

18
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"

**INSTALACIONES ELECTRICAS
PARA
CENTROS DE COMPUTO
TESIS
QUE PRESENTAN:**

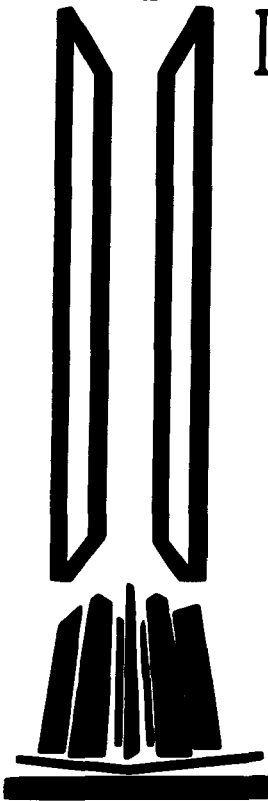
**CAPISTRAN MARTINEZ, LEOBARDO
CUEVAS PEREZ, FELIX**

PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

ASESOR: ARTURO MORALES COLLANTES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1997





Universidad Nacional
Autónoma de México

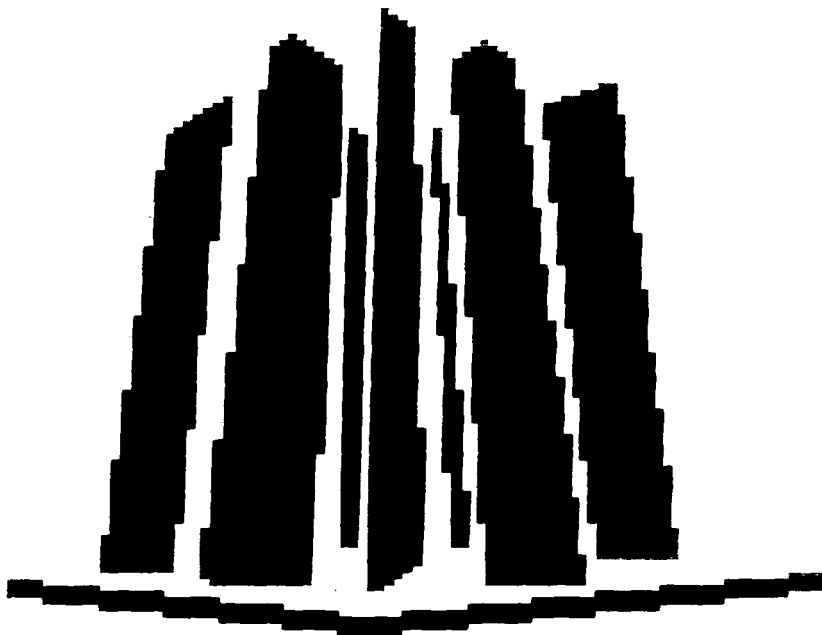


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



E N E P A R A G O N

AGRADECIMIENTOS**DE FELIX:**

Quiero agradecer a todas las personas que me brindaron el apoyo para concluir de manera satisfactoria la terminación de esta tesis. En especial a mi familia que tuvo la paciencia de ver consolidada una carrera universitaria.

Gracias.

Felix Pérez Hernández
Guadalupe Cuevas García
Mara Daniela Arroyo Borjas
Familia Catalán Guerrero

DE LEOBARDO:

Quiero expresar el deseo de compartir, antepuesto al cualquier agradecimiento, el desarrollo de este trabajo con todas las personas cercanas a mí, con mi madre,

y con Dios:

"Dios que me dio ojos prístinos y me libero de la prisa,
Dios que me dio una feria serena para implacable contra cualquier pretensión o trabajo inconcluso,
Dios que me dio una inquietud en donde no podía conformarme ni aceptar elegios hasta obtener resultados
y una alegría púdica cuando concluía lo propuesto.
Dios que me dio la fortaleza para no confiar en dios." ...

de Cantero.

Gracias Jesús.

INDICE

INTRODUCCION	8
CAPITULO 1: INTRODUCCION A LAS REDES DE COMPUTO	13
1.1.1. Definición	13
1.1.2. Conceptos Básicos	13
1.1.3. Terminología	13
1.2. TIPOS DE CANALES DE TRANSMISIÓN	14
1.2.1. Par Trenzado	14
1.2.2. Cable Coaxial	15
1.2.3. Fibra Óptica	16
1.2.4. Esquinas Ópticas Al Aire Libre	17
1.2.5. Señales Radio Eléctricas	18
1.3. TOPOLOGÍAS Y PROTOCOLOS	20
1.3.1. Definición de Protocolo	20
1.3.2. Tipos De Topologías (Físicas Y Lógicas)	20
1.3.3. Topología De Estrella	21
1.3.4. Topología De Bus	22
1.3.5. Topología De Anillo	22
1.3.6. Topología De Arbol	23
1.3.7. Topología de Interconexión Total	23
1.3.8. Topología de Anillo Modificado	24
1.3.9. Topología de Bus	25
1.4. COMPONENTES DE UNA RED LOCAL	25
1.4.1. El servidor	25
1.4.2. Estaciones de Trabajo	25
1.4.3. Tarjetas de Interfaz	26
1.4.4. Canal de Comunicación	34
1.4.5. Repetidores	34
1.4.6. Sistema de Cables	34
1.4.7. Sistema Operativo de Red	35
1.4.8. Software de Aplicaciones	35
1.5. COMPONENTES DE UNA RED AMPLIA	35
1.5.1. Cajas Negras	36
1.6. ESTRUCTURA FÍSICA DE LA RED DE COMPUTO	40
1.6.1. Selección del Tipo de Red	40
1.6.2. Generalidades	40
1.6.3. Criterios Para el Cableado de la Red	42
1.6.4. Eligiendo el Sistema de Cableado	44
1.6.5. Selección del Equipo Para la Estructura de la Red de Computo	45
1.6.6. Esquemas del Cableado de la Red	46
CAPITULO 2: REQUERIMIENTOS ELECTRICOS PARA EQUIPOS DE COMPUTO	54
2.1.1. Introducción	54
2.1.2. Instalaciones Eléctricas Para Redes en México	54
2.2. FALLAS DEL EQUIPO DE COMPUTO	56
2.2.1. Falta De Energía O Flacos	56
2.2.2. Errores De Transmisión Modo A Modo	56
2.2.3. Congestión De Los Sistemas	56
2.2.4. Falla Inevitable	57

2.3. REQUERIMIENTOS DE LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA	57
2.3.1. Frecuencia	58
2.3.2. Voltaje Y Sus Variaciones	59
2.3.3. Contenido Armónico	60
2.3.4. Factor De Potencia	60
2.3.5. Cargas No Lineales	60
2.3.7. Normas De CREMA	61
2.4. CONSIDERACIONES DE LA PROTECCIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED DE CÓMPUTO	62
2.4.1. Tomas De Corriente	62
2.4.2. Sobrecargas De Línea	62
2.4.3. Tierra Común	62
2.4.4. Interferencia Electromagnética	63
2.5. SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED DE CÓMPUTO	64
2.5.1. Aislamiento Y Blindaje	64
2.5.2. Instalación De La Tierra Común	65
2.5.3. Acondicionadores De Energía	66
2.6. UPS (Uninterruptible Power System)	68
2.6.1. Una Medida De Protección	68
2.6.2. Funcionamiento De Un UPS	69
2.6.3. Terminología De Los UPS	69
2.6.4. Diagrama De Un UPS	70
2.6.5. Elección De Un UPS	71
2.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS UPS: DEL PROYECTO	73
2.7.1. Cálculo De La Capacidad Del Equipo Ininterrumpible (Ups)	73
2.7.2. Características Del Equipo	74
2.8. CONSIDERACIONES EN LA PLANEACIÓN DE UN SISTEMA ELÉCTRICO PARA REDES DE CÓMPUTO	76
2.8.1. Cargas y Sus Características	77
2.8.2. Flexibilidad De Las Instalaciones	77
2.8.3. Seguridad	77
2.8.4. Confiabilidad	78
2.8.5. Mantenimiento	82
2.8.6. Plantas De Emergencia	82
CAPÍTULO 3: INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y EL ANTEPROYECTO	86
3.1. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	86
3.1.1. Seguridad	86
3.1.2. Eficiencia	86
3.1.3. Economía	86
3.1.4. Capacidad	86
3.1.5. Flexibilidad	86
3.1.6. Accesibilidad	87
3.1.7. Códigos Y Normas	87
3.2. ELEMENTOS GENERALES QUE CONSTITUYEN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	87
3.2.1. Acometida	87
3.2.2. Equipo De Medición	88
3.2.3. Interruptores	88
3.2.4. Arrancador	89
3.2.5. Transformador	89
3.2.6. Tableros	90
3.2.7. Motores Y Equipos Accionados Por Motores	90
3.2.8. Estaciones O Puntos De Control	90
3.2.9. Salidas Para Alumbrado Y Contactos	90

3.2.10. Plantas De Emergencia	91
3.2.11. Sistema De Tierras	91
3.2.12. Interconexión	92
3.2.13. Condicionales	92
3.3. ANÁLISIS PRELIMINAR DEL PROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	92
3.3.1. Tipo De Construcción	93
3.3.2. Evaluación Eléctrica General	93
3.3.3. Selección Del Equipo	95
3.3.4. Suministro De La Energía	95
3.4. REQUERIMIENTOS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO ELÉCTRICO	95
3.4.1. Croquis De Localización	95
3.4.2. Plano Planta De Conjunto	95
3.4.3. Planos De Nivel	96
3.4.4. Planos De Cotas	96
3.4.5. Estructura Del Proyecto	96
3.4.6. Criterio Para La Elaboración De Planos	96
3.4.7. Diagrama Unifilar	97
3.4.8. Planos De Alumbrado Y Contactos	97
3.4.9. Cuadros De Carga De Alumbrado Y Contactos	97
3.4.10. Memoria Técnica	98
3.4.11. Normas Y Reglamentos	98
CAPÍTULO 4: MEMORIA DE CÁLCULO	103
4.1. ILUMINACIÓN	103
4.1.1. Consideraciones Generales	103
4.1.2. Niveles De Iluminación (Cantidad De Luz)	104
4.1.3. Niveles De Iluminación Recomendados	104
4.1.4. Elección Del Tipo De Iluminación	108
4.1.5. Elección Del Equipo De Alumbrado	109
4.1.6. Tipos De Alumbrados	109
4.1.7. Disposición De Luminarias	111
4.1.8. Cálculo Del Número De Luminarias	112
4.1.9. Ejemplo De Aplicación	118
4.2. CÁLCULO Y ESPECIFICACIONES DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS	121
4.2.1. Conceptos Básicos Sobre Conductores Eléctricos	121
4.2.2. Alaminado De Los Conductores	121
4.2.3. Calibre De Los Conductores	123
4.2.4. Criterios Para El Cálculo De Conductores	124
4.2.5. Cálculo De Los Conductores Por Capacidad De Corriente Y Por Caída De Tensión	127
4.2.6. Número De Conductores De Un Tubo Conduit	128
4.2.7. Conductor De Pasada A Tierra	130
4.2.8. Análisis Del Cálculo De Cuadros De Carga	131
4.2.9. Análisis Del Cálculo Del Alimentador	133
4.3. SISTEMA DE FUERZA	137
4.3.1. Introducción	137
4.3.2. Concepto De Motor Eléctrico	137
4.3.3. Clasificación De Los Motores Eléctricos	137
4.3.4. Características De Los Tipos De Motores Más Utilizados	138
4.3.5. Elementos De Los Circuitos Para Motores	139
4.3.6. Descripción De Los Elementos De Los Circuitos Para Motores	139
4.3.7. Selección Del Tipo De Motores Eléctricos	143
4.3.8. Parámetros De Los Motores Utilizados En El Proyecto	144

4.3.9. Ejemplo De Análisis Del Cálculo Del Alimentador De Fuerza Para Un Solo Motor	149
4.3.10. Ejemplo De Análisis Del Cálculo Del Alimentador De Fuerza Para Varios Motores	150
4.4. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	152
4.4.1. Generalidades	152
4.4.2. Instalación Y Mantenimiento Del Equipo Eléctrico	153
4.4.3. Lances Y Espacios Para Subestaciones	153
4.4.4. Clasificaciones	154
4.4.5. Descripción Funcional De Las Secciones De Las Subestaciones Eléctricas	155
4.4.6. Diagrama Unifilar Utilizado Para El Centro De Cómputo	156
4.4.7. Justificación Para Uso De Subestación Eléctrica	157
4.4.8. Tableros Eléctricos	157
4.4.9. El Transformador	158
4.5. ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO	164
4.5.1. Introducción	164
4.5.2. Naturaleza De Las Corrientes De Corto Circuito	164
4.5.3. Fuentes De Corrientes De Corto Circuito	164
4.5.4. Sistema Por Unidad	167
4.5.5. Componentes Simétricos	169
4.5.6. Redes De Secuencia	170
4.5.7. Tipos De Falla	171
4.5.8. Métodos De Solución	173
4.5.9. Cálculo De Corrientes De Corto Circuito Del Proyecto Por El Método En Par Unidad	176
4.5.10. Cálculo De Corrientes De Corto Circuito Trifásico Del Proyecto Por El Método De MVA	184
4.5.11. Verificación De Las Capacidades Interruptivas De Los Dispositivos De Protección	187
4.6. SISTEMA DE TIERRAS	189
4.6.1. Funciones Principales Del Sistema De Tierras	189
4.6.2. Componentes Principales De Un Sistema De Tierras	189
4.6.3. Material Para Conductores Eléctricos	190
4.6.4. Material Para Conectores	190
4.6.5. Disposiciones Básicas De Las Redes De Tierras	191
4.6.6. Características Del Sistema De Tierras	192
4.6.7. Procedimiento De Diseño	193
4.6.8. Cálculo Del Diseño De La Red De Tierras Para La Subestación	203
4.7. PROTECCIÓN CONTRA SOBRES TENSIONES	212
4.7.1. Introducción	212
4.7.2. Origen De Las Sobretensiones	212
4.7.3. Clasificación De Las Sobretensiones	212
4.7.4. Clasificación De Sistemas	215
4.7.5. Ferrresonancia	216
4.7.6. Circuito Típico Ferrresonante	216
4.7.7. Métodos De Protección	217
4.7.8. Principales Causas De Fallas En Los Apartarajos	218
4.7.9. Selección Del Apartarajo	218
4.7.10. Conexión Del Apartarajo	219
4.7.11. Especificaciones De Protección Contra Descargas Atmosféricas	220
4.7.12. Diseño De La Protección Contra Descargas Atmosféricas (Pararrayos)	222
CONCLUSIONES	227
BIBLIOGRAFIA	229
ANEXO I CUADROS DE CARGA	
ANEXO II PLANOS DE DISEÑO	

INTRODUCCIÓN

La finalidad de este trabajo de tesis es dar a conocer los criterios y teoría necesaria en el desarrollo de un proyecto de una instalación eléctrica para un edificio que contiene entre sus elementos equipos de computo y comunicaciones.

La falta de experiencia sobre este tema, a provocado el que muchas instalaciones eléctricas para equipo de computo, actualmente en funcionamiento, se diseñaran en forma inexperta, a veces en forma incorrecta y en muchos casos sin aplicar las normas para instalaciones eléctricas. Con demasiada frecuencia no se han tenido en cuenta medidas eficaces para la protección de los equipos de computo, aspecto muy importante para mantener la integridad de la información que se maneja, y para cuidar el equipo que tienen un alto valor económico.

Por estos motivos las instalaciones eléctricas se han de planificar desde un principio de forma tal que quede garantizado el abastecimiento y calidad de la energía eléctrica para las mas altas exigencias. Para esto es importante diseñar, seleccionar elementos, dispositivos y equipos necesarios que cumplan con este objetivo.

Las necesidades eléctricas especiales del equipo de computo se resumen en tres aspectos generales, eliminación ruido, continuidad en el servicio, y la calidad de la energía. De estos ultimos tres puntos radica la diferencia entre la instalación eléctrica de uso general a la de uso especial.

Basándonos en el cumplimiento de los tres aspectos anteriores iniciamos nuestro proyecto, a continuación describiremos los métodos a seguir para el desarrollo de este trabajo de tesis, comprendidos en cada uno de los capítulos.

Como primera parte y ante la necesidad de saber algo del lenguaje computacional tradicional que se utiliza al referirse a un centro de computo, primero se describe la teoría y los conceptos de las redes de computo, una vez acentuados los conocimientos basicos, diseñamos la red de computo, cuidando los siguientes puntos, la evaluación sobre que tipo de red es mas conveniente emplear para el manejo de información que se utilizara y la garantía de que esta no se hará obsoleta en un tiempo corto, es decir la red de computo debe cumplir con estas consideraciones, velocidad de rendimiento efectivo total, confiabilidad, compatibilidad y flexibilidad.

Una vez que se conoce la distribución y la cantidad de los equipos de computo utilizados en el edificio, es necesario analizar los problemas mas comunes que se presentan en estos y que estan relacionados directamente con el diseño de la instalación eléctrica. Para ello es necesario conocer las características eléctricas de cada equipo de computo voltaje, frecuencia, potencia, corriente, regulación, etc.

Conocidos los problemas y requerimientos electricos de los equipos de computo se proponen las soluciones mas adecuadas para resolverlos. Entre ellas se encuentran el uso de dispositivos electricos especiales (acondicionadores de corriente, tierras, aislamientos etc.), los cuales deben ser considerados desde el inicio en la planeación de la instalación eléctrica general.

También es necesario analizar los puntos fundamentales que comprenden las instalaciones eléctricas generales, como son los requisitos, los elementos y los dispositivos, así como el analisis preliminar que nos permita formar la estructura del proyecto.

Con el estudio de estos puntos se establece el criterio a seguir en el diseño de los planos y memoria de cálculo que constituyen el proyecto de la instalación eléctrica.

Uno de los elementos generales de primordial importancia de una instalación eléctrica es la adecuada iluminación, la cual tiene una función importante en el desarrollo de las actividades en cualquier tipo de edificación. Para su diseño es necesario conocer en primer lugar los niveles de iluminación que son recomendados para las diferentes actividades. Dentro de otros aspectos es necesario conocer las diferentes características y aplicaciones de los luminarias, que permiten seleccionarlas adecuadamente.

Para calcular el número de luminarias, y el criterio de su distribución, se aplica uno de los métodos más conocidos, siendo este el método de Lumen

Los conductores constituyen uno de los elementos más importantes en las instalaciones eléctricas. Por lo cual se tiene que conocer las características físicas y eléctricas de los conductores tipos de materiales, tipos de aislamiento y calibres. Además de esto se necesita conocer los criterios de capacidad de corriente y caída de tensión, para la selección adecuada de conductores

El tener la información teórica como técnica acerca del sistema de fuerza utilizado en el proyecto, nos lleva a el calculo de los alimentadores, protecciones, arrancadores y CCM's para los motores

Dado que existen las consideraciones suficiente para el uso de una subestación eléctrica en el proyecto. Es indispensable conocer aspectos principales y características de esta, así como un análisis de la obtención de la capacidad del transformador. Conociendo esto puedo llegar a la selección de la subestación

El estudio de corto circuito, es de vital importancia para definir las características eléctricas de los elementos de protección. Este estudio comprende las fuentes de corto circuito que existen en la instalación, los diferentes tipos de falla y la explicación de los metodos utilizados para el cálculo corto circuito

A partir de lo anterior se cuenta con el valor de corto circuito en nuestro sistema, el cual permite calcular el sistema de tierras para la subestación eléctrica, para garantizar seguridad en caso de una falla.

Para las protección en caso de sobretensiones tenemos que contar con dispositivos que impidan que estas perturbaciones dañen los equipos, dentro de estos se encuentran los interruptores, apartarrayos, y el sistema de pararrayos

Teniendo todos los puntos importantes que hagan que el proyecto de nuestra instalación, sea el mas adecuado partimos con todas las trayectorias establecidas para el desarrollo y explicación que se presentan en los capitulos siguientes.

INTRODUCCION A LAS REDES DE COMPUTO



1. INTRODUCCION A LAS REDES DE COMPUTO.

- 1.1.1. Definición.
- 1.1.2. Conceptos Básicos.
- 1.1.3. Terminología.

1.2. TIPOS DE CANALES DE TRANSMISIÓN.

- 1.2.1. Par Trenzado.
- 1.2.2. Cable Coaxial.
- 1.2.3. Fibra Óptica.
- 1.2.4. Enlaces Ópticos Al Aire Libre.
- 1.2.5. Señales Radio Eléctricas.
 - 1.2.5.1. Enlaces De Radio Y Microondas.
 - 1.2.5.2. Enlaces Via Satélite.

1.3. TOPOLOGIAS Y PROTOCOLOS.

- 1.3.1. Definición de Protocolo.
- 1.3.2. Tipos De Topologias (Físicas Y Lógicas).
- 1.3.3. Topologia De Estrella.
- 1.3.4. Topologia de Bus.
- 1.3.5. Topologia de Anillo.
- 1.3.6. Topologia de Arbol.
- 1.3.7. Topologia de Interconexión Total.
- 1.3.8. Topologia de Anillo Modificado.
- 1.3.9. Topologia de Bucle.

1.4. COMPONENTES DE UNA RED LOCAL.

- 1.4.1. El Servidor.
- 1.4.2. Estaciones de Trabajo.
- 1.4.3. Tarjetas de Interface.
 - 1.4.3.1. Arcnet.
 - 1.4.3.1.2. Nivel Físico.
 - 1.4.3.2. Ethernet.
 - 1.4.3.2.1. Nivel Físico.
 - 1.4.3.2.2. Configuraciones del Sistema.
 - 1.4.3.3. Token Ring.
 - 1.4.3.3.1. Nivel Físico.
 - 1.4.3.3.2. Configuraciones del Sistema.
- 1.4.4. Canal de Comunicación.
- 1.4.5. Repetidores.
- 1.4.6. Sistemas de Cableado.
- 1.4.7. Sistema Operativo de Red.
- 1.4.8. Software de Aplicaciones.

1.5. COMPONENTES DE UNA RED AMPLIA.

- 1.5.1. Cajas Negras.
 - 1.5.1.1. Puentes.
 - 1.5.1.2. Ruteadores.
 - 1.5.1.3. Routers.
 - 1.5.1.4. Gateways.
 - 1.5.1.5. Switch.

1.6. ESTRUCTURA FISICA DE LA RED DE COMPUTO.**1.6.1. Selección del Tipo de Red.****1.6.2. Generalidades.**

- 1.6.2.1. Ethernet Estándar (10BASE 5).
- 1.6.2.2. Ethernet Delgado (10BASE 2).
- 1.6.2.3. Ethernet de Par Trenzado (10BASE T).
- 1.6.2.4. Ethernet de Fibra Optica (10BASE FL).

1.6.3. Criterios Para el Cableado de la Red.

- 1.6.3.1. Blindado vs No Blindado.
- 1.6.3.2. Riser vs Plenum.
- 1.6.3.3. Medida del Diámetro del Alambre.
- 1.6.3.4. Capuchas de Metal vs Capuchas de Plástico.
- 1.6.3.5. Multihilo vs Conductor Sólido.

1.6.4. Eligiendo el Sistema de Cableado.**1.6.5. Selección del Equipo Para la Estructura de la Red de Computo.****1.6.6. Esquemas del Cableado de la Red.**

- 1.6.6.1. Distribución del Sistema.
- 1.6.6.2. Arquitectura del Sistema.
- 1.6.6.3. Detalle de Conectividad.
- 1.6.6.4. Ethernet de Alta Velocidad.

1. INTRODUCCION A LAS REDES DE COMPUTO.

1.1.1. Definición.

¿ **Qué es una RED?** En el campo de la computación se puede decir que una RED, es un grupo de dispositivos, nodos o estaciones interconectados mediante canales de comunicaciones o, en general, el conjunto de equipos a través de los que se establecen las comunicaciones entre sistemas de datos

1.1.2. Conceptos Básicos.

¿**Qué hace una RED?** Una RED tiene como objetivo principal, compartir recursos materiales (equipos y sus periféricos) y recursos informáticos (archivos de datos y programas), actualizándolos, organizándolos y explorándolos

¿**Por qué una RED?** Por que la RED es la respuesta correcta a la necesidad de compartir entre varios usuarios, los recursos mas costosos del equipo y la información centralizada y/o dispersa de un organismo, obteniendo con esto, la tan necesaria economía (en equipo), organización y administración de los datos

Normalmente las microcomputadoras necesitan distintos recursos (periféricos), como son impresores, graficadores, discos duros, unidades de respaldo en cinta magnetica, programas de aplicacion, paqueteria, etc que se tienen que adquirir a costos adicionales

En una RED, estos recursos se van a compartir en una sola computadora con las demas, mediante un canal de comunicación que por lo general, es un cable dedicado a las comunicaciones. Las computadoras se conectan a este canal por medio de una interface, que es una tarjeta electronica que se coloca en una de las ranuras de expansion de cada PC

La computadora que cuenta con los recursos periféricos recibe el nombre de administrador de la RED o "servidor" que auxiliado por el sistema operativo de la RED, viene a ser virtualmente, el "cerebro" dedicado a administrar los recursos y las comunicaciones entre las demás PC's. mismas que trabajando así, reciben el nombre de estaciones de trabajo

1.1.3. Terminología.

A efecto de estar familiarizados con los términos básicos recordemos los siguientes puntos: En el mercado, las REDES LOCALES se dividen por su extensión geográfica en las que se encuentran las redes LAN (de **Local Area Networks**), las redes MAN (de **Metropolitan Area Networks**) y la redes WAN (**Wide Area Networks**), términos que se menciona más por la asociación de ideas, que por el protocolo formal de una

traducción del inglés. La otra clasificación la encontramos con las redes **Enterprise Network** que se clasifica como una red corporativa en grupos de trabajos de organizaciones o de Campus.

De los vocablos RED y LOCAL, diremos que el primero se asocia a la conexión entre equipos de cómputo y el segundo, a la característica física entre estos, que va de unos cuantos metros hasta unos cuantos kilómetros. Se sabe que a veces hasta 10 Km, distancia que ya más bien es un parámetro de enlace remoto. El vocablo AREA AMPLIA se refiere a la característica física de conexión y comunicación, que surge de la necesidad de comunicar las redes locales entre sí, en una misma ciudad, o en ciudades distintas. Dentro de estas mismas características pueden entrar las redes MAN de acuerdo al punto de vista del diseñador, tomando en cuenta la extensión geográfica.

Se habló al principio de las microcomputadoras compatibles, llamadas así por pretender ser "clonos" de las producidas hasta hace poco por la IBM. Los distintos fabricantes de las primeras, comercializaron sus equipos con la "etiqueta" de PC's/IBM, término que es muy familiar en el mundo de la computación.

También se mencionaron los términos HARDWARE y SOFTWARE, cuyos significados son ya muy conocidos, no obstante, será saludable recordar que Hardware implica todo aquello que es electrónica física (como el propio C.P.U., circuitos integrados, conductores, drives, discos, periféricos, cableado, etc.), que Software implica todo aquello que sean programas (como sistemas operativos, programas de aplicación, paquetería, etc.)

Otro término que se ha mencionado, y que es necesario conocer bien, es la palabra TOPOLOGIA.

Entre los matemáticos que estudiaron esta disciplina, está A. Listing quien le dio el nombre y la definió como la parte de las Matemáticas que estudia la disposición de agrupaciones de elementos.

Por lo tanto en el ambiente de REDES, y en congruencia con la definición anterior, en adelante, se entenderá simplemente que: TOPOLOGIA, es la forma en que están conectados el grupo de elementos que conforman una RED.

1.2. TIPOS DE CANAL DE TRANSMISION.

1.2.1. Par Trenzado.

El par trenzado es cable de cobre en dos hilos por los que fluye la información. Dentro de este tipo de cable es posible encontrar variantes como cable sin blindaje (Unshielded Twisted Pair UTP) y cable con blindaje (Shielded Twisted Pair STP), éste consiste en una capa de metal que protege al cable interior, es una malla tejida de hilos de metal.

Este medio es el que presenta más bajo costo pero también es el más vulnerable a el ruido, por lo que no se considera adecuado para altas velocidades o largas distancias

Las instituciones encargadas de realizar las recomendaciones indican que para el cable UTP se deberá contemplar una distancia de 100 a 150m como máximo y el cable STP 300 m como máximo

Los cables UTP y STP para redes tipo Ethernet y Token Ring deben cumplir con las siguientes especificaciones

- Tener una impedancia entre 85 y 115 ohms a 10 Mhz
- Presentar una atenuación máxima de 7.2 dB/110 metros a 5 Mhz o una atenuación máxima de 11dB/110 metros a 10 Mhz

En resumen, los cables telefónicos tienen como principales ventajas

- Tecnología conocida
- Facilidad y rapidez de instalación
- Compatibilidad con Ethernet y Token Ring
- Ancho de banda de 10 Mbps
- Excelente relación de precio rendimiento
- Buena tolerancia a interferencias debidas a factores ambientales



Figura 1.1. Estructura Típica De Un Cable De Pares.

1.2.2. Cable Coaxial.

Este medio consiste en un conductor central de cobre, rodeado de otro conductor, generalmente una malla de hilos de metal, separados entre sí por un medio aislante, este apantallamiento evita interferencias.

El cable coaxial puede manejar un ancho de banda mayor al par trenzado. Además de clasificarse por su tamaño físico, también se clasifica por su impedancia.

Existen varios tipos de cable coaxial usados en redes locales

Las redes Ethernet del tipo bus se pueden implantar con dos tipos de cable coaxial. Una de ellas opera con cable coaxial delgado RG-58U de 58.5 ohms, 0.2 pulgadas de diametro y permite transportar una señal hasta 300 metros, tambien sin el uso de repetidores. La segunda alternativa es mediante la implementacion del cable coaxial grueso RG-11 de 50 ohms, de 0.4 pulgadas de diametro, que permiten manejar señales hasta 500 metros sin presentar algun tipo de atenuacion que produzca errores en la comunicacion.

En las redes de tipo Arnet el cable que comunmente se utiliza se conoce como cable coaxial delgado RG-62, el cual tiene una impedancia de 73 ohms, un diametro de 0.2 pulgadas y permite desplazar una señal sin necesidad de repetidores hasta una distancia efectiva de 600 metros.

En resumen, se pueden citar como las principales ventajas de este tipo cable las siguientes:

- Transmision de voz, video y datos
- Facil instalacion
- Compatibilidad con Ethernet y Arnet
- Distancias hasta de 600 metros sin necesidad de repetidores
- Muy buena tolerancia a interferencias debidas a factores ambientales



Figura 1.2. Estructura Típica De Un Cable Coaxial.

1.2.3. Fibra Óptica.

Este tipo de medio, novedoso, presenta excelentes características, desde el punto de vista eléctrico y mecánico, pero resulta muy costoso todavía.

Normalmente se emplea por tres razones básicas:

- a) Para aquellos casos en donde las grandes distancias son un factor determinante para la implantación de una red local.
- b) Cuando se requiere una alta capacidad de aplicaciones de comunicación.
- c) Cuando el ruido o cualquier tipo de interferencia son factores a considerar.

Las fibras ópticas son hilos delgados de vidrio con un alto nivel de pureza, que se procesa desde silicatos a grandes temperaturas, para lograr un hilo fino y uniforme. Este medio tiene la ventaja de poder conducir información en forma de luz a velocidades mucho más altas que en el cobre y aun el oro.

Para la transmisión de la información en redes locales via fibra óptica se utiliza una fibra como transmisor y otra como receptor. Es por esto que generalmente se producen en conjuntos de mínimo dos fibras por cable.

Las distancias máximas obtenidas para redes locales son de 2 Km. de nodo a nodo sin el uso de amplificadores. Entre las principales ventajas de la fibra óptica se encuentran las siguientes:

- Transmisión de voz, video y datos por el mismo canal
- Aplicaciones de alta velocidad
- No genera señales eléctricas o magnéticas
- Inmune a interferencias y relámpagos
- Puede propagar una señal sin necesidad de utilizar un amplificador a distancias de hasta 2 Km.
- Tiene un ancho de banda de 200 Mbps
- Compatibilidad con Ethernet, Token Ring y FDDI (Fiber Data Distributed Interface, Interface de datos distribuidos por fibra óptica) es un estándar de transmisión a 100 Mbps mediante fibra óptica
- Excelente tolerancia a factores ambientales
- Ofrece mayor capacidad de adaptación a nuevas normas de rendimiento

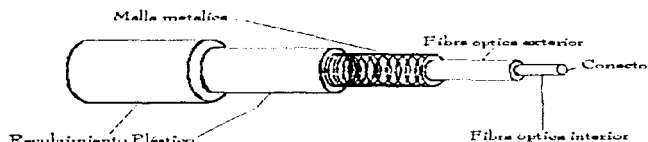


Figura 1.3. Fibra Óptica.

1.2.4. Enlaces Ópticos Al Aire Libre.

Un enlace óptico al aire libre es básicamente un enlace de fibra óptica en el que se ha sustituido la fibra óptica por el aire. El emisor óptico produce un haz estrecho que se detecta en un sensor que puede estar situado a varios kilómetros en la línea de visión. Las aplicaciones típicas para estos enlaces se encuentran en los Campus de las universidades, donde las carreteras no permiten tender cables o entre los edificios de una compañía en una ciudad en la que resulte excesivamente caro utilizar los cables ofrecidos por la compañía telefónica local.

Las comunicaciones Ópticas al aire libre son una alternativa de gran ancho de banda a los enlaces de fibra óptica o a los cables eléctricos.

Las recientes mejoras en los emisores y detectores ópticos han incrementado el rango y el ancho de banda de los enlaces ópticos al aire libre, al tiempo que se reducen los costos. Se pueden emitir voz o datos sobre enlaces ópticos al aire libre a velocidades de hasta 45 Mb/s. El límite para comunicaciones fiables se encuentra sobre 2 km. Para distancias de más de 2 km, son preferibles los enlaces de microondas.

Las principales secciones de un sistema de comunicaciones ópticas al aire libre se ilustran en la figura 1.4. Estos sistemas suelen emplearse para transmisión digital de alta velocidad en banda base, para distancias cercanas se utilizan diodos emisores de luz, y para distancias grandes se utiliza el láser.



Figura 1.4. Principales Secciones De Un Enlace Óptico Al Aire Libre.

1.2.5. Señales Radioeléctricas.

Este medio se basa en la transmisión via ondas de radio u otros medios inalámbricos, haciendo uso de los diversos equipos necesarios para la adecuada transmisión de la información.

En la transmisión radioeléctrica se hace uso del aire como medio de transmisión, aprovechando el fenómeno electromagnético de las antenas tanto receptoras como transmisoras. Algunos ejemplos de lo anterior serían las comunicaciones via microondas, via rayos laser, hasta llegar a la transmisión via satélite.

1.2.5.1. Enlaces De Radio Y Microondas.

Los primeros sistemas de microondas se empleaban para transmitir señales de televisión y como base para enlaces telefónicos con técnicas de multiplexación, pero actualmente se emplean extensamente para transmitir canales de datos. El uso de los enlaces de microondas terrestres presenta algunas ventajas sobre los enlaces de microondas basados en satélites, entre éstas se incluyen funcionamiento continuo, facilidad de mantenimiento y menor tiempo de propagación.

Los sistemas celulares de radio estan ahora disponibles en muchas areas Permiten la transmisi3n de informacion digital desde terminales portatiles o desde terminales situados en vehiculos moviles hacia cualquier otro punto del sistema telef3nico p3blico

Los sistemas de radiotelemetria que funcionan en VHF o UHF se emplean para transferir rafagas de datos desde puntos remotos de medida hacia un centro de proceso unico

Los enlaces de microondas se usan extensamente como enlaces telef3nicos alli donde los cables coaxiales o de fibra 3ptica no son pr3cticos Se necesita una linea de vision directa para transmitir en la banda de SHF, de modo que es necesario disponer de las antenas de microondas en torres elevadas para asegurar un camino directo con la intervencion del minimo de repetidores

En la actualidad se utilizan transmisiones digitales en todas las transmisiones de datos y en la mayor parte de las transmisiones de voz Un enlace de microondas a 140 Mbps puede proporcionar hasta 1920 canales de voz o bien varias comunicaciones de canales de 2 Mbps

Actualmente se emplean sistemas de modulacion muy eficientes, como los basados en codificaci3n para permitir duplicar la velocidad de transmision hasta 280 Mbps

1.2.5.2. Enlaces Via Sat3lite.

El desarrollo de estaciones terrenas peque1as y baratas, junto con una nueva generacion de satelites, ha dado lugar a un gran n3mero de redes de datos de larga distancia basados en las facilidades via satelite Las organizaciones dedicadas a suministrar servicios de telecomunicaciones en EU, como AT&T Ofrecen en la actualidad la posibilidad de servicios interactivos via satelite que permiten a los usuarios comunicarse con un servidor central Las redes de datos de la AT&T permiten que unas 50 estaciones terrenas conocidas como VSAT (Very Small Aperture Terminals, terminales de apertura muy peque1a), que utilizan antenas de menos de 1.5 metros de diametro, se comuniquen con una estacion central o maestra (dotada de una antena mucho mayor) en la que se situa el servidor central La estacion maestra envia paquetes de datos que transmite a 56 Kbps , mientras que los terminales VSAT transmiten a velocidades mediasipicas de 2.4 Mbps

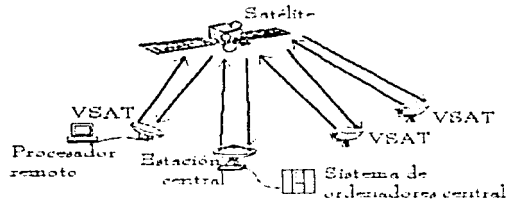


Figura 1.5. La Red De Datos De La AT&T.

1.3. TOPOLOGÍA Y PROTOCOLOS.

1.3.1. Definición De Protocolo.

Para Protocolo, simplemente se adoptara la definición por extension se da a este término, es decir, la aceptación de Regla, o bien es un convenio sobre el significado del formato y la duración relativa de la información que se intercambia entre dos dispositivos de comunicacion aplicada a las comunicaciones (El protocolo de comunicacion se refiere a la manera como los datos viajan de una estacion a otra.)

Los protocolos en una red, estan intimamente ligados a la arquitectura del sistema y a los servicios o funciones que se están proporcionando.

1.3.2. Tipos De Topologías (Físicas Y Lógicas).

En REDES LOCALES, prácticamente existen tres tipos basicos de Topologías, a saber:

- Estrella.
- Bus.
- Anillo.

Se pueden sumar a estos tipos basicos la topologia alternativas

- Arbol.
- Interconexión total.
- Anillo modificada.
- Bucle.

Cada topologia tiene sus ventajas y desventajas, que pueden evaluarse en función de:

- a) Capacidad de respuesta
- b) Distancia máxima obtenida
- c) Máximo número de estaciones
- d) Vulnerabilidad a fallos de los enlaces o estaciones
- e) Retraso en los mensajes
- f) Costo.

Para el estudio de la Topología se deben de considerar dos tipos.

- Física
- Lógica

La Topología Física es determinada por la disposición de los elementos conectados a la RED. La Topología Lógica la determina el Protocolo de Comunicación operando en la RED, no importando la disposición física de los elementos, en otros términos, se puede implementar un anillo lógico en un bus físico.

En el mercado actual existen una gran variedad de Topologías Físicas. Para entender como funcionan todas estas, es importante conocer la función lógica y física, de los tipos básicos antes mencionados, sobre todo su Protocolo de Comunicación.

1.3.3. Topología De Estrella.

En este tipo de conexión, el elemento central es el SERVER CON SUS PERIFERICOS, este se mantiene preguntando constantemente a cada estación de trabajo mediante comunicación exclusiva y por turno, si desea transmitir información, de ser afirmativo, la atiende y al terminar, prosigue con otra su interrogatoria permanente.

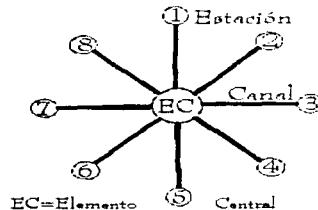


Figura 1.6. Red En Estrella.

Para este caso de preguntas-respuesta-pregunta a la siguiente etc., se le conoce a la regla de comunicación como Protocolo POLLING (poleo), empleada en las "minis".

En el despertar de las REDES, esta topología fue la que se utilizó primero, pero resultaba una de las más caras.

1.3.4. Topología De Bus.

Esta conexión se considera que es la más sencilla de todas, donde las PC's incluyendo al SERVER, están enlazadas por un solo cable (coaxial o par trenzado), y la información viaja en ambos sentidos, por lo que es necesario prevenir las colisiones.

Por ello el Protocolo apropiado es CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection, Acceso Múltiple Por Detección De Portadora Con Detección De Colisiones).

Con este protocolo la RED transmite y espera a que se le confirme que la información fue recibida correctamente, de otra forma, detecta la posible colisión, espera un tiempo a que el canal este desocupado y la información se transmite nuevamente.

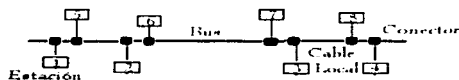


Figura 1.7. Topología De Bus.

1.3.5. Topología De Anillo.

En esta conexión la información viaja ordenadamente en un solo sentido a través de un solo cable, describiendo un ángulo de 360° en cuyo anillo imaginario, están conectadas en serie las estaciones de trabajo y el SERVER.

Una señal llamada TOKEN (Receptáculo, a modo de estafeta), va circulando por la RED y pasando por cada estación, si la primera resultó ser la solicitante, previa identificación entrega la información, de lo contrario la deposita en "sobre cerrado" para que esta a su vez así la envíe a la siguiente, llevando consigna de estrategia hasta identificar a la solicitante.

Cada estación de paso, cuando mas, colecta información adicional enviandola a la siguiente y así se la pasa la señal cerrando ciclos "circulares", por ello el protocolo apropiado para este caso se conoce como TOKEN PASSING

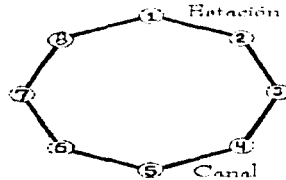


Figura 1.8. Topología En Anillo.

1.3.6. Topología De Arbol.

Esta conexión como se dijo anteriormente, es combinada y es una opción mas para implementar REDES, según las necesidades del usuario.

Normalmente trabaja con el Protocolo TOKEN PASSING, tarjeta ARCNET y repetidores tanto PASIVOS como ACTIVOS

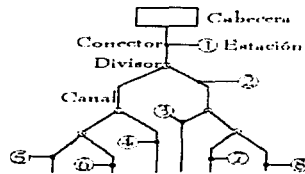


Figura 1.9. Topología De Arbol.

Las topología mencionadas a continuación son derivadas de las antes vistas por lo consiguiente se menciona una referencia sencilla de ellas

1.3.7. Topología De Interconexión Total.

Esta dispone de una multitud de rutas para interconectar los dispositivos, es la mas utilizada para transmisiones de datos a larga distancia entre nodos que actúan como conmutadores de mensajes o paquetes.

La capacidad de respuesta de la red depende del medio de transmisión empleado y de la capacidad de los nodos. La distancia cubierta puede extenderse indefinidamente y el número de estaciones puede incrementarse hasta los límites impuestos por la capacidad de respuesta y por la capacidad de direccionamiento de las cabeceras de los mensajes

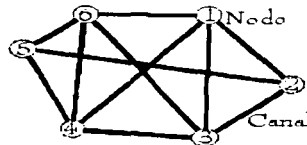


Figura 1.10. Topología En Interconexión Total.

1.3.8. Topología De Anillo Modificado.

Las topologías en anillo modificadas se emplean en las redes de área local más recientes, como la IEEE 802.5 y la FDDI. Para simplificar la expansión de la red y permitir el uso de interfaces menos complejas en las estaciones. La capacidad máxima, distancia máxima, máximo número de terminales, vulnerabilidad y retraso en los mensajes es la misma que en el caso de sistemas en anillo convencionales, pero la facilidad de expansión es mayor si los elementos de control disponen de conexiones libres. Se necesita menos cable que en el caso de la topología en estrella y el costo es menor que en un anillo convencional

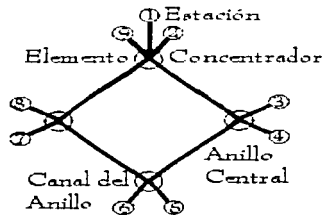


Figura 1.11. Topología De Anillo Modificado.

1.3.9. Topología de Bucle.

Una red en bucle es una red en anillo en la que la estación maestra controla la transmisión

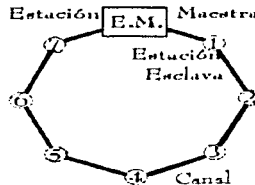


Figura 1.12. Topología En Bucle.

1.4. COMPONENTES DE UNA RED LOCAL.

1.4.1. El Servidor.

La computadora central o servidor es la computadora más poderosa de la red. Ahí se comparte información, recursos y el proceso de algunos archivos. Este puede ser DEDICADO o NO DEDICADO.

- Cuando el SERVER ES DEDICADO, exclusivamente administra los recursos de la RED.
- Cuando el SERVER NO ES DEDICADO, además de administrar los recursos de la RED, funciona como Estación de Trabajo (No es muy recomendable).

La PC que sea posible definir como SERVER, esta en función de los requerimientos del caso, por lo que la tarjeta debe ser específica para esa RED y el sistema operativo, el adecuado.

1.4.2. Estaciones De Trabajo.

Están representadas por cada una de las microcomputadoras conectadas en RED, por las cuales tiene acceso la información y ayudan al procesamiento de la misma.

En la RED, tanto Servidores como Estaciones de Trabajo, puedan ser PC's XT o PC's AT's, equipos 386, 486, los modelos PS/2 de IBM, y podemos incluir microcomputadoras no compatibles como es el caso de Macintosh.

En la actualidad se fabrica Hardware para REDES LOCALES como es el caso de los Servidores y Estaciones de Trabajo de fábrica. En el Mercado Nacional podemos encontrar fabricantes como Micron, Acer, Digital Data, etc., que ofrecen productos de estas características.

1.4.3. Tarjeta De Interface.

Permite empaquetar la información y transmitir a cierta velocidad de acuerdo con características determinadas de envío, va instalada dentro de cada micro, y según su especificación cada tarjeta determina, la forma de conexión (Topología) de cada RED. Existen tres tipos de tarjetas que denominan el mercado a nivel internacional

1.4.3.1. Arcnet.

Arcnet (Attached Resource Computer Network) - Que tiene una relación costo-beneficio favorable, con un sistema de cableado sencillo y de amplio rango. La red Arcnet utiliza el protocolo de acceso Token Passing y la topología de anillo, con cableado en forma de estrella

El paquete de información llamado testigo (token) circula de estación en estación. Cuando una de las estaciones desea establecer comunicación, espera a que dicho testigo circule por ella y lo retiene. Este tiempo de espera depende del número de estaciones conectadas a la red y de las que desean transmitir en ese momento, pero está limitado, ya que esa estación emisora solo puede disponer del testigo mediante un intervalo de tiempo establecido. De esta forma si pasa de este periodo y desea seguir transmitiendo debe esperar a que el testigo haga el recorrido completo por la red y le vuelva a corresponder su turno. La estación poseedora del paquete toma el control de la red y puede establecer comunicación con cualquier otra estación conectada a la red.

Después de esta explicación es posible afirmar que se trata de un anillo modificado, ya que en verdad recorre los nodos en forma de anillo por ser un ciclo de atención a cada uno ellos. Pero esto lo hará no en la posición física en que se encuentran, sino en el orden lógico que se le da a cada uno. Por tal razón, cada tarjeta lleva un número asignado de nodo, el cual tiene que ser distinto a cualquier otro en la red. Este número de nodo (node address) se direcciona físicamente a cada tarjeta.

Cada mensaje incluye una identificación del nodo fuente y del nodo destino y solo el destino puede leer el mensaje completo. En este tipo de red no es necesario que cada estación regenere el mensaje antes de transmitirlo al siguiente. Todas las estaciones tienen la capacidad de indicar inmediatamente si pueden o no aceptar el mensaje y además, reconocen cuando ya se recibió.

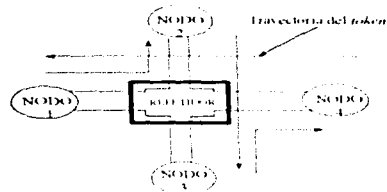


Figura 1.12. Trayectoria Que Sigue El Token En Una Red Arcnet.

Este tipo de red Arcnet existe tanto en cableado coaxial como en cableado telefónico, siendo el primero el más utilizado.

Físicamente sería conflictivo tender una red de este tipo ya que se tendría que cerrar ese anillo y agregar o eliminar un nodo sería muy complicado. En la actualidad, este tipo de red se maneja por centros de alambreado o repetidores (Hubs), los que se encargan de hacer el anillo.

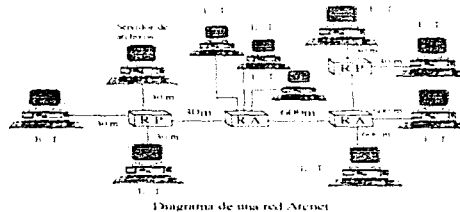


Diagrama de una red Arcnet

Figura 1.13. Diagrama De Una Red Arcnet.

1.4.3.1.1. Nivel Físico.

Arcnet es una red que corre en banda base a 2.5 Mbps. La distancia máxima que puede tener un repetidor activo a otro activo, o a otro nodo, es de 600 m. La distancia máxima de un repetidor pasivo a un nodo o repetidor activo es de 15 m. La máxima distancia que puede alcanzar este tipo de red a través de repetidores es de 6000m. Pero un tramo de 6 km puede tener hasta un máximo de diez nodo en serie.

Este tipo de redes se recomienda ampliamente cuando el trabajo o el procesamiento en la misma no es muy fuerte.

1.4.3.2. Ethernet.

La de mayor tradición, resulta ideal para conexiones Minicomputadoras - PC's. Por ejemplo: Digital-Vax , HP-3000, NCR-TOWER

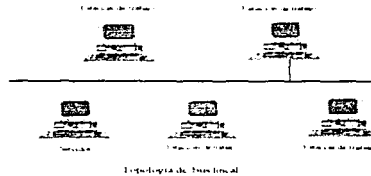


Figura 1.14. Topología De Bus Lineal.

Ethernet es un ambiente de comunicación entre microcomputadoras más utilizado en la actualidad. Este tipo de red cumple con la norma IEEE 802.3, y probablemente el que más industrias abarca en su instalación como son empresas de iniciativa privada, fábricas, sector educacional, sector gobierno y científico. En este tipo de red cada estación se encuentra conectada bajo un mismo bus de datos, es decir las computadoras se conectan a la misma línea de comunicación (cableado), y por esta transmiten los paquetes de información hacia el servidor y/o los otros nodos. Todas las estaciones libres monitorizan continuamente los datos que van llegando y aceptan aquellos paquetes que les van dirigidos y cuya suma de comprobación es válida. Siempre que una estación recibe un nuevo paquete, envía una confirmación a la fuente. Si una estación emisora no recibe confirmación en un intervalo de tiempo especificado, retransmite el paquete bajo el supuesto de que el paquete anterior sufrió interferencias por ruido o por transmisión desde otra fuente en ese instante, esta última situación se denomina colisión. Ethernet emplea el mismo concepto básico con cable coaxial distribuido por un edificio o Campus.

1.4.3.2.1. Nivel Físico.

La velocidad de transmisión de Ethernet en cable coaxial es de 10 Mbps. En banda base. Este tipo de redes utiliza una topología de bus lineal con un protocolo de acceso CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection / auscultación de portadora y acceso múltiple con detección de colisión).

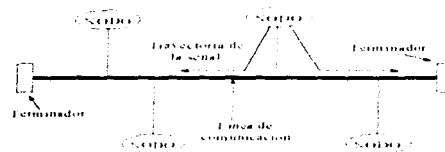


Figura 1.15. Topología Ethernet.

Cada estación se encuentra monitoreando constantemente la línea de comunicación con el objeto de transmitir o recibir sus mensajes. Si la línea presenta tráfico en el momento que una estación quiere transmitir, la estación espera un periodo muy corto (milisegundos) para continuar monitoreando la red.

Si la línea está libre, la estación transmisora envía su mensaje a ambas direcciones por toda la red. Cada mensaje incluye una identificación del nodo transmisor hacia el receptor y solamente el nodo receptor puede leer el mensaje completo.

Cuando dos estaciones transmiten sus mensajes simultáneamente, una colisión ocurre y es necesaria una retransmisión. Ya que el nodo aún está monitoreando, sabe que ha ocurrido una colisión, es decir, es capaz de detectar la colisión, e intentará de nuevo la transmisión del mensaje. Una vez que la estación empieza a transmitir se puede asegurar que no habrá colisiones si no se ha detectado ninguna durante un tiempo de propagación de giro de 46.4 μseg . Como un tiempo de bit son 0.1 μseg . A 10 Mbps la decisión sobre si ha habido colisión se efectúa durante 464 tiempos de bit. La longitud máxima de una trama es de $12\,144$ bits, de modo que si hay colisión se detectará al principio de la trama y se ahorra casi todo el tiempo de transmisión. Siempre que se produce una colisión, todas las estaciones implicadas la detectan y esperan cantidades de tiempo aleatorias antes de intentar retransmitir. Al esperar cantidades de tiempo aleatorias antes de retransmitir, la probabilidad de que se repitan colisiones es reducida. En condiciones de fuerte tráfico, el retardo masivo de transmisión empieza a incrementarse después de 10 intentos frustrados. Después de 16 colisiones ya no se intenta retransmitir ese mensaje, y el tranceptor comunica el error a la estación. En general el protocolo incluye las reglas que determinan cuánto tiempo tendrán que esperar los nodos o estaciones para realizar sus envíos nuevamente.

1.4.3.2.2. Configuración Del Sistema.

Ethernet se puede utilizar con distintas opciones de cableado como es el cable coaxial grueso (R6-11/300 mts. entre servidores), coaxial delgado (R6-58/600 mts. entre terminales), cable UTP (Unshield Twisted Pair, cable de par torcidos sin blindar, 100 mts. entre terminales), fibra óptica (1 km entre terminales) e inalámbrico.

Cuando se utiliza cable telefónico UTP o fibra óptica, el concepto de bus lineal se altera ya que no es precisamente un bus lineal sino es tipo estrella.

Se parece físicamente a las redes Arnet o Token Ring, ya que los nodos se conectan a través de un centro de cableado o concentradores y estos podrían o no enlazarse a un bus de cable coaxial o de fibra óptica. Lo que realmente está sucediendo es que estos concentradores Ethernet de cable UTP internamente con su electrónica, llevan ese bus lineal para la conexión de los nodos.

Esta forma de conexión con cableado UTP día a día se introduce en el grueso de las instalaciones ya que presenta una instalación más fácil, un monitoreo y administración de la red, así como el bajo costo del cableado y un crecimiento de la red mucho más sencillo.

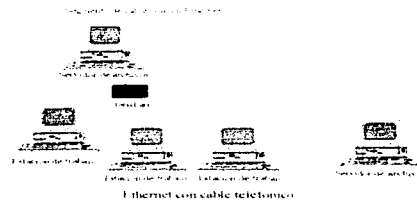


Figura 1.16 Cableado Para Una Ethernet.

Además del sistema de cable único ilustrado en la figura 1.16, son posibles configuraciones de Ethernet donde se interconectan varios segmentos multiaccesibles (probablemente uno en cada edificio que se conecte) con cables punto a punto y repetidores. En la figura 1.17 mostramos una configuración típica de un sistema multisegmento.

Longitudes máximas

- 1500 metros de cable multiaccesible
- 1000 metros adicionales de cable punto a punto entre segmento de cable
- 300 metros adicionales en seis cables de transepor.
- 50 metro en cable de un unico transepor

2- Numero máximo de estaciones: 1024

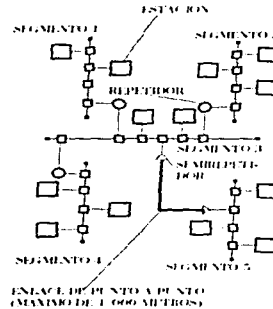


Figura 1.17. Típica Configuración Ethernet A Gran Escala.

1.4.3.3. Token Ring.

Muy costosa, pero con el respaldo técnico y promocional del IBM, esta tarjeta puede conectar toda la línea de equipos IBM o compatibles, desde una PC hasta un 309X ó 93XX en una sola RED de este tipo.

Sería importante recalcar que empresas mexicanas, como el caso de Digital Data y Micron, producen con tecnología propia tarjetas bajo estos tres estándares.

El paso de testigo (Token Ring) es otra forma muy extendida de configurar sistemas de igual a igual con o sin prioridad. Algunos sistemas con paso de testigo están configurados con topologías en bus, mientras que otros emplean topologías en anillo.

Longitudes máximas

- 1500 metros de cable multiaccesible.
 - 1000 metros adicionales de cable punto a punto entre segmento de cable
 - 300 metros adicionales en seis cables de transepor.
 - 50 metro en cable de un único transepor.
- 2.- Numero máximo de estaciones: 1024

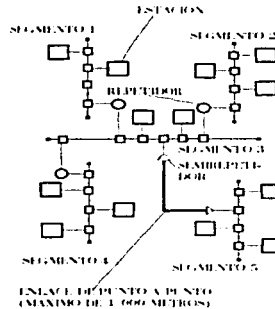


Figura 1.17. Típica Configuración Ethernet A Gran Escala.

1.4.3.3. Token Ring.

Muy costosa, pero con el respaldo técnico y promocional del IBM, esta tarjeta puede conectar toda la línea de equipos IBM o compatibles, desde una PC hasta un 309X ó 93XX en una sola RED de este tipo.

Sería importante recalcar que empresas mexicanas, como el caso de Digital Data y Micron, producen con tecnología propia tarjetas bajo estos tres estándares.

El paso de testigo (Token Ring) es otra forma muy extendida de configurar sistemas de igual a igual con o sin prioridad. Algunos sistemas con paso de testigo están configurados con topologías en bus, mientras que otros emplean topologías en anillo.

1.4.3.3.1. Nivel Físico.

Como el acceso a una red CSMA involucra una cierta contienda entre estaciones que intentan enviar un mensaje al mismo tiempo, hay que analizar y controlar la conducta de la red de modo estadístico. Las redes con paso de token o testigo, por el contrario proporcionan un procedimiento de acceso diferente, el acceso se concede a la estación que tiene el testigo, es decir, en un momento dado solo hay una estación que tiene la oportunidad de ocupar el canal, y es aquella que tiene el testigo. El testigo pasa de una estación inactiva a otra, hasta que lo recibe una estación con un mensaje pendiente. Después de enviar el mensaje, pasa el testigo a la otra estación. El tiempo de espera depende del número de estaciones conectadas a la red y de las que desean transmitir en ese momento, pero está limitado, ya que la estación emisora solo puede disponer del testigo durante un determinado tiempo. De esa forma si pasa este periodo y desea seguir transmitiendo debe esperar a que el testigo haga el recorrido completo por la red y le vuelva a corresponder su turno. En esencia, una red con paso de testigo es una red con sondeo distribuido.

Token Ring (paso de testigo) En la figura 1.18 aparece una topología en anillo, las estaciones están conectadas a un anillo concéntrico mediante una unidad de interfase con el anillo (RIU - Ring interface unit). Cada RIU es responsable de monitorizar todos los datos que pasen por ella. Además de regenerar la transmisión y entregarla a la siguiente estación. Si la dirección que aparece en la cabecera de la transmisión indica que los datos están destinados a su estación, la unidad de interfase copiará los datos y se los entregará a la máquina destino conectada a ella.

Si el anillo está libre (es decir, si ningún usuario está haciendo uso del mismo), irá circulando por el anillo un testigo "libre", de un nodo a otro, el testigo es el que controla el uso del anillo, indicando si está ocupado o no. Un testigo ocupado indica que alguna estación ha hecho del control del canal y está transmitiendo datos. Por el contrario, un testigo libre señala que el anillo está desocupado, y cualquier estación queda autorizada a transmitir en el momento en que lo reciba.

Durante el periodo en que alguna estación posee el testigo, adquiere el control absoluto del anillo. Una vez capturado el testigo, la estación transmisora (La D en la figura 1.19) insertará datos detrás del testigo y enviará esta corriente de datos por el anillo. A medida que vayan monitorizando los datos, cada una de las RIU regenera la señal, examina la dirección situada en la cabecera de los datos y los transfiere a la siguiente estación. En algún momento los datos volverán a llegar a la estación que los transmitió. En ese momento, esta estación deberá transformar el testigo ocupado en uno libre, y lo entregará a la siguiente estación.

De esta manera se evita que una estación monopolice el uso del anillo. Si el testigo vuelve a recorrer todo el anillo sin que nadie lo aproveche, la estación podrá capturarlo de nuevo y seguir transmitiendo datos. La velocidad de transmisión es de 4 Mbps, esta no es la velocidad efectiva ya que se necesita que el testigo pase por todas las estaciones.

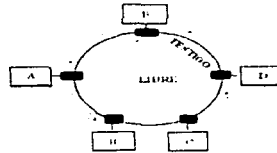


Figura 1.18. El Testigo Libre Circula Por El Anillo (Token Ring).

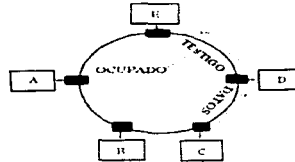


Figura 1.19. D Obtiene El Control Del Anillo (Token Ring).

1.4.3.3.2. Configuración Del Sistema.

Aunque el tipo de topología física es un anillo, las técnicas actuales han simplificado enormemente la forma de conectar las estaciones, utilizando unas unidades de interconexión llamadas MAU, que simplemente actúan como puentes, aunque el aspecto físico cuando se instalan las MAU's es el de una estrella, gracias a los puentes de su interior sigue siendo un anillo, interconectando MAU's entre si, se puede hacer crecer el anillo para interconectar un gran numero de estaciones. Aunque solo se permiten conectar 3 MAU's en el anillo, pero con un repetidor podemos conectar mas MAU's

Los cable mas utilizados en este tipo de conexión es el UTP y fibra óptica

Existe una variación de esta conexión que es el doble anillo (FDDI) de fibra óptica, que en la actualidad se esta supliendo con par trenzado en esta se soporta la siguiente estructura:

Tiene una velocidad de 100 Mbps, soporta hasta 2 km de fibra óptica sin repetidores entre estaciones, una circunferencia total de fibra de 200 km y un número máximo de 1000 estaciones, es bidireccional y esta nos da la ventaja de que si falla un nodo de cualquier anillo esta se suplirá por el otro para su funcionamiento constante.

1.4.4. Canal De Comunicación.

El canal de comunicaciones lo explicamos un poco en la sección anterior, en especial con más detalle para la red Ethernet, esto por su empleo amplio, ahora en general diremos que el canal de comunicación es un cable dedicado a las comunicaciones, mismo que puede ser

- a) De tipo telefónico
- b) De par rosado (Twisted Pair)
- c) Coaxial
 - Broadband -----> Lento, varios canales
 - Baseband -----> Rápido, un canal
- d) Fibra óptica -----> Más rápido y varios canales

Este canal de comunicación determina la velocidad máxima de transferencia de información que va desde 2.5 Mbps, hasta 100 mbps, dependiendo del tipo de cable que se utiliza.

Actualmente se están desarrollando nuevas tecnologías para que el medio de comunicación sea inalámbrico.

A partir de 1990 NCR comercializa una RED de este tipo y en 1991 se empezaron a comercializar en Estados Unidos, REDES LOCALES con enlaces de Microondas, dedicados específicamente a la RED.

1.4.5. Repetidores.

En algunos casos por la distancia entre unidades de la RED, son necesarios para reforzar la señal, sin importar la Topología, pueden ser tarjetas internas o cajas externas. Se dividen en activos (Los activos llevan toda una electrónica que direcciona la información y la amplifica) y pasivos (Los pasivos constituyen bifurcadores de la señal hacia cada nodo conectado). Los repetidores activos pueden estar conectados entre sí o directamente a un nodo o a un repetidor pasivo. Sin embargo, los repetidores pasivos solo se podrán conectar a partir de un solo activo y de nodos.

1.4.6. Sistema De Cableado

La forma de conexión entre los equipos (TOPOLOGÍA), está en función de la tarjeta que se haya seleccionado.

1.4.7. Sistema Operativo De RED.

Es quien rige y administra los recursos (archivos, periféricos, usuarios, etc) y lleva todo el control de seguridad de estos. Que entre otros, por su penetración en el Mercado Internacional, pueden ser:

- NETWARE de Novell. En diferentes versiones
- LAN MANAGER de Microsoft
- Todos los NETBIOS compatibles
- IBM PC NET tambien conocido como IBM PC/LAN.
- VINES
- NETWORK- DOS
- UNIX
- OS/2
- TAPESTRY.

En Software, además del sistema operativo normal de los equipos (regularmente el MS-DOS), es necesario que se cuente con un sistema operativo para RED que lo auxilie o lo sustituya en el trabajo de compartir recursos.

Este sistema operativo permitira explotar ampliamente los recursos del SERVIDOR.

1.4.8. Software De Aplicaciones.

Son componentes de una RED. Por la existencia en versiones para RED, mencionaremos entre otros:

- OPEN ACCESS III, FRAMEWORK III -----> Paquetes integrados
- DBASE-IV, DBASE III -, DB - XI.
- PARADOX, RELEVATION
- DATAFLEX, ORACLE -----> Manejadores de base de datos
- LOTUS 1-2-3-, EXCEL -----> Hojas de calculo
- WORD, WORD PERFECT -----> Procesadores de textos
- OFFICE WORKS, EL COORDINADOR -----> Automatización oficinas, correo electrónico.
- WINDOWS 3.0 Y SUS APLICACIONES

1.5. COMPONENTES DE UNA RED DE AREA AMPLIA.

Conforme las redes locales (LAN's, Local Area Networks) van creciendo en tamaño y complejidad, y conforme las instituciones van confiando en estas redes labores cada día mas criticas, surge la necesidad de comunicarse entre si, en una misma ciudad, o en ciudades distantes. Así se forma lo que comúnmente se denomina redes de área amplia (WAN's, Wide Area Networks).

En sentido estricto, una red de area amplia es una red de redes, en la que se conectan varias redes locales mediante dispositivos que permiten su conectividad local o remota, a pesar de que tengan diferente topologia. Estos dispositivos pueden usar o no lineas telefonicas o servicios publicos de transmision de datos.

1.5.1. Cajas Negras.

Los puentes, ruteadores, brouters y gateways son las cajas negras que nos permiten utilizar diferentes topologias y protocolos dentro de un solo sistema heterogeneo. Cada uno de estos elementos tienen ventajas y desventajas, asi como aplicaciones especificas.

1.5.1.1. Puentes.

Tienen usos definidos. Primero, pueden interconectar segmentos de red a traves de medios fisicos diferentes, por ejemplo puentes entre cable coaxial y de fibra optica. Ademas pueden aceptar diferentes protocolos de bajo nivel (capa de enlace de datos y fisica del modelo OSI Open System Interconnection). Asi, en las circunstancias adecuadas, se pueden usar puentes para conectar segmentos similares, como son dos Ethernet, o mezclar segmentos diferentes, como es uno Token Ring y uno Ethernet.

Tambien presentan transparencia de protocolos de alto nivel. Pueden mover trafico entre dos segmentos sobre un tercero, a la mitad, que no puede entender los datos que pasan a traves de el. En lo que respecta al puente, el segmento intermedio existe solo con fines de enrutamiento.

Permite que se comuniquen los dispositivos y los segmentos que usan el mismo protocolo de alto nivel (por ejemplo TCP/IP o IPX), sin importar cual sea el protocolo de bajo nivel o el estandar de capa fisica que esten corriendo.

Los puentes son inteligentes. Aprenden las direcciones de destino del trafico que pasa por ellos y lo dirigen a su destino. Esto explica su importancia en la division de red, cuando un segmento fisico de red tiene trafico en exceso y su rendimiento esta comenzando a degradarse, se le puede dividir en dos segmentos fisicos con un puente. Este dirige el trafico a su destino final y limita el que no debe pasar por un determinado segmento. Los puentes usan un proceso de aprendizaje, filtrado y envio para mantener el trafico dentro del segmento fisico al que pertenece.

Debido a que los puentes aprenden direcciones, examinan paquetes y toman decisiones de envio, con frecuencia, su funcionamiento se degrada conforme el trafico aumenta. De hecho, esta posibilidad debe considerarse si se planea la utilizacion de puentes. Sin embargo, en general, en ambientes de protocolo mixto, los puentes son cajas negras muy utiles.

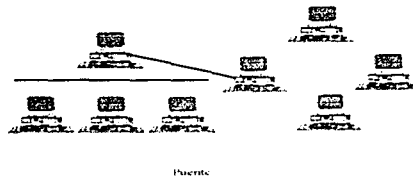


Figura 1.20. Disposición De Un Puente Dentro De Una Red.

1.5.1.2. Ruteador.

El siguiente tipo de caja negra es el ruteador que, en algunos aspectos, es más inteligente que el puente. Los ruteadores no tienen la misma capacidad de aprendizaje que los puentes, pero pueden tomar decisiones de enrutamiento que determinen la trayectoria más eficiente de datos entre dos segmentos de red.

A los ruteadores no les interesa saber que topologías o que protocolos de nivel de acceso se utilizan en los segmentos de red. Puesto que operan en la capa superior del modelo OSI a la de los puentes, la capa de red no está limitada por protocolos de acceso o medio de comunicación. A diferencia de los puentes, no consideran una red heterogénea de un extremo a otro.

Los puentes saben cuál es el destino final de la red, los ruteadores solo saben donde se encuentra el siguiente ruteador.

Los puentes toman la decisión de seguir hacia adelante o de eliminar datos en cada paquete dependiendo de si éste está destinado a una dirección al otro lado del puente o no. Los ruteadores eligen el mejor camino para que el paquete llegue a su destino, esto antes de revisar una tabla de enrutamiento. Lo único que consideran son los paquetes dirigidos a ellos por el ruteador anterior o por la estación final de la red, mientras que los puentes deben examinar todos los paquetes que pasan por la red.

La mayoría de las grandes redes de área amplia pueden darle un excelente uso a los ruteadores. Sin embargo, los ruteadores prefieren el mismo protocolo de alto nivel en todos los segmentos de red que conectan. Con frecuencia, eso no es posible en la red que creció sin planeación alguna. Si se conectan redes en un ambiente de protocolos múltiples, tal vez convenga utilizar puentes. Lo mismo aplica cuando se desea dividir una red existente en segmentos para controlar las cargas de tráfico.

Si se conectan redes de area amplia controlando la conexión (es decir, no se usa una red publica de datos o una telefonica que requiera gateway), se encontrara que los ruteadores pueden ayudar a controlar el flujo de trafico. A menudo es necesario optar por una combinacion de puentes y ruteadores para resolver las cuestiones de enrutamiento y protocolos multiples.

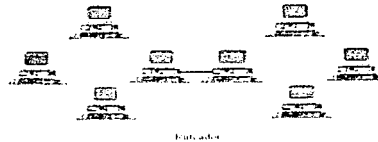


Figura 1.21. Disposición De Un Ruteador Dentro De Una Red.

1.5.1.3. Brouters.

Existe una combinacion de puente ruteador, los puentes ruteadores (Brouters) que son una especie de hibrido de ambos. Con frecuencia denominados incorrectamente ruteadores de protocolo multiple, los puentes ruteadores ofrecen muchas de las ventajas, tanto de los puentes como de los ruteadores para redes muy complejas. Los ruteadores verdaderos de protocolo multiple no contienen las ventajas de puenteo de los puentes ruteadores, sencillamente permiten que los ruteadores hagan su trabajo con mas de un protocolo. En realidad los puentes ruteadores toman la decision de si un paquete utiliza un protocolo que pueda ser enrutable. Asi, enrutan aquellos que puede y puentean el resto. Estos dispositivos son complicados, costosos y dificiles de instalar, pero en caso de redes heterogeneas muy complejas, con frecuencia ofrecen la mejor solucion de interconexion.

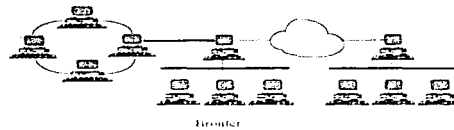


Figura 1.22. Disposición De Un Brouter Dentro De Una Red.

1.5.1.4. Gateways.

Interconexión con mainframes. Los gateways operan en las tres capas superiores del modelo OSI (sesión, presentación y aplicación). Ofrecen el mejor método para conectar segmentos de red y redes a mainframes. Se selecciona un gateway cuando se tiene que interconectar sistemas que se construyeron totalmente con base en diferentes arquitecturas de comunicación. Por ejemplo, se utilizaría un gateway para interconectar un TCP/IP a un mainframe SNA (System Network Architecture, arquitectura de sistemas de redes). Las dos arquitecturas no tiene nada en común, por lo que el gateway debe traducir todos los datos que pasan entre los dos sistemas.

Un uso frecuente para los gateways es conectar un sistema remoto como una red publica de datos con conmutación de paquetes X 25 (método eficiente de empaquetar datos y enviarlos remotamente). El segmento X 25 cuenta con un protocolo que enruta los paquetes de datos entre dos puntos terminales en la red sin importar que protocolos pasan por ellos.

En cada extremo de la red, el gateway ofrece la conversión del protocolo de ellos y a los segmentos de red conectados en el otro lado. Los gateways no proporcionan enrutamiento de paquetes dentro de los segmentos de red, simplemente entregan sus paquetes de datos de tal forma que los segmentos pueden leerlos. Cuando reciben paquetes del segmento, los traducen y enrutan al gateway en el otro extremo, donde los paquetes vuelven a traducirse y entregarse al segmento de red en el extremo opuesto.



Figura 1.23. Esquema De Conexión De Un Gateway.

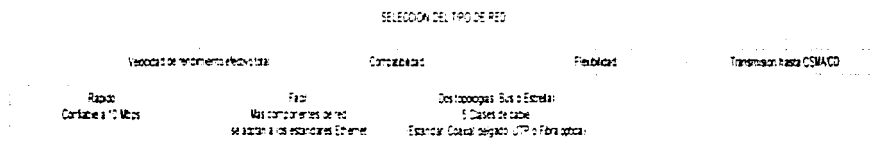
1.5.1.5. Conmutador (Switch).

El Switch es utilizado principalmente para que una red tenga fluidez en el tráfico de datos, aumenta el rendimiento efectivo total de toda la red, el bridge puede resolver el problema, pero como todo esta visto para futuras conexiones, además el Switch es adaptable sirve para que la red pueda estar lista para pasar de un Ethernet estándar a 10 Mbps a una red de alta velocidad Ethernet a 100 Mbps.

1.6. ESTRUCTURA FÍSICA DE LA RED DE CÓMPUTO.

1.6.1. Selección Del Tipo De Red.

Aspectos claves que llevaron a la selección de una topología Ethernet



1.6.2. Generalidades.

Ethernet es la topología de red más usada, se puede elegir entre topología Bus y Estrella, y cableado coaxial, de par trenzado, o de fibra óptica. Pero, con el equipo se debe encontrar el conector adecuado, basado en Ethernet múltiple, redes de área local, pueden ser enlazadas sin importar la topología y/o el sistema de cableado que usen. De hecho, con el equipo y Software adecuados, hasta Token Ring y redes inalámbricas pueden ser conectadas a Ethernet.

Las dos posibles topología para Ethernet son Bus y Estrella. La topología Bus es la más sencilla y tradicional. Ethernet estándar (10Base 5) y Thin Ethernet (10Base 2), ambas basadas en sistemas de cable coaxial.

En esta red, todas las estaciones de trabajo están conectadas en serie (Un convenio "Bus") con un solo cable. Todas las transmisiones van a todas las estaciones de trabajo conectadas. Cada estación de trabajo selecciona después las transmisiones que recibirá, basada en la información de la dirección contenida en la transmisión.

En una topología Estrella, todas las estaciones de trabajo anexas son canalizadas eléctricamente y directamente a una conexión central, que establece, mantiene y corta conexiones entre ellas, (En el caso de un error). La desventaja es que si la conexión en el panel de no funciona, todo el sistema está comprometido.

El Ethernet de par trenzado (10BASE-T), basado en UTP, como Ethernet de fibra óptica (10BASE-FL), basado en cable de fibra óptica, usa la estrella.

1.6.2.1. Ethernet Estándar (10BASE 5).

- La longitud máxima de un segmento es de 500 mts.
- La longitud máxima de un cable transreceptor es de 50 mts.
- La distancia mínima entre transreceptor es de 2.5 mts.
- No se permiten más de 100 conexiones de transreceptor por segmento.
- Ambos extremos de cada segmento se deben terminar con un resistor de 50 ohms.

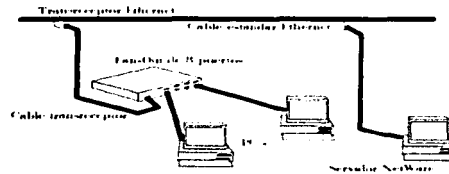


Figura 1.24. Ethernet Estándar 10BASE 5.

1.6.2.2. Ethernet Delgado (10BASE 2).

- La longitud máxima de un segmento es de 185 mts
- La distancia mínima entre conectores T es de 0.5 mts
- No se permiten más de 30 conexiones por segmento
- El primer y último dispositivo de cada segmento deben terminar en un lado por conectores T con un resistor de 50 ohms
- Los conectores T se deben de enclufar directamente en el dispositivo Ethernet, no se permite cable entre la T y el dispositivo.

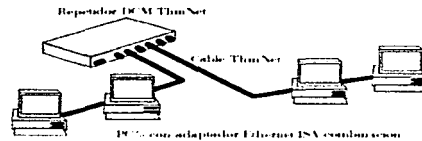


Figura 1.25. Ethernet Delgado (ThinNet) 10BASE 2.

1.6.2.3. Ethernet De Par Trenzado (10BASE-T).

- La longitud máxima de un segmento es de 100 mts
- El cable utilizado es de calibre 22 a 23 AWG de par trenzado no blindado (para mejores resultados utiliza el par trenzado no blindado de categoría 4 o 5)
- Los dispositivos se conectan a un HUB 10 BASE-T en una configuración de estrella.

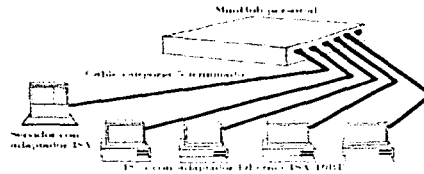


Figura 1.26. Ethernet De Par Trenzado 10BASE-T.

1.6.2.4. Ethernet De Fibra Optica (10BASE-FL).

- Longitud maxima de segmento de 10BASE-FL (nuevo estandar de fibra optica) es de 1.2 Kmts
- Longitud maxima de un segmento fibra optica es de 1 Km
- Cable utilizado de fibra optica multimodo duplex de 50, 62.5 o 100 micras (se recomienda el de 62.5 micras)
- Los conectores utilizados son ST o SMA 905
- Los dispositivos con conectores AUI se deben conectar via un transceptor de fibra

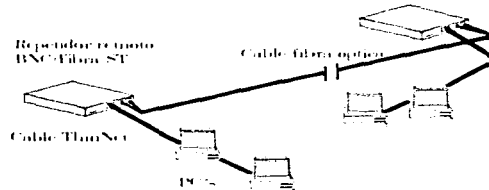


Figura 1.27. Ethernet Fibra Optica 10BASE-FL.

1.6.3. Como Seleccionar El Cable ó Factores A Considerar.

Para la selección del cable necesitamos considerar varios aspectos. Para tomar una decisión debemos incluir todos los atributos que requiere un cable como por ejemplo Blindado o sin blindar, con o sin capucha EMI/RFI en lugar de capucha de plastico, etc.

En la siguiente sección explicamos las cosas basicas que necesitamos considerar para escoger el cable. Claro, que su aplicación determinara cual es el que se debe usar. Estas comparaciones nos ayudaran.

1.6.3.1. Blindado vs. No Blindado.

El medio generalmente determina si los cables deben ser blindados o no blindados. En algunas oficinas tranquilas, establecimientos de compra y centros de trabajo industriales requieren diferentes niveles de blindaje.

El blindaje como el nombre lo indica, es una capa protectora alrededor de los cables contra fugas magnéticas e interferencia. Esta actividad electromagnética (EMI) es conocida como ruido. Las diferentes fuentes de interferencia electromagnética en el centro de trabajo incluyen: motores de elevadores, luces fluorescentes, generadores, compresores de aire acondicionado, fotocopiadoras, etc. Para proteger la información en una área con mucho ruido (EMI alto), escogemos un cable blindado. El protector más básico para cable es una lámina. Un par trenzado de cobre proporciona mayor protección. Para ambientes de oficina tranquilos, usamos cable No-Blindado.

1.6.3.2. Riser vs. Plenum.

El elegir entre un capa Riser o Plenum depende de donde vayamos a poner el cable.

Cable Plenum se utiliza entre pisos en un edificio. Tiene una capa especial que retarda el fuego, como el Teflon FEP. El cable Plenum aprobado por el NEC (Código Nacional de Electricidad), no da humos tóxicos cuando se quema.

Cable Riser tiene la características de retardo para el fuego, lo cual previene que en caso de incendio, este se expanda hacia otros pisos, por lo tanto este cable para múltiples usos se utiliza en ductos verticales, por lo general donde un cable penetra al suelo y al techo. Los cables Riser generalmente tiene un revestimiento de polivinilo de cloruro (PVC).

1.6.3.3. Medida De Diámetro Del Alambre.

Un número de medida pequeño, significa que el alambre es más grueso, distancias de transmisión más largas, y mejor integridad de transmisión.

1.6.3.4. Capuchas De Metal vs. Capuchas Plásticas

Capuchas (el revestimiento protector de los conectores y cubiertas de los pines) son de metal o plástico. Las capuchas de metal ofrecen una protección contra interferencia electromagnética (EMI) y frecuencia de radio (RFI) en los puntos de terminación o la capa conectora.

Generalmente, debemos escoger capuchas de metal cuando usemos cable blindado y capuchas de plástico cuando usemos cable no blindado.

1.6.3.5. Multihilo vs. Conductor Sólido.

Debemos considerar lo siguiente cuando decidamos si necesitamos conductor multihilo o sólido

Cable sólido es para ponerlo entre dos closets, o de las instalaciones de un closet a una placa de pared. El conductor sólido no se debe doblar, flexionar o enroscar repetidamente. La atenuación es más baja en un conductor de cable sólido.

Cable hilado para usar en distancias pequeñas NIC's (tarjetas de interfase de redes) y placas de pared o entre conectores como paneles de parcheo, hubs u otro equipo montado en racks. Conductores de cable multihilo es más flexible que el cable con núcleo sólido. La atenuación es mayor en un conductor multihilo, de tal manera que el tamaño del cable multihilo en nuestro sistema debe mantenerse a un mínimo para reducir las señales de degradación del sistema.

1.6.4. Elijiendo el Sistema de Cableado.

Ethernet de Par Trenzado Estrella (Par trenzado Sin Blindar) 10BASE-T, UTP

- Hay dos versiones de Ethernet sobre par trenzado sin blindar: 10BASE-T y su predecesor UTP.
- Los segmentos 10BASE-T y UTP, pueden coexistir en la misma red, cuando cada conexión es unida a un segmento común, mediante un transceptor, convertidor y sus cables.
- El cable usado es de pares trenzados sin blindar de 22 AWG (cable telefónico estándar), por lo menos dos trenzados por pie. La categoría 5 soporta 100BASE-T (Fast Ethernet).
- Estaciones de trabajo son conectadas a un hub central en una configuración estrella. Los hubs pueden ser unidos a una red de fibra óptica o coaxial, y pueden ser conectados para formar redes grandes.
- Un hub normalmente, también tiene puerto AUI para conexiones Ethernet Estándar.
- La distancia máxima de un segmento (del concentrador al nodo) es de 100m (328 pies).
- El número máximo de dispositivos por segmento es de 2. Un dispositivo es el puerto hub, el otro es el dispositivo 10BASE-T o UTP.
- Las tarjetas de interface de red Ethernet (NIC's) están disponibles con transceptores automáticos 10BASE-T.
- Los dispositivos con puerto AUI pueden ser conectados con un transceptor de par trenzado.
- El cable de par trenzado es el más económico y es el más sencillo de manejar. Pero no es recomendable para instalaciones con demasiada interferencia EMI/RFI (por ejemplo en ambientes industriales).

El cableado de Categoría 5 establece necesidades mínimas para cableado de telecomunicaciones dentro de nuestro edificio, incluyendo el conector de salida de telecomunicaciones. Soporta ambientes multiproducto y multisuministrador.

La categoría 5 se refiere a los niveles de eficiencia y a las características de cables previstas para transmitir voz y los datos hasta 100 Mbps.

Virtualmente todas las aplicaciones pueden ser acomodadas en los sistemas de cableado de categoría 5.

Para nuestro proyecto el cableado y canalización en los planos lo realizamos utilizando la siguiente tabla:

3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
19 mm	25 mm	32 mm	38 mm	52 mm	64 mm	75 mm
4	7	12	16	22	36	50

Tabla 1.1 Cantidad De Cables UTP Nt. Admisibles En Tubería Conduit Galvanizada Pared Gruesa, Tipo Comercial, Con Ocupación Del 50% De La Tubería.

1.6.5. Selección Del Equipo Para La Estructura Física De La Red De Computo.

HUB's.

Construimos nuestra LAN 10BASE-T con HUB's manejables apilables, ya que son la elección para redes grandes que se expanden rápido-cada Hub apilable nos deja añadir 24 puertos

Pueden conectarse en cascada Una vez conectados todos, la cadena forma una sola unidad lógica como si fuese un solo Hub en la red 10 BASE-T

Se pueden apilar hasta 20 Hubs hasta 480 estaciones de trabajo

Especificaciones

Conectores - (1) cable HD 50 pines, (24) RJ-45, (1) AUI, (2) conectores HD 50 pines.

Indicadores - LED (1) Integridad de enlace, (1) Partición para cada puerto, (1) Alimentación, (1) Colisión , (1) Jabber, (1) Trafico

Alimentación - 90 a 265 VAC, 60 a 50 Hz, autoconmutación

Tamaño - 2.6"Hx19"Wx8.5"D (6.6x48.3x21.6 cm).

Peso.- 6lb. (2.7 Kg).

Conmutador.

Como escoger el conmutador

1.- ¿Que velocidad necesito?

Necesito un conmutador 10/100 Mbps mas estable para migrar a pasos a 100 Mbps.

2.- ¿Cuantos puertos de conmutado necesito?

Primero hay que entrar a la red y determinar cuantos segmentos tenemos y sus respectivas velocidades (10 o 100 Mbps) Luego escogemos el conmutador que mas nos convenga y se adapte a nuestros requerimientos

3.- ¿Que tipo de cable necesito o debo usar?

Se necesita ser Categoría 5 o fibra optica Si no se cuenta con este tipo de cable no se podra correr a altas velocidades

Por lo tanto seleccionamos un conmutador 10/100 Mbps Combinacion Asi migramos gradualmente a 100 Mbps con los Switch's Este contiene una mezcla de puertos de 10 y 100 Mbps soportando diferentes velocidades entre segmentos

Especificaciones

Conectores - (6) 10 Mbps AUI (13) puertos, 10 Mbps RJ-45, (2) 100 Mbps RJ45
 Indicadores - LED para cada puerto RN/TX, Enlace, Error, Violacion (cuando sea aplicable)
 Alimentacion - 115-230 VAC, 60-50 Hz autodeteccion
 Tamaño - 3.4" H x 17.3" W x 14"D (8.6 x 43.9 x 35.6 cm)
 Peso - 16 lb (7.5 Kg)

Bridge/Router.

Especificaciones

Diagnósticos - LED, acceso Telnet, SNMP, DTE, DTE/LOOP, DTE con patrón de prueba, bucle solamente, patrón de prueba
 Filtración - Bridge/Router ISDN 14,000 pps
 Protocolo - Puenteo MAC-layer Transparente, 802.1d Spanning Tee, Bridge/Router: IPX, RIP, SAP, IP, ARP, ICMP, WAN, HDLC/LAPB, PPP, Todos los demas UDP, TCP
 Software - En flash ROM
 Velocidad - Agregada a WAN Bridges Hasta 512 Kbps,
 Velocidad de Filtración 17,500 cuadros por segundo,
 Bridges con compression Hasta 256 Kbps full-duplex, reloj interno/externo
 Velocidad de transferencia - Bridge/Router ISDN Hasta 128 Kbps
 Alimentación - 115/230 VAC, 60/50 Hz, autodeteccion
 Tamaño - 2.5" H x 8" x 14.5" D (6.4 x 20.3 x 36.8 cm)
 Peso - 11 lb (5Kg)

1.6.6. Esquemas Del Cableado De La Red.

A continuación mostramos esquemas de la conectividad que empleamos en nuestros planos sobre el cableado que consideramos adecuado para nuestro proyecto, los diagramas utilizados hacen mas fácil de entender la tecnología utilizada en una conexión de red.

Además de los diagramas utilizados anteriormente, ahora daremos aquellos que componen la parte final del capítulo, empezaremos mostrando la distribución del sistema donde observaremos la conexión de nuestros tablero principal donde se encuentran los HUB'S apilables hacia el Switch y las estaciones de trabajo. Posteriormente tendremos la arquitectura del sistema que es donde mostraremos la conexión de los dispositivos de la red en forma de diagrama, aquí encontraremos una parte muy real de la conexión a cada computadora de cada piso.

Terminaremos mostrando el esquema de una mampara con sus conexiones, una tendencia hacia la red Ethernet de alta velocidad 100BASE-T y concluiremos con los planos de nuestro tendido de la red.

1.6.6.1. Distribución Del Sistema.

En los siguientes dibujos mostraremos la conexión de nuestros Hub's, Switch, Bridge/Router y modem, los gabinetes están dentro del centro de cómputo, para representar los siguientes dibujos se utilizaron estas abreviaciones:

PB= Planta baja

P1,P2,P3= Piso 1, Piso 2 y Piso 3

HUBA-L = HUBA hasta HUBI.

SW= Switch

SW1-7= Conexiones a las entradas del Switch 1 al 7.

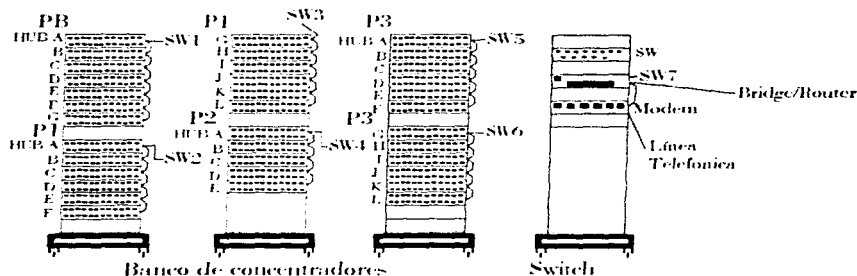


Figura 1.28. Distribución Del Sistema.



Figura 1.29. Entradas Del Switch Y Hubs

1.6.6.2. Arquitectura Del Sistema.

En esta conexión lo importante es la conexión de un Switch que nos sirve para que Ethernet pueda ser dividida y escalada a una red de alta velocidad. Todos estos dispositivos se usaron a conciencia para prever la entrada de los nuevos dispositivos.

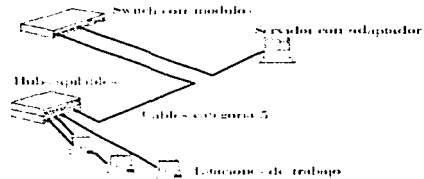


Figura 1.30. Arquitectura Del Sistema.

1.6.6.3. Detalle De Conectividad.

En el siguiente diagrama mostraremos los detalles de conexión de una de las mamparas del edificio, esto con el fin de establecer que las necesidades de una instalación de red requieren analizar los componentes de cableado para las estaciones de trabajo, esto para establecer un buen diseño de un sistema íntegro.

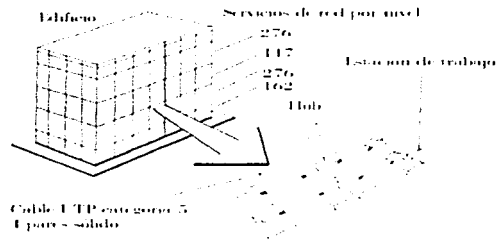


Figura 1.31. Detalle De Conectividad.

1.6.6.4. Ethernet De Alta Velocidad.

La pregunta que nos hacemos todos ante la planeación de un nuevo sistema para que no se vuelva obsoleto en nuestro caso y de acuerdo a la plantación del la red será ¿Cuales son las opciones para que a mi red se pueda adecuar a una red de alta velocidad ?

La plantación de la red esta contemplada para ser una red Ethernet conmutada, en este caso la respuesta es sencilla por lo siguiente

La Ethernet conmutada cuenta con interruptor de entradas multiples centralizados para proveer un enlace fisico entre segmentos multiples de red. Dentro de cada interruptor: inteligente, circuitos de alta velocidad soportan conexiones virtuales entre todos los segmentos, para maxima asignacion de longitud de banda a la demanda. La adición de nuevos segmentos a un interruptor aumenta la velocidad de red, en tanto que disminuye la sobrecarga general, de manera que Ethernet conmutada provee flexibilidad de configuración superior. Tambien le da una excelente via de migración de 10 a 100 Mbps Ethernet, puesto que ambos segmentos pueden con frecuencia operar el mismo interruptor.

Los beneficios que presta una red Ethernet conmutada es que es una tecnica efectiva para aumentar el rendimiento efectivo total de toda la red y disminuir la sobrecarga de comunicacion a 10 Mbps. Ademas de la adición del HUB, la red Ethernet permanece igual, las mismas tarjetas de interfaz, el mismo Software y el mismo cableado.

A continuación se muestra el esquema de la migración de red de 10 Mbps a 100Mbps

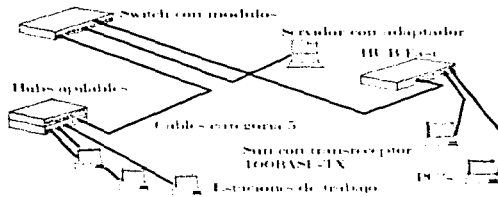


Figura 1.32. Ethernet Adaptada Para Alta Velocidad

2. REQUERIMIENTOS ELECTRICOS PARA EQUIPOS DE COMPUTO.

- 2.1.1. Introduccion
- 2.1.2. Instalaciones Electricas Para Redes De Computo en Mexico

2.2. FALLAS DEL EQUIPO DE COMPUTO.

- 2.2.1. Falta De Energia O Picos
- 2.2.2. Errores De Transmision Nodo A Nodo
- 2.2.3. Congelacion De Los Sistemas
- 2.2.4. Falta Inexplicable

2.3. REQUERIMIENTOS DE LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

- 2.3.1. Frecuencia
 - 2.3.1.1. Tolerancia Del UPS Y La Sincronizacion Con Bypass
 - 2.3.1.2. Desde El Punto De Vista Del Equipo De Computo
 - 2.3.1.3. Desde El Punto De Vista De Reguladores
 - 2.3.1.4. Desde El Punto De Vista De Relojes
- 2.3.2. Voltaje Y Sus Variaciones
 - 2.3.2.1. Voltaje En Estado Estable
 - 2.3.2.2. Desbalanceo De Voltaje
 - 2.3.2.3. Modulacion De Voltaje
 - 2.3.2.4. Arranque Del Equipo
- 2.3.3. Contenido Armonico
- 2.3.4. Factor De Potencia
- 2.3.5. Cargas No Lineales
- 2.3.6. Tiempo De Recuperacion / Downtime
- 2.3.7. Normas De CBEMA

2.4. CONSIDERACIONES DE LA PROTECCIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED DE COMPUTO.

- 2.4.1. Tomas De Corriente
- 2.4.2. Sobrecargas De Linea
- 2.4.3. Tierra Comun
- 2.4.4. Interferencia Electromagnetica

2.5. SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED DE COMPUTO.

- 2.5.1. Aislamiento Y Blindaje
- 2.5.2. Instalacion De La Tierra Comun.
- 2.5.3. Acondicionadores De Energia

2.6. UPS (Uninterruptible Power System).

- 2.6.1. Una Medida De Proteccion
- 2.6.2. Funcionamiento De Un UPS.
- 2.6.3. Terminologia De Los UPS.
- 2.6.4. Diagrama De Un UPS
- 2.6.5. Eleccion De Un UPS.

2.7. CARACTERISTICAS DE LOS UPS'S DEL PROYECTO.

- 2.7.1. Cálculo De La Capacidad Del Equipo Ininterrumpible (Ups)
- 2.7.2. Caracteristicas Del Equipo.

2.8. CONSIDERACIONES EN LA PLANEACION DE UN SISTEMA ELECTRICO PARA REDES DE COMPUTO.

- 2 8 1 Cargas y Sus Caracteristicas
- 2 8 2 Flexibilidad De Las Instalaciones
- 2 8 3 Seguridad
- 2 8 4 Confiabilidad
 - 2 8 4 1 Concepto 1 Acondicionamiento / Mejoria De Potencia
 - 2 8 4 2 Concepto 2 UPS Dentro Del Centro De Computo
 - 2 8 4 3 Concepto 3 Sistema Ups Redundante En Paralelo
 - 2 8 4 4 Concepto 4 Sistema UPS Celular-Matriz/No Paralelo
- 2 8 5 Mantenimiento
- 2 8 6 Plantas De Emergencia
 - 2 8 6 1 Tipos Basicos
 - 2 8 6 2 Componentes
 - 2 8 6 3 Generadores Impulsados Por Motor

2. REQUERIMIENTOS ELECTRICOS PARA EQUIPOS DE COMPUTO.

2.1.1. Introducción.

En el ambiente de la PC se pueden controlar muchas cosas, excepto el aspecto de la energía eléctrica. Por varias razones, esta energía no sale limpia y regular como se supone. Pero aun, no siempre es culpa de la compañía de luz, algunas veces es culpa de la administración del edificio, de aquí surge la importancia de pensar en la energía y una instalación adecuada de la misma desde que se diseña y distribuye una oficina.

Seguramente más de una vez a percibido estos problemas:

- La computadora misteriosamente "se congela"
- Aparecen mensajes de error de memoria indebidos
- Se pierden datos en el disco duro
- Se dañan chips de la tarjeta de circuito
- Hay ruidos en la transmisión de datos y hay errores en los periféricos

La cantidad de contactos que se generan por el suministro de energía es enorme, pues su gama se extiende de los fenómenos naturales a los humanos, descargas atmosféricas, proximidad de equipo con gran absorción de corriente, un mal cableado, o un exceso de aparatos sobre la misma línea.

1.2. Instalaciones Eléctricas Para Redes De Computo En México

Las instalaciones de redes de computo requieren de una tecnología de energía transformada y aislada antes de su instalación, para aumentar su confiabilidad, tolerancia a la falla y funcionamiento del sistema total.

Los sistemas de redes de computadoras son demasiado sensibles dentro de sus ambientes de energía. Por tal razón analizaremos las etapas sobre las cuales se estructuraron las instalaciones en los edificios existentes en México.

Las instalaciones eléctricas para redes de computo en México se han dado en dos etapas. La primera es la de los edificios que ya tienen muchos años, sobre todo los que ya se encontraban operando y conforme fueron creciendo incorporaron máquinas de escribir hasta llegar a la instalación de un sistema de redes. Si ya tenían computadoras independientes operando, esa computadora estaba conectada a la pared y su operación era totalmente ajena a la otra computadora que opera en el piso de abajo. El problema viene al comunicar esas dos computadoras en red porque se comunicaran a través de la tierra física de la red local y la instalación eléctrica del edificio. Si esta no es buena inmediatamente vienen los problemas, pueden ocurrir daños físicos a los equipos por una mala instalación eléctrica, esto debido a los diferentes niveles de tierra física virtual, donde al comunicar pisos a través de una red producen corrientes de fuga y si son muy grandes pueden llegar a dañar las tarjetas de red e inclusive el equipo.

La segunda etapa, viene mas o menos en los edificios nuevos, con los edificios inteligentes donde se inicia desde cero. No solo en el diseño de la construcción, sino en la distribución del cableado estructurado. En este tipo de edificios realmente se cuida desde el principio el concepto de que todos los pisos, desde la planta baja hasta el último piso, tengan la misma infraestructura eléctrica, de tal forma que cuando se conectan las computadoras en red compartan la misma instalación de energía eléctrica. La diferencia de tierra de los diversos edificios esta verificada, se confirma que no existan corrientes de fuga y que cumpla con los estándares, lo cual antes no ocurría pues se era muy dado a que conforme se iba necesitando mas instalación eléctrica, se lanzaba mas y mas extensiones.

En una instalación es muy importante que antes de conectar los pisos de un edificio en red se verifica que estos cumplan con las especificaciones normales de energía y tengan una instalación polarizada. Esto significa que no solo habra tierra física sino que en la parte superior derecha de la tierra física exista lo que se llama el vivo, en la parte superior izquierda se tenga el neutro. Esto normalmente no se toma en cuenta y es uno de los problemas que suele ocurrir.

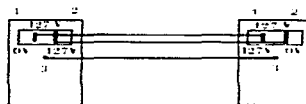


Figura 2.1. Contactos Polarizados.

Una instalación correcta implica que del punto 1 al punto 2 haya 127 voltios contra tierra punto 3, y que del punto 3 al punto 1 haya cero voltios. De tal forma que al tocar la tierra física en el neutro punto 1 no habrá corriente, pero si se toca el vivo y la tierra 2 y 3 se sentirá una descarga, lo que suele ocurrir en las instalaciones de nuestro país, esto es debido a que algunas veces se instala al revés y al no usar el contacto aterrizado habrá un choque de corriente, lo cual ocurre mucho en las instalaciones de red porque se hace una unión de tierras que esta mal.

2.2. FALLAS DEL EQUIPO DE CÓMPUTO.

Si las fallas electricas estan desordenando o dañando la conexion de la red los problemas explicados a continuacion no son una ley absoluta, ni todos los problemas de una red se deben al suministro de energia

2.2.1. Falta De Energia Y Picos

Las luces parpadeantes indican que la instalacion esta sufriendo falta de energia instantanea o picos de voltaje. Pero casi siempre se resta importancia a estos factores porque pasan rapido que el daño fue un simple efecto visual. Sin tomar en cuenta que una computadora opera en un mundo donde las milésimas de segundo cuentan y por lo tanto un corte de energia casi imperceptible puede dañar una red.

Si una PC esta en una misma oficina que el servidor de archivos, el servidor tendera a bloquearse despues del centelleo de luces. Si la PC es remota, la relacion jamas se hara y el problema pasara desapercibido.

2.2.2. Errores De Transmisión Nodo A Nodo.

Este es uno de los problemas mas comunes de los sistemas de redes y que pocos administradores achacan a la energia, las causas pueden ser dos:

1 - Los lazos en tierra, se pueden presentar en dos dispositivos enlazados por un cable de datos, especificamente si se encuentran a gran distancia. Cuando se desarrolla una diferencia considerable de voltaje entre ambos dispositivos, se igualara como un impulso en el cable y el resultado puede ser una revolucion en los datos que lleva. En caso de que el voltaje sea muy grande puede llegar a dañar las tarjetas de entrada /salida.

2 - Interferencia electromagnetica, son impulsos electricos generados por dispositivos ruidosos, como transmisores de radio, luces fluorescentes y los suministros de energia para las computadoras, estos ultimos viajan a traves del aire y un cable de datos puede recogerlos como si fuera una antena. Los impulsos de interferencia electromagnetica conducidos crean ruido en el cable de datos, interfiriendo asi la comunicacion entre las estaciones de trabajo, los servidores y los dispositivos perifericos.

2.2.3. Congelación De Los Sistemas.

La tendencia de los servidores y estaciones de trabajo a congelarse es otro sintoma de energia. Las causas de este congelamiento pueden ser diversas, pero la mayoria de las veces se deben a que existen picos de voltaje bajos o que la energia misma ha bloqueado el voltaje que el circuito logico necesita para funcionar correctamente.

Los picos de voltaje son el tipo más común de problemas de energía, pues atacan a un sector específico de la computación, los chips, los chips lógicos que operan voltajes muy bajos, por lo regular de 5 volts DC, las tolerancias de fábrica para el voltaje lógico son estrictas, ya que cuando el voltaje baja a 4.75 volts, comienzan a aumentar los errores de memoria RAM. Cuando esto ocurre los suministros de energía de las computadoras pueden dejar de mantener el voltaje lógico y en ese momento el sistema se desploma.

Un remedio a esta situación puede ser utilizar el UPS, este mantiene la entrada del voltaje de la computadora entre tolerancias aceptables. Si la aplicación es crítica, se debe insistir en un UPS sin tiempo de transferencia cuando pasa la energía de la computadora desde la batería.

2.2.4. Falta Inexplicable.

Cuando una tarjeta de entrada/salida, el mother board o el teclado, la fuente de poder o algún otro componente vital deja de funcionar sin razón aparente, la causa puede ser daño a un chip por una sobretensión por alto voltaje, muchas veces los rastros conductores de un microchip se pueden debilitar por un alto voltaje, pero la falla se tendría semanas o meses después, cuando la causa que dañó al chip se ha borrado de la memoria. Si, los fallos no son frecuentes el técnico que supervisa la red nunca se dará cuenta de donde proviene el problema.

El Hardware de alta operación de hoy es un conjunto de componentes pequeños muy sofisticados. Estos componentes procesan y registran cargas eléctricas sutiles que se mueven a través del sistema a gran velocidad. Un ambiente eléctrico no controlado genera energía transitoria rápida, la cual puede viajar en el ambiente

digital de baja energía y confundir, degradar o destruir los componentes electrónicos, los microprocesadores, por ejemplo, se pueden romper o dañar a nivel chip a través de un ruido de pocos voltios.

2.3. REQUERIMIENTOS DE LA CALIDAD DE ENERGÍA.

Con el progreso del equipo de cómputo, la calidad de energía para estos equipos debe estar en un buen nivel, para garantizar su buen funcionamiento. Los parámetros importantes que describen la calidad de energía, son:

- 1.- Frecuencia
- 2.- Voltaje y sus variaciones
- 3.- Contenido armónico
- 4.- Factor de potencia
- 5.- Cargas no lineales
- 6.- Normas del CBEMA.

2.3.1. Frecuencia.

El parametro de la frecuencia puede ser relativamente insignificante, cuando la potencia es derivada de la Compañía Eléctrica, pero puede llegar a ser una consideración importante de diseño, cuando fuentes independientes son aplicadas como medios para mejorar la calidad de potencia. Se debe tomar en consideración lo siguiente, en cuanto a frecuencia se refiere:

2.3.1.1. Tolerancia Del UPS Y La Sincronización Con Bypass.

El UPS tiene, normalmente, la capacidad de sincronizar su fase y frecuencia de salida a la fuente de bypass de la Compañía Eléctrica. Esta capacidad es importante por dos razones:

Primero, cuando la carga debe ser transferida a la fuente de bypass, resultaran menos disturbios de transferencia a la carga, si el voltaje de bypass y el voltaje del inversor estan en fase.

Segundo, los sistemas de computo contienen circuitos de reloj los cuales, son muy vulnerables a cambios de frecuencia.

2.3.1.2. Desde El Punto De Vista Del Equipo De Computo.

La tolerancia de frecuencia en el equipo de computo de 60 Hz, es de ± 0.5 Hz. Las frecuencias altas, bajas o variadas pueden causar que el equipo de computo no funcione adecuadamente, o se desconecte. Además de ser sensible a los limites de ± 0.5 Hz, algunos equipos son, tambien, sensibles a la velocidad de cambio dentro de esta banda. Un limite tipico, es de 1.5 Hz/seg. medido como velocidad de cambio en un promedio de 10 ciclos de funcionamiento.

2.3.1.3. Desde Un Punto De Vista De Reguladores.

Los reguladores ferroresonantes son sensibles a la frecuencia ya que, operan bajo el principio de circuito sintonizado. Los reguladores, generalmente, pueden tolerar variaciones de solamente $\pm 1\%$. Desviaciones en la tolerancia, pueden causar mal funcionamiento o daño al equipo.

2.3.1.4. Desde Un Punto De Vista De Relojes.

Los dispositivos periféricos relacionados con tiempo (relojes, lectoras de tarjetas, cintas magnéticas, discos, etc.), son muy sensibles a la frecuencia. La pérdida de memoria es un problema particular de estos tipos de dispositivos.

2.3.2. Voltaje Y Sus Variaciones.

Los fabricantes de computadoras, usualmente especifican las máximas desviaciones momentáneas de voltaje, dentro de las cuales sus equipos pueden operar sin errores considerables o pueden soportar el daño debido a estas variaciones. A continuación, trataremos los siguientes puntos:

2.3.2.1. Voltaje En Estado Estable.

El voltaje monofásico y trifásico de 208Y/120, es la unidad de voltaje más comúnmente utilizado en el equipo de cómputo, con algunos voltajes monofásicos de 120, 120/240 y 240 volts. Algunos equipos, son reconectables para usar varios voltajes, usando un transformador con taps internos. La tolerancia de voltaje a 60 Hz, varía entre los fabricantes, los límites son listados en ANSI-C84.1-1977, estos límites se encuentran, normalmente, entre -6% y $+13\%$.

Algunos fabricantes especifican un límite de duración para la pérdida total de voltaje desde 1 ms hasta 1 ciclo.

2.3.2.2. Desbalanceo De Voltaje.

Aunque no es especificado por todos los fabricantes, el máximo desbalanceo de voltaje de fase a fase, con una carga trifásica balanceada, debe estar en el rango de 3.0% . Un excesivo desbalanceo de voltaje de fase, puede causar un calentamiento considerable en aparatos trifásicos. Además, altas ondulaciones o rizados, son provocados en los suministros de potencia trifásica de CA-CD, si el desbalanceo de voltaje al suministro es alto. El por ciento de desbalanceo de voltaje, es definido como:

$$\frac{3 \times (V_{max} - V_{min})}{V_a + V_b + V_c} \times 100$$

La curva de voltaje debe ser sinusoidal, con un factor de cresta de 1.414 ± 0.1 . La desviación en la forma de onda, debe estar limitada a $\pm 10\%$ de línea al neutro. La variación en amplitud (en tiempo) de la onda, no debe exceder $\pm 0.5\%$.

2.3.2.3. Modulación De Voltaje.

La excesiva modulación de voltaje, puede producir pulsos y rizados adicionales en la salida de los suministros de potencia de CA-CD. Algunas unidades de cómputo, tienen unidades rectificadoras de media onda y SCR's (control de fase de media onda) los cuales son capaces de crear una componente de CD de carga y una corriente más grande en el neutro que en los conductores de fase.

2.3.2.4. Arranque De Equipo.

La energización de un sistema de computo, puede dar lugar a severas demandas en la fuente de potencia. Se han hecho esfuerzos, por parte de los fabricantes, para reducir el "inrush" por varios metodos. La energización de grandes cargas, es llevado a cabo en niveles y en forma secuencial, manual o automaticamente. Aun con los metodos de reduccion, son comunes altas corrientes de "inrush" en muchas piezas del equipo de computo. Como ejemplo, la CPU¹ de un fabricante cuya carga en estado estable es de 24 KVA, presenta un transitorio de 1500% (de estado estable) por aproximadamente 100 ms, el cual, decrece a 600% en 300 ms.

2.3.3. Contenido Armónico.

La maxima distorsion de armónicas permitidas en las lineas de entrada, esta en el rango de 3% a 5%, normalmente a 5%. El contenido excesivo de armónicas, puede causar calentamiento en aparatos magneticos tales como transformadores, motores y bobinas de reaccion. La distorsion de armónicas, tambien, aparecera como un rizo adicional en la salida de algun suministro de potencia de CA-CD y tambien, causa limites de umbral para variar en pico y en promedio en circuitos sensores. Cualquiera de las dos situaciones anteriores, puede causar errores en los datos.

2.3.4. Factor De Potencia.

El factor de potencia caracteristico de un sistema de computo es relativamente alto. El factor de potencia en las cargas de 60 Hz, generalmente, se encuentra desde 80 % a 85%. Durante la energización inicial o puesta en marcha, el factor de potencia puede estar tan bajo como el 50% por periodos cortos.

2.3.5. Cargas No Lineales.

Ciertos elementos en la carga tales como circuitos magneticos saturados, pueden causar distorsiones en la forma de onda del voltaje. Con frecuencia, resultan problemas en la fuente debido al reflejo del ruido generado por la carga tales como los picos bruscos causados por el encendido y apagado de dispositivos o por el disparo de dispositivos de estado solido de alta velocidad (SCR's, diodos) los cuales son una parte de la carga de la computadora. Los picos bruscos de duracion de microsegundos, pueden hacer que en la linea de 120 V se presenten algunos cientos de volts. Estos disturbios, pueden ser eliminados por filtracion para evitar interferencias con otras partes de la carga.

2.3.6. Normas De La CBFEMA.

La Asociación de Fabricantes de Equipo de Computo (CBFEMA Computer Business Equipment Manufacturers Association), ha normalizado los límites de voltaje dentro de los cuales, los equipos de computo o similares, fabricados por miembros de la CBFEMA, deben operar confiablemente. Los voltajes fuera de estos límites, podrían causar operaciones incorrectas o desconiables en el equipo de computo.

PARAMETROS *	RANGOS O MAXIMO
1 - Regulacion de Voltaje en estado estable	+5% a +10% a +100% a +15% (ANSI C84 -1970, es +6% a +13%)
2 - Disturbios de Voltaje Bajo Volt Momentaneo Trans. De Sobrevolt	-25 a -30% por de 0.5 seg con +100% aceptable para 4 a 20 ms +150 a 200% para de 0.2 ms
3 -Distorsion de Armonicas de Voltaje **	3 a 5% (con carga lineal)
4 - Ruido	No Normalizado
5 - Variación de Frecuencia	60 Hz +/- 0.5 Hz a +/- 1 Hz
6 - Velocidad de Cambio de Frecuencia	1 Hz/seg (Slew rate)
7 -Desbalanceo de Voltaje de Fase, 3 fases ***	2.5 a 5%
8 - Desbalanceo de Carga, 3 fases ****	5 a 20% maximo para cualquier fase
9 - Factor de potencia	0.8 a 0.0
10 - Demanda de carga	0.75 a 0.85 (de carga conectada)

Tabla 2.1. Rangos Típicos De La Calidad De Potencia.

* Los parámetros 1,2,5 y 6 dependen de la fuente de potencia, mientras que los parámetros 3,4, y 7 son el producto de una interacción de la fuente y la carga, y los parámetros 8,9, y 10 dependen sólo de la carga de cómputo.

** Calculado como la suma de todas las armónicas de voltaje, sumadas vectorialmente.

*** Calculado como sigue:

$$a_0 = \frac{3 \cdot (V_{MAX} - V_{MIN})}{V_A + V_B + V_C} \cdot 100$$

**** Calculado como la diferencia de un promedio de carga monofásica.

La tabla 2.1 nos muestra los rangos típicos de la calidad de potencia de entrada de los parámetros de carga, para principales fabricantes de computadoras. El lector debe considerar esta tabla como una guía de ejemplo ya que, los diseños de las computadoras varían con el tamaño de estas, su potencia de procesamiento, y la tecnología disponible cuando fue creado el diseño. Sin embargo, los siguientes representan los parámetros principales de potencia que son considerados como importantes por las principales compañías.

2.4. CONSIDERACION DE LA PROTECCIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED DE CÓMPUTO.

A continuación se muestran los datos que nos dan la facultad de resolver problemas con la línea eléctrica

2.4.1. Tomas De Corriente.

Se debe confirmar que las tomas estén debidamente alambradas. Las tomas de AC tienen tres patas: una con lengüeta ancha, una con lengüeta angosta y una cilíndrica al centro. La cilíndrica es la tierra de seguridad, la primera lengüeta (angosta) es la línea viva o fase (vivo) y la segunda lengüeta (ancha) es llamada de retorno, común o línea neutra. Las clavijas de la pared deben estar cableadas de tal manera que el cable verde sea tierra, el blanco neutral y el otro (generalmente negro) sea la fase.

No es raro que el cable vivo y el neutro estén invertidos. Esto en realidad no es problema, siempre y cuando todo esté cableado al revés. Pero si se conecta, por ejemplo, la PC a una toma cableada correctamente, la impresora a una toma cableada mal, y uno de los dispositivos tiene conexión entre la tierra y el neutro además si existiera una ruptura en el neutro, se tendrán 120 volts por el cable de la impresora a la PC. Muchas cosas se destruirán a consecuencia de esto. Pero aun, las tomas mal alambradas pueden lastimar al usuario, si se toca tanto la PC como la impresora, la ruta eléctrica es usted.

2.4.2. Sobrecargas De Línea.

Asegúrese de que no haya equipo que absorba mucha potencia en la misma línea que la PC, esto incluye:

- Motores grandes, por ejemplo los de aire acondicionado, o herramientas eléctricas
- Serpentes de calentamiento, como la de calefactores pequeños o cafeteras
- Copiadoras o impresoras laser

Cualquier cosa que absorba mucha corriente puede bajar el voltaje que llega a PC a través de un mismo fusible o protector termomagnético. Peor aun, los aparatos con resistencias de calor como las cafeteras generan algo llamado circuito tanque que genera picos de alta frecuencia a la línea de alimentación. Esto constituye ruido que puede pasar a la fuente de poder y directamente a los chips de las tarjetas de circuito.

Las impresoras laser consumen 15 A, solas. Lo cual significa que, estas se deberán de conectar en uno de los contactos no regulados para que queden fuera de las líneas de las computadoras.

2.4.3. Tierra Común.

Debemos suministrar una tierra común para todos los dispositivos. La tierra eléctrica tiene como propósito, entre otras cosas, suministrar un punto de referencia eléctrico, esto evita que la diferencia entre dispositivos que tiene diferente referencia sobre la tierra confundan, pierdan o agreguen datos en la transmisión de ellos.

La red de tierras es un punto de referencia, este punto se puede lograr conectando a tierra el blindaje de los cables de la red cada cien pies más o menos

En general el objetivo es que todos el equipo tenga una tierra comun, ademas de considerar la conexión de una buena tierra

2.4.4. Interferencia Electromagnética.

2.4.4.1. Definición De Interferencia Electromagnética.

Consiste en señales de origen eléctrico, radiadas o conducidas, que pueden causar una degradación inaceptable de la funcionalidad del equipo o sistema

Son impulsos eléctricos generados por dispositivos ruidosos, como transmisores de radio, luces fluorescentes y los suministros de energía para las computadoras, estos últimos viajan a través del aire y un cable de datos puede recogerlos como si fuera una antena, los impulsos de interferencia electromagnética crean ruido en el cable de datos, interfiriendo así la comunicación entre las estaciones de trabajo, los servidores, y los dispositivos periféricos

2.4.4.2. Fuentes De Producción De Interferencia Electromagnética.

Los orígenes de Interferencia Electromagnética son básicamente eléctricos y tienen tres medios de transferencia o acoplamiento

- Radiación
- Inducción
- Conducción

Algunas fuentes representativas de Interferencia Electromagnética son

- Radiotransmisores (radiodifusoras, comunicaciones, radares, etc)
- Motores, switcheo, lamparas fluorescentes, calentadores dieléctricos, soldadoras, etc.
- Motores de ignición
- Computadoras y periféricos
- Líneas de potencia, descargas atmosféricas, descargas electrostáticas, etc

2.5. SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE ALIMENTACION ELECTRICA PARA LA RED DE COMPUTO.

Las soluciones a los problemas de alimentacion electrica entran dentro de tres categorias, estas están descritas en los siguientes apartados

- Aislamiento
- Blindaje
- Tierra adecuada

2.5.1. Aislamiento Y Blindaje.

Para proteger el equipo de computo de las interferencias electromagneticas es necesario considerar el ruido en la linea de alimentación. Algunos supresores de subidas de tension y picos estan diseñados con una circuiteria que filtra el ruido de la fuente de alimentación. La supresion del ruido se mide en decibelios, estos ofrecen una supresión del ruido de alta frecuencia de 20 dB a 50 kHz. Aunque es difícil el dar una idea sobre el significado de esta medida de forma sencilla, es útil para una medida relativa de efectividad, cuantos mas dB suprima, es mejor. Como regla general se puede decir que los equipos de computo y los aparatos electricos de gran consumo de energia, debe procurarse tenerlos por separado, en su alimentacion de energia y lejos de ellos fisicamente.

Los blindajes minimizan el ruido de alta frecuencia. Hay blindaje en los filtros capacitores de los protectores contra alzas, el blindaje contra radiofrecuencia entre las bobinas primaria y secundaria de los acondicionadores de energia. La coraza metalica de la computadora, y el cable blindado.

Es recomendable que las señales vayan aisladas dentro de un cable blindado para evitar que las el ruido se introduzcan a los dispositivos electronicos. Otro elemento es correr cables de datos mas largos a través de un conducto metálico aislado, a fin de evitar que las interferencias electromagnéticas alcancen el cable. Un punto importante es mantener el camino del cable de datos, lejos de los generadores de ruido.

Pero para mayor seguridad consideraremos el UPS, como el acondicionador de energia que protegerá contra las alzas que ocasionan disturbios.

2.5.2. Instalación De La Tierra Común.

La tierra es considerada por algunas personas como la respuesta mágica a los problemas de ruido es importante tener una buena tierra. Hace mas seguro al equipo electrónico (mantiene al usuario fuera del

círculo), pero como hemos visto, un tierra común es importante para minimizar errores de comunicación entre dispositivos. Así que la razón principal de una buena tierra es la seguridad.

2.5.2.1. Resistividad Del Terreno Y Facilidades De Construcción.

Se debe medir la resistividad del terreno seleccionado, la cual no es conveniente que sea mayor de 100 Ω /Mts ya que de lo contrario será difícil conseguir que la red de tierras tenga una resistencia menor de cinco Ω .

2.5.2.2. Requerimientos De Los Fabricantes.

Con frecuencia, se encuentran requerimientos de los fabricantes de equipo para tener dos sistemas de tierras independientes, una para potencia eléctrica y la otra para señales de comunicaciones.

El aterrizamiento del sistema de potencia es, principalmente, para la seguridad del personal y del equipo eléctrico y no para el propósito de mejorar la operación del equipo alimentado u operado eléctricamente.

El aterrizamiento de señales de comunicación, es principalmente, para la operación libre de ruido de los sistemas electrónicos y subsecuentes consideraciones de confiabilidad. Debe considerarse que la independencia de la tierra del sistema de energía eléctrica a la de la señal de comunicaciones, para efectos de tierra, no es aceptado por los reglamentos en vigor, y es discutible que la independencia eléctrica buscada se pueda obtener en México, ya que alrededor de una tierra de señal de comunicaciones, no debe haber varillas enterradas, tuberías, etc. En un radio de 50 metros así solo se consigue esa independencia, sin olvidar la resistividad del terreno.

2.5.2.3. Métodos De Electrodos Especiales.

De acuerdo al reglamento de instalaciones eléctricas del artículo 250-83 y al estudio de resistividad del terreno, en nuestra instalación de tierras, para la red podemos ocupar los siguientes métodos de electrodos especiales.

- a) **Electrodos profundos**, este tipo de electrodos consiste en un conductor de baja impedancia instalado en perforaciones profundas, hasta encontrar terrenos de baja resistividad o niveles de mayor humedad.
- c) **Electrodos químicos**, En este método se modifica el medio que rodea al electrodo, bajando la resistividad del suelo, los mas recomendables son:
 - **Bentonita**, es una arcilla cuya virtud principal radica en absorber agua y retenerla, se coloca alrededor del electrodo y forma un buen camino para las corrientes eléctricas que se drenan a tierra, no es cortosiva.

- Carbón mineral (coque) Se extrae de minas y se usa también en hornos de fundición
- Otros. Existen otros electrodos químicos que dan resultados satisfactorios pero como por tener patente se consiguen en ciertas casas comerciales

NOTA: no se recomienda el uso de sal ya que se disuelve con la lluvia, a menos que el espacio que ocupa el electrodo este controlado o se le de el mantenimiento constante, tampoco el uso de sulfatos ya que corroen el electrodo con mucha facilidad.

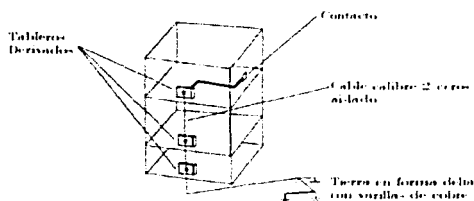


Figura 2.2. Instalación De La Tierra Para Las Computadoras.

2.5.3. Acondicionadores De Energía.

Un dispositivo completo que ofrece eliminar las subidas de tensión, los picos y el ruido, es un acondicionador de corriente. Resulta más económico instalar un acondicionador de corriente directamente en la red eléctrica que alimenta a la oficina, antes de los enchufes utilizados por las computadoras. De esta forma se evitará la necesidad de diversos protectores.

Una tecnología utilizada para acondicionar la corriente es usar un transformador ferromagnético. (Un transformador especial). Si se coloca uno de estos equipos entre la entrada de red y la computadora personal, se pueden producir importantes caídas de tensión sin afectar a la computadora.

Si está preocupado por los cortes de corriente completos, puede pensar en instalar algún tipo de dispositivo de alimentación de reserva, ofreciendo algunos protección ante subidas de tensión y picos, de forma que con una sola adquisición se pueden resolver varios problemas.

Para decidir acerca de la necesidad de protecciones en el sistema de alimentación, es necesario establecer una estadística de los problemas de las líneas de suministro a lo largo de algún periodo de tiempo. Existen sistemas de control de la alimentación que registran la duración y la naturaleza de las perturbaciones. Dado que muchas de las perturbaciones tiene origen local, es deseable tomar medidas en el punto preciso en que se conectará el equipo.

INCIDENCIA HABITUAL DE PERTURBACIONES EN LAS LINEAS

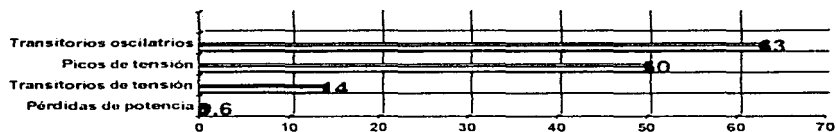


Figura 2.3. Incidencia De Perturbaciones.

Hay muchos métodos de protección del suministro de tensión y cada uno es más efectivo con ciertas formas de perturbación, como se muestra en la tabla 2.2, cuando se conocen las formas más comunes de perturbación en un determinado lugar, pueden seleccionarse las formas de protección más adecuadas

DISPOSITIVO DE PROTECCION	TRANSITO-RIOS	DEPRESION Y CRESTAS	RUIDO EN MODO COMUN	RUIDO EN MODO TRANSVERSAL	PERDIDA DE PROTECCION
Transformador de ultraaislante			SI		
Transformador de voltaje constante	SI	SI	SI	SI	
Supresor de sobretensiones	SI				
Fuente de potencia ininterrumpible UPS	SI	SI	SI	SI	SI
Fuente de potencia de reserva			SI	SI	SI

Tabla 2.2. Dispositivos De Protección Y Perturbación Contra La Que Se Protege.

2.6. UPS (Uninterruptible Power System).

Hay formas de evitar que la computadora no se quede sin corriente cuando se produce un apagón. Utilizando un UPS. Estos varían considerablemente en precio y capacidades. Será necesario evaluar estos factores frente a la pérdida de datos y daños potenciales, además de los inconvenientes que puede producir un corte de electricidad.

Cuando deja de haber suministro eléctrico, la batería del UPS continúa suministrando energía. Esta está limitada por la capacidad de la batería, tanto en duración como en potencia. Alimentar todos los equipos informáticos con un UPS durante un corte de energía largo probablemente no es posible a menos que se pueda invertir en un equipo muy caro. Normalmente, el papel de los UPS es ofrecer la energía suficiente para sobrepasar los cortes breves, de unos minutos de duración, y para permitir desconectar de forma correcta los equipos cuando se producen cortes más largos. Un buen UPS será capaz de avisarle cuando la batería se está descargando, de forma que pueda grabar los archivos y desconectar el sistema.

2.6.1. Una Medida De Protección.

Las caídas, subidas de tensión y los picos que se trataron anteriormente tienen un impacto negativo en todo tipo de aparato electrónico, entre los que se incluyen las computadoras personales, los monitores, las impresoras y los demás periféricos. Sin embargo, el efecto negativo de una pérdida de suministro eléctrico total afecta sobre todo a la unidad del sistema. Un corte de la alimentación de la unidad principal puede:

- Hacer que desaparezca la información que hay en la RAM. Los datos recién introducidos o recién editados que no se hayan grabado se pierden.
- Se interrumpe el proceso de escritura en el disco. Se puede perder información de importancia que necesita el sistema operativo, como puede ser la localización de un archivo, dando como resultado que pierdan o desorganicen archivos.
- Puede «aterizar» un disco fijo. La cabeza de lectura-escritura de la mayor parte de los discos fijos se separa automáticamente del disco cuando se desconecta la unidad, pero puede ocurrir en algunos sistemas que la cabeza «aterrice» sobre la superficie del disco y la dañe, dando lugar a que se pierdan datos e incluso resulte dañado físicamente el disco.
- Interrumpir la impresión. Cuando vuelve la tensión se han de continuar los procesos de impresión. Esto puede suponer una tarea muy pesada, a menos que se disponga de un buen software de gestión de impresión. En algunos casos se ha de volver a comenzar el proceso de impresión.
- Se interrumpen las comunicaciones. Cuando vuelve la corriente, los datos que se estaban transfiriendo entre las computadoras deben de ser comprobados para tener exactitud, y los archivos que se estaban transmitiendo puede que haya que volver a transmitirlos.
- Detiene el trabajo. En las organizaciones que dependen en gran medida de las computadoras, un corte de tensión y la consiguiente imposibilidad de utilizar las computadoras puede tener un efecto negativo en la productividad y rentabilidad.
- El sistema queda expuesto a picos y subidas de tensión cuando vuelve la tensión. Normalmente se desconectan los equipos cuando se va la corriente, pero esto no es siempre posible. Cuando la empresa de electricidad restaura el servicio, a menudo viene con picos que pueden dañar los aparatos que no se hubieran desconectado.

2.6.2. Funcionamiento De Un UPS.

Existe un cable de alimentación que va de una toma de corriente al UPS y diversas PCs y monitores están conectados a la parte trasera del UPS. La mayor parte de los UPS disponen de una o más luces de aviso que le permitirán saber si el suministro de corriente es correcto y si las baterías están cargadas o cargándose. Supongamos que se va la luz, comienza a sonar una alarma del UPS. Una luz de aviso señala que se está trabajando con baterías, las cuales continúan alimentando los equipos que están conectados al UPS.

La conversión de corriente continua (DC) a alterna (AC) la lleva a cabo un **inversor**. Una de las alternativas de suministrar corriente tipo comercial de forma ininterrumpida a una computadora es el convertirla. La energía de la red en una corriente de 12 voltios DC y utilizarla para cargar una batería. A la salida de la batería se produce el paso inverso, dando corriente AC que alimenta a la computadora cuando esta conectada.

2.6.3. Terminología De Los UPS.

Es de señalar que el acrónimo UPS viene de (sistema de alimentación) ininterrumpido, y no de (fuente de alimentación). Un UPS es un sistema externo que ofrece suministro eléctrico continuo, (in-line) cuando falla la red eléctrica, este siempre está en línea ya que debe de ofrecer energía constante, ya que si existiera un tiempo de conmutación entre la falla de energía y el funcionamiento del UPS se pondrían perder datos. Ya que la fuente de alimentación de una computadora personal tiene lo que se denomina **tiempo de la energía de carga**, es el tiempo que la fuente de alimentación puede suministrar la energía almacenada a los circuitos lógicos sin que le llegue electricidad. Este almacenamiento de energía es directamente relacionado con el tamaño y la calidad de los componentes de la fuente de alimentación, en particular con los condensadores de Filtro. Para una computadora personal normal, este tiempo es de 20 a 40 milisegundos. En mundo de la electrónica, en que un único ciclo de la corriente AC a 60 Hz requiere de solo 16,66 milisegundos (1/60-60), este es un tiempo largo. Dicho de forma sencilla, en la electricidad que llega a la fuente de alimentación puede faltar un ciclo de la corriente sin que quede afectado el suministro de energía a los circuitos lógicos de la computadora.

Existen UPS(SPS standby power system) fuera de línea (off-line), que esperan a que el suministro de energía falle, pero ese tiempo aunque sea de mseg. Puede ser un factor importante para que se pierdan datos, por eso es recomendable un UPS en línea.

2.6.4. Diagrama De Un UPS.

En las siguientes figuras, se puede ver el diagrama de bloques de varios dispositivos de seguridad para el suministro de energía, incluyendo a un verdadero UPS en línea, en el cual la corriente que llega se convierte de AC a DC en el rectificador-cargador

Además mostraremos a un SPS y a una UPS con transformador ferriresonante que es el que utilizaremos en nuestro caso

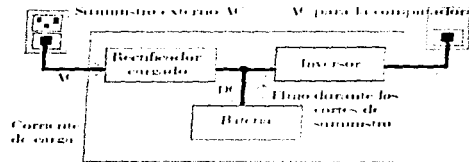


Figura 2.4. Un UPS En Línea

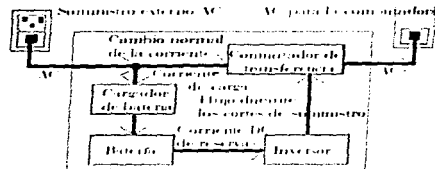


Figura 2.5. Un SPS Fuera De Línea.

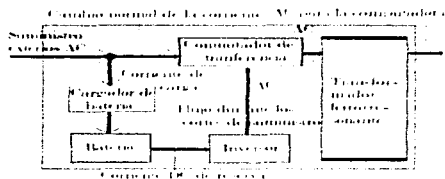


Figura 2.6. UPS Con Transformador Ferroresonante.

Como su nombre indica, el UPS realiza dos funciones. Las funciones son convertir la corriente a DC (rectificador) y cargar la batería. La batería se dice que está conectada a un bus de corriente continua, lo que significa que el rectificador-cargador y el inversor están conectados por un solo cable. Si la batería necesita carga, toma energía del bus. Si por el contrario, el voltaje del bus cae por debajo del voltaje de la batería, esta suministra energía al bus. La energía que pasa a través del bus DC se suministra al inversor que alimenta a la microcomputadora. En otras palabras, el sistema está en línea todo el tiempo, teniendo lugar todo el tiempo las conversiones de corriente AC a DC y de DC a AC.

Las ventajas de este diseño sobre el sistema en espera, son que no produce conmutación si falla el suministro eléctrico exterior. Como el inversor siempre suministra la energía a la computadora personal, esta nunca ve un corte de suministro. Esto no deja de tener sus desventajas. El tiempo de uso de los componentes, el porcentaje de tiempo que han de estar en funcionamiento es del 100%, lo que significa que han de ser mayores y con un nivel de fiabilidad superior que los componentes equivalentes de un UPS que no está en línea (SPS) y de parecido nivel de salida. En particular se encuentra afectada la batería, que ha de estar en funcionamiento todo el tiempo en el UPS. Es de esperar que la batería de un UPS falle antes que la de un SPS. Un sistema en línea puede costar el doble más que el de una unidad standby con el mismo nivel de salida.

2.6.5. Elección De Un UPS.

Con una cierta idea de como funcionan y del nivel de protección que ofrecen, es el momento de evaluar la necesidad de un UPS, y si es necesario, de seleccionar uno que se ajuste a las necesidades. Al adquirir un UPS se han de observar diversas características importantes.

Luces de aviso e interfaz con el PC. De alguna forma es necesario saber lo que está haciendo el UPS. Muchos diseños incluyen luces indicadoras, que permiten saber si se está utilizando la batería y la carga que tiene. Compruebe que los indicadores sean funcionales más que decorativos. Es recomendable un aviso sonoro además del visual cuando el sistema entra en funcionamiento o la batería está baja de carga.

Muchos sistemas actuales ofrecen una interfaz con la computadora personal, un modo de enviar una señal a la computadora personal para avisarle de una caída próxima. Esto es de especial utilidad si se está utilizando el UPS para proteger un servidor de archivos de una red. Para que esta característica sirva de algo en la computadora personal se ha de estar ejecutando un software que pueda interpretar las señales que envía el UPS. Varios programas pueden hacerlo.

Ondas. La corriente alterna de la red tiene una forma de onda suave sinusoidal. Muchos UPS no generan una onda sinusoidal porque es mucho más barato suministrar una onda cuadrada, rectangular o en forma de cuadrilátero. Con una onda cuadrada, no es necesario el filtrado para producir la salida que alimenta a la computadora. Sin embargo, con una onda cuadrada la posibilidad de que el ruido del inversor este presente en la salida del SPS es mucho mayor con la onda cuadrada. Los (hombros) de la onda cuadrada contienen perniciosos armónicos de la señal principal a 60 Hz. Por ello, los fabricantes han de ocuparse de eliminar el ruido de la onda no sinusoidal del inversor. Si se hace esto no existe ninguna razón real por la que tener miedo de los productos que no dan una onda sinusoidal, pero los sistemas que dan ondas sinusoidales verdaderas normalmente generan menos interferencias y cuestan más dinero.

Aviso de desconexión por descarga de baterías. Cuando las baterías soportan una carga durante un corte de luz, la energía que almacenan se va consumiendo lentamente. En un momento dado, se han descargado tanto que el nivel de voltaje de cada celda de la batería comienza a caer. En este punto, denominado voltaje final, si se sigue descargando se puede dañar de forma permanente la celda. Para preservar la vida de la batería, los UPS de mayor calidad desconectan el inversor antes de que ocurra esto. Sin esta característica, denominada desconexión por descarga de baterías, el UPS puede que solo sobreviva a algunos cortes de luz largos. Idealmente, por supuesto, uno mismo apaga la microcomputadora y el UPS antes de que esto ocurra. Una señal de aviso audible-visible de descarga de baterías es esencial para que la desconexión se lleve a cabo a tiempo.

Acondicionamiento de corriente. Uno de los principales argumentos comerciales de los fabricantes de UPS es que sus unidades también valen como acondicionadores de la corriente, eliminando picos, subidas de tensión e interferencias del ruido. Sin embargo, no se ha de olvidar que si bien algunos sistemas lo hacen, la tecnología de los UPS ofrece de forma inherente poca protección. En principio, una unidad fuera de línea o SPS dejará pasar todos los picos y subidas de tensión hasta la computadora, a menos que en su diseño estén incorporados los circuitos de filtrado adecuados. La actividad de conmutación del inversor en un sistema en línea puede generar unas interferencias que se añadan o incluso superen a las que hay en el suministro exterior.

Si recordamos los dos tipos de picos, los normales (línea-neutro) y comunes (neutro-tierra). El doble proceso de conversión de un UPS en línea suprime los impulsos de alta energía que aparecen entre la línea y el neutro, pero la tecnología en línea no incluye nada para evitar que los impulsos de modo común alcancen a los equipos sensibles. De hecho todos los UPS y SPS generan una cantidad significativa de ruido en modo común. Un transformador elimina este problema, ya que tiene Unidos el neutro y la tierra, filtrando el ruido en modo común. El transformador en sí puede formar parte de un buen diseño para filtrar los casos en modo común. El diseño con un transformador ferrotresonante es un buen acondicionador de línea tanto para los casos en modo normal como común.

En la actualidad existen UPS con transformador ferrotresonante, los UPS que se calculan en el proyecto son de este tipo.

2.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS UPS'S DEL PROYECTO.

2.7.1. Cálculo De La Capacidad Del Equipo Ininterrumpible (UPS).

Cada equipo tiene una capacidad máxima para absorber potencia, generalmente estos operan en forma individual, ya que si todas operaran simultáneamente la demanda máxima sería igual a la carga instalada.

Sin embargo la experiencia demuestra que la demanda máxima de consumo siempre es menor que la carga instalada puesto que el equipo de cómputo nunca trabajara en forma simultánea. La relación de demanda máxima a carga instalada es medida por

$$FACTOR DE DEMANDA = FD = \frac{DEMANDA MAXIMA}{CARGA INSTALADA}$$

Para nuestro caso tomaremos un factor de demanda de 0.85

Analizaremos la carga de equipo de cómputo del Nivel 1.

TABLERO	CARGA INSTALADA (W)	F.D.	CARGA DEMANDADA (W)
AE	45,500	0.85	38,675
BE	28,500	0.85	24,225
CE	35,000	0.85	29,750
DE	28,500	0.85	24,225
Σ total	137,500	0.85	116,875

Tabla 2.3. Carga De Equipo De Cómputo Del Nivel 1.

Ahora convertiremos la potencia de Watts a KVA, utilizando el factor de potencia unitario

$$\frac{\text{CARGA DE DEMANDADA}}{fp} = \frac{116,875W}{1} = 116,875 KVA$$

Le daremos a este último valor un 25% mas de capacidad para prevenir futuros aumentos en la carga.

$$116,875 KVA * 1,25 = 146,093,75 KVA$$

∴ El equipo a utilizar sera un UPS de 150 KVAs

2.7.2. Características Del Equipo.

La capacidad de nuestros UPS resultaron ser de 30,100 y 150 KVA, a continuación se muestran las especificaciones de cada uno de los UPS para estas capacidades

Como primer paso Las especificaciones generales de todos los UPS se pueden resumir en los siguientes puntos

1.- Salida regulada con inversor operando.

Durante la operación con batería la tensión de salida debe estar regulada, manteniéndose dentro de un rango mínimo.

2.- Batería sellada libre de mantenimiento.

Los equipo deben contener en su interior una batería sellada de larga vida la cual no requiere mantenimiento alguno y con capacidades que soporten las cargas y descargas totales de cada UPS. Esta batería elimina totalmente el riesgo de fugas o filtraciones de líquidos corrosivos que suelen presentarse con otro tipo de baterías

3.- Sincronía.

Al presentarse una falla en la línea comercial la transferencia ocurre en sincronía con la línea comercial, evitando así los peligrosos transitorios que se presentan con otro tipo de equipos.

4.- Protección de la batería.

Con el fin de evitar daños a la batería por descargas excesivas que pueden dar lugar a una reducción de su vida esperada, los UPS cuentan con monitor de CD que automáticamente apaga el inversor cuando la descarga llega a un nivel preestablecido

5.- Alarma audible de batería en operación y batería baja.

Si la línea comercial falla, o es inferior al voltaje de entrada, se produce un tono audible cada determinado tiempo. Este indica que la unidad está operando con batería, e indica el apagado inminente del inversor por haberse agotado la reserva de la batería; el tono audible se volverá continuo durante los últimos 4 minutos a plena carga

6.- Operación totalmente automática.

Una vez que se enciende la unidad no requiere de la intervención de un operario para restablecerla en caso de fallas en la línea comercial, este control se realiza con un microprocesador integrado

7 - Protección.

En condiciones normales de operación, la salida del equipo se encuentra protegida totalmente contra ruidos de alta frecuencia y picos de tensión evitando que la carga sufra algún daño ocasionado por estos

8 - Diseño compacto.

Lo compacto de su diseño y su portabilidad permiten una rápida instalación sin necesidad de realamburar o modificar la configuración de muebles y equipo

9 - Mantenimiento nulo.

Dado que la unidad no contiene elementos que sufran desgaste o deterioro con el tiempo de operación, no es necesario llevar a cabo ningún mantenimiento preventivo

10.- Especificaciones Eléctricas

A continuación daremos las especificaciones generales de los UPS

POTENCIA KVA	30	100	150
Voltaje de entrada(VAC)	208	208	208
Voltaje de salida(VAC)	208Y/120	208Y/120	208Y/120
Frecuencia de salida(Hz)	60 ± 0.1%	60 ± 0.1%	60 ± 5%
Corriente de entrada nominal(Amp)	93	304	460
Corriente de entrada maxima(Amp)	103	335	500
Corriente nominal de desviacion (Bypass)(Amp)	83	277	416
Salida de corriente del UPS (Amp)	83	227	323
Maxima desviacion de voltaje	± 5%	± 5%	± 3%
10 min con corriente de sobrecarga(Amp)	104	346	403
Eficiencia del sistema Con factor de potencia de 0.8			
100 % de carga	88%	91%	93%
75 % carga	88%	91%	92.5%
50 % carga	87%	90.5%	90%
Carga de rechazo de calentamiento (BTU /hr)	11,166	26,800	40,494
Dimensiones (Pulg)			
Altura	55.18	56.68	75.00
Profundidad	32.18	32.18	33.00
Ancho	31.50	82.5	131.00
Peso(Lbs)	1,385	3,540	6,644

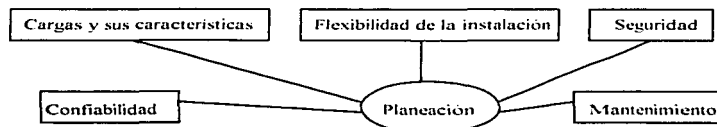
Tabla 2.4. Especificaciones Importantes Para El UPS.

11 - Dispositivos adicionales.

Los dispositivos adicionales por lo general se encuentran en los UPS de mas capacidad, como es el caso de nuestro UPS de 150 KVA, que cuenta con puertos de comunicacion, computadora de diagnostico y la famosa tecnologia Digital Power

2.8. CONSIDERACIONES EN LA PLANEACION DE UN SISTEMA ELECTRICO PARA REDES DE COMPUTO.

En la fase de planeación de un sistema eléctrico para redes de cómputo, se debe tomar en consideración lo siguiente:



2.8.1. Cargas Y Sus Características.

Antes de iniciar las fases de diseño, el ingeniero debe conocer las tolerancias especificadas para el equipo de cómputo. Es decir, se debe examinar los requerimientos de la calidad de potencia de todo el equipo a instalar, para determinar el grado máximo de sensibilidad de los componentes individuales. Es muy importante evaluar las pérdidas reales e intangibles debido a interrupciones o mal funcionamiento del equipo de cómputo desde todos los casos, incluyendo pérdidas atribuidas a la deficiencia de suministro de potencia o fallas.

2.8.2. Flexibilidad De Las Instalaciones.

El medio de obtener una adecuada flexibilidad de la instalación, es por el uso de piso falso ya que, proporciona para el cableado entre computadoras y equipos periféricos, comunicaciones, telefonia y servicio mecánico, incluyendo, ductos de aire acondicionado. El piso falso proporciona la capacidad de hacer remodelaciones en la posición del equipo de cómputo prácticamente en cualquier momento.

2.8.3. Seguridad.

La seguridad es un factor vital al planear una instalación para computadoras. Se debe tener en consideración lo siguiente:

Corto circuito. De las condiciones anormales que se presentan en los sistemas eléctricos y la que origina máximos defectos indeseables, es la de corto circuito.

Relevadores de Protección e Interruptores. Los relevadores de protección, tienen por objetivo desconectar con rapidez cualquier elemento del sistema de potencia que sufre corto circuito o alguna otra condición anormal.

El equipo de protección está ayudado en esta tarea por interruptores que son capaces de desconectar el elemento defectuoso cuando el equipo de protección se los manda.

Los relevadores se dividen en dos grandes grupos, los cuales son los siguientes:

- a) Protección Primaria. La protección primaria, es la primera línea de defensa contra la falla.
- b) Protección de Respaldo. La protección de respaldo solo debe operar cuando falla la protección primaria.

Nota: Es necesario tener una buena coordinación entre estas protecciones, para evitar disparos molestos que podrían provocar arranques innecesarios de motor generador o desconexiones totales al equipo de cómputo.

Características de los Esquemas de Protección Las principales características de los esquemas de protección, son

- a) **Confiabilidad** Es la característica de un esquema que le permite detectar las fallas en la(s) zona(s) que le corresponde
- b) **Seguridad** Es la característica de un esquema que le impide operar cuando no hay falla en la(s) zona(s) que le corresponde
- c) **Rapidez** Si bien es deseable que un esquema tome una acción rápida para aislar o eliminar una falla, el analizar en el las variables en un lapso, por corto que este sea, es el único método conocido para poder obtener un balance adecuado entre confiabilidad y seguridad
- d) **Selectividad (Economía)** Es la característica de un esquema que le permite detectar la localización de una falla y actuar en función de ella. Aunque se puede lograr selectividad en esquemas de alta velocidad, generalmente esto implica costos iniciales más altos lo cual, no siempre es justificable. Por ello, en esas ocasiones se persigue la selectividad a través de retraso(s) intencional(es) de tiempo

2.8.4. Confiabilidad.

La confiabilidad es la clave del diseño de los sistemas eléctricos, para las redes de computo. Se han desarrollado cuatro conceptos básicos que proporcionan diferentes grados de confiabilidad. Se pueden hacer una gran cantidad de modificaciones a estos cuatro diseños para crear la configuración requerida del sistema eléctrico, para la aplicación particular.

2.8.4.1. Concepto 1: Acondicionamiento/Mejoría De Potencia.

La mayoría de la potencia, algunas veces llamado "acondicionamiento" de potencia, ofrece una confiabilidad adecuada y una rápida instalación. Este diseño tiene el nivel más bajo de confiabilidad sin embargo, los costos, también, son los más bajos.

El acondicionamiento puede proporcionar regulación de voltaje, protección contra transitorios, filtros de ruido y un transformador blindado todo lo cual, brinda una protección excelente contra los disturbios de potencia, excepto en el caso de una salida total de la Compañía Eléctrica.

- **Ventajas del Concepto 1**
 - 1.- Salida de potencia nítida
 - 2.- Unidad portátil.
 - 3.- Taps de voltaje
 - 4.- Interface de monitoreo.
 - 5.- Distribución del circuito derivado
 - 6.- Baja inversión de capital.

- **Desventajas del Concepto 1.**

- 1.- Está sujeto a las salidas sostenidas de la Compañía Eléctrica.
- 2.- No incorporan capacidad de holgura de energía.
- 3.- Las unidades típicas, no pueden ser puestas en paralelo.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



Figura 2.8 Sistema Típico Del Concepto 1.

2.8.4.2. Concepto 2: UPS Dentro Del Centro De Cómputo.

Como se muestra en la figura 2.9 El diseño del concepto 2 consiste, esencialmente, de un suministro de la Compañía Eléctrica, un tablero principal y alimentadores, instalados fuera del centro de cómputo, adentro del centro de cómputo, se encuentra un sistema UPS completo, la(s) unidad(s) de salida de distribución de potencia y el equipo de aire acondicionado.

- Ventajas del Concepto 2

- 1 - Potencia ininterrumpible por aproximadamente 5 a 10 minutos
- 2 - No se requiere de un salón especial, para el equipo UPS o para las baterías
- 3 - El suministro de potencia crítica, se encuentra cerca de la carga
- 4 - Son menos costosos en pequeñas aplicaciones

- Desventajas del Concepto 2

- 1 - Ocupa espacio costoso de la sala de cómputo
- 2 - El calor es desechado en la sala de cómputo
- 3 - El peso está concentrado en una área
- 4 - El mantenimiento del equipo, tiene que ser hecho en el área de cómputo

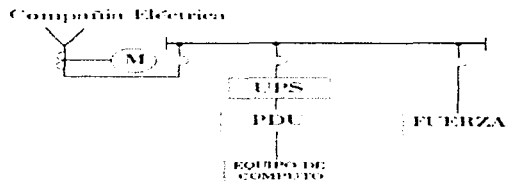


Figura 2.9. Sistema Típico Del Concepto 2.

2.8.4.3. Concepto 3: Sistema UPS Redundante En Paralelo.

Los sistemas típicos del concepto 3, proporcionan un alto grado de confiabilidad a las más grandes instalaciones de procesamiento de datos. En este sistema, se agrega un suministro alterno de potencia (motor-generador), switcheo de transferencia automática, y un sistema UPS redundante además, se proporciona un bus de bypass de servicio y un bus de bypass de mantenimiento para suministrar potencia a las computadoras en forma directa desde el suministro de la Compañía Eléctrica (o generador), si se requiere.

- Ventajas del Concepto 3

- 1 - Los generadores ofrecen protección contra una salida prolongada del suministro de la Compañía Eléctrica
- 2 - El sistema UPS que tiene la capacidad de energizar toda la carga crítica, proporciona una elevada confiabilidad
- 3 - Los circuitos de bypass, pueden ser utilizados para alimentar la carga mientras se realiza el mantenimiento a los módulos del UPS
- 4 - Para grandes aplicaciones, es el sistema más económico si son considerados el crecimiento de carga y el dimensionamiento óptimo de la unidad

- Desventajas del Concepto 3

- 1 - Tiene un alto costo de adquisición
- 2 - Tiene un alto costo de instalación
- 3 - Tiene un costo moderadamente alto de mantenimiento
- 4 - Tiene una eficiencia más baja
- 5 - Alto calor de carga
- 6 - El switch estático, es un punto particular de falla

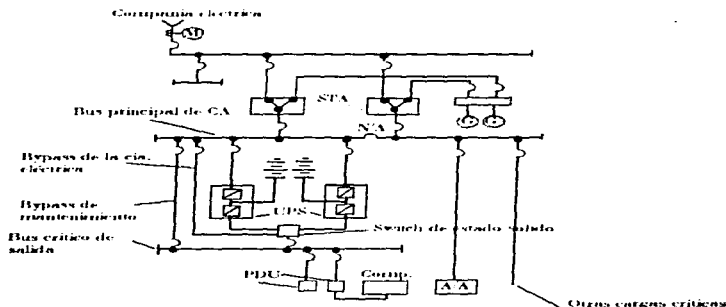


Figura 2.10. Sistema Típico Del Concepto 3.

2.8.4.4. Concepto 4: Sistema UPS, Celular-Matriz/No Paralelo.

Este diseño es seleccionado sólo cuando el costo del downtime del sistema de cómputo, justifica el alto costo de este tipo de sistema. Como se muestra en la figura 2.11. El diseño eléctrico puede consistir de dos o más sistemas individuales de potencia alimentando a las computadoras, cada una referida como una celda.

La celda A, consiste de las componentes esenciales del concepto 3. La celda B, es un duplicado de la celda A y pueden ser agrupados celdas adicionales. Esencialmente, cada celda es un suministro de potencia y de carga separado. Sin embargo, las celdas o sistemas pueden estar conectadas a la vez por medio de interruptores de amarre, en lugares vitales. Este arreglo matricial, permite que cualquier componente o sistema de la celda A, sea conectado a la celda B o viceversa.

- Ventajas del Concepto 4

- 1 - Es extremadamente confiable debido al aislamiento de las celdas, redundancia y capacidad de matrización.
- 2 - Los controles para cada sistema son simples (sin embargo, los controles de todo el sistema, pueden ser complejos a causa de diseño matricial).
- 3 - El mantenimiento del equipo es simplificado debido a que cualquier celda puede ser sustituida sin ningún efecto sobre el equipo de cómputo.

- Desventajas del Concepto 4

- 1 - Altos costos iniciales de los sistemas de apoyo mecánico y eléctrico.
- 2 - Altos costos de mantenimiento, debido al volumen del equipo.
- 3 - Gran requerimiento de espacio.
- 4 - Se requiere un personal bien entrenado para la operación del sistema.

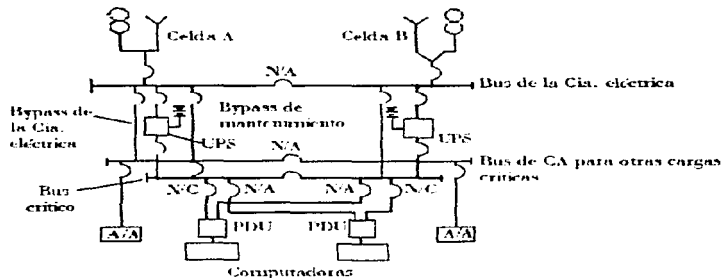


Figura 2.11. Sistema Típico Del Concepto 4.

2.8.5. Mantenimiento.

El mantenimiento es un requerimiento esencial de cualquier instalacion electrica. La meta de un mantenimiento preventivo, es la de mantener al equipo en una optima condicion de operacion. La deteccion y reparacion de una falla incipiente antes que esta se desarrolle y cause muchos problemas, es uno de los principales beneficios de un programa de mantenimiento preventivo. Al hacer un programa de mantenimiento, se debe tomar en consideracion lo siguiente:

El equipo nuevo debe ser monitoreado hasta que extensos registros indiquen que el programa puede ser aflojado o deba ser mas rigido. El equipo viejo puede requerir servicio e inspecciones mas frecuentes.

2.8.6. Plantas De Emergencia.

2.8.6.1. Tipos Básicos.

Los sistemas de potencia de emergencia son de dos tipos basicos:

- 1.- Una fuente de potencia electrica separada de la fuente principal de potencia, operando en paralelo la cual mantiene energizado a las cargas criticas cuando falla la fuente principal de potencia.
- 2.- Una fuente de potencia disponible y confiable para la cual, las cargas criticas son automaticamente switcheadas, cuando la fuente principal de potencia falla.

2.8.6.2. Componentes.

Frecuentemente, los sistemas de potencia de emergencia tienen un sistema de potencia de respaldo disponible que incrementa el tiempo de suministro de emergencia, tanto como sea necesario. Los sistemas de potencia de respaldo, estan constituidos de los siguientes componentes:

- 1.- Una fuente confiable alterna de energia electrica, separada de la fuente de potencia principal.
 - 2.- Arrancador y control de regulacion, si se selecciona una generacion de respaldo "on-site", como fuente.
- Se deben establecer las necesidades practicas, antes de la especificacion o adquisicion de la planta de emergencia ya que los costos tienden a aumentar a medida que los sistemas y hardware sean mas sofisticados.

2.8.6.3. Generadores Impulsados Por Motor.

Estas unidades satisfacen la necesidad de potencia de emergencia y respaldo. Además de proveer potencia confiable de emergencia, los generadores impulsados por motor son usados, tambien, para sostener picos de cargas. Los generadores mas comunes, son:

- **Generadores de Motor Diesel.** Los motores diesel son algo mas costosos y pesados, en pequeños tamaños, pero son rigidos y confiables. El costo del combustible es mas bajo y los riesgos de incendio y explosión, son considerablemente mas bajos que los de los motores de gasolina. Las capacidades varian desde 2.5 KW, hasta 1100 KW.

- **Generadores de Motor de Gasolina** Los motores de gasolina, son satisfactorios para instalaciones de hasta 100 KW

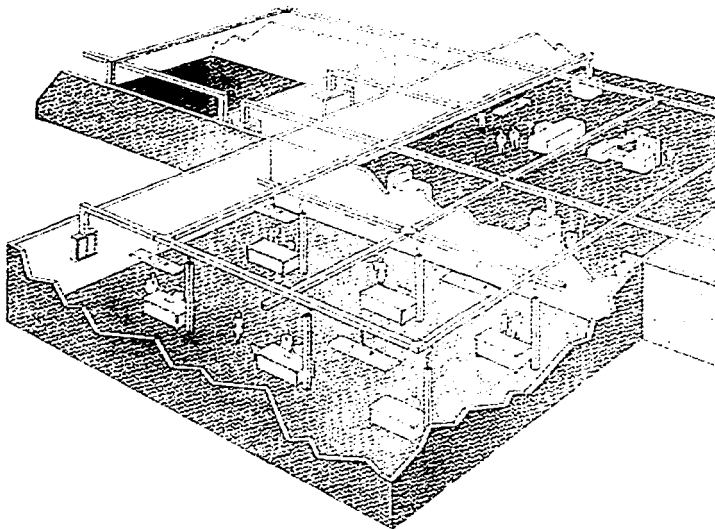
Estos arrancan rápidamente y son de un costo inicial bajo, comparados con los motores diesel

Las desventajas son

- 1 - Un alto costo de operación
 - 2 - Un gran riesgo de incendio debido al almacenamiento y manejo de gasolina
 - 3 - Corta vida de almacenamiento del combustible
- **Generadores de Motor de Gas** Los motores de gas natural y I.P. están al nivel de los motores de gasolina en costo y son disponibles hasta aproximadamente 600 KW. Estos motores son de rápido arranque después de un periodo prolongado de paro, debido al suministro de combustible fresco. La vida del motor es mayor con mantenimiento reducido, debido al quemado limpio del gas natural. Sin embargo, debe darse la posibilidad de que la empresa suministradora del servicio eléctrico y el suministro de gas natural, no estén disponibles al mismo tiempo.

CAPITULO 3

INSTALACIONES ELECTRICAS Y EL ANTEPROYECTO



3. INSTALACIONES ELECTRICAS Y EL ANTEPROYECTO.

- 3.1.1. Seguridad
- 3.1.2. Eficiencia.
- 3.1.3. Economia
- 3.1.4. Capacidad
- 3.1.5. Flexibilidad
- 3.1.6. Accesibilidad
- 3.1.7. Códigos Y Normas

3.2. ELEMENTOS GENERALES QUE CONSTITUYEN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

- 3.2.1. Acometida
- 3.2.2. Equipo De Medicion
- 3.2.3. Interruptores
 - 3.2.3.1. Interruptor General
 - 3.2.3.2. Interruptor Derivado
 - 3.2.3.3. Interruptor Termomagnético.
- 3.2.4. Arrancador.
- 3.2.5. Transformador.
- 3.2.6. Tableros
 - 3.2.6.1. Tablero General
 - 3.2.6.2. Centro De Control De Motores
 - 3.2.6.3. Tableros De Distribucion O Derivados
- 3.2.7. Motores Y Equipos Accionados Por Motores
- 3.2.8. Estaciones O Puntos De Control.
- 3.2.9. Salidas Para Alumbrado Y Contactos.
- 3.2.10. Plantas De Emergencia
- 3.2.11. Sistema De Tierras
- 3.2.12. Interconexion
- 3.2.13. Canalizaciones

3.3. ANÁLISIS PRELIMINAR DEL PROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

- 3.3.1. Tipo De Construccion
- 3.3.2. Evaluacion Electrica General
 - 3.3.2.1. Estimación De La Carga
 - 3.3.2.2. Seleccion Del Sistema De Distribucion
- 3.3.3. Seleccion Del Equipo
- 3.3.4. Suministro De La Energia.

3.4. REQUERIMIENTOS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO ELÉCTRICO.

- 3.4.1. Croquis De Localización.
- 3.4.2. Plano Planta De Conjunto
- 3.4.3. Planos De Nivel
- 3.4.4. Planos De Corte
- 3.4.5. Estructura Del Proyecto.
- 3.4.6. Criterio Para La Elaboración De Planos.
- 3.4.7. Diagrama Unifilar.
- 3.4.8. Planos De Alumbrado y Contactos.
- 3.4.9. Cuadros De Carga De Alumbrado Y Contactos.
- 3.4.10. Memoria Técnica.
- 3.4.11. Normas Y Reglamentos.

3. INSTALACIONES ELECTRICAS Y EL ANTEPROYECTO.

En el proyecto de cualquier instalación eléctrica de alumbrado o fuerza es conveniente tomar en consideración que debe cumplir con los siguientes requisitos

3.1.1. Seguridad.

Una instalación segura es aquella que no representa riesgos para los usuarios ni para los equipos que alimenta o están cerca

Existen muchos elementos que pueden utilizarse para proteger a las personas que trabajan cerca de una instalación eléctrica, entre otros la conexión a tierra de todas las partes metálicas que están accesibles, la inclusión de mecanismos que impidan que la puerta de una subestación pueda abrirse mientras esta se encuentra energizada, la colocación de tarimas de madera y hule en los lugares de donde se operen interruptores

3.1.2. Eficiencia.

El diseño de una instalación debe hacerse cuidadosamente para evitar consumos innecesarios, ya sea por pérdidas en los elementos que la constituyen o por la imposibilidad para desconectar equipos o secciones de alumbrado mientras estos no se estén utilizando.

3.1.3. Economía.

Los proyectos de ingeniería tienen que considerar las implicaciones económicas. Esto quiere decir que el ingeniero, frente a cualquier proyecto, debe pensar en su realización con la menor inversión posible. Hipotéticamente hablando, la mejor solución a un problema de instalaciones eléctricas debería ser la única, la ideal.

3.1.4. Capacidad.

En general cada sistema eléctrico debe estar diseñando para satisfacer la demanda de servicio que se presente y considerar también el pronóstico de carga para instalaciones futuras.

3.1.5. Flexibilidad.

Se entiende por instalación flexible aquella que puede adaptarse a cambios. Por ejemplo, una instalación aparente en tubos metálicos o por charolas es más accesible que una instalación ahogada en el piso.

3.1.6. Accesibilidad.

Una instalación bien diseñada debe tener las provisiones para permitir el acceso a aquellas partes que pueden requerir mantenimiento. Por ejemplo, espacios para desmontar y montar equipos grandes, entre otros.

También se entiende por accesibilidad el que se cuente con todos los elementos que permitan entender el diseño de la instalación, es decir, la especificación completa y todos los planos y diagramas necesarios.

3.1.7. Códigos Y Normas.

El diseño de instalaciones eléctricas debe hacerse dentro de un marco legal. Un buen proyecto de ingeniería es una respuesta técnica y económicamente adecuada, que respeta los requerimientos de las normas y códigos aplicables.

En México las NTIE (Normas Técnicas para las Instalaciones Eléctricas, 1994), editadas por la Dirección General de Normas, constituyen el marco legal para el proyecto y construcción de instalaciones. Estas normas son generales y no pueden cubrir todo. En ciertos tipos de instalaciones pueden establecerse especificaciones que aumente la seguridad o la vida de los equipos y que estén por arriba de las normas.

Existen también normas para la fabricación de equipos eléctricos que también deberán ser consideradas en el diseño ya que proporcionan información relativa a las características del equipo, así como los requisitos para su instalación.

3.2. ELEMENTOS GENERALES QUE CONSTITUYEN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

En esta sección se presenta una descripción general de los elementos más comúnmente encontrados en una instalación eléctrica. Dicha descripción incluye tanto las funciones como las características más importantes.

3.2.1. Acometida.

Por acometida se entiende el punto donde se hace la conexión entre la red, propiedad de la compañía suministradora, y el alimentador que abastece al usuario.

En las terminales de entrada de la acometida normalmente se colocan apartarrayos para proteger al equipo contra ondas de alto voltaje, ya sea de origen atmosférico o por maniobras de conexión o desconexión en la red de suministro.

3.2.2. Equipo De Medición.

Por equipo de medición se entiende aquel propiedad de la compañía suministradora, que se coloca en la acometida de cualquier usuario con el propósito de cuantificar el consumo de energía eléctrica de acuerdo a las condiciones del contrato de compraventa

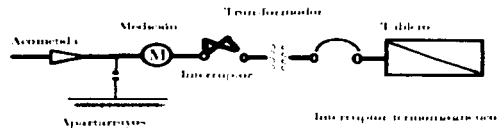


Figura 3.1. Esquema De Básico De Una Instalación.

3.2.3. Interruptores.

Un interruptor es un dispositivo que está diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico por el cual está circulando una corriente. Puede utilizarse como medio de desconexión o conexión y, si está provisto de los dispositivos necesarios también puede cubrir la función de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

3.2.3.1. Interruptor General.

Se le denomina interruptor general o principal al que va colocado entre la acometida (después del equipo de medición) y el resto de la instalación, y que se utiliza como medio de desconexión y protección del sistema o red suministradora.

Dependiendo del tipo de instalación, el interruptor general o principal puede ser alguno de los siguientes dispositivos:

- Caja con cuchillas y fusibles.
- Interruptor termomagnético.
- Cortacircuitos o interruptor de potencia (en aire, al vacío, en algún gas o en aceite).

3.2.3.2. Interruptor Derivado.

Los interruptores eléctricos llamados derivados son aquellos que están colocados para proteger y desconectar alimentadores de circuitos que distribuyen la energía eléctrica a otras secciones de la instalación o que energizan a otros tableros

3.2.3.3. Interruptor Termomagnético.

Uno de los interruptores mas utilizados y que sirve para desconectar y proteger contra sobrecargas cortocircuitos es el termomagnético.

Su diseño le permite soportar un gran número de operaciones de conexión y desconexión, los que lo hace muy útil en el control manual de una instalación. Tiene un elemento electrodinámico con el que puede responder rápidamente ante la presencia de un cortocircuito. Para la protección contra sobrecarga se vale de un elemento bimetalico

3.2.4. Arrancador.

Se conoce como arrancador al arreglo compuesto por un interruptor, ya sea termomagnético o de navajas (cuchillas) con fusibles, un contactor electromagnético y un relevador bimetalico

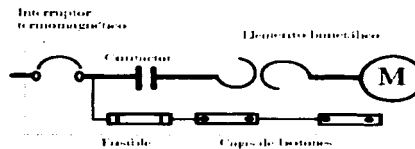


Figura 3.2. Esquema De Básico De Un Arrancador.

3.2.5. Transformador.

Transformador eléctrico es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje de suministro al voltaje requerido. En instalaciones grandes (o complejas) pueden necesitarse varios niveles de voltajes, lo que se logra instalando varios transformadores (normalmente agrupados en subestaciones).

3.2.6. Tableros.

Se entiende por tablero un gabinete metalico donde se colocan instrumentos, interruptores, arrancadores y/o dispositivos de control. El tablero es un elementos auxiliar (en algunos casos obligatorio) para lograr una instalación segura, confiable y ordenada

3.2.6.1. Tablero General.

El tablero general es aquel que se coloca inmediatamente despues del transformador, y que contiene un interruptor general. El transformador se conecta a la entrada del interruptor y a la salida de este se conectan barras que distribuyen la energia electrica a diferentes circuitos a traves de interruptores derivados.

3.2.6.2. Centros De Control De Motores.

En instalaciones industriales , y en general en aquellas donde se utilizan varios motores, los arrancadores se agrupan en tableros compactos conocidos como centros de control de motores. Dependiendo del número de arrancadores o circuitos derivados y de la distancia entre ellos y el tablero general, puede ser necesario incluir un interruptor general

3.2.6.3.- Tableros De Distribución o Derivados.

Cada área de una instalación esta alimentada por uno o varios tableros derivados. Estos tableros pueden tener un interruptor general dependiendo de la distancia al tablero de donde se alimenta y del número de circuitos que alimente

3.2.7. Motores Y Equipos Accionados Por Motores.

Los motores se encuentran al final de las ramas de una instalación y su función es transformar la energia eléctrica en energia mecánica. Cada motor debe tener su arrancador propio.

3.2.8. Estaciones o Puntos De Control.

En esta categoria se clasifican las estaciones de botones para control o elementos del proceso como: limitadores de carrera o de par, indicadores de nivel, de temperatura, de presión, entre otros.

3.2.9. Salidas Para Alumbrado Y Contactos.

Las unidades de alumbrado al igual que los motores están al final de la instalación y son consumidores que transforman la energia eléctrica en energia luminosa y generalmente también en calor.

Los contactos sirven para alimentar diferentes equipos portatiles y van alojados en una caja donde termina la instalacion fija

En ambos casos debe asegurarse que la instalacion electrica tenga la especificacion necesaria para que la caida de voltaje este por abajo de la permitida, que el alimentador quede protegido contra fallas y sobrecargas y que el usuario este protegido contra electrocucion

3.2.10. Plantas De Emergencia.

Existe una gran cantidad de instalaciones electricas que cuentan con una planta de emergencia para protegerse contra posibles fallas en el suministro de energia electrica. Normalmente en todos aquellos lugares de uso publico, se requiere una fuente de energia electrica, que funcione mientras la red suministradora tenga caidas de voltaje importantes, fallas en alguna fase o interrupciones de servicio

La conexion o desconexion del sistema de emergencia se hace por medio de interruptores de doble tiro (manuales o automatico) que transfieren la carga del suministro normal a la planta de emergencia

3.2.11. Sistema De Tierras.

Se llama sistema de tierra a la red de conductores electricos unidos a una o mas tomas de tierra y provistos de una o varias terminales a las que pueden conectarse puntos de la instalacion. El sistema de tierras de una instalacion se diseña en funcion de: El nivel de voltaje, la corriente de cortocircuito, la superficie que ocupa la instalacion, la resistencia a tierra, la humedad y temperatura

Se entiende que un electrodo enterrado en el suelo con una terminal que permita unirlo a un conductor es una toma de tierra. Este electrodo puede ser una barra o tubo de cobre, una varilla o tubo de fierro y en general cualquier estructura que este en contacto con la tierra y que tenga una resistencia a tierra dentro de ciertos limites

En una instalacion pueden existir varios sistemas de tierra independientes. Para la subestacion y equipo de fuerza (motores), para el sistema de pararrayos (que puede o no estar interconectado con el primero) y para instrumentos, computadoras y equipo de transmision o recepcion de señal. Deben respetarse ciertas separaciones entre las tomas de tierra de cada sistema para evitar interferencias. Los conductores que se conectan a los diferentes sistemas deberan estar aislados y protegidos desde la conexion

3.2.12. Interconexión.

Para la interconexión de una instalación pueden utilizarse alambres (conductores de varios hilos) o cables (de un solo hilo) de cobre o aluminio. Estos pueden estar colocados a vista, en ductos, tubos o charolas. Excepto en el caso de líneas aéreas, los conductores siempre deberán estar cubiertos con una capa de material aislante el cual determina la temperatura máxima de operación. Lo más recomendable es que todas las conexiones queden accesibles. En caso que estén dentro de tuberías o ductos deben proveerse las cajas o registros necesarios sobre todo en las conexiones de salida hacia los equipos de la instalación.

3.2.13. Canalizaciones.

Las tuberías que se utilizan para proteger a los conductores pueden ser metálicas (de pared gruesa o delgada) o de materiales plásticos no combustibles (rígidas o flexibles). También se utilizan ductos (metálicos) cuadrados o charolas, que son estructuras metálicas de tipo escalera colocadas vertical u horizontalmente donde se fijan los conductores.

3.3. ANÁLISIS PRELIMINAR DEL PROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

En el suministro de energía de las llamadas fuentes de alimentación a las cargas o centros de consumo se requiere de la intervención de un conjunto de elementos para cumplir con tal fin y deben ser calculados de acuerdo a los requisitos que tienen que cumplir.

La determinación de las características de este conjunto de elementos, el arreglo o disposición que lleven dentro de una instalación, y los aspectos funcionales y de estética es lo que se conoce como el diseño de la instalación eléctrica, podrá tener distintos criterios que deben ser considerados desde la planeación y que desde luego estarán de acuerdo con las normas y reglamentos para instalaciones eléctricas.

Para el diseño de una instalación eléctrica es conveniente que los encargados del proyecto hagan un análisis total de todos los aspectos a considerar en la construcción de esta, entre otros podemos mencionar a la instalación desde el punto de vista arquitectónico y de servicio, el tipo de cargas y forma de suministro de la energía, etc. Esto involucra una determinación cuidadosa de los requerimientos eléctricos usuales y especiales, dependiendo las características que tenga el edificio.

La conveniencia de hacer notar esto, es con el objeto de analizar el proyecto de la instalación eléctrica desde un punto de vista general, los aspectos que debemos tomar en forma preliminar los podemos resumir en la forma siguiente:

3.3.1. Tipo De Construcción.

En la primera aproximación de un proyecto es necesario analizar el sistema eléctrico considerando características del tipo de construcción como son dimensiones generales, si es de uno o varios niveles, alturas de oficinas, salas, áreas descubiertas, etc

El proyecto que se presenta se refiere a la instalación eléctrica de un edificio que cuenta con un centro de cómputo y tiene los siguientes niveles: dos sótanos, planta baja, primer piso, segundo piso, tercer piso y azotea, con las siguientes características:

- Tiene una superficie de 3025m²
- Cuenta con un sótano para estacionamiento para los usuarios del edificio
- Tiene una caseta de vigilancia en el acceso al sótano
- Tiene 2 elevadores en servicio de emergencia
- Cuenta con sistemas de cómputo y de comunicaciones
- La alimentación vertical hacia los pisos superiores está distribuida en ductos que dan cabida a las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y ductos de aire acondicionado, así como de instalaciones telefónicas, entre otras, de forma totalmente independiente
- Cuenta con un sistema de cómputo en red con debidos servicios de comunicaciones

3.3.2. Evaluación Eléctrica General.

En una planeación general para el diseño de un sistema eléctrico, se empieza con la determinación y estudio del tamaño y naturaleza de la carga a alimentar, esto significa una aproximación de la carga en W/M², número y tamaño de los motores, determinación de la capacidad de otras cargas, localización por áreas, y analizar el mejor sistema de distribución posible

3.3.2.1. Estimación De La Carga.

La Instalación Eléctrica Comprende

- Una carga total instalada de 1024502 000 (W)
- La subestación eléctrica constará de 2 transformadores con capacidades de 500 KVA.
- Se tiene 2025 salidas de alumbrado
- 1013 salidas para contactos normales.
- 874 salidas para contactos regulados
- 215 HP distribuidos en diversos motores para sistema de aire acondicionado, bombas, equipo hidroneumático y elevadores funcionando a 220 Volts.

3.3.2.2. Selección Del Sistema De Distribución.

Las características de los tipos de carga y requerimientos descritos anteriormente, son consideradas para distribuir la energía eléctrica necesaria dentro del edificio.

En su gran mayoría son condicionadas por las características constructivas del inmueble, del medio ambiente, el factor económico y sobre todo por el tipo de trabajo o actividad que se desarrolle en el edificio

Para nuestro estudio podemos considerar como las más importantes:

- a) Análisis de carga total de la instalación
- b) Probables aumentos futuros de carga
- c) Estudio de secciones y canalizaciones
- d) Consideraciones de pérdida por efecto Joule y por caída de tensión
- e) Accesibilidad de la instalación para inspección y mantenimiento de la misma.
- f) Reglamentación por parte de las autoridades y compañía suministradora

En nuestro caso tenemos que alimentar lámparas de 32, 50, 13 y 59 Watts, salidas para contactos normales de 200, regulados de 500 Watts a 127 Volts y motores desde 1 hasta 20 HP a 220 Volts.

En consideración a lo anterior se propone la utilización de dos transformadores de igual capacidad para la alimentación de la carga total, logrando con esto

Ahorro de energía. Evitando que los dos transformadores estén en operación cuando la carga monitoreada sea igual o menor a la capacidad de uno de los transformadores, de ser así el otro transformador se sacará de operación, logrando con esto mantener el servicio con uno solo, así se eliminan pérdidas en el transformador que quedó fuera de servicio

Independencia del suministro. Se cuenta para el sistema normal y de emergencia con su propio transformador.

Continuidad en el servicio. Garantizando con tres formas diferentes el suministro de la energía eléctrica para las partes fundamentales del sistema.

- 1.- Planta de emergencia
- 2.- UPS.
- 3.- Transformador en servicio normal.

Sistema tolerante a fallas.

Versatilidad. Ya que todo lo anterior en conjunto da una versatilidad en el sistema.

3.3.3. Selección De Equipo.

En todas las instalaciones eléctricas se debe procurar tener un máximo de normalización en el equipo, tanto en el tipo como en las capacidades de los mismos, con el objeto de solicitar a la compañía suministradora de energía los voltajes normales en el nivel que corresponde

El equipo se elige en forma estandar, al no ser así trae problemas de complicación en el mantenimiento y la eficiencia del personal

3.3.4. Suministro De La Energía.

Otro aspecto preliminar que afecta el diseño y procedimiento a seguir, es el suministro de la energía eléctrica en cuanto a sus características. El suministro de la energía se hace generalmente por una compañía suministradora única, en la República Mexicana es la Comisión Federal de Electricidad y la generación por empresas para su propio uso esta restringida solo a casos muy especiales, por lo que se debe conjugar las características de la energía eléctrica que se compra con las características del equipo a instalar, comparando, la frecuencia, niveles de voltaje, etc. Algunas veces la alimentación de energía dentro de un área considerable requiere de comprar la energía y distribuirla internamente mediante sistemas de distribución, y es frecuente encontrar diferentes voltajes, entonces se requiere del uso de subestaciones para solucionar el problema.

3.4. REQUERIMIENTOS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO ELÉCTRICO.

Los requisitos que debemos cubrir para elaborar nuestro proyecto son en primera instancia el croquis de localización del edificio, el plano de planta de conjunto, los planos de cada uno de los niveles y el plano de cortes; Otros requerimientos serían el conocimiento del material y equipo eléctrico existente en el mercado, así como el tomar en cuenta las normas y reglamentos que rigen a las instalaciones eléctricas actuales.

3.4.1. Croquis De Localización.

Este comprende la manzana, las calles que circundan la ubicación del predio, número de lote, número oficial, la orientación, colonia, población y otras referencias que faciliten su localización.

3.4.2. Plano Planta De Conjunto.

Este muestra las dimensiones y la configuración del edificio desde una vista superior, para diseñar en forma óptima la instalación requerida en el exterior.

3.4.3. Planos De Nivel.

En estos aparecen las áreas consideradas con sus dimensiones para la distribución de las unidades de iluminación, equipo eléctrico y trayectoria de tuberías que el proyecto eléctrico requiera

3.4.4. Planos De Corte.

Este plano nos muestra secciones transversales y longitudinales, para considerarlas en las trayectorias de ductos e instalación del equipo eléctrico requiriendo

Nos marca además ejes para detectar fácilmente la localización de áreas

3.4.5. Estructura Del Proyecto.

El proyecto está integrado por diferentes planos, una lista de materiales y la memoria técnica.

Los planos los tenemos identificados de la siguiente manera

- Plano IE-01 Diagrama Unifilar
- Plano IE-02 Alumbrado Normal Sotano
- Plano IE-03 Alumbrado De Emergencia Sotano
- Plano IE-04 Alumbrado Normal Y Emergencia De Planta Baja
- Plano IE-05 Contactos De Planta Baja (Regulados Y No Regulados)
- Plano IE-06 Alumbrado Normal Y De Emergencia Primer Piso
- Plano IE-07 Alumbrado Normal Y De Emergencia Segundo Piso
- Plano IE-08 Contactos De Segundo Piso (Regulados Y No Regulados)
- Plano IE-09 Alumbrado Normal Y Emergencia Tercer Piso

Nota: Los planos de contactos del primer y tercer piso, son omitidos por tener el mismo criterio de diseño que el plano IE-05. El Esquema del sistema de pararrayos, se encuentra en la sección correspondiente a la teoría de pararrayos. El Esquema del corte vertical de alimentadores se encuentra en la sección del cálculo de alimentadores.

3.4.6. Criterio Para La Elaboración De Planos.

Se hacen las siguientes apreciaciones para la presentación de planos que conforman nuestro proyecto de acuerdo a las normas técnicas para instalaciones eléctricas

- a) Los dibujos y detalles que integran los planos están dimensionados de tal forma que sea fácil su revisión
- b) Se utiliza la siguiente escala de dibujo 1:100
- c) Se usa el sistema métrico decimal y el idioma español en todas las leyendas
- d) Se da la descripción de los símbolos empleados.
- e) Se deja un cuadro en la esquina inferior derecha conteniendo información acerca del plano de referencia.
- f) Existe continuidad entre uno y otro plano numerándolos desde IE-01 hasta IE-09.

3.4.7. Diagrama Unifilar.

El diagrama unifilar reproduce el arreglo electrico de la distribucion interna de las instalaciones del usuario desde la acometida de la compañía suministradora hasta cada uno de los equipos que constituyen dicha instalación

El diagrama unifilar contiene a la subestacion que muestra las características principales del equipo que la integra como son

- a) Equipo de medición, de la compañía suministradora
- b) Cuchillas desconectadoras, indicando características
- c) Interruptor principal, con sus principales características, incluyendo tensión de apartarayos
- d) Transformador indicando tensión primaria y secundaria, conexión primaria y secundaria, capacidad en KVA, tipo de enfriamiento e impedancia

El diagrama unifilar, contiene además los siguientes datos

- a) Localización de centros de carga, tableros de distribución y alimentadores
- b) El valor de cada una de las protecciones de los alimentadores y subalimentadores
- c) El calibre y aislamiento de los conductores activos y neutros de alimentadores y subalimentadores. Se menciona a su vez su longitud y carga de tensión en por ciento

3.4.8. Planos De Contactos Y Alumbrado.

Los planos de estas instalaciones muestran lo siguiente

- a) Identificación de circuitos al que pertenecen cada uno de los contactos o luminarios
- b) Número de hilos por canalización y diámetro de la misma
- c) Tipo y capacidad de cada uno de los contactos, además de su instalación
- d) Localización de los tableros de distribución

3.4.9. Cuadros De Carga De Alumbrado Y Contactos.

En un proyecto de esta índole deben anexarse cuadros de carga de los tableros indicando:

Nombre del tablero, tipo, marca, tensión, diagrama de conexiones, número de circuitos, capacidad de los interruptores de los circuitos, cargas por fase, ubicación de las cargas y porcentaje de desbalanceo, entre otras características.

3.4.10. Memoria Técnica.

La memoria de calculo que se presenta tiene como objetivo mostrar los criterios utilizados para la selección de conductores, canalizaciones, protecciones de los alimentadores y los circuitos derivados de los tableros de distribución del edificio en estudio, de acuerdo a las normas técnicas de instalaciones electricas

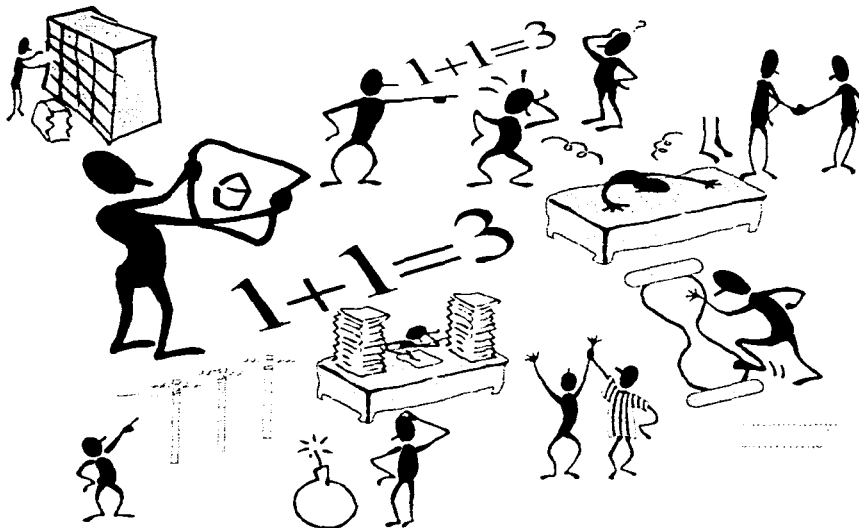
Se consideran tambien los siguientes puntos

- a) La elección del transformador de la subestacion
- b) El calculo de corto circuito en dos puntos de la instalacion
- c) El calculo del sistema de tierras

3.4.11. Normas Y Reglamentos.

Este proyecto se apega a lo señalado en las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas y en las disposiciones de la Cia De Luz y Fuerza.

CAPITULO 4



MEMORIA DE CALCULO

4. MEMORIA DE CALCULO**4.1. ILUMINACIÓN**

- 4.1.1 Consideraciones Generales
- 4.1.2 Niveles De Iluminacion (Cantidad De Luz)
- 4.1.3 Niveles De Iluminacion Recomendados
- 4.1.4 Eleccion Del Tipo De Iluminacion
- 4.1.5 Eleccion Del Equipo De Alumbrado
- 4.1.6 Tipos De Alumbrados
- 4.1.7 Disposicion De Luminarias
- 4.1.8 Calculo Del Numero De Luminarias
 - 4.1.8.1 Metodo De Lumen
 - 4.1.8.1.1 Coeficiente De Utilizacion
 - 4.1.8.1.2 Factor De Mantenimiento
 - 4.1.8.1.3 Factor De Depreciacion
 - 4.1.8.1.4 Coeficientes De Depreciacion Luminosa
 - 4.1.8.1.5 Eficiencia De La Balastra
- 4.1.9. Ejemplo De Aplicacion

4.2. CALCULO Y ESPECIFICACIONES DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

- 4.2.1. Conceptos Basicos Sobre Conductores Electricos
 - 4.2.1.1 Definicion
 - 4.2.1.2 Materiales
 - 4.2.1.3 Configuracion Fisica
- 4.2.2. Aislamiento De Los Conductores
- 4.2.3. Calibre De Los Conductores
 - 4.2.3.1 Factores De Correccion Por Agrupamiento Y Temperatura
- 4.2.4. Criterios Para El Calculo De Conductores
 - 4.2.4.1 Capacidad De Conduccion De Corriente
 - 4.2.4.2 Caída De Tension
 - 4.2.4.3 Capacidad Para Soportar La Corriente De Corto Circuito
- 4.2.5. Calculo De Los Conductores Por Capacidad De Corriente Y Por Cada De Tension
- 4.2.6. Número De Conductores De Un Tubo Conduit
- 4.2.7. Conductor De Puesta A Tierra
- 4.2.8. Analisis Del Calculo De Cuadros De Carga
- 4.2.9. Analisis Del Calculo Del Alimentador

4.3. SISTEMA DE FUERZA.

- 4.3.1. Introduccion
- 4.3.2. Concepto De Motor Electrico
- 4.3.3. Clasificacion De Los Motores Electricos
- 4.3.4. Caracteristicas De Los Tipos De Motores Mas Utilizados.
 - 4.3.4.1. Jaula De Ardilla
 - 4.3.4.2. Rotor Devanado
- 4.3.5. Elementos De Los Circuitos Para Motores
- 4.3.6. Descripcion De Los Elementos De Los Circuitos Para Motores.
 - 4.3.6.1. Corriente Nominal De Un Motor Electrico
 - 4.3.6.2. Corriente De Atranco De Un Motor Electrico.
 - 4.3.6.3. Alimentador.
 - 4.3.6.4. Protección Del Alimentador
 - 4.3.6.5. Circuito Derivado
 - 4.3.6.6. Protección Del Circuito Derivado
 - 4.3.6.7. Desconecador.
 - 4.3.6.8. Protección Contra Sobrecarga.

- 4.3.6.9. Protección Del Circuito Alimentador Contra Corrociórcuitos O Fallas A Tierra
- 4.3.6.10. Circuitos Control De Motores Y Arrancadores
- 4.3.6.11. Arrancadores
- 4.3.7. Selección Del Tipo De Motores Eléctricos
- 4.3.8. Parámetros De Los Motores Utilizados En El Proyecto
- 4.3.9. Ejemplo De Análisis Del Cálculo Del Alimentador De Fuerza Para Un Solo Motor
- 4.3.10. Ejemplo De Análisis Del Cálculo Del Alimentador De Fuerza Para Varios Motores
- 4.4. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.**
- 4.4.1. Generalidades
- 4.4.2. Instalación Y Mantenimiento Del Equipo Eléctrico
- 4.4.3. Locales Y Espacios Para Subestaciones
- 4.4.4. Clasificaciones
 - 4.4.4.1. Por Su Servicio
 - 4.4.4.2. Por Su Construcción
- 4.4.5. Descripción Funcional De Las Secciones De Las Subestaciones Eléctricas
 - 4.4.5.1. Acometida
 - 4.4.5.2. Sección De Medición
 - 4.4.5.3. Sección De Cuchillas De Paso Y Pruebas
 - 4.4.5.4. Sección De Interruptor De Apertura Con Carga Y Apartarrrayos (Sección De Corta Circuitos)
 - 4.4.5.5. Sección De Acoplamiento
- 4.4.6. Diagrama Unifilar Utilizado Para El Centro De Computo
- 4.4.7. Justificación Para Uso De Subestación Eléctrica
 - 4.4.7.1. Técnica
 - 4.4.7.1. Economía
- 4.4.8. Tableros Eléctricos
 - 4.4.8.1. Tablero De Distribución
 - 4.4.8.2. Tablero De Baja Tensión
 - 4.4.8.3. Tablero De Alta Tensión
- 4.4.9. El Transformador
 - 4.4.9.1. Clasificación De Los Transformadores
 - 4.4.9.2. Capacidades Y Dimensiones De Transformadores De Distribución.
 - 4.4.9.3. Cambiador De Derivaciones
 - 4.4.9.4. Cálculo Del Transformador
 - 4.4.9.4.1. Cálculo Del Alimentador En Baja Tensión
- 4.5. ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO.**
- 4.5.1. Introducción
- 4.5.2. Naturaleza De Las Corrientes De Corto Circuito
- 4.5.3. Fuentes De Corrientes De Corto Circuito
 - 4.5.3.1. Generadores
 - 4.5.3.2. Motores Síncronos
 - 4.5.3.3. Motores De Inducción
 - 4.5.3.4. Sistema De La Cia Suministradora
- 4.5.4. Sistema Por Unidad
 - 4.5.4.1. Sistema Monofásico
 - 4.5.4.2. Cambio De Bases
 - 4.5.4.3. Sistemas Trifásicos
 - 4.5.4.4. Conversión En Valores En Por Unidad A Valores Reales.
- 4.5.5. Componentes Simétricas
- 4.5.6. Redes De Secuencia

- 4.5.7. Tipos De Falla.
 - 4.5.7.1. Falla De Línea A Tierra.
 - 4.5.7.2. Falla De Línea A Línea
 - 4.5.7.3. Falla De Dos Líneas A Tierra.
 - 4.5.7.4. Falla Trifásica
- 4.5.8. Métodos De Solución.
 - 4.5.8.1. Cálculo De Las Corrientes De Corto Circuito Trifásico Por El Método De Por Unidad.
 - 4.5.8.2. Cálculo De Las Corrientes De Corto Circuito Trifásico Por El Método De Mva's
- 4.5.9. Cálculo De Corrientes De Corto Circuito Del Proyecto Por El Método En Por Unidad.
- 4.5.10. Cálculo De Corrientes De Corto Circuito Trifásico Del Proyecto Por El Método De Mva's
- 4.5.11. Verificación De Las Capacidades Interruptivas De Los Dispositivos De Protección

4.6. SISTEMA DE TIERRAS.

- 4.6.1. Funciones Principales Del Sistema De Tierras
- 4.6.2. Componentes Principales De Un Sistema De Tierras.
- 4.6.3. Material Para Conductores Electrodo
- 4.6.4. Material Para Conectores
- 4.6.5. Disposiciones Básicas De Las Redes De Tierras
- 4.6.6. Características Del Sistema De Tierras.
- 4.6.7. Procedimiento De Diseño
- 4.6.8. Cálculo Del Diseño De La Red De Tierras Para La Subestación

4.7. PROTECCIÓN CONTRA SOBRE TENSIONES.

- 4.7.1. Introducción
- 4.7.2. Origen De Las Sobretensiones
- 4.7.3. Clasificación De Las Sobretensiones
 - 4.7.3.1. Descargas Atmosféricas
 - 4.7.3.2. Maniobras De Interruptores.
 - 4.7.3.3. Fallas Monofásicas A Tierra.
- 4.7.4. Clasificación De Sistemas.
- 4.7.5. Ferorresonancia.
- 4.7.6. Circuito Típico Ferorresonante
- 4.7.7. Métodos De Protección
 - 4.7.7.1. Apartarrayos.
- 4.7.8. Principales Causas De Fallas En Los Apartarrayos.
- 4.7.9. Selección Del Apartarrayos.
- 4.7.10. Conexión Del Apartarrayos
- 4.7.11. Especificaciones De Protecciones Contra Descargas Atmosféricas.
 - 4.7.11.1. Diferentes Tipos De Edificios A Considerar.
 - 4.7.11.2. Especificaciones Sobre Materiales.
- 4.7.12. Diseño De La Protección Contra Descargas Atmosféricas (Pararrayos).
 - 4.7.12.1. Ubicación.
 - 4.7.12.2. Trayectoria.
 - 4.7.12.3. Conexiones A Tierra.
 - 4.7.12.4. Cantidad Y Ubicación De Tierras En El Proyecto.

4. MEMORIA DE CALCULO.

4.1. ILUMINACIÓN.

4.1.1. Consideraciones Generales.

Al diseñar una instalación de alumbrado para interiores se contemplan varios aspectos los cuales se dividen en dos grupos, técnicos y estéticos. Los problemas estéticos solamente conciernen al arquitecto, decorador o constructor, sin embargo, el luminotécnico debe proporcionar toda la información teórica sobre el comportamiento luminoso de su proyecto y equipo, sobre todo en lo que se refiere a calidad de la luz, color, respuesta de los colores, forma de las luminarias, características del alumbrado (directo, semidirecto, difuso), etc.

Las cuestiones técnicas como los niveles luminosos adecuados, calculo de número de luminarias, disposición de ellas, dimensiones del local, coeficientes de utilización, depreciación, mantenimiento, proyecto de las instalaciones eléctricas, canalizaciones, etc. Son del dominio del luminotécnico.

En ambos casos se debe colaborar estrechamente para lograr los óptimos resultados al menor costo.

Proyectos De Alumbrado:

Aspectos Técnicos:

- Niveles de iluminación (cantidad de luz).
- Calidad de la iluminación (brillo, contraste, difusión, color).
- Elección de tipo de iluminación
- Elección del equipo de alumbrado
- Calculo del número de luminarias
- Disposición de las luminarias.

Aspectos Estéticos:

- Tipo de iluminación
- Elección del equipo
- Color de la luz y acabados
- Forma de las luminarias.
- Distribución de las luminarias.

4.1.2. Niveles De Iluminación (Cantidad De Luz).

Existe un nivel mínimo de iluminación para cada tarea visual específica. Desde tiempos primitivos se han buscado buenos niveles luminosos, con ellos se realizaron los esplendidos murales de las grandes civilizaciones de la antigüedad. Otros trabajos como el dibujo de códices, seguramente se realizaban a la sombra, en el exterior o en el interior de edificios con grandes ventanas para aprovechar niveles mayores de 10 luxes.

4.1.3. Niveles De Iluminación Recomendados.

El concepto de iluminación o iluminancia (E) expresado en la unidad luxes, es una medida de la cantidad de luz que incide en el plano de trabajo.

Pruebas realizadas han demostrado que el nivel de iluminación determina la calidad de la visión, cuanto mayor es el nivel de iluminación se puede ver más fácil y claramente. Nuestros ojos están constituidos de manera que la visión es óptima con los niveles de iluminancia proporcionados por la luz del día (no necesariamente bajo la luz directa del Sol) que van desde unos miles a 100 000 luxes.

Técnica y económicamente resulta imposible, o muy difícil, obtener valores de alumbrado de 100 000 a 20 000 luxes que nos permitan ver en las condiciones más favorables y con un mínimo de esfuerzo. En la práctica, tenemos que aceptar niveles de iluminación "adecuados" mucho más bajos que los mencionados, aprovechando la gran capacidad de acomodación y adaptación de la vista humana.

En cada proyecto, el encargado de una instalación de alumbrado debe elegir el término medio correcto entre las mejores condiciones visuales y un sistema de alumbrado que sea factible desde los puntos de vista técnico y económico.

En la determinación de los niveles de iluminación óptimos para una tarea visual específica se toman en cuenta los siguientes factores:

- La duración del trabajo con luz artificial
- Si el trabajo es nocturno o diurno
- Exigencias de calidad impuestas al producto que se trabaja, tamaño y contraste con los objetos
- La edad de los usuarios de la instalación del alumbrado

En los niveles de iluminación recomendados por algunos fabricantes de equipos de alumbrado y asociaciones de ingenieros, están implícitos los primeros tres factores, sin embargo, el cuarto factor (la edad de los usuarios) afecta el nivel de iluminación seleccionado en cierto porcentaje de acuerdo con el criterio que se adopte al considerar el promedio de edad de los usuarios del sistema de alumbrado utilizado. Extensas investigaciones han demostrado que a medida que el hombre envejece es necesaria una mayor iluminación para desarrollar una tarea visual con la misma eficiencia que cuando se es joven.

- 10 años: nivel recomendado
- 20 años: aumentar un 30% el nivel recomendado
- 30 años: aumentar un 40% el nivel recomendado
- 40 años: aumentar un 50% el nivel recomendado
- 50 años: aumentar un 80% el nivel recomendado
- 60 años: aumentar un 170% el nivel recomendado

Actualmente, se ha fijado una tabla de niveles de iluminación adecuados para cada tarea visual. Esta tabla se calculó según la teoría del Dr. H. R. Blackwell, fue publicada por el I.E.S. Lighting Handbook en 1959 y se determinó con un rendimiento visual del 99% y 5 asimilaciones por segundo (el ojo puede tener incluso 37 asimilaciones/segundo, como en el cinematógrafo).

La Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación S.M.I.I. calculó nuevos niveles de iluminación apropiados para México y sus condiciones económicas, basados en un rendimiento visual del 95% y las mismas 5 asimilaciones/segundo (al igual que el sonido responde a la sonoridad, la sensibilidad del ojo responde en forma logarítmica a la iluminación), con lo que la iluminación se baja a niveles aplicables en forma económica sin que por ello se produzca un cansancio visual o bajo rendimiento.

En la Tabla 4.1.1 aparecen dos columnas, la primera, I.E.S. 99%, proporciona los niveles de iluminación recomendados en E.E.U.U.; la segunda, S.M.I.I. 95%, proporciona los niveles luminosos sugeridos para México. En los casos en que ambos valores son los mismos, significa que es el valor mínimo que se debe recomendar. Asimismo, se anota otra columna de niveles de iluminación propuestos por una compañía europea fabricante de equipos y lámparas de iluminación.

<i>TIPO DE LOCAL</i>	<i>LUXES I.E.S.</i>	<i>LUXES S.M.I.I.</i>	<i>PHILIPS EUROPA</i>
OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PÚBLICOS			
AUDITORIOS			
Para exhibiciones	300	200	300
Para asambleas	150	100	
Para actividades sociales			
BANCOS			
Vestibulo (iluminacion general)	500	300	
Pagadores, contadores y recibidores	1500	900	
Gerencia y Correspondencia	1500	900	
BIBLIOTECAS			
Sala de lectura	700	400	500
Anaqueles	300	200	
Reparacion de libros	500	300	
Archiveros y catalogar	700	400	
Mesa checadora de salidas y entradas de libros	700	400	
ESCUELAS			
Salones de clase	700	400	300
Salones de dibujo (sobre restrador)	1000	600	1000
OFICINAS			
Proyectos y diseños	2000	1100	1000
Contabilidad, auditoria, maquinas de contabilidad	1500	900	
Trabajos ordinarios de oficina, seleccion de correspondencia, archivado activo o continuo	1000	600	500
Archivado intermitente o discontinuado	700	400	
Sala de conferencias, entrevistas, salas de receso, archivos de poco uso o sean las áreas en las cuales no se exige la fijacion de la vista en forma prolongada	300	200	300

<i>TIPO DE LOCAL</i>	<i>LUXES I.E.S.</i>	<i>LUXES S.M.L.I.</i>	<i>PHILIPS EUROPA</i>
ÁREAS COMUNES			
BODEGAS O CUARTOS DE ALMACENAMIENTO			
Inactivas	50	500	
Activas			
Piezas toscas	100	60	
Piezas medianas	200	100	150
Piezas finas	500	300	300
ELEVADORES DE CARGA Y PASAJEROS	200	100	
ESCALERAS	200	100	
PASILLOS Y CORREDORES	200	100	150
BAÑOS Y TOCADORES			
Iluminación general	100	60	50
Espcio	300	200	
ALUMBRADO EXTERIOR			
ALUMBRADO DE PROTECCION			
Alrededores de áreas activas de embarque		50	
Alrededores de edificios		10	
Áreas de almacenamiento activas		200	
Áreas de almacenamiento inactivas		10	
Entradas			
Activas (peatones y/o transportes)		50	
Inactivas (normalmente cerradas, no usadas con frecuencia)		10	
Límites de propiedad			
Deslumbramiento por medio de la tecnica de proteccion (<i>Reflectores de dentro hacia afuera</i>)		15	
<i>Técnica de iluminación general</i>		2	
Iluminación general áreas inactivas		2	
Plataformas de carga y descarga		200	
Ubicaciones y estructuras de importancia		50	

<i>TIPO DE LOCAL</i>	<i>LUXES I.E.S.</i>	<i>LUXES S.M.I.L.</i>	<i>PHILIPS EUROPA</i>
ALUMBRADO EXTERIOR			
EDIFICIOS			
Construcción general		100	
Trabajos de excavación		20	
ESTACIONAMIENTOS		50	
FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS			
Iluminación con proyectores			
Alrededores brillantes			
Superficies claras		150	
Superficies medio claras		200	
Superficies medio oscuras		300	
Superficies oscuras		500	
Alrededores oscuros			
Superficies claras		50	
Superficies medio claras		100	
Superficies medio oscuras		150	
Superficies oscuras		200	

*Tabla 4.1.1. Niveles De Iluminación De Las Actividades Más Comunes
(Tabla De La Sociedad Mexicana De Ingeniería E Iluminación).*

4.1.4. Elección Del Tipo De Iluminación.

Los tipos de iluminación que más se recomiendan por su eficiencia y economía, y de hecho son los que más se utilizan, son el directo y el semidirecto. El alumbrado directo es muy usual en industrias donde se requiere una iluminación uniforme e intensa en las áreas de trabajo. El alumbrado semidirecto se emplea en oficinas, escuelas, etc. Dirige del 60% al 90% de la luz emitida por las luminarias hacia el plano de trabajo y del 10% al 40% hacia el techo y las paredes para eliminar los efectos de caverna y penumbra.

La iluminación semidirecta se emplea especialmente donde se requiere reducir al mínimo la sensación de brillo y deslumbramiento, para proporcionar un clima más íntimo y acogedor como en vestíbulos y pasillos de hoteles, pasillos de acceso y salas de espera en general.

4.1.5. Elección Del Equipo De Alumbrado.

Una vez hecha la elección del tipo de iluminación que se va a emplear, se procede a seleccionar el equipo de alumbrado, considerando que su curva de distribución fotométrica proporcione una distribución de luz adecuada a las necesidades del proyecto arquitectónico, a la economía que resulta de un análisis comparativo entre equipo y otro, a la eficiencia de la iluminación, altura de montaje y tipo de trabajo que se va a desarrollar.

Por ejemplo, cuando se trata de iluminar grandes áreas a baja altura de montaje y con altos niveles de iluminación, como aulas, salas de lectura y dibujo, oficinas, bancos, tiendas, supermercados y comercios en general, se recomienda el alumbrado fluorescente por su alta eficiencia, larga duración y relativo costo inicial.

Para grandes alturas de montaje y niveles medios y altos de iluminación, como fábricas, talleres, almacenes de carga y descarga, bodegas, gimnasios y alumbrado público, se sugiere el alumbrado de vapor de sodio de alta presión que ha ido sustituyendo al vapor de mercurio.

El alumbrado incandescente se recomienda para uso residencial debido a su baja eficiencia, poca inversión inicial y al color cálido de su luz y de los objetos que ilumina, también es adecuado en aparadores, jardines, pasillos, vestíbulos y teatros. Algunas veces se emplea el alumbrado incandescente en combinación con el alumbrado fluorescente o mercurial para proporcionar ambientes más reales y con colores más vivos.

El alumbrado de vapor de sodio de alta presión se utiliza actualmente para iluminar grandes avenidas, parques, zonas de recreo y estadios deportivos debido a su gran eficiencia y regular en el rendimiento de color.

Las características de funcionamiento de los diferentes tipos de alumbrado, costo inicial y costo de operación (eficiencia), son los factores que determinan el uso adecuado de cada tipo de alumbrado para cada actividad específica.

4.1.6. Tipos De Alumbrado Usuales.

El empleo de diferentes sistemas de alumbrado para iluminación de interiores se define por factores como la altura de montaje, superficie a iluminar, eficiencia luminica y calidad del ambiente o confort visual, así como el factor de reposición de las lámparas. En la tabla 4.1.2 se muestran las aplicaciones de los diferentes tipos de alumbrado y las tendencias de sustitución de unos por otros más eficientes.

<i>ALUMBRADO</i>	<i>EFICIENCIA LM/W</i>	<i>APLICACIÓN</i>	<i>COSTO INICIAL</i>	<i>COSTO OPERACIÓN</i>
Incandescente	14	Alumbrado residencial y decorativo	Bajo*	Alto
Fluorescente	80-43	Iluminación de grandes áreas industriales o comerciales a bajas alturas de montaje (menor que 3 m), oficinas, escuelas, etc	Medio	Medio
Vapor de mercurio	60-10	Iluminación de grandes áreas industriales, bodegas, patios de maniobra, etc A grandes alturas de montaje (mayor que 3 m)	Alto	Medio
Vapor de mercurio con haluros metálicos	76	Iluminación de grandes áreas a grandes alturas de montaje donde se requiera buen rendimiento del color	Alto	Medio
Mixto (vapor de mercurio incandescente) (puede sustituir al incandescente en cuanto a costo)	28	Iluminación decorativa en exteriores a gran altura de montaje entre 3 y 5 metros, buen rendimiento de color	Medio	Medio
Incandescente yodo-cuarzo	22-30	Alumbrado provisional con reflectores en la construcción o eventos a la intemperie	Medio	Medio
Vapor de sodio (alta presión esta desplazando al vapor de mercurio)	120	Iluminación de grandes áreas industriales o comerciales a grandes alturas de montaje, patios de maniobras, autopistas, avenidas, parques, estadios, etc Regular rendimiento de color	Alto**	Bajo
Vapor de sodio a baja presión.	185	Iluminación de autopistas, avenidas, bodegas y patios de maniobras donde no importa la reproducción de colores pero si una buena visibilidad	Alto***	Muy bajo

Tabla 4.1.2. Tipos De Alumbrado Y Aplicación

* El bajo costo inicial de las lámparas incandescentes para alumbrado residencial con potencias entre 25 y 75 watts, se debe a que el gobierno subsidia el costo de ellas por ser artículo de primera necesidad.

**Existe la tendencia a que se reduzca su costo inicial.

***Actualmente el costo inicial de estas lámparas es muy alto, ya que no se fabrican en México aunque parece ser que se va a iniciar su fabricación por Phillips Mexicana. Incluso se sustituye por luz de vapor de sodio de alta presión que sí se produce en el país.

4.1.7. Disposición De Las Luminarias.

La relación entre la separación de las luminarias y su altura de montaje debe estar dentro de los límites establecidos por las características de la curva de distribución fotométrica de cada luminaria. La altura de montaje está limitada por la curva mencionada y, además, por el ángulo del campo visual, es decir, las luminarias se deberán montar por encima de dicho ángulo de visión para evitar deslumbramientos innecesarios y molestos.

La distribución en los techos (para alumbrado general) de las luminarias se realiza de acuerdo con el área que ilumina cada fuente. El primer paso consiste en determinar el número de luminarias por lado según el área que se va a iluminar, si es un cuadrado se procurará el mismo número de hileras que de filas y si la superficie es rectangular se distribuyen las luminarias en proporción a los lados del rectángulo. Una vez determinado el número de hileras y de filas se realiza el cuadrícula del área en los planos (de la misma forma se realiza el trazado en los techos de la construcción a efecto de instalar el equipo). Para encontrar la distancia de las hileras y las filas a los muros, se dividen los lados de la superficie (largo y ancho entre el doble del número de hileras y el doble del número de filas respectivamente). Véase figura 4.1.1.

Es recomendable colocar las luminarias en forma simétrica en relación con vigas o casetones propios de la estructura de concreto, procurando no variar considerablemente la cantidad de luminarias y sin causar áreas más iluminadas que otras.

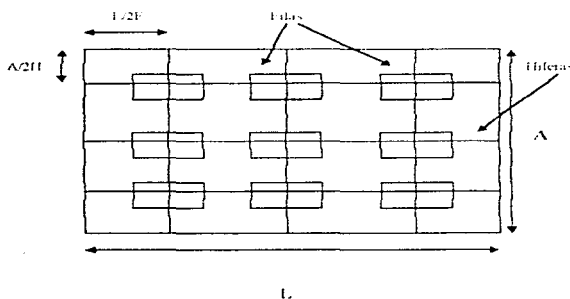


Figura 4.1.1. Disposición De Luminarias.

4.1.8. Cálculo Del Número De Luminarias.

Consideraciones generales. Existen dos métodos utilizados en los proyectos de iluminación: el método de Lumen y el método de punto por punto. El primero se utiliza para el cálculo del número de luminarias, las cuales deben producir un nivel luminoso preestablecido para proporcionar una iluminación uniforme en una determinada área de trabajo. El segundo se emplea para determinar la iluminación producida por una lámpara o un cierto número de ellas en lugares muy especiales donde se requiere una distribución exacta de la iluminación, o para calcular la iluminación producida por proyectores. Ambos métodos se basan en la definición de las unidades de flujo luminoso e intensidad luminosa.

El método de Lumen proporciona una iluminación promedio en toda la zona y por su sencillez es recomendable para el alumbrado de grandes áreas donde la iluminación es sensiblemente uniforme, como en el alumbrado general.

4.1.8.1. Método De Lumen

Una vez determinado el nivel de iluminación en lux, adecuado para la tarea visual específica que se va a realizar en el local, el tipo de alumbrado (fluorescente, incandescente, mercurial, etc.) y consecuentemente el flujo luminoso en lúmenes emitido por cada lámpara (dato que proporciona el fabricante) y con base en la fórmula de la iluminación que dice: la iluminación es el flujo incidente por unidad de área:

$$E = \frac{\phi}{A} = \frac{\text{lúmenes}}{\text{m}^2} \text{ o lux}$$

Se puede determinar el flujo luminoso total incidente sobre una superficie para producir un nivel luminoso prefijado, despejando el flujo luminoso:

$$\phi_T = AE$$

el número de lámparas será igual a:

$$\text{Número de lámparas} = \frac{\phi_T}{\phi} \approx \frac{AE}{\phi} \text{ --}$$

lámparas lámparas

La fórmula anterior es afectada por diversos coeficientes, ya que no todo el flujo luminoso producido por las luminarias llega al área de trabajo, dado que parte de los lúmenes son absorbidos por el techo, las paredes y la suciedad de las luminarias, debido a que la luz tiene que atravesar los polvos que se depositan en ellas e incluso hay pérdidas de flujo luminoso por envejecimiento de las lámparas y por la impedancia de la balasta. Finalmente la fórmula queda de la siguiente manera:

$$\text{Número de lámparas} = \frac{A \times E}{\phi \times C.U. \times C.M. \times C.D. \times E.B. \times \text{lámparas}}$$

donde

A es el área de la superficie m²

E es la intensidad de la iluminación en luz

φ/lámparas es el flujo luminoso en lúmenes por lámpara

C.U. es el coeficiente de utilización de la luminaria en particular

C.M. es el coeficiente de mantenimiento.

C.D. es el coeficiente de depreciación luminosa

E.B. es la eficiencia de la balasta

4.1.8.1.1. Coeficiente De Utilización.

Es una relación entre el flujo luminoso φ, que alcanza el plano de trabajo (El plano de trabajo se considera de 70 a 80 cm del suelo), y el flujo luminoso total emitido por la lámpara. Este coeficiente depende de las dimensiones del local que se va a iluminar, ya que la luz de las fuentes luminosas sufre múltiples reflexiones en el techo y paredes y no toda la luz emitida llega al plano de trabajo

ACABADOS MATE	ÍNDICE DE REFLEXIÓN (EN POR CIENTO)	ACABADOS MATE	ÍNDICE DE REFLEXIÓN (EN POR CIENTO)
Blanco	85.0	Pardo habana claro	37.0
Blanco nieve	76.0	Pardo ladrillo	31.0
Blanco marfil	67.0	Pardo siena	15.0
Crema palido	70.2	Beise	65.0
Amarillo crema	69.0	Naranja	25.4
Amarillo canario	67.0	Azul celeste	37.0
Amarillo paja	65.0	Azul turquesa	21.1
Amarillo oro	53.8	Azul faisán	7.7
Amarillo oro viejo	37.0	Azul cobalto	4.5
Amarillo limón	52.3	Azul ultramar	4.0
Gamuza medio	38.5	Azul hortensia	49.0
Crema fuerte	61.9	Azul pastel	17.0
Verde claro	54.0	Azul violaceo	11.0
Verde prado	39.0	Gris plata	36.3
Verde musgo	25.0	Gris acero claro	31.4
Verde veranes	23.0	Gris cuaker (marrón)	28.3
Verde hoja	20.0	Gris acero obscuro	12.1
Verde brillante	12.0	Gris trianon	48.0
Verde brunswick claro	8.4	Gris perla	42.0
Verde brunswick medio	3.9	Gris terciola	30.0
Rojo naranja	39.0	Gris jazara	19.0
Rojo escarlata	29.0	Marrón medio	7.8
Rojo vivo	27.0	Marrón obscuro	3.9
Rojo granate	12.0	Tierra cocida	11.8
Rosa benavata	60.0	Chocolate	1.6
Rojo óxido de hierro	5.3	Neuro ebano	4.0
Rosa salmón	35.7	Neuro caverna	0.0
Rosa carne	57.0		

Tabla 4.1.3. Índices De Reflexión De Acabados Con Pintura

MATERIAL.	ÍNDICE DE REFLEXIÓN	MATERIAL.	ÍNDICE DE REFLEXIÓN
Plata pulida	90-92	Cal y verde obscuro	57
Mármol blanco	80	Cal y azul obscuro	53
Blanco de zinc puro	76	Cal y ocre obscuro	52
Litopón duro	75	Cal y rojo indus. obscuro	50
Aluminio mate	70-90	Ladrillo amarillo	45
Azulejos blancos	70	Ladrillo rojo claro	25
Panel blanco	68	Ladrillo rojo medio	20
Panel amarillento	67	Cemento con amianto blanco	40
Cal y amarillo de cromo claro	66.5	Cemento con amianto rojo	30
Cal y ocre claro	66.5	Cemento	35
Cal y verde	66.5	Pizarras	10-15
Cal y amarillo de cromo	64.5	Chapa de zinc muy sucia	8-26
Cal y rojo indus. claro	63.5	Asfalto	8-12
Cromo pulido	60-63	Fibra	25
Chapa esmaltada blanca	60-80	Cortina	45
Cal y azul claro	60	Madera	30
Papel amarillo	60	Caoba	12-8

Tabla 4.1.4. Índice De Reflexión De Materiales En Acabados

Por ejemplo, en un cuarto demasiado alto, gran parte del flujo emitido por la lámpara llega al plano de trabajo en forma reflejada en las paredes y parte en forma directa. Por eso, es importante relacionar las dimensiones del local (índice de cuarto), las reflectancias de paredes y techos y la curva de distribución fotométrica de la luminaria, y se puede calcular según la fórmula

$$IC = \frac{5H(\text{largo} + \text{ancho})}{\text{largo} \times \text{ancho}}$$

Siendo H la altura de la luminaria al plano de trabajo.

Parte de la luz emitida es reflejada por las paredes y el techo, por ello es necesario conocer las reflectancias de los colores con que están decoradas. Los por cientos de reflectancias de los colores y otros acabados usados como decoración, se estiman según una tabla cuyas valores han sido determinados relacionando mediciones con un luxómetro.

Una vez conocido el índice de cuarto y las reflectancias en por ciento de paredes y techos, se determina el coeficiente de utilización para cada luminaria en particular con las tablas que proporciona el fabricante.

4.1.8.1.2. Factor De Mantenimiento.

Desde el instante en que empieza a funcionar una instalación de alumbrado, las luminarias comienzan a acumular cierta cantidad de suciedad, polvo y grasa, por lo cual hay pérdida del flujo luminoso, ya que la luz tiene que atravesar la capa de suciedad depositada generalmente en la pantalla difusora y en la propia superficie de la lámpara, disminuyendo consecuentemente el nivel de iluminación

<i>GRADO DE SUCIEDAD</i>	<i>EJEMPLO</i>	<i>COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO</i>
MUY BAJO. No hay suciedad en el ambiente, se realiza una limpieza periódica del local	Oficinas de alto rango, despachos de lujo, consultorios médicos	85-90%
BAJO. Poca suciedad en el ambiente, adherencia escasa, limpieza regular.	Oficinas de edificios antiguos, oficinas públicas, tiendas comerciales de autoservicio	75-85%
MEDIO. Poca suciedad generada y algo de suciedad ambiental, insectos.	Edificios en zonas tropicales, oficinas de fábricas, abarrotes, carnicerías, talleres de costura, etc.	70 -75%
ALTO. La suciedad generada se acumula rápidamente y llega a las luminarias, el mantenimiento es irregular.	Talleres tipográficos, tratamientos térmicos, talleres de troquelado, de armado, de pintura, molinos de harina, cemento, etc	65-70%
MUY ALTO. Acumulación de suciedad constante. Alto grado de adherencia.	Talleres mecánicos, molinos, lavado y engrasado de autos, fábricas, ingenios	50-65%

Tabla 4.1.5. Coeficientes De Mantenimiento.

Otra causa de disminución de flujo proviene de la no reposición de las lámparas fundidas. Claro está que este problema se puede disminuir al máximo si se cuenta con un programa de mantenimiento eficiente que contemple la rápida reposición de balastras quemadas y lámparas fundidas, así como la limpieza periódica de lámparas y difusores. Independientemente de la periodicidad del programa de mantenimiento, es necesario considerar un coeficiente de mantenimiento para prevenir una disminución en el nivel de iluminación requerido.

El coeficiente o factor de mantenimiento se estima con base en datos estadísticos, tabla 4.1.5. Se han determinado cinco grados de suciedad aplicables a la mayoría de los diferentes tipos de luminarias, excepto a las de tipo colgante de candel o de plafón que ya no se utilizan en la actualidad debido a que acumulan mucha suciedad.

4.1.8.1.3. Factor De Depreciación.

El flujo luminoso de las lámparas comienza a decrecer a medida que transcurre el tiempo, alcanza un valor estable después de un cierto número de horas. Esta depreciación luminosa de las lámparas se debe al envejecimiento y desgaste de los filamentos, así como al desgaste de la capa de fósforo que cubre las paredes internas de los bulbos en el caso de las lámparas fluorescentes y mercuriales.

En las lámparas fluorescentes el flujo luminoso puede disminuir de un 15 a un 10% después de transcurrida más de la mitad de su vida.

En la tabla 4-16 se muestran los coeficientes de depreciación para los diferentes tipos de alumbrado.

4.1.8.1.4. Coeficientes De Depreciación Luminosa.

*Lámparas de sodio de baja presión. Si la temperatura de operación de las lámparas de sodio de baja presión se mantiene dentro de los límites de -10°C a $+40^{\circ}\text{C}$, el flujo luminoso de la lámpara permanece constante, es decir, prácticamente no existe depreciación luminosa para estas lámparas.

*Lámparas de sodio de alta presión. Para lámparas de 250 watts, a las 10 000 h de vida funcional la depreciación luminosa es del 83%. Para lámparas de 400 watts y al mismo tiempo transcurrido la depreciación luminosa es de 85%.

A las 18 000 h de vida las lámparas de 400 watts tienen una depreciación luminosa del 70% y las de 250 watts del 65% respectivamente.

FLUORESCENTE		
Watts	Tipo de encendido	Coefficiente de depreciación
20	Estándar	0.83
40	Rápido	0.91
74	Instantáneo	0.91
INCANDESCENTE		
Watts	Tipo de bulbo	Coefficiente de depreciación
100	A-21	0.95
150	A-23	0.93
180	PS-25	0.85
200	A-25	0.93
300 (Med)	PS-30	0.88
300 (Mog)	PS-35	0.90
500	PS-40	0.89
750 (Mog)	PS-52	0.93
1000	PS-52	0.93
1500	PS-52	0.87

VAPOR DE MERCURIO			
Watts	Tipo de bulbo	Denominacion A.S.A.	Coefficiente de depreciacion
100	BT-25	H38-AJA/C	0.82
100	BT-25	H38-411T	0.85
175	BT-28	H39-22KC/C	0.94
175	BT-28	H39-22KB	0.95
250	BT-28	H37-5KC/C	0.94
250	BT-28	H37-5KB	0.94
400	BT-37	H33-1-GL/C	0.93
400	BT-37	H33-1-CD	0.94
400	BT-37	H33-1-GL/W	0.93
1000	BT-56	H34-12GW/C	0.84
1000	BT-56	H34-12GV	0.87
1000	BT-56	H36-15GW/C	0.83
1000	BT-56	H36-15GV	0.85

Tabla 4.1.6. Coeficientes De Depreciación.

4.1.8.1.5. Eficiencia De La Balastra.

Este coeficiente se debe a que la balastra o reactor consume cierta potencia, que afecta a las lamparas fluorescentes y de vapor de mercurio en un 5%, por lo que hay que aplicar un coeficiente de 0.95 cuando se trate de este tipo de lamparas

Las lamparas incandescentes no deberan ser afectadas por este coeficiente, sin embargo, una variacion de 1 % en el voltaje puede hacer variar su flujo en 3%, al igual que las de vapor de mercurio

Las lamparas fluorescentes varian su flujo en 1% por cada 2.5% de variacion de voltaje

Por lo tanto, la fórmula para el calculo del numero de luminarias con el metodo del lumen queda de la siguiente manera

$$\text{Numero de lamparas} \approx \frac{A \times E}{\phi \times C.U. \times C.M. \times C.D. \times E.B. \times \text{lamp}}$$

y escrita en términos de unidades para mayor facilidad quedaria

$$\text{Numero de lamparas} \approx \frac{\text{lux} \times \text{metros}^2}{\text{lumenes} \times C.U. \times C.M. \times C.D. \times E.B. \times \text{lamp}}$$

El número de luminarias es igual a

$$\text{Número de unidades de alumbrado} \approx \frac{\text{No de lámparas}}{\text{lámparas unidad}}$$

4.1.9. Ejemplo De Aplicación.

Ejemplo del proyecto de alumbrado, por el método de Lumen. Determinar el tipo de alumbrado y calcular el número de luminarias necesarias para tener una iluminación adecuada, en el área de oficinas del centro de cómputo del edificio

DATOS DEL LOCAL A ILUMINAR

Ancho del local A en metros.

$$A = 11$$

Largo del local en metros.

$$L = 11$$

Altura del luminario al plano de trabajo H en metros.

$$H = 2.8$$

Ahora obtendremos los índices de reflectancia de los acabados de acuerdo con las Tablas 4.1.3 y 4.1.4.

Índice de reflectancia del color AMARILLO CREMA del techo T en %.

$$T = 0.69$$

Índice de reflectancia del color GRIS TORTOLA del piso P en %.

$$P = 0.30$$

Índice de reflectancia del color BLANCO de las paredes Q en %.

$$Q = 0.85$$

Tipo de alumbrado

Solucion

Nivel de iluminacion recomendado De la tabla 4.1.1 de niveles de iluminacion, obtendremos que para oficinas se requiere un nivel de iluminacion de

Nivel de iluminacion recomendado E en luxes

E=300

Tipo de iluminacion recomendado

El sistema de alumbrado que se recomienda por el alto nivel de iluminacion que se requiere, la gran area a iluminar y la altura de montaje, es el **alumbrado tipo fluorescente**

Emplearemos lamparas fluorescente de 32 watts Trichrome T-8 tipo curvalume que tiene un tono de luz blanco frio y una emision luminosa uniforme con 3000 lumenes iniciales, arranque instantaneo y una duracion de vida de 15000 hrs. Operadas con un balastro electronico de linea delgada, casquillo monoclavillo, arranque instantaneo, color blanco calido, con un flujo luminoso por lampara de 2890 lumenes \approx 3000 lumenes

Ahora procederemos a calcular el indice del cuarto IC en %

$$IC = \frac{5 * H * (L + A)}{L * A} = \frac{5 * 2.8(11 + 11)}{11 * 11} = 2.54$$

Con el indice del cuarto y las reflectancias de los acabados, obtendremos a traves de tablas del fabricante el coeficiente de utilizacion CU

CU=0.57

Ahora obtendremos de la Tabla 4.1.5 el coeficiente de mantenimiento CM

CM=0.90

Y de la Tabla 4.1.6 el coeficiente de depreciacion luminosa CD

CD=0.91

La eficiencia de la balastra EB.

EB=0.95

De las tablas del fabricante obtendremos el flujo luminoso emitido por la lámpara

FL=3000

Ahora procederemos a calcular el número de lámparas para el local CL.

$$CL = \frac{A * L * E}{FL * CU * CM * CT * EB} = \frac{11 * 11 * 300}{3000 * 0.57 * 0.90 * 0.91 * 0.95} = 27.2$$

El número de luminarios para el local es NL (cada luminario contiene dos lámparas).

$$NL = \frac{CL}{2} = \frac{27.2}{2} = 13.6$$

Es necesario tener una distribución simétrica de los luminarios para tener una iluminación uniforme.

Colocaremos 12 luminarios, en un arreglo de 4 hileras por 3 filas

La separación recomendada por el fabricante es

Separación= 1.5(H+0.7)

Separación= 5.25

Ahora calcularemos la separación entre hileras SE:

$$SE = \frac{L}{3} = \frac{11}{3} = 3.667$$

La separación entre filas será.

$$SF = \frac{L}{4} = \frac{11}{4} = 2.75$$

Ambas separaciones son menores que las recomendadas por el fabricante, por lo tanto se acepta la distribución propuesta.

En el caso contrario tendríamos que proponer otra distribución u otro cálculo completo de lámparas, inclusive cambiar el tipo de lámpara.

4.2. CÁLCULO Y ESPECIFICACIONES DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

En el diseño de instalaciones eléctricas una de las tareas más importantes (y más repetitivas) es el cálculo de la sección transversal de los conductores que suministrarán energía eléctrica a una carga. De la precisión de estos cálculos depende, en buena medida, la seguridad y buen funcionamiento de la instalación, así como el costo de la inversión inicial y de los gastos de operación y mantenimiento.

4.2.1. Conceptos Básicos Sobre Conductores Eléctricos.

4.2.1.1. Definición.

Son conductores eléctricos aquellos materiales que permiten el paso continuo de la corriente eléctrica, a través de ellos con una mínima resistencia.

4.2.1.2. Materiales.

Los materiales más usados para la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio.

4.2.1.3. Configuración Física.

ALAMBRE Formado por un hilo sólido de sección circular.
CABLE Formado por varios hilos reunidos en formación geométrica.
CORDON Formado por varios hilos reunidos al azar.
SOLERA Formado por una barra sólida de sección rectangular.

Los conductores se fabrican con aislamiento o desnudos, es decir sin aislamiento que los proteja. Los últimos se utilizan en líneas aéreas de distribución de energía eléctrica en el exterior de los edificios o enterrados para sistemas de tierras.

Los conductores aislados se utilizan en el interior de los edificios.

4.2.2. Aislamiento De Los Conductores.

La selección de los aislamientos se hace en función de su aplicación y otros factores que pueden influir en su uso y aplicación, tales como: tensión, temperatura ambiente, temperatura de operación, condiciones mecánicas de instalación, medio ambiente (humedad, sol, vientos, aceites, etc.).

TEMPERATURAS MÁXIMAS DE OPERACIÓN	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
Tipos	TW, UF	RHW, THW, THHW, THW-L, THHW-L, THWN, XHHW, USE	SA, SIS, FEP, FEPB, RHH, RHW-2, THW-2, THW-L, THHW-L, TT, THWN-2, THHN, USE-2, XHHW, XHHW-2	TW, UF	RHW, THW, THHW, THW-L, THWN, XHHW, USE	SA, SIS, RHH, RHW-2, THW-2, THHW, THHW-L, THWN-2, THHN, USE-2, XHHW, XHHW-2
Material	Cobre	Cobre	Cobre	Aluminio	Aluminio	Aluminio
Area de la sección transversal mm ² (AWG o KCM)						
0 8235 (18)	---	---	14	---	---	---
1 307 (16)	---	---	18	---	---	---
2 082 (14)	20*	20*	25*	---	---	---
3 307 (12)	25*	25*	30*	20*	20*	25*
5 260 (10)	30	35*	40*	25*	30*	35*
8 367 (8)	40	50	55	30	40	45
13 30 (6)	55	65	75	40	50	60
21 15 (4)	70	85	95	55	65	75
33 62 (2)	95	115	130	75	90	100
42 41 (1)	110	130	150	85	100	115
53 48 (1/0)	125	150	170	100	120	135
67 43 (2/0)	145	175	195	115	135	150
85 01 (3/0)	165	200	225	130	155	175
107 2 (4/0)	195	230	260	150	180	205
126 7 (250)	215	255	290	170	205	230
152 0 (300)	240	285	320	190	230	255
177 3 (350)	260	310	350	210	250	280
202 7 (400)	280	335	380	225	270	305
253 4 (500)	320	380	430	260	310	350
304 0 (600)	355	420	475	285	340	385
380 0 (750)	400	475	535	320	385	435
506 7 (1000)	455	545	615	375	445	500

TABLA 4.2.1 (Tabla 310-16 NTIE 1994). Capacidad De Conducción De Corriente En Amperes De Conductores Aislados De 0 A 2 000 V, 60° A 90° C. No Mas De 3 Conductores En Un Cable, En Una Canalización O Directamente Enterrados Y Para Una Temperatura Ambiente De 30° C.

En la tabla 4.2.2 se tienen características de algunos tipos de aislamiento usados en los conductores eléctricos mas comunes obtenidas de la tabla NTIE 330-13 de 1994

Los aislamientos de los conductores que utilizamos en esta tesis son TW para los sistemas de alumbrados y contactos y THW para el sistema de fuerza

4.2.3. Calibre De Los Conductores.

El tamaño de los conductores se define por el area de su seccion transversal en mm^2 , véase la tabla 4.2.1. También se definen como

- Calibre AWG, nomenclatura de la American Wire Gauge
- CM (circular mil), cuando el area transversal tiene un diametro de una milésima de pulgada (1 MCM = 0.56 milímetros cuadrados)

TIPO	MATERIALES Y CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN (AMBIENTE)	TEMP. MAX. DE OPERACIÓN (°C)
R	Hule	Seco	60
RH	Hule resistente al calor	Seco	75
RHH	Hule resistente a las altas temperaturas	Seco	90
RHW	Hule resistente al calor y al medio agresivo	Seco y Humedo	75
T	Termoplastico	Seco	60
TH	Termoplastico resistente al calor	Seco	75
THW	Termoplastico resistente al calor y al medio agresivo	Seco y Humedo	75
THWN	Termoplastico con cubierta de nylon resistente al medio agresivo	Seco y Humedo	75

Tabla 4.2.2.- Clasificación Básica De Tipos De Aislamiento De Uso General

4.2.3.1. Factores De Corrección Por Agrupamiento Y Temperatura.

Estos factores de correccion son una guia para calcular la capacidad de conduccion de corriente permisible, que permite obtener el area de la seccion transversal de nuestro conductor de acuerdo con la NFIE Art. 310-10. A continuacion se en listan las tablas tomadas de las NFIE 1994

NÚMERO DE CONDUCTORES QUE LLEVAN CORRIENTE.	POR CIENTO DEL VALOR INDICADO.
4 a 6	80
7 a 9	70
10 a 20	50
21 a 30	45
31 a 40	40
41 y más	35

Tabla 4.2.3. Factor De Corrección Por Agrupamiento.

TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	PARA TEMPERATURA AMBIENTE DIFERENTE DE 30 °C MULTIPLIQUE LAS CAPACIDADES DE CORRIENTE DE LA TABLA MOSTRADAS ARRIBA POR EL FACTOR DE CORRECCIÓN CORRESPONDIENTE EN ESTA TABLA					
21 - 25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04
26 - 30	1	1	1	1	1	1
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

Tabla 4.2.4. Factor De Corrección Por Temperatura.

**La protección para sobrecorriente para conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, en los tipos marcados con un asterisco no debe de exceder:*

15 A para 2.082 MM^2 , 20 A para 3.307 MM^2 , 30 A para 5.260 MM^2 para conductores de cobre.

15 A para 3.307 MM^2 , 25 A para 5.260 MM^2 , para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre, después que se han aplicado los factores de corrección por temperatura ambiente y agrupamiento de conductores.

4.2.4. Criterios Para El Calculo De Conductores

Los principales criterios que se deben considerar para la especificación del conductor son capacidad de conducción de corriente para las condiciones de la instalación, caída de voltaje permitida, capacidad para soportar la corriente de cortocircuito, el calibre mínimo permitido para aplicaciones específicas

4.2.4.1. Capacidad De Conducción De Corriente.

1 - La capacidad de conducción de un conductor se encuentra limitada por los siguientes factores.

Conductividad del metal conductor y capacidad térmica del aislamiento

Los conductores eléctricos están forrados por material aislante, que por lo general contiene materiales orgánicos. Estos forros están clasificados de acuerdo con la temperatura de operación permisible, de tal manera que una misma sección de cobre puede tener diferente capacidad de conducción de corriente, dependiendo del tipo de aislamiento que se seleccione.

La capacidad de conducción de corriente para conductores aislados de 0 a 2000 volts deberá ser la especificada por tabla 310-16 a 310-19 de las NTIE 1994, para este proyecto es la Tabla 4.2.1, también se incluyen los factores de corrección por temperatura y agrupamiento. Donde seleccionaremos el calibre cuya capacidad de corriente sea igual o mayor a la nominal del conductor considerando todas las restricciones.

2 - Los valores de la corriente deberan corregirse para temperaturas ambiente (del local o del lugar en que se encuentren los conductores) mayores de 30 °C, de acuerdo con la tabla de factores de corrección por temperatura

3 - Cuando los conductores desnudos se usan como conductores de puesta a tierra y se encuentran instalados junto a conductores aislados, sus capacidades de corriente deben limitarse a las permitidas para los conductores aislados del mismo calibre

4 - Cuando en un grupo de conductores se tenga aislamientos para temperaturas maximas diferentes, la temperatura limite del grupo debe determinarse por la menor de ellas

4.2.4.2. Caída De Tensión.

Se le llama caída de tensión o voltaje a la diferencia que existe entre el voltaje aplicado al extremo del conductor de una instalacion y el obtenido en cualquier otro punto del mismo, cuando esta circulando la corriente nominal

$$S \cong \rho \frac{I_c \times L}{e \times V} \times 100$$

Donde

S = Área o sección (Conductora) del alimentador en mm^2

ρ = Resistividad especifica (volumetrica) del material conductor en Ohms* mm^2/m

I = Corriente de carga en Amperes

L = Longitud del alimentador en metros

e = Caída de voltaje permitida en por ciento

V = Voltaje aplicado en Volts (normalmente el voltaje nominal)

Considerando que la mayoría de los alimentadores son de cobre de 100% de conductividad IACS (International Annealed Copper Standard) y suponiendo una temperatura de operacion de 60 C se tiene que: $\rho=1/50$; por lo que para obtener la seccion de conductores de cobre se utiliza la siguiente expresion:

$$S_{cu} \cong \frac{2 \times e \times I_c \times L}{e \times V}$$

Para circuitos monofásicos y bifásicos $e=2$ (debido a que existe un hilo de retorno); para circuitos trifásicos $e=\sqrt{3}$ ya que el voltaje nominal corresponde al voltaje entre fases

$$V_{nominal} \cong \sqrt{3} \times V_{fase-nominal}$$

La sección obtenida se compara con la de los diferentes calibres y se especifica aquel que tenga un área transversal igual o mayor.

Para nuestro proyecto la distribución de caída de tensión teórica que proponemos estará de la siguiente manera:

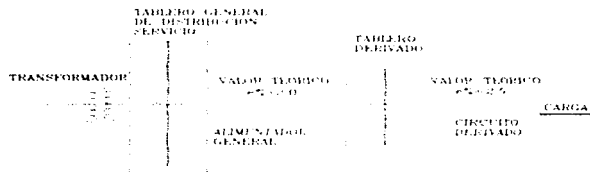


Figura 4.2.1. Diagrama De Caída De Tensión Teórica.

La caída de Tensión que se muestra en la figura 4.2.1 la teórica utilizada en los cálculos realizados, podemos observar que la suma total es igual al 4.5%. De acuerdo con las NTE 215-2 1994, "La caída de tensión desde el medio de desconexión principal hasta la salida mas lejana de la instalación, considerando alimentadores y circuitos derivados, no debe de exceder del 5%, dicha caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador procurando en cualquiera de ellos la caída de tensión no sea mayor del 3%.

Las caídas de Tensión reales no alcanzan a llegar a los valores teóricos, el caso extremo es presentado a continuación.

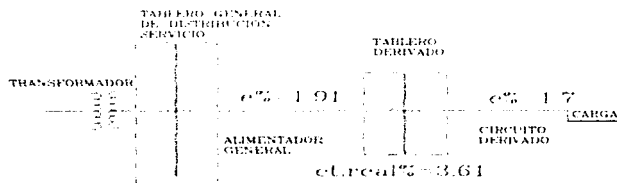


Figura 4.2.2. Diagrama De Caída De Tensión Real.

4.2.4.3. Capacidad Para Soportar La Corriente De Cortocircuito.

Para determinar la tolerancia del alimentador a la corriente de un cortocircuito, se considera que todo el calor producido por la circulación de ésta se destina a elevar la temperatura del conductor

$$\left[\frac{I_{cc}}{A} \right]^2 \times t \cong 0.0297 \log \left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234} \right]$$

En esta relación

I_{cc} = Corriente de cortocircuito, en Amperes

A = Área del conductor, en circular mils

t = Tiempo que dura el cortocircuito, en segundos

T_2 = La temperatura máxima que resiste el conductor en condiciones de cortocircuito, en grados centígrados.

T_1 = La temperatura de operación normal del conductor, en grados centígrados.

Para revisar la tolerancia de un alimentador a un cortocircuito se obtiene el tiempo para la corriente y área dados y se compara con el tiempo de disparo de la protección e interruptor correspondientes, y éste último deberá ser menor

4.2.5. Cálculo De Los Conductores Por Capacidad De Corriente Y Por Caída De Tensión.

Podemos calcular las corrientes y caídas de tensión de los conductores en los diferentes sistemas para el suministro de energía eléctrica según la tabla número 4.2.5

La selección adecuada de un conductor que lleva corriente a un dispositivo específico se hace tomando en consideración dos factores

- La capacidad de conducción de corriente (Ampacidad)
- La caída de tensión

Estos dos factores se consideran por separado para un análisis, pero se consideran simultáneamente en la selección de un conductor, cómo es posible que los resultados en la selección de un conductor difieran considerando estos factores, entonces se debe tomar como bueno el que resulte el de mayor sección ya que de esta manera el conductor se comportará satisfactoriamente desde el punto de vista de caída de tensión y cumplirá con los requerimientos de capacidad de corriente

Para seleccionar el calibre adecuado de los conductores nos auxiliamos de las tablas 4.2.1, en donde se mencionan capacidades de corriente de acuerdo al tipo de aislamiento; 4.2.3, 4.2.4 factores de corrección por agrupamiento y temperatura

Sist.	1φ-2h	2φ-3h	2φ-2h	3φ-(4h ó 3h)
e%	$\frac{4 * I * I}{S * E_n}$	$\frac{4 * I * I}{S * E_n}$	$\frac{4 * I * I}{S * E_l}$	$\frac{2 * I * I * \sqrt{3}}{S * E_l}$
I	$\frac{w}{E_n * \cos \phi}$	$\frac{w}{2 * E_n * \cos \phi}$	$\frac{w}{E_l * \cos \phi}$	$\frac{w}{\sqrt{3} * E_l * \cos \phi}$

Tabla 4.2.5. Formulario De Cálculo De Conductores.

Donde:

I_n = Hilos del circuito.

W = Potencia en Watts.

I = Corriente en Amperes por conductor.

E_n = Tensión de línea al neutro.

E_l = Tensión entre líneas.

$\cos \phi$ = Factor de potencia.

L = Longitud del conductor en metros.

S = Sección del conductor en mm².

e = Caída de tensión de fase al neutro en Volts.

$e\%$ = Caída de tensión en porcientu

E_f = Tensión entre fases.

Teniendo en cuenta que:

$$e\% \approx \frac{e \times 100}{E_n}$$

$$E_f \approx \sqrt{3} \times E_n$$

4.2.6. Número De Conductores En Un Tubo Conduit.

Los conductores eléctricos están limitados en su capacidad de conducción de corriente por razones de calentamiento al existir limitaciones en la disipación de calor, el aislamiento impone limitaciones de tipo térmico.

Por esta razón el número de conductores dentro de un tubo Conduit tiene que ser de tal forma que permita un arreglo físico de conductores de acuerdo a la sección del tubo Conduit y permita alojar y manipular los conductores durante la instalación además de que se mantengan a temperaturas adecuadas.

Estas condiciones se logran estableciendo una relación entre las secciones del tubo y los conductores. A continuación se muestran las tablas para la selección de la canalización a utilizarse. Para nuestro proyecto utilizaremos solo el 40% del área total de la canalización.

DIÁMETRO NOMINAL mm	DIÁMETRO INTERIOR mm	ÁREA INTERIOR TOTAL mm ²	ÁREA DISPONIBLE PARA CONDUCTORES mm ²		
			1 Conductor 1e-53%	2 Conductores 1e-30%	mas de 2 Conductores 1e-40%
13	15.8	194	103	88	78
19	20.98	342	181	104	137
25	26.68	588	294	167	222
32	35.05	928	513	290	387
38	40.9	1310	694	395	520
51	52.5	2468	1139	680	867
65	62.71	3920	1658	927	1240
76	77.95	4701	2523	1428	1904
89	89.12	6387	3383	1910	2533
102	102.20	8200	4349	2462	3252
127	128.29	12293	6908	3904	4851
152	154	18039	9879	5362	7230

Tabla 4.2.6. Dimensiones De Tubos Conduit Y Area Disponible Para Los Conductores
(Tabla 4, Capítulo 10 De Las NTE-1994).

Nota: Las dimensiones de esta tabla representan valores promedio, considerando tubos conduit metálicos de tipo pesado. Los tubos conduit metálicos de otro tipo o tubos conduit no metálicos tienen dimensiones diferentes a las mostradas en esta tabla.

ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR MM ² (AWG O KCM)	TIPOS TW, THW, THH, LS, THHN		TIPOS THUN, THHN	
	Diámetro Exterior mm	Área mm ²	Diámetro Exterior mm	Área mm ²
2.082 (14)	3.8	9.02	3.0	7.07
3.307 (12)	4.0	12.87	3.5	9.62
5.260 (10)	4.6	16.62	4.4	15.21
8.007 (8)	6.0	28.27	5.8	20.42
13.09 (6)	7.8	47.78	6.7	35.20
21.15 (4)	9.0	63.00	8.5	50.78
33.62 (2)	10.3	80.99	10.9	78.84
53.48 (1.5)	13.0	143.39	12.0	124.90
67.43 (1.0)	14.8	172.69	13.8	149.09
85.01 (.75)	16.1	203.69	15.1	179.79
107.2 (.50)	17.0	243.29	16.0	160.49
126.7 (.25)	19.3	336.85	18.3	203.89
152.0 (200)	20.9	343.69	17.7	302.89
202.7 (150)	23.4	430.19	22.2	387.89
252.4 (100)	25.6	514.79	24.1	467.69
380.0 (75)	30.5	735.49	29.3	674.19
506.7 (50)	34.5	924.89	32.2	814.39

Tabla 4.2.7. Dimensiones De Conductores Con Aislamiento Termoplástico (Capítulo 10 De Las NTE-1994)

Nota: Todas las dimensiones de esta tabla son de conductores con aislamiento clase 2.
Las dimensiones exteriores de los cables y las áreas son valores promedio, útiles para calcular el número de conductores dentro de tubos conduit.

4.2.7. Conductores De Puesta A Tierra.

Los sistemas eléctricos son puestos a tierra para limitar las sobretensiones debidas a las descargas atmosféricas a fenómenos transitorios en el propio circuito o a contactos accidentales con líneas de mayor tensión, así como para estabilizar la tensión a tierra en condiciones normales de operación. Los sistemas y circuitos conductores se ponen a tierra de manera solida para facilitar la acción de los dispositivos de protección en caso de presentarse una falla. En la tabla siguiente se muestra los calibres de los conductores desnudos de cobre utilizados en el centro de computo.

Para la selección del conductor a utilizar requerimos de la siguiente tabla de acuerdo a las NTIE 250 que corresponde a la tabla NTIE 250-95

CAPACIDAD NOMINAL O AJUSTE DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE UBICADO ANTES DEL EQUIPO, CONDUCTOR, ETC.	CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (AWG O MCM)	
	Cobre	Aluminio
No mayor de (Ampers)		
15	14	12
20	14	12
30	12	10
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	4	2
600	2	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	500
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1000
6000	800	1200

Tabla 4.2.8. Sección Transversal Mínima De Los Conductores De Puesta A Tierra Para Canalizaciones Y Equipos (Tabla 250-95 NTIE 1994).

4.2.8. Análisis Del Cálculo De Cuadros De Carga.

La información que se encuentra en los cuadros de carga es un resumen de todas las cargas, que se consideran para definir un tablero. Es decir un arreglo, donde se distribuyen las cargas en las tres diferentes fases, para lograr un correcto balanceo de estas, además incluye información del cálculo de los conductores de los circuitos derivados, sus protecciones y su caída de tensión. A continuación se describe un ejemplo

Tablero PBA, de la planta baja

El procedimiento de agrupamiento de la carga se realiza de acuerdo al área que queremos controlar, para nuestro caso tenemos cuatro tableros de servicio normal para una área total de 2601 m²

El tablero PBA deberá controlar 76 luminarios, 42 contactos. Para realizar un circuito de alumbrado tomamos una carga menor a 15A con una distancia del centro de carga no mayor a 30m

Posteriormente calcularemos el consumo de las luminarias

Luminario 2-32 W

$2(32) = 64$ W, consumo de los dos tubos

$1.25(64) = 80$ W, consumo de los dos tubos mas el balastro

Luminario 2T-59 W

$2(59) = 118$ W

$1.25(118) = 147.5 \approx 150$ W

Luminario 13 W

$13(1.25) = 16$ W

En un circuito derivado que alimente dos o mas contactos debe tener una capacidad nominal de acuerdo con los valores indicados en la tabla 210 -21 (b) (3) de NTIE 210-21. Para las salidas de contactos sencillos se considera una carga no menor de 180 VA, según las NTIE 220-3

Por lo anterior ya estamos en posibilidad de formar circuitos de alumbrado o contactos, estos se desarrollan en forma independientes

Para el circuito uno donde se tienen 12 pzas de 80 W, con un centro de carga a 21m, podemos calcular la corriente y posteriormente el alimentador.

$$I = \frac{\text{Potencia Total}}{V * f.p.} = \frac{960}{127 * 0.9} = 8.39 A$$

La sección transversal del conductor necesario teniendo en cuenta una caída de tensión para circuitos derivados de 2.5%. De acuerdo con la nota 4 de NTIE 210-19:

$$S = \frac{4 * I * I}{V * e\%} = \frac{4 * 21 * 8.39}{127 * 2.5} = 2.22 \text{mm}^2$$

El calibre mínimo a utilizar en alumbrado, por criterio, es 12 THW con una sección transversal de 3.309 mm² y una capacidad de corriente de 20 A. Para este circuito, el calibre 12 THW satisface la capacidad de corriente y la sección mínima para conducir esta corriente. Los conductores del circuito derivado deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la carga a servir, NTIE 210-19.

La caída de tensión real de este circuito será:

$$e\% = \frac{4 * I * I}{V * S} = \frac{4 * 21 * 8.39}{127 * 3.309} = 1.68 \quad (\text{Que es menor a la definida anteriormente})$$

La protección para este circuito será $In * 1.25 = 8.39 * 1.25 = 10.4875$ (de acuerdo con la NTIE 210-20)

La protección será: 1P-15A

Los anteriores valores calculados se encuentran reflejados en el cuadro de cargas. El resto de los cálculos fueron hechos bajo el mismo criterio.

El balanceo de las cargas en las tres fases, se logra repartiéndolas en forma equitativa es decir, se tendrán circuitos con cargas aproximadamente iguales. Para lograr un desbalanceo menor al 5% se calcula de la siguiente manera.

$$\Delta\% = \frac{\text{Fase mayor} - \text{Fase menor}}{\text{Fase mayor}} * 100 = \frac{4960 - 4720}{4960} * 100 = 4.83\%$$

Con este último valor podremos garantizar el no tener fases sobrecargadas, que posteriormente presenten problemas de sobrecalentamiento en los conductores alimentadores del tablero correspondiente.

4.2.9. Análisis Del Cálculo Del Alimentador.

DEL TABLERO "D" DEL SEGUNDO NIVEL TENEMOS

La siguiente carga instalada

ALUMBRADO 6040 W
CONTACTOS 12600 W

Los factores de demanda de acuerdo a las tablas 220-11, 220-13 NTFE 1994, son:

CARGA INSTALADA	FACTOR DE DEMANDA	DEMANDA MÁXIMA (CARGA CONTINUA)	CARGA NO CONTINUA
CONTACTOS 12600 W	0.7	8820 W	3780 W
ALUMBRADO 6040 W	0.9	5436 W	604 W
TOTAL 18640 W		14256 W	4384 W

Tabla 4.2.9. Análisis De Carga Del Tablero "D" Del Segundo Nivel.

La corriente nominal, corriente continua y la corriente no continua se calculan así

$$I_n = \frac{C. \text{Inst. Tot.}}{220 \text{ fp} \sqrt{3}} = \frac{18640}{220 * 0.9 * \sqrt{3}} = 54.35 \text{ A}$$

$$I_{c_{\text{continua}}} = \frac{C. \text{Cont.}}{220 \text{ fp} \sqrt{3}} = \frac{14256}{220 * 0.9 * \sqrt{3}} = 41.56 \text{ A}$$

$$I_{c_{\text{nocontinua}}} = \frac{4384}{220 * 0.9 * \sqrt{3}} = 12.78 \text{ A}$$

Después la corriente de Ampacidad: $I_a = 1.25 I_{c_{\text{continua}}} + I_{c_{\text{nocontinua}}}$

$$I_a = 1.25 I_{c_{\text{continua}}} + I_{c_{\text{nocontinua}}} = 1.25(41.56 \text{ A}) + 12.78 = 64.73 \text{ A}$$

Tenemos dos factores que debemos de considerar para la corriente equivalente, estos son:

Factor de agrupamiento: $F'A \approx 1.0$

Factor de Temperatura: $F'T \approx 0.94$

De acuerdo con la tabla 3 10-16 de las normas técnicas NTIE 1994 y de acuerdo a nuestra tabla 4.2.1.

$$I = \frac{I_a}{F'T * F'A} = \frac{64.73}{1.0 * 0.94} = 68.86 A$$

Con el anterior valor de corriente podemos definir el conductor por capacidad de corriente (Ampacidad), este sería del **calibre 4 TW** a $60^\circ C$ de acuerdo con la tabla 4.2.1.

Con este conductor elegido obtendremos su caída de tensión:

$$e\% = \frac{21.1\sqrt{3}}{F * S} = \frac{2 * 65 * 54.35 * \sqrt{3}}{220 * 21.15} = 2.63$$

Podemos concluir que el conductor del calibre 4 TW cumple con la capacidad de corriente, pero no con la caída de tensión de la siguiente tabla:

CIRCUITO DERIVADO	2.5 %
ALIMENTADOR PRINCIPAL	2.0 %
CAÍDA TOTAL	4.5 %

Tabla 4.2.10. Distribución De Caída De Tensión.

De acuerdo al artículo 215 de alimentadores, La nota 1 dice que no se deberá exceder el 5 % en la caída de tensión.

Con el valor de $e\% = 2.0$ podremos saber el área del conductor que soporte 41.56 A y tenga una caída de tensión menor a la mencionada.

$$S = \frac{21.1\sqrt{3}}{220 * e\%} = \frac{2 * 65 * 54.35 * \sqrt{3}}{220 * 2.0} = 27.81 mm^2$$

En conclusión el conductor a utilizar será del calibre 2, porque tiene una capacidad de corriente de 115A y una área de 33.62 mm² Según tabla 4.2.1

La caída de tensión real será

$$e^{%a} = \frac{2 * 65 * 54.35 * \sqrt{3}}{220 * 33.62} = 1.65$$

La protección del alimentador será

$$I_p = 1.25 I_{cc} + I_{enc} = 1.25 * 4156.4 + 12.78 = 64.73.4$$

Nota: De acuerdo al artículo 220-10 inciso b de las normas de instalaciones eléctricas de 1994

La protección es igual a

$$3P - 70 \text{ A}$$

Como la corriente que soporta el conductor calibre 2 THW es mayor que el valor de la protección, se logra una coordinación de protección

Posteriormente seleccionaremos una canalización, tubo conduit galvanizado con el 40 % del área disponible de acuerdo a la Tabla 4.2.6

La selección del conductor de puesta a tierra se realizó de acuerdo a la tabla 4.2.8

3 Fases	Calibre 2/0
1 Neutro	Calibre 2/0
1 Tierra Física	Calibre 8
Σ 5 conductores	Un total de 363.02mm ²

Tabla 4.2.9 Área De Los Conductores Utilizados.

El tubo a utilizar es de 363.02 mm² al 40 %, la canalización que cumple con esto será de un diámetro de 32 mm.

Finalmente el alimentador queda definido de la siguiente manera: 4 - 2/0 - 8cl, T - 32mm.

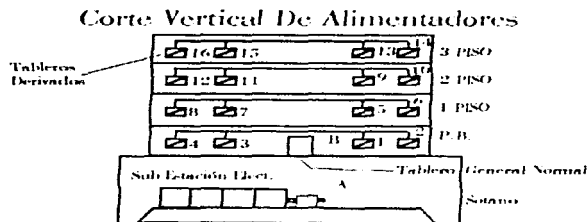


Figura 4.2.3. Corte Vertical De Alimentadores.

A continuación describiremos los alimentadores correspondientes al alumbrado y contactos normales:

a) Alimentador en baja tensión del transformador al tablero general normal, 12-350 KCM, 1-250 KCM; En charola de 20 cm de ancho.

b) Alimentadores del tablero general normal hacia tableros derivados en los diferentes niveles

1.-	4 - 4 ;	1 - 8d ;	T - 32 mm	TAB "A"	PLANTA BAJA
2.-	4 - 8 ;	1 - 10d ;	T - 25 mm	TAB "B"	PLANTA BAJA
3.-	4 - 2 ;	1 - 8d ;	T - 38 mm	TAB "C"	PLANTA BAJA
4.-	4 - 2 ;	1 - 8d ;	T - 38 mm	TAB "D"	PLANTA BAJA
5.-	4 - 2 ;	1 - 8d ;	T - 38 mm	TAB "A"	PRIMER NIVEL
6.-	4 - 2 ;	1 - 8d ;	T - 38 mm	TAB "B"	PRIMER NIVEL
7.-	4 - 1/0 ;	1 - 8d ;	T - 51 mm	TAB "C"	PRIMER NIVEL
8.-	4 - 2 ;	1 - 8d ;	T - 38 mm	TAB "D"	PRIMER NIVEL
9.-	4 - 8 ;	1 - 10d ;	T - 25 mm	TAB "A"	SEGUNDO NIVEL
10.-	4 - 4 ;	1 - 10d ;	T - 32 mm	TAB "B"	SEGUNDO NIVEL
11.-	4 - 2 ;	1 - 8d ;	T - 38 mm	TAB "C"	SEGUNDO NIVEL
12.-	4 - 2 ;	1 - 8d ;	T - 38 mm	TAB "D"	SEGUNDO NIVEL
13.-	4 - 2 ;	1 - 8d ;	T - 38 mm	TAB "A"	TERCER NIVEL
14.-	4 - 2 ;	1 - 8d ;	T - 38 mm	TAB "B"	TERCER NIVEL
15.-	4 - 1/0 ;	1 - 8d ;	T - 51 mm	TAB "C"	TERCER NIVEL
16.-	4 - 2 ;	1 - 8d ;	T - 38 mm	TAB "D"	TERCER NIVEL

El resto de los alimentadores se encuentran con todas sus características eléctricas en el plano correspondiente al diagrama unifilar, por lo que solo se muestra en el corte como podría ser la distribución vertical para cada nivel del edificio, figura 4.2.3.

4.3. SISTEMA DE FUERZA.

4.3.1. Introducción.

En este capítulo que se refiere al sistema de fuerza, donde se mostrarán los diferentes motores utilizados para el edificio del centro de cómputo. De los cuales se describirán sus características y sus cálculos necesarios para definir alimentaciones y protecciones correspondientes.

Iniciaremos con algunos conceptos básicos, la clasificación de los motores una descripción general de sus partes y tipos de motores utilizados.

4.3.2. Concepto De Motor Eléctrico.

¿Que es un motor?

Es una máquina capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica con el fin de realizar un trabajo.

Los motores eléctricos se componen principalmente de dos partes:

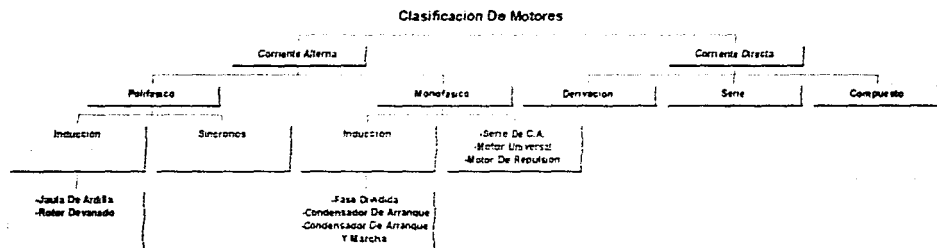
Estator Es la parte fija donde se localizan los devanados del inductor o campos.

Rotor Es la parte móvil en la que se enrollan los devanados del inducido o armadura.

Tanto el estator y rotor se encuentran soportados en una armazón denominada carcasa.

4.3.3. Clasificación De Los Motores Eléctricos.

Existen una gran variedad de motores los cuales podemos clasificar según la composición de su estructura:



4.3.4. Características De Los Tipos De Motores Mas Utilizados.

Los motores utilizados en este proyecto son para cubrir con las siguientes necesidades: aire acondicionado, bombeo de agua potable, equipo contra incendio y elevadores para tales necesidades los motores que se necesitan son del tipo Jaula de Ardilla y Rotor devanado

4.3.4.1. Jaula De Ardilla.

Consiste en un núcleo hecho de chapas de acero teniendo un gran número de ranuras. Las bobinas de alambre de cobre están colocadas en dichas ranuras e interconectadas especialmente para formar el arrollamiento del estator, y producir el campo magnético giratorio.

El rotor consiste en un núcleo de chapas de acero al silicio con gran número de agujeros para introducir varillas o barras a lo largo de este, tales barras pueden ser de latón o cobre y están cortocircuitados en los extremos por un anillo del mismo material. Sus características principales es la poca pérdida de velocidad, par de arranque moderado.

Su aplicación comprende en lugares donde se requiera velocidad constante y un regular par de arranque como lo son en tornos, prensas, bombas, etc

4.3.4.2. Rotor Devanado.

En este tipo de motor, el rotor de Jaula de ardilla se sustituye por un enrollamiento trifásico con sus tres cables de conexión conectados a tres anillos colectores y escobillas, de tal manera que es posible intercalar resistencias y de este modo variar las velocidades y el par, así como limitar la corriente de arranque. Cuando se regula la velocidad del motor añadiendo resistencias de diferente valor, la pérdida de velocidad del motor aumenta considerablemente, esto trae consigo una reducción en el rendimiento.

Este tipo de motores se utilizan cuando se requiere un alto par de arranque con poca demanda de corriente, como lo es en prensas de gran tamaño, compresoras de aire, laminadoras grúas, elevadores, etc.

Sus desventajas son la pérdida de velocidad, alto costo inicial y la necesidad de mantenimiento continuo, en comparación con el motor de jaula de ardilla

4.3.5. Elementos De Los Circuitos Para Motores.

De acuerdo con el artículo 430 de NTIE 1994 Motores, Circuitos de motores y sus controles. El alcance de este artículo se refiere a los, circuitos derivados para motores, sus protecciones de sobrecarga, equipos de control y protección. Además utilizaremos la Figura 4.3.1. para describir todos los dispositivos eléctricos que se utilizan en su instalación para que operen en forma correcta

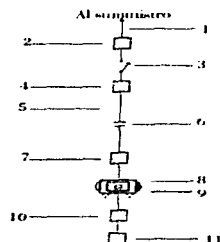


Figura 4.3.1. Esquema De Elementos De Los Circuitos Para Motores.

- 1.- Alimentador parte B art. 430-24,25y26 de las NTIE 1994.
- 2.- Protección contra circuito corto y falla a tierra, parte E del artículo 430 de las NTIE 1994
- 3.- Medio de desconexión , parte I del artículo 430 de las NTIE 1994.
- 4.- Protección contra circuito corto y falla a tierra del circuito de fuerza, parte D del artículo 430 de las NTIE 1994
- 5.- Conductores para el circuito del motor , parte B del artículo 430 de las NTIE 1994.
- 6.- Controlador y circuitos de control del motor, parte G, F del artículo 430 de las NTIE 1994 .
- 7.- Protección contra sobrecarga ,parte C del artículo 430 de las NTIE 1994.
- 8.- Motor ,parte A del artículo 430 de las NTIE 1994.
- 9.- Protección térmica , parte C del artículo 430 de las NTIE 1994.
- 10.- Controlador secundario ,conductores secundarios parte B artículo 430-23 de las NTIE 1994.
- 11.- Resistor secundario ,parte B artículo 430-23y 470 de las NTIE 1994

4.3.6. Descripción De Elementos De Circuitos Para Motores.

Para describir los elementos de la instalación de un motor eléctrico es conveniente recordar los siguientes conceptos .

4.3.6.1. Corriente Nominal De Un Motor Eléctrico.

Se denomina corriente nominal de un motor a la corriente que demanda cuando se encuentra trabajando a plena carga. Estos valores los podemos obtener consultando las tablas 310-16 a 310-19 de las NTIE 1994 ó calculándolas de acuerdo con el artículo 430-6 NTIE 1994.

4.3.6.2. Corriente De Arranque De Un Motor Eléctrico.

La corriente de arranque de un motor es la corriente que demanda cuando inicia su operación, y su valor es considerablemente mayor a la corriente nominal. La corriente de arranque depende de la reactancia (inductiva) del motor.

4.3.6.3. Alimentador.

El alimentador es el conjunto de conductores que llevarán corriente eléctrica a un grupo de motores eléctricos y su sección transversal del conductor se calculará tomando en cuenta la siguiente expresión:

$$I = 1.25 I_{pc}(\text{motor mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

I_{pc} = Corriente a plena carga

$\sum I_{pc}$ = suma de las corrientes a plena carga de varios motores.

Artículo 430-24 de las NTIE 1994.

4.3.6.4. Protección Del Alimentador.

La protección del alimentador tiene por objeto proteger al conjunto de conductores contra la sobrecarga por medio de interruptores o fusibles. Se deberá calcular para una corriente que tome en cuenta la corriente del motor mayor, tomando su valor de ajuste "B", tabla 430-152 NTIE. Además de la suma del resto de los motores a proteger como se tiene en la siguiente expresión:

$$I = B I_{pc}(\text{motor mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

I = Corriente para seleccionar la protección del alimentador

I_{pc} = Corriente a plena carga

B = factor ajuste

4.3.6.5. Circuito Derivado.

Es el conjunto de conductores que alimenta a cada motor de la instalación y van desde el tablero de distribución y salen de allí para cada motor. Los conductores derivados para alimentar un solo motor, deberán contar con una capacidad no menor al 125% de la corriente nominal del motor a plena carga. Esto es de acuerdo con el artículo 430-22 de las NTIE 1994.

$$I = 1.25 I_{pc}$$

I = Corriente del circuito derivado

I_{pc} = Corriente a plena carga del motor

4.3.6.6. Protección Del Circuito Derivado.

La protección del circuito derivado se hace por medio de interruptores termomagnéticos y tiene por objeto la protección del conductor, no al motor y debe permitir el arranque del motor sin que se abra el circuito y este se selecciona según los valores de las tabla 430-152. Artículo 430-51 de las NTIE 1994.

4.3.6.7. Desconector.

El desconector tiene por objeto aislar el motor del circuito derivado con el fin de poder hacer ajustes o reparaciones en el motor sin peligro alguno, este se recomienda estar en un lugar visible y a pie del motor. Este desconector consiste en un interruptor con portafusibles con listones de la capacidad correspondiente este deberá soportar una corriente mínima de $I = 1.15 I_{pc}$ y no mayor $I = 1.50 I_{pc}$ Artículo 430-101 de las NTIE 1994.

4.3.6.8. Protección Contra Sobrecarga.

Los relevadores de sobrecarga son dispositivos que se destinan para proteger a los motores, a los dispositivos de control de los motores y a los conductores de los circuitos derivados, contra los calentamientos excesivo debido a una carga de corriente en exceso de la nominal ó fallas en el arranque, que persiste durante un tiempo determinado. Estos dispositivos no protegen contra las fallas a tierra ó cortocircuito.

Tenemos dos tipos de sobrecargas las eléctricas y las mecánicas que podemos solucionarlos con los relevadores de carga, para esto tenemos también dos tipos relevadores.

- **Relevador Térmico de Sobrecarga.** La operación depende básicamente de la temperatura causada por la corriente de sobrecarga, la cual hace operar el mecanismo de disparo.
- **Relevadores Magnéticos de sobrecarga.** Estos relevadores operan únicamente por los excesos de corriente y no son afectados por la temperatura

Para motores de servicio continuo mayores a un 1 Hp se protegerán contra sobrecargas por medio de lo siguiente. Un dispositivo separado de sobrecarga que sea sensible a la corriente del motor. La corriente nominal o de disparo de este dispositivo no será mayor que los porcentajes de la corriente a plena carga del motor, como sigue:

- Motores con factor de servicio no menor a 1.5, 125%
- Motores con aumento de temperatura no menor de 40 C, 125%
- Todos los demás motores, 115%

Todo esto según el artículo 430-31 de las NTE 1994

<i>CLASE DE MOTOR</i>	<i>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</i>	<i>NÚMERO Y UBICACIÓN DE UNIDADES DE SOBRECARGA QUE NO SEAN FUSIBLES.</i>
C.A. monofásico o de C.D	2 hilos no puestos a tierra, C.A. monofásica o C.D	Una en cualquiera de los conductores. Una en el conductor no puesto a tierra
C.A. monofásico o de C.D	2 hilos, C.A. monofásica o C.D uno de los hilos puesto a tierra	Una en cada conductor no puesto a tierra
C.A. monofásico o de	3 hilos, CA Monofásica o C.D Neutro a tierra	2, en dos conductores cualesquiera, excepto en el neutro
C.D.C.A. Trifásico.	Cualquier trifásico	

Tabla 4.3.2 Unidades de Protección de Motores Contra Sobrecarga.

4.3.6.9. Protección Del Circuito Alimentador Contra Cortocircuitos o Fallas A Tierra.

Las disposiciones de esta parte especifican los dispositivos de sobrecorriente destinados a la protección de los conductores de alimentador de motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos y falla a tierra. De acuerdo con el artículo 430-61 1994. Este dispositivo de protección puede ser del tipo termomagnético ó fusible. Con un valor nominal o ajuste no mayor de la capacidad o ajuste del mayor de los dispositivos de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra de cualquiera de los motores del grupo basándonos en la tabla 430-152 o la sección 440-22 de las NTE 1994 Más la suma de las corrientes a plena carga de los otros motores del grupo.

4.3.6.10. Circuito Control de Motores y Arrancadores .

Circuitos de control son por donde se transmiten las señales eléctricas que gobiernan el funcionamiento del arrancador pero en este no se conduce la corriente del circuito principal. Estos circuitos deberán tener las siguientes características:

- Protección contra sobrecorrientes.
- Protección contra daño mecánico.
- Deberá contar con un medio de desconexión.

4.3.6.11. Arrancadores.

El termino arrancador incluye a cualquier dispositivo quien se utilice para arrancar y parar un motor, en combinación con los elementos de sobrecarga. Su capacidad de los arrancadores se expresan en KW ó Hp., estos no deberán ser menores a la potencia nominal del motor que controlen. Podemos clasificar a los arrancadores principalmente en dos:

- Cuando el motor a instalar no es muy grande (menores a 10 HP.), de tal manera que no cause problemas en su arranque, se suelen emplear interruptores normales como estos se conectan directamente a la red, se les llama arrancadores a plena tensión.
- Cuando se trata de motores grandes (mayores de 10HP.), donde el par de arranque se desarrolla paulatinamente, es preciso conectar a través de un dispositivo que reduzca la tensión inicial aplicada al motor. Este dispositivo recibe el nombre de arrancador a tensión reducida.

Según Artículo 430-81 de las NTIE 1994.

4.3.7. Selección Del Tipo De Motores Eléctricos.

En el proyecto del centro de computo y para cualquier otro, el sistema de fuerza es de vital importancia la selección correcta de los motores a utilizar. Anteriormente habíamos mencionado que los dos tipos de motores mas empleados son:

- Motores de inducción tipo jaula de ardilla.
- b) Motores de inducción de rotor devanado.

La asociación nacional de fabricantes de equipo eléctrico y las normas de instalaciones eléctricas editadas en 1994. Con el fin de tener una uniformidad en la aplicación, se han clasificado este tipo de motores de acuerdo con el par desarrollado a rotor bloqueado, el par máximo desarrollado, la corriente de arranque o algunos otros valores y ha asignado letras a este tipo de motores. Esto lo podemos revisar en la tabla 430-7(b) NTIE 1994. Con esta tabla se determina la protección del circuito derivado de falla tierra, contra circuito corto, para lo cual se toma como referencia la tabla 430-152 de las NTIE 1994 .

La designación Nema mas comunes son:

- Clase "B". Este motor tiene las siguientes características:

Par de arranque normal y baja corriente de arranque. En este motor el mas utilizado es el jaula de ardilla, ya que tiene un par de arranque y un par a rotor bloqueado adecuado para el arranque de una gran variedad de maquinas industriales; además, toma una corriente aceptable a pleno voltaje.

Sus aplicaciones mas comunes de estos motores son Ventiladores, en sopladores para extracción en chimeneas de tiro forzado, extraccion de gases, accionar bombas centrifugas (para bombear agua o liquidos más densos que el agua), así también como máquinas y herramientas, etc.

- Clase "C". Este motor tiene las siguientes características principales:

Alto par de arranque y baja corriente de arranque. Es decir que estos motores tienen un alto par a rotor bloqueado, baja corriente de arranque algunas aplicaciones tipicas de estos motores son: En compresores, elevadores, transporte de material, trituradores, pulverizadores, etc

Solo describimos los motores de clase "B" y "C" que son los utilizados para este proyecto.

4.3.8. Parámetros De Los Motores Utilizados En El Proyecto.

A continuación describiremos la capacidad y cantidad de los motores utilizados para el centro de computo:

	<i>MOTOR</i>	<i>HP</i>	<i>FASE</i>	<i>AMP.</i>	<i>VOLTS.</i>
<i>EQUIPO HIDRO-NEUMÁTICO I</i>	2	7.5	3	23	220
	1	1	3	3.8	220
<i>EQUIPO HIDRO-NEUMÁTICO II</i>	2	7.5	3	23	220
	1	1	3	3.8	220
<i>AIRE ACONDI-CIONADO GENERAL (PB, PN,SN y TN)</i>	3	10	3	29	220
	3	10	3	29	220
	3	10	3	29	220
	1	5	3	15.9	220
	3	10	3	29	220
	2	20	3	56	220
<i>MOTORES BOMBAS</i>	2	15	3	44	220
	2	1	3	3.8	220

Tabla 4.3.3. Características Eléctricas De Los Motores Utilizados.

A continuación se mostrarán las tablas 430-7 (b), 430-152 y 430-140 de las NTIE 1994. Las cuales permiten calcular parámetros de diseño de los motores eléctricos

LETRA DE	KVA/HP DE POTENCIA A ROTOR	
A	0.00	3.14
B	3.15	3.54
C	3.55	3.99
D	4.00	4.49
E	4.50	4.99
F	5.00	5.59
G	5.60	6.29
H	6.30	7.09
J	7.1	7.99
K	8.0	8.99
L	9.0	9.99
M	10.00	11.9
N	11.20	12.49
P	12.50	13.99
R	14.00	15.99
S	16.00	17.99
T	18.00	19.99
U	20.00	22.39
V	22.40	Y MAS

Tabla 4.3.4. Letras De Código A Rotor Bloqueado Tabla 430-7 (b), Capacidad De Corriente A Plena Carga De Motores Trifásicos De Corriente Alterna (Tabla 430-150 NTIE 1994).

Estos valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; En estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

KW	C.P. H.P.	MOTOR DE INDUCCIÓN DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO (A)			MOTOR SÍNCRONO, CON FACTOR DE POTENCIA UNITARIO (A)		
		220V	440 V	2400 V	220V	440 V	2400 V
.373	.5	2.1	1				
.560	.75	2.9	1.5				
.746	1	3.8	1.9				
1.119	1.5	5.4	2.7				
1.49	2	7.1	3.6				
2.23	3	10	5.0				
3.73	5	15.9	7.9				
5.6	7.5	23	11				
7.46	10	29	15				
11.46	15	44	22				
14.92	20	56	28				
18.65	25	71	36		54	27	
22.38	30	84	42		65	33	
29.84	40	109	54		86	43	
37.3	50	136	68		108	54	
44.76	60	161	80	15	126	64	11
55.95	75	201	100	19	161	81	14
74.6	100	259	130	25	211	106	19
93.25	125	326	163	30	264	132	24
119.9	150	376	188	35		158	29
149.2	200	502	251	47		210	38

Tabla 4.3.5. Corriente A Plena Carga De Motores Trifásicos De Corriente Alterna (Tabla 430-150)

NÚMERO MÁXIMO DE KW		NÚMERO MÁXIMO DE (CP)		MONOFÁSICO			DOS O TRES FASES		
		127 V	220 V	220 V	230 V	440 V			
0.373	(1/2)	69.3	28.1	12.5	12	6.3			
0.560	(3/4)	97.8	39.6	17.6	16.8	8.8			
0.746	(1)	113	46	22.6	21.6	11.3			
1.12	(1 1/2)	142	57.4	32.6	31.2	16.3			
1.49	(2)	170	69	42.7	40.8	21.3			
2.23	(3)	240	97.6	60.6	58	30.3			
3.73	(5)	397	161	95	91	47.6			
5.60	(7 1/2)			138	132	69			
7.46	(10)			176	168	88			
11.19	(15)			263	252	132			
14.92	(20)			339	324	170			
18.65	(25)			427	408	213			
22.38	(30)			502	480	251			
29.84	(40)			652	624	326			
37.30	(50)			815	780	408			
44.76	(60)			966	924	483			
55.95	(75)			1204	1152	602			
74.60	(100)			1556	1488	778			
93.25	(125)			1957	1872	978			
119.90	(150)			2258	2160	1130			
149.20	(200)			3011	2880	1506			

Tabla 4.3.6. Conversión De Corriente A Rotor Bloqueado Para La Selección De Controles Y Medios De Desconexión De Acuerdo Con La Tensión Nominal Y Capacidad De Potencia En KW, Tabla 430-151 NTIE.

(*) Estos valores de corriente a rotor bloqueado son aproximadamente seis veces los valores de corriente a plena carga dados en las Tablas 430-148 y 430-150 NTIE 1994.

POR CIENTO DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA				
Tipo De Motor	Fusible Sin Retardo De Tiempo	Fusible De Dos Elementos (Con Retardo De Tiempo)	Interruptor Termomagnético Instantáneo	Interruptor Termomagnético De Tiempo Retardado
Motores monofásicos de los tipos sin letra de Código	300	175	700	250
Todos los motores de CA+ monofásicos, polifásico, de jaula de ardilla y sincronos (+) de arranque a tensión plena con resistencias o reactores Sin letra de Código	300	175	700	250
Letra de Código				
F a V	300	175	700	250
B a E	250	175	700	200
A	150	150	700	150
Todos los motores de CA de jaula de ardilla y sincronos con arranque por autotransformador (+), No más de 30 A. Sin letra de Código	250	175	700	200
Más de 30 A. Sin letra de Código	200	175	700	200
Letra de Código				
F a V	250	175	700	200
B a E	200	175	700	200
A	150	150	700	150
Motores de jaula de ardilla de alta reactancia; No más de 30 A. Sin letra de Código	250	175	700	250
Más de 30 A. sin letra de Código	200	175	700	200
Motores de rotor devanado, sin letra de Código	150	150	700	150
Motores de CD (voltaje constante) No mayores de 37.3 kW (50 CP), sin letra de código	150	150	250	150
Más de 37.3 kW (50 CP) sin letra de código	150	150	175	150

Tabla 4.3.7. Máximo Rango O Ajuste Para El Dispositivo De Protección Contra Circuito Corto Y Falla A Tierra Del Circuito Derivado Del Motor (Tabla 430-152 NTIE 1994).

Para la explicación de las letras de código véase la tabla 430-7 (b) NTIE 1994.

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véase la s secciones 430-52 hasta 430-54 NTIE 1994.

4.3.9. Ejemplo De Análisis De Calculo Del Alimentador De Fuerza Para Un Solo Motor.

Presentamos a continuación el procedimiento para calcular el alimentador y protección de equipos de fuerza (motores).

Para este caso tomaremos como ejemplo el cálculo para un motor de capacidad de 15HP (elevador), con una corriente nominal de 44 A (Tabla 430.150 NTIE), con el anterior valor podemos obtener la corriente para el cálculo de su alimentador

$$I_{ccd} = 1.25 \times I_{nominal}$$

$$I_{ccd} = 1.25 \times 44 = 55 \text{ A} \quad \text{De acuerdo con el artículo 430-22 NTIE 1994}$$

I_{ccd} = Corriente Del Circuito Derivado.

Este último valor de corriente lo afectamos con los valores de los factores de agrupamiento y temperatura.

$$\text{Corriente equivalente } I_e = \frac{I_{ccd}}{I_a \cdot F_t} = \frac{55}{1 \cdot 0.94} = 58.51 \text{ A}$$

Con este valor de corriente podemos definir el conductor que soporte 58.51 A, para este caso el calibre será 4 TW, que tiene una capacidad de conducción de corriente de 70 A De acuerdo a la tabla 4.2.1.

El valor de la caída de tensión con este conductor es:

$$e\% = \frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot I_e \cdot l}{V_L \cdot S} = \frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 50 \cdot 44}{220 \cdot 21.15} = 1.63\%$$

La caída de tensión es menor al establecido, el conductor elegido deberá soportar 58.51 Amperes y tenga una caída de tensión menor a 2.5%, para este caso será 4 THW.

La protección de este motor será determinado de la siguiente manera, primero la letra de código que le corresponde a este tipo de motor es la "C" y tomando su valor de ajuste de la tala 430-152 NTIE obtenemos el valor de 200%. Por lo que la protección queda definida así:

$$I_p = 2.0 \times 44 = 88 \text{ A}$$

La protección que le corresponde es: 3P- 100 A

La canalización solo se utilizara con el 40% de área disponible.

Nota: La selección del conductor de puesta a tierra se realizo de acuerdo a la tabla 4.2.8.

3 FASES	CALIBRE 4
1 Tierra Fisica	Calibre 8
Σ 4 conductores	Un total de 219,07mm ²

Tabla 4.3.8. Área De Los Conductores Utilizados.

La canalización a utilizar tiene una área de 222 mm² al 40%, con un diametro de 25 mm.

Finalmente el alimentador queda definido así: 3-4, 1-8 d, T-25 mm

4.3.10. Ejemplo De Análisis De Cálculo Del Alimentador De Fuerza Para Varios Motores.

A Continuación se describe el procedimiento de cálculo de un alimentador para un conjunto de motores conectados aun centro de control de motores

La carga total conectada es de cuatro motores de capacidad 7.5 Hp y cuatro mas de 1 Hp. El primer paso a seguir es encontrar los valores de corriente nominal de dichos motores, estos valores se encuentran en la tabla de las normas técnicas de instalaciones tabla 4.3.5.

Tenemos que el motor de capacidad de 7.5Hp tiene una corriente nominal de 23 A y el de 1Hp 3.8 A.

La corriente total será: $I_{Ttotal} = 1.25 * 23 + 23 + 23 + 23 + 3.8 + 3.8 + 3.8 + 3.8 = 112.95 A$

De acuerdo al artículo 430-24 de la NTIE -1994

Este último valor lo afectamos por los factores de agrupamiento y de temperatura de las tablas 4.2.3 y 4.2.4.

$$Ia = \frac{I_{Ttotal}}{F.A * F.T} = \frac{112.95}{1 * .94} = 120.15 A$$

Con éste valor podremos definir el conductor por ampacidad, de acuerdo con la tabla 4.2.1, así obtenemos el conductor calibre 1/0 con capacidad de conducción 125 A. Ahora calcularemos la caída de tensión con este conductor.

$$e\% = \frac{2 * \sqrt{3} * I * l}{V * S} = \frac{2 * \sqrt{3} * 40 * 107.2}{220 * 53.48} = 1.26$$

Tenemos que para este alimentador la caída de tensión será de $e\% = 2.5$ por lo que concluimos que el conductor de 1/0 cumple con la ampacidad y también con la caída de tensión establecida anteriormente

Este último valor corresponde a un conductor de calibre 1/0 con una área de 53.48 mm^2 y una capacidad de corriente de 125 A. Según la tabla 4.2.1

La protección se calcula como se estableció anteriormente. El motor de capacidad mayor tiene el código "C" y consultando la tabla 4.3.7, obtenemos su valor de ajuste que vale 200%:

$$I_p = 2 * 23 + 23 * 3 + 3.8 * 4 = 130 \text{ A}$$

Finalmente queda $3P - 150A$

Utilizaremos una canalización tipo tubo conduit galvanizado al 40 % del área disponible de la canalización de acuerdo a la Tabla 4.2.6.

3 FASES	CALIBRE 1/0
1 Neutro	Calibre 1/0
1 Tierra Física	Calibre 6
Σ 5 conductores	Un total de 628.98 mm^2

Tabla 4.3.9. Área de los conductores utilizados

El tubo a utilizar tiene una área de 867 mm^2 al 40% con un diámetro de 51 mm.

Finalmente el alimentador queda definido así: 4 - 1/0, 1 - 6d ; T - 51 mm²

4.4. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

4.4.1. Generalidades.

En este capítulo se encontrarán los requisitos que se aplican a las Subestaciones. Estos requisitos se han establecido, considerando que las Subestaciones deben funcionar bajo la responsabilidad de personal capacitado y ser accesibles solamente a éste. Debemos considerar que todas las instalaciones nuevas y las modificaciones o ampliaciones de instalaciones de Subestaciones ya existentes deberán cumplir con los requisitos del capítulo 24 de Subestaciones de la NTIE 1994

Podemos definir una Subestación eléctrica como el conjunto de elementos integrados que transforman, distribuyen, controlan y miden la energía eléctrica proveniente de las plantas generadoras, líneas de transmisión o líneas de distribución en alta tensión

En general, el equipo de las Subestaciones debe ser instalado y mantenido de tal manera que se reduzca al mínimo los riesgos de accidentes de personal.

Este edificio contará con una Subestación eléctrica compacta con dos transformadores de 500 KVA, tipo interior, está reducirá la tensión de 23 KV / 220 V. Y contará con un medio de desconexión general .

De acuerdo al artículo 2401-5 NTIE 1994 toda Subestación debe tener en el lado primario (acometida), un medio de desconexión general de operación simultánea que sea adecuado a la tensión y corrientes nominales del servicio, en adición a cualquier otro medio de interrupción.

La conexión de nuestros transformadores entra dentro de la excepción del artículo citado que dice que:

“En caso de Subestaciones compactas de un solo transformador que requieran ampliarse y no cuenten con espacio suficiente, se permite colocar el segundo transformador siempre que tenga su propio medio de protección. Cuando se derive después del equipo de medición, es necesario un medio de desconexión en adición a cualquier otro medio de interrupción”.

Otro punto importante es el que habla en el artículo 2401-6, de las NTIE 1994 que se refiere a los dispositivos **generales de protección contra sobrecorriente**, los cuales deben ser adecuados a la tensión y corriente del servicio y cumpla con la capacidad interruptiva y a la capacidad nominal o ajuste de disparo respectivamente, **tenemos además** las siguientes características:

- Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, tanto en el lado primario como en el secundario, deben ser de la capacidad interruptiva adecuada. En el caso del dispositivo en el lado primario (acometida) su capacidad interruptiva debe estar de acuerdo con la potencia máxima de corto circuito que puede presentarse en el lugar de la Subestación, según el valor de la fuente suministradora.
- Toda falla interna en una Subestación se debe eliminar lo más rápido posible, de tal manera que se deje fuera de servicio un mínimo de elementos.

Es muy importante informarse con la compañía suministradora si puede abastecer la tensión de alimentación que necesitamos y en el lugar donde se ubica nuestra instalación, este punto es tan importante que incluso puede determinar la construcción del inmueble en el lugar que se tiene definido.

4.4.2. Instalación Y Mantenimiento Del Equipo Eléctrico.

El equipo de las Subestaciones deben ser instalado y mantenido para reducir al mínimo los riesgos de accidentes del personal, así como el consumo de energía.

- El equipo de uso continuo - Antes de ser puesto en servicio, deberá comprobarse que el equipo eléctrico cumple con los requisitos de instalación para ser mantenido en condiciones correctas de funcionamiento, haciendo inspecciones periódicas para comprobarlo, el equipo defectuoso debe ser reparado o reemplazado.
- El equipo de emergencia - El equipo y las instalaciones de emergencia se deben revisar y probar periódicamente para cerciorarse de que están en buenas condiciones de funcionamiento.
- El equipo de uso eventual - Se recomienda que el equipo o las instalaciones que se usen eventualmente, sean revisados y probados antes de usarse en cada ocasión.

Los equipos deberán estar correctamente soportados en lugares accesibles, los equipos pesados como transformadores quedan asegurados por su propio peso, pero aquellos donde se producen esfuerzos por sismo o fuerzas dinámicas durante su operación, pueden requerir otras medidas adicionales.

Todo lo anterior es referencia al artículo 2401-2 de las NTIE 1994.

4.4.3. Locales Y Espacios Para Subestaciones.

Los locales y espacios en que se instalan Subestaciones deben estar resguardados con respecto a su acceso; si son a la intemperie, por medio de cercas de tela de alambre o bardas, sin ser de tipo interior (Que es el caso para el proyecto del centro de cómputo) por divisiones o muros, o locales especiales para evitar la entrada a personas no autorizadas.

Las condiciones de los locales y espacios deben cumplir con los requisitos que a continuación se describen:

- Deben estar contruidos de materiales no combustibles
- No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no este relacionada con el funcionamiento y operación del equipo
- No debe haber polvo o pelusas combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos.
- Deben tener ventilación adecuada, para que el equipo opere a su temperatura nominal y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condición de operación
- Deben mantenerse totalmente secos
- La iluminación del local contara con iluminacion artificial con intensidades adecuadas para las funciones que en cada caso se tengan que cumplir. Los medios de iluminación deben mantenerse listos para usarse en cualquier momento y por el tiempo que sea necesario

Todo lo anterior fue tomado del artículo 2402 de las NTIE 1994

4.4.4. Clasificación De Las Subestaciones Eléctricas.

4.4.4.1. Por Su Servicio.

- Subestación tipo intemperie. Estas Subestaciones se construyen en terrenos expuestos a la intemperie y requieren de un diseño y equipo especial capas de soportar, condiciones atmosféricas adversas (lluvia, viento, nieve e inclemencias ambientales diversas)
- Subestaciones de tipo interior. En este tipo de Subestaciones el equipo y diseño de la Subestación están adaptados para operar en lugares protegidos de los cambios climatológicos

4.4.4.2. Por Su Construcción.

- Subestaciones compactas. También llamadas unitarias. En estas Subestaciones el equipo se encuentra protegido por el gabinete y el espacio necesario es muy reducido. Pueden construirse para servicio exterior e interior.
- Subestaciones convencionales. El equipo que se instala en este tipo de Subestaciones también llamadas abiertas se coloca en estructura metálica, se aíslan tan solo por una malla de alambre, es decir, no van en gabinetes. Pueden construirse para servicio exterior e interior.

4.4.5. Descripción Funcional De Las Secciones De Las Subestaciones Eléctricas.

4.4.5.1.- Acometida

Existen dos clases de acometida

- **Acometida aerea** La parte de los conductores de una línea aerea de servicio comprendida desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento, hasta el primer punto de sujeción de dichos conductores en la propiedad servida
- **Acometida subterránea** Son los conductores desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta el límite de la propiedad servida

4.4.5.2. Sección De Medición.

La sección de medición consta de un gabinete blindado con dimensiones adecuadas según el valor de la tensión, diseñado y provisto para recibir y alojar el equipo de medición de la compañía suministradora.

Este gabinete en su interior alojara

- Un bus trifásico de cobre
- Un sistema de tierras con capacidad adecuada
- Conectores de tipo mecánico, para el bus principal y para conexión a tierra.

4.4.5.3. Sección De Cuchillas De Paso Y Pruebas.

La sección de cuchillas de paso y pruebas es un gabinete blindado con equipo adecuado según el valor y en su interior aloja:

- Un juego de tres cuchillas trifásicas desconectoras para operar en grupo sin carga, tiro sencillo con dispositivo de apertura y cierre rápido
- Un juego de tres accionamiento independientes por medio de volante y dispositivo de señalamiento (abierto-cerrado) y seguro mecánico
- Sistema de tierras con capacidad adecuada. El objeto de esta sección es proporcionar un medio de desconexión visible en la sección de transformación y distribución para efectos de mantenimiento, reposición de fusibles o la conexión del equipo patrón de medición de la compañía suministradora para comprobar la calibración de los equipos de medición de la propia Subestación, sin interrumpir el suministro de la energía eléctrica.

4.4.5.4. Sección De Interruptor De Apertura Con Carga Y Apartarrayos (Sección De Corta Circuitos).

La sección de interruptor, fusible y apartarrayos, también es un gabinete blindado con dimensiones y equipo adecuado según el valor de la tensión, y en su interior aloja:

1. Interruptor de carga de simple apertura servicio interior, 3 polos, operación en grupo por medio de palanca con mecanismo para la apertura y cierre rápido, además disparo simultáneo en las tres fases en caso de operar algún fusible.
2. Tres fusibles de potencia.
3. Juego de tres apartarrayos autovalvulares monopolares con el neutro conectado sólidamente a tierra.
4. Accionamiento por medio de disco y palanca por el frente del tablero para la apertura y cierre manual del corta circuitos, con bloqueo mecánico el cual impide la apertura de la puerta si el interruptor esta en posición de "cerrado".
5. Bus trifásico de cobre electrolítico.

4.4.5.5. Sección De Acoplamiento.

Se utiliza para unir eléctricamente y mecánicamente el transformador al gabinete de interruptores de aire que este contiene un juego de barras y soportes necesarios para conectar las terminales de alta tensión del transformador, que se acopla a esta sección por medio de una brida adecuada.

4.4.6.- Diagrama Unifilar Utilizado Para El Centro De Computo.

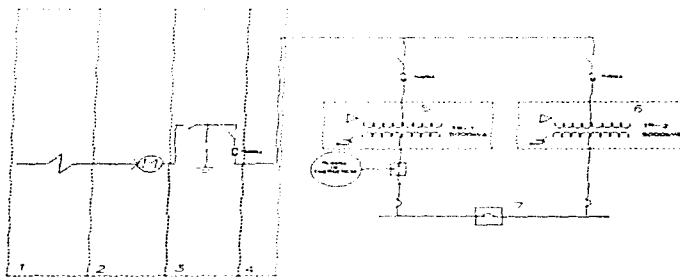


Figura 4.4.1. Arreglo De Subestación.

Donde:

- 1.- Acometida.
- 2.- Equipo de medición.
- 3.- Cuchillas de paso, apartarrayos y medio de desconexión principal.
- 4.- Sección de acoplamiento.
- 5.- Transformador Servicio en Emergencia.
- 6.- Transformador Servicio Normal.
- 7.- Interruptor de Enlace.

4.4.7. Justificación Para Uso De Subestación Eléctrica.**4.4.7.1. Técnica.**

El uso de una S.E. se justifica cuando se requiere continuidad y seguridad en le servicio de energía eléctrica a tensión adecuada, además de contar con un medio de desconexión manual o automático para efectos de control, protección, medición y mantenimiento

4.4.7.2. Económica.

La compañía suministradora puede dar servicio al usuario en baja tensión utilizando para efectos de cobro la tarifa 3, cuando la demanda mínima medida es de 25 KW, y en alta tensión utilizando la tarifa 8.

Haciendo un analisis comparativo del costo de energía eléctrica en las dos tarifas se puede concluir que si se contrata en alta tensión el costo de una Subestación se amortiza en poco tiempo y se obtiene un ahorro posterior significativo

4.4.8. Tableros Eléctricos.**4.4.8.1. Tablero De Distribución**

Es aquel que alimenta, interrumpe, mide y transfiere circuitos primarios. Los tableros pueden ser de alta y baja tensión.

4.4.8.2. Tableros De Baja Tensión.

Este trabaja a una tensión no mayor de 1000 Volts C.A.

Las tensiones nominales de C.A. para tableros de baja tensión son: 120, 240, 480 y 550 Volts.

Las corrientes nominales para tableros de baja tensión en C.A. o C.D. son las siguientes: 600, 1200, 2000, 4000 y 5000 Ampers.

4.4.8.3. Tableros De Alta Tensión.

Es aquel que trabaja a una tensión mayor de 1000 Volts C.A.

Los voltajes de diseño nominales para estos tableros son: 2400, 4160, 7200, 13800, 23000, 34500 Volts y voltajes intermedios debido a equipos especiales.

Las corrientes nominales para tableros de alta tensión para C.A. o C.D. son: 600, 1200, 3000, 4000 y 5000 Ampers.

4.4.9. El Transformador.

La sección de transformación de una S.E. es la más importante por que es en ella donde se transfiere la energía eléctrica cambiando el valor de la tensión a los valores de utilización.

El transformador es un dispositivo que:

1. Transfiere energía eléctrica de un circuito a otro conservando la frecuencia constante.
2. Lo hace bajo el principio de inducción electromagnética.
3. Tiene circuitos eléctricos que están eslabonados magnéticamente y aislados eléctricamente.

Sus componentes principales son:

1. Un núcleo magnético formado por láminas de acero al silicio.
2. Una bobina primaria (por donde recibe la energía).
3. Una bobina secundaria (por donde entrega la energía).

4.4.9.1.- Clasificación De Los Transformadores.

Los transformadores se pueden clasificar por:

- La forma de su núcleo.
 1. Tipo columnas
 2. Tipo acorazado.
 3. Tipo envolvente
 4. Tipo radial.
- Por el número de fases (monofásicos o trifásicos)
- Por el número de devanados (dos o tres devanados).
- Por el medio refrigerante (aire, aceite o liquido inerte).
- Por el tipo de enfriamiento (OA, OW, OW/A, OA/AF, etc.).
- Por la regulación (fija, variable con carga o sin carga).
- Por la operación (de potencia, de distribución, de instrumento).

Tipos de enfriamiento empleados en transformadores:

- Tipo OA. Sumergido en aceite con enfriamiento propio. En transformadores de mas de 50 KVA se usan tubos radiadores para disminuir las pérdidas.
- Tipo OA/FA. Sumergido en aceite con enfriamiento propio, por medio de aire forzado.
- Tipo OW. Sumergido en aceite y enfriado con agua.

4.4.9.2. Capacidades Y Dimensiones De Transformadores De Distribución.

KVA	DIMENSIONES EN MILIMETROS.		
	FRENTE	ALTO	FONDO
15	650	1150	300
30	700	1300	350
45	750	1300	400
75	1200	1400	400
112.5	1300	1450	450
150	1450	1600	450
225	1600	1800	700
300	1600	1800	700
400	1900	1900	800
500	2000	2000	1000

*Tabla 4.4.1. Capacidad Y Dimensiones De Los Transformadores Más Usuales En Baja Tensión.***4.4.9.3. Cambiador De Derivaciones.**

En los transformadores de potencia, la regulación de voltaje se logra cambiando el número de vueltas de cada una de las bobinas de alta tensión mediante derivaciones (taps)

Existen dos tipos de cambiadores de derivaciones:

- De operación sin carga.
- De operación con carga.

4.4.9.4. Cálculo Del Transformador.

Es importante calcular en forma correcta los KVAs de transformación que se necesitan, pues en el caso contrario se llegará a la situación de tener capacidad ociosa, lo que representa valores altos de corriente de excitación y una capacidad no amortizable.

A continuación calcularemos la capacidad del transformador de servicio normal necesario para el proyecto del centro de cómputo, primero se enlistará la carga que se tiene conectada al sistema.

	CARGA INSTALADA (W)	F. DE DEMANDA	CARGA DEMANDADA
Tab. "A" PB	14440	0.78366	11316
Tab. "B" PB	10040	0.81633	8196
Tab. "C" PB	20600	0.75437	15540
Tab. "D" PB	21000	0.75905	15940
Tab. "A" PN	26640	0.74535	19856
Tab. "B" PN	20176	0.76120	15358
Tab. "C" PN	22688	0.74837	16979
Tab. "D" PN	18600	0.76667	14260
Tab. "A" SN	10120	0.78142	7908
Tab. "B" SN	11840	0.76120	9456
Tab. "C" SN	14240	0.79888	11376
Tab. "D" SN	18640	0.76481	14256
Tab. "A" TN	26640	0.74535	19856
Tab. "B" TN	20176	0.74535	15358
Tab. "C" TN	22688	0.74837	16979
Tab. "D" TN	18600	0.76667	14260
Sotano	9176	0.9	8258
CCM1	86740	1.0	86740
CCM2	30120	1.0	30120
EJEF-2	11190	1.0	11190
Tab. Sgc.1	87500	0.85	74375

Tabla 4.4.2. Carga Total Para servicio Normal.

Carga total instalada: 521,854 KW

Carga total demandada: 437,577. KW

Procederemos a calcular los anteriores valores a KVA tomando el factor de potencia de 0.9.

$$\text{Carga total instalada} = \frac{521,854}{0.9} = 579,837.77 \text{ KVA}$$

$$\text{Carga total demandada} = \frac{437,577}{0.9} = 486,196.66 \text{ KVA}$$

$$\text{Factor de demanda} = \frac{486,196.66}{579,837.77} = 0.8385$$

$$\text{Factor de Diversidad} = \frac{579,837.77}{486,196.66} = 1.1926$$

Si consideramos un transformador de línea de 500 KVA de capacidad tendremos una capacidad de reserva respecto a los KVA's demandados de 500 a 486,196 to, estos serian 13 804 KVA

∴ La capacidad del transformador sera de 500 KVA

Para que un transformador este bien definido, es necesario dar a conocer los siguientes datos:

Capacidad: 500 KVA

Numero de fases: 3 Fases

Frecuencia de operacion: 60 Hz

Tension primaria y conexion: 23 KV / Δ

Tension secundaria y conexion: 0.22 KV / Y

La sobre elevacion de temperatura en operacion continua: 65° C (30° C Promedio, 40° C Máxima).

Altura sobre el nivel del mar a la cual operara el transformador: 2 300 m.

Neutro accesible fuera del tanque para su conexion a tierra

Aceite aislante-refrigerante.

Valor de impedancia: 5.5 %

La capacidad nominal de un transformador se define como KVA, que su devanado secundario es capaz de operar por un tiempo especifico, bajo condiciones de tension y frecuencia de diseño, sin que la temperatura promedio de un devanado exceda 65° C sobre una temperatura promedio de 30° C y una máxima de 40° C.

4.4.9.4.1. Cálculo Del Alimentador En Baja Tensión.

Tenemos que la capacidad del transformador es: 500 KVA. Procederemos a calcular su corriente en baja tensión (0.22 KV):

$$I = \frac{\text{Capacidad del Transformador}}{\sqrt{3} * V_{LINEAS}}$$

$$I = \frac{500KVA}{\sqrt{3} * 0.22V} = 1312.15 A$$

Con el anterior valor podemos seleccionar el calibre del conductor necesario para soportar tal corriente.

El conductor es 350 KCM con una capacidad de corriente al aire de 505 A en un arreglo de 3 hilos por fase, siendo un total de 12-350 KCM, en una canalización tipo charola.

Ahora calcularemos la caída de tensión que tendríamos con este conductor.

$$\% = \frac{2 * \sqrt{3} * L * I}{17 * S} = \frac{2 * \sqrt{3} * 10 * 1312.15}{220 * 3 * 177.3} = 0.3884$$

Podemos observar que la caída de tensión es mas pequeña que la máxima establecida, por lo que el conductor elegido es el adecuado por su capacidad de conducción de corriente para el lado de baja tensión .

La protección en el lado secundario será :

$$I_p = I * 1.25 = 1312.15 * 1.25 = 1640.1875 A$$

El interruptor a utilizarse será de tipo electromagnético con capacidad de 3P -2000 A que se instala en el tablero general normal.

Para el lado primario del transformador también necesitamos definir su correspondiente alimentador de la Subestación al equipo junto con sus protecciones.

Tenemos que la corriente en el lado del primario es :

$$I = \frac{\text{Capacidad del Transformador}}{\text{Voltaje de Operacion} * \sqrt{3}} = \frac{500}{23 * \sqrt{3}} = 12.551 A$$

El alimentador que utilizaremos será de calibre 1/0 tipo XLP con una capacidad de conducción de corriente de 150 A.

La protección correspondiente la obtendremos a partir del calculo anterior, además del valor del corto circuito, y se realizará por medio de fusibles e interruptores alojados en los gabinetes correspondientes de la Subestación. A continuación describiremos la tabla para la selección de fusibles en la tensión de servicio correspondiente.

POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR (KVA)	13.8 KV (A)	23KV (A)	CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMÉTRICA (MVA)
45	6	6	800
75	10	6	800
112.5	10	6	800
150	16	10	800
225	25	16	800
300	25	16	800
500	40	25	800
750	63	40	800
1000	100	63	800
1500	125	100	800
2000	160	125	800
2500	200	160	800
3000	---	160	800

Tabla 4.4.3. Fusibles De Alta Tensión Y Alta Capacidad Interruptiva Siemens.

Los fusibles correspondientes para un transformador de 500 KVA de acuerdo a la tabla 4.4.3 valen 25 A, por lo que para cada uno de nuestros transformadores tendrán sus propios fusibles como se indica en el diagrama unifilar.

4.5. ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO.

4.5.1. Introducción.

El objetivo de un estudio de corto circuito es proporcionar información sobre corrientes y voltajes en un sistema eléctrico durante condiciones de falla.

Esta información se requiere para determinar las características de capacidad interruptiva y momentánea de los interruptores y otros dispositivos de protección localizados en el sistema, calcular los esfuerzos electrodinámicos en barras o buses de Subestaciones y tableros, calcular redes de tierra, seleccionar conductores alimentadores, así como para diseñar un adecuado sistema de relevadores de protección los cuales deberán reconocer la existencia de la falla e iniciar la operación de los dispositivos de protección asegurando así la mínima interrupción en el servicio y evitando daños a los equipos.

4.5.2. Naturaleza De Las Corrientes De Corto Circuito.

¿Qué es y como se origina una corriente de corto circuito ?.

Una corriente de corto circuito es aquella que circula en un circuito eléctrico cuando existe el contacto entre dos o más conductores al perderse el aislamiento entre ellos o entre ellos y tierra.

La magnitud de la corriente de corto circuito es mucho mayor que la corriente nominal de carga que circula por el circuito.

En condiciones normales de operación, la carga consume una corriente proporcional al voltaje aplicado y a la impedancia de la propia carga. Si se presenta un corto circuito en las terminales de la carga, el voltaje queda aplicado únicamente a la baja impedancia de los conductores de alimentación y a la impedancia de la fuente hasta el punto de corto circuito, ya no oponiéndose la impedancia normal de la carga y generando se una corriente mucho mayor.

4.5.3.- Fuentes De Corriente De Corto Circuito.

Cuando se determinan las magnitudes de las corrientes de corto circuito, es extremadamente importante que se consideren todas las fuentes de corriente de cortocircuito y que las reactancias características de estas fuentes sean conocidas

Existen 4 fuentes básicas de corriente.

1. Generadores
2. Motores
3. Motores de inducción
4. Sistemas de la Cia. Suministradora

Todas ellas alimentan con corriente de cortocircuito a la falla.

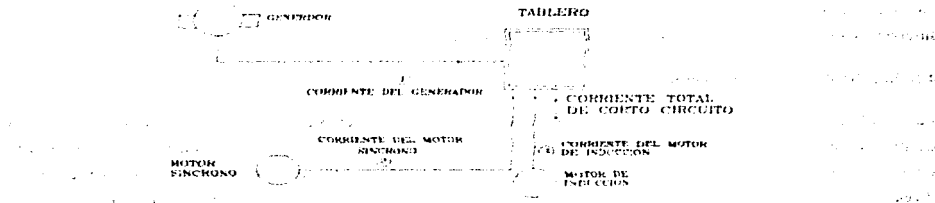


Figura 4.5.1. Fuentes De Corrientes De Cortocircuito.

4.5.3.1. Generadores

Los generadores son movidos por turbinas, motores diesel, u otro tipo de primtores. Cuando ocurre un corto circuito en el circuito al cual está conectado el generador, éste continúa produciendo voltaje porque la excitación de campo se mantiene y el primotor sigue moviéndolo a velocidad normal. El voltaje generado produce una corriente de corto circuito de gran magnitud, la cual fluye del generador (o generadores) al punto de falla.

Este flujo de corriente se limita únicamente por la impedancia del generador y las impedancias del circuito entre el generador y el punto donde ocurre la falla. Si el corto circuito ocurre en las terminales del generador, la corriente queda limitada solamente por la impedancia de la máquina.

4.5.3.2. Motores Síncronos.

Los motores síncronos están construidos substancialmente igual que los generadores, tienen un campo excitado por corriente directa y un devanado en el estator por el cual fluye la corriente alterna. Normalmente el motor toma la potencia de la línea y convierte la energía eléctrica en energía mecánica.

Durante un corto circuito en el sistema, el motor sincrónico actúa como un generador y entrega corriente de corto circuito. Tan pronto como el corto circuito se establece, el voltaje en el sistema se reduce a un valor muy bajo. Consecuentemente el motor deja de entregar energía a la carga mecánica y empieza a detenerse.

Sin embargo, la inercia de la carga y el rotor impiden al motor que se detenga, en otras palabras, la energía rotatoria de la carga y el rotor mueven al motor sincrónico como un primomotor mueve a un generador.

La magnitud de la corriente de corto circuito depende de la potencia, voltaje nominal y reactancia del motor sincrónico y de la reactancia del sistema hasta el punto de falla.

4.5.3.3. Motores De Inducción.

La inercia de la carga y el rotor de un motor de inducción tiene exactamente el mismo efecto sobre el motor de inducción como en el motor sincrónico; siguen moviendo al motor después de que ocurre un corto circuito en el sistema. Sólo existe una diferencia: el motor de inducción no tiene un campo excitado por corriente directa, pero existe un flujo en el motor durante la operación normal. Este flujo actúa en forma similar a el flujo producido por el campo de corriente directa en el motor sincrónico.

El campo del motor de inducción se produce por inducción desde el estator en lugar del devanado de corriente directa.

El flujo del rotor permanece normal mientras se aplica voltaje al estator desde una fuente externa (el sistema eléctrico), sin embargo, si la fuente externa de voltaje se elimina súbitamente, esto es, cuando ocurre un corto circuito en el sistema, el flujo en el rotor no puede cambiar instantáneamente.

Debido a que el flujo del rotor no puede decaer instantáneamente y la inercia sigue moviendo al motor, se genera un voltaje en el devanado del estator causando una corriente de corto circuito que fluye hasta el punto de falla hasta que el flujo del rotor decae a cero.

La magnitud de la corriente de corto circuito producida por el motor de inducción depende de su potencia, voltaje nominal, reactancia del motor y la reactancia del sistema hasta el punto de falla. Consecuentemente, el valor inicial simétrico de la corriente de corto circuito es aproximadamente igual a la corriente de arranque a tensión plena del motor.

4.5.3.4. Sistema De La Cía. Suministradora.

Los modernos sistemas eléctricos de las compañías suministradoras, presentan una gran y compleja red de plantas generadoras interconectadas.

Durante un corto circuito en el sistema, el motor sincrónico actúa como un generador y entrega corriente de corto circuito. Tan pronto como el corto circuito se establece, el voltaje en el sistema se reduce a un valor muy bajo. Consecuentemente el motor deja de entregar energía a la carga mecánica y empieza a detenerse.

Sin embargo, la inercia de la carga y el rotor impiden al motor que se detenga, en otras palabras, la energía rotatoria de la carga y el rotor mueven al motor sincrónico como un primotor mueve a un generador.

La magnitud de la corriente de corto circuito depende de la potencia, voltaje nominal y reactancia del motor sincrónico y de la reactancia del sistema hasta el punto de falla.

4.5.3.3. Motores De Inducción.

La inercia de la carga y el rotor de un motor de inducción tiene exactamente el mismo efecto sobre el motor de inducción como en el motor sincrónico; siguen moviendo al motor después de que ocurre un corto circuito en el sistema. Sólo existe una diferencia: el motor de inducción no tiene un campo excitado por corriente directa, pero existe un flujo en el motor durante la operación normal. Este flujo actúa en forma similar a el flujo producido por el campo de corriente directa en el motor sincrónico.

El campo del motor de inducción se produce por inducción desde el estator en lugar del devanado de corriente directa.

El flujo del rotor permanece normal mientras se aplica voltaje al estator desde una fuente externa (el sistema eléctrico), sin embargo, si la fuente externa de voltaje se elimina súbitamente, esto es, cuando ocurre un corto circuito en el sistema, el flujo en el rotor no puede cambiar instantáneamente.

Debido a que el flujo del rotor no puede decaer instantáneamente y la inercia sigue moviendo al motor, se genera un voltaje en el devanado del estator causando una corriente de corto circuito que fluye hasta el punto de falla hasta que el flujo del rotor decae a cero.

La magnitud de la corriente de corto circuito producida por el motor de inducción depende de su potencia, voltaje nominal, reactancia del motor y la reactancia del sistema hasta el punto de falla. Consecuentemente, el valor inicial simétrico de la corriente de corto circuito es aproximadamente igual a la corriente de arranque a tensión plena del motor.

4.5.3.4. Sistema De La Cía. Suministradora.

Los modernos sistemas eléctricos de las compañías suministradoras, presentan una gran y compleja red de plantas generadoras interconectadas.

En un sistema típico, los generadores no se ven afectados por las altas corrientes de corto circuito que se producen en una planta industrial, únicamente aparecen en ellos un incremento en su corriente de carga que tiende a permanecer constante

Las líneas de transmisión y distribución, así como los transformadores, introducen impedancias entre las plantas generadoras y los consumidores industriales, de no ser así, las compañías suministradoras serían una fuente infinita de corriente de falla

La representación de la compañía suministradora por el estudio de corto circuito, será una impedancia equivalente referida al punto de conexión (punto de acometida)

4.5.4. Sistemas En Por Unidad.

El valor en por unidad ($p.u.$) de cualquier cantidad se define como la relación de esa cantidad a un valor base y expresado en forma decimal

Un valor base es una cantidad cualquiera seleccionada convenientemente

Para estudiar el comportamiento de los sistemas eléctricos se usa convenientemente una representación en por unidad del voltaje, corrientes, impedancias así como de las potencias reales, reactivas y aparentes. En una red eléctrica generalmente se involucran cinco cantidades en los cálculos, estas son las siguientes:

PARAMETRO	UNIDADES
Corriente	Amperes
Voltaje	Volts
Impedancia	Ohms
Angulo de Fase	Adimensional
Tiempo	Segundos

Tabla 4.5.1. Parámetros Para El Cálculo De CC.

En los cálculos en estado estable, el tiempo se suprime en la notación fasorial, de las cinco cantidades restantes una es adimensional y las otras cuatro están relacionadas de tal manera que la selección de valores base para dos de ellas, determina los valores base para las otras dos

En el análisis de los sistemas eléctricos, el voltaje nominal de las líneas y de los equipos es siempre conocido, por lo que voltaje es un parámetro conveniente para seleccionarlo como base.

Una segunda base que normalmente se selecciona es la potencia aparente (Voltamperes) ya que esta cantidad también es conocida en los equipos

La misma potencia base se usa en todas las partes del sistema, no así el voltaje base que al seleccionarlo arbitrariamente en un punto, todos los demás voltajes del sistema deberán relacionarse con éste por la relación de vueltas de los transformadores en el sistema.

4.5.4.1. Sistemas Monofasicos.

Designamos una cantidad base por el subíndice B, tenemos:

$$\text{Potencia base} = S_B \quad (\text{VA})$$

$$\text{Voltaje base} = V_B \quad (\text{V})$$

La corriente base y la impedancia base se calcularán como:

$$\text{Corriente base} = I_B = S_B / V_B \quad (\text{A})$$

$$\text{Impedancia base} = Z_B = \frac{V_B}{I_B} = \frac{V_B^2}{S_B}$$

Teniendo definidas las cantidades base, podemos normalizar cualquier cantidad del sistema dividiéndola por la cantidad base de la misma dimensión. Así, la impedancia en por unidad $Z_{p.u.}$ está definida como:

$$Z_{p.u.} = \frac{Z_{Ohms}}{Z_B}$$

La impedancia base es aquella impedancia que tendrá una caída de voltaje igual al voltaje base cuando circule por ella una corriente igual a la corriente base.

4.5.4.2. Cambio De Base.

Dada una impedancia en por unidad referida a una base, cual será su valor en por unidad referida a una nueva base.

$$Z = \frac{Z_{Ohms}}{\frac{V_B^2}{S}} = Z_{Ohms} \frac{S_B}{V_B^2} \quad Z_n = \left(\frac{V_{Bn}}{V_B} \right)^2 \left(\frac{S_B}{S_{Bn}} \right) Z_O \quad [p.u.]$$

Esta última ecuación nos permite cambiar de base cualquier valor de impedancia en por unidad sin tener conocimiento del valor óhmico Z_{ohms} .

4.5.4.3. Sistemas Trifásicos.

$$V_{line} = \frac{V_{ph}}{\sqrt{3}} \quad [V]$$

$$S_{line} = \frac{S_{ph}}{3} \quad [VA]$$

Haciendo las sustituciones apropiadas podemos encontrar

$$Z = \frac{S_{base}}{V_{line}^2} Z_{ohms} \quad [p.u.] \quad \text{ó} \quad Z = \frac{MV A_{base}}{V_{line}^2} Z_{ohms} \quad [p.u.]$$

4.5.4.4. Conversión De Valores En Por Unidad A Valores Reales.

Una vez que los cálculos en por unidad de algún sistema se han terminado y se requiere convertir algunas o todas estas cantidades a valores reales, el procedimiento se realiza en forma inversa.

$$(I_{pu})(I_{H}) = I \quad (\text{Amperes})$$

$$(V_{pu})(V_{H}) = V \quad (\text{Volts})$$

$$(P_{pu})(S_{H}) = P \quad (\text{Watts})$$

$$(Q_{pu})(S_{H}) = Q \quad (\text{Vars})$$

4.5.5. Componentes Simétricas.

Todo sistema trifásico senoidal desequilibrado, representado por tres fasores desequilibrados, puede substituirse por la suma de tres sistemas de fasores simétricos: un sistema directo o de secuencia positiva; un inverso o de secuencia cero y un sistema homopolar o de secuencia cero, que constituyen las componentes simétricas del sistema desequilibrado.

$$I_a = I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}$$

$$I_b = I_{b1} + I_{b2} + I_{b0}$$

$$I_c = I_{c1} + I_{c2} + I_{c0}$$

Determinación de las componentes simétricas de secuencia positiva, negativa y cero.

$$I_{a0} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3}$$

$$I_{a1} = \frac{I_a + aI_b + a^2I_c}{3}$$

$$I_{a2} = \frac{I_a + a^2I_b + aI_c}{3}$$

En un sistema trifásico, la corriente que circula por el neutro es:

$$I_n = I_a + I_b + I_c$$

Si el sistema trifásico está en equilibrio, esto es, las tres corrientes son iguales en magnitud y defasadas 120°, la corriente por el neutro será igual a cero.

$$I_n = 0$$

Si el sistema trifásico no está en equilibrio, habrá una circulación de corriente por el neutro:

$$I_{a0} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3}$$

$$I_{a0} = \frac{I_n}{3}$$

$$I_n = 3I_{a0}$$

Ecuación básica para el cálculo de corto circuito a tierra.

4.5.6. Redes De Secuencia.

Para realizar los cálculos de cortocircuito se trazan las redes o diagramas de secuencia.

Puesto que las tres componentes de secuencia son independientes hasta el punto de falla se requiere de los tres diagramas.

La red de secuencia positiva, muestra voltajes de generadores, así como las reactancias de máquinas rotatorias, transformadores y líneas o alimentadores.

La red de secuencia negativa generalmente es una copia de la red de secuencia positiva con excepción de que no se muestran los voltajes de generadores, ya que ningún generador sincrónico opera con secuencia de fases inversa

La red de secuencia cero es generalmente similar al diagrama de secuencia negativa, excepto que, dependiendo del tipo de conexiones de los transformadores, es necesario hacer consideraciones especiales y que las impedancias a tierra, tales como reactores y resistencias conectadas entre los neutros de generadores o transformadores y tierra, únicamente se deben mostrar en los diagramas de secuencia cero y con tres veces su valor nominal

En general, los transformadores conectados en estrella aterrizada permiten el flujo de las corrientes de secuencia cero, desde el sistema que está conectado a un lado del banco al sistema que está conectado al otro lado del banco, de modo que en este caso, la conexión para el banco de transformadores es una conexión en serie en cada uno de los tres diagramas de secuencia

Los transformadores conectados en estrella aterrizada - delta, permiten el flujo de corriente a través del neutro aterrizado, pero bloquean el paso de esta corriente de secuencia cero de un lado a otro del transformador; por lo tanto, la impedancia representativa del transformador se debe conectar en serie con el neutro y la conexión en delta en circuito abierto

4.5.7. Tipos De Falla.

En un sistema eléctrico trifásico pueden ocurrir las siguientes fallas

1. Falla de una fase a tierra, llamada también falla monofásica
2. Falla entre dos fases, llamada también falla bifásica
3. Falla de dos fases a tierra, llamada también falla bifásica a tierra.
4. Falla entre tres fases, llamada también falla trifásica

Para los tipos de falla indicados pueden considerarse dos casos:

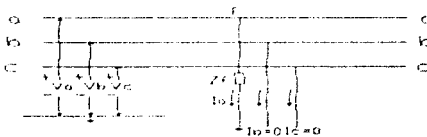
- Falla sólida
- Falla a través de una impedancia

Este último caso se presenta por ejemplo, cuando la falla se establece a través de un arco eléctrico.

Un corto circuito trifásico en un sistema trifásico equilibrado produce una falla trifásica equilibrada. Las fallas de una fase a tierra, entre dos fases y de dos fases a tierra producen fallas desequilibradas las cuales podrán estudiarse empleando componentes simétricas.

4.7.7.1. Falla De Línea A Tierra.

$$I_a = \frac{3E_{a1}}{Z_{11} + Z_{22} + Z_{00} + 3Z_f}$$



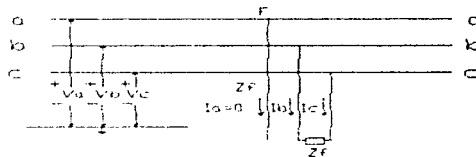
Para una falla sólida,

$$Z_f = 0 \quad I_a = \frac{3E_{a1}}{Z_{11} + Z_{22} + Z_{00}}$$

4.7.7.2. Falla Línea A Línea.

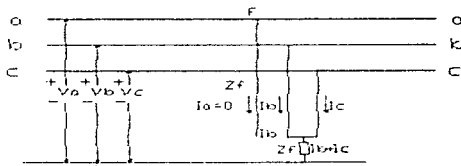
$$I_1 = -I_2 = \frac{E_{a1}}{Z_{11} + Z_{22} + Z_f}$$

$$I_3 = -I_2 = \frac{E_{a1}}{Z_{11} + Z_{22}}; \quad I_b = I_c = -j\sqrt{3}I_1$$



4.7.7.3. Falla de Dos Líneas a Tierra.

$$I_0 = \frac{3E_{a1}Z_{22}}{Z_{11}Z_{22} + Z_{22}Z_{00} + Z_{00}Z_{11} + 3Z_fZ_{11} + 3Z_fZ_{22}}$$



Para una falla sólida, $Z_f = 0$

$$I_0 = \frac{E_{a1}Z_{22}}{Z_{11}Z_{22} + Z_{22}Z_{00} + Z_{00}Z_{11}} \quad I_b + I_c = 3I_0$$

4.7.7.4. Falla Trifásica.



En este caso la falla no introduce ningún desequilibrio en el sistema trifásico y, por lo tanto, no existirán corrientes ni voltajes de secuencia negativa ni de secuencia cero, independientemente de que la falla trifásica esté conectada a tierra o no

$$I_{a1} = \frac{E_{a1}}{Z_1} = I_a$$

4.5.8. Métodos De Solución.

4.5.8.1. Cálculo De Las Corrientes De Corto Circuito Trifásico Por El Método De Valores En Por Unidad.

El primer paso para calcular la potencia y corriente de corto circuito simétrico, es establecer una base de potencia en KVA o MVA y una base de voltaje en KV y convertir todas las impedancias del sistema a valores por unidad en dichas bases.

Después de convertir todas las impedancias a una base común, el sistema puede reducirse a una sola impedancia en el punto de falla por combinaciones sucesivas serie o paralelo o por transformaciones delta-estrella. Lo anterior no es más que la aplicación del teorema de Thevenin al sistema.

La corriente de corto circuito se puede entonces calcular por la siguiente relación:

$$I_{pu} = \frac{E_{pu}}{X_{pu}}$$

La corriente en Amperes se determina multiplicando la corriente en por unidad por la corriente base:

$$I = I_{pu} \times I_{base}$$

Donde:

$$I_{base} = \frac{KVA_{base}}{\sqrt{3} \times KV_{base}}$$

La potencia de corto circuito será:

$$P_{CC} = \frac{E_{p.u.}}{X_{p.u.}} I_{base}^2$$

4.5.8.2. Cálculo De Las Corrientes De Corto Circuito Trifásico Por El Método De Los MVA'S.

Donde no sea necesario considerar la resistencia de los elementos que integran el sistema, un segundo método de cálculo, más sencillo, puede emplearse para calcular la potencia de corto circuito simétrica en MVA's

Para este método, únicamente hay que recordar las siguientes relaciones:

1.- La impedancia del equipo deberá convertirse directamente a MVA de corto circuito por la ecuación 1 si la reactancia del equipo está en % o por la ecuación 2 si la reactancia está en por unidad.

$$MVA_{cc} = \frac{MVA_{equipo} \times 100}{X\% \text{ del equipo}} \quad (1)$$

$$MVA_{cc} = \frac{MVA_{equipo}}{X_{p.u.} \text{ del equipo}} \quad (2)$$

2.- La impedancia de líneas y alimentadores (cables), deberá convertirse directamente a MVA de corto circuito por la ecuación 3 si la reactancia de la línea está en Ohms.

$$MVA_{cc} = \frac{KV^2}{X_{Ohms}}$$

Donde KV = Kilovolts line a línea del cable.

3.- Dibuje dentro de rectángulos o círculos todos los MVA's de corto circuito de equipos y alimentadores siguiendo el mismo arreglo que éstos tiene en el diagrama unifilar.

4.- Sucesivamente combine los MVA's de corto circuito del sistema hasta encontrar un valor equivalente en el punto de falla:

1. Valores en paralelo se suman directamente
2. Valores en serie se combinan como si fueran impedancias en paralelo.

5.- Con el valor encontrado en el punto anterior, calculamos la corriente de corto circuito trifásico, en Amperes, para el punto de falla.

$$I_{cc} = \frac{MVA_{cc} \times 1000}{\sqrt{3} \times KV}$$

Donde:

KV= Voltaje line a linea en Kilovolts en el punto de falla.

4.5.9.- Cálculo De Cortocircuito Del Proyecto Por El Método Por Unidad.

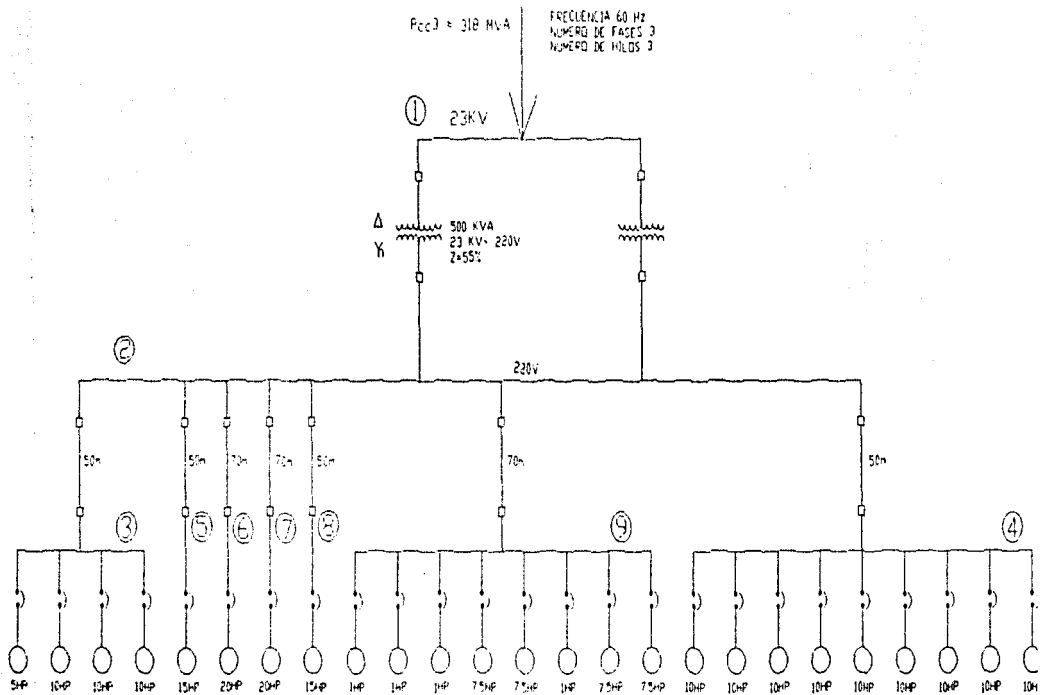


Figura 4.5.2. Diagrama Unifilar De Fuentes De Corto Circuito.

El objetivo es determinar las potencias o corrientes de corto circuito en los buses del sistema eléctrico para verificar las capacidades interruptivas de los dispositivos de protección (fusibles, interruptores), así como para calcular la sección de conductores alimentadores por corto circuito

Se empleará el método de valores en por unidad, obteniendo con la aplicación del teorema de Thevenin, una impedancia equivalente y un voltaje en cada punto de falla

Observaciones

Las cargas de alumbrado no contribuyen con corrientes de corto circuito a los puntos de falla.

Datos de la compañía suministradora

Voltaje nominal 23 KV

No. de fases: 3

No. de hilos: 3

Potencia de corto circuito trifásica: 318 MVA

Frecuencia: 60Hz.

Procedimiento de Cálculo

1. Selección de cantidades base
2. Conversión de impedancias a una base común
3. Diagrama de impedancias en por unidad
4. Reducción de la red en cada punto de falla y cálculo de potencias y/o corrientes de corto circuito.

Selección De Cantidades Base:

$$V_B = 23 \text{ kV}$$

$$S_B = 1000 \text{ kV}$$

Conversión de Impedancias a un Valor Base

COMPAÑIA SUMINISTRADORA:

$$P_{CC3\Phi} = \left(\frac{I_{cc}^2}{X_S} P_B \right) = \frac{(V_R / V_B)^2}{X_S} = \frac{(23kV / 23kV)^2}{X_S} (1 MVA)$$

$$\Rightarrow X_S = \frac{1 MVA}{318 MVA} = 0.00314 pu$$

TRANSFORMADORES

$$X_T = X_D (kV_D / kV_N)^2 (MVA_N / MVA_D)$$

$$X_{T1} = 0.055 (23/23)^2 (1.0.5) = 0.11 pu$$

$$X_{T2} = 0.055 (23/23)^2 (1.0.5) = 0.11 pu$$

MOTORES

$$X_M = X_D (kV_D / kV_N)^2 (MVA_N / MVA_D)$$

$$MVA_M = (hp * 0.746) / (fp * \eta)$$

Para 10 HP

$$kVA = (10 * 0.746) / (0.9 * 1.0) = 0.00828 MVA$$

$$X_M = 0.25 (220kV / 220kV)^2 (1 MVA / 0.00828 MVA) = 30.19 pu$$

Para 7.5 HP

$$kVA = (7.5 * 0.746) / (0.9 * 1.0) = 0.00621 MVA$$

$$X_M = 0.25 (220kV / 220kV)^2 (1 MVA / 0.00621 MVA) = 40.25 pu$$

Para 5 HP

$$kVA = (5 * 0.746) / (0.9 * 1.0) = 0.00414 MVA$$

$$X_M = 0.25 (220kV / 220kV)^2 (1 MVA / 0.00414 MVA) = 60.38 pu$$

Para 1 HP

$$kVA = (1 \cdot 0.746) / (0.9 \cdot 1.0) = 0.000828 \text{ MVA}$$

$$X_M = 0.25(220kV/220kV)^2 (1 \text{ MVA} \cdot 0.000828 \text{ MVA}) = 301.93 \text{ pu}$$

Para 20 HP

$$kVA = (20 \cdot 0.746) / (0.9 \cdot 1.0) = 0.01657 \text{ MVA}$$

$$X_M = 0.25(220kV/220kV)^2 (1 \text{ MVA} \cdot 0.01657 \text{ MVA}) = 15.08 \text{ pu}$$

Para 15 HP

$$kVA = (15 \cdot 0.746) / (0.9 \cdot 1.0) = 0.01243 \text{ MVA}$$

$$X_M = 0.25(220kV/220kV)^2 (1 \text{ MVA} \cdot 0.01243 \text{ MVA}) = 20.10 \text{ pu}$$

CONDUCTORES

$$X_L = (0.2304 \text{ m}\Omega / \text{km}) (L_{\text{longitud}})$$

$$X_L \text{ pu} = \frac{X_L}{Z_B}$$

$$Z_B = \frac{(0.220kV)^2}{1 \text{ MVA}} = 0.048 \Omega$$

Para un conductor de 50 m

$$X_L = (0.2304)(0.000050) = 0.00001152$$

$$X_L \text{ pu} = \frac{0.00001152 \Omega}{0.0484 \Omega} = 0.00024 \text{ pu}$$

Para un conductor de 70 m.

$$X_L = (0.2304)(0.000070) = 0.00001612$$

$$X_L \text{ pu} = \frac{0.00001612 \Omega}{0.0484 \Omega} = 0.000336 \text{ pu}$$

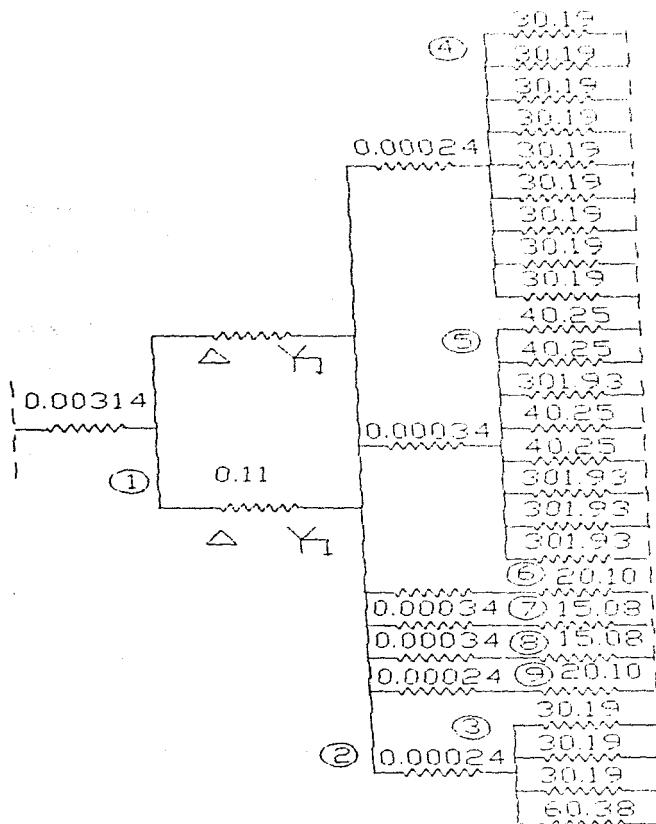


Figura 4.5.3. Diagrama De Impedancias En Por Unidad.

Reducción de la Red para cada punto de falla y calculo de potencias y/o corrientes de corto circuito:

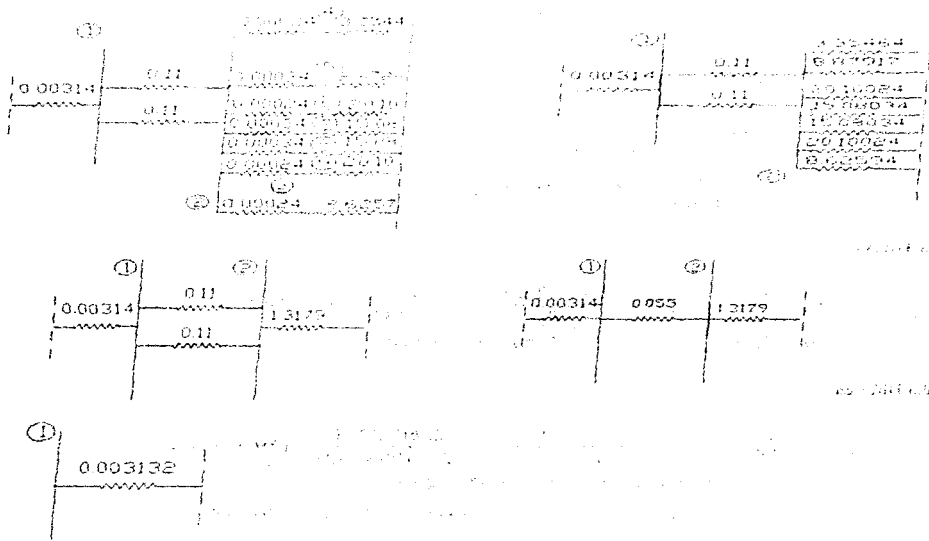


Figura 4.5.4. Reducción De Impedancias

Falla Monofásica en el Bus 1.

$$I_a = 3I_{a0} \Rightarrow I_{a0} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0} = \frac{V_R \cdot V_b}{2Z_1 + Z_0} = \frac{23kV \cdot 23kV}{2Z_1 + Z_0} = \frac{1}{2Z_1 + Z_0}$$

Tenemos que $S_{c1\phi} = 290 MVA$

$$I_{cc} = \frac{S_{cr}}{\sqrt{3}S_H} = \frac{290\,000\text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 23\text{ kV}} = 7\,279.63\text{ A}$$

$$3I_{a0} = 7\,279.63\text{ A} \Rightarrow I_{a0} = \frac{7\,279.63\text{ A}}{3} = 2\,426.543\text{ A}$$

$$I_H = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot V_H} = \frac{1\,000\text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 23\text{ kV}} = 25.10\text{ A}$$

$$I_{cc} = \frac{I_{a0}}{I_H} = \frac{2\,426.543\text{ A}}{25.10\text{ A}} = 96.66\text{ pu} \Rightarrow 96.66\text{ pu} = \frac{1}{2Z_1 + Z_0}$$

$$\text{Si } Z_1 = Z_2 = 0.003132\text{ pu}$$

$$\Rightarrow Z_0 = \frac{1}{96.66} - 2Z_1 = 0.01034 - 2(0.003132) = 0.004076\text{ pu}$$

Falla Trifásica

$$I_{a1} = \frac{E_{a1}}{Z_1} = \frac{V_R/V_H}{Z_1} = \frac{23\text{ kV}/23\text{ kV}}{0.003132} = \frac{1}{0.003132} = 319.2848\text{ pu}$$

$$\text{Si } I_{a1} = I_a \Rightarrow I_a = I_{a1} \cdot I_H = 319.2848 \cdot 25.10\text{ A} = 8\,014.0485\text{ A}$$

Falla Bifásica.

$$I_{a1} = -I_{a2} = \frac{E_{a1}}{Z_1 + Z_2} = \frac{V_R/V_H}{2Z_1} = \frac{23\text{ kV}/23\text{ kV}}{2 \cdot (0.003132)} = 159.6424\text{ pu}$$

$$I_{a1} = 159.6424 \cdot 25.10\text{ A} = 4\,007.0242\text{ A}$$

$$I_b = -j\sqrt{3} I_{a1} = -j\sqrt{3} \cdot 4\,007.0242\text{ A} = 6\,940.3696\text{ A}$$

Falla Bifásica a Tierra.

$$I_{a0} \Rightarrow I_{a0} = \frac{E_a \cdot Z_2}{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_0 + Z_0 Z_1} = \frac{(23\text{ kV}/23\text{ kV})(0.0031322)}{0.0031322^2 + 2 \cdot 0.0031322 \cdot 0.004076} = 88.6210\text{ pu}$$

$$I_b + I_c = 3I_{a0} = 3(88.6210) = 265.8631\text{ pu}$$

$$I_b + I_c = 265.8631 \cdot I_H = 265.8631 \cdot 25.10\text{ A} = 6\,673.1655\text{ A}$$

Falla Trifásica Para el Bus 2:

$$I_{a1} = \frac{E_{a1}}{Z_1} = \frac{V_R V_R}{Z_1} = \frac{0.220 kV \cdot 0.220 kV}{Z_1} = \frac{1}{0.00557} = 17.9586 pu$$

$$I_R = \frac{S_R}{\sqrt{3} \cdot V_R} = \frac{1000 kVA}{\sqrt{3} \cdot 0.220 kV} = 2624.3194 A$$

$$\Rightarrow I_{a1} = I_a \Rightarrow I_a = I_{a1} \cdot I_R = 17.9586 \cdot 2624.3194 A = 47\ 129.1024 A$$

Falla Trifásica Para el Bus 3

$$I_{a1} = \frac{E_{a1}}{Z_1} = \frac{V_R V_R}{Z_1} = \frac{0.220 kV \cdot 0.220 kV}{Z_1} = \frac{1}{0.05579} = 17.9228 pu$$

$$Si \quad I_{a1} = I_a \Rightarrow I_a = I_{a1} \cdot I_R = 17.9228 \cdot 2624.3194 A = 47\ 035.1516 A$$

Falla Trifásica Para el Bus 4

$$I_{a1} = \frac{E_{a1}}{Z_1} = \frac{V_R V_R}{Z_1} = \frac{0.220 kV \cdot 0.220 kV}{Z_1} = \frac{1}{0.05591} = 17.8841 pu$$

$$Si \quad I_{a1} = I_a \Rightarrow I_a = I_{a1} \cdot I_R = 17.8841 \cdot 2624.3194 A = 46\ 933.59 A$$

Falla Trifásica Para el Bus 5

$$I_{a1} = \frac{E_{a1}}{Z_1} = \frac{V_R V_R}{Z_1} = \frac{0.220 kV \cdot 0.220 kV}{Z_1} = \frac{1}{0.05601} = 17.8539 pu$$

$$Si \quad I_{a1} = I_a \Rightarrow I_a = I_{a1} \cdot I_R = 17.8539 \cdot 2624.3194 A = 46\ 854.47 A$$

Falla Trifásica Para el Bus 6 Y 9

$$I_{a1} = \frac{E_{a1}}{Z_1} = \frac{V_R V_R}{Z_1} = \frac{0.220 kV \cdot 0.220 kV}{Z_1} = \frac{1}{0.05602} = 17.8507 pu$$

$$Si \quad I_{a1} = I_a \Rightarrow I_a = I_{a1} \cdot I_R = 17.8507 \cdot 2624.3194 A = 46\ 845.93 A$$

Falla Trifásica Para el Bus 7 Y 8

$$I_{a1} = \frac{E_{a1}}{Z_1} = \frac{V_R V_R}{Z_1} = \frac{0.220 kV \cdot 0.220 kV}{Z_1} = \frac{1}{0.05602} = 17.8507 pu$$

$$Si \quad I_{a1} = I_a \Rightarrow I_a = I_{a1} \cdot I_R = 17.8507 \cdot 2624.3194 A = 46\ 845.93 A$$

4.5.10. Cálculo De Cortocircuito Trifásico Del Proyecto Por El Método De MVA'S.

Método de Cálculo: Se empleará el método de MVA's obteniendo una potencia equivalente de corto circuito en cada punto de falla.

Procedimiento de Calculo.

1. Conversión de impedancias a MVA's de corto circuito
2. Diagrama de MVA's
3. Reducción de la red en cada punto de falla y cálculo de potencias y/o corrientes de corto circuito.

1. Conversión de impedancias a MVA's

Cía. Suministradora:

$$MVAcc = 318 \text{ MVA}$$

Transformador 500 KVA (0.5 MVA):

$$MVAcc = \frac{MVA_{Eq.}}{X_{p.u.}} = \frac{0.500}{0.055}$$

Motores 10 HP:

$$KVA = \frac{HP \times 0.746}{\eta \times F.P.} = \frac{10 \times 0.746}{1 \times 0.9} = 8.28$$

$$MVAcc = \frac{MVA_{NomdelEq.}}{X_{p.u.}} = \frac{0.00828}{0.25} = 0.033$$

Motores 7.5 HP:

$$KVA = \frac{HP \times 0.746}{\eta \times F.P.} = \frac{7.5 \times 0.746}{1 \times 0.9} = 6.216$$

$$MVAcc = \frac{MVA_{NomdelEq.}}{X_{p.u.}} = \frac{0.006216}{0.25} = 0.0248$$

Motores 1 HP:

$$KVA = \frac{HP \times 0.746}{\eta \times F.P.} = \frac{1 \times 0.746}{1 \times 0.9} = 0.828$$

$$MVAcc = \frac{MVA_{NomdelEq.}}{X_{p.u.}} = \frac{0.000828}{0.25} = 0.0033$$

Motores 15 HP:

$$KVA = \frac{HP \times 0.746}{\eta \times F.P.} = \frac{15 \times 0.746}{1 \times 0.9} = 12.43$$

$$MVAcc = \frac{MVA_{\text{nominal}}}{X_{pu}} = \frac{0.01243}{0.25} = 0.049$$

Motores 20 HP:

$$KVA = \frac{HP \times 0.746}{\eta \times F.P.} = \frac{20 \times 0.746}{1 \times 0.9} = 16.57$$

$$MVAcc = \frac{MVA_{\text{nominal}}}{X_{pu}} = \frac{0.01657}{0.25} = 0.066$$

Motores 5 HP:

$$KVA = \frac{HP \times 0.746}{\eta \times F.P.} = \frac{5 \times 0.746}{1 \times 0.9} = 4.14$$

$$MVAcc = \frac{MVA_{\text{nominal}}}{X_{pu}} = \frac{0.00414}{0.25} = 0.0165$$

2. Diagrama de MVA's

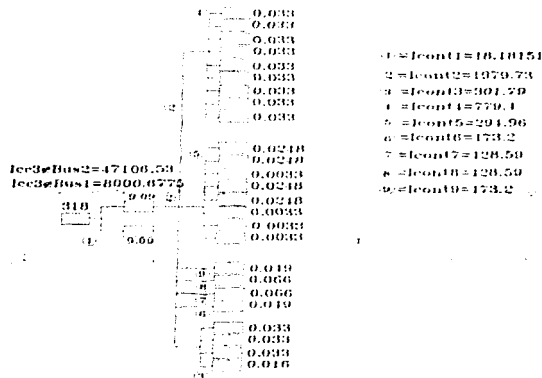


Figura 4.5.5. Diagrama De MVA's.

3. Reducción de la Red en Cada Punto de Falla y Cálculo de Potencias y/o Corrientes de Corto Circuito.

Bus 1:

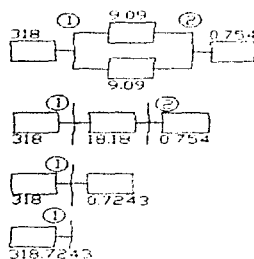


Figura 4.5.6. Reducción De La Red Del Diagrama De MVA's.

Potencia de corto circuito: 318.7243 MVA

$$I_{CC3\phi} = \frac{MVAcc_{\phi} \times 1000}{\sqrt{3} \times KV_{LL}} = \frac{318724.3}{\sqrt{3} \times 23} = 8000.6765 \text{ (A)}$$

$$(318MVA) \quad 7982.4950A$$

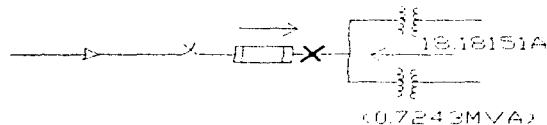


Figura 4.5.7. Potencias Y Corrientes En El Punto De Falla.

$$I_{INT} = I_{MAYOR} - I_{MENOR} = 7982.4950A - 18.18151A = 7964.31A$$

Bus 2

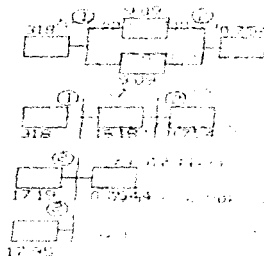


Figura 4.5.8. Reduccion De La Red Del Diagrama De MVA's.

Potencia de corto circuito: 17.95 MVA

$$I_{cc_{3\phi}} = \frac{MVA_{cc} \times 1000}{\sqrt{3} \times KV_{LL}} = \frac{17950.0}{\sqrt{3} \times 23} = 47106.53 \text{ (A)}$$



4.5.11. Verificación De Las Capacidades Interruptivas De Los Dispositivos De Protección.

1. Seccionador en aire con fusible 23 KV

Potencia de corto circuito en bus 1: 318.7243 MVA

Potencia de corto circuito que circula por el fusible: 318 MVA

Capacidad interruptiva de los fusibles: $Int_{Air} = I_{cc(1bus)} - I_{C(23)} = 8000.6765 - 18.18151 = 7982.4950 \text{ (A)}$

Bus 2

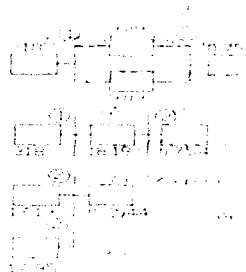


Figura 4.5.8. Reduccion De La Red Del Diagrama De MVA's.

Potencia de corto circuito: 17.95 MVA

$$I_{cc_{3\phi}} = \frac{MVA_{cc_{3\phi}} \times 1000}{\sqrt{3} \times KV_{LL}} = \frac{17950.0}{\sqrt{3} \times 23} = 47106.53 \text{ (A)}$$

4.5.11. Verificación De Las Capacidades Interruptivas De Los Dispositivos De Protección.

1. Seccionador en aire con fusible 23 KV

Potencia de corto circuito en bus 1: 318.7243 MVA

Potencia de corto circuito que circula por el fusible: 318 MVA

Capacidad interruptiva de los fusibles: $Int_{Alta} = I_{cc_{3\phi bus1}} - I_{Cont} = 8000.6765 - 18.18151 = 7982.4950 \text{ (A)}$

2. Interruptores termomagnéticos 220 V

Corriente de corto circuito en bus 2: 47106.53 Amperes.

Corriente de corto circuito que circula por los interruptores de 220V:

$$I_{int1} = I_{CC3\phi Bus2} - I_{Cort2} = 47106.53 - 1979.73 = 45126.80 \text{ (A)}$$

$$I_{int3} = I_{CC3\phi Bus2} - I_{Cort3} = 47106.53 - 301.79 = 46804.74 \text{ (A)}$$

$$I_{int4} = I_{CC3\phi Bus2} - I_{Cort4} = 47106.53 - 779.4 = 46327.13 \text{ (A)}$$

$$I_{int5} = I_{CC3\phi Bus2} - I_{Cort5} = 47106.53 - 294.96 = 46811.57 \text{ (A)}$$

$$I_{int6} = I_{CC3\phi Bus2} - I_{Cort6} = 47106.53 - 173.2 = 46933.33 \text{ (A)}$$

$$I_{int7} = I_{CC3\phi Bus2} - I_{Cort7} = 47106.53 - 128.59 = 46977.94 \text{ (A)}$$

$$I_{int8} = I_{CC3\phi Bus2} - I_{Cort8} = 47106.53 - 128.59 = 46977.94 \text{ (A)}$$

$$I_{int9} = I_{CC3\phi Bus2} - I_{Cort9} = 47106.53 - 173.2 = 46933.33 \text{ (A)}$$

Capacidad Interruptiva de los Interruptores:

Marco 250 A: 65000A en 240 (Alta capacidad interruptiva)

Marco 400 A: 65000A en 240 (Alta capacidad interruptiva)

Marco 250 A: 65000A en 240 (Alta capacidad interruptiva)

Marco 100 A: 65000A en 240 (Alta capacidad interruptiva)

4.6. SISTEMAS DE TIERRA.

Con frecuencia, se encuentran requerimientos de los fabricantes de equipo de tener dos sistemas de tierras independientes, una para potencia eléctrica y la otra para señales de comunicaciones

El aterrizamiento del sistema de potencia es, principalmente, para la seguridad del personal y del equipo eléctrico y no para el propósito de mejorar la operación del equipo alimentado u operado eléctricamente.

El aterrizamiento de señal, de otro modo, es, principalmente, para la operación libre de ruido de los sistemas electrónicos y subsiguientes consideraciones de confiabilidad. Debe considerarse que la independencia del sistema de energía eléctrica del de señal, para efectos de tierra, no es aceptado por los reglamentos en vigor, y es bien discutible que la independencia eléctrica buscada se pueda obtener en México, ya que alrededor de una tierra de señal, no debe haber varillas enterradas, tuberías, etc. En un radio de 50 metros para conseguir esa independencia, según la resistividad del terreno

4.6.1. Funciones Principales Del Sistema De Tierras.

Las Subestaciones deben tener un adecuado sistema de tierras al cual se deben conectar todos los elementos de la instalación que requieran la conexión a tierra para

- a) Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes a tierra, ya sean debidas a una falla a tierra del sistema, o a la operación de un apartarrayos
- b) Evitar que durante la circulación de corrientes de falla a tierra, puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de la Subestación (ya sea sobre el piso o con respecto a partes metálicas puesta a tierra) que puedan ser peligrosas para el personal, considerando que las tensiones tolerables por el cuerpo humano deben ser mayores que las tensiones resultantes en la malla
- c) Facilitar la operación de los dispositivos de protección adecuados, para la eliminación de las fallas a tierra.
- d) Proporcionar mayor confiabilidad y seguridad al servicio eléctrico
- e) Evitar la operación de potencial en el neutro de un sistema en estrella aterrizado

Esto último está referido al artículo 2403-1, de las normas de instalaciones eléctricas de 1994.

4.6.2. Componentes Principales De Un Sistema De Tierras.

El sistema de tierras de una Subestación se integra con los siguientes elementos:

- Conductores enterrados, a una profundidad que usualmente varía de 0.3 a 1.0 m.
- Electrodo o varilla de tierra, conectados a la red de conductores y enterrados a la profundidad necesaria para obtener el mínimo valor de resistencia a tierra
- Conectores, pueden ser de compresión soldables
- Conductores de puesta a tierra, a través de los cuales se hace conexión a tierra de las partes de la instalación o del equipo.

Cada elemento tendrá las siguientes características:

Resistencia a la corrosión. Para retardar su deterioro en el ambiente en que se localice.

Conductividad eléctrica. De tal manera que no contribuya substancialmente con diferencias de potencial locales en el sistema de tierras

Capacidad de conducción de corriente. Suficiente para soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos durante las más severas condiciones de magnitud y duración de la corriente de falla.

Resistencia mecánica y robustez. De tal manera que soporte esfuerzos electromecánicos y daño físico.

4.6.3. Material Para Conductores Y Electrodo.

Los conductores empleados en lo sistemas de tierra son generalmente cables trenzados de cobre, cobre estañado, copperweld (acero recubierto con cobre), acero, acero galvanizado, acero inoxidable o aluminio.

Los electrodos o varillas de tierra son generalmente de acero, acero galvanizado, acero inoxidable, copperweld o acero embebido en concreto.

El factor principal en la elección de los materiales es la característica de corrosión que presentan al estar enterrados.

El cobre es la selección más común para los conductores ya que es económico y tiene buena conductividad, además de ser resistente a la corrosión y a la fusión.

Para los electrodos o varillas el material más empleado es el copperweld, ya que combina las ventajas del cobre con la alta resistencia mecánica del acero, también se emplean varillas de acero galvanizadas para protegerlas de la corrosión.

El calibre de los conductores se determinará por requerimientos de conducción de corriente y el diámetro de las varillas por resistencia mecánica.

4.6.4. Material Para Conectores.

Los conectores deberán seleccionarse con el mismo criterio con que se seleccionan los conductores, además tendrán las siguientes propiedades:

1. Tener dimensiones adecuadas para absorber el calentamiento que se produce al circular por él corrientes elevadas. (Resistente a la fusión).

2. Tener suficientemente asegurados los conductores para soportar los esfuerzos electrodinámicos originados las fallas, además de no permitir que el conductor se mueva dentro de él

Generalmente se usan dos tipos de conectores

- Tipo presión
- Tipo soldable o exotermico

4.6.5. Disposiciones Básicas De Las Redes De Tierras.

Se han considerado básicamente tres sistemas

1. Sistema radial.

Este sistema consiste en uno o varios electrodos de tierra a los cuales se conecta la derivación de cada uno de los equipos. El sistema radial es el menos seguro, ya que al producirse una falla en el equipo, se producen elevados gradientes de potencial

2. Sistema de anillo.

El sistema en anillo se obtiene colocando en forma de anillo un conductor de suficiente calibre alrededor de la superficie ocupada por los equipos de la Subestación

Al anillo se conectan las derivaciones de cada uno de los equipos usando un conductor de calibre más delgado. En los vértices del anillo se instalan varillas o electrodos de tierra

Este sistema es más eficiente que el sistema radial, ya que los potenciales disminuyen al dispersarse la corriente de falla por varias trayectorias en paralelo.

3. Sistema de malla.

Este sistema es el más usado actualmente en las Subestaciones eléctricas.

Consiste, como su nombre lo indica, en un arreglo de conductores perpendiculares formando una malla o retícula, a la cual se conectan las derivaciones de cada uno de los equipos

En el perímetro de la malla generalmente se colocan varillas o electrodos de tierra.

Este sistema es el más eficiente ya que se limitan los potenciales originados por la circulación de la corriente de falla.

4.6.6. Características Del Sistema De Tierras.

a) Disposición física.

El cable que forme el perímetro exterior de la malla, debe ser continuo de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la Subestación, con ello se evitan altas concentraciones de corriente y gradientes de potencial en el área y las terminales mas cercanas .

La malla debe estar constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente, con un espaciamento adecuado a la resistividad del terrenos y preferentemente formando retículas cuadradas

Los cables que forman la malla deben colocarse preferentemente a lo largo de las hileras de estructuras o equipo para facilitar la conexión de los mismos En cada cruce de conductores de la malla, estos deben conectarse rigidamente entre si y en los puntos adecuados, conectarse a electrodos de tierra de 2.40 Mts de longitud minima, clavados verticalmente donde sea posible, construir registros en los mismos puntos y como minimo en los vértices de la malla.

En Subestaciones tipo pedestal se requiere que el sistema de tierras quede confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo

b) La resistencia de la tierra a malla.

La resistencia total de la malla con respecto a tierra debe determinarse tomando en cuenta los siguientes parámetros:

1. Longitud total de elementos enterrados.
2. Resistividad eléctrica del terreno.
3. Area de la sección transversal de los conductores, minima aceptable es 107.2 mm^2 de cobre, que corresponde a un calibre de 4/0 AWG.

El valor de la resistencia eléctrica total del sistema de tierras debe conservarse en un valor (Incluyendo todos los elementos que forman el sistema), menor a 25Ω , para Subestaciones con una capacidad hasta 250 KVA y con un voltaje de operación de 34.5 KV, 10Ω , en Subestaciones con capacidad mayores a 250 KVA y con voltaje de operación hasta de 34.5 KV y de 5Ω , en Subestaciones que operen con tensiones mayores a 34.5 KV.

Referencia al artículo 2403-2 de las NTIE 1994.

4.7.7. Procedimiento De Diseño.

Todos los parámetros se identifican en el índice presentado en la tabla No. 4.6.4

Paso 1. DATOS DE CAMPO.

Área ocupada por la malla de tierra (A) y resistividad del terreno (ρ) El área que ocupará la malla podrá determinarse a partir del plano general del arreglo de la Subestacion, en el cual estarán indicados los límites y la disposición de equipos

La resistividad del terreno podrá determinarse con algunos de los métodos existentes o de datos promedio proporcionado por tablas

Las pruebas de resistividad determinaran el perfil de resistividad y el modelo a utilizar (suelo uniforme o modelo de dos capas)

Paso 2 DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR

Cálculo de la corriente de falla Tiempo de duración de la falla y diámetro del conductor de la malla

El tamaño del conductor se determina con las ecuaciones

$$A_{\text{mín}} = 197352 \cdot I \cdot \sqrt{\frac{I \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^3}{TCAP} \cdot \ln \left[1 + \frac{T_r - T_a}{K_r + T_a} \right]}$$

$$A_{\text{mín}} = I \cdot \sqrt{\frac{I \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^3}{TCAP} \cdot \ln \left[1 + \frac{T_r - T_a}{K_r + T_a} \right]}$$

La corriente de falla podrá calcularse con las fórmulas descritas anteriormente y será la máxima que podrá conducir cualquier conductor en el sistema de tierra, sin llegar a la fusión. El tiempo de duración de la falla reflejará el tiempo máximo posible para la liberación de la falla, incluido el tiempo de una protección de respaldo

I	Corriente rms en Kiloamperes
A	Sección transversal del conductor en mm ²
T _m	Temperatura máxima permisible en °C
T _a	Temperatura ambiente en °C
T _r	Temperatura de referencia para las constantes del material en °C
α_0	Coefficiente termico de resistividad a 0°C
α_r	Coefficiente termico de resistividad a la temperatura de referencia T _r
ρ_r	Resistividad del conductor a la temperatura de referencia T _r en $\mu\Omega/\text{cm}^2$
K _r	$1/\alpha_r$ o $(1/\alpha_r) - T_r$
tc	Tiempo de duración del flujo de corriente en segundos
TCAP	Factor de capacidad termica en J/cm ²

Tabla. 4.6.1. Parámetros Del Dimensionamiento Del Conductor.

α_r y ρ_r están dados para la misma temperatura de referencia. Las constantes del material se muestran en la siguiente tabla.

El diámetro del conductor de la malla se calculará a partir de la sección del conductor.

Description	Material Conductivity (%)	α , Factor A 20 °C	K_{11} ($1/\alpha_0$) A 0°C	Fusing Temperature (°C)	ρ , A 20 °C ($\mu\Omega - \text{cm}$)	Tcap Factor Effective Value ($J / \text{cm}^2 / ^\circ C$)
Standard Annealed Soft Copper Wire	100.0	0.00393	234	1 083	1.7241	3.422
Commercial Hard Drawn Copper Wire	97.0	0.00381	242	1 064	1.7774	3.422
Copper Clad Steel core Wire	40.0	0.00376	245	1 064 / 1 300	4.397	3.846
Copper Clad Steel core Wire	30.0	0.00378	246	1064 / 1 300	5.862	3.846
Commercial EC Aluminum Wire	61.0	0.00403	228	657	2.862	2.556
Aluminum Alloy Wire 5005	53.5	0.00363	263	660	3.2226	2.596
Aluminum Alloy Wire 6201	52.5	0.00347	268	660	3.2840	2.598
Aluminum Clad Cte. Coreo Re	30.3	0.00360	258	660 / 1 300	8.4806	2.670
Zinc Chote Cte. Coreo Re	8.5	0.00320	283	419 / 1 300	20.1	3.831
Stainless Steel No. 304	2.4	0.00130	749	1 400	72.0	4.032

Tabla 4.6.2 Constantes De Material.

Paso 3. CALCULO DE POTENCIALES DE PASO Y DE CONTACTO TOLERABLES.

Calculo De Potenciales Tolerables Por El Cuerpo Humano.

Los efectos que produce una corriente eléctrica al circular a través de partes vitales del cuerpo humano, depende de la duración, magnitud y frecuencia de esta corriente.

Los efectos fisiológicos más comunes que se presentan al ir incrementando la corriente eléctrica que circula por el cuerpo, son:

- Percepción
- Contracción muscular
- Pérdida de conocimiento
- Fibrilación ventricular
- Para respiratorio.
- Quemaduras.

La consecuencia más peligrosa es la fibrilación ventricular una condición de acción no coordinada de los ventriculos del corazón que da como resultado el paro inmediato de la circulación de la sangre

La corriente de magnitud I_H y rango de duración 0.003 a 3 segundos que no produce fibrilación, está relacionada con la energía absorbida por el cuerpo y se describe con la siguiente ecuación:

$$(I_H)^2 t = K$$

Donde:

I_H = Magnitud rms de la corriente que fluye por el cuerpo.

t = Duración del flujo de corriente

K = Constante empirica relacionada con la energia tolerada por un X% de una población dada; ($K = 0.0135$, para personas de 50 Kg. y para personas de 70 Kg. $K = 0.0246$)

Usando el valor de la corriente tolerable por el cuerpo y las constantes apropiadas del circuito, es posible determinar el voltaje tolerable entre dos puntos criticos de contacto.

Para el análisis del circuito equivalente se aplicará la siguiente notación:

I_A = Corriente através del circuito.

R_A = Resistencia efectiva total del circuito.

R_H = Corriente permisible por el cuerpo humano.

Por condiciones de seguridad:

$$I_A < I_H$$

La resistencia R_A del circuito es función de la resistencia del cuerpo R_H y de la resistencia R_F (resistencia de la tierra debajo de cada pie).

La figura 4.6.1 muestra el circuito equivalente de un contacto pie a pie. El potencial U es la diferencia de potencial máxima entre dos puntos sobre la superficie separados por una distancia de un paso.

La resistencia del circuito equivalente para el potencial de paso es $R_A = R_H + 2(R_{funt} - R_{A(funt)})$

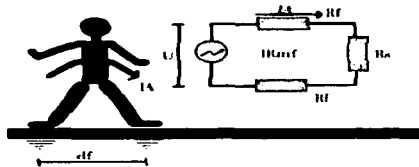


Figura 4.6.1 Esquema De Voltaje De Paso.

$$d_f = 1m$$

$$R_A = R_B - 2R_F - 2R_{Mf}$$

$$I_A = U / R_A$$

$$R_B = 1000\Omega$$

$$R_{f\text{oot}} = \frac{\rho}{4b} \quad \text{y} \quad R_{M\text{f\text{oot}}} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times d_{f\text{oot}}}$$

Donde:

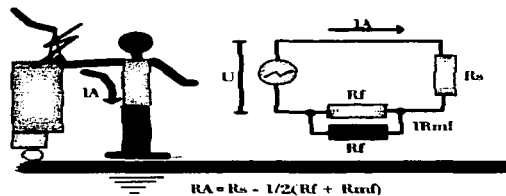
$R_{f\text{oot}}$ = Resistencia propia a tierra de cada pie en Ohms.

$R_{M\text{f\text{oot}}}$ = Resistencia mutua entre los pies en Ohms.

b = Radio equivalente de un pie en m.

$d_{f\text{oot}}$ = Separación de los pies en m.

El circuito equivalente para el contacto entre una mano y los dos pies se muestra en la siguiente figura.



$$R_A = R_s - 1/2(R_f + R_{Mf})$$

Figura 4.6.2 Esquema De Voltaje De Contacto.

La resistencia del circuito equivalente para el potencial de contacto está dada por:

$$R_t = R_H + 0.5(R_{foot} + R_{Vfoot})$$

Se ha seleccionado para los cálculos de un radio de 0.08m (3 pulgadas) para el disco que representaría a un pie, despreciando el término correspondiente a la resistencia mutua

Con esta aproximación, las ecuaciones para las resistencias en serie y paralelo de los 2 pies se obtienen en forma numérica expresadas en términos de la resistividad ρ como

$$R_{2,H} = 6\rho \quad \text{y} \quad R_{2,P} = 1.5\rho$$

Efecto De La Capa De Roca Triturada En La Superficie De La Subestación.

Las ecuaciones $R_{H,S}$ y $R_{V,H,S}$ fueron derivadas, basadas en la suposición de un terreno con resistividad uniforme, cuando se tiene una capa de roca triturada en la superficie de la Subestación (8 a 15 cm) se incrementa la resistencia de contacto entre el terreno y los pies del personal en la Subestación

Despreciando la resistencia mutua y el radio equivalente b se ha considerado de 0.08 metros, encontrándose las ecuaciones para la resistencia de los 2 pies en serie y paralelo de la siguiente forma:

$$R_{2,P,S} = 6.0C_S(H_S, K)\rho_S \quad R_{2,H,S} = 1.5C_S(H_S, K)\rho_S$$

Donde:

C_S = Factor de reducción del valor nominal de la resistencia superficial

$C_S = 1$ Para cuando la resistividad superficial es igual a la resistividad del terreno.

En cualquier otro caso:

$$C_S = \frac{1}{0.96} \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K^n}{\sqrt{(2nh_s / 0.08)^2}} \right]$$

$$K = \frac{\rho - \rho_S}{\rho + \rho_S}$$

Donde:

ρ_s = Resistividad de la roca triturada en Ohms-metro

ρ = Resistividad del terreno en Ohms-metro.

h_s = Espesor de la capa de roca triturada, en metros.

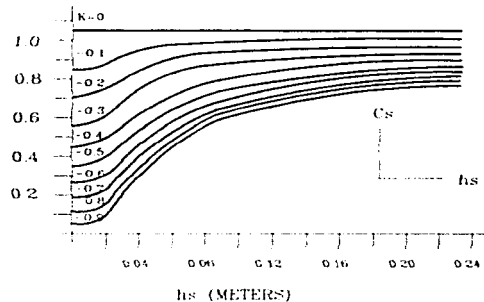


Figura 4.6.3. Factor De Reduccion Del Valor Nominal De La Resistividad Superficial

Potencial De Paso Tolerable.

Se calcula a partir de las ecuaciones y circuitos equivalentes anteriormente descritos, quedando de la siguiente manera:

$$E_{\text{paso50}} = \frac{(1000 + 6C_s(h_s, K)\rho_s) \cdot 0.116}{\sqrt{I_s}}$$

$$E_{\text{paso70}} = \frac{(1000 + 6C_s(h_s, K)\rho_s) \cdot 0.157}{\sqrt{I_s}}$$

Potencial De Contacto Tolerable.

Se calcula a partir de las ecuaciones y circuitos equivalentes anteriormente descritos, quedando de la siguiente manera:

$$E_{cruz50} = \frac{(1000 + 1.5C_c(h_s, K')\rho_s) * 0.116}{\sqrt{t_s}}$$

$$E_{cruz70} = \frac{(1000 + 1.5C_c(h_s, K')\rho_s) * 0.157}{\sqrt{t_s}}$$

Donde:

$C_c = 1$ Para cuando no existe una capa superficial en la Subestación ó determinado a partir de la gráfica de la figura cuando se tenga una capa superficial de alta resistividad y pequeño espesor.

$\rho_s =$ Resistividad del material de la superficie en Ω -m.

$t_s =$ Duración de la corriente en segundos.

La selección del tiempo t_s está basado en el criterio del ingeniero de diseño apoyado en la norma

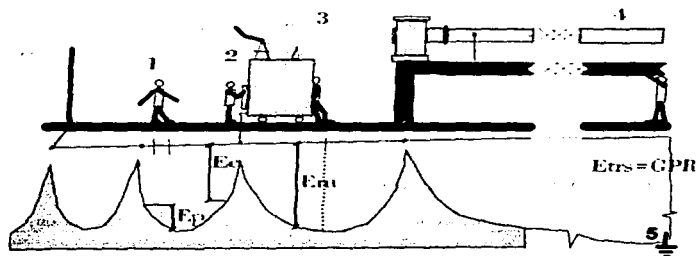


Figura 4.6.4. Situación De Potenciales.

- 1.- Voltaje de Paso
- 2.- Voltaje de Contacto
- 3.- Voltaje de Malla
- 4.- Voltaje de Transferencia
- 5.- Tierra Remota

Potencial De Contacto Tolerable.

Se calcula a partir de las ecuaciones y circuitos equivalentes anteriormente descritos, quedando de la siguiente manera:

$$E_{C(100/50)} = \frac{(1000 + 1.5C_s(h_s \cdot K))\rho_s}{\sqrt{t_s}} * 0.116$$

$$E_{C(100/70)} = \frac{(1000 + 1.5C_s(h_s \cdot K))\rho_s}{\sqrt{t_s}} * 0.157$$

Donde:

$C_s = 1$ Para cuando no existe una capa superficial en la Subestación ó determinado a partir de la gráfica de la figura cuando se tenga una capa superficial de alta resistividad y pequeño espesor.

ρ_s = Resistividad del material de la superficie en Ω -m

t_s = Duración de la corriente en segundos

La selección del tiempo t_s esta basado en el criterio del ingeniero de diseño apoyado en la norma.

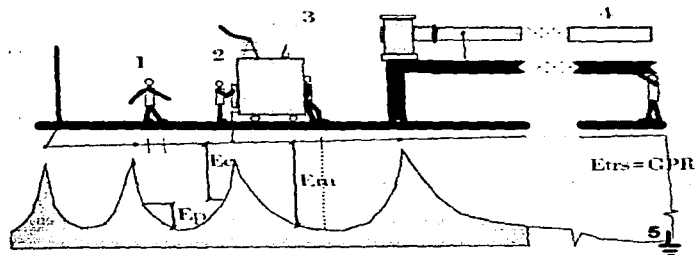


Figura 4.6.4. Situación De Potenciales.

- 1.- Voltaje de Paso
- 2.- Voltaje de Contacto
- 3.- Voltaje de Malla
- 4.- Voltaje de Transferencia
- 5.- Tierra Remota

NO.	DESCRIPTION OF SURFACE MATERIAL	RESISTIVITY OF SAMPLE (OHM-METERS)	
		Dry	Weth
1	Crusher Run Granite With Fines	140 000 000	1 300
2	#57 Washed Granite Similar to 3/4 in. Gravel	190 000 000	8 000
3	Clean Limestone Slightly Coarser than Numer2	7 000 000	2 000 3 000
4	Washed granite Similar to 3/4 in. JGravel	2 000 000	10 000
5	Washed Granite Similar to Pes Gravel	40 000	5 000
6	Crushed Aggregatr Base Granite (with fines)	----	500 - 1 000
7	Concrete	2 000 - 10 000	50 - 1 00
8	Concrete	1 200 - 280, 000	21 - 63
9	Asphalt	----	10 000
10	Asphalt	2 000 000 - 30 000 000	10 000 - 6 000 000

Tabla 4.6.3 Resistividad Tipica De Materiales Empleados Como Material De Superficie En Subestaciones.

*Referencia: Practical Applications of ANSI/IEEE Std. 80-1986
Guide for Safety
Tutorial Course 86 EHD2253-5-PWR*

Paso 4. DISEÑO INICIAL DE LA MALLA.

El diseño preliminar de la malla deberá incluir un conductor rodeando el área completa de la Subestación, además de conductores cruzados en dos direcciones formando una reticula para permitir la conexión a tierra de los diferentes equipos.

El espaciamiento entre conductores y la localización de las varillas de tierra deberá basarse en la corriente IG y en el área a proteger con la malla.

Paso 5. RESISTENCIA A TIERRA DE LA MALLA.

Puede determinarse un valor preliminar de la resistencia con las ecuaciones indicadas en el punto 3 de estas notas.

Para el diseño final pueden encontrarse estimaciones más precisas de esta resistencia especialmente cuando se usan varillas para alcanzar capas de mayor conductividad en el subsuelo. Para ésta aplicación se utilizarán las ecuaciones para incluir el efecto de dos diferentes resistividades en el cálculo de la resistencia de la red y del grupo de varillas.

Paso 6 CORRIENTE DE MALLA.

La corriente de malla IG se determina por las ecuaciones estudiadas posteriormente. Para evitar un sobredimensionamiento del sistema de tierra, deberá usarse en el diseño de la malla solamente aquella parte de la corriente total de falla I_{f0} que fluye de la malla hacia el terreno (y que contribuye a los voltajes de paso y de malla, y a la elevación de potencial de la malla).

La corriente IG deberá reflejar la peor condición de falla (tipo y localización), el factor de decremento y cualquier expansión futura del sistema eléctrico.

Paso 7 COMPARACIÓN DE POTENCIALES

Si la máxima elevación de potencial de la malla del diseño preliminar está por debajo del valor del voltaje de contacto tolerable, ya no es necesario realizar más cálculos, únicamente se agregarán si se requieren conductores adicionales para puesta a tierra de equipos.

Paso 8 CALCULO DE POTENCIALES DE PASO Y DE CONTACTO EN LA MALLA.

Los potenciales de paso y de contacto en la malla, se calcularán con las ecuaciones descritas en los párrafos correspondientes.

Paso 9 COMPARACIÓN DEL POTENCIAL DE CONTACTO EN LA MALLA, CON EL POTENCIAL DE CONTACTO TOLERABLE

En este paso se compararán el potencial de contacto en la malla llamado también potencial de malla con el potencial de contacto tolerable calculado en el paso 3. Si el potencial de malla es menor que el potencial de contacto tolerable, el diseño puede completarse y si no, tendrá que modificarse el diseño preliminar.

Paso 10. Si los voltajes de paso y de contacto en la malla son menores a los voltajes tolerables, el diseño necesitará solamente de conductores adicionales para puesta a tierra de equipos, si no, tendrá que revisarse el diseño preliminar.

Paso 11 Si se exceden los límites de los potenciales tolerables se requerirá de una revisión en el diseño de la malla. Esta revisión incluirá espaciamientos más pequeños entre conductores, varillas de tierra adicionales, etc.

Paso 12 DETALLES EN EL DISEÑO.

Después de satisfacer los requerimientos para cumplir con los voltajes tolerables, deberá revisarse el diseño final para incluir conductores que hagan falta cerca de los equipos que se van a conectar a tierra, o adicionar varillas en las bases de los apartarrays o en los neutros de transformadores, etc.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
A	Área cubierta por la red en m ² .
$I_{3\phi}$	Corriente de falla simétrica en la Subestación para dimensionar el conductor en amperes.
IG	Corriente máxima de malla en Amperes que fluye entre la malla de tierras y el terreno que la rodea.
ρ	Resistividad del terreno en Ohms/m.
t_c	Duración de la corriente de falla para dimensionar el conductor de tierra, en seg.
D	Diámetro del conductor de la malla en metros.
E_{cont50}	Voltaje de contacto tolerable por el cuerpo humano (50 Kg. de peso), en volts.
E_{cont70}	Voltaje de contacto tolerable por el cuerpo humano (70 Kg. de peso), en volts.
E_{paso50}	Voltaje de paso tolerable por el cuerpo humano (50 Kg. de peso), en volts.
E_{paso70}	Voltaje de paso tolerable por el cuerpo humano (70 Kg. de peso), en volts.
D	Espaciamiento entre conductores paralelos, en metros.
N	No. De conductores paralelos en una dirección.
L	Longitud total de conductores del sistema de tierras, incluyendo malla y varillas de tierra, en metros.
H	Profundidad de enterramiento de los conductores de la malla, en metros.
R_g	Resistencia del sistema de tierras en Ohms.
L_c	Longitud total de los conductores de la malla, en metros.
L_r	Longitud total de las varillas de tierra, en metros.
Tf	Duración de la corriente de falla para determinar el factor de decremento, en segundos.
E_m	Voltaje de contacto en la malla, en volts.
E_s	Voltaje de paso en la malla, en volts.
K_m	Factor de espaciamiento para voltaje de malla, método simplificado.
K_s	Factor de espaciamiento para voltaje de paso, método simplificado.
K_i	Factor de corrección para la geometría de la red, método simplificado.
K_{ii}	Factor de corrección que ajusta los efectos de los conductores interiores de la malla.
K_h	Factor de corrección que enfatiza el efecto de la profundidad de la malla.

Tabla 4.6.4. Parámetros De Diseño De Red De Tierras.

4.6.8. Cálculo Del Diseño De La Red De Tierras Para La Subestación.**CORRIENTE MAXIMA DE MALLA IG.**

$$IG = Cp \cdot Df \cdot Ig$$

Donde :

Df Factor de decremento para un tiempo de duración total de la falla *t_f* en segundos.

Cp Factor de la proyección que toma en cuenta los incrementos relativos de la corriente de falla a largo de la vida útil de la instalación, cuando no existan incrementos en la corriente de falla.

$$Cp = 1$$

Corriente simétrica de malla (valor rms) en Amperes *I_g*.

$$I_g = 7279.63 \text{ A}$$

Factor de proyección *Cp*.

$$Cp = 1$$

Factor de decremento *Df*.

Ta Constante de tiempo subtransitoria en segundos.

Ta = $X \cdot \omega R$. (Obtenido de tabla.

$$f = 60 \text{ XR } 10$$

$$Ta = \frac{10}{2 \cdot \pi \cdot f} \quad Ta = 0.026526$$

t_f Duración de la falla en segundos.

$$t_f = 0.5$$

$$Df = \frac{1}{1 + \left(\frac{Ta}{t_f} \right)^2} \cdot \exp \left(- \frac{2 \cdot t_f}{Ta} \right)$$

$$Df = 1.026183$$

$$IG = I_g \cdot Df \cdot Cp$$

$$IG = 7470.232901 \text{ A}$$

CALCULO DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR EN mm² (COBRE DESNUDO).

$$\text{Corriente rms en Kiloamperes } I = \frac{IG}{1000}$$

$$I = 7.470233$$

Temperatura máxima permisible en C

$$T_m = 450$$

Temperatura ambiente en C

$$T_a = 40$$

Temperatura de referencia para las constantes del material en C

$$T_r = 20.260889$$

Coefficiente térmico de resistividad a 0 C

$$\alpha_0 = 0.00427$$

Coefficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia *T_r*

$$\alpha_r = .00393$$

Resistividad del conductor a la temperatura de referencia *T_r* en $\mu \Omega / \text{cm}$

$$\rho_r = 1.7241$$

Ko igual 1/α o, ó (1/α r)-Tr

$$K_o = \frac{1}{\alpha o}$$

$$K_o = 234.192037$$

$$T_r = K_o \cdot \frac{1}{\alpha r} \quad T_r = 20.260889$$

Tiempo de duración del flujo de corriente en segundos

$$t_c = 0.5$$

Factor de capacidad térmica en J/cm / C

$$TCAP = 3.422$$

$$Amm2 = I \cdot \sqrt{\frac{t_c \cdot \alpha \cdot pr \cdot 10^4}{TCAP \cdot \ln \left[1 + \left(\frac{T_m - T_a}{K_o \cdot T_a} \right) \right]}}$$

$$Amm2 = 24.580244$$

$$Acmils = 1973.52 \cdot I \cdot \sqrt{\frac{t_c \cdot \alpha \cdot pr \cdot 10^4}{TCAP \cdot \ln \left[1 + \left(\frac{T_m - T_a}{K_o \cdot T_a} \right) \right]}}$$

$$Acmils = 48509.602213$$

El calibre del conductor corresponde al 2 AWG que tiene una sección de 33.620 mm², por norma NTIE-1994 y artículo 2403-2, emplearemos el calibre mínimo que es el 4-0 AWG, que tiene una sección de 107.2 mm².

POTENCIAL DE PASO TOLERABLE

Espesor de la capa de superficial de la subestacion en (m) .

$$h_s = 0.10$$

Resistividad del material de la superficie en Ohms-metro .

$$\rho_s = 10000$$

Resistividad del terreno en Ohms-metro.

$$\rho = 60$$

Constante empirica relacionada con la energia tolerada por un X% de una poblacion dada .

$$K = \frac{\rho - \rho_s}{\rho + \rho_s}$$

$$K = -0.988072$$

Factor de reducción del valor nominal de la resistividad superficial Cs , este valor es obtenido de la figura de la guía ANSI/Std 80 - 1986 con los valores de K y hs.

$$C_s = 0.56$$

Duración de la corriente en segundos.

$$t_s = .5$$

$$\text{Epasso}_{50} = (1000 \cdot 6 \cdot \text{Cs} \cdot \text{ps}) \frac{0.116}{.18}$$

$$\text{Epasso}_{50} = 5676.087554$$

$$\text{Epasso}_{70} = (1000 \cdot 6 \cdot \text{Cs} \cdot \text{ps}) \frac{0.157}{.18}$$

$$\text{Epasso}_{70} = 7682.290914$$

POTENCIAL DE CONTACTO TOLERABLE

$$\text{Econt}_{50} = (1000 \cdot 1.5 \cdot \text{Cs} \cdot \text{ps}) \frac{0.116}{.18}$$

$$\text{Econt}_{50} = 1542.058468$$

$$\text{Econt}_{70} = (1000 \cdot 1.5 \cdot \text{Cs} \cdot \text{ps}) \frac{0.157}{.18}$$

$$\text{Econt}_{70} = 2087.096375$$

DISPOSICION DE CONDUCTORES EN LA RED

Para efectos de diseño, la red de tierras, se prolongara 1mts. por lado transversal y 1 mts. por lado longitudinal.

Por lo tanto se consideraran 7 conductores transversales y 7 conductores longitudinales.

Los datos de la malla son los siguientes:

$$N_{ct} = 7 \quad N_{el} = 7$$

Longitud L (m).

$$L = 18$$

Ancho A (m)

$$A = 18$$

Area en m²

$$A2 = L \cdot A$$

$$A2 = 324$$

Espaciamiento entre conductores en mts.

$$D = 3$$

Características de las varillas de la red.

Material: Cobre

Diámetro de la varilla en mm:

$$Dv = 19$$

Largo de la varilla en mts.:

$$Lv = 3$$

Numero de varillas:

$$N = 16$$

La disposición de los conductores en la red, se muestra en la siguiente figura.

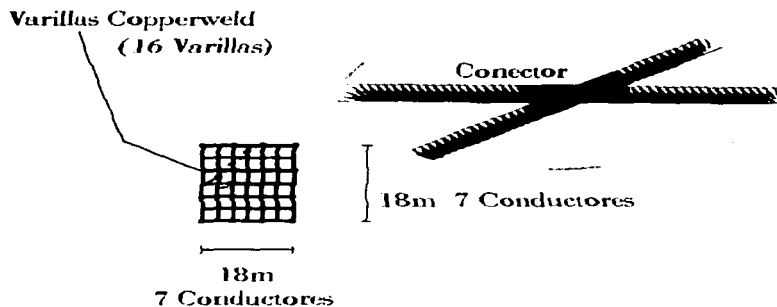


Figura 4.6.5. Disposición De Conductores Para La Red De Tierras.

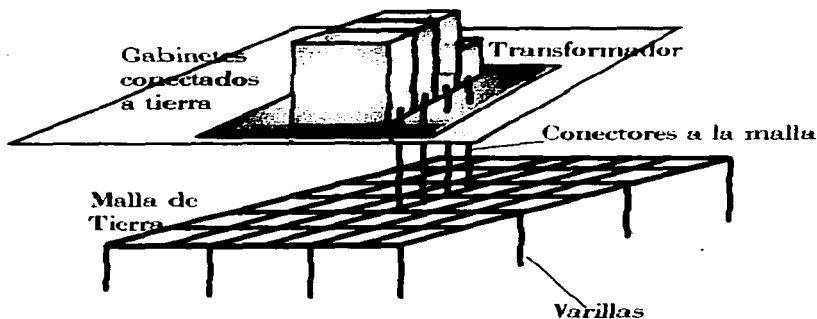


Figura 4.6.6. Disposición De La Red De Tierras Bajo La Subestación.

Calculo de la longitud total de las varillas de tierra.

$L_r = 1.15 \cdot N \cdot L_v$ Donde el factor 1.15 refleja el hecho que la densidad de corriente es mucho mayor en las varillas cerca del perimetro que en los conductores de malla.

Calculo de la longitud de conductores de la malla.

$L_c = N_{et} \cdot A \cdot N_{cl} \cdot L$ $L_c = 252 \text{ m}$

Calculo de la longitud real de la red L.T = $L_c + L_r$

$L_T = L_c + L_r$ $L_T = 307.2 \text{ m}$

Calculo de n

Donde n es la medida geometrica del numero de conductores en ambas direcciones, y sirve para calcular los factores K_m y K_t del potencial de contacto E_m .

$n = \sqrt{N_{et} \cdot N_{cl}}$ $n = 7$

$n_1 = 7$ El valor de n1 para determinar los valores K_s y K_t para el calculo de E_s , sera el maximo de N_{et} y N_{cl} , $n_1 = \max(N_{et}, N_{cl})$.

Calculo de Kh

Donde Kh es el factor de correccion que enfatiza el efecto de la profundidad de la malla.

Profundidad de la malla en metros.

$h = 0.6$

$h_0 = 1$ metro (profundidad de referencia de la malla)

$h_0 = 1$

$K_h = 1 + \frac{h}{h_0}$

$K_h = 1.264911$

Factor geometrico

Diametro del conductor, en metros.

$d = 0.1341$

$K_{ii} = 1$ para mallas con varillas de tierra a lo largo del perimetro o con varillas en las esquinas de la malla o con varillas a lo largo del perimetro y por toda la malla.

Para mallas sin varillas de tierra o mallas con solo algunas varillas, ninguna localizada en las esquinas ni en el perimetro.

$K_{ii} = \frac{1}{2}$

$K_{ii} = \frac{1}{(2 \cdot n)^2}$

$K_{ii} = 1$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left\{ \ln \left[\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \left[\frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot n - 1)} \right] \right\}$$

$$K_m = 0.548017$$

Calculo del Factor de corrección K_i .

$$K_i = 0.656 + 0.172 \cdot n$$

$$K_i = 1.86$$

CALCULO DE POTENCIAL DE CONTACTO EN LA MALLA

$$E_m = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \frac{IG}{LT}$$

$$E_m = 1487.206039$$

Longitud Minima de Conductor en la Malla

Para E_m menor E_{cont50} :

$$LT = 307.2$$

Mayor

$$Lm1 = \frac{K_m \cdot K_i \cdot \rho \cdot IG \cdot \sqrt{ts}}{(116 + 0.174 \cdot Cs \cdot ps)}$$

$$Lm1 = 296.272615$$

Calculo del factor geometrico K_s .

Para una profundidad de $0.25m < h < 2.5m$.

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0.5^{n1 - 2}) \right\}$$

$$K_s = 0.456465$$

Calculo del Factor de corrección K_i .

$$K_i = 0.656 + 0.172 \cdot n1$$

$$K_i = 1.86$$

CALCULO DE POTENCIAL DE PASO EN LA MALLA.

$$E_s = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{IG}{LT}$$

$$E_s = 1238.753277$$

COMPARACION DE POTENCIALES

Si los potenciales de paso y de contacto en la malla son menores a los potenciales tolerables, el diseño necesitara solamente de conductores adicionales para puesta a tierra de equipos.

Potenciales de malla.

$$E_m = 1487.206039 <$$

$$E_s = 1238.753277 <$$

Potenciales tolerables.

$$E_{cont_{70}} = 2087.096375 \quad E_{cont_{50}} = 1542.058468$$

$$E_{paso_{70}} = 7682.290914 \quad E_{paso_{50}} = 5676.087554$$

RESISTENCIA A TIERRA

Para evaluación de resistencias a tierra, un sistema de tierras deberá proveer una resistencia a tierra con valores cercanos a cero, en la práctica la elevación del potencial a tierra en el lugar de la subestación se incrementa proporcionalmente con la corriente de falla, a altas corrientes se deberá tener un valor muy bajo de resistencia a tierra del sistema.

Para subestaciones de potencia es recomendable tener valores de resistencia a tierra cercanos a un Ohm o menos; mientras que en subestaciones de distribución un rango aceptable es de 1 a 5 Ohms dependiendo de las condiciones locales.

CALCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA DE LA RED

Para profundidades entre 0.25 y 2.5 metros se requiere una corrección por profundidad de:

$$R_g = \rho \cdot \frac{1}{L \cdot T} \cdot \left(1 + \frac{1}{20 \cdot A^2} \cdot \frac{1}{1 + h} \cdot \frac{20}{A^2} \right)$$

Donde:

R_g Resistencia a tierra en Ohms.

ρ Resistividad promedio del suelo en Ohms-metro.

A Area ocupada por la malla de tierra en m².

h Profundidad de malla en mts.

L Longitud total de los conductores enterrados de la red en metros.

$$R_g = 1.589328$$

Para una mejor estimación de la resistencia a tierra de mallas con varillas de tierra, deberá emplear la fórmula de Schwarz.

En el cual se puede tomar la consideración que es común, al enterrarse la varilla, alcance capas de suelo de mayor conductividad.

La resistencia total es:

$$R_g = (R1 \cdot R2 - (R12)^2) / (R1 + R2 - 2 \cdot R12)$$

De donde :

$R1$ Resistencia de los conductores de la malla.

$R2$ Resistencia de todas las varillas de tierra.

$R12$ Resistencia mutua entre el grupo de conductores y el grupo de varillas.

CALCULO DEL COEFICIENTE DE LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO

$$h1 = \sqrt[3]{d \cdot h}$$

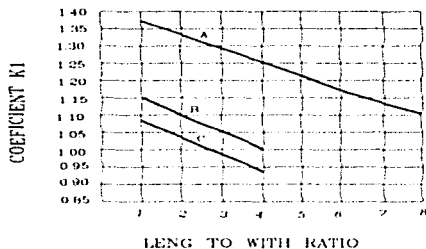
$$h1 = 0.089699$$

CALCULO DE LOS COEFICIENTES K1 Y K2 DE LA FORMULA DE SCHWARZ

$$\text{Relación} = \frac{L}{A}$$

$$\text{Relación} = 1$$

COEFICIENTES K1 Y K2 DE LA FORMULA DE SCHWARZ



LENG TO WITH RATIO

Curva A para $h=0$

$$\gamma_A = -0.04x + 1.41$$

Curva B para $h=1/10\sqrt{\text{AREA}}$

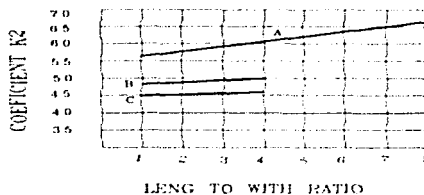
$$\gamma_B = -0.05x + 1.20$$

Curva C para $h=1/6\sqrt{\text{AREA}}$

$$\gamma_C = -0.05x + 1.13$$

ANSI/IEEE Std 80-1986

Figura 18 (a)



LENG TO WITH RATIO

Curva A para $h=0$

$$\gamma_A = 0.15x + 5.50$$

Curva B para $h=1/10\sqrt{\text{AREA}}$

$$\gamma_B = 0.10x + 4.68$$

Curva C para $h=1/6\sqrt{\text{AREA}}$

$$\gamma_C = -0.05x + 4.40$$

Figura 18 (b)

Figura 4.6.7. Coeficientes K1 Y K2 Formula De Schwarz

De las figuras 18(a) y 18(b) de la guía de ANSI/IEEE Std. 80-1986.

Para:

$$h = \frac{1}{10} \sqrt{2400}$$

$$h = 4.898979 \text{ m.}$$

De la figura 18(a).

$$\text{Curva B: Coeficiente } K1 = 1.13$$

De la figura 18(b).

$$\text{Curva B: Coeficiente } K2 = 4.8$$

CALCULO DE R1

$$R1 = \frac{\rho}{\pi \cdot Lc} \left[\ln \left(2 \frac{Lc}{h1} \right) + K1 \cdot \left(\frac{Lc}{A2} \right) + K2 \right]$$

De donde :

ρ = Resistividad del terreno a una profundidad h de los conductores, en Ohms-metro.

Lc = Longitud total de conductores de la red en metros.

$$R1 = 1.489529$$

CALCULO DE R2

De donde:

ρ = Resistividad aparente del terreno vista por la varilla de tierra, en Ohms-metro.

$L2$ = Longitud promedio de la varilla de tierra, en metros.

$d2$ = Diametro de las varillas de tierra, en metros.

N = No. de varillas de tierra localizadas en el área A .

$$\rho a = \rho$$

$$L2 = 3$$

$$d2 = 0.019$$

$$R2 = \frac{\rho a}{2 \cdot N \cdot \pi \cdot L2} \left[\ln \left(8 \frac{L2}{d2} \right) + 1 + 2 \cdot K1 \cdot \left(\frac{L2}{A2} \right) \cdot (N - 1) \right]^2$$

$$R2 = 1.896206$$

CALCULO DE R12

$$R12 = \frac{\rho a}{\pi \cdot Lc} \left[\ln \left(2 \frac{Lc}{L2} \right) + K1 \cdot \left(\frac{Lc}{A2} \right) + K2 + 1 \right]$$

$$R12 = 1.299308$$

Segun la formula de Schwarz, la resistencia total de un sistema que consiste de una combinación de conductores horizontales (malla) y electrodos verticales (varillas), es menor que la resistencia de cualquiera de los componentes por separado, pero menor que su combinación en paralelo.

El valor de resistencia total es:

$$Rg = \frac{R1 \cdot R2 + (R12)^2}{R1 + R2 + 2 \cdot R12}$$

$$Rg = 1.443558$$

La red tiene una resistencia menor a 5 Ohms (Subestación de Distribución) por lo que el diseño cumple con los requerimientos marcados en el capítulo 12 de la guía ANSI / IEEE, Std. 80-1986.

4.7. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

4.7.1. Introducción.

Las sobretensiones en los equipos eléctricos son fenómenos indeseables que dañan o envejecen los aislamientos, provocando pérdidas económicas considerables. Afortunadamente existen diferentes medios de protección siendo los más comunes los que atenúan o reducen la amplitud de la sobretensión drenándola a tierra, en sistemas de distribución para las líneas y equipos en media tensión, es decir hasta 34.5 KV se está imponiendo el uso generalizado de apartarrayos, sin embargo para que la protección sea adecuada se necesita una conexión lo suficientemente buena para drenar las sobretensiones a tierra

4.7.2. Origen De Las Sobretensiones.

Las sobretensiones pueden ser de origen externo, es decir producidas por descargas atmosféricas (rayos) o de origen interno, por maniobra de apertura o cierre de interruptores, fallas a tierra, etc

4.7.3. Clasificación De Las Sobretensiones.

Se pueden clasificar por su duración como transitorias o temporales es decir de corta o larga duración, los principales tipos de sobretensión son producidas por:

4.7.3.1. Descargas Atmosféricas.

Este tipo de fenómenos es la causa del mayor número de fallas en los equipos circuitos expuestos a la intemperie, como son las líneas aéreas y subestaciones. Se producen generalmente en las tormentas y vienen acompañadas por lluvia y viento, la intensidad de las corrientes del rayo pueden llegar hasta 200,000 Amperes con un potencial estimado de 10 a 15 millones de Volts, el tiempo de duración del rayo varía del orden de unos cuantos microsegundos. En la ciudad de México en una mediciones efectuadas se encontró que el promedio de las descargas va de 8 KA para el Norte, 14 KA para el Centro y 20 KA para el Sur. La longitud de la trayectoria del rayo puede variar alrededor de varios kilómetros, 3.5 en promedio, y puede inducir potenciales en las líneas hasta en 10 km.

Las descargas se producen entre nubes, nube y tierra y dentro de la misma nube. La que nos interesa es la de nube tierra y hay cuatro variantes.

Descendente	>>>>>>>>>>	Negativo
Descendente	>>>>>>>>>>	Positivo
Ascendente	>>>>>>>>>>	Negativo
Ascendente	>>>>>>>>>>	Positivo

¿Cómo se producen los rayos?, no está completamente definido, pero tiene que ver con las corrientes de aire ascendentes y descendentes, incluso pueden existir en tormentas de arena, de nieve, de hielo y hasta en explosiones nucleares.

4.7.3.2. Maniobras De Interruptores.

Cuando se abre o cierra un interruptor en un sistema energizado se conectan o desconectan cargas inductivas o capacitivas provocando sobretensiones en el sistema pudiendo durar algunos ciclos es decir del orden de los milisegundos, este tipo de sobretensiones alcanza valores máximos de 3 veces la tensión nominal.

4.7.3.3. Falla Monofásicas A Tierra.

Al presentarse una falla de fase a tierra el voltaje tiende a elevarse en las fases no falladas, a la frecuencia nominal, el valor de la sobretensión depende del tipo de aterrizado del neutro del sistema.

Para que una falla a tierra exista, es necesario que el sistema esté aterrizado, es decir que por lo menos un conductor o punto sea conectado a tierra, lo cual se puede hacer directamente o a través de una impedancia, los tipos de sistemas de aterrizado del neutro más comunes son:

Sólidamente aterrizado. - Este sistema consiste en conectar en forma adecuada el neutro a tierra, sin instalar para ello impedancia alguna.

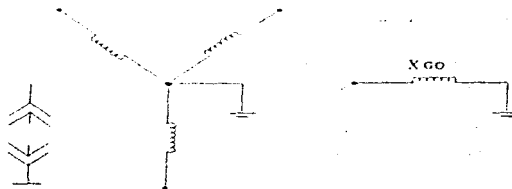


Figura 4.7.1. Sistema Sólidamente Aterrizado.

Aterrizado a través de resistencia.

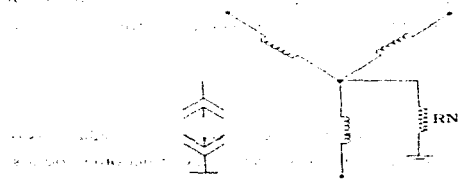


Figura 4.7.2. Sistema Aterrizado A Través De Una Resistencia.

Aterrizado a través de reactancia.

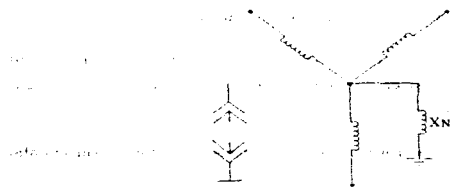


Figura 4.7.3. Sistema Aterrizado A Través De Una Impedancia.

Aterrizado a través de un neutralizador de falla a tierra.- El método consiste en instalar un reactor con un valor alto de reactancia entre el neutro del sistema y tierra.

No aterrizado.- Este caso se menciona debido a que es importante enfatizar que para la contingencia de una línea a tierra, ésta tendrá una impedancia muy grande.

En todos los casos anteriores tenemos que:

$X_{GO} \approx$ Reactancia de secuencia cero del generador o transformador.

$X_{n1} \approx$ Reactancia de aterrizamiento del generador o transformador.

$R_{n1} \approx$ Resistencia de aterrizamiento del generador o transformador.

4.7.4. Clasificación De Sistemas.

De acuerdo con la conexión a tierra del neutro de un sistema y de las sobretensiones que se presentan ante fallas de fase a tierra, se tiene la clasificación mostrada en la siguiente tabla:

SISTEMA CLASE	NEUTRO DEL SISTEMA	RANGO DE LA RELACIÓN DE IMPEDANCIA		COEFICIENTE DE ATERRIZAMIENTO	
		X_0/X_1	R_0/X_1	V/E_n	V/E
A	SÓLIDAMENTE ATERRIZADO (Sin impedancia entre el neutro y tierra)	-	-	1.31	0.75
B	ATERRIZADO A TRAVÉS DE UNA IMPEDANCIA	0 a 3	0 a 1	1.40	0.80
C	ATERRIZADO A TRAVÉS DE UNA IMPEDANCIA	3 a ∞	1 a ∞	1.73	1.00
D	AISLADO (NO ATERRIZADO)	-40 a $-\infty$	-	1.90	1.10
E	AISLADO (NO ATERRIZADO)	0 a -40	-	-	-

Tabla 4.7.1. Clasificación De Sistemas De Aterrizamiento.

X_1 \approx

X_0 \approx \approx \approx

R_0 \approx \approx \approx

V \approx \approx \approx

E \approx

E_n \approx

Reactancia De Secuencia Positiva

Reactancia De Secuencia Cero

Resistencia De Secuencia Cero

Máximo Voltaje De Fase A Tierra En Las Fases

No Falladas Durante Una Falla De Fase A Tierra

Voltaje Normal Del Sistema De Fase A Fase (Rms)

$E/1.73$ = Voltaje De Fase A Tierra

4.7.5. Ferrorresonancia.

Pertenece al segundo tipo de sobretensiones, pero lo tratamos por separado debido a su importancia, es un fenómeno indeseable que provoca sobrevoltajes que pueden dañar los aislamientos, este fenómeno se empieza a mencionar desde 1914, en los treinta se investiga, ya en los setentas se incrementó la aparición de este tipo de problemas en forma alarmante, debido al empleo de sistemas subterráneos, es decir, con el uso de cables conectados a transformadores u operación de interruptores y cuchillas en forma monopolar.

O sea que este fenómeno se presenta generalmente al momento de la apertura o cierre de la fuente de alimentación al no operar las tres fases al mismo tiempo, debido a la capacitación de las líneas a tierra y a la inductancia no lineal de los devanados del transformador, que forman un circuito serie, el cual puede tener un valor que propicie la falla, este valor se da cuando la reactancia capacitiva iguala a la reactancia inductiva, la no linealidad la da el núcleo del transformador, de ahí el nombre de ferrorresonancia. Los sistemas subterráneos tienen mayor capacitancia a tierra, por lo que son más susceptibles a este tipo de fallas.

El circuito ferrorresonante está caracterizado por un circuito serie, con un núcleo de acero, no lineal, una inductancia, una capacitancia, excitados por una fuente de voltaje alterna, como se muestra en la figura:

4.7.6. Circuito Típico Ferrorresonante.

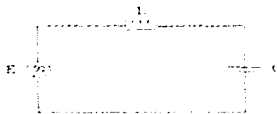


Figura 4.7.4. Circuito Típico Ferrorresonante.

La reactancia de una inductancia varía como una función del flujo de corriente.

La ferrorresonancia se presenta en diversos aspectos como son:

- Apertura o cierre de interruptores cuando no operan al mismo tiempo sus tres cuchillas.
- Operación de fusibles.

Para prevenir este tipo de problemas existen varios métodos:

- Conectar cargas resistivas al transformador.
- Conectar capacitores.
- Control de las aperturas y cierres de los interruptores.
- Usar transformadores con conexión estrella estrella.
- Incrementar el nivel de aislamiento.
- Limitando la longitud del cable.

4.7.7. Métodos De Protección.

Existen diferentes medios para proteger un sistema eléctrico contra sobre tensiones, así tenemos que para descargas directas en las líneas, se pueden proteger en forma adecuada diversificando la energía a través del hilo de guarda y drenándola a tierra.

Cuando la onda de sobretensión se encuentra en la línea se puede reducir en amplitud o también se puede modificar la forma de onda de la sobretensión, a un valor que no dañe a los aislamientos en ambos casos.

La amplitud de la onda se puede reducir por medio de dos elementos diferentes que son los apartarrayos y los cuernos de arqueo. Los apartarrayos mantienen la continuidad del servicio ya que drenan la sobretensión a tierra sin operación de la protección. Los cuernos de arqueo al operar pueden hacer funcionar al fusible o a la protección de respaldo en la subestación. La onda de voltaje se puede modificar por medio de inductancias, capacitancias y resistencias que se colocan en la línea, sin embargo son de poco uso, los equipos de protección más comunes son:

4.7.7.1. Apartarrayos.

Es un elemento no lineal que a tensiones normales se comporta como un aislador debido a su resistencia variable que a mayor tensión menor resistencia, la función del apartarrayos es drenar las sobretensiones que pueden dañar a los equipos sin interrumpir el servicio, actualmente existen dos tipos de apartarrayos:

Tipo Autovalvular.- El elemento no lineal está formado por pastillas de carburo de silicio, también lleva un conjunto de entrehierros en serie.

Tipo Óxido Metálico.- Está desplazando rápidamente al apartarrayos autovalvular ya que no necesita entrehierros debido a la alta no linealidad de las pastillas de óxido metálico, principalmente óxido de zinc. Su principal aplicación se da en la protección de equipos subterráneos ya que debido a sus cualidades puede protegerlos si se coloca en la transición aéreo-subterráneo, actualmente se instala en fraccionamientos, unidades habitacionales, industrias grandes etc.

Este tipo de apartarrayos siempre está conduciendo ya que no tiene entrehierros pero su corriente es muy pequeña, aproximadamente un mili Amper.

4.7.8. Principales Causas De Fallas En Los Apartarrayos.

Los apartarrayos como todos los equipos están sujetos a fallas, siendo las principales:

Sobrecorrientes.- Los apartarrayos clase distribución estan diseñados para drenar corrientes de 5000 Amperes y una corriente mayor puede dañarlos.

Envejecimiento - Los apartarrayos tienen una vida útil determinada que va a depender del uso y condiciones a que se sometan.

Contaminación.- La porcelana está expuesta al medio y cuando este es contaminante puede dañar a los apartarrayos provocando flameos externos.

Vandalismo.- Es común que los apartarrayos reciban impactos en la porcelana siendo mayor la incidencia en áreas rurales.

4.7.9. Selección Del Apartarrayos.

La selección de los apartarrayos adecuado en un sistema, implica la elección de un voltaje nominal y una clase determinada, el voltaje nominal es un índice de un sobrevoltaje temporal permisible en las terminales del apartarrayos, sin que este opere. Hay cuatro clases de apartarrayos: Estación, Intermedio, Distribución y Secundario.

El de clase estación se usa solamente para subestaciones ya que su costo es muy elevado.

El de clase intermedio tiene su aplicación en zonas con nivel cerámico alto, es decir, donde las descargas atmosféricas son frecuentes y de alta energía, también han encontrado su aplicación para proteger sistemas subterráneos, subestaciones rurales, etc

El de clase distribución como su nombre lo indica se aplica en sistemas de distribución donde el diseño económico es importante.

La clase secundaria se usa en tensiones reducidas menores a 1000 Volts y su aplicación no se ha generalizado todavía.

El voltaje adecuado del apartarrayos es aquel que cuando ocurre una falla de fase a tierra, no opera al elevarse la tensión en las fases no falladas. Pero al haber una sobre tensión de otro tipo debe operar antes de que el aislamiento sufra algún daño.

4.7.10. Conexión Del Apartarrayos.

La conexión del apartarrayos es un aspecto muy importante ya que si no es adecuada provoca fallas en el sistema o simplemente no opera cuando se requiere, el apartarrayos debe conectarse a tierra en su base con un valor máximo de 25 Ohms a tierra, en la Compañía de Luz y Fuerza la bajada a tierra del apartarrayos se conecta también al tanque del transformador y al neutro de baja tensión, es decir, se usa el método de los tres puntos.

Las distancias mínimas de separación en las conexiones se dan en la figura siguiente:

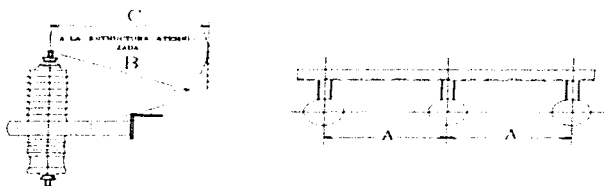


Figura 4.7.5. Conexión Del Apartarrayos.

VOLTAJES NOMINALES	CLAROS MÍNIMOS RECOMENDADOS					
	A		B		C	
	PULGADAS	MM	PULGADAS	MM	PULGADAS	MM
3	6	205	4.5	115	5.5	140
6	9	230	5.5	140	6.5	165
9	10	250	6.5	165	7	190
12	11	280	7	180	8	205
15	12.5	315	8.5	220	9.5	245
18	14	355	9.5	240	10.5	265
21	15	380	10.5	275	11.5	300
24	16	410	12	305	13	330
27	18.5	470	13	330	14.5	375
30	19.5	500	14.5	360	16	405
33	21	530	15.5	390	17.5	435
36	22	560	16.5	410	18	455

Tabla 4.7.2. Claros Mínimos Entre Los Centros De Las Fases Para La Conexión Del Apartarrayos.

Además es importante que el apartarrayos esté ubicado lo más cerca posible al transformador o al equipo que se protege, sin embargo debe colocarse entre el cortacircuitos fusible y la línea para que al drenar las sobretensiones a tierra no opere el fusible ya que además el costo de este y su tiempo de reposición baja la confiabilidad del servicio.

4.7.11. Especificaciones De Protecciones Contra Descargas Atmosféricas (Pararrayos).

Las especificaciones que rigen la construcción de los sistemas de protección contra descargas atmosféricas, son las que a continuación se detallan. Y en su mayoría, han sido tomadas de la Asociación "N.F.P.A.", "National Fire Protection Association" y "U.L.", "Under Written Laboratories", de Los Estados Unidos; adaptadas a nuestras necesidades, así como la disponibilidad de nuestro país de materiales para este uso.

4.7.11.1. Diferentes Tipos De Edificios A Considerar.

Para el objeto de estas normas, se puede considerar que los edificios se dividen en tres categorías principalmente, las cuales a su vez se subdividen cada una en dos tipos diferentes:

- a) Basada en la altura de los edificios
- b) Basada en la pendiente de las azoteas

La clasificación basada en la altura de los edificios considera dos tipos diferentes:

- a) Edificios de clase I.
- b) Edificio de clase II.

Un edificio de clase I es todo aquel con una altura inferior a 23 Mts. Un edificio de clase II es aquel cuya altura rebasa los 23 Mts., o bien todo edificio que tiene una estructura metálica de acero, de cualquier altura, ésta estructura puede substituir los conductores de bajada a tierra. La distinción, determina el tipo de conductor que debe utilizarse, ya que los conductores para los edificios clase II son de diámetros más grandes y de conductancia más alta que los valores mínimos permitidos para los edificios clase I.

En lo referente a la inclinación o pendiente de las azoteas, estos quedan clasificados en los dos tipos que se indican a continuación:

Azoteas planas o de pendiente ligera. Estos son todos aquellos que no exceden de 12 m de ancho y cuya inclinación es menor de 1/8. Estas considerados dentro de esta misma categoría, los que sobrepasan 12 metros de ancho, con una pendiente de $\frac{1}{4}$ o menos.

Azoteas inclinadas. Son todos aquellos que tienen una inclinación mayor a la indicadas en el párrafo anterior.

4.7.11.2. Especificaciones Sobre Materiales.

Los materiales empleados en los sistemas de protección contra descargas atmosféricas deberán ser resistentes a la corrosión y han de estar debidamente protegidos contra ella. No se utilizará combinación alguna de materiales que formen un par eléctrico de tal naturaleza que la corrosión se acelere en presencia de la humedad. Deberán estar contruidos con los siguientes materiales

Cobre. Cuando se use cobre, el mismo deberá de ser de la calidad que normalmente se exige para los trabajos eléctricos industriales, generalmente especificados como teniendo un 95% de conductividad.

Aleaciones de cobre. Estas deberán ser, substancialmente, tan resistentes a la corrosion como el cobre en igualdad de condiciones.

Diseño. Los diseños de los materiales que se utilicen en el sistema de proteccion contra descargas atmosféricas deberán ser los que permiten el mejor aprovechamiento de los materiales y que, además, sean adecuados para cada función determinada su diseño será especialmente para descargas atmosféricas. En ningún caso se aceptaran improvisaciones con materiales diseñados y contruidos para otros fines

Terminales Aéreas o Puntas

Estas deberán ser contruidas con varilla maciza de cobre electrolitico. Su diámetro será de 13 mm y el largo de las mismas habrá de ser tal que su extremo cónico quede a no menos de 25 cm del objeto que haya de protegerse. Las terminales aéreas estarán soportadas por bases fundidas y sujetas directamente a ellas, mediante una cuerda roscada de no menos de 5 hilos.

Conductores

Los conductores que se emplearan para estas protecciones, deberán estar diseñados y fabricados especialmente para pararrayos. Estarán trenzados con alambre de cobre suave de calibre indicado en la siguiente tabla y deberán también ofrecer en peso y conductividad lo que señale estas especificaciones; Para usarse en edificios clase I o clase II según sea el caso. No se aceptaran conductores de cobre duro o semiduro normalmente utilizados en otras instalaciones eléctricas.

	<i>EDIFICIOS CLASE I</i>	<i>EDIFICIOS CLASE II</i>
Calibre mínimo de cada hilo	17 AWG	15 AWG
Peso por MT	278 Gr.	558 Gr.
Conductividad	57400 CM . 29 MM^2	115000 CM 58 MM^2

Tabla 4.7.3. Requerimientos Mínimos De Conductores.

4.7.12. Diseño De La Protección Contra Descargas Atmosféricas (Pararrayos).

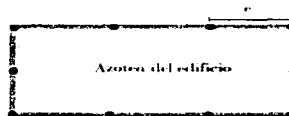
Para la protección contra las descargas atmosféricas utilizaremos el sistema faraday que comprende los siguientes puntos:

- Ubicación de puntas
- Trayectoria de conductores.
- Ubicación de electrodos de tierra
- Conexiones adicionales.
- Sistemas de instalación.

4.7.12.1. Ubicación.

Sobre la ubicación de puntas, estas se utilizan para un buen funcionamiento de la jaula de Faraday deberemos considerar tres aspectos importantes su localización, espaciamiento y su altura. La localización será en lugares de concentración de carga las cuales se encuentran en la superficie de la azotea, esquinas y aristas.

El espaciamiento de las puntas en el contorno será en función de la altura de estas, es decir si tenemos una punta de 30 cm $e > 6$ m, donde e es el espaciamiento, y para puntas de mas de 60 cm, $e > 7.62$ m.



- Punta de cobre

Figura 4.7.6. Distribución De Puntas De Cobre.

4.7.12.2. Trayectoria.

Sobre la trayectoria de los conductores de cobre, en la superficie protegida deberá cumplir con las siguientes consideraciones:

- La red de conductores será totalmente cerrada.
- Dos trayectorias mínimas directas a tierra.
- Se debe definir redes interiores cerradas de dimensiones máximas de 15 x 45 m.

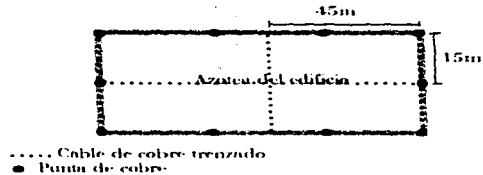


Figura 4.7.7. Malla Cerrada Mínima.

4.7.12.3. Conexiones A Tierra.

Sobre las conexiones a tierra, permiten que la concentración de carga previa a la descarga atmosférica que ocurrirá en el terreno tenga acceso a los conductores verticales para fluir hasta las puntas o rehiletes previamente enterrados, la función de estas conexiones es disipar la corriente de la descarga en el terreno del edificio.

La consideración es importante para tener una buena conexión a tierra es colocar bajadas a distancias uniformes como se presenta en la siguiente figura:

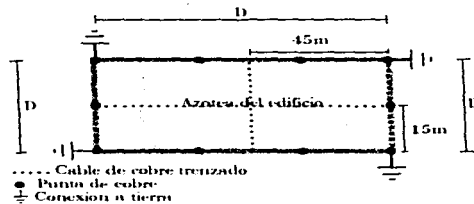


Figura 4.7.8. Distribución Para Bajadas De Tierras.

Las varillas y rehiletes que se conectan sólidamente a tierra deberán contar con una distancia mínima al edificio de 0.80 m, se construirá un registro de tabique para alojar el material complementario, para reducir el valor de resistencia de 50Ω .

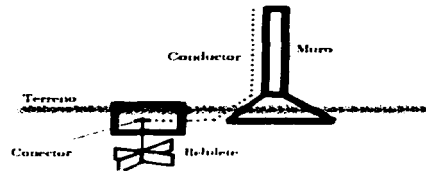


Figura 4.7.9. Distancia Mínima para el aterrizaje vertical.

4.7.12.4. Cantidad Y Ubicación De Tierras En El Proyecto.

Sobre la cantidad y ubicación de tierras, se define básicamente por el perímetro que se pretende proteger, podríamos decir que la cantidad mínima serían dos bajadas verticales para un perímetro de hasta 75 m, pero no todos los casos son así, por lo que debemos considerar una bajada adicional por cada 30 m que aumente el perímetro, ejemplo.

Para el caso del centro de cómputo tendremos el siguiente perímetro:

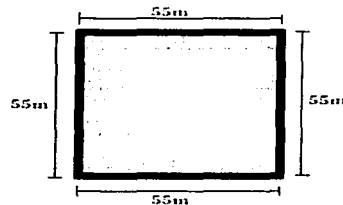


Figura 4.7.10. Área De La Azotea Del Edificio Del Centro De Cómputo.

$$\text{Perímetro} = 55+55+55+55 = 220\text{m}$$

Tenemos que para 75m de perímetro dos tierras, para el resto sería:

$$\text{No de tierras} = \frac{220 - 75}{30} = 4.83 \approx 5$$

El total de tierras sería 7 tierras distribuidas uniformemente, como se muestra en la siguiente figura.

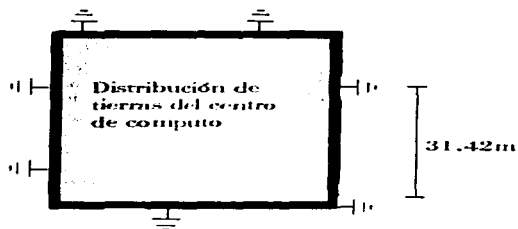


Figura 4.7.11. Distribución De Tierras Del Centro De Computo.

De la distribución de las puntas en el perímetro, mostrando la malla.

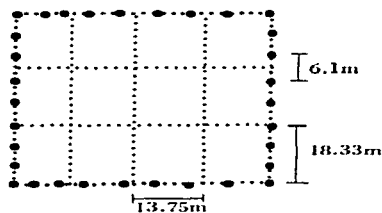


Figura 4.7.12. Distribución De Las Puntas De Cobre Y Malla Cerrada.

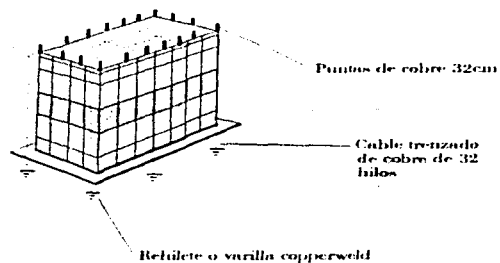


Figura 4.7.13. Esquema Final Del Sistema De Pararrayos.

Con todo lo anterior podemos observar que el sistema de protección contra sobretensiones en su totalidad es aparente, salvo algunos casos donde las bajadas verticales sean necesariamente ocultas, para que no tengan contacto con la estructura metálica del edificio deberá contar con una canalización hasta el punto de aterrizamiento. Este sistema de tierras será totalmente independiente del resto de los sistemas de tierras definidos anteriormente como lo son: subestación y sistema de computo.

CONCLUSIONES

Resultaría ideal, contemplar todos los aspectos importantes para solucionar problemas en el diseño de un proyecto de una instalación eléctrica para centros de computo, creemos que es posible, reducir en gran medida, éstos problemas teniendo una buena planificación.

Ante esto al inicio del proyecto, nuestras preguntas mas preocupantes eran:

¿ Como podemos diseñar una instalación eléctrica común, que además alimentara eficientemente un centro de computo?

¿ Como podemos, saber la manera de alimentar este centro de computo proporcionándole seguridad y continuidad en el servicio?

¿Que ocurriría en caso de no lograrlo?

¿ Cuales son los orígenes de los riesgos que pongan en juego la red de computo?

Entre otras.

El estudio y la planificación nos encaminaron poco a poco a las soluciones ante nuestras preguntas, atacando el problema y empezaron llegamos a las siguientes conclusiones:

Diseñamos la evaluación de riesgos, utilizamos los puntos de las normas que contemplan la seguridad eléctrica de los equipos de computo, además de cumplir con sus especificaciones de funcionamiento.

Los aspectos generales del diseño de una red de computo no se tienen que tomar a la ligera en el acondicionamiento de corriente y sistemas de seguridad de la instalación eléctrica, pues estos deben ser incluidos en los grandes proyectos.

El manejo de la información y la transmisión de datos requiere tener un sistema de alimentación eléctrica de reserva que garantice el adecuado funcionamiento, de forma que pueda seguir funcionando durante cortes en el suministro de energía, o en caso extremo que permita una forma adecuada de desconexión durante periodos largos, garantizando la seguridad ante las fallas de los equipos.

Cabe mencionar que la prioridad en el manejo de información determina el número de los elementos de respaldo que garanticen la continuidad en el suministro de energía. Para este proyecto se cuenta con dos elementos principales, como los son el uso de equipos UPSs, una planta de emergencia, además de la posibilidad de utilizar en otro transformador, cuando el que alimenta el área de computo se encuentre en mantenimiento.

Sabemos que la continuidad en el suministro de energía no es el único aspecto, la estabilidad en el, es un punto tan importante como el primero. Ya que las variaciones de energía eléctrica son un problema frecuente, por este motivo la solución es instalar equipos regulados, incluidos en los UPS, y un sistema de tierras, para evitar estos problemas.

Para lograr una buena calidad en la energía eléctrica para los equipos de computo existen otras alternativas en dispositivos, además de la utilizadas para éste proyecto, y que se contemplaron dentro del desarrollo teórico de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Manual de seguridad para PC y redes locales, 1994.

Stephen Cobb

Ed. McGraw Hill

- Revista Redes de computo, Principios básicos del mundo de las redes, 1994.
- Sistemas de comunicaciones y redes de ordenadores, 1990.

Jhon Freer

Ed. Anaya

- Redes de computo, 1989.

Uyless Black

Ed. Rama

- A fondo, Transmisión de datos y comunicaciones, 1987.

George E. Fried

Ed. Anaya

- Catalogo Black Box 1997.
- Revista Windows, 1996.

De Procoelsa

- Apuntes del Seminario de Redes de computadora, 1996.

Facultad de Ingeniería.

- Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales, 1989.

Enriquez Harper

Ed. Noriega

- Instalaciones eléctricas, conceptos básicos y diseño, 1992.

N. Bratu

Ed. Alfa-omega

- Iluminación, Holophane, 1995.

- **Sistemas de tierras, 1990.**

Colegio de ingenieros mecánicos y eléctricos

- **Análisis de corto circuito en sistemas eléctricos industriales, 1992.**

Rodolfo Bautista

- **Normas de instalaciones eléctricas, 1994.**

SECOFI

- **Diseño de subestaciones eléctricas, 1990.**

José Raúl Martín

Ed. Trillas

- **Manual técnico de cables de energía, 1983.**

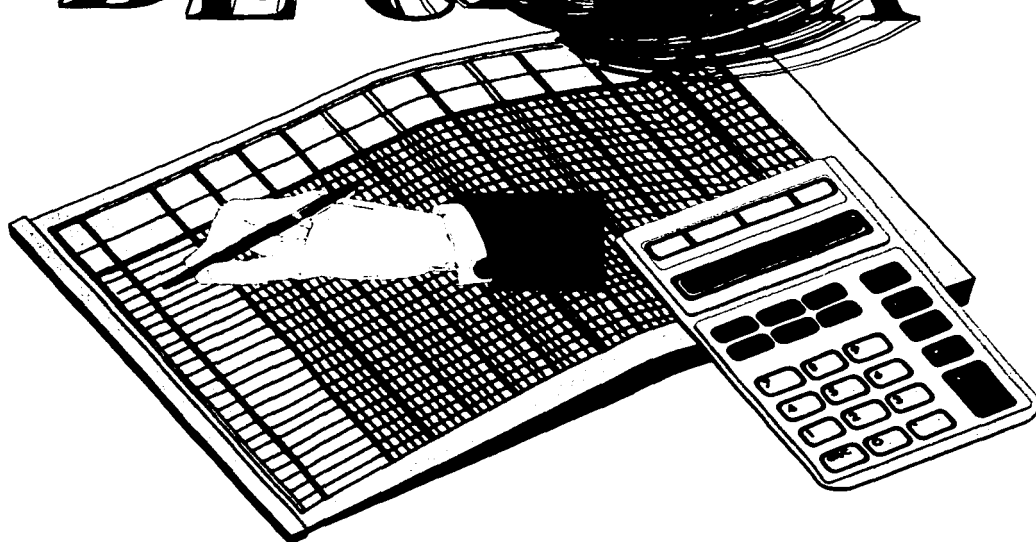
Condumex.

Ed. McGraw Hill

- **Eps 3000,6000 disigner guide**

SQUARE D

CUADROS DE CÁLCULO



ANEXO I

GERA	CENTRO DE COMPUTO	FECHA	30 de Marzo de 1967	CLASIFICACION	ALMACEN	TABLA	TIPO	VALOR	DESCRIPCION
EQUIPO	CCM-1	RESERVA	220 / 107	3 A 10	3 A 10	3 A 10	3 A 10	3 A 10	CENTRO DE COMPUTO 471 eAm

Capacidad (HP)	Equipo	Fam.	Tercé (M)	Carga Instal (W)	Carga Dem (W)	Fact Dem (Amp)	Módulos en CCM-1				Arreglo de cables				Alimentador definitivo				Costo Total Real
							Cap. Inst. (W)	Fact. Dem (Amp)	Arreglo de cables (Amp)	Arreglo de cables (Amp)	Arreglo de cables (Amp)	Arreglo de cables (Amp)	Arreglo de cables (Amp)	Arreglo de cables (Amp)	Arreglo de cables (Amp)	Arreglo de cables (Amp)	Arreglo de cables (Amp)	Arreglo de cables (Amp)	

O LERNALOS																			
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.14	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	0.55
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.14	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	1.64
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.14	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	1.91
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.00	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	2.18
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.00	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	2.45
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.00	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	2.72
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.00	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	2.99
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.00	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	3.26
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.00	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	3.53
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.00	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	3.80
1000	U.A.P.B.	3	220	7460	7460	100	29.00	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	4.07

TOTAL	3	220	2234	7414	100	29.00	3	4	107	4 x 107	10	300.0	10	4	107	10	300.0	0.61
-------	---	-----	------	------	-----	-------	---	---	-----	---------	----	-------	----	---	-----	----	-------	------

ALIMENTADOR DEL CCM-1:

300.0	4	107	28.4	10	300.0	4	107	0.61
-------	---	-----	------	----	-------	---	-----	------

0.61

OBRA	CENTRO DE COMPUTO	FECHA	30 de Marzo de 1967	ELABORADO	M. NIVISO	CARTELERO	TRV	UBICACION
EQUIPO	CCM-2	TENSION	220 / 127	FASES	3=105	3=105	0.4	PORTO RICO 271

Cantidad	Equipo	Fase	Tension	Carga Instalada (W)	Carga Demanda (W)	Fact Dem	I Prom (Amp)	Interruptores CCM o las				Arrancador		Seccionale		Alimentador de prueba		Alimentador definitivo		Cada Tension Real				
								Cap Nom	Watts	C Int Amp	Tip	Watts	Watts	Cap Nom	Watts	Cap Nom	Watts	Cap Nom	Watts		Cap Nom	Watts	Cap Nom	Watts
0 CERRADOS																								
750	BAP1	3	220	5595	5595	100	23.00	3 x 30	(10)	4000	10	5000	10	5000	10	25	250	10	10	5000	10	10	13	124
750	BAP1	3	220	5595	5595	100	23.00	3 x 30	(10)	4000	10	5000	10	5000	10	25	250	10	10	5000	10	10	13	124
100	C1	3	220	745	745	100	3.60	3 x 15	(10)	4000	10	5000	10	5000	10	25	250	10	10	5000	10	10	13	026
750	BAP2	3	220	5595	5595	100	23.00	3 x 30	(10)	4000	10	5000	10	5000	10	25	250	10	10	5000	10	10	13	172
750	BAP2	3	220	5595	5595	100	23.00	3 x 30	(10)	4000	10	5000	10	5000	10	25	250	10	10	5000	10	10	13	172
100	C2	3	220	745	745	100	3.50	3 x 15	(10)	4000	10	5000	10	5000	10	25	250	10	10	5000	10	10	13	033
100	BACH1	3	220	745	745	100	3.50	3 x 15	(10)	4000	10	5000	10	5000	10	25	250	10	10	5000	10	10	13	025
100	BKCM2	3	220	745	745	100	3.50	3 x 15	(10)	4000	10	5000	10	5000	10	25	250	10	10	5000	10	10	13	034

TOTAL	3	220	25354	25354	100	100.00	2 x 150	(10)	4000
-------	---	-----	-------	-------	-----	--------	---------	------	------

ALIMENTADOR DEL CCM:

10	40	25	1000	10	5000	10	10	5000	10	10	13	125
----	----	----	------	----	------	----	----	------	----	----	----	-----

(10)
(10)

OBRA	CENTRO DE COMPUTO	FECHA	30 de Marzo de 1997	EDIFICIO	2. N. H. NO	LABORIO	1.0	PROYECTO	2.0
EQUIPO	NOI	TIPO	220 / 127	PAIS	FRANCIA	4.0	5.0	6.0	7.0

Carga de Equipos	Equipo	Fase	Inscrit [V]	Carga Inscrit [W]	Carga Demand [W]	Fact Dem	Inom [Amp]	Resistencia (R) [Ohm]		Inductancia (L) [mH]		Capacitancia (C) [mF]		Impedancia [Ohm]	Amperios [Amp]	Amperios de protección				Alimentador definitivo			Carga Inscrit [W]		
								R1	R2	L1	L2	C1	C2			Calibre [mm ²]	Secc. [mm ²]	Cable [mm ²]	Carga [W]	Zona [m]	Res				
0 DERIVADOS																									
15.00	ELEV-2	3	220	11.100	11.100	1.00	44.00	3	0	100	4000	0	0	0	4	15	25	150	4	4	25	5	1	25	154
20.00	PC-1	3	220	14.000	14.000	1.00	56.00	3	0	100	4000	0	0	0	4	15	25	150	4	4	25	5	1	25	292
20.00	PC-2	3	220	14.000	14.000	1.00	56.00	3	0	100	4000	0	0	0	4	15	25	150	4	4	25	5	1	25	292
15.00	ELEV-1	3	220	11.100	11.100	1.00	44.00	3	0	100	4000	0	0	0	4	15	25	150	4	4	25	5	1	25	154

OBRA	CENTRO DE COMPUTO	FECHA	30 de Marzo de 1997	ELABORO	JN REVISO	CABLEADO	INCL	PROYECCION
EQUIPO	TABLUEZ	TENSION	220 / 137	FASES	3 FUSOS 4 FASES	09		CENTRO DE COMPUTO 471

Cableado (HP)	Equipo	Fase	Tensi ^o (V)	Carga Inst ^a (W)	Carga Dem ^a (W)	Fact. Dem	Inom (Amp)	Interruptor en CCM o Tab (Cap Nom P x Amp)	Marco	Cap. (Amp)	Tip	Cableado (mm ²)	Tem ^a	Accesorio (Cap Nom P x Amp)	Fuente	Amperaje (Amp por fase)	Amperaje de conexión (mm ²)	Max (N)	Min (mm ²)	Alimentador definitivo (Cap Nom por fase)	Ca. (mm ²)	Seco	Ca. (mm ²)	Calificación (T ^o D ^o)	Cada Tensi ^o Real
0 DERIVADOS																									
1000	U.A.S.H	3	220	7450	7450	1.00	29.00	3 x 40	1000	47034	1P	S.G.1	0.45	3 x 60	50	8	33	25	6.03	8	8	8.376	10	T. 19	180
1000	U.A.S.H	3	220	7450	7450	1.00	29.00	3 x 40	1000	47034	1P	S.G.1	0.45	3 x 60	50	8	33	25	6.03	8	8	8.376	10	T. 19	202
1000	U.A.S.H	3	220	7450	7450	1.00	29.00	3 x 40	1000	47034	1P	S.G.1	0.45	3 x 60	50	8	42	15	7.67	8	8	8.376	10	T. 19	229
500	U.A.S.H	3	220	3730	3730	1.00	15.00	3 x 20	1000	47034	1P	S.G.2	0.45	3 x 30	25	8	15	4.11	8	8	5.771	14	T. 13	190	

TOTAL	3	220	25110	25110	1.00	122.00	3 x 159	1500	47034
-------	---	-----	-------	-------	------	--------	---------	------	-------

(1A)

131.00

ALIMENTADOR DEL TABLUEZ	15	40	15	15.00	2	15	52452	8	T. 51	121
-------------------------	----	----	----	-------	---	----	-------	---	-------	-----

OBRA: CENTRO DE COMPUTO	FECHA: 24 de Febrero de 1995	ELABORO: JCM/REVICO	AMC	UBIC: PLANTA BAJA
EQUIPO: TABLERO GENERAL NORMAL	TENSION: 220 /	127/FASES	3	MLOS 4 / FAC POT 09
				icc = 47 092 kA.s/m

Ubicacion	Equipo	Fases	Tens. [M]	Carga Instal [W]	Carga Continua [W]	Carga No Cont. [W]	Inom [Amp]	Ical [Amp]	Interruptor				Alim por cada de tension			Alimentador definitivo			Cada Tension Real
									Typo	Cap [mm ²]	Tem [mm ²]	Maico [mm ²]	Cap Int [mm ²]	Alim por fase	Calibre por fase	Long [m]	C/Mar [m/s]	S/MIn [mm ²]	

DERIVADOS

TAB GEN	PBA	3	220	14 440	11 316	3 124	42 11	53 35	Term	3 x 70	[100]	47 092	4	15	2 00	4 97	10	4	21 15	8	T -	32	0 47	
TAB GEN	PBB	3	220	10 040	8 156	1 884	29 28	35 25	Term	3 x 40	[100]	47 092	8	26	2 00	5 99	2	8	8 367	10	T -	25	1 43	
TAB GEN	PBC	3	220	20 600	15 540	5 060	63 07	71 40	Term	3 x 100	[100]	47 092	2	57	2 00	26 96	2	2	33 62	8	T -	38	1 60	
TAB GEN	PBD	3	220	21 600	15 540	5 060	61 23	72 85	Term	3 x 100	[100]	47 092	2	47	2 00	22 66	2	2	33 62	8	T -	38	1 35	
TAB GEN	P1A	3	220	26 640	19 656	6 984	77 68	92 15	Term	3 x 100	[100]	47 092	2	30	2 00	19 35	4	2	33 62	8	T -	28	1 05	
TAB GEN	P1B	3	220	20 176	15 358	4 818	58 83	70 03	Term	3 x 100	[100]	47 092	2	45	2 00	20 84	4	2	33 62	8	T -	38	1 24	
TAB GEN	P1C	3	220	22 888	16 979	5 709	66 16	78 53	Term	3 x 100	[100]	47 092	2	73	2 00	38 02	10	10	53 48	8	T -	51	1 42	
TAB GEN	P1D	3	220	18 600	14 260	4 340	54 24	64 63	Term	3 x 70	[100]	47 092	4	60	2 00	15 62	2	2	33 62	3	T -	38	1 52	
TAB GEN	P2A	3	220	7 568	7 568	2 212	23 06	35 27	Term	3 x 40	[100]	47 092	8	43	2 00	7 81	8	8	8 367	10	T -	25	1 87	
TAB GEN	P2B	3	220	11 840	9 468	2 354	34 52	41 42	Term	3 x 40	[100]	47 092	6	55	2 00	14 95	4	4	21 15	10	T -	32	1 41	
TAB GEN	P2C	3	220	14 240	11 376	2 864	41 52	49 52	Term	3 x 50	[100]	47 092	6	76	2 00	24 84	2	2	33 62	10	T -	38	1 48	
TAB GEN	P2D	3	220	18 640	14 256	4 384	54 35	64 74	Term	3 x 70	[100]	47 092	4	65	2 00	27 81	2	2	33 62	5	T -	38	1 65	
TAB GEN	P3A	3	220	26 640	19 656	6 984	77 68	92 15	Term	3 x 100	[100]	47 092	2	36	2 00	22 02	2	2	33 62	8	T -	38	1 31	
TAB GEN	P3B	3	220	20 176	15 358	4 818	58 83	70 03	Term	3 x 100	[100]	47 092	2	50	2 00	23 76	2	2	33 62	8	T -	38	1 38	
TAB GEN	P3C	3	220	22 888	16 979	5 709	66 16	78 53	Term	3 x 100	[100]	47 092	2	81	2 00	42 19	10	10	53 48	8	T -	51	1 58	
TAB GEN	P3D	3	220	18 600	14 260	4 340	54 24	64 63	Term	3 x 70	[100]	47 092	4	67	2 00	28 61	2	2	33 62	8	T -	38	1 70	
TAB GEN	COT	3	220	9 176	8 254	918	26 76	32 78	Term	3 x 40	[100]	47 092	8	33	2 00	6 95	8	8	8 367	10	T -	25	1 66	
TAB GEN	SGCRPB	3	220	100 000	100 000	0	291 59	364 49	Term	3 x 400	[400]	47 092	100	100	2 00	87 64	30	300	100	25 34	2	T -	100	0 49

TOTAL	3	220	304 032	235 152	71 152	626 71	1 064 04	1 364 51	Term	3 x 1100	[1000]	47 092												
-------	---	-----	---------	---------	--------	--------	----------	----------	------	----------	--------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

NOTAS

- 1- Los interruptores derivados están calculados en base al 125% de la carga continua mas el 100% de la carga no continua
- 2- Las capacidades de interruptores indicadas corresponden a las normalizadas en equipos marca Square D
- 3- No se permite la instalación de monofases, fases con cables menores a 10 (53 48 mm²) en charcos

OBRA: CENTRO DE COMPUTO	FECHA: 24 de Febrero de 1995	ELABORO	JCMH	REVISO: ANC	UBIC: PLANTA BAJA
EQUIPO: TABLERO GENERAL EMERGENCIA	TENSION 220 / 127	FASES 3	HILOS 4	FAC POT 0.9	Kc+ 47 092 AA sm

Ubicacion	Equipo	Fases	Tensac (V)	Carga Instal (W)	Carga Continua (W)	Carga No Cont (W)	Inom (Amp)	Ical (Amp)	Interruptor				Alim por cada de tension				Alimentador definitivo			Cada Real
									Tipo	Cap Nom P x Amp	Marco	Cap Int KA	Calibre por fase	Long (m)	C Max (%)	S Min (mm ²)	Calibre por fase	Calibre por fase	Secc (mm ²)	

DERIVADOS

TAB GE	PBGE	3	220	4 536	3 856	680	13.23	16.04	Term	3 x 20	(100)	47 092	10	15	2.00	1.56	12	10	5.26	12	T-	19	0.58
TAB GE	PBFE	3	220	4 347	3 695	652	12.68	15.37	Term	3 x 20	(100)	47 092	10	47	2.00	4.69	10	10	5.26	12	T-	19	1.78
TAB GE	PIGE	3	220	4 536	3 856	680	13.23	16.04	Term	3 x 20	(100)	47 092	10	43	2.00	4.48	10	10	5.26	12	T-	19	1.70
TAB GE	PIFE	3	220	4 347	3 695	652	12.68	15.37	Term	3 x 20	(100)	47 092	10	65	2.00	6.49	8	8	8.367	12	T-	25	1.55
TAB GE	PJGE	3	220	4 536	3 856	650	13.23	16.04	Term	3 x 20	(100)	47 092	10	58	2.00	6.04	8	8	8.367	12	T-	25	1.44
TAB GE	PJFE	3	220	4 347	3 695	652	12.68	15.37	Term	3 x 20	(100)	47 092	10	70	2.00	6.99	8	8	8.367	12	T-	25	1.67
TAB GE	P3GE	3	220	4 536	3 856	650	13.23	16.04	Term	3 x 20	(100)	47 092	10	65	2.00	7.08	8	8	8.367	12	T-	25	1.69
TAB GE	P3P3	3	220	4 347	3 695	652	12.68	15.37	Term	3 x 20	(100)	47 092	10	80	2.00	7.58	8	8	8.367	12	T-	25	1.91
TAB GE	SOTE	3	220	7 902	4 529	759	23.06	18.84	Term	3 x 20	(100)	47 092	10	35	2.00	6.35	8	8	8.367	12	T-	25	1.52
TAB GE	COMPUTO	3	220	7 902	25 500	4 500	23.06	106.07	Term	3 x 125	(250)	47 092	10	60	2.00	10.89	6	10	53.48	6	T-	51	0.41
TAB GE	SGCRP1	3	220	150 000	150 000	0	437.39	546.73	Term	3 x 600	(1000)	47 092	2-350 KCM	38	1.50	174.47	350 KCM	2-350 KCM	354.6	10	T-	2-76	0.74
TAB GE	SGCRP2	3	220	75 000	75 000	0	218.69	273.37	Term	3 x 300	(400)	47 092	350 KCM	47	1.50	107.90	250 KCM	350 KCM	177.3	4	T-	76	0.91
TAB GE	SGCRP3	3	220	150 000	150 000	0	437.39	546.73	Term	3 x 600	(1000)	47 092	2-350 KCM	56	1.50	257.12	2-300 KCM	350 KCM	354.6	10	T-	2-76	1.09

TOTAL	3	220	426 348	435 233	10 627	1 243.16	1 617.36	Elect	3 x 1705	(2000)	47 092
-------	---	-----	---------	---------	--------	----------	----------	-------	----------	--------	--------

NOTAS

- 1- Los interruptores derivados estan calculados en base al 125% de la carga continua mas el 100% de la carga no continua
- 2- Las capacidades interruptivas indicadas corresponden a las normalizadas en equipos marca Square D
- 3- No se permite la instalacion de monoconductoras con calibres menores a 10 (53.48 mm²) en charolas

OBRA: CENTRO DE COMPUTO	FECHA: 24 de Febrero de 1995	ELABORO: JCM	REVISO: AMC	UBIC: PLANTA BAJA
EQUIPO: TAB SUBG C REGULADOS PB	TENSION: 220 / 127	FASES: 3	HILO: 4	FAC POT: 0.9
			icc:	47.09 kA sm

Ubicacion	Equipo	Fases	Tens: [V]	Carga Instal [W]	Carga Continua [W]	Carga No Cont [W]	I nom [Amp]	I cal [Amp]	Interruptor				Alm por Int Calibre por fase	Alm por cada de tension			Alimentador definitivo			Cada Tension Real
									Tipo	Cap [P x Amp]	Hom [Marco]	Cap Int [AA]		Long [m]	C Max [%]	S Min [mm2]	Calibre por fase	Calibre por fase	Secc [mm2]	

DERIVADOS

AB SGCRP	AE	3	220	18 000	15 500	2 700	52.49	63.64	Term	3 x 70	[100]	47.09	4	20	1.00	16.53	4	4	21.15	8	T.	32	0.78
AB SGCRP	BE	3	220	9 000	7 650	1 350	26.24	31.82	Term	3 x 40	[100]	47.09	8	32	1.00	13.22	6	6	13.31	10	T.	32	0.99
AB SGCRP	CE	3	220	31 500	26 775	4 725	91.65	111.37	Term	3 x 125	[250]	47.09	1.0	63	1.00	91.12	4.0	4.0	107.2	6	T.	64	0.85
AB SGCRP	DE	3	220	29 000	24 650	4 350	84.56	102.53	Term	3 x 125	[250]	47.09	1.0	53	1.00	70.57	3.0	3.0	85.01	6	T.	64	0.83

TOTAL	3	220	87 500	74 375	13 125	255.14	309.36	Term	3 x 350	[400]	47.09												
-------	---	-----	--------	--------	--------	--------	--------	------	---------	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- NOTAS
- 1- Los interruptores derivados estan calculados en base al 125% de la carga continua mas el 100% de la carga no continua
 - 2- Las capacidades interruptivas indicadas corresponden a las normalizadas en equipos marca Square D
 - 3- No se permite la instalacion de monoconductores con calibres menores a 1.0 (53.48 mm2) en charolas

OBRA	CENTRO DE COMPUTO	FECHA	24 de Febrero de 1995	ELABORO	JCM/REVISO	AMC	UBIC	PRIMER NIVEL
EQUIPO	TAB SUBG REGULADOS PI	TENSION	220 / 127	FASES	3	HILOS	4	FAC POT 0.9 Icc = 47.092 kA nom

Ubicacion	Equipo	Fases	Tens.c	Carga Instal (W)	Carga Continua (W)	Carga No Cont (W)	Inom (Amp)	Ical (Amp)	Interruptor				Aim por Int			Aim por cada de tension			Alimentador definitivo			Caída Real
									Tipo	Cap Nom	Marco	Cap Int	Calibre	Long	C Max	S Min	Calibre	Calibre	Secc	Cable	Canalización	

DERIVADOS

TAB SGCRP1	AE	3	220	45 500	38 675	6 825	132.67	160.87	Term	3 x 175	[250]	47.092	20	20	100	41.78	10	20	87.43	6	T-	51	0.62
TAB SGCRP1	BE	3	220	28 500	24 225	4 275	83.10	100.76	Term	3 x 125	[250]	47.092	10	32	100	41.87	10	10	53.45	6	T-	51	0.78
TAB SGCRP1	CE	3	220	35 000	29 750	5 250	102.08	123.74	Term	3 x 125	[250]	47.092	10	63	100	101.24	40	40	107.2	6	T-	64	0.94
TAB SGCRP1	DE	3	220	28 500	24 225	4 275	83.10	100.76	Term	3 x 125	[250]	47.092	10	51	100	69.35	30	30	85.01	6	T-	64	0.82

TOTAL	3	220	137 500	116 875	20 625	400.94	486.14	Term	3 x 500	[1000]	47.092												
-------	---	-----	---------	---------	--------	--------	--------	------	---------	--------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

NOTAS

- 1- Los interruptores derivados estan calculados en base al 125% de la carga continua mas el 100% de la carga no continua
- 2- Las capacidades interruptivas indicadas corresponden a las normalizadas en equipos marca Square D
- 3- No se permite la instalacion de monoconductores con calibres menores a 10 (53.48 mm²) en charolas

OBRA: CENTRO DE COMPUTO	FECHA: 24 de Febrero de 1995	ELABORÓ: JCM	REVISÓ: AMC	UBIC: SEGUNDO NIVEL
EQUIPO: TAB SUBG C REGULADOS P2	TENSION 220 / 127	FASES 3	HILOS 4	FAC POT 0.9
			icc =	47.092 kA am

Ubicación	Equipo	Fases	Tensión [V]	Carga Instal [W]	Carga Continua [W]	Carga No Cont [W]	I nom [Amp]	I cal [Amp]	Interruptor				Alm por int Calibre por fase	Alm por cada de línea			Alimentador definitivo			Cada Tensión Real			
									Tipo	Cap Nom P x Amp	Marco Cap Int IA	Cap Int IA		Long [m]	C Max [%]	S Min [mm ²]	Calibre por fase	Calibre por fase	Secc [mm ²]		Cable Tierra	Conexión Tipo	Dim
DERIVADOS																							
TAB SGCRP2	AE	3	220	12.000	10.200	1.800	34.99	42.43	Term	3 x 50	[100]	47.092	6	20	1.00	11.02	6	6	13.3	10	T-	32	0.83
TAB SGCRP2	BE	3	220	8.000	5.100	900	17.50	21.21	Term	3 x 30	[100]	47.092	10	32	1.00	8.82	6	6	13.3	10	T-	32	0.88
TAB SGCRP2	CE	3	220	28.000	22.100	3.900	75.81	91.92	Term	3 x 100	[100]	47.092	2	63	1.00	75.21	3.0	3.0	85.01	8	T-	64	0.88
TAB SGCRP2	DE	3	220	30.000	25.500	4.500	87.48	106.07	Term	3 x 125	[250]	47.092	1.0	53	1.00	73.00	3.0	3.0	85.01	6	T-	64	0.88

TOTAL	3	220	74.000	62.800	11.100	215.78	261.63	Term	3 x 300	[400]	47.092												
--------------	----------	------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	-------------	----------------	--------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

NOTAS

- 1- Los interruptores derivados están calculados en base al 125% de la carga continua mas el 100% de la carga no continua
- 2- Las capacidades interruptivas indicadas corresponden a las normalizadas en equipos marca Square D
- 3- No se permite la instalación de monoconductores con calibres menores a 1/0 (53.48 mm²) en charolías

OBRA	CENTRO DE COMPUTO	FECHA	24 de Febrero de 1995	ELABORO	JCMH/REVISO	AMC	UBC	TERCER NIVEL			
EQUIPO	TAB SUBG C REGULADOS P3	TENSION	220 / 127	FASES	3	HILOS	4	FAC POT	0.9	kcc =	47 092 kA km

Ubicacion	Equipo	V	Carga Instal [W]	Carga Continua [W]	Carga No Cont [W]	Inom [Amp]	Ical [Amp]	Interruptor				Alm por int	Alm por cada de tension			Alimentador definitivo				Cada Tension Real			
								Tipo	Cap P x Amp	Nom Marco	Cap Int kA		Calibre por fase	Long (m)	C Max [%]	S Min [mm2]	Calibre por fase	Calibre por fase	Secc [mm2]		Cable Tierra	Canalizacion Tipo	Dim
DERIVADOS																							
TAB SGC RP3	AE	3	220	45 500	38 675	6 825	132.67	160.87	Term	3 x 125	[250]	47 092	2 0	20	100	41.78	1 0	2 0	67.43	6	T -	51	0.82
TAB SGC RP3	BE	3	220	28 500	24 225	4 275	83.10	100.76	Term	3 x 125	[250]	47 092	1 0	32	100	41.87	1 0	1 0	53.48	8	T -	51	0.78
TAB SGC RP3	CE	3	220	35 000	29 750	5 250	102.06	123.74	Term	3 x 125	[250]	47 092	1 0	63	100	101.24	4 0	4 0	107.2	6	T -	64	0.84
TAB SGC RP3	DE	3	220	28 500	24 225	4 275	83.10	100.76	Term	3 x 125	[250]	47 092	1 0	53	100	69.35	3 0	3 0	85.01	8	T -	64	0.82

TOTAL	3	220	137 500	116 875	20 625	400.94	486.14	Term	3 x 500	[1000]	47 092												
-------	---	-----	---------	---------	--------	--------	--------	------	---------	--------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- NOTAS
- 1- Los interruptores derivados estan calculados en base al 125% de la carga continua mas el 100% de la carga no continua
 - 2- Las capacidades interruptivas indicadas corresponden a las normalizadas en equipos marca Square D
 - 3- No se permite la instalacion de monoconductores con calibres menores a 10 (53.48 mm²) en charolas

TABLERO: GE	OBRA	CENTRO DE COMPUTO	TENSION 220	137
UBICACIÓN TERCER NIVEL EMERGENCIA	MARCA	Condicón 3	Capa Max 2.5T	
COBERTURA 26 de Abril de 1966	TIPO	FASES 3	F. POT 0.00	
		FASES 3	HIJOS 4	

CIRCUITO	I N T (P x A)	I O	CARGA INSTAL (watts)	63						CORR (%)	ICAFS (%)	ALIMENT (%)	CARGA (%)	B A L A N C E O			
														FASE A	FASE B	FASE C	
GE - 1	1 x 15	5	504	B						4.41	15	1	1.00	5.4			
GE - 2	1 x 15	5	504	B						4.41	15	1	1.00	5.4			
GE - 3	1 x 15	5	504	B						4.41	15	1	1.00		5.4		
GE - 4	1 x 15	5	504	B						4.41	15	1	1.00		5.4		
GE - 5	1 x 15	5	504	B						4.41	15	1	1.00			1.04	
GE - 6	1 x 15	5	504	B						4.41	15	1	1.00			1.04	
GE - 7	1 x 15	5	504	B						4.41	15	1	1.00	5.4			
GE - 8	H																
GE - 9	1 x 15	5	504	B						4.41	15	1	1.00		5.4		
GE - 10	H																
GE - 11	1 x 15	5	504	B						4.41	44	1	1.00			5.4	
GE - 12	H																
GE - 13	H																
GE - 14	H																
GE - 15	H																
GE - 16	H																
GE - 17	H																
GE - 18	H																
GE - 19	H																
GE - 20	H																
GE - 21	H																
GE - 22	H																
GE - 23	H																
GE - 24	H																
GE - 25	H																
GE - 26	H																
GE - 27	H																
GE - 28	H																
GE - 29	H																
GE - 30	H																
GE - 31	H																
GE - 32	H																
GE - 33	H																
GE - 34	H																
GE - 35	H																
GE - 36	H																
GE - 37	H																
GE - 38	H																
GE - 39	H																
GE - 40	H																
GE - 41	H																
GE - 42	H																
Cargas Continuas (con capacidad)																	
CARGA INST. TOTAL										4.59	4.59						
CARGA CONTINUA										4.59	4.59						
CARGA NO CONTINUA																	
										13.25	13.25	1.00		100	100	100	
										INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO				
										3			20				

- NOTAS:**
1. Dirección de interrupción: A - Tierra, B - Fase de normal, C - Dirección de la línea Tierra
 2. Dirección de interrupción: A - Fase de normal, B - Dirección de la línea Tierra, C - Tierra

TABLERO: FE		OBRA	CENTRO DE COMPUTO	TENSION	220	127													
UBICACION	TERCER NIVEL EMERGENCIA		MARCA	Caja Max. 250															
GOBERNATURA	Consejo 3		TIPO	F POT															
FECHA	26 de Abril de 1966		FASES	3															
			MOS	4															
CIRCUITO	I N T P x A I P O	I CARGA INSTAL (watts)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	BALANCEO							
												COPR (Amp)	LONG (m)	A. VENT No	CADA (%)	FASE A	FASE B	FASE C	
FE - 1	1 x 15	441	7																
FE - 2	1 x 15	504	8																
FE - 3	1 x 15	441	7																
FE - 4	1 x 15	504	8																
FE - 5	1 x 15	504	8																
FE - 6	1 x 15	504	8																
FE - 7	1 x 15	504	8																
FE - 8	H																		
FE - 9	1 x 15	504	8																
FE - 10	R																		
FE - 11	1 x 15	441	7																
FE - 12	R																		
FE - 13	R																		
FE - 14	R																		
FE - 15	H																		
FE - 16	H																		
FE - 17	R																		
FE - 18	R																		
FE - 19	R																		
FE - 20	R																		
FE - 21	R																		
FE - 22	R																		
FE - 23	R																		
FE - 24	R																		
FE - 25	R																		
FE - 26	R																		
FE - 27	R																		
FE - 28	R																		
FE - 29	R																		
FE - 30	R																		
FE - 31	R																		
FE - 32	R																		
FE - 33	R																		
FE - 34	R																		
FE - 35	R																		
FE - 36	R																		
FE - 37	R																		
FE - 38	R																		
FE - 39	R																		
FE - 40	R																		
FE - 41	R																		
FE - 42	R																		
Carga Continua (2) Carga No Cont																			
CARGA INST. TOTAL:		4347	4347																
CARGA CONTINUA		4347	4347																
CARGA NO CONTINUA																			
INTERROPTOR PRINCIPAL												3	x	20	DESBALANCEO MAXIMO				

- NOTAS: 1 - Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protector de falla a tierra
2 - Los alimentadores apropiados para cada circuito se indican por frase en paros del lado a factor de ajuste en el instalarse en la capacidad correspondiente.

TABLERO: P3DE OBRA: CENTRO DE COMPUTO FENSIÓN 220 127

UBICACION TERCER PISO MARCA Cada Max 250
 COBERTURA Conexión 3 TIPO F POT 0.60
 FECHA 26 de Abril de 1996 FASES 3 HILOS 4

CIRCUITO	I N T (P x A)	I INSTAL (watts)	P D	500	BALANCEO										
					CORR (A%)	LONG (m)	ALIMENT (%)	CAIDA (V)	FASE A	FASE B	FASE C				
P3DC- 1	1 x 30 R	2,000	4		17.49	6	2	10	0.63	2000					
P3DC- 2	1 x 30 R	2,000	4		17.49	12	2	10	1.26	2000					
P3DC- 3	1 x 30 N	2,000	4		17.49	7	2	10	0.73		2000				
P3DC- 4	1 x 30 N	2,000	4		17.49	13	2	10	1.36		2000				
P3DC- 5	1 x 30 R	2,000	4		17.49	10	2	10	1.06			2000			
P3DC- 6	1 x 30 N	2,000	4		17.49	15	2	10	1.57			2000			
P3DC- 7	1 x 30 N	2,000	4		17.49	16	2	10	1.68			2000			
P3DC- 8	1 x 30 N	2,000	4		17.49	18	2	10	1.88			2000			
P3DC- 9	1 x 30 N	2,000	4		17.49	19	2	10	1.96			2000			
P3DC- 10	1 x 30 N	2,000	4		17.49	19	2	10	1.96			2000			
P3DC- 11	1 x 30 N	2,000	4		17.49	15	2	10	1.57			2000			
P3DC- 12	1 x 30 N	2,000	4		17.49	21	2	10	2.10			2000			
P3DC- 13	1 x 20 N	1,500	3		13.12	24	2	10	1.66	1500					
P3DC- 14	R														
P3DC- 15	1 x 20 N	1,500	3		13.12	27	2	10	2.12		1500				
P3DC- 16	R														
P3DC- 17	1 x 20 N	1,500	3		13.12	11	2	10	1.31			1500			
P3DC- 18	R														
P3DC- 19	R														
P3DC- 20	R														
P3DC- 21	R														
P3DC- 22	R														
P3DC- 23	R														
P3DC- 24	R														
P3DC- 25	R														
P3DC- 26	R														
P3DC- 27	R														
P3DC- 28	R														
P3DC- 29	R														
P3DC- 30	R														
P3DC- 31	R														
P3DC- 32	R														
P3DC- 33	R														
P3DC- 34	R														
P3DC- 35	R														
P3DC- 36	R														
P3DC- 37	R														
P3DC- 38	R														
P3DC- 39	R														
P3DC- 40	R														
P3DC- 41	R														
P3DC- 42	R														
1) Carga Continua (2) Carga No Conti															
CARGA INST. TOTAL					28,500	28,500				33.11	Carga Max. (watts)	3,300	2000	2000	2000
CARGA CONTINUA					28,500	28,500				INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO		
CARGA NO CONTINUA										3		100			

- NOTAS: 1- Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
 2- Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en planos de detalle a factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO : P3CE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220	127
UBICACION	TERCER PISO		MARCA	Carga Max	2.50	
COBERTURA	Conseco 3		TIPO	F.POT	0.90	
FECHA	28 de Abril de 1968		FASES	HLCS	4	

CIRCUITO	I N T (P x A)	I P O	CARGA INSTAL (watt)	Ⓢ 500					CORR [Amp]	LONG [m]	ALIMENT [No]	CAIDA [V]	BALANCEO		
													FASE A	FASE B	FASE C
PXC - 1	1 x 30	N	2,000	4				17.49	11	2	15	1.15	2000		
PXC - 2	1 x 30	N	2,000	4				17.49	11	2	15	1.16	2000		
PXC - 3	1 x 30	N	2,000	4				17.49	11	2	15	1.16		2000	
PXC - 4	1 x 30	N	2,000	4				17.49	15	2	15	1.66		2000	
PXC - 5	1 x 30	N	2,000	4				17.49	14	2	15	1.47			2000
PXC - 6	1 x 30	N	2,000	4				17.49	23	2	15	2.59			2000
PXC - 7	1 x 30	N	2,500	5				21.67	15	2	15	1.66	2500		
PXC - 8	1 x 30	N	2,000	4				17.49	17	2	15	1.78	2000		
PXC - 9	1 x 30	N	2,500	5				21.67	17	2	15	2.23		2500	
PXC - 10	1 x 30	N	2,000	4				17.49	18	2	15	1.89		2000	
PXC - 11	1 x 30	N	2,000	4				17.49	17	2	15	1.78			2000
PXC - 12	1 x 30	N	2,000	4				17.49	21	2	15	2.32			2000
PXC - 13	1 x 20	N	1,500	3				13.12	17	2	15	2.12	1500		
PXC - 14	1 x 15	N	1,000	2				8.75	33	2	15	1.73	1000		
PXC - 15	1 x 15	N	1,000	2				8.75	31	2	15	1.62		1000	
PXC - 16	1 x 15	N	1,000	2				8.75	30	2	15	1.58		1000	
PXC - 17	1 x 15	N	1,000	2				8.75	25	2	15	1.28			1000
PXC - 18	1 x 15	N	1,000	2				8.75	30	2	15	1.63			1000
PXC - 19	1 x 15	N	500	1				4.37	44	2	15	1.83	500		
PXC - 20	R														
PXC - 21	1 x 15	N	1,000	2				8.75	34	2	15	1.78		1000	
PXC - 22	1 x 15	N	500	1				4.37	37	2	15	1.54	500		
PXC - 23	1 x 15	N	1,000	2				8.75	39	2	15	2.04			1000
PXC - 24	1 x 15	N	500	1				4.37	38	2	15	1.56			500
PXC - 25	R														
PXC - 26	R														
PXC - 27	R														
PXC - 28	R														
PXC - 29	R														
PXC - 30	R														
PXC - 31	R														
PXC - 32	R														
PXC - 33	R														
PXC - 34	R														
PXC - 35	R														
PXC - 36	R														
PXC - 37	R														
PXC - 38	R														
PXC - 39	R														
PXC - 40	R														
PXC - 41	R														
PXC - 42	R														

1) Carga Continua (C) Carga no Cont

CARGA INST. TOTAL	35,000	35,000													
CARGA CONTINUA	35,000	35,000													
CARGA NO CONTINUA															

INTERRUPTOR PRINCIPAL	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
DESBALANCEO MAXIMO															
	3														

- NOTAS:**
- Para tipo de interruptor considerar: I = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
 - Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en planos de obra al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO: P3BE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION		220		127								
UBICACION			TERCER PISO		MARCA		Cable Mas		250							
COBERTURA			Consección 3		TIPO		F.PQT		0.90							
FECHA			26 de Abril de 1968		FASES		3		HILOS		4					
CIRCUITO	I N T (P x A)	I P Q	CARGA INSTAL. (watt)	⊕ 500					CORR (%)	LONG (m)	ALIMENT No	CAIDA Ca	CAIDA (%)	BALANCEO		
														FASE A	FASE B	FASE C
P3E-1	1 x 30	N	2,000	4					17.45	11	2	15	1.15	2,000		
P3E-2	1 x 30	N	2,000	4					17.45	14	2	15	1.47	2,000		
P3E-3	1 x 30	N	2,000	4					17.45	13	2	15	1.36		2,000	
P3E-4	1 x 30	N	2,000	4					17.45	15	2	15	1.57		2,000	
P3E-5	1 x 30	N	2,000	4					17.45	12	2	15	1.05			2,000
P3E-6	1 x 30	N	2,000	4					17.45	15	2	15	1.57			2,000
P3E-7	1 x 30	N	2,000	4					17.45	18	2	15	1.88	2,000		
P3E-8	1 x 30	N	2,000	4					17.45	22	2	15	2.09	2,000		
P3E-9	1 x 30	N	2,000	4					17.45	19	2	15	1.96		2,000	
P3E-10	1 x 30	N	2,000	4					17.45	23	2	15	2.41		2,000	
P3E-11	1 x 30	N	2,000	4					17.45	19	2	15	1.96			2,000
P3E-12	1 x 30	N	2,000	4					17.45	14	2	15	1.47			2,000
P3E-13	1 x 20	N	1,500	3					13.12	21	2	15	1.65	1,500		
P3E-14	R															
P3E-15	1 x 30	N	1,500	3					13.12	20	2	15	1.54		1,500	
P3E-16	R															
P3E-17	1 x 20	N	1,500	3					13.12	22	2	15	1.73			1,500
P3E-18	R															
P3E-19	R															
P3E-20	R															
P3E-21	R															
P3E-22	R															
P3E-23	R															
P3E-24	R															
P3E-25	R															
P3E-26	R															
P3E-27	R															
P3E-28	R															
P3E-29	R															
P3E-30	R															
P3E-31	R															
P3E-32	R															
P3E-33	R															
P3E-34	R															
P3E-35	R															
P3E-36	R															
P3E-37	R															
P3E-38	R															
P3E-39	R															
P3E-40	R															
P3E-41	R															
P3E-42	R															
Carga Continúa (3) Carga No Cont.																
CARGA INST. TOTAL		28,500	28,500						81.11	14.5	2	15	1.41	250	250	250
CARGA CONTINUA		28,500	28,500						INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO				
CARGA NO CONTINUA									3				100			

- NOTAS: 1.- Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
2.- Los alimentadores así indicados para cada circuito podrán modificarse en punto de caída al factor de ajuste al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO : P3AE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220	127
UBICACIÓN	TERCER PISO			MARCA	Cada Max	
COBERTURA	Conexión J			TIPO	FPOF	
FECHA	26 de Abril de 1966			FASES	J	
					FLOS	4

CIRCUITO	I x I (P x A) O	I P O	CARGA INSTAL (watts)	Φ 500							CORR [A-1]	LONG [m]	ALUMEN [w Ca]	GACA [%]	BALANCEO						
															FASE A	FASE B	FASE C				
P3A- 1	1 x 30 N		2,000	4								17.49	13	2	13	1.6	2,000				
P3A- 2	1 x 30 N		2,000	4								17.49	13	2	13	1.6	2,000				
P3A- 3	1 x 30 N		2,000	4								17.49	13	2	13	1.6		2,000			
P3A- 4	1 x 30 N		2,000	4								17.49	14	2	13	1.4		2,000			
P3A- 5	1 x 30 N		2,000	4								17.49	12	2	13	1.6			2,000		
P3A- 6	1 x 30 N		2,000	4								17.49	15	2	13	1.5			2,000		
P3A- 7	1 x 30 N		2,000	4								17.49	17	2	13	1.6	2,000				
P3A- 8	1 x 20 N		1,500	3								13.12	19	2	13	2.3	1,500				
P3A- 9	1 x 30 N		2,000	4								17.49	16	2	13	1.6		2,000			
P3A- 10	1 x 20 N		1,500	3								13.12	25	2	13	1.6		1,500			
P3A- 11	1 x 30 N		2,000	4								17.49	16	2	13	1.6			2,000		
P3A- 12	1 x 20 N		1,500	3								13.12	18	2	13	2.3			1,500		
P3A- 13	1 x 20 N		1,500	3								13.12	21	2	13	1.6	1,500				
P3A- 14	1 x 20 N		1,500	3								13.12	22	2	13	1.7		1,500			
P3A- 15	1 x 20 N		1,500	3								13.12	15	2	13	1.9		1,500			
P3A- 16	1 x 25 N		1,500	3								13.12	29	2	13	2.2		1,500			
P3A- 17	1 x 25 N		1,500	3								13.12	19	2	13	2.3			1,500		
P3A- 18	1 x 25 N		1,500	3								13.12	21	2	13	1.6			1,500		
P3A- 19	1 x 20 N		1,500	3								13.12	26	2	13	2.0	1,500				
P3A- 20	1 x 15 N		1,000	2								6.75	31	2	13	1.6	1,000				
P3A- 21	1 x 20 N		1,500	3								13.12	28	2	13	2.0		1,500			
P3A- 22	1 x 15 N		1,000	2								6.75	33	2	13	1.7		1,000			
P3A- 23	1 x 20 N		1,500	3								13.12	25	2	13	1.6			1,500		
P3A- 24	1 x 20 N		1,500	3								13.12	28	2	13	2.2	1,500				
P3A- 25	1 x 25 N		1,500	3								13.12	29	2	13	2.2		1,500			
P3A- 26	1 x 15 N		1,000	2								6.75	35	2	13	1.9	1,000				
P3A- 27	1 x 15 N		500	1								4.37	43	2	13	1.9		500			
P3A- 28	1 x 15 N		500	1								4.37	38	2	13	1.8		500			
P3A- 29	1 x 15 N		500	1								4.37	43	2	13	1.6			500		
P3A- 30	1 x 15 N		1,000	2								6.75	36	2	13	1.8			1,000		
P3A- 31	4																				
P3A- 32	4																				
P3A- 33	1 x 15 N		1,000	2								6.75	32	2	13	1.6		1,000			
P3A- 34	4																				
P3A- 35	4																				
P3A- 36	4																				
P3A- 37	4																				
P3A- 38	4																				
P3A- 39	4																				
P3A- 40	4																				
P3A- 41	4																				
P3A- 42	4																				
T.Carga Continua en cada No. Cont											1										
CARGA INSTALADA				45 500	45 500								17.49	Cada Max. Mv.	2.3	13.12	15.87	15.87	15.87		
CARGA CONTINUA				45 500	45 500																
CARGA NO CONTINUA																					
											INTERRUPTOR PRINCIPAL		DESBALANCEO MAXIMO								
											3 x 175		3.23%								

- NOTAS:
- Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
 - Una a tres letras y números aquí indican para cada circuito para ser instalados en paños de cableo al interior de agrupamiento e instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO: P3D OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION 220 127	
UBICACION TERCE NIVEL		MARCA		Cada Mar 250	
COBERTURA Conexión 3		TIPO		F POT 0.90	
FECHA 26 de Abril de 1996		FASES 3		HILOS 4	

CIRCUITO	I (A)	P (W)	CARGA [watt]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	CORR [amp]	LONG [m]	ALIMENT [V]	CAIDA [%]	BALANCEO															
														FASE A	FASE B	FASE C													
P3D-1	1 x 15	3	600	10						1.90	15	2	12	1.00	600														
P3D-2	1 x 15	3	720	9						6.32	10	2	10	1.00	720														
P3D-3	1 x 15	3	600	10						7.30	14	2	12	1.00		600													
P3D-4	1 x 15	3	720	9						6.93	3	2	12	1.00		720													
P3D-5	1 x 15	3	660	12						6.40	20	2	12	1.00			660												
P3D-6	1 x 15	3	480	6						4.22	32	2	12	1.00			480												
P3D-7	1 x 15	3	600	10						7.30	33	2	12	1.00			600												
P3D-8	1 x 15	3	1600							14.00	6	2	12	0.80			1600												
P3D-9	1 x 15	3	320							2.83	30	2	12	0.80			320												
P3D-10	1 x 15	3	1600							14.00	12	2	12	1.60			1600												
P3D-11	1 x 15	3	600							6.25	16	2	12	0.75			600												
P3D-12	1 x 15	3	1600							14.00	17	2	12	1.25			1600												
P3D-13	1 x 15	3	1600							14.00	20	2	12	1.68			1600												
P3D-14	1 x 15	3	600							6.25	10	2	12	0.50			600												
P3D-15	1 x 15	3	1600							14.00	14	2	12	1.19			1600												
P3D-16	1 x 15	3	1200							11.50	30	2	12	1.68			1200												
P3D-17	1 x 15	3	1600							14.00	22	2	12	1.24			1600												
P3D-18	1 x 15	3	1200							6.75	35	2	12	1.23			1200												
P3D-19	R																												
P3D-20	R																												
P3D-21	R																												
P3D-22	R																												
P3D-23	R																												
P3D-24	R																												
P3D-25	R																												
P3D-26	R																												
P3D-27	R																												
P3D-28	R																												
P3D-29	R																												
P3D-30	R																												
P3D-31	R																												
P3D-32	R																												
P3D-33	R																												
P3D-34	R																												
P3D-35	R																												
P3D-36	R																												
P3D-37	R																												
P3D-38	R																												
P3D-39	R																												
P3D-40	R																												
P3D-41	R																												
P3D-42	R																												
Carga Continua (2) Carga No Cont														1	2	3	4	5											
CARGA TOTAL														11.70	5.262	6.0	100	100	12.40					14.24	Act Max	2.28	110%	6240	6240
CARGA CONTINUA														10.00	5.28	6.0	100	100	12.40					INTERRUPTOR PRINCIPAL		DESBALANCEO MAXIMO			
CARGA NO CONTINUA																								3	1	70	192%		

- NOTAS: 1. Para tipo de interruptor considerar: N= Protección normal, F= Protección de falla a tierra
2. Los amperios aquí indicados para cada circuito pueden modificarse en un 5% de acuerdo a la forma de agrupamiento de cables en la canchales de distribución.

TABLERO: P3C OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION 220 127	
UBICACION	TERCER NIVEL	MARCA		Cada Max 2.95	
COBERTURA Conexión 3		TIPO		F.POT 0.90	
FECHA	26 de Abril de 1966	FASES 3		H.LOS 4	

CIRCUITO	I N T I C O	I N T I C O	I N T I C O	I N T I C O	I N T I C O	I N T I C O	I N T I C O	I N T I C O	I N T I C O	CORR [Am]	LONG [m]	ALIMENT Ca	CAIDA [N]	BALANCEO																
														FASE A	FASE B	FASE C														
P3C - 1																														
P3C - 2																														
P3C - 3																														
P3C - 4																														
P3C - 5																														
P3C - 6																														
P3C - 7																														
P3C - 8																														
P3C - 9																														
P3C - 10																														
P3C - 11																														
P3C - 12																														
P3C - 13																														
P3C - 14																														
P3C - 15																														
P3C - 16																														
P3C - 17																														
P3C - 18																														
P3C - 19																														
P3C - 20																														
P3C - 21																														
P3C - 22																														
P3C - 23																														
P3C - 24																														
P3C - 25																														
P3C - 26																														
P3C - 27																														
P3C - 28																														
P3C - 29																														
P3C - 30																														
P3C - 31																														
P3C - 32																														
P3C - 33																														
P3C - 34																														
P3C - 35																														
P3C - 36																														
P3C - 37																														
P3C - 38																														
P3C - 39																														
P3C - 40																														
P3C - 41																														
P3C - 42																														
Cargas Continuas (Carga no Cort)																														
CARGA INST TOTAL				22,668	5,642		420	45	17,200																					
CARGA CONTINUA				22,668	5,642		420	45	17,200																					
CARGA NO CONTINUA																														
INTERRUPTOR PRINCIPAL											3	x	100	DESBALANCEO MAXIMO																

- NOTAS:**
- Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra.
 - Los alimentadores a los indicadores para cada circuito pueden modificarse en planos detallados al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO: P3B	OBRA	CENTRO DE COMPUTO	TENSION	220	127
UBICACION	Tercer Nivel	MARCA	Cable Max	2.50	
COBERTURA	Conexión 3	TIPO	F POT	0.90	
FECHA	26 de Abril de 1996	FASES	3		4

CIRCUITO	I N T I (P x A)	I P O	CARGA INSTAL (wpts)	□	□	□	□	⊗		CORR (Am)	LONG (m)	ALIMENT (% Ca)	CAICA (%)	BALANCEO			
														FASE A	FASE B	FASE C	
P3B - 1	1 x 15	1 x	800	10						7.00	23	2	12	1.33	400		
P3B - 2	1 x 15	1 x	800	10						7.50	29	2	12	1.53	400		
P3B - 3	1 x 15	1 x	500	10						7.00	13	2	12	0.87		800	
P3B - 4	1 x 15	1 x	500	10						7.00	34	2	12	1.12		800	
P3B - 5	1 x 15	1 x	960	12						8.40	33	2	12	1.68			960
P3B - 6	1 x 15	1 x	650	8						6.60	27	2	12	1.07			650
P3B - 7	1 x 15	1 x	850	5						5.74	43	2	12	2.18			850
P3B - 8	1 x 20	1 x	1900							14.00	8	2	12	1.57			1900
P3B - 9	1 x 15	1 x	720			7	10			6.30	30	2	12	1.80		720	
P3B - 10	1 x 20	1 x	1600							14.00	17	2	12	1.82		1600	
P3B - 11	1 x 30	1 x	2000							17.40	13	2	12	1.98			2000
P3B - 12	1 x 20	1 x	1600							14.00	20	2	12	1.68			1600
P3B - 13	1 x 20	1 x	1600							14.00	21	2	12	1.76			1600
P3B - 14	1 x 20	1 x	1400				7			12.25	23	2	12	1.69		1400	
P3B - 15	1 x 20	1 x	1600							14.00	11	2	12	2.26			1600
P3B - 16	1 x 15	1 x	1000							8.75	33	2	12	1.73			1000
P3B - 17	1 x 20	1 x	1600							14.00	22	2	12	1.84			1600
P3B - 18	R																
P3B - 19	R																
P3B - 20	R																
P3B - 21	R																
P3B - 22	R																
P3B - 23	R																
P3B - 24	R																
P3B - 25	R																
P3B - 26	R																
P3B - 27	R																
P3B - 28	R																
P3B - 29	R																
P3B - 30	R																
P3B - 31	R																
P3B - 32	R																
P3B - 33	R																
P3B - 34	R																
P3B - 35	R																
P3B - 36	R																
P3B - 37	R																
P3B - 38	R																
P3B - 39	R																
P3B - 40	R																
P3B - 41	R																
P3B - 42	R																

Carga Corriente (w) Carga Corto

CARGA INST TOTAL

25.00

5.20

5.00

4.00

14.00

CARGA CORRIENTE

25.00

5.20

5.00

4.00

14.00

CARGA NO CORRIENTE

NOTAS:

1. Para tipo de interruptores de: "I" = Protección normal; "F" = Protección de falla a tierra
2. Los aumentos de ajuste posibles para cada circuito podrán modificarse en planilla debido al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

Cable

Max

2.50

Interruptor

Principal

3

100

2.50

4.90%

TABLERO: P3A OBRA CENTRO DE COMPUTO TENSION 220 127

UBICACION	TERCER NIVEL		MARCA	Caída Max	250
COBERTURA	Consección 2		TIPO	F POT	0.90
FECHA	26 de Abril de 1996		FASES	HILOS	4

CIRCUITO	I (A)	T (V)	P (VA)	CARGA INSTALADA (A/MS)	□	▬	▭	□	⊗		CORR (A-1)	LONG (M)	ALIMENT (%)	CADA (N)	BALANCEO		
															FASE A	FASE B	FASE C
P3A - 1	1.4	127	177	600	12						8.43	20	2	12	140	600	
P3A - 2	1.4	127	177	600	10						7.00	20	2	12	130	500	
P3A - 3	1.4	127	177	600		4					5.25	13	2	12	115	600	
P3A - 4	1.4	127	177	480	6						4.00	18	2	12	115	480	
P3A - 5	1.4	127	177	600	12						8.43	33	2	12	146		900
P3A - 6	1.4	127	177	800	10						7.00	20	2	12	133		800
P3A - 7	1.4	127	177	432	5			2			3.75	43	1	12	144	432	
P3A - 8	1.4	127	177	1600					6		14.00	11	2	12	147	1600	
P3A - 9	1.4	127	177	640	8						5.60	30	2	12	160		640
P3A - 10	1.4	127	177	1600					6		14.00	16	2	12	143		1600
P3A - 11	1.4	127	177	368	4			3			3.20	55	2	12	156		368
P3A - 12	1.4	127	177	1600					6		14.00	18	2	12	140		1600
P3A - 13	1.4	127	177	1600					6		14.00	11	2	12	147	1600	
P3A - 14	1.4	127	177	800				4			7.00	30	1	12	130		800
P3A - 15	1.4	127	177	1600					6		14.00	19	2	12	150		1600
P3A - 16	1.4	127	177	800					4		7.00	20	2	12	147		800
P3A - 17	1.4	127	177	1600					6		14.00	21	2	12	150		1600
P3A - 18	1.4	127	177	800					4		7.00	24	2	12	152		800
P3A - 19	1.4	127	177	1200					6		10.50	27	2	12	170	1200	
P3A - 20	1.4	127	177	1000					5		8.75	28	2	12	133	1000	
P3A - 21	1.4	127	177	1200					6		10.50	24	2	12	145		1200
P3A - 22	1.4	127	177	1000					5		8.75	20	2	12	141		1000
P3A - 23	1.4	127	177	1200					6		10.50	26	2	12	150		1200
P3A - 24	1.4	127	177	1000					5		8.75	33	2	12	173		1000
P3A - 25	1.4	127	177	600					3		5.25	33	2	12	155	600	
P3A - 26	R																
P3A - 27	1.4	127	177	800					4		7.00	43	2	12	180		800
P3A - 28	R																
P3A - 29	1.4	127	177	600					3		5.25	40	2	12	170		600
P3A - 30	R																
P3A - 31	R																
P3A - 32	R																
P3A - 33	R																
P3A - 34	R																
P3A - 35	R																
P3A - 36	R																
P3A - 37	R																
P3A - 38	R																
P3A - 39	R																
P3A - 40	R																
P3A - 41	R																
P3A - 42	R																
Carga Continua (2) Carga No Cont		1	1	1	1	1	1	1	1								
CARGA INST TOTAL	26.62	5.30	6.0		50	10.00											
CARGA CONTINUA	26.62	5.30	6.0		50	10.00											
CARGA NO CONTINUA																	
											INTERRUPTOR PRINCIPAL	3	100	DESBALANCEO MAXIMO 3.02%			

- NOTAS:**
- Para el tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
 - Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en potencia debido a factor de agrupamiento al instalarse en la instalación correspondiente.

TABLERO : P2DE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220	127
UBICACION	SEGUNDO NIVEL	MARCA		Carga Max	250	
COBERTURA	Conexión 3	TIPO		F.POT	0.90	
FECHA	26 de Abril de 1996	FASES		3	HLOS	4

CIRCUITO	I N T (P x A) O	I P	CARGA INSTAL (watts)	① 500										BALANCEO			
														CORR [Ams]	LONG [m]	ALIVENT [m] Ca	CAUSA [N]
P2DE - 1	1 x 15	H	1000	2						8.75	43	2	10	2.25	100		
P2DE - 2	1 x 15	H	1000	2						8.75	25	2	10	2.00	100		
P2DE - 3	1 x 20	H	1500	3						13.12	40	2	8	1.75		1500	
P2DE - 4	1 x 15	H	1000	2						8.75	41	2	10	2.14		1000	
P2DE - 5	1 x 15	H	1000	2						8.75	30	2	10	1.80			1000
P2DE - 6	H																
P2DE - 7	1 x 20	H	1500	3						13.12	35	2	8	1.70	1500		
P2DE - 8	1 x 20	H	1500	3						13.12	35	2	8	1.70	1500		
P2DE - 9	1 x 20	H	1500	3						13.12	32	2	8	1.50		1500	
P2DE - 10	1 x 15	H	1000	2						8.75	40	2	10	2.00		1000	
P2DE - 11	1 x 15	H	1000	2						8.75	43	2	10	2.20			1300
P2DE - 12	1 x 20	H	1500	3						13.12	27	2	10	2.10			1500
P2DE - 13	1 x 20	H	1500	3						13.12	23	2	10	1.80	1500		
P2DE - 14	1 x 20	H	1500	3						13.12	21	2	10	1.60	1500		
P2DE - 15	1 x 30	H	2000	4						17.41	27	2	10	1.70		2000	
P2DE - 16	1 x 30	H	2000	4						17.41	24	2	8	1.50		2000	
P2DE - 17	1 x 15	H	1000	2						8.75	32	2	10	1.60			1000
P2DE - 18	1 x 20	H	1500	3						13.12	32	2	8	1.50			1500
P2DE - 19	1 x 15	H	1000	2						8.75	36	2	10	1.90	1000		
P2DE - 20	1 x 15	H	1000	2						8.75	25	2	10	2.00	1000		
P2DE - 21	H																
P2DE - 22	1 x 15	H	1000	2						8.75	23	2	10	1.60		1000	
P2DE - 23	1 x 30	H	2000	4						17.41	15	2	10	1.50			2000
P2DE - 24	1 x 30	H	2000	4						17.41	14	2	10	1.60			2000
P2DE - 25	H																
P2DE - 26	H																
P2DE - 27	H																
P2DE - 28	H																
P2DE - 29	H																
P2DE - 30	H																
P2DE - 31	H																
P2DE - 32	H																
P2DE - 33	H																
P2DE - 34	H																
P2DE - 35	H																
P2DE - 36	H																
P2DE - 37	H																
P2DE - 38	H																
P2DE - 39	H																
P2DE - 40	H																
P2DE - 41	H																
P2DE - 42	H																
CARGA CONTINUA (1) CARGA INSTANTANEA (2)											1						
CARGA INSTANTANEA		3000	3.000							F 48	Carga Max	175	1100	1100	1000		
CARGA CONTINUA		3000	3.000							INTERRUPTOR PRINCIPAL		DESBALANCEO MAXIMO					
CARGA NO CONTINUA										3	3	175					

- NOTAS :**
1. Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
 2. Los aumentados aquí indicados para cada circuito pueden modificarse en donde deban el factor de agrupamiento al instalarse en la ranura de correspondiente.

TABLERO:	PZCE OBRA	CENTRO DE COMPUTO	TENSION	220	127
UBICACION	SEGUNDO NIVEL	MARCA	Cada Max	250	
COBERTURA	Consección 3	TIPO	F POT	050	
FECHA	26 de Abril de 1996	FASES	H.COS	4	

CIRCUITO	I	N	T	CARGA INSTAL (Watts)	① 500					CORR (A=1)	LOVS (%)	ALIMENT Co	CARGA (%)	BALANCEO			
														FASE A	FASE B	FASE C	
PZCE - 1	1	x	20	N	1500	3				13.12	31	2	10	2.43	1500		
PZCE - 2	1	x	30	N	2000	4				17.49	24	2	8	1.98	2000		
PZCE - 3	1	x	20	N	1500	3				13.12	31	2	10	2.43		1500	
PZCE - 4	1	x	30	N	2000	4				17.49	20	2	10	2.69		2000	
PZCE - 5	1	x	20	N	1500	3				13.12	27	2	10	2.11			1500
PZCE - 6	1	x	30	N	2000	4				17.49	24	2	8	1.98			2000
PZCE - 7	1	x	30	N	2000	4				17.49	31	2	8	2.14	2000		
PZCE - 8	1	x	20	N	1500	3				13.12	31	2	10	2.43	1500		
PZCE - 9	1	x	20	N	1500	3				13.12	24	2	10	2.14		1500	
PZCE - 10	1	x	30	N	2000	4				17.49	24	2	10	1.98		2000	
PZCE - 11	1	x	30	N	2000	4				17.49	20	2	8	1.98			2000
PZCE - 12	1	x	30	N	2000	4				17.49	31	2	10	1.98			2000
PZCE - 13	1	x	20	N	1500	3				13.12	31	2	10	2.11	1500		
PZCE - 14				R													
PZCE - 15	1	x	30	N	2000	4				17.49	20	2	10	2.09		2000	
PZCE - 16				R													
PZCE - 17	1	x	20	N	1500	3				13.12	31	2	10	2.37			1500
PZCE - 18				R													
PZCE - 19				R													
PZCE - 20				R													
PZCE - 21				R													
PZCE - 22				R													
PZCE - 23				R													
PZCE - 24				R													
PZCE - 25				R													
PZCE - 26				R													
PZCE - 27				R													
PZCE - 28				R													
PZCE - 29				R													
PZCE - 30				R													
PZCE - 31				R													
PZCE - 32				R													
PZCE - 33				R													
PZCE - 34				R													
PZCE - 35				R													
PZCE - 36				R													
PZCE - 37				R													
PZCE - 38				R													
PZCE - 39				R													
PZCE - 40				R													
PZCE - 41				R													
PZCE - 42				R													
Carga Control 30 Carga de Omi					1												
CARGA INST TOTAL					27500	29500							1.23	1500	2000	2000	
CARGA CONTROL					27500	29500											
CARGA NO CONTROL																	
												INTERRUPTOR PRINCIPAL		DESBALANCEO MAXIMO			
												3		100			
														3.56%			

- NOTAS:**
- 1- Paralelo de interruptor considerar: N= Proteccion normal, F= Proteccion de fase a tierra
 - 2- Usar a metalizales adicionales para cada circuito donde mostarse en cuadro dentro al factor de agrupamiento a instalarse en la canalizacion correspondiente

TABLERO: P2BE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220	127
UBICACION	SEGUIDO NIVEL	MARCA		Cada Max	2.50	
COBERTURA	Consección 3	TIPO		F POT	0.50	
FECHA	26 de Abril de 1966	FASES		HILOS	4	

CIRCUITO	I N T (P x A) O	I P O	CARGA INSTAL [watts]	Φ 500						CORR (A=)	LONG (m)	ALIMENT Ca	CAIDA (V)	BALANCEO		
														FASE A	FASE B	FASE C
P2BE - 1	1 x 30	H	2000	4						17.49	20	2 - 8	1.64	2000		
P2BE - 2	R															
P2BE - 3	1 x 30	H	2000	4						17.49	18	2 - 10	1.68		2000	
P2BE - 4	R															
P2BE - 5	1 x 30	H	2000	4						17.49	17	2 - 11	1.73			2000
P2BE - 6	R															
P2BE - 7	R															
P2BE - 8	R															
P2BE - 9	R															
P2BE - 10	R															
P2BE - 11	R															
P2BE - 12	R															
P2BE - 13	R															
P2BE - 14	R															
P2BE - 15	R															
P2BE - 16	R															
P2BE - 17	R															
P2BE - 18	R															
P2BE - 19	R															
P2BE - 20	R															
P2BE - 21	R															
P2BE - 22	R															
P2BE - 23	R															
P2BE - 24	R															
P2BE - 25	R															
P2BE - 26	R															
P2BE - 27	R															
P2BE - 28	R															
P2BE - 29	R															
P2BE - 30	R															
P2BE - 31	R															
P2BE - 32	R															
P2BE - 33	R															
P2BE - 34	R															
P2BE - 35	R															
P2BE - 36	R															
P2BE - 37	R															
P2BE - 38	R															
P2BE - 39	R															
P2BE - 40	R															
P2BE - 41	R															
P2BE - 42	R															
1) Carga Continua 2) Carga No Cont																
CARGA INST TOTAL			6000	6000						17.50	Cada Max Cerr	1 Ed	1.00	5000	2000	
CARGA CONTINUA			6000	6000						INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO			
CARGA NO CONTINUA										3			30			

- NOTAS: 1- Para tipo de interruptor considerar: H = Protección normal; F = Protección de falta a tierra
2- Los alimentadores aquí indicados para cada circuito pueden modificarse en planos debido a la falta de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO: PZAE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220	127
UBICACION	SEGUNDO NIVEL	MARCA		Cada Max	250	
COBERTURA	Conexion 3	TIPO		F PDT	0.90	
FECHA	26 de Abril de 1996	FASES		3	HILOS 4	

CIRCUITO	I N T (P x A)	I P	I O	CARGA INSTAL (watts)	① 500	B A L A N C E O										
						CORR (A=)	LONG (m)	ALIMENT (No. Co)	CAIDA (V)	FASE A	FASE B	FASE C				
PZAE - 1	1 x 30	N		2,000	4	17.49	27	2	8	178	2'00					
PZAE - 2	1 x 30	N		2,000	4	17.49	24	2	8	158	2'00					
PZAE - 3	1 x 30	N		2,000	4	17.49	24	2	8	158		2'00				
PZAE - 4	1 x 30	N		2,000	4	17.49	19	2	12	199			2'00			
PZAE - 5	1 x 30	N		2,000	4	17.49	22	2	12	230				2'00		
PZAE - 6	1 x 30	N		2,000	4	17.49	15	2	19	157				2'00		
PZAE - 7	R															
PZAE - 8	R															
PZAE - 9	R															
PZAE - 10	R															
PZAE - 11	R															
PZAE - 12	R															
PZAE - 13	R															
PZAE - 14	R															
PZAE - 15	R															
PZAE - 16	R															
PZAE - 17	R															
PZAE - 18	R															
PZAE - 19	R															
PZAE - 20	R															
PZAE - 21	R															
PZAE - 22	R															
PZAE - 23	R															
PZAE - 24	R															
PZAE - 25	R															
PZAE - 26	R															
PZAE - 27	R															
PZAE - 28	R															
PZAE - 29	R															
PZAE - 30	R															
PZAE - 31	R															
PZAE - 32	R															
PZAE - 33	R															
PZAE - 34	R															
PZAE - 35	R															
PZAE - 36	R															
PZAE - 37	R															
PZAE - 38	R															
PZAE - 39	R															
PZAE - 40	R															
PZAE - 41	R															
PZAE - 42	R															
1 x Carga Continua 12) Carga No Cont						1										
CARGA INST. TOTAL						12'000	12'000									
CARGA CONTINUA						12'000	12'000									
CARGA NO CONTINUA																
						34.99	1.8.25	Max. Corri.	2.5 N	4.00	4.00	4.00				
						INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO							
						3	1	50								

NOTAS:

- Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
- Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en planos de obra al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO : FE		OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION		220	127						
UBICACION		SEGUNDO NIVEL EMERGENCIA		MARGA		Carga Max		250							
COBERTURA		Consección 3		TIPO		F POT		0.90							
FECHA		25 de Abril de 1996		FASES		3		MILOS	4						
CIRCUITO	I N T (P x A)	I P O	CARGA (watts)	63					BALANCEO						
									CORR (A-m)	LONG (m)	ALIMENT (%)	CA DA (%)	FASE A	FASE B	FASE C
FE - 1	1 x 15	N	441	7			3.66	26	2	12	0.96	441			
FE - 2	1 x 15	N	504	8			4.41	14	2	12	0.59	504			
FE - 3	1 x 15	N	441	7			3.66	16	2	12	0.59		441		
FE - 4	1 x 15	N	504	8			4.41	22	2	12	0.92		504		
FE - 5	1 x 15	N	504	8			4.41	27	2	12	1.13			504	
FE - 6	1 x 15	N	504	8			4.41	30	2	12	1.26			504	
FE - 7	1 x 15	N	504	8			4.41	34	2	12	1.43	504			
FE - 8	H														
FE - 9	1 x 15	N	504	8			4.41	36	2	12	1.51		504		
FE - 10	H														
FE - 11	1 x 15	N	441	7			3.66	38	2	12	1.40			441	
FE - 12	H														
FE - 13	H														
FE - 14	H														
FE - 15	H														
FE - 16	H														
FE - 17	H														
FE - 18	H														
FE - 19	H														
FE - 20	H														
FE - 21	H														
FE - 22	H														
FE - 23	H														
FE - 24	H														
FE - 25	H														
FE - 26	H														
FE - 27	H														
FE - 28	H														
FE - 29	H														
FE - 30	H														
FE - 31	H														
FE - 32	H														
FE - 33	H														
FE - 34	H														
FE - 35	H														
FE - 36	H														
FE - 37	H														
FE - 38	H														
FE - 39	H														
FE - 40	H														
FE - 41	H														
FE - 42	H														
Carga Continua (V) Carga No Cont		1													
CARGA INST TOTAL		4.347		4.327				1.74		1443		1445		1443	
CARGA CONTINUA		4.347		4.347											
CARGA NO CONTINUA															
								INTERRUPTOR PRINCIPAL				DESBALANCEO MAXIMO			
								3		20					

- NOTAS: 1- Para tipo de interruptor circular: 11 - Protección normal; F - Protección de falla a tierra
2- Los alimentadores aquí indicados para cada circuito pueden modificarse en planos debido a factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO: PID ORSA		CENTRO COMPAÑO		URCA		RECURSOS	
REGISTRADO	SEGURIDAD	REGISTRADO	URCA	REGISTRADO	URCA	REGISTRADO	URCA
CONTRATA	CONTRATA	CONTRATA	CONTRATA	CONTRATA	CONTRATA	CONTRATA	CONTRATA
FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA
30 de Noviembre 1996							

ORDENO	CARGA		NO	NO	NO	NO	CORR	CORR	CORR	CORR	BALANCEO		
	1	2									FASE A	FASE B	FASE C
(P.A.)	(P.A.)	(P.A.)					(M)	(M)	(M)	(M)			
200-1	1	1	80				552	1	1	1	1	1	1
200-2	1	1	80				160	1	1	1	1	1	1
200-3	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-4	1	1	80				407	1	1	1	1	1	1
200-5	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-6	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-7	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-8	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-9	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-10	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-11	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-12	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-13	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-14	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-15	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-16	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-17	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-18	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-19	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-20	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-21	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-22	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-23	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-24	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-25	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-26	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-27	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-28	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-29	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-30	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-31	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-32	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-33	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-34	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-35	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-36	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-37	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-38	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-39	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-40	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-41	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-42	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-43	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-44	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-45	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-46	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-47	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-48	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-49	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-50	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-51	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-52	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-53	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-54	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-55	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-56	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-57	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-58	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-59	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-60	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-61	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-62	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-63	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-64	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-65	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-66	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-67	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-68	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-69	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-70	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-71	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-72	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-73	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-74	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-75	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-76	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-77	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-78	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-79	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-80	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-81	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-82	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-83	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-84	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-85	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-86	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-87	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-88	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-89	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-90	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-91	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-92	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-93	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-94	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-95	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-96	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-97	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-98	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-99	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1
200-100	1	1	80				450	1	1	1	1	1	1

NOTAS: 1. PARADO DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA DE TRABAJO DE LA EMPRESA
 2. LOS RECURSOS HUMANOS DE LA EMPRESA SON DE TIPO TEMPORAL
 3. A LOS RECURSOS HUMANOS DE LA EMPRESA SE LE ASIGNA UN VALOR DE 1.000.000

TABLERO: P2C		OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION		220		127						
UBICACIÓN		SEGUNDO NIVEL		MARCA		Carga Max		250								
COBERTURA		Consección 3		TIPO		FPO:		0.90								
FECHA		26 de Abril de 1966		FASES		3		HILOS		4						
CIRCUITO	I N T (P x A)	I P C	CARGA [watts]	80	150	80	16	230	CORR [Am]	LONG [m]	AL. MEN [m]	CARGA [%]	BALANCEO			
													FASE A	FASE B	FASE C	
P2C - 1	1 x 15	N	680	11					7.73	29	2	12	1.47	560		
P2C - 2	R															
P2C - 3	1 x 15	N	640	8					5.61	17	2	12	0.91		640	
P2C - 4	1 x 15	N	560	12					2.41	33	2	12	2.47		560	
P2C - 5	1 x 15	N	640	8					5.60	15	2	12	0.80			640
P2C - 6	1 x 15	N	640	8					5.60	23	2	12	1.27			640
P2C - 7	1 x 15	N	720			7	10		6.30	15	2	12	0.70	720		
P2C - 8	1 x 15	N	800	10					7.00	12	2	12	0.60	800		
P2C - 9	1 x 15	N	640	8					5.60	23	2	12	1.07		640	
P2C - 10	R															
P2C - 11	1 x 15	N	1200					6	12.50	21	2	12	1.70			1200
P2C - 12	1 x 15	N	1200					6	12.50	24	2	12	2.40			1200
P2C - 13	1 x 15	N	1200					6	12.50	27	2	12	1.70			1200
P2C - 14	1 x 15	N	1200					6	12.50	14	2	12	1.40			1200
P2C - 15	1 x 15	N	1200					6	12.50	20	2	12	3.00			1200
P2C - 16	1 x 15	N	1200					6	12.50	15	2	12	1.50			1200
P2C - 17	1 x 15	N	560	7					4.90	22	2	12	0.90			560
P2C - 18	1 x 15	N	560	7					4.90	16	2	12	0.70			560
P2C - 19	R															
P2C - 20	R															
P2C - 21	R															
P2C - 22	R															
P2C - 23	R															
P2C - 24	R															
P2C - 25	R															
P2C - 26	R															
P2C - 27	R															
P2C - 28	R															
P2C - 29	R															
P2C - 30	R															
P2C - 31	R															
P2C - 32	R															
P2C - 33	R															
P2C - 34	R															
P2C - 35	R															
P2C - 36	R															
P2C - 37	R															
P2C - 38	R															
P2C - 39	R															
P2C - 40	R															
P2C - 41	R															
P2C - 42	R															
Carga Continúa (1) Carga No Cont																
CARGA INST. TOTAL	14.24	6.320		560	160	7200			41.77	3.30	Max. 1.4	1.4	2.90	4.43	4.00	
CARGA CONTINUA	14.24	6.320		560	160	7200			INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO				
CARGA NO CONTINUA											3	50		33%		

- NOTAS: 1. Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
2. Los aumentadores autorizados para cada circuito podrán modificarse en planos debido al factor de agrupamiento si el mismo se en la canalización correspondiente

TABLERO: P2B OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION 220 127	
UBICACION SEGUNDO NIVEL		MARCA		Carga Max 250	
COBERTURA Conexión 3		TIPO		F.POT 0.90	
FECHA 26 de Abril de 1966		FASES 3		W.LOS 4	

CIRCUITO	I N T (P x A) O	T I P O	CARGA INSTAL (watts)	80	150	80	16	200			CORR (Am)	LONG (m)	ALIMENT No Ca	CAIDA (V)	BALANCEO					
															FASE A	FASE B	FASE C			
P2B - 1	1 x 15	N	960	12						8.40	16	2 - 12	1.44	960						
P2B - 2	1 x 15	N	960	12						8.40	26	2 - 12	1.90	960						
P2B - 3	1 x 15	N	640	8						5.60	16	2 - 12	1.05		640					
P2B - 4	1 x 15	N	960	12						8.40	27	2 - 12	1.95	960						
P2B - 5	1 x 15	N	640	8						5.60	20	2 - 12	1.17		640					
P2B - 6	1 x 15	N	960	12						8.40	30	2 - 12	2.42			960				
P2B - 7	1 x 15	N	220							6.80	22	2 - 12	1.22							
P2B - 8	1 x 15	N	1200							11.50	14	2 - 12	1.87	1200						
P2B - 9	1 x 15	N	1200							11.50	20	2 - 12	2.05		1200					
P2B - 10	1 x 15	N	1200							11.50	25	2 - 12	2.50		1200					
P2B - 11	1 x 15	N	1200							11.50	24	2 - 12	2.40			1200				
P2B - 12	1 x 15	N	1200							11.50	15	2 - 12	1.60			1200				
P2B - 13	R																			
P2B - 14	R																			
P2B - 15	R																			
P2B - 16	R																			
P2B - 17	R																			
P2B - 18	R																			
P2B - 19	R																			
P2B - 20	R																			
P2B - 21	R																			
P2B - 22	R																			
P2B - 23	R																			
P2B - 24	R																			
P2B - 25	R																			
P2B - 26	R																			
P2B - 27	R																			
P2B - 28	R																			
P2B - 29	R																			
P2B - 30	R																			
P2B - 31	R																			
P2B - 32	R																			
P2B - 33	R																			
P2B - 34	R																			
P2B - 35	R																			
P2B - 36	R																			
P2B - 37	R																			
P2B - 38	R																			
P2B - 39	R																			
P2B - 40	R																			
P2B - 41	R																			
P2B - 42	R																			
1. Carga Continua (2) Carga No Cont											1	1	1	1	1					
CARGA INST. TOTAL			11.84	5.120	960	960	6.000													
CARGA CONTINUA			11.84	5.120	960	960	6.000													
CARGA NO CONTINUA																				
											11.51	Carga Max. Cont.	1.60	1.40	4.00	4.00				
											INTERRUPTOR PRINCIPAL		DESBALANCEO MAXIMO							
											3		50					4.00%		

- NOTAS:**
- 1- Para tipo de interruptor considerar: A = Protección normal, B = Protección de falla a tierra
 - 2- Los 4 medidores aquí indicados (para cada circuito) podrían modificarse en parvas debits) al factor de agrupamiento al instante en la capacidad de correspondiente

TABLERO : P2A		OBRA	CENTRO DE COMPUTO				TENSION		220		127					
UBICACION		SEGUNDO NIVEL		MARCA		Cada Max		2.50								
COBERTURA		Comercion 3		TIPO		F POT		0.80								
FECHA		28 de Abril de 1968		FASES		3		HILOS		4						
CIRCUITO	I N T (P x A)	I P O	CARGA INSTAL (watts)	80	150	80	16	200	CORR (Am)	LONG (m)	ALIMENT ho	CAIDA (%)	BALANCEO			
													FASE A	FASE B	FASE C	
P2A - 1	1 x 15	N	960	12					8.40	21	2	12	1.68	960		
P2A - 2	1 x 15	N	800					4	7.00	26	2	12	1.73	800		
P2A - 3	1 x 15	N	800		4				5.25	15	2	12	0.75		800	
P2A - 4	1 x 15	N	960	12					8.40	20	2	12	1.63	960		
P2A - 5	1 x 15	N	640	8					5.60	12	2	12	0.64			640
P2A - 6	1 x 15	N	1,000					5	8.75	27	2	12	2.25			1000
P2A - 7	1 x 15	N	800					4	7.00	30	2	12	2.00	800		
P2A - 8	1 x 15	N	800					4	7.00	20	2	12	1.33	800		
P2A - 9	1 x 15	N	1,000					5	8.75	20	2	12	1.66		1000	
P2A - 10	1 x 15	N	800					4	7.00	19	2	12	1.27		800	
P2A - 11	1 x 15	N	960	12					8.40	15	2	12	1.20			960
P2A - 12	1 x 15	N	800					4	7.00	19	2	12	0.67			800
P2A - 13	R															
P2A - 14	R															
P2A - 15	R															
P2A - 16	R															
P2A - 17	R															
P2A - 18	R															
P2A - 19	R															
P2A - 20	R															
P2A - 21	R															
P2A - 22	R															
P2A - 23	R															
P2A - 24	R															
P2A - 25	R															
P2A - 26	R															
P2A - 27	R															
P2A - 28	R															
P2A - 29	R															
P2A - 30	R															
P2A - 31	R															
P2A - 32	R															
P2A - 33	R															
P2A - 34	R															
P2A - 35	R															
P2A - 36	R															
P2A - 37	R															
P2A - 38	R															
P2A - 39	R															
P2A - 40	R															
P2A - 41	R															
P2A - 42	R															

(1) Carga Continua (2) Carga No Cont

CARGA INST TOTAL	10,120	3,520	600			6,000			39.51	Cada Max Len	2.55	3.96	3.96	34.00	
CARGA CONTINUA	10,120	3,520	600			6,000			INTERRUPTOR PRINCIPAL		SIGNALANCER MAXIMO				
CARGA NO CONTINUA										3	2	40	1.18%		

- NOTAS:**
- Para tipo de interruptor considere: N = Protección normal, F = Protección de falta a tierra
 - Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrían modificarse en planos detallados al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO: GE	OBRA	CENTRO DE COMPUTO	TENSION	220	127
UBICACION	PRIMER NIVEL EMERGENCIA	MARCA	Cada Var	2.50	
COBERTURA	Consección 3	TIPO	F POT	0.90	
FECHA	26 de Abril de 1966	FASES	3	HILDS	4

CIRCUITO	I N T (P x A) O	I P	CARGA INSTAL (watts)	E 63	BALANCEO							
					CORR [A x 10]	CARGA [W]	AL. MEN. T [No]	CA DA [%]	FASE A	FASE B	FASE C	
GE - 1	1 x 15	N	504	B	4.41	26	2	12	7.90	5.4		
GE - 2	1 x 15	N	504	B	4.41	19	2	12	0.76	10.4		
GE - 3	1 x 15	N	504	B	4.41	10	2	12	0.40		50.4	
GE - 4	1 x 15	N	504	B	4.41	11	2	12	1.63		50.4	
GE - 5	1 x 15	N	504	B	4.41	21	2	12	0.69			50.4
GE - 6	1 x 15	N	504	B	4.41	11	2	12	1.3			50.4
GE - 7	1 x 15	N	504	B	4.41	10	2	12	1.17	5.4		
GE - 8	R											
GE - 9	1 x 15	N	504	B	4.41	10	2	12	1.41		5.4	
GE - 10	R											
GE - 11	1 x 15	N	504	B	4.41	44	2	12	1.45			50.4
GE - 12	R											
GE - 13	R											
GE - 14	R											
GE - 15	R											
GE - 16	R											
GE - 17	R											
GE - 18	R											
GE - 19	R											
GE - 20	R											
GE - 21	R											
GE - 22	R											
GE - 23	R											
GE - 24	R											
GE - 25	R											
GE - 26	R											
GE - 27	R											
GE - 28	R											
GE - 29	R											
GE - 30	R											
GE - 31	R											
GE - 32	R											
GE - 33	R											
GE - 34	R											
GE - 35	R											
GE - 36	R											
GE - 37	R											
GE - 38	R											
GE - 39	R											
GE - 40	R											
GE - 41	R											
GE - 42	R											
Carga Continua (N) Carga No Cont					1							
CARGA INST. TOTAL			4.53	4.56								
CARGA CONTINUA			4.53	4.56								
CARGA NO CONTINUA												
					73.21	7.34	Max. Corri.	1.27	14.15	15.12	15.12	
					INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO				
					3			20				

- NOTAS: 1. Para tipo de interruptor considerar: N - Protección normal; F - Protección de falla a tierra.
2. Los alimentadores auxiliares para cada circuito podrían modificarse en parámetros debido al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO : FE		OBRA	CENTRO DE COMPUTO	TENSION	220	127
UBICACION		PRIMER NIVEL EMERGENCIA	MARCA	Corte Max	2 50	
COBERTURA		Conexión 3	TIPO	F POT	0 90	
FECHA	28 de Abril de 1988	FASES	3	HILOS	4	

CIRCUITO	I N T (P x A) O	I I P O	CARGA INSTAL (watts)	63					CORR (Amp)	LONG (M)	ALIMENT No	Ca Ca	CAIDA (V)	BALANCEO		
														FASE A	FASE B	FASE C
FE - 1	1 x 15	N	441	7					3 86	26	2	12	5 26	441		
FE - 2	1 x 15	N	504	8					4 41	14	2	12	5 59	504		
FE - 3	1 x 15	N	441	7					3 86	16	2	12	5 59		441	
FE - 4	1 x 15	N	504	8					4 41	12	2	12	5 52		504	
FE - 5	1 x 15	N	504	8					4 41	27	2	12	6 13			504
FE - 6	1 x 15	N	504	8					4 41	31	2	12	6 26			504
FE - 7	1 x 15	N	504	8					4 41	34	2	12	6 43	504		
FE - 8	R															
FE - 9	1 x 15	N	504	8					4 41	36	2	12	6 51		504	
FE - 10	R															
FE - 11	1 x 15	N	441	7					3 86	38	2	12	6 43			441
FE - 12	R															
FE - 13	R															
FE - 14	R															
FE - 15	R															
FE - 16	R															
FE - 17	R															
FE - 18	R															
FE - 19	R															
FE - 20	R															
FE - 21	R															
FE - 22	R															
FE - 23	R															
FE - 24	R															
FE - 25	R															
FE - 26	R															
FE - 27	R															
FE - 28	R															
FE - 29	R															
FE - 30	R															
FE - 31	R															
FE - 32	R															
FE - 33	R															
FE - 34	R															
FE - 35	R															
FE - 36	R															
FE - 37	R															
FE - 38	R															
FE - 39	R															
FE - 40	R															
FE - 41	R															
FE - 42	R															
1) Carga Continua (2) Carga No Com																
CARGA INST TOTAL		4 347	4 347						12 65	Corte Max (Cens)	1 57	1 447	1 449	1 449		
CARGA CONTINUA		4 347	4 347						INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO				
CARGA NO CONTINUA									3	a	20					

- NOTAS : 1. Para tipo de interruptor considerar : N = Protección normal ; F = Protección de falla a tierra
2. Los alimentadores azul indicados para cada circuito podrán modificarse en planos detallados al tanto de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO: PIDE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220	127
UBICACION	PRIMER PISO	VARCA		Carga Max	2 50	
COBERTURA	Consejo 3	TIPO		F.POT	0 90	
FECHA	26 de Abril 1976	FASES		FILOS	4	

CIRCUITO	I.N.T. (P.A.)	CARGA INSTAL. (WATT)	Ø 500						CORR (%)	LONG (M)	ALIMEN- TACION (%)	CARGA (%)	BALANCEO			
													FASE A	FASE B	FASE C	
PIC - 1	1 x 30 N	2 000	4						17 43	6	2	12	2 43	2 000		
PIC - 2	1 x 30 N	2 000	4						17 43	12	2	12	2 46	2 000		
PIC - 3	1 x 30 N	2 000	4						17 43	2	2	12	2 73		2 000	
PIC - 4	1 x 30 N	2 000	4						17 43	13	2	12	1 96		2 000	
PIC - 5	1 x 30 N	2 000	4						17 43	12	2	12	1 96			2 000
PIC - 6	1 x 30 N	2 000	4						17 43	15	2	12	1 96			2 000
PIC - 7	1 x 30 N	2 000	4						17 43	16	2	12	1 96	2 000		
PIC - 8	1 x 30 N	2 000	4						17 43	18	2	12	1 66	2 000		
PIC - 9	1 x 30 N	2 000	4						17 43	19	2	12	1 66		2 000	
PIC - 10	1 x 30 N	2 000	4						17 43	19	2	12	1 66	2 000		
PIC - 11	1 x 30 N	2 000	4						17 43	15	2	12	1 67			2 000
PIC - 12	1 x 30 N	2 000	4						17 43	15	2	12	1 67			2 000
PIC - 13	1 x 20 N	1 500	3						13 12	24	2	12	1 96	1 500		
PIC - 14	R															
PIC - 15	1 x 20 N	1 500	3						13 12	27	2	12	2 12		1 500	
PIC - 16	R															
PIC - 17	1 x 20 N	1 500	3						13 12	11	2	12	1 97			1 500
PIC - 18	R															
PIC - 19	R															
PIC - 20	R															
PIC - 21	R															
PIC - 22	R															
PIC - 23	R															
PIC - 24	R															
PIC - 25	R															
PIC - 26	R															
PIC - 27	R															
PIC - 28	R															
PIC - 29	R															
PIC - 30	R															
PIC - 31	R															
PIC - 32	R															
PIC - 33	R															
PIC - 34	R															
PIC - 35	R															
PIC - 36	R															
PIC - 37	R															
PIC - 38	R															
PIC - 39	R															
PIC - 40	R															
PIC - 41	R															
PIC - 42	R															
CARGA CONTINUA (C. Carga) Cont																
CARGA INST. TOTAL	28 000	28 000														
CARGA CONTINUA	28 000	28 000														
CARGA NO CONTINUA																
										INTERRUPTOR PRINCIPAL	200	200	5000			
										DESBALANCEO MAXIMO						
										3 x 100						

- NOTAS:**
- Para tipo de interruptor on-off dejar: II = Protección normal, F = Protección de falla a tierra.
 - Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en por los señores al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO : PICE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220	127
UBICACION PRIMER PISO		MARGA		Cada Mar	2.50	
COBERTURA Conexión 3		TIPO		F.POT	0.99	
FECHA 26 de Abril de 1986		FASES		3		4

CIRCUITO	L	N	T	CARGA INSTAL (watts)	①							CORR (Amp)	LONG (m)	ALIMENT (%)	CAIDA (%)	BALANCEO															
																FASE A	FASE B	FASE C													
PIC - 1	1 x 30	N		2.000	4							17.49	11	2	10	1.15	200														
PIC - 2	1 x 30	N		2.000	4							17.49	17	2	10	1.15	200														
PIC - 3	1 x 30	N		2.000	4							17.49	13	2	10	1.16	200														
PIC - 4	1 x 30	N		2.000	4							17.49	16	2	10	1.16	200														
PIC - 5	1 x 30	N		2.000	4							17.49	14	2	10	1.17		200													
PIC - 6	1 x 30	N		2.000	4							17.49	20	2	10	1.16		2.000													
PIC - 7	1 x 30	N		2.000	5							21.91	18	2	10	1.16	250														
PIC - 8	1 x 30	N		2.000	4							17.49	17	2	10	1.16	200														
PIC - 9	1 x 30	N		2.000	5							21.91	17	2	10	1.13	250														
PIC - 10	1 x 30	N		2.000	4							17.49	16	2	10	1.16	200														
PIC - 11	1 x 30	N		2.000	4							17.49	17	2	10	1.18		200													
PIC - 12	1 x 30	N		2.000	4							17.49	21	2	10	1.16		200													
PIC - 13	1 x 20	N		1.500	3							13.12	21	2	10	1.12	150														
PIC - 14	1 x 15	N		1.000	2							8.75	33	2	10	1.13	100														
PIC - 15	1 x 15	N		1.000	2							8.75	31	2	10	1.15	100														
PIC - 16	1 x 15	N		1.000	2							8.75	30	2	10	1.16	100														
PIC - 17	1 x 15	N		1.000	2							8.75	25	2	10	1.16		100													
PIC - 18	1 x 15	N		1.000	2							8.75	35	2	10	1.13		100													
PIC - 19	1 x 15	N		500	1							4.37	44	2	10	1.13	500														
PIC - 20	R																														
PIC - 21	1 x 15	N		1.000	2							8.75	14	2	10	1.18		100													
PIC - 22	1 x 15	N		500	1							4.37	37	2	10	1.14	500														
PIC - 23	1 x 15	N		1.000	2							8.75	39	2	10	1.14		100													
PIC - 24	1 x 15	N		500	1							4.37	38	2	10	1.16		500													
PIC - 25	R																														
PIC - 26	R																														
PIC - 27	R																														
PIC - 28	R																														
PIC - 29	R																														
PIC - 30	R																														
PIC - 31	R																														
PIC - 32	R																														
PIC - 33	R																														
PIC - 34	R																														
PIC - 35	R																														
PIC - 36	R																														
PIC - 37	R																														
PIC - 38	R																														
PIC - 39	R																														
PIC - 40	R																														
PIC - 41	R																														
PIC - 42	R																														
CARGA CONTINUA (%) Carga Cont																1															
CARGA INST TOTAL:																35.00	35.000									2.50	1.000	1.000	1.500		
CARGA CONTINUA																35.00	35.000									INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO		
CARGA NO CONTINUA																										3	4	125	4.17%		

- NOTAS:
- Para el tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra.
 - Los aumentadores aquí indicados para cada circuito pueden modificarse en partes debido al tamaño de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO: P1BE OBRA		CENTRO DE COMPUITO		TENSION 220 127	
UBICACION	PRIMER PISO	MARCA	Cada Max	250	
COBERTURA	Conexión J	TIPO	F POT	0/00	
FECHA	26 de Abril de 1996	FASES	3	FLOS	4

CIRCUITO	I (N T P)	I CARGA (PaA)	I INSTAL (watts)	① 500	BALANCEO							
					CORR [Amp]	LONG [m]	ALIMENT [m]	CAIDA [%]	FASE A	FASE B	FASE C	
PIE- 1	1 x 30	N	2000	4	17.43	11	2	10	1.15			
PIE- 2	1 x 30	N	2000	4	17.43	14	2	10	1.47			
PIE- 3	1 x 30	N	2000	4	17.43	13	2	10	1.36		2000	
PIE- 4	1 x 30	N	2000	4	17.43	15	2	10	1.57		2000	
PIE- 5	1 x 30	N	2000	4	17.43	13	2	10	1.05			2000
PIE- 6	1 x 30	N	2000	4	17.43	15	2	10	1.57			2000
PIE- 7	1 x 30	N	2000	4	17.43	15	2	10	1.58	2000		
PIE- 8	1 x 30	N	2000	4	17.43	20	2	10	2.09	2000		
PIE- 9	1 x 30	N	2000	4	17.43	19	2	10	1.99		2000	
PIE- 10	1 x 30	N	2000	4	17.43	23	2	10	2.41		2000	
PIE- 11	1 x 30	N	2000	4	17.43	17	2	10	1.99			2000
PIE- 12	1 x 30	N	2000	4	17.43	14	2	10	1.47			2000
PIE- 13	1 x 20	N	1500	3	13.12	21	2	10	1.65	1500		
PIE- 14	R											
PIE- 15	1 x 20	N	1500	3	13.12	25	2	10	2.04		1500	
PIE- 16	R											
PIE- 17	1 x 20	N	1500	3	13.12	22	2	10	1.73			1500
PIE- 18	R											
PIE- 19	R											
PIE- 20	R											
PIE- 21	R											
PIE- 22	R											
PIE- 23	R											
PIE- 24	R											
PIE- 25	R											
PIE- 26	R											
PIE- 27	R											
PIE- 28	R											
PIE- 29	R											
PIE- 30	R											
PIE- 31	R											
PIE- 32	R											
PIE- 33	R											
PIE- 34	R											
PIE- 35	R											
PIE- 36	R											
PIE- 37	R											
PIE- 38	R											
PIE- 39	R											
PIE- 40	R											
PIE- 41	R											
PIE- 42	R											
CARGA CONTINUA		CARGA NO CONT.										
CARGA INST. TOTAL		2500	2500									
CARGA CONTINUA		2500	2500	INTERRUPTOR PRINCIPAL		240	DESBALANCEO MAXIMO					
CARGA NO CONTINUA				3		100						

- NOTAS:**
- Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
 - Los alineamientos aquí indicados para cada circuito pueden modificarse en banco de bus al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO : PIAE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		FECCION		220	127
UBICACIÓN			MARCA		Cada Mar 250		
DOBERTURA			TIPO		F POT 0.90		
FECHA			FASES		HILOS 4		
26 de Abril de 1996			3				

CIRCUITO	I (P x A)	T (P)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	I (P x A)	BALANCEO							
																						CORR (A/m)	LONG (m)	ALMENT (%)	CADA	FASE	FASE	FASE	
																										A	B	C	
PIA. 1	1 x 3	N	2000	4						17.49	10	2	10	1.64															
PIA. 2	1 x 3	N	2000	4						17.41	13	2	10	1.96	2000														
PIA. 3	1 x 3	N	2000	4						17.49	12	2	10	1.26		2000													
PIA. 4	1 x 3	N	2000	4						17.45	14	2	10	1.47		2000													
PIA. 5	1 x 3	N	2000	4						17.49	12	2	10	1.26									2000						
PIA. 6	1 x 3	N	2000	4						17.49	15	2	10	1.57										2000					
PIA. 7	1 x 3	N	2000	4						17.49	17	2	10	1.78	2000														
PIA. 8	1 x 20	N	1500	3						13.12	19	2	10	2.37	1500														
PIA. 9	1 x 20	N	1500	3						13.49	18	2	10	1.66		2000													
PIA. 10	1 x 20	N	1500	3						13.12	25	2	10	1.96		1500													
PIA. 11	1 x 3	N	2000	4						17.49	18	2	10	1.66										2000					
PIA. 12	1 x 20	N	1500	3						13.12	18	2	10	1.25										1500					
PIA. 13	1 x 20	N	1500	3						13.12	21	2	10	1.65															
PIA. 14	1 x 20	N	1500	3						13.12	22	2	10	1.73	1500														
PIA. 15	1 x 20	N	1500	3						13.12	15	2	10	1.67										1500					
PIA. 16	1 x 20	N	1500	3						13.12	29	2	10	2.28										1500					
PIA. 17	1 x 20	N	1500	3						13.12	19	2	10	2.37										1500					
PIA. 18	1 x 20	N	1500	3						13.12	21	2	10	1.65										1500					
PIA. 19	1 x 20	N	1500	3						13.12	26	2	10	2.04	1500														
PIA. 20	1 x 15	N	1000	2						8.75	31	2	10	1.62	1000														
PIA. 21	1 x 20	N	1500	3						13.12	25	2	10	2.20										1500					
PIA. 22	1 x 15	N	1000	2						8.75	33	2	10	1.73										1000					
PIA. 23	1 x 20	N	1500	3						13.12	25	2	10	1.66										1500					
PIA. 24	1 x 20	N	1500	3						13.12	25	2	10	2.20										1500					
PIA. 25	1 x 20	N	1500	3						13.12	29	2	10	2.28	1500														
PIA. 26	1 x 15	N	1000	2						8.75	35	2	10	1.93	1000														
PIA. 27	1 x 15	N	500	1						4.37	43	2	10	1.79										500					
PIA. 28	1 x 15	N	500	1						4.37	38	2	10	1.58										500					
PIA. 29	1 x 15	N	500	1						4.37	40	2	10	1.66										500					
PIA. 30	1 x 15	N	1000	2						8.75	36	2	10	1.68										1000					
PIA. 31	R																												
PIA. 32	R																												
PIA. 33	1 x 15	N	1000	2						8.75	32	2	10	1.58										1000					
PIA. 34	R																												
PIA. 35	R																												
PIA. 36	R																												
PIA. 37	R																												
PIA. 38	R																												
PIA. 39	R																												
PIA. 40	R																												
PIA. 41	R																												
PIA. 42	R																												
T.Carga Continúa = T.Carga No Cont.												1																	
CARGA INST. TOTAL												45.500		45.500															
CARGA CONTINUA												45.500		45.500															
CARGA NO CONTINUA																				INTERRUPTOR PRINCIPAL		DESBALANCEO MAXIMO		15.000		3.23%			
																				3		175							

- NOTAS: 1. Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
2. Los aumentos en los ajustes para cada circuito podían modificarse en planes de obra a la luz de agudamiento al instalarse en la carga y de correspondiente.

TABLERO : PID OBRA CENTRO DE COMPUTO TENSION 220 127

UBICACION PRIMER NIVEL MARCA Cada Max 150
 COBERTURA Conexión 3 TIPO FROT 0.90
 FECHA 26 de Abril de 1966 FASES 3 HILOS 4

CIRCUITO	I, T (P, A) C	CARGA WATTS	CARGA					CORR (AMP)	LONG (M)	ALUMEN %	CAIDA (V)	BALANCEO		
			80	150	80	16	200					FASE A	FASE B	FASE C
PIC - 1	1 x 15 N	800	10											
PIC - 2	1 x 15 N	720	9											
PIC - 3	1 x 15 N	800	10										900	
PIC - 4	1 x 15 N	720	9										720	
PIC - 5	1 x 15 N	960	12											960
PIC - 6	1 x 15 N	480	6											480
PIC - 7	1 x 15 N	800	10											
PIC - 8	1 x 20 N	1600					B							
PIC - 9	1 x 15 N	320			2	10							320	
PIC - 10	1 x 20 N	1600					B						1600	
PIC - 11	1 x 15 N	600		4										600
PIC - 12	1 x 20 N	1600					B							1600
PIC - 13	1 x 20 N	1600					B							1600
PIC - 14	1 x 15 N	600					B							600
PIC - 15	1 x 20 N	1600					B						1600	
PIC - 16	1 x 15 N	1200					B						1200	
PIC - 17	1 x 20 N	1600					B							1600
PIC - 18	1 x 15 N	1000					5							1000
PIC - 19	R													
PIC - 20	R													
PIC - 21	R													
PIC - 22	R													
PIC - 23	R													
PIC - 24	R													
PIC - 25	R													
PIC - 26	R													
PIC - 27	R													
PIC - 28	R													
PIC - 29	R													
PIC - 30	R													
PIC - 31	R													
PIC - 32	R													
PIC - 33	R													
PIC - 34	R													
PIC - 35	R													
PIC - 36	R													
PIC - 37	R													
PIC - 38	R													
PIC - 39	R													
PIC - 40	R													
PIC - 41	R													
PIC - 42	R													

Carga Continua (Carga) Cort

CARGA INST TOTAL	1600	3200	200	160	160	160		54.34	Cada Max Corri	2.50	1.00	0.50	0.50
CARGA CONTINUA	1600	3200	200	160	160	160			INTERRUPTOR PRINCIPAL				DESBALANCEO MAXIMO
CARGA CONTINUA										3	70		1.02%

- NOTAS: 1. Para todo interruptor considerar: II = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
 2. Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en parámetros de acuerdo al factor de agudamiento al instalarse en la casa de la correspondiente

TABLERO: PIC OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220	127
UBICACION	PRIMER NIVEL	MARCA		Cada Max	750	
ABERTURA	Conexión 3	TIPO		F-POT	0.90	
FECHA	26 de Abril de 1956	FASES		3	4	

CIRCUITO	I	N	T	CARGA INSTAL (watts)	80	150	80	16	200	CORR [A=3]	LOGG [m]	ALIMENT No	CAJA Co	CAJA (%)	BALANCEO		
															FASE A	FASE B	FASE C
PIC- 1	1 x 15	N		720	9					6.30	35	2	12	1.80	7.2		
PIC- 2	1 x 15	N		880	11					7.70	30	2	12	2.25	8.0		
PIC- 3	1 x 15	N		960	12					8.40	20	2	12	1.65		960	
PIC- 4	1 x 15	N		848	10			3		7.42	45	2	10	2.00		848	
PIC- 5	1 x 15	N		883	11					7.70	16	2	12	1.35			880
PIC- 6	1 x 15	N		800	10					7.00	30	2	12	2.00			800
PIC- 7	1 x 15	N		400		5				3.50	15	2	12	0.50	4.0		
PIC- 8	1 x 20	N		1600					R	14.00	4	2	12	1.00	16.00		
PIC- 9	1 x 20	N		1600					R	14.00	11	2	12	1.40		1600	
PIC- 10	1 x 20	N		1600					R	14.00	15	2	12	2.40		1600	
PIC- 11	1 x 30	N		2000					R	17.40	14	2	12	1.40			2000
PIC- 12	1 x 20	N		1600					R	14.00	22	2	12	1.64			1600
PIC- 13	1 x 20	N		1600					R	14.00	16	2	12	2.13	16.00		
PIC- 14	1 x 15	N		1200					R	10.50	20	2	12	2.00	12.00		
PIC- 15	1 x 20	N		1600					R	14.00	20	2	12	1.64		1600	
PIC- 16	1 x 15	N		500					3	5.25	38	2	12	1.90		600	
PIC- 17	1 x 15	N		1000					5	8.75	34	2	12	1.78			1000
PIC- 18	1 x 15	N		500					3	5.25	32	2	12	1.60			600
PIC- 19	1 x 15	N		600					3	5.25	37	2	12	1.85	6.00		
PIC- 20	1 x 15	N		600					3	5.25	31	2	12	1.55	6.00		
PIC- 21	1 x 15	N		400					2	3.50	33	2	12	1.10		400	
PIC- 22	R																
PIC- 23	1 x 15	N		600					3	5.25	41	2	12	2.05			600
PIC- 24	R																
PIC- 25	R																
PIC- 26	R																
PIC- 27	R																
PIC- 28	R																
PIC- 29	R																
PIC- 30	R																
PIC- 31	R																
PIC- 32	R																
PIC- 33	R																
PIC- 34	R																
PIC- 35	R																
PIC- 36	R																
PIC- 37	R																
PIC- 38	R																
PIC- 39	R																
PIC- 40	R																
PIC- 41	R																
PIC- 42	R																
1=Carga Continua 2=Carga No Cont.				1	1	1	1	1									
CARGA INSTAL TOTAL:				27,680	5,040	4,400	48	17,700		68.16	Cada Max Cens	2.40	100	100	7450		
CARGA CONTINUA:				27,680	5,040	4,400	48	17,700		INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO				
CARGA NO CONTINUA:										3	100	1.68%					

- NOTAS: 1. Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal, F = Protección de falla a tierra
 2. Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en partes debido al factor de agrupamiento a instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO : PIB		OBRA	CENTRO DE COMPUTO	TENSION	220	127
UBICACION	PRIMER NIVEL	MARCA		Carta Mar	250	
COBERTURA	Consección 3	TIPO		F POT	0.90	
FECHA	28 de Abril de 1996	FASES		FILOS	4	

CIRCUITO	I N T (P x A)	I P O	CARGA INSTAL (watt)	□	□	□	□	⊘		CORR (A-m)	LONG (m)	ALIMENT % Ca	CADA (N)	BALANCEO		
														FASE A	FASE B	FASE C
PIE- 1	1 x 15 N		800	10						7.00	20	2	12	1.33	4.0	
PIE- 2	1 x 15 N		800	10						7.00	20	2	12	1.33	4.0	
PIE- 3	1 x 15 N		800	10						7.00	13	2	12	0.87		800
PIE- 4	1 x 15 N		800	10						7.00	36	2	12	1.55		800
PIE- 5	1 x 15 N		960	12						8.40	13	2	12	1.66		960
PIE- 6	1 x 15 N		640	8						6.40	20	2	12	1.07		640
PIE- 7	1 x 15 N		656	5			16			6.56	43	2	12	2.19	4.6	
PIE- 8	1 x 20 N		1600					8		16.00	4	2	12	1.07	4.6	
PIE- 9	1 x 15 N		720			7	10			6.20	30	2	12	1.50		720
PIE- 10	1 x 20 N		1600					8		16.00	12	2	12	1.50		1600
PIE- 11	1 x 30 N		2000					12		17.40	13	2	12	1.96		2000
PIE- 12	1 x 20 N		1600					8		16.00	20	2	12	1.66		1600
PIE- 13	1 x 20 N		1600					8		16.00	21	2	12	1.66	4.6	
PIE- 14	1 x 20 N		1400					7		14.00	21	2	12	1.66	4.6	
PIE- 15	1 x 20 N		1600					8		16.00	17	2	12	1.45		1600
PIE- 16	1 x 15 N		1000					5		8.70	33	2	12	1.73	13.6	
PIE- 17	1 x 20 N		1600					8		16.00	22	2	12	1.64		1600
PIE- 18	R															
PIE- 19	R															
PIE- 20	R															
PIE- 21	R															
PIE- 22	R															
PIE- 23	R															
PIE- 24	R															
PIE- 25	R															
PIE- 26	R															
PIE- 27	R															
PIE- 28	R															
PIE- 29	R															
PIE- 30	R															
PIE- 31	R															
PIE- 32	R															
PIE- 33	R															
PIE- 34	R															
PIE- 35	R															
PIE- 36	R															
PIE- 37	R															
PIE- 38	R															
PIE- 39	R															
PIE- 40	R															
PIE- 41	R															
PIE- 42	R															

(1) Carga Continua (2) Carga Cent

CARGA INST TOTAL	20.176	5.200		500	416	14.000			58.81	Carta Mar	2.50	4.6	25.00	8600
CARGA CONTINUA	15.176	5.200		500	416	14.000			INTERRUPTOR PRINCIPAL				DESBALANCEO MAXIMO	
CARGA NO CONTINUA														4.90%

- NOTAS:**
- Para tipo de interruptor considerar: N = Protección Normal; F = Protección de falla a tierra
 - Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrían modificarse en panos (debido a factor de agrupamiento) al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO : P1A OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TELEVISION	220	127
UBICACION PRIMER NIVEL		MARCA		Coca Mar 250		
COBERTURA Conexión 2		TIPO		F POT 090		
FECHA 26 de Abril de 1996		FASES 3		HILOS 4		

CIRCUITO	I N T (P x A)	I P O	CARGA INSTAL (watts)						CORR (%)	CARG (W)	A. MELT No	CA DA (%)	B A L A N C E O			
				FASE A	FASE B	FASE C										
P1A-1	1 x 15	N	960	12					4.43	20	2	12	146	460		
P1A-2	1 x 15	N	600	10					7.00	29	2	12	143	500		
P1A-3	1 x 15	N	600		4				6.75	33	2	12	143		600	
P1A-4	1 x 15	N	480	6					4.25	39	2	12	140		480	
P1A-5	1 x 15	N	960	12					6.43	33	2	12	146			960
P1A-6	1 x 15	N	600	10					7.00	29	2	12	143			900
P1A-7	1 x 15	N	432	5			2		3.79	43	2	12	144	412		
P1A-8	1 x 15	N	1600					6	14.00	51	2	12	144	1100		
P1A-9	1 x 15	N	640	8					5.66	30	2	12	146		640	
P1A-10	1 x 15	N	1600					8	14.00	51	2	12	144		1600	
P1A-11	1 x 15	N	368	4			3		3.23	49	2	12	146			368
P1A-12	1 x 15	N	1600					6	14.00	51	2	12	144			1600
P1A-13	1 x 15	N	1600					6	14.00	51	2	12	144	1100		
P1A-14	1 x 15	N	800	4					7.00	29	2	12	143	600		
P1A-15	1 x 15	N	1600					6	14.00	51	2	12	144		1600	
P1A-16	1 x 15	N	800	4					7.00	29	2	12	143	800		
P1A-17	1 x 15	N	1600					6	14.00	51	2	12	144			1600
P1A-18	1 x 15	N	800	4					7.00	29	2	12	143		800	
P1A-19	1 x 15	N	1200						12.51	27	2	12	143			1200
P1A-20	1 x 15	N	1000					5	6.75	33	2	12	143	1100		
P1A-21	1 x 15	N	1200					6	12.51	27	2	12	143			1200
P1A-22	1 x 15	N	1000					5	6.75	33	2	12	143		1000	
P1A-23	1 x 15	N	1100					6	12.51	27	2	12	143			1100
P1A-24	1 x 15	N	1000					5	6.75	33	2	12	143		1000	
P1A-25	1 x 15	N	600					3	4.25	39	2	12	144	600		
P1A-26	R															
P1A-27	1 x 15	N	600					4	7.00	43	2	12	143		600	
P1A-28	R															
P1A-29	1 x 15	N	600					3	6.75	40	2	12	146			600
P1A-30	R															
P1A-31	R															
P1A-32	R															
P1A-33	R															
P1A-34	R															
P1A-35	R															
P1A-36	R															
P1A-37	R															
P1A-38	R															
P1A-39	R															
P1A-40	R															
P1A-41	R															
P1A-42	R															
1 Carga Continua			2 Carga no Contin			1	1	1	1	1						
CARGA INST. TOTAL			2674	5591	600		30	20600		11.75	1	1	1	1	1	1
CARGA CONTINUA			2674	5591	600		30	20600								
CARGA CONTINUA										INTERRUPTOR PRINCIPAL				DESBALANCEO MAXIMO		
										3				100		30%

- NOTAS:**
- 1- Para tipo de interruptor considerar: N=Prte. con Normal; F= Detección de falla a tierra
 - 2- Los aumentales aplicados para cada circuito podran modificarse en caso de existir a factor de agrupamiento al instalarse en una barra 23-A correspondiente

TABLERO: PBDE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION 220 127	
LUBRICACION PLANTA BAJA		MARCA		Carga Var 250	
COBERTURA Conserción 3		TIPO		F.POT 0.90	
FECHA 26 de Abril de 1986		FASES 3		H.CLOS 4	

CIRCUITO	I N T (P x A)	T P O	CARGA INSTAL (watts)	Φ 500											BALANCEO					
					CORR (Amp)	LONG (m)	AL. MEN % Ca	CA (%)	FASE A	FASE B	FASE C									
PBDE - 1	1 x 30	N	2000	4																
PBDE - 2	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 3	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 4	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 5	1 x 30	N	2000	4																
PBDE - 6	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 7	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 8	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 9	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 10	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 11	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 12	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 13	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 14	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 15	1 x 30	N	2000	4																
PBDE - 16	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 17	1 x 20	N	1500	3																
PBDE - 18	1 x 30	N	2000	4																
PBDE - 19	R																			
PBDE - 20	R																			
PBDE - 21	R																			
PBDE - 22	R																			
PBDE - 23	R																			
PBDE - 24	R																			
PBDE - 25	R																			
PBDE - 26	R																			
PBDE - 27	R																			
PBDE - 28	R																			
PBDE - 29	R																			
PBDE - 30	R																			
PBDE - 31	R																			
PBDE - 32	R																			
PBDE - 33	R																			
PBDE - 34	R																			
PBDE - 35	R																			
PBDE - 36	R																			
PBDE - 37	R																			
PBDE - 38	R																			
PBDE - 39	R																			
PBDE - 40	R																			
PBDE - 41	R																			
PBDE - 42	R																			

(1) Carga Continua (2) Carga No Cont

CARGA INST. TOTAL	29.000	29.000																			
CARGA CONTINUA	29.000	29.000																			
CARGA NO CONTINUA																					
											INTERUPTOR PRINCIPAL	3	x	125							
											DESBALANCEO MAXIMO		500%								

- NOTAS:**
1. Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal, F = Protección de falla a tierra
 2. Los símbolos así indicados para cada circuito pueden modificarse en planos o listos al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO: PBCE OBRA			CENTRO DE COMPUTO			TENSION 220 127			
UBICACION PLANTA BAJA				MARCA			Carga Máx 250		
COBERTURA Conexión 3				TIPO			F.POT 0.50		
FECHA 26 de Abril de 1966				FASES 3			HILOS 4		

CIRCUITO	I H T (P I A)	I P O	CARGA INSTAL [watts]	Φ 500											BALANCEO		
															CORR [Am]s	COEF [T]	ALIMENT [w] Ca
PBCE - 1	1 x 20	T	1500	3						13.12	20	2	10	250	1500		
PBCE - 2	1 x 20	T	1500	3						13.12	25	2	10	250	1500		
PBCE - 3	1 x 20	T	1500	3						13.12	22	2	10	250		1500	
PBCE - 4	1 x 20	T	1500	3						13.12	32	2	8	150		1500	
PBCE - 5	1 x 20	T	1500	3						13.12	28	2	10	250			1500
PBCE - 6	1 x 20	T	1500	3						13.12	33	2	10	150			1500
PBCE - 7	1 x 20	T	1500	3						13.12	24	2	10	150	1500		
PBCE - 8	1 x 20	T	1500	3						13.12	26	2	10	250	1500		
PBCE - 9	1 x 20	T	1500	3						13.12	25	2	8	175		1500	
PBCE - 10	1 x 20	T	1500	3						13.12	30	2	10	250	1500		
PBCE - 11	1 x 20	T	1500	3						13.12	30	2	10	250		1500	
PBCE - 12	1 x 20	T	1500	3						13.12	28	2	10	250			1500
PBCE - 13	1 x 20	T	1500	3						13.12	28	2	10	250	1500		
PBCE - 14	1 x 20	T	1500	3						13.12	25	2	10	250	1500		
PBCE - 15	1 x 20	T	1500	3						13.12	21	2	10	150		1500	
PBCE - 16	1 x 20	T	1500	3						13.12	18	2	10	250	1500		
PBCE - 17	1 x 20	T	1500	3						13.12	15	2	10	250		1500	
PBCE - 18	1 x 30	T	2000	4						17.45	18	2	10	150			2000
PBCE - 19	1 x 20	T	1500	3						13.12	19	2	10	250	1500		
PBCE - 20	R																
PBCE - 21	1 x 20	T	1500	3						13.12	30	2	10	250		1500	
PBCE - 22	R																
PBCE - 23	1 x 15	T	1000	2						8.75	30	2	10	250			1000
PBCE - 24	R																
PBCE - 25	R																
PBCE - 26	R																
PBCE - 27	R																
PBCE - 28	R																
PBCE - 29	R																
PBCE - 30	R																
PBCE - 31	R																
PBCE - 32	R																
PBCE - 33	R																
PBCE - 34	R																
PBCE - 35	R																
PBCE - 36	R																
PBCE - 37	R																
PBCE - 38	R																
PBCE - 39	R																
PBCE - 40	R																
PBCE - 41	R																
PBCE - 42	R																

H.Carga Continua (3) Carga Instant

CARGA INST TOTAL	3150	3150						3150	Carga Máx Esm	250	1500	1500	1500
CARGA CONTINUA	3150	3150						INTERRUPTOR PRINCIPAL				DESBALANCEO MÁXIMO	
CARGA NO CONTINUA									3	4	125		

- NOTAS:**
- 1 - Para tipo de interruptor considerar: T = Protección normal; F = Protección de falla a tierra.
 - 2 - Los interruptores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en planis detwico a la falta de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO: PBBE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION:	220	127
UBICACIÓN	PLANTA BAJA	MARCA	Cada Max 750			
COBERTURA	Conexión 3	TIPO	F POT 050			
FECHA	26 de Abril de 1966	FASES	3	HILOS	4	

CIRCUITO	I (P x A)	N P	CARGA INSTAL (Watts)	Φ	500	CORR (Am)	LONG (m)	ALIMENT Ca	CAIDA (V)	BALANCEO			
										FASE A	FASE B	FASE C	
PBBE - 1	1 x 20	R	1500	3		13.12	25	2	10	1.96	1500		
PBBE - 2	1 x 20	R	1500	3		13.12	16	2	12	2.25	1500		
PBBE - 3	1 x 20	R	1500	3		13.12	46	2	8	2.27		1500	
PBBE - 4	1 x 20	R	1500	3		13.12	33	2	8	1.63		1500	
PBBE - 5	1 x 20	R	1500	3		13.12	24	2	11	2.04			1500
PBBE - 6	1 x 20	R	1500	3		13.12	18	2	12	2.25			1500
PBBE - 7	R												
PBBE - 8	R												
PBBE - 9	R												
PBBE - 10	R												
PBBE - 11	R												
PBBE - 12	R												
PBBE - 13	R												
PBBE - 14	R												
PBBE - 15	R												
PBBE - 16	R												
PBBE - 17	R												
PBBE - 18	R												
PBBE - 19	R												
PBBE - 20	R												
PBBE - 21	R												
PBBE - 22	R												
PBBE - 23	R												
PBBE - 24	R												
PBBE - 25	R												
PBBE - 26	R												
PBBE - 27	R												
PBBE - 28	R												
PBBE - 29	R												
PBBE - 30	R												
PBBE - 31	R												
PBBE - 32	R												
PBBE - 33	R												
PBBE - 34	R												
PBBE - 35	R												
PBBE - 36	R												
PBBE - 37	R												
PBBE - 38	R												
PBBE - 39	R												
PBBE - 40	R												
PBBE - 41	R												
PBBE - 42	R												
Carga Continua de Carga Total													
CARGA INST TOTAL			9000	9000				7.74	Cada Max 750	2.25	1500	1500	1500
CARGA CONTINUA			3000	9000				INTERRUPTOR PRINCIPAL		DESBALANCEO MAXIMO			
CARGA NO CONTINUA								3		40			

NOTAS:

- Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal, F = Protección de falla a tierra
- Los alimentadores aquí indicados para cada circuito pueden modificarse en punto de conexión al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO : PBAE OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220	127
UBICACION	PLANTA BAJA	MARCA		Cable Max	2 50	
COBERTURA	Consección 3	TIPO		F.P.O.T	0 90	
FECHA	28 de Abril de 1968	FASES	3	H.LOS	4	

CIRCUITO	N	T	I	CARGA (P x A)	I INSTAL (watts)	Ø							BALANCEO												
													CCRR (Amps)	LONG (ft)	ALIMENT (in. Cal)	CAIDA (%)	FASE A	FASE B	FASE C						
PBAE - 1	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 2	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 3	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 4	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 5	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 6	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 7	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 8	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 9	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 10	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 11	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 12	1	x	23	N	1500	3																			
PBAE - 13	R																								
PBAE - 14	R																								
PBAE - 15	R																								
PBAE - 16	R																								
PBAE - 17	R																								
PBAE - 18	R																								
PBAE - 19	R																								
PBAE - 20	R																								
PBAE - 21	R																								
PBAE - 22	R																								
PBAE - 23	R																								
PBAE - 24	R																								
PBAE - 25	R																								
PBAE - 26	R																								
PBAE - 27	R																								
PBAE - 28	R																								
PBAE - 29	R																								
PBAE - 30	R																								
PBAE - 31	R																								
PBAE - 32	R																								
PBAE - 33	R																								
PBAE - 34	R																								
PBAE - 35	R																								
PBAE - 36	R																								
PBAE - 37	R																								
PBAE - 38	R																								
PBAE - 39	R																								
PBAE - 40	R																								
PBAE - 41	R																								
PBAE - 42	R																								
1. Carga Continua (C) Carga No Cont.																									
CARGA INST. TOTAL													15 000	15 000											
CARGA CONTINUA													15 000	15 000											
CARGA NO CONTINUA																									
													5 41	5 41	5 41	5 41	5 41	5 41	5 41	5 41	5 41	5 41	5 41	5 41	5 41
													INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO									
													3	4	70										

- NOTAS:**
- Para tipo de interruptor de serie N = Fricción Normal F = Protección de falta a tierra
 - Los aumentados aquí indicados para cada circuito pueden mostrarse en parte debido a factor de agrupamiento de circuitos en la canalización correspondiente.

TABLERO: GE	OBRA	CENTRO DE COMPUTO	TEMSION	220	127
UBICACION: PLANTA BAJA EMERG	MARCA	Cade Mar 250			
COBERTURA: Consecion 3	TIPO	F POT 090			
FECHA: 26 de Abril de 1996	FASES	3	FLOS 4		

CIRCUITO	I N T (P x A) P O	I P	CARGA INSTAL. (watts)	63							CORR (Amp)	LOGO (%)	AL. MEN. Ca	CACA (%)	BALANCEO			
															FASE A	FASE B	FASE C	
GE - 1	1 x 15	N	504	B							4.41	26	2	12	1.04	5.4		
GE - 2	1 x 15	N	504	B							4.41	26	2	12	0.77	4		
GE - 3	1 x 15	N	504	B							4.41	26	2	12	0.61	504		
GE - 4	1 x 15	N	504	B							4.41	26	2	12	1.43	504		
GE - 5	1 x 15	N	504	B							4.41	26	2	12	0.88		504	
GE - 6	1 x 15	N	504	B							4.41	26	2	12	1.30		504	
GE - 7	1 x 15	N	504	B							4.41	26	2	12	1.17	5.4		
GE - 8	R																	
GE - 9	1 x 15	N	504	B							4.41	26	2	12	1.47		504	
GE - 10	R																	
GE - 11	1 x 15	N	504	B							4.41	48	2	12	1.65		504	
GE - 12	R																	
GE - 13	R																	
GE - 14	R																	
GE - 15	R																	
GE - 16	R																	
GE - 17	R																	
GE - 18	R																	
GE - 19	R																	
GE - 20	R																	
GE - 21	R																	
GE - 22	R																	
GE - 23	R																	
GE - 24	R																	
GE - 25	R																	
GE - 26	R																	
GE - 27	R																	
GE - 28	R																	
GE - 29	R																	
GE - 30	R																	
GE - 31	R																	
GE - 32	R																	
GE - 33	R																	
GE - 34	R																	
GE - 35	R																	
GE - 36	R																	
GE - 37	R																	
GE - 38	R																	
GE - 39	R																	
GE - 40	R																	
GE - 41	R																	
GE - 42	R																	
1) Carga Continua (1) Carga No Cont															1			
CARGA INST. TOTAL			4.53	4.53							15.15	26.5	1.25	1.85	11.15	15.12	15.12	
CARGA CONTINUA			4.53	4.53							INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANCEO MAXIMO				
CARGA NO CONTINUA											3	x	20					

- NOTAS:**
- 1- Paratipo de interruptor considerar: N = Protección Normal; F = Protección de falla a tierra
 - 2- Los aumentos de carga indicados para cada circuito podrán modificarse en planos, seccionales al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO: FE	OBRA	CENTRO DE COMPUTO	TENSION	220	127
UBICACION	PLANTA BAJA EMERG	VARCA	Caida Max	2.50	
COBERTURA	Conexión 3	TIPO	F-POT	0.90	
FECHA	28 de Abril de 1996	FASES	3	HILOS	4

CIRCUITO	I N T (P x A)	I P O	CARGA INSTAL (watts)	7 63					CORR (Amp)	LONG (m)	ALIMENT %o	CAIDA (V)	BALANCEO			
													FASE A	FASE B	FASE C	
FE - 1	1 x 15	N	441	7					3.66	26	2 - 12	0.05	441			
FE - 2	1 x 15	N	504	8					4.41	14	2 - 12	0.5x	504			
FE - 3	1 x 15	N	441	7					3.66	16	2 - 12	0.5x		441		
FE - 4	1 x 15	N	504	8					4.41	22	2 - 12	0.9x		504		
FE - 5	1 x 15	N	504	8					4.41	27	2 - 12	1.13			504	
FE - 6	1 x 15	N	504	8					4.41	30	2 - 12	1.2x			504	
FE - 7	1 x 15	N	504	8					4.41	34	2 - 12	1.43	504			
FE - 8	R															
FE - 9	1 x 15	N	504	8					4.41	36	2 - 12	1.51		504		
FE - 10	R															
FE - 11	1 x 15	N	441	7					3.66	38	2 - 12	1.40			441	
FE - 12	R															
FE - 13	R															
FE - 14	R															
FE - 15	R															
FE - 16	R															
FE - 17	R															
FE - 18	R															
FE - 19	R															
FE - 20	R															
FE - 21	R															
FE - 22	R															
FE - 23	R															
FE - 24	R															
FE - 25	R															
FE - 26	R															
FE - 27	R															
FE - 28	R															
FE - 29	R															
FE - 30	R															
FE - 31	R															
FE - 32	R															
FE - 33	R															
FE - 34	R															
FE - 35	R															
FE - 36	R															
FE - 37	R															
FE - 38	R															
FE - 39	R															
FE - 40	R															
FE - 41	R															
FE - 42	R															
Carga Continua (7) Carga No Cont										1						
CARGA INSTAL TOTAL										4.347	4.347					
CARGA CONTINUA										4.347	4.347					
CARGA NO CONTINUA																
										1.568	Caida Max Perm	1.51	1443	1443	1443	
										INTERRUPTOR PRINCIPAL		DESBALANCEO MÁXIMO				
										3	x	20				

- NOTAS:**
- Para tipo de interruptor considerar "I" = Protección normal "F" = Protección de falta a tierra
 - Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en planos debidos al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO: PBD OBRA		CENTRO DE COMPUTO					TENSION	220	127								
UBICACION		PLANTA BAJA		MARCA			Cada Max		2.50								
COBERTURA		Consección 3		TIPO			F.POT		0.90								
FECHA		26 de Abril de 1966		FASES			-LOS		4								
CIRCUITO	I N T (P x A)	I P O	CARGA INSTAL (watts)	80	150	80	16	200	CORR [Amc]	LONG [m]	ALIVENT No	CADA [N]	BALANCEO				
													FASE A	FASE B	FASE C		
PBD - 1	1 x 15	N	800	10					7.00	13	2	12	3.87	800			
PBD - 2	1 x 15	N	480	6					4.20	14	2	12	9.46	480			
PBD - 3	1 x 15	N	800	10					7.00	21	2	12	1.40		800		
PBD - 4	1 x 15	N	640	8					5.60	41	2	12	2.16		640		
PBD - 5	1 x 15	N	960	12					8.40	29	2	12	2.32			960	
PBD - 6	1 x 15	N	800	10					7.00	26	2	12	1.73			800	
PBD - 7	1 x 15	N	800	10					7.00	29	2	12	1.92			800	
PBD - 8	1 x 20	N	1400						12.24	6	2	12	0.71		1400		
PBD - 9	1 x 15	N	600		4				5.24	13	2	12	1.14			600	
PBD - 10	1 x 20	N	1600						14.00	4	2	12	1.07		1600		
PBD - 11	1 x 15	N	320			2	10		2.80	21	2	12	0.56			320	
PBD - 12	1 x 15	N	1200						11.50	21	2	12	1.11			1200	
PBD - 13	1 x 15	N	1200						11.50	16	2	12	1.60			1200	
PBD - 14	1 x 15	N	1000						9.74	24	2	12	2.03			1000	
PBD - 15	1 x 15	N	1200						11.50	16	2	12	1.60			1200	
PBD - 16	1 x 15	N	1000						8.75	27	2	12	2.14			1000	
PBD - 17	1 x 15	N	1200						11.50	24	2	12	2.40			1200	
PBD - 18	1 x 15	N	1000						8.75	19	2	12	1.58			1000	
PBD - 19	1 x 15	N	800				4		7.00	29	2	12	1.93			800	
PBD - 20	1 x 15	N	600				3		5.25	41	2	12	2.95			600	
PBD - 21	1 x 15	N	600				3		5.25	35	2	12	1.75			600	
PBD - 22	1 x 15	N	600				3		5.25	24	2	12	1.20			600	
PBD - 23	1 x 15	N	800				4		7.00	35	2	12	2.33			800	
PBD - 24	1 x 15	N	600				3		5.25	26	2	12	1.40			600	
PBD - 25	R																
PBD - 26	R																
PBD - 27	R																
PBD - 28	R																
PBD - 29	R																
PBD - 30	R																
PBD - 31	R																
PBD - 32	R																
PBD - 33	R																
PBD - 34	R																
PBD - 35	R																
PBD - 36	R																
PBD - 37	R																
PBD - 38	R																
PBD - 39	R																
PBD - 40	R																
PBD - 41	R																
PBD - 42	R																
CARGA (Cada Max) (Carga No Cont)																	
CARGA INST. TOTAL			37.000	5.250	600	110	160	14.000				41.24	Cada Max (m)	1.40	100	1150	6680
CARGA CONTINUA			21.000	5.250	600	110	160	14.000					INTERRUPTOR PRINCIPAL				DESBALANCEO MÁXIMO
CARGA NO CONTINUA													3	100		2.82%	

- NOTAS:
- Para tipo de interruptor con delay: T = Protección normal; F = Protección de falla a tierra
 - Los aumentos de carga a las indicadas para cada circuito pueden modificarse en función de la factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

TABLERO: PBC		OBRA CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220	127
UBICACION	PLANTA BAJA	MARCA		Cada Max	2.50	
COBERTURA	Consolid 3	TPO		F.P.O.T	0.90	
FECHA	26 de Abril de 1966	FASES	3	FILOS	4	

CIRCUITO	L x T (P x A)	I P O	CARGA INSTAL (+95%)	□	□	□	□	⊗			CORR (Am)	LONG (m)	ALIVENT %	CADA %	BALANCEO					
															FASE A	FASE B	FASE C			
PBC - 1	1 x 15 N		120	9							6.30	29	2	12	1.74	120				
PBC - 2	1 x 15 N		800	11							7.70	24	2	12	1.75	960				
PBC - 3	1 x 15 N		1120	14							9.80	21	2	12	1.96		1120			
PBC - 4	1 x 15 N		640	8							5.60	41	2	12	2.78		640			
PBC - 5	1 x 15 N		880	11							7.70	16	2	12	1.17		880			
PBC - 6	1 x 15 N		960	12							8.40	26	2	12	2.76		960			
PBC - 7	1 x 15 N		400			5					3.50	9	2	12	0.30		400			
PBC - 8	1 x 15 N		1200					6			10.50	9	2	12	0.96		1200			
PBC - 9	1 x 20 N		1600					8			14.00	10	2	12	1.33		1600			
PBC - 10	1 x 15 N		1200					6			10.50	12	2	12	1.40		1200			
PBC - 11	1 x 15 N		1200					6			10.50	12	2	12	1.20		1200			
PBC - 12	1 x 15 N		1200					6			10.50	26	2	12	2.00		1200			
PBC - 13	1 x 15 N		1200					6			10.50	20	2	12	3.16		1200			
PBC - 14	1 x 15 N		1000					6			8.75	24	2	12	2.00		1000			
PBC - 15	1 x 15 N		1200					6			10.50	16	2	12	1.90		1200			
PBC - 16	1 x 15 N		1200					6			10.50	22	2	12	2.25		1200			
PBC - 17	1 x 15 N		800					4			7.00	22	2	12	1.41		800			
PBC - 18	1 x 15 N		600					4			7.00	22	2	12	1.50		600			
PBC - 19	1 x 15 N		800					4			7.00	33	2	12	2.20		800			
PBC - 20	1 x 15 N		600					4			5.25	37	2	12	1.85		600			
PBC - 21	R																			
PBC - 22	R																			
PBC - 23	1 x 15 N		600					4			5.25	34	2	12	1.70		600			
PBC - 24	1 x 15 N		400					2			3.50	29	2	12	0.97		400			
PBC - 25	R																			
PBC - 26	R																			
PBC - 27	R																			
PBC - 28	R																			
PBC - 29	R																			
PBC - 30	R																			
PBC - 31	R																			
PBC - 32	R																			
PBC - 33	R																			
PBC - 34	R																			
PBC - 35	R																			
PBC - 36	R																			
PBC - 37	R																			
PBC - 38	R																			
PBC - 39	R																			
PBC - 40	R																			
PBC - 41	R																			
PBC - 42	R																			
1-Carga Continua (2) Cargas Cont																				
CARGA INST. TOTAL	20600	5,200		400				15000												
CARGA CONTINUA	20600	5,200		400				15000												
CARGA INST. CONTINUA																				
INTERRUPTOR PRINCIPAL											DESBALANCEO MAXIMO									
											3	100								2.30%

- NOTAS:**
- Para tipo de interruptor considerar "N" = Protección normal "F" = Protección de falla a tierra
 - Los alimentadores aquí indicados para cada circuito pueden modificarse en parámetros debido al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO: PBB OBRA CENTRO DE COMPUTO			TENSION 220 127		
UBICACION PLANTA BAJA		MARCA		Cada Max 2 50	
COBERTURA Consorcio 3		TIPO		FPOT 0 90	
FECHA 26 de Abril de 1996		FASES 3		HILOS 4	

CIRCUITO	I N T (P x A) P O	I J INSTAL (watts)	CARGA					CORR (Amq)	LONG (m)	ALIMENT No Cal	CAIDA (%)	BALANCEO				
			80	150	80	15	200					FASE A	FASE B	FASE C		
PBB - 1	1 x 15	R	960	12					8.40	24	2	12	1.92	960		
PBB - 2	1 x 15	N	960	12					8.40	26	2	12	1.60	960		
PBB - 3	1 x 15	N	560	7					4.90	20	2	12	0.90		560	
PBB - 4	1 x 15	N	560	7					4.90	28	2	12	1.31		560	
PBB - 5	1 x 15	R	960	12					8.40	19	2	12	1.52			960
PBB - 6	1 x 15	N	560	7					4.90	34	2	12	1.12			560
PBB - 7	1 x 20	N	1.400					7	12.25	12	2	12	1.40	1.400		
PBB - 8	R															
PBB - 9	1 x 15	N	320			2	10		2.80	16	2	12	0.43			320
PBB - 10	1 x 15	N	560	7					4.90	32	2	12	1.49			560
PBB - 11	1 x 15	N	400			5			3.50	14	2	12	0.47			400
PBB - 12	1 x 20	N	1.400					7	12.25	19	2	12	2.21			1.400
PBB - 13	R															
PBB - 14	R															
PBB - 15	1 x 15	N	800					4	7.00	22	2	12	1.47			800
PBB - 16	1 x 15	N	600					3	5.25	37	2	12	1.65			600
PBB - 17	R															
PBB - 18	R															
PBB - 19	R															
PBB - 20	R															
PBB - 21	R															
PBB - 22	R															
PBB - 23	R															
PBB - 24	R															
PBB - 25	R															
PBB - 26	R															
PBB - 27	R															
PBB - 28	R															
PBB - 29	R															
PBB - 30	R															
PBB - 31	R															
PBB - 32	R															
PBB - 33	R															
PBB - 34	R															
PBB - 35	R															
PBB - 36	R															
PBB - 37	R															
PBB - 38	R															
PBB - 39	R															
PBB - 40	R															
PBB - 41	R															
PBB - 42	R															
(1)Carga Continua (2) Carga No Cont				1	1	1	1	1								
CARGA INSY TOTAL		10.040	5.120		560	160	4.200		29.28	Cada Max Dem	2.21	3320	3400	3320		
CARGA CONTINUA		10.040	5.120		560	160	4.200		INTERRUPTOR PRINCIPAL		DESBALANCEO MAXIMO					
CARGA NO CONTINUA									3		40				2.35%	

- NOTAS:
1. Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal; F = Protección de fuga a tierra
 2. Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en pámos debido a factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO: PBA OBRA		CENTRO DE COMPUTO		TENSION	220 127
UBICACION	PLANTA BAJA		MARCA	Cade Max 2.50	
COBERTURA	Conexión 3		TIPO	F POT 0.90	
FECHA	26 de Abril de 1996		FASES	3	HILOS 4

CIRCUITO	I N T (P x A)	T P O	CARGA INSTAL (watts)	□	□	□	□	⊗			CORR [Ams]	LONG [m]	ALIMENT No	CAIDA Caj	CAIDA [%]	BALANCEO		
																FASE A	FASE B	FASE C
PBA - 1	1 x 15	N	960	12						8.40	21	2	12	1.68		960		
PBA - 2	1 x 15	N	800	10						7.00	26	2	12	1.73		800		
PBA - 3	1 x 15	N	600		4					5.25	13	2	12	0.65			600	
PBA - 4	1 x 15	N	480	6						4.20	38	2	12	1.52			480	
PBA - 5	1 x 15	N	960	12						8.40	33	2	10	1.66				960
PBA - 6	1 x 15	N	800	10						7.00	16	2	12	1.07				800
PBA - 7	1 x 15	N	400	4			5			3.50	43	2	12	1.43		400		
PBA - 8	1 x 15	N	800					4		7.00	25	2	12	1.56		800		
PBA - 9	1 x 15	N	640	8						5.60	27	2	12	1.44			640	
PBA - 10	1 x 15	N	1200					6		10.50	14	2	12	1.40			1200	
PBA - 11	1 x 15	N	400	5						3.50	45	2	12	1.50				400
PBA - 12	1 x 15	N	1200					6		10.50	21	2	12	2.10				1200
PBA - 13	1 x 15	N	1000					5		8.75	31	2	12	1.62		1000		
PBA - 14	1 x 15	N	1000					5		8.75	22	2	12	1.63		1000		
PBA - 15	1 x 15	N	1000					5		8.75	21	2	12	1.75			1000	
PBA - 16	1 x 15	N	800					4		7.00	25	2	12	1.66			800	
PBA - 17	1 x 20	N	1400					7		12.25	10	2	12	1.17				1400
PBA - 18	R																	
PBA - 19	R																	
PBA - 20	R																	
PBA - 21	R																	
PBA - 22	R																	
PBA - 23	R																	
PBA - 24	R																	
PBA - 25	R																	
PBA - 26	R																	
PBA - 27	R																	
PBA - 28	R																	
PBA - 29	R																	
PBA - 30	R																	
PBA - 31	R																	
PBA - 32	R																	
PBA - 33	R																	
PBA - 34	R																	
PBA - 35	R																	
PBA - 36	R																	
PBA - 37	R																	
PBA - 38	R																	
PBA - 39	R																	
PBA - 40	R																	
PBA - 41	R																	
PBA - 42	R																	
(1) Carga Continua (2) Carga No Cont			1	1	1	1	1	1										
CARGA INST TOTAL	14.440	5.920	800			80	8.400			42.11	Cada Max Lcmv	2.10	4920	4720	4760			
CARGA CONTINUA	14.440	5.920	600			80	8.400			INTERRUPTOR PRINCIPAL			DESBALANZOS MAXIMO					
CARGA NO CONTINUA										3	8	70	4.84%					

- NOTAS:**
- Para tipo de interruptor considerar N = Protección normal F = Protección de fase a tierra
 - Los alimentadores aquí indicados para cada circuito podrán modificarse en planos debido al factor de agrupamiento al instalarse en la canalización correspondiente

TABLERO : SOTE OBRA 2		TENSION 220 127	
UBICACION	SOTANO EMERGENCIA	MARCA	Cada Max 250
COBERTURA	Conexión 2	TIPO	F POT 090
FECHA	26 de Abril de 1966	FASES 3	HLOS 4

CIRCUITO	I N T (P x A)	CARGA INSTAL (watts)	C	C	C	C	C	C	C	COPR [Amp]	LONG [m]	ALIMENT No	CADA [N]	BALANCEO																	
														FASE A	FASE B	FASE C															
SOTE - 1	1 x 15	740	5							6.4	22	2	12	1.36	740																
SOTE - 2	1 x 15	688	6							7.77	48	2	12	2.14	688																
SOTE - 3	1 x 15	740	5							6.47	36	2	12	1.63		740															
SOTE - 4	1 x 15	444	3							3.86	63	2	12	1.96		444															
SOTE - 5	1 x 15	740	5							6.47	36	2	12	2.19			740														
SOTE - 6	1 x 15	592	4							5.78	30	2	12	1.48			592														
SOTE - 7	1 x 15	740	5							6.47	47	2	12	1.67	740																
SOTE - 8	1 x 15	592	4							5.78	46	2	12	2.27	592																
SOTE - 9	1 x 15	592	4							5.78	37	2	12	1.82		592															
SOTE - 10	1 x 15	592	4							5.78	24	2	12	1.14		592															
SOTE - 11	1 x 15	592	4							5.78	15	2	12	1.72			592														
SOTE - 12	1 x 15	592	4							5.78	38	2	12	1.67			592														
SOTE - 13	R																														
SOTE - 14	R																														
SOTE - 15	1 x 15	592	4							5.78	26	2	12	1.38		592															
SOTE - 16	R																														
SOTE - 17	1 x 15	592	4							5.78	13	2	12	1.13			592														
SOTE - 18	R																														
SOTE - 19	R																														
SOTE - 20	R																														
SOTE - 21	R																														
SOTE - 22	R																														
SOTE - 23	R																														
SOTE - 24	R																														
SOTE - 25	R																														
SOTE - 26	R																														
SOTE - 27	R																														
SOTE - 28	R																														
SOTE - 29	R																														
SOTE - 30	R																														
SOTE - 31	R																														
SOTE - 32	R																														
SOTE - 33	R																														
SOTE - 34	R																														
SOTE - 35	R																														
SOTE - 36	R																														
SOTE - 37	R																														
SOTE - 38	R																														
SOTE - 39	R																														
SOTE - 40	R																														
SOTE - 41	R																														
SOTE - 42	R																														
Carga Continua (2) Carga Corto																															
CARGA INST TOTAL														9028	9028							27.33	Indo Min (Carga)	2.27	2.94	3.90	3.08				
CARGA CONTINUA														9028	9028							INTERRUPTOR PRINCIPAL				DESBALANCEO MAXIMO					
CARGA NO CONTINUA																						3	1	40					4.76%		

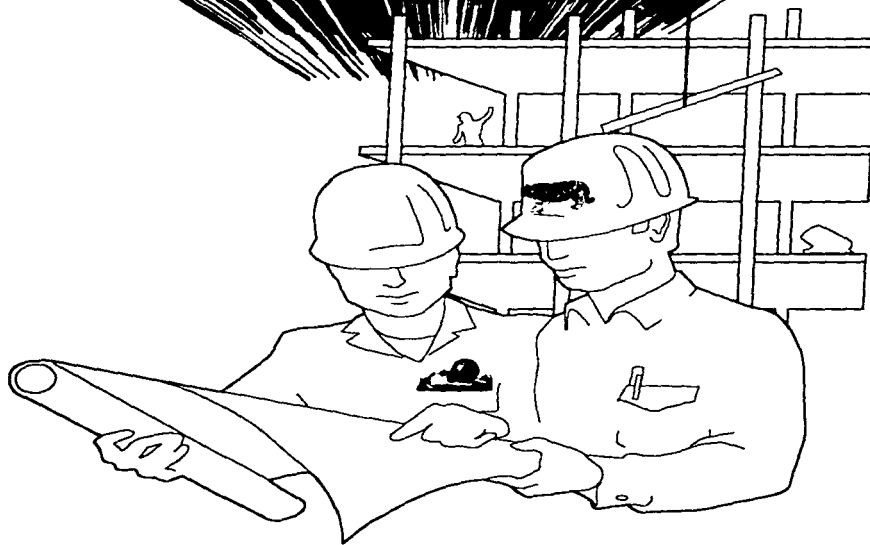
- NOTAS:**
- 1 Para tipo de interruptor considerar: (1) Protección normal; (2) Protección de falla a tierra
 - 2 Una a tres tableros agrupados, uno para cada circuito pueden modificarse en su tamaño debido al factor de agrupamiento al instalarse en la calificación correspondiente.

TABLERO: SOT OBRA CENTRO DE COMPUTO			TENSION	220	127
UBICACION	SOTIANO		MARCA	Carga Mar 250	
COBERTURA	Conexión 1		TIPO	FPOT 050	
FECHA	26 de Abril de 1966		FASES	3	
			HILOS	4	

CIRCUITO	N L I (P A A) C	P C	CARGA		CORR (Ams)	LONG (M)	ALMENT (%)	CAIDA (V)	BALANCEO				
			N° STAL (watts)	148					FASE A	FASE B	FASE C		
SOT - 1	1 x 15	N	1184	6	10.36	21	2	10	163	1184			
SOT - 2	1 x 15	N	1184	6	10.36	21	2	10	163	1184			
SOT - 3	1 x 15	N	898	6	7.77	16	1	10	128		508		
SOT - 4	1 x 15	N	898	6	7.77	16	1	10	133			508	
SOT - 5	1 x 15	N	592	4	5.15	30	2	10	202			592	
SOT - 6	1 x 15	N	592	4	5.15	30	2	10	196			592	
SOT - 7	1 x 15	N	740	6	6.47	49	2	10	190		740		
SOT - 8	R												
SOT - 9	1 x 15	N	1184	6	10.36	37	2	10	229		1184		
SOT - 10	R												
SOT - 11	1 x 15	N	592	4	5.15	30	2	10	148			592	
SOT - 12	1 x 15	N	592	4	5.15	29	2	10	143			592	
SOT - 13	R												
SOT - 14	R												
SOT - 15	R												
SOT - 16	R												
SOT - 17	1 x 15	N	740	6	6.47	50	2	10	201			740	
SOT - 18	R												
SOT - 19	R												
SOT - 20	R												
SOT - 21	R												
SOT - 22	R												
SOT - 23	R												
SOT - 24	R												
SOT - 25	R												
SOT - 26	R												
SOT - 27	R												
SOT - 28	R												
SOT - 29	R												
SOT - 30	R												
SOT - 31	R												
SOT - 32	R												
SOT - 33	R												
SOT - 34	R												
SOT - 35	R												
SOT - 36	R												
SOT - 37	R												
SOT - 38	R												
SOT - 39	R												
SOT - 40	R												
SOT - 41	R												
SOT - 42	R												
Carga Continua (Diferencia)													
CARGA INST. TOTAL	9172	9576											
CARGA CONTINUA	9172	9576											
CARGA DIFERENCIA													
									INTERRUPTOR PRINCIPAL	DESBALANCEO MAXIMO			
									3	x	40	478%	

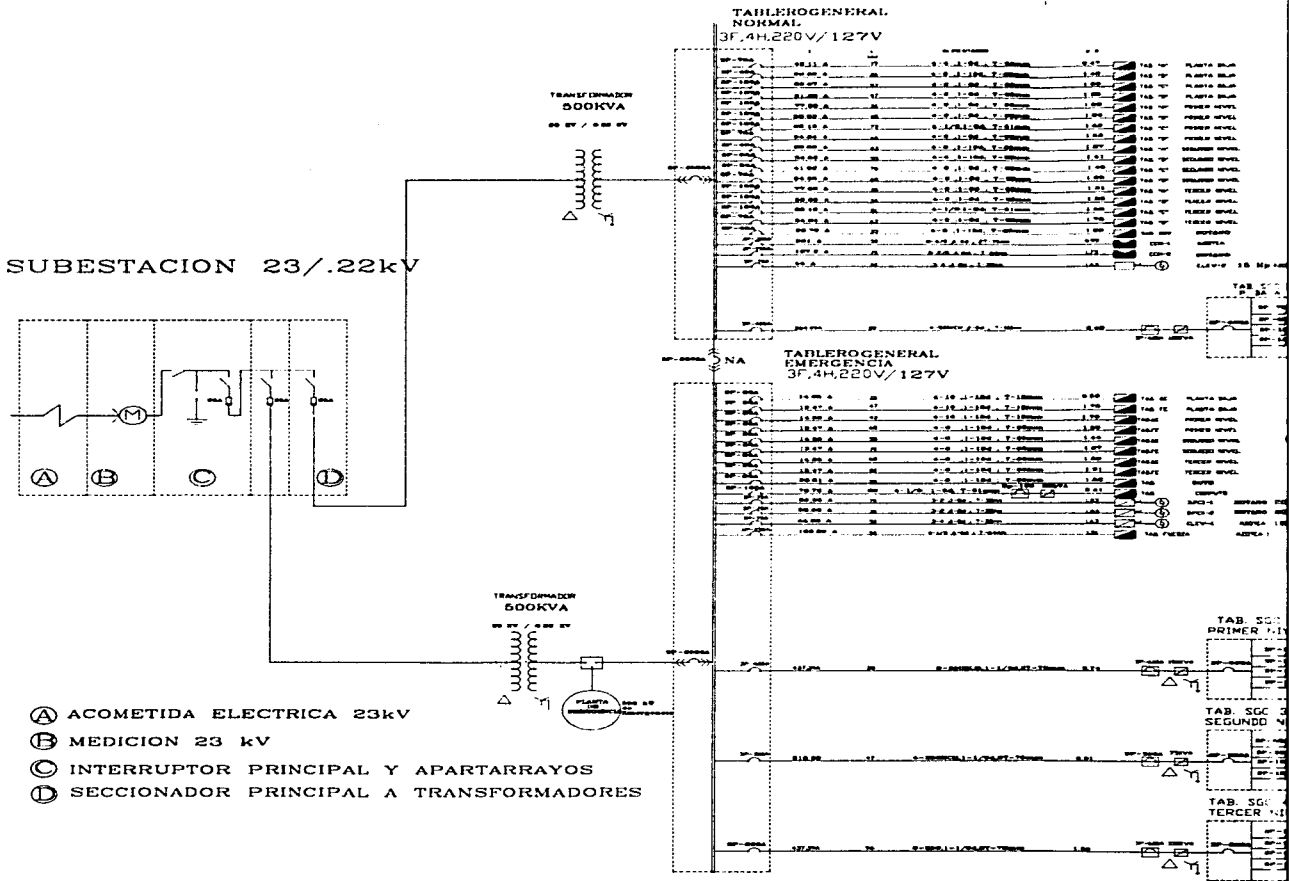
- NOTAS:
- Para tipo de interruptor considerar: N = Protección normal F = Protección de falla a tierra
 - Los alimentadores aquí indicados para cada circuito pueden modificarse en el plano de obra al factor de agudamiento al instalarse en la canalización correspondiente.

PLANOS DE DISEÑO



ANEXO II

DIAGRAMA U



TABLERO GENERAL
NORMAL
3F, 4H, 220V/127V

SUBSTACION 23/22kV

TRANSFORMADOR
500KVA
00 0V / 00 0V

TABLERO GENERAL
EMERGENCIA
3F, 4H, 220V/127V

TRANSFORMADOR
500KVA

- Ⓐ ACOMETIDA ELECTRICA 23kV
- Ⓑ MEDICION 23 kV
- Ⓒ INTERRUPTOR PRINCIPAL Y APARTARRAYOS
- Ⓓ SECCIONADOR PRINCIPAL A TRANSFORMADORES

TAB SG 1
PRIMER NIVEL

TAB SG 2
SEGUNDO NIVEL

TAB SG 3
TERCER NIVEL

ALIMENTACION DE
MOTOR DE
ALIMENTACION
ALIMENTACION
ALIMENTACION

DIAGRAMA UNIFILAR

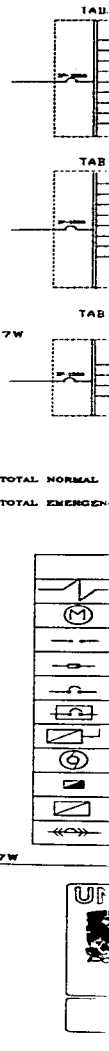
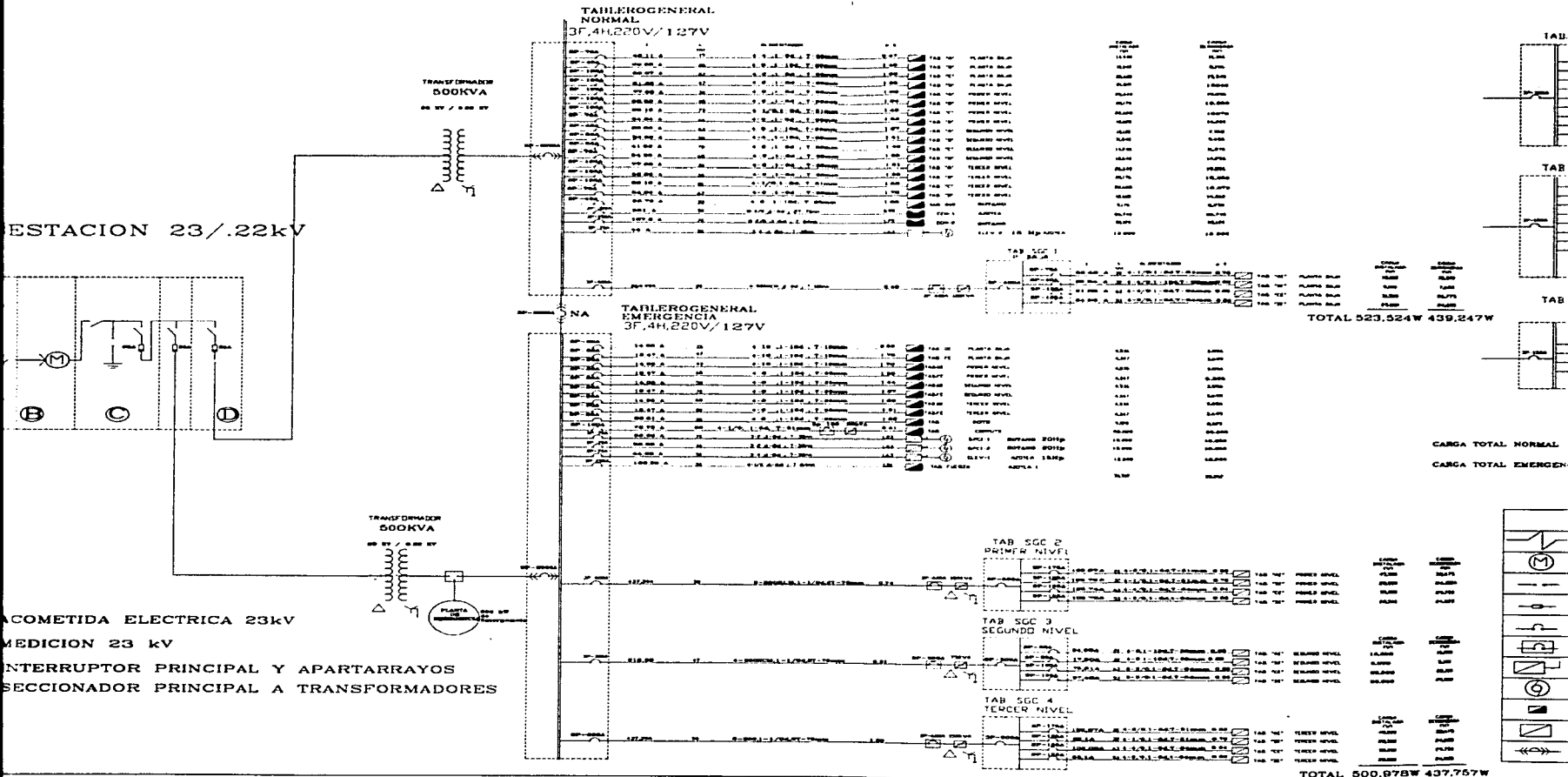
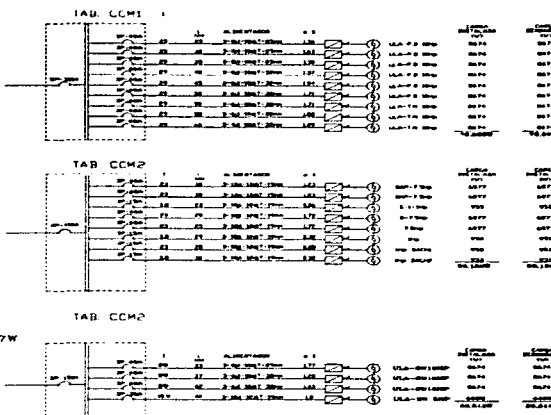
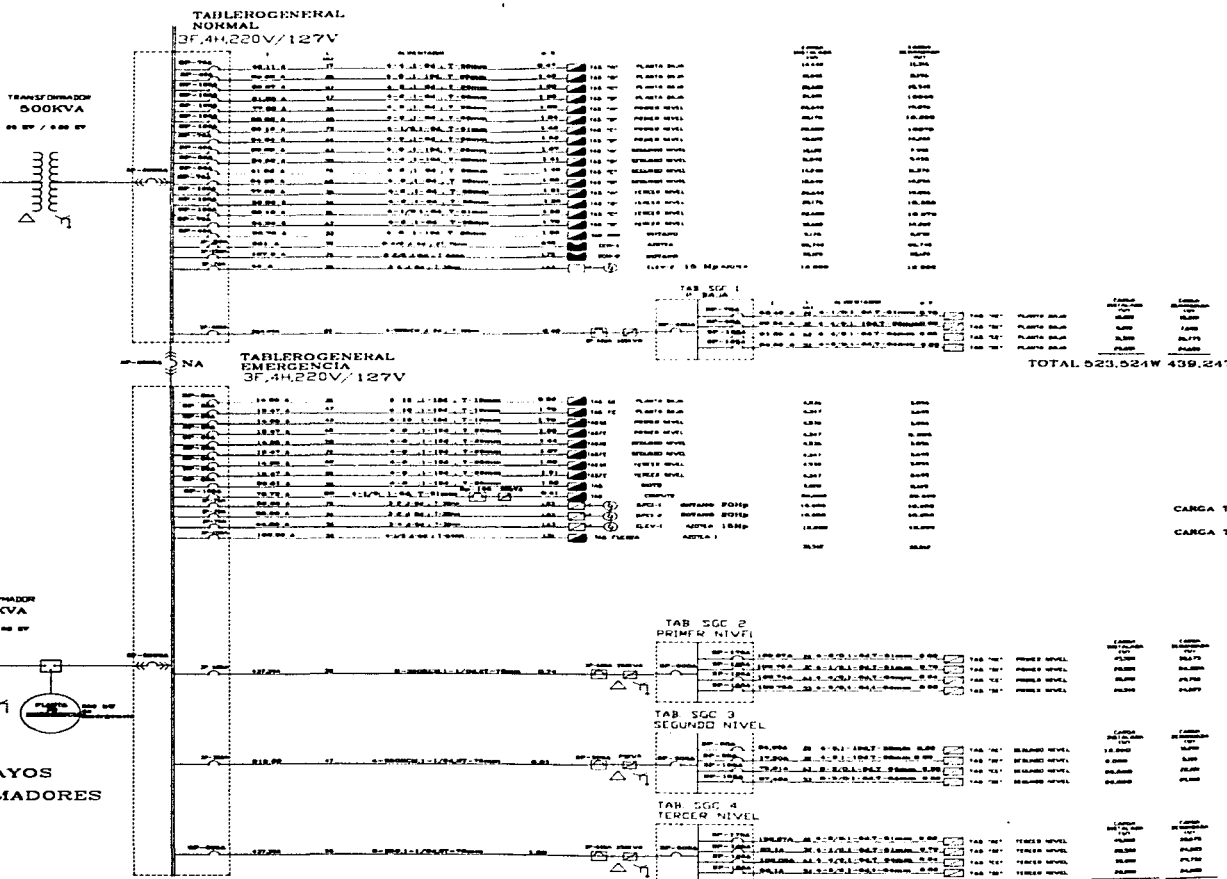


DIAGRAMA UNIFILAR

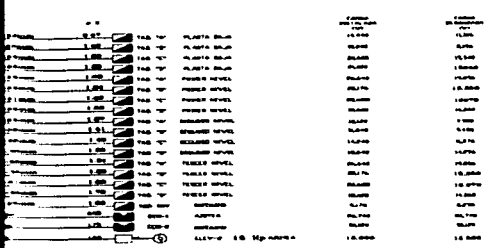


	INSTALADA	DEMANDADA
CARGA TOTAL NORMAL	523.524W	439.247W
CARGA TOTAL EMERGENCIA	500.978W	437.757W

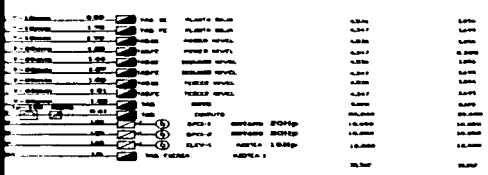
SIMBOLOGIA	
	Acometic 23 Kv
	Mediccion
	Pararrayos
	Fusible L.corriente
	Int. termomagnetico
	Int. en gabinete
	Int. de cuchillas
	Salida de motor elect.
	Tab. multicircuitos
	Equipo UPS
	Int. electromagnetico

	INSTITUCION UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	FECHA _____
	PROYECTO INSTALACION ELECTRICA DEL CENTRO DE COMPUTO	ESCALA _____
DIAGRAMA UNIFILAR		IDENTIFICACION IE-01

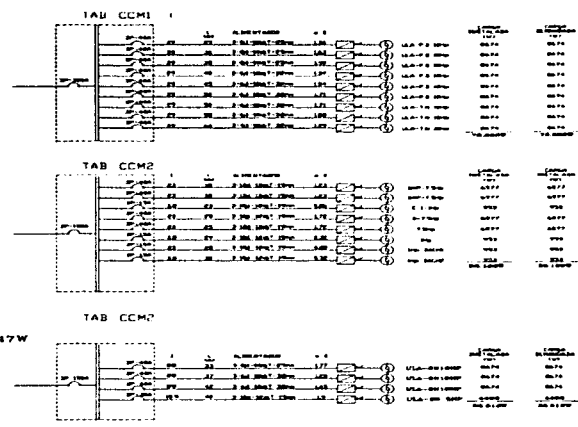
MA UNIFILAR



TOTAL 523.524W 439.247W



TOTAL 500.978W 437.757W



	INSTALADA	DEMANDADA
CARGA TOTAL NORMAL	523.524W	439.247W
CARGA TOTAL EMERGENCIA	500.978W	437.397W

SIMBOLOGIA	
	Acometica 23 Kv
	Medicion
	Pararrayos
	Fusible L.corriente
	Int. termomagnetico
	Int. en gabinete
	Int. de cuchillas
	Salida de motor elect.
	Tab. multicircuitos
	Equipo UPS
	Int. electromagnetico

UNAM

PROYECTO: _____

TABLA: _____

INSTALACION ELECTRICA DEL CENTRO DE COMPUTO

DIAGRAMA UNIFILAR

1E-01

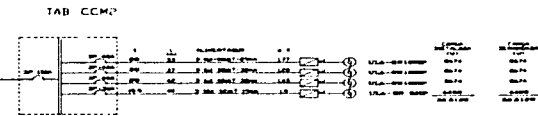
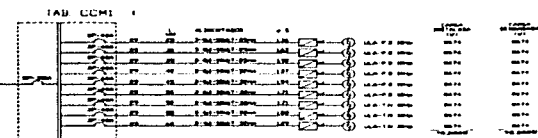
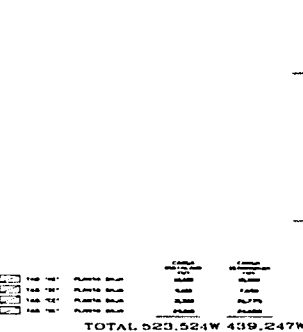
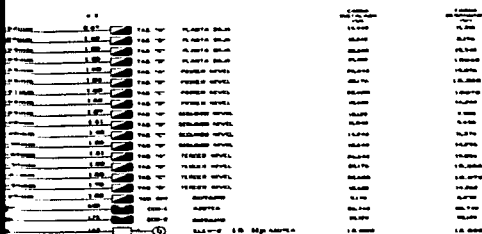
Fecha: _____

Elaborado: _____

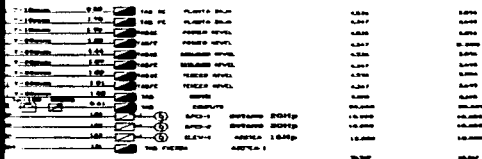
Revisado: _____

Aprobado: _____

MA UNIFILAR



TOTAL 523.524W 439.247W

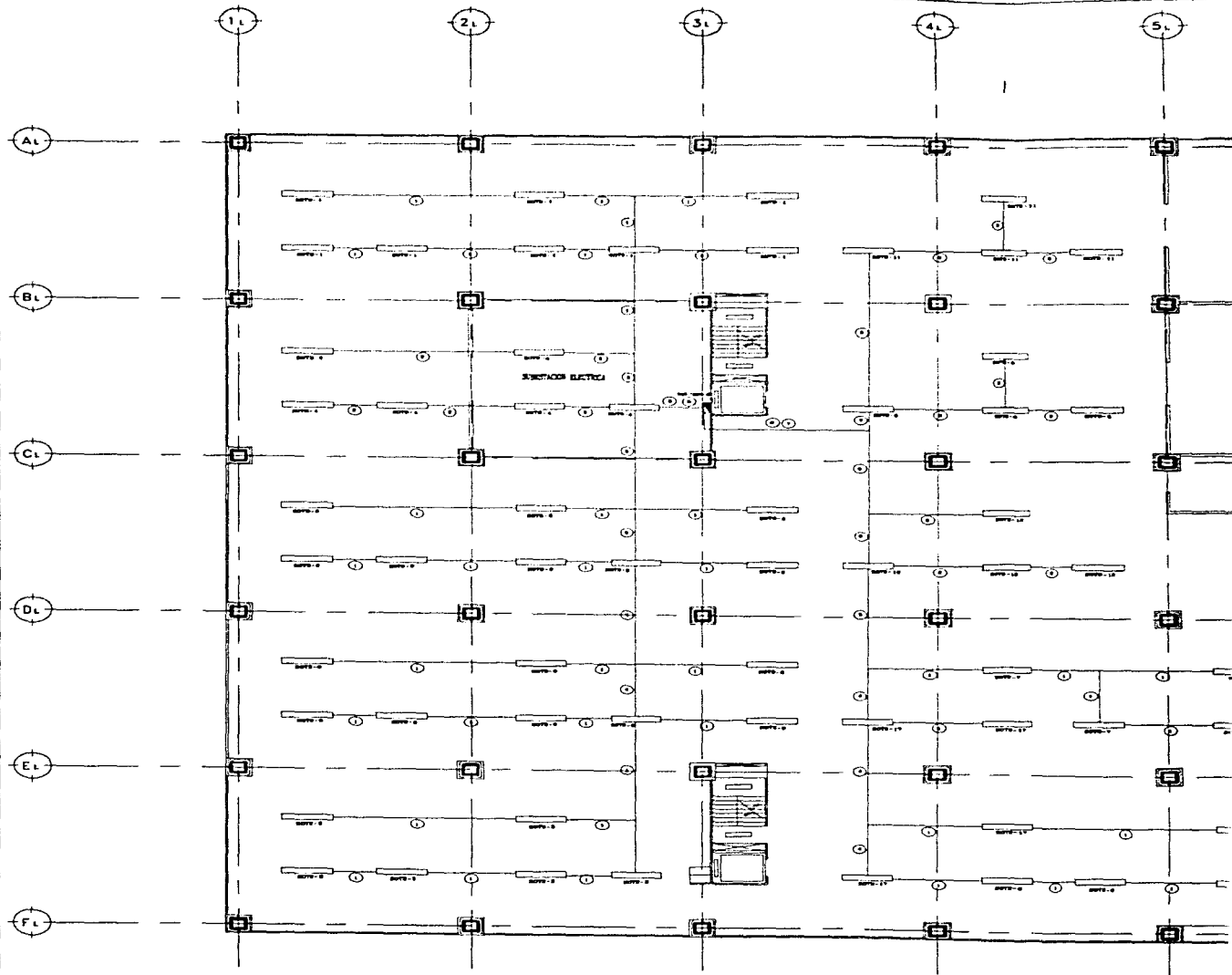


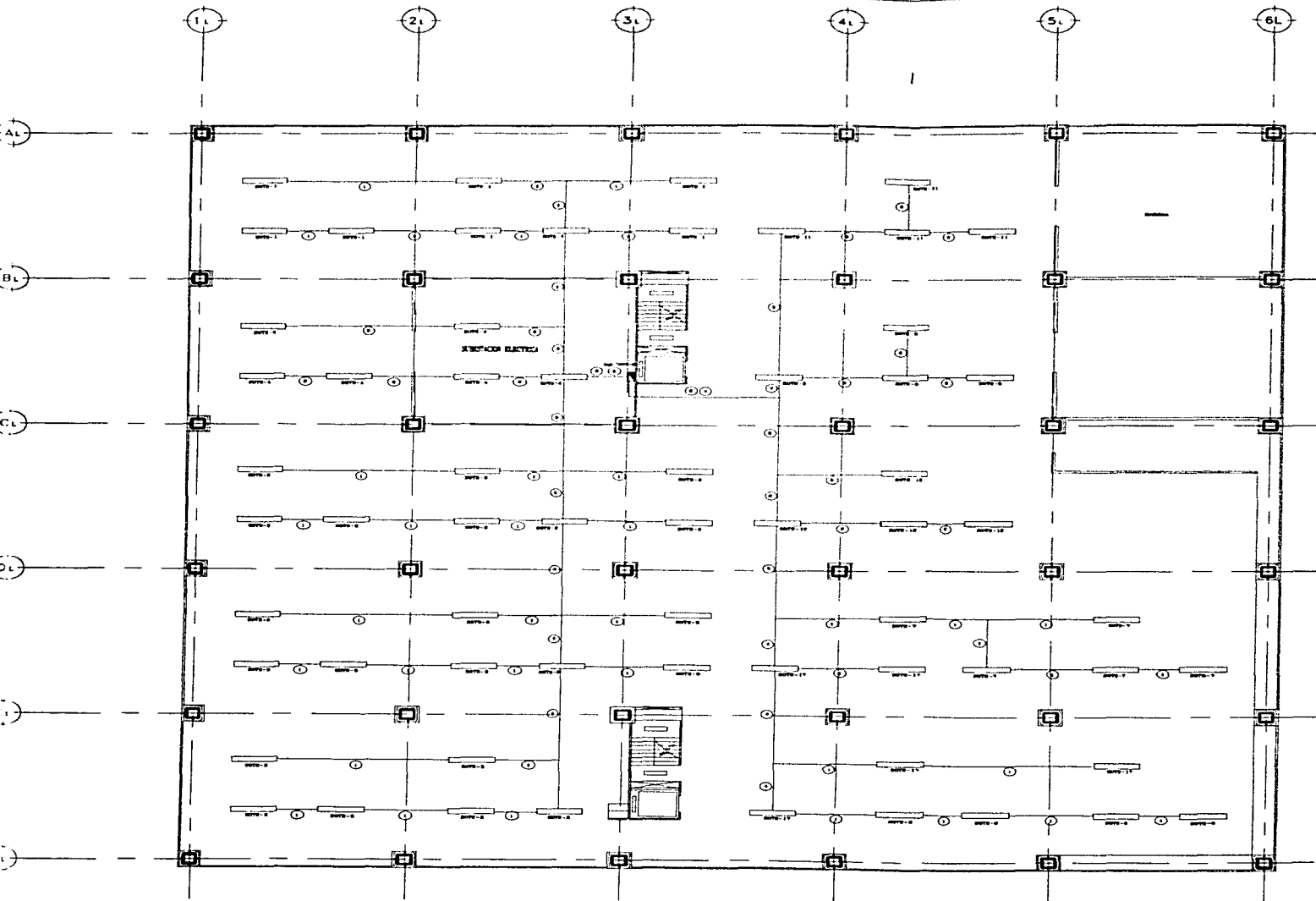
TOTAL 500.979W 437.767W

	INSTALADA	DEMANDADA
CARGA TOTAL NORMAL	523.524W	439.247W
CARGA TOTAL EMERGENCIA	500.979W	437.367W

SIMBOLOGIA	
	Acometica 23 Kv
	Medicion
	Pararrayos
	Fusible L.corriente
	Int. termomagnetico
	Int. en gabinete
	Int. de cuchillas
	Salida de motor elect.
	Tab. multicircuitos
	Equipo UPS
	Int. electromagnetico

UNAM	ESPECIFICACION	FECHA
	PROYECTO	
UNAM	PROYECTO	
	FECHA	
UNAM	INSTALACION ELECTRICA DEL CENTRO DE COMPUTO	
	DIAGRAMA UNIFILAR	IE-01





SIMBOLOS

- TUBO
- LUMINA CON G. MCA
- ▣ TABLET




NOTAS
EL CONDUCTOR SI



CEDULA DE CABLEADO NO

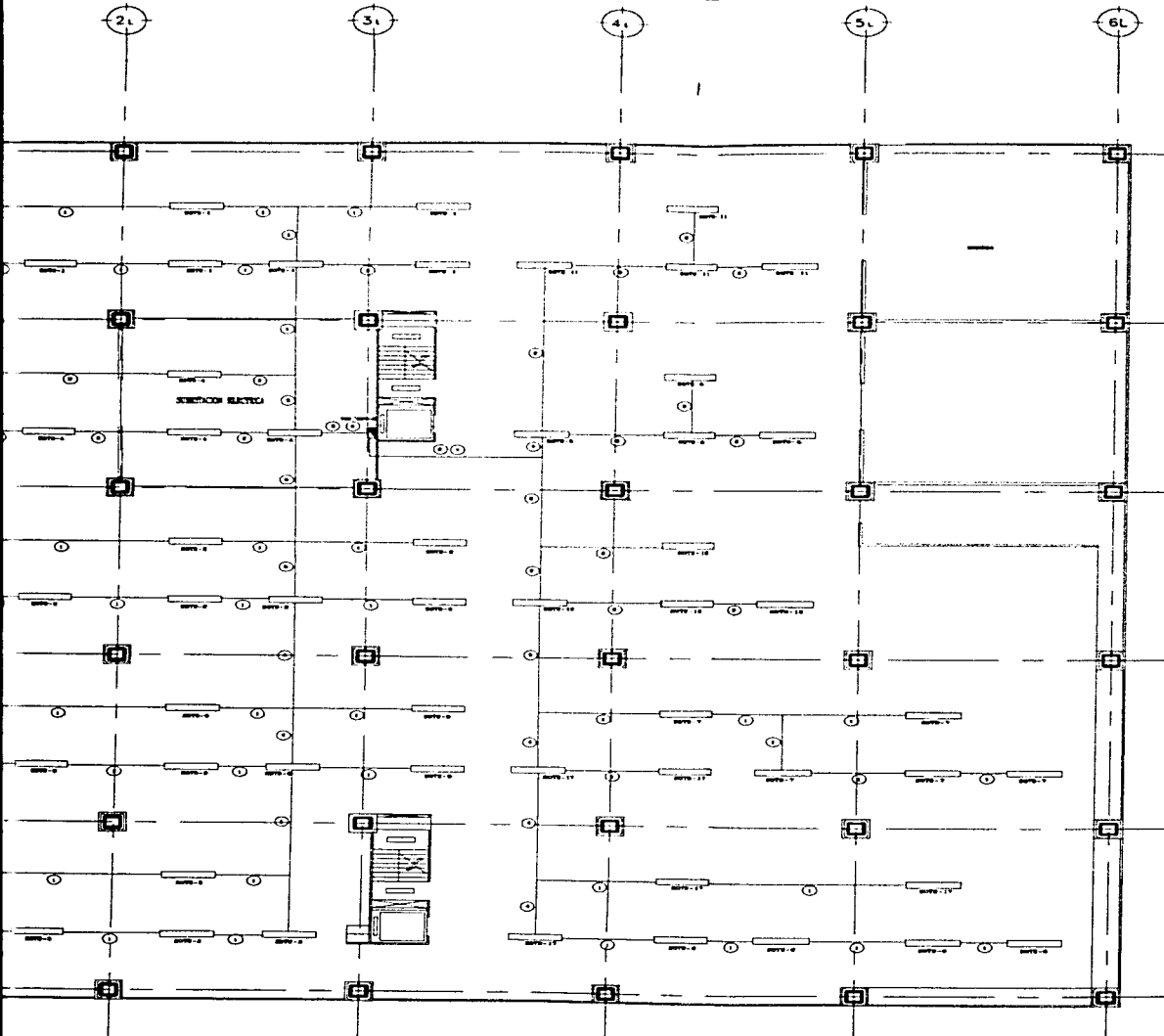
CANTIDAD LUMINARIA	L1		L2	
	CAJONES	CAJONES	CAJONES	CAJONES
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9
10	10	10	10	10


SIMBOLOGIA

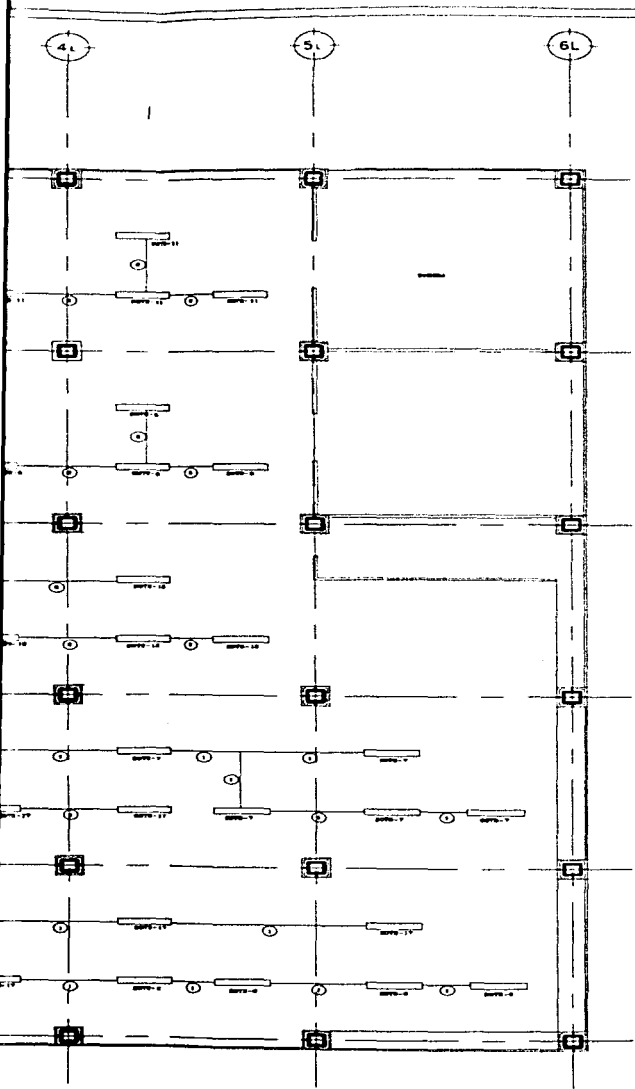
-  TUBO CONDUIT DE PARED DELGADA GALVANIZADA
-  LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO SOBREPONER CON DOS
CON GUARDA DE MALLA DE ACERO CON BALASTRO ELE
MCA. NOVALUX.
-  TABLERO MULTICIRCUITOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS

NOTAS

EL CONDUCTOR SERA DE COBRE CON AISLAMIENTO THW-LS A 75



	Proyecto: _____ Fecha: _____
	SOTANO
	INSTALACION ELECTRICA DEL CENTRO DE COMPUTO
	Iluminacion: ILUMINACION NORMAL



CEDULA DE CABLEADO NORMAL

Numero de Sala	10	15	20	Numero de Sala	Numero de Sala	Numero de Sala
101	*	*	*	101	101	101
102	*	*	*	102	102	102
103	*	*	*	103	103	103
104	*	*	*	104	104	104
105	*	*	*	105	105	105
106	*	*	*	106	106	106
107	*	*	*	107	107	107
108	*	*	*	108	108	108
109	*	*	*	109	109	109
110	*	*	*	110	110	110

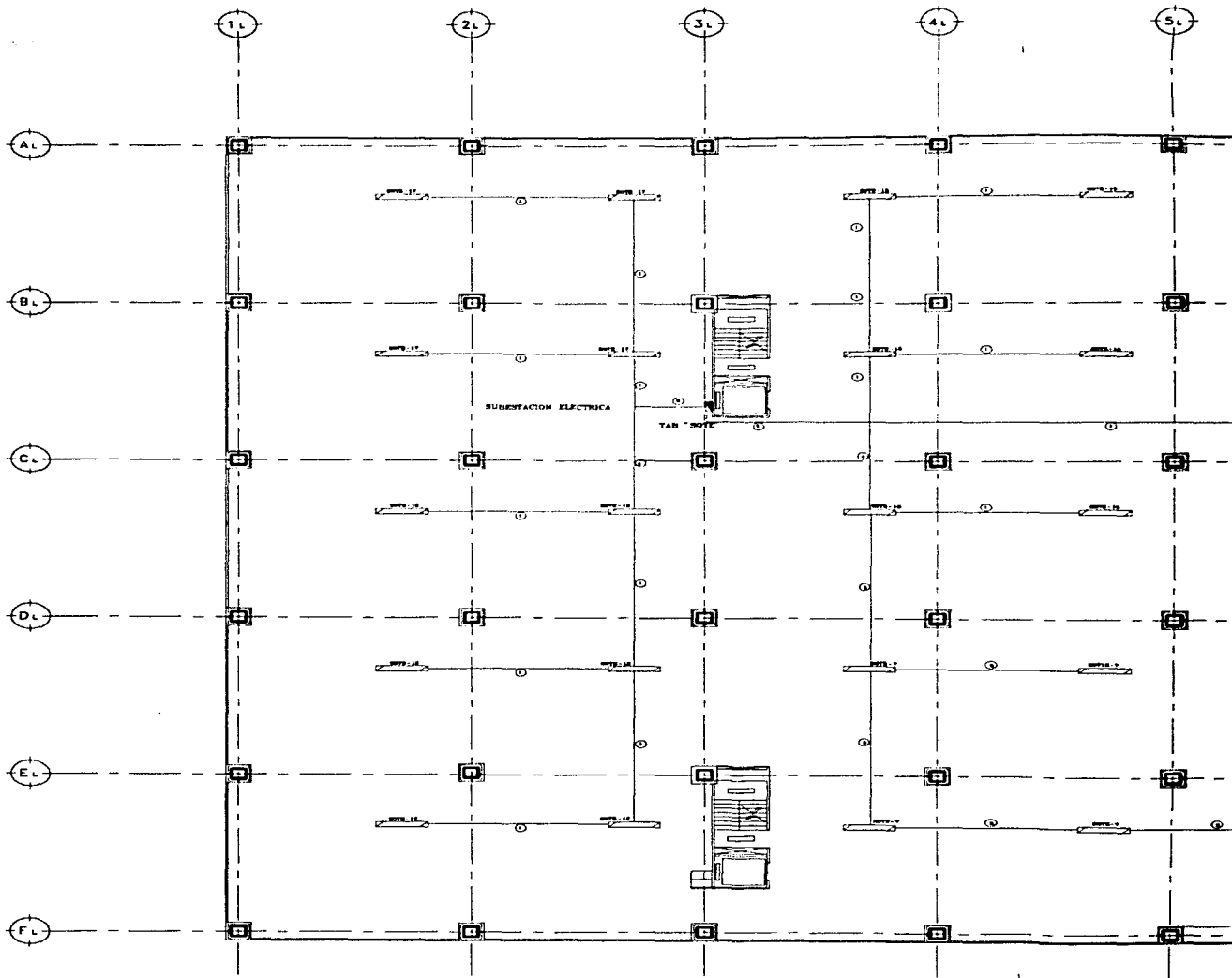
SIMBOLOGIA

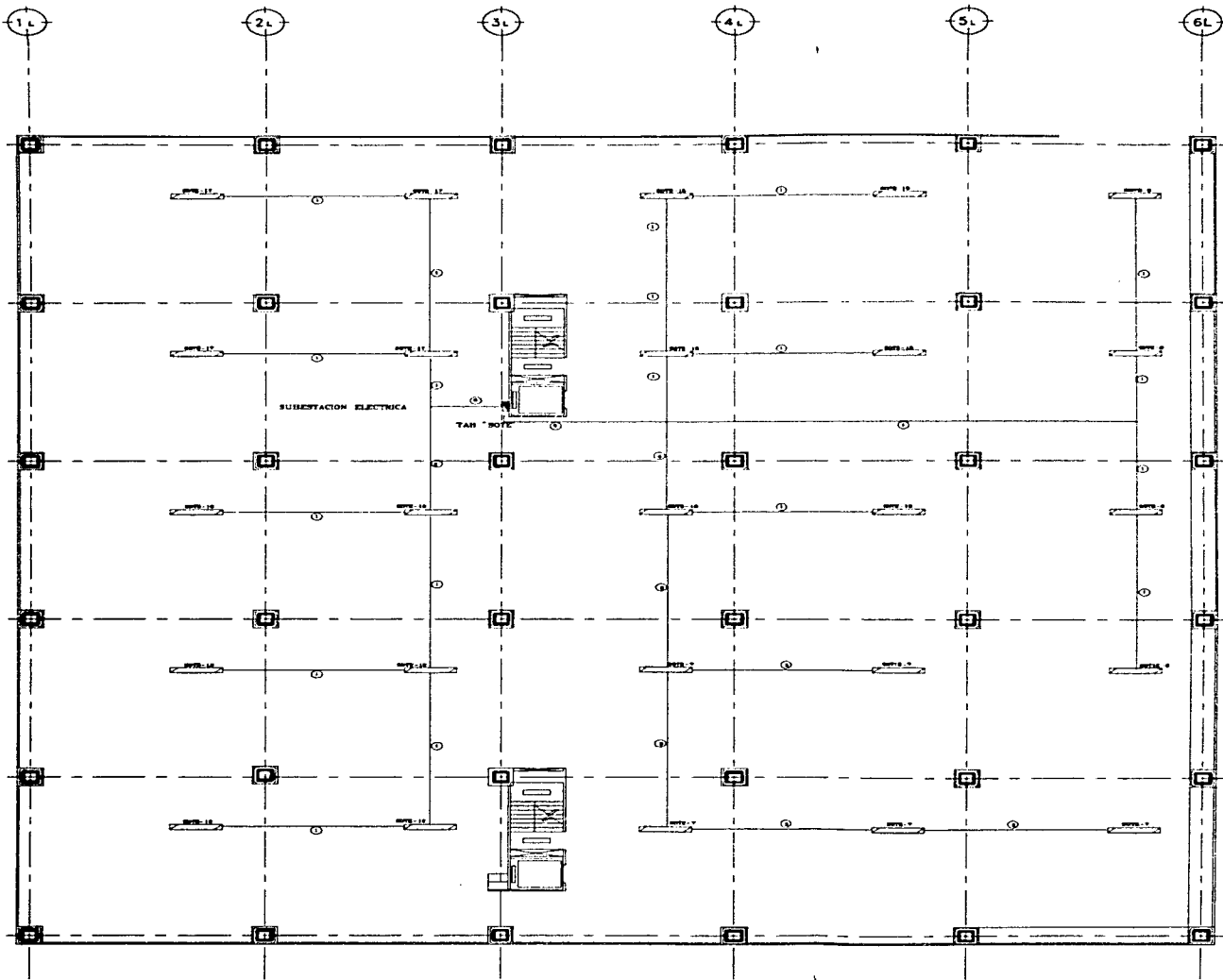
- TUBO CONDUIT DE PARED DELGADA GALVANIZADA
- LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO SOBREPONER CON DOS LAMPARAS DE 60W TB CON GUARDA DE MALLA DE ACERO CON BALASTRO ELECTRONICO DE 127 V.60Hz MCA. NOVALUX
- TABLERO MULTICIRCUITOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS 3 FASES.4H.220V

NOTAS

EL CONDUCTOR SERA DE COBRE CON AISLAMIENTO THW-LS A 75 Cc PARA 600 V.

	SOTANO		
	INSTALACION ELECTRICA DEL CENTRO DE COMPUTO		
	ILUMINACION NORMAL		IE-02
		Escala: 1:100	





CEDULA DE CABLEADO

CLAVE	10	15	20
①	*		
②	*		
③	*	*	
④	*	*	*
⑤	*	*	*
⑥	*	*	*

SIMBOLOGIA

- PARED CONDUCTOR DE PARED DELGADA GALVANIZADA
- PARED CONDUCTOR DE PARED DELGADA GALVANIZADA PARA SERVIDORES
- PARED CONDUCTOR DE PARED DELGADA GALVANIZADA PARA SERVIDORES
- TABLERO MULTICIRCUITOS DE ALIMENTACION

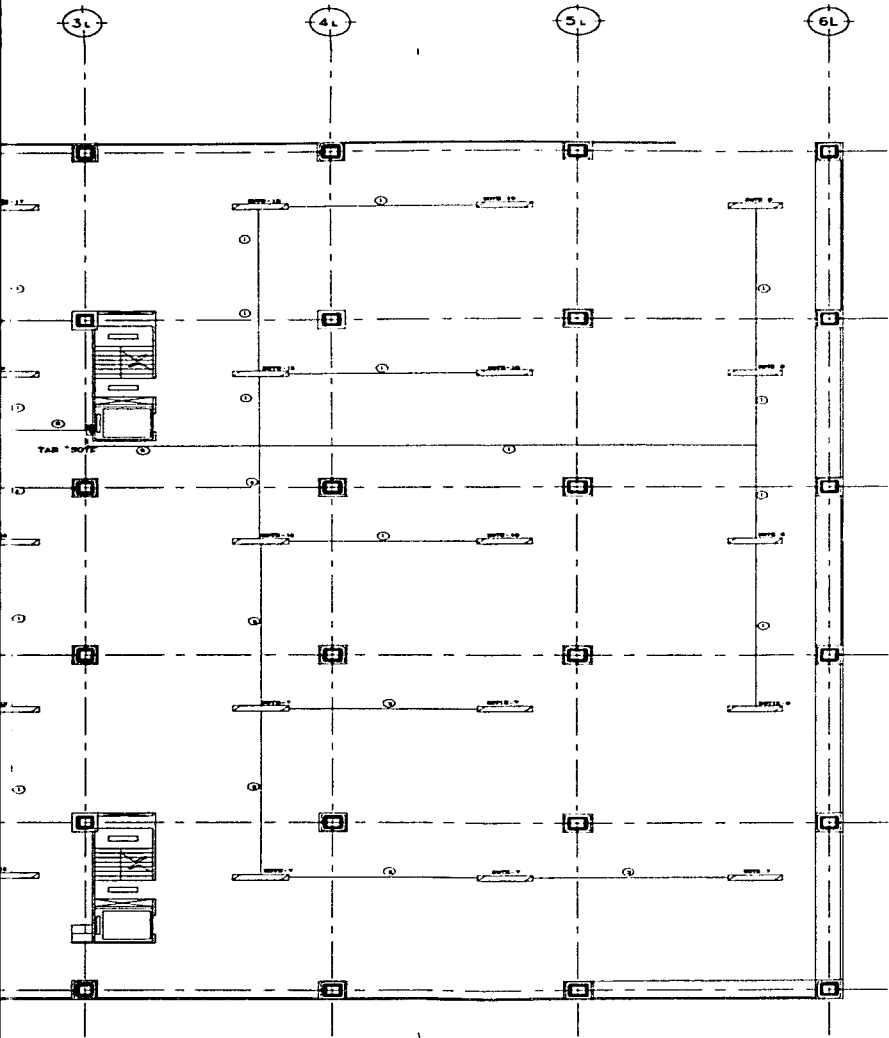
NOTAS

EL CONDUCTOR SERA DE COBRE CON AISLAMIENTO

NOTAS

INSTALACION ELECTRICA DEL CENTRO DE COMPUTO

ELIMINACION DE EMERGENCIA



CEDULA DE CABLEADO DE EMERGENCIA

CLASE	10	10	0	10	10
CLASE	CABLEADO	CABLEADO	CABLEADO	CABLEADO	CABLEADO
10	0	0	0	1	10
10	0	0	0	1	10
10	0	0	0	1	10
10	0	0	0	1	10
10	0	0	0	1	10
10	0	0	0	1	10

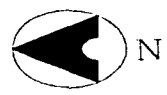
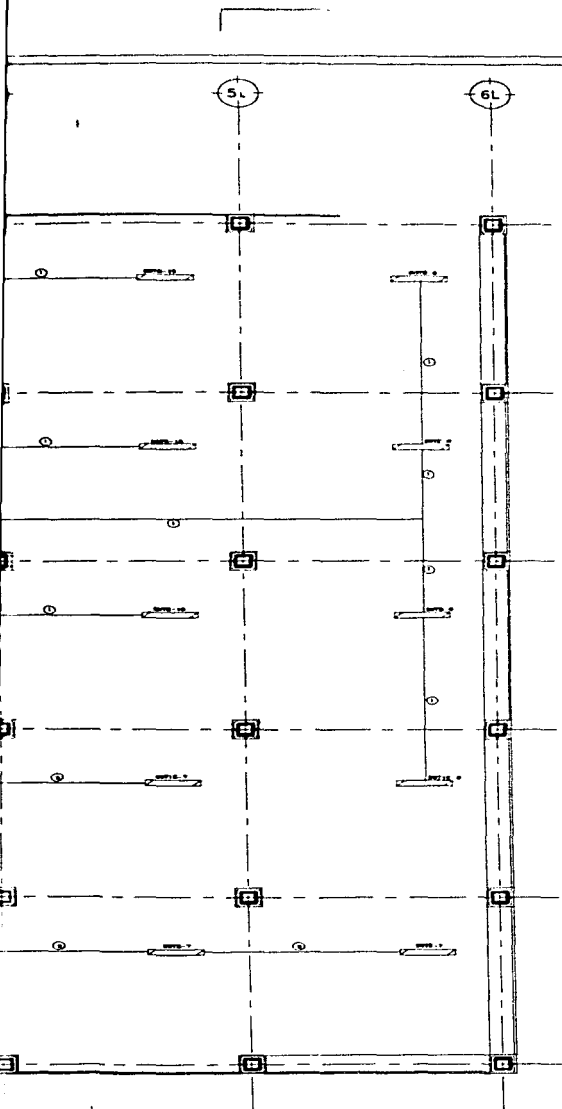
SIMBOLOGIA

- PUNTO CONDUCT DE PARED BELGIANA GALVANIZADA
- LUMINARIA PLANCHONETTY TIPO BOMBOPONER CON DOS LAMPARAS DE 50W 220V CON ALAMBRE DE MALLA DE ACERCIÓN BALASTRO ELECTRONICO DE 10T Y 2.000H DE MANTAL
- TABLERO MULTICONTACTOR DE ALAMBRE Y CONTACTOS 3 FASES/300V

NOTAS

EL CONDUCTOR SEAL DE COBRE CON AMBLAMIENTO TYP LA 6 70 DE PARA 900 V

	BOTANO		NO. 001
	INSTALACION ELECTRICA DEL CENTRO DE COMPUTO ELIMINACION DE EMERGENCIA		NO. 001
		IE-03	NO. 001
			L-100



CEDULA DE CABLEADO DE EMERGENCIA

CONDICION	LA	LO	0	CONDICION	LA	LO	0	CONDICION	LA	LO	0
CLASE	CONDICION	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD
(1)	+							1			1
(2)	+							1			1
(3)	+							1			1
(4)	+							1			1
(5)	+							1			1
(6)	+							1			1
(7)	+							1			1

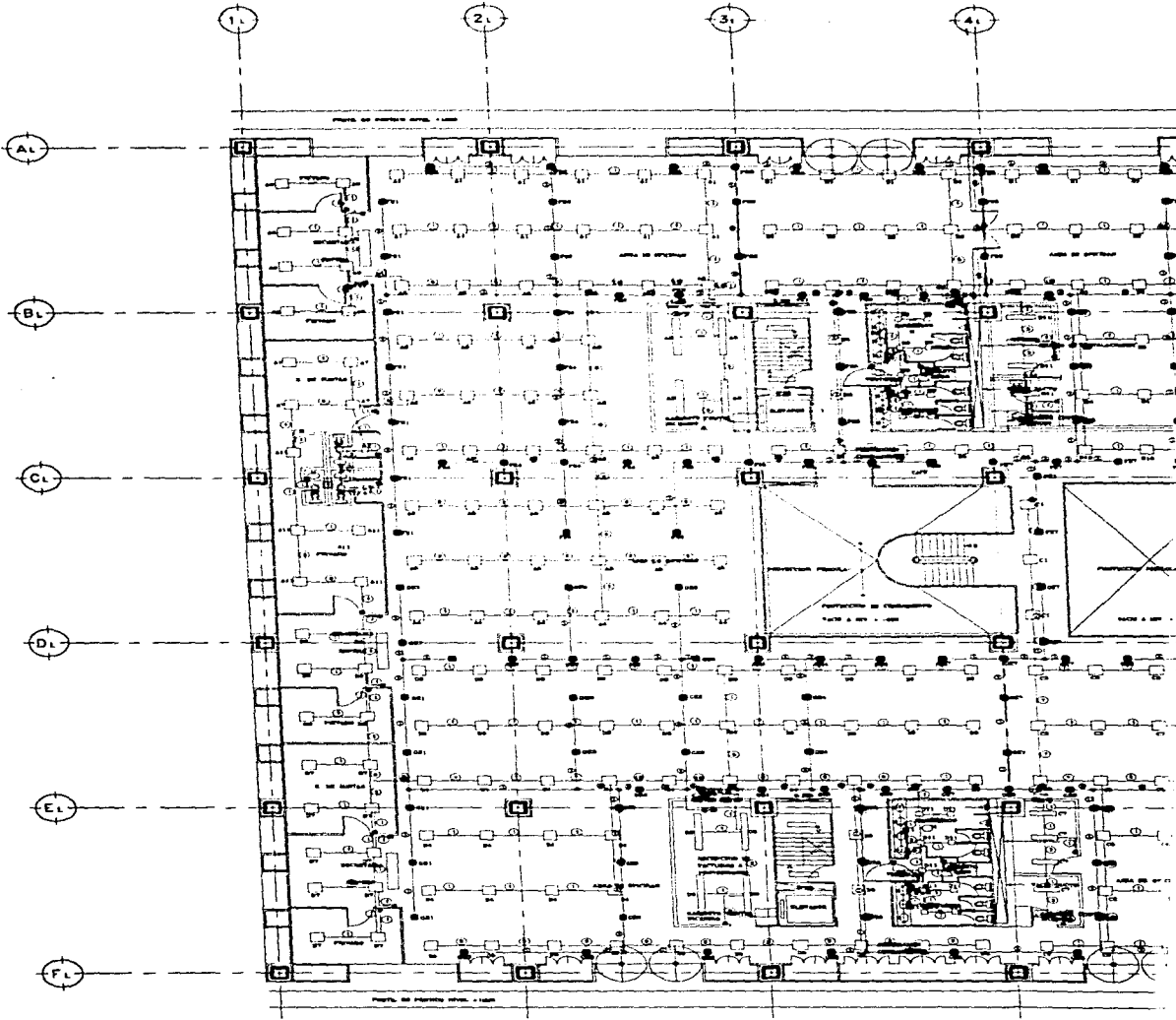
SIMBOLOGIA

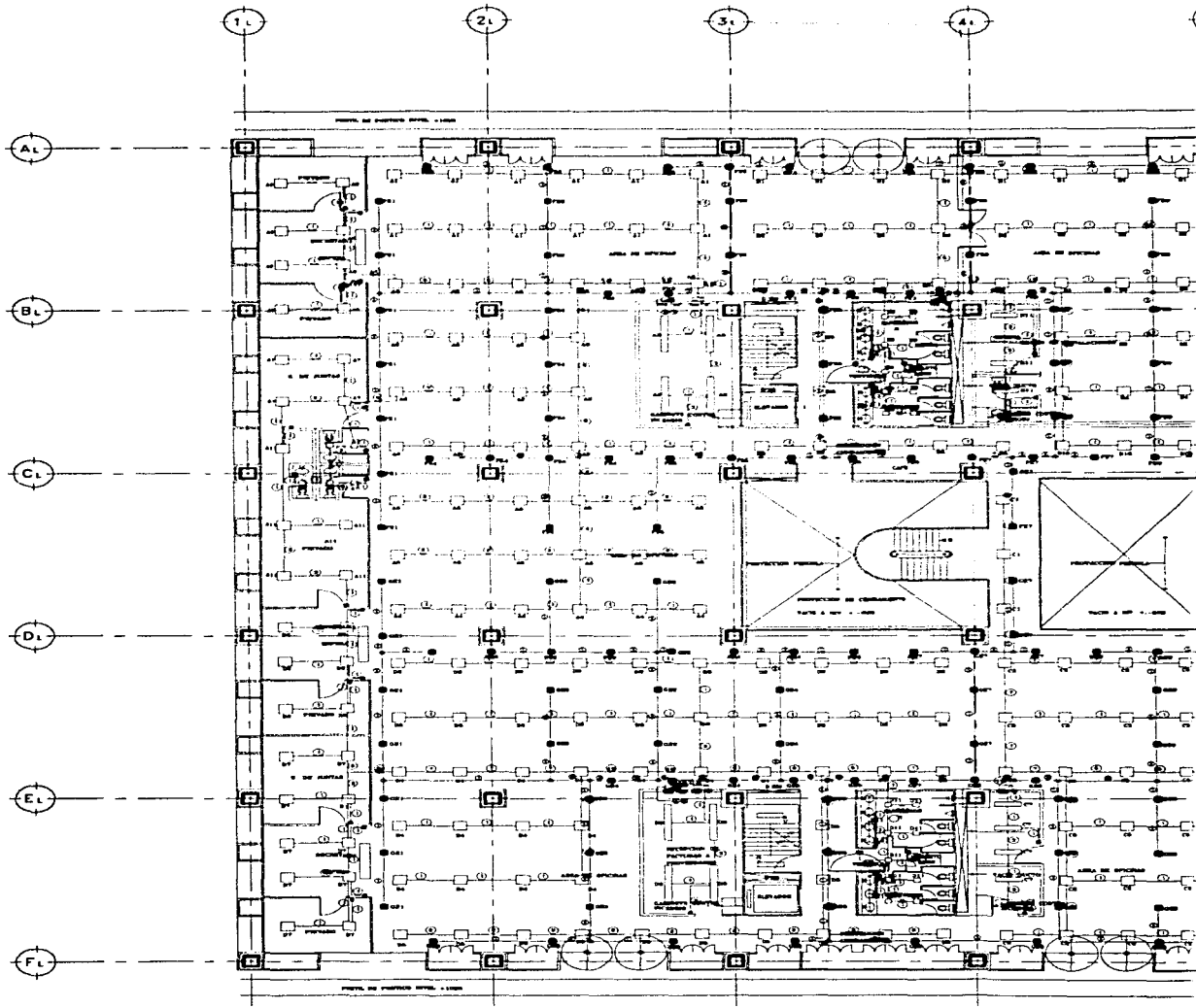
- TUBO CONDUITO DE PARED DELGADA GALVANIZADA
- LINEALES FLORESCENTES TUBO SOBRESUAVES CON OCHO LAMPARAS DE 40W DE 100 ALTIMETROS PARA EL ALUMBRADO EMERGENCIA DE 10" Y 4000 MA
- ☐ TUBERIO MULTISECCION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS E FANALAS

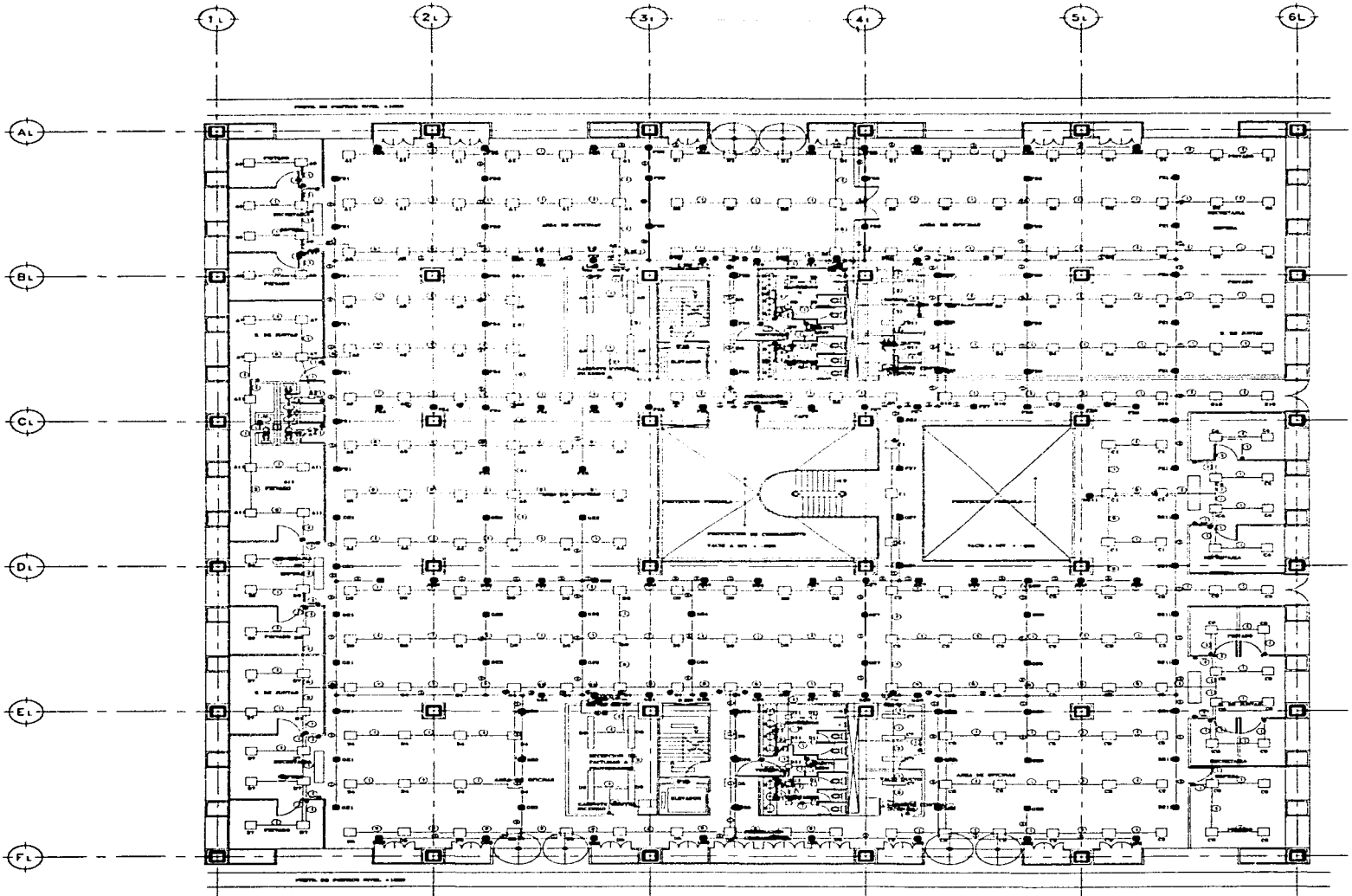
NOTAS

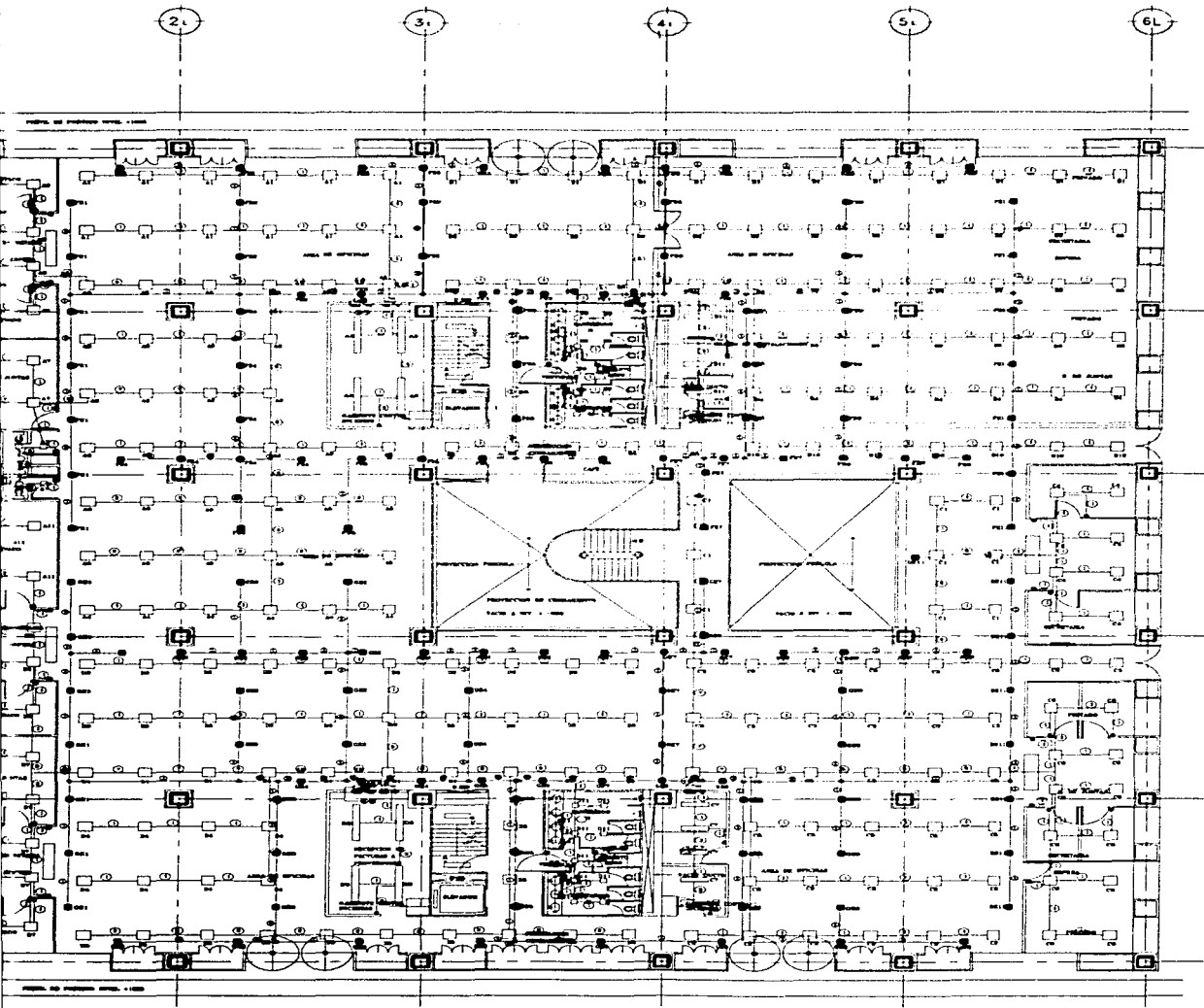
EL CONDUCTOR SERA DE COPPE CON AISLAMIENTO THW LE A 75 GR PARA 600 V

	ROTANO		No. de Proyecto: _____		No. de Hoja: _____		
	INSTALACION ELECTRICA DEL CENTRO DE COMPUTO		ELIMINACION DE EMERGENCIA		IE-03		
No. de Proyecto: _____		No. de Hoja: _____		Fecha: _____		Escala: 1-100	









CEDULAS DE CABLEADO NORMAL

	2	3	4	5	6L
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

CEDULAS DE CABLEADO EMERGENCIA

	2	3	4	5	6L
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

SIMBOLOGIA.

NORMAL EMERGENCIA



El presente proyecto es una copia de la obra original. Toda reproducción o copia de esta obra sin el consentimiento escrito del autor o editor es estrictamente prohibida. Este documento es propiedad de la empresa que lo elaboró y no puede ser utilizado para fines distintos a los expresamente autorizados. Toda infracción de esta ley será castigada con las penas establecidas en el artículo 170 del Código Penal y en el artículo 1.º de la Ley 17.000 de 1969.

NOTAS:

1. Este proyecto fue elaborado en el sistema de unidades del SI (Sistema Internacional de Unidades).
2. Se han utilizado los símbolos de unidades del SI.
3. Se han utilizado los símbolos de unidades del SI.

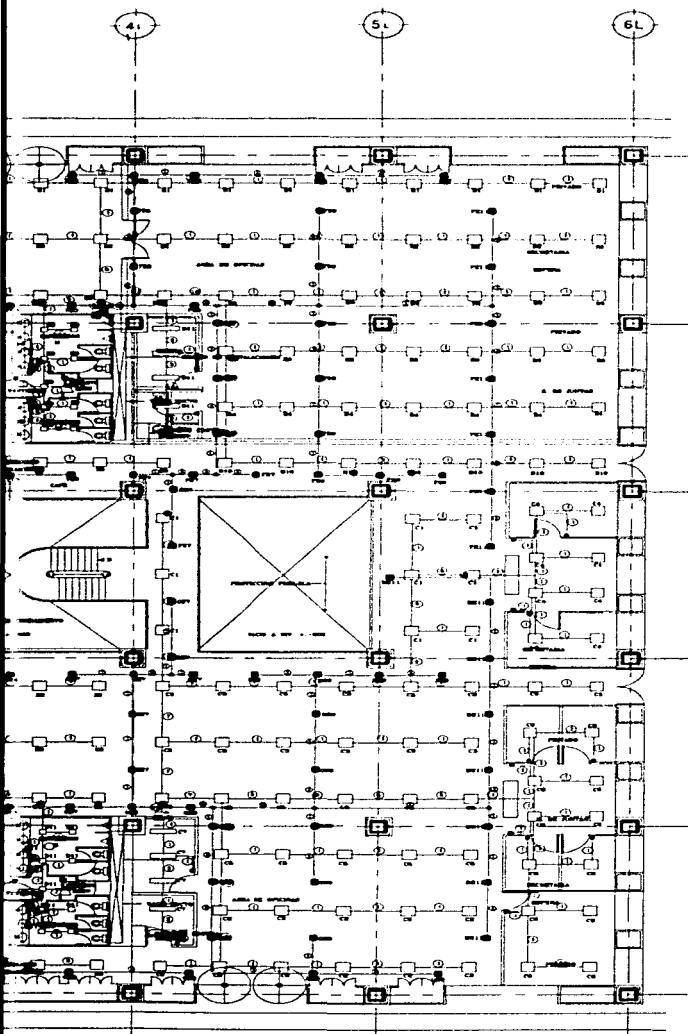
ELINVARO

PLANTA BAJA

INSTALACION ELECTRICA DEL CENTRO DE COMERCIO

REVISIONES:

1. APROBADO: **IE**



CEDULAS DE CABLEADO NORMAL

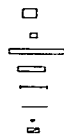
Cableado Normal	10		20		30		Cantidad del No. 03	Notas
	ALTO	Cableado	ALTO	Cableado	ALTO	Cableado		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

CEDULAS DECABLEADO EMERGENCIA

Cableado Emergencia	10		20		30		Cantidad del No. 03	Notas
	ALTO	Cableado	ALTO	Cableado	ALTO	Cableado		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

SIMBOLOGIA.

NORMAL EMERGENCIA.

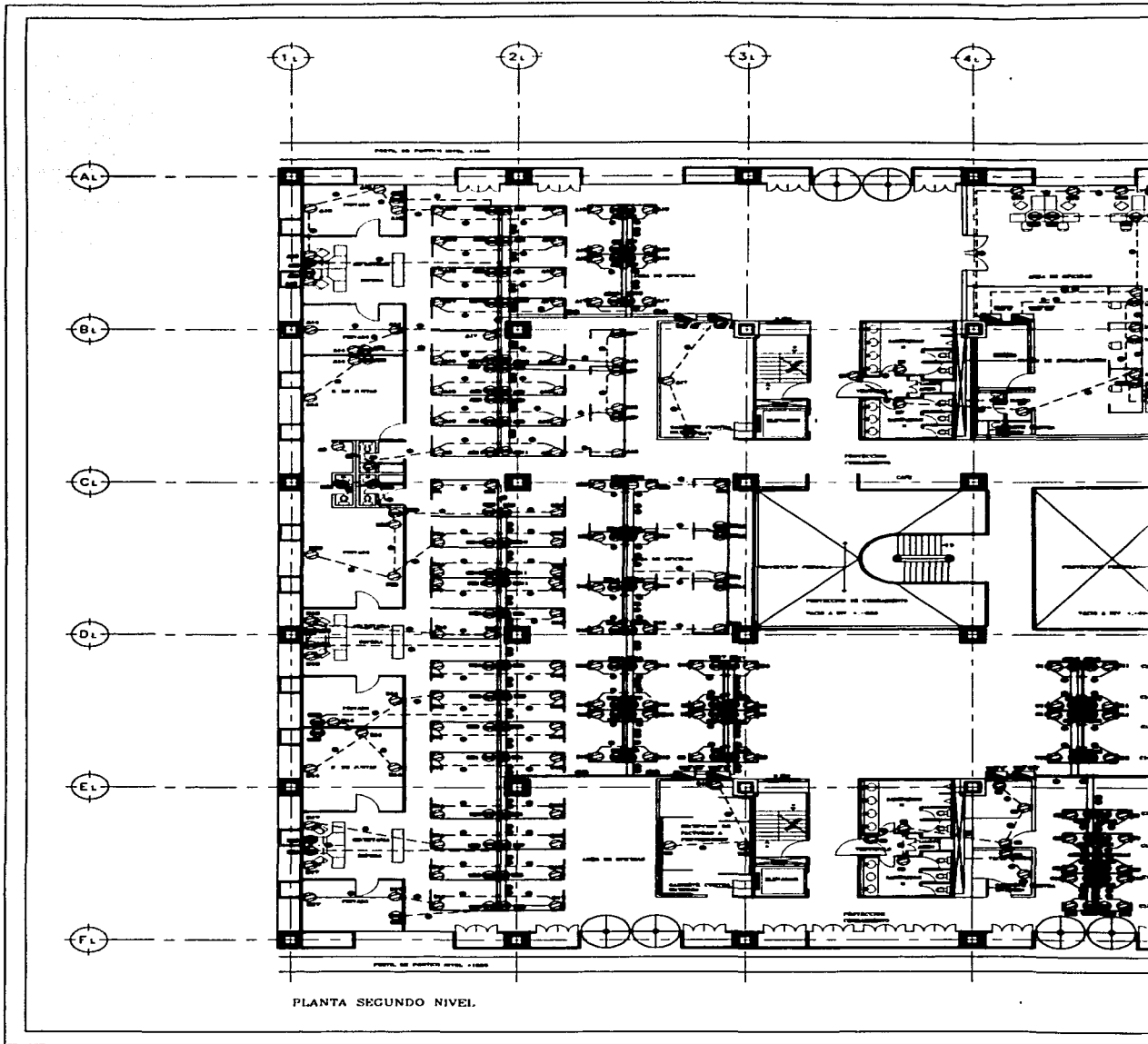


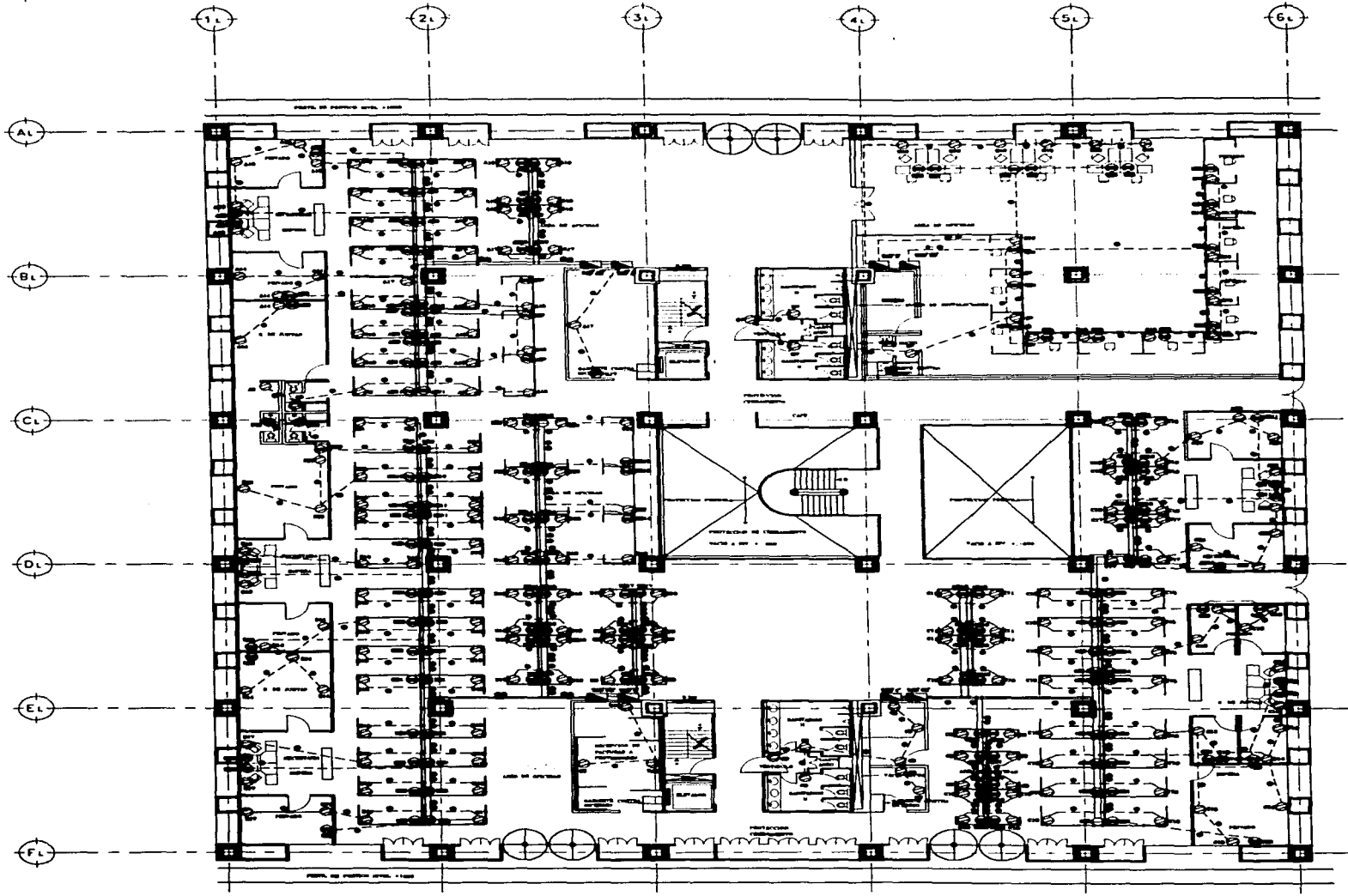
EL SISTEMA ALIMENTACION A UN VOLTAJE DE 110 VOLTS, CON UN FRECUENCIA DE 60 HERTZ. TODOS LOS CABLEADOS DEBEN SER HECHOS CON CABLEADO DE 16 AWG. PARA LOS CABLEADOS DE 10 Y 20 CABLEADOS DE 18 AWG. PARA LOS CABLEADOS DE 30. TODOS LOS CABLEADOS DEBEN SER HECHOS CON CABLEADO DE 16 AWG. PARA LOS CABLEADOS DE 10 Y 20 CABLEADOS DE 18 AWG. PARA LOS CABLEADOS DE 30. TODOS LOS CABLEADOS DEBEN SER HECHOS CON CABLEADO DE 16 AWG. PARA LOS CABLEADOS DE 10 Y 20 CABLEADOS DE 18 AWG. PARA LOS CABLEADOS DE 30.

NOTAS:

EL PROYECTO DE LOS CABLEADOS DEBEN SER HECHOS CON CABLEADO DE 16 AWG. PARA LOS CABLEADOS DE 10 Y 20 CABLEADOS DE 18 AWG. PARA LOS CABLEADOS DE 30. TODOS LOS CABLEADOS DEBEN SER HECHOS CON CABLEADO DE 16 AWG. PARA LOS CABLEADOS DE 10 Y 20 CABLEADOS DE 18 AWG. PARA LOS CABLEADOS DE 30.

	PLANTA BAJA		No. _____ Fecha: _____ Escala: _____
	INSTALACION ELECTRICA DEL CENTRO DE COMPUTO ALIMENTADO NORMAL ALIMENTADO EMERGENCIA		
IE-04		No. _____ Fecha: _____ Escala: _____	

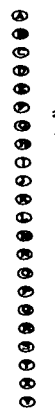




PLANTA SEGUNDO NIVEL

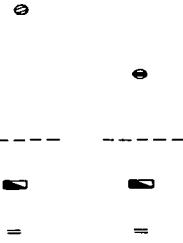
NORMA

CECULA D



SIMBOLOGIA

NORMAL REGULADO



CONTACTO DUPLEX PO
127V. CAT. MS052M
ALUMINIO ANODIZADO.

CONTACTO DUPLEX PO
127V. PARA SISTEMA
CAT. IG2324 MCA. HU

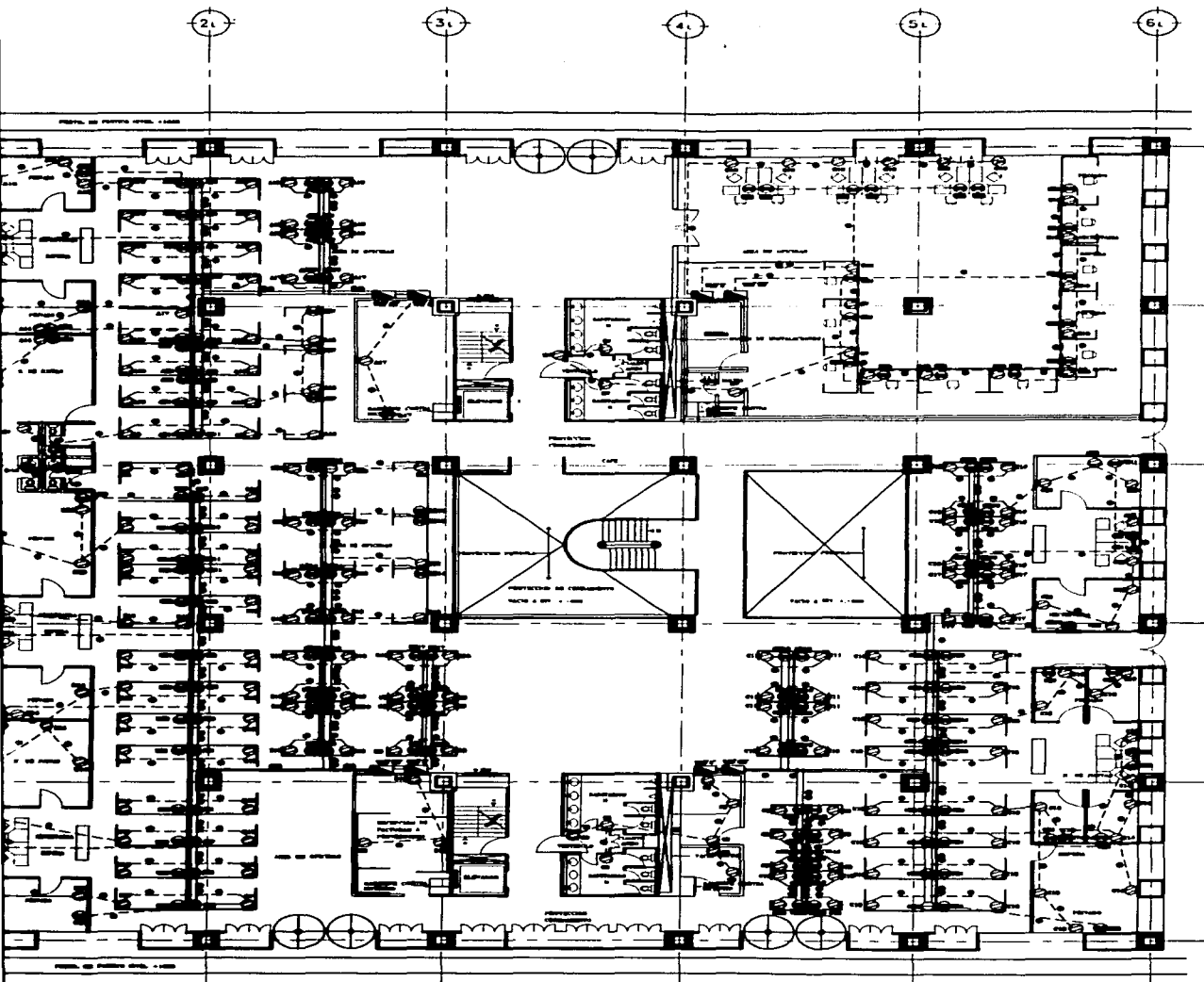
TUBO CONDUIT GALVA
GRUESA EN PISO.

TABLERO MULTICIRCU
220V MCA. SQD.

CANALIZACION POR PE
SECCIONES. MCA. MUL

NOTAS.

- 1.-
- 2.-
- 3.-
- 4.-



CEBULA DE CONTACTOS REGULADOS

- Ⓐ 2-10 :1-12T DUCTO
- Ⓑ 2-8 :1-12T DUCTO
- Ⓒ 2-10 :1-12T T-19mm.
- Ⓓ 2-8 :1-12T T-19mm.
- Ⓔ 4-8 :2-12T DUCTO
- Ⓕ 2-10 :3-12T DUCTO
- Ⓖ 4-8 :6-12T DUCTO
- Ⓗ 8-10 :6-12T DUCTO
- Ⓘ 4-10 :2-12T DUCTO
- Ⓚ 6-10 :3-12T DUCTO
- Ⓛ 8-10 :4-12T DUCTO
- Ⓜ 10-10 :5-12T DUCTO
- Ⓝ 12-10 :6-12T DUCTO
- Ⓟ 14-10 :7-12T DUCTO
- Ⓠ 18-10 :8-12T DUCTO
- Ⓡ 22-10 :11-12T DUCTO
- Ⓢ 24-10 :16-12T DUCTO
- Ⓣ 18-10 :9-12T DUCTO
- Ⓤ 20-10 :10-12T DUCTO
- Ⓡ 24-10 :12-12T DUCTO
- Ⓢ 34-10 :17-12T DUCTO
- Ⓣ 4-10 :2-12T DUCTO

CEBULA DE CONTACTOS

- Ⓐ 2-10 :1-12T
- Ⓑ 4-10 :1-12T
- Ⓒ 6-10 :1-12T
- Ⓓ 8-10 :1-12T
- Ⓔ 14-10 :1-12T
- Ⓕ 18-10 :1-12T
- Ⓖ 2-10 :1-12T
- Ⓗ 4-10 :1-12T
- Ⓘ 6-10 :1-12T
- Ⓚ 8-10 :1-12T
- Ⓛ 10-10 :1-12T
- Ⓜ 12-10 :1-12T
- Ⓝ 18-10 :1-12T
- Ⓟ 22-10 :1-12T
- Ⓡ 28-10 :1-12T
- Ⓢ 30-10 :1-12T

SIMBOLOGIA

NORMAL REGULADO

- ⊗ CONTACTO DUPLEX POLARIZADO 15A 127V, CAT. M5052M CON PLACA DE ALUMINIO ANIZADO, MCA. AH.
- ⊙ CONTACTO DUPLEX POLARIZADO 15A 127V, PARA SISTEMA REGULADO CAT. IC2324 MCA. HUBELL.
- TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED GUESA EN PISO.
- ▭ TABLERO MULTICIRCUITOS 3F. 4H. 220V MCA. SQD.
- = CANALIZACION POR PISO CON TRES SECCIONES, MCA. MULTIDUC.

NOTAS.


- 1.- EL CONTACTO DE TUBERIA DEBE SER CON UNO O DOS CONTACTOS DE CADA TUBERIA.
- 2.- EL CONTACTO DE TUBERIA DEBE SER CON UNO O DOS CONTACTOS DE CADA TUBERIA.
- 3.- LAS CONEXIONES DEBEN SER HECHAS CON UNO O DOS CONTACTOS DE CADA TUBERIA. PARA SER CON UNO O DOS CONTACTOS DE CADA TUBERIA.
- 4.- LA ALTIMETRIA DE LOS CONTACTOS DEBE SER EN UNO O DOS CONTACTOS DE CADA TUBERIA.

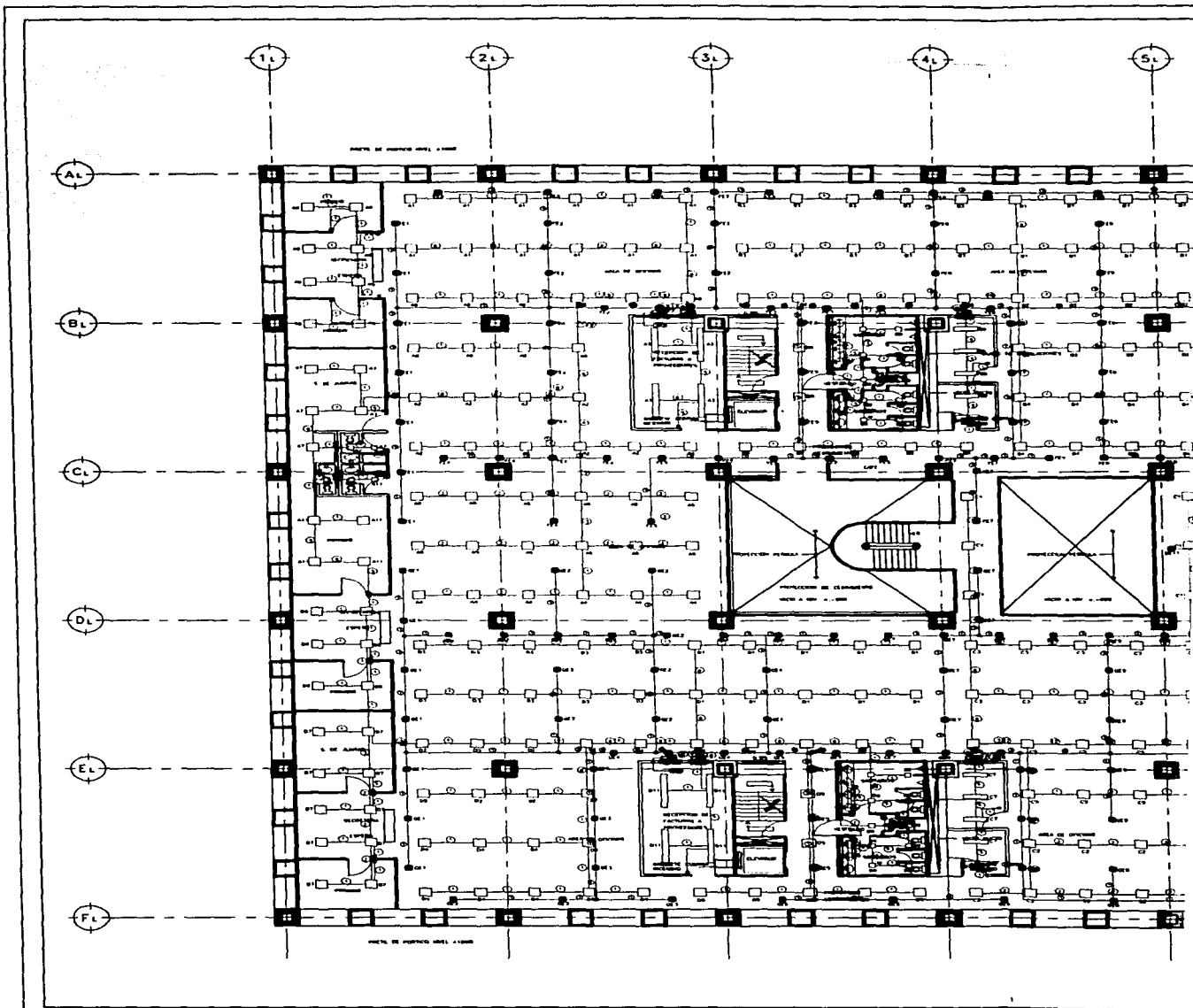
CEDULA DE CONTACTOS REGULADOS

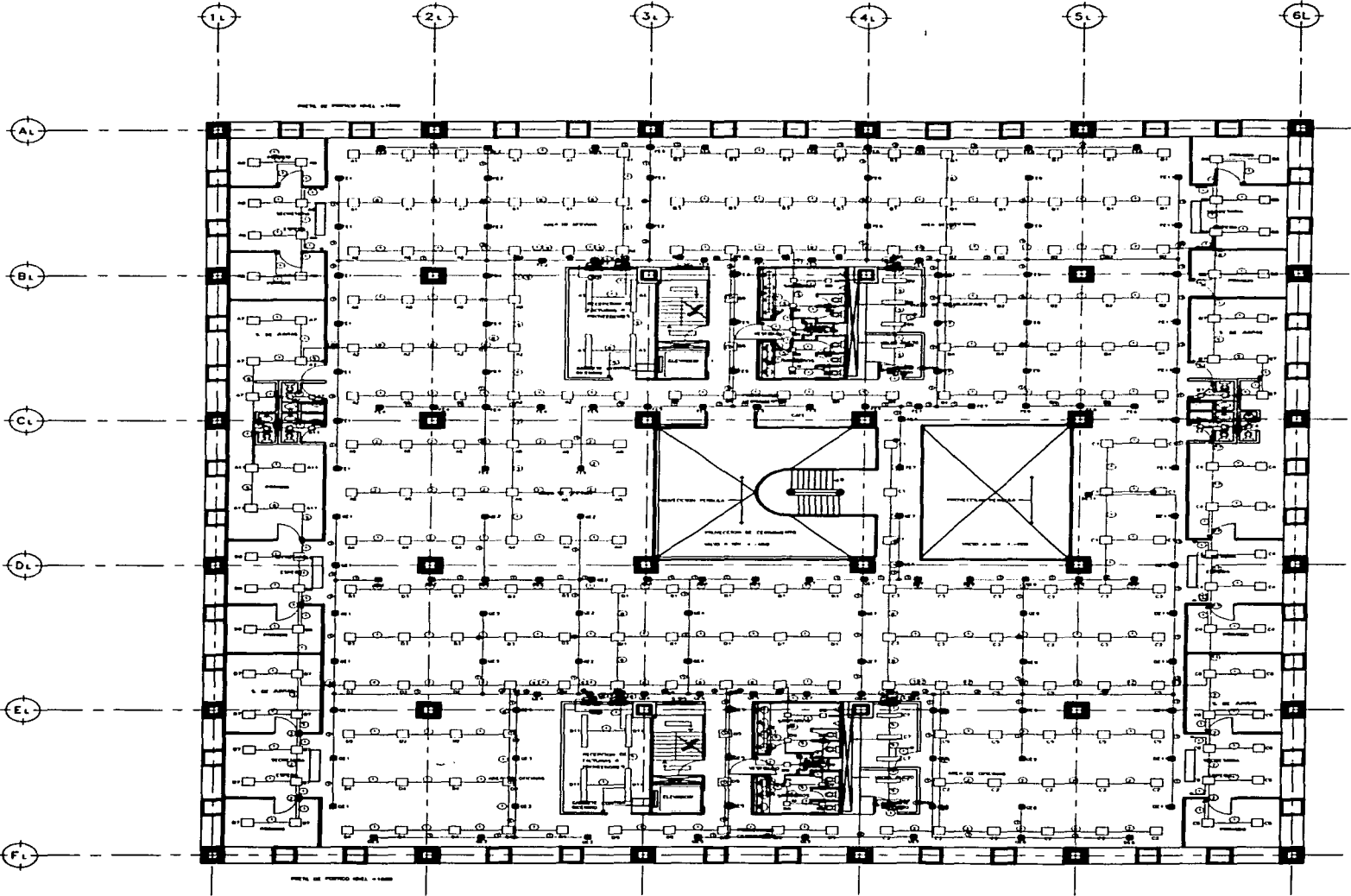
- Ⓐ 2-10 :1-12T DUCTO
- Ⓑ 2-8 :1-12T DUCTO
- Ⓒ 2-10 :1-12T T-10mm.
- Ⓓ 2-8 :1-12T T-10mm.
- Ⓔ 4-8 :2-12T DUCTO
- Ⓕ 4-8 :3-12T DUCTO
- Ⓖ 4-10 :3-12T DUCTO
- Ⓗ 5-10 :3-12T DUCTO
- Ⓘ 5-10 :6-12T DUCTO
- Ⓚ 4-10 :2-12T DUCTO
- Ⓛ 6-10 :3-12T DUCTO
- Ⓜ 6-10 :4-12T DUCTO
- Ⓝ 10-10 :5-12T DUCTO
- Ⓟ 12-10 :6-12T DUCTO
- Ⓡ 14-10 :7-12T DUCTO
- Ⓢ 16-10 :8-12T DUCTO
- Ⓣ 22-10 :11-12T DUCTO
- Ⓤ 32-10 :16-12T DUCTO
- Ⓡ 18-10 :8-12T DUCTO
- Ⓢ 20-10 :10-12T DUCTO
- Ⓣ 24-10 :12-12T DUCTO
- Ⓤ 34-10 :17-12T DUCTO
- Ⓡ 4-10 :2-12T DUCTO

CEDULA DE CONTACTOS NORMALES

- Ⓐ 2-10 :1-12T TUBERIA
- Ⓑ 4-10 :1-12T DUCTO
- Ⓒ 6-10 :1-12T DUCTO
- Ⓓ 8-10 :1-12T DUCTO
- Ⓔ 14-10 :1-12T DUCTO
- Ⓕ 18-10 :1-12T DUCTO
- Ⓖ 2-10 :1-12T DUCTO
- Ⓗ 4-10 :1-12T TUBERIA
- Ⓘ 6-10 :1-12T TUBERIA
- Ⓚ 8-10 :1-12T TUBERIA
- Ⓛ 10-10 :1-12T TUBERIA
- Ⓜ 12-10 :1-12T DUCTO
- Ⓝ 16-10 :1-12T DUCTO
- Ⓟ 22-10 :1-12T DUCTO
- Ⓡ 28-10 :1-12T DUCTO
- Ⓢ 28-10 :1-12T DUCTO
- Ⓣ 20-10 :1-12T DUCTO

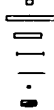
	NOMBRE: _____ DIRECCION: _____ CIUDAD: _____		FECHA: _____
	PROYECTO: _____ ESCALA: _____ HOJA: _____		
AUTORIZADO: _____ INGENIERO: _____		I.E.-05	





SIN

NORMA



CEDULAS DE CABLEADO NORMAL

Simbolo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												

CEDULAS DE CABLEADO EMERGENCIA

Simbolo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												
□												

SIMBOLOGIA.

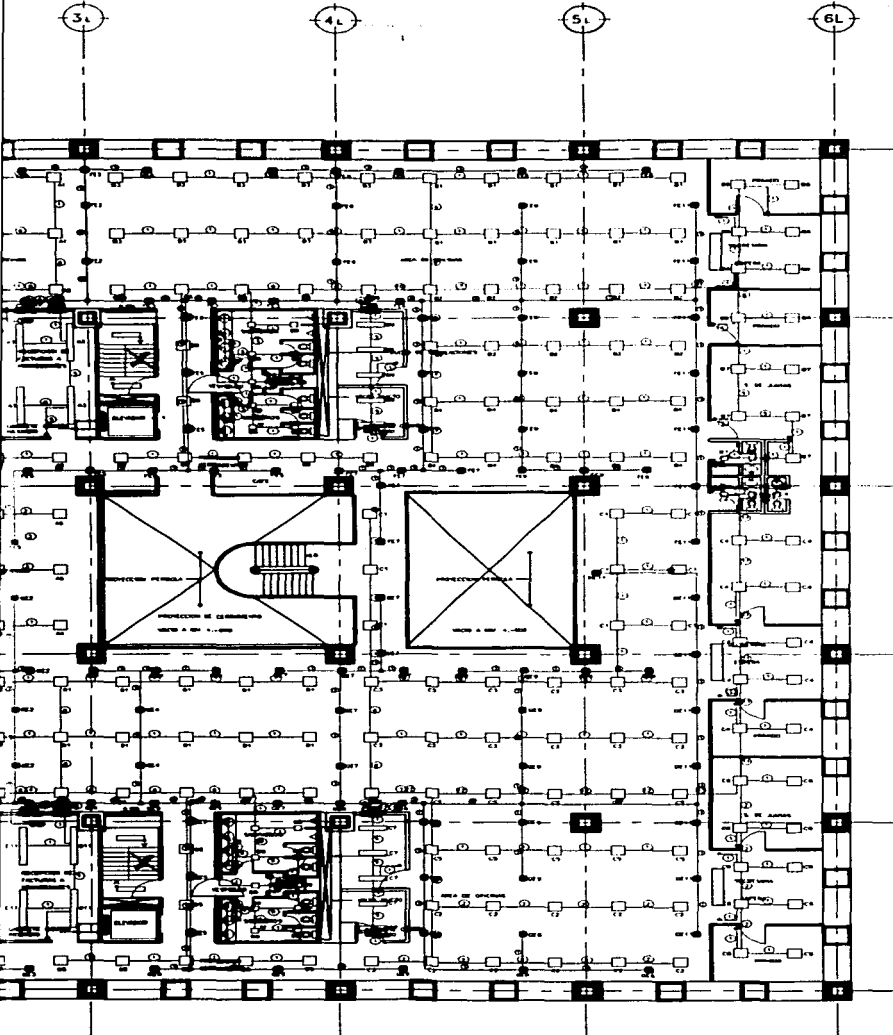
NORMAL EMERGENCIA



NOTAS:

1. Este sistema de cableado es para un edificio de 10 pisos...
 2. El sistema de cableado es para un edificio de 10 pisos...
 3. El sistema de cableado es para un edificio de 10 pisos...

	UNAN CABLEADO PROYECTO	1E-06	FECHA: AUTOR: REVISOR: APROBADO:
	UNAN		



CEDULAS DE CABLEADO NORMAL

IDENTIFICACION	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
01								
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								


CEDULAS DE CABLEADO EMERGENCIA

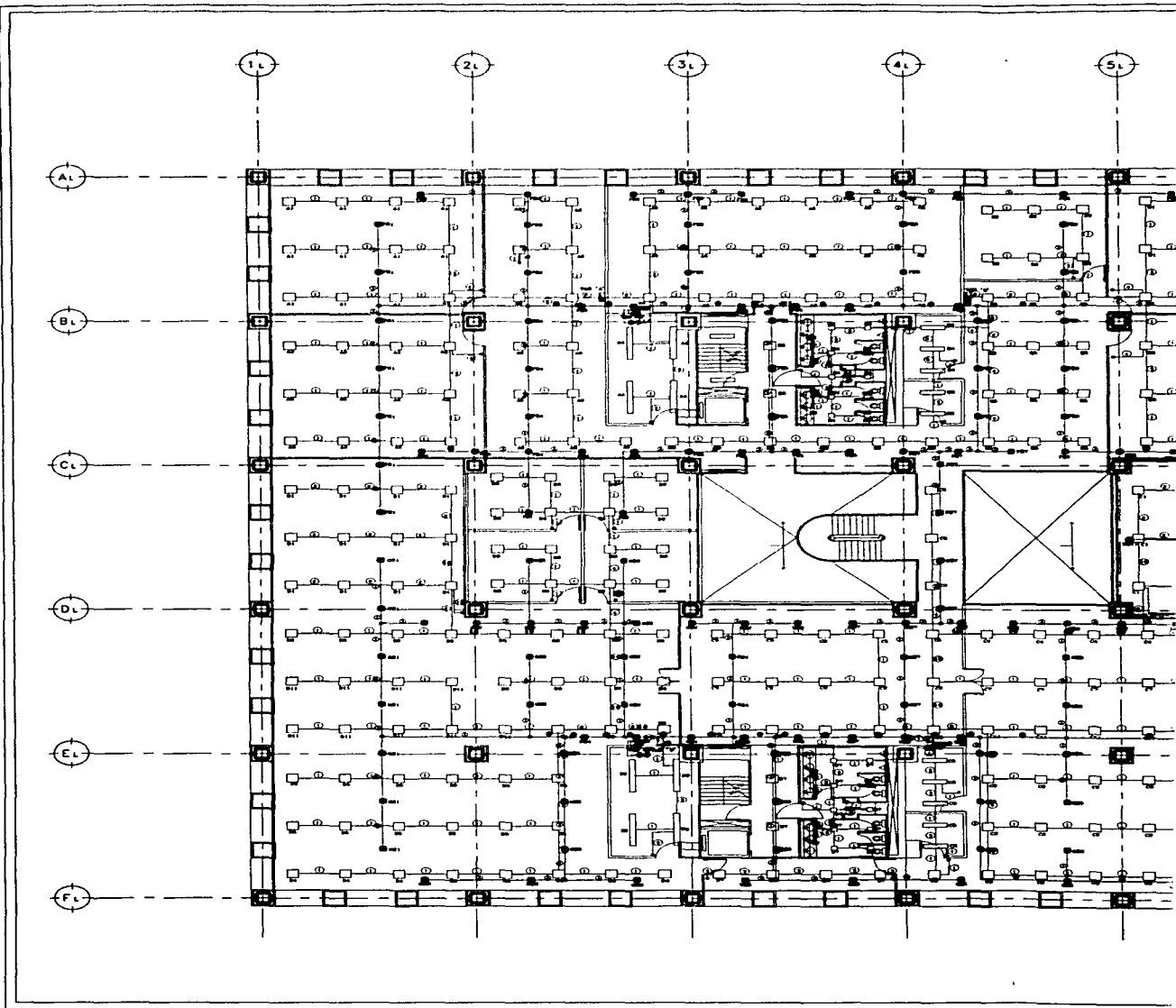
IDENTIFICACION	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
01								
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								

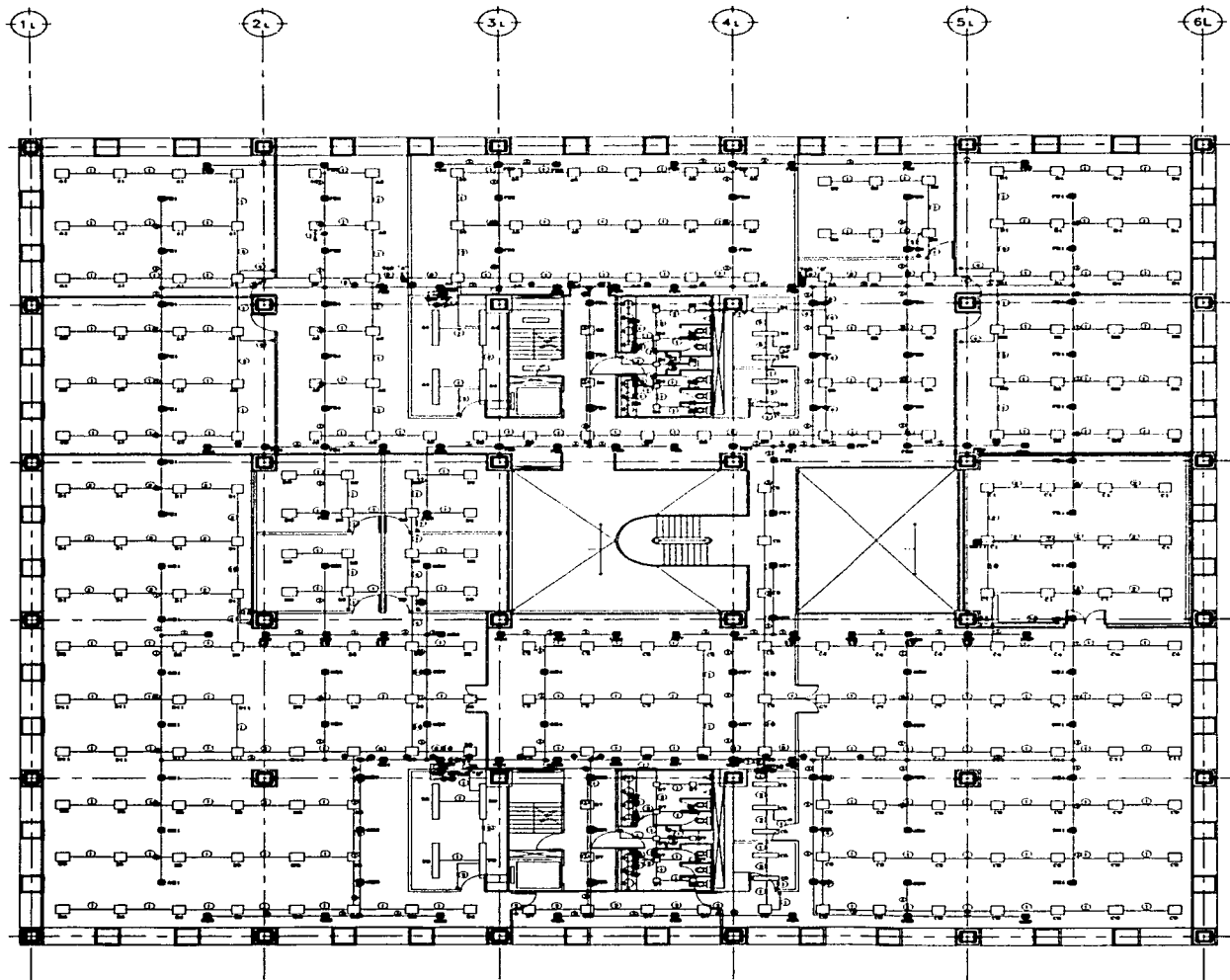
SIMBOLOGIA.

NORMAL EMERGENCIA.

- - ▬
 - ⋮
 - ⋅
 -
- NOTAS:**
 1. Este plano muestra el cableado de emergencia y normal para el edificio en su totalidad.
 2. El cableado de emergencia está diseñado para que funcione en caso de una falla de energía eléctrica.
 3. El cableado de emergencia está diseñado para que funcione en caso de una falla de energía eléctrica.
 4. El cableado de emergencia está diseñado para que funcione en caso de una falla de energía eléctrica.

LEONARDO 	FECHA: _____	ESTADO: _____	PROYECTO: _____
	NO. DE HOJA: _____	TOTAL DE HOJAS: _____	ESCALA: _____
	IE-06		FECHA: _____
	AUTOR: _____		REVISOR: _____





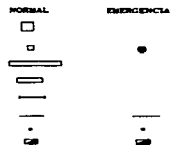
CEDULA DE CABLEADO

Linea	1L	2L	3L	4L	5L	6L
1	•	•	•	•	•	•
2	•	•	•	•	•	•
3	•	•	•	•	•	•
4	•	•	•	•	•	•
5	•	•	•	•	•	•
6	•	•	•	•	•	•
7	•	•	•	•	•	•
8	•	•	•	•	•	•
9	•	•	•	•	•	•
10	•	•	•	•	•	•
11	•	•	•	•	•	•
12	•	•	•	•	•	•
13	•	•	•	•	•	•
14	•	•	•	•	•	•
15	•	•	•	•	•	•
16	•	•	•	•	•	•
17	•	•	•	•	•	•
18	•	•	•	•	•	•
19	•	•	•	•	•	•
20	•	•	•	•	•	•

CEDULAS DE CABLEADO

Linea	1L	2L	3L	4L	5L	6L
1	•	•	•	•	•	•
2	•	•	•	•	•	•
3	•	•	•	•	•	•
4	•	•	•	•	•	•
5	•	•	•	•	•	•
6	•	•	•	•	•	•
7	•	•	•	•	•	•
8	•	•	•	•	•	•
9	•	•	•	•	•	•
10	•	•	•	•	•	•
11	•	•	•	•	•	•
12	•	•	•	•	•	•
13	•	•	•	•	•	•
14	•	•	•	•	•	•
15	•	•	•	•	•	•
16	•	•	•	•	•	•
17	•	•	•	•	•	•
18	•	•	•	•	•	•
19	•	•	•	•	•	•
20	•	•	•	•	•	•

SIMBOLOGIA



NOTAS

- 1. Verificar el estado de los cables.
- 2. Verificar el estado de los enchufes.
- 3. Verificar el estado de los interruptores.
- 4. Verificar el estado de los relés.
- 5. Verificar el estado de los transformadores.
- 6. Verificar el estado de los condensadores.
- 7. Verificar el estado de los inductores.
- 8. Verificar el estado de los diodos.
- 9. Verificar el estado de los transistores.
- 10. Verificar el estado de los circuitos integrados.



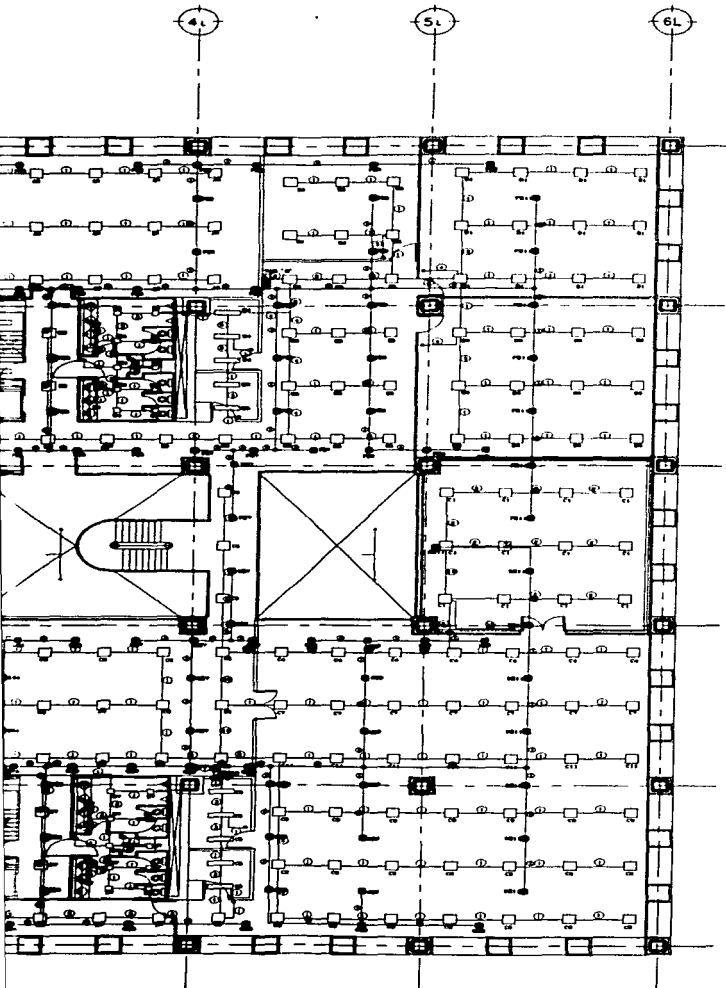
PROYECTO: ...

FECHA: ...

ELABORADO POR: ...

REVISADO POR: ...

APROBADO POR: ...



CEDULA DE CABLEADO NORMAL

Código	10	20	30	40	50	60
10	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1	1
70	1	1	1	1	1	1
80	1	1	1	1	1	1
90	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1
110	1	1	1	1	1	1
120	1	1	1	1	1	1
130	1	1	1	1	1	1
140	1	1	1	1	1	1
150	1	1	1	1	1	1
160	1	1	1	1	1	1
170	1	1	1	1	1	1
180	1	1	1	1	1	1
190	1	1	1	1	1	1
200	1	1	1	1	1	1

CEDULAS DE CABLEADO EMERGENCIA

Código	10	20	30	40	50	60
10	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1	1
70	1	1	1	1	1	1
80	1	1	1	1	1	1
90	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1
110	1	1	1	1	1	1
120	1	1	1	1	1	1
130	1	1	1	1	1	1
140	1	1	1	1	1	1
150	1	1	1	1	1	1
160	1	1	1	1	1	1
170	1	1	1	1	1	1
180	1	1	1	1	1	1
190	1	1	1	1	1	1
200	1	1	1	1	1	1

SIMBOLOGIA

NORMAL



EMERGENCIA

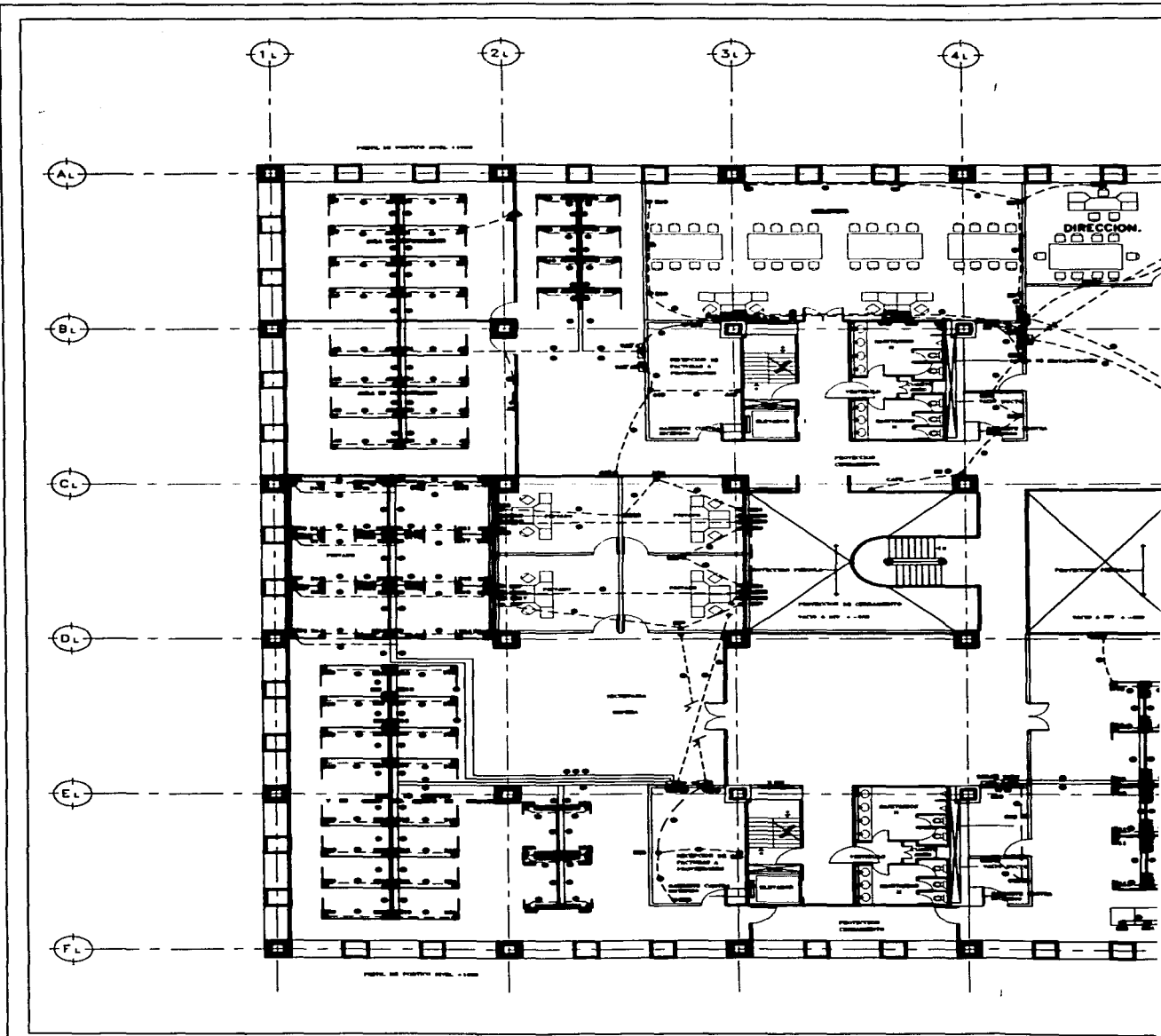


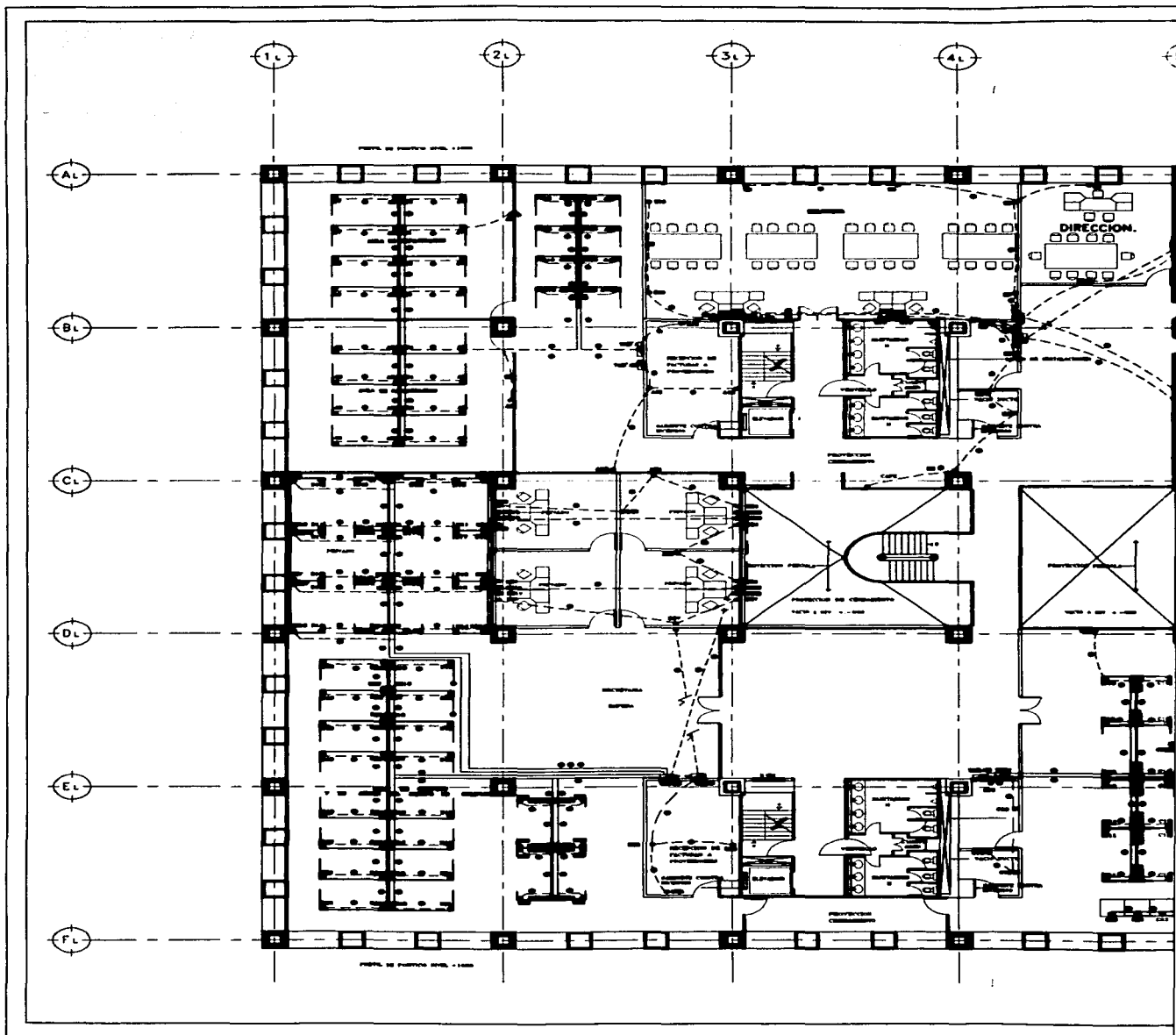
INDICACIONES: Para verificar que el cableado de emergencia sea correcto, se debe verificar que el cableado de emergencia sea el mismo que el cableado normal. El cableado de emergencia debe estar siempre disponible para ser utilizado en caso de emergencia. El cableado de emergencia debe estar siempre disponible para ser utilizado en caso de emergencia. El cableado de emergencia debe estar siempre disponible para ser utilizado en caso de emergencia.

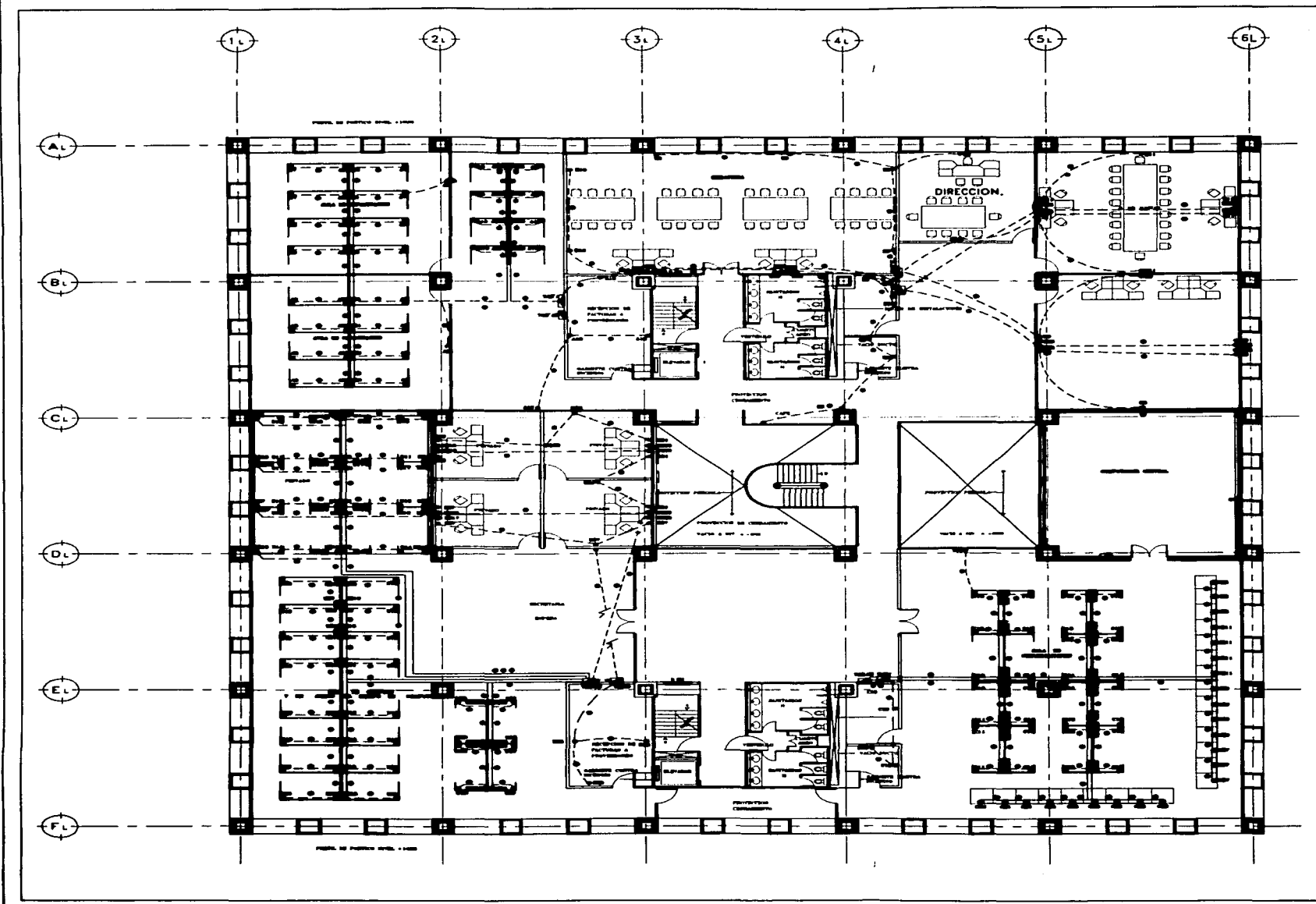
NOTAS

Este cableado es un sistema de emergencia. El cableado de emergencia debe estar siempre disponible para ser utilizado en caso de emergencia. El cableado de emergencia debe estar siempre disponible para ser utilizado en caso de emergencia.

	Proyecto: _____ Cliente: _____ Fecha: _____ Escala: _____ Dibujante: _____ Revisor: _____	No. de Proyecto: _____ No. de Hoja: _____ Total de Hojas: _____
	Instalación Eléctrica del Centro de Computo	1E-07







SIMBOLOGIA

NORMAL REGULADO



CONTACTO DUPLEX POLARIZADO 15A 127V, CAT. M5052M CON PLACA DE ALUMINIO ANONIZADO, MCA. AH.



CONTACTO DUPLEX POLARIZADO 15A 127V, PARA SISTEMA REGULADO CAT. 1G2324 MCA. HUBELL.



TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED GRUESA EN PISO.



TABLERO MULTICIRCUITOS 3P. 4H. 220V MCA. SQD.



CANALIZACION POR PISO CON TRES SECCIONES, MCA. MULTIDUC.

NOTAS.

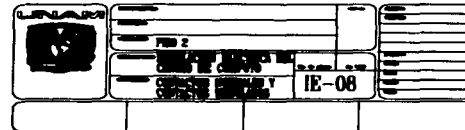
- 1.- EN CONTACTOS DE PISO, PERCA BARRIDO CON 1.5" DE ANCHO Y 1.5" DE ALTO Y 0.2" DE RANDE.
- 2.- EN CONTACTOS DE TABLERO, PERCA BARRIDO CON 0.5" DE ANCHO Y 0.5" DE ALTO Y 0.2" DE RANDE.
- 3.- EN CONTACTOS DE PISO, PERCA BARRIDO CON 1.5" DE ANCHO Y 1.5" DE ALTO Y 0.2" DE RANDE.
- 4.- EN CONTACTOS DE PISO, PERCA BARRIDO CON 1.5" DE ANCHO Y 1.5" DE ALTO Y 0.2" DE RANDE.

CEDULAS DE CONTACTOS NORMALES

- 8-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm

CEDULAS DE CONTACTOS REGULADOS

- 8-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm
- 4-10A-120 T-120mm



SIMBOLOGIA

NORMAL REGULADO



CONTACTO DUPLEX POLARIZADO 15A 127V. CAT. M5052M CON PLACA DE ALUMINIO ANONIZADO. MCA. AH.



CONTACTO DUPLEX POLARIZADO 15A 127V. PARA SISTEMA REGULADO CAT. IG2324 MCA. HUBELL.



TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED GUESA EN PISO.



TABLERO MULTICIRCUITOS 3F. 4H. 220V MCA. SQD.



CANALIZACION POR PISO CON TRES SECCIONES. MCA. MULTIDUC.

NOTAS.

- 1.- EN CONECTOR DE TIERRA PUES DEBIDO CON UNA PUNTA PUNTA Y DE COLAS VERDES.
- 2.- EN CONECTOR DE TIERRA PUES DEBIDO CON UN CONECTOR DE TIERRA.
- 3.- LOS CONECTORES DE TIERRA DEBE CON UN CONECTOR VERDE. LA 10. EL CONECTOR CON UN CONECTOR VERDE Y UN CONECTOR VERDE Y AZUL.
- 4.- LA ALTIMURA DE LOS CONTACTOS DEBE A 0.5 m SOBRE EL NIVEL DEL PISO TERMINADO.

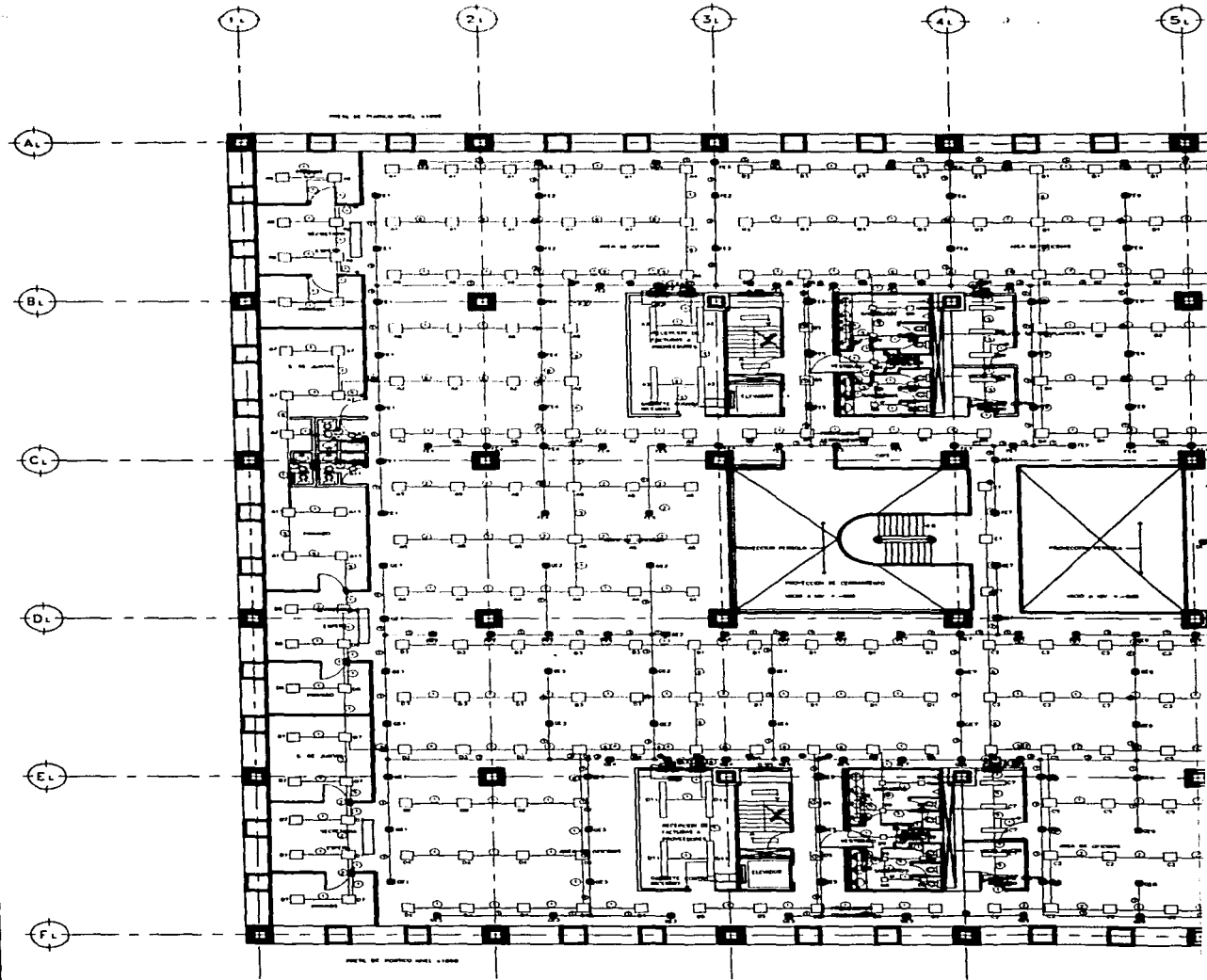
CECLAR DE CONTACTOS NORMALES

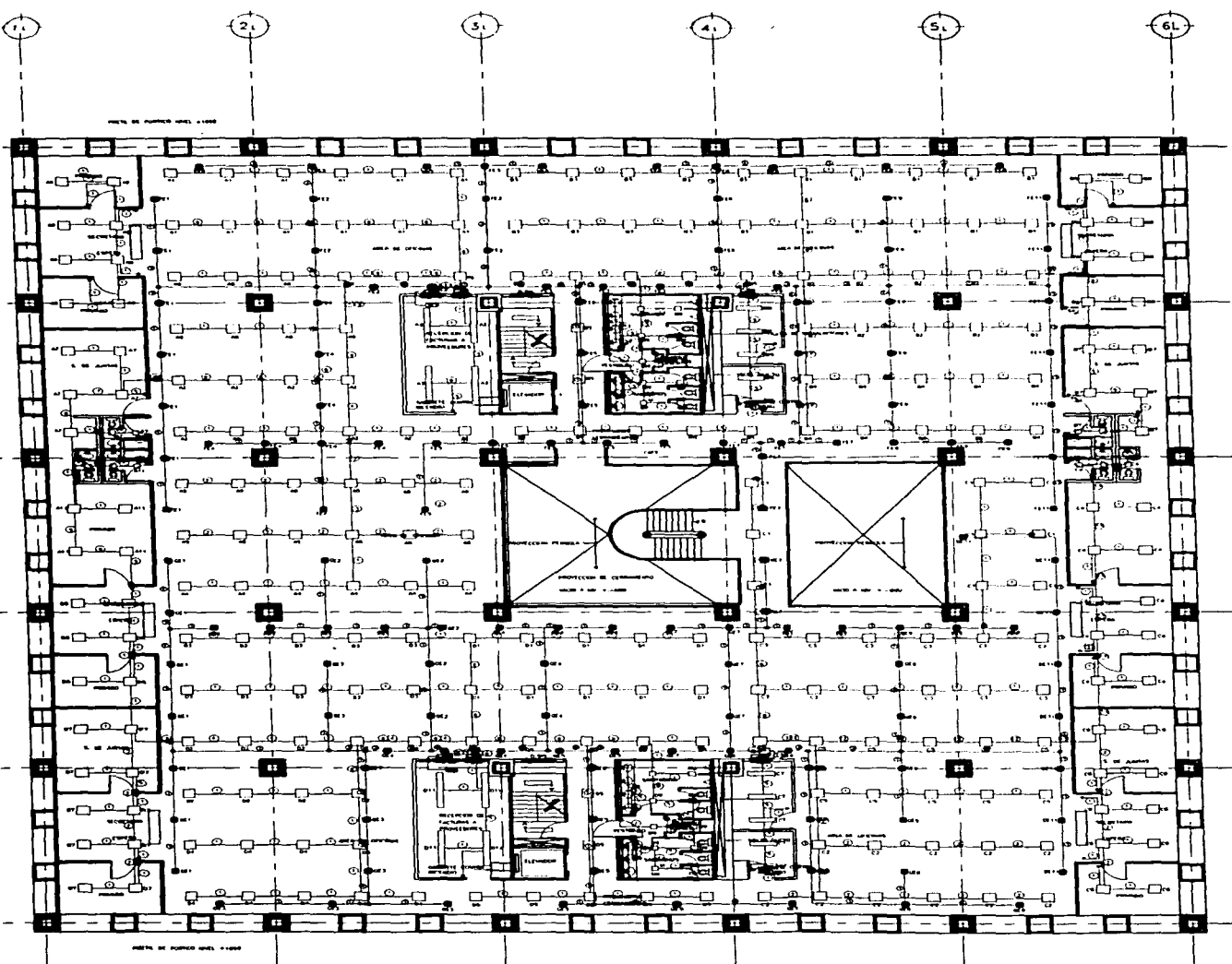
○	8-101-106	T-10mm
●	8-101-106	BUENO
○	4-101-106	T-10mm
●	4-101-106	BUENO
○	10-101-106	BUENO
●	10-101-106	BUENO
○	4-101-106	BUENO
●	8-101-106	BUENO
○	10-101-106	BUENO
●	6-101-106	T-8mm

CECLAR DE CONTACTOS REGULADOS

○	8-101-107	BUENO
●	4-100-107	BUENO
○	4-100-107	BUENO
●	10-100-107	BUENO
○	10-100-107	T-8mm
●	10-100-107	BUENO
○	10-101-107	BUENO
●	10-101-107	BUENO
○	10-100-107	BUENO
●	10-100-107	BUENO
○	10-101-107	BUENO
●	10-101-107	BUENO
○	10-100-107	BUENO
●	10-100-107	BUENO
○	10-101-107	T-10mm
●	8-01-107	T-10mm

	NOMBRE: _____ DISEÑO: _____ FECHA: _____ ESCALA: _____ TITULO: _____ AUTORIZADO: _____ OBSERVACIONES: _____	N.º: _____ FECHA: _____ ESCALA: _____ TITULO: _____ AUTORIZADO: _____ OBSERVACIONES: _____
	EMPRESA: _____ DIRECCION: _____ TELEFONO: _____ DIRECCION GENERAL: _____ DIRECCION TECNICA: _____ DIRECCION DE PROYECTOS: _____	
N.º DE PROYECTO: IE-08		





CEDULAS DE CABLEADO

Identificación	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A	13A	14A	15A	16A	17A
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	

CEDULAS DE CABLEADO

Identificación	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A	13A	14A	15A	16A	17A
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	

SIMBOLOGIA.

- NORMAL**
- (Small square)
 - ▬ (Horizontal line)
 - ▬ (Vertical line)
 - (Small circle)
- EMERGENCIA**
- (Small circle)
 - (Small circle)

1. SIMBOLOS DE LOS DISPOSITIVOS DE EMERGENCIA SE DEBE COLOCAR EN EL LUGAR DE INSTALACION.

 2. LOS DISPOSITIVOS DE EMERGENCIA SE DEBE COLOCAR EN EL LUGAR DE INSTALACION.

 3. LOS DISPOSITIVOS DE EMERGENCIA SE DEBE COLOCAR EN EL LUGAR DE INSTALACION.

 4. LOS DISPOSITIVOS DE EMERGENCIA SE DEBE COLOCAR EN EL LUGAR DE INSTALACION.

 5. LOS DISPOSITIVOS DE EMERGENCIA SE DEBE COLOCAR EN EL LUGAR DE INSTALACION.

NOTAS:

1. LOS DISPOSITIVOS DE EMERGENCIA SE DEBE COLOCAR EN EL LUGAR DE INSTALACION.

 2. LOS DISPOSITIVOS DE EMERGENCIA SE DEBE COLOCAR EN EL LUGAR DE INSTALACION.

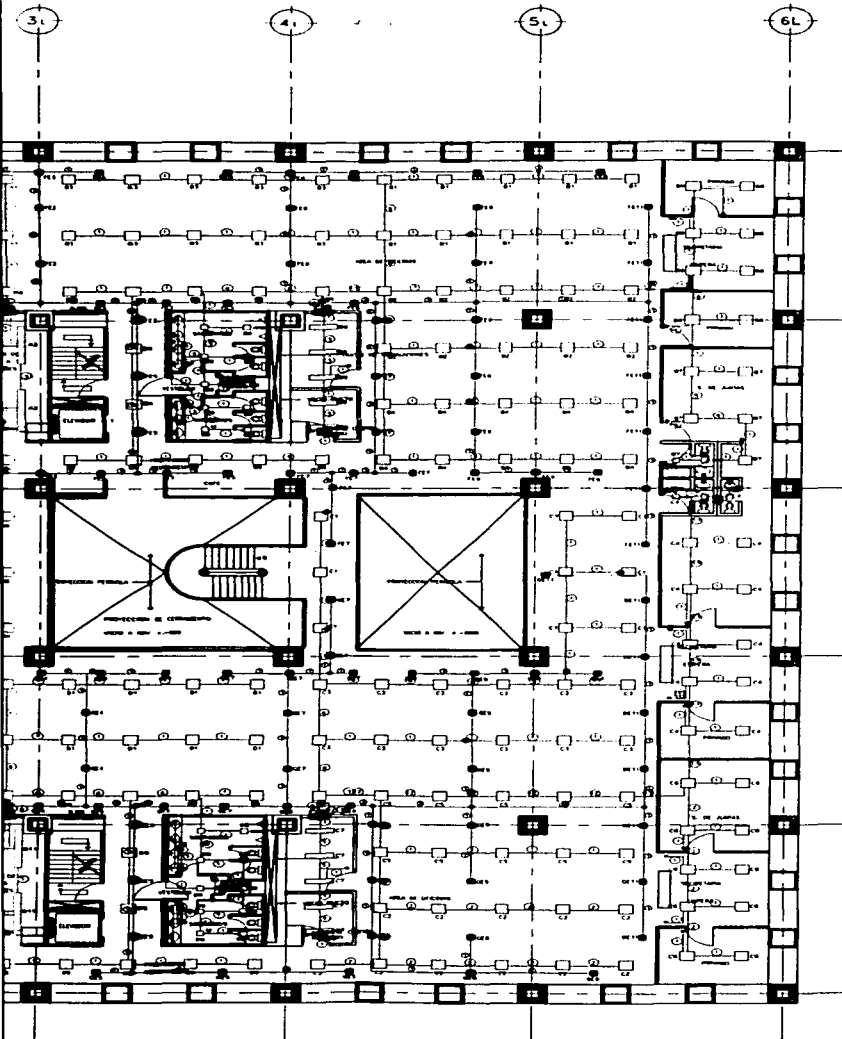
COMERCIO

FIG 3

PLAN DE CABLEADO

EMERGENCIA

1C



CEDULAS DE CABLEADO NORMAL

LINEA	NO. DE CABLEADO	NO. DE CABLEADO	NO. DE CABLEADO	NO. DE CABLEADO	NO. DE CABLEADO
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20

CEDULAS DE CABLEADO EMERGENCIA

LINEA	NO. DE CABLEADO	NO. DE CABLEADO	NO. DE CABLEADO	NO. DE CABLEADO	NO. DE CABLEADO
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20

SIMBOLOGIA.

NORMAL EMERGENCIA.

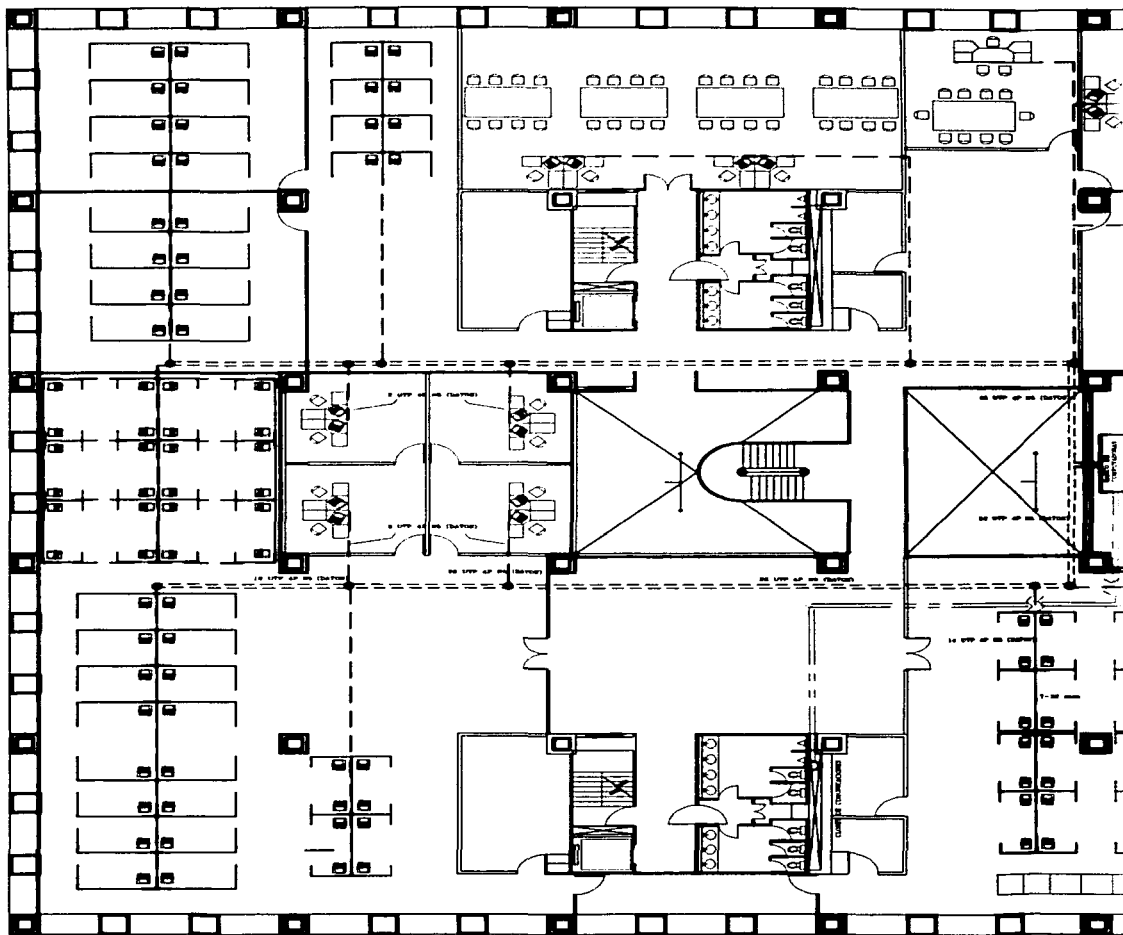


Este sistema de cableado normal y emergencia está diseñado para proporcionar un servicio de comunicación eficiente y seguro en todo momento. El sistema está diseñado para ser fácil de operar y mantener, y para proporcionar un nivel de seguridad y confiabilidad que es esencial para cualquier instalación de este tipo.

NOTAS:

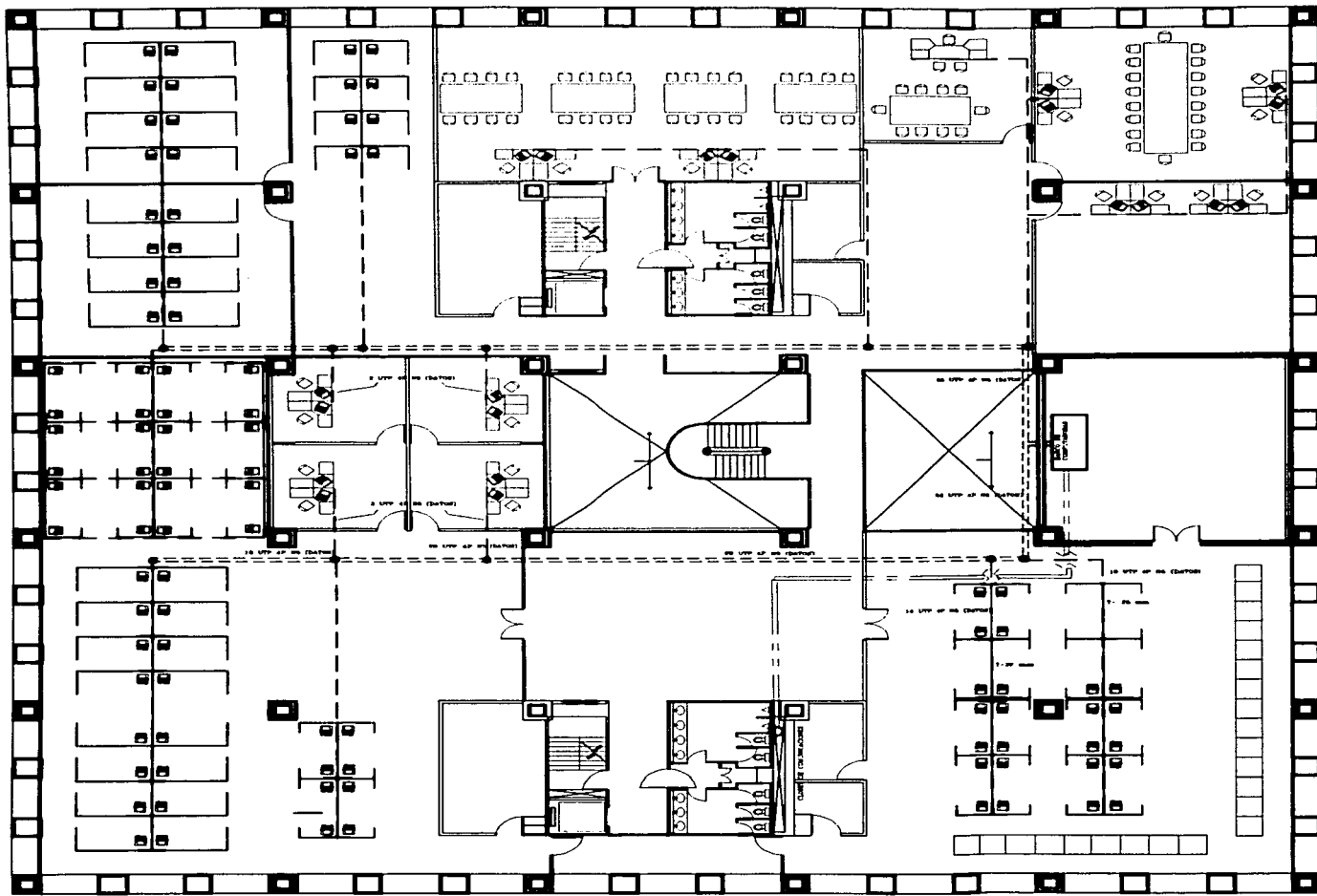
1. Este sistema de cableado normal y emergencia está diseñado para proporcionar un servicio de comunicación eficiente y seguro en todo momento. El sistema está diseñado para ser fácil de operar y mantener, y para proporcionar un nivel de seguridad y confiabilidad que es esencial para cualquier instalación de este tipo.

	PRO 3 PROYECTO DE CABLEADO SISTEMA DE CABLEADO NORMAL Y EMERGENCIA	NO. DE PROYECTO NO. DE PLAN
	IE-09	FECHA ESCALA

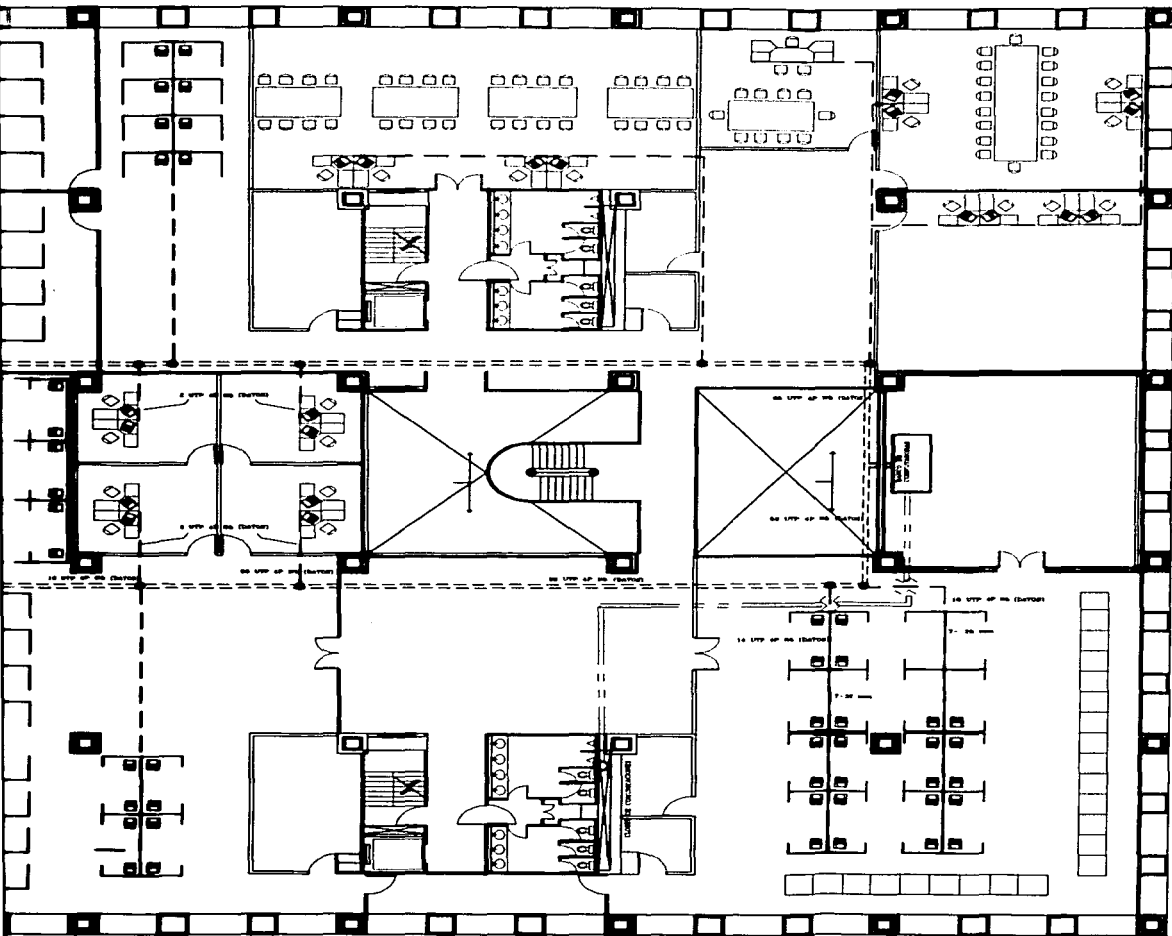


PLANTA SEGUNDO NIVEL





SIM




PLANTA SEGUNDO NIVEL



SIMBOLOGIA

-  COMPUTADORAS Y/O ESSTACIONES DE TRABAJO
-  ESCALERILLA
-  MULTIDUCTO
-  TUBERIA CONDUIT

	PROYECTO		<table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>				
FECHA							
INSTALACION DE RED DE COMPUTO, S.I.M.E. S.A.S.							
RED DE COMPUTO							
IE-10							

SIMBOLOGIA



COMPUTADORAS Y/O ESSTACIONES DE TRABAJO



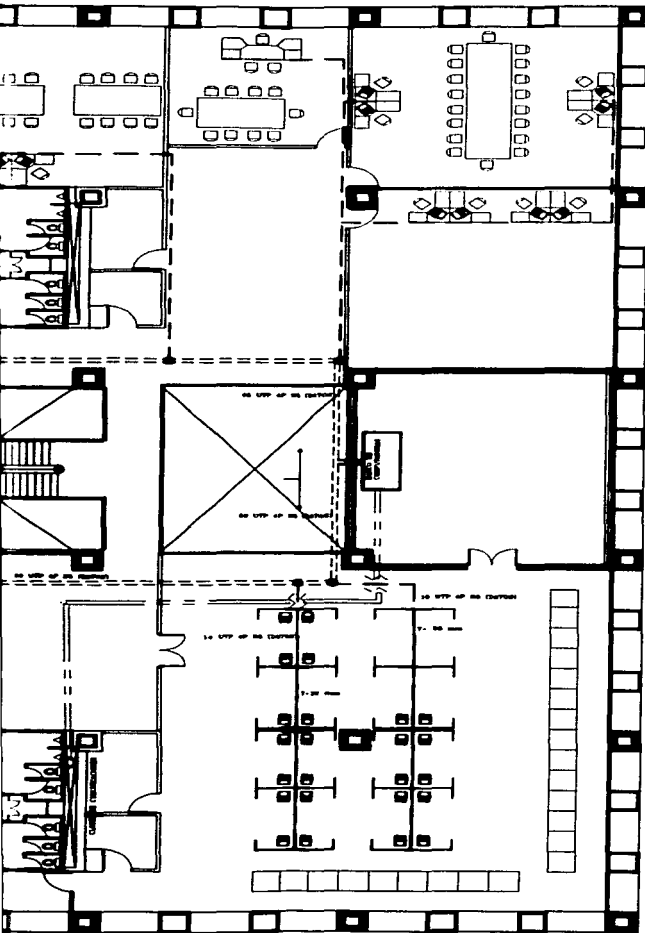
ESCALERILLA



MULTIDUCTO



TUBERIA CONDUIT



	PISO 3		100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120
	INSTALACION DE RED DE COMPUTO	03.010.03.01	
RED DE COMPUTO			