



26
28

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ARAGON”

FALLA DE ORIGEN

DISEÑO DE UNA SUBESTACION
COMPACTA PARA UN HOSPITAL
GENERAL DE ZONA

T E S I S

Que para obtener el Título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICO

P r e s e n t a
CESAR GARCIA RODRIGUEZ

San Juan de Aragón, Méx 1995



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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
AVENIDA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

CESAR GARCIA RODRIGUEZ
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 10. de Febrero del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. PASCUAL RIVERA MUÑOZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado "DISEÑO DE UNA SUBESTACIÓN COMPACTA PARA UN HOSPITAL GENERAL DE ZONA", con fundamento en el punto 6 y siguientes del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

San Juan de Aragón, Edo. de Méx., Febrero 23 de 1994
EL DIRECTOR

M en I CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO



- c c p Lic. Alberto Ibarra Rosas, Jefe de la Unidad Académica.
- c c p Ing. Federique Jauregui Renaud, Jefe de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
- c c p Ing. Pascual Rivera Muñoz, Asesor de Tesis.

CCMCIARIEva

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES :

DELFINO GARCIA Y AGUEDA RODRIGUEZ

Por que esta pequeña meta que hoy se cumple, es también el esfuerzo y aliento que siempre sembraron en mi persona. Por el apoyo que siempre han dado a sus hijos, predicando con el ejemplo, y a mi, en particular, por enseñarme a amar el trabajo honrado y provechoso.

A MIS HERMANOS :

DAVID, FEDERICO, CLAUDIA, MAGDALENA, GASTON Y NATALIA :

Por que siempre seamos una familia unida y por que espero que éste trabajo los motive para superarse en la vida.

A MI ESPOSA :

ALEJANDRA MARMOLEJO

Por tolerar mis enojos y por ver las cosas de una forma siempre tan positiva, inyectando animos y amor a mi persona.

A MI MEJORES AMIGOS :

JOEL ANDRES PERALTA VAZQUES.

Por apoyarme y motivarme a hacer
las cosas mejores, así mismo quiero
que este trabajo lo motive a
seguir adelante.

CESAR FERNANDO CARMONA Y PATRICIA MARTINEZ

A quienes admiro y quiero por que
forman una parte importante de mi vida.

A MIS AMIGOS DEL CCH.

A MIS AMIGOS DE LA ENEP

A MI ASESOR :

ING. PASCUAL RIVERA MUÑOZ :

Que siempre fue una puerta abierta
y por su asesoría en el presente trabajo.

A LA UNIVERSIDAD:

Por permitir superarme en la vida.

CESAR GARCIA RODRIGUEZ

I N D I C E

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I.	
SUBESTACIONES.....	11
I.1.- Definición.	
I.2.- Elementos principales de una subestación eléctrica.	
I.2.1.- Transformador.	
I.2.1.1.- Conexión en paralelo de transformadores.	
I.2.2.- Interruptores.	
I.2.2.1.- Pruebas a interruptores.	
I.2.3.- Restauradores.	
I.2.4.- Cuchilla Fusible.	
I.2.5.- Cuchilla desconectadora (seleccionadores).	
I.2.6.- Apartarrayos.	
I.2.6.1.- Apartarrayos autovalvular.	
I.2.6.2.- Apartarrayos de resistencia variable.	
I.2.7.- transformadores de instrumento.	
I.2.7.1.- Transformador de corriente.	
I.2.7.2.- Transformador de potencial.	
I.2.8.- Tableros eléctricos.	
CAPITULO II.	
CALCULO DE ALBRADO Y SISTEMA DE PROTECCION.....	22
CAPITULO III.	
DIAGRAMA UNIFILAR.....	66
III.1.- Definición.	
III.1.1.- Confiabilidad.	

- III.1.2.- Continuidad.
 - III.1.3.- Flexibilidad.
 - III.1.4.- Mantenimiento.
 - III.2.- Simbología.
 - III.3.- Selección de diagrama unifilar.
 - III.3.1.- Gabinete con cortacircuitos.
 - III.3.2.- Subestación con cortacircuitos y acoplamiento a transformador
 - III.3.3.- Subestación con cuchillas de prueba y con cortacircuitos general y con acoplamiento a transformador.
 - III.3.4.- Subestación con cuchillas de prueba con cortacircuitos general y derivados.
 - III.4.- Diagrama unifilar general.
 - III.5.- Análisis de corto circuito.
 - III.5.1.- Datos de la red.
 - III.5.2.- Potencia de corto circuito.
 - III.5.3.- Corriente de corto circuito.
 - III.5.4.- Corriente de alta tensión.
 - III.5.5.- Corriente por transformador.
 - III.5.6.- Corriente de baja tensión.
 - III.6.- Sistema de tierra.

CAPITULO IV.

ANALISIS DE MERCADO.....80

CAPITULO V.

INSTALACION DEL EQUIPO.....94

V.1.- Accesorios de la subestación.

V.1.1.- Apartarrayos.

V.1.2.- Sistema de tierras

- V.1.2.1.- Electrodo para el sistema de tierra.
 - V.1.2.1.1.- Electrodo de placa.
 - V.1.2.1.2.- Electrodo de tubo.
 - V.1.2.1.3.- Electrodo de barra.
- V.1.2.2.- Tierra o terreno.
- V.1.3.- Tarimas aislantes.
- V.2.- Tableros de distribución y Tableros subgenerales.
- V.3.- Interruptores termomagnéticos.
- V.4.- Planta de emergencia.
 - V.4.1.- Sistema de protección, control de arranque y paro.
 - V.4.1.1.- Sistema de transferencia automático.
 - V.4.2.- Generador.
- V.5.- Acometida.
- V.6.- Localización.
- V.7.- Transformador.
- V.8.- Fusibles.

CAPITULO VI.	
APLICACIONES.....	104
CONCLUSIONES.	
APENDICE.	
BIBLIOGRAFIA.	

INTRODUCCION

MEMORIA DESCRIPTIVA
H.G.Z 144 CAMAS
SAN PEDRO XALPA D.F.

Debido al crecimiento de la población en la zona norte de la ciudad de México se hace muy necesario reforzar la estructura institucional en salud, ya que los servicios de las unidades hospitalarias existentes, se han visto impactadas de manera importante.

Por tal motivo se pretende acercar la atención de segundo nivel a los núcleos que lo requieren de manera prioritaria, determinándose la capacidad de camas, así como la dosificación y dimensión de los servicios que le son necesarios para su correcto funcionamiento.

En el D.F. existen problemas para la localización de terrenos ideales - para éste fin, ya que se requieren de grandes dimensiones: sin embargo, se identifica la disponibilidad de un terreno propiedad del I.M.S.S. - que presenta las características necesarias para tal efecto, mediante - el ordenamiento de los servicios existentes del deportivo "Benito -- Juárez".

El predio esta servido por tres vialidades que son : al Oriente, el acceso principal sobre la calle Grijalva; al Poniente, la calle Elpidio Cortes; al Sur, la calle Francisco Bertoni; Tiene una dimensión de : ----- 64,815.41 M2 -----

donde se alojan actualmente los siguientes servicios:

- OFICINAS ADMINISTRATIVAS.
- BANOS Y VESTIDORES.
- CAMPO CENTRAL DE FUTBOL CON PISTA DE ATLETISMO Y GRADAS.
- 5 CANCHAS DE BASQUET BOL
- 3 CANCHAS DE FUTBOL.

Mediante la planeación de recursos se define el programa médico arquitectónico concretando el plano del hospital de la siguiente manera :

- SOTANO

- ESTACIONAMIENTO.
CON CAPACIDAD PARA 658 AUTOS.
- ROPA SUCIA.
LOCAL PARA ROPA SUCIA.
- ANATOMIA PATOLOGICA.
SALA DE AUTOPSIAS.
4 PEINES.

- PLANTA BAJA

- VESTIBULO PRINCIPAL CON DOBLE ALTURA.
CERCANO A LA CALLE ELPIDIO CORTES.
- CONSULTA EXTERNA.
 - ARCHIVO CLINICO.
 - 13 CONSULTORIOS DE ESPECIALIDADES.
 - 1 CUBICULO DE DIETISTA.
 - SALAS DE ESPERA Y SANITARIOS PUBLICOS.
- IMAGENOLOGIA
 - 1 RAYOS X DENTAL.
 - 2 SALAS DE RAYOS X.
 - 1 SALA DE ULTRASONIDO.
- LABORATORIO DE ANALISIS CLINICOS
 - 8 PEINES (INCLUYENDO EL DE URGENCIAS).
 - SALA DE ESPERA.

- ADMISION Y ALTAS

- JEFATURA DE ENFERMERAS.
- PUERPERIO DE BAJO RIESGO.
- CIRUGIA AMBULATORIA.
- CUNERO.
- SALA DE ALTAS Y ORIENTACION.
- SALA DE ESPERA

- URGENCIAS

- CON ACCESO DESDE EL EXTERIOR PARA PACIENTES AMBULATORIOS Y EN AMBULANCIA.
- CONTROL.
- 6 CAMILLAS PARA ATENCION DE PRIMER CONTACTO.
- 4 CAMAS PARA OBSERVACION DE MENORES Y AREA PARA REHIDRATAACION.
- 9 CAMILLAS PARA OBSERVACION ADULTOS HOMBRES.
- 9 CAMILLAS PARA OBSERVACION ADULTOS MUJERES.
- 1 SALA DE RAYOS X.
- CUBICULO PARA JEFE DE SERVICIO Y DESCANSO DE MEDICOS.
- SANITARIOS PUBLICOS.
- SALA DE ESPERA INTERNA Y EXTERNA.

- TOCOCIRUGIA

- ACCESO DESDE EL EXTERIOR PARA PACIENTES AMBULATORIOS Y EN AMBULANCIA.
- CONTROL.
- ESPERA INTERNA Y EXTERNA.
- CONSULTORIO PARA VALORACION.
- PREPARACION.

- 6 CAMILLAS PARA TRABAJO DE PARTO.
- 3 SALAS DE EXPULSION.
- 1 SALA DE RECUPERACION CON 6 CAMILLAS.

- CIRUGIA

- 4 SALAS DE OPERACIONES.
- 6 CAMILLAS DE OPERACION DE CIRUGIA.
- CUBICULO DE ANESTESISTA.
- ANEXO CUARTO DE AIRE ACONDICIONADO PARA ESTE SERVICIO.

- C.E.Y.E.

- CUERPO DE SERVICIOS GENERALES EN P.B.

- CASA DE MAQUINAS (ELECTRICA , HIDRAULICA).
- LOCAL PARA ROPA LIMPIA.
- SERVICIO DE NUTRICION, CONTANDO CON MONTA-CARGAS PARA ABASTECER AL HOSPITAL.
- ALMACEN GENERAL.
- RESIDENCIA DE CONSERVACION CON TRES TALLERES Y BODEGA.
- SERVICIO AL PERSONAL (BAÑOS Y VESTIDORES, INTENDENCIA Y FORMA 11).

- PLANTA ALTA

- GOBIERNO.

- ADMINISTRACION.

- MODULO DE ATENCION A LA SALUD.

- ENSEÑANZA

- BIBLIOTHEMEROTECA.
- 2 AULAS CON CAPACIDAD PARA 28 ALUMNOS C/U CON POSIBILIDAD DE UNIRSE.
- SANITARIOS PUBLICOS.

- SANITARIOS PERSONAL.
- AUDITORIO CON CAPACIDAD PARA 180 ESPECTADORES Y CON ACCESO INDEPENDIENTE.
- HOSPITALIZACION CONFORMADA POR 5 MODULOS:
- 1 DE PEDIATRIA CON CAPACIDAD PARA (16) CUNEROS PATOLOGICOS.
- CUNERO FISIOLÓGICO (24).
- 26 ENCAMADOS PREESCOLARES (2 DE ELLOS AISLADOS).
- 14 ENCAMADOS ESCOLARES (2 DE ELLOS AISLADOS).
- LABORATORIO DE LECHES.
- 4 MODULOS DE 25 CAMAS C/U.

La estructura del hospital base de concreto armado en columnas y losa maciza, considerando las juntas constructivas necesarias para su estabilidad.

RELACION DE AREAS:

SUP. DEL TERRENO	15,000 M2
SUP. SOTANO	6,982 M2
SUP. P.B.	10,124 M2
SUP. 1er.NIVEL	4,545 M2
SUP. TOTAL CONSTRUIDA	3,651 M2

- a) De acuerdo al uso del suelo de la delegación Azcapotzalco el predio pertenece a la zona ED (equipamiento de deportes y recreación).
- b) Colindancias : norte : av. San Juan, sur : calle L. Lara Cpo. Acatl, oriente : calle Grijalva, poniente : G.Bazan.
- c) Intensidad permitida : 3.5 media.
- d) Predio ubicado entre dos zonas patrimoniales.
- e) De acuerdo a Normas (complementarias en el caso de zonas - Av. y ED.) se considera un máximo del 70 % del predio como desplante, y un incremento del 20 % en la demanda de estacionamiento.

ART. 76 : La superficie construida máxima permitida en los predios será la que se determine de acuerdo con las intensidades de uso del suelo y las densidades máximas permitidas por los programas parciales.
por lo tanto :

- 1.- Intensidad del uso del suelo : 3.5 media
- 2.- Densidad máxima permitida : no habitacional
- 3.- Superficie máxima de construcción: 3.5
(respecto al area del terreno).

de donde:

- a) Superficie construida máxima :
3.5 (35,000) = 122,500 m².

b) Densidad máxima permitida.

**No catalogada. predio considerado tipo ED
equipamiento de recreación y deportes.**

ART. 77: Sin perjuicio de las superficies construidas máximas permitidas en los predios establecido en el art. 76, aquellos con área mayor a 500 m2., deberán respetar los siguientes porcentajes de áreas libres:

de 500	- hasta	2000 m2	22.50 %
de 2000	- hasta	3500 m2	25.00 %
de 3500	- hasta	5500 m2	27.50 %
mas de 5500 m2			30.00 %

de donde :

**Superficie libre de construcción
30 % (35,000) = 10, 500 m2.**

Art. 80: Las edificaciones, deberán contar con los espacios -- para estacionamiento de vehículos que se establece a continuación :

a) Servicios:

oficinas : 1 cajón por cada 30 m2. construídos

B) Hospitales, Clínicas y Centros de salud:

1 cajón por cada 30 m2.

c) Deportes y Recreación

gimnasios, boliches, billares :

1 cajón por cada 40 m2.

Por encontrarnos en zona 3 indicada en plano para la cuantificación de demandas por zonas podemos proporcionar un 80 % de lo solicitado.

CRITERIOS DE DISEÑO:

Superficies a construir :

- a) Hospital General de Zona 164 camas superficie aproximada 15,000 m2
 - a.1) Uso del suelo no permitido en zona clasificada ED X *
 - b) Gimnasio deportivo Superficie aproximada 3,800 m2
 - b.1) uso de suelo permitido O *
 - c) Oficinas subdelegacionales del IMSS superficie aproximada 2,500 m2
 - c.1) Uso de suelo condicionado.
- * (ver tabla de uso de suelo densidad e intensidad anexo 2)
superficie total de construcción: 21,300 m2.

Cajones de estacionamiento :

- a) Hospital general de zona
15,000 m2 / 30 m2 = 500 cajones
 - b) Gimnasio Deportivo
3,800 m2 / 40 m2 = 95 cajones
 - c) Oficinas subdelegacionales
2,500 m2 / 40 m2 = 63 cajones
- Total = 658 cajones
- Area de estacionamientos : 658 X 30 M2 = 19, 740 M2

No existe condonación de cajones en el área; ya que aunque se encuentra en zona 3 con un 80 % permitido para satisfacer la demanda se debe considerar un 20 % de demanda de lugares de visitantes.

Art. 74: Ningún punto del edificio podrá estar a mayor altura que dos veces su distancia mínima a un plano virtual vertical que se localice sobre el alineamiento opuesto a la calle. La altura de la edificación deberá medirse a partir de la cola media de guarnición de la acera en el tramo de la calle correspondiente al predio.

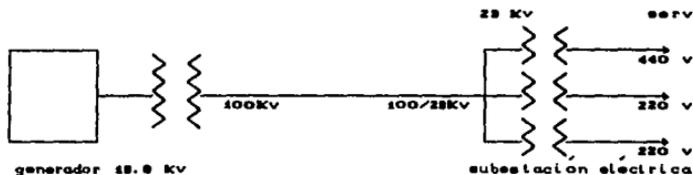
Si tenemos que las calles de C. Lara al sur, y G. Bazán al poniente tienen anchos de arrollo de 8.00 m. y 12.00 m. respectivamente. La altura máxima de nuestros edificios al frente de esas calles no deberá exceder los 16 y 24 m. de altura permitidos; por lo que se sugiere considerar al H.G.Z. por su ubicación dentro del predio con una altura máxima a 16.00 m. S.U.B. aproximadamente a 4 niveles de edificación con una superficie aproximada a 3,500 m² por nivel; se recomienda que el desplante del edificio se remita respecto al parámetro de las calles un mínimo de 5.00 m. por tener construcciones bajas a los frentes o bien áreas jardinadas como lo considera el artículo 74.

C A P I T U L O I

SUBSTACIONES

I.1.- DEFINICION :

La subestación eléctrica es un conjunto de elementos que sirven para transformar la energía eléctrica (voltaje, corriente). -- Así mismo intervienen en las distintas etapas que tiene la energía eléctrica desde su generación , la transmisión, la distribución, y la utilización.



De acuerdo con lo anterior, las subestaciones eléctricas se pueden clasificar como sigue :

- 1) Por su operación:
 - a) de corriente alterna.
 - b) de corriente directa.
- 2) Por la función que desempeñan :
 - a) elevadoras (elevan la tensión).
 - b) reductoras (reducen la tensión).
 - c) de enlace (para interconectar líneas).
 - d) rectificadoras (convertir C.A. a C.D.).

3) Por su construcción :

- a) tipo intemperie (opera en el exterior).
- b) tipo interior (opera bajo techo).
- c) tipo blindada (opera en interiores o exteriores).

I.2.- Elementos principales de una subestación eléctrica.

Los principales elementos que constituyen una subestación eléctrica son los siguientes :

- 1.- Transformador.
- 2.- Interruptor.
- 3.- Restaurador.
- 4.- Cuchilla Fusible.
- 5.- Cuchilla Desconectadora.
- 6.- Apartarrayos.
- 7.- Transformador de Instrumento (potencial y corriente).
- 8.- Red de Tierras.
- 9.- Tablero de Control.
- 10.- Estructura.
- 11.- Equipo de Filtrado de Aceite.
- 12.- Alumbrado.
- 13.- Herrajes.

a continuación se describirá brevemente cada uno de estos elementos.

I.2.1.- Transformador.

El transformador está considerado como el elemento más importante , y se puede definir como sigue :

Es un dispositivo que;

- a) transfiere energía de un circuito a otro, por inducción electromagnética,
- b) los circuitos están aislados eléctricamente y acoplados magnéticamente,
- d) transfiere la energía manteniendo la frecuencia constante,
- e) y usualmente lo hace con un cambio de voltaje.

1.2.1.1.- Conexión en paralelo de transformadores.

Se dice que dos o mas transformadores están operando en paralelo cuando sus primarios están conectados a la misma fuente de alimentación y sus secundarios a la misma carga.

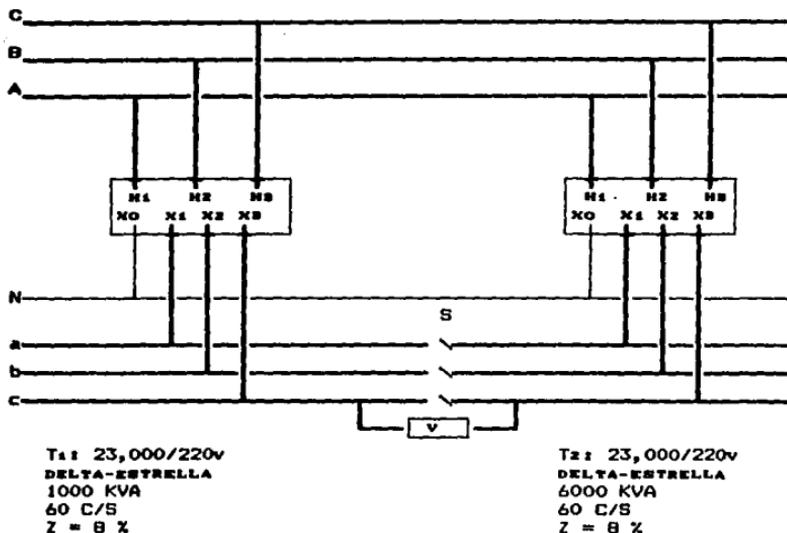
Razones para la operación en paralelo de transformadores :

- 1.- Aumentar la capacidad de la subestación.
- 2.- Dar flexibilidad de operación (continuidad de servicio).
- 3.- Repartir la carga que se tiene que alimentar.

Condiciones para la operación en paralelo de transformadores :

- 1.- Iguales voltajes en sus primarios y secundarios (igual relación de transformación).
- 2.- Mismo desplazamiento angular, o sea la misma conexión, es decir, si un transformador tiene una conexión DELTA-ESTRELLA, el otro - debe tener la misma conexión.
- 3.- Conectarse con la misma secuencia de fases.
- 4.- Misma impedancia.

5.- Deben tener la misma frecuencia de operación.



Antes de cerrar las cuchillas S, que ponen en paralelo los transformadores, se deben tener las siguientes precauciones:

- 1.- unir los neutros mediante un cable.
- 2.- verificar que no exista diferencia de potencial entre los puntos a conectar, para lo cual se emplea un voltímetro. Como se indica en la figura anterior.

- 3.- Comprobar con un secuencimetro que tengan la misma secuencia de fases.
- 4.- Observar que la tapa o cambiador de derivaciones tengan la misma posición.

I.2.2.- Interruptores.

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

Si la operación se efectúa sin carga (corriente), el interruptor recibe el nombre de DESCONECTOR O CUCHILLA DESCONECTADORA.

Si en cambio, la operación de apertura o cierre la efectúa con carga - (corriente nominal) o con corriente de corto circuito (en caso de alguna perturbación), el interruptor recibe el nombre de DISYUNTOR O INTERRUPTOR DE POTENCIA.

Los interruptores, en caso de apertura, deben asegurar el aislamiento eléctrico del circuito.

I.2.2.1.- Pruebas a interruptores.

Las pruebas que generalmente se efectúan a los interruptores o antes de poner en servicio un sistema, son las siguientes:

- a) Prueba de prestación.
Determinar el valor de la corriente de apertura o de la corriente de cierre en algunos casos (corriente de falla).
- 2.- Prueba de sobrecarga.
Comprueba si el interruptor soporta la corriente de sobre carga fijada.
- 3.- Prueba de temperatura.
Comprueba y observa el comportamiento del interruptor con -----

temperaturas elevadas o con corrientes mayores que la nominal.

4.- Prueba de aislamiento.

Verifica el comportamiento del interruptor a la tensión nominal y comprueba la calidad de los aislantes empleados.

5.- Prueba mecánica.

Comprueba si el interruptor es lo suficientemente fuerte de acuerdo con su capacidad de diseño en (MVA).

6.- Prueba de presión.

Permite observar la resistencia del tanque a las presiones internas originadas en una falla.

7.- Prueba de funcionamiento.

Es la última y nos permite comprobar el funcionamiento correcto de los dispositivos de control y mecánico, fundamentalmente la operación simultánea de los polos de conexión.

I.2.3.- Restauradores.

En los sistemas de distribución, además del problema de la protección de los equipos eléctricos, se presenta el de la "CONTINUIDAD" del servicio, es decir, la protección que se planea en las redes de distribución se hace pensando en los dos factores mencionados anteriormente. Para satisfacer esta necesidad se instala un INTERRUPTOR DE OPERACION - AUTOMÁTICA que no necesita accionamiento manual para sus operaciones de cierre o apertura (la operación manual se refiere al mando por control remoto), es decir, está construido de tal manera que un disparo o un cierre está calibrado de antemano y opera bajo una secuencia lógica predeterminada. Tiene características de apertura y cierre regulables - de acuerdo a las necesidades de la red de distribución que se va a proteger, recibe por tales condiciones el nombre de restaurador.

I.2.4.- Cuchilla fusible.

La cuchilla fusible es un elemento de conexión y desconexión de circuitos eléctricos. Tiene dos funciones: como cuchilla desconectadora, para lo cual se conecta y desconecta, y como elemento de protección.

El elemento de protección lo constituye el dispositivo fusible, que se encuentra dentro del cartucho de conexión y desconexión. El dispositivo fusible se selecciona de acuerdo con el valor de la corriente nominal - que va a circular por él, aunque los fabricantes tienen el correspondiente valor de corriente de ruptura para cualquier valor de corriente nominal.

I.2.5.- Cuchilla desconectadora (seleccionadores).

La cuchilla desconectadora es un elemento que sirve para desconectar físicamente un circuito eléctrico.

I.2.6.- Apartarrayos.

El apartarrayos es un dispositivo que nos permite proteger las instalaciones contra sobretensiones de origen atmosférico.

Las ondas que se presentan durante una descarga atmosférica viajan a la velocidad de la luz y dañan el equipo si no se le tiene protegido -- correctamente ; para la protección se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

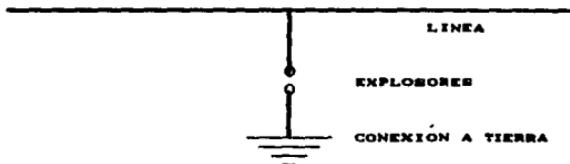
- 1.- Descargas directas sobre la instalación.
- 2.- Descargas indirectas.

De los casos anteriores el más interesante, por presentarse con mayor

frecuencia, es el de las descargas indirectas.

El apartarrayos, se encuentra conectado permanentemente en el sistema, opera cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud, descargando la corriente a tierra.

Su principio general de operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuya separación está determinada de antemano de acuerdo con la tensión a la que se va a operar.



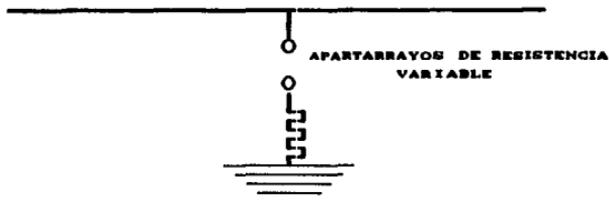
Se fabrican diferentes tipos de apartarrayos, basados en el principio general de operación; los más empleados son los conocidos como "apartarrayos tipo autovalvular" y "apartarrayos de resistencia variable."

1.2.6.1.- Apartarrayos tipo autovalvular.

El apartarrayos tipo autovalvular consiste de varias chapas de explosores conectados en serie por medio de resistencias variables cuya función es dar una operación más sensible y precisa. se emplea en los sistemas que operan a grandes tensiones, ya que representa una gran seguridad de operación.

1.6.2.2.- Apartarrayos de resistencia variable.

El apartarrayos de resistencia variable funda su principio de operación en el principio general, es decir, con dos explosores, y se conecta en serie a una resistencia variable. se emplea en tensiones medianas y tiene mucha aceptación en sistemas de distribución.



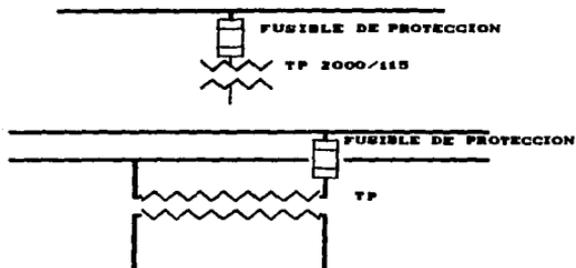
1.2.7.- Transformadores de instrumento.

Se denominan transformadores para instrumento los que se emplean para alimentación de equipos de medición, control o protección. Los transformadores para instrumento se dividen en dos clases:

- 1.- Transformadores de corriente.
- 2.- Transformadores de potencial.

1.2.7.1.- Transformadores de corriente.

Se conoce como transformador de corriente a aquel cuya función principal es cambiar el valor de la corriente de uno más o menos elevado a otro con el cual se puedan alimentar instrumentos de medición, control o protección como amperímetros, wáttmetros, instrumentos registradores,



I.2.8.-Tableros eléctricos.

Tablero de distribución.

Es aquél que alimenta, protege, interrumpe, mide y transfiere circuitos primarios.

C A P I T U L O I I
CALCULO DE ALAMBRADO Y SISTEMA DE PROTECCION

En este capitulo se presentan los cálculos del alambrado y sistema de protección de los tableros de distribución principales y secundarios-- de acuerdo a los datos obtenidos de los cuadros de cargas ya balanceados:

HOSPITAL GENERAL DE ZONA, 144 CAMAS. SAN PEDRO XALPA AZCAPOTZALCO D.F.

1.- TABLERO " A "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V.

tipo NA1B-1B-4AB

carga conectada = 10,100 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{10,100 \text{ W}}{220 \times \sqrt{3}} \times 0.85 = \frac{10,100 \text{ W}}{220 \times 1.732} \times 0.85 = \frac{10,100 \text{ W}}{323.88} = 31.18 \text{ A}$$

por lo tanto $I = 31.18 \text{ A}$.

Multiplicamos por el factor de demanda = (1.25) para seleccionar el interruptor termomagnético de protección al tablero:

$31.18\text{A} \times 1.25 = 38.97\text{A}$ -----> seleccionamos un interruptor de 3p x 70 A.

alimentador :

longitud de alimentación [L] : 36 m

caída de voltaje [%e] : 1.0

por capacidad de corriente : 38.97 A. calibre 4 thw

por caída de voltaje :

sección en mm

$$s = \frac{2\sqrt{3} \times L \times I}{V_f \times \%e} = \frac{2 \times 1.732 \times 36 \times 38.97}{220 \times 1} = \frac{4859.71}{220} = 22.089\text{mm}$$

Por lo tanto: cal. no. 2 thw, $s = 33.6 \text{ mm}$, tubo de 38mm de diámetro con 4 hilos del no. 2 y un desnudo del no. 8.

2.- TABLERO " AE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V.

tipo NA1B-18-4AB

carga conectada = 6450 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{6450}{323.88} = 19.91 \times 1.25 = 24.89 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 40 \text{ A}$$

alimentador :

$$L = 34 \text{ m} , \% = 1$$

por capacidad de corriente : 24.89

Calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 34 \times 24.89}{220} = \frac{2.928,46}{220} = 13.31 \text{ mm}$$

Por lo tanto : calibre 6 thw, $S = 13.3$, tubo de 25 mm de diámetro con 4 hilos del no.6 y un desnudo del no. 8

3.- TABLERO " B "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V.

tipo NA1B-24-4AB

carga conectada 18,150 W. ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{18,150}{323.88} = 56.03 \text{ A} \times 1.25 = 70.03 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 100 \text{ A.}$$

alimentador :

$$L = 41 \text{ m} ; \%e = 1$$

por capacidad de corriente : 70.03 A

calibre 2 thw

por caída de tensión :

$$I = \frac{3.46 \times 41 \times 70.03}{220} = \frac{9.934.45}{220} = 45.15 \text{ mm}$$

Por lo tanto : calibre 1/0 , S= 53.48 mm , tubo de 51 mm de diámetro con 4 hilos de 1/0 y un desnudo del 6.

3'.- TABLERO " BE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB

carga conectada = 8700 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{8.700}{323.88} = 26.86 \text{ A} \times 1.25 = 33.57 \text{ A} \text{----> Interruptor seleccionado } 3P \times 50$$

alimentador :

$$L = 41 \text{ m} ; \% e = 1$$

por capacidad de corriente ; 33.57 A calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 41 \times 33.57}{220} = \frac{4.762.24}{220} = 21.64 \text{ mm}$$

Por lo tanto : calibre 4 thw ; s=21.15 mm ; tubo de 38 mm de diámetro 4 hilos del no. 4 y un desnudo del no. 8

4.- TABLERO " C "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB.

carga conectada = 5,050 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{5.050}{323.88} = 15.59 \text{ A} \times 1.25 = 19.49 \text{ A} \text{-----> Interruptor seleccionado } 3p \times 40A$$

alimentador:

L = 17 m ; % e = 1

por capacidad de corriente ; 19.49 A

calibre 10 thw

por caída de tensión :

$$s = \frac{3.46 \times 17 \times 19.49}{220} = \frac{1146.40}{220} = 5.21 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 8 thw ; S = 8.36 mm ; tubo de 25 mm de diámetro;
4 hilos de no. 8 y un desnudo del no. 10.

5.- TABLERO " CE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB

carga conectada = 7350 W ; factor de potencia = 0.85

I = $\frac{7350}{323.88}$ = 22.69 A x 1.25 = 28.36 A----> Interruptor seleccionado
3p x 40A

alimentador :

L = 17 m ; % e = 1

por capacidad de corriente ; 28.36 A

calibre 10 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 17 \times 28.36}{220} = \frac{1668.13}{220} = 7.58 \text{ mm}$$

Por lo tanto : calibre 8 thw ; s = 8.36 mm ; tubo de 25 mm de diámetro
4 hilos del no. 8 y un desnudo del no. 10.

6.- TABLERO " D "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB

carga conectada = 5950 W ; factor de potencia = 0.85

$I = \frac{5,950}{323.88} = 18.37 \text{ A} \times 1.25 = 22.96 \text{ A}$ ----> Interruptor seleccionado
3p x 40A

alimentador :

$L = 19 \text{ m}$; $\% e = 1$
por capacidad de corriente ; 22.96 A calibre 10 thw
por caída de tensión :

$S = \frac{3.46 \times 19 \times 22.96}{220} = \frac{1509.39}{220} = 6.86 \text{ mm}$

Por lo tanto ; calibre 8 thw ; $s = 8.36 \text{ mm}$; tubo de 25 mm de diám
tro 4 hilos del no. 8 y un desnudo del no. 10

7.- TABLERO " DE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V
tipo NA1B-12-4AB

carga conectada = 6300 W ; factor de potencia = 0.85

$I = \frac{6,300}{323.88} = 19.45 \text{ A} \times 1.25 = 24.31 \text{ A}$ ----> Interruptor seleccionado
3p x 40 A

alimentador :

$L = 19 \text{ m}$; $\% e = 1$
por capacidad de corriente ; 24.31 A calibre 10 thw
por caída de tensión :

$S = \frac{3.46 \times 19 \times 24.31}{220} = \frac{1598.13}{220} = 7.26 \text{ mm}$

por lo tanto ; calibre 8 thw ; $s = 8.36 \text{ mm}$; tubo de 25 mm de diám
tro 4 hilos del no. 8 y un desnudo del no. 10.

B.- TABLERO " EE "en sótano, aguas negras.

2 fases, 3 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-8-3AB

factor de potencia = 0.85

carga conectada = 2 bombas para aguas negras de 0.5 h.p. más 2 bombas para condensados de 0.25 h.p. = 1.5 H.P. X 746 = 1119 W

$$I = \frac{1119}{323.88} = 3.45 \text{ A} \times 1.25$$

I = 4.31 A ----->Interruptor seleccionado : 1P X 30 A

alimentador :

L = 45 m ; % e = 1

por capacidad de corriente ; 4.31 A calibre 10 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times L \times I}{\%e \times V_n} = \frac{3.46 \times 45 \times 4.31}{1 \times 127} = \frac{671.45}{127} = 5.28 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 10 thw ; s= 5.26 mm ; tubo de 19 mm de diámetro 2 hilos del no.10 y un desnudo del no.12

Bomba de 0.5 h.p. = interruptor termomagnético 1p x 30 A , arrancador magnético a tensión completa tipo LBG-1 con elementos térmicos B10.2 .

Bomba de 0.25 h.p. = interruptor termomagnético 1p x 30 A, arrancador magnético a tensión completa tipo LBG-1 con elementos térmicos B6.25 .

9.- TABLERO " F "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-18-4AB

carga conectada =10,500 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{10,500}{323.88} = 32.41 \text{ A} \times 1.25 = 40.52 \text{ A} \text{---->Interruptor seleccionado}$$

3p x 70 A

alimentador :

L = 21 m ; % e = 1
 por capacidad de corriente ; 40.52 A calibre 8 thw
 por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 21 \times 40.52}{220} = \frac{2,944.18}{220} = 13.38 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6 thw ; s=13.30 mm ; tubo de 32 mm de diámetro
 4 hilos del no. 6 y un desnudo del no.8

10.- TABLERO " FE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V
 tipo NA1B-24-4AB
 carga conectada = 16,925 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{16,925}{323.88} = 52.25 \text{ A} \times 1.25 = 65.32 \text{ A} \text{---->Interruptor seleccionado}$$

3p x 100A

alimentador :

L = 21 m ; % e = 1
 por capacidad de corriente ; 65.32 A calibre 6 thw
 por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 21 \times 65.32}{220} = \frac{4,746.24}{220} = 21.57 \text{ mm}$$

Por lo tanto : calibre 4 thw ; s=21.55 mm ; tubo de 38 mm de diámetro
 4 hilos del no. 4 y un desnudo del B.

11.- TABLERO " G "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-12-4AB

carga conectada = 3,300 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{3,300}{323.88} = 10.18 \text{ A} \times 1.25 = 12.73 \text{ A} \text{----> Interruptor seleccionado} \\ \text{3p} \times 40\text{A}$$

alimentador :

$$L = 46 \text{ m} ; \% e = 1$$

por capacidad de corriente ; 12.73 A calibre 12 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3,46 \times 46 \times 12.73}{220} = \frac{2,027.09}{220} = 9.21 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6thw ; s=13.30 mm ; tubo de 32 mm de diámetro
4 hilos del no. 6 y un desnudo del 8.

12.- TABLERO " GE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-12-4AB

carga conectada = 19,000 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{19000}{323.88} = 58.66 \text{ A} \times 1.25 = 73.32 \text{ A} \text{-----> Interruptor seleccionado} \\ \text{3p} \times 100\text{A}$$

alimentador :

$$L = 46 \text{ m}, \% e = 1$$

Por capacidad de corriente : 73.32 A calibre 4 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 46 \times 73.32}{220} = \frac{11.671.14}{220} = 53.05 \text{ mm}$$

Por lo tanto : calibre 1/0 thw, S=53.48 mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.1/0 y un desnudo del 6

13.- TABLERO " H "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-42-4AB

carga conectada = 37,300 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{37300}{323.88} = 115.16 \text{ A} \times 1.25 = 143.95 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3p \times 150 \text{ A}$$

alimentador :

L = 29 m , X = 1

por capacidad de corriente : 143.95A calibre 1/0 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 29 \times 143.95}{220} = \frac{14444.70}{220} = 65.65 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 2/0 thw, S= 67.43mm , tubo de 51 mm de diámetro con 4 hilos del no.2/0 y un desnudo del no. 4

14.- TABLERO " HE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-42-4AB

carga conectada = 31,140 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{31140}{323.88} = 96.19 \text{ A} \times 1.25 = 120.2 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3p \times 150 \text{ A}$$

alimentador :

L = 29 m , % = 1

Por capacidad de corriente : 120.2 A

calibre 1/0 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 29 \times 120.2}{220} = \frac{12,060.8}{220} = 54.82 \text{ mm}$$

El % con conductor de 1/0 será de :

$$\%e = \frac{12,060.80}{220 \times 54.82} = \frac{12,060.80}{12,060.40} = 1.00$$

Por lo tanto : calibre 1/0 thw, S=53.48 mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.1/0 y un desnudo del no.6

15.- TABLERO " I "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-12-4AB

carga conectada = 4850 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{4850.0}{323.88} = 14.97A \times 1.25 = 18.71 A \text{-----} \rightarrow \text{Interrupción selección do 3p x 40 A}$$

alimentador :

L = 46 m , % = 1

Por capacidad de corriente : 18.71 A

calibre 12 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 46 \times 18.71}{220} = \frac{2,979.21}{220} = 13.54 \text{ mm}$$

el % con conductor de #6 será

$$\%e = \frac{2,979.21}{13.3 \times 220} = \frac{2,979.21}{2,926.0} = 1.018$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S= 13.3mm , tubo de 32 mm de diám
tro con 4 hilos del no. 6 y un desnudo del no. 8

16.- TABLERO " IE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB

carga conectada = 11,770 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{11,770}{323.88} = 36.64 \times 1.25 = 45.42 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interrupor seleccionado } 3p \times 50 \text{ A}$$

alimentador :

L = 46 m , % = 1

Por capacidad de corriente : 45.42 A calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 46 \times 45.42}{220} = \frac{7,229.04}{220} = 32.85 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 2 thw, S= 33.62mm , tubo de 38 mm de diám
tro con 4 hilos del no.2 y un desnudo del no. 6

17.- TABLERO " J "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB

carga conectada = 11,875 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{11,875}{323.88} = 36.66 \times 1.25 = 45.83 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interrupor seleccionado } 3p \times 50 \text{ A}$$

alimentador :

L = 43 m , % = 1

por capacidad de corriente : 45.83 A calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 43 \times 45.83}{220} = \frac{6.818.73}{220} = 30.99 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre. 2 thw, S= 33.62mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.2 y un desnudo del no. 6

1B.- TABLERO " JE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB

carga conectada = 5350 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{5350.0}{323.88} = 16.51 \text{ A} \times 1.25 = 20.64 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\text{p} \times 40 \text{ A}$$

alimentador :

L = 43 m , % = 1

Por capacidad de corriente : 20.64 A calibre 10 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 43 \times 20.64}{220} = \frac{3.070.81}{220} = 13.95 \text{ mm}$$

%e con conductor del # 6

$$\%e = \frac{3.070.81}{220 \times 13.95} = \frac{3.070.81}{2926} = 1.04$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S= 13.3mm , tubo de 32 mm de diámetro con 4 hilos del no. 6 y un desnudo del no.8

19.- TABLERO " L "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB-F

carga conectada = 12,650 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{12,650}{323.88} = 39.05A \times 1.25 = 48.82 A \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor selecciona} \\ \text{do } 3p \times 50 A$$

alimentador :

L = 12 m , % = 1

Por capacidad de corriente : 48.82 A calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 12 \times 48.82}{220} = \frac{2,027.00}{220} = 9.21 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S= 13.3mm , tubo de 32 mm de diámetro con 4 hilos del No.6 y un desnudo del No. 8

20.- TABLERO " LE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB-F

carga conectada = 8350 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{8,350}{323.88} = 25.78 \times 1.25 = 32.22 A \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor selecciona} \\ \text{do } 3p \times 50 A$$

alimentador :

L = 12 m , % = 1

por capacidad de corriente : 32.22 A calibre 8 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 12 \times 32.22}{220} = \frac{1.337.77}{220} = 6.08 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 8 thw, S= 8.36mm , tubo de 25 mm de diámetro con 4 hilos del no.8 y un desnudo del no.10

21.- TABLERO " M "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-12-4AB-F

carga conectada = 9,025 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{9.025}{323.88} = 27.86 \text{ A} \times 1.25 = 34.83 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3p \times 50 \text{ A}$$

alimentador :

L = 40 m , % = 1

por capacidad de corriente : 34.83 A calibre 8 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 40 \times 34.83}{220} = \frac{4.820.47}{220} = 21.91 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 4 thw, S= 21.15mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.4 y un desnudo del no. 8

22.- TABLERO " ME "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-18-4AB-F

carga conectada = 6442 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{6,442}{323.88} = 19.89 \text{ A} \times 1.25 = 24.86 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 40 \text{ A}$$

alimentador :

$$L = 40 \text{ m} , \quad \% = 1$$

por capacidad de corriente : 24.86 A calibre 10 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3,46 \times 40 \times 24,86}{220} = \frac{3,440,62}{220} = 15.63 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 4 thw, S= 21.15mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.4 y un desnudo del no. 8

23.- TABLERO " N "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-12-4AB-F

carga conectada = 5800 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{5,800}{323.88} = 17.9 \text{ A} \times 1.25 = 22.37 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 40 \text{ A}$$

alimentador :

$$L = 38 \text{ m} , \quad \% = 1$$

por capacidad de corriente : 22.37 A calibre 10 thw

Por caída de tensión :

$$S = \frac{3,46 \times 38 \times 22,37}{220} = \frac{2,941,20}{220} = 13.36 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S= 13.3mm , tubo de 25 mm de diámetro con 4 hilos del no.6 y un desnudo del no. 8

24.- TABLERO " NE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-12-4AB-F

carga conectada = 3000 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{3,000}{323.88} = 9.26A \times 1.25 = 11.57 A \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor selecciona} \\ \text{do } 3p \times 30 A$$

alimentador :

L = 38 m , % = 1

por capacidad de corriente : 11.57 A calibre 12 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 38 \times 11.57}{220} = \frac{1,521.22}{220} = 6.91 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 8 thw, S= 8.36mm , tubo de 25 mm de diámetro con 4 hilos del no.8 y un desnudo del no. 8

25.- TABLERO " O "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-42-4AB-F

carga conectada = 23,300 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{23,300}{323.88} = 71.95A \times 1.25 = 89.94 A \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor selecciona} \\ \text{nado } 3p \times 100A$$

alimentador :

L = 46 m , % = 1

por capacidad de corriente : 89.94 A calibre 2 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 46 \times 89.94}{220} = \frac{14,314.85}{220} = 65.06 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 2/0 thw, S= 67.43mm , tubo de 51 mm de diámetro con 4 hilos del no.2/0 y un desnudo del no.4

26.- TABLERO " OE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-24-4AB-F

carga conectada = 8425 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{8,425}{323.88} = 26.01 \text{ A} \times 1.25 = 32.51 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 50 \text{ A}$$

alimentador :

L = 46 m , % = 1

por capacidad de corriente : 32.51 A calibre 8 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 46 \times 32.51}{220} = \frac{5,174.29}{220} = 23.51 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 2 thw, S= 33.62mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.2 y un desnudo del no. 8

27.- TABLERO " P "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-18-4AB-F

carga conectada = 9700 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{9,700}{323.88} = 29.94 \times 1.25 = 37.43 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 50 \text{ A}$$

alimentador :

$$L = 23 \text{ m} , \quad \% = 1$$

por capacidad de corriente : 37.43 A calibre 8 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 23 \times 37.43}{220} = \frac{2,978.67}{220} = 13.53 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S= 13.3mm , tubo de 32 mm de diámetro con 4 hilos del no.6 y un desnudo del no. 8

28.- TABLERO " PE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB-F

carga conectada = 17300 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{17,300}{323.88} = 53.41 \times 1.25 = 66.76 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 100 \text{ A}$$

alimentador :

$$L = 23 \text{ m} , \quad \% = 1$$

por capacidad de corriente : 66.76 A calibre 4 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 23 \times 66.76}{220} = \frac{5,312.76}{220} = 24.14 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 2 thw, S= 33.62mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.2 y un desnudo del no. 8

29.- TABLERO " G "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB-F

carga conectada = 12,650 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{12,650}{323.88} = 39.05A \times 1.25 = 48.82 A \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3p \times 70 A$$

alimentador :

L = 35 m , % = 1

por capacidad de corriente : 48.82 A calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 35 \times 48.82}{220} = \frac{5,912.10}{220} = 26.87 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 2 thw, S= 33.62mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.2 y un desnudo del no. 8

30.- TABLERO " DE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB-F

carga conectada = 16,800 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{16,800}{323.88} = 51.87A \times 1.25 = 64.83 A \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3p \times 70 A$$

alimentador :

L = 35 m , % = 1

por capacidad de corriente : 64.83 A calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 35 \times 64.83}{220} = \frac{7.850.91}{220} = 35.68 \text{ mm}$$

con conductor del no.2 :

$$\%e = \frac{7.850.91}{220 \times 33.62} = \frac{7.850.91}{7,396.4} = 1.06$$

por lo tanto : calibre 2 thw, S= 33.62mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.2 y un desnudo del no.8

31.- TABLERO " R "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-18-4AB-F

carga conectada = 8,950 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{8.950}{323.88} = 27.63A \times 1.25 = 34.54 A \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3p \times 50 A$$

alimentador :

L = 32 m , % = 1

por capacidad de corriente : 34.54 A calibre 8 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 32 \times 34.54}{220} = \frac{3.824.26}{220} = 17.38 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 4 thw, S= 21.15mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.4 y un desnudo del no.8

32.- TABLERO " RE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB-F

carga conectada = 17,150 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{17,150}{323.88} = 52.95 \text{ A} \times 1.25 = 66.18 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 100 \text{ A}$$

alimentador :

$$L = 32 \text{ m} , \quad \% = 1$$

por capacidad de corriente : 66.18 A calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 32 \times 66.18}{220} = \frac{7,327.44}{220} = 33.30 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 2 thw, S= 33.62mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.2 y un desnudo del no. 8

33.- TABLERO " T "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-24-4AB-F

carga conectada = 21,751 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{21,751}{323.88} = 67.15 \text{ A} \times 1.25 = 83.94 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 100 \text{ A}$$

alimentador :

$$L = 30 \text{ m} , \quad \% = 1$$

por capacidad de corriente : 83.94 A calibre 2 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 30 \times 83.94}{220} = \frac{8,712.97}{220} = 39.60 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 1/0 thw, S= 53.48mm ,tubo de 51 mm de diám
tro con 4 hilos del no.1/0 y un desnudo del no.6

34.- TABLERO " U "

1 fase, 2 hilos, 127 V

tipo 00-2 (alumbrado circuito 1 de aire acondicionado en azotea)
carga conectada = 500 W ; factor de potencia = 0.85

$I = \frac{500.0}{127 \times 0.85} = 4.63 \text{ A} \times 1.25 = 5.78 \text{ A}$ -----> interruptor selecciona-
do 2p x 30 A

NOTA: la alimentación para el centro de carga, se deriva del
alimentador de fuerza.

por capacidad de corriente : 5.78 A calibre 12 thw
por lo tanto : calibre 12 thw, tubo de 13 mm de diámetro con 2
hilos del no.12 y un desnudo del no.14.

35.- TABLERO " V "

1 fase, 2 hilos, 127 V

tipo 00-2 circuito 2

carga conectada : 500 W ; f.p. 0.85

$I = \frac{500.0}{127 \times 0.85} = 4.63 \text{ A} \times 1.25 = 5.78 \text{ A}$ -----> interruptor selecciona-
do 2p x 30 A

NOTA: la alimentación para el centro de carga, se deriva del
alimentador de fuerza.

por capacidad de corriente : 5.78 A calibre 12 thw
por lo tanto : calibre 12 thw, tubo de 13 mm de diámetro con 2
hilos del no.12 y un desnudo del no.14.

36.- TABLERO " X "

1 fase, 2 hilos, 127 V

tipo 00-2 circuito 3

carga conectada : 500 W ; f.p. 0.85

$$I = \frac{500.0}{127 \times 0.85} = 4.63 \text{ A} \times 1.25 = 5.78 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado 2p x 30 A}$$

NOTA: la alimentación para el centro de carga, se deriva del alimentador de fuerza.

por capacidad de corriente : 5.78 A calibre 12 thw
por lo tanto : calibre 12 thw, tubo de 13 mm de diámetro con 2 hilos del no.12 y un desnudo del no.14.

37.- UM1 (UNIDAD MANEJADORA DE AIRE 1)

3 fases, 3 hilos, 220 V

arrancador magnético a tensión completa

tipo LD6-1, con elementos térmicos B.70

carga conectada = 15 h.p. = 11,190 Watts; factor de potencia 0.85

$$I = 36.75 \text{ A}$$

$$\text{por lo tanto : } I = 36.75 \times 1.25 = 45.93 \text{ A}$$

interruptor seleccionado : termomagnético 3p x 50 A en gabinete.

alimentador :

$$L = 26 \text{ m} \quad ; \quad X_e = 1.5$$

por capacidad de corriente : 45.93 A calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$s = \frac{3.46 \times 26 \times 36.75}{220 \times 1.5} = \frac{3.306.92}{330} = 10.02 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S = 13.3mm , tubo de 32 mm de diámetro con 3 hilos del no.6 y un desnudo del no.8.

38.- ALUMBRADO EXTERIOR NORMAL (A.EXT.N.)

3 fases, 3 hilos, 220 V

24 lamparas de 250 W = 6,000.0 W ; factor de potencia 0.85

$$I = \frac{6,000.0}{323.88} = 18.52 \times 1.25 = 23.15 \text{ A} \text{ -----} \rightarrow \text{interruptor seleccionado } 3P \times 40A$$

alimentador :

L = 80 m . ; %e = 2.0

por capacidad de corriente : 23.15 A calibre 10 thw

por caída de tensión:

$$I = \frac{3.46 \times 80 \times 23.15}{220 \times 2} = \frac{6,407.92}{440} = 14.56 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S = 13.30mm , tubo de 32 mm de diámetro con 3 hilos del no.6 y un desnudo del no.8.

NOTA : el alimentador derivado del registro a la lampara será del número 10. (2-#10, 1d-#12)

39.- ALUMBRADO EXTERIOR EMERGENCIA (A.EXT.E.)

3 fases, 3 hilos, 220 V s

16 lamparas de 250 W = 4,000.0 W ; factor de potencia 0.85

$$I = \frac{4,000.0}{323.88} = 12.35 \times 1.25 = 15.43 \text{ A} \text{ -----} \rightarrow \text{interruptor seleccionado } 3P \times 30A$$

alimentador :

L = 75 m . ; %e = 2.0

por capacidad de corriente : 15.43 A calibre 12 thw

por caída de tensión:

$$I = \frac{3.46 \times 75 \times 15.43}{220 \times 2} = \frac{4.004.08}{440} = 9.10 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S = 13.30mm , tubo de 32 mm de diámetro con 3 hilos del no.6 y un desnudo del no.8.

NOTA : El alimentador derivado del registro a la lampara será del número 10. (2-#10,1d-#12)

40.- TABLERO " K "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V
tipo NA1B-1B-4AB

carga conectada = 13,500 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{13.500}{323.88} = 41.68 \times 1.25 = 52.10 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 70 \text{ A}$$

alimentador :

L = 40 m , X = 1.5

por capacidad de corriente : 52.10 A . calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 40 \times 52.15}{220 \times 1.5} = \frac{7.217.56}{330} = 21.87 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 4 thw, S= 21.15mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.4 y un desnudo del no. 8

41.- TABLERO " KE "

3 fases, 4 hilos, 220/127 V
tipo NA1B-1B-4AB

carga conectada = 9500 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{9.500}{323.88} = 29.33 \times 1.25 = 36.66 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{Interruptor seleccionado } 3\phi \times 50 \text{ A}$$

alimentador :

L = 40 m , % = 1.5

por capacidad de corriente : 36.66 A

calibre 8 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 40 \times 36.66}{330 \times 1.5} = \frac{5.073.74}{330} = 15.37 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 4 thw, S= 21.15mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.4 y un desnudo del no. 8

42.- BOMBAS VACIO (INT.8E e INT.9E)

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB

factor de potencia = 0.85

carga conectada = 2 bombas de 1.5 h.p. c/u = 3 H.P.

$$3 \text{ H.P.} \times 746 = 2238$$

$$I = \frac{2238}{323.88} = 6.9 \text{ A} \times 1.25 = 8.63 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{interruptor seleccionado } 3p \times 30 \text{ A}$$

alimentador :

L = 28 m , % = 1.5

por capacidad de corriente : 8.63 A

calibre 12 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 28 \times 8.63}{220 \times 1.5} = \frac{836.79}{330} = 2.53 \text{ mm}$$

el conductor debe ser por calculo del no.12 pero de acuerdo a las normas del IMSS , el alambrado a un motor será como mínimo del calibre no.10.

por lo tanto : calibre 10 thw, S= 5.26mm, tubo de 19 mm de diámetro con 3 hilos del no.10 y un desnudo del no.12

así mismo cada bomba se alimentará con 3-#10, 1d-12, t-19 debiendo proteger con un arrancador magnético a tensión completa tipo LBG-2 con elementos termicos B7.70.

43.- UMA (UNIDAD MANEJADORA DE AIRE -EMERGENCIA)

3 fases, 3 hilos, 220 V

arrancador magnético a tensión completa
tipo LDG-1, con elementos térmicos B.70

carga conectada = 15 h.p. = 11,190 Watts; factor de potencia 0.85
 $I = 36.75 \text{ A}$

por lo tanto : $I = 36.75 \times 1.25 = 45.93 \text{ A}$

interruptor seleccionado : termomagnético 3p x 50 A en gabinete.

alimentador :

$L = 26 \text{ m}$; $\%e = 1.5$

por capacidad de corriente : 45.93 A calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$s = \frac{3.46 \times 26 \times 45.93}{220 \times 1.5} = \frac{3.306.92}{330} = 10.02 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S = 13.3mm , tubo de 32 mm de diámetro con 3 hilos del no.6 y un desnudo del no.8.

44.- TABLERO " AANS " (AIRE ACONDICIONADO)

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-24-4AB-S

factor de potencia = 0.85

carga conectada = (3 h.p.+2 h.p.+(2 de 1.5 h.p.)+1 h.p.+0.75 h.p.+
+0.25 h.p.)

$$= 10 \text{ h.p.} \times 746 = 7,460 \text{ W}$$

$I = \frac{7,460}{323.88} = 23.03 \text{ A} \times 1.25 = 28.78 \text{ A}$ ----> interruptor seleccionado
3p x 50 A

alimentador :

L = 35 m , % = 1.5

por capacidad de corriente : 28.78 A calibre 8 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 35 \times 28.78}{330} = \frac{3.485.00}{330} = 10.56 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S= 13.30mm , tubo de 32 mm de diámetro con 4 hilos del no.6 y un desnudo del no.8.

45.- TABLERO " AAN2 " (AIRE ACONDICIONADO)

3 Fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-24-4AB-S

carga conectada = (5 de 0.25 h.p.+0.50 h.p.+1.5 h.p.+0.02 h.p.+
+5 h.p.+15 h.p.)

$$= 1.25 + .5 + 1.5 + 0.02 + 5 + 15$$

$$= 23.27 \text{ h.p.} \text{-----} \rightarrow 23.27 \text{ h.p.} \times 746 \text{ W/h.p.}$$

$$= 17,359.42 \text{ W}$$

carga conectada = 17,359.42 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{17,359.42}{323.88} = 53.59 \text{ A} \times 1.25 = 66.99 \text{ A}$$

I = 66.99 A -----> interruptor seleccionado
3p x 100 A

alimentador :

L = 25 m , % = 1.5

por capacidad de corriente : 66.99 A calibre 4 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 25 \times 66.99}{330} = \frac{5,794.63}{330} = 17.59 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 4 thw, S= 21.15mm , tubo de 38 mm de diámetro con 4 hilos del no.4 y un desnudo del no.6.

46.- VENTILADORES DE EXTRACCION VE-14, VE-15

INT. 12N ,INT.13N

carga conectada = 373 W (2 motores de 0.25 h.p., 1 fase, 127 V)
= 373 W ; factor de potencia = 0.85

I = 0.5 h.p. x 746 W /h.p.

I = 373 W por lo tanto I = P/V = 373/127 = 2.93A

I = 2.93A

I = 2.93 A x 1.25 = 3.67 A-----> interruptor seleccionado
ip x 30 A

alimentador :

L = 31 m , % = 1.5

por capacidad de corriente : 3.67A calibre 14 thw

el conductor debe ser por cálculo del no.14 pero de acuerdo a las normas del IMSS , el alambrado a un motor será como mínimo del calibre no.10.

Por lo tanto : calibre 10 thw, S= 5.26mm , tubo de 19 mm de diámetro con 2 hilos del no.10 y un desnudo del no.12.

así mismo cada motor se alimentará con 2-#10,1d-12,t-19 debiendose proteger los motores con un interruptor de seguridad tipo cuchillas de 2 polos por 30 A, y un arrancador manual modelo 2510-F6-1P con elementos térmicos A5.30.

47.- TABLERO " AAN4 " (AIRE ACONDICIONADO)

3 fases, 4 hilos,220/127 V

tipo NA1B-24-4AB-

carga conectada = (2 de 0.25 h.p.+2 de 1.0 h.p.+3 de 1.5 h.p.)

= 0.5 +2.0 + 4.5

= 7.0 h.p.-----> 7.0 h.p. x 746 W /h.p.

= 5,222.0 W
carga conectada = 5,222.0 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{5,222.0}{323.88} = 16.12 \text{ A} \times 1.25 = 20.15 \text{ A}$$

I = 20.15 A -----> interruptor seleccionado
3p x 40 A

alimentador :

L = 34 m , % = 1.5

por capacidad de corriente : 20.15 A calibre 10 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 34 \times 20.15}{330} = \frac{2,370.92}{330} = 7.18 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 8 thw, S= 8.36mm , tubo de 25 mm de diámetro con 4 hilos del no.8 y un desnudo del no.10

4B.- TABLERO " AANS " (AIRE ACONDICIONADO)

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-24-4AB-S

carga conectada = (1/50 h.p.+0.25 h.p.+2.0 h.p.+5.0 h.p.)
= 0.02 +0.25 + 2.0 + 5.0

carga conectada = 7.27 h.p.-----> 7.27 h.p. x 746 W /h.p.
= 5,423.5 W

carga conectada = 5,423.5 W factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{5,423.5}{323.88} = 16.74 \text{ A} \times 1.25 = 20.93 \text{ A}$$

I = 20.93 A -----> interruptor seleccionado
3p x 40 A

alimentador :

$$L = 10 \text{ m} , \quad \chi = 1.5$$

por capacidad de corriente : 20.93 A calibre 10 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 10 \times 20.93}{330} = \frac{724.23}{330} = 2.19 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 10 thw, S= 5.26mm , tubo de 19 mm de diámetro con 4 hilos del no.10 y un desnudo del no.12.

POR NORMA : 4 hilos del no.8 y un desnudo del no.10

49.- TABLERO " CCAA6 " (CENTRO DE CONTROL DE MOTORES, AIRE ACONDICIONADO)

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

carga conectada = (2 h.p.+4 de 5 h.p.+2 x 50,300 W)

$$= 22 \text{ h.p.} \text{-----} \rightarrow 22.0 \text{ h.p.} \times 746 \text{ W /h.p.}$$

$$= 16,412.0 \text{ W} \quad + 100,600$$

carga conectada = 117,012.0 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{117,012.0}{323.88} = 361.28 \text{ A} \times 1.25 = 451.60 \text{ A}$$

I = 451.60 A -----> interruptor seleccionado
3p x 500 A

alimentador :

$$L = 15 \text{ m} , \quad \chi = 1.5$$

por capacidad de corriente : 451.60 A calibre 3/0 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 15 \times 451.60}{220 \times 1.5} = \frac{23,438.04}{330} = 71.02 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 3/0 thw, S= 85.01mm ,tubo de 51 mm de diám
tro con 4 hilos del no.3/0 y un desnudo del no.2.

50.- TABLERO " AAE1 " (AIRE ACONDICIONADO)

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

tipo NA1B-1B-4AB-S

$$\begin{aligned} \text{carga conectada} &= (0.33 \text{ h.p.} + 6 \times 0.25 \text{ h.p.} + 0.75 \text{ h.p.} + 10 \text{ h.p.}) \\ &= 0.33 + 1.5 + 0.75 + 10 \\ &= 12.5833 \text{ h.p.} \longrightarrow 12.08 \text{ h.p.} \times 746 \text{ W /h.p.} \\ &= 9,387.10 \text{ W} \end{aligned}$$

carga conectada = 9,387.10 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{9,387.10}{323.88} = 28.98 \text{ A} \times 1.25 = 36.22 \text{ A}$$

I = 36.22 A -----> interruptor seleccionado
3p x 50 A

alimentador :

L = 38 m , % = 1.5

por capacidad de corriente : 36.22 A

calibre 6 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 38 \times 36.22}{330} = \frac{4,762.86}{330} = 14.43 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 4 thw, S= 21.15mm ,tubo de 38 mm de diám
tro con 4 hilos del no.4 y un desnudo del no.8.

51.-INTERRUPTORES 10E, Y 11E (BOMBAS DE AGUAS PLUVIALES)

3 fases, 4 hilos, 220 V

factor de potencia = 0.85

$$\begin{aligned} \text{carga conectada} &= 2 \text{ bombas de } 1.0 \text{ h.p. c/u ;} \\ &= 1,492 \text{ W} \end{aligned}$$

$$I = \frac{1.492}{323.82} = 4.60 \text{ A} \times 1.25 = 5.75 \text{ A} \text{-----} \rightarrow \text{interruptor seleccionado}$$

3p x 30 A

alimentador :

$$L = 72 \text{ m} , \quad \% = 1.5$$

por capacidad de corriente : 5.75 A calibre 10 thw
 por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 72 \times 5.75}{220 \times 1.5} = \frac{1.432.44}{330} = 4.34 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 10 thw, S = 5.26mm , tubo de 19 mm de diám
 tro con 3 hilos del no.10 y un desnudo del no.12.
 así mismo cada bomba se alimentará con 3-#10,ld-12,t-19
 debiendose proteger con un arrancador magnético a tensión completa
 tipo LBG-2, con elementos térmicos B4.85 y un interruptor de cuch
 llas de 3 polos x 30 A

52.- TABLERO " AAE2 " (UMA-3)

3 fases, 4 hilos, 220 V

carga conectada = 11,190 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{11.190.00}{323.88} = 34.54 \text{ A} \times 1.25 = 43.18 \text{ A}$$

I = 43.18 A -----> interruptor seleccionado
 3p x 50 A

alimentador :

$$L = 25 \text{ m} , \quad \% = 1.5$$

por capacidad de corriente : 43.18A calibre 6 thw
 por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 25 \times 43.18}{330} = \frac{3.735.70}{330} = 11.32 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 6 thw, S= 13.30mm , tubo de 32 mm de diámetro con 4 hilos del no.6 y un desnudo del no.8.

53.- TABLERO " CCHAE6 " (CENTRO DE CONTROL DE MOTORES, AIRE ACONDICIONADO)

3 fases, 4 hilos, 220 V

carga conectada = (2 de 5 h.p.+1 de 2 h.p. + UCAR de 50,300)
= 12 h.p. + 50,300 W

si 12 h.p.-----> 12.0 h.p. x 746 W /h.p.

entonces = 8,942.0 W + 50,300 W

carga conectada = 59,252.0 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{59,252.00}{323.88} = 182.94 \text{ A} \times 1.25 = 228.68 \text{ A}$$

I = 228.68 A -----> interruptor seleccionado
3p x 300 A

alimentador :

L = 14 m , % = 1.5

por capacidad de corriente : 228.68 A calibre 2 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 14 \times 228.68}{220 \times 1.5} = \frac{11,077.26}{330} = 33.57 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 1/0 thw, S= 53.49mm , tubo de 51 mm de diámetro con 4 hilos del no.1/0 y un desnudo del no.4.

54.- TABLERO " CCMHE1 " (CENTRO DE CONTROL DE MOTORES, AIRE ACONDICIONADO)

3 fases, 4 hilos, 220/127 V

carga conectada = (0.33 h.p.+3 de 0.25 h.p.+3 de 0.5 h.p.+2 de 5 h.p.+ 7 de 7.5 h.p.+ 3 de 15 h.p.)

carga conectada = (0.33 + .75 + 1.5 + 10 + 52.5 + 45)
 = 110.0833h.p.-----> 110.08 h.p. x 746 W /h.p.
 = 82,122.16 W
 carga conectada = 82,122.16 W ; factor de potencia = 0.85

$$I = \frac{82,122.16}{323.88} = 253.55 \text{ A} \times 1.25 = 316.94 \text{ A}$$

I = 316.94 A -----> interruptor seleccionado
 3p x 350 A

alimentador :

$$L = 38 \text{ m} , \% = 1.5$$

por capacidad de corriente : 316.94 A calibre 4/0 thw

por caída de tensión :

$$S = \frac{3.46 \times 38 \times 316.94}{220 \times 1.5} = \frac{41,671.27}{330} = 126.27 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 250 mcm, S=126.64mm , tubo de 76mm de diám
 tro con 4 hilos del no.250 mcm, 1 hilo de 2/0 y un
 desnudo del no.1/0.

55.- TABLERO SUBGENERAL TSGN-1

3 fases, 4 hilos, 220/127 V , tipo ML-PANEL

carga con.	tab	W	A	F.D.	
F.....	10,500	..	32.50	X 0.60	= 19.50x1.25 = 24.37
G.....	3,300	..	10.24	X 0.60	= 6.14x1.25 = 7.68
H.....	37,300	..	115.76	X 0.60	= 69.45x1.25 = 86.82
I.....	4,850	..	15.05	X 0.60	= 9.03x1.25 = 11.28
M.....	9,025	..	28.01	X 0.60	= 16.80x1.25 = 21.00
R.....	8,950	..	27.77	X 0.60	= 16.66x1.25 = 20.82
AAN3....	7,460	..	24.47	X 0.80	= 19.57x1.00 = 19.57

total ...81,385 W

191.54 A

por lo tanto seleccionamos un interruptor 3 p X 225 A.

alimentador :

L = 70 m ; % e = 1.5

por capacidad de corriente : 191.54 A calibre 4/0 thw

por caída de tensión :

$$s = \frac{3.46 \times 70 \times 191.54}{220 \times 1.5} = \frac{46,390.98}{330} = 140.57 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 300 mcm, S=152. mm , tubo de 76mm de diámetro con 4 hilos del no.300 mcm, un desnudo del no.2

56.- TABLERO SUBGENERAL TSGN-2

3 fases, 4 hilos, 220/127 V , tipo ML-PANEL

carga con. tab	W	A		f.d.	
C.....	5,050	15.59	X	0.60	= 9.35x1.25 = 11.69
D.....	5,950	18.37	X	0.60	= 11.02x1.25 = 13.77
N.....	5,800	17.90	X	0.60	= 10.74x1.25 = 13.42
P.....	9,700	29.94	X	0.60	= 17.96x1.25 = 22.45
Q.....	12,650	39.05	X	0.60	= 23.43x1.25 = 29.28
AAN2....	17,359	56.94	X	0.80	= 45.55x1.00 = 45.55
total	56,509	W			136.16 A

por lo tanto seleccionamos un interruptor 3 p X 175 A.

alimentador :

L = 110 m ; % e = 1.5

por capacidad de corriente : 136.16A calibre 2/0 thw

Por caída de tensión :

$$s = \frac{3.46 \times 110 \times 136.16}{220 \times 1.5} = \frac{51.822.49}{330} = 157.03 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 400 mcm, S=202.71mm , tubo de 76 mm de diám
tro con 4 hilos del no.400 mcm y un desn. no.2.

57.- TABLERO SUBGENERAL TSGN-3

3 fases, 4 hilos, 220/127 V , tipo ML-PANEL

carga con. tab.	W	A		f.d.	
A.....	10,100	.. 31.18	X	0.60	= 18.70x1.25 = 23.38
B.....	18,150	.. 56.03	X	0.60	= 33.61x1.25 = 42.02
O.....	23,300	.. 71.95	X	0.60	= 43.17x1.25 = 53.96
J.....	11,875	.. 36.66	X	0.60	= 21.99x1.25 = 27.49
INT. 12N,13N.....	373	.. 2.93	X	0.60	= 1.75x1.00 = 1.75
AAN4.....	5,222	.. 17.13	X	0.80	= 13.70x1.00 = 13.70
<hr/>					
total ...	69,020 W				162.30 A

por lo tanto seleccionamos un interruptor 3 p X 200 A.

alimentador :

$$L = 140 \text{ m} ; \% e = 1.5$$

por capacidad de corriente : 162.30 A calibre 2/0 thw

por caída de tensión :

$$s = \frac{3.46 \times 140 \times 162.30}{220 \times 1.5} = \frac{78.618.12}{330} = 238.23 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 500 mcm, S=253.35mm , tubo de 100mm de diám
tro con 4 hilos del no.500 mcm y un desn. no.1/0.

58.- TABLERO SUBGENERAL DE EMERGENCIA TSGE-1

3 fases, 4 hilos, 220/127 V , tipo ML-PANEL

carga con.	tab.	W	A		f.d.	
FE.....	16,925	..	52.25	X	0.60	= 31.35x1.25 = 39.18
GE.....	19,000	..	58.66	X	0.60	= 35.19x1.25 = 43.99
HE.....	31,140	..	96.14	X	0.60	= 57.68x1.25 = 72.10
IE.....	11,770	..	36.34	X	0.60	= 21.80x1.25 = 27.25
ME.....	6,442	..	19.89	X	0.60	= 11.93x1.25 = 14.91
RE.....	17,150	..	52.95	X	0.60	= 31.77x1.25 = 39.71
TA1....	2,550	..	13.63	X	0.60	= 8.17x1.00 = 8.17
TA2....	2,550	..	13.63	X	0.60	= 8.17x1.00 = 8.17
TA3....	2,550	..	13.63	X	0.60	= 8.17x1.00 = 8.17
TA4....	2,550	..	13.63	X	0.60	= 8.17x1.00 = 8.17
TRX....	12,750	..	39.36	X	0.60	= 23.61x1.00 = 23.61
AAE1...	9,387		28.98	X	0.80	= 23.18x1.00 = 23.18
total		134,764	W			316.6 A

por lo tanto seleccionamos un interruptor 3 p X 400 A.

alimentador :

L = 70 m ; % e = 1.5

por capacidad de corriente : 316.15 A calibre 500 mcm

por caída de tensión :

$$s = \frac{3.46 \times 70 \times 316.15}{220 \times 1.5} = \frac{76,680.52}{330} = 232.36 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 500 mcm, S=253.3mm , tubo de 100mm de diámetro con 4 hilos del no.500 mcm y un desn. no.1/0

59.- TABLERO SUBGENERAL DE EMERGENCIA TSGE-2

3 fases, 4 hilos, 220/127 V		, tipo ML-PANEL	
carga con. tab	W	A	f.d.
CE.....	7,350	..22.69	X 0.60 = 13.61x1.25 = 17.02
DE....	6,300	.. 19.45	X 0.60 = 11.67x1.25 = 14.54
NE.....	3,0009.26	X 0.60 = 5.55x1.25 = 6.94
PE....	17,300	.. 53.41	X 0.60 = 32.04x1.25 = 40.06
DE.....	16,800	.. 51.87	X 0.60 = 31.12x1.25 = 38.90
INT. AAE2....	11,190	.. 34.54	X 0.80 = 27.63x1.00 = 27.63
total ...61,940 W			145.09 A

por lo tanto seleccionamos un interruptor 3 p X 175 A.
alimentador :

$L = 110 \text{ m} ; \lambda e = 1.5$
por capacidad de corriente : 145.09A calibre 300 mcm
por caída de tensión :

$$s = \frac{3.46 \times 110 \times 145.09}{220 \times 1.5} = \frac{55,221.25}{330} = 167.33 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 350 mcm, $s=177.35\text{m}$, tubo de 76 mm de diám
tro con 4 hilos del no.500 mcm y un desn. no.2.

60.- TABLERO SUBGENERAL DE EMERGENCIA TSGE-3

3 fases, 4 hilos, 220/127 V		, tipo ML-PANEL		
carga conectada :	tablero	W	A	f.d.
	AE.....	6,450	...19.91	X 0.60 = 11.94x1.25 = 14.93
	BE....	8,700	.. 26.86	X 0.60 = 16.11x1.25 = 20.14
	DE....	8,425	...26.01	X 0.60 = 15.60x1.25 = 19.50
	JE....	5,350	.. 16.51	X 0.60 = 9.91x1.25 = 12.38
total ...28,925 W			66.95 A	

por lo tanto seleccionamos un interruptor 3 p X 100 A.
alimentador :

L = 155 m ; % e = 1.5

por capacidad de corriente : 66.95A calibre 4 thw

por caída de tensión :

$$s = \frac{3.46 \times 155 \times 66.95}{220 \times 1.5} = \frac{35,905.26}{330} = 108.80 \text{ mm}$$

por lo tanto : calibre 4/0 thw, S=107.2mm , tubo de 64 mm de diámetro con 4 hilos del no. 4/0 mcm y un desn. no.2.

61.-TRANSFORMADOR T-1 SERVICIO NORMAL

carga conectada :

tab.	carga con.	f.p.	V.A.	F.D	carga demandada	C.D.+20% reserva
L	12,650	0.85	14,882	0.7	10,417	12,501
K	13,500	0.85	15,882	0.7	11,117	13,341
TSGN1	81,385	0.85	95,747	0.7	67,022	80,427
UMA1	11,190	0.85	13,164	1.0	13,164	13,164
TSG2	56,509	0.85	66,481	0.7	46,536	55,844
TSG3	69,020	0.85	81,200	0.7	56,840	68,208
AAN5	5,423	0.85	6,380	1.0	6,380	6,380
CCMAAN6	117,012	0.85	137,661	1.0	137,661	137,661
A.E.	6,000	0.85	7,058	1.0	7,058	7,058
T	21,571	0.85	25,377	0.7	17,764	21,317
						416,534 VA

KVA_T = 416,534 VA

$$KVA_{T-1} = \frac{KVA_T}{f.d.} = \frac{416,534}{1.2} = 347.111 \text{ KVA.}$$

por lo tanto el transformador a usar será de la siguiente capacidad :

400 KVA

23000 / 220-127 V

CONEXION = DELTA - ESTRELLA

62.- TABLERO GENERAL DE BAJA TENSION NORMAL

alimentado por el transformador (t-1) calculado en inciso anterior
3 fases, 4 Hilos, 220/127 V , tipo AUTOSOPORTADO en piso
W = 400 KVA , factor de potencia = 0.8

$$I = \frac{400,000,00 \text{ VA}}{304.88} = 1,311.99 \text{ A}$$

interruptor seleccionado : 3P X 1400 A

por la capacidad de corriente de los conductores se deberán utilizar 3 por fase, por lo que el conductor calibre 750 mcm tiene una capacidad de 475 A por 3 resulta 475 A X 3 = 1425 A.

por lo tanto se utilizaran 11 conductores calibre 750 mcm, 3 por fase y 2 para el neutro.

63.- TRANSFORMADOR TR-2, SERVICIO DE EMERGENCIA
carga conectada

tab.	carga con.	f.p.	V.A.	F.D	carga demandada	C.D.+20% reserva
TSGE1 (alumbrado y contactos)						
	134,764	0.85	158,545	0.70	110,982	133,178
(tableros de aislamiento)						
	22,950	0.85	27,000	1.00	27,000	27,000
(tablero AAE1)						
	9,387.1	0.85	11,043	1.00	11,043	11,043
(interruptores 10E,11E)						
	1,492	0.85	1,743	1.00	1,743	1,743
ALUMBRADO EXTERIOR						
	4,000	0.85	4,705	0.70	3,294	3,294
TSGE2 (alumbrado y contactos)						
	61,940	0.85	72,870	0.70	51,009	61,211
(AAE2)						
	11,190	0.85	13,164	1.00	13,164	13,164
AAE6	59,252	0.85	69,708	1.00	69,708	68,708
LE	8,350	0.85	9,824	0.70	6,877	8,252
TSGE3 (alumbrado y contactos)						
	28,925	0.85	34,029	0.70	23,820	28,584
CCMHE1 [§]	82,122	0.85	96,614	0.70	67,629	81,155
INTS.8E,9E	2,238	0.85	2,632	1.00	2,632	2,632
INT.AAE7	11,190	0.85	13,164	1.00	13,164	13,164
EE	1,190	0.85	1,400	1.00	1,400	<u>1,400</u>
						455,527 VA

$$KVA_T = 455,527 \text{ VA}$$

$$KVA_{T-1} = \frac{KVA_T}{f.d.} = \frac{455,527}{1.2} = 379,605 \text{ KVA.}$$

§ solo trabaja: caldera, bomba de aceite, bomba de alimentación cald.

por lo tanto el transformador a usar será de la siguiente capacidad :

400 KVA
23000 / 220-127 V
CONEXION = DELTA - ESTRELLA

64.- TABLERO GENERAL DE BAJA TENSION EMERGENCIA

alimentado por el transformador calculado en inciso anterior
3 fases, 4 Hilos, 220/127 V , tipo AUTOSOPORTADO en piso
W = 400 KVA , factor de potencia = 0.8

$$I = \frac{400,000,00VA}{304.88} = 1,311.99 \text{ A}$$

interruptor seleccionado : 3P X 1400 A

por la capacidad de corriente de los conductores se deberan utilizar 3 conductores por fase, por lo que el conductor calibre 750 MCM tiene una capacidad de 475 A por 3 resulta 475 A X 3 = 1425 AMP.

por lo tanto se utilizaran 11 conductores calibre 750 MCM, 3 por fase y 2 para el neutro.

65.- PLANTA DE EMERGENCIA

carga demandada + 20% de reserva, servicio de emergencia = 455,527 VA

$$KW = VA \times F.P. = 455,527 \text{ VA} \times 0.8 = 364,421.6$$

por lo tanto la planta de emergencia será de la siguiente capacidad :

3 fases, 4 hilos, 220/127 V
350 KW continuos
385 KW emergencia

$$I = \frac{350,000}{304.88} = 1147.99 \text{ A} \text{ =====> interruptor de transferencia}$$

3 p X 1200 A

65.- PLANTA DE EMERGENCIA

3 fases, 4 Hilos, 220/127 V , factor de potencia = 0.8

$$I = \frac{350,000}{304.88} = 1,147.99 \text{ A}$$

interruptor seleccionado : 3p X 1200 A

por la capacidad de corriente de los conductores se deberán utilizar 3 por fase, por lo que el conductor calibre 750 mcm tiene una capacidad de 475 A por 3 resulta 475 A X 3 = 1425 AMP.

por lo tanto se utilizaran 11 conductores calibre 750 mcm, 3 por fase y 2 para el neutro.

CAPITULO III

DIAGRAMA UNIFILAR

III.1.- Definición

Es la representación gráfica de un circuito trifásico por uno de una sola fase, ya que el comportamiento eléctrico de las tres líneas y de sus conexiones es similar. El diagrama unifilar representa un conjunto de conexiones de equipo eléctrico perteneciente a un sistema y nos indica en forma ordenada la función que desempeña cada elemento. Los factores que se deben tomar en cuenta para la selección del diagrama unifilar son :

- 1) Confiabilidad
- 2) Continuidad en el servicio
- 3) Flexibilidad de operación
- 4) Mantenimiento

III.1.1 Confiabilidad

El diagrama unifilar debe ser confiable, es decir, debe asegurarnos que el servicio de energía eléctrica no va a interrumpirse, cuando exista una falla en el sistema, y debe de tener la capacidad de proteger, al mismo tiempo, al equipo que se esté alimentando de energía eléctrica de la subestación eléctrica.

III.1.2 Continuidad

La continuidad en el servicio es muy importante, pues en un hospital no

debe de haber interrupciones, ya que se maneja equipo muy delicado que proporciona servicio a personas enfermas, para quienes es indispensable que no falle.

III.1.3 Flexibilidad

Es muy común que al pasar el tiempo se tengan que ampliar departamentos en la unidad, esto mismo ocasiona que se incremente la carga eléctrica a la subestación ; En este caso debe de existir la capacidad de poder incrementar el servicio de energía eléctrica y no tener problemas con el factor de potencia al conectar cargas nuevas.

III.1.4 Mantenimiento

El mantenimiento en una subestación eléctrica compacta debe de realizarse por una persona debidamente capacitada, y debe de hacerse muy espaciadamente.

III.2 Simbología

La simbología es una parte muy importante en el diagrama unifilar, porque debe ser un lenguaje claro y específico; El Instituto Mexicano del Seguro Social en sus Especificaciones Técnicas de Instalaciones Eléctricas contiene la simbología a utilizarse en el diagrama unifilar. La tabla 3.1 muestra la simbología utilizada en el Instituto Mexicano del Seguro Social.

III.3 Selección de diagrama unifilar

Los diagramas unilaterales en subestaciones eléctricas compactas más utilizados en el Instituto Mexicano del Seguro Social son los siguientes :

SIMBOLOGIA



INTERRUPTOR DE CUCHILLAS



FUSIBLE



APARTARRAYOS AUTOVALVULAR



TRANSFORMADOR



ACOPLAMIENTO MECANICO



INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO



TABLERO DE DISTRIBUCION NORMAL



TABLERO DE DISTRIBUCION DE EMERGENCIA



ARRANCADOR MAGNETICO



VENTILADOR



UNIDAD MANEJADORA DE AIRE



TRANSFORMADOR DE INSTRUMENTO



ACOMETIDA C. F. E.

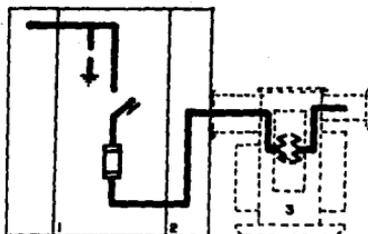
- 1) Gabinete con cortacircuitos y acoplamiento a transformador.
- 2) Subestación con cortacircuitos y acoplamiento a transformador
- 3) Subestación con cuchillas de prueba, con cortacircuitos general y acoplamiento a transformador.
- 4) Subestación con cuchillas de prueba, con cortacircuitos general y derivados.

Estos cuatro diagramas unifilares son los más utilizados en las unidades, que así lo requieren, del Instituto Mexicano del Seguro Social; así mismo, son las que los fabricantes tienen en sus catálogos de producción en línea, por lo que se puede decir, son los más económicos en el mercado. Si se requiere alguna modificación o diseño especial en el diagrama unifilar, ésta se tendrá que marcar en el pedido que se hace a la empresa constructora de subestaciones compactas.

III.3.1. Gabinete con cortacircuitos y acoplamiento a transformador

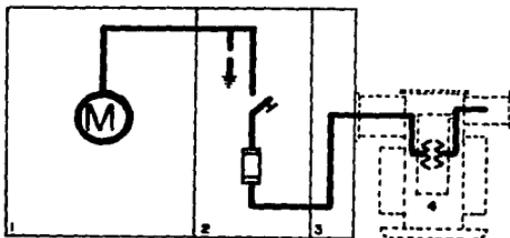
Esta subestación compacta cuenta únicamente con dos secciones básicas - sección de cortacircuitos y sección de acoplamiento a transformador; este modelo se utiliza en unidades como teatros y auditorios.

- 1.- Sección de cortacircuitos
- 2.- Sección de acoplamiento
- 3.- transformador



III.3.2. Subestación con cortacircuitos y acoplamiento a transformador

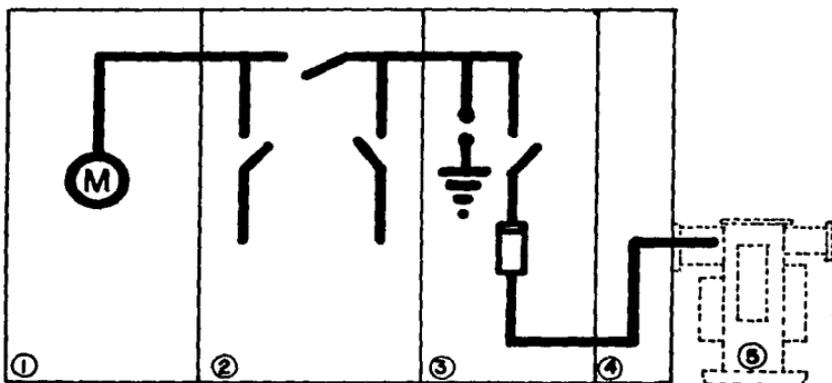
Esta subestación cuenta con tres secciones; sección de medición, de cortacircuitos y de acoplamiento a transformador, se utiliza en unidades de atención al público como: unidades de medicina familiar (UMF) de hasta de diez consultorios.



- 1.- Sección de Medición
- 2.- Sección de Cortacircuitos
- 3.- Sección de Acoplamiento
- 4.- Transformador

III.3.3 Subestación con cuchillas de prueba, con cortacircuitos general y acoplamiento a transformador.

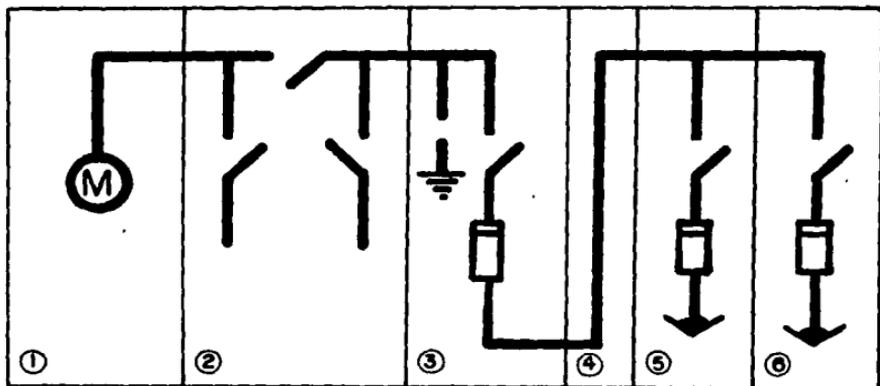
Esta subestación compacta cuenta con sección de medición, de cuchillas de prueba, de cortacircuitos general y de acoplamiento a transformador; Se utiliza en unidades de medicina familiar de hasta 20 consultorios, edificios administrativos, hospitales de segundo nivel y unidades deportivas.



- 1.- Sección de Medición
- 2.- Sección de Cuchillas de prueba
- 3.- Sección de Cortacircuitos
- 4.- Sección de Acoplamiento
- 5.- Transformador

3.3.4. Subestación con cuchillas de prueba, con cortacircuitos general y derivados.

Esta subestación compacta cuenta con sección de medición, de cuchillas de prueba, de cortacircuitos general, de cortacircuitos derivado. Se utiliza en unidades de tercer nivel como Hospitales Generales de Zona, centros vacacionales.



- 1.- Sección de Medición
- 2.- Sección de Cuchillas de Prueba
- 3.- Sección de Cortacircuitos Principal
- 4.- Sección de Acoplamiento
- 5,6.- Sección de Cortacircuitos Derivado

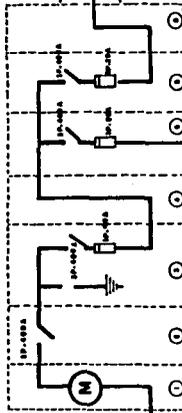
Al analizar los diagramas unifilares existentes en el mercado, el que cumple con los requisitos necesarios para la unidad en estudio es el último diagrama unifilar mencionado. Por lo tanto se utilizará el diagrama : subestación con cuchillas de prueba, con cortacircuitos general y derivados.

III.4.- Diagrama unifilar general

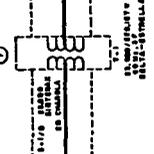
Con los datos que se tienen hasta el momento, como son los resultados - de el segundo capítulo de la presente tesis y la selección del diagrama unifilar, el paso siguiente es dibujar el diagrama unifilar general, en donde se marcan las alimentaciones de las cargas debidamente balanceadas.

TABLA GENERAL DE BAJA TENSION TIPO AUTOPORTADO SERIA 1, 2P, 3P, 200V/230V

SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA
 TIPO AUTOPORTADO
 CLASE 20 KV



ACUMENIA C.P.E.
 1000 VOLTIOS
 2P, 3P, 200V



TRANSFORMADOR TIPO AUTOPORTADO

CLASE 20 KV
 1000 VOLTIOS
 2P, 3P, 200V

TABLA GENERAL DE BAJA TENSION TIPO AUTOPORTADO SERIA 1, 2P, 3P, 200V/230V

CLASE 20 KV
 1000 VOLTIOS
 2P, 3P, 200V



TRANSFORMADOR TIPO AUTOPORTADO

CLASE 20 KV
 1000 VOLTIOS
 2P, 3P, 200V



CLASE 20 KV
 1000 VOLTIOS
 2P, 3P, 200V

Panel	Component	Rating	Notes
SP-00	Panel	1000 V	Panel 00
SP-01	Panel	1000 V	Panel 01
SP-02	Panel	1000 V	Panel 02
SP-03	Panel	1000 V	Panel 03
SP-04	Panel	1000 V	Panel 04
SP-05	Panel	1000 V	Panel 05
SP-06	Panel	1000 V	Panel 06
SP-07	Panel	1000 V	Panel 07
SP-08	Panel	1000 V	Panel 08
SP-09	Panel	1000 V	Panel 09
SP-10	Panel	1000 V	Panel 10
SP-11	Panel	1000 V	Panel 11
SP-12	Panel	1000 V	Panel 12
SP-13	Panel	1000 V	Panel 13
SP-14	Panel	1000 V	Panel 14
SP-15	Panel	1000 V	Panel 15
SP-16	Panel	1000 V	Panel 16
SP-17	Panel	1000 V	Panel 17
SP-18	Panel	1000 V	Panel 18
SP-19	Panel	1000 V	Panel 19
SP-20	Panel	1000 V	Panel 20
SP-21	Panel	1000 V	Panel 21
SP-22	Panel	1000 V	Panel 22
SP-23	Panel	1000 V	Panel 23
SP-24	Panel	1000 V	Panel 24
SP-25	Panel	1000 V	Panel 25
SP-26	Panel	1000 V	Panel 26
SP-27	Panel	1000 V	Panel 27
SP-28	Panel	1000 V	Panel 28
SP-29	Panel	1000 V	Panel 29
SP-30	Panel	1000 V	Panel 30
SP-31	Panel	1000 V	Panel 31
SP-32	Panel	1000 V	Panel 32
SP-33	Panel	1000 V	Panel 33
SP-34	Panel	1000 V	Panel 34
SP-35	Panel	1000 V	Panel 35
SP-36	Panel	1000 V	Panel 36
SP-37	Panel	1000 V	Panel 37
SP-38	Panel	1000 V	Panel 38
SP-39	Panel	1000 V	Panel 39
SP-40	Panel	1000 V	Panel 40
SP-41	Panel	1000 V	Panel 41
SP-42	Panel	1000 V	Panel 42
SP-43	Panel	1000 V	Panel 43
SP-44	Panel	1000 V	Panel 44
SP-45	Panel	1000 V	Panel 45
SP-46	Panel	1000 V	Panel 46
SP-47	Panel	1000 V	Panel 47
SP-48	Panel	1000 V	Panel 48
SP-49	Panel	1000 V	Panel 49
SP-50	Panel	1000 V	Panel 50

II.5 Análisis de corto circuito

En el análisis de corto circuito se utilizará el método de los MVA que es, el que se utiliza en el Instituto Mexicano del Seguro Social y es el que se tiene que presentar ante SECOFI para su autorización junto con el diagrama unifilar:

Se tiene una subestación compacta receptora con dos transformadores de 400 KVA, 20-23 KV, conexión delta y 220/127 conexión estrella, 3 fases 60 C.P.S. cada uno de ellos.

III.5.1.- Datos de la red.

tensión del primario :
20,000-23,000 V potencia de entrega
de la Cia. de luz

III.5.2- Potencia de corto circuito.

- a) En la acometida $N^{\circ}k_1 = 800$ MVA
- b) En el secundario $V_{s1} = 220$ V
 $T_1 = T_2$ por lo tanto $N_{s1} = N_{s2}$
potencia nominal del transformador 400 KVA

$$\% Z_t, Z_z; Z_{pu} = 4.66/100$$

De acuerdo con ANSI-C57-12-00 la potencia de corto circuito, deberá calcularse empleando la impedancia de la red mas la impedancia del transformador.

impedancia de la red :

$$X_k = 1.1 \frac{(V_{et})}{N^2_{kt}}$$

$$= 1.1 \frac{(.220)}{800}$$

$$X_k = 0.0000665$$

Impedancia del transformador :

$$X_{fs} = Z_{pu} \frac{(V_{et})}{N^2_{fs}}$$

$$X_{fs} = \frac{4.665}{100} \times \frac{.0484}{.400}$$

$$X_{fs} = 0.0056434$$

Por lo tanto la impedancia total : X_t

$$X_{fs} + X_k = .0056434 + .0000665$$

$$X_t = .0057099$$

por lo tanto la potencia de corto circuito :

$$N^2_{ka} = 1.1 \frac{(V_{et})}{X_t}$$

$$N^2_{kz} = 1.1 \frac{(.220)}{0.0057099}$$

$$N^2_{kz} = 9.32 \text{ MVA} \text{ ----- Potencia de corto circuito}$$

III.5.3- Corriente de corto circuito.

a) En la acometida de la Cia. de luz

$$I'_{ka} = \frac{N''_{ks}}{V_n(\sqrt{3})}$$

$$I'_{ka} = \frac{800}{23(\sqrt{3})}$$

$$I'_{ka} = 20.08 \text{ KA}$$

b) En el bus de la subestación de 23 KV aunque se tiene una pequeña impedancia se considera despreciable por lo que:

$$I'_{ks} = I_{ka} = 20.08 \text{ KA}$$

c) En el secundario del transformador :

$$I''_{ks} = \frac{N''_{ks}}{V_{st}(\sqrt{3})} = \frac{9.32}{.220(\sqrt{3})}$$

$$I''_{ks} = 24.45 \text{ KA}$$

III.5.4.- Corriente de alta tensión.

Cálculo de la corriente de alta tensión para determinar el fusible -- del interruptor general de la sección receptora y de la transformadora.

$$I_{nat} = \frac{2(400) \times 1000 \times 1.5}{23000 \times \sqrt{3}} = \frac{800'000}{39'837.168} \times 1.5$$

$$I''_{ks} = 30.12 \text{ A}$$

por lo tanto conociendo la corriente de alta tensión podemos seleccionar el fusible del interruptor general y este será de las siguientes características :

Interruptor en pequeño volumen de aceite
Voltaje máximo 24KV, corriente nominal de 40 A
Capacidad interruptiva de 750 MVA.

III.5.5.- Corriente del transformador.

Cálculo de la corriente por transformador

$$I_{NAT1} = \frac{400 \times 1000}{23000 \sqrt{3}} \times 1.5 = 15.06 \text{ A}$$

por lo tanto

$$I_{NAT1} = I_{NAT2} = 20 \text{ a}$$

se selecciona fusible CAT.OR20/255
para 1000 MVA, 25 KV, 20A, SCDGE4196

III.5.6.- Corriente de baja tensión.

Cálculo de la corriente de baja tensión de los transformadores 1,2

$$I_{NBT1,2} = \frac{400 \times 1000}{220 \sqrt{3}} = 1'049.72 \text{ A}$$

se selecciona equipo de maniobra con las características de cálculo y que se muestra en el diagrama unifilar.

III.6.- Sistema de tierras.

Cálculo simplificado del sistema de tierra de la subestación.
resistividad del terreno $\rho = 10 \Omega / \text{Km}$

$L = 28.0 + 8$ varillas coperweld
utilizando la formula para calcular la resistencia del terreno

$$R = \rho / (4r) + \rho / L$$

considerando un conductor No. 2/0 A.W.G.
diámetro del conductor = .01063

Área ocupada por el conductor :

$$\pi \times d \times l = 3.1416 \times .01063 \times 28 = 0.9350656 \text{ m}$$

Área de placa equivalente :

$$A = (\pi \times d) / 4 \quad \text{se despeja " d "}$$

$$d = (A \times 4 / \pi) = ((0.9350656 \times 4) / 3.1416)$$

$$d = 1.0911277 \quad \text{-----} \rightarrow r = .5455638$$

por lo tanto :

$$R = (10 / (4 \times 0.5455638)) + (10 / ((8 \times 3) + 28)$$

$$R = 4.8324154$$

El resultado obtenido esta dentro del rango aceptable por SECOFI.

CAPITULO IV ESTUDIO DE MERCADO

En todo proyecto siempre se deberá buscar optimizar recursos tanto técnica como económicamente, cabe hacer mención que lo más económico, no siempre será la mejor solución ; sino que como ingenieros tendremos que buscar el diseño que ofresca un funcionamiento óptimo. En este capítulo IV se presenta un estudio de mercado, mismo que se realizó en el año de 1993, a precios unitarios para tener una referencia de los costos que se manejaron.

La forma que se presenta para llegar a un costo total de la subestación será la siguiente :

- 1.- Costo del equipo eléctrico.
- 2.- Costo de la obra civil.

- 1.- La adquisición del equipo eléctrico, el Instituto la realiza por medio de una constructora, la cual se encarga de suministrarlo, colocarlo y dejarlo funcionando correctamente. Teniendo que ajustarse a las especificaciones técnicas del proyecto, así como a las normas del Instituto.
- 2.- El costo del local donde se localizará la subestación.

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant.	p.u.(N\$)	importe (N\$)
001	planta generadora de energía eléctrica 350kw continuos,385 kw emergencia, 3f, 4h, 220/127 V, 60hz - suministrado y colocado sobre su base.	pza.	1.0	25,000.00	25,000.00
002	extinguidor de bióxido de carbono para fuego eléctrico suministrado y colocado tipo ABC 6kg.	pza	1.0	182.48	182.48
003	pértiga de fibra de vidrio y alicates suministro y colocación	pza	1.0	17.48	17.48
004	transformador de distribución tipo DA autoenfriado en aceite 3f,4h,-- 400kv, 20/23kv delta en primario - estrella en secundario derivaciones 2 arriba, 2 abajo de 2.5% de voltaje nominal 220/127 V c/garganta costados para conectar alta y baja tensión 2240 msnm, sobrecalentamiento 75 c amb.40 c, suministro y colocación sobre su base	pza	2.00	874.26	1,748.52
005	tablero subgeneral tipo I-LINE de empotrar tamaño 2 cat.KA-225M-10-2 con interruptor principal tipo KAL				

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant.	p.u. (N\$)	importe (N\$)
-------	-------------	---	-------	------------	---------------

de 3x225A cat,KA-36225 y los siguientes derivados:

1 tipo FAL 3x70A cat.FA-36070

2 tipo FAL 3x40A cat.FA-36040

1 tipo KAL 3x150A cat.KA-36150

3 tipo FAL 3x50A cat.FA-36050

2 espacios de reserva

suministro y colocación

pza 1.0 9,639.08 9,639.08

006 tablero subgeneral tipo I-LINE de empotrar tamaño 2 cat.KA-225M-10-2 con interruptor principal tipo KAL de 3x175A cat,KA-36175 y los siguientes derivados:

2 tipo FAL 3x40A cat.FA-36040

2 tipo FAL 3x50A cat.FA-36050

1 tipo FAL 3x70A cat.FA-36070

1 tipo KAL 3x125A cat.KA-36125

2 espacios de reserva

suministro y colocación

pza 1.0 9,609.12 9,606.12

007 tablero subgeneral tipo I-LINE de empotrar tamaño 2 cat.KA-225M-10-2 con interruptor principal tipo KAL de 3x200A cat,KA-36220 y los siguientes derivados:

2 tipo FAL 3x50A cat.FA-36050

1 tipo FAL 3x100A cat.FA-36100

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant. p.u. (Nº)	importe (Nº)
	1 tipo KAL 3x150A cat.KA-36150			
	1 tipo FAL 3x70A cat.FA-36070			
	1 tipo FAL 3x15A cat.FA-36015			
	2 espacios de reserva			
	suministro y colocación	pza	1.0 10,088.71	10,078.71
008	tablero subgeneral tipo I-LINE de empotrar tamaño 2 cat.LA-400M-16-2M con interruptor principal tipo LAL de 3x400A cat,LA-36400 y los siguientes derivados:			
	5 tipo FAL 3x100A cat.FA-36100			
	1 tipo KAL 3x150A cat.KA-36150			
	1 tipo FAL 3x70 A cat.FA-36070			
	1 tipo FAL 3x40A cat.FA-36040			
	4 tipo FAL 2x30A cat.FA-26030			
	4 espacios de reserva			
	suministro y colocación	pza	1.0 13,123.39	13,123.39
009	tablero subgeneral tipo I-LINE de empotrar tamaño 1 cat.FA-100M-6-1- con interruptor principal tipo FA de 3x100A cat,KA-36100 y los siguientes derivados:			
	2 tipo FAL 3x40A cat.FA-36040			
	2 tipo FAL 3x50A cat.FA-36050			
	2 espacios de reserva			
	suministro y colocación	pza	1.0 6,485.36	6,485.36

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant.	p.u. (N\$)	importe (N\$)
-------	-------------	---	-------	------------	---------------

010 tablero subgeneral tipo I-LINE de empotrar tamaño 1 cat.FA-100M-6-1 con interruptor principal tipo FA de 3x200A cat,KA-36200 y los siguientes derivados:

3 tipo FAL 3x40A cat.FA-36040

2 tipo FAL 3x100A cat.FA-36100

1 tipo FAL 3x70 A cat.FA-36070

3 espacios de reserva

suministro y colocación

pza 1.0 9,006.27 9,006.27

011 tablero autosoportado, servicio-interior nema 1, fabricado en lámina de acero rolada en frío calibre no. 12 USSG, terminado en esmalte horneado color azul - SQUARE"D diseñado, construido y probado a las normas CCNNIE, ANSI y NEMA vigentes, adecuado para operar en un sistema de 23kV, 3f con bus de 400A, preparada para alojar en su interior el equipo de medición en 23kV, así como una sección de cuchillas desconectadoras de paso conteniendo unas cuchillas desconectadoras de operación sin carga en grupo de 3p, 400A, 25kV, tipo DTP20/400,-

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant. p.u.(Nº)	importe (Nº)
-------	-------------	---	----------------	--------------

drieschep accionamiento de disco para la operación desde el interior de las cuchillas suministro y colocación.

pza 1.00 4,817.80 4,817.80

012 suministro y colocación sobre su base de 1 tablero de control y protección autosoportado tipo subestación compacta, para 23kV, - servicio interior nema 1 fabricado con lámina rolada de acero en frío calibre no.12 USSG, terminado en esmalte horneado color azul marca SQUARE'D, diseñado, construido y probado de acuerdo a las normas CONNIE, ANSI y NEMA - vigentes, adecuado para operar en un sistema de 23kV, 3f, 60hz, compuesto como sigue:

1 sección de apartarrayos con un bus de cobre de capacidad adecuada conteniendo, cada uno, el siguiente equipo: 3 apartarrayos autovalvulares para sistema sólidamente conectado a tierra de 23 kV, tipo LV marca IUSA; 1 sección de interruptor principal con bus de cobre de 400 A, de capacidad

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant.	p.u. (Nº)	importe (Nº)
-------	-------------	---	-------	-----------	--------------

de 23kV conteniendo, cada uno, el siguiente equipo: 1 seleccionador bajo carga de aire, un tiro, --- operación manual en grupo, con portafusibles y dispositivos de disparo automático y cierre rápido de 3p, 400A, 25kV, tipo -- LDTP20/100-SAE, marca DRIESCHER- con 3 fusibles de 40A, 1600MVA, - de capacidad interruptiva en 23- kV, tipo DR20/40S driescher: accionamiento de disco para la - operación desde el exterior del accionador; 1 sección de transición, para interconexión de secciones, con bus de cobre de 400A en 23kV; 1 sección de interruptor de enlace con bus cobre de 400A, de capacidad en 23kV, conteniendo, cada uno, el siguiente equipo: 1 seccionador bajo carga en aire un tiro, operación manual en -- grupo, con portafusibles y dispositivos de disparo automático y cierre rápido de 3p, 400A, 23kV, tipo LDTP20/400SAE, marca ---- DRIESCHER, con 3 fusibles de 23A, 1600 MVA de capacidad interrupti

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant. p.u. (Nº)	importe (Nº)
--------------	--------------------	----------	------------------------	---------------------

va de 23kV, tipo DR20/25S DRIES-
CHER :

accionamiento disco para la operación desde el exterior del seccionador; 1 sección de interruptor derivado con bus de cobre de 400A de capacidad en 23kV conteniendo, cada uno, el siguiente equipo: 1 seccionador bajo carga de aire, un tiro operación manual en grupo, con portafusibles y dispositivos de diseño automático, y cierre rápido de 3p, 400A, 25kV, tipo LDTP20/400SAE marca DRIES-CHER con 3 fusibles de 23A, 1600 MVA con capacidad interruptiva - en 23kV tipo DR20/25S DRIESCHER. accionamiento de disco para la operación desde el exterior del seccionador: 1 sección de acoplamiento a transformador con conectores flexibles de 400A de capacidad de 23kV de longitud adecuada, 5 resistencias calefactoras de 1000 W de capacidad para operar a 120 V.C.A ; 2 termostatos automáticos ajustable con un rango de 20-60 c marca robert shaw

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant.	p.u. (N\$)	importe (N\$)
-------	-------------	---	-------	------------	---------------

o similar ; 1 interruptor termomagnético de 2p,15A,tipo AIL-215; 9 placas de leyenda para la identificación del equipo de aluminio anodizado; 1 placa de leyenda para la identificación del tablero de aluminio anodizado incluyendo instructivo.

pza 1.00 19,304.62 19,304.62

013 suministro y colocación sobre su base de 1 tablero de distribución en baja tensión autosuportado tipo CBI-I-LINE construcción nema 1 para servicio interior - usos generales terminado con pintura en polvo color azul marca - SQUARE'D, con buses de cobre con teniendo interruptores electromagnéticos y termomagnéticos adecuados para operar en un sistema de 220V, 3f, 4h, 60hz, y estará compuesto como sigue:

1 sección CBI con un bus principal de 1200A, de capacidad con uniones y conexiones plateadas 2 amperímetros para corriente alterna con bobina de 5A, escala 0-1200A, tipo ZM-21,marca yew o

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant.	p.u. (Nº)	importe (Nº)
-------	-------------	---	-------	-----------	--------------

similar.

2 switch selector de fases de 4 posiciones para amperímetro tipo 2TB-10BA4-R marca VOLTAMP.

2 voltímetros para corriente alterna, escala 0-300V bobina de 150V, tipo Z11-21 marca yew.

2 switch selector de fases de 4 posiciones para voltímetro tipo 2TB-10BV4-R marca VOLTAMP.

6 transformadores de corriente tipo VENTANA con relación 1200/5A tipo TCV-11 marca E.E.I.

4 transformadores de potencial relación 240/120V, tipo TP5-1 marca E.E.I. o similar.

2 conmutadores reversible tipo tambor tamaño D-0, clase 2601 - tipo AG-2.

6 fusibles limitadores de corriente para primario del transformador de potencial en 480V.

2 interruptores termomagnéticos principales de 3px1200A tipo PA

1 interruptor termomagnético de enlace de 3px1200A tipo PA.

1 interlock mecánico con chapa entre 3 interruptores termomag-

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant. p.u. (Nº)	importe (Nº)
--------------	--------------------	----------	------------------------	---------------------

néticos solo cerraran 2 a la vez
1 gabinete I-LINE de fuerza tipo PBL-CRL sin medición, buses de cobre de una columna con capacidad nominal de 1600A, instalados en toda su longitud, buses del 1/4 x 4 1/2" por fase con zapatas.

1 interruptor termomagnético -- derivado enchufable de 3p,40A - tipo FA-36040.

1 interruptor termomagnético -- derivado enchufable de 3p,100A - tipo FA-36100.

1 interruptor termomagnético -- derivado enchufable de 3p,150A - tipo KA-36175.

1 interruptor termomagnético -- derivado enchufable de 3p,200A - tipo KA-36200.

1 interruptor termomagnético -- derivado enchufable de 3p,225A - tipo KA-36225.

1 interruptor termomagnético -- derivado enchufable de 3p,500A - tipo KA-36500.

2 espaciador de 1 polo de 1.0" - catálogo ELW-IBL

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant. p.u. (N6)	importe (N6)
--------------	--------------------	----------	------------------------	---------------------

2 placa de extensión de 1 polo-
de 1.5" catálogo ELW-1BL.

3 placas de extensión de 3 polos
de 4.5" catálogo ELW-4BL.

2 placa de leyenda para la iden-
tificación del tablero de alumi-
nio incluyendo instructivo.

1 lote de placas de leyenda pa-
ra la identificación de los e--
quipos y cubículos de aluminio
anodizado.

jgo. 1.0 52,082.86 52,082.86

014 suministro y colocación sobre su
base de 1 tablero de distribu---
ción en baja tensión autosoport@
do tipo I-LINE construcción --
nema 1 para servicio interior -
usos generales terminado con pig-
tura en polvo color azul marca -
SQUARE'D, con buses de cobre con
teniendo interruptores electromag-
néticos y termomagnéticos para-
operar en un sistema de 220V,3F
4h, 60hz, y estará compuesto co-
mo sigue:

1 gabinete I-LINE de fuerza ti-
po PSL-SRL s/medición buses de
cobre de 1 columna c/capacidad

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant.	p.u. (Nº)	importe (Nº)
-------	-------------	---	-------	-----------	--------------

nominal de 1600 A, estañados en toda su longitud buses de 1/4 x 1/2" 2 por fase con zapatas

4 interruptores termomagnéticos derivado enchufable de 3p, 30A,- tipo FA-36030.

1 interruptor termomagnético - derivado enchufable de 3p, 50A,- tipo FA-36050.

1 interruptor termomagnético - derivado enchufable de 3p, 100A, tipo FA-36100.

1 interruptor termomagnético - derivado enchufable de 3p, 200A, tipo KA-36200.

1 interruptor termomagnético - derivado enchufable de 3p, 300A, tipo LA-36300.

1 interruptor termomagnético - derivado enchufable de 3p, 350A, tipo LA-36350.

1 interruptor termomagnético - derivado enchufable de 3p, 400A, tipo LA-36400.

1 espaciador de 1 polo de 1.5"- catalogo HNM-IBL

1 placa de extensión de 1 polo- de 1.5" catálogo ELW-IBL.

Especialidad : instalación eléctrica

clave	descripción	u	cant.	p.u. (N\$)	importe (N\$)
-------	-------------	---	-------	------------	---------------

1 espaciador de 3 polos de 4.5"
catálogo HNM-4PL.

1 placa de extensión de 3 polos
4.5" catálogo ELW-4BL

1 placa de leyenda para la identificación del tablero de aluminio incluyendo instructivo.

1 lote de placas de leyenda para la identificación de los equipos y cubículos de aluminio anodizado.

jgo. 1.0 21,858.09 21,858.09

015 lote de iluminación para el local de la subestación. inc.lamparas apagadores,tuberia, cables etc.

jgo. 1.0 2,500.00 2,500.00

N\$ 185,450.31

despues de los conceptos con su importe unitario se presenta un costo total de la subestación eléctrica incluyendo el costo de la obra civil y, en el caso del Instituto, no se incluye el costo del terreno, por ser propiedad del Instituto.

1.- Equipo eléctrico.....N\$ 185,450.31

2.- Obra civil.....N\$ 70,000.00

Costo total de la subestación.....N\$ 255,450.31

CAPITULO V INSTALACION DEL EQUIPO

Las instalaciones eléctricas en el I.M.S.S deben de cumplir con las Especificaciones Generales de Construcción del Instituto Mexicano del Seguro Social, mismas que tienen por objeto establecer las bases técnicas legales a que deberá sujetarse la construcción o instalación, de los proyectos que se ejecuten en el Instituto .

Las Especificaciones Generales de Construcción se basan y tienen como referencia, las normas y especificaciones de diversos organismos oficiales, asociaciones técnicas reconocidas internacionalmente, institutos, universidades y fabricantes de construcción :

- a) Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas (Norma Oficial Mexicana).
- b) Petróleos Mexicanos (Normas de Petróleos Mexicanos).
- c) Departamento del Distrito Federal (Normas Generales de Construcción)
- d) Fabricantes de tubería, conductores, tableros, equipo de protección y equipos de iluminación.
- e) Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica (CCONNIE).
- f) Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- g) Universidades e Institutos Superiores.

Para la instalación de la subestación eléctrica deberá utilizarse una marca de elementos tomada de la Lista de Fabricantes y Proveedores que cumplen con la norma establecida por el Instituto. De requerirse la utilización de materiales y equipos de marcas y modelos no mencionados en

las especificaciones, se propondrá la marca y el modelo del producto requerido, quedando a juicio del Instituto la aceptación o rechazo del mismo.

V.1.- Elementos de la subestación.

- 1) apartarrayos.
- 2) sistema de tierras.
- 3) tarimas aislantes (de madera pegada con hule antiderrapante o de fibra de vidrio).
- 4) extinguidor.
- 5) pértiga.
- 6) gabinete con equipo de maniobras (guantes, casco, gafas, bata, mandil).

V.1.1.- Apartarrayos.

V.1.1.1.- Conexión de los apartarrayos autovalvulares al electrodo de tierra.

Los apartarrayos autovalvulares se instalarán siempre antes del interruptor principal en alta tensión. Cabe hacer mención que toda subestación tipo compacto tiene instalados de fábrica estos elementos. Se unirán con cable de cobre desnudo del no.2 awg formando una lira, para salir a un solo conductor el cual se conectará directamente a un electrodo de tierra " varilla copperweld ", la que se instalará independientemente, sin conexión a la red de tierra. Los conductores de los apartarrayos al electrodo de tierra deberán de tener el mínimo de curvas posible y las que se ejecuten sean lo más abiertas posible.

V.1.2.- Sistema de tierras.

Por ser la subestación el local donde se maneja la mayor cantidad de energía eléctrica con el equipo más costoso y peligroso se requiere que

Los trabajos se realicen cuidando todos los detalles de construcción. Se recomienda que un cable continuo forme el perímetro exterior, de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la subestación y forme una malla constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente con un espaciamiento en rectángulos de 3 por 6 metros. Los cables que forman la malla, deben colocarse a lo largo de las hileras de estructuras o equipo, para facilitar la conexión de los mismos. Los cables de la malla deberán ser de cobre, con calibre mínimo de 4/0 awg (107.2 mm²) y que los conductores de puesta a tierra de los equipos no sean de un calibre menor al no.2 awg (33.6 mm²). Cada elemento del sistema de tierra (incluyendo la malla, conectores y electrodos) deberá cumplir con lo siguiente :

- a) Tener un punto de fusión suficientemente alto para no sufrir deterioro bajo las más severas condiciones para las magnitudes de corriente de falla y duración de las mismas.
- b) Tener resistencia mecánica suficiente
- c) Ser resistente a la corrosión.
- d) Tener suficiente conductividad, de manera que dichos elementos no contribuyen sustancialmente a originar diferencias de potencial peligrosas .

Debido a la necesidad de un punto de fusión alto, no se permite soldadura de estaño en ninguna de sus conexiones o uniones. Estas deberán de realizarse de preferencia por medio de moldes especiales para que sean fundidas, pueden usarse también conectores mecánicos ya sea atornillables o a compresión como una última solución pueden realizarse soldaduras con autógena cuidando de no dañar los conductores de cobre.

El cable será cobre electrolítico semiduro, desnudo, concéntrico, formado de 7, 19, ó 37 hilos de acuerdo al calibre requerido.

El conductor de tierra debe quedar enterrado a una profundidad de 10 a

20 cm. bajo npt. Debe conectarse en dos puntos diferentes a una delta formada por 3 electrodos de tierra separados entre sí 3 metros. Esta delta debe quedar lo más cercana posible a la subestación, en un jardín o en un área despejada cubierta con grava de 19 mm (3/4" de pulgada) - de espesor.

V.1.2.1.- Electrodo para el sistema de tierras.

Los electrodos deben enterrarse hasta sobrepasar el nivel de la humedad permanente. cuando se encuentre un lecho de roca puede quedar a la mayor profundidad que permita éste.

Se empleará varilla copperweld, tomando en cuenta lo siguiente:

- a) Las varillas copperweld deberán ser de 3.10 m de largo y 19 mm de diámetro , limpias, sin pintura, grasa, o barniz que aumente su resistencia respecto a tierra.
- b) La red de tierras deberá complementarse con las varillas copperweld, en caso de que el terreno sea humedo, (jardines, terrenos con aguas freáticas superficiales etc.) o mediante varillas copperweld y elementos químicos enterrados en terrenos secos.
- c) Los electrodos artificiales podrán ser tubos de cobre no menores de 19 mm de diámetro exterior y de 3.0 m de longitud o placas de cobre de 6mm de espesor con un área no menor de 20 decímetros cuadrados de superficie (10 cm x 20 cm de 40 cm x 50 cm, etc.), puede lograrse esta superficie conectando varias placas en paralelo.

V.1.2.1.1.- Electrodo de placa.

Cada electrodo de placa debe tener por lo menos 2000 cm² de superficie en contacto con la tierra. Los electrodos de placas de fierro o acero deben tener un espesor no menor de 6 mm y los de metal no ferroso, no menor de 2 milímetros.

V.1.2.1.2.- Electrodo de tubo.

Los electrodos de tubo deben tener por lo menos de 19 mm de diámetro exterior y, si son de fierro o acero, deben estar galvanizados.

V.1.2.1.3.- Electrodo de barra.

Los electrodos de barra de acero o de fierro deben tener por lo menos - 1.6 cm de diámetro (2.0 cm de sección transversal). Las barras de materiales no ferrosos deben tener un diámetro no menor de 1.27 cm (1/2 cm de sección transversal). Los electrodos de tubo o barra, mencionados anteriormente deben tener una longitud de 2.40 m como mínimo.

V.1.2.2.- Tierra o terreno.

La conexión a tierra es una de las partes más importantes del sistema de tierra. Esta es también la parte más difícil de obtener.

La perfecta conexión a tierra deberá tener una resistencia con valor de cero, pero ésta es imposible de obtener. Se recomienda que la resistencia máxima no deba exceder de 25 ohms por norma del IMSS.

Para mejorar la conductibilidad en el terreno, se recomienda enterrar un tubo de 200 mm de diámetro (8 pulgadas), de cemento o asbesto cemento que rodee a la varilla copperweld y rellenar su interior con arena y carbón.

V.1.3.- Tarimas aislantes.

Las tarimas son muy importantes, ya que son elementos que sirven para darle un buen mantenimiento y verificar el buen funcionamiento de todos los elementos que conforman la subestación. Estas deben de estar construidas con madera de primera calidad con un espesor de 1", unidas con pegamento, de ninguna manera se utilizarán clavos o tornillos para unirlas, pegando en la superficie de las tarimas hule antiderrapante o de fibra de vidrio.

V.2.- Tableros de distribución y tableros subgenerales.

El gabinete será construido con lámina de acero estirada en frío, con puerta embisagrada, cerradura y llave formando un frente muerto; puede ser de empotrar o sobreponer en muro. La lámina será bonderizada con acabado en esmalte gris; las perforaciones en el gabinete deberán estar troqueladas en foras que permitan remover fácilmente los discos seleccionados para introducir el tubo conduit. La barra neutra de cobre electrolítico deberá venir alojada en el gabinete.

V.3.- Interruptores termomagnéticos.

Los interruptores termomagnéticos en caja moldeada serán utilizados como componentes básicos de equipo, como tableros de distribución, tableros subgenerales (centros de carga), para eliminar al máximo la utilización de fusibles. Las características que se tomarán en cuenta para la correcta selección del interruptor termomagnético en caja moldeada son:

- a) Tensión del sistema (V).
- b) Capacidad del interruptor (A).
- c) Capacidad interruptiva (A).

con las siguientes características en tableros de distribución :

- a) Atornillables.
- b) Capacidad nominal mínima de 30 A.
- c) Capacidad interruptiva mínima de 10,000 A simétricos a 120/240 V.

con las siguientes características en tableros subgenerales :

- a) Atornillables.
- b) Capacidad nominal que indique el proyecto
- c) Capacidad interruptiva mínima de 18,000 A simétricos a 240 V.
- d) Capacidad interruptiva mínima de 14,000 A simétricos a 440 V.

V.4.- Planta de emergencia automática.

La planta será de combustible diesel y el generador será síncrono auto-excitado y sin escobillas; integrada a los generadores síncronos de las plantas eléctricas, estará la unidad de excitación que suministra corriente continua a las bobinas del campo rotatorio y separadamente un regulador automático de voltaje, que mantiene la tensión de salida del generador dentro del rango permisible, independientemente de los cambios de corriente de carga.

La carcasa del generador a prueba de goteo será de placa de acero, y -- junto con la base formarán una unidad integrada que simplifica la instalación de la máquina y su alineamiento con el motor impulsor.

La base estructural estará formada por acero estructural tipo " I " o canal ; su finalidad es lograr una unidad rígida entre las partes de la planta : radiador, motor de combustión interna y generador, de tal forma que se pueda maniobrar como si fuera una sola pieza, conservando el acoplamiento de sus partes. Además sirve para repartir las cargas en forma uniforme en la cimentación.

V.4.1.- Sistema de protección, control de arranque y paro.

La planta de emergencia deberá contar con un sistema electromecánico, -

que efectúe el arranque del motor de combustión interna cuando se requiere la energía de emergencia, y desconecte cuando retorne la energía de la compañía suministradora.

V.4.1.1.- Sistema de transferencia automático.

El equipo de transferencia tendrá elementos necesarios para mantener conectada la energía de la compañía suministradora (normal) a la carga (salida), en cuanto falta esta energía, detecta la falta de tensión, y envía una señal al control del motor de combustión interna, para que funcione y empiece a generar. Una vez que esto sucede cambiará la conexión desconectando el suministro normal y conectando el alimentador de emergencia. Cuando se restablece la energía normal, se repiten los mismos pasos, pero en forma inversa. Las secuencias serán totalmente automáticas.

V.4.2.- Generador.

El generador y el motor estarán acoplados directamente sobre una base de acero formando una unidad compacta, completa y de alineamiento permanente.

El generador será trifásico de corriente alterna constituido y aprobado por normas NEMA y ASA, con aislamiento clase F, apropiado para un mínimo de mantenimiento, sin anillos colectores, ni conmutador de gas, ni escobillas, siendo su regulación totalmente estática sin piezas sujetas a fricción.

V.5.- Acometida.

La acometida en alta tensión para la subestación tipo compacto debe ser subterránea.

V.6.- Localización.

La localización de los locales de la subestación eléctrica se hará tomando en cuenta las siguientes características:

- a) Ventilación : muy buena ya sea natural o mecánica.
- b) Drenaje : de 101 mm de diámetro.
- c) Piso: con pendiente hacia el drenaje.
- d) Base: de concreto de 15 cm. de altura para montar el equipo.
- e) Puerta : de 2.50 m mínimo de ancho y de 3.00 m mínimo de altura.
- f) Se procurará que los camiones puedan cargar y descargar al pie de la puerta.

V.7.- Transformador.

Las características más importantes que deben especificarse para el pedido de un transformador son las siguientes :

- a) Capacidad en kva
- b) Tensiones del primario y secundario.
- c) Número de fases.
- d) Conexión del transformador trifásico (delta-estrella, estrella-delta, estrella-estrella, etc.).
- e) Frecuencia de operación.
- f) Localización de las boquillas (en la parte superior, en el frente, o laterales).
- g) Tipo de tanque (con garganta para conexión a ducto convencional).
- h) Ganchos de sujeción.
- i) Tipo de montaje (base de montaje).
- j) Eficiencia.

Al recibir el transformador y antes de hacer maniobras de descarga, se debe hacer un reconocimiento visual de la unidad, y ver si no hay golpes sufridos durante el transporte y proceder a la descarga; nunca hay que empujar en cualquier parte de los radiadores de enfriamiento ni en las boquillas, tanto de alta tensión como de baja tensión, ya que son puntos frágiles. Así como verificar que no existan posibles fugas de -- aceite, porcelanas rotas de alta tensión o baja tensión y marco correcto de nivel de aceite.

Antes de poner en servicio el transformador se debe verificar que las -- conexiones de alta tensión estén firmemente apretadas para evitar falsos contactos que puedan ocasionar calentamientos y pérdidas por resistencia; conectar firmemente a tierra tanto el tanque como el neutro. -- Sin tener ninguna carga conectada, proceder a energizar el transformador después de lo cual hacer mediciones de tensión, para comprobar si -- la tensión de salida es la requerida. Si las mediciones dan una tensión menor o mayor a la requerida, hay que desenergizar el transformador y la tensión se puede regular por medio del cambiador de derivaciones. -- Después que se ha seleccionado la posición adecuada hay que volver a -- energizar el transformador y hacer nuevas lecturas de tensión.

V.8.- Fusibles.

Los fusibles para alta tensión deberán ser de las siguientes características:

- a) De alta capacidad interruptiva.
- b) Para 60 hz.
- c) Limitadores de corriente de corto circuito.
- d) Para proteger por efectos mecánicos, termicos y de corto circuito.
- e) Para instalarse sobre bases portafusibles.
- f) Cuando actúe el fusible emergerá un percutor que actuará sobre el desconectador eléctrico.

CAPITULO VI. APLICACIONES

En la actualidad toda empresa ya sea de servicios o industrial definitivamente no podrá mejorar su producción o servicios, si no cuenta con el recurso de la energía eléctrica, y si el consumo de la misma es de -- algunos cientos de Kw, el suministro por parte de la compañía de luz tendrá que ser en alta tensión.

Así mismo, es indispensable contar con el equipo necesario para recibir la acometida en alta tensión. Este equipo, que es una " subestación eléctrica ", tiene que cumplir con los requisitos y características que marcan las normas oficiales, en su diseño, funcionamiento y operación, - así como cubrir las necesidades que la empresa requiera.

VI.1.- La importancia de una subestación eléctrica.

Es el equipo básico de los grandes consumidores de energía eléctrica, - ya que toda la alimentación requerida por los diferentes equipos, y la utilizada para la iluminación artificial, proviene de una subestación. Por otra parte, la subestación eléctrica es un equipo importante y especializado que requiere de personal suficientemente preparado para su diseño, selección, instalación, puesta en operación y mantenimiento. La subestación eléctrica representa una inversión cuantiosa, por lo que es preciso que el diseño de la misma sea, específicamente de acuerdo a - las necesidades de la empresa, para obtener los resultados deseados.

VI.2.- Cuando utilizar en la industria una subestación eléctrica.

- a) Instalación nueva.
- b) Crecimiento de una planta con el cambio de baja a alta tensión.
- c) Crecimiento de una planta con ampliación de las instalaciones de alta tensión.
- d) Cambio de tensión primaria, por parte de la compañía suministradora.

VI.3.- Ventajas de una subestación eléctrica.

- a) Economía en el costo de la energía eléctrica.
- b) Menor riesgo de interrupciones en la energía eléctrica .
- c) Opción a diferentes tensiones secundarias.
- d) Menor variación en la tensión.

VI.4.- Aplicaciones en general.

A nivel nacional son muchas empresas las grandes consumidoras de energía eléctrica, por lo tanto las subestaciones eléctricas se necesitan - en las siguientes áreas :

- a) La Industria.
- b) Edificios Comerciales.
- c) Hoteles.
- d) Teatros.
- e) Universidades.
- g) Aeropuertos.
- h) Centros de Investigación

- i) Deportivos.
- j) Hospitales.

VI.5.- Aplicaciones en el Instituto Mexicano del Seguro Social.

El Instituto Mexicano del Seguro Social es una empresa que se encarga de prestar servicios, a nivel nacional, no sólo al sector salud sino también al sector turístico y educativo. Entre sus instalaciones están las siguientes:

- a) Unidades de Medicina Familiar (UMF), de 7, 15, 20 y 40 consultorios
- b) Hospitales Generales de Zona (H5Z), de 70, 100, 144, y 180 camas en servicio.
- c) Centros Medicos Nacionales (CHN), donde se cuenta con varias especialidades.
- d) Centros Turísticos, con servicios de primer nivel.
- e) Guarderías.
- f) Industrias para el lavado de ropa.
- g) Edificios de servicios Delegaciones, Subdelegaciones, Centros sociales.
- h) Centros de capacitación.
- i) Hospitales de especialidades.
- j) Tiendas de autoservicio.

Aunque no todas las instalaciones necesitan una subestación eléctrica, la gran mayoría sí. aunque con el tiempo las instalaciones crecen y -- haya que modificar su equipo eléctrico.

CONCLUSIONES

Las subestaciones compactas son de una gran importancia para el desarrollo de industrial y de servicios, por lo tanto los elementos que la constituyen deben contar con las características del diseño que necesita el sistema eléctrico, para que no existan fallas en el mismo y se obtenga un funcionamiento óptimo; siendo de gran ayuda las especificaciones del equipo que la componen.

Hay que considerar que el servicio que presta el Instituto Mexicano del Seguro Social es muy importante a nivel nacional, por tal motivo en sus instalaciones es de vital importancia la continuidad en el servicio eléctrico. Cabe hacer mención que una falla en el sistema eléctrico puede dar como resultado perder vidas, en un Hospital General de Zona.

Es importante establecer un vínculo más estrecho entre la relación -- Universidad-Industria ya que viene a dar como resultado, mejores profesionistas y mayor competitividad en el área industrial y productiva.

A P E N D I C E

Las fórmulas que se utilizaron para los cálculos que se realizaron en el capítulo II son las que se enlistan a continuación :

1.- Cálculo de corriente .- conociendo la carga y el factor de potencia

$$I = \frac{W}{E \times \sqrt{3} \times \text{f.p.}}$$

donde :

- W .- carga previamente cuantificada (motores, focos, - contactos, etc.)
- E .- voltaje nominal entre fase y fase
- F.P. .- Factor de potencia

2.- Al conocer la corriente se procede a definir el interruptor termomagnético para protección del circuito. así mismo se tiene que multiplicar la corriente por el factor de demanda.

$$I_d = I \times \text{F.D.} (1.25)$$

3.- Como tercer paso se calcula el calibre del conductor :

- a.- se puede calcular el calibre del conductor por tablas de acuerdo a su capacidad de corriente, y a su longitud de alimentación. (ver tabla 1)
- b.- se puede calcular también el calibre del conductor de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \times \sqrt{3} \times L \times I}{V_r \times \% e}$$

donde :

- S = Sección en milímetros del conductor.
- L = Longitud de alimentación.

I = Corriente.

X_e = Caída de voltaje en el conductor, nunca debe ser mayor del 3% .

al tener la sección en milímetros buscamos en la tabla 2 y ese será el diametro del conductor.

4.- Al conocer el calibre del conductor se tiene que entubar los conductores que alimenten a los tableros y se especifica el numero de conductores asi como el diametro del tubo a utilizar, basandose en la tabla número 3

TABLA 1

Longitud del circuito en metros, para una regulación de tensión del 3% calculada a 20 C.

CORRIENTE (A)	Calibre AWG o MCM												
	14	12	10	8	6	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0	250	300
3	04	101	1d1	25d	407	d47	1030	1635	20d5				
5	32	51	81	128	204	324	515	820	1093	1300	1640		
15	18	20	32	51	82	120	207	327	413	522	656	777	932
20	10	15	24	38	61	97	155	246	310	390	492	583	700
25	8	12	19	30	49	78	124	196	248	312	394	466	558
35	6	9	14	22	35	55	88	140	177	223	281	333	399
50	4	6	10	15	27	39	62	98	124	156	197	232	279
70		4	7	11	18	28	44	70	88	112	140	166	200
80			6	10	15	24	38	61	77	98	123	145	174
90				9	14	21	34	55	69	87	110	129	155
100					12	19	31	49	62	78	99	116	140
125						16	25	39	49	62	79	98	112
150							19	21	33	41	53	66	79
175								18	28	36	46	56	66
225								14	22	28	35	44	52
250									20	25	32	40	47
275									18	23	29	36	43

FALLA DE ORIGEN

TESIS SIN PAGINACION

COMPLETA LA INFORMACION

TABLA 2

Características de cables conductores de cobre.

CALIBRE MCM O AWG	No de hilos	SECCION TRANSVERSAL (mm)	PESO APROXIMADO (Kg/km)
1000	61-37	506.58	4594.0
900	61-37	456.45	4185.2
800	61-37	405.37	3675.4
750	61-37	380.01	3446.2
700	61-37	354.72	3215.6
650	61-37	329.35	2986.4
600	61-37	303.99	2757.3
550	61-37	278.71	2528.6
500	37-19	253.35	2297.5
450	37-19	228.00	2066.8
400	37-19	202.71	1837.7
350	37-19-12	177.35	1608.5
300	37-19-12	152.00	1378.5
250	37-19-12	126.64	1148.6
4/0	19-12-7	107.2	972.11
3/0	19-12-7	85.01	770.99
2/0	19-12-7	67.43	611.42
1/0	19-12-7	53.48	484.79
2	7	33.62	304.89
4	7	21.15	191.80
6	7	13.30	120.60
8	7	8.367	75.84
10	7	5.26	47.71
12	7	3.31	30.00
14	7	2.08	2.082

FALLA DE ORIGEN

TABLA 3

Número máximo de conductores aislados instalados en tubo conduit.

TIPO	CAL.	DIAMETRO DEL TUBO CONDUIT EN PULGADAS (MILIMETROS)													
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6	
THVN	1/0		1	1	2	4	7	10	15	21	27	33	42	61	
	2/0		1	1	2	3	5	8	13	17	22	28	35	51	
THV	3/0		1	1	1	3	5	7	11	14	18	23	29	42	
THHN	4/0		1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35	
	250			1	1	1	3	4	7	10	12	16	20	28	
XHHV	300			1	1	1	3	4	6	8	11	13	17	24	
	350			1	1	1	2	3	5	7	9	12	15	21	
	400				1	1	1	3	5	6	8	10	13	19	
	500				1	1	1	2	4	5	7	9	11	16	
	600				1	1	1	1	3	4	5	7	9	13	
	700				1	1	1	1	3	4	5	6	8	11	
	750					1	1	1	2	3	4	5	7	11	
	14	3	6	10	13	25	41	58	90	121	155				
	12	3	5	9	15	21	35	50	77	103	132				
	10	2	4	7	13	18	29	41	64	86	110	138			
8	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	75	94	137		
6	1	1	2	5	6	11	15	24	32	41	51	64	93		
4	1	1	1	3	5	8	12	19	24	31	39	50	72		
2			1	3	4	6	9	14	19	24	31	38	50		
		13	19	25	32	38	50	64	76	89	101	114	125	150	

FALLA DE ORIGEN

TABLA 4

Características generales de cables de cobre desnudo.

calibre conductor	sección transversal	clase cableado	No. de hilos	diámetro hilos	diámetro del cable	peso
awg ó mcm	mm			mm	mm	kg/km
6	13.30	B	7	1.5	4.6	120.6
4	21.15	A Y B	7	1.9	5.8	191.8
2	23.63	A Y B	7	2.4	7.4	305.0
1	42.41	A	7	2.7	8.3	384.5
1	42.41	B	19	1.6	8.4	384.5
1/0	53.48	A	7	3.1	9.3	484.9
1/0	53.48	B	19	1.8	9.4	484.6
2/0	67.43	A	7	3.5	10.5	611.4
2/0	67.49	B	19	2.1	10.6	611.4
3/0	85.03	AA Y A	7	3.9	11.7	771.3
3/0	85.03	B	19	2.3	11.9	771.3
4/0	107.2	AA Y A	7	4.4	13.2	972.6
4/0	107.2	B	19	2.6	13.4	972.6
250	126.8	A	19	2.9	14.5	1149
250	126.8	B	37	2.0	14.6	1149
300	152.2	A	19	3.1	15.9	1379
350	177.6	A	19	3.4	17.2	1609
400	202.6	AA Y A	19	3.6	18.4	1838
400	202.6	B	37	2.6	18.4	1838
450	228.0	AA	19	3.9	19.5	2068
500	253.1	AA	19	4.1	20.6	2298
600	303.7	AA Y B	37	3.2	22.6	2757
750	505.8	AA	37	3.6	25.3	4448
1000	505.8	AA	37	4.1	29.2	4595

FALLA DE ORIGEN

TABLA 5

Características generales de cable de cobre desnudo semiduro

calibre conductor	carga de ruptura mínima	resistencia c.c a 20 c.
awg ó mcm	kilogramos	ohms/km
6	430	1.37
4	680	0.860
2	1070	0.541
1	1340	0.429
1	1380	0.429
1/0	1680	0.340
1/0	1730	0.270
2/0	2100	0.214
2/0	2160	0.214
3/0	2640	0.170
3/0	2710	0.170
4/0	3300	0.170
4/0	3390	0.170
250	4010	0.144
250	4060	0.144
300	4780	0.120
300	4870	0.120
350	5530	0.103
350	5650	0.103
400	6330	0.089
400	6410	0.089
450	7070	0.079
500	7860	0.071
500	7960	0.071
600	9550	0.059
750	11860	0.047
1000	15600	0.035

FALLA DE ORIGEN

TABLA 6

tabla de selección para el uso de fusibles de alta tensión

potencia nominal del transformador	2.4kv	4.16kv	6/7kv	13.8kv	20\23kv	34.5kv
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	10
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	63
2500	-	-	-	200	160	100
3000 (KVA)	- (A)	- (A)	- (A)	- (A)	160 (A)	- (A)

TABLA 7

Características de los fusibles.

tensión nominal (kv)	corriente nominal (A)	capacidad interruptiva (MVA)
7.2	6	600
	10	600
	16	600
	25	600
	40	600
	63	400
	100	400
15	125	400
	6	875
	10	875
	16	875
	25	875
	40	800
	63	750
24	100	750
	125	750
	6	1,000
	10	1,000
	16	1,000
	25	1,000
	40	1,000
36	63	1,000
	100	800
	125	800
	6	1,500
	10	1,500
	16	1,500
	25	1,500
48	40	1,200
	63	1,200
	100	1,200

TABLA 8

Resistividad del terreno.		resistencia (ohms)			resistividad (ohms por cm)		
terreno		promedio	min.	max.	promedio	min.	max.
rellenos, escoria almuera, deshechos	14	3.5	41		2,370	590	7,000
arcilla, arcilla esquis- osa, suelo arcilloso tierra negra	24	2	98		4,060	340	16,300
grava con variaciones en las proporciones de arena y grava	93	6	800		15,800	1,020	135,000
grava, arena, piedras, con arcilla pequeña o barro	554	35	2,700		9,400	59,000	458,000

BIBLIOGRAFIA.

ENRIQUEZ HARPER, Gilberto.

Manual de instalaciones eléctricas.
México. Ed. Limusa 2da. edición, 1984.

ENRIQUEZ HARPER, Gilberto.

Instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión.
México. Ed. Limusa. 1984.

CONDUMEX.

Manual del eléctrico.
México. Ed. condumex. 1983.

MARTIN JOSE, Raul.

Diseño de subestaciones eléctricas.
México. Ed. Mc Graw-Hill. 1987.

RANIREZ VAZQUEZ, Jose.

El factor de potencia.
México. Ed. CEAC.1989

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION.

Instalaciones eléctricas. Tomo 2.
México. Editado por el IMSS. 1970.

ENRIQUEZ HARPER, Gilberto.

Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y
alta tensión.
México. Ed. Limusa. 1980.