dispersas en el aire.

Podríamos analizar mas a fondo el articulo 500, si embargo por lo que dice acerca de gases, vapores, líquidos, polvos o fibras que sean de fácil ignición no vale la pena, ya que en el auditorio del CTA no encontramos nada de lo que se menciona.

2.2.3 Alambrado provisional.

En salas de exhibición, de conferencias y de exposiciones, el alambrado temporal se debe instalar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 305 el cual habla sobre las instalaciones eléctricas provisionales. Se permite tender sobre el suelo los cables y cordones flexibles aprobados para uso rudo y extra rudo, si están protegidos del contacto con el público en general. No deben aplicarse los requisitos de la Sección 305-6 sobre interruptores de circuito por falla a tierra.

ARTICULO 305-INSTALACIONES PROVISIONALES

Las disposiciones de este artículo se aplican a los métodos de alambrado provisional para fuerza y alumbrado eléctrico, los cuales pueden tener menores requerimientos que los que se exigen para instalaciones permanentes.

Excepción: Cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que solamente personas calificadas prestan servicio técnico a la instalación, se permite utilizar cordones o cables flexibles identificados en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra rudo, en soportes tipo charola, solamente para alambrado provisional. Todos los cordones o cables deben instalarse en una sola capa. A cada soporte tipo charola se le debe colocar un letrero permanente a intervalos no superiores a 6 m, el letrero debe llevar lo siguiente:

“Soporte tipo charola para cables para alambrado provisional únicamente”

Sobre esta parte del artículo, tampoco encontramos ningún tipo de alambrado provisional en el auditorio por lo que no la utilizaremos.

2.2.4 Sistema de emergencia.

El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo establecido en el Artículo 700.

En este caso, si tenemos sistema de emergencia en el auditorio del CTA por lo tanto analizaremos más a fondo el artículo 700 de la NOM

ARTICULO 700-SISTEMAS DE EMERGENCIA

700-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, para la operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos, destinados para alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o energía, o ambos, cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal de energía eléctrica. Los sistemas de emergencia son aquéllos requeridos por Ley y clasificados como emergentes por reglamentaciones, decretos o legislaciones federales o municipales vigentes. Estos sistemas son utilizados para suministrar automáticamente iluminación o energía, o ambos, a las áreas y equipos en caso de falla del suministro normal de energía eléctrica, o en caso de accidente en los componentes de un sistema destinado para suministrar, distribuir y controlar la energía y alumbrado esenciales para la seguridad de la vida humana.

700-2. Otros artículos aplicables. Los sistemas de emergencia deben cumplir con las disposiciones aplicables de esta norma, excepto lo modificado por este Artículo.

700-3. Aprobación del equipo. Todo equipo utilizado en los sistemas de emergencia debe estar aprobado para este uso.

700-4. Pruebas y mantenimiento

a) *Realización o verificación de la prueba.* Debe realizarse o verificarse una prueba con carga del sistema completo al instalarse, y después periódicamente.

b) *Pruebas periódicas.* Los sistemas deben probarse periódicamente bajo un programa, para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas.

c) *Mantenimiento de sistemas de baterías.* Donde haya sistemas de baterías o unidades de equipo, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque, control o ignición de máquinas auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.

d) *Registros escritos o bitácora.* Debe mantenerse un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.

e) *Prueba con carga.* Debe proveerse de medios para probar todos los sistemas de emergencia de alumbrado y energía, durante las condiciones de carga máxima previstas.

700-5. Capacidad del sistema

a) *Capacidad y régimen.* Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y régimen adecuado para que puedan funcionar simultáneamente con todas las cargas. El equipo del sistema de emergencia debe ser adecuado para soportar la máxima corriente eléctrica de falla disponible en sus terminales.

b) *Sistema selectivo de carga y desconexión de carga.* Se permite que la fuente de energía alterna suministre a los sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente requeridos y a los de reserva opcional, cuando se proporcione una selección automática de la carga al arranque y desconexión de carga de la forma necesaria para garantizar suministro adecuado para:

- (1) los circuitos de emergencia;
- (2) los circuitos de reserva legalmente exigidos;
- (3) los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad.

Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permite utilizar la fuente de alimentación alterna para limitar los picos de carga. Para efectos de satisfacción de los requisitos de prueba de acuerdo con la sección 700-4 (b), se permite la operación de limitación de picos de carga, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones de la sección 700-4. Cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio para mantenimiento o reparaciones mayores, debe haber una fuente alternativa de energía eléctrica, portátil o provisional.

700-6. Equipo de transferencia

a) El equipo de transferencia, incluyendo los desconectores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado. El equipo de transferencia, debe diseñarse e instalarse para prevenir la conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y de emergencia, al realizar cualquier manipulación del equipo de transferencia.

b) Se permite el uso de medios para conectar en derivación y aislar físicamente el equipo de transferencia. Cuando se utilicen desconectores de aislamiento para hacer las derivaciones, debe evitarse el funcionamiento inadvertido en paralelo.

(c) Los desconectores de transferencia automática deben operarse eléctricamente y retenerse mecánicamente.

(d) El equipo de transferencia debe alimentar sólo a cargas de emergencia.

700-7. Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual, para los propósitos siguientes:

a) *Avería*. Para indicar avería de la fuente de emergencia.

b) *Alimentación de carga*. Para indicar que la batería o el generador están funcionando con carga.

c) *No funcionando*. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

d) *Falla a tierra*. Para indicar una falla a tierra en sistemas en estrella puestos a tierra, de más de 150 V a tierra y con dispositivos de protección de circuitos para corriente nominal de 1 000 A o mayor. El sensor para los dispositivos de señalización de falla a

tierra debe estar ubicado en el medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia o antes de éste, y su ajuste máximo del dispositivo de señalización para la corriente de falla a tierra debe ser de 1 200 A. Debe colocarse lo más cerca posible en el lugar del sensor, las instrucciones que deben seguirse, en caso de producirse una falla a tierra.

700-8. Avisos

a) *Fuentes de emergencia.* Debe colocarse un aviso en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de emergencia.

b) *Puesta a tierra.* Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de emergencia se conecte al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente de emergencia, cerca del electrodo debe haber un aviso que identifique las fuentes normales y de emergencia que estén conectadas a ese conducto

700-9. Alambrado del sistema de emergencia

a) *Identificación.* Todas las cajas y envoltentes de los circuitos de emergencia (incluyendo desconectores de transferencia, generadores y tableros de distribución) deben marcarse permanentemente de forma que puedan identificarse fácilmente como pertenecientes a un sistema o circuito de emergencia.

b) *Alambrado.* A menos que se permita otra cosa en los incisos siguientes (1) a (4), el alambrado desde la fuente de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente del sistema de distribución de emergencia hasta las cargas del sistema de emergencia, debe mantenerse completamente independiente de cualquier otro alambrado y equipos. Se permite el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados por la misma fuente en la misma canalización, cable, caja o gabinete.

(1) En las envoltentes de los equipos de transferencia se permite ubicar el alambrado de la fuente de alimentación normal.

(2) Se permite alambrado alimentado desde dos fuentes en los accesorios de alumbrado de las salidas o de emergencia.

(3) En una caja de empalme común, unida a accesorios de alumbrado de las salidas o de emergencia, se permite alambrado alimentado desde dos fuentes.

(4) Se permite el alambrado, en una caja de empalme común unida a un equipo unitario, y que contenga únicamente el circuito derivado que alimenta ese equipo y el circuito de emergencia alimentado por el mismo.

(c) *Diseño y ubicación del alambrado.* Los circuitos del alambrado de emergencia deben diseñarse y ubicarse de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de falla por inundaciones, incendios, congelamiento, vandalismo y otras condiciones adversas.

d) *Protección contra incendios.* En los inmuebles donde pueda haber más de 1 000 personas o en edificios que tengan más de 23 m de altura y que estén dedicadas a cualquiera de las actividades siguientes: reuniones, educativas, comerciales o de oficinas, viviendas, residencial, negocios, centros de detención y correccionales, los sistemas de emergencia deben cumplir además los requisitos siguientes:

1) El alambrado del circuito alimentador deben cumplir con una de las condiciones siguientes:

- a) Estar instalado en edificios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios aprobados.
- b) Sistema de protección del circuito eléctrico, con una resistencia nominal al fuego de mínimo una hora, aprobado.
- c) Estar protegido por un sistema de barrera térmica certificado para componentes eléctricos del sistema.
- d) Estar protegido mediante un ensamble de resistencia nominal al fuego mínima de 1 h.
- e) Encontrarse embebido en mínimo 50 mm de concreto.
- f) Ser un cable aprobado para mantener la integridad del circuito durante mínimo 1 h al instalarse de acuerdo con los requisitos de la certificación.

2) El equipo para el circuito alimentador (incluidos los desconectores de transferencia, transformadores, tableros de distribución, y similares) debe instalarse en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, entre otros) o debe formar una instalación protegida con una clasificación resistente al fuego de 1 h.

NOTA: Una clasificación de resistencia al fuego denota el tiempo que un ensamble dado es capaz de resistir el fuego y dar protección, bajo condiciones de laboratorio controladas de forma muy precisa. Todas las pruebas se realizan de conformidad con la Norma de pruebas contra fuego para los materiales y la construcción de edificios, ASTM E119. La norma también se conoce como ANSI/UL 263 y NFPA 251. Las clasificaciones se expresan en horas, y se aplican a muros, ensambles de entrepiso-cielorraso, vigas y columnas. En el anexo 1 se presenta la tabla de la NFPA 251.

Fuentes de alimentación

700-12. Requisitos generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de emergencia o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 10 s.

En la selección de la fuente de alimentación para emergencia, debe tenerse en cuenta el tipo de actividad desarrollada en el edificio y el tipo de servicio que haya que prestar; si es de corta duración, como para la evacuación de un teatro, o de larga duración, como suministrar el alumbrado y la alimentación de emergencia durante un periodo indefinido de tiempo debido a una falla producida dentro o fuera de un edificio. Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que pueden causar fallas totales de los mismos, debidas a inundaciones, incendios, congelamiento o vandalismo.

En lugares de reunión en las que pueda haber más de 1 000 personas o en edificios que tengan más de 23 m de altura y que estén dedicadas a cualquiera de las actividades siguientes: reuniones, educativas, residenciales, detención y correccionales, comerciales o de oficinas, viviendas, negocios o centros de rehabilitación; los equipo de las fuentes de alimentación, tales como se describen en los siguientes incisos (a) a (d), deben instalarse en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios aprobados (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, y similares) o en espacios con resistencia al fuego de 1h.

En esta parte solo analizaremos el tipo de fuente de alimentación de emergencia que tenemos en el auditorio del CTA, que es una planta generadora o como dice en la norma, grupo generador.

Grupo generador

1) Un grupo generador accionado por una fuente primaria y su capacidad debe estar de acuerdo con 700-5. Debe proveerse los medios necesarios para el arranque automático de la fuerza primaria en una falla en el servicio normal y para la transferencia y operación automática de todos los circuitos eléctricos requeridos. Debe

proveerse un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 15 min para impedir la retransferencia en caso de restablecimiento, en un corto tiempo del suministro normal.

2) Cuando se empleen motores de combustión interna como la fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo predio, suficiente para que el sistema de emergencia pueda funcionar a plena carga durante 2 h como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para la operación de las bombas de transferencia de combustible a fin de suministrar combustible al tanque de alimentación directa del grupo generador, dichas bombas deben conectarse al sistema de alimentación de emergencia.

3) Las fuentes primarias no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan sistemas de doble alimentación de combustible, deben instalarse medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Se permite el uso adicional de combustible del servicio público que no esté en el sitio, cuando exista una baja probabilidad de falla simultánea del combustible suministrado externamente y el suministro de energía eléctrica.

4) Cuando se utilicen baterías para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque para la fuente primaria, deben adecuarse para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. Cuando requiera un cargador de baterías para la operación de un grupo generador, dicho cargador debe conectarse al sistema de emergencia. Cuando se requiera potencia para la operación de las compuertas empleadas para ventilar el grupo generador, dichas compuertas deben conectarse al sistema de emergencia.

5) Deben aceptarse los grupos generadores que tarden más de 10 s para generar potencia, siempre que se instale una fuente auxiliar de alimentación, que energice el sistema de emergencia hasta que el generador pueda tomar la carga.

Control de los circuitos del alumbrado de emergencia

700-20. Requisitos para los desconectores. El desconector o desconectores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia deben instalarse de forma tal que solamente personas autorizadas tengan acceso al control del alumbrado de emergencia.

Excepción 1: Cuando dos o más desconectores de una vía estén conectados en paralelo para controlar un solo circuito, por lo menos uno de estos desconectores debe ser accesible solamente a personas autorizadas.

Excepción 2: Se permiten desconectores adicionales que puedan solamente encender el alumbrado de emergencia, pero no para apagarlos.

No deben instalarse desconectores conectados en serie ni de 3 o 4 vías.

700-21. Localización de los desconectores. Todos los desconectores manuales que controlen circuitos de emergencia, deben ubicarse en lugares accesibles a las personas autorizadas responsables de su control. En lugares de reunión, como es el caso de un cine o teatro, debe ubicarse un desconector para controlar el alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en un lugar fácilmente accesible desde el mismo.

En ningún caso los interruptores del alumbrado de emergencia de un cine, teatro o lugar de reunión se deben instalar en la cabina de proyección, ni en el escenario ni en el estrado.

Excepción: Cuando se instalen desconectores múltiples, se permite que uno de ellos esté ubicado en dichos lugares, dispuestos de forma que solamente puedan energizar al circuito, pero no lo puedan desenergizar.

700-22. Alumbrado exterior. Se permite que el alumbrado exterior de un edificio, que no se requiera para iluminar cuando haya suficiente luz de día, se puede controlar por medio de un dispositivo automático activado por la luz de día.

Protección contra sobrecorriente

700-25. Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados en circuitos de emergencia, deben ser accesibles solamente a personas calificadas.

NOTA - Si en los circuitos de emergencia se instalan fusibles e interruptores automáticos, coordinados de modo que se despejen selectivamente las corrientes de falla, se incrementa la confiabilidad general del sistema.

700-26. Protección por falla a tierra del equipo. La fuente alterna de los sistemas de emergencia no requiere protección por falla a tierra del equipo con medios de desconexión automática. La indicación de un dispositivo por falla a tierra, debe instalarse según lo establecido en 700-7(d) para la fuente de emergencia.

2.3 MÉTODOS DE ALAMBRADO.

En la sección 518-4 la NOM habla de los métodos de alambrado en los lugares reunión y dice lo siguiente.

2.3.1 Generalidades.

Los métodos fijos de alambrado deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 5 cm, empleando conductores con aislamiento resistente a la propagación de incendios, de baja emisión de gas ácido halogenado y de baja emisión de humos, o con cables tipos MC o MI que contengan un conductor aislado de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-95.

TABLA 250-95.- Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	(A)	Cable de cobre	Cable de aluminio
15	2,08 (14)	---
20	3,31 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)
500	33,6 (2)	53,5 (1/0)
600	42,4 (1)	67,4 (2/0)
800	53,5 (1/0)	85,0 (3/0)
1 000	67,4 (2/0)	107 (4/0)
1 200	85,0 (3/0)	127 (250)
1 600	107 (4/0)	177 (350)
2 000	127 (250)	203 (400)
2 500	177 (350)	304 (600)
3 000	203 (400)	304 (600)
4 000	253 (500)	405 (800)
5 000	354,7 (700)	608 (1 200)
6 000	405 (800)	608 (1 200)

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

Nota: Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de puesta a tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

Respecto al manejo del conductor en instalaciones eléctricas en los auditorios, esta parte de la norma no nos especifica nada, por lo que utilizaremos lo que nos dice la norma en el artículo 310

2.3.2 Conductores para alambrado en general

ARTICULO 310-CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

Veamos ahora los puntos más importantes y que vamos a utilizar para analizar la instalación eléctrica en el auditorio del CTA.

310-1. Alcance. Este artículo cubre los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipo, aislamiento, marcado, etiquetas, resistencia mecánica, capacidad de conducción de corriente y usos.

Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integrante de equipo como motor, controlador de motores y similares ni a los conductores específicamente tratados en otras partes de esta Norma.

NOTA: Para cables flexibles, véase el artículo 400. Para los cables de aparatos, véase el artículo 402.

310-2. Conductores

a) Aislados. Los conductores deben estar aislados.

Excepción: Cuando se permiten específicamente conductores con cubierta o desnudos en otras secciones de esta Norma.

NOTA: Para el aislamiento de los conductores neutros de un sistema de alta tensión eléctrica sólidamente puesto a tierra, véase 250-152.

b) Material de los conductores. Si no se especifica otra cosa, los conductores a los que se refiere este artículo deben ser de cobre o de aluminio. Cuando se especifiquen conductores de aluminio o aleaciones de aluminio, el tamaño nominal mínimo debe ser 13,3 mm² (6 AWG).

310-3. Conductores cableados. Los conductores de tamaño nominal 8,37 mm² (8 AWG) y mayores deben ser cableados, cuando van instalados en canalizaciones.

Excepción: Como se permite o se requiere en esta Norma.

310-4. Conductores en paralelo. Los conductores de cobre o de aluminio de tamaño nominal de 53,5 mm² (1/0 AWG) y mayores, que sean los conductores de fase, el neutro o el conductor puesto a tierra de un circuito, pueden ir conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos para formar un solo conductor).

Excepción 1: Lo que se permite en 620-12(a)(1).

Excepción 2: Se permite instalar en paralelo conductores de tamaño nominal menor que 53,5 mm² (1/0 AWG) para alimentar instrumentos de medición, contactores, relevadores, solenoides y otros dispositivos similares de control, siempre que: (a) estén contenidos en el mismo ducto o cable; (b) la capacidad de conducción de corriente de cada conductor por separado sea suficiente para transportar toda la corriente eléctrica que transportan los conductores en paralelo, y (c) el dispositivo de sobrecorriente sea tal que no supere la capacidad de conducción de corriente de cada conductor si uno o más de los conductores en paralelo se desconectaran accidentalmente.

Excepción 3: Se permite instalar en paralelo conductores de tamaño nominal menor que 53,5 mm² (1/0 AWG) para frecuencias de 360 Hz y mayores, cuando se cumplan las condiciones (a), (b) y (c) de la Excepción 2.

Excepción 4: Se permite instalar en paralelo conductores neutros puestos a tierra de tamaño nominal 33,6 mm² (2 AWG) y mayores, en las instalaciones ya existentes.

NOTA: Eligiendo apropiadamente los materiales, forma de construcción y orientación de los conductores, se pueden minimizar las diferencias de reactancia inductiva y la división desigual de corriente eléctrica. Para conseguir ese equilibrio, no es necesario que los conductores de una fase, neutros o puestos a tierra sean los mismos que los de la otra fase, neutros o puestos a tierra para obtener el balance.

Cuando los conductores de puesta a tierra de equipo se utilizan con conductores en paralelo, deben cumplir los requisitos de esta Sección excepto que deben determinarse como se indica en la Sección 250-95.

Cuando se utilicen conductores en paralelo, se debe tener en cuenta el espacio en las envolventes (véanse los artículos 370 y 373).

Los conductores instalados en paralelo deben cumplir lo establecido en la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V.

310-8. Lugares.

a) Lugares secos. Los conductores y cables aislados utilizados en lugares secos, deben ser de cualquiera de los tipos identificados en esta Norma.

b) Lugares secos y húmedos. Los conductores y cables aislados utilizados en lugares secos y húmedos deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, RHH, RHW, RHW-2, THHN, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THHW-2, THWN, THWN-2, TW, XHHW o XHHW-2.

c) Lugares mojados. Los conductores y cables aislados utilizados en lugares mojados deben ser:

(1) Con cubierta metálica hermética a la humedad.

Lunes 13 de marzo de 2006 DIARIO OFICIAL (Tercera Sección) 137

(2) De los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THHW-2, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2; o

(3) De otro tipo certificado para uso en lugares mojados.

d) Lugares expuestos a la radiación solar directa. Los conductores y cables aislados, utilizados cuando hay exposición directa a los rayos solares deben ser aprobados y marcado como "SR".

310-9. Condiciones corrosivas. Los conductores expuestos a aceites, grasas, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto corrosivo sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado para esa aplicación.

310-10. Límites de temperatura de los conductores. Ningún conductor debe utilizarse de modo que su temperatura de operación supere la designada para el tipo de conductor aislado al que pertenezca. En ningún caso deben ir juntos los conductores de tal modo que con respecto al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al

número de conductores, se supere el límite de temperatura de cualquiera de los conductores empleados.

NOTA: La temperatura nominal de un conductor (véanse las Tablas 310-13 y 310-61) es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar durante un periodo prolongado de tiempo sin que se produzca degradación. Las tablas de capacidad de conducción de corriente del artículo 310 y del apéndice A, los factores de corrección al final de estas tablas y las notas a las mismas, proveen una guía para coordinar el tamaño y tipo de los conductores, la corriente eléctrica máxima permitida, la corriente eléctrica resultante, la temperatura ambiente y el número de conductores asociados.

Los principales determinantes de la temperatura de operación de los conductores son:

- 1) La temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.
- 2) El calor generado interiormente en el conductor por el paso de la corriente eléctrica, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicas.
- 3) El factor de disipación del calor generado al medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores puede afectar ese factor de disipación.
- 4) Conductores adyacentes que transportan carga. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente y de impedir la disipación de calor.

2.3.3 Marcado

El artículo 310-11 nos habla acerca del marcado del conductor y nos dice lo siguiente:

a) Información necesaria. Todos los conductores y cables deben ir marcados con la información necesaria siguiente, según el método de marcado aplicable descrito en 310-11(b) y de acuerdo con las normas nacionales de producto existentes:

- 1) La tensión eléctrica nominal máxima.
- 2) La letra o letras que indican el tipo de alambres o cables, tal como se especifica en otros lugares de esta Norma.
- 3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.
- 4) El tamaño nominal en mm² (AWG o kcmil)

5) En los ensambles de cables debe marcarse cuando el tamaño del conductor neutro es menor que los de los cables de fase.

b) Métodos de marcado

1) Marcado en la superficie. Los siguientes conductores y cables se deben marcar en su superficie de modo indeleble. El tamaño nominal se debe repetir a intervalos no mayores a 60 cm. Todas las demás marcas deben repetirse a intervalos no mayores a 1 m.

a. Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de hule o termoplástico.

b. Cables con recubrimiento no metálico.

c. Cables de entrada de acometida.

Lunes 13 de marzo de 2006 DIARIO OFICIAL (Tercera Sección) 138

d. Cables subterráneos de circuitos alimentadores y derivados.

e. Cables para usarse en soportes tipo charola para cables.

f. Cables para riego.

g. Cables de energía limitada para su uso en soportes tipo charola para cables.

h. Cables de instrumentos para uso en soportes tipo charola para cables.

2) Cinta de marcar. Para marcar los cables multiconductores con recubrimiento metálico se debe emplear una cinta de marcar situada dentro del cable y a todo lo largo del mismo.

Excepción 1: Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.

Excepción 2: Los cables tipo AC.

Excepción 3: Se permite que la información requerida en 310-11(a) se marque de modo indeleble en el recubrimiento externo no metálico de los cables tipos MC, ITC o PLTC, a intervalos no mayores a 1 m.

NOTA: Los cables con recubrimiento metálico son del tipo AC (artículo 333), tipo MC (artículo 334) y cables con cubierta de plomo.

3) Marcado mediante etiquetas. En el empaque de todos los cables y conductores se deben marcar mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja del cable, conforme con las normas de producto correspondientes.

4) Indicación opcional del tamaño nominal del cable. Se permite que la información exigida en el párrafo anterior 310-11(a)(4) esté marcada en la superficie de cada conductor aislado de los siguientes cables multiconductores:

- a. Cables de tipo MC.
- b. Cables para uso en soportes tipo charola.
- c. Cables para equipo de riego.
- d. Cables de potencia limitada para uso en soportes tipo charola.
- e. Cables de sistemas de alarma contra incendios.
- f. Cables de instrumentos para uso en soportes tipo charola.

c) Sufijos que indican el número de conductores. Una letra o letras solas indican un solo conductor aislado. Las siguientes letras utilizadas como sufijo indican lo que se expresa en cada una:

D: Dos conductores aislados en paralelo, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

M: Conjunto de dos o más conductores aislados y cableados en espiral, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

2.3.4 Identificación de los conductores

Sobre la identificación de los conductores el artículo 310-12 nos dice lo siguiente:

a) Conductores puestos a tierra. Los conductores aislados, de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarse como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris claro. Los cables multiconductores planos de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores pueden llevar un borde exterior sobre el conductor puesto a tierra.

Excepción 1: Los cables de aparatos eléctricos, como se indica en el artículo 402.

Excepción 2: Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.

Excepción 3: Un conductor de circuitos derivados identificado como se establece en 210-5(a).

Excepción 4: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo interviene en ella personal calificado, se permite que los

conductores puestos a tierra de los cables multiconductores se identifiquen permanentemente en sus terminales en el momento de la instalación, mediante una marca clara de color blanco u otro medio igualmente eficaz.

En los cables aéreos, la identificación debe ser como se indica o por medio de un borde situado en el exterior del cable, lo cual permita identificarlo.

Se considera que los cables con recubrimiento exterior de color blanco o gris claro, pero con hilos de color en la malla para identificar al fabricante, cumplen lo establecido en esta Sección.

NOTA: Para los requisitos de identificación de conductores mayores de 13,3 mm² (6 AWG), véase 200-6.

b) Conductores de puesta a tierra. Se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra, cubiertos o aislados individualmente, deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más franjas amarillas.

Excepción 1: Se permite identificar permanentemente, en el momento de la instalación, a un conductor aislado o cubierto de tamaño mayor que 13,3 mm² (6 AWG) como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible. La identificación se debe hacer por uno de los métodos siguientes:

- a. Quitando el aislamiento o cubierta del conductor en toda la parte expuesta.*
- b. Pintando de verde el aislamiento o cubierta en toda la parte expuesta.*
- c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o cubierta con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.*

Excepción 2: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo personal calificado tiene acceso a la misma, se permite identificar permanentemente un conductor aislado en un cable multiconductor que se identifique como conductor de puesta a tierra en cada extremo y en todos los puntos en que el conductor esté accesible, en el momento de la instalación, por uno de los métodos siguientes:

- a. Quitando el aislamiento o cubierta del conductor en toda la parte expuesta.*
- b. Pintando de verde el aislamiento o cubierta en toda la parte expuesta.*

c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o la cubierta con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

c) Conductores de fase. Los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase, ya sea como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar identificados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier combinación de colores y sus correspondientes marcas. Estas marcas deben ir también en un color que no sea blanco, gris claro o verde, y deben consistir en una franja o franjas, o una serie de marcas iguales espaciadas de manera uniforme. Estas marcas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales que se exigen en 310-11(b) (1).

2.4 CALCULO DE CONDUCTORES

Respecto a la capacidad del conductor para conducir corriente la NOM nos dice en el artículo 310-15 que Se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante los siguientes incisos (1) o (2).

2.4.1 Disposiciones generales

1) Disposiciones generales. Para la selección del tamaño nominal de los conductores, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de 0 a 2 000 V nominales se debe considerar como máximo los valores especificados en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 310-16 a 310-19 y los incisos (3) a (9) siguientes.

Las Tablas 310-16 a 310-19 que se presentan en los anexos del 3 al 6 son tablas de aplicación para usarse en la selección del tamaño nominal de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el artículo 220. La capacidad de conducción de corriente permanentemente admisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

1. La compatibilidad en temperatura con equipo conectado, sobre todo en los puntos de conexión.
2. La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.
3. El cumplimiento de los requisitos del producto de acuerdo con su norma específica correspondiente. A este respecto véase 110-3.

4. El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

2) Supervisión de ingeniería. Con la supervisión de personal de ingeniería, se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

Ecuación:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{R_{cc} (1 + YC) RCA}}$$

Donde:

TC = Temperatura del conductor en °C.

TA = Temperatura ambiente en °C.

ΔTD = Incremento de la temperatura por pérdidas del dieléctrico.

R_{cc} = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC.

YC = Componente de resistencia de c.a. debida a los efectos superficial y de proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente que lo rodea.

3) Selección de la capacidad de conducción de corriente. Cuando se calcula en diferentes capacidades de conducción de corriente que se pudieran aplicar para un circuito de longitud dada, se debe tomar la de menor valor.

Excepción: Cuando se aplican dos valores de capacidad de conducción de corriente a partes adyacentes de un circuito, se permite utilizar la de mayor capacidad más allá del punto de transición, a la distancia de 3 m o 10% de la longitud del circuito, la distancia que sea menor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores según su conexión a los puntos terminales.

4) Conductores desnudos o cubiertos. Cuando se usen juntos conductores desnudos o cubiertos, con conductores aislados, su capacidad de conducción de corriente se debe limitar al permitido para conductores aislados adyacentes.

5) Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral. Los límites de temperatura en los que se basa la capacidad de conducción de corriente de los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral, se calcula por los materiales aislantes utilizados en el sello final. Los herrajes de terminación que lleven material aislante orgánico sin impregnar, tienen un límite de temperatura de operación de 90°C.

6) Factores de ajuste.

a.- Más de tres conductores portadores de corriente en un cable o canalización. Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización sea mayor que tres, la capacidad de conducción de corriente se debe reducir con los factores que se indican en la Tabla 310-15

TABLA 310-15(g).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores portadores de corriente	Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50

De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Cuando los conductores y los cables multiconductores vayan juntos una distancia de más de 0,60 m sin mantener la separación y no vayan instalados en canalizaciones, las capacidades de conducción de corriente de cada conductor se deben reducir como se indica en la tabla anterior.

Excepción 1: Cuando haya instalados en la misma canalización o cable conductores de diferentes sistemas, como se explica en 300-3, los factores de corrección anteriores

se deben aplicar sólo a los conductores de fuerza e iluminación (Artículos 210, 215, 220 y 230).

Excepción 2: A los conductores instalados en soportes tipo charola para cables se les debe aplicar lo establecido en 318-11.

Excepción 3: Estos factores de corrección no se deben aplicar en uniones de canalizaciones cuya longitud no supere 0,60 m

Excepción 4: Estos factores de corrección no se deben aplicar a conductores subterráneos que entren o salgan de una zanja exterior, si esos conductores están protegidos físicamente por tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o no metálico tipo pesado de una longitud no mayor que 3,0 m y el número de conductores no pase de cuatro.

Excepción 5: Para otras condiciones de carga, se permite calcular la capacidad de conducción de corriente y los factores de ajuste según lo establecido en 310-15(g).

b.- Más de un ducto o canalización. Se debe conservar la separación entre ductos o canalizaciones para no cambiar las condiciones de reactancia inductiva del circuito.

c.- Cables expuestos a la radiación solar. Cuando los cables estén expuestos a la radiación solar, las capacidades de conducción de corriente indicadas en las tablas 310-16 a 310-19 se deben multiplicar por un factor de ajuste de 0,85. Adicionalmente deben realizarse las correcciones necesarias a la capacidad de conducción de corriente por temperatura ambiente, así como las correcciones por agrupamiento indicadas arriba en 310-15 (g)

7) Protección contra sobrecorriente. Cuando las capacidades nominales o el ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no correspondan con las capacidades nominales y con los valores de ajuste permitidos para esos conductores, se permite tomar los valores inmediatamente superiores.

8) Conductor neutro

a.- Un conductor neutro que transporte sólo la corriente desbalanceada de otros conductores del mismo circuito, no se considera para lo establecido en 310-15(g)

b.- En un circuito de tres hilos consistente en dos fases y el neutro de un sistema de cuatro hilos, tres fases en estrella, el conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe considerar al aplicar lo establecido en 310-15(g).

c.- En un circuito de cuatro hilos tres fases en estrella, cuando la mayor parte de las cargas no son lineales, por el conductor neutro pasan armónicas de la corriente por lo que se le debe considerar como conductor activo o portador de corriente.

9) Conductor de puesta a tierra o de empalme. Al aplicar lo establecido en 310-15(g), no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o puente de unión empalmado a éste.

2.4.2 Capacidad nominal de un circuito

Para el cálculo del calibre del conductor también ocuparemos una regla muy importante que encontramos en el artículo 220-3 inciso a.

220-3. Cálculo de los circuitos derivados.

a) Cargas continuas y no continuas. La capacidad nominal del circuito derivado no debe ser inferior a la suma de la carga no continua más el 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la suma de la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

3. ANALISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AUDITORIO DEL CENTRO TECNOLÓGICO ARAGÓN

Como se vio en capítulos anteriores el Auditorio que se va a analizar se encuentra dentro del Centro Tecnológico Aragón, se localiza dentro de las instalaciones de la FES ARAGÓN con dirección en: Av. Rancho Seco s/n Col. Impulsora. San Juan de Aragón, Estado de México

El CTA cuenta con una superficie de terreno de 2377 m² y una superficie construida de 2290 m².



Figura 3.1 Centro tecnológico Aragón



Figura 3.2 Auditorio del Centro Tecnológico Aragón

El edificio está alimentado por un transformador tipo pedestal alimentado en su lado de alta tensión por 23 KV, el cual entrega en su lado de baja una tensión de 220 Vff y que tiene una capacidad de 300 KVA.

Para analizar el sistema eléctrico del Auditorio del Centro Tecnológico Aragón se tuvo que hacer una inspección física del lugar ya que no se contaba con planos eléctricos ni físicos que nos pudieran ayudar en el análisis. Lo primero que se debe tomar en cuenta para el análisis del sistema eléctrico del auditorio es que se encuentra dentro del edificio que conforma el Centro Tecnológico Aragón como se muestra en la siguiente figura.

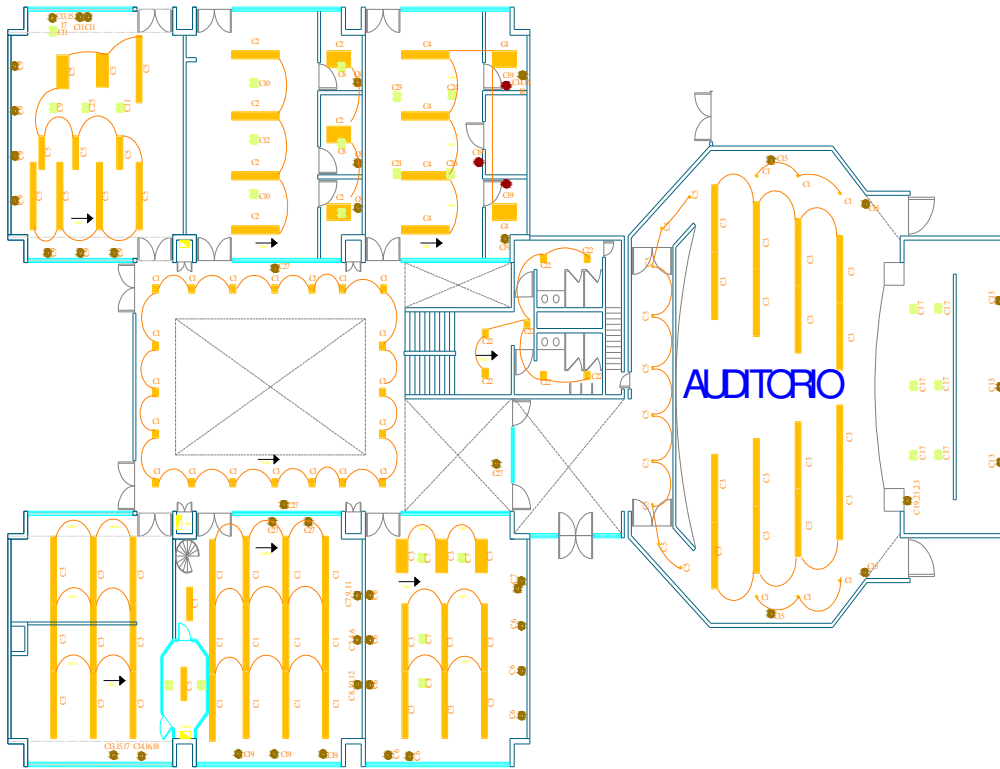


Figura 3.3 vista aérea del CTA.

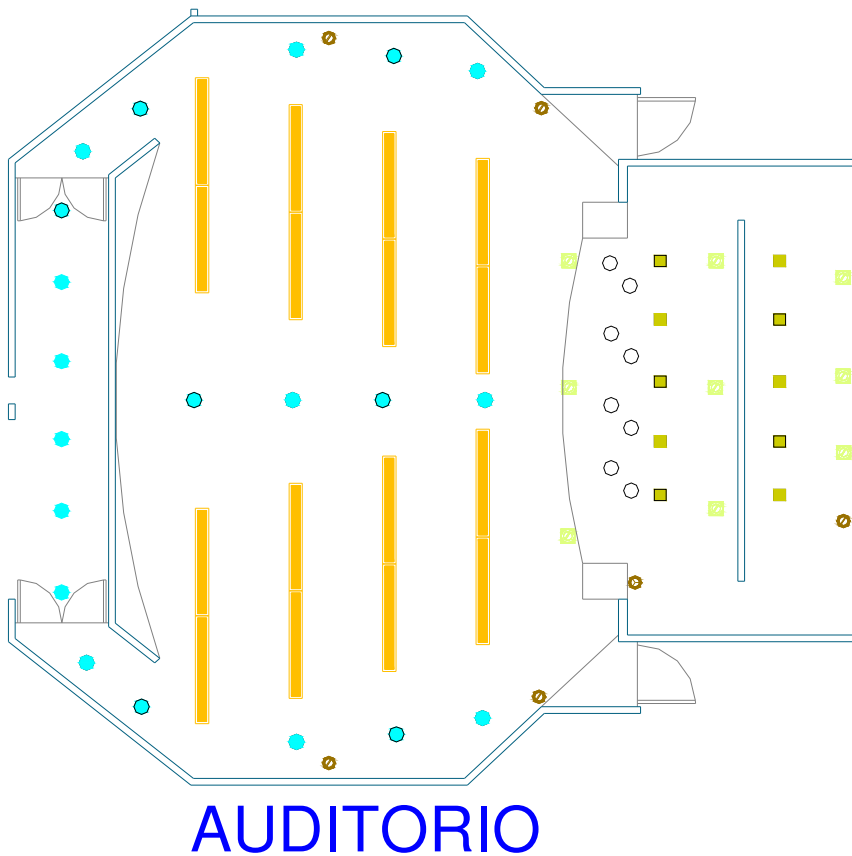


Figura 3.4 vista aérea del auditorio del centro tecnológico Aragón

Como el análisis se hizo en base a la NOM-001 entonces compararemos lo que dice esta norma acerca de las instalaciones eléctricas en los Auditorios con lo que se encontró en el sistema eléctrico del Auditorio del CTA y en este capítulo veremos lo que encontramos.

3.1 SISTEMA DE EMERGENCIA

Al leer la norma en orden lo primero que vemos en la NOM y que tenemos en el Auditorio del CTA es el sistema de emergencia, el cual analizaremos a continuación.

Lo primero que hay que aclarar es que al pertenecer el auditorio al Centro Tecnológico Aragón el sistema de emergencia alimenta al CTA y al auditorio, teniendo en cuenta esto vamos a ver lo que encontramos en el sistema de emergencia.

3.1.1 Estado físico del sistema de emergencia

Respecto al estado físico del sistema de emergencia la norma nos dice en el artículo 700-3 que el equipo utilizado para el sistema de emergencia debe estar aprobado para ese uso, al analizar físicamente el sistema de emergencia comprobamos que este artículo se cumple.

El artículo 700-4 habla del mantenimiento de los sistemas de emergencia y nos dice que debe probarse periódicamente lo cual no se cumple ya que en el sistema de emergencia del CTA no se realiza ningún tipo de prueba para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas.

3.1.2 Capacidad del sistema de emergencia

El artículo 700-5 dice que el sistema de emergencia debe tener la capacidad suficiente para que todas las cargas conectadas funcionen simultáneamente, lo cual si se cumple ya que al revisar estudios del centro tecnológico encontramos la siguiente tabla.

TABLA 3.1 TOTAL DE WATTS DEMANDADOS EN EL CTA SEGÚN EL TIPO DE EQUIPO

Equipo eléctrico	kW int	Kw Dem	kWh/mes	W/m ²	kWh/m ² año	% demanda	% consumo
iluminación	24,30	6,97	1.168,74	10,61	6,12	44,75%	37,06%
computo	12,70	3,12	446,99	5,55	2,34	20,01%	14,17%
misceláneos audio y video	3,51	0,56	48,31	1,53	0,25	3,60%	1,53%
misceláneos línea blanca	4,34	1,47	514,32	1,90	2,70	9,43%	16,31%
misceláneos equipo de laboratorio	2,64	2,00	943,93	1,15	4,95	12,85%	29,93%
Aire acondicionado	35	1,458	31,57	15,28	0,17	9,36%	1,00%
TOTAL	82,50	15,58	3.153,86	36,03	16,53	100,00%	100,00%

Al revisar la tabla 3.1 se puede ver que la carga total que hay en el CTA son 82.5KW y al revisar los datos de la planta de emergencia que mas adelante especificaremos, vemos que esta tiene una capacidad para 289 KW y con tanque lleno y máxima carga puede funcionar continuamente de 20 a 24 horas.

3.1.3 Equipo de transferencia

El artículo 700-6 de la NOM habla sobre el equipo de transferencia y nos dice que debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado.

El equipo de transferencia que se tiene en el CTA es de la marca ASCO serie No. 855065002 con capacidad para 800Amperes, 220 Volts y 60Hz es un equipo que como dice la norma es automático, esta aprobado para su uso, pero no tiene ninguna señalización que lo identifique, a continuación se presenta una foto del catalogo de ASCO del switch de transferencia que hay en el CTA:

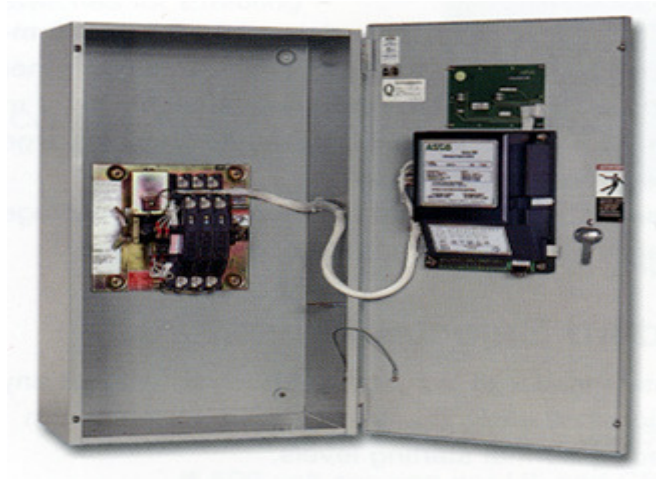


Figura 3.5 switch de transferencia automática
catalogo No. F9403800X7, serie No. 855065002,

3.1.4 Señalizaciones

Respecto a las señalizaciones la norma dice en el artículo 700-8 que debe colocarse un aviso en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de emergencia, al revisar la acometida y no encontramos ningún aviso. En esta parte la norma también nos dice que cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de emergencia se conecte al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente de emergencia, cerca del electrodo debe haber un aviso que identifique las fuentes normales y de emergencia que estén conectadas a ese conducto, esta parte tampoco se cumple ya que el electrodo de puesta a tierra esta en un lugar remoto y al revisar tampoco se encontró señalización.

3.1.5 Alambrado del sistema de emergencia

El artículo 700-9 habla del alambrado del sistema de emergencia y lo primero que nos dice es:

El alambrado desde la fuente de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente del sistema de distribución de emergencia hasta las cargas del sistema de emergencia, debe mantenerse completamente independiente de cualquier otro alambrado y equipos.

En el caso del CTA la planta de emergencia alimenta todo el edificio pero como se puede ver en el diagrama de la figura 3.6 que se presenta a continuación, el alambrado que va desde la planta de emergencia hasta el circuito de transferencia es independiente del alambrado que va desde el transformador al circuito de transferencia o de cualquier otro alambrado.

Por todo lo que se acaba de explicar se puede decir que esta parte del artículo si se cumple

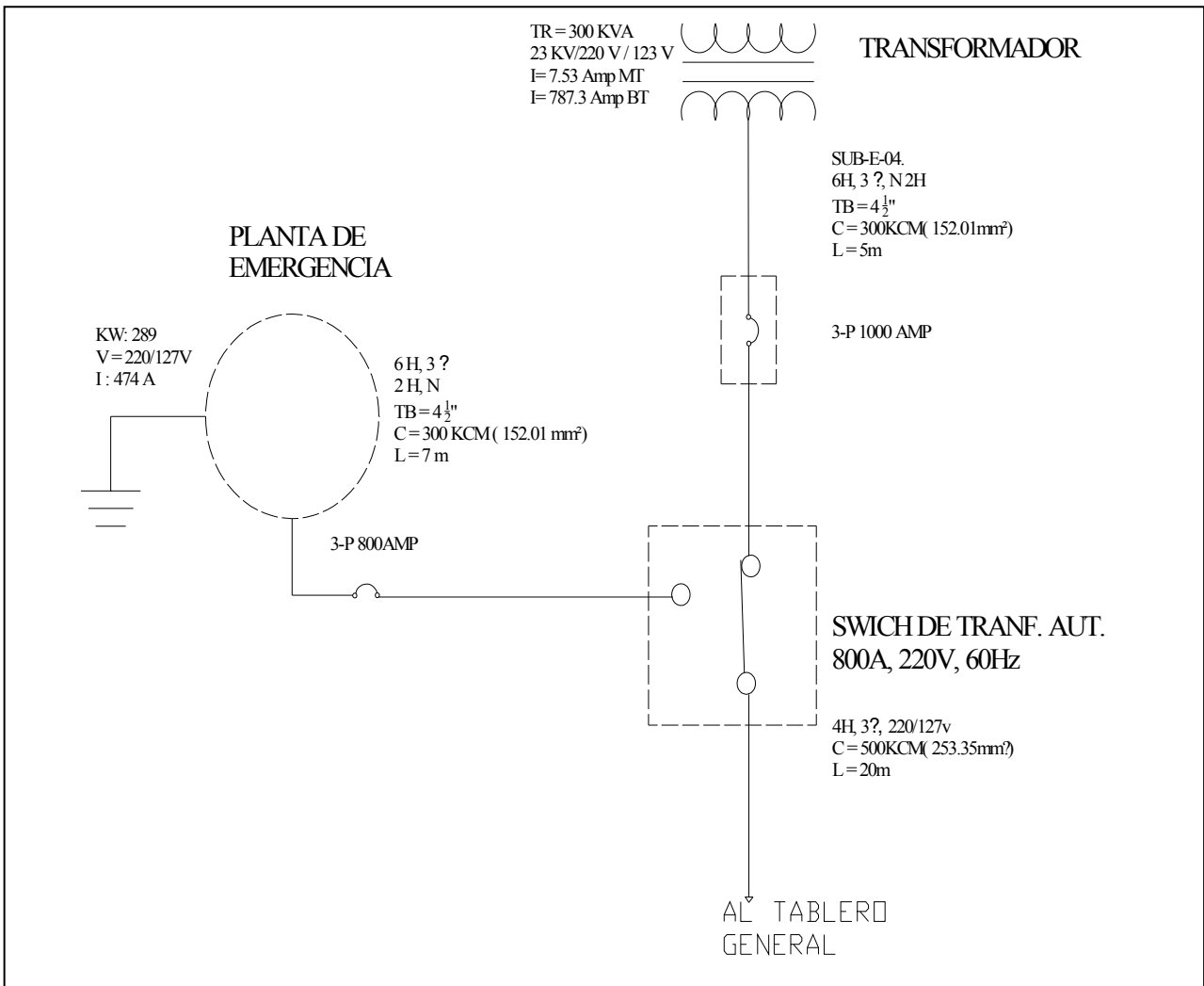


Figura 3.6 diagrama unifilar que representa la forma de conexión del transformador y la planta de emergencia con el switch de transferencia, elaboración propia.

El artículo 700-9 también dice lo siguiente:

a) Todas las cajas y envolventes de los circuitos de emergencia (incluyendo desconectores de transferencia, generadores y tableros de distribución) deben marcarse permanentemente de forma que puedan identificarse fácilmente como pertenecientes a un sistema o circuito de emergencia, lo cual no se cumple, ya que ningún elemento que pertenece al sistema de emergencia está marcado para identificarlos.

c) Los circuitos del alambrado de emergencia deben diseñarse y ubicarse de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de falla por inundaciones, incendios, congelamiento, vandalismo y otras condiciones adversas. Este punto no se cumple ya que los registros por donde pasa el alambrado se inundan frecuentemente además se encuentran destapados, lo que si se cumple es que están en un lugar cerrado en donde solo puede entrar personal autorizado por lo que no hay riesgo de que sufran actos de vandalismo o algo similar.

d) Respecto a la protección contra incendios el artículo 700-9 habla de ciertos requisitos, sin embargo estos requisitos son para los inmuebles donde pueda haber más de 1 000 personas o en edificios que tengan más de 23 m por lo que no los tomaremos en cuenta ya que al auditorio del CTA no le caben más de 1000 personas y el edificio del CTA no mide más de 23 metros y tampoco le caben más de 1000 personas.

3.1.6 Fuente de alimentación

El artículo 700-12 habla de los requisitos generales que debe de cumplir la fuente de alimentación del sistema de emergencia y dice lo siguiente:

El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de emergencia o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 10 s. lo cual si se cumple ya que al fallar el suministro de energía normal la planta de emergencia suministra la energía a todo el edificio del CTA en máximo 3s.

En el caso del CTA el grupo generador que tenemos es de combustión interna a diesel marca magnaplus modelo 432PSL1268, con una capacidad de 289kw o 361KVA,

440V, 474A y el único requisito que nos indica la NOM es que debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo predio, suficiente para que el sistema de emergencia pueda funcionar a plena carga durante 2 h como mínimo lo cual no se cumple, ya que al revisar el lugar en donde se encuentra la planta de emergencia no se encontró ningún sistema de alimentación de combustible que alimente la planta de emergencia.

En la figura 3.7 se muestra una foto la planta de emergencia que se encuentra en el CTA

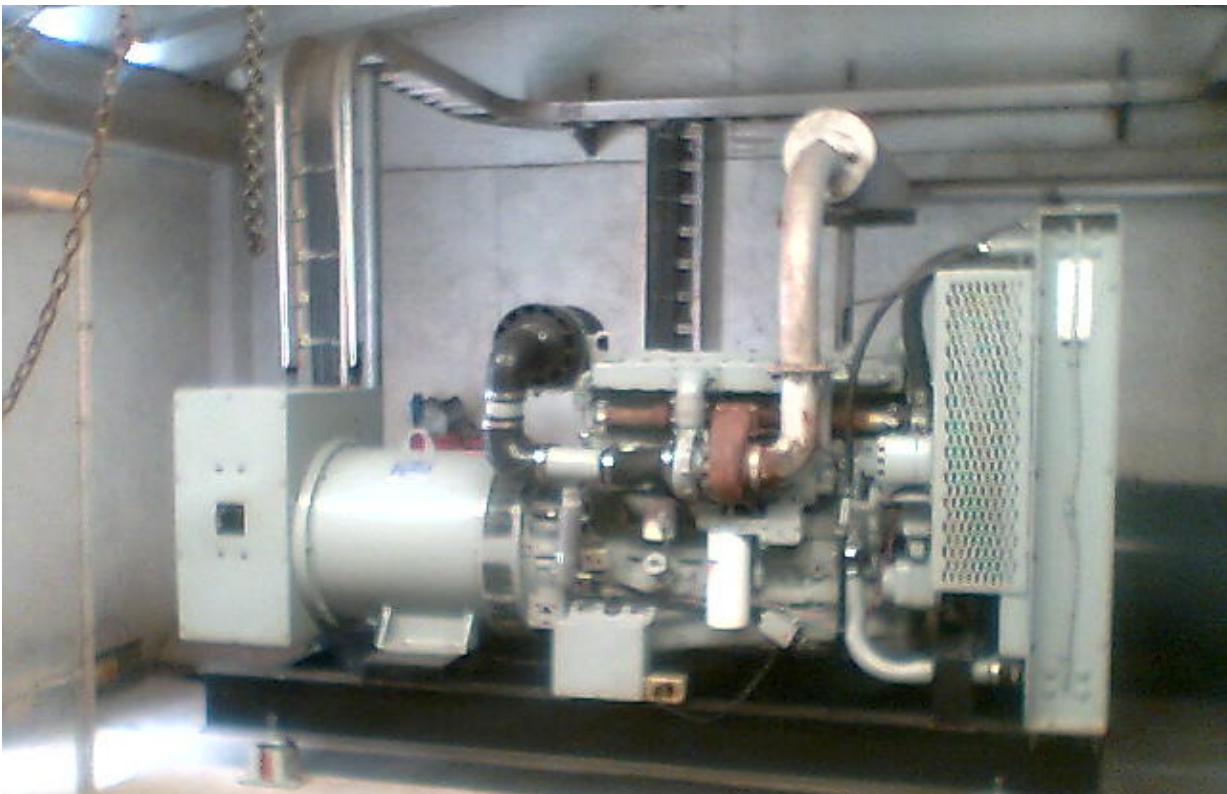


Figura 3.7. Foto de la planta de emergencia

3.1.7 Control de los circuitos del alumbrado de emergencia

Los artículos del 700-20 al 700-26 nos habla del control de alumbrados de emergencia, sin embargo en el auditorio no existe alumbrado de emergencia, por que como ya se explico, la planta de emergencia alimenta todo el circuito, por lo que, ya sea alimentado por el transformador o por el generador todo el circuito del auditorio es controlado por el tablero de distribución "D", el cual como dice la norma esta en un lugar en donde solo tiene exceso personal autorizado.

3.2 ALAMBRADO DEL CENTRO TECNOLÓGICO

El artículo 518-4 la NOM habla de los métodos de alambrado en los lugares reunión los cuales analizamos y a continuación presentamos los resultados.

Lo primero que la norma dice a cerca de los métodos de alambrado es que estos deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 5 cm, lo cual al revisar físicamente la instalación eléctrica se comprobó que se cumplía. La norma también dice que el tipo de conductor debe de ser con aislamiento resistente a la propagación de incendios, de baja emisión de gas ácido y de baja emisión de humo. Para definir que tipo de cable es este, nos remitimos a la tabla 310-13 que habla acerca de los conductores, aislamiento y usos, la cual presentamos en el anexo 2, esta tabla nos dice que el tipo de conductor que se puede emplear según las especificaciones antes mencionadas es el tipo THW-LS o THHW-LS. El cable que se utilizo para la instalación eléctrica en el Auditorio es del tipo THW-LS, lo cual indica que la norma si se cumple.

3.2.1 Conductores para el alambrado

Como ya explicamos en el capítulo anterior, para analizar los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipo, aislamiento, marcado, etiquetas, resistencia mecánica, capacidad de conducción de corriente y usos vamos a ver el artículo 310.

Los primeros artículos de la norma nos dice que los conductores deben de estar aislados lo cual se cumple con los que se tiene en el CTA, también dice que los conductores a los que se refiere este artículo deben ser de cobre o de aluminio, los del centro tecnológico son de cobre, también habla de los conductores conectados en paralelo, pero en el CTA no hay conductores conectados en paralelo

El artículo 310-8 nos habla de los tipos de lugares que existen y los tipos de cables que se puede usar según el lugar. La norma menciona lugares secos, lugares secos y húmedos, lugares mojados y lugares expuestos a la radiación solar directa. El Auditorio del CTA es un lugar seco y lo que nos dice de los lugares secos es que se puede instalar en esos lugares cables de cualquier tipo.

El artículo 310-10 dice que Ningún conductor debe utilizarse de modo que su temperatura de operación supere la designada para el tipo de conductor aislado al que pertenezca. Como ya vimos el tipo de cable que se utilizo en el auditorio es THW-LS, al analizar la tabla 310-13 que se presenta en el anexo 3 y revisar el limite de temperatura de operación del cable vemos que es de 90°C, al revisar la temperatura del cable en diferentes puntos vimos que la mayor temperatura es de 25°C por lo que el cable trabaja muy por debajo de su limite de operación

3.2.2 Identificación de los conductores

El artículo 310-11 habla sobre el marcado de los cables que se utilizan en las instalaciones y dice que Todos los conductores y cables deben ir marcados con la información siguiente.

- 1) La tensión eléctrica nominal máxima.
- 2) La letra o letras que indican el tipo de alambres o cables, tal como se especifica en otros lugares de esta Norma.
- 3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.
- 4) El tamaño nominal en mm² (AWG o kcmil)
- 5) En los ensambles de cables debe marcarse cuando el tamaño del conductor neutro es menor que los de los cables de fase.

Esta parte del artículo no se cumple ya que no se encontró ningún tipo de marcado en los cables, la única forma en la que pudimos saber que tipo de cable y el tamaño nominal fue con la misma marca que el fabricante hace en los cables, pero no encontramos ningún tipo de marca que especificara la tensión nominal, tamaño nominal, ni ninguna característica de los cables mencionada en los incisos anteriores.

A parte del marcado para especificar las características básicas del conductor la norma también nos dice en el artículo 310-12 que debe ser marcado con cierto color según valla a ser usado como tierra o como fase. Sobre los conductotes a tierra el artículo dice que los conductores aislados, de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarse como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris claro, lo cual se cumple ya que como vemos en la fig.3.3 los cables conectados a la tierra en el tablero son de color blanco.

Para los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase la norma dice que deben estar identificados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier combinación de colores y sus correspondientes marcas. Este punto no se cumple ya que casi todos los cables utilizados para fase en el tablero excepto los que van a la alimentación principal son de color blanco, verde o gris.

En la figura 3.8 se presenta el diagrama esquemático del tablero D que es el que controla al auditorio del CTA, este es un tablero de distribución marca Square D, No. de catalogo MHC26S; serie E2; tipo enclavado; tipo nema 1; con código de dato: 96165.

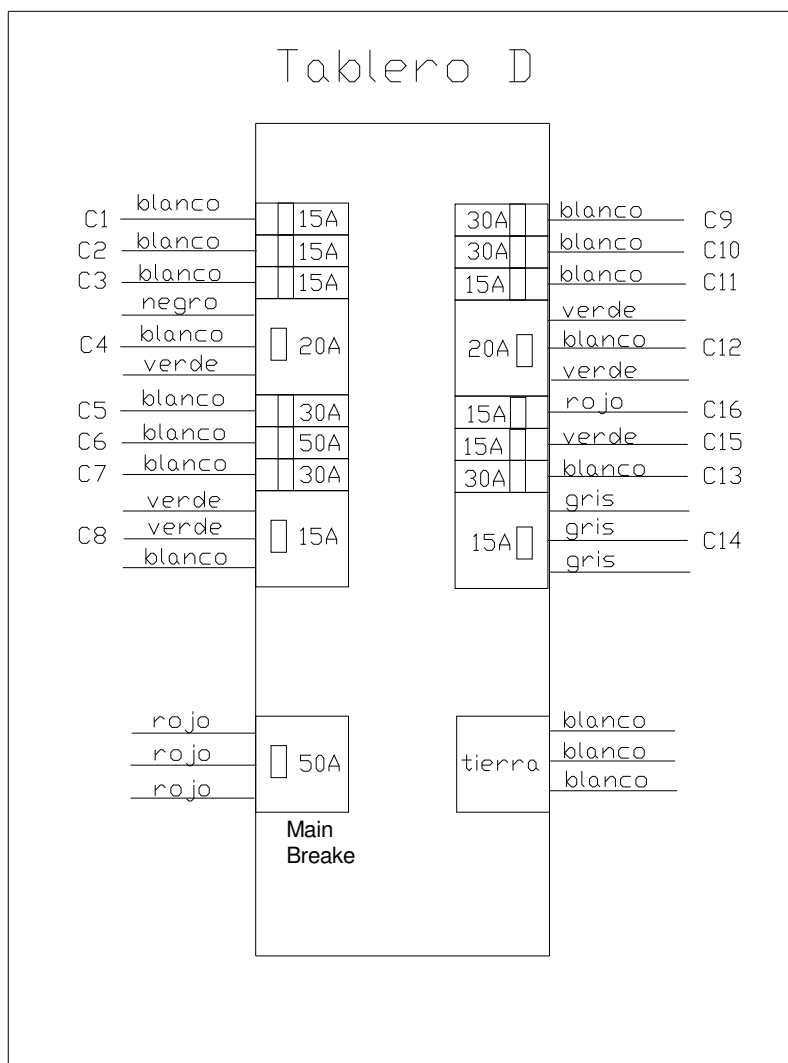


Figura 3.8 "TABLERO D", Ubicado en el Auditorio del CTA

3.2.3 calculo de la capacidad de los conductores

De los métodos que menciona el artículo 310 que se vieron en el capítulo anterior, en el inciso 1 que es el que vamos a tomar en cuenta, nos dice que tenemos que considerar como máximo los valores especificados en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 310-16 a 310-19 que se pueden ver en los anexos del 3 al 6. para eso vamos a calcular la carga que tiene cada circuito derivado y ver que conductor es el indicado para esa carga, para después ver si el conductor que se instalo para ese circuito es el adecuado.

Primero presentamos el tablero “D”, que es el que alimenta al auditorio, con su identificación de circuitos, el calibre del cable, la capacidad de las protecciones, así como también lo que controla cada circuito para calcular la carga que alimenta cada uno.

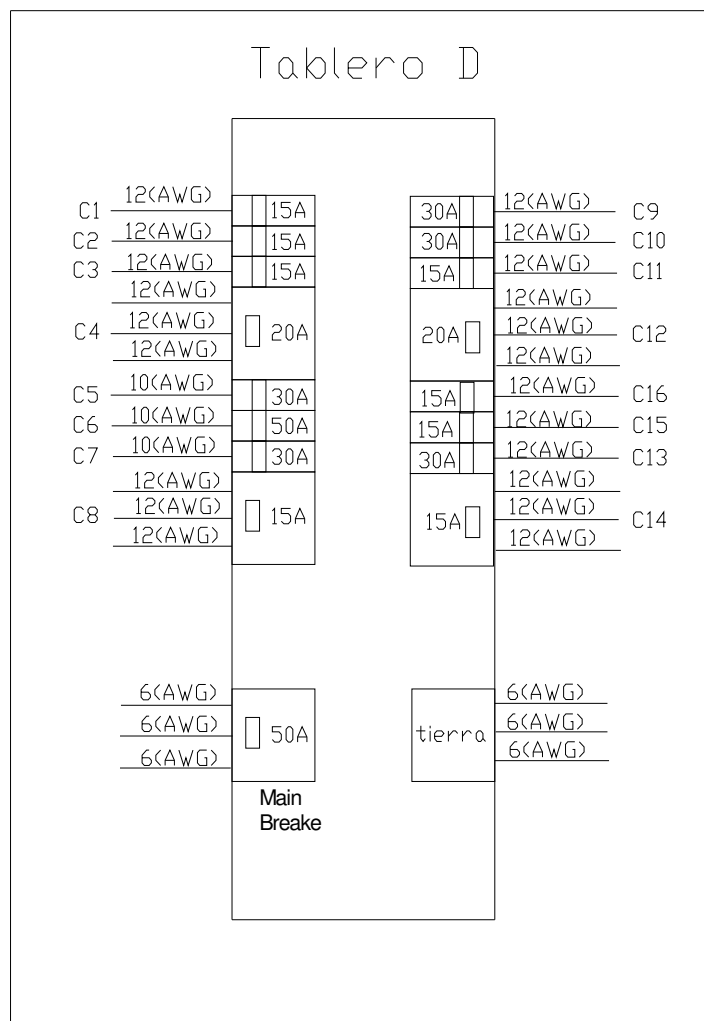


Figura 3.9 Diagrama del tablero D

TABLA 3.2. DIRECTORIO DEL TABLERO “D”, QUE CONTROLA AL AUDITORIO.

#C	USO
1	4 luminarias del auditorio(1x60W) y paso de gato(3 de 15W)
2	4 luminarias del auditorio
3	Focos de 15W de en medio y laterales(14 focos en total)
4	1 trifásico atrás del estrado
5	4 contactos atrás del estrado y 1 derecha del estrado
6	4 contactos laterales del auditorio y 1 abajo derecha del estrado
7	4 contactos del estrado y 2 abajo izquierda
8	1 contacto trifásico estrado derecho
9	4 focos de 75W enfrente
10	4 focos de 75W enfrente
11	focos estrado (10 de 15 W)
12	1 contacto trifásico del estrado
13	Focos cabina (6 de 15W)
14	Motor de las Cortinas
15	Contactos de cabina (3 contactos)
16	Focos entrada del auditorio (6 de 15W)

Lo primero que se hizo fue calcular la corriente que circula a través de cada circuito para después ir a las tablas 310-16 y 310-17 y ver que calibre de cable es el adecuado, para calcular la corriente ocuparemos las formulas que vimos en el capitulo 1 es decir:

Para circuitos monofásicos y bifásicos:

$$I = \frac{P}{V (F.P)}$$

Y para circuitos trifásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V (F.P.)}$$

A continuación explicaremos la forma en la que se hicieron los cálculos.

Circuito 1:

En el circuito 1 hay conectadas 4 luminarias de 1x60W y 3 de 15W entonces:

$$(60) (4) = 240W$$

$$(3) (15) = 45W$$

$$(240W) + (45W) = 285W$$

Entonces tenemos los datos:

$$P=285W$$

$$V=127V$$

$$F.P.=0.9$$

Nota: el factor de potencia se tomara siempre como 0.9 ya que es el valor mínimo que permite la compañía de luz.

Aplicando la formula 1.14 por se monofásico nos queda:

$$I = \frac{285W}{(127) (0.9)}$$
$$\boxed{I=2.5A}$$

Como vimos en el capitulo anterior en el articulo 220-3 el cable debe soportar la carga conectada mas 25% de dicha carga por lo que multiplicaremos el resultado por 1.25 y esto nos dará la corriente total

$$I_t = (2.5) (1.25)$$
$$\boxed{I_t=3.12A}$$

Revisamos la tabla 310-16 y ubicamos donde dice tipo THW-LS de cobre y vemos que, para el calibre 12AWG que tiene conectado el circuito 1 la corriente máxima que permitida según la tabla es de 25A, sin embargo vemos que tiene un asterisco y al revisar la nota del asterisco vemos que la corriente máxima permitida para este calibre de cable es de 20A por lo que el calibre que se uso en ese circuito es correcto, inclusive sobrado.

Para los circuitos que tienen contactos pero no se utilizan el cálculo se hizo asignándoles un valor a cada contacto el cual es 200W a los contactos monofásicos y 600W a los contactos trifásicos como se muestra a continuación

Circuito 4

P=600W

Vff= 220

Ahora utilizaremos la formula 1.15 por ser un circuito trifásico.

$$I = \frac{600W}{\sqrt{3} (220) (0.9)}$$
$$I = 1.75A$$
$$I_t = (1.75) (1.25)$$
$$I_t = 2.18A$$

El calibre utilizado es adecuado

Ahora veremos como se hizo el cálculo del circuito 15.

Circuito 15

Para calcular la carga total de este circuito vamos a ver lo que esta conectado y cuantos watts consume cada aparato.

1 televisión: 120W

1 computadora: 300W

1 mezcladora: 600W

1 tocadiscos: 10W

1 reproductor de CD: 16W

1 amplificador: 1200W

W totales= 120+300+600+10+16+1200

W totales=2246

Calculamos ahora la corriente

$$I = \frac{2246W}{(127) (0.9)}$$

$$I = 19.6A$$

$$I_t = (19.6) (1.25)$$

$$I_t = 24.56A$$

En este caso el calibre del cable utilizado no es el adecuado ya que sobre pasa el valor máximo permitido para el calibre de cable 12AWG que es el que se utilizo en este circuito.

Con los resultados obtenidos en las operaciones hechas, realizamos la siguiente tabla:

TABLA 3.3 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS

Cto.	Elementos conectados	Watts totales (w)	Corriente total en amperes (A)
1	4 luminarias de 1x 60 y 3 focos de 15W	285	3.12
2	4 luminarias de 1x60W	240	2.62
3	14 focos de 15W	210	2.3
4	1 contacto trifásico	600	2.18
5	5 contactos normales	1000	10.93
6	5 contactos normales	1000	10.93
7	6 contactos normales	1200	13.12
8	1 contacto trifásico	600	2.18
9	4 focos de 75W	300	3.28
10	4 focos de 75W	300	3.28
11	10 focos de 15W	150	1.64
12	1 contacto trifásico	600	2.18
13	6 focos de 15W	90	1
14	Riel de cortina	200	0.728
15	Equipo de cabina	2246	24.56
16	6 focos de 15W	90	1

Respecto a esta tabla es importante aclarar que los watts que se calcularon no son los reales ya que el cálculo se hizo como si todos los contactos, todo el equipo de iluminación, todo el equipo de sonido y todo el equipo audiovisual estuviera funcionando simultáneamente lo cual sabemos no sucede ya que por ejemplo no se utilizan todos los contactos normales y los trifásicos en el auditorio sin embargo se les asigno una carga imaginaria, esto se hizo para saber si el circuito esta diseñado para soportar la carga máxima a soportar.

Para saber la carga total demandada utilizamos un equipo especial llamado analizador de redes.

Con todo lo calculado en el auditorio se realizo el diagrama unifilar y el cuadro de cargas, que es una tabla en la cual se muestra las cargas que hay en el auditorio, los watts que consume cada una de ellas, la fase o las fases a las que esta conectada la carga, ademas podemos ver los watts totales que se le pueden demandar a el auditorio en un momento determinado, con estos watts totales calculamos la corriente total que se le puede demandar a el auditorio y algo muy importante, le desbalance de cargas, que es el porcentaje de watts que hay de diferencia entre la línea mas cargada y la menos cargada.

3.2.4 Analizador de redes

Después de que se hizo el cálculo de las cargas que alimenta el tablero “D” se conecto el analizador de redes el cual, como ya explicamos, es un equipo de medición que nos dirá los watts totales y la corriente por fase que se demandan en el auditorio ya sea cuando halla eventos o no se este utilizando.

El equipo se conecto el jueves 21 de junio a la 1:45 y se dejo conectado hasta el lunes 25 de junio a las 12:45. El analizador de redes toma mediciones aproximadamente cada 15 minutos y con las mediciones hechas se hizo una tabla con la cual obtuvimos las graficas que continuación se presentan.

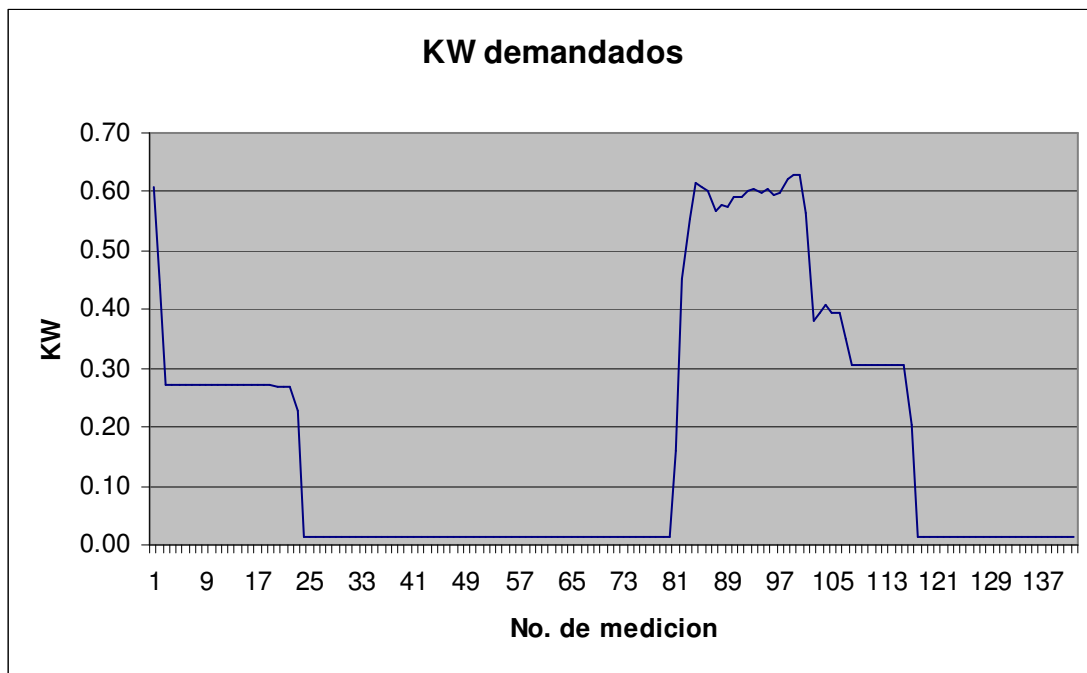


Figura 3.10 grafica de los KW demandados en el auditorio

La figura 3.10 representa la grafica de los watts que se consumen en el auditorio, como se puede ver se conecta cuando había un evento, ya que la grafica empieza con un pico, después desciende lo cual quiere decir que ya no hay evento pero se siguen demandando watts, esto es por que el operador que esta en la cabina de control utiliza una computadora y la iluminación.

Como podemos ver, los watts que se utilizan cuando hay evento son alrededor de 650W, esto es lógico ya que cuando se utiliza el auditorio se apagan las luces y solo se utiliza el equipo de sonido que aunque tiene un amplificador de 1200w no se utiliza a toda potencia, y cuando se acaba el evento se apaga el equipo de sonido y se prenden las luces.

Depuse de ver la carga que se utiliza, ahora vamos a ver como se distribuye, para esto analizaremos la siguiente grafica.

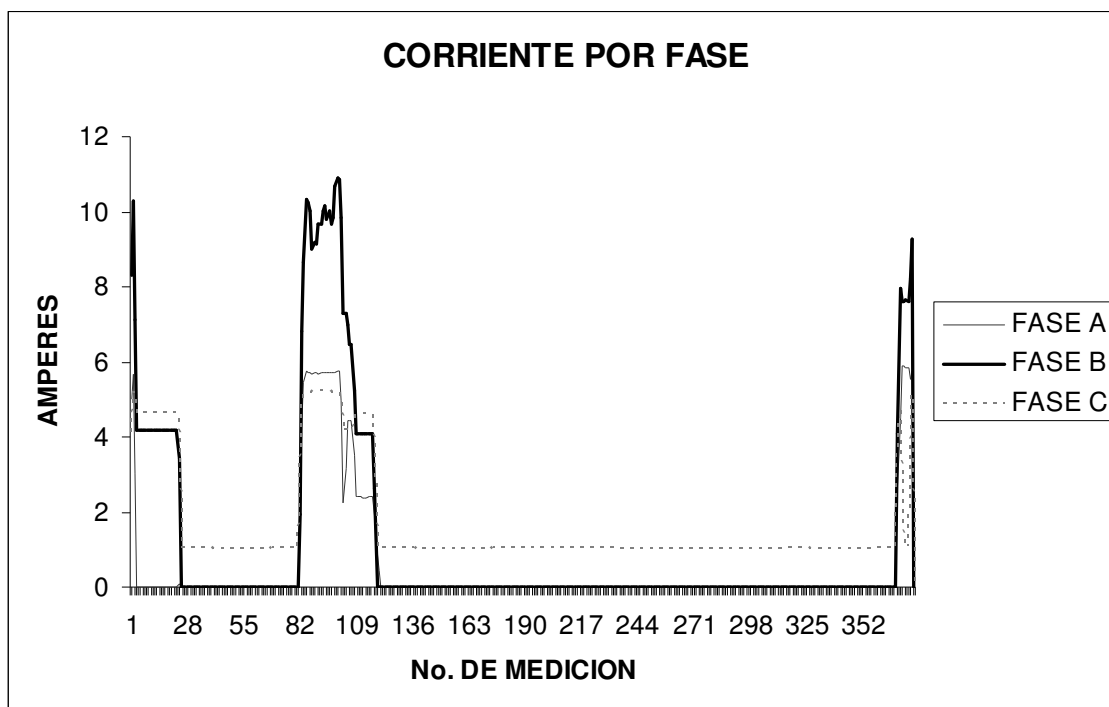


Figura 3.11 grafica de la corriente demandada por fase

Como podemos ver en la grafica 3.11 en el auditorio se tiene una mala distribución de la carga ya que se ve claramente como la fase B representada por la línea mas oscura es a la que se le demanda mas carga, esto confirma lo calculado en el cuadro de carga del Auditorio del CTA, que se presenta en el anexo 7, en el que se vio que hay un desbalance de casi 48%.

3.3 CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

El artículo 518 que habla de los lugares de reunión no nos dice nada acerca de la puesta a tierra, sin embargo, por ser parte importante de una instalación eléctrica también hablaremos del tipo y calibre del cable de puesta a tierra en el auditorio, para esto nos basaremos en el articulo 250 del la NOM-001.

De lo primero que la norma habla sobre los conductores de puesta a tierra es de los tipos de materiales de los que pueden ser estos conductores y nos dice en la sección 250-91 que el conductor de puesta a tierra debe ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión. El material elegido debe ser resistente a la corrosión que pueda producirse en la instalación, y debe estar adecuadamente protegido contra la

corrosión. El conductor debe ser alambre o cable, aislado, forrado o desnudo y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

El conductor de puesta a tierra es de cobre por lo que esta parte del artículo si se cumple, sin embargo no esta protegido contra la corrosión ya que el conductor esta muy corroído y tiene mucho sarro, es un cable desnudo y sí es de un tramo continuo cumpliendo lo que la norma dice.

En el artículo 250-93 de la NOM 001 se habla a cerca del tamaño nominal de los cables de puesta a tierra y nos dice que para determinarlo es necesario tomar en cuenta los siguientes incisos.

a) No debe ser de tamaño nominal inferior al del neutro. Cuando un sistema eléctrico de c.c. consista en un circuito balanceado de tres conductores o un devanado de equilibrio con protección contra sobrecorriente, como se establece en 445-4(d), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal inferior al del neutro.

b) No debe ser de tamaño nominal inferior al del conductor más grande. En instalaciones de c.c. distintas a las del anterior inciso (a), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal inferior al del conductor de mayor tamaño nominal del suministro de energía.

c) No debe ser inferior a 8,37 mm² (8 AWG). En ningún caso el conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser inferior a 8,37 mm² (8 AWG) de cobre o de 13,3 mm² (6 AWG) de aluminio.

En la instalación eléctrica del Auditorio del CTA vemos que los calibres de todos los cables que alimentan el tablero del Auditorio son del calibre 6, también son del calibre 6 el neutro y el conductor de tierra, por lo que podemos afirmar que los tres incisos anteriores se cumplen, ya que el conductor de puesta a tierra no es menor que el del neutro, no es menor que ningún conductor de fase y no es de menor calibre que el 8 AWG.

Respecto a la instalación de los conductores de puesta a tierra la norma nos dice en el artículo 250-92 que un conductor de puesta a tierra o su envolvente debe sujetarse firmemente a la superficie sobre la que va instalado. Un conductor de cobre o aluminio

de 21,2 mm² (4 AWG) o superior debe protegerse si está expuesto a daño físico severo. Se puede llevar un conductor de puesta a tierra de 13,3 mm² (6 AWG) que no esté expuesto a daño físico, a lo largo de la superficie del edificio sin tubería o protección metálica, cuando esté sujeto firmemente al edificio; si no, debe ir en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo (conduit) no metálico tipo pesado o un cable armado. Los conductores de puesta a tierra de tamaño nominal inferior a 13,3 mm² (6 AWG) deben alojarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo (conduit) no metálico tipo pesado o en cable armado.

Como ya explicamos, el calibre del conductor de puesta a tierra es de calibre 6 AWG, el punto anterior menciona algunos tipos de conduit por los que puede ir un conductor de este calibre, el del auditorio va dentro de un conduit metálico tipo pesado por lo que también se cumple este punto de la norma.

4. RECOMENDACIONES

Después de haber hecho el análisis del circuito eléctrico del Centro Tecnológico Aragón, en este capítulo se harán algunas sugerencias que pueden ayudar a tener un buen funcionamiento y a evitar el riesgo de algún accidente en la instalación eléctrica del auditorio.

4.1 SISTEMA DE EMERGENCIA

Como ya se vio en el capítulo anterior, todo el equipo utilizado en el sistema de emergencia está aprobado para ese uso, por lo que, por esa parte no hay problema, sin embargo hay algunas actividades que se pueden realizar para aumentar el tiempo de vida del equipo, también se puede evitar que el equipo falle en algún momento en el que se necesite.

4.1.1 Mantenimiento del sistema de emergencia

Por ser un sistema de emergencia es necesario que este en buen estado físico, lo que la norma sugiere es que se pruebe periódicamente, lo cual no se hace, por lo que en este apartado se sugiere que el equipo de emergencia se pruebe por lo menos cada mes, llevando un bitácora para saber exactamente que día fue el último que se probó, con esto se asegurará que el sistema esté siempre en buenas condiciones, lo más importante que se debe revisar es que el sistema de emergencia, como dice la norma, debe de arrancar en menos de 10s.

Otra sugerencia es realizar un mantenimiento preventivo periódicamente, esto por que también se vio que el equipo que se utiliza en el sistema de emergencia está muy descuidado, se recomienda limpiar el switch de transferencia ya que se encuentra muy sucio por dentro y por fuera, esto por que el polvo puede provocar una falla a la hora de que se corte la energía por alguna razón.

Para la planta de emergencia se debe realizar lo siguiente:

1. Verificar diariamente:

- a) Nivel del agua en el radiador.
- b) Nivel de aceite en el *cárter*

- c) Nivel de combustible en el tanque.
- d) Válvulas de combustible abiertas.
- e) Nivel de agua destilada en las baterías y limpieza de los bornes.
- f) Limpieza y buen estado del filtro de aire.
- g) Que no haya fugas de agua, aceite y/o combustible.
- h) Observar si hay tornillos flojos, elementos caídos, sucios o faltantes en el motor y tableros.

2. Semanalmente, además de lo anterior:

- a) Operar la planta en vacío (ver cuadro 1) y si se puede con carga para comprobar que todos sus elementos operan satisfactoriamente, durante unos treinta minutos por lo menos.
- b) Limpiar el polvo que se haya acumulado sobre la planta o en los pasos de aire de enfriamiento, asimismo los tableros.

3. Mensualmente: Comprobar todos los puntos anteriores, además:

- a) Comprobar la tensión correcta y el buen estado de las fajas del ventilador, alternador, etc.
- b) Limpiar los tableros y contactos de relevadores si es necesario.
- c) Observe cuidadosamente todos los elementos de la planta y tableros para corregir posibles fallas.

4. Cada 150 horas de trabajo, además de lo anterior:

- a) Cambiar filtro de aceite.
- b) Si el motor está equipado con filtro de aire o tipo húmedo cambiarle el aceite.

5. Cada 300 horas de trabajo, además de lo anterior:

- a) Cambiar el elemento anticorrosivo del agua.
- b) Cambiar los filtros de combustible.

6. Cada año:

- a) Si el filtro de aire es tipo seco, cambiarlo.

De todo lo anterior es necesario llevar una bitácora diaria en la cual se apunte todo lo que se hizo y si no se pudo realizar algo por falta de algún elemento apuntarlo también para después comprarlo e instalarlo.

También es importante capacitar a el personal para poder operar y dar mantenimiento eficazmente el sistema de emergencia, para esto se dan estas sugerencias que se obtuvieron de un manual de mantenimiento para plantas eléctricas.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LOS OPERADORES DE PLANTAS ELÉCTRICAS.

Diez reglas que deben observarse:

1. Procure que no entre tierra y polvo al motor, al generador y al interior de los tableros de control y transferencia.
2. Cerciórese de que esté bien dosificado el combustible para el motor sin impurezas y obstrucciones
3. Compruebe que al operar la planta se conservan dentro de los valores normales las temperaturas del agua del radiador, de los embobinados del generador, de los tableros, del motor del interruptor de transferencia, etc.
4. Los motores nuevos traen un aditivo que los protege de la corrosión interna. Al igual que en los motores usados, después de algún tiempo necesitan protegerse con aditivos, los cuales duran períodos determinados. Después hay que suministrarle otro que los proteja. Además hay que evitar fugas y goteras sobre partes metálicas; en general hay que evitar la corrosión a todos costos.
5. Se debe procurar que se tengan siempre los medios de suministro de aire, por ejemplo:
 - Aire limpio para la operación del motor.
 - Aire fresco para el enfriamiento del motor y generador.
 - Medios para desalojar el aire caliente.
6. Compruebe siempre que la planta gira a la velocidad correcta por medio de su frecuencímetro y tacómetro.
7. Conozca siempre el buen estado de la planta en general.
8. Reportar al personal de mantenimiento las fallas en cuanto aparezcan, por muy sencillas que se vean.
9. Cuando el motor del interruptor de transferencia derrame lubricante, éste deberá sustituirse por grasa nueva.

10. Recorra al personal de Mantenimiento para implantar un programa de mantenimiento. Abra un expediente para anotar todos los datos en la ficha de vida de la planta y por medio de ella compruebe la correcta aplicación del mantenimiento.

4.1.2 Alambrado del circuito de emergencia

Este punto es muy importante, ya que cuando se reviso el alambrado se encontró que los registros por donde pasa el alambrado están destapados e inundados lo cual es muy peligroso ya que se corren peligros graves de cortos circuitos e inclusive de incendio, por lo que es necesario que esto se corrija lo mas rápido posible, lo primero que se debe hacer resolver el problema de inundación ya que es lo mas peligroso, se sabe que no es por que esta destapado el registro ya que este se encuentra dentro de un cuarto, por lo que se tiene que buscar el lugar por donde se filtra el agua y sellarlo. Después se tiene que cerrar el registro para que solo pueda tener acceso a el las personas autorizadas y con esto evitar riesgos de vandalismo u otros causados por personas ajenas al CTA.

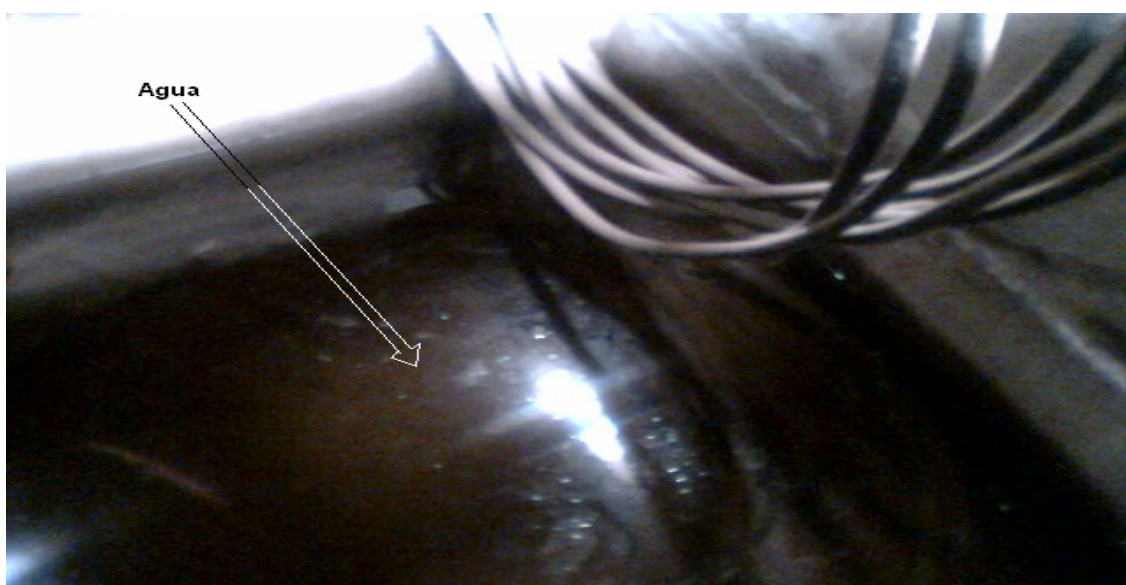


Figura 4.1 Foto que muestra el agua que hay en los registros

4.1.3 señalización del sistema de emergencia

Respecto a las señalizaciones lo que se recomienda básicamente es lo que nos dice la norma, esto es:

1) Colocar un aviso en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de emergencia.

2) Marcar permanentemente Todas las cajas y envolventes de los circuitos de emergencia (incluyendo desconectores de transferencia, generadores y tableros de distribución) de forma que puedan identificarse fácilmente como pertenecientes al sistema o circuito de emergencia.

3) Marcar con una etiqueta los cables, en la que se escriba todas las especificaciones del cable como tipo de cable y calibre, así como hacia donde va el cable.

Si se siguen estas recomendaciones se tendrá una mejor identificación de los componentes del sistema de emergencia, con esto se podrá dar un mejor mantenimiento y en caso de que se tenga alguna falla en el sistema se podrá corregir más rápido al tener identificado todo el circuito.

4.2 ALAMBRADO DEL AUDITORIO

Respecto al alambrado del auditorio hay recomendaciones importantes que se tienen que seguir ya que se encontraron algunas faltas a la norma muy importantes.

4.2.1 Identificación de los conductores

Algo en lo que batallamos para hacer el análisis del circuito eléctrico del auditorio, es en la identificación de los conductores, por lo que la primera recomendación que se hará es precisamente eso, marcar los conductores con etiquetas que tengan la información que la NOM establece, esto es:

- 1) La tensión eléctrica nominal máxima.
- 2) La letra o letras que indican el tipo de alambres o cables.
- 3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.
- 4) El tamaño nominal en mm² (AWG o kcmil)
- 5) En los ensambles de cables debe marcarse cuando el tamaño del conductor neutro es menor que los de los cables de fase.

Algo muy importante que es necesario hacer, es identificar la fase a la que pertenece cada conductor y el conductor neutro. Respecto a esto, como se vio en el capítulo anterior, el color utilizado para las fases no es el que la norma autoriza sin embargo como sería mucho gasto cambiar todo el cableado se le puede poner una cinta adhesiva en cada punta del cable de color diferente al blanco, gris claro o verde para poder cumplir con la norma.

Si se cumple con esta recomendación, se tendrá una mejor identificación de los conductores que están instalados en el auditorio, con esto se podrá realizar más fácilmente la revisión y el mantenimiento del sistema eléctrico. Por ejemplo, si se ve que alguna fase del conductor tiene menos voltaje, se podrá identificar fácilmente el conductor que pertenece a dicha fase así como sus especificaciones sin mayor problema.

4.2.2 Capacidad de los conductores

Lo primero que se vio que tiene que ver con la capacidad de los conductores es que los interruptores termomagnéticos de los circuitos derivados 9,10 y 13 no corresponden al calibre del conductor utilizado en esos circuitos ya que los conductores son del calibre 12(AWG) por lo cual el interruptor termomagnético de mayor capacidad que la norma permite usar es de 20A y el que se utiliza en estos circuitos es de 30A, esto puede causar problemas ya que si hay alguna sobre carga en estos circuitos y el cable se empieza a sobrecalentar es probable que el interruptor no se abra, esto por que la capacidad del interruptor es mayor que la del conductor, por lo que se recomienda reemplazarlos por interruptores de 20A de capacidad.

Como se vio también en el capítulo anterior en el que calculamos la capacidad de la carga de cada circuito derivado del tablero D para saber si el cable utilizado en ese circuito era el adecuado, el uno circuito derivado en el que la carga calculada era mayor que la del conductor es el número 15 (la carga calculada fue de 24.5A y la capacidad máxima permitida por la norma es de 20A). El operador de la cabina del auditorio nos comentó que cuando encendía todos los aparatos conectados en ese circuito a veces se abría el interruptor termomagnético por lo que es un problema que se tiene que arreglar rápidamente. Lo primero que vimos es que la capacidad del interruptor termomagnético que está conectado en ese circuito derivado es de 15A, por lo que lo primero que se sugiere para solucionar el problema sin gastar mucho dinero es cambiar el interruptor por uno de 20A, con esto es muy probable que ya no se abra el interruptor, ahora, si se soluciona el problema se puede dejar así el circuito por que como se vio en el analizador de redes cuando se está utilizando el auditorio la corriente máxima que pasa por el conductor de este circuito no excede los 20A, sin embargo se recomienda hacer una distribución de las cargas en este circuito. Lo cual explicaremos más adelante cuando hagamos el balance de cargas. Pero antes de hacer dicho balance explicaremos un poco del efecto que ocasiona el

sobrecalentamiento de los conductores por la mala distribución de cargas en el circuito, a este efecto se le llama efecto Joule.

4.2.3 El efecto Joule

Si en un conductor circula electricidad, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido al choque que sufren los electrones con las moléculas del conductor por el que circulan elevando la temperatura del mismo; este efecto es conocido como.

Celda unitaria y red cristalina. Los sólidos tienen generalmente una estructura cristalina, ocupando los átomos o moléculas los vértices de las celdas unitarias, y a veces también el centro de la celda o de sus caras. Cuando el cristal es sometido a una diferencia de potencial, los electrones son impulsados por el campo eléctrico a través del sólido debiendo en su recorrido atravesar la intrincada red de átomos que lo forma. En su camino, los electrones chocan con estos átomos perdiendo parte de su energía cinética (velocidad) que es cedida en forma de calor.

Este efecto fue definido de la siguiente manera: "La cantidad de energía calorífica producida por una corriente eléctrica, depende directamente del cuadrado de la intensidad de la corriente, del tiempo que ésta circula por el conductor y de la resistencia que opone el mismo al paso de la corriente". Matemáticamente:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t, \text{ siendo}$$

Q = energía calorífica producida por la corriente expresada en Julios

I = intensidad de la corriente que circula

R = resistencia eléctrica del conductor

t = tiempo en segundos

Como su nombre lo indica el resultado de la fórmula nos da en unidades de joules. Para convertirla a watts tenemos que: 1Kw-hora= 1000watts X 1 Hora= 1000 joules/segundo X 3600 seg. Entonces 1Kw-hora=3,600,000 y 1w-hora= 3600 joules.

En este efecto se basa el funcionamiento de diferentes electrodomésticos como los hornos, las tostadoras, las calefacciones eléctricas, y algunos aparatos empleados industrialmente como soldadoras, etc. en los que el efecto útil buscado es precisamente el calor que desprende el conductor por el paso de la corriente.

En la mayoría de las aplicaciones, sin embargo, es un efecto indeseado y la razón por la que los aparatos eléctricos y electrónicos (como el ordenador desde el que está leyendo esto) necesitan un ventilador que disipe el calor generado y evite el calentamiento excesivo de los diferentes dispositivos.

Ahora vamos a hacer el cálculo de los watts que se pierden en el conductor del circuito 15 por tener una sobre carga:

Como vimos en el capítulo pasado el circuito 15 tiene conectado una carga que consume 24.56 amperes, el calibre del conductor es 12(AWG), para ver que resistencia tiene el cable veremos la tabla que se encuentra en el anexo 1, la cual nos dice la resistencia de los diferentes calibre por cada 1000 metros lineales o un circuito bifilar 500 metro de largo, al revisarla vemos que la resistencia de un conductor de 1000 metros calibre 12(AWG) es de 1.6181Ω, el circuito 15 tiene 15 metros de largo y como son 2 líneas entonces son 30 metros por lo que tenemos que la resistencia en el circuito 15 es de:

$$\begin{aligned} 1000\text{m} &= 1.6181\Omega \\ 30\text{m} &=? \\ \frac{(30\text{m})(1.6181)}{1000} \\ &= 0.048543 \Omega \end{aligned}$$

Con la resistencia calculada tenemos los siguientes datos para calcular la energía perdida:

$$I = 24.56\text{A}$$

$$R = 0.048543\Omega$$

Hacemos los cálculos y nos queda

$$\begin{aligned} Q &= I^2 \cdot R \cdot t \\ Q &= (24.56)^2 (0.048543\Omega) (3600) \\ Q &= 105410.97 \text{ joules} \end{aligned}$$

Pero como sabemos que 1w-hora= 3600 joules entonces lo dividimos entre 3600 y nos queda que en el circuito 15 se pierde un total de **29.3 watts** cada hora lo cual no parece mucho pero mas adelante al balancear las cargas en el tablero y reducir la corriente que circula por el circuito 15 veremos que se puede reducir mucho esa perdida de energía.

4.3 BALANCE DE CARGAS

Este tema es muy importante por que como se vio en el analizador de redes en el capitulo anterior, en el tablero “D” que es el que controla todos los circuitos derivados del el auditorio hay un desbalance de casi 48%, lo cual es provocado por que casi todas las cargas están conectadas en la fase B y esto es por que en la fase B esta el circuito 15 en el que esta conectado todo el equipo de la cabina del auditorio el cual como ya se analizó también, esta sobrecargado.

4.3.1 Sobrecarga eléctrica

En el libro “instalaciones eléctricas en baja tensión y comerciales” se define la sobrecarga eléctrica como corrientes que son mayores que el flujo de corriente normal que están confinadas a la trayectoria normal de circulación de corriente y pueden causar sobrecalentamiento de conductor si se permite que continúen circulando.

Las sobrecargas eléctricas son producidas por un desequilibrio eléctrico el cual puede deberse a causas muy simples como instalaciones eléctricas inapropiadas, operación incorrecta del equipo o como en el caso de el auditorio, por un mal diseño de un circuito eléctrico, todo esto puede producir un daño a el tablero y transformador o a la carga que alimentan.

Una carga equilibrada genera temperaturas equilibradas. En el caso de que se produzca un desequilibrio en la carga, las fases con la mayor carga tendrán las mayores temperaturas debido al exceso de calor generado y habrá pérdida de energía por el efecto joule que se explico anteriormente. No obstante, una carga no equilibrada, una sobrecarga, una mala conexión y la presencia de armónicos en el neutro o alguna de las fases pueden presentar los mismos signos. Por ello, la medida de la carga eléctrica es necesaria para diagnosticar el problema.

4.3.2 Cargas eléctricas en el Auditorio

En un cuadro de carga se presenta la información de un tablero para saber que tipo de carga esta conectada en cada fase del tablero asi como los watts totales en cada fase para saber el desbalance del tablero y la corriente del tablero, en el anexo 7 se presenta el cuadro de cargas del tablero D que es el que controla todas las cargas del

auditorio. A continuación explicaremos detalladamente la información que se presenta en el cuadro de cargas.

En este cuadro de cargas se puede comprobar que el tablero D tiene un desbalance de casi 48%, para explicar mejor el por que este desbalance vamos a ver la configuración interna del tablero D para ver en que fase esta conectada cada circuito del tablero, y el diagrama de su parte frontal para ver en que circuito del tablero esta conectado cada circuito derivado del auditorio.

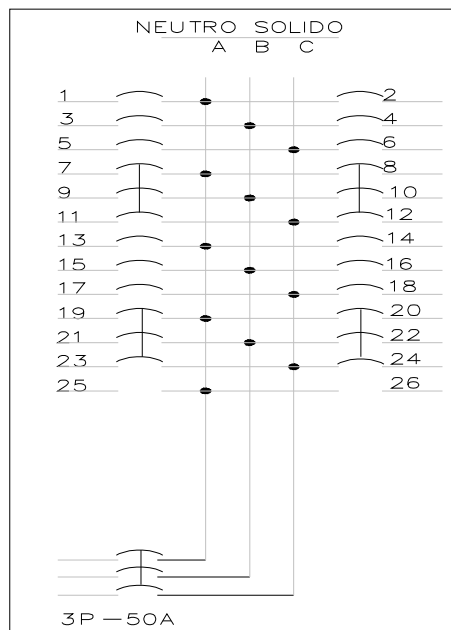


Fig 4.2 configuración interna del tablero D

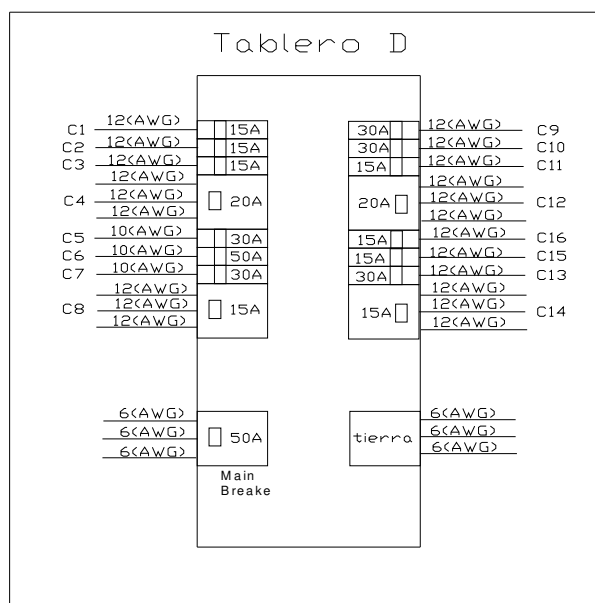


Fig. 4.3 diagrama de la parte frontal table "D"

Con la información de los dos diagramas anteriores hicimos la tabla 4.1 para mostrar mas claramente en que fase esta conectado cada circuito derivado del auditorio y cuanta carga hay en cada una de ellas.

TABLA4.1 CARGAS CONECTADA EN EL TABLERO

Cto.	Elementos conectados	Watts totales (w)	Corriente total en amperes (A)	Circuito(s) Del tablero utilizados	Fase O fases utilizada
1	4 luminarias de 1x 60 y 3 focos de 15W	285	3.12	1	A
2	4 luminarias de 1x60W	240	2.62	3	B
3	14 focos de 15W	210	2.3	5	C
4	1 contacto trifásico	600	2.18	7,9,11	A,B,C
5	5 contactos normales	1000	10.93	13	A
6	5 contactos normales	1000	10.93	15	B
7	6 contactos normales	1200	13.12	17	C
8	1 contacto trifásico	600	2.18	19,21,23	A,B,C
9	4 focos de 75W	300	3.28	2	A
10	4 focos de 75W	300	3.28	4	B
11	10 focos de 15W	150	1.64	6	C
12	1 contacto trifásico	600	2.18	8,10,12	A,B,C
13	6 focos de 15W	90	1	18	C
14	Riel de cortina	200	0.728	20,22,24	A,B,C
15	Equipo de cabina	2246	24.56	16	B
16	6 focos de 15W	90	1	14	A

NOTA: Los amperes en la tabla son los calculados mas el 25% por lo explicado en el capitulo anterior.

Con todo lo anterior y viendo el cuadro de cargas del tablero D hicimos la siguiente tabla en la que tenemos los watts en cada fase.

TABLA 4.2 WATTS TOTALES EN CADA FASE

Cto.	Watts conectados	Watts en fase A	Watts en fase B	Watts en fase C
1	285	285		
2	240		240	
3	210			210
4	600	200	200	200
5	1000	1000		
6	1000		1000	
7	1200			1200
8	600	200	200	200
9	300	300		
10	300		300	
11	150			150
12	600	200	200	200
13	90			90
14	200	66.66	66.66	66.66
15	2246		2246	
16	90	90		
Total de watts	9111	2341.66	4452.66	2316.66

Como podemos ver en esta tabla, las fases a y c están casi balanceadas ed decir tienen conectados casi el mismo numero de watts, sin embargo la fase b es mucho mayor. Para saber exactamente el porcentaje de desbalance vemos cual fase tiene menos watts y cual tiene más watts, a la que tiene más le restamos la que tiene menos y el resultado lo dividimos entre la que tiene más watts y lo multiplicamos por 100 entonces nos queda que:

$$\begin{aligned}
 \text{porcentaje de desbalance} &= \frac{B - A}{B} \times 100 \\
 &= \frac{4452.66 - 2341.66}{4452.66} \times 100 \\
 &= 47.97\%
 \end{aligned}$$

Con todos los datos obtenidos analizamos el sistema eléctrico y balanceamos las cargas

4.3.3 Balance de cargas

Lo primero que hicimos para hacer el balance de cargas es la suma de fases sin el circuito derivado 15 ya que como vimos es el que causa el desbalance, al relazar la suma de las fases nos queda:

Fase A: 2341.66W

Fase B: 2206.66W

Fase C: 2316.66W

Como vemos las fases quedaron casi iguales, por lo que dividimos la carga del circuito 15, en las tres fases para que el circuito eléctrico que balanceado. Como el circuito tiene contactos fue necesario buscar otros circuitos que también tengan contactos por que son los circuitos que siempre están encendidos, ya que los que tienen focos no siempre lo están, por lo que los circuitos 5,6 y 7 son los adecuados para utilizarlos en el balance de cargas. Lo que vamos a hacer es conectar el circuito 7 con el circuito 5 es decir pasaremos 1200Watts de la fase C a la fase A entonces tendremos en la fase A= 3541.66Watts; después tendremos que conectar dos conductores al circuito 7 lo pasaremos por la tubería que lleva los dos conductores del circuito 15, con esto lo que aremos es conectar dos contactos al circuito al circuito 7 para dividir la carga de los elementos conectados en la cabina del auditorio, lo que se quiere hacer con esto es dejar en un contacto solo en el circuito 15 que esta en la fase B, para conectar el amplificador de 1200Watts, y conectar la demás carga, es decir, la tele, la computadora y los demás elementos en el circuito derivado 7 que esta conectado en la fase C, entonces si sumamos a los 2206.66Watts de la fase B los 1200Watts de el amplificador nos da un total de 3406.66Watts, para la fase C sumamos todos los demás elementos de la cabina del auditorio para saber cuantos watts son los que vamos a sumar, entonces nos queda.

1 televisión: 120W

1 computadora: 300W

1 mezcladora: 600W

1 tocadiscos: 10W

1 reproductor de CD: 16W

W totales= $120+300+600+10+16= 1046$ Watts

Entonces a la fase C le sumamos 1046Watts y nos quedo 3362.66watts resumiendo todos los resultados tenemos:

Fase A= 3541.66Watts

Fase B= 3406.66Watts

Fase C= 3362.66Watts

Calculamos el desbalance máximo del tablero y nos quedo

$$\frac{3541.66 - 3362.66}{3541.66} \times 100$$

porcentaje de desbalance = 5%

Con esto como se puede ver, quedo balanceado nuestro tablero.

Ahora vamos a hacer los cálculos para saber cuanta corriente circula por cada circuito.

Para el circuito 5 tenemos:

$$I = \frac{2200 \text{ W}}{(127) (0.9)}$$
$$I = 19.24 \text{ A}$$
$$I = (19.24) (1.25)$$
$$I = 24$$

En este caso esta bien que se tenga 24 amperes ya que como se puede ver en la figura 3.9 en el capítulo 3 el conductor de este circuito es del 10AWG y si nos remitimos a la NOM-001 en la tabla 310-16 se puede ver que la corriente maxima que puede circular por estos conductores es de 30A

Corriente del circuito 7:

$$I = \frac{1046 \text{ W}}{(127) (0.9)}$$
$$I = 9.15 \text{ A}$$
$$I = (9.15) (1.25)$$
$$I = 11.4 \text{ A}$$

Es una corriente aceptable para un conductor de calibre 12AWG

Corriente del circuito 15:

$$I = \frac{1200W}{(127) (0.9)}$$

$$I = 10.5A$$

$$I = (10.5) (1.25)$$

$$I = 13.12A$$

A continuación se presenta la tabla 4.3 en la que se muestran los resultados obtenidos en los cálculos anteriores

TABLA 4.3 TABLA CON LAS CARGAS BALANCEADAS DEL TABLERO

Cto.	Elementos conectados	Watts totales (w)	Corriente total en amperes (A)	Circuito(s) Del tablero utilizados	Fase O fases utilizada
1	4 luminarias de 1x 60 y 3 focos de 15W	285	3.12	1	A
2	4 luminarias de 1x60W	240	2.62	3	B
3	14 focos de 15W	210	2.3	5	C
4	1 contacto trifásico	600	2.18	7,9,11	A,B,C
5	11 contactos normales	2200	24	13	A
6	5 contactos normales	1000	10.93	15	B
7	Equipo de cabina	1046	11.4	17	C
8	1 contacto trifásico	600	2.18	19,21,23	A,B,C
9	4 focos de 75W	300	3.28	2	A
10	4 focos de 75W	300	3.28	4	B
11	10 focos de 15W	150	1.64	6	C
12	1 contacto trifásico	600	2.18	8,10,12	A,B,C
13	6 focos de 15W	90	1	18	C
14	Riel de cortina	200	0.728	20,22,24	A,B,C
15	1 amplificador	1200	13.12	16	B
16	6 focos de 15W	90	1	14	A

Ahora vamos a realizar el cálculo de las pérdidas por el efecto joule en el circuito 15, para ver cuanto se redujo.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$
$$Q = (13.12)^2 (0.048543\Omega) (3600)$$
$$Q = 30081.31 \text{ joules}$$

Pero como sabemos que 1w-hora= 3600 joules entonces lo dividimos entre 3600 y nos queda que en el circuito 15 se pierde un total de **8.35W** cada hora lo que es menos de la tercera parte de lo que se calculo con la corriente anterior con lo que se demuestra que se puede ahorrar una cantidad considerable de energía si se realizan los cambios propuestos.

4.3.4 Calculo del material

Como se vio anteriormente para hacer una buena distribución de cargas en el auditorio tenemos que dividir las cargas del circuito derivado 15 y para esto, es necesario poner dos contactos más para conectarlos en el circuito 7. Entonces el material que vamos a utilizar es el necesario para poner estos dos contactos el cual va a ser; 30 metros de cable calibre 12AWG tipo THHW, 2 contactos dobles con sus tapas, y chalupas para los contactos dobles las cuales tienen que ser para colocarse sobre la pared ya que no pueden ir enterradas por que no hay hoyos en donde ponerlas.

Para hacer el presupuesto fuimos a varias tiendas donde venden material eléctrico y este es el precio promedio que nos dieron del material.

- 1.- 1 metros de cable calibre 12AWG tipo THHW = \$4.50
- 2.- contacto doble con tapa= \$11.00
- 3.- chalupa para contactos= \$7.00

Haciendo el cálculo tenemos que:

- 1.- 30 metro de cable calibre 12AWG tipo THHW= \$135.00
- 2.- dos contactos dobles con tapa= \$22.00
- 3.- dos chalupas para contactos= \$14.00

El total del costo del material que se ocupa es de= **\$171.00**

4.4 Cambios opcionales

Los ajustes que vamos a proponer en este tema son opcionales, es decir, no es necesario por que con los cambios que se sugirieron anteriormente el circuito eléctrico del auditorio funcionara bien. El primer cambio que se sugiere es el de la regulación de intensidad de luz en el auditorio, y el otro cambio, es el de dividir el circuito 1 ya que este controla cuatro luminarias de 1X60 del auditorio pero también los focos de un pasaje que va de la oficina del director del CTA a la cabina del auditorio lo cual hace que se utilice energía de mas. Los dos cambios se sugieren por comentarios que hizo el operador de la cabina del auditorio. Estos cambios se pueden realizar de manera muy sencilla y continuación explicaremos como:

4.4.1 Regulación de la intensidad de luz en el Auditorio.

Este cambio se sugiere por que el operador de la cabina del auditorio nos comento que a veces es necesario bajar la intensidad de luz, sin embargo no es posible ya que todas las luminarias y focos del auditorio están conectados directamente en el tablero por lo que se sugiere que se instalen reguladores de corriente en el auditorio para poder regular la intensidad de luz.

Es importante ver primero en que parte de la iluminación se va ha realizar este cambio por que las luminarias de 1X60 no se pueden regular, esto es por el balastro que tienen, entonces la regulación se tiene que hacer en donde están los focos de 15 watts. Como se puede ver en la figura 4.4 hay tres líneas de focos de 15W una en cada extremo y una central, todos los focos van conectados al circuito al brake que corresponde al circuito 3, ahí es donde vamos a conectar el regulador de corriente.

Sin embargo encontramos un problema, los focos de 15 watts no son regulables, por que son ahorradores normales, por lo que se tendrán que cambiar por ahorradores regulables o por focos normales lo cual se pone a consideración de las personas a las que les corresponde tomar la decisión, mas adelante explicaremos el presupuesto que se hizo de cuanto se gastaría en cualquiera de los dos casos para que, si se acepta esta recomendación, se analicen y se tome la mejor decisión.

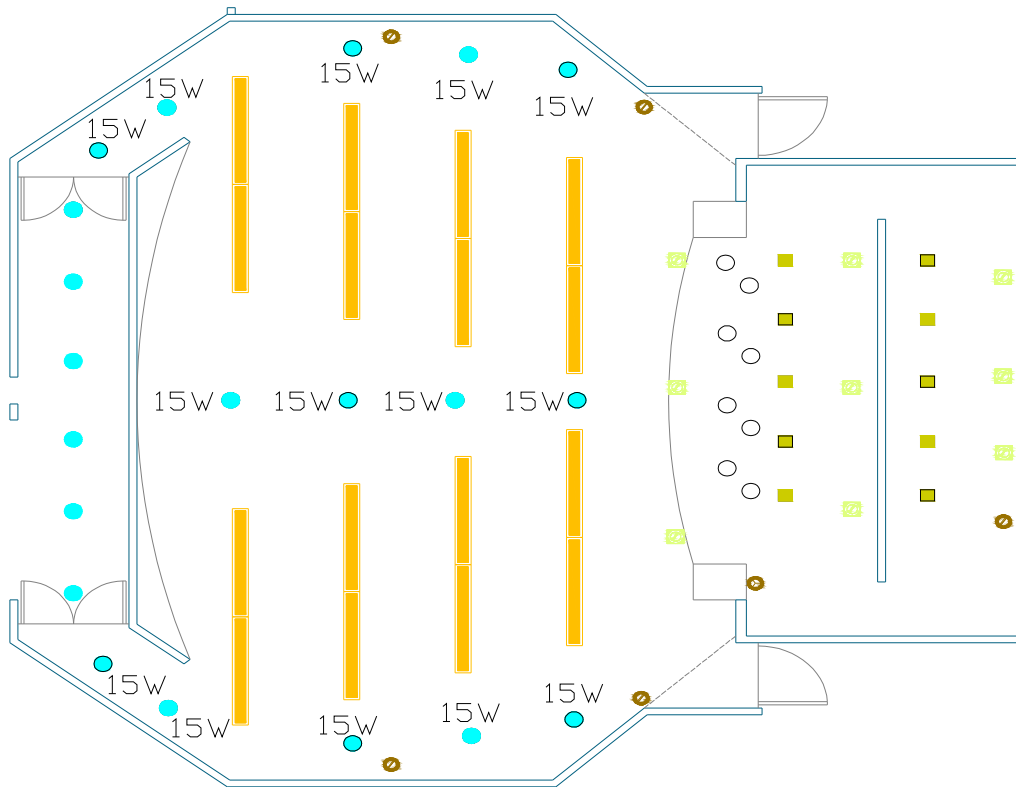


Figura 4.4 Figura que muestra las líneas de los focos de 15 watts en el auditorio

Para realizar esta modificación solo se conecta un conductor del circuito 3 al regulador de corriente y de ahí a los focos de 15 watts como si fuera un apagador solo que el regulador en lugar de abrir o cerrar el circuito, al ser una resistencia variable, lo que hace es disminuir o aumentar la corriente que circula a través del conductor y con eso regula la intensidad de luz de los focos.

El material que ocuparemos es solamente, 4 metros de cable, para que el regulador quede cerca del operador, y por supuesto el regulador, entonces tenemos:

- 1.- 4 metros de cable calibre 12AWG tipo THHW = \$18.00
- 2.- 1 regulador de corriente: \$300.00

Entonces gastaremos en este material \$318.00

Pero como vimos anteriormente es necesario cambiar los tipos de focos que se utilizan y que los que están en uso en este momento no sirven para ser regulador, y como vimos también, tenemos dos opciones de las cuales a continuación presentamos las ventajas y desventajas de cada una y su presupuesto.

Opción 1: cambiar los focos actuales por focos normales.

La principal ventaja que tiene el usar estos tipos de focos, es el precio, ya que no cuestan más de \$5.00. Entonces se gastarían.

$$5 \times 14 = \$70.00$$

Pero la desventaja es que se gastaría más energía ya que se tendrían que usar focos de mínimo 75watts que multiplicado por los 14 focos, nos da un total de 1050 watts lo cual volvería a provocar un desbalance en el tablero y se tendrían que volver a hacer ajustes.

Opción 2: cambiar los focos actuales por focos ahorradores regulables.

En este caso la desventaja es el precio de los focos por que cuestan un promedio de \$40.00 cada uno, por lo que se gastarían.

$$40 \times 14 = \$560$$

Pero se gastaría menos energía lo cual es nuestro propósito ya que cada foco es de 15W, es decirse, se gastarían los mismos 210W y no se tendría que hacer ninguna modificación en el tablero.

Como se ve, en esta segunda opción se gastarían \$500.00 pesos mas, pero al ser el la iluminación del auditorio lo que mas se utiliza, los \$500.00 se recuperaran con el tiempo al ahorrar 800 watts, por lo que esta es la mejor opción y es la que se recomienda.

4.4.2 División de cargas del circuito 1

Este cambio también es muy sencillo solo se tiene que encontrar cuales son los conductores que controlan los focos del paso de gato y los que controlan las luminarias y conectar un pequeño centro de cargas de dos pastillas para encender los focos y las luminarias independientemente, una gran ventaja que encontramos es que los conductores que van a cada uno de los lugares mencionados se pueden ver fácilmente en un registro que esta antes de llegar al tablero de donde se pueden

conectar oros conductores para desviar la corriente que va hacia cada lugar para que pase por el centro de cargas y así controlar los focos del paso de gato y las luminarias del auditorio de manera independiente.

El costo del material que vamos a utilizar para realizar este cambio es:

1.- Centro de cargas para dos circuitos = \$145.00

2.- Interruptor termomagnético = \$ 85.00 C/U

Haciendo la suma tenemos:

$$145 + 85 + 85 = \$315.00$$

Gastaremos en total **\$315 pesos.**

CONCLUSIONES

Con todo lo analizado anteriormente podemos decir que en el Auditorio del Centro Tecnológico Aragón hay cambios que se tienen que realizar a la mayor brevedad posible ya que al no hacerlo se pueden tener problemas tanto en el sistema eléctrico de emergencia como en el circuito eléctrico del Auditorio, pero también hay cambios que se pueden realizar opcionalmente, es decir, el no realizarlos no provocaría algún tipo de falla en el sistema en algún momento pero si se hacen estos cambios se optimizaría el uso de la energía eléctrica en el auditorio.

Los cambios obligatorios que se tienen que realizar en el Auditorio del CTA son, en resumen; el mantenimiento del sistema de emergencia que tiene que ver con dar servicio preventivo a la planta de emergencia de manera mas continua, corregir el problema de inundación en los registros por donde pasa el alambrado eléctrico y corregir también el desbalance de fases del 48% que hay en el tablero "D" que es el que controla el circuito eléctrico del Auditorio del CTA.

Para realizar estos cambios obligatorios el gasto va a ser realmente poco, esto es por que para realizar el servicio preventivo a la planta de emergencia y corregir el problema de inundación en los registros no se tiene que realizar ningún tipo de gasto, si acaso costo del material que se utilizaría (si es necesario) para tapar el paso del agua al registro. El único gasto seguro es el que se tiene que hacer al dividir el circuito 15 para corregir el desbalance en el tablero "D" y solo es para comprar dos contactos, dos chالupas y 30 metros de cable lo cual en pesos son \$171.00, por lo que se puede asegurar que estos cambios obligatorios son muy factibles y muy sencillos de hacer.

Los cambios opcionales son los que tienen que ver con la regulación de luz en el auditorio y la división de las cargas que hay en el circuito 1. El gasto que se va a realizar para hacer estos cambios también es muy poco ya que el material que se va a ocupar es muy poco y los cambios son muy sencillos por lo que cualquier persona de mantenimiento del auditorio o del Centro Tecnológico podría hacerlos sin ningún problema

Para la regulación de luz en el auditorio solo se gastara \$560.00 para comprar los focos y \$18.00 para el cable y \$300.00 para comprar el regulador de corriente, en total se gastarían \$878.00. Para dividir las cargas en el circuito 1 se tiene que comprar un centro de cargas para dos circuitos que cuesta \$145.00 dos interruptores termomagnéticos que cuestan \$85.00 cada uno y 4 metros de cable que costarían \$18.00 por lo que en total se gastarían \$333.00. En total para realizar los cambios opcionales se gastarían \$1211.00 por lo que se puede decir que los cambios opcionales propuestos también son viables ya que no es un costo muy elevando y también son muy sencillos de realizar.

En total para realizar todos los cambios propuestos se gastarían **\$1382.00** lo cual no se considera un gasto muy grande y si se hacen se tendría un circuito eléctrico en el auditorio mas optimo que el que se tiene actualmente ya que se pueden evitar fallas en el sistema eléctrico y se podría ahorrar aunque no en cantidades muy grandes, pero si considerables, energía eléctrica.

BIBLIOGRAFIA:

CARLOS LUCAS M.
LINEAS E INSTALACIONES ELECTRICAS
EDITORIAL DOSSAT S.A.
1981

CONRAD SAGE
INSTALACIONES ELECTRICAS EN EDIFICIOS
EDITORIAL GUSTAVO GILI S.A.
1980

H.P. RICHTER; W. CREIGHTON SCHWAN
MANUAL PRACTICO DE INSTALACIONES ELCTRICAS
COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A DE C.V.
1992

HENRIQUEZ HARPER
EL ABC DEL ALUMBRADO Y LAS INSTALACIONES ELECTRICAS
EDITORIAL LIMUSA
2001

JOSEPH H. FOLEY
FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS
EDITORIAL MCGRAW-HILL
1983

JOSE ROLDAN VILORIA
TECNOLOGIA DEL INSTALADOR ELECTRICISTA
CREACIONES COPYRIGHT S.L.
2006

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2005,
INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN).
SECRETARIA DE ENERGIA

PAULINO MONTANÉ
PROTECCIONES EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS
EDITORIAL MARCOMBO

RAFAEL SIERRA FLORENSA
INSTALACIONES ELCTRICAS EN LOS EDIFICIOS
EDITORES TECNICOS ASOCIADOS

VICTOR GEREZ GREISER; M.A. MURRAY LASSO
TEORIA DE SISTEMAS Y CIRCUITOS
EDITORIAL ALFAOMEGA
1991

ANEXO 1

Calibres diámetros, pesos y resistencia de alambres de cobre sin forro

Calibres		Diámetro		Área		Peso		Resistencia	Calibres		Diámetro		Área		Peso		Resistencia
No.	No.	Milésimas	Milímetros	Mils.	Milímetros	Kilogramos	Ohmios	por 1000	No.	No.	Milésimas	Milímetros	Mils.	Milímetros	Kilogramos	Ohmios	por 1000
A.V.G.	Métrico	de pulgada		Circulares	cuadrados	mos por			A.V.G.	Métrico	s de	tro	Circulares	cuadrados	mos por		
0000		460,	11,68	211.600	107,2	953		,04933	22		25,35	,6438	642,4	,3255	2,89		16,45
000		409,6	10,40	167.800	85,03	756		,06296		6	23,62	,6000	558,0	,2828	2,52		
	100	393,7	10,00	155.000	78,54	691			23		22,57	,5733	509,5	,2582	2,30		20,74
00		364,8	9,266	133.100	67,43	592		,07933	24		20,1	,5406	404,0	,2047	1,82		26,15
	90	354,3	9,000	125.500	63,62	566				5	19,68	,5000	387,5	,1963	1,75		
0		324,9	8,251	105.500	53,48	475		,1001	25		19,9	,4547	320,4	,1624	1,44		32,97
	80	315,	8,000	99.200	50,27	447				4,5	17,42	,4500	313,9	,1590	1,42		
1		289,3	7,348	83.630	42,41	377		,1292	26		15,94	,4049	254,1	,1288	1,14		41,58
	70	275,6	7,000	75.350	38,48	342				4	15,75	,4000	248,0	,1257	1,12		
2		257,6	6,554	66.370	33,63	299		,1592	27		14,2	,3606	201,5	,1021	,908		52,43
	60	236,2	6,000	55.800	28,27	251				3,5	13,78	,3500	189,9	,09621	,855		
3		229,4	5,827	52.630	26,67	237		,2007	28		12,64	,3211	159,8	,08098	,720		66,11
4		204,3	5,183	41.740	21,15	188		,2531		3	11,81	,3000	139,5	,07069	,628		
	50	196,8	5,000	38.750	19,63	174			29		11,26	,2893	126,7	,06422	,571		83,37
5		181,9	4,621	33.100	16,77	149		,3192	30		10,3	,2546	100,5	,05093	,453		105,1
	45	177,2	4,500	31.390	15,90	141				2,5	9,5	,2413	90,25	,04573	,407		
6		162,	4,115	26.250	13,30	118		,4025	31		8,928	,2268	79,70	,04039	,359		132,6
	40	157,5	4,000	24.810	12,57	112			32		7,95	,2019	63,21	,03203	,285		167,2
7		144,3	3,665	20.820	10,55	93,7		,5075		2	7,874	,2000	62,00	,03142	,280		
	35	137,8	3,500	18.390	9,621	85,5			33	1,8	7,087	,1800	50,22	,02545	,227		210,8
8		128,5	3,264	16.510	8,366	74,4		,6400	34		6,305	,1601	39,75	,02014	,179		265,8
	30	118,1	3,000	13.950	7,069	62,8				1,6	6,299	,1600	39,68	,02011	,178		
9		114,4	2,906	13.090	6,634	58,9		,8070		1,5	5,906	,1500	34,87	,01767	,157		
10		101,9	2,588	10.380	5,261	46,8		,1018	35		5,615	,1426	31,51	,01597	,142		335,2
	25	96,42	2,500	9.687	4,909	43,6				1,4	5,512	,1400	30,38	,01539	,136		
11		90,74	2,305	8.234	4,172	37,1		1,283	36		5,	,1270	25,00	,01267	,113		422,6
12		80,81	2,053	6.530	3,309	29,4		1,618		1,2	4,724	,1200	22,32	,01131	,101		
	20	78,74	2,000	6.200	3,142	27,9			37		4,453	,1131	19,83	,01005	,0893		532,9
13		71,96	1,828	5.178	2,624	23,3		2,040	38		3,965	,1007	15,72	,007967	,0708		672,0
	18	70,87	1,800	5.022	2,545	22,6				1	3,937	,1000	15,50	,007854	,0698		
14		64,08	1,628	4.107	2,081	18,5		2,573	39		3,531	,08969	12,47	,006318	,0562		847,4
	16	62,99	1,600	3.968	2,011	17,8			40		3,145	,07987	9,888	,005010	,0445		1069
15		57,07	1,450	3.257	1,650	14,7		3,244	41		2,8	,07113	7,842	,003979	,0354		1347
	14	55,12	1,400	3.038	1,539	13,7			42		2,494	,06334	6,219	,003151	,0280		1699
16		50,82	1,291	2.583	1,309	11,6		4,091	43		2,221	,05641	4,932	,002499	,0222		2142
17		45,26	1,150	2.048	1,038	9,23		5,158	44		1,978	,05023	3,911	,001982	,0176		2702
18		40,3	1,024	1.624	,8231	7,32		6,505		0,5	1,969	,05000	3,875	,001963	,0175		
	10	39,37	1,000	1.550	,7854	6,98			45		1,761	,04473	3,102	,001572	,0140		
19		35,89	,916	1.288	,6527	5,80		8,202	46		1,568	,03984	2,460	,001246	,0111		
20		31,96	,818	1.022	,5176	4,60		10,34	47		1,397	,03547	1,951	,0009884	,0088		
	8	31,5	,8000	992	,5027	4,47			48		1,243	,03153	1,547	,0007838	,0070		
21		28,46	,7229	810,1	,4105	3,65		13,04	49		1,107	,02813	1,227	,0006216	,0055		
	7	27,56	,7000	759,5	,3848	3,42			50		,9863	,02505	,9728	,0004929	,0044		

www.electronica2000.250x.com

ANEXO 2

TABLA - 10 RESISTENCIA MINIMA DE EXPOSICION AL FUEGO EN ELEMENTOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION.		
		<i>NFPA-251</i>
ELEMENTOS Y MATERIALES DE OBRA	RESISTENCIA MINIMA AL FUEGO EN HORAS	ESPECIFICACION
RECUBRIMIENTOS	1/2	DE ESTUCO CON ESPESOR DE 1 1/2 CMS. (3/8") Y APLANADO DE CEMENTO O DE YESO DE 2 1/2 CMS. (1") DE ESPESOR.
	1	DE LATILLA METALICA CON ESPESOR DE 1 1/2 CMS. (5/8") APLANADO CON CEMENTO ARENA O DE YESO DE 2 1/2" (1") DE ESPESOR.
MUROS	1	DE TABIQUE DE LADRILLO MACIZO O HUECO (LADRILLO ORDINARIO DE CAL O ARENA, DE POMEX DE ESCORIAS), 14 CMS. DE ESPESOR MINIMO.
	2	DE CONCRETO ARMADO CON ESPESOR DE 10 CMS. DE BLOK DE CONCRETO CON ESPESOR DE 20 CMS.
	3	DE LADRILLO MACIZO O HUECO CON ESPESOR DE 28 CMS. DE CONCRETO REFORMADO CON ESPESOR DE 15 CMS. BLOK DE CONCRETO CON CELDAS Y ESPESOR DE 20 CMS.
	1	CONSTRUCCION NORMAL O MADERA CON REVESTIMIENTO RETARDANTE AL FUEGO Y RELLENADO DE ESCORIA VOLCANICA LOSA DE CONCRETO ARMADO CON ESPESOR DE 7 CMS.
	2	ENTRAMADO DE MADERA O PERFILES DE ACERO, CUBIERTAS DE PLASAS DE CONCRETO, TEJA Y PIZARRAS NATURALES O ARTIFICIALES, PLANCHAS METALICAS Y ASBESTO. (CUBIERTA RIGIDA). DE CONCRETO ARMADO CON ESPESOR DE 10 CMS.
	3	DE ENTRAMADO METALICO CON REVESTIMIENTO RETARDANTE AL FUEGO. DE CONCRETO ARMADO CON ESPESOR DE 15 CMS.
ESCALERAS	1	CON PELDAÑOS DE PIEDRA ARENISCA, ACERO O MADERA DURA COMO EL ROBLE TRATADA CON REVESTIMIENTO RETARDANTE AL FUEGO. DE LADRILLO CON ESPESOR MINIMO DE 14 CMS.
	2	DE CONCRETO CON ESPESOR MINIMO DE 15 CMS. DE PIEDRA ARTIFICIAL, DE CONCRETO ARMADO CON ESPESOR DE 10 CMS.
	3	DE CONCRETO ARMADO CON ESPESOR DE 15 CMS.
	3	DE CONCRETO ARMADO CON ESPESOR DE 15 CMS.

ANEXO 2
(Continuación)

TABLA - 10 RESISTENCIA MINIMA DE EXPOSICION AL FUEGO EN ELEMENTOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION.		
		NFPA-251
ELEMENTOS Y MATERIALES DE OBRA	RESISTENCIA MINIMA AL FUEGO EN HORAS	ESPECIFICACION
	1	DE MADERA DURA COMO EL ROBLE DE 5 CMS. (2") DE ESPESOR, REVESTIDA CON CHAPA DE ACERO DE 5 CMS. DE ESPESOR.
PUERTAS		
	1	TABLAS MACHIMBRADAS DE 5 CMS. (2") DE ESPESOR ENCHAPADA DE ACERO DE 5 CMS. ATORNILLADA, SI SON AUTOMATICAS, ENCAJADAS EN MARCO Y UMBRAL INCOMBUSTIBLE CON REVALSO DE 1.5 CMS. (EN EL UMBRAL 1 CM.) Y HERMETICA
		DE ACERO HUECO RELLENA CON ESCORIA VOLCANICA.
	2	DE LAMINA METALICA CORRUGADA O LISA RELLENA CON ESCORIA VOLCANICA.
	3	DE TAMBOR DE ACERO O MADERA, RELLENA CON ESCORIA VOLCANICA.
VIDRIOS	1	VIDRIOS CON ESPESOR DE 1/2".
		VIDRIOS ARMADOS CON ESPESOR DE 6 A 8 CMS.

ANEXO 3

TABLA 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)					
mm ²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TIPOS TW* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW- LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DRS
Cobre				Aluminio			
0,824	18	---	---	14	---	---	---
1,31	16	---	---	18	---	---	---
2,08	14	20*	20*	25*	---	---	---
3,31	12	25*	25*	30*	---	---	---
5,26	10	30	35*	40*	---	---	---
8,37	8	40	50	55	---	---	---
13,3	6	55	65	75	40	50	60
21,2	4	70	85	95	55	65	75
26,7	3	85	100	110	65	75	85
33,6	2	95	115	130	75	90	100
42,4	1	110	130	150	85	100	115
53,5	1/0	125	150	170	100	120	135
67,4	2/0	145	175	195	115	135	150
85,0	3/0	165	200	225	130	155	175
107	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	190	230	255
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	355	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	310	375	420
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	450
458	900	435	520	585	355	425	480
507	1 000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	520	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1010	2000	560	665	750	470	560	630
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	

ANEXO 4

TABLA 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2 000 V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (ver tabla 310-13)					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW*	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS*, THWN*, XHHW*, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THW-LS*, THWN-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHH*, RHW-2, XHHW*, XHHW-2
		Cobre			Aluminio		
0,824	18	---	---	18	---	---	---
1,31	16	---	---	24	---	---	---
2,08	14	25*	30*	35*	---	---	---
3,31	12	30*	35*	40*	---	---	---
5,26	10	40	50*	55*	---	---	---
8,37	8	60	70	80	---	---	---
13,3	6	80	95	105	60	75	80
21,2	4	105	125	140	80	100	110
26,7	3	120	145	165	95	115	130
33,6	2	140	170	190	110	135	150
42,4	1	165	195	220	130	155	175
53,5	1/0	195	230	260	150	180	205
67,4	2/0	225	265	300	175	210	235
85,0	3/0	260	310	350	200	240	275
107	4/0	300	360	405	235	280	315
127	250	340	405	455	265	315	355
152	300	375	445	505	290	350	395
177	350	420	505	570	330	395	445
203	400	455	545	615	355	425	480
253	500	515	620	700	405	485	545
304	600	575	690	780	455	540	615
355	700	630	755	855	500	595	675
380	750	655	785	885	515	620	700
405	800	680	815	920	535	645	725
456	900	730	870	985	580	700	785
507	1 000	780	935	1 055	625	750	845
633	1 250	890	1 065	1 200	710	855	960
760	1 500	980	1 175	1 325	795	950	1 075
887	1 750	1 070	1 280	1 445	875	1 050	1 185
1 010	2 000	1 155	1 385	1 560	960	1 150	1 335
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C		Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.					
21-25		1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35		0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96
36-40		0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91

ANEXO 5

TABLA 310-18.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores aislados individuales de 0 a 2 000 V, de 150 °C a 250 °C, en canalizaciones o cable, para una temperatura ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13			
		150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPO
		Z, SF	FEP, FEPB, SF	PFAH, TFE	Z
		Cobre		Níquel o níquel recubierto de cobre	Aluminio
2,08	14	34	36	39	---
3,31	12	43	45	54	---
5,26	10	55	60	73	---
8,37	8	76	83	93	---
13,3	6	96	110	117	75
21,2	4	120	125	148	94
26,7	3	143	152	166	109
33,6	2	160	171	191	124
42,4	1	186	197	215	145
53,5	1/0	215	229	244	169
67,4	2/0	251	260	273	198
85,0	3/0	288	297	308	227
107	4/0	332	346	361	260
FACTORES DE CORRECCION					
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.				
41-50	0,95	0,97	0,98	0,95	0,95
51-60	0,90	0,94	0,95	0,90	0,90
61-70	0,85	0,90	0,93	0,85	0,85
71-80	0,80	0,87	0,90	0,80	0,80
81-90	0,74	0,83	0,87	0,74	0,74
91-100	0,67	0,79	0,85	0,67	0,67
101-120	0,52	0,71	0,79	0,52	0,52
121-140	0,30	0,61	0,72	0,30	0,30
141-160	---	0,50	0,65	---	---
161-180	---	0,35	0,58	---	---
181-200	---	---	0,49	---	---
201-225	---	---	0,35	---	---

ANEXO 6

TABLA 310-19.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000 V, de 150°C a 250°C, al aire libre, para una temperatura ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13			
mm ²	AWG o kcmil	150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
		TIPOS Z, SF	TIPOS FEP, FEPB, SF	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z
		Cobre		Níquel o cobre recubierto de níquel	Aluminio
2,08	14	46	54	59	---
3,31	12	60	68	78	---
5,26	10	80	90	107	---
8,37	8	106	124	142	---
13,3	6	155	165	205	112
21,2	4	190	220	278	148
26,7	3	214	252	327	170
33,6	2	255	293	381	198
42,4	1	293	344	440	228
53,5	1/0	339	399	532	263
67,4	2/0	390	467	591	305
85,0	3/0	451	546	708	351
107	4/0	529	629	830	411
FACTORES DE CORRECCION					
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar las anteriores capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes				
41-50	0,95	0,97	0,98	0,95	
51-60	0,90	0,94	0,95	0,90	
61-70	0,85	0,90	0,93	0,85	
71-80	0,80	0,87	0,90	0,80	
81-90	0,74	0,83	0,87	0,74	
91-100	0,67	0,79	0,85	0,67	
101-120	0,52	0,71	0,79	0,52	
121-140	0,30	0,61	0,72	0,30	
141-160	---	0,50	0,65	---	
161-180	---	0,35	0,58	---	
181-200	---	---	0,49	---	
201-225	---	---	0,35	---	

ANEXO 7

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO "D" QUE CONTROLA EL AUDITORIO DEL CENTRO TECNOLÓGICO ARAGÓN

TABLERO: D		SISTEMA: (Sistema a 3 Fases, 4 Hilos, 220/127 Volts, 60 Hertz.)		MARCA: SQUARE D																	
OBRA: AUDITORIO ARAGON		SERVICIO: ALUMBRADO, CONTACTOS Y CORTINA ESCENARIO		CATALOGO DE TAB. ENSAMBLADO EN FABRICA : MHC26S																	
DIRECCION: ARAGON		LOCALIZACION: PLANTA BAJA		TIPO ENCLABADO																	
PROPIETARIO: UNAM																					
1	()	ESPE.	LAMPARAS 1 x 60	FOCO	CONT. 3 CONTACTOS	REL. CORTIN	FOCO	TELEVISION	COMPUTADORA	MEZCLADORA	TOCADISCOS	CD	AMPLIFICADOR	TOTAL	F	A	S	E	S	INT.	
2	()	W.	62,23	15	600	200	75	120	300	600	10	16	1200	285	285W					1	
3	()	4	4	3										240					3		
4	()	4												210	240W				5		
5	()	8		14										600	200W	200W			13		
6	()	10			1									1000	1000W				15		
7	()	12												1200		1000W			17		
8	()	14												600	200W	200W			19,21,23		
9	()	16			1									300	300W				2		
10	()	18					4							300	300W				4		
11	()	20					4							150		150W			6		
12	()	22												600	200W	200W			8,10,12		
13	()	24		10										90		90W			18		
14	()	26		6										200	66.66W	66.66W			20,22,24		
15	()			6				1						2246	2246W				16		
16	()			6										90	90W				14		
17	()																				
18	()																				
19	()																				
20	()																				
21	()																				
22	()																				
23	()																				
24	()																				
25	()																				
26	()																				
NEUTRO SOLIDO A B C																					
3P-50A																					
DESBALANCE MAXIMO.																					
$C - \frac{A}{C} \times 100 = 47,97\%$																					
I nom: 26.57A																					
TOTAL DE UNIDADES																					
CARGA TOTAL INSTALADA:		8	39	3	11	1	8	1	1	1	1	1	1	1	2341.66	4452.66	2316.66				

ANEXO 8

DIAGRAMA UNIFILAR DEL CIRCUITO ELECTRICO DEL AUDITORIO DEL CENTRO TECNOLÓGICO ARAGÓN

