



Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
" ARAGON "

112

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
CON CAPACIDAD INSTALADA ENTRE 100 Y
1,200 K.V.A. EN MEDIA Y BAJA TENSION

Sist. 2924B

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

SERGIO RIVERA LAZCANO

SAN JUAN DE ARAGON, EDO. DE MEX.

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



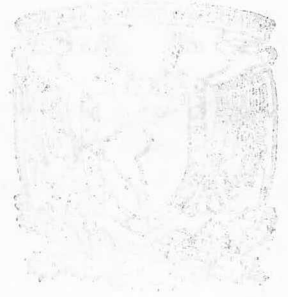
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.

Universidad Nacional Autónoma de México



Facultad de Ingeniería y Arquitectura

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
CON CARGA INSTALADA ENTRE 100 Y
1500 KW EN MEDIA Y BAJA TENSION



ENEP ARAGON

1 2 3 4

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

SERGIO RIVERA HERNÁNDEZ

Dedico éste trabajo con
amor y respeto a mis -
padres:

SERGIO RIVERA MARTINEZ
REYNA LAZCANO CRUZ

A mis hermanos:

LORENA, LETICIA, PACO,
SUSY, JORGE Y LAURA

Con cariño y agradeci-
mientos infinitos a:

La U.N.A.M. a través de
la E.N.E.P. "ARAGON" y
al Ing. CARLOS GONZALEZ C.

INDICE

INTRODUCCION.

CAPITULO	1. ESQUEMA GENERAL DE DISTRIBUCION EN MEDIA Y BAJA TENSION.....	1
	1.1 ELEMENTOS GENERALES DE LAS <u>INS</u> TALACIONES ELECTRICAS.....	2
	1.2 OBJETIVOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.....	3
	1.2.1 Confiabilidad.	
	1.2.2 Flexibilidad.	
	1.2.3 Seguridad.	
	1.2.4 Eficiencia.	
	1.2.5 Economía.	
	1.2.6 Accesibilidad.	
	1.2.7 Mantenimiento.	
	1.2.8 Factores que influyen en el diseño.	
	1.3 ESQUEMAS DE DISTRIBUCION EN <u>ME</u> DIA Y BAJA TENSION.....	8
	1.3.1 Esquema radial.	
	1.3.2 Esquema primario selectivo.	
	1.3.3 Esquema secundario selectivo.	
	1.3.4 Esquema de red automática.	
	1.4 ESTUDIO PREELIMINAR PARA EL PRO YECTO DE INSTALACIONES ELECTRI- CAS.....	19
	1.4.1 Tipo de construcción.	
	1.4.2 Evaluación eléctrica general.	
	1.4.3 Selección del equipo.	
	1.4.4 Suministro de energía.	
	1.5 ACOMETIDA.....	20
	1.5.1 Acometida, número y características.	

	1.5.2 Edificios para varios usuarios.	
	1.6 CAPACIDAD INSTALADA.....	21
	1.7 NUMERO DE SERVICIOS.....	22
CAPITULO	2. REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.....	24
	2.1 EDIFICIOS PARA UN SOLO USUARIO O PROPIETARIO.....	25
	2.2 EDIFICIOS PARA VARIOS USUARIOS O PROPIETARIOS.....	34
CAPITULO	3. REQUERIMIENTOS DE LA COMPAÑIA SU- MINISTRADORA DE ENERGIA.....	42
	3.1 INFORMACION NECESARIA PARA FORMU- LAR SOLICITUDES EN LAS QUE SE RE- QUIERE ELABORAR PRESUPUESTO.....	43
	3.1.1 Unidades habitacionales ó fraccio- namientos.	
	3.1.2 Edificios con más de 15 K.W. de carga conectada.	
	3.1.3 Servicios en alta tension 20/23 K.V.	
	3.2 ACUERDO QUE AUTORIZA EL AJUSTE, MODI- FICACION Y REESTRUCTURACION DE LAS - TARIFAS PARA EL SUMINISTRO Y VENTA - DE ENERGIA ELECTRICA.....	49
	3.3 DISPOSICIONES CPMLPEMENTARIAS.....	52
	3.3.1 Horario de servicios.	
	3.3.2 Tensión de suministro.	
	3.3.3 Factor de potencia.	
	3.3.4 Medición en el lado primario ó en el secundario de los transformadores.	
	3.4 ALIMENTACION AL SERVICIO DEL CLIENTE.....	56
	3.4.1 Generalidades.	
	3.4.2 Acometida sencilla.	
	3.4.3 Acometida doble.	
	3.4.4 Medición de energía.	
	3.4.5 Locales para subestaciones en el inte- rior de los edificios.	

3.5	ESPECIFICACIONES DE LOCALES PRO-- PIEDAD DEL USUARIO PARA LA INSTA- LACION DE LAS SUBESTACIONES DEL - SUMINISTRADOR.....	62
-----	---	----

- 3.5.1 Propiedad.
- 3.5.2 Incendio.
- 3.5.3 Dimensiones.
- 3.5.4 Ventilación.
- 3.5.5 Paredes y pisos.
- 3.5.6 Drenaje.
- 3.5.7 Paso de cables.
- 3.5.8 Sistema de tierras.

CAPITULO	4. DISTRIBUCION EN MEDIA TENSION.....	64
	4.1 EQUIPO PARA MEDIA TENSION.....	65
	4.2 SUBESTACIONES, REQUISITOS GENERA- LES.....	65
	4.3 INSTALACION Y MANTENIMIENTO DEL <u>E</u> QUIPO ELECTRICO.....	65
	4.4 IDENTIFICACION DEL EQUIPO ELECTRI CO.....	66
	4.5 MEDIO DE DESCONEXION GENERAL.....	66
	4.6 DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE EN EL PRIMARIO.....	67
	4.6 CAPACIDAD INTERRUPTIVA.....	67
	4.8 REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA DE PROTECCION DEL USUARIO.....	68
	4.9 CUCHILLAS DE PRUEBA.....	68
	4.10 SUBESTACIONES COMPACTAS.....	68
	4.10.1 Partes constitutivas.	
	4.10.2 Operación y mantenimiento.	
	4.10.3 Subestaciones compactas secunda- rias.	
	4.10.4 Subestaciones compactas primarias.	
	4.11 INTERRUPTORES, DESCONECTADORES Y FUSIBLES.....	77

4.11.1	Accesibilidad e indicación.	
4.11.2	Instalación de interruptores en aceite.	
4.11.3	Interruptores.	
4.11.4	Interruptores de potencia.	
4.11.5	Interruptores trifásicos en pequeño volúmen de aceite.	
4.11.6	Ruptofusibles.	
4.11.7	Uso general de interruptores.	
4.11.8	Uso de fusibles ó interruptores automáticos.	
4.11.9	Cuchillas de un tiro para servicio interior, tripolares, de operación en grupo.	
4.11.10	Seccionador de carga tripolar.	
4.11.11	Uso de desconectores.	
4.11.12	Capacidad de interruptores y desconectores.	
4.11.13	Fusibles para media tensión y alta capacidad interruptiva.	
4.11.14	Instalaciones de los fusibles.	
4.12	TRANSFORMADORES.....	89
4.12.1	Tipos de enfriamiento.	
4.13	PROTECCION Y CONTROL.....	91
4.14	CONTROL CARACTERISTICO.....	93
4.15	TABLEROS ELECTRICOS PARA MEDIA - TENSION.....	95
4.15.1	Condiciones generales de servicio.	
4.15.2	Condiciones especiales que se deben indicar.	
4.16	CONSTRUCCION DE TABLEROS.....	96
4.16.1	Localización y accesibilidad.	
4.16.2	Arreglo e identificación.	
4.16.3	Protección de partes vivas.	
4.16.4	Conexión a tierra.	
4.17	ESPACIO Y EQUIPO PARA TRABAJOS - DE MANTENIMIENTO.....	99
4.17.1	Espacio para trabajar.	

4.18 EQUIPO PARA TRABAJAR EN PARTES - VIVAS.....	99
4.19 LOCALES PARA SUBESTACIONES.....	100
4.19.1 Resguardo de locales.	
4.19.2 Condiciones de los locales.	
4.19.3 Salidas.	
4.19.4 Protección contra incendio.	
4.20 SISTEMA DE TIERRAS.....	102
4.20.1 Generalidades.	
4.20.2 Características del sistema de tierras.	
4.20.2.1 Disposición física.	
4.20.2.2 Materiales.	
4.20.3 Resistencia a tierra de la malla.	
4.21 CABLES DE ENERGIA.....	105
4.21.1 Elementos básicos de un cable unipolar.	
4.21.1.1 Conductor.	
4.21.1.2 Aislamiento.	
4.21.1.3 Chaqueta ó cubierta protectora.	
4.21.2 Tipos de cables empleados en sistemas trifásicos.	
4.21.2.1 Cables unipolares.	
4.21.2.2 Cables triplex.	
4.21.2.3 Cables tripolares.	
CAPITULO 5. DISTRIBUCION EN BAJA TENSION.....	109
5.1 DEFINICIONES.....	110
5.1.1 Circuito alimentador.	
5.1.2 Circuito derivado.	
5.1.3 Circuito derivado individual.	
5.1.4 Circuito derivado multifilar.	
5.1.5 Centros de distribución.	
5.2 CIRCUITOS DERIVADOS.....	117
5.2.1 Clasificación de los circuitos derivados.	
5.2.2 Limitaciones de los circuitos de derivados.	
5.2.3 Caída de tensión.	

	5.3	INSTALACION ELECTRICA A MOTORES.....	119
	5.3.1	Corriente nominal.	
	5.3.2	Corriente de arranque.	
	5.3.3	Protección del alimentador.	
	5.3.4	Alimentador.	
	5.3.5	Circuitos derivados.	
	5.3.6	Protección del circuito derivado.	
	5.3.7	Desconectador	
	5.3.8	Protección del motor.	
	5.3.9	Control del motor.	
	5.4	INSTALACIONES ELECTRICAS EN CON- DOMINIO.....	126
	5.4.1	Diagramas unifilares típicos.	
	5.5	CALCULO DE CONDUCTORES.....	128
	5.5.1	Por capacidad de conducción.	
	5.5.2	Por caída de tensión.	
	5.6	TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS.....	132
	5.6.1	Normas generales para la selec- ción de un tablero de circuitos derivados.	
	5.6.2	Objetivos de los tableros.	
	5.7	DISTRIBUCION PREFERENCIAL.....	135
CAPITULO	6.	ALUMBRADO Y FUERZA.....	137
	6.1	TERMINOLOGIA DEL ALUMBRADO.....	138
	6.1.1	Lúmen.	
	6.1.2	Lux.	
	6.1.3	Factor de reflexión.	
	6.1.4	Lambert ó stilb.	
	6.1.5	Luminaria.	
	6.2	METODO DE LOS LUMENES.....	140
	6.2.1	Determinar el nivel requerido de iluminación.	
	6.2.2	Selección del sistema de alum- brado y las luminarias.	
	6.2.3	Determinar el coeficiente de <u>u</u> tilización.	

6.2.4	Estimar el factor de conservación.	
6.2.5	Calcular el número de lámparas y luminarias requeridas.	
6.2.6	Determinar el emplazamiento de las luminarias.	
6.3	METODO DE CAVIDAD POR ZONAS.....	145
6.4	CALIDAD DEL ALUMBRADO.....	146
6.4.1	Calidad necesaria.	
6.4.2	Brillantez directa.	
6.4.3	Brillo indirecto.	
6.4.4	Uniformidad.	
6.4.5	Sombras.	
6.4.6	Acabado del local.	
6.4.7	Color.	
6.5	LAMPARAS Y BALASTRAS UTILIZADAS - EN LOS EDIFICIOS.....	150
6.5.1	Costo inicial.	
6.5.2	Eficiencia y gastos de operación.	
6.5.3	Mantenimiento.	
6.5.4	Eficiencia.	
6.6	TRANSPORTACION VERTICAL.....	154
6.6.1	Uso.	
6.6.2	Factores de diseño.	
6.6.3	Control de los elevadores.	
6.6.4	Sistemas de control.	
6.6.4.1	Control reostático de C.A.	
6.6.4.2	Control reostático de C.D.	
6.6.4.3	Control del devanado de campo del generador.	
CAPITULO 7.	SISTEMAS DE EMERGENCIA.....	160
7.1	ALUMBRADO.....	161
7.2	FUERZA.....	162
7.3	FUENTES DE EMERGENCIA.....	162
7.3.1	Baterías.	
7.3.1.1	Sistema central.	
7.3.1.2	Sistema descentralizado.	

- 7.3.2 Plantas generadoras.
- 7.3.3 Servicios duales.

7.4 ESQUEMAS DE TRANSFERENCIA PARA -
EMERGENCIA..... 169

NOMBRE DE LA TESIS:

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS CON CAPACIDAD INSTALADA
+ ENTRE 100 Y 1,200 K.U.A. EN MEDIA Y BAJA TENSION.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

SERGIO RIVERA LAZCANO

I N T R O D U C C I O N

Este trabajo representa un estudio generalizado que engloba las características de funcionamiento eléctrico para edificios modernos con capacidad instalada entre 100 y 1,200 k.v.a.

La apariencia física del inmueble, no tiene importancia en éste trabajo, ya que tal estudio se ha tratado de uniformizar para - cualquier tipo de estructura (vertical, horizontal, etc.).

Se hace una clasificación de edificios, en cuanto a propietarios ó usuarios, porque de ello depende directamente la selección del equipo e instalaciones eléctricas, es decir, el sistema eléctrico del edificio.

En el capítulo 1, se mencionan los elementos y objetivos que las instalaciones eléctricas deben cumplir, asimismo, se describen - los esquemas de distribución más utilizados, aplicables a la media o baja tensión, que dependiendo de los requerimientos de cargas, dimensiones, actividades, etc, será el tipo de esquema de - distribución a emplear.

En el capítulo 2, se explica la importancia que tienen las dimensiones destinadas para la instalación y mantenimiento del equipo eléctrico.

En el capítulo 3, se enlistan los requisitos que la compañía suministradora de energía eléctrica exige para el buen funciona--- miento de su equipo y de las condiciones de seguridad del inmueble, personal y usuarios.

En el capítulo 4, se hace un estudio extenso que trata del equipo eléctrico para media tensión, tal como subestaciones, interruptores, transformadores, conductores, etc.

En el capítulo 5, el estudio se dirige hacia las instalaciones eléctricas para baja tensión.

El capítulo 6, trata de la terminología del alumbrado, algunos métodos de iluminación, luminarias, etc. y la transportación vertical tal como, elevadores y escaleras eléctricas.

El capítulo 7, describe los sistemas de emergencia requeridos para evitar que, la ausencia de energía eléctrica, produzca problemas e incomodidades a los usuarios del inmueble.

Este trabajo se ha desarrollado, aplicando las normas técnicas establecidas por los diferentes organismos de normalización en cada caso, y se ha tratado de dar la uniformidad necesaria para que, como se dijo anteriormente, sea válido para la mayoría de los edificios actuales.

CAPITULO 1

ESQUEMA GENERAL DE DISTRIBUCION EN MEDIA Y BAJA TENSION

INTRODUCCION.

Se pueden considerar varios factores en el diseño del sistema de distribución de energía eléctrica para un edificio moderno. Algunos factores, entre los más importantes, que influye en el sistema y el arreglo de circuitos son:

- 1) Las características del servicio eléctrico disponible en el lugar donde se ubicará el edificio.
- 2) Las características de la carga.
- 3) La calidad del servicio requerido.
- 4) El tipo y configuración del edificio.
- 5) Los costos.

La compañía suministradora de energía, da al propietario del edificio, la opción de elegir servicio de energía eléctrica en media y baja tensión. Dependiendo de la demanda de KVA, la altura del edificio y el tipo de proyecto, puede ser ventajoso contratar el servicio de energía eléctrica en media tensión en una gama comprendida entre 4.16 y 23 KV.

La principal ventaja de contratar el servicio en media tensión es que se puede adecuar la utilización del voltaje al valor que es deseado.

En general, la mayoría de los edificios alimentados en media -- tensión, tienen demandas de cargas del orden de algunos miles de KVA.

Por lo tanto, si la demanda de carga es alta, el edificio sea -- muy alto, etc., por economía es más favorable el uso de energía-- en media tensión y efectuar la distribución interna en el edificio por medio de una subestación principal general o varias subesta-- ciones secundarias.

1.1 ELEMENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

El objetivo de una instalación eléctrica es fundamentalmente, -- cumplir con los servicios que fueron requeridos durante la etapa del proyecto, es decir, es en esencia proporcionar servicio con el propósito de que la energía eléctrica satisfaga los elementos receptores *q*ue la transformarán según las necesidades.

Dentro del concepto genérico de instalación eléctrica, se pueden catalogar a todo tipo de instalaciones, desde la generación hasta la utilización de la energía eléctrica, pasando por las etapas de transmisión, transformación y distribución siendo así, como se -- clasifican en instalaciones eléctricas de:

- a) Baja tensión (0.44, 0.22, 0.127 KV).
- b) Media tensión (23, 20, 13.2, 6, 4, 16 KV).
- c) Alta tensión (345, 220, 110, 100, 80, 66, 44, 32, KV).
- d) Extra alta tensión (más de 345 KV).

Esta clasificación está de acuerdo a las tensiones empleadas en los sistemas eléctricos, ya que el Reglamento de Instalaciones-- Eléctricas establece otros rangos para tipos específicos de ins-- talaciones.

En la selección de materiales y equipos utilizados en las instalaciones eléctricas, respetando las características generales establecidas por los aspectos de normalización, se tiene también una gran diversidad de fabricantes, lo que hace difícil hablar de un material o equipo específico, por lo que en lo posible se tratará de dar la generalidad necesaria en éste trabajo.

1.2 OBJETIVOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

Los objetivos que se persiguen en una instalación eléctrica, dependen del criterio de las personas que intervienen en el proyecto, cálculo y ejecución de obra. También dependen de los requerimientos exigidos por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Secofi), para cada tipo particular de algún edificio. Estos objetivos se mencionan a continuación:

- 1) Confiabilidad.
- 2) Flexibilidad.
- 3) Seguridad.
- 4) Eficiencia.
- 5) Economía.
- 6) Accesibilidad.
- 7) Mantenimiento.

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

1.2.1 Confiabilidad.

En la mayoría de edificios, la confiabilidad del sistema de energía eléctrica es de vital importancia. El grado de confiabilidad requerido en hospitales, centros de comunicación, áreas de reunión pública, almacenes y otros edificios, depende de que tan necesario es para la seguridad de los usuarios.

Pueden obtenerse varios grados de confiabilidad mediante la aplicación de un esquema de distribución selectivo de transferencia automática para los servicios del alimentador, sistemas de emergencia mediante plantas generadoras y el uso de bancos de baterías.

1.2.2 Flexibilidad.

Es el grado de provisiones tomadas para manejar cargas futuras, éstas reducen considerablemente los programas de modernización para muchos edificios porque fueron previstos anteriormente. Una buena planeación incluirá amplias capacidades para el equipo de servicio, alimentadores, tableros y canalizaciones.

1.2.3 Seguridad.

El sistema de distribución deberá ser seguro, no solamente para el público, sino también para el personal del edificio, para el equipo y el edificio mismo. Esto requiere el uso de dispositivos y procedimientos de instalación que se encunetren por encima de los requerimientos mínimos de los códigos de seguridad eléctrica.

La seguridad del personal es un factor extremadamente importante, ya que generalmente, el mantenimiento y operación del sistema eléctrico no lo efectúan especialistas, sino personal con nociones básicas de electricidad, por tanto, es responsabilidad del ingeniero desarrollar un proyecto lo más seguro posible, utilizando

sus propias consideraciones ya que los códigos de seguridad, están diseñados con requerimientos mínimos para salvaguardar la vida personal.

Los equipos eléctricos modernos incluyen a la seguridad como una de las principales consideraciones en el diseño. La seguridad para el personal puede clasificarse de la siguiente forma:

- a) Seguridad para el personal de operación y mantenimiento.
- b) Seguridad para los ocupantes del edificio.
- c) Seguridad del inmueble.

La seguridad para el personal de operación y mantenimiento es proporcionada por el propio diseño y/o selección de equipo. Para la seguridad del personal del edificio, se requiere que todo el equipo eléctrico esté aislado de contacto casual en las partes energizadas.

En conclusión, una instalación eléctrica bien planeada y mejor construida, con sus partes peligrosas protegidas, evita al máximo accidentes e incendios.

1.2.4 Eficiencia.

La eficiencia de una instalación eléctrica está en función directa a su construcción y acabado. La eficiencia de aparatos, motores etc. es máxima si a los mismos se les respetan los datos de placa tales como tensión, frecuencia, etc., aparte de ser correctamente conectados.

1.2.5 Economía.

El ingeniero debe resolver éste problema, no solamente tomando en cuenta la inversión inicial en materiales y equipos, sino haciendo un estudio tecnoeconómico de la inversión inicial.

Lo anterior implica en forma general, que lo conveniente es contar con materiales, equipos y mano de obra de buena calidad, salvo naturalmente, los casos especiales de instalaciones eléctricas provisionales ó de instalaciones temporales.

1.2.6 Accesibilidad.

Aunque el control de equipos de iluminación y motores está sujeto a las condiciones de los locales, siempre deben escogerse lugares de fácil acceso, procurando colocarlos en forma tal, que al paso de personas no idoneas, no sean operados involuntariamente. Igualmente, se debe tener en cuenta la forma para reemplazar el equipo tal como los transformadores, por ejemplo, su reemplazo desde el 20º piso, hay que asegurarse que pueda trasladarse en los elevadores ó se cuente con un montacargas destinado para estos fines.

1.2.7 Mantenimiento.

El mantenimiento de una instalación eléctrica, debe efectuarse - periodocamente y sistemáticamente, en forma principal realizar la limpieza y reposición de partes, renovación y cambio de equipos, lubricación, mediciones de aislamiento, etc.

El mantenimiento es esencial para la propia operación de cualquier instalación eléctrica. La instalación deberá ser diseñada de tal manera, que se pueda efectuar el mantenimiento fácilmente. El ingeniero deberá considerar la posibilidad de la existencia de una falla en el sistema de alimentación del edificio, generalmente, el sistema de alimentación es operado y mantenido - por la compañía suministradora de energía eléctrica.

1.2.8 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO.

Los factores que influyen en el diseño de un sistema eléctrico son muchos, no obstante que no es el objetivo de este trabajo, se enlistan a continuación algunos factores, pero pueden ser una ayu-

da para la planeación del diseño del sistema:

1. Tipo, tamaño y forma del edificio.
2. Confiabilidad, características, voltajes, frecuencia (normalizada a 60 Hz.), número de fases y distancia de la red de Servicio Público.
3. Relación de planos eléctricos disponibles por parte de la compañía suministradora.
4. Si hay disponibles líneas aéreas o subterráneas, fuente o -- fuentes de energía eléctrica para el esquema de distribución.
5. Si el ingeniero proyectista determina oportunamente el voltaje o voltajes de utilización para todo el equipo eléctrico.
6. Si el usode uno o varios circuitos de entrada de servicio, uno o varios buses para la distribución de energía con o sin interruptor de amarre.
7. Si se usan 220/110 ó 440/220 volts para distribución o utilización, o si se usará algún voltaje en media tensión para la distribución dentro del edificio (o entre edificios si son más de uno).
8. Si el proyecto involucra renovaciones o modernizaciones en el actual inmueble. Esto tendrá una influencia económica definida en los voltajes de utilización y puede incluso, influenciar el tipo de sistema de distribución .
9. Cuando los edificios son renovados, su reemplazo parcial o total del tipo de equipo de entrada de servicio existente, equipo de distribución, cables, sea económicamente justificables.
10. Requerimientos de confiabilidad. El grado de confiabilidad + de la fuente o fuentes de alimentación para el equipo de entra

da de servicio y el sistema de distribución localizados sobre la propiedad comerciales, en algunos casos, de primordial importancia.

1.3 ESQUEMAS DE DISTRIBUCION EN MEDIA Y BAJA TENSION.

Existen varios sistemas de distribución de energía eléctrica para edificios, estos son :

Esquema Radial.

Esquema Primario Selectivo.

Esquema Secundario Selectivo.

Esquema de Red Automática.

1.3.1 ESQUEMA RADIAL.

La manera más simple y económica de la distribución de la energía es, mediante el uso de un arreglo radial de circuitos, que es muy utilizado en los edificios que no requieren un alto grado de confiabilidad.

Se denomina alimentación radial, debido a que se tiene una sola alimentación de energía eléctrica que llega al bus de distribución, por medio de un interruptor o fusible. Del bus se alimentan las cargas, otros tableros de distribución, etc.

Si la energía es contratada en media tensión, es necesaria la -- instalación de un transformador reductor de tensión para el circuito radial en baja tensión. Para media y baja tensión, se re-- quiere necesariamente de fusibles e interruptores.

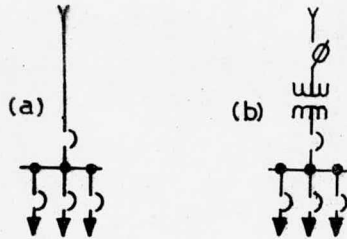


FIGURA 1-1.

La figura 1-1 muestra, los dos tipos de esquemas radiales más frecuentemente usados en edificios. Bajo condiciones normales de operación y cuando se tiene una entrada de servicio en baja tensión, la carga se alimenta directamente, figura 1-1(a), y para el caso de alimentación en media tensión, dicha carga se alimentará a través de un transformador, figura 1-1(b).

Una falla en el circuito de suministro, en el transformador o en el mismo alimentador, causará la interrupción de servicio para todas las cargas. Una falla en el circuito derivado, puede ser aislada del resto del sistema mediante el dispositivo de protección propio. En estas condiciones, es mantenida la continuidad del servicio de todas las cargas excepto aquella del circuito fallado.

La continuidad de servicio de carga considerable, es muy importante desde el punto de vista, tanto de seguridad, como de desarrollo de las actividades que se efectúan normalmente por los ocupantes del edificio. El aspecto de seguridad se torna más importante a medida que se incrementa el número de ocupantes. Sin embargo, el moderno equipo de distribución, ha demostrado suficiente confianza para justificar el uso de esquemas de distribución radiales en muchos edificios importantes.

Cuando la demanda de KVA, o el tipo del edificio, se incrementan puede ser más económico usar varias subestaciones compactas en vez de utilizar una subestación general principal.

Cada una de las subestaciones secundarias pueden situarse en el centro de carga del área por alimentar. Este arreglo es mostrado en las figuras 1-2 y 1-3, las cuales proporcionan mejores condiciones de voltaje y menores pérdidas en el sistema, alta capacidad y mayor número de circuitos en baja tensión.

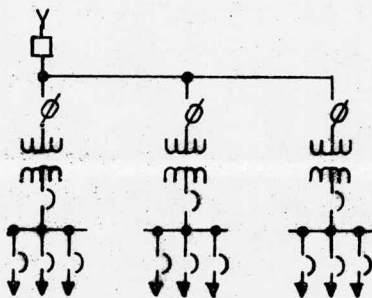


FIGURA 1-2
ESQUEMA DE CIRCUITO RADIAL

El relativo factor económico del esquema radial usando media o baja tensión, variará con el tipo de edificio, la demanda de KVA, el costo de espacio por piso y la forma de repartición de equipo. Los sistemas para media tensión requieren una inversión en transformadores, dispositivos de protección para media tensión, cable y posiblemente requerirá algunos espacios rentables del piso para la localización de las subestaciones secundarias.

Una falla en el alimentador principal ó en el transformador del arreglo mostrado en la figura 1-2, causará que los dispositivos de protección principales operen e interrumpan el servicio para

las caegas asociadas. Si la falla es en el transformador, el servicio puede reestablecerse para todas las cargas, excepto las alimentadas por dicho transformador.

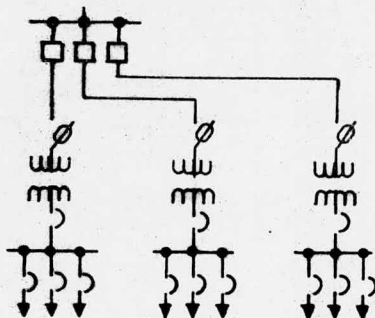


FIGURA 1-3
ESQUEMA DE CIRCUITO RADIAL

Si se considera que la mayoría de las fallas ocurren en el alimentador principal o en el transformador, es lógica la consideración de proporcionar una protección individual por circuito en los alimentadores principales, como se muestra en la figura 1-3. Este arreglo tiene la ventaja de hacer posible lo anterior, para limitar la interrupción esperada.

Si se usan interruptores para la protección de los alimentadores el costo de éste sistema será más alto. De otra forma, si se utilizan fusibles el costo del arreglo de la figura 1-3 aún excederá el costo de la figura 1-2, pero asegura la confiabilidad del sistema.

1.3.2 ESQUEMA PRIMARIO SELECTIVO.

El diagrama de la figura 1-4, proporciona medios de reducción de la extensión y duración de una desconexión causada por una falla en el alimentador principal comparado con el esquema radial.

Esta característica de operación es proporcionada a través del uso de circuitos de alimentación principal dobles e interruptores en aire para operación con carga, que permitan la conexión de cada subestación secundaria para cualquiera de los dos alimentadores principales. Cada circuito de alimentación primaria debe tener la suficiente capacidad para soportar la carga total requerida por el edificio.

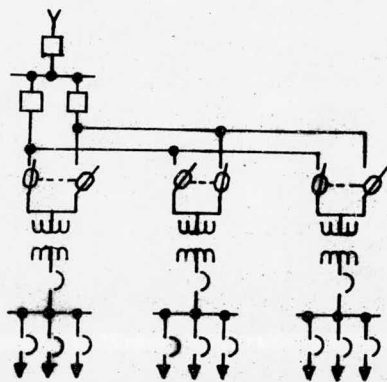


FIGURA 1-4
ESQUEMA PRIMARIO SELECTIVO.

Bajo condiciones normales de operación, cada transformador tiene dos interruptores que lo ligan a los dos alimentadores, permaneciendo un interruptor abierto y otro cerrado. Los ruptofusibles apropiados están cerrados con el propósito de repartirse la carga total del edificio en partes iguales entre los dos alimentadores. Cuando ocurre una falla en algún alimentador, se produce una interrupción de servicio para la carga alimentada por éste, la cual puede restablecerse mediante el cierre del otro ruptofusible con el alimentador que esté en servicio.

Los interruptores para este esquema, son usualmente operados en forma manual. Puede utilizarse también, un equipo de transferencia automática de carga para que el tiempo de interrupción del servi-

cio sea mínima, aunque lógicamente con éste equipo, el costo será mayor.

Cuando ocurre una falla en el transformador de la subestación secundaria, el servicio puede restablecerse para todas las cargas exceptuando aquellas que son alimentadas por éste.

El alto grado de continuidad de servicio proporcionado por el esquema primario selectivo, es realizado a un costo que puede ser del orden del 10 al 20% superior que el del circuito de la figura 1-2. El costo adicional dependerá del alimentador adicional y de los interruptores primarios para cada subestación. El costo del arreglo del circuito primario selectivo, usando equipo de interrupción manual, a menudo será menor que el arreglo radial de la figura 1-3.

1.3.3 ESQUEMA SECUNDARIO SELECTIVO.

Bajo condiciones normales de operación, el diagrama secundario selectivo de la figura 1-5, operará como dos diagramas de circuitos radiales independientes con un interruptor de amarre. Este interruptor se localiza en el bus de baja tensión, para cada subestación secundaria, el cual está normalmente abierto.

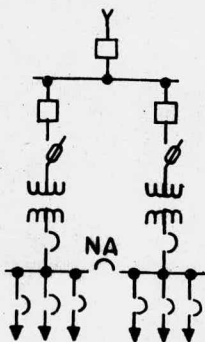


FIGURA 1-5.

ESQUEMA SECUNDARIO SELECTIVO.

Sí ocurre una falla en un alimentador primario ó en un transformador, el servicio se interrumpe para todas las cargas asociadas con dicho equipo. El servicio puede restablecerse para los buses secundarios de la siguiente manera, primero, abriendo el interruptor propio del circuito asociado con el transformador o alimentador dañados, y después, cerrando el dispositivo de amarre.

Los dos interruptores secundarios están interbloqueados mecánicamente con el dispositivo de amarre en el bus secundario de tal manera que los tres no pueden ser cerrados al mismo tiempo. Esto impide la operación en paralelo de los dos transformadores y de ésta manera se minimiza la interrupción impuesta por los dispositivos de protección secundaria. Lo anterior además, elimina la posibilidad de la interrupción del servicio para todas las cargas conectadas al bus cuando ocurre una falla, ya sea en el alimentador primario o en el transformador.

El costo depende de la capacidad disponible en los transformadores y en los alimentadores. La capacidad mínima del transformador y del alimentador será determinada esencialmente por la carga, que deberá ser abastecida bajo condiciones de emergencia, en éste caso, cada alimentador primario deberá tener la suficiente capacidad para alimentar a todas las cargas del edificio, y cada transformador, también deberá ser capaz de alimentar a todas las cargas de ambas subestaciones.

Este tipo de arreglo es más eficiente que el esquema radial ó el esquema primario selectivo, pero más costoso. El alto costo resulta de que la capacidad del transformador en cada subestación secundaria, deberá ser del doble.

Una modificación para el esquema secundario selectivo es mostrado en la figura 1-6. En éste arreglo hay solamente un transformador en cada subestación secundaria, pero las subestaciones adyacentes están interconectadas por un dispositivo de amarre normalmente abierto en baja tensión. Cuando una subestación secundaria está fuera de servicio, las cargas principales en la otra subes-

tación pueden ser alimentadas por medio del dispositivo de amarre.

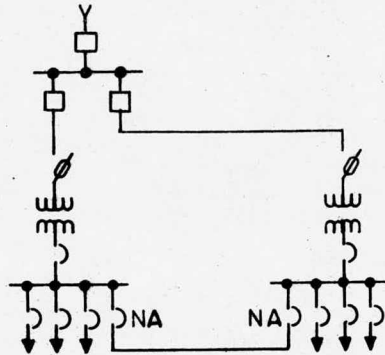


FIGURA 1-6.
ESQUEMA SECUNDARIO SELECTIVO.

1.3.4 RED AUTOMÁTICA.

Varios edificios con sistemas de distribución radial son reemplazados por la utilidad del sistema de red automática. Este sistema asegura un relativo grado de servicio confiable. La red de servicio público puede tener la forma de red de distribución (red simple). Si la demanda del edificio es del orden de 750 KVA o más, una red automática se utilizará normalmente para alimentar al edificio.

En edificios donde es necesario un alto grado de confiabilidad y donde la red de suministro debe estar siempre disponible, se utiliza el esquema de red automática, particularmente utilizado en edificios institucionales como hospitales..

La red puede tener algunas subestaciones secundarias interconectadas en baja tensión. Sin embargo en la práctica se utiliza el esquema de red automática.

Una red automática sencilla, como la mostrada en la figura 1-7, consiste de dos o más transformadores idénticos, alimentados por circuitos de alimentación primaria independientes.

Los transformadores se conectan a un bus común en baja tensión - por medio de protectores de red, y operan en paralelo.

Un protector de red es un interruptor en aire controlado por relevadores, de esta forma, se dispara automáticamente cuando la potencia fluye del bus de baja tensión al transformador.

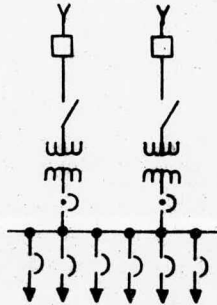


FIGURA 1-7.

ESQUEMA DE RED AUTOMÁTICA.

Bajo condiciones normales de operación, la carga total conectada al bus es dividida en forma idéntica por los transformadores. Si ocurre una falla en el transformador o en el alimentador primario el protector de red asociado con el transformador se disparará - para aislar la falla del bus de baja tensión. El transformador o transformadores restantes continuarán sosteniendo la carga y no habrá interrupción de servicio.

Si se usan únicamente dos transformadores en una subestación con red automática, cada transformador debe ser capaz de alimentar la carga total requerida en el bus de baja tensión. La capacidad - del transformador en la subestación puede ser reducida usando un arreglo de interrupción primaria selectiva para cada transforma-

dor ó usando tres o más transformadores. Esto produce una sobrecarga en uno de los transformadores (prevista desde la etapa del diseño), hasta que el transformador restante pueda ser interconectado por el otro alimentador para el caso de falla en un alimentador primario.

La capacidad de interrupción de los dispositivos de protección en baja tensión, para una subestación con red automática, es más alta que en las subestaciones con esquema radial, primario selectivo ó el confiable secundario selectivo para la misma capacidad de carga, y es debido a que los transformadores operan en paralelo. Esto hace que el costo de la protección en baja tensión para éste arreglo, sea más alto que para otros arreglos o esquemas.

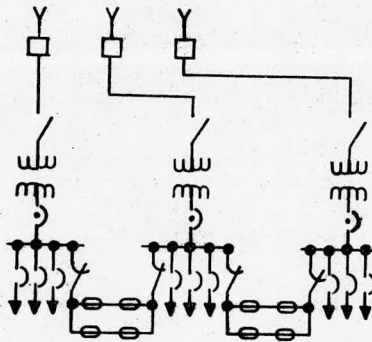


FIGURA 1-8.
ESQUEMA DE RED AUTOMÁTICA.

La red automática puede tener la forma de la figura 1-8, en este arreglo existe un solo transformador para cada subestación secundaria y éstas se interconectan por un circuito de amarre en baja tensión normalmente cerrado. El circuito de amarre permite intercambiar potencias entre las subestaciones para distribuir la carga equitativamente y proporcionar trayectorias múltiples para el flujo de potencias hacia los buses de carga.

En condiciones normales de operación, cada subestación tiene la misma carga por lo que la corriente fluye entre dichas subestaciones, es relativamente pequeña. De tal manera que si un protector de red abre para aislar una falla en el transformador o el alimentador, la carga asociada a éste bus es alimentada por medio del circuito de amarre a las demás subestaciones adyacentes.

Este arreglo proporciona un suministro de potencia continuo para todas las cargas en los buses de baja tensión cuando un transformador ó alimentador está fuera de servicio.

Para éste arreglo, si se tienen tres alimentadores primarios, - la capacidad combinada de dos de los transformadores debe ser la suficiente para sostener la carga total en caso que un alimentador esté fuera de servicio. Generalmente éstos transformadores deberán ser del mismo tipo.

Con el arreglo de la figura 1-9, tendremos una reducción en la - capacidad del transformador si se usa un arreglo primario selectivo, que puede ampliarse si se utilizan tres o más alimentadores primarios.

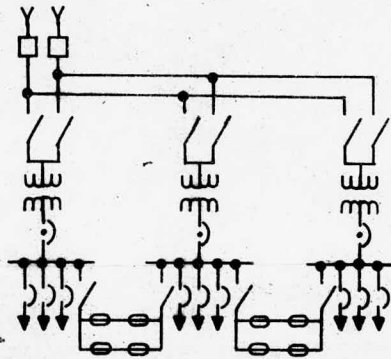


FIGURA 1-9.
ESQUEMA DE RED SECUNDA
RIA CON ARREGLO PRIMA
RIO SELECTIVO.

1.4 ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Para proyectar una instalación eléctrica se debe hacer un análisis previo de la instalación que se trate, en el que se considere el tipo de instalación desde el punto de vista arquitectónico y de servicio, es decir, si se trata de un edificio para oficinas, comercio, escuela, industria, departamentos, etc. y con esto, el tipo de cargas y la forma de suministro de energía eléctrica. Esto demanda una determinación cuidadosa de los requerimientos eléctricos usuales y especiales para algún determinado tipo de edificio. También es necesario verificar el número de dueños del edificio para verificar el número de contratos y luego el esquema a utilizar en la distribución.

Desde el punto de vista preliminar, es conveniente considerar los siguientes aspectos:

1.4.1 Tipo de construcción.

En la primera aproximación de un proyecto, es necesario analizar el sistema eléctrico desde un punto de vista general que considere características del tipo de construcción como son dimensiones generales, número de niveles, altura de los mismos, salas, naves pasillos, áreas descubiertas, accesibilidad, áreas peligrosas, etc.

1.4.2 Evaluación eléctrica general.

En una planeación general para el diseño de un sistema eléctrico se comienza con la determinación y estudio, el tamaño y la naturaleza de la carga por alimentar, esto significa una aproximación de la carga en Watts/ m², número y tamaño de los motores (capacidad en HP), determinación de la capacidad de otras cargas y su localización por áreas dentro de la construcción y analizar lo mejor posible el sistema de distribución.

1.4.3 Selección del equipo.

En cualquier tipo de instalación eléctrica debe procurarse tener un máximo de normalización en el equipo, tanto en tipo como en capacidades, con el objeto de solicitar el suministro de energía con voltajes de suministro normal y en el nivel que corresponda, considerar la economía que representa la selección de equipo de fabricación nacional estandar como transformadores, motores, interruptores, etc. que resultaría mas costoso si fuera de fabricación especial ó extranjera.

Además la no estandarización en el equipo trae problemas de complicación en el mantenimiento, inventario de equipo y la eficiencia del personal, que se puede reducir por la diversidad del equipo.

1.4.4 Suministro de energía.

El suministro de energía eléctrica se hace generalmente, para el caso de la República Mexicana, a través de la Comisión Federal de Electricidad, y la generación por empresas para su propio uso, está restringido solo a casos excepcionalmente especiales, por lo que se debe conjugar las características de la energía eléctrica que se compra, con las características del equipo a instalar, esto es, frecuencia, nivel de tensión, etc. En algunos casos la distribución de energía dentro de un área considerable, requiere de comprar la energía y distribuirla internamente mediante sistemas de distribución y es frecuente encontrar diferentes niveles de tensión en estos casos, por lo que se requiere del uso de subestaciones para la distribución.

1.5 ACOMETIDA.

Se llama acometida al grupo de conductores que ligan la red de distribución del sistema de suministro, con el punto en que se conecta el servicio a la instalación del usuario.

1.5.1 Acometida, número y características.

En general, el servicio a un inmueble debe abastecerse por medio de una sola acometida.

En caso de requerirse más de una acometida para el servicio a un inmueble, debe cumplirse con lo que al respecto disponga la SECOFI ó el suministrador de energía, en base al reglamento de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica.

Cuando las acometidas se instalen en una canalización, ésta no deberá contener a otros conductores, excepto los conductores de puesta a tierra.

Los conductores de una sola acometida que alimenta a un edificio no deben pasar a través de otro edificio o estructura.

1.5.2 Edificios para varios usuarios.

Los edificios para varios usuarios pueden tener dos o más juegos de conductores de entrada de servicio, derivados de una sola acometida, para alimentar los diferentes servicios.

Las partes de un edificio que tengan entrada independiente por la calle y que no se comuniquen interiormente con el resto del edificio, pueden considerarse como edificios separados y, por lo tanto, abastecerse con diferentes acometidas.

1.6 CAPACIDAD INSTALADA.

El proyecto inicial del sistema de distribución debe incluir una estimación ó previsión de la carga final en el edificio. Por que es costoso y difícil de incrementar la capacidad de los alimentadores después de efectuado el proyecto.

Es importante que la capacidad adicional sea considerada inicialmente en el diagrama unifilar indicando la carga a futuro. Los espacios para conductores o canalizaciones extras deberán ser incluidos en la etapa de diseño por si se agregan cargas adicionales no incluidas inicialmente.

Esta consideración es particularmente importante por el incremento del uso de máquinas para oficina, aire acondicionado, etc. El costo inicial de la capacidad instalada para ubicar un aumento de carga, sería comparado con el costo y los problemas de obtención de espacio para la ubicación de los nuevos alimentadores y equipos eléctricos, los cuales, como se bosquejó anteriormente, pudieran ser requeridos con la expansión ó modificación del edificio.

Por ejemplo, un aumento en la carga del orden del 50% de la capacidad instalada del alimentador principal, es frecuentemente justificado cuando la expansión es anticipada. Cada proyecto merece cuidadosas consideraciones para que el margen del aumento de carga sea permitido.

1.7 NUMERO DE SERVICIOS.

El número de servicios suministrados a un edificio ó a un grupo de edificios, dependerá en gran parte de los siguientes factores:

1. El grado de confiabilidad requerido para la instalación, está de acuerdo con la confiabilidad de la fuente de energía.
2. La magnitud total de la carga, debido a que la capacidad de un servicio individual está limitada por la compañía suministradora a un valor de corriente máxima, los servicios individuales adicionales deben ser requeridos y proporcionados para satisfacer la demanda del edificio.
3. La disponibilidad de más de una entrada de servicio por parte de la compañía suministradora de energía. Si se dispone de -

más de un nivel de tensión, la compañía suministradora puede, - por ejemplo, alimentar en 220/110 volts para contactos y alumbrado y otra o más entradas de servicio para motores en 440 volts. Para el caso de tener una subestación reductora de voltaje, ésta será la fuente suministradora.

4. El tamaño físico del edificio ó la distancia entre ellos si - se trata de un grupo de edificios, el tipo de edificio, del tamaño del área donde está construido, para los cuales sí es necesario, serán alimentados desde múltiples servicios de entrada.

CAPITULO 2

REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

INTRODUCCION.

Los espacios requeridos en una instalación, se deben de determinar de tal forma que no solo se consideren factores de acomodamiento, factores de instalación y libramiento de interferencias con otras instalaciones o elementos estructurales, sino que además, se deben considerar las facilidades necesarias para el mantenimiento, por lo que no se recomienda la concentración de instalaciones en zonas de trabajo ya definidas.

Se deben prever los espacios requeridos a partir de las necesidades y la elaboración esquemática del anteproyecto eléctrico, - que con una coordinación adecuada, se puede conducir a un proyecto tecno-económico óptimo, debiendo en principio cumplir con:

- La obligación de cumplir con las normas establecidas por las - normas técnicas para instalaciones eléctricas (NTIE).
- Los espacios obligados por la estructura y arquitectura del lugar.
- Los espacios convenientes para la correcta coordinación y elaboración de las instalaciones.
- Las necesidades complementarias para que las instalaciones sean accesibles en su operación, mantenimiento y supervisión.

La cantidad de espacio requerido para las instalaciones eléctricas, está en función directa del tipo de edificio, pudiendose para nuestro objetivo, clasificarlos en dos grupos:

- * Edificios con un solo usuario o propietario. Los cuales incluyen a edificios gubernamentales, hospitales, hoteles, etc.
- * Edificios de varios usuarios o propietarios. Los cuales incluyen a edificios en condominio, edificios para oficinas, centros comerciales, etc.

2.1 EDIFICIOS DE UN SOLO USUARIO O PROPIETARIO.

En éstos tipos de edificios, la subestación o subestaciones son propiedad del dueño del inmueble, debiéndose acoplar únicamente con la red de suministro de la compañía suministradora, en la entrada del servicio.

Generalmente la acometida se localiza en la planta baja ó en el sótano (por requerimientos de la compañía suministradora), por lo cuál se debe proporcionar un local que satisfaga los requerimientos de espacio para la instalación de la acometida, equipo de medición y la subestación.

Existen muchos y muy variados tipos de distribución de energía eléctrica para edificios de un solo propietario o usuario, por ejemplo, el esquema de distribución radial mostrado en la figura 2-1, con varias subestaciones situadas en diferentes ocales dentro del edificio, cada subestación tendrá a su cargo la alimentación para determinada cantidad de carga, expresada en -- Watts/m² .

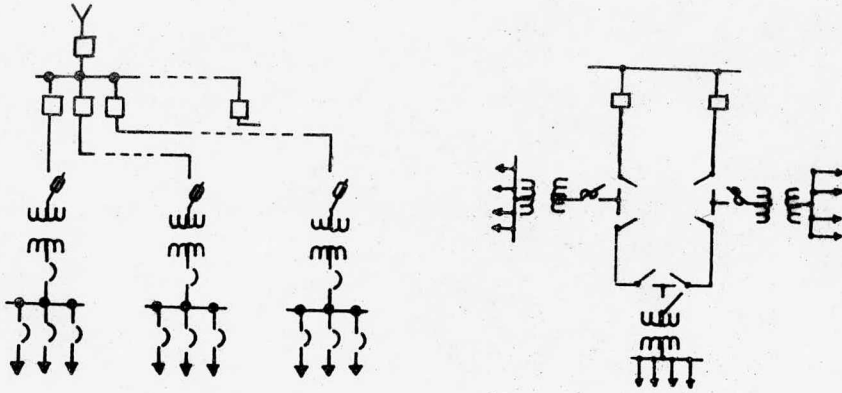


FIGURA 2-1.

En los diagramas anteriores, la línea punteada, indica que cada subestación de distribución tiene un local especial para ellas en el inmueble. Además de éstos equipos, en el mismo local o en algun otro, se deben instalar equipos para emergencia, ya sean plantas generadoras ó bancos de baterías.

Si el inmueble tiene forma vertical, las subestaciones se pueden distribuir entre los pisos superiores, dependiendo, como se mencionó en el capítulo anterior, de los requerimientos de la carga por alimentar.

Para éstos tipos de distribución, es muy importante la visualización de los espacios y ductos verticales, cuando la estructura tiene forma de torre, o ductos y trincheras cuando el inmueble presenta forma horizontal, para la instalación de los conductores eléctricos.

Como ejemplo, si tenemos un edificio de estructura vertical, cuya superficie sea de 1,200 metros cuadrados, si la capacidad instalada es de 1,200 KVA alimentado en 23KV y con 30 pisos, figura 2-2.

se recomienda utilizar subestaciones secundarias compactas entre los pisos superiores, para evitar que se utilicen grandes calibres de conductores como circuitos subalimentadores, y dependiendo del esquema de distribución que presente el edificio, será el número de locales necesarios para la instalación del equipo eléctrico.

Igualmente dependiendo del esquema de distribución, será el tamaño de los espacios o ductos verticales a lo largo del inmueble, para transportar a los conductores eléctricos.

Estos espacios deben ser independientes del cubo de elevadores y deben tener divisiones para cables de alta, media y baja tensión así como para cables de control, telecomunicaciones, televisión, etc. De la misma forma, es requerido espacio para las instalaciones hidráulicas, tuberías, ductos de ventilación, etc.

En lo referente a la figura 2-2, como se observa, el sistema de distribución presenta la forma de distribución conocida como anillo abierto. Es un sistema con alto grado de confiabilidad, ya que utiliza a dos diferentes entradas de servicio con sus respectivas acometidas, suministradas por la compañía desde puntos de generación diferentes. Como el objetivo de éste capítulo es conocer que tanto espacio es necesario, para la correcta instalación del equipo eléctrico, comenzaremos con las acometidas. Las cuales necesitan un local exclusivo para ellas y para el equipo de entrada de servicio, que para éste caso, pertenece a la compañía suministradora de energía.

Para hacer más confiable el sistema, se puede solicitar a la compañía suministradora, que en cada entrada de servicio, se tengan dos circuitos de entrada, uno para operar preferentemente y el otro para operar emergentemente, ver figura 2-3.

Por tanto, para el equipo de entrada de servicio, requerimos de

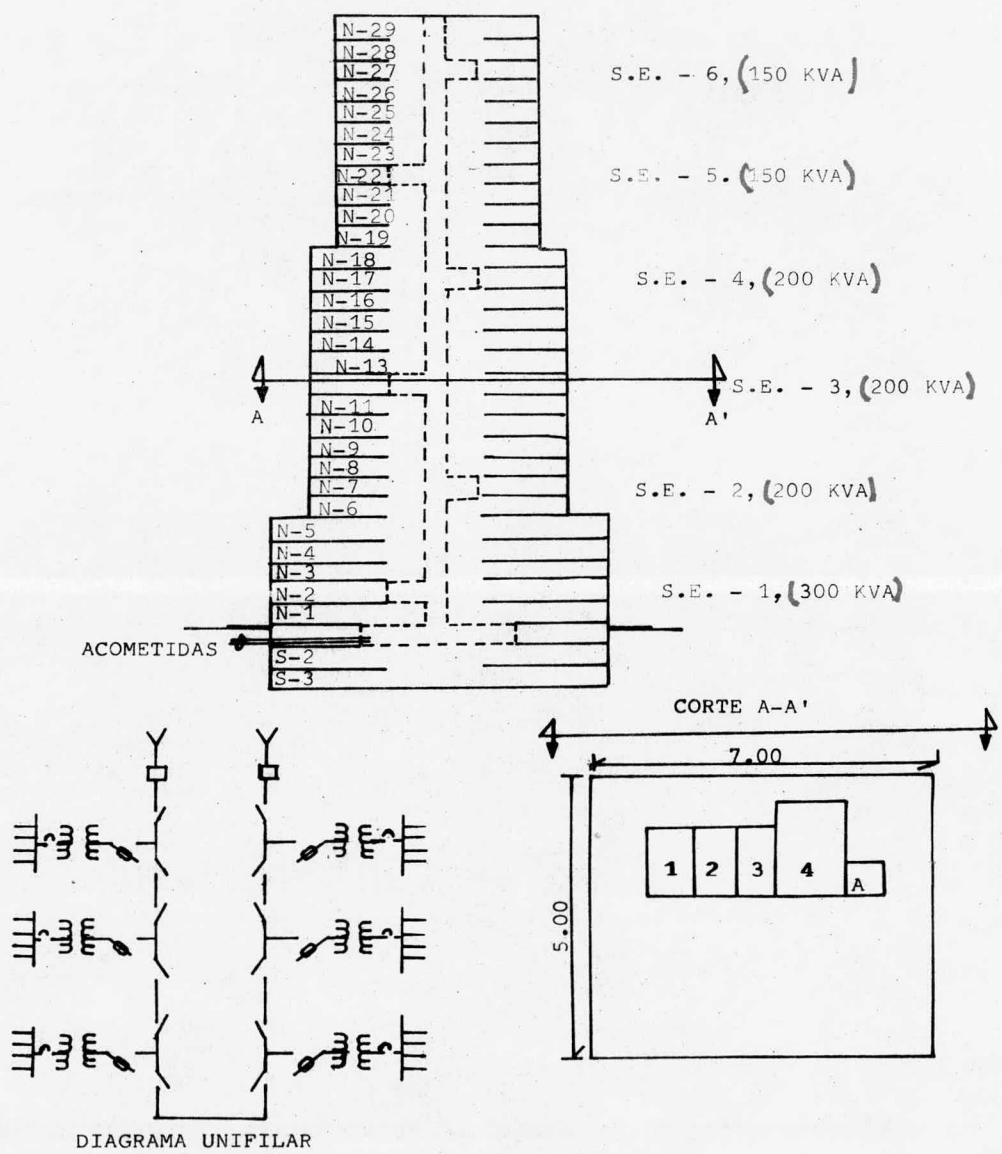


FIGURA 2-2.

un local de aproximadamente 40 metros cuadrados, de la misma forma será necesario disponer de un espacio de 8 metros cuadrados para la instalación del equipo de medición del lado de alta tensión y también será necesario un espacio de 6 metros cuadrados para la instalación de las cuchillas seccionadoras que forman parte del equipo de entrada de servicio.

Todo éste equipo no aparece en el diagrama unifilar de la figura 2-2, ya que tal diagrama ilustra la alimentación después de las cuchillas seccionadoras. En suma, requeriremos de un local de 54 metros cuadrados para el equipo de entrada de servicio de la compañía suministradora de energía.

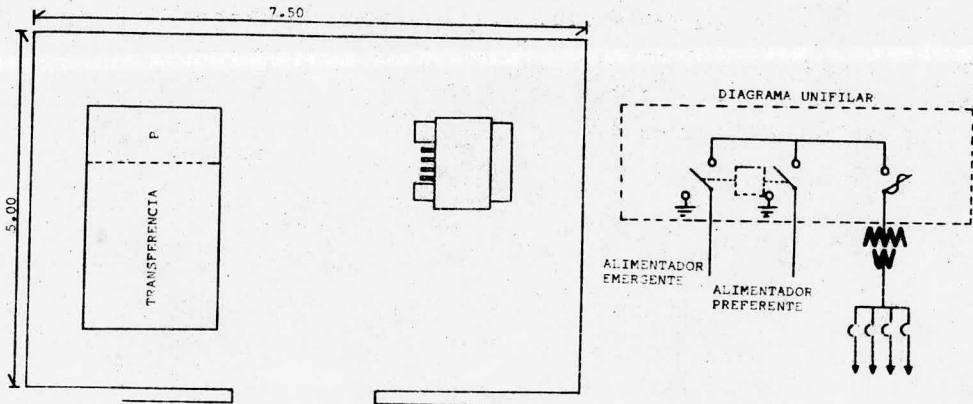


FIGURA 2-3.

En la figura 2-2, se puede ver que las subestaciones han sido distribuidas a lo largo del inmueble, de manera que cada una alimente a un determinado número de pisos, con el fin principal de evitar una caída de voltaje considerable, debida a la longitud de los conductores eléctricos.

Para cada una de las subestaciones, se requiere de un local apropiado. Como se observa en el diagrama unifilar, las subestaciones deberán contar con una superficie para instalar la subestación de cuatro secciones, las cuales son:

Sección 1. Se le puede llamar "llegada interruptor", consistiendo de un desconectador de operación bajo carga, con cuchillas de puesta a tierra.

Sección 2. Denominado salida interruptor, idéntico al de la sección 1.

Sección 3. Denominado "protección transformador", consistiendo de un juego de cuchillas desconectadoras y fusibles de protección, también llamado ruptofusible.

Sección 4. "Transformador" como su nombre lo indica, en ésta sección se encuentra instalado el transformador reductor.

También se debe considerar el espacio para la instalación de los tableros de distribución, la planta para emergencia, etc..

Así mismo se debe tener cuidado en lo referente al espacio necesario para la instalación de los ductos verticales que, para el caso de la figura 2-2, se deberán transportar cables, tuberías, etc.

Como se trata de un edificio con altura considerable, se requiere de un espacio vertical y no de ductos, debido a la posible

saturación de los últimos. Estos espacios tienen lugar, generalmente, junto a la zona de elevadores.

El diagrama unifilar de la figura 2-2, puede ser utilizado por una variedad de edificios, tales como edificios institucionales, edificios para oficinas, hoteles, inclusive en edificios con estructura horizontal como el metro.

Los edificios institucionales son aquellos pertenecientes a las Secretarías de Estado, empresas descentralizadas, hospitales, etc.

Para la misma forma de la estructura de la figura 2-2, existe una amplia gama de tipos de esquemas de distribución que se pueden utilizar, evitando al esquema radial, debido a su bajo grado de confiabilidad, no obstante, algunos edificios presentan éste esquema, pero los problemas no se hacen esperar, cuando la red de distribución de la compañía suministradora de energía no presenta la forma de una red automática.

El esquema de distribución primario selectivo de la figura 2-4, con alto grado de continuidad, requerirá de un "espacio eléctrico", valga el sentido figurado, más amplio ya que se introduce un alimentador extra y una sección desconectadora con fusibles, aparte de los accesorios eléctricos. Y sí para mayor confiabilidad se introduce algún equipo para emergencia, ya sea planta generadora, banco de baterías, etc., el espacio requerido tiende a aumentar.

Este tipo de arreglo, puede ser el apropiado para un edificio institucional de importancia, en general, para edificios donde la continuidad de servicio es de primordial importancia.

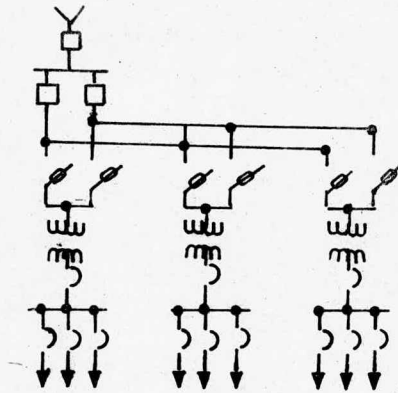


FIGURA 2-4.

Sí continuamos con esquemas de distribución más confiables, que proporcionen una mejor calidad en lo que respecta a la continuidad de servicio, el equipo eléctrico será mayor y más complejo, lo que provoca que sea necesario destinar un espacio o área mayor para la instalación de equipo y materiales, que económicamente resulta enfadoso, ya que por una parte los costos del equipo se incrementan y por la otra se resta espacio rentable al inmueble y comparando costos contra calidad de servicio, se podrá discernir cuál es lo conveniente.

Suponiendo un esquema muy confiable, como el de la figura 2-5, éste diagrama de distribución requiere de más cantidad de espacio para la instalación del equipo, ya que incluye un equipo de transferencia, que puede ser manual o automática en baja tensión, independientemente de la transferencia de energía en los buses de alta tensión, lo cuál incrementa el área en un 10%, comparado con los demás esquemas de distribución.

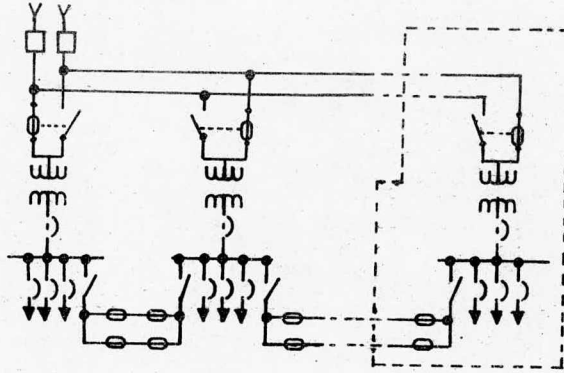


FIGURA 2-5.

Para el caso de la figura 2-2, se supuso que las subestaciones es tan colocadas en posición de tresbolillo, lo cual no manifiesta que otros edificios deban instalar sus subestaciones en la misma forma. La localización de éstas, dependerá, de la localización de los centros de carga más fuertes y de la distancia entre ellas.

El espacio requerido por cada subestación de la figura 2-5, es el siguiente:

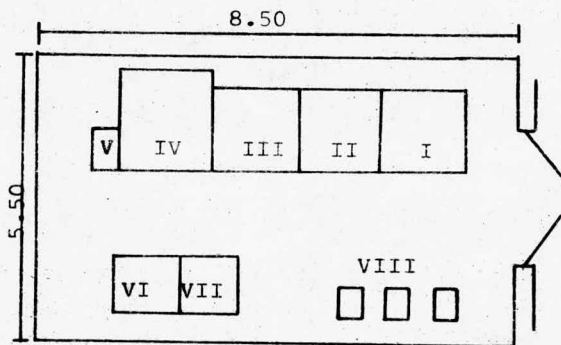


FIGURA 2-6.

donde:

Sección I. Es la entrada interruptor del circuito 1 en alta tensión.

Sección II. Es la entrada interruptor del circuito 2 en alta tensión.

Sección III. Es la protección del transformador.

Sección IV. Es el transformador.

Sección V. Es el interruptor electromagnético en baja tensión.

Sección VI. Es el tablero general.

Sección VII. Es el equipo de transferencia en baja tensión.

Sección VIII. Son los tableros de distribución.

Como se observa, el espacio requerido para el equipo eléctrico, ha aumentado, igualmente el espacio para canalizaciones, debido a la instalación de 2 circuitos de alimentación en alta tensión. Este diagrama unifilar es muy práctico, para ser utilizado en hospitales, hoteles importantes, donde la calidad de servicio es considerada como extremadamente importante.

2.2 EDIFICIOS PARA VARIOS USUARIOS O PROPIETARIOS.

Para éstos tipos de edificios, la subestación es propiedad de la compañía suministradora de energía, únicamente se requiere espacio para la concentración de medidores, en la etapa de proyecto se debe calcular perfectamente la demanda de la carga, inclusive, es recomendable considerar reservas, para que la compañía suministradora no tenga problemas posteriores cuando la carga contratada -

sea insuficiente para las necesidades del edificio a mediano o - largo plazo.

Dependiendo de la carga, existe una relación directa con el espacio requerido para la instalación de los medidores.

De igual importancia, es la consideración de espacios verticales para la instalación de los alimentadores eléctricos a todos y ca da uno de los propietarios del edificio. Para considerar la magni tud de los ductos ó espacios verticales, es necesaria la coordi nación entre el ingeniero electricista y el proyectista de la obra civil.

Tales espacios son muy discutibles, ya que restan espacio rentable al inmueble, pero son los que en un momento dado, permiten ó no, la expansión de las instalaciones eléctricas del edificio.

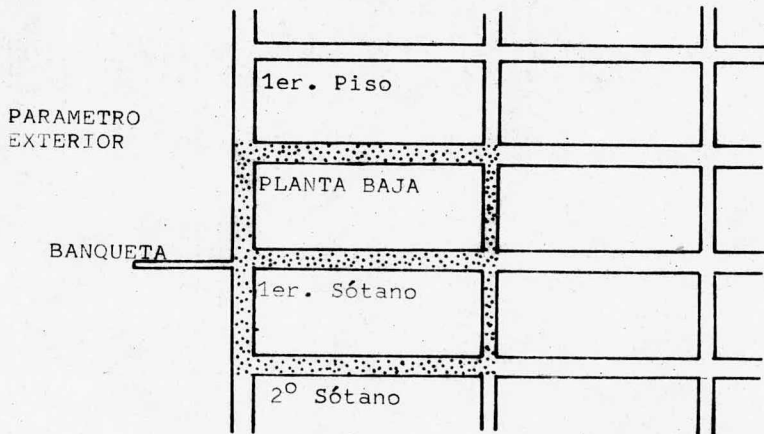
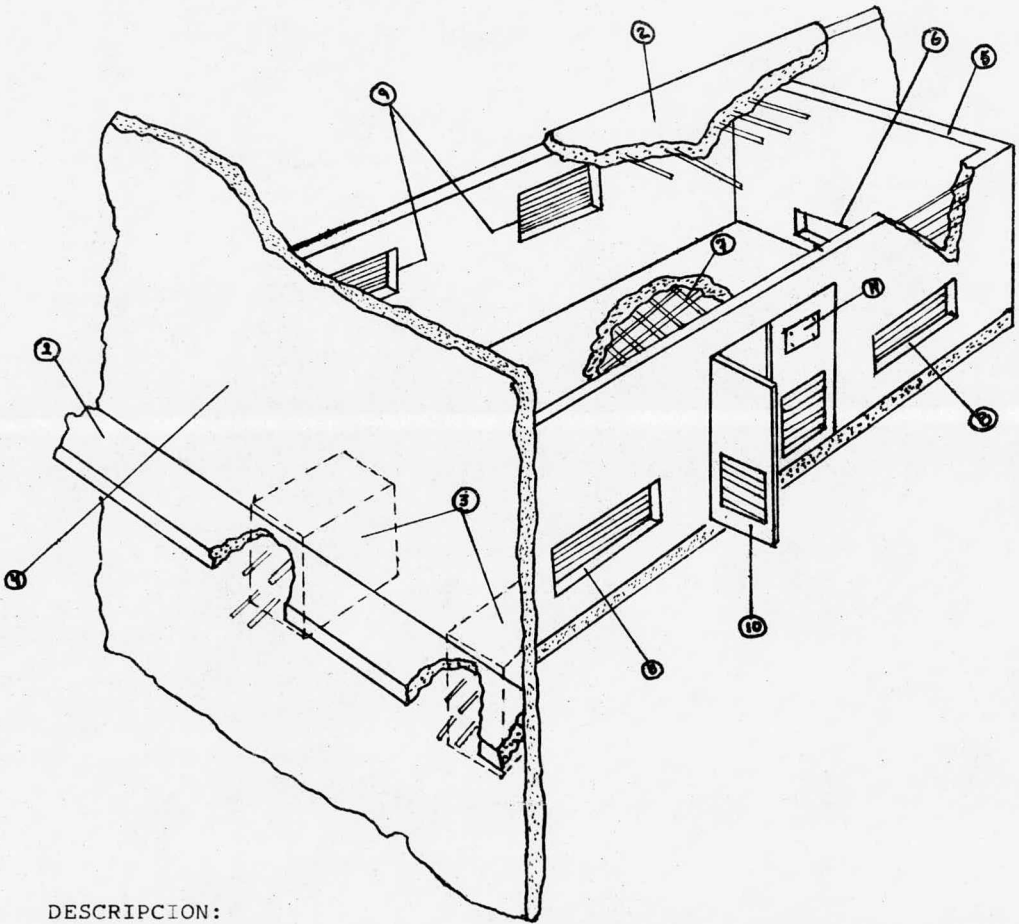


FIGURA 2-7.
UBICACION DEL LOCAL DEL E
QUIPO DE ENTRADA DE SERVI
CIO.

FIGURA 2-8. ALTERNATIVA 1. LOCAL INTERIOR EN PLANTA BAJA.



DESCRIPCION:

- 1- Banqueta.
- 2- Losa superior de concreto.
- 3- Banco de ductos.
- 4- Muro de parámetro exterior.
- 5- Muros de concreto armado.

- 6- Ventana de paso.
- 7- Losa inferior de concreto armado.
- 8- Ventana inferior.
- 9- Ventana superior.
- 10- Puerta de acceso.
- 11- Placa con leyenda.

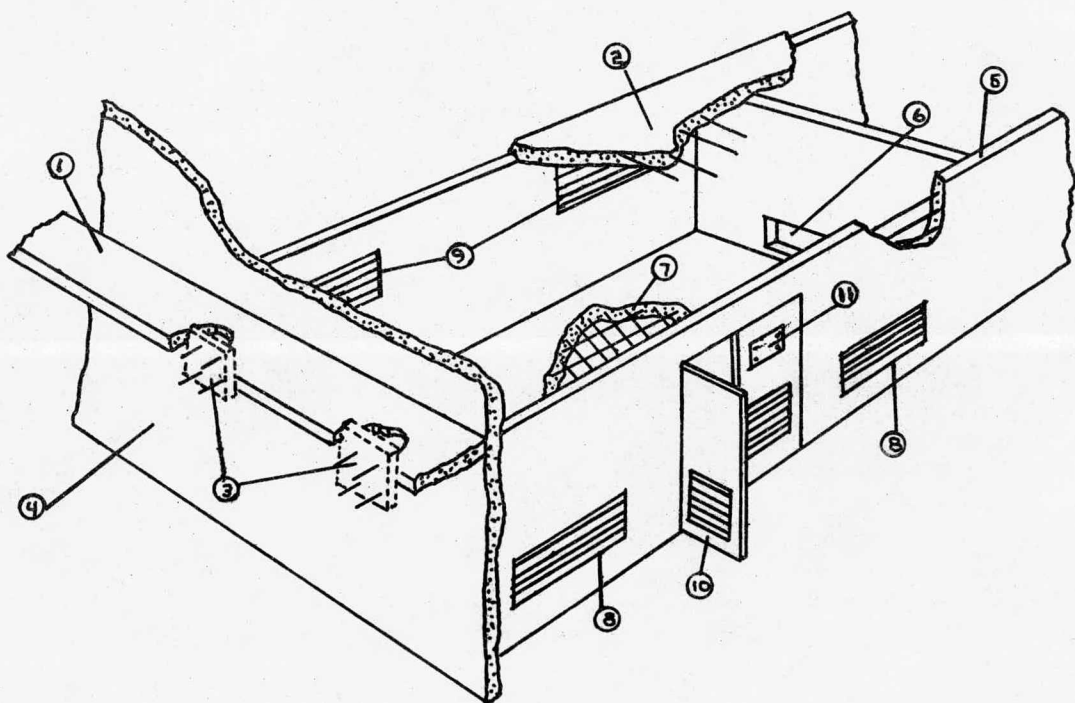


FIGURA 2-9.
ALTERNATIVA 2. LOCAL INTERIOR EN PRIMER SOTANO.

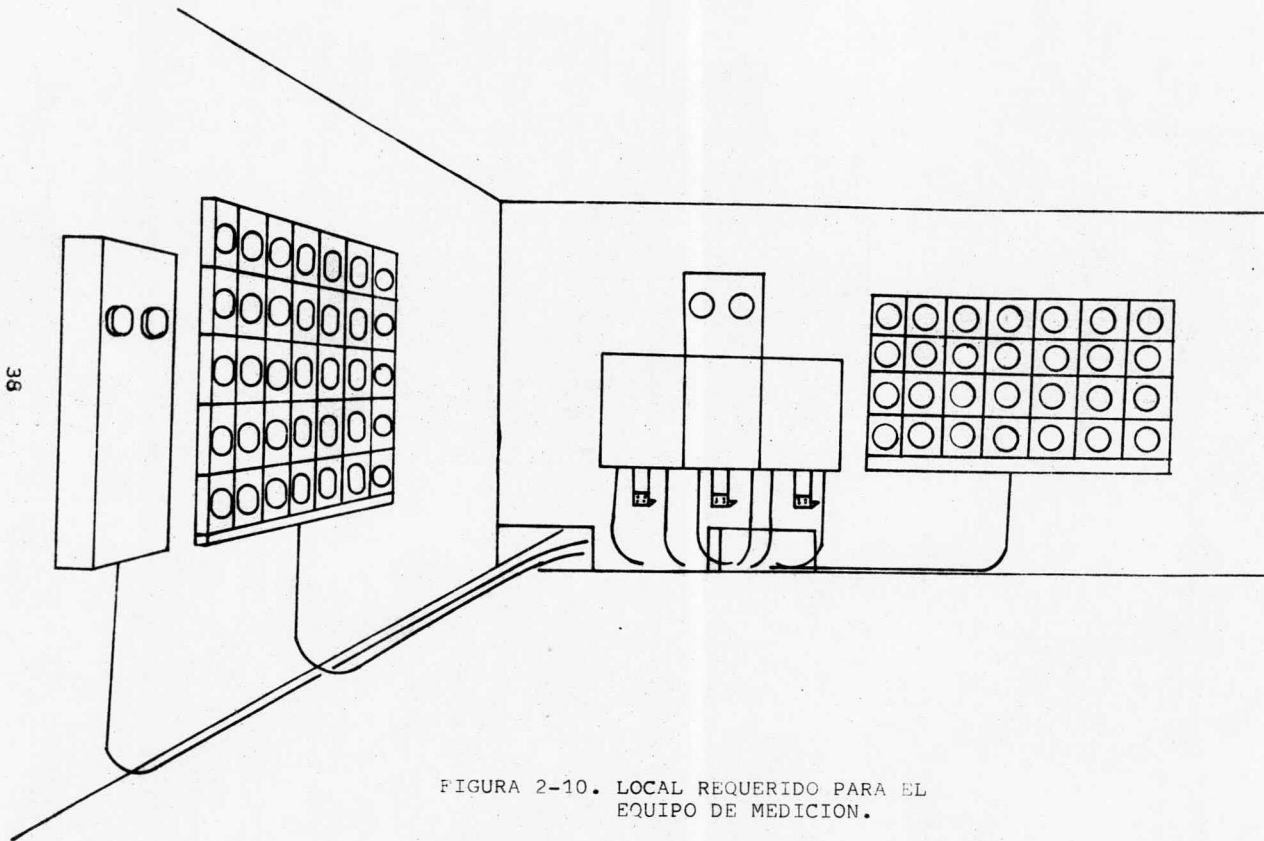


FIGURA 2-10. LOCAL REQUERIDO PARA EL EQUIPO DE MEDICION.

Sí el esquema de distribución del edificio, presenta la forma de la figura 2-11, se requerirá de locales para instalar el equipo, por ejemplo, para la figura 2-11(a), se necesita únicamente un pequeño espacio disponible, para instalar el tablero de distribución, con interruptor general integrado ó independiente, que dependiendo de la cantidad de carga instalada, será el tamaño de dicho equipo.

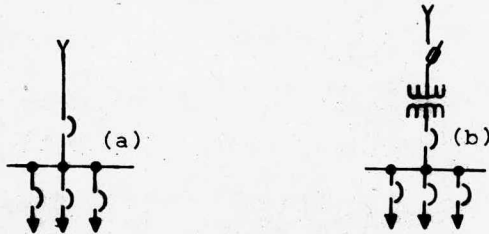
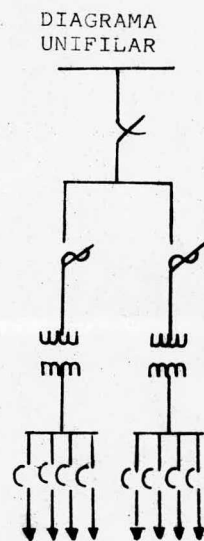
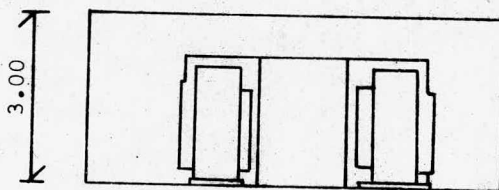
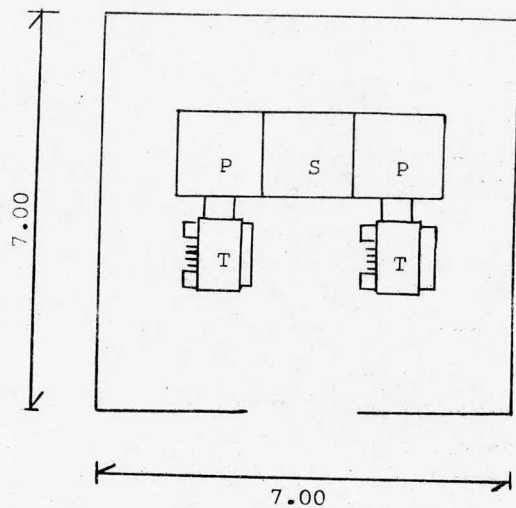


FIGURA 2-11.

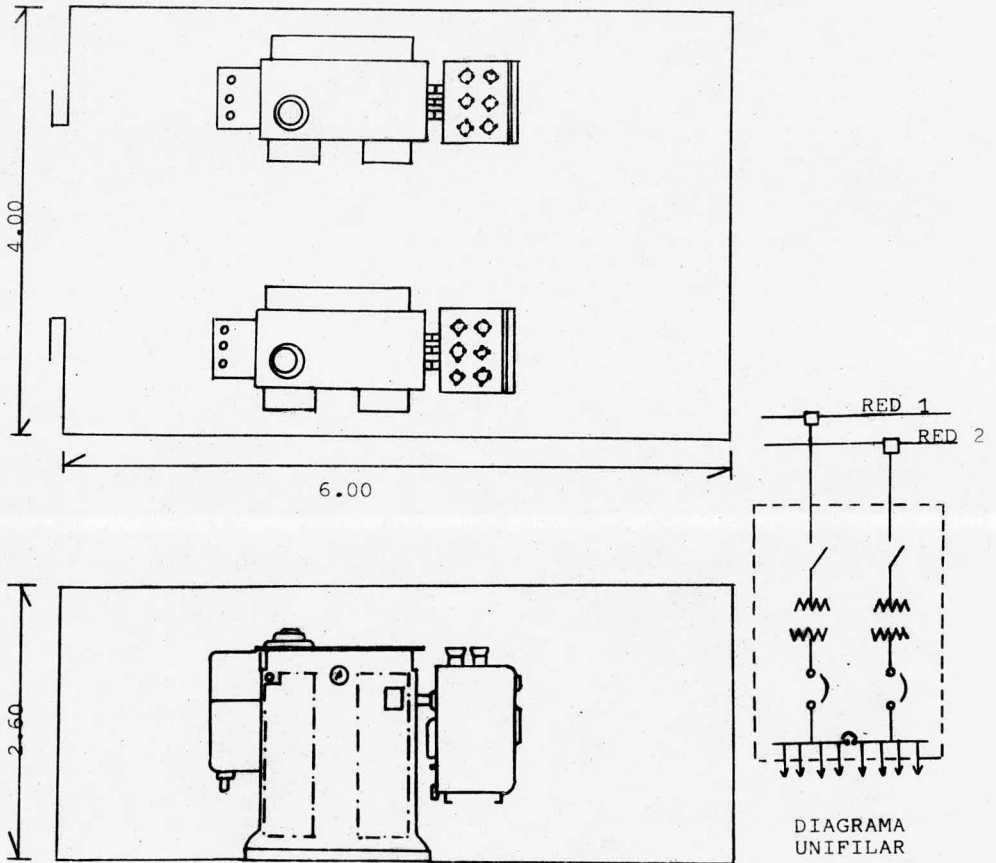
Sí el caso es, el de la figura 2-11(b), el espacio requerido es más amplio, debido a que es necesario instalar, además del equipo de la figura 2-11(a), un equipo adicional como lo es el transformador y el juego de ruptofusibles. Este tipo de subestaciones son del tipo compactas ó interiores (llamadas también como secundarias en este trabajo).

Una descripción más detallada, sobre las dimensiones de dichas subestaciones, se proporcionan en el capítulo 4. Para que de esta forma, se pueda tener una aproximación de cuanto espacio se requiere para la instalación de estos equipos.



APLICACION.- En el interior de edificios localizados en zonas de red aérea o subterránea del tipo radial, con derivación simple a seccionador y protecciones individuales en gabinete. Para transformadores sin seccionadores acoplados, alimentará servicios en baja tensión del propio edificio y exteriores.

FIGURA 2-12. DISTRIBUCION DEL EQUIPO.



APLICACION.- En el interior de edificios, localizados en zonas -
 en donde la red subterránea automática, en deriva--
 ción simple a transformadores con seccionador y pro--
 tector acoplados, permite alimentar servicios en ba--
 ja tensión.

FIGURA 2-13. DISTRIBUCION DEL EQUIPO.

CAPITULO 3

REQUERIMIENTOS DE LA COMPAÑIA SUMINISTRADORA DE ENERGIA

INTRODUCCION.

En términos del artículo 7 de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica, la prestación del servicio público que corresponde a la nación, está a cargo de la Comisión Federal de Electricidad.

Para cumplir con el propósito de dicha prestación, dentro de su estructura orgánica, la CFE cuenta con la subdirección de operación, a través de la cual se atienden los asuntos relacionados con la generación, conducción, transformación, distribución y venta de la energía eléctrica.

La Gerencia de Distribución, dependiente de la subdirección de operación, es la encargada de establecer las políticas y normas generales en materia de distribución y comercialización. Para cumplir con ésta tarea, la CFE cuenta con 12 divisiones de distribución en el interior del País y la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., en la parte central del País.

Para el caso de la compañía suministradora en el centro del País existe una Gerencia Comercial que se encarga de las relaciones directas con todos los consumidores de energía eléctrica, que suman 2 920,982 al 31 de Diciembre de 1982.

En las dependencias de la Gerencia Comercial, se atienden los si guientes aspectos:

Celebración de contratos de energía eléctrica.
Conexiones y desconexiones.
Lectura de medidores.
Cobranza a consumidores.
Cancelación de contratos.
Mantenimiento de las instalaciones de servicio.
Etc.

3.1 INFORMACION NECESARIA PARA FORMULAR SOLICITUDES EN LAS QUE SE REQUIERE ELABORAR PRESUPUESTO.

Los solicitantes del servicio de energía eléctrica y de otros ser vicios que requieran la elaboración de presupuesto (SP), por la sección de presupuestos a consumidores de la subgerencia comer--- cial de cuentas especiales, presentarán la información que se indica a continuación, según el caso:

3.1.1 Unidades habitacionales y fraccionamientos.

- Escrito u oficio del interesado, indicando la ubicación de la unidad, número de servicios habitacionales anotando la carga de cada uno, número de otros servicios como bombeo de agua potable bombeo de aguas negras, centros comerciales, centros sociales, a lumbrado público y servicios del edificio, precisando el número, tipo y capacidad de las lámparas y demás cargas en detalle, así como la zona postal, municipio ó delegación y entidad federativa.

Si el proyecto consta de varias secciones, indicar las fechas programadas para la construcción de cada sección.

- Plano de conjunto indicando si el proyecto consta de varias - secciones.
- Plano de vialidad, mostrando la distribución de los lotes, núcleos de casa ó edificios, indicando las entradas de los mismos.
- Plano de la red de alumbrado público indicando los puntos de alimentación a los circuitos.
- En unidades habitacionales, presentar planos de las casas y edificios en planta y elevación, con detalles de las entradas para indicar ubicación de los equipos de medición.
- Planos de las redes de agua potable, gas y teléfonos en planta y corte transversal.
- Planos de la ubicación de servicios de agua potable, aguas negras, escuelas, centros comerciales y sociales, indicando áreas verdes y adoquinadas.
- Programa descriptivo ó diagrama de barras referente a la ejecución de las obras, con indicación de las etapas de construcción de guarniciones, redes de agua, de drenaje, de distribución de energía eléctrica, de alumbrado público, de teléfonos si está proyectada; construcción de casas y edificios y fechas de terminación y entrega a los usuarios, para cada sección del conjunto habitacional o fraccionamiento.

Notas:

1. La compañía suministradora indicará los maduros que se requieran, su escala y los datos que deba contener.
2. Cuando existan lotes con dos ó más frentes, y así mismo en relación a los servicios del equipamiento urbano, centros socia

les y comerciales, escuelas, alumbrado público, se indicará el lugar que se destine para instalar la acometida.

3. Los sistemas de distribución para unidades habitacionales y fraccionamientos residenciales, en el Distrito Federal y zona Metropolitana, serán de tipo subterráneo.
4. Cuando la red de distribución sea subterránea y no existan áreas verdes, que puedan ser aprovechables para instalar subestaciones, el interesado deberá ceder áreas apropiadas (4x4 metros), ó en su defecto se instalarán subestaciones en pozos para lo cuál se debe contar con banquetas o andadores con amplitud mínima de 2 metros.

3.1.2 Edificios con más de 15 Kw de carga conectada.

Requisitos generales:

- Escrito u oficio del interesado ó de su representante legal, indicando la dirección del edificio, número de plantas y uso a que se vaya a destinar (residencial, oficinas, despachos, talleres, clínicas, hotel, dependencia gubernamental, etc.).
- Nombre, teléfono y dirección del Ingeniero ó técnico responsable de la obra, facultado para tratar los asuntos relativos.
- Ubicación del edificio, anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio ó delegación y entidad federativa. En caso de difícil localización del lugar, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del predio donde se desean los servicios.
- Programa de construcción descriptivo ó diagrama de barras con referencia a las etapas principales de la obra (cimentación, obra negra, instalaciones, acabados y puesta en servicio).

- Relación detallada de la carga por piso, expresada en número, tipo y capacidad en Watts, de unidades de alumbrado; número y capacidad en HP (caballos de potencia) de los motores, número de contactos, número y capacidad en Watts de otros aparatos - referidos al servicio del edificio (elevador, bombas, etc.) y a cada uno de los servicios restantes.
- Plano arquitectónico, incluyendo detalle de entrada al edificio para definir el lugar de los equipos de medición.
- Si se trata de un aumento de la carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda con tratada.
- Para suministrar un servicio adicional, o una ampliación de la capacidad en el que la demanda total sea superior a los 190 Kw el cliente deberá poner a disposición de la compañía, un local adecuado para dicha instalación.

Notas:

1. Requisito adicional para servicios nuevos en edificios que se encuentren en alguno de los siguientes casos:

- * Demanda superior a los 100 Kw.
- * Ubicados en zonas sujetas a los programas de cambio de la red aérea a red subterránea, o sobre las principales arteri as de la ciudad.
- * Compromiso escrito del propietario para proporcionar un local adecuado, para alojar el equipo de la subestación, propiedad de la compañía suministradora, cuya ubicación se determinará en común acuerdo, en base a la información y con la Gerencia de Distribución y Transmisión para el caso de la Compañía de Luz y Fuerza.

2. Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que se otorgan por el ponderante.

3.1.3 Servicios en alta tensión 20/23 KV.

Requisitos generales.

- Escrito u oficio del interesado ó su representante legal, indicando lo siguiente:

Dirección, anotando calles transversales, colonia o pueblo zona postal, municipio ó delegación, entidad federativa, y en caso de difícil localización del lugar, adjuntar croquis mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.
- Actividad para la que se requiere el servicio; fábricas, fundiciones, oficinas, centros comerciales, deportivos, etc.
- Nombre, teléfono y dirección del Ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos relativos.
- Indicar fechas de iniciación de las obras civiles, instalaciones, montaje de maquinaria, equipo y puesta en servicio.
- Relación de la carga indicando:
 - * Lista de motores de acuerdo a su capacidad expresada en caballos de potencia y su equivalente en Kilowatts de acuerdo a la tabla de conversión, clasificándolos en mono fásicos y trifásicos.

- * Lista de lámparas clasificadas por tipo y capacidad en watts (fluorescentes, incandescentes, etc.).
 - * Relación de otros aparatos fijos indicando su capacidad y número de fases según datos de placa (hornos, calentadores, soldadoras, etc. mencionando su tipo).
- Plano de la subestación propiedad del solicitante, el cuál debe ser copia del aprobado ó en proceso de aprobación por las autoridades correspondientes, y deberá indicar sus características técnicas y localización de ésta dentro del predio.
 - Sí se trata de un aumento de carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda contratada.

Notas:

1. Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que otorga el poderdante.
2. Los servicios con demanda de 200 Kw o menos, se miden en el lado de baja tensión de la subestación, por lo que deberá disponerse del espacio para la instalación de los equipo de medición en baja tensión y para futuro equipo en alta tensión.
3. Sí se trata de un edificio de oficinas ó departamentos, indicar el número de niveles y carga de cada uno de ellos especificando el servicio propio del edificio y el número de oficinas ó departamentos por nivel.

3.2 ACUERDO QUE AUTORIZA EL AJUSTE, MODIFICACION Y REESTRUCTURACION DE LAS TARIFAS PARA EL SUMINISTRO Y VENTA DE ENERGIA ELECTRICA.

Primero. Se autoriza a la Comisión Federal de Electricidad y a las empresas en liquidación, denominadas ; Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A.; Compañía de luz y fuerza de Pachuca, S.A. y Compañía de Luz y Fuerza de Toluca, S.A., Los ajustes, modificaciones y reestructuraciones de las tarifas generales para el suministro y venta de energía eléctrica, establecidas en el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 2 de Agosto de 1982, que expidió la entonces Secretaría de Comercio, en los siguientes términos:

TARIFA No.	SERVICIO	APLICACIONES
1	Doméstico	Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que edstinen la <u>e</u> nergía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio ó vivienda. Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa.
1-A	Doméstico <u>pa</u> ra localidades con clima muy cálido.	Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la <u>e</u> nergía eléctrica para su uso <u>ex</u> clusivamente doméstico, cualquiera que sea la caerga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio ó vivienda, en lo calidades con clima muy cálido. Estos servicios sólo se <u>suminis</u> trarán en baja tensión y no <u>de</u> berá aplicárseles ninguna otra tarifa.

TARIFA No.	SERVICIO	APLICACIONES
2	General, hasta 25 Kw de demanda.	Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 Kilowatts, excepto a los servicios para los cuáles se fija especialmente su tarifa.
3	General para más de 25 Kw. de demanda.	Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen el uso de energía eléctrica en baja tensión a cualquier uso, con demandas de más de 25 Kw, excepto a los servicios para los cuales se fija especialmente su tarifa.
4	Para molino de nixtamal y tortillerías.	Esta tarifa solo se aplicará para el servicio en baja tensión a molinos de nixtamal y tortillerías oficialmente autorizados. Se permitirá para alumbrado en los locales de los mismos hasta un máximo de 40 watts por cada kilowatt de capacidad instalada en motores, o cuando no haya éstos, ó sean de reducida capacidad, hasta un máximo de 200 watts.
5	Para alumbrado público.	Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio de alumbrado de calles, plazas, parques y jardines públicos, así como servicio a semáforos.
6	Para bombeo de aguas potables o negras de servicio público.	Esta tarifa se aplicará al suministro de energía eléctrica para servicio público de bombeo de aguas potables ó negras.

TARIFA No.	SERVICIO	APLICACIONES
7	Servicio temporal.	Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía <u>e</u> léctrica temporalmente a cualquier uso, exclusivamente donde y cuando la capacidad de las instalaciones del suministrador lo permitan y éste -- tenga líneas de distribución <u>adecuadas</u> para dar el servicio. Lo convenido en cada caso, entre el suministrador y usuario, el cuál no deberá hacer uso del servicio fuera del horario estipulado.
8	General en - alta tensión.	Esta tarifa se aplicará a los <u>servi</u> cios que destinen la energía en alta tensión a cualquier uso, con una <u>de</u> manda inicial de 20 KWH ó más.
9	Para bombeo - de agua para riego agrícola.	Esta tarifa se aplicará <u>exclusiva</u> mente a los servicios en alta o <u>ba</u> ja tensión, que destinen la energía para el bombeo de agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al <u>cul</u> tivo de tierras agrícolas y al <u>alum</u> brado del local donde se encuentra instalado el equipo de bombeo.
10	En alta <u>ten</u> sión para <u>re</u> venta.	Esta tarifa se aplicará a todos los <u>servi</u> cios que destinen la energía en alta tensión para revenderla al <u>pú</u> blico.
11	Derogada.	
12	General para tensiones de 66 Kv. o superiores.	Esta tarifa se aplicará a los <u>servi</u> cios que destinen la <u>en</u> ergía a <u>cual</u> quier uso, suministrado a tensiones de 66 Kv. ó superiores.

Segundo. Para las cuotas por consumo de energía eléctrica a que se refiere cada tarifa, así como para los cargos fijos que se establecen, se aplicará mensualmente y en forma acumulativa, a par

tir del 19 de Febrero de 1984 y durante la vigencia del presente acuerdo, un factor de ajuste de 1.025.

El ajuste, modificación y reestructuración de las tarifas autorizadas (ver costos de tarifas en el Diario Oficial de la Federación, 30 de Diciembre de 1983), se aplicarán a partir del 19 de Enero de 1984. Desde esa fecha y en lo que se oponga a este acuerdo, quedan derogadas las disposiciones en materia tarifaria expedidas con anterioridad.

3.3 DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS.

3.3.1 Horario de servicios.

Los servicios contratados conforme a éstas tarifas, se suministrarán las 24 horas del día, excepto los proporcionados conforme a las tarifas 5 y 7, en los cuales el suministrador podrá --convenir con los usuarios respectivos, en cada caso, los horarios que convengan a ambas partes.

3.3.2 Tensión de suministro.

Para los fines de éstas tarifas, se entenderá como suministro en alta ó baja tensión, todo aquel servicio abastecido a las tensiones que corresponden a los valores indicados por la norma oficial para tensiones normalizadas NOM-J-98-78.

En las propiedades en condominio y en todo edificio integrado por varios apartamentos ó cualquiera que sea su uso, cada uno de éstos deberá contar con un suministro individual respecto - del cuál, el propietario o inquilino deberá contratar el servicio.

3.3.3 Factor de potencia.

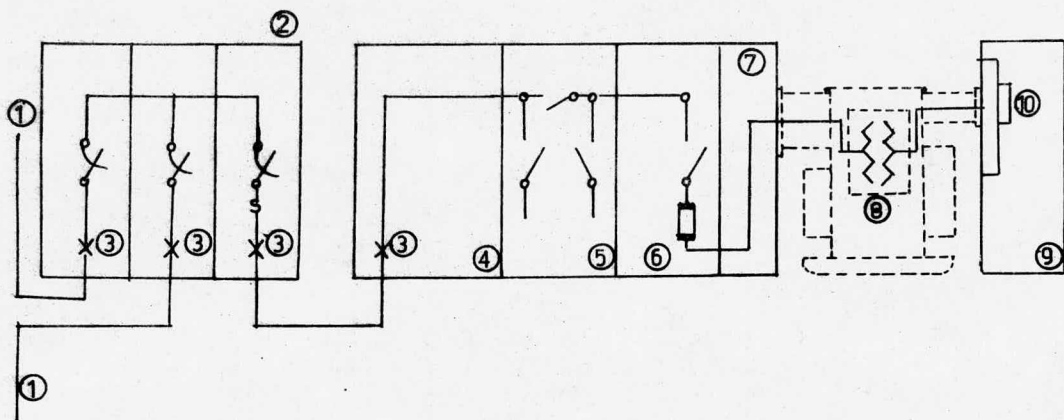
El usuario procurará mantener el factor de potencia de su instalación tan aproximado al 100% como le sea posible, pero en caso de que su factor de potencia durante cualquier periodo de facturación, tenga un promedio menor al 85% atrasado, determinado por metodos aprobados por la Secretaría de Comercio (ó su correspondiente), el suministrador tendrá derecho a cobrar al usuario la cantidad que resulte de multiplicar el monto de la facturación por el cociente que se obtenga de dividir la cantidad del 85% entre el factor de potencia medio atrasado, expresado en porcentaje, observado durante el periodo de facturación. En ningún caso se multiplicará la facturación por un valor de éste cociente mayor a 7, aunque éste resulte superior.

Cuando en dos periodos mensuales de facturación, se determinen valores de factor de potencia inferiores al 85% atrasado, en ambas ocasiones, se dará a conocer por escrito tal situación, advirtiéndole que debe adoptar los medios correctivos necesarios, pues en caso contrario, a partir de la tercera vez, y siempre que se determine que el factor de potencia resulta inferior al 85% atrasado, se le aplicará el procedimiento establecido en el párrafo anterior.

3.3.4 Medición en el lado primario ó en el lado secundario de los transformadores.

En los servicios que se proporcionan en alta tensión, el suministrador podrá efectuar la medición de la energía eléctrica consumida y de la demanda máxima en el lado del secundario ó en el lado primario de los transformadores del usuario, sí se hiciera en el lado secundario, las facturaciones se aumentarán en un 2%.

En los servicios con tarifa de baja tensión, sí la medición se hiciera en el lado primario de los transformadores, las facturaciones se disminuirán en un 2%.



- 1 - Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 volts.
- 2 - Gabinete 23 KV, servicio interior con 2 juegos de interruptores en aire de 400 amperé y un juego de ruptofusibles, con fusibles - limitadores de corriente, instalado dentro un local independiente de la subestación del cliente.
- 3 - Terminal 23 KV, tipo interior
- 4 - Sección para acometida de la Cia. suministradora.
- 5 - Sección de cuchillas de prueba.
- 6 - Sección para interruptor de operación con carga y pararrayos.
- 7 - Sección de acoplamiento.
- 8 - Transformador trifásico del cliente.
- 9 - Sección de baja tensión.
- 10- Equipo de medición de baja tensión de la Compañía suministradora.

FIGURA 3-1. SERVICIO EN ALTA TENSION CON MEDICION EN EL LADO DE BAJA TENSION DEL TRANSFORMADOR DEL CLIENTE CON DERIVACION DE RED SUBTERRANEA RADIAL.

TABLA 3-1. EQUIVALENCIA PARA DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA EN WATTS.

CAPACI- DAD EN HP.	CAPACIDAD EN WATTS		CAPACI- DAD EN HP.	CAPACI- DAD EN WATTS.
	MONOFA- SICOS.	MOTORES TRIFASI COS.		
1/20	60	-	4.50	4074
1/16	80	-	4.75	4226
1/8	150	-	5.00	4490
1/6	202	-	5.50	4945
1/5	233	-	6.00	5390
0.25	293	264	6.50	5836
0.33	395	355	7.00	6293
0.50	527	507	7.50	6577
0.67	700	668	8.00	7022
0.75	780	740	8.50	7458
1.00	993	953	9.00	7894
1.25	1236	1190	9.50	8340
1.50	1480	1418	10.00	8674
1.75	1620	1622	11.00	9535
2.00	1935	1844	12.00	10407
2.25	2168	2067	13.00	11287
2.50	2390	2290	14.00	12140
2.75	2573	2503	15.00	12860
3.00	2766	2726	16.00	13720
3.25	-	2959	20.00	16953
3.50	-	3182	25.00	21188
3.75	-	3415	30.00	24725
4.00	-	3618	40.00	32609
4.25	-	3840	50.00	40756

a) Para motores hasta de 50 caballos de potencias (HP), incluyendo el rendimiento de los motores.

b) Para determinar la capacidad en Watts de motores para más de 50 HP, incluido el rendimiento, multiplíquense los caballos de potencia por 800.

3.4 ALIMENTACION AL SERVICIO DEL CLIENTE.

3.4.1 Generalidades.

La alimentación al servicio del cliente, es el punto de conexión entre el sistema de distribución de la compañía suministradora y la red de distribución del cliente. La manera en que se realiza la alimentación a un usuario, está íntimamente ligada con el tipo de red instalada en la zona, la tensión de alimentación al usuario, la magnitud y tipo de carga solicitada.

Todo ello influenciado por el equilibrio que existe entre la inversión necesaria para llevar a cabo éstas instalaciones y los beneficios futuros que se tengan, factores que marcan la pauta a seguir para tomar la decisión final.

Uno de los mayores objetivos que se persiguen al dar un servicio es proporcionar la mayor continuidad de suministro al usuario, esto va en función de varios factores:

1. Confiabilidad del sistema de potencia y del sistema de distribución de la compañía suministradora.
2. Tipo de alimentación al cliente.
3. Instalaciones de emergencia.

Razón por lo que la continuidad de servicio, es el resultado de la planeación que realizan las empresas de suministro de energía eléctrica y las previsiones que tome el mismo cliente.

A continuación se describen las diferentes técnicas que se siguen al proporcionar el suministro de energía eléctrica a los consumidores, y las características más sobresalientes a cada una de ellas:

3.4.2 Acometida sencilla.

Esta forma de alimentación es la más simple y empleada, debido a su sencillez y costo. Se puede realizar en baja ó media tensión, de acuerdo con las necesidades del cliente; la gran mayoría de las acometidas que realizan las compañías suministradoras, son de éste tipo. Cuando las cargas requieren de una mayor - continuidad de servicio, es práctica común proporcionar acometida doble al servicio.

3.4.3 Acometida doble.

En ésta forma de alimentación, generalmente, se proporciona en mediana tensión a aquellos clientes cuyo suministro de energía requiere un mayor grado de confiabilidad. El tipo de redes subterráneas más adecuadas, por su diseño, para proporcionar ésta alimentación, son las redes de derivación dobles y en derivación múltiple, para éstas, la acometida converge a un dispositivo de transferencia automática, propiedad de la compañía suministradora, para realizar el cambio hacia el alimentador emergente ante fallas del alimentador preferente.

Cuando se trata de redes aéreas, a doble acometida se realiza desde dos alimentadores diferentes, al igual que las redes subterráneas, convergen a un interruptor de transferencia automático.

Los interruptores de transferencia automática, empleados son del tipo sumergidos en aceite, aún cuando actualmente los interruptores en vacío ganan más aceptación por su menor volumen y facilidad de operación e instalación. Esta aceptación se verá más favorecida, en la medida en que su costo se acerque más a los del tipo en aceite.

3.4.4 Medición de energía.

La medición de energía es la última operación que realiza la compañía suministradora del servicio, antes de hacer la entrega de la energía al cliente. Esta medición se realiza en las instalaciones del cliente y requiere de un espacio para instalar el equipo de medición.

El equipo de medición se puede reducir a un conjunto de watho-rímetros ó a un equipo diseñado para efectuar mediciones en alta tensión, ésto depende de la magnitud de la carga y de la tensión de entrega de la energía. En las figuras 3-1, 3-2 y 3-3, - se muestran ejemplos de acometidas y mediciones para diferentes tipos de servicios.

3.4.5 Locales para subestaciones en interior de edificios.

Cuando es necesario instalar una subestación en el interior de un edificio, el local proporcionado por el cliente debe ser lo suficientemente amplio, de tal forma que la construcción y la operación de la subestación, se realice sin problemas de espacio, además que las vías de acceso, permitan el paso de equipo eléctrico para operaciones de mantenimiento y reemplazo de equipo.

El local debe ser construido con materiales resistentes e incombustibles, exento de humedad y protegido contra filtraciones - de líquidos, con la ventilación adecuada, siendo necesario que el local sea construido a prueba de explosiones.

Los muros del local deben ser de un espesor tal, que permita fijar las estructuras y accesorios que soporten al equipo y cables de energía. Las mismas condiciones deben satisfacer los techos. Por lo que se refiere a los pisos, estos deben ser capaces de - soportar el peso del equipo eléctrico.

Estas u otras consideraciones se deben de tomar en cuenta al - proyectar las subestaciones en el interior de edificios.

En las figuras 3-2, 3-3 y 3-4, se muestran algunos locales normalizados de acuerdo con diferentes diseños de las subestaciones en servicio interior.

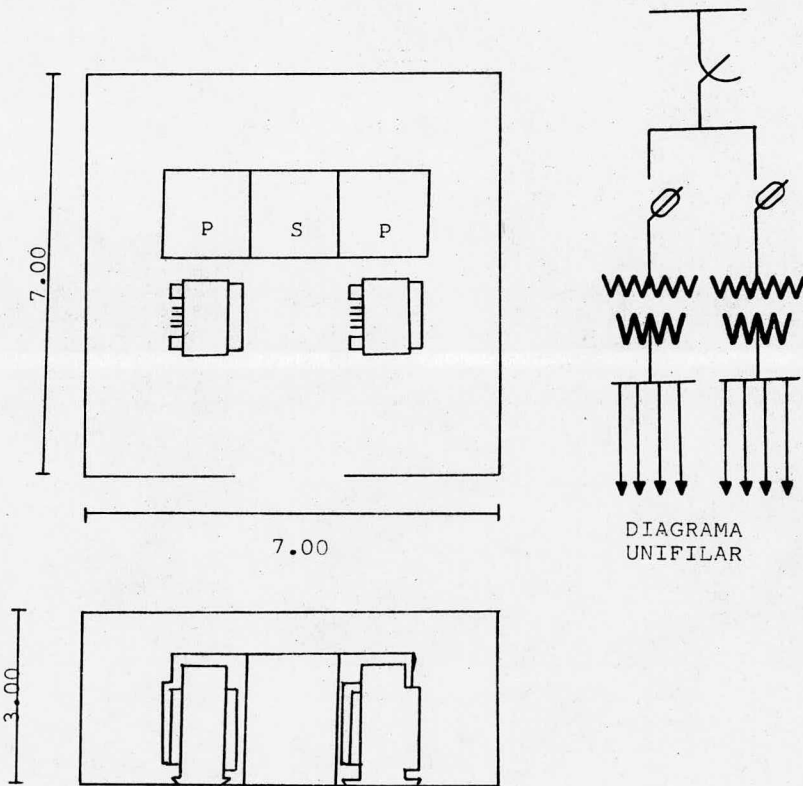


FIGURA 3-2.
DISTRIBUCION DEL EQUIPO.

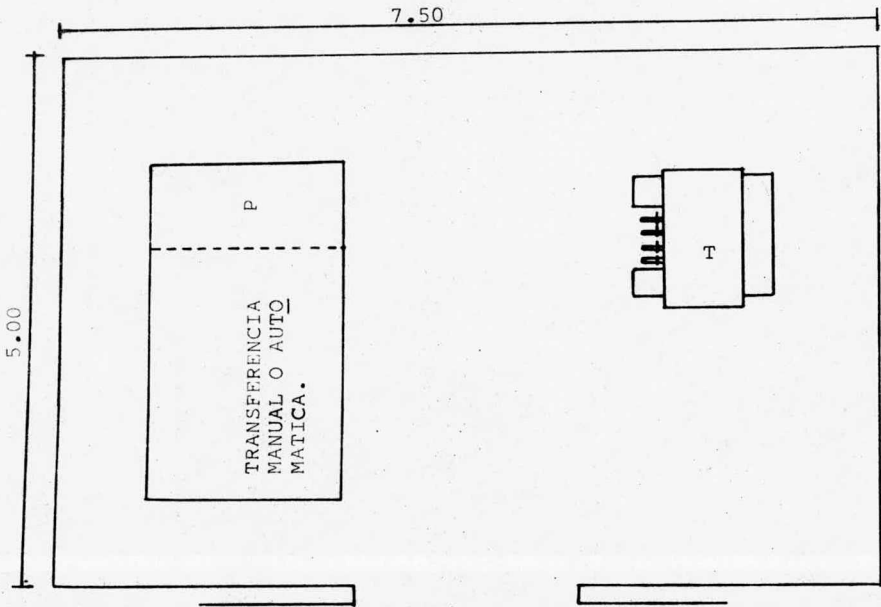


DIAGRAMA UNIFILAR

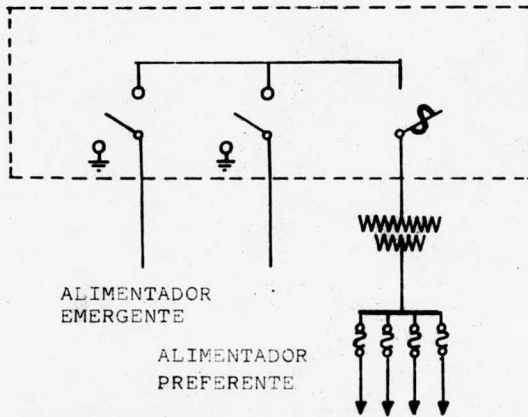


FIGURA 3-3.

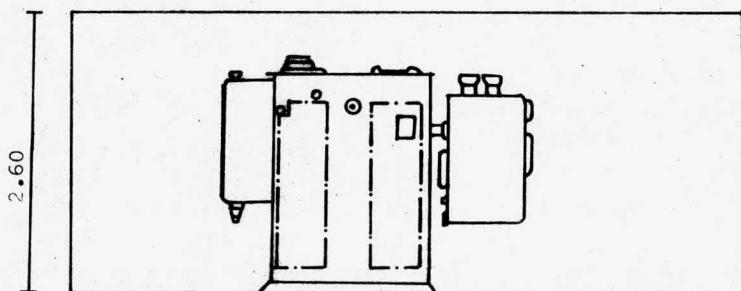
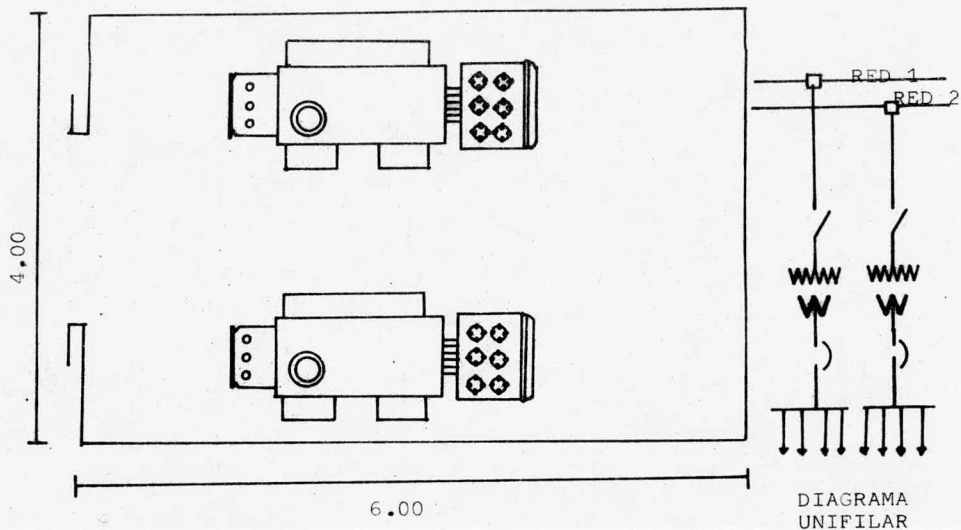


FIGURA 3-4.
DISTRIBUCION DEL EQUIPO.

3.5 ESPECIFICACIONES DE LOCALES PROPIEDAD DEL USUARIO PARA LA INSTALACION DE LAS SUBESTACIONES DEL SUMINISTRADOR.

En los servicios solicitados en baja tensión, en zona de cables subterráneos ó bien, cuando la magnitud de la carga lo requiera, es necesario que el usuario adapte un local para la instalación de una subestación, dentro del predio.

A continuación se indican las especificaciones que dicho local - debe tener generalmente:

3.5.1 Propiedad.

El suministrador instalará la subestación, quedando ésta de su entera propiedad. La ocupación del local por parte del suministrador será sin retribución.

3.5.2 Incendio.

Antes de energizar la subestación en forma definitiva, el usuario aceptará por escrito:

- a) El suministrador queda liberado de toda responsabilidad en caso de incendio en el local, motivo de éstas especificaciones.
- b) En el seguro contra incendio del edificio queda incluido el local de la subestación.

3.5.3 Dimensiones.

Las dimensiones interiores del local, son aproximadamente de 6 por 5 metros por 2.50 metros de altura mínima.

3.5.4 Ventilación.

La ventilación del local, será a través de persianas colocadas en la puerta de acceso, así como por una ventana cuyas dimensiones se indican en el plano expofeso.

3.5.5 Paredes y pisos.

Las paredes serán de concreto armado con un espesor mínimo de 0.15 metros y el piso del mismo material y calculado para soportar una carga de 4 Ton/m².

3.5.6 Drenaje.

Para evitar la inundación del local, se instalará una coladera conectada al drenaje general, con un sifón intermedio para recibir el líquido que salga del transformador en caso de falla, teniendo el piso pendiente hacia ella.

3.5.7 Paso de cables.

Se abrirán los pasos de cables necesarios de acuerdo al proyecto que se prepare, siendo éstos con ductos de asbesto-cemento de 3 ó 4 pulgadas de diámetro según el caso; y llegarán hasta 0.50 metros en el límite del parámetro anterior.

3.5.8 Sistema de tierras.

Se instalarán dos varillas copperweld de 5/8" de diámetro por 3.00 m. de largo, sobresaliendo 0.20 m. del piso terminado como mínimo.

CAPITULO 4

DISTRIBUCION EN MEDIA TENSION.

INTRODUCCION.

Cada edificio tiene una interesante distribución de energía, cuando la capacidad instalada es considerable, resulta más favorable utilizar la energía en media tensión, entre una gama comprendida entre 4.16 y 23 Kv., dependiendo de los requisitos de la carga por alimentar, se podrá seleccionar el nivel de tensión adecuado durante la etapa del proyecto eléctrico.

Los esquemas de distribución que se utilizan, se detallan en el capítulo 1. El objetivo principal de éste capítulo, es el de ilustrar las características que presenta el equipo utilizado para la distribución de la energía en edificios, cuando utilizan la media tensión.

En el capítulo 2, se puede ver que se utilizan varias subestaciones, que están en función directa de la altura y carga por piso por alimentar en el edificio, las cuales son similares, por lo que, para los fines que se persiguen en éste capítulo, se considerarán iguales, por lo cual se puede tomar una subestación como muestra y generalizar el estudio para las otras subestaciones.

4.1 EQUIPO PARA MEDIA TENSION.

La tendencia actual para el equipo de media tensión entre 2.4 y 23 Kv., es la de usar diseños de equipos ensamblados para servicios interiores y, rara vez, exteriores (intemperie).

El equipo usado es generalmente, del tipo compacto, apegado a las normas NEMA. Dicho equipo proporciona la desconexión, aislamiento protección e instrumentación de la media tensión que alimenta al bus de carga y al alimentador de circuitos en una subestación.

Todos los componentes están alojados normalmente adentro de un envolvente metálico, conectado directamente a tierra. De éste modo se proporciona un alto grado de seguridad para el personal y para el equipo mismo. Para el equipo de uso exterior, se proporciona un envolvente metálico resistente al agua.

4.2 SUBESTACIONES, REQUISITOS GENERALES.

Estos requisitos se aplican a instalaciones nuevas y a modificaciones ó ampliaciones de las instalaciones existentes. Aunque las tensiones más comunes de suministro del servicio a los consumidores industriales no pasan de 34.5 Kv., las distancias de seguridad que se fijan, se han extendido hasta una tensión de 230 Kv. En vista de que cada vez son más frecuentes en los que los servicios se conectan a tensiones que igualan las altas tensiones de transmisión en los sistemas de suministro.

4.3 INSTALACION Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO ELECTRICO.

En general, el equipo de las subestaciones debe ser instalado y mantenido de tal manera que se reduzcan al mínimo los riesgos de accidentes del personal.

El equipo normal, de uso continuo, antes de ser puesto en servicio, debe comprobarse que el equipo eléctrico cumple con los requisitos establecidos. Posteriormente, debe ser mantenido en condiciones correctas de funcionamiento, haciendo inspecciones periódicas para comprobarlo. El equipo defectuoso debe ser reparado ó reemplazado.

Equipo de emergencia. El equipo y las instalaciones de emergencia se debe revisar y probar periódicamente, para cerciorarse de que están en buenas condiciones de funcionamiento.

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.

Todas las partes que se muevan repentinamente y que puedan lastimar a personas que se encuentren cerca, como por ejemplo, palancas de interruptores automáticos, deben protegerse por medio de resguardos adecuados.

4.4 IDENTIFICACION DEL EQUIPO ELECTRICO.

Para identificar el equipo eléctrico en subestaciones se recomienda pintarlo, numerarlo, usar placas ó etiquetas, o algún otro medio adecuado que permita distinguirlo fácilmente, tanto respecto a su funcionamiento, como al circuito al que pertenece.

Es conveniente adoptar un método de identificación uniforme en todo el equipo eléctrico instalado en una subestación o en un grupo de instalaciones que correspondan a un mismo usuario.

4.5 MEDIO DE DESCONEXION GENERAL.

Toda subestación, debe contar en el lado primario, después del equipo de entrada de servicio, con un medio de desconexión general, que sea adecuado a la tensión o corriente nominales.

Este medio de desconexión general, debe ser de operación simultánea y capaz de abrir el circuito bajo condiciones de carga máxima.

Excepción. En subestaciones intemperie, de tipo abierto, de 500 KVA o menos, éste medio puede no ser del tipo de desconexión con carga en el lado primario, pero debe instalarse en el lado secundario, un interruptor automático general.

4.6 DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE EN EL PRIMARIO.

Además de lo que establece el artículo anterior, toda subestación de usuario debe contar en el lado primario, después del equipo de entrada de servicio, con un dispositivo de protección contra sobrecorriente que sea adecuado a la tensión y corriente del servicio y cumpla con los requisitos del siguiente artículo.

4.7 CAPACIDAD INTERRUPTIVA.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, tanto en el lado primario como en el secundario, deben de ser de la capacidad interruptiva adecuada. En el caso de dispositivo en el lado primario, su capacidad interruptiva debe estar de acuerdo con la potencia máxima de cortocircuito que pueda presentarse en la subestación, según la información que proporcione la SECOFI ó que se obtenga del suministrador.

4.8 REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA DE PROTECCION DEL USUARIO.

La protección del equipo eléctrico instalado en la subestación de un usuario, no debe depender del sistema de protección del suministrador.

Las fallas por cortocircuito ó tierra en la subestación del usuario no deben ocasionar la apertura de las líneas suministradoras, lo cual podría afectar el servicio a otros usuarios.

4.9 CUCHILLAS DE PRUEBA.

Cuando el equipo de medición del suministrador esté en el lado primario, deben instalarse un juego de cuchillas desconectoras que permitan intercalar los aparatos de prueba, a menos que pueda interrumpirse el servicio, en cualquier momento que se requiera, para hacer la prueba de dicho tipo de medición.

En instalaciones a la intemperie ó lugares húmedos, el equipo debe estar diseñado y construido para resistir las condiciones existentes.

4.10 SUBESTACIONES COMPACTAS.

Las subestaciones compactas, también llamadas en éste trabajo como subestaciones secundarias, son equipos para operación de media y alta tensión , en voltajes que van de 4.16 a 34.5 Kv.

Deben ser proyectadas y construídas de acuerdo con las normas y reglamentos de la SIC-DGE (Reglamento de instalaciones eléctricas en vigor), estando debidamente registradas y autorizadas por ésta dependencia de gobierno, para su fabricación, venta, y uso en el territorio nacional.

4.10.1 Partes constitutivas.

Una subestación compacta, debe cumplir como primer requisito, el de funcionamiento y manejo, esto es, presentar en su totalidad perimetral (frente, partes laterales, posterior y superior) una ausencia de riegos, por contactos involuntarios con las partes vivas portadoras de energía de alta tensión para el personal que las opera; éstas subestaciones están construidas por gabinetes de láminas de acero rolada en frío y base laminada. Estos gabinetes son fabricados en secciones, series de fácil acoplamiento atornillables, que representa por éste hecho, una flexibilidad para futuras ampliaciones.

La subestación completa del tipo compacto, consta esencialmente de cuatro celdas:

- I Celda de medición.
- II Celda de cuchillas de prueba.
- III Celda de interruptor.
- IV Celda de acoplamiento.

I. Es el gabinete o celda destinada al equipo de medición de la compañía suministradora, con el espacio adecuado.

II. Se hayan en el interior de ésta celda las cuchillas de comprobación ó prueba, en número de tres juegos tripolares de operación en grupo y desconexión sin carga; capacidad nominal hasta de 600 amperes y voltaje de operación de la línea de distribución. La operación de éstas cuchillas se efectúa por medio de manijas desde el frente exterior de la celda.

III. En ésta celda se haya alojado el interruptor en aire ó el interruptor en pequeño volúmen de aceite, para operación con carga. La finalidad principal de protección contra cortocircuito, se

logra a través de los fusibles de alta tensión y alta capacidad interruptiva; generalmente se encuentran instalados en la parte inferior del interruptor y al fundirse alguno de ellos, acciona un mecanismo que desconecta automáticamente las tres fases. La conexión y desconexión a voluntad para el exterior frontal del tablero, se realiza manualmente por medio de una manija y desde el exterior frontal del gabinete. Se puede proporcionar de interruptores con accionamiento manual ó eléctrico, para operar a control remoto.

IV. Esta celda es de transición entre la subestación y el transformador, conteniendo en su interior, las soleras de cobra necesarias para la conexión apoyadas sobre aisladores.

4.10.2 Operación y Mantenimiento.

Cuando se adquiere un equipo de éste tipo, que como todo el equipo eléctrico, está garantizado contra cualquier falla de funcionamiento por un año en condiciones normales de operación, pero observando los puntos que a continuación se enumeran, se puede lograr una durabilidad mínima de 20 años, según se ha estimado.

1. Una vez instalada la subestación y antes de conectarla a la red de suministro de alta tensión, verificar la rigidez de aislamiento en la misma, en todos los componentes (esta prueba puede efectuarse con un megger de capacidad adecuada, un megohmetro u otro dispositivo de medición de resistencias adecuado) de partes vivas a tierra, de aisladores a barras colectoras, de la parte superior de alimentación de los apartarrayos al neutro, - etc.

No obstante que todos éstos componentes hayan sido probados en fábrica, pero podría suceder que durante el transporte los equipos sufrieran algún golpe que dañara sus aislamientos.

2. Verificar la conexión de los transformadores para estar seguros de que se encuentran conectados debidamente para el voltaje de operación.

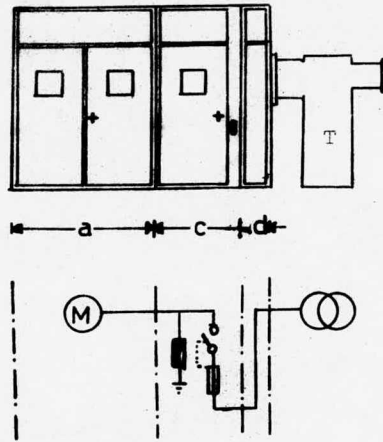
3. Asegurarse que las uniones portadoras de energía de alta tensión estén bien apretadas. Verificar los contactos de las cuchillas de pruebas, observando que exista un buen contacto entre las partes fijas y móviles.

4. Verificar el funcionamiento del interruptor bajo carga, conectándolo y desconectándolo. Cualquier anomalía que se note al realizar ésta prueba, no tratar de remediarla; puede tratarse únicamente de un desajuste por el transporte inadecuado que deberá solucionar el fabricante.

5. Conectar el interruptor como se indica y comprobar la apertura inmediata del mismo, cuando se accione el vástago del fusible fundido.

Una subestación compacta consiste principalmente, de uno o más transformadores conectados mecánica y eléctricamente y coordinados con uno ó más equipos de interrupción, con control motorizado ó una combinación, conectándolos del lado de la carga del transformador. Este tipo de subestación cuyo diseño ha sido coordinado por el fabricante, y el cuál está previsto para una posible ampliación, ofrece muchas ventajas para el usuario, incluyendo reducciones en el tiempo de instalación, espacio y sobre todo -- costos, mejor apariencia y mayor seguridad.

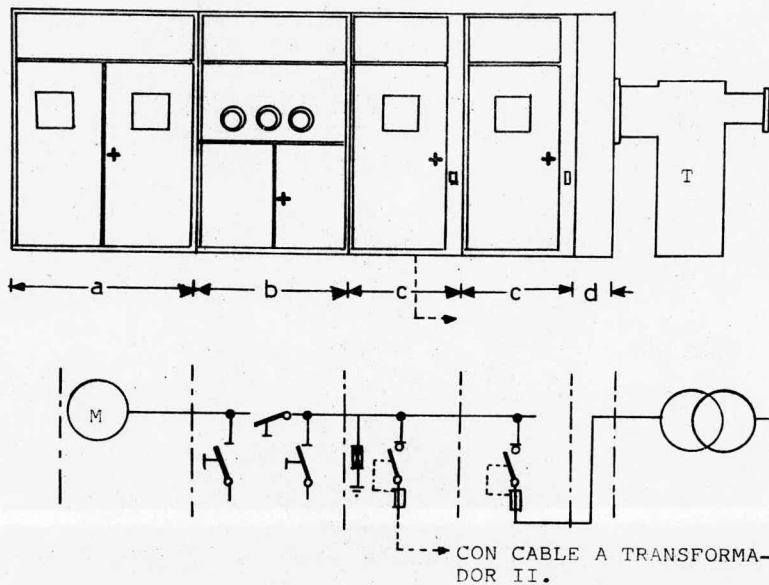
Los transformadores y el equipo de interrupción usados en éstas subestaciones, son tipos y diseños normalizados en la mayoría de las partes, provocando un fácil reemplazo de partes y pocos problemas para el mantenimiento. Por éstas razones, la subestación compacta, es el resultado del incremento en su uso.



SUBESTACION DE:

- a- CELDA DE MEDICION
- b- CELDA DE SECCIONADOR
- c- CELDA DE ACOPLAMIENTO
- T- TRANSFORMADOR

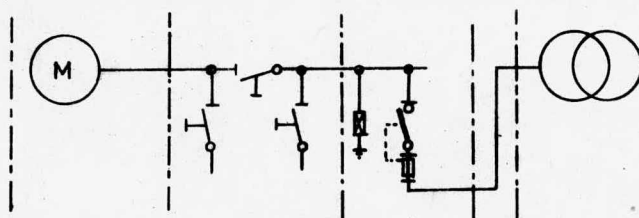
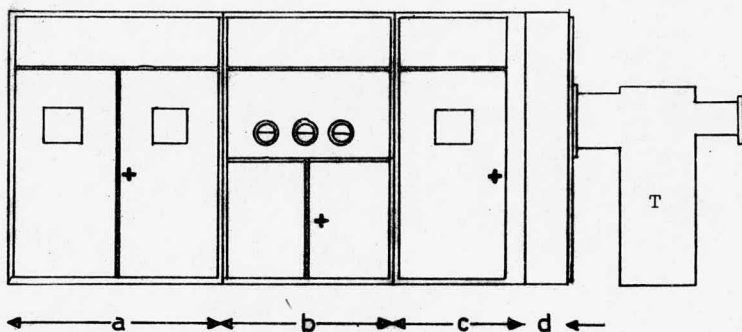
FIGURA 4-1.



SUBSTACION CONSISTENTE DE :

- a - CELDA DE MEDICION
- b - CELDA DE CUCHILLAS DE PRUEBA
- c - 2 CELDAS DE SECCIONADOR
- d - CELDA DE ACOPLAMIENTO
- T - TRANSFORMADOR

FIGURA 4-2.



SUBESTACION CONSISTENTE DE :

- a- CELDA DE MEDICION
- b- CELDA DE CUCHILLAS DE PRUEBA
- c- CELDA DE SECCIONADOR
- d- CELDA DE ACOPLAMIENTO
- T- TRANSFORMADOR

FIGURA 4-3.

Las subestaciones compactas pueden ser de dos clases, dependiendo del voltaje de los circuitos alimentadores. Si la subestación tiene una relación de bajo voltaje, de 600 volts ó menos, se les denominan subestaciones compactas secundarias. Si éstas tienen una relación de voltajes de 601 volts ó más, son denominadas subestaciones compactas primarias.

4.10.3. Subestaciones compactas secundarias.

La subestación compacta secundaria, está cubierta por las normas NEMA de la 201 a la 213-1957.

La norma NEMA, cubre todos los tipos disponibles de transformadores trifásicos, sumergidos en aceite o askarel, tipo seco y tipo seco con ventilación forzada. El tipo sumergido en askarel puede ser instalado en interiores sin ocasionar fuego peligroso. El tipo seco sellado es apropiado para uso interior ó exterior, pero el tipo seco ventilado es apropiado sólo para uso interior, en locales secos y limpios.

Estos transformadores, para las subestaciones compactas secundarias, son acondicionados para conectarles un equipo de interrupción de bajo voltaje ó un centro de control de motores. Los transformadores están provistos con un cambiador de taps de operación manual, pero si es requerida una regulación automática, el regulador se instalará entre el transformador y el equipo de baja tensión.

El equipo de conmutación de disparo de baja tensión usado en éstas subestaciones se describe posteriormente. Las características deseables y ventajas, incluyéndo la total construcción compacta y la facilidad del desmontaje de los interruptores de circuitos, con su amplio rango de aplicabilidad y ajuste de su equipo de dis

paro en baja tensión, está también presente cuando éste equipo es usado en éstas subestaciones unitarias secundarias.

4.10.4 Subestaciones primarias compactas.

Las subestaciones unitarias compactas están detalladas en las normas NEMA de la 201 a la 207.

Sí bien la anterior publicación nema, se refiere sólomente a transformadores sumergidos en aceite y askarel, estas son válidas para todos los demás tipos. Los transformadores tipo seco, debido a su bajo nivel de aislamiento a impulso, son raramente utilizados en las subestaciones primarias compactas.

Los transformadores para subestaciones primarias compactas, son suministrados con cambiador de taps manual ó automático, según se requiera. Estos son transformadores trifásicos conectados mediante un bus de retorno blindado al interruptor del equipo de protección del devanado de baja tensión.

Otras características opcionales tales como los voltajes primarios opcionales, transformadores de corriente tipo bushing, ventilados o previstos para ventilación futura, cajas de unión y equipos para la medición de temperatura de los devanados, están disponibles en éstos transformadores estandarizados.

El interruptor de potencia del equipo de interrupción blindado usado en éste tipo de subestaciones, se describe posteriormente. Todas las características y ventajas tales como el aislamiento, el total cercamiento del bus, compartimientos individuales blindados para los interruptores, transformadores de instrumento y equipo de control, están también presentes en el equipo de interrupción cuando es usado en este tipo de subestaciones.

Siempre es preferible incluir un interruptor en el mismo secundario del transformador en una subestación compacta, entre otras - ventajas, permite la disponible expansión de un sistema radial - en un sistema secundario selectivo. Este permite la completa desenergización del bus rápidamente en caso de una emergencia, y ésto simplifica enormemente el problema de interconexión, xuando ésta se presenta.

Las subestaciones compactas primarias y secundarias, pueden ser diseñadas para una instalación tipo interior o intemperie. En general, el mismo equipo es usado para ambos tipos de instalación, excepto que para el tipo intemperie, el equipo de interrupciones provisto con una cubierta impermeable.

La sección de entrada de cualquiera de éstas subestaciones compactas, variará en relación al voltaje de entrada, tipo de instalación y si posee un interruptor de potencia. Debido al alto voltaje de entrada que generalmente se presenta en una subestación primaria, los dispositivos de protección e interrupción para el primario del transformador pueden ser parte de la estructura de la subestación.

Para voltajes de entrada de 15 Kv. o menores, la sección de en--trada para subestaciones unitarias, se localiza generalmente en los interiores al igual que la subestación completa. Esta sec---ción es pué, una unidad blindada con el interruptor correspon--diente para media tensión, facilidades de protección y termina--les para el cable primario.

4.11 INTERRUPTORES, DESCONECTADORES Y FUSIBLES.

4.11.1 Accesibilidad e indicación.

a) Colocación. Todos los interruptores manuales ó automáticos, - desconectadores y fusibles, deben ser fácilmente accesibles para

las personas que los operan, deben colocarse y marcarse, de modo que pueda identificarse fácilmente el equipo que controlan. Todos ellos, con excepción de los fusibles, deben indicar claramente cuando están en la posición de abierto ó cerrado.

b) Indicación. Debe ser posible, en cualquier momento, verificar la operación efectuada por un interruptor ó un desconectador, ya sea directamente por inspección visual de la protección de las navajas de los desconectadores o de los interruptores, si son del tipo móvil, por el uso de lámparas indicadoras de posición, con imposibilidad de error al indicar la posición actual del equipo.

4.11.2 Instalación de interruptores en aceite.

a) se recomienda que los interruptores en aceite se separen entre sí, o de otros aparatos, como medidas de protección contra incendio.

b) En circuitos de más de 7,500 volts, o cuando los interruptores estén sujetos a corrientes de cortocircuito elevadas, se deben conectar con un control local para operar el interruptor, que ofrezca seguridad al operador, y con un control remoto con medios mecánicos, eléctricos, o de algún otro tipo adecuado para la operación adecuada a distancia de dicho interruptor.

c) Deben instalarse desconectadores adecuados para poder aislar, de la fuente de abastecimiento, los interruptores en aceite de más de 600 volts entre conductores.

4.11.3 Interruptores.

Un interruptor es un dispositivo cuya función es interrumpir y restablecer la continuidad en un circuito eléctrico.

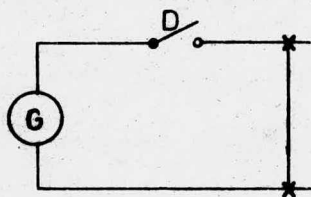
Si la operación se efectúa con carga, el interruptor recibe el nombre de desconectador ó cuchilla desconectadora.

Si la operación de apertura o cierre la efectúa con carga (corriente nominal) ó corriente de cortocircuito (en caso de alguna perturbación), el interruptor recibe el nombre de disyuntor ó interruptor de potencia.

4.11.4. Interruptores de potencia.

Definición. Son dispositivos que interrumpen y restablecen la continuidad de un circuito eléctrico. Dicha interrupción la deben de efectuar con carga ó corriente de cortocircuito.

Para comprender mejor el proceso interruptivo de cualquier tipo de interruptor, harémos uso de la figura 4-4:



G - Fuente de energía.
D - Interruptor.

FIGURA 4-4.

Considerémos que al cerrar el interruptor D, la fuente de energía (generador) se pone en cortocircuito, como consecuencia a ésto, circula una corriente muy grande que motivará al interruptor D que opere automáticamente.

Al cerrar el interruptor D, si el voltaje tiene amplitud máxima, la corriente de cortocircuito, recibe el nombre de corriente de cortocircuito simétrica. Si el interruptor se cierra en cualquier

otro instante, la corriente de cortocircuito se le denomina corriente de cortocircuito asimétrica, de menor valor que la anterior.

Por tanto, las características a considerar durante el proceso de cierre-apertura son las siguientes:

1. Voltaje nominal. Se debe considerar, por que es el voltaje normal de operación del interruptor.
2. Corriente inicial de cortocircuito. Es el valor instantáneo de la corriente de falla.
3. Corriente de ruptura. Es el valor permanente de la corriente de cortocircuito.
4. Capacidad interruptiva. Es la potencia de interrupción para una corriente de ruptura.
5. Voltaje de restablecimiento. Es el voltaje que se presenta en el interruptor después de la desconexión.

4.11.5. Interruptores trifásicos en pequeño volumen de aceite.

Son interruptores del tipo de pequeño volumen de aceite para servicio interior en media tensión, se utilizan para maniobrar líneas, transformadores y motores, cuentan con accionamiento manual ó eléctrico, control local y remoto. Equipados con disparadores automáticos, éstos interruptores protegen la instalación contra corrientes de cortocircuito y de sobrecorriente, por medio de relevadores secundarios conectados a los transformadores de corriente.

Este tipo de interruptores tiene una mediana utilización en edificios, ya que son más apropiados para instalaciones que tienen una considerable demanda de carga, 2,500 KVA ó más, por lo cuál no se le tratará más a fondo, ya que no entra en los objetivos del capítulo.

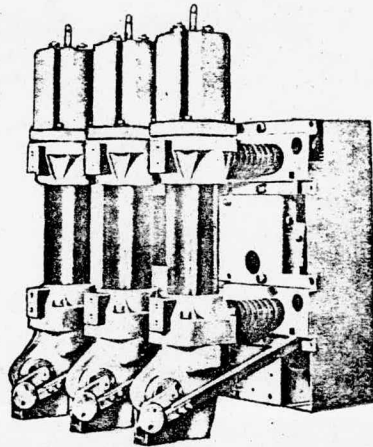


FIGURA 4-5.

4.11.6 Ruptofusibles.

Los ruptofusibles son en realidad, seccionadores de operación bajo carga provistos con fusibles de media tensión y alta capacidad interruptiva, con el fin de que se pueda asumir la protección contra cortocircuito y en ocasiones contra sobrecarga (dependiendo de la elección del mismo) en las instalaciones, no siendo necesario algún interruptor de potencia (electromagnético ó en pequeño volumen de aceite).

Estos tipos de interruptores son utilizados continuamente como - protección para el transformador de las subestaciones mencionadas en el capítulo 2.

La forma de éstos interruptores es muy sencilla, tienen adosados dispositivos de maniobra rápida, dispositivos de disparo para evitar la operación con una ó dos fases, ya sea de operación mecánica o eléctrica.



FIGURA 4-6.
RUPTOFUSIBLES.

4.11.7. Uso general de interruptores.

Se debe instalar un interruptor adecuado u que pueda operarse manualmente en las instalaciones para edificios:

- a) En algún punto conveniente de la alimentación a equipo eléctrico importante.
- b) En el punto de alimentación de cada uno de los circuitos alimentadores.
- c) En la entrada de las subestaciones de usuarios en el punto de conexión del sistema suministrador.

d) Como medio de protección, en casos especiales.

EXCEPCIONES:

1) Cuando dos ó más unidades de equipo suministrador o líneas suministradoras se operen como una sola unidad, no se requiere necesariamente medio de desconexión entre ellas.

4.11.8. Uso de fusibles o interruptores automáticos.

En general, todos los circuitos que alimenten primarios de transformadores, grupos de aparatos y equipo auxiliar de las subestaciones, y todos los circuitos que salgan al exterior de éstas, - deben protegerse contra corriente excesiva mediante fusibles ó interruptores automáticos adecuados, de capacidad suficiente para interrumpir la corriente máxima de cortocircuito a que puedan estar sometidos, excepto los casos indicados a continuación, en que pueden omitirse unos u otros:

- 1) Conductores puestos a tierra.
- 2) Los conductores de salida de transformadores de corriente constante.
- 3) Los circuitos de transformadores de corriente.
- 4) Otros circuitos en que su apertura pueda originar peligro a la vida o propiedades.

4.11.9 Cuchillas de un tiro para servicio interior, tripolares, operación en grupo.

Las cuchillas son dispositivos de maniobra para operación sin

carga en redes de media y alta tensión. La operación es manual -- por medio de pértiga o accionamiento de disco.

Los elementos de conexión se hallan firmemente montados sobre aisladores acanalados de resina sintética y sobre un bastidor común o placa base de lámina de acero.

Pueden instalarse directamente sobre muros ó estructuras en subestaciones para servicio interior, así como dentro de los gabinetes metálicos de subestaciones compactas.

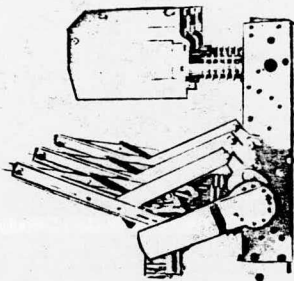


FIGURA 4-7.

4.11.10. Seccionador de carga tripolar.

El seccionador bajo carga tripolar, tiene la forma de un interruptor de palanca y va provisto de cuchillas de corriente principales y auxiliares, también llamadas cuernos de arqueo, montadas sobre un marco de base con ayuda de aisladores acanalados de apoyo de resina sintética generalmente.

Las cuchillas de corriente secundarias se conectan en paralelo con las principales, con el objeto de que, al tener lugar la desconexión, se hagan cargo de la extinción del arco, por lo cuál, las áreas de contacto de las cuchillas secundarias, son de mate-

rial resistente al fuego y están provistas de cámaras de extinción de arco.

Los seccionadores bajo carga, son aparatos de maniobra para instalaciones de media tensión, que pueden interrumpir corrientes de servicio, y que al desconectar, dan lugar a una apertura muy segura. Se utilizan para conectar líneas ó cables, para seccionar circuitos en anillo, así como para la conexión y desconexión de transformadores con carga o sin ella.

4.11.11. Uso de desconectores.

A) Debe instalarse un desconector o interruptor en aire, en adición a otro medio de interrupción, entre una línea ó un equipo y la fuente de abastecimiento, cuando se requiera trabajar en el equipo o en la línea mientras la fuente de abastecimiento está funcionando.

B) En general, deben usarse desconectores para abrir líneas o conexiones, para maniobras de operación o mantenimiento.

C) Deben colocarse avisos que adviertan que los desconectores no deben abrirse con carga, y cuando éstos no están diseñados para trabajar bajo ésta condición.

D) Los desconectores deben instalarse de manera que puedan asegurarse en la posición de abiertos, o deben tener avisos que impidan que accidentalmente puedan ser cerrados, mientras se trabaja en los circuitos en que se encuentran. Para los desconectores en los que su apertura pueda ser peligrosa, se recomienda usar medios semejantes a los del párrafo anterior para que se conserven en la posición de cerrados.

4.11.12. Capacidad de interruptores y desconectores.

a) Interruptores. Los interruptores deben ser de tensión nominal adecuada y tener capacidad suficiente para la corriente que deban interrumpir, a la tensión de operación. Los interruptores automáticos deben tener capacidad suficiente para interrumpir la máxima corriente de cortocircuito que se pueda presentar en el punto en que sean instalados, a su tensión nominal de operación.

b) Desconectores. Los desconectores deben ser, de tensión y capacidad de corriente, adecuados para el circuito en que se instales.

4.11.13. Fusibles para media tensión y alta capacidad interruptiva.

Los fusibles para media tensión y alta capacidad interruptiva, son elementos limitadores de corriente y protegen a los equipos de los efectos mecánicos y térmicos del cortocircuito.

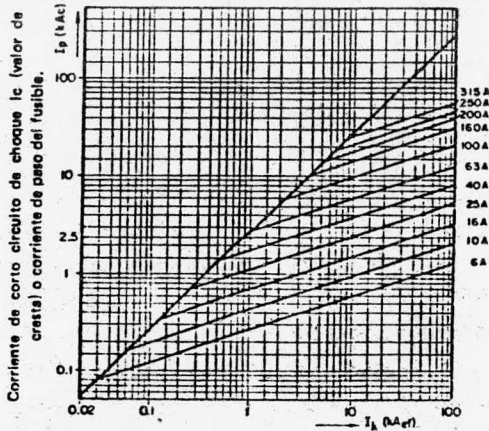
Debido al muy corto tiempo de fusión, las elevadas corrientes de cortocircuito, son efectivamente limitadas en valor. El valor más pequeño de la corriente de ruptura se alcanza con 2.3 a 3 veces del valor de la corriente nominal del fusible.

El efecto de limitación de los fusibles, para altas corrientes de cortocircuito, se muestra en el diagrama de la figura 4-8 (máximo paso de corriente en relación a la corriente de cortocircuito y la corriente nominal del fusible).

Estos fusibles se instalan sobre bases sopprtes ó se adosan en los seccionadores de operación con carga (ruptofusibles); que combinados de ésta manera, permiten la adecuada protección.

CORRIENTE DE PASO $IP = IK$
PARA CORRIENTES NORMALIZADAS

Diag. 1



Ejemplo: Con $IK = 10Ka$ ef. Limita el fusible de 25 A al valor de amplitud de la corriente de corto circuito de 28 Kc a 2.5 Kc = corriente de paso IP.

FIGURA 4-8.

4.11.14. Instalación de los fusibles.

Los fusibles para tensiones de más de 150 volts a tierra ó corrientes de más de 60 amperes, deben instalarse en las subestaciones de manera que, para operarlos, se cumpla con alguna de las condiciones siguientes:

- a) Que los fusibles puedan ser desconectados de la fuente de suministro mediante un interruptor adecuado ó;
- b) Que los fusibles puedan manejarse convenientemente mediante pértigas aislantes o herramientas adecuadas para dicho objetivo.

Selección de fusibles tensión de servicio

POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR KVA	2.4 KV A	4.16 KV A	6/7.2 KV A	13.8 KV A	20/23 KV A	34.5 KV A
45	25	16	10	6	6	-
75	40	25	16	10	6	-
112.5	63	40	25	10	6	6
150	100	40	40	16	10	6
225	160	63	40	25	16	16
300	160	100	63	25	16	16
500	250	160	100	40	25	25
750	-	200	160	63	40	40
1000	-	315	200	100	63	40
1500	-	-	315	125	100	63
2000	-	-	-	160	125	-
2500	-	-	-	200	160	-
3000	-	-	-	-	160	-

A = Corriente nominal de los fusibles

FIGURA 4-9.
TABLA DE SELECCION DE FUSIBLES.

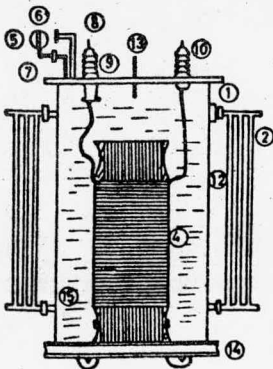
4.12. TRANSFORMADORES.

Esta sección se aplica generalmente a transformadores para servicio interior, ya que es el caso que ocupa nuestro estudio. Los rangos de voltaje serán seleccionados de acuerdo a las clasificaciones normalizadas de los fabricantes, desde el punto de vista económico y la facilidad para su reemplazo en caso de falla.

El Reglamento de Instalaciones Eléctricas restringe el uso para transformadores del tipo interior, por ejemplo, para los transformadores sumergidos en aceite, askarel ó del tipo seco, deberán ser colocados en locales, construidos especialmente para ellos. Aunque en términos rígidos, las normas se aplican rígidamente al transformador de aceite esencialmente.

Se deberán especificar adecuadamente los taps para mantener un nivel adecuado de voltaje en el bus secundario, si el voltaje proporcionado por la compañía suministradora varía ampliamente.

Si los cambios de voltaje son frecuentes, entonces se deberá introducir una consideración que especifique, que los taps deberán ser variados bajo condiciones de carga, para proporcionar, como ya de dijo, voltaje constante en el secundario.



1. Tanques.
2. Tubos radiadores.
3. Núcleo (circuito magnético).
4. Devanados.
5. Tanque conservador.
6. Indicador de nivel de aceite.
7. Relé de protección (Buchholz).
8. Tubo de escape.
9. y 10. Boquillas o aisladores de porcelana.
11. Tornillos opresores.
12. Conexión de los tubos radiadores.
13. Termómetro.
14. Bases de rolar.
15. Refrigerante.

FIGURA 4-10.

4.12.1 Tipos de enfriamiento.

Los tipos de enfriamiento más empleados en transformadores son los siguientes:

TIPO OA.

Sumergido en aceite con enfriamiento propio. Por lo general, en transformadores de más de 50 KVA, se usan tubos radiadores ó tanques corrugados para disminuir las pérdidas. Este tipo de transformador con voltajes de 46 Kv o menores, pueden tener como medio de enfriamiento, líquido inerte aislante en vez de aceite.

TIPO OA/FA.

Sumergido en aceite con enfriamiento propio a base de aire forzado. Es básicamente un transformador tipo OA, con adición de ventiladores para aumentar la capacidad de disipación de calor.

TIPO OA/FA/FOA.

Sumergido en aceite con enfriamiento propio a base de aire y aceite forzados.

TIPO FOA.

Sumergido en aceite, enfriado con aceite forzado. Este tipo de transformadores se usa únicamente donde se desea que operen al mismo tiempo las bombas de aceite y los ventiladores.

TIPO OW.

Sumergido en aceite y enfriado con agua, en éste tipo, el agua de enfriamiento es conducida por serpentines, los cuales están en contacto con el aceite aislante del transformador.

TIPOS DE ENFRIAMIENTO

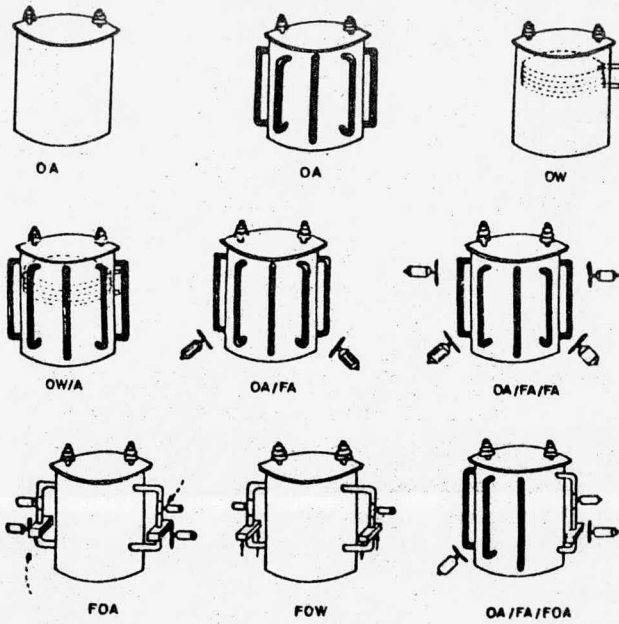


FIGURA 4-11.

4.13. PROTECCION Y CONTROL.

Para reducir la cantidad de daño al equipo de la subestación, cables y alimentadores que salen, reducir riesgos de incendio, protección para el personal y aislar el problema, se requiere de una protección automática en todos los circuitos de entrada y salida, para abrir automáticamente el circuito afectado en caso de falla.

Esta protección contra fallas puede ser obtenida mediante interruptores y relevadores, o en algunos casos, mediante fusibles. La última posibilidad es menos expansiva pero ellos, junto con su desconectador adecuado ó interruptores de carga, tienen una operación definida. Las limitaciones de interrupción en los fusibles, son las que generalmente confinan su aplicación a edificios muy pequeños y cargas pequeñas.

Para sistemas radiales con una entrada de servicio solamente, se requiere de un disparador de sobrecorriente no direccional para todos los circuitos. La sensibilidad de los dispositivos puede ser de largo tiempo de retraso, corto tiempo de retraso ó instantáneos. De éste modo, para corrientes de falla excesivas en magnitud, el circuito será disparado instantáneamente previniendo el posible daño al equipo.

La protección mencionada puede ser proporcionada por la acción directa del disparo por sobrecorriente en el interruptor de baja tensión, por inducción mediante los relevadores de sobrecorriente en los interruptores de circuitos de baja, media ó alta tensión.

Cuando la entrada de servicio, alimenta a la carga a través de un transformador en la subestación, entonces la protección contra fallas, para la entrada de servicio, incluirá al transformador. La protección por sobrecorriente, en éste caso, será proporcionada por los relevadores de sobrecorriente, disparando al interruptor en el primario del transformador.

Para un sistema secundario selectivo, o cualquier otro sistema, que no requiera la operación en paralelo de dos ó más fuentes de energía, los requerimientos de disparo para la falla, son los mismos que para sistemas radiales.

En caso del sistema de red automática, donde operan dos ó más fuentes de energía en paralelo, entonces los dispositivos de protección (generalmente dispositivos de protección del tipo sobrecorriente direccional), será utilizados para desconectar una entrada de servicio del bus, en caso que se produzca una falla en dicha - entrada.

Debido a la posibilidad de tener que incrementar la capacidad de interrupción del interruptor, y los requerimientos de relevadores adicionales impuestos para la operación en paralelo, éste arreglo es raramente utilizado.

Otro excelente arreglo, frecuentemente utilizado, es el sistema - de red secundaria que utiliza dos o más fuentes de alimentación. La operación en paralelo se efectúa en el bus de carga mas no en los alimentadores ó entradas de servicio al edificio. De cualquier modo, se utiliza un mecanismo de interconexión de amarre normalmente abierto mediante interruptores.

En general, tres elementos de disparo (interruptores, relevadores y fusibles) por sobrecorriente, son recomendables para sistemas - aterrizados. De igual forma, cuando se utiliza una protección de relevadores para fallas a tierra, es recomendable utilizar un relevador de sobrecorriente por cada fase y uno en el neutro.

4.14 CONTROL CARACTERISTICO.

Cuándo el edificio, o la subestación que lo alimenta, son exitados por medio de una línea de entrada de servicio, el cierre y apertura del circuito se efectúa normalmente en forma manual. Lo anterior también se aplica a los circuitos alimentadores que salen de tal subestación.

Igualmente, cuando se presenta más de una línea de entrada de servicio, por confiabilidad, ambas pueden alimentar al bus de carga. Sin embargo, sólo una entrada de servicio es conectada al bus y no se requiere, para éste caso, de un equipo de transferencia automática, para transferir la carga a la fuente de emergencia cuando se requiera.

La interconexión es necesaria para prevenir que la operación en paralelo de los circuitos de entrada sea efectuada por el personal de operación.

La interconexión para interruptores de potencia, es normalmente, de operación eléctrica, pero cuando se utilizan ruptofusibles, la interconexión se efectúa normalmente mediante llaves. En cualquier caso, el equipo puede ser acondicionado para permitir al personal autorizado, bajo instrucciones de la compañía suministradora, ponerlas en paralelo momentáneamente durante la transferencia de un circuito al otro.

Cuando se cuenta con un equipo de transferencia automática, se requerirá de un equipo de relevadores de bajo voltaje con tiempo de retardo. Ya sea para una, dos ó tres fases, según se requiera.

Cuando se presentan dos entradas de servicio, cada una de ellas alimenta a su respectivo bus de cargas, y con un interruptor de amarre entre buses (como en el sistema secundario selectivo), el cierre de éste interruptor estará acompañado de un sistema automático de relevadores.

Estos relevadores son generalmente del mismo tipo, que los relevadores de retardo de bajo voltaje antes mencionados. Estos normalmente disparan el interruptor cuando se presenta una falla en un circuito de entrada y cierran el interruptor de amarre.

4.15 TABLEROS ELECTRICOS PARA MEDIA TENSION.

Un tablero de distribución es aquel que alimenta, protege, interrumpe, mide y transfiere circuitos primarios. El tablero de alta tensión es aquel que trabaja a una tensión superior a los 1,000 volts de corriente alterna ó mayor de 1,500 volts de corriente continua.

Las tensiones nominales de corriente alterna para tableros de media y alta tensión son:

- 2,400 volts.
- 4,160 "
- 7,200 "
- 13,800 "
- 23,000 "
- 34,000 "

Las corrientes nominales para tableros de alta tensión, para corriente alterna ó continua son :

- 600 amperes.
- 1,200 "
- 2,000 "
- 3,000 "
- 4,000 "
- 5,000 "

4.15.1 Condiciones generales de servicio.

Los tableros utilizan aire como medio aislante y refrigerante, deberán ser los adecuados para operar a 1,000 metros s.n.m. y una temperatura no mayor de 40 grados centígrados. En caso de que se operen a una altitud mayor y a una temperatura más elevada, éstas condiciones, se consideran como especiales y se deben de indicar al fabricante.

4.15.2 Condiciones especiales que se deben indicar.

1. Tipo de servicio, (interior ó exterior).
2. Indicar la presencia de humos ó vapores corrosivos.
3. Indicar si hay presencia de vapores de agua ó aceite.

Sí se quiere proteger los instrumentos de medición del circuito secundario, se recomienda el uso de fusibles en el lado secundario de los tp's (transformadores de potencial).

4.15.3 Protección de sobrecorriente contra fallas en circuitos trifásicos.

La protección de los circuitos trifásicos de 3 ó 4 hilos, debe hacerse con un mínimo de 3 dispositivos de protección (uno por cada fase). Tales dispositivos pueden ser fusibles, unidades de disparo ó relevadores.

4.16. CONSTRUCCION DE TABLEROS.

Los tableros con compartimientos deberán estar constuidos en la siguiente forma :

- a) Cada interruptor tendrá su compartimiento.
- b) Los instrumentos de medición y control, elementos indicadores y otros dispositivos, se deben alojar en compartimientos propios ó en las puertas o cubiertas frontales de los compartimientos de interruptores.
- c) El espacio que no ocupen, los interruptores y demás equipo de protección y medición, servirá para alojar las barras colecto

ras del tablero y para colocar también los transformadores de medición y control, fusibles, reactores, pararrayos y condensadores.

d) Las barras colectoras correspondientes a diferentes fuentes de alimentación se separan en compartimientos propios.

4.16.1. Localización y Accesibilidad.

Los tableros deben colocarse donde el operador, no esté expuesto a daños por la proximidad de partes vivas ó partes de maquinaria ó equipo que esté en movimiento.

No debe haber materiales combustibles proximos.

El espacio alrededor de los tableros debe conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales.

Debe preverse el espacio para trabajar, de acuerdo con el artículo 604-15, del Reglamento de Instalaciones Eléctricas.

En los tableros, el equipo de interruptores, debe estar dispuesto de tal forma, ue los medios de control sean fácilmente accesibles al operador.

Los instrumentos, relevadores y otros dispositivos querequieran lectura ó ajuste, deben ser colocados de manera que éstas labores puedan efectuarse fácilmente desde el espacio dispuesto para trabajar.

Debe rporcionarse suficiente iluminación en el frente y atrás del tablero, para que pueda ser fácilmente operado y los instrumentos leídos correctamente.

Los tableros deben ser de materiales incombustibles y resistentes a la humedad.

4.16.2. Arreglo e Identificación.

Se recomienda que las conexiones y el alambrado en los tableros, se arreglen, en un orden determinado y en forma de que su relación con el equipo sea fácilmente identificable.

4.16.3. Protección de Partes Vivas.

Las partes vivas en tableros deben protegerse de acuerdo con las normas correspondientes. Se recomienda que, cuando la tensión exceda a 600 volts entre conductores, las partes vivas del tablero, incluyendo sus barras de alimentación, estén situadas ó protegidas por cubiertas aislantes o barreras divisorias, en tal forma que no puedan ponerse en cortocircuito fácilmente, por causa de herramienta u otros objetos conductores que hicieran contacto accidental con las partes de diferente potencial.

4.16.4. Conexión a Tierra.

a) Armazones. Los armazones de los tableros y las partes metálicas que no conduzcan corriente, deben conectarse permanentemente a tierra.

b) Gabinetes de instrumentos. Los gabinetes metálicos de instrumentos montados en tableros, deben conectarse a tierra ó en---
carse en cubiertas de material aislante adecuado.

4.17. ESPACIO Y EQUIPO PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.

4.17.1. Espacio para trabajar.

Alrededor del equipo debe dejarse espacio libre suficiente para su correcta operación y su mantenimiento adecuado (exámen y ajuste periódico del equipo que lo requiera, reemplazo ó modificaciones, etc.). Debe preverse también el espacio necesario para la operación con pértiga del equipo que lo requiera, así como para el tránsito eventual de equipo voluminoso, etc. En subestaciones compactas, se recomienda que el espacio libre para operación y mantenimiento tenga un ancho mínimo, en el frente del equipo principal (transformadores, tableros e interruptores), de 1.50 metros y en la parte posterior del mismo equipo, de 1.30 metros; pero en cualquier caso, deben conservarse las distancias de protección a partes vivas, como se indicó anteriormente.

El largo y la altura de dicho espacio libre debe estar de acuerdo con las dimensiones del frente y con la altura del equipo.

Se recomienda que, durante los trabajos de mantenimiento, las áreas destinadas a efectuar esos trabajos, sean marcadas por medio de una cerca ó barandales ligeros ó cualquier otro medio, de manera de evitar, que las personas no autorizadas, penetren inadvertidamente en la zona.

4.18. EQUIPO PARA TRABAJAR EN PARTES VIVAS.

a) A 15,000 volts ó menos entre conductores, se recomienda que los operarios que tengan que introducir alguna parte de su cuerpo, materiales ó herramientas, usen medios de protección adecuados, tales como guantes, mangas y cubiertas de hule; herramien--

tas aisladas, dispositivos para pruebas y para conexión a tierra, etc. Este equipo de protección, debe ser examinado periódicamente y conservado en buenas condiciones.

b) Más de 15,000 volts entre conductores, se recomienda que se use el tipo de protección especial para cada tensión.

4.19. LOCALES PARA SUBESTACIONES.

4.19.1. Resguardo de Locales.

Los locales o lugares en que se instalen subestaciones, deben estar resguardados respecto a su acceso, para evitar la entrada de personas no idóneas.

4.19.2. Condiciones de los Locales.

Los locales en que se instalen subestaciones, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Deben estar hechos, dentro de lo posible, de materiales incombustibles.
- b) No deben emplearse como almacenes, talleres ó para otra actividad que no esté relacionada con el funcionamiento y operación del equipo.
- c) No debe haber polvo ó peluzas combustibles en cantidades pequeñas, ni gases inflamables o corrosivos.
- d) Deben tener ventilación adecuada.
- e) Se recomienda que estén secos.

4.19.3. Salidas.

Tanto en locales, como en cada espacio de trabajo, se debe contar con un medio de salida que esté libre de obstáculos aún en condiciones de emergencia ó peligro. En todos los casos, la puerta debe tener fijo en su parte exterior y en forma completamente visible, un rótulo con la leyenda "peligro alta tensión".

4.19.4. Protección contra incendio.

Independientemente de las condiciones que se expresan a continuación, se deben cumplir las regulaciones en materia de prevención de incendios, dictadas por las autoridades correspondientes.

- a) Extinguidores. En caso general, deben colocarse extinguidores portátiles, tantos como sean necesarios, en lugares convenientes y claramente marcados, situados en puntos cercanos a la entrada de las subestaciones. Se recomienda para ésta aplicación, los extinguidores de CO₂ y los de polvo químico seco.
- b) En instalaciones de gran tamaño e importancia para uso eléctrico, y en especial, de altas tensiones, se recomienda el uso de sistemas de protección contra incendios de tipo fijo -- que operen automáticamente por medio de detectores de fuego -- que al mismo tiempo, accionen alarmas.
- c) Previsiones para equipo que contenga aceite. Para el equipo -- que contenga aceite, como transformadores, reguladores de voltaje e interruptores, se recomienda proveer los medios adecuados para recoger y drenar el aceite que pudiera escaparse.
- d) Barreras aislantes entre equipos que contengan aceite.

4.20. SISTEMA DE TIERRAS.

4.20.1. Generalidades.

Las subestaciones deben contar con un adecuado sistema de tierras al cuál se deben conectar todos los elementos de la instalación - que requieran la conexión a tierra.

Las funciones principales del sistema de tierras son las siguientes:

- a) Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes de tierra, ya sean debidas a una falla eléctrica a tierra del sistema ó a la operación de un apartarrayos.
- b) Evitar que durante la circulación de éstas corrientes a tierra , puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de la subestación (ya sea sobre el piso ó con respecto a partes metálicas) que puedan ser peligrosas para el personal.
- c) Facilitar mediante la operación de relevadores ú otros elementos adecuados, la eliminación de as fallas a tierra en los + sistemas eléctricos.
- d) Dar mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

En el caso general, los elementos principales del sistema de tierras son:

- 1) Red ó malla de conductores enterrados, a una profundidad que usualmente varía entre 0.5 y 1.0 metros.

- 2) Electrodo de tierra, conectados a la red de conductores y enterrados a la profundidad necesaria para obtener el mínimo valor de resistencia a tierra.
- 3) Conductores de puesta a tierra, a través de los cuales se ha ce la conexión a tierra de las partes de la instalación ó del equipo que requieren dicha conexión.

4.20.2. Características del Sistema de Tierras.

4.20.2.1. Disposición Física.

Se recomienda que un cable continuo forme el perímetro exterior de la malla, de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la subestación.

La malla puede estar constituida por cables colocados, paralela y perpendicularmente, con un espaciado razonable (por ejemplo formado por rectángulos de 3 por 6 metros). En lo que sea po sible, los cables que formen la malla deben colocarse a lo largo de las hileras de estructuras ó equipos, para facilitar la co nexión de los mismos.

Se recomienda que los conductores de la malla sean de cobre, -- con calibre mínimo de 4/0 AWG (107.2 mm^2) y que los conductores de puesta a tierra del equipo no sean de un calibre menor al 2 AWG (33.6 mm^2).

En cada cruce de conductores de la malla, éstos deben conectarse rígidamente entre sí y en los puntos adecuados, conectarse a e-- lectrodos de tierra de 2.50 metros de longitud ó más, clavados -- verticalmente. Donde sea posible, se recomienda construir registros en los mismos puntos.

4.20.2.2. Materiales.

Cada elemento del sistema de tierras (incluyéndolo la malla, conectores y electrodos) debe ser elegido de manera que cumpla con lo siguiente:

- 1) Tener un punto de fusión suficientemente alto para no sufrir deterioro bajo las más severas condiciones de las magnitudes de corriente de falla y duración de las mismas.
- 2) Tener resistencia mecánica suficiente para ser resistente a la corrosión.
- 3) Tener suficiente conductividad, de manera que dichos elementos no contribuyan a originar diferencias de potencial peligrosos. El material más usado es el cobre.

4.20.3. Resistencia a tierra de la malla.

La resistencia total de la malla con respecto a tierra, se puede determinar, en la forma simplificada por la expresión :

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} \quad (\text{ohms}) \quad ***$$

Donde:

r - Es el radio en metros de una placa circular equivalente, cuya área es la misma que la ocupada por la malla real de tierra.

L - Es la longitud total de conductores enterrados en metros.

p - Es la resistividad eléctrica del terreno, en omhs-metro.

*** Fórmula de Laurent y Niemann, publicada en la "Guía para seguridad en la conexión a tierra de subestaciones", IEEE.

La resistencia eléctrica total del sistema de tierras debe conservarse en el valor lo más bajo posible (los valores aceptables van desde 10 ohms hasta 1 ohm, incluyéndolo todos los elementos -- que forman el sistema de tierras, esto es, la malla, los electrodos y los conductores de puesta a tierra. Para reducir la resistencia total del sistema, se puede aumentar el área total de la malla, reduciendo los espaciamientos entre los conductores de ésta, o bien, usar un mayor número de electrodos.

Se recomienda hacer pruebas necesarias, para comprobar que los - valores reales de la resistencia a tierra de la malla, se ajustan a los valores que da el diseño; por otra parte, se recomienda repetir periódicamente estas pruebas para comprobar que se -- conservan las condiciones originales en el transcurso del tiempo ó que se mantienen dentro de los límites aceptables.

4.21. CABLES DE ENERGIA.

4.21.1. Elementos básicos de un cable unipolar.

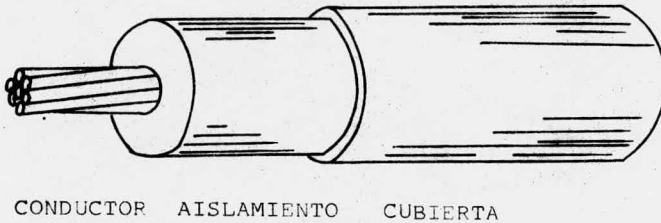
Los elementos básicos de un cable unipolar son; conductor, aislamiento y cubierta.

4.21.1.1. Conductor.

Se considera conductor eléctrico a la substancia ó material que permite que una corriente eléctrica circule a través de él, con un mínimo de péridas.

4.21.1.2. Aislamiento.

Se considera como aislamiento eléctrico, a la substancia ó material que ofrece una gran resistencia al paso de una corriente eléctrica.



CONDUCTOR AISLAMIENTO CUBIERTA

FIGURA 4-12.

ELEMENTOS BASICOS DE UN CABLE UNIPOLAR.

En el inicio de la construcción de sistemas de distribución oculta ó subterránea de media tensión, las instalaciones se efectuaban con conductores de papel impregnados en aceite y forrados con plomo. Este tipo de conductores requieren una mano de obra especializada para la elaboración de empalmes y terminales.

Con la aparición de los aislamientos sólidos, tipo seco, el problema de la mano de obra se ha simplificado grandemente.

La mayoría de los cables para media tensión, tienen una pantalla semiconductor que envuelve al conductor, cuya función es la de distribuir el campo eléctrico en la superficie exterior del conductor, evitando con ésto, la concentración de esfuerzos eléctricos en la superficie del mismo.

4.21.1.3. Chaqueta ó cubierta protectora.

Esta cubierta protectora tiene como función, resguardar a los elementos del cable contra daño mecánico. Los materiales más usados como cubiertas protectoras son; PVC (cloruro de polivinilo), PE (polietileno natural), Pb (plomo) y Neopereno.

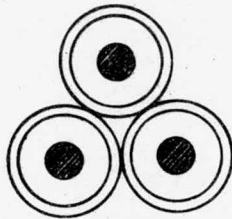
4.21.2. Tipos de Cables Empleados en Sistemas Trifásicos.



4.21.2.1. Cables Unipolares.

Ventajas: Ligeros, fáciles de instalar, terminales sencillas.

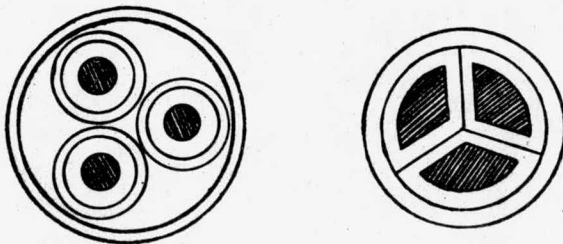
Desventajas: Campos electromagnéticos rodeando los cables, interfieren los cables de comunicaciones, aumentan pérdidas, impiden el uso de armaduras magnéticas, dan lugar a corrientes circulantes en pantallas, reparto no uniformes de corrientes al usar varios cables en paralelo.



4.21.2.2. Cables Triplex.

Ventajas: Más flexible que el cable trifásico, campo electromagnético balanceado, terminales sencillas.

DESVENTAJAS; Costo ligeramente superior a los tripolares, mayor diámetro total que un tripolar, limita longitudes de embarque.



4.21.2.3. Cables Tripolares.

Ventajas; Pueden usar armaduras de metales magnéticos, campo electromagnético balanceado, si se usan conductores sectoriales (derecha) se reduce el diámetro y peso.

Desventajas: Peso, terminales complicadas.

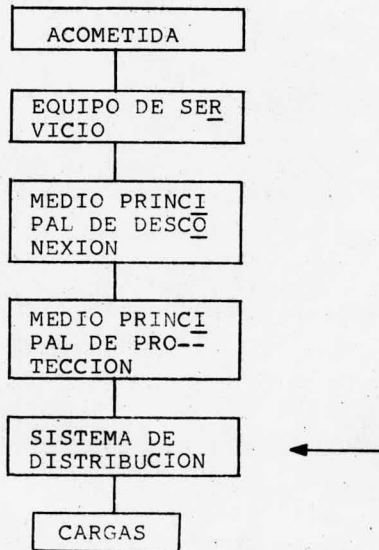
CAPITULO 5

DISTRIBUCION EN BAJA TENSION.

INTRODUCCION.

Partiendo de las consideraciones tomadas en los capítulos 1 y 4, el asunto que nos ocupa ahora, es el conocer los tipos de sistemas de distribución que se emplean en los edificios.

Para situarnos perfectamente, se proporciona un diagrama de bloques típico que utilizan las instalaciones eléctricas en éstos tipos de edificios:



Este sistema de distribución está enfocado desde un punto de vista general en baja tensión, que está formado por :

Circuitos alimentadores.

- Centros de distribución.
- Circuitos derivados.

5.1 DEFINICIONES.

5.1.1 Circuito alimentador.

Es el conjunto de conductores y demás elementos de un circuito, - en una instalación de utilización, que se encuentra entre el me--dio principal de desconexión de la instalación y los dispositivos de rrotección contra sobrecorriente de los circuitos derivados, (NTIE-81-101).

5.1.2 Circuito derivado.

En una instalación de utilización de energía eléctrica, es el conjunto de conductores y demás elementos de cada uno de los circui--tos que se extienden desde los últimos dispositivos de protección contra sobrecorriente en donde termina el circuito alimentador, - hasta la salida de las cargas.

Nota. Los dispositivos de protección contra sobrecarga de corrien--te en motores, tales como relevadores térmicos y otros dispositi--vos semejantes, no deben considerarse como los últimos dispositi--vos de protección contra sobrecorriente a que se refiere el pá--rafo anterior.

5.1.3 Circuito derivado individual.

Es un circuito derivado que alimenta a un solo equipo de utilización de energía eléctrica, como un motor ó un aparato que, por su tamaño, requiere de alimentación individual.

5.1.4 Circuito derivado multifilar.

Es un circuito compuesto por dos ó más conductores activos de corriente con una diferencia de potencial entre sí y de un conductor mas que está puesto a tierra y que tenga la misma diferencia de potencial con respecto a cada uno de los conductores activos.

5.1.5 Centros de distribución.

Son los compartimientos que alojan en su interior a los dispositivos de protección contra sobrecorriente y cortocircuito, de los circuitos derivados.

Acontinuación se muestran ciertos tipos de arreglos, los cuales deben ser alimentados de una manera segura y eficiente:

La figura 5-1, muestra una carga de alumbrado, la cuál debe alimentarse mediante la línea de servicio.

Como se puede observar, existe solamente una forma de alimentar a la carga, pero cuando se tienen dos ó más cargas, el criterio de como distribuir la energía eléctrica, ya no es único.

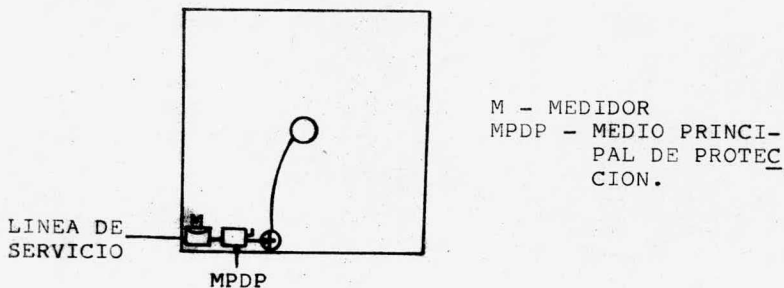
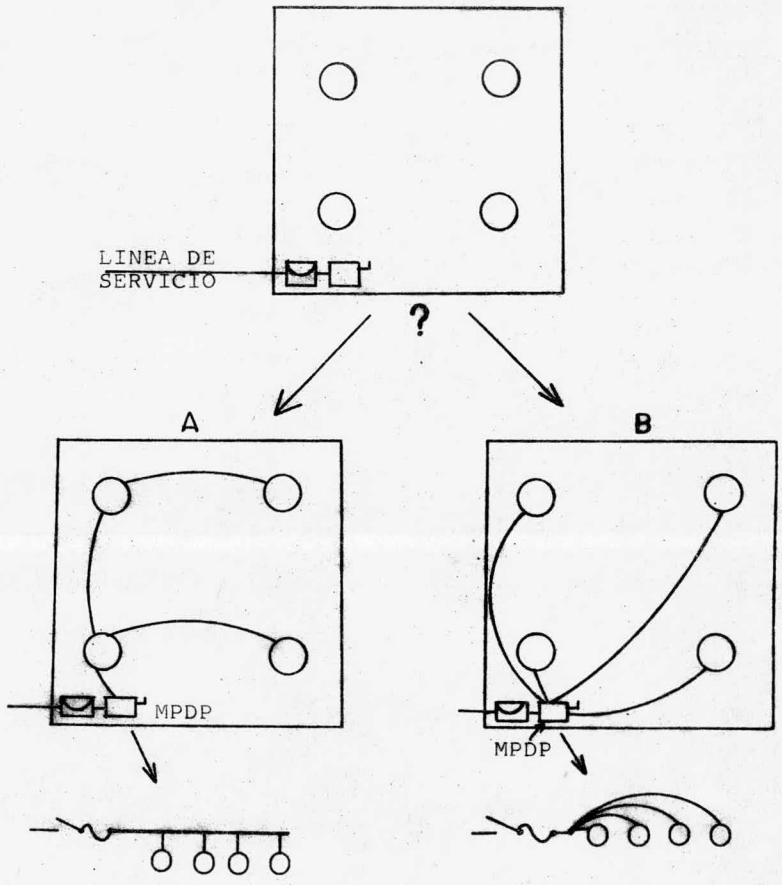


FIGURA 5-1.

En los diagramas mostrados en la figura 5-2, nos muestran las opciones para alimentar a dichas cargas.

La solución aparente al problema sería cualquiera de las opciones A ó B. Pero como se ilustra posteriormente, ninguna de las dos opciones es idónea. La solución a dicho problema es mostrado en la figura 5-3, la cuál nos proporciona un sistema de distribución seguro, flexible, confiable y eficiente.

Para la figura 5-2, en caso de falla en cualquier carga, las posibilidades de operación de las cargas restantes son nulas, por lo que ninguna opción reúne las características de las instalaciones eléctricas.



MPDP- MEDIO PRINCIPAL DE PROTECCION.

FIGURA 5-2.

SOLUCION

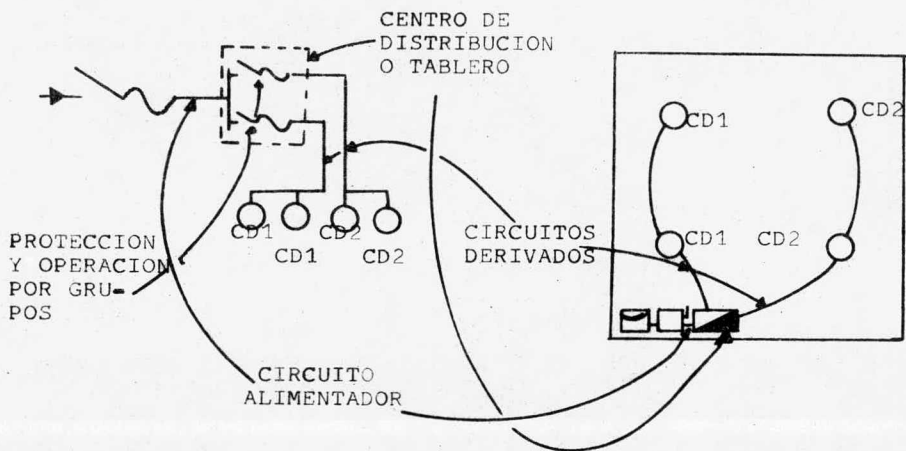


FIGURA 5-3.

Cuando la carga es considerable, se tiene la necesidad de incluir un tablero general de distribución.

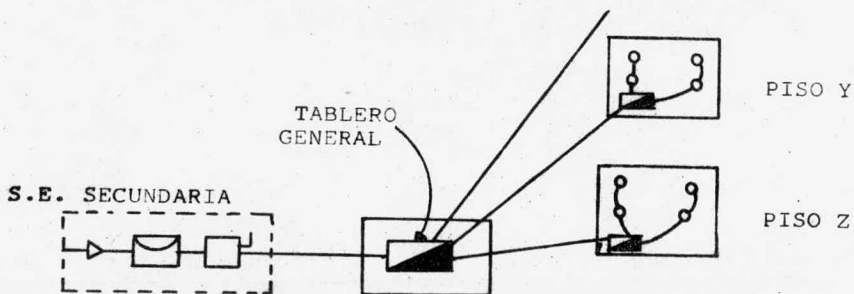


FIGURA 5-4.

Por ejemplo, para un edificio con subestaciones compactas, el diagrama de distribución puede tener el arreglo de la figura 5-4.

Al igual que los circuitos alimentadores y de los circuitos derivados, en un diagrama de distribución para un tipo de edificio, existen también los circuitos sub-alimentadores.

Estos circuitos son un conjunto de conductores y demás elementos de un circuito, que se sitúan entre el tablero general y los tableros subgenerales. Estos se describen visualmente en la figura 5-5.

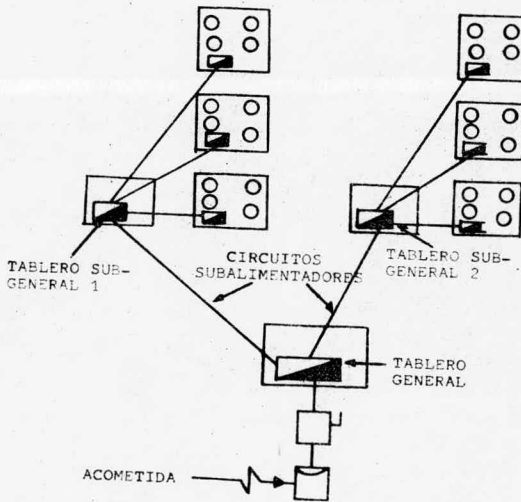


FIGURA 5-5.
CIRCUITOS SUB-ALIMENTADORES.

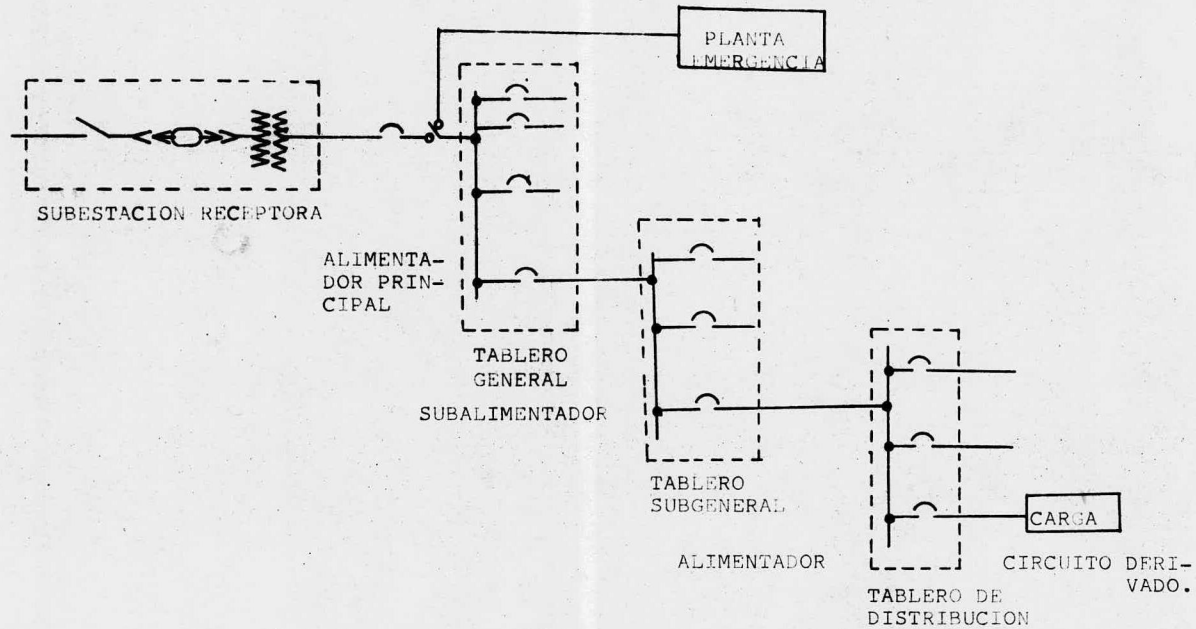


FIGURA 5-5(a).
DIAGRAMA DE DISTRIBUCION TIPICO.

5.2 CIRCUITOS DERIVADOS.

Como lo vimos anteriormente, un circuito derivado es un conjunto de conductores y demás elementos que se extienden desde los últimos dispositivos de protección contra sobrecorriente en donde termina el circuito alimentador, hasta la salida de las cargas, observar la figura 5-6.

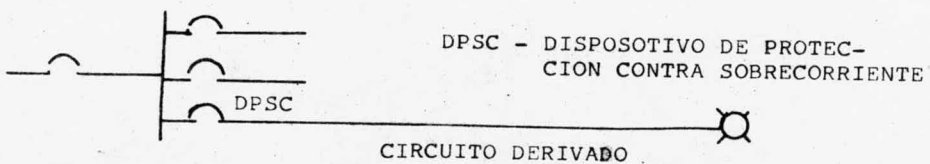


FIGURA 5-6.
CIRCUITO DERIVADO.

Pero debemos considerar las excepciones de la figura 5-6(a).

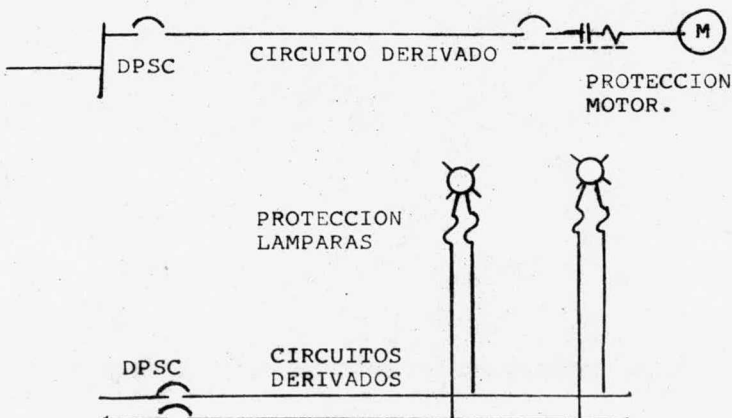
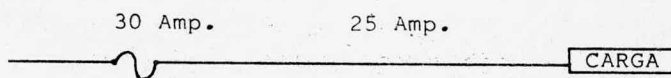


FIGURA 5-6(a).

5.2.1 Clasificación de los circuitos derivados.

Los circuitos derivados se clasifican de acuerdo con la capacidad o ajuste de su dispositivo de protección contra sobrecorriente; el cuál determina la capacidad nominal del circuito, ver el siguiente ejemplo.

EJEMPLO :



Conductores con 40 Amperes de corriente permisible.

LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO DERIVADO ES :
CAPACIDAD = 30 AMP.

La clasificación de los circuitos derivados está en función directa de la capacidad comercial de los dispositivos de protección ; 15, 20, 30, 40 y 50 Amperes.

5.2.2 Limitaciones de los circuitos derivados (NTIE-202-5).

a) La tensión de los circuitos derivados de uso general no debe ser mayor de 150 volts a tierra.

Excepciones:

Edificios comerciales e industriales, hasta 200 volts a tierra siempre que :

- 1) Que cuente con personal idóneo para el mantenimiento.
- 2) Que tenga únicamente carga de alumbrado.
- 3) Que tengan altura de montaje, las luminarias, no menor de 2.40 metros, además, que no tengan apagador integrado.
- 4) Portalámparas tipo "mogul" .

La ventaja de usar 220 volts en vez de 127 volts es que el consumo de corriente disminuye casi un 50% .

b) En cargas-habitación, hoteles y locales similares, la tensión para lámparas, contactos y aparatos domésticos menores de 1,300 watts, no debe ser mayor de 150 volts a tierra.

5.2.3 Caída de tensión.

La caída de tensión hasta la salida más lejana del circuito derivado no debe exceder del 3 % . Por otra parte, la caída de tensión total en el conjunto del circuito alimentador y del circuito derivado no debe exceder del 5 %.

5.3 INSTALACION ELECTRICA A MOTORES.

En la instalación eléctrica de motores, intervienen principalmente los elementos que se indican en la figura 5-7.

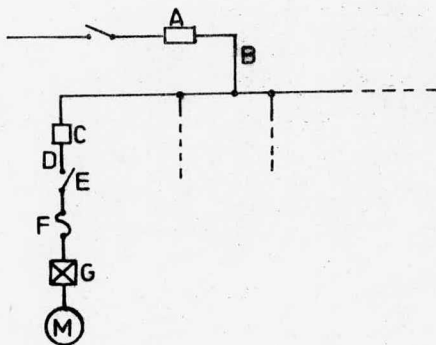


FIGURA 5-7.
INSTALACION ELECTRICA PARA MOTORES.

Los tipos de motores que son instalados, en éstos tipos de edificios son para los de servicios de aire acondicionado, bombeo de aguas y elevadores ó escaleras eléctricas.

Para describir todos los elementos de la instalación de un motor es conveniente tomar los siguientes conceptos :

5.3.1 Corriente Nominal.

Es la corriente que demanda el motor cuando está trabajando a plena carga (potencia nominal).

5.3.2 Corriente de Arranque.

Es la corriente que demanda el motor cuando se pone en operación, y su valor es considerablemente mayor que la corriente nominal, y depende de la reactancia inductiva (X_L).

5.3.3 Protección del Alimentador (A).

La protección del alimentador tiene por objeto, proteger al conductor contra sobrecargas, ya sea por medio de fusibles ó interruptores automáticos.

Se debe calcular para una corriente que tome en cuenta la corriente de arranque del motor mayor más la suma de las corrientes nominales de los demás motores :

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

donde:

I = Corriente para seleccionar la protección del alimentador.

I_{pc} = Corriente a plena carga de motores (corriente nominal).

5.3.4 Alimentador (B).

El alimentador es un conductor que alimenta a un grupo de motores eléctricos y su calibre se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula :

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

5.3.5 Circuitos Derivados (D).

Estos conductores se calculan para una sobrecarga del 25 % , de manera que el calibre del circuito derivado se calcula con una corriente :

$$I = 1.25 I_{\text{pc}} \quad ; \quad I - \text{Corriente del circuito derivado,} \\ I_{\text{pc}} - \text{Corriente a plena carga.}$$

5.3.6 Protección del Circuito Derivado (C).

Dicha protección se efectúa por medio de fusibles y se debe calcular para una corriente de arranque ó una corriente de cortocircuito. El objeto de ésta protección es proteger al conductor, no al motor y debe permitir el arranque del motor sin que se abra el circuito. Se selecciona de acuerdo con las tablas proporcionadas por los fabricantes de éstos dispositivos.

5.3.7 Desconectador (E).

El desconectador 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 desconectador consiste de un interruptor de navajas que debe soportar una corriente mínima de :

$$I = 1.15 I_{pc}$$

5.3.8 Protección del Motor (F).

La protección del motor tiene por objeto proteger al motor contra sobrecargas, para evitar que éste se sobrecaliente, permitiéndose al motor solamente una sobrecarga del 25% de manera que la protección se seleccione con la siguiente corriente:

$$I = 1.25 I_{pc}$$

El efecto de una sobrecarga, es una elevación de temperatura en el devanado del motor, figura 5-8, mientras mayor sea la sobrecarga, más rápidamente se incrementará la temperatura a un punto tal que dañe los aislamientos y la lubricación del motor. Una relación inversa, por lo tanto, existe entre corriente y tiempo. Mientras mayor sea la corriente mas corto será el tiempo

en que el motor se dañe ó quemé.

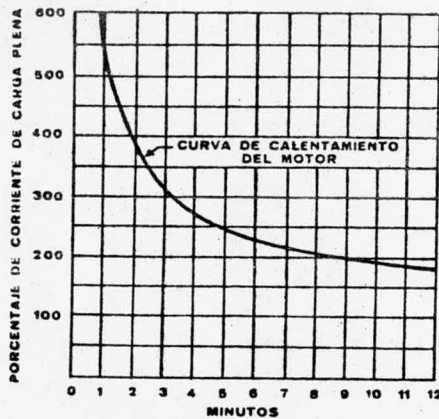


FIGURA 5-8.

CURVA DE CALENTAMIENTO DEL MOTOR.

La protección contra sobrecarga para los tipos de motores utilizados en éstos edificios, son variados y depende del Ingeniero Electricista, la elección adecuada del dispositivo.

Entre los dispositivos de protección para éste objetivo, se encuentran los relevadores de sobrecarga, los relevadores térmicos de sobrecarga de aleación fusible y bimetálicos, etc.

La protección contra cortocircuito o fallas a tierra de circuitos derivados para un solo motor, no debe exceder de los siguientes valores :

- a) En el caso de fusibles sin retardo de tiempo ó de interruptores automáticos del tipo de tiempo inverso, su capacidad o ajuste no debe ser mayor del 400% de la corriente nominal a plena carga.

- b) En caso de fusibles con retardo de tiempo, su capacidad no debe ser mayor del 225% de la misma.
- c) En caso de interruptores automáticos del tipo de disparo automático instantáneo, su ajuste no debe ser mayor del 1,300% de la corriente a plena carga.

5.3.9 Control del Motor (G).

Sobre éste aspecto, podemos hablar tan amplia y sobradamente como se quiera, pero nuestro objetivo, se limita a mencionar únicamente al tipo de control utilizado por los motores de ventilación y bombeo, ya que el tipo de control para los elevadores, se expresa en el capítulo 6.

El trabajo fundamental de un controlador, es el de arrancar, parar, dar protección contra sobrecarga, contra sobrecorriente, - movimientos reversibles, cambios de velocidad, pulsaciones, in versión rápida, control de secuencia, indicador de lámpara piloto, etc.

Un controlador puede ser utilizado para controlar un motor o un grupo de motores, éstos pueden ser simples o complejos, dependiendo en función directa del tipo de edificio.

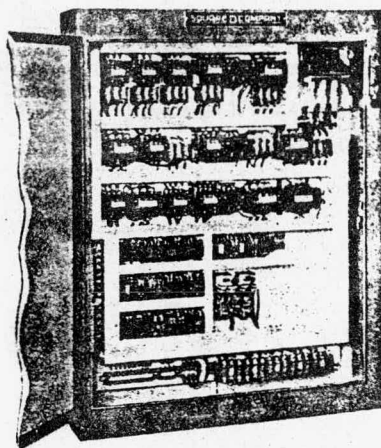


FIGURA 5-9

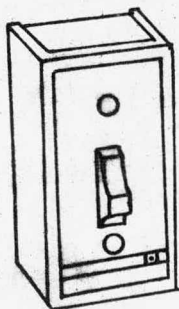


FIGURA 5-10.

5.4 INSTALACIONES ELECTRICAS EN CONDOMINIO.

5.4.1 Diagramas Unifilares Típicos.

Concentración de interruptores y medidores :

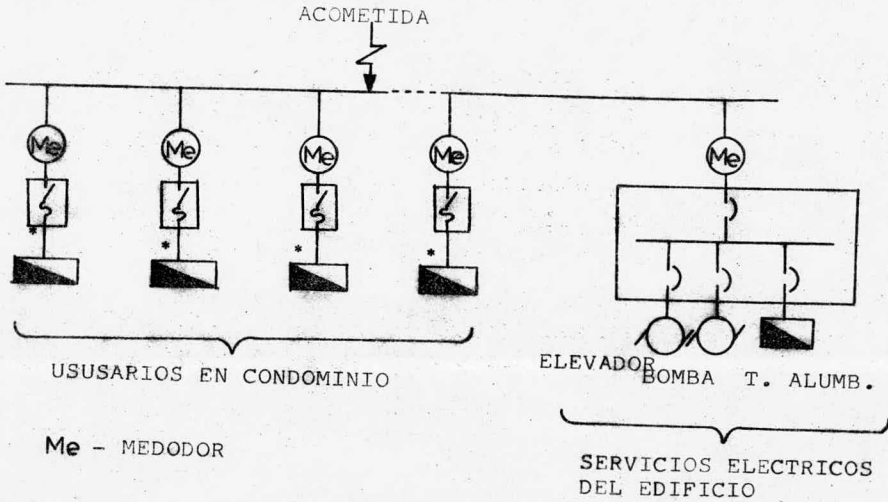
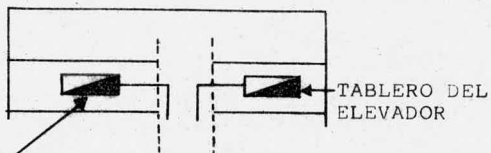


FIGURA 5-11.

Los conductores de cada usuario (marcados con el asterísco *), deben ir en canalizaciones independientes (tubos ó ductos diferentes).

Los conductores de los servicios del edificio pueden ir en las mismas canalizaciones.

SI LA CANALIZACION ES DE TUBO PLASTICO Y VA EMBEBIDA EN CONCRETO, SE USARA LA TUBERIA DE P.V.C.

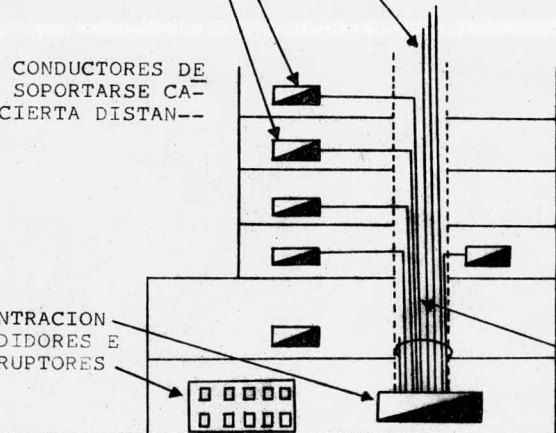


TABLEROS DE CADA UNO DE LOS USUARIOS

NO DEBEN UTILIZARSE LAS CANALIZACIONES A TRAVES DE LOS CUBOS VERTICALES DE LOS ELEVADORES

LOS CONDUCTORES DEBEN SOPORTARSE CADA CIERTA DISTANCIA

CONCENTRACION DE MEDIDORES E INTERRUPTORES



NOTESE UNA CANALIZACION PARA CADA USUARIO Y UNA PARA LOS SERVICIOS

ACOMETIDA

FIGURA 5-12.

5.5 CALCULO DE CONDUCTORES.

5.5.1 Por Capacidad de Conducción.

$$I_{\text{nominal}} = \frac{\text{Carga}}{\text{Tensión}}$$

Con el valor resultante de la fórmula anterior, se localiza en las tablas apropiadas de capacidades de corriente de los conductores y se selecciona el calibre correspondiente.

Se afecta a la corriente nominal por los factores de corrección por temperatura y corrección por agrupamiento, éstos datos los proporcionan los fabricantes de conductores eléctricos, y dependen de las condiciones ambientales de operación y del tipo de canalización empleada.

Debido a los factores mencionados anteriormente, la capacidad de conducción disminuye ligeramente.

5.5.2 Por Caída de Tensión.

Sabemos que la caída de tensión máxima permisible en un circuito derivado es menor ó igual del 3% (NTIE-202-6).

Se puede demostrar fácilmente que:

Para un sistema monofásico a dos hilos:

$$S = \frac{4 L I_n}{E_n e\%} \quad ; \quad \text{donde :} \quad \begin{array}{l} E_n = \text{Tensión del circuito,} \\ S = \text{Es la sección transversal del conductor,} \end{array}$$

L = Longitud del conductor ; In = Corriente nominal.

Sistema monofásico a 3 hilos.

$$S = \frac{2 L I_n}{E_n e\%}$$

Como se trata de un sistema que en la realidad es difícil de balancear al 100%, en un momento dado, el neutro trabaja como fase ó hilo de corriente, transportando 1.4142 veces la corriente efi cáz por fase. Por lo anterior, es recomendable que cuando se tra**ba**jen dos fases con neutro común, al neutro se le considere ma**yo**r área transversal que a los hilos de corriente, por lo menos en un calibre más.

Sistema trifásico a 3 ó 4 hilos.

$$S = \frac{2 L i_n}{E_n e\%}$$

Dependiéndo de la sección transversal (S); será el calibre a utilizar, localizándolo en las tablas de los fabricantes de conductores.

El razonamiento anterior es válido, tanto para circuitos derivados como para circuitos alimentadores, con una consideración ex tra para los últimos. La cuál incluye la estimación de demanda máxima.

CONCLUSIÓN:

Debemos seleccionar al conductor que cumpla con los dos criterios anteriores.

El cálculo del conductor neutro debe soportar la corriente máxima de desbalance, que es igual a la corriente de fase más carga, en sistemas trifásicos con desplazamiento angular de 120 grados.

La protección contra sobrecorriente está de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores, por ejemplo, si el calibre #6 AWG (TW), soporta 56 Amperes, la protección de 50 amperes ó menor, es adecuada para éste caso y depende obviamente de la carga.

Las canalizaciones en donde se alojan los conductores alimentadores, deben ser independientes (para usuarios en un mismo edificio).

Existen en la actualidad, un elevado número de tipos diferentes de cables, cada uno con su aplicación idónea, para la instalación eléctrica en baja tensión, se recomienda, emplear los cables deslizantes y resistentes a la propagación de incendios, humedad, calor, aceites, etc., con el objeto de proteger a las personas y propiedades tales como ; edificios públicos, hoteles, almacenes, condominios, oficinas, etc.

Depende del ingeniero proyectista, el tipo de conductor a emplear, guiado por sus conocimientos y experiencia.

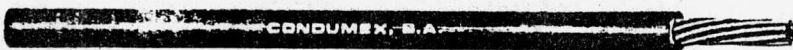


FIGURA 5-13.
CABLE VINANEL ANTILLAMA 90 (THW).

CALIBRE	CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE AMPERES (1)					NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES ADMISIBLES EN TUBERIA CONDUIT (2)										FACTORES DE CAIDA DE TENSION UNITARIA MILI Volts./Ampere-Metro (3)					
																Monofásico		Bifásico		Trifásico	
	DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO mm (in)					instalación		instalación		instalación		instalación		instalación							
	75°C		90°C		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	Metálica	No Metálica	Metálica	No Metálica	Metálica	No Metálica	
Conduit	Aire libre	Conduit	Aire libre	(1/2")	(3/8")	(1")	(1 1/4")	(1 1/2")	(2")	(2 1/2")	(3")	(3 1/2")	(4")								
14	15	20	25	30	8	14	22	39	54					21.54	21.54	10.77	10.77	18.65	18.65		
12	20	25	30	40	6	11	17	30	41	68				13.56	13.56	6.78	6.78	11.74	11.74		
10	30	40	40	55	4	8	13	23	32	52				8.52	8.52	4.26	4.26	7.38	7.38		
8	45	65	50	70	2	4	7	13	17	28	40			5.36	5.36	2.68	2.68	4.64	4.64		
6	65	95	70	100	1	2	4	7	10	16	23	36	48	3.37	3.37	1.69	1.69	2.92	2.92		
4	85	125	90	135	1	1	3	5	7	12	17	27	36	2.12	2.12	1.06	1.06	1.84	1.84		
2	115	170	120	180	1	1	2	4	5	9	13	20	27	1.35	1.33	0.68	0.67	1.18	1.16		
1/0	150	230	155	245	—	1	1	2	3	5	8	12	16	0.86	0.84	0.43	0.42	0.74	0.73		
2/0	175	265	185	285	—	1	1	1	3	5	7	10	14	0.68	0.67	0.31	0.34	0.59	0.59		
3/0	200	310	210	330	—	1	1	1	2	4	6	9	12	0.55	0.53	0.28	0.27	0.48	0.47		
4/0	230	360	235	385	—	—	1	1	1	3	5	7	10	0.44	0.42	0.22	0.21	0.38	0.36		
250	255	405	270	425	—	—	1	1	1	2	4	6	8	0.38	0.36	0.19	0.18	0.33	0.31		
300	285	445	300	480	—	—	—	1	1	2	3	5	7	0.32	0.30	0.16	0.15	0.28	0.26		
350	310	505	325	530	—	—	—	1	1	1	2	4	6	0.27	0.26	0.14	0.13	0.24	0.23		
400	335	545	360	575	—	—	—	1	1	1	2	4	5	0.24	0.22	0.12	0.11	0.21	0.19		
500	380	620	405	660	—	—	—	1	1	1	1	3	4	0.20	0.18	0.10	0.09	0.17	0.16		
600	420	690	455	740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.17	0.15	0.09	0.08	0.16	0.14		
750	475	785	500	845	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.14	0.12	0.07	0.06	0.12	0.10		
1000	545	935	585	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.12	0.09	0.06	0.05	0.10	0.09		

- (1) Basados en una temperatura ambiente de 30°C y temperatura en el conductor de 75°C y 90°C. Valores válidos para agrupamiento de 1 a 3 conductores, para 4 o más, consulte los factores de corrección.
- (2) Cuando los conductores de circuitos de corriente alterna se alojen en tuberías metálicas o cuando dichos conductores que transporten más de 50 o pasen a través de una placa metálica, se deben colocar agrupando los conductores activos y el neutro, esto con el fin de limitar calentamientos excesivos por el efecto de inducción.
- (3) Para encontrar su caída de tensión en volts., multiplique su factor de caída por la longitud y por los amperes del circuito, el resultado divídalo entre mil.

FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO

NUMERO DE CONDUCTORES	MULTIPLIQUE LA CORRIENTE X
4 a 6	0.8
7 a 24	0.7
25 a 42	0.6
Más de 42	0.5

FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

TEMPERATURA AMBIENTE C	TEMPERATURA MAXIMA PERMISIBLE EN EL AISLAMIENTO C	
	75°C	
	75°C	90°C
31-40	0.88	0.90
41-45	0.82	0.85
46-50	0.75	0.80
51-55	0.67	0.74
56-60	0.58	0.67
61-70	0.35	0.52
71-80		0.30

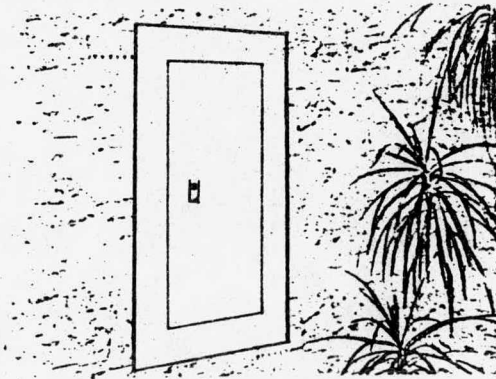
TABLA 5-1. PARA SELECCION DE CALIBRE DE CONDUCTORES.

5.6 TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS.

Definición: Un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos, es aquel que tiene más del 10% de sus elementos de protección contrasobrecorriente calibrados a 30 amperes ó menos y está dotado de barras para conexión al neutro.

Sus objetivos son:

- * Distribuir la energía eléctrica por grupos o zonas de utilización, derivando de él los circuitos.
- * Proteger a los circuitos derivados.
- * Centro de operación de los circuitos derivados.



Tablero de distribución con montaje que armoniza con -- cualquier decoración.

FIGURA 5-14.

5.6.1 Normas Generales para la Selección de un Tablero de Circuitos Derivados.

1. No más de 42 circuitos derivados monopolares en un solo tablero.
2. La mayor distancia permitida para los conductores, entre el tablero y la primer salida, es de 30 metros.
3. Los tableros deberán instalarse tan cerca como sea posible a su centro de carga.
4. Los tableros deben instalarse en lugares de fácil acceso.
5. Para interrumpir un circuito desde su tablero, deberá usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles ó un interruptor termomagnético.
6. Para la localización de tableros, deberá considerarse la menor longitud posible de su alimentador y el mínimo de curvas en su recorrido.
7. La capacidad de corriente mínima de las barras alimentadoras de los tableros, debe ser igual o mayor a la mínima requerida por los cables alimentadores para abastecer la carga.
8. Un tablero para alumbrado y aparatos alimentado con una línea protegida a más de 200 amperes, debe contar en su alimentación con protección contra sobrecorriente, con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder de 200 amperes.
9. En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyéndolo hoteles, se recomienda instalar por lo menos, un

tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.

10. Una vez seleccionados los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de tableros, deberá consignarse en planos y en una tabla que indique designación de cada tablero, localización, número y capaci--dad de los circuitos derivados, su carga conectada, tipo y -capacidad de los elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.

5.6.2 Objetivos de los tableros.

Los tableros de distribución tienen tres objetivos:

- 1) Distribuir la energía a los circuitos derivados.
- 2) Proteger las líneas de los circuitos derivados.
- 3) Este tercer objetivo, sobre todo en instalaciones de lugares públicos es el control de la instalación eléctrica.

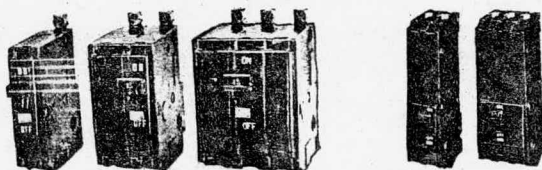
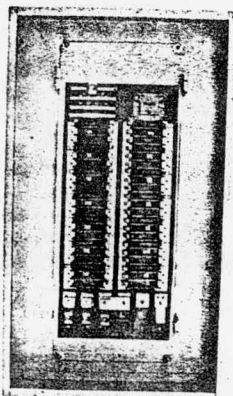


FIGURA 5-15. Interior de un tablero de distribución con sus correspondientes dispositivos de protección.

5.7 DISTRIBUCION PREFERENCIAL.

En un edificio de magnitud e importancia considerable, se debe prever la ausencia de energía por fallas en el sistema de distribución de la compañía suministradora en el edificio mismo.

Tal prevención puede solucionarse con un sistema de emergencia - que alimente a las cargas imprescindibles, tales como alumbrado, equipos de comunicaciones y sonido, bombeo, etc.

El equipo de emergencia, para edificios con esquema de distribución con una sola entrada de servicio (esquema radial, esquemas primario ó secundario selectivos), normalmente, se trata de un grupo moto-generador, que entrará en funcionamiento unos segundos después de la ausencia de energía normal (descrito más ampliamente en el capítulo 7).

Cuando se trata de edificios con esquemas de distribución con dos ó más entradas de servicio, el equipo de emergencia, si así se le puede llamar, es un equipo que es básicamente un "basculador eléctrico" que proporciona siempre una alimentación en baja tensión preferencial a las cargas críticas.

Normalmente éste equipo alimenta a los tableros preferenciales mediante una línea de servicio, la cuál si falla, mediante un equipo de transferencia de energía en baja tensión, el equipo automáticamente se engancha a la otra línea de servicio mediante un conjunto de dispositivos eléctricos agrupados para obtener este fin.

Estos equipos de transferencia tienen un extenso uso en edificios institucionales, hospitales, centros comerciales importantes, etc.

El equipo de transferencia está conectado normalmente entre dos subestaciones secundarias, para obtener el ansiado fin.

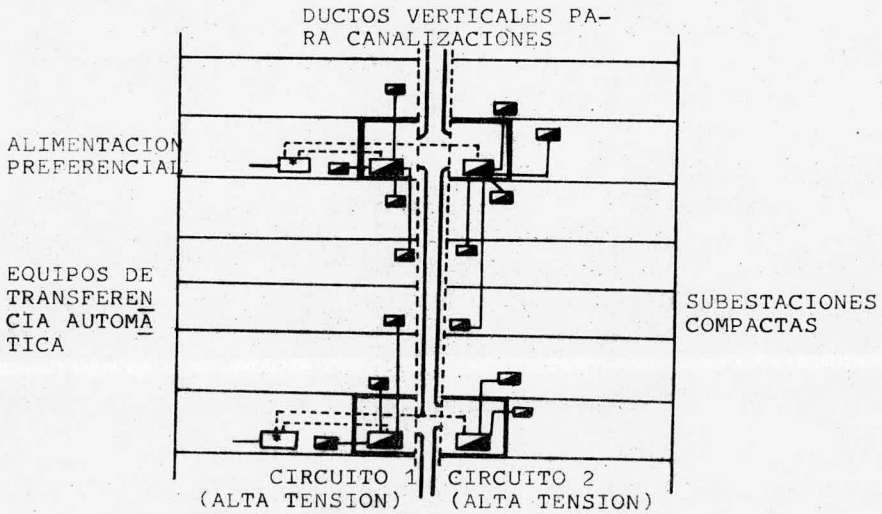


FIGURA 5-16. DISTRIBUCION TIPICA DE ALIMENTACION PREFERENCIAL EN EDIFICIOS.

Como se aprecia en la figura 5-16, las subestaciones secundarias se alimentan con alta tensión, con dos circuitos de entrada diferentes, cada subestación alimentará normalmente a 5 niveles por cada lado, el equipo de transferencia alimentará a las cargas críticas de tales niveles por ambos lados.

CAPITULO 6

ALUMBRADO Y FUERZA

INTRODUCCION.

El alumbrado es esencial para la operación de todos los edificios. Para el dueño del edificio, el alumbrado bien planeado incrementa el valor ó renta de la propiedad. Para los arrendatarios, el espacio bien iluminado realza el prestigio y permite a los empleados trabajar más eficientemente.

En la mayoría de los edificios comerciales, el sistema de alumbrado es diseñado para proporcionar toda la iluminación deseada. En la tabla 6-3, muestra los niveles de alumbrado recomendados por la Illuminating Engineering Society (IES) para áreas específicas. La iluminación extra proporcionada por la luz natural es bienvenida sí la brillantez en la ventana es controlada perfectamente.

Cuando el alumbrado es aplicado en áreas donde las labores visuales son perentorias, por ejemplo un escritorio de oficinas, el equipo de alumbrado deberá ser seleccionado de tal manera que asegure que la brillantez de las luminarias, individuales ó en conjunto, no cause molestias. El ingeniero que diseñe el alumbrado, deberá trabajar coordinadamente con el arquitecto para conocer la reflectancia de las superficies de trabajo finales. En general, éstas pueden ser de colores pastel con acabado mate para evitar distracciones y contrastes indeseables en locales donde la visibilidad sea crítica.

6.1 TERMINOLOGIA DEL ALUMBRADO.

Varios de los términos utilizados en el alumbrado son únicos. A continuación se dan definiciones y ejemplos simples para los anteriores. Para conocer las definiciones clásicas, puede consultarse el manual de alumbrado de la IES.

6.1.1 Lumen.

Es frecuentemente considerada como la unidad de cantidad de luz. Actualmente es una relación de flujo de luz en el tiempo, análogo a los amperes en la corriente eléctrica.

Las fuentes de luz son clasificadas de acuerdo a su emisión de lumenes. Una lámpara de filamento de 100 watts emite alrededor de 1,700 lumenes. Los lumenes por watt, para una fuente de luz, es una medida de su eficiencia.

6.1.2 Lux.

Es la principal unidad de iluminación en este País. Expresa la densidad promedio de luz por unidad de área, un lux es igual a un lumen por metro cuadrado, análogamente con el sistema Inglés, recibe el nombre de Footcandle, de distribución uniforme. Los valores de iluminación adecuados ó recomendados, se expresan en luxes ó footcandles.

6.1.3 Factor de Reflexión.

El factor de reflexión de una superficie, es la relación de luz reflejada con la luz incidente en una superficie.

La reflectancia de una pared u otra superficie puede medirse con un luxómetro. La luz incidente en la superficie se mide directamente. Luego el medidor se coloca de tal forma que la fotocelda esté colocada a unos 5 centímetros de la superficie en cuestión. La segunda lectura dividida por la primera, es aproximadamente, el factor de reflexión de la superficie.

6.1.4 Lambert ó Stilb.

Es la unidad de brillantez de una fuente de luz ó una superficie que la refleje. La brillantez de un lambert, corresponde a la -- cantidad de luz (lúmenes) en un metro cuadrado emitida ó refleja da por una fuente difundida perfectamente. La brillantez puede expresarse con la siguiente fórmula:

$$\text{Lamberts} = \text{Cantidad de luxes} \times \text{Factor de reflexión}$$

Los ingenieros especializados en iluminación, casi siempre consideran la brillantez de la luminaria, del local y de la superfi cie de trabajo, porque de sus efectos, dependen la visibilidad y el confort visual.

6.1.5 Luminaria.

Una luminaria es una unidad de alumbrado completa, icluye: lám- +
paras, reflectores; persianas ó difusores, bastodor y soportes. +
Este término es usado para designar a un artículo de alumbrado completamente equipado.

6.2 METODO DE LOS LUMENES.

Para utilizar éste método en la resolución de un problema de alumbrado, deberá seguirse la siguiente secuencia:

6.2.1 Determinar el nivel requerido de iluminación.

De acuerdo a las tablas existentes, deberá determinarse el nivel de iluminación mínimo para el trabajo específico que se vaya a realizar.

6.2.2 Seleccionar el sistema de alumbrado y las luminarias.

Los sistemas de alumbrado se clasifican de la siguiente manera:

- * Directo.
- * Semidirecto.
- * General difuso.
- * Semiindirecto.
- * Indirecto.

Por lo general, las oficinas quedan mejor iluminadas, utilizándose, ya sea un sistema indirecto, un semiindirecto ó un general difuso. En la industria en general, se utiliza el sistema directo ó semi-directo y las áreas pueden usar cualquier tipo de alumbrado ó combinación de sistemas.

La instalación del mejor sistema dependerá de las tareas visuales a realizar y de las características del área por iluminar.

6.2.3. Determinar el coeficiente de utilización.

El coeficiente de utilización es la relación del flujo luminoso que llega al plano de trabajo sobre el total del flujo generado por las lámparas. Es un factor que tiene en cuenta la eficiencia y distribución de las luminarias, su altura de montaje, las dimensiones del local y la reflexión de las paredes, techos y suelos.

Los locales se clasifican con relación a su forma en diez grupos cada uno de los cuales es identificado con una letra conocida bajo el nombre de índice del local.

Los índices del local para una amplia gama de dimensiones se proporcionan en las tablas que se anexan.

La clasificación de los índices del local están basados en las relaciones entre las dimensiones de las habitaciones que se calculan de la forma siguiente:

Para luminarias directas, semi-directas, directa indirectas y general difusas:

$$RL = \frac{AL}{H(ATL)}$$

Para luminarias semi-indirectas e indirectas :

$$RL = \frac{3AL}{2H(ATL)}$$

Donde:

RL.- Relación del Local.

A .- Ancho del local

L .- Largo del local.

H .- Altura del techo sobre el plano de trabajo.

Cada índice del local representa un valor de la relación del local; y las tablas de coeficiente de utilización se basan en el valor en el punto central de cada una de estas relaciones.

Tabla 6.2.3.1
Valor de las relaciones del local.

Índice del local.	Relación del local.	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	0.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

La tabla del coeficiente de utilización aplicable a una luminaria determinada se seleccionara entre las que se anexan, sobre la base de similitud de distribución de flujo luminoso y de eficiencia. - el coeficiente de utilización puede determinarse por el índice del local y por la reflectancia adecuada en las superficies de la habitación.

Las reflexiones recomendadas, en por ciento, se anotan en la siguiente tabla.

Tabla 6.2.3.2
Reflexiones recomendadas en %

Superficie	Oficinas	Plantas Indust.	Escuelas	Residencias	Hospitales
Techo	80-92	80-90	70.90	60-90	80-92
Paredes	40-60	40-60	40-60	35-60	40-60
Piso	21-39	Min.20	30-50	15-35	20-40

6.2.4 Estimar el factor de conservación .

El funcionamiento de cualquier sistema de alumbrado hay tres elementos de conservación que son variables y que afectan a la cantidad de luz obtenida del sistema:

1.- Pérdida de la emisión luminosa de la lámpara , la emisión luminosa media a lo largo de la vida de la lámpara es del 10% al 25% más-baja que la inicial. el valor de esta disminución depende del tamaño.

2.- Pérdida debida a la acumulación de suciedad sobre la superficie reflectora o transmisora de la luminaria y sobre las propias lámparas.

3.- Pérdida de luz reflejada debida a la acumulación de suciedad - por las paredes y techos.

En las tablas de coeficiente de utilización que se mencionaron con anterioridad, los factores de conservación que se proporcionan para lámparas y luminarias han sido calculados para tres condiciones definidas que son las siguientes:

* Factor de Mantenimiento Bueno.

Cuando las condiciones ambientales son buenas, las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se reponen por el sistema de sustitución en grupos.

* Factor de Mantenimiento Medio.

Cuando existen condiciones ambientales menos limpias, la limpieza de las luminarias no es frecuente y solo se sustituyen las lámparas cuando se funden.

* Factor de Mantenimiento Malo.

Cuando el ambiente es bastante sucio y la instalación tiene una conservación deficiente.

6.2.5 Calcular el Número de Lámparas y Luminarias Requeridas.

El número de lámparas y luminarias pueden calcularse mediante las siguientes expresiones:

$$La = \frac{E \ S}{I \ Cu \ Fc}$$

$$Lu = \frac{La \ K}{LL}$$

Donde:

La - Número de lámparas.
E - Nivel de iluminación en luxes.
S - Superficie en metros cuadrados.
I - Intensidad luminosa en lúmenes.

Cu - Coeficiente de utilización.
Fc - Factor de conservación.
Lu - Número de luminarias.
LL - Lámparas por luminaria.

6.2.6 Determinar el emplazamiento de las luminarias.

El emplazamiento de las luminarias depende en general, de la arquitectura, dimensiones del local, tipo de luminarias, etc.

6.3 METODO DE CAVIDAD POR ZONAS.

En general, el método de cavidad por zonas depende:

- 1) La suposición ó medición de las reflexiones del acabado del techo, pared y piso.
- 2) Sustitución de valores en fórmulas simples, para encontrar las relaciones de cavidad del cuarto.
- 3) Uso de una tabla para encontrar las reflexiones efectivas por cavidad.
- 4) Uso de tablas de fabricantes para encontrar los coeficientes de utilización de las unidades de alumbrado que se vayan a utilizar.
- 5) Sustitución de valores en una fórmula simple para encontrar los luxes (ó el número de unidades de alumbrado).

6.4 CALIDAD DEL ALUMBRADO.

6.4.1 Calidad necesaria.

En las áreas comerciales del edificio, donde la visibilidad es parte importante en la ejecución del trabajo, es necesario proporcionar luz confortable de manera que ésta ayude y no interfiera con la visión. Tales áreas pueden incluir a oficinas, salas de dibujo, etc.

En donde el confort visual es de interés, tales factores como brillantez, la distribución de la luz, su difusión, la reflectancia del local y las superficies de trabajo, son importantes para proporcionar iluminación de buena calidad. Las instalaciones de alumbrado extremadamente deficientes en calidad, son fácilmente reconocibles como deslumbrantes e incómodas. Sin embargo, las deficiencias moderadas no pueden ser fácilmente detectables, aunque el efecto acumulativo de condiciones de leve deslumbramiento, pueden resultar en la pérdida de la eficiencia de la vista y fatiga indebida.

6.4.2 Brillantez Directa.

El brillo directo es normalmente asociado, con una fuente de luz y sus alrededores. Las ventanas que permiten la visión directa del sol, el cielo, nubes, edificios relumbrantes, etc., pueden crear el brillo directo. Los sistemas de sombras ó deflectores, propiamente instalados y ajustados, pueden controlar esta condición.

Los accesorios de alumbrado que son demasiado brillantes para el medio ambiente, pueden también producir brillo directo. Los ojos humanos son también susceptibles al brillo en una zona de la línea de visión, la cuál es pocas veces mayor de 45 grados.

Esto explica la preferencia de luminarias con 40 ó 45 grados de resguardo (shielding) para áreas donde se requiere una buena visión.

Sin embargo, el ángulo de resguardo, por sí mismo, no asegura un bienestar visual.

La amplia área de los sistemas de iluminación con techos luminosos que utilizan difusores de plástico, pueden provocar destellos que sean incómodos, dependiendo del tamaño del local y la brillantez del plástico. En oficinas donde los escritorios pueden ser -- colocados de varias direcciones, es deseable instalar un diseño de rejillas deflectoras para que el resguardo se obtenga en todas direcciones.

6.4.3 Brillo indirecto.

El brillo indirecto es provocado cuando las superficies brillantes reflejan las fuentes de iluminación hacia los ojos.

Frecuentemente los equipos de alumbrado y las superficies de trabajo, pueden ser colocados de tal manera que las reflexiones incómodas sean eliminadas. Las luminarias deben ser colocadas de -- tal manera que la iluminación en un punto cualesquiera, venga desde varias direcciones, de ésta forma, si algunas luminarias ó áreas luminosas están localizadas en posiciones donde produzcan -- brillo indirecto, otras luminarias pueden proporcionar una iluminación favorable que reduzca el efecto. Las luminarias con un componente ascendente de la luz, pueden ayudar a proporcionar la iluminación que minimice el brillo indirecto.

Cuando no es posible tomar las precauciones indicadas, la selección del alumbrado para el espacio será limitado al alumbrado de techos luminosos y al alumbrado directo ó indirecto.

6.4.4 Uniformidad.

Para la mejor utilización del espacio en general, la iluminación deberá distribuirse de manera uniforme. Si la iluminación mínima en dos terceras partes de la iluminación máxima, la uniformidad es considerada como satisfactoria.

La distribución característica de luminarias y su espaciamento es importante para proporcionar un alumbrado uniforme.

Muchos fabricantes recomiendan el máximo espaciamiento para determinada altura de montaje, la cuál no se deberá exceder para sus es pecíficas luminarias.

La distancia entre luminarias fluorescentes y paredes, no debe exceder de la mitad de distancia entre luminarias. Cuando, por ejemplo, los escritorios se localizan junto a la pared, la distancia de la luminaria a la pared no puede exceder de una tercera parte de la distancia entre luminarias.

En algunas áreas comerciales, tales como tiendas, la iluminación uniforme puede no ser el objetivo. A menudo es requerido poner más alumbrado en los espacios de ventas que en los pasillos de atención de valores. Esto puede ser cumplido por las luminarias seleccionadas con el propio número y capacidad de las lámparas y su colocación apropiada para la disposición del espacio.

6.4.5 Sombras.

Las sombras pueden reducir la visibilidad y provocar incomodidad en oficinas o cuartos de dibujo. Las sombras son disminuidas por la llegada de luz de varias direcciones.

El espaciamiento de luminarias, el uso de sistemas de alumbrado con difusores y el empleo de acabados mate de alta reflectancia en las superficies del local atenuarán las sombras.

6.4.6 Acabado del Local.

La reflectancia de las superficies del local es un factor importante en la eficiencia de los sistemas de alumbrado. Para la mejor utilización, el techo deberá ser blanco y el acabado de pisos, paredes y equipo deberán estar dentro de los rangos de reflectancia recomendados por la tabla 6-4.

TABLA 6-4.
REFLECTANCIAS RECOMENDADAS PARA SUPERFICIES DE
OFICINAS.

SUPERFICIE	REFLECTANCIA
Techos	0.80 ± 15%
Paredes	0.50 ± 20%
Mobiliario, Máquinas y Equipo	0.35 ± 25%
Pisos	0.30 ± 30%

6.4.7 Color.

El color es un tema complejo, ya que debe considerarse, tanto física como psicológicamente. Si un espacio es pequeño, puede hacerse que parezca grande y menos concurrido por medio del uso inteligente del color. Si un local está pobremente propor-

cionado, puede hacerse ver menos tosco con el color.

Ciertos colores aparentan ser cálidos, mientras otros son fríos. Algunos colores son más llamativos que otros, el conocimiento, del cuál puede ser útil, lo utiliza la mercadotecnia.

El conocimiento de cuál color podría ser provechoso, ayudaría al Ingeniero en la planeación del sistema de alumbrado.

6.5 LAMPARAS Y BALASTRAS UTILIZADAS EN LOS EDIFICIOS.

Se dispone en la actualidad de una gran variedad de lámparas de filamento, fluorescentes y mercuriales para el alumbrado de edificios comerciales. Las lámparas fluorescentes son usadas generalmente para el alumbrado interior, mientras que las lámparas de mercurio ó sodio, son en ocasiones utilizadas en interiores-comerciales, tales como gimnasios, almacenes, etc.

6.5.1 Costo inicial.

Cuando se consideran los costos iniciales de los equipos e instalaciones, los costos de un sistema de alumbrado de filamentos son menores que los fluorescentes o mercuriales, asumiendo iguales cantidades de suministro de luz.

Las lámparas de filamento son comparativamente baratas, por su tamaño y alta potencia, requieren relativamente unos cuantos - - accesorios de diseño. Las lámparas fluorescentes y mercuriales son fuente de descarga eléctrica, requieren balastras que incorporen un transformador para incrementar el voltaje de encendido.

6.5.2 Eficiencia y gastos de operación.

Las lámparas fluorescentes y mercuriales, son sustancialmente - más eficientes que las lámparas de filamento.

Las lámparas fluorescentes producen alrededor de tres veces más - cantidad de luz por watts de energía consumida, que las lámparas- de filamento de servicio general, las lámparas mercuriales con 2.5 veces más que las lámparas de filamento.

Por lo tanto, para un nivel particular de alumbrado, la carga co- nectada y el costo de energía eléctrica será mucho menor para las lámparas fluorescentes y mercuriales. No obstante el mayor costo- inicial para sistemas de alumbrado fluorescentes o mercuriales, dentro de un período de tiempo posterior, estos sistemas represen- taran una menor inversión total que un sistema comparable de lám- paras de filamento.;

6.5.3 Mantenimiento.

La considerable vida de las lámparas fluorescentes las hacen favo- ritas para la iluminación en el interior de los edificios, ya que reducen la frecuencia de su reemplazo.

Empero, el bajo consumo de energía de las lámparas fluorescentes - induce que se incremente el número total de lámparas de un sistema en adición, las luminarias son mayores y toma más tiempo su limpie- za.

La práctica del reemplazo de grupos y la coordinación de su lim- pieza a menudo reduce los costos de mantenimiento del alumbrado.

Esta práctica de reemplazo total de las lámparas a un mismo - - tiempo después de que han operado la mayor parte de su vida útil, como se dijo anteriormente, provoca una buena economía.

Para muchos sistemas fluorescentes de alumbrado, un periodo común para el reemplazo en grupo es del 80% del valor de la vida de la lámpara.

En este periodo no más del 20% de las lámparas habrán fallado, - pero la frecuencia de lámparas se incrementará agudamente después de alcanzados el 80% del periodo de vida. En este periodo, todas las lámparas serán reemplazadas por lámparas nuevas en todas partes, y las lámparas más limpias, brillantes, con mejor apariencia. Se reservarán para el reemplazo individual de lámparas quemadas - entre los reemplazos de grupo. Los beneficios son obvios, se reducen los costos de mano de obra con el resultante ahorro neto, mayor transmisión de luz, pocas interrupciones de trabajo, mejor apariencia y menor mantenimiento del equipo auxiliar.

En algunas ocasiones, el reemplazo en grupo se efectuará al 70% - de la vida total de la lámpara. Por lo tanto, no más del 10% de las lámparas habrán fallado en este periodo y si la apariencia - no es un factor importante y el nivel de iluminación es el adecuado, las lámparas quemadas pueden permanecer hasta que el programa de reemplazo de grupo tenga lugar.

Con sistemas fluorescentes o mercuriales, la limpieza de lámparas iluminarias, se recomienda ejecutarla periódicamente varias veces - entre los reemplazos en grupo debido a su larga vida, ver figura 6-4, es buena práctica el reemplazo de grupo al mismo tiempo que se programe la limpieza. Si la limpieza periódica no se practica, esto deberá considerarse durante el diseño del sistema de alumbrado y - se usará un factor de mantenimiento bajo que asegure, que la iluminación no decaiga por debajo del nivel deseado.

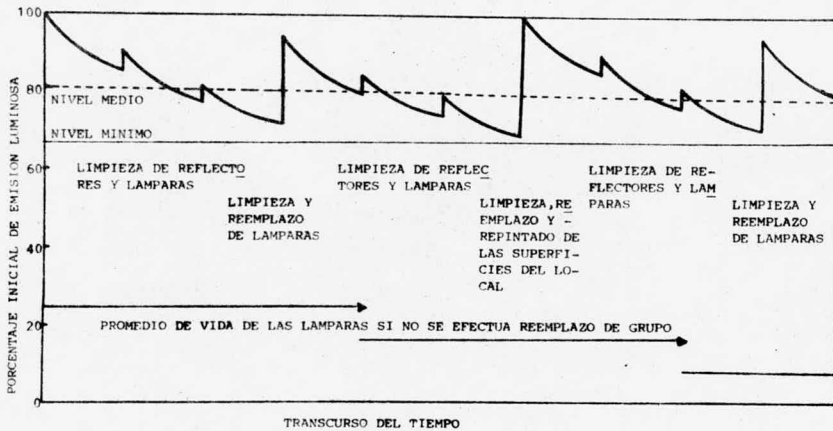


FIGURA 6-4.

La depreciación de la emisión luminosa y la suciedad en lámparas, tipo de unidades, las condiciones ambientales y el uso normal, - de tal forma de la figura anterior ilustra nada más los principios involucrados. La frecuencia de las operaciones de mantenimiento variará, pero el orden de ocurrencia es el mostrado., limpieza de luminarias, reemplazo de lámparas, limpieza y repintado de las superficies del local.

6.5.4 Eficiencia.

Una de las ventajas más importantes de las lámparas fluorescentes es su alta eficiencia. suelen compararse con las lámparas y candentes en éste respecto, pero la potencia de las primeras, deben incluir las pérdidas del balastro para que la comparación resulte exacta. Las lámparas convencionales de 2 espigas tienen eficiencias (sin incluir las pérdidas del balastro) que fluctúan entre 24 y 81 lúmenes por watts, dependiendo del tamaño y color del bulbo. Las lámparas slimline fluctúan entre 48 y 84 lúmenes por watt, las de alta emisión luminica, entre 45 y 75 lúmenes por watt.

6.6 TRANSPORTACION VERTICAL.

6.6.1 Uso.

La transportación vertical es, por supuesto, obligatoria en las estructuras de varios niveles. Los edificios de oficinas, hospitales, hoteles, departamentos, tiendas y muchos otros tipos de edificios, deberán ser adecuadamente proporcionados con elevadores y en ocasiones, escaleras eléctricas.

Debido a la diversidad del problema de transportación, existe una amplia variedad de equipo para satisfacer los variados tipos de demanda de servicio.

Debido a que los elevadores modernos son eléctricos, existe una amplia diversidad en los requerimientos de energía eléctrica - que son necesarios para satisfacer el sistema o equipo particular de elevadores. El grado de refinamiento el control y operación puede, afectar la cantidad de energía utilizada. Sin embargo, los sistemas ó equipos de elevadores, nunca deben seleccionarse solamente en la base de un reducido consumo de energía, /- simplemente por el interés de la economía. Cualquier tipo de -- ahorro es insignificante, comparados con los costos totales de la operación del elevador, mientras que una posible deficiencia en el servicio del elevador, puede dificultar la recuperación de la inversión total del edificio. Obviamente, el bajo consumo de energía eléctrica, reduce la capacidad de los elevadores mermando el buen servicio que deben proporcionar.

6.6.2 Factores de diseño.

No existe una fórmula simple para calcular la instalación de - elevadores. El número de variables involucradas, hace imposible

llegar a alguna regla de manejo que pueda ser usada como norma. el propio diseño para la instalación del elevador, requiere de un completo estudio, no solamente de la maquinaria y el control del elevador, también de probabilidades matemáticas y conducta humana.

Solamente el ingeniero, con amplia experiencia en elevadores - está preparado para recomendar, el número, dimensiones, velocidad, control y operación del elevador que será requerido para manejar el tráfico adecuadamente en cualquier edificio. por otra parte, él está preparado para ver que los elevadores tengan las características necesarias como rapidéz, y eficiencia del servicio, con un particular énfasis en la suavidad de aceleración y parp, la exactitud de la posición de paro y la completa y simple operación para el personal del edificio y el público visitante. La seguridad del equipo y un mantenimiento mínimo, son también factores importantes en el diseño.

6.6.3 Control de los elevadores.

En general, las funciones principales del control de los elevadores son: para conectar el motor propulsor del elevador a la fuente de energía eléctrica. Para determinar la dirección de rotación del motor y consecuentemente, la dirección de la caja del elevador; y para ordenar la aceleración, retardo y paro del elevador en un piso. Tal control también proporcionará cualesquier protección para sobrecorriente para el motor, incluyendo también provisiones de mal manejo.

El término control, no debe ser confundido con el término operación, como lo es en algunas veces. El control es el sistema para la regulación del elevador como se menciono anteriormente. La operación, es la forma de actuación del control de alguna manera predeterminada, de tal manera que el elevador, o elevadores respon

dan de acuerdo con el patrón más apropiado para la demanda de tráfico particular.

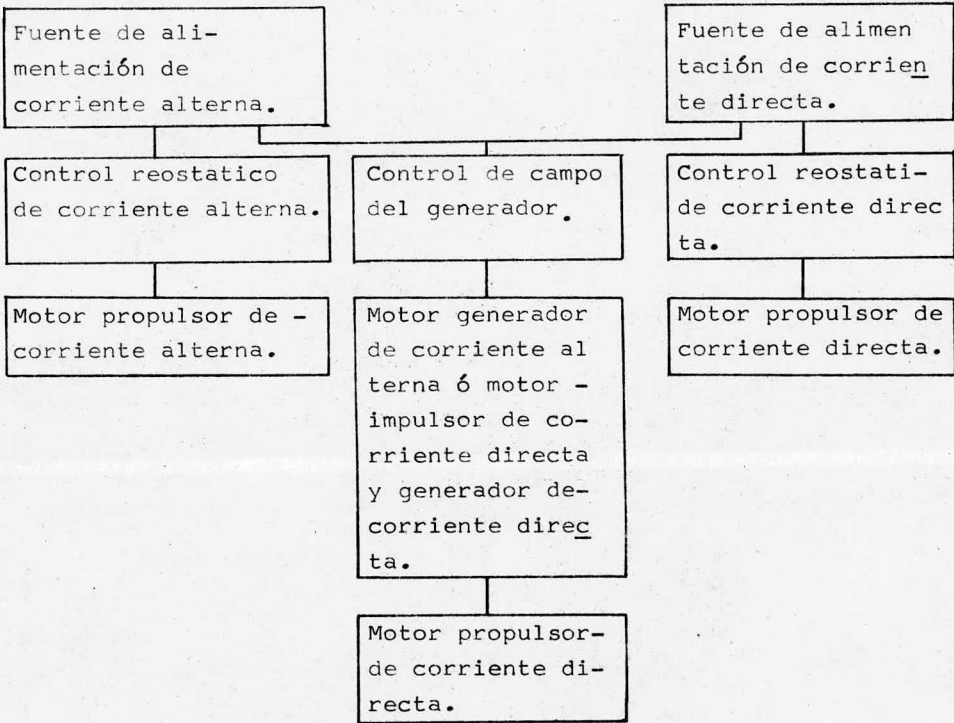


FIGURA 6.6.3.1
SISTEMA BASICO DE CONTROL PARA
ELEVADORES ELECTRICOS .

6.6.4 Sistemas de control.

Existen tres tipos de sistemas de control básicos para elevadores eléctricos:

1. Control Reostático de corriente alterna.
2. Control Reostático de corriente directa.
3. Control del devanado de campo del generador, ya sea alimentado con corriente alterna ó corriente directa.

6.6.4.1 Control Reostático de Corriente Alterna.

El control reostático es usado en máquinas con engranes, cuando la velocidad de la caja del elevador, no es mayor de 150 pies por minuto, y cuando la suavidad máxima de funcionamiento y la precisión de freno en un piso, no son los objetivos.

Este tipo de control involucra a un motor de inducción tipo jaula de ardilla de corriente alterna, de una ó dos velocidades, -- con un tipo de control que proporciona, además de las funciones de control principal, protección contra inversión y falla de fases, y un arrancador a voltaje reducido por medio de resistencias ó reactancias de arranque.

Sí la potencia es limitada (normalmente al rededor de 6 H.P., el motor del elevador puede ser arrancado con voltaje de línea.

Los motores con rotor devanado, son raramente utilizados debido a su elaborada construcción y porque requieren de un equipo de control más complicado que el tipo jaula de ardilla.

6.6.4.2 Control Reostático de Corriente Directa.

En este tipo de control se involucra a un motor de corriente directa, del tipo devanado compuesto, de una ó dos velocidades y un tipo de control que ofrezca, además de las funciones principales de control, arranque a voltaje reducido, y los medios necesarios para utilizar al devanado de campo del motor, en serie sólo durante el periodo de arranque.

El motor por consiguiente, funciona como un motor en derivación, excepto cuando el motor es arrancado; a la vez que el campo serie es empleado para obtener un alto par de arranque.

6.6.4.3. Control del devanado de campo del generador.

Este tipo de control se utiliza sin restricciones, como lo es la velocidad de la caja del elevador. El sistema incluye un arreglo individual de un grupo motor-generador de funcionamiento constante, con un motor de corriente alterna que actúe como impulsor, también éste puede ser de corriente directa, para que el generador suministre un voltaje directo al motor elevador de corriente directa en derivación.

El control del motor del elevador, es obtenido en su mayor parte, por medio del control de la excitación del campo del generador. Esto brinda un funcionamiento suave, puesto que la inductancia del campo del generador, reduce las fluctuaciones de corriente en el devanado de armadura del motor y, consecuentemente no se notan las sacudidas durante las etapas de aceleración y frenado.

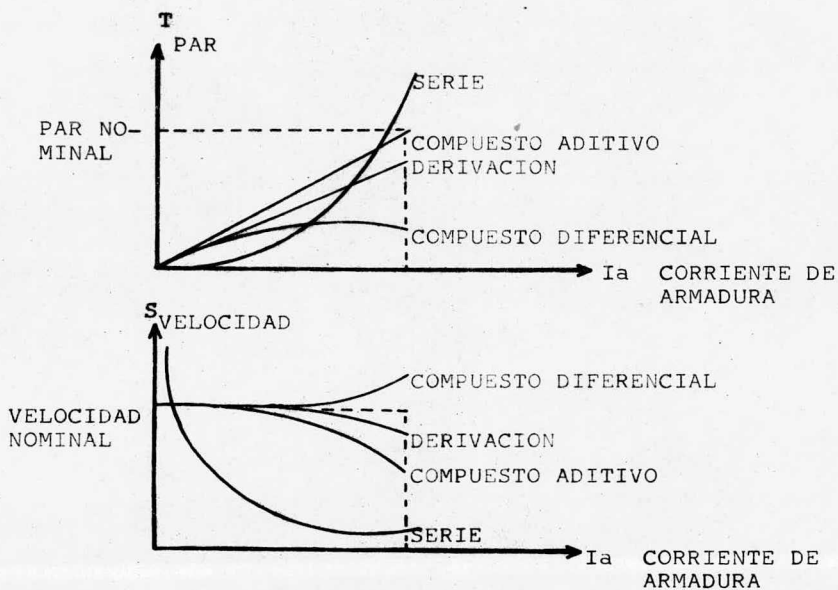


FIGURA 6.6.4.
 CURVAS PAR-CORRIENTE Y VELOCIDAD-CORRIENTE DE MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA.

CONCLUSION.

En vista de lo anterior y debido a la exactitud de frenado de la caja del elevador, el control de campo del generador, es el sistema más popular, particularmente para elevadores de pasajeros. Además de tener un control suave y refinado, permite el uso de unidades de control más pequeñas y económicas; debido a las pequeñas corrientes de campo que se manejan.

Los sistemas de control reostático, son usados en elevadores de carga, teniendo una limitada aplicación en elevadores de pasajeros.

CAPITULO 7

SISTEMAS DE EMERGENCIA.

INTRODUCCION.

El servicio eléctrico de emergencia se requiere cuando se interrumpe el servicio normal de energía eléctrica. Tiene el fin de proporcionar seguridad a los ocupantes del inmueble. El alcance de los servicios de emergencia requeridos depende del tipo de ocupación, duración y frecuencia de las interrupciones.

Los sistemas de emergencia son instalados generalmente, en lugares de reunión pública, donde la iluminación artificial es requerida, tales como edificios sujetos de ocupación por gran número de personas, tales como; edificios para oficinas, centros comerciales, hoteles, hospitales, edificios institucionales, etc. El sistema de emergencia debe proporcionar energía para las funciones principales ó esenciales como alumbrado, ventilación, energía para salas de operaciones en hospitales, bombas contra incendio, elevadores ó escaleras eléctricas, etc, donde la interrupción de corriente produciría serios peligros.

7.1. ALUMBRADO.

Los anuncios de salida y la iluminación necesaria y suficiente - para permitir la salida segura del edificio, será suministradas por una fuente de emergencia. Eso incluye a edificios para oficinas, auditorios, hoteles, centros comerciales, hospitales, etc.

Si las unidades de emergencia no se usan bajo condiciones normales, deberán estar disponibles para ello inmediatamente después de la pérdida del suministro normal. Si el alumbrado de emergencia está normalmente en servicio y abastecido por la alimentación normal, las provisiones deberán ser hechas para la transferencia automática e instantánea para la fuente de emergencia cuando el suministro normal de energía falle.

Se debe proporcionar iluminación suficiente en escaleras, salidas, pasillos y vestíbulos de modo que una falla de cualquier unidad de alumbrado de emergencia, no deje alguna área oscura y arriesgue la salida de emergencia del inmueble.

Un alumbrado adecuado y una transferencia automática rápida, para prevenir cualquier periodo de oscuridad notable, son extremadamente importantes e indispensables en los lugares de reunión pública, para prevenir el posible pánico cuando surja una emergencia. Esto también es importante para minimizar el riesgo de pillaje ó daños a la propiedad.

El Reglamento de Instalaciones Eléctricas, requiere que las fuentes de emergencia sean capaces de soportar sus cargas conectadas durante un tiempo no menor de treinta minutos. Hay casos donde - las provisiones tomadas para el servicio de emergencia, son por periodos de tiempos mayores, como en hospitales, servicios contra incendio, etc.

7.2. FUERZA.

Una fuente de emergencia, para el suministro de energía a las - cargas, es requerida, cuando la pérdida de tal energía cause - extremos inconvenientes ó peligro para el personal.

El tipo y magnitud del sistema de emergencia depende directamente de la carga crítica.

7.3. FUENTES DE EMERGENCIA.

Las fuentes de energía para emergencia, pueden incluir a las baterías, generación local ó una fuente adicional a través de líneas separadas de suministro. La calidad de servicio requerido, la cantidad de carga por alimentar y las características de ésta, determinarán el tipo de suministro de emergencia que se requiera.

En condiciones normales de operación, los circuitos de emergencia son alimentados por el sistema de suministro público, en condiciones de emergencia, dichos circuitos se alimentan de alguna de las fuentes que se mencionaron anteriormente.

Para hacer el cambio de una a otra fuente de suministro, se requiere el empleo de un interruptor especial de transferencia, - que sea accesible sólo a personas idóneas.

7.3.1. Baterías.

Las baterías ofrecen una fuente de emergencia extremadamente con fiable, pero requiere atención y cuidados regulares. También tie nen capacidad limitada por amper-hora. La inspección y prueba - de las celdas individuales, deberán efectuarse a intervalos re- gulares de tiempo, para asegurar que el nivel de electrolito y la carga correcta sea mantenida.

Las baterías más apropiadas para la utilización en los edificios son las del tipo níquel-plomo alcalino ó del tipo níquel-cadmio, debido a su buena duración.

El equipo de recarga de baterías, será determinado por las ca-- racterísticas de la batería y el tipo de carga que alimenten. La capacidad del equipo dependerá de la magnitud de la carga y del tiempo en que las baterías deben ser recargadas.

Las instalaciones para emergencia pueden efectuarse de las tres maneras diferentes:

Sistema Central,

Sistema Descentralizado,

Sistema Unitario.

7.3.1.1. Sistema Central.

El sistema central tiene un banco de baterías único, a menudo - situado en un local especial, en dicho local, se sitúa el table ro de distribución, conjuntamente con los dispositivos de protec ción contra sobrecarga y cortocircuito (interruptores termomagné

ticos generalmente) , y del tablero parten los circuitos eléctricos de alimentación para las lámparas en los diversos lugares del edificio.

Este tipo de sistema se aplica a edificios pequeños, requiere de un banco de baterías central, localizado en la zona de mayor consumo, posee un tipo de montaje autosostenido por lo general y la tensión de salida es de 120 volts de corriente continua generalmente.

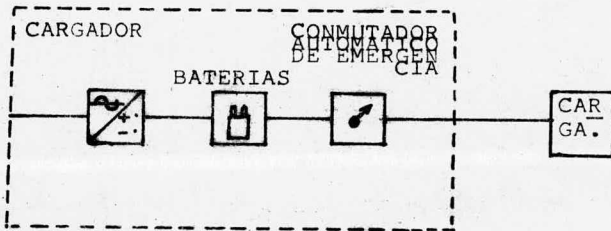


FIGURA 7-1
SISTEMA CENTRAL.

7.3.1.2. SISTEMA DESCENTRALIZADO.

El sistema descentralizado consta de varios sistemas centrales pequeños con bancos de baterías igualmente pequeños, situados en armarios de fácil desplazamiento. En los grandes edificios, pueden reducirse los costos de cableado y minimizar pérdidas con éste sistema.

Este tipo de sistema es el apropiado para edificios grandes, con grandes distancias, cuando los receptores de consumo están diseminados, son armarios completos para emergencia con cierta reserva, operan a una tensión baja, de aproximadamente 24 volts por ejemplo.

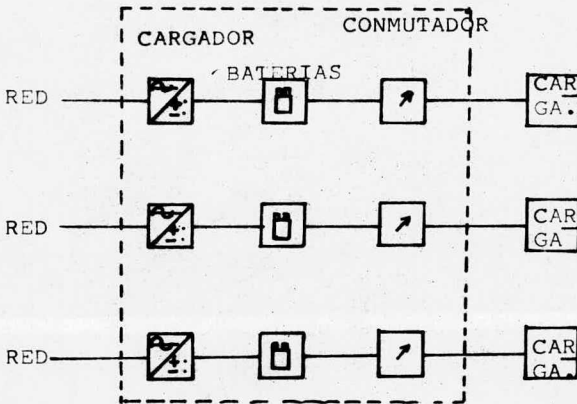


FIGURA 7-2.
SISTEMA DESCENTRALIZADO.

7.3.1.3. Sistema Unitario.

El sistema unitario consta de varias unidades completas de alumbrado, que permita la evacuación del edificio, se requiere de éste sistema formado por unidades paquete conteniendo lámpara, batería, cargador y relevadores. La unidad se conecta en un receptáculo alimentado del suministro normal de energía para cargar la batería. El voltaje normal de suministro actúa, así mismo un relevador para desenergizar la lámpara de la unidad de emergencia. Cuando la alimentación normal falla, el relevador actúa y la lámpara se energiza por medio de la batería autocon-

nida.

Características del sistema:

- Unidades de iluminación local móviles.
- Para edificios antiguos de instalación difícil.
- No se requiere ventilación extra.
- Sistema seguro de emergencia total.

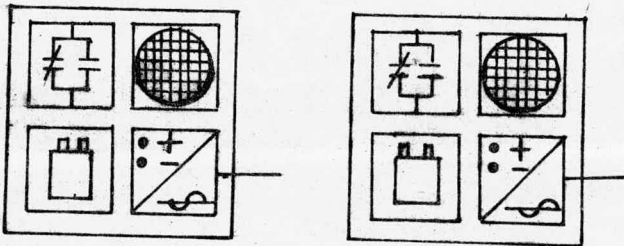


FIGURA 7-3.
SISTEMA UNITARIO.

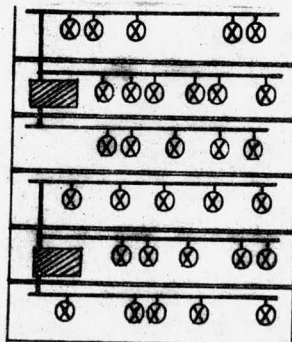


FIGURA 7-4.
SISTEMA DESCENTRALIZADO.

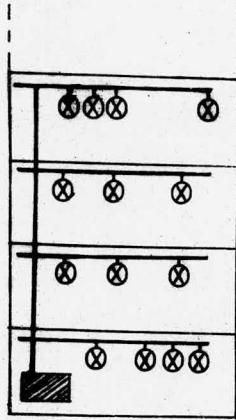


FIGURA 7-5.
SISTEMA CENTRAL.

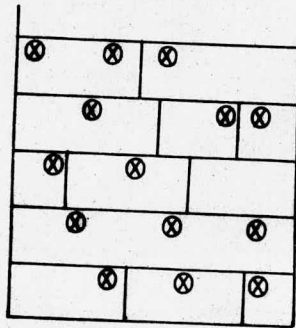


FIGURA 7-6.
SISTEMA UNITARIO.

7.3.2. Plantas Generadoras

La Generación local es recomendable cuando el servicio es absolutamente esencial para cargas de alumbrado y/o fuerza. Se dispone de diversas opciones para instalar el tipo del motor, voltaje y frecuencia del generador y los métodos de conexión del sistema.

Se deben considerar varias alternativas para el accionado del motor por medio de vapor, gas, gasolina o diesel.

Los motores de combustión interna de gas, diesel o gasolina, tendrán elementos eléctricos para controlar la temperatura, lubricación y enfriamiento del motor para su normal operación. El arranque se efectúa normalmente mediante una batería o aire comprimido.

Las unidades por debajo de los 100kw, son normalmente de gasolina mientras que las unidades con capacidad mayor son impulsadas por diesel. Las unidades de este tipo pueden partir del reposo y recuperar y recuperar la carga total en un lapso de tiempo de 8 a la segundos.

Para generadores con capacidad de 300kw la opción más favorable puede ser el uso de turbinas de gas.

La capacidad del tanque de combustible debe ser considerada, tomando en cuenta la frecuencia y duración de las ausencias de energía.

Los tipos de cargas de emergencia , etc.

La selección del generador solo puede efectuarse, mediante un cuidadoso estudio del sistema al cual se va a conectar y las cargas que sostendrá.

Es deseable que el voltaje, frecuencia y fase del generador sean los mismos que el sistema normal. La capacidad del generador será determinada por la carga, la velocidad y la regulación de voltaje requerido serán determinados por la posición y sensibilidad de los dispositivos de regulación.

Cuando el generador se utilice para alimentar cargas de emergencia, solamente durante ausencias de energía y no opere un paralelo con el sistema normal, se utiliza normalmente un tipo de regulación relativamente simple.

7.3.3 Servicios Duales

Cuando la compañía suministradora de energía puede proporcionar dos o más servicios por medio de líneas separadas y desde puntos de separación local o el uso de baterías.

Utilizando una segunda línea para el servicio de emergencia no sería muy confiable, a menos que la pérdida total de energía pueda ser tolerada solamente en ocasiones aisladas.

El alimentador suplente puede alimentar o respaldar por medio de un interruptor primario o tener su propio transformador con interruptor en el secundario.

7.4 ESQUEMAS DE TRANSFERENCIA.

La figura 7.7 muestra su arreglo típico de conmutación, cuando un generador para emergencia esté en reposo, pero arranque después de la pérdida del suministro normal de energía. Todas las cargas de emergencia están alimentadas normalmente por medio de un interruptor "A" es interruptor "B" se encuentra abierto y el generador se encuentra en reposo.

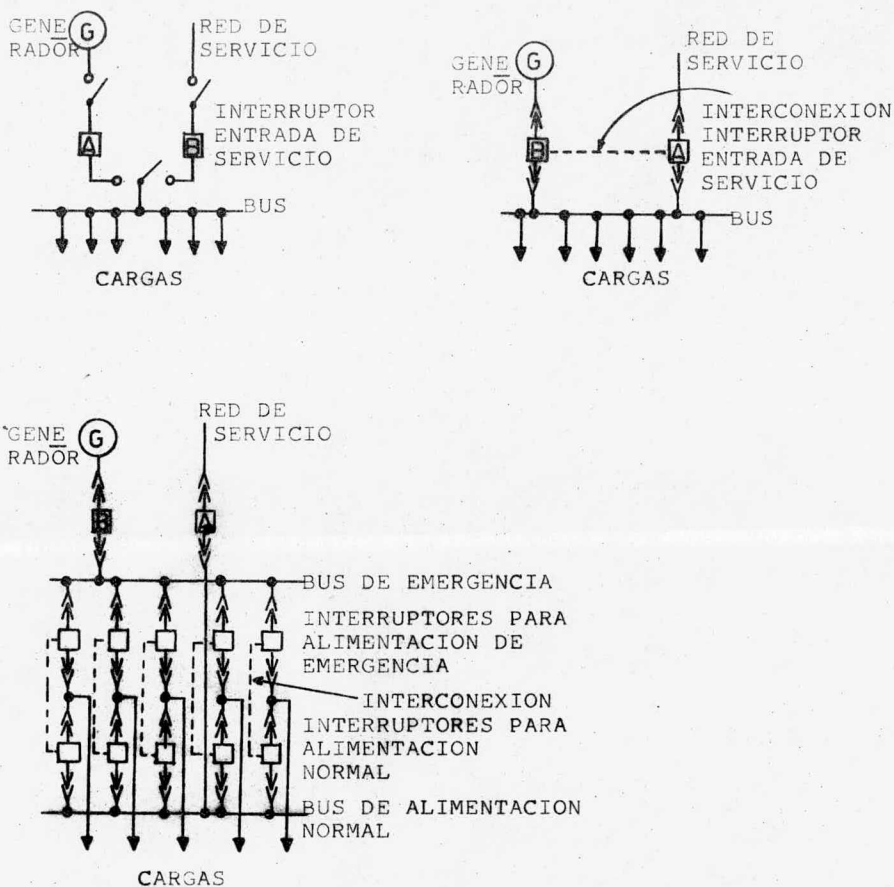


FIGURA 7-7.
 DIAGRAMAS DE CONEXION DE UN GENERADOR
 PARA EMERGENCIA.

Cuando el suministro normal de energía falla, el relevador se desenergiza y después del transcurso de un tiempo predeterminado de retardo, este cierra los contactos de arranque del generador. El tiempo de retardo es necesario para que el generador no sea puesto en servicio inecesariamente por una pérdida transitoria del -- voltaje.

El relevador, después de desenergizarse, envía una señal de disparo al interruptor "A" y envía otra señal de arranque al mecanismo de control del generador, cuando este empieza a girar y alcanza -- y alcanza el voltaje de generación, nominal, el relevador, manda -- el cierre del interruptor "B".

Cuando la alimentación normal es restaurada, el sistema puede restablecerse manual ó automáticamente.

La figura 7.8 (a) muestra un método de suministro de energía para emergencia en diversos edificios.

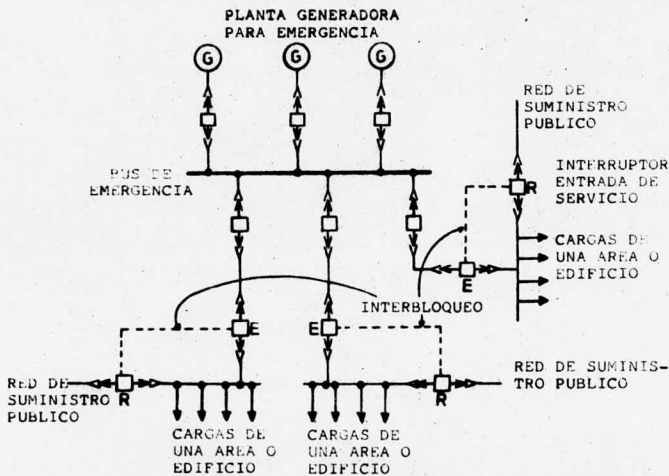


FIGURA 7-8(a).

Si el suministro normal de energía falla en cualquier edificio-- el relevador detector de bajo voltaje acciona un circuito de control del relevador de tiempo.

Si el Bus de emergencia es energizado, cada uno de los relevadores de tiempo accionaran, su respectivo interruptor "R" y cerraran su respectivo interruptor "E" cuando falle el suministro normal de energía, esto implica que uno ó más generadores trabajen normalmente se podría dar el caso de que un generador no este girando nominalmete, pero otro ó más generadores serían arrancados automáticamente de manera similar y cada interruptor de los generadores se cerrarían automáticamente cuando las características de voltaje y sincronía sean satisfechas.

El grado de variación en el retardo de tiempo para edificios, se utiliza para evitar, que los generadores arranquen en un periodo transitorio de ausencia de tensión. Además se pueden utilizar -- tiempos de retardo variables para los diferentes generadores, de tal manera que éstos no recuperen la carga a la misma vez.

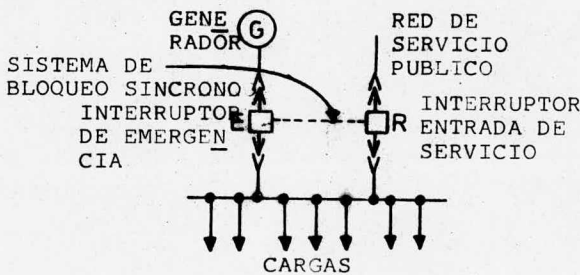


FIGURA 7-8(b).
OPERACION EN PARALELO.

En la figura 7-8(b), se muestra un método para la operación en paralelo del generador de emergencia con el sistema normal de suministro.

Este tipo de diagrama solo es permitido en edificios para hospitales, alimentando a las cargas críticas únicamente.

En la figura 7-8(c), se muestra un sistema donde hay dos fuentes separadas de energía externa para que el edificio tenga la necesaria confiabilidad para satisfacer los requerimientos de energía en caso de emergencia.

DOS FUENTES DE LA RED DE
SERVICIO PUBLICO

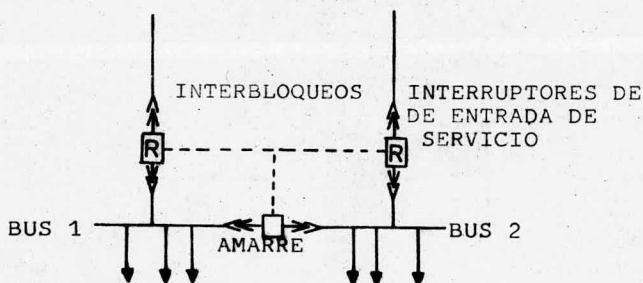


FIGURA 7-8(c).

DOS FUENTES DE ALIMENTACION
NO OPERANDO EN PARALELO.

El relevo es proporcionado para transferir la carga automáticamente para una fuente si la otra falla. El control está planeado de modo que no ocurra una transferencia cuando la otra esté energizada.

Si una fuente no es capaz de sostener la carga total, se harán - consideraciones para desconectar cargas no esenciales cuando la transferencia tenga lugar..

Normalmente los dos interruptores de los circuitos "R" están cerrados y el interruptor de amarre está abierto. Los tres interruptores están interbloqueados mecánicamente para permitir que dos interruptores cualesquiera sean cerrados e impida el cierre de los tres interruptores a la vez.

Muchos otros arreglos de interruptores y relevadores son posibles pero los tipos mostrados indican el principio de funcionamiento de la mayoría de los casos. Un cuidadoso estudio de cada sistema será necesario para determinar las necesidades exactas, características críticas y la selección de un arreglo que satisfaga los requerimientos, congruentes con una economía solvente.

RECOMENDACIONES ESPECIALES.

La transferencia de cargas resistivas, puede ser hecha tan rápidamente como se desee, dependiendo del tipo de servicio requerido y el tipo de conmutación disponible. En la transferencia de cargas motrices, sin embargo, se deberá tener cuidado, que una transferencia no se efectúe tan rápidamente, debe transcurrir tiempo suficiente para que el flujo residual en los rotores de los motores decaiga, de modo que los esfuerzos torzionantes produzcan daños en ellos cuando el motor sea conectado a la fuente alternativa. El tiempo requerido para el decaimiento del flujo esta en función del diseño del motor, siendo más perceptible el fenómeno en motores de alta eficiencia. Para la mayoría de los casos un tiempo de transferencia de un segundo ó más, será suficiente para que el flujo decaiga.

CONCLUSIONES :

En este capítulo, se ha tratado de indicar soluciones al problema que ocasiona una ausencia de energía por parte de la compañía suministradora de energía, mediante una transferencia automática de carga. El regreso a la normalidad puede efectuarse manualmente -- aunque se prefiera la manera automática. Dicho retorno solamente se efectuará después de un tiempo de retardo suficiente, para asegurar que el sistema normal sea nuevamente estable.

Cuando las fuentes de energía normal y de emergencia no puedan ó deban estar en sincronía, sea requerida de un mecanismo de bloqueo mecánico para evitar un inadvertido paralellaje de las fuentes.

Cuando ambos sistemas deban operar en paralelo se requerirá del -- uso de un equipo de sincronización manual ó automático, ello permite la transferencia de carga de un sistema a otro sin la interrupción del servicio.

BIBLIOGRAFIA

1. ELECTRIC SYSTEMS FOR COMMERCIAL BUILDINGS
GRAY BOOK, I.E.E.E. - 1983.
2. INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
MEMOROA DEL CURSO, DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM - 1984.
3. DISTRIBUTION SYSTEMS
ELECTRIC UTILITY ENGINEERING REFERENCE BOOK.
4. ILLUMINATION ENGINEERING SOCIETY
LIGHTING HANDBOOK, FIFTH EDITION.
5. INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES Y COMERCIALES
ENRIQUEZ HARPER.
6. INSTALACIONES ELECTRICAS EN MEDIANA Y ALTA TENSION
ENRIQUEZ HARPER.
7. REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS 1984.
8. INSTALACIONES ELECTRICAS PRACTICAS
ONESIMO BECERRIL.
9. MANUAL DE ALUMBRADO
WESTINGHOUSE.

10. MANUAL DE ALUMBRADO
CONELEC.
11. TARIFAS ELECTRICAS 1984
SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO.
12. CATALOGO CONDENSADO DE FEDERAL PACIFIC ELECTRIC.
13. CATALOGO CONDENSADO DE SQUARE'D.
14. CATALOGO CONDENSADO DE ENERGOMEX (ALTA TENSION).
15. CATALOGO CONDENSADO DE CONDUMEX.