

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**NORMAS Y RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA DE MOTORES Y SUBESTACIONES ELÉCTRICAS EN  
CENTROS COMERCIALES.**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

NERY OSWALDO MEJÍA LÓPEZ  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, JUNIO DE 1997

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**NORMAS Y RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA DE MOTORES Y SUBESTACIONES ELÉCTRICAS EN  
CENTROS COMERCIALES**

tema que me fuera asignado por la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.  
Con fecha 24 de abril de 1,995 No. EIME.144.95.

  
Nery Oswaldo Mejía López.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS.
VOCAL 1º	ING. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ GUERRA.
VOCAL 2º	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO.
VOCAL 3º	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRÍA MÉNDEZ.
VOCAL 4º	BR. VÍCTOR RAFAEL LOBOS ALDANA.
VOCAL 5º	BR. WAGNER AUGUSTO LÓPEZ CÁCERES.
SECRETARIO	ING. GILDA MARINA CASTELLANO DE ILLESCAS.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO:

DECANO	ING. JORGE MARIO MORALES GONZÁLEZ
EXAMINADOR	ING. ÁNGEL DE JESÚS GARCÍA MARTÍNEZ.
EXAMINADOR	ING. OTTO ARMANDO GIRÓN ESTRADA.
EXAMINADOR	ING. JOSÉ LUIS HERRERA GÁLVEZ.
SECRETARIO	ING. EDGAR AURELIO BRAVATTI CASTRO

## AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero Roberto Vega, por su respaldo y colaboración para la realización del presente trabajo.



## ACTO QUE DEDICO A:

Dios creador del universo.

Mis padres:

Lázaro Mejía y Elvira López,  
por su constante apoyo y sacrificio.  
Como una pequeña muestra de mi  
cariño y respeto por ellos.

Mi hijo:

Nery Fernando.

Mis hermanos:

+Julio Roberto, Carmela de Osorio,  
Odilia del Rosario, Martha Angelica.

Mi Mamalia:

María Mejía.

Mi esposa:

Reyna Sindro.

Universidad de San Carlos de Guatemala.

A mi pueblo "Guatemala".

A todos los que combaten de  
verdad por terminar con el  
sistema de la opresión y la  
miseria en nuestro hermoso país.

Guatemala , 28 de Abril de 1997

Ingeniero:  
Jose Luis Herrera.  
Coordinador del Area Electrotecnia,  
Escuela de Ingenieria Mecánica Eléctrica,  
Facultad de Ingeniería,  
Universidad de San Carlos de Guatemala,  
Ciudad.

Señor Coordinador:

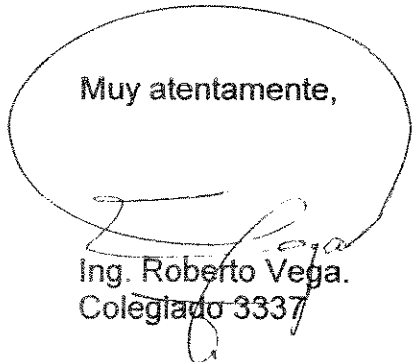
Como asesor del estudiante Nery Oswaldo Mejía López, le informo que el proyecto de Tesis que le fuera asignado **NORMAS Y RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACION ELECTRICA DE MOTORES Y SUBESTACIONES ELECTRICAS EN CENTROS COMERCIALES** , ha sido desarrollada y cumplido con el contenido y objetivos fijados, por lo que doy aprobación al mismo.

Por lo anterior, le agradecería que revise el trabajo, a fin de dar el visto bueno para que el estudiante Nery Mejía pueda someterse al Examen de Tesis respectivo.

El contenido de el presente trabajo son resposabilidad únicamente del autor y asesor.

Sin otro Particular y agradeciendo su atención, quedo de usted.

Muy atentamente,



Ing. Roberto Vega.  
Colégiado 3337

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 5 de mayo de 1,997

Señor Director  
Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director.

Me permito dar aprobación al trabajo de tesis titulado: Normas y recomendaciones para la instalación eléctrica de motores y subestaciones eléctricas en centros comerciales, desarrollado por el señor Nery Oswaldo Mejía López, ya que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Luis Herrera Gálvez  
Coordinador Area Electrotecnia

JLHG/sdem.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

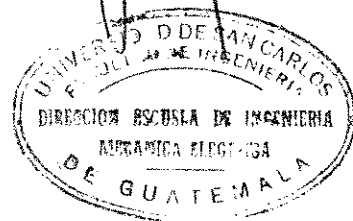
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, al trabajo de tesis del estudiante Nery Oswaldo Mejía López, titulada: Normas y recomendaciones para la instalación eléctrica de motores y subestaciones eléctricas en centros comerciales, procede a la autorización del mismo.

Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra  
Director

Guatemala, 20 de mayo de 1,997.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica y Regional de Post-grado de Ingeniería Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de tesis: Normas y recomendaciones para la instalación eléctrica de motores y subestaciones eléctricas en centros comerciales, del estudiante Nery Oswaldo Mejía López, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios

Decano



## ÍNDICE GENERAL

	página
LISTA DE ILUSTRACIONES	I
LISTA DE SÍMBOLOS.	III
GLOSARIO	V
INTRODUCCIÓN.	VIII
<b>1 PRINCIPIOS GENERALES.</b>	<b>1</b>
1 Principios de transformación.	1
2 Principio de motores de Inducción.	4
2.1 Principio del par en motores de inducción.	4
2.2 Consideración sobre aplicación de motores.	5
2.3 Factor de Servicio.	7
2.4 Principales perdidas en un motor.	7
<b>2 NORMAS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS INCLUIDO BOMBAS.</b>	<b>9</b>
1 Disposiciones Generales.	
1.1 Generalidades.	9
1.2 Determinación de la capacidad de corriente nominal de motores.	9
1.3 Marcación de motores y equipo de varios motores.	10
1.4 Marcación en los controles.	11
1.5 Terminales.	11
1.6 Espacio de alambrado en cubiertas.	12
1.7 Protección contra líquidos.	12
1.8 Caja para terminales de motores.	12
1.9 Ubicación de los motores.	13
1.10 Exposición o acumulaciones de polvo.	13
1.11 Motor de mayor potencia.	13
2 Conductores para circuitos de motores.	13
2.1 Disposiciones generales.	13
2.2 Un solo motor	13
2.3 Conductores que alimentan varios motores	14

2.4 Conductores que alimentan motores y otras cargas	14
3 Protección contra sobrecarga del motor y los circuitos ramales.	14
3.1 Disposiciones generales.	14
3.2 Motores de servicio continuo.	15
3.3 Servicios intermitentes y similares.	16
3.4 Selección del relé de sobrecarga.	16
3.5 Motores en circuitos ramales de uso general.	17
3.6 Repetición automática de arranques	17
3.7 Paradas programadas.	17
4 Protección del circuito ramal del motor contra cortocircuito y falta de tierra.	17
4.1 Disposiciones generales.	17
4.2 Capacidad nominal o ajuste para los circuitos de un solo motor	17
4.3 Varios motores o cargas de un circuito ramal.	18
4.4 Equipos con varios motores y cargas combinadas.	19
4.5 Protección contra sobrecorriente combinada.	19
5 Protección del alimentador del motor contra corto circuito y fallas a tierra.	19
5.1 Disposiciones generales.	19
5.2 Capacidad o ajuste.	20
5.3 Capacidad o ajuste y cargas de fuerza de alumbrado.	20
6 Circuitos de control de motores.	20
6.1 Disposiciones generales.	20
6.2 Protección contra corrientes.	20
6.3 Protección mecánica del conductor.	20
6.4 Desconexión.	21
7 Controles de motores.	21
7.1 Disposiciones generales.	21
7.2 Diseño de control.	21
7.3 Capacidad nominal.	21
7.4 En conductores puesto a tierra.	21
7.5 Número de motores servidos por cada control	22
7.6 Tipo de cubiertas para control del motor.	22
8 Centro de control de motores	22
8.1 Generalidades.	22
8.2 Protección contra sobrecorriente.	22
8.3 Servicios del equipo.	22
8.4 Aterrizaje.	22
8.5 Barra y conductores.	22
8.6 Marcación.	23
9 Medio de desconexión.	23
9.1 Disposiciones generales.	23
9.2 Ubicación.	23
9.3 Desconexión simultánea del motor y del control.	23
9.4 Indicadores.	23
9.5 Conductores puestos a tierra.	23
9.6 Interruptor de acometida como medio de desconexión.	23

9.7	Fácilmente accesible.	23
9.8	Todos los interruptores.	23
9.9	Interruptor automático usado a la vez como medio de desconexión.	24
9.10	Energía de más de una fuente.	24
10	Protección de las partes vivas para todos los voltajes.	24
10.1	Disposiciones generales.	24
10.2	Donde se requiere.	24
10.3	Resguardo para operadores.	24
11	Puesta a tierra para todos los voltajes.	24
11.1	Disposiciones generales.	24
11.2	Motores estacionarios.	25
11.3	Motores portátiles.	25
11.4	Controles	25
11.5	Método de puesta a tierra.	25
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS PRÁCTICO DE LA INSTALACIONES DE BOMBAS DE UN CENTRO COMERCIAL, TÍPICO.</b>	<b>26</b>
1	Disposiciones Generales.	26
2	Datos de campo.	26
2.1	Datos de la bomba centrífuga No.1.	27
2.2	Datos de la bomba centrífuga No.2.	28
2.3	Datos de la bomba centrífuga No. 3.	29
2.4	Datos de la bomba de clorar.	30
2.5	Datos de la bomba sumergible.	31
3	Cálculo de los conductores.	32
4	Cálculo de la protección contra sobrecarga	33
5	Cálculo de la protección contra cortocircuito y falla a tierra.	34
<b>4</b>	<b>NORMAS PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACIÓN.</b>	<b>36</b>
1	Disposiciones generales.	36
1.1	Alcance.	36
1.2	Definiciones que se utilizan	36
1.3	Otros capitulos aplicables.	36
1.4	Marcación de motores de compresor hermético refrigerante.	36
1.5	Marcación de controles.	37
1.6	Capacidad de corriente y capacidad nominal.	37
1.7	Motor de potencia nominal más grande.	37
1.8	Máquina única.	37
2	Medio de desconexión.	38
2.1	Disposiciones generales.	38
2.2	Capacidad nominal y capacidad de Interrupción.	38
2.3	Equipos conectados con cordón.	39
2.4	Ubicación.	39
3	Protección de los circuitos ramales contra cortocircuito y falla a tierra.	39
3.1	Disposiciones generales	39
3.2	Capacidad nominal o ajuste para unidades selladas.	39
4	Conductores del circuito ramal.	



4.1 Disposiciones generales.	40
4.2 Una sola unidad.	40
4.3 Unidades selladas con carga adicionales a los motores.	40
4.4 Carga combinada.	40
5 Controles para motores de compresor.	40
5.1 Capacidad nominal.	40
6 Protección contra sobrecarga de motores de compresor y de los circuitos ramales.	41
6.1 Disposiciones generales.	41
6.2 Aplicaciones y selección.	41
6.3 Motores de compresor y equipos en circuito ramales	42
7 Disposiciones para acondicionadores de aire de habitaciones.	42
7.1 Disposiciones generales.	42
7.2 Puesta a tierra.	42
7.3 Requisitos para circuitos ramales.	42
7.4 Medios de desconexión.	43
7.5 Cordones de alimentación.	43
8 Ejemplo practico de instalación eléctrica de equipos de aire Acondicionado en un centro comercial.	43
8.1 Descripción del equipo.	43
8.2 Cálculo de los conductores.	46
8.3 Cálculo de la protección contra sobrecarga	49
8.4 Cálculo del valor nominal de la protección contra cortocircuito y falla a tierra.	50
<b>5 NORMAS PARA LA INSTALACIÓN DE ASCENSORES Y ESCALERAS.</b>	53
1 Disposiciones generales.	53
1.1 Alcance.	53
1.2 Limitaciones de voltaje.	53
1.3 Partes vivas encerradas.	53
2 Conductores.	53
2.1 Conductores del circuito del motor	53
3 Alambrado.	53
3.1 Métodos de alambrado.	53
3.2 Alimentación del alumbrado de la cabina.	54
3.3 Número de conductores en canalizaciones.	54
3.4 Alambrado en huecos de ascensores.	54
4 Medios de desconexión y control.	54
4.1 Medios de desconexión.	54
4.2 Energía de más de una fuente.	55
4.3 Protección de fases.	55
5 Protección contra sobrecorriente.	55
5.1 Protección contra sobrecorriente.	55
6 Sala de máquinas.	55
6.1 Resguardo del equipo.	55
6.2 Espacio libre o de trabajo alrededor de los tableros de control.	56
7 Puesta a tierra.	

7.1	Canalizaciones metálicas fijadas a las cabinas.	56
7.2	Ascensores eléctricos.	56
8	Sobrevelocidad..	56
8.1	Protección contra la Sobrevelocidad. en ascensores.	56
9	Ejemplo práctico de alimentación de un elevador.	56
9.1	Datos del equipo.	56
9.2	Cálculo de los conductores.	56
9.3	Cálculo de la protección de corto circuito.	57
<b>6</b>	<b>NORMAS PARA LA INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS DE TRANSFORMADORES.</b>	<b>59</b>
1	Disposiciones generales.	59
1.1	Transformadores.	59
1.2	Protección contra sobrecorriente.	59
1.3	Autotransformadores de 600 voltios nominales o menos.	59
1.4	Resguardo.	60
1.5	Ventilación.	60
1.6	Puesta a tierra.	60
1.7	Marcación.	60
1.8	Ubicación.	60
2	Disposiciones específicas aplicables a los diferente tipo de transformadores.	61
2.1	Transformadores de tipo seco en instalación.	61
2.2	Transformadores tipo seco instalados en exteriores.	61
2.3	Transformadores sumergidos en líquidos de alto punto de ignición.	61
2.4	Transformadores aislados con fluidos no inflamables	61
2.5	Transformadores en askarel en instalaciones.	61
2.6	Transformadores en aceite instalados en interiores.	62
2.7	Transformadores en aceite instalados en exterior.	62
3	Bóveda de transformadores.	62
3.1	Ubicación.	62
3.2	Paredes.	62
3.3	Entradas.	62
3.4	Aberturas de ventilación.	62
3.5	Drenajes.	63
3.6	Tubería y accesorios de agua.	63
3.7	Almacenamiento dentro de las bóvedas.	63
4	Normas aplicables a subestación en 13,200 voltios en alta tensión de la Empresa Eléctrica de Guatemala.	63
4.1	Transformadores instalados en poste.	63
4.2	Subestación a la intemperie.	64
4.3	Subestación en bóvedas.	64
4.4	Transformadores propiedad del usuario.	64
4.5	Pruebas de los transformadores.	65
5	Normas aplicables a subestación en 69,000 voltios en alta tensión de la Empresa Eléctrica de Guatemala.	65
5.1	Generalidades.	65
5.2	Alimentación de la subestación.	66

5.3 Equipo de la subestación.	66
5.4 Transformadores de potencia.	67
6 Ejemplos práctico del cálculo de una subestación eléctrica para un centro comercial típico.	67
6.1 Datos de diseño.	67
6.2 Cálculos.	67
6.3 Cálculo de la carga total.	68
6.4 Especificación de la Subestación.	68
CONCLUSIONES.	IX
RECOMENDACIÓN.	X
BIBLIOGRAFÍA.	XI
ANEXOS TABLAS.	XII





## LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura		Página
1	Transformador ideal, con carga.	1
2	Circuito equivalente transformador real	3
3	Máquina de dos polos simplificada.	5
4	Unifilar de instalación de motores.	9
5	Unifilar instalación de bombas.	35
6	Unifilar instalación de aire acondicionado.	52
7	Unifilar instalación de elevadores.	58
8	Devanado de derivación.	60
9	Subestación en poste.	69
10	Subestación especificaciones secundario.	70
11	Subestación de intemperie planta acotada.	71
12	Subestación a la intemperie elevación acotada.	72
13	Subestación a la intemperie elevación.	73
14	Subestación especificación primario.	74
15	Subestación en bóveda planta acotada.	75
16	Subestación en bóveda elevación acotada.	76
Tabla		Página
1	Motores monofásicos de corriente alterna. corriente de plena carga en amperios.	XIII
2	Motores de corriente alterna a dos fases, corriente a plena carga en amperios.	XIV
3	Motores trifásicos de corriente alterna, corriente de plena carga.	XV
4	Letras código indicadoras de KVA/HP.	XVI
5	Tabla de corriente de rotor bloqueado para la selección de los medios de desconexión y controles determinados en base a los HP y voltajes nominales.	XVII
6	Capacidad máxima o ajuste de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra de los circuitos ramales de motores.	XVIII
7	Espacio mínimo de doblaje de los alambres a los terminales de un control de motor cerrado en cm.	XVIII
8	Caja para terminales y empalmes, conexión alambre-alambre.	XIX
9	Espaciamientos para los terminales, terminales fijos.	XX
10	Volúmenes utilizables. terminales fijos.	XX
11	Clasificación del servicio.	XX
12	Unidades de sobrecarga para protección del motor.	XXI
13	Capacidad máxima en amperios del dispositivo de protección contra sobrecorriente.	XXII
14	Selección de cubierta para el control del motor.	XXIII
15	Mínimo espaciamento entre las barras y partes metálica.	XXIV
16	Capacidades de corriente permisible para los conductores aislados para tensión nominal de 0 a 2,000 voltios, 60 a 90 grados centígrados, no más de tres conductores en canalización	

	o cable, o directamente enterrado, tomando con base una temperatura ambiente de 30 grados centígrados.	XXV
17	Propiedades de los conductores.	XXVII
18	Número máximo de conductores y alambres en tubos EMT.	XXIX
19	Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos.	XXX
20	Transformadores de 600 voltios.	XXXI

LISTA DE SÍMBOLOS:

Símbolo	Significado
$I_1$	Corriente primario.
$I_2$	Corriente secundario.
$V_1$	Voltaje primario.
$V_2$	Voltaje secundario.
$N_1$	Número de vueltas devanado primario.
$N_2$	Número de vueltas devanado primario.
A.C.	Corriente alterna.
$\phi$	Flujo magnético.
$d\phi/dt$	Derivada del flujo respecto al tiempo.
$Z_1$	Impedancia del lado primario.
$Z_2$	Impedancia del lado secundario.
$r_1$	Resistencia del lado primario.
$r_2$	Resistencia del lado secundario
$x_{l1}$	Inductancia del lado primario.
$x_{l2}$	Inductancia del lado secundario.
$g_c$	Conductancia.
$b_m$	Susceptancia.
$E_1$	Fuerza electromotriz primaria.
$E_2$	Fuerza electromotriz secundaria.
$X$	Reactancia.
$F_r$	Fuerza magnetomotriz rotor.
$F_a$	Fuerza magnetomotriz estator.
$F_{er}$	Fuerza magnetomotriz resultante.
$\delta$	Ángulo.
$P$	Polos.
$T$	Torque.

Símbolo	Significado
HP	Caballos de fuerza.
KVA	Kilovoltamperios.
Hz.	Hertz.
Y	Estrella.
RPM	Revoluciones por minuto.
I	Corriente.
V	Voltaje.
A.	Área
d	Distancia.
f	Factor de caída de tensión.
e	Porcentaje de caída de tensión.
KV	Kilovoltios.
CT's	Transformador de corrientes
PT's	Transformador de voltaje.
	Línea viva.
T	Tierra.
$\Sigma$	Neutral.
	Interrupción termomagnético.
	Motor.
	Contactador.
	Tablero.

## GLOSARIO

A la vista de.	Quiere decir que un equipo será visible desde el otro equipo y no estará a más de 15 metros de distancia del mismo.
Accesible.	Capaz de ser alcanzado rápidamente para su operación, reposición o inspección, sin estar confinado por puertas con llave, elevaciones u otros medios y que para aproximarse a él, no se necesite quitar obstáculos o recurrir a subirse a escaleras, sillas, etc.
Acometida.	Conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar la energía eléctrica, desde las líneas de distribución de la Empresa.
Activo.	Eléctricamente conectado a una fuente de diferencia de potencial eléctricamente cargado de manera que presente una diferencia de potencial con tierra.
Alimentador.	Todos los conductores de un circuito entre el equipo de servicio a la fuente de un sistema derivado separadamente y el dispositivo final contra sobrecorriente del circuito ramal.
Askarel.	Término con el que generalmente se denomina un grupo de hidrocarburos clorados sintéticos no inflamables, que se usan como medio aislante eléctrico. Existente en uso askareles de diferentes composiciones.
Aterrizado en forma efectiva.	Conectado a tierra por medio de una conexión de baja impedancia, con suficiente capacidad, de modo que corrientes de corto circuito no provoquen voltaje que puedan dañar el equipo, instalaciones y a las personas.
Automático.	Que actúa por sí mismo funcionando por su propio mecanismo sin intervención personal cuando es afectado, ya sea por una variación de intensidad de corriente, presión, temperatura o cambio de configuración mecánica.
Canalización.	Se refiere a canales, canaletas, ductos por donde hacen pasar los conductores, con el fin de protegerlos mecánicamente y evitar el contacto de personal no calificado con los mismos. El tipo de canalización puede ser, tubo metálico rígido, tubo rígido no metálico, tubo metálico intermedio, tubo metálico flexible hermético a los líquidos, Ducto metálico flexible, tubo metálico eléctrico, tubo no metálico eléctrico, ductos bajo el piso, canalizaciones en piso, canalizaciones de superficie, ductos para cable, canales metálicos, canalizaciones de barras.
Capacidad de conducción de los conductores.	Es la capacidad máxima de conducción de corriente de los conductores eléctricos, sin exceder su temperatura máxima, expresada en amperios.
Capacidad interruptiva de un interruptor.	Es la corriente de corto circuito que puede interrumpir a voltaje nominal, sin daño para el interruptor.



Capacidad nominal de un interruptor.	Es la capacidad en amperios que un interruptor automático permite, sin dispararse automáticamente y sin dañarse.
Carga instalada.	Es la suma de la capacidad nominal de todo el equipo eléctrico que se conectará a la acometida de la Empresa.
Carga continua.	Carga cuya corriente máxima se prevé que se mantiene durante 3 horas o más.
Circuito ramal.	Los conductores del circuito entre el último dispositivo contra sobrecorriente que protege el circuito y las salidas.
Conductor de puesta a tierra.	Un conductor que se usa para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado a uno o varios electrodos de puesta a tierra.
Cortacircuito térmico.	Dispositivo de protección contra sobrecorriente que contiene un elemento térmico adicional que afecta a un elemento fusible renovable que abre el circuito. No está diseñado para interrumpir corriente de corto circuito.
Disparo instantáneo.	Indica que en la acción de disparo del interruptor no se ha introducido intencionalmente ningún retardo.
Equipo.	Término general que abarca material, accesorio, dispositivos, artefactos, luminarias, aparatos y similares que se usan como partes de la instalación eléctrica o conectados a ella.
Factor de Demanda.	Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema a la carga total conectada de un sistema o a la parte del sistema bajo consideración.
Hueco de ascensor.	Cualquier pozo de ascensor, montacargas, ducto y otra abertura vertical o espacio destinado al funcionamiento de un ascensor o montaplatos.
Interruptor de fallas a tierra.	Dispositivo destinado a la protección personal, que funciona para desenergizar un circuito o una parte del mismo, dentro de un período determinado. Cuando ocurre una corriente de falla a tierra que excede un valor predeterminado, menor que el necesario para accionar la protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.
Interruptor de circuito de motor.	Interruptor calibrado en caballos de fuerza que pueden interrumpir la corriente máxima de sobrecarga de un motor de la misma capacidad en caballos de fuerza, a su voltaje nominal.
Medios de desconexión.	Toda la instalación deberá tener la posibilidad de desconectar toda la carga.
Medios de desconexión.	Dispositivo o grupo de dispositivos u otros medio por los cuales los conductores de un circuito puede ser desconectado de su fuente de suministro.

Seccionador.	Aparato de maniobra destinado a separar un circuito eléctrico de la fuente de energía no tiene capacidad de interrupción y está destinado a ser manipulado solamente después de que el circuito ha sido abierto por algún otro medio.
Servicio continuo.	Tipo de servicio que exige el funcionamiento de una carga constante por un tiempo indefinidamente largo.
Servicio intermitente.	Tipo de servicio que exige el funcionamiento por periodos alternos.
Servicio periódico.	Tipo de servicio intermitente en el cual las condiciones de carga son recurrentes.
Servicio por corto tiempo.	Tipo de servicio que exige el funcionamiento de una carga constante por un tiempo corto definido.
Servicio variable.	Tipo de servicio que exige el funcionamiento de cargas a intervalos que pueden estar sujetos a amplias variaciones.
Sobrecargas.	Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad normal o de plena carga nominal, o de un conductor con exceso de corriente sobre su capacidad nominal, cuando tal funcionamiento, de persistir por suficiente tiempo, causa daños o sobrecalentamientos peligrosos. una falla tal como un cortocircuito o un falla a tierra, no es una sobrecarga.
Tablero.	Un panel o grupo de paneles individuales diseñados para constituir un solo panel; incluye barras, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede tener o no interruptores para controlar los circuitos de fuerza, calefacción. Está diseñados para instalarse dentro de un caja o gabinete colocado, embutido o adosado a un a pared o tabique y ser accesible sólo por el frente.
Tiempo Inverso.	Indica que en la acción de disparo del interruptor se ha introducido intencionalmente un retardo que decrece a medida que la magnitud de la corriente aumenta.
Ventilado.	Provisto de medios que permiten una circulación de aire suficiente para evitar un exceso de calor, humos o vapores.
Voltaje a tierra.	En los circuitos puestos a tierra, es el voltaje entre un conductor dado y el punto el conductor del circuito que está puesto a tierra. En los circuito no puestos a tierra es la mayor diferencia de voltaje eficaz entre un conductor dado y cualquiera de los otros conductores del circuito.
Voltaje nominal.	Voltaje nominal asignado al circuito sistema para la denominación de su clase de voltaje.
Voltaje.	Es el mayor valor eficaz de la diferencia de potencial entre dos conductores cualesquiera del circuito al que pertenecen.

## INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo de tesis presenta un estudio las principales normas para la instalación de motores y subestaciones, está basado, principalmente, en el National Electrical Code, NEC 1996 y las normas para acometidas de servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala 1994, se utilizan estas normas porque son las que esta vigentes para utilizarse en nuestro medio.

Se ha dividido en cuatro grupos tomando en cuenta las características especiales que se requiere para su instalación, las normas para bomba, normas para aire acondicionado, normas para elevadores y escaleras, y el último grupo el de normas para subestaciones.

Cada grupo se describen las normas específicas para la instalación y se complementa con un ejemplo típico de una instalación real de centros comerciales por ser construidos o centros comerciales que están en funcionamiento actualmente.

En lo referente a subestaciones se describen planos con medidas mínimas requeridas por la Empresa Eléctrica y se analiza el caso de un centro comercial en proceso de diseño, el cual se estima la subestación necesaria para la alimentación de los locales, servicios generales, etc.

Al final se presenta un anexo, que contiene las tablas que se utilizan para calcular una adecuada instalación de los diferentes tipos de motores y subestaciones.

Es necesario cumplir con los requerimientos especificados en las normas ya que son las mínimas para que no exista riesgos de incendios o daños personales que pueda llegar incluso a daños mortales en el personal, por lo que es necesario conocer y aplicar adecuadamente las normas, para obtener una instalación eléctricamente adecuada y segura para el personal y las instalaciones.

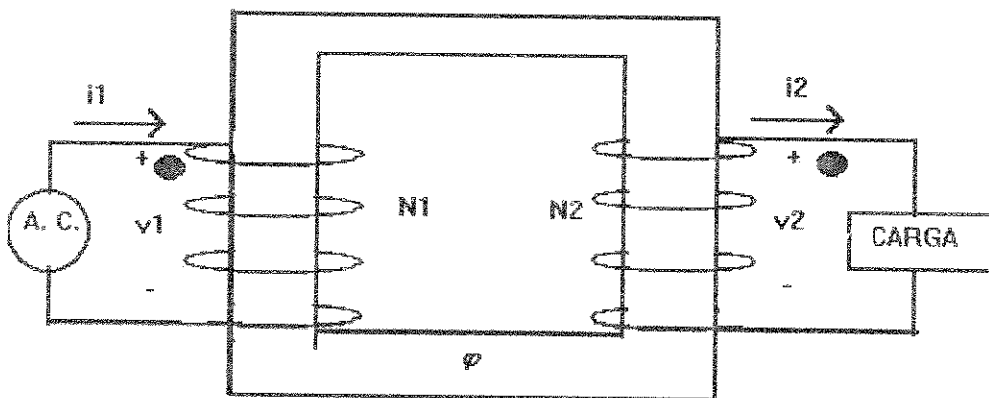
## 1. PRINCIPIOS GENERALES.

Este capítulo se describirá los principios generales de transformadores y motores A.C que son necesarios conocer, ya que dependiendo de ellas se utilizan determinadas normas para su adecuada instalación.

### 1 PRINCIPIOS DE TRANSFORMACIÓN:

Para establecer una aproximación con una teoría cuantitativa, consideremos un transformador como el representado esquemáticamente en la figura 1, con  $N_1$  espiras en el devanado primario y  $N_2$  en el secundario y admitamos que la resistencia de los devanados es despreciable y que la totalidad del flujo está confinado en el núcleo y concatena con ambas bobinas, que las pérdidas en el hierro son también despreciables, y que la permeabilidad del núcleo es tan elevada que podemos asimismo despreciar la corriente de excitación necesaria para mantener el flujo.

En la práctica no se alcanzan nunca estas propiedades aun cuando se aproximen mucho a ellas, denominándose transformador ideal a un transformador hipotético.



TRANSFORMADOR IDEAL CON CARGA

FIGURA 1

Cuando se aplica una tensión  $v_1$  variable con el tiempo a los terminales del primario, se crea en el núcleo un flujo  $\phi$  tal que la fuerza contraelectromotriz inducida adquiere un valor igual al de la tensión aplicada, siempre en el supuesto de que la resistencia del devanado es despreciable, o sea que:

$$v_1 = e_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt}$$

El flujo, concatenado también con el devanado secundario, induce en él una f.e.m.  $e_2$  y una

tensión  $v_2$  de igual valor en los bornes.

$$v_2 = e_2 = N_2 dp/dt$$

Dividiendo las dos ecuaciones tendremos:

$$v_1/v_2 = N_1/N_2$$

De donde se deduce que en un transformador ideal las tensiones están en razón directa al número de espiras de sus devanados.

Conectemos ahora una carga en el secundario: aparecerá en él una intensidad  $i_2$  fuerza magneto motriz  $N_2 i_2$ , que de no ser neutralizada en el primario alterará el flujo en el núcleo y el equilibrio existente entre la tensión aplicada y la fuerza contraelectromotriz desaparecerá, naciendo en consecuencia una intensidad  $i_1$  y una f.m.m primaria de compensación tales que:

$$N_1 i_1 = N_2 i_2$$

De esta forma repercute en el primario la corriente existente en el secundario. Obsérvese por la referencias direccionales señaladas en la figura 1 que la f.m.m. resultante en el núcleo debe ser cero de acuerdo con el supuesto de que la corriente de excitación de un transformador ideal es nula, entonces deducimos lo siguiente:

$$i_1/i_2 = N_2/N_1$$

Es decir, que en un transformador ideal, las intensidades están en razón inversa al número de espiras de los respectivos devanados. Obsérvese además que de las fórmulas se desprende que:

$$v_1 i_1 = v_2 i_2$$

Es decir, que la potencia instantánea de alimentación es igual a la potencia instantánea de salida, condición necesaria ya que se han despreciado todas las causas originarias de pérdidas de potencia activa o reactiva.

Con referencia a las ecuaciones anteriores obtenemos la relación de impedancias:

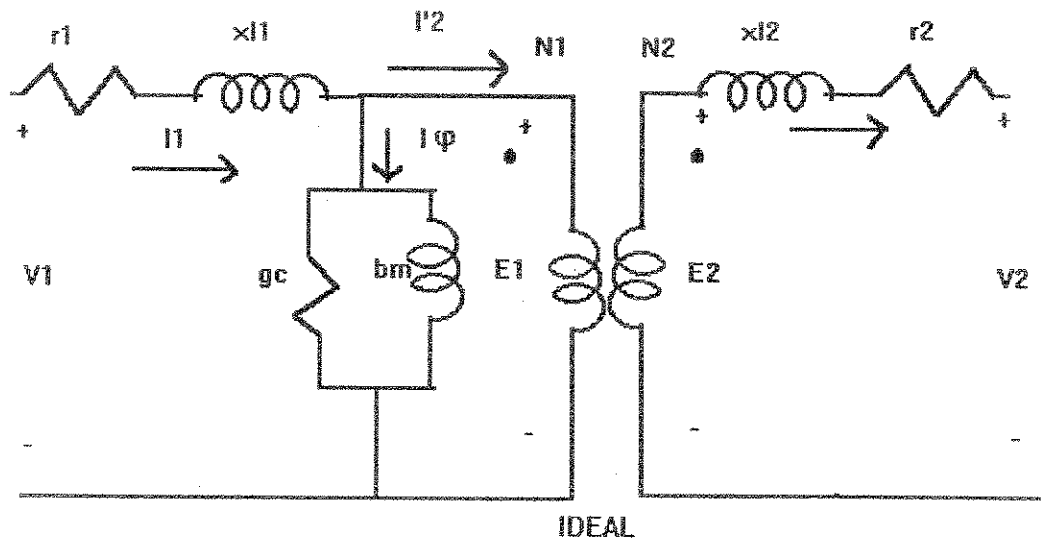
$$Z_1 = (N_1/N_2)^2 Z_2$$

Las impedancias están en razón directa al cuadrado de los devanados. Para estudiar más a fondo el funcionamiento de los transformadores, hay que tener en cuenta en mayor o menor grado las diferencias existentes entre un transformador real y el ideal. Hay que considerar los efectos de la resistencia de los devanados, la dispersiones de flujo y las corrientes de excitación. En ocasiones tiene también importancia la capacidad de los devanados, especialmente en problemas en los que se estudie el funcionamiento de transformadores a frecuencias superiores a las audibles, o durante un rápido cambio en las condiciones transitorias como las que se dan en los transformadores de impulsos o en los de potencia debido a sobretensiones motivadas por descargas atmosféricas o desconexiones.

El flujo total concatenado con el devanado primario puede dividirse en dos partes el flujo mutuo confinado esencialmente en el hierro del núcleo, y que es debido al efecto combinado de las corrientes primaria y secundaria, y el flujo primario de dispersión concatenado únicamente con el devanado primario, puesto que el flujo disperso hace la mayor parte de su recorrido a través del aire, tanto su propio valor como el de la tensión inducida por él, varían linealmente con la corriente primaria  $i_1$ . El efecto en el circuito primario es el mismo que el de cualquier flujo concatenado con el devanado primario del transformador, y puede simularse atribuyendo a dicho devanado una inductancia de dispersión o una reactivancia de dispersión  $x_1$ , además habrá una caída de tensión en la resistencia efectiva  $r_1$  del bobinado.

A la tensión aplicada  $V_1$  se oponen vectorialmente tres tensiones: la caída  $i_1 r_1$  en la resistencia del primario, la caída  $i_1 x_1$  debida al flujo de dispersión primario, y la fuerza contraelectromotriz  $E$  inducida en el primario por el flujo mutuo resultante. Todas estas tensiones están apropiadamente comprendidas en el circuito equivalente de la figura 2.

El flujo mutuo resultante concatena con ambos devanados y es engendrado por la acción combinada de sus f.m.m. Hay que tener en cuenta que la corriente primaria debe satisfacer dos necesidades del circuito magnético: debe no solamente contrarrestar el efecto desmagnetizante



CIRCUITO EQUIVALENTE TRANSFORMADOR REAL  
FIGURA 2

de la corriente secundaria, sino también producir un f.m.m. suficiente para crear el flujo mutuo resultante. De acuerdo con este aspecto físico es conveniente descomponer la corriente primaria en dos componentes: una de carga y otra de excitación. La componente de carga  $I'_2$  se define como aquella componente de la corriente del primario que contrarresta exactamente la f.m.m de la corriente secundaria  $I_2$ , esto es:

$$I'_2 = I_2 N_2 / N_1$$

Que relaciona las corrientes secundarias con las primarias igual que en un transformador ideal. La componente de excitación  $I_\phi$  es la corriente primaria adicional necesaria para producir el flujo mutuo resultante, y es una corriente no senoidal.

La corriente de excitación puede considerarse sustituida por una corriente senoidal equivalente, tal como se ha visto, que a su vez se descompone en dos: la componente  $I_c$  correspondiente a las pérdidas en el hierro, en fase con la fuerza contraelectromotriz  $E_1$ , y la componente magnetizante  $I_m$  retrasada  $90^\circ$  respecto a  $E_1$ . En el circuito equivalente de la figura 2 se tiene en cuenta la corriente senoidal equivalente ala de excitación por medio de un circuito conectado entre bornes de  $E_1$ , formado por una resistencia no inductiva de conductancia  $g_c$  en paralelo con una inductancia sin pérdidas de susceptancia  $b_m$  varía con la saturación del hierro. Considerando constante la inductancia correspondiente a  $b_m$ , la corriente magnetizante es independiente de la

frecuencia, y directamente proporcional flujo mutuo resultando, tanto  $g_c$  como  $b_m$ , se determina normalmente para la tensión y frecuencia nominales, admitiendo que no varían con las pequeñas desviaciones que respecto a dichos valores nominales se produzcan en un funcionamiento normal. El flujo mutuo resultante induce en el secundario una f.e.m.  $E_2$  y puesto que dicho flujo está concatenado con ambos devanados, la relación entre las tensiones inducidas es:

$$E_1/E_2 = N_1/N_2$$

Al igual que en un transformador ideal. Esta transformación de tensiones así como la transformación de intensidades según la formulas pueden reflejarse en el circuito equivalente introduciendo en él un transformador ideal tal como se ha hecho en la figura 2 Sin embargo, la f.e.m.  $E_2$  no coincide con la tensión en bornes del secundario debido a la resistencia de éste y a que la corriente secundaria  $I_2$  crea a su vez un flujo de dispersión secundario. La diferencia entre la tensión  $V_2$  en los terminales y la tensión inducida  $E_2$  es debida a la caída de tensión la resistencia  $r_2$  del devanado secundario y en la reactancia de dispersión secundaria  $x_2$ . Por consiguiente, un transformador real equivale a un transformador ideal con el aditamento de impedancias exteriores. Reduciendo todas las cantidades al primario o al secundario.

Para un transformador de potencia con varios centenares de KVA, o más la resistencia equivalentes es pequeña frente a la reactancia equivalente pudiéndose, en consecuencia, desprestigiar muchas veces las resistencia y considerar únicamente la reactancia equivalente:

$$X_{eq} = X_{11} + X_{12}$$

## 2. PRINCIPIOS DE MOTORES DE INDUCCIÓN:

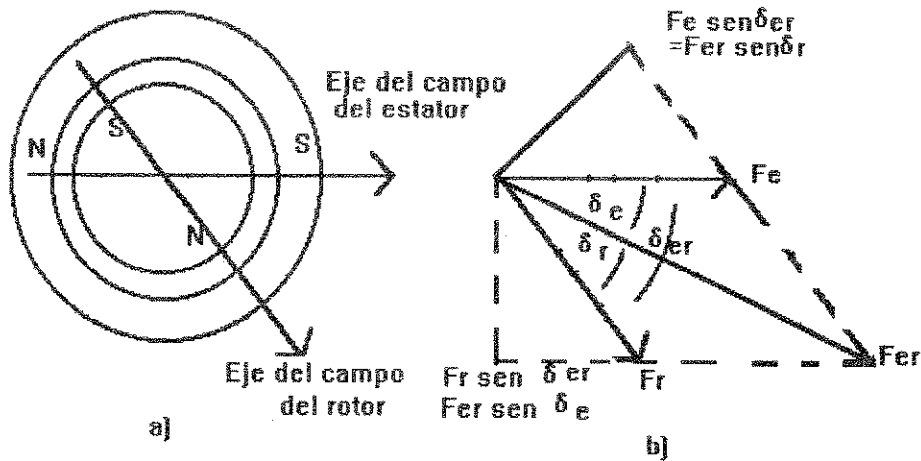
**2.1 Principio del par en motores de inducción.** En un motor de inducción tanto en el estator como el rotor circulan corrientes alternas. La corriente alterna se aplica directamente al devanado de estator y por inducción a manera de transformador en el rotor. Estas máquinas pueden considerarse como un transformador en el que la potencia eléctrica se transmite entre el estator y el rotor al mismo tiempo que se produce un cambio de frecuencia y aparece una potencia mecánica. Los motores de inducción son los de más corriente uso.

El devanado de inductor está en el estator y en el rotor, el devanado se cierra eléctricamente sobre sí mismo siendo muy frecuente que carezca de terminales exteriores: las corrientes que circulan por él se forman por inducción de las que circulan por el estator, de manera similar a lo que ocurre en un transformador. La relación entre velocidad y par es generalmente tal, que al aumentar la carga en el eje la velocidad baja ligeramente.

Estudiando el asunto en función de la interacción de los campos magnéticos en el entrehierro. Las intensidades en los devanados de la máquinas crean flujos magnéticos en el entrehierro que cierran su circuito a través del hierro del estator y el rotor. En estas condiciones aparecen sendos polos magnéticos, tanto en el estator como en el rotor, centrados con sus respectivos ejes magnéticos, como puede verse, para una máquina de dos polos y entrehierro liso, en la figura 3. El par nace debido a la tendencia de los dos campos componentes a alinear entre sí sus respectivos ejes, como sucede con dos varillas imanadas libre de pivotar por sus centros alrededor de un eje común, y su valor es proporcional al producto de las amplitudes de las ondas de f.m.m. del estator y del rotor, siendo a su vez función del ángulo  $\beta_{er}$  formado por sus respectivos ejes magnéticos. en una maquina de entrehierro liso, el para es proporcional al seno de  $\beta_{er}$ .

La mayor parte del flujo creado por los devanados cruzan el entrehierro concatenada con ambos devanados este flujo se denomina flujo mutuo. Una pequeña proporción del flujo, sin embargo no cruza el entrehierro concatenado con uno solo de los devanados, sea el del estator o el del rotor, constituyendo respectivamente el flujo disperso del estator y el flujo disperso del rotor en el que se comprende la dispersión en las ranuras, en los extremos del dentando, en las conexiones de

bobinas y los armónicos del campo. A efectos del par, únicamente intervienen el flujo mutuo; los de dispersión influyen en el rendimiento de la máquina en virtud de las tensiones inducidas en su propio devanado, y su influencia en las características eléctricas se toman en consideración a través de inductancias de dispersión al igual que en el transformador.



Maquina de dos polos simplificada a) Modelo elemental  
b) diagrama vectorial de las ondas de f.m.m.

Figura 3

Así pues, el análisis debe realizarse en función del flujo mutuo la fórmula de la coenergía almacenada en el entrehierro en función de la f.m.m. del estator y del rotor, y del ángulo  $\beta_{er}$  formado por sus respectivos ejes, seguidamente podrá calcularse el par con la expresión siguiente.

$$T = -\frac{P}{2} \left( \frac{P}{2} \right)^2 \beta_{er} F_r \sin \beta_r$$

En la que  $\beta_{er}$  es el flujo resultante del efecto combinado de la f.m.m. de estator y rotor,  $P$  es el número de polos,  $F_r$  es la f.m.m. del rotor y  $\beta_r$  es el ángulo de desplazamiento entre  $F_r$  y la f.m.m. resultante.

Como se observa hemos llegado a la expresión del para en una máquina de inducción en función de sus campos magnéticos. En todas ellas se pone manifiesto que el par es proporcional a los campos actuantes y al seno del ángulo eléctrico formado por sus ejes. El signo negativo indica que el par electromagnético actúa en el sentido que tiende a reducir el ángulo de desfase entre ambos campos.

El rotor de un motor de inducción se puede tener de dos formas: cortocircuitando el rotor que se conoce como un motor jaula de ardilla o conectando las terminales a anillos rosantes endonde sea necesario se cortocircuita o se utilizan resistencias, este tipo se conoce como de rotor devanado.

2.2 Consideraciones sobre aplicación de motores. Entre las principales características que son importantes y que es necesario tomar en cuenta para una adecuada instalación son las



siguientes.

2.2.1 Clasificación NEMA. De acuerdo con la terminología establecida por la NEMA existen varios tipos normalizados para satisfacer distintas necesidades de arranque y de marcha. A continuación se reseñan brevemente de las características principales estos tipos:

2.2.1.1 Clase A. Par y corriente de arranque normales, bajo deslizamiento. Este tipo en general un rotor de jaula simple de baja resistencia. Posee buenas características en marcha a expensas de las de arranque. A plena carga el deslizamiento es poco y el rendimiento alto. El par Máximo está en general bastante por encima del 200 por ciento del par a plena carga en motores pequeños y el 100% en los grandes. El principal inconveniente de este tipo es su elevada intensidad de arranque del 500 al 1000 por ciento de la plena carga cuando se pone en marcha con su tensión nominal. En motores de hasta unos 5 H.P. esta intensidad de arranque está en general dentro de los límites de sobreintensidad que el sistema de suministro puede tolerar, pudiéndose arrancar directamente a plena tensión, de otra forma, deberá arrancarse con tensión reducida, lo que supone una disminución del par de arranque ya que dicho par es proporcional a los volt-ampere de entrada, los que a su vez son proporcionales al cuadrado de la tensión aplicada en bornes. La tensión reducida para el arranque se toma generalmente de un autotransformador, denominado corrientemente arrancador, el motor de tipo A es el clásico en el campo de potencia por debajo de 5 H.P. y por encima de 200 H.P. utilizándose también en potencias intermedias cuando por distintos motivos sea difícil cumplir las limitaciones de la corriente de arranque de la Clase B. Su aplicaciones son aproximadamente las mismas que las de los motores de clase B descrito a continuación.

2.2.1.2 Clase B. Par de arranque normal; intensidad de arranque y deslizamiento bajos, tiene aproximadamente el mismo par de arranque que la clase A, pero con el 75% de la intensidad; por lo tanto podrá emplearse el arranque directo con plena tensión en una gama más amplia que con la clase A. La reducción de la intensidad de arranque se consigue mediante una reactancia de dispersión relativamente alta, manteniéndose el par con empleo de rotores de barras altas o de doble jaula de ardilla. El deslizamiento y el rendimiento a plena carga son buenos, del mismo orden que en la clase A, sin embargo, la alta reactancia baja un poco el factor de potencia y apreciablemente el par máximo, consiguiéndose apenas superar el 200% del de plena carga.

Este tipo es el más corriente en el campo de potencias comprendidas entre 5 y 200 H.P. empleándose principalmente en aplicaciones a velocidad constante sin grandes exigencias en el arranque tales como ventiladores, bombas y máquinas herramientas.

2.2.1.3 Clase C. Par de arranque fuerte; intensidad de arranque baja. En este tipo se emplea el rotor de doble jaula de mayor resistencia que en la clase B, de lo que resulta un par de arranque fuerte con poca intensidad, pero tiene menos rendimiento y más deslizamiento en marcha que los de las clase A y B. Su aplicación típica es el accionamiento de compresores y de transformadores.

2.2.1.4 Clase D. Par de arranque fuerte; mucho deslizamiento. Este tipo generalmente tiene el rotor jaula sencilla de gran resistencia, siendo las barras frecuentemente de bronce. Tiene un gran par de arranque con poca intensidad, y un par máximo elevado con 50% de deslizamiento, pero a plena carga trabaja con mucho deslizamiento, del orden del 7 al 11 %, lo que supone un bajo rendimiento. Encuentran sus aplicaciones principales en el accionamiento de cargas intermitentes que represente fuertes aceleraciones o choques tales como la prensas de punzonar y cizallas. Cuando acciona cargas con impactos fuertes, en general el motor está auxiliado por un volante de inercia que reduce las pulsaciones de potencia que repercuten sobre la red de suministro. Para estos casos se requiere un motor cuya velocidad decaiga

apreciablemente al aumentar el par, de forma que el volante pueda perder velocidad y ceder parte de su energía cinética.

2.2.1.5 Clase F. Bajo par de arranque y baja corriente de arranque, Es un jaula de ardilla designado para arrancar con voltaje completo desarrollado para bajo torque de arranque y tener una deslismiento bajo con la corriente nominal, baja corriente de arranque es obsoleto según los standares de NEMA. ellos tiene hechos por algunos manufacturados en 30 H.P. El arranque a voltaje completo tiene un torque normal, bajo corriente de arranque el motor excede el limite de algunas compañías de suministro de energía, Por designación un motor para un bajo torque de arranque, sin embargo, es posible la construcción del motor para tamaños grandes, a voltaje completo el torque de arranque supera en 125% el torque inicial , a corriente de arranque de 350 a 550% de la corriente nominal el torque máximo es el 135% del torque nominal, a voltaje completo puede arrancar dentro de ciertos limites de la mayoría de compañías de suministro de energía. ellos deben usarse únicamente para utilizarse con cargas livianas, tal como un moto generados, ventilador y bombas centrífugas.

2.2.2 Clasificación según AGMA. La asociación American Gear Manufactures Association (AGMA) tiene definidas tres clases, de acuerdo con el tiempo de uso y tipo de carga a utilizar.

2.2.2.1 Clase I. Que la carga regular no exceda los rangos normales del motor en 8 horas por día de servicio con cambios moderados de carga y servicios intermitentes.

2.2.2.2 Clase II. Que la carga moderada no exceda los rangos normales del motor en 24 horas por día de servicio cambios moderados de carga con un tiempo arrancando 8 por día.

2.2.2.3 Clase III. Moderados cambios de carga en 24 por día de servicio en cambios bruscos de carga arrancando por 8 horas por día.

2.2.3 Clasificación según el aislamiento.

2.2.3.1 Clase B. Basado en una temperatura ambiente de 40 grados centígrados, puede trabajar sobre esta temperatura 80 grados centígrados.

2.2.3.2 Clase F. Basado en una temperatura ambiente de 40 grados centígrados, puede trabajar sobre esta temperatura 115 grados centígrados.

2.2.3.3 Clase H. Basado en una temperatura ambiente de 40 grados centígrados, puede trabajar sobre esta temperatura 125 grados centígrados.

2.3 *Factor de Servicio.* El factor de servicio mostrado en la placa de un motor indica la sobrecarga continua que un motor puede sufrir. Cuando se opera en la condiciones nominales, si que el motor sufra daños. Cuando el motor, trabaja, en su voltaje, frecuencia y condiciones nominales, la capacidad máxima de carga puede determinarse multiplicando el valor del HP por el factor de servicio.

El factor de servicio esta calculado cuando el motor esta operando a 1000 metros de altura , cuando aumenta la altitud, se reduce la capacidad de operación, Si un motor tiene un factor de servicio de 1.15 esta capacitado para operar a una altitud de 3,000 metros a plena carga sin tener problemas.

2.4 *Principales perdidas en un motor.* El conocimiento de las pérdidas en las máquinas es importante en tres aspectos: las pérdidas determinan el rendimiento de la máquina e influyen apreciablemente en el coste del servicio; producen calentamiento, determinado con ello la potencia nominal que puede obtenerse de la máquina sin deterioro de los aislamientos, y por último, en la representación de la máquina debe tenerse en cuenta las caídas de tensión y las componentes

de la corrientes debidas a las necesidad de cubrir dichas pérdidas.

El rendimiento de la máquina viene dado, al igual que en los transformadores o que en cualquier otro dispositivo de conversión de energía, por la fórmula.

$$\text{Rendimiento} = \text{Potencia de salida} / \text{Potencia de entrada}$$

La máquinas rotativas trabajan en general con un buen rendimiento, salvo si lo hacen muy descargas. Por ejemplo, el rendimiento a plena carga de la mayor parte de los motores es de alrededor del 74% para los de un caballo, 89% para los de 50 caballos, 93% para los de 500 caballos y 97% para los de 5,000 caballos. Los motores lentos tienen en general menor rendimiento que los de gran velocidad, siendo la diferencia del orden del 3 al 4 por ciento.

según la "American National Standards Association (ANSI)" ha puntualizado cuáles son las distintas pérdidas a considerar y cuáles las condiciones para su medición. En subsiguiente estudio de las pérdidas individualizadas se ha teniendo en cuenta las normas emitida.

2.4.1 Pérdidas en el cobre, o  $R I^2$ . Se originan, naturalmente, en todos los devanados de la máquina. Por convención, estas pérdidas se determinan basándose en la resistencia de los devanados a 75° C, si bien en la realidad depende de la resistencia efectiva en las condiciones normales de frecuencia y de flujo. El incremento de pérdidas representado por la diferencia entre las resistencia con corriente continua y la resistencia efectiva se incluye en las pérdidas parásitas, con estas perdidas esta relacionadas las perdidas en los contactos entre escobillas y anillos o colectores que convencionalmente se desprecian en la máquinas de inducción.

2.4.2 Pérdidas mecánicas. Debidas al rozamiento en escobillas y cojinetes, a la resistencia del aire y a la potencia necesaria para hacer circular el aire a través del sistema de refrigeración, si existe ya sea por medio de ventiladores incorporados o exteriores. Las perdidas por rozamientos y por resistencia del aire se pueden determinar midiendo la potencia de entrada en la máquina, girando ésta a su propia velocidad pero descargada y sin excitación, aunque muy frecuentemente estas pérdidas se engloban con las pérdidas en el núcleo y se determina conjuntamente con ellas.

2.4.3 Pérdidas en el núcleo, en circuito abierto o sin carga. Debidas a las histéresis y alas corrientes parásitas originadas por variaciones de la densidad de flujo en el hierro, estando excitado únicamente el devanado inductor principal. En las máquinas de continua y en las sincronicas estas pérdidas están localizadas principalmente en el hierro del inducido si bien las pulsaciones de flujo motivadas por las aberturas de las ranuras originarán también pérdidas en el hierro del inductor, particularmente en la expansiones polares; en las máquinas de inducción dichas pérdidas están localizadas principalmente en el hierro estator.

Las pérdidas en el núcleo en circuito abierto. Pueden determinarse midiendo la potencia de entrada en la máquina cuando está funciona descargada, con su velocidad y frecuencia nominales, y con el flujo o tensión normales; del valor así hallado deben deducirse las pérdidas al rozamiento y a la resistencia del aire, y si la máquina gira por sí misma durante el ensayo deberán deducirse también las pérdidas sin carga en el cobre del estator, en esto se incluyen también las perdidas por corrientes parásitas.

2.4.4 Pérdidas adicionales. Que comprenden las debidas a la distribución no uniforme de la corriente en los conductores y las adicionales en el núcleo debidas a la distorsión del campo magnético producida por la corriente de carga; estas pérdidas son difíciles de determinar con cierta exactitud convencionalmente se evalúan en el 1% de la potencia suministrada.

## 2. NORMAS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS INCLUIDO BOMBAS:

### 1 DISPOSICIONES GENERALES:

1.1 *Generalidades.* Este capítulo trata de las normas generales para la conexión de los diferentes motores que alimentan las bombas o sistemas similares, la potencia de motores que pueden ser conectados con estas normas es desde motores fraccionarios hasta cientos de HP. Se trata de motores de corriente alterna de inducción, ya que los motores de D.C. y Sincronos no son utilizados usualmente en el accionamiento de bombas para centros comerciales. Para facilitar la comprensión de la ubicación de los diferentes elementos de la instalación de motores se presenta la figura 4.

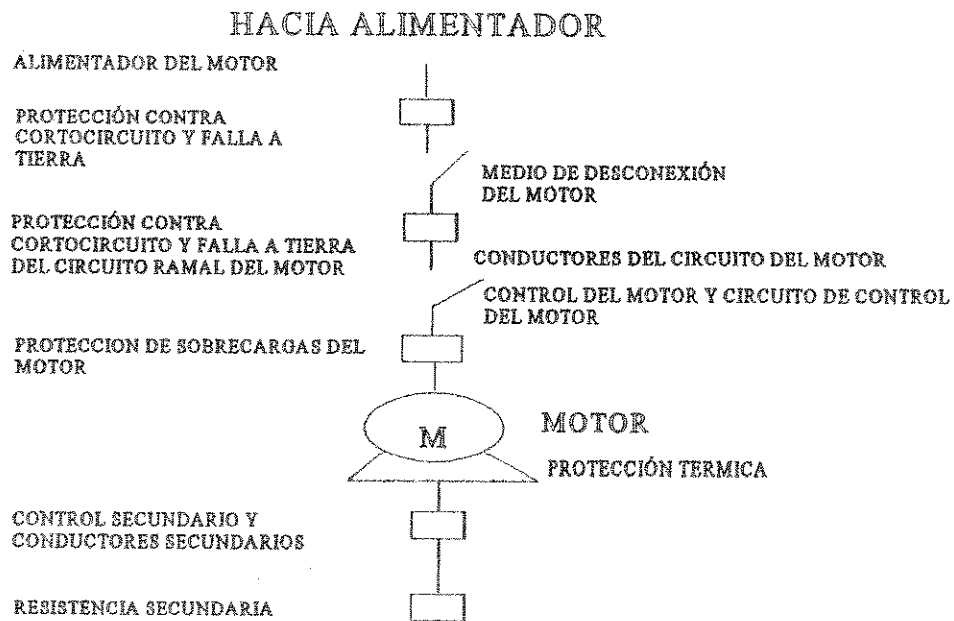


Figura 4

1.2 *Determinación de la capacidad de corriente nominal de los motores.* Las capacidades de corriente nominal de los conductores y de los motores se determinarán como está especificado a continuación.

1.2.1 *Motores de uso general.* La corriente nominal de un motor para determinar la capacidad de corriente de los conductores, o la capacidad nominal en amperios de los interruptores, dispositivos de protección contra cortocircuitos y falla a tierra, etc. se utilizarán los valores dados en las tablas 1, 2, 3 incluyendo las notas, en lugar de la intensidad marcada en la placa de características del motor. El dispositivo exterior de protección contra sobrecarga del motor se basará en la intensidad señalada en la placa de características del motor. Cuando la capacidad está indicada en amperios y no en HP, la potencia en HP se obtendrá de los valores correspondientes a los datos en tablas 1, 2, 3. interpolando si fuese necesario.

1.2.2 Motor de par. Para motores de par, la corriente nominal será la corriente con motor bloqueado y esta corriente, indicada en la placa de características, se utilizará para determinar la capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal.

1.2.3 Motores ajustables en corriente alterna. Para motores en corriente alterna ajustable y en sistemas accionados por par variable, la capacidad de corriente de los conductores y capacidad en amperios de los interruptores, de los dispositivos de protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito ramal, se basará en la corriente máxima de funcionamiento marcada en la placa de características del motor o del equipo o en ambos, si la corriente máxima de funcionamiento no aparece en la placa de características, la determinación de la capacidad de corriente será basada en el 150% de los valores dados en las tablas 2 y 3.

### 1.3 Marcación de motores y equipo de varios motores.

1.3.1 Motores de uso normal. Un motor estará marcado con la siguiente información.

1.3.1.1 Nombre del fabricante.

1.3.1.2 Voltaje nominal y amperaje a plena carga. Para un motor de varias velocidades, la carga plena en amperios para cada velocidad, excepto los motores de polo sombreado y los motores de fase partida con condensador de arranque o permanente, donde se requiere solamente el amperaje para la máxima velocidad.

1.3.1.3 Frecuencia nominal y número de fases para motores de A.C.

1.3.1.4 Velocidad nominal a plena carga.

1.3.1.5 Aumento nominal de temperatura o clase de los aislantes y temperatura ambiente nominal.

1.3.1.6 Régimen nominal de tiempo. El régimen nominal de tiempo será 5, 15, 30 ó 60 minutos, o continuo.

1.3.1.7 Potencia nominal del motor, expresada en HP, si es de 1/8 HP o mayor, la potencia nominal del motor para cada velocidad, a excepción de motores de polo sombreado o de fase partida con arranque con condensador de 1/8 HP o mayores, donde la potencia nominal en HP es requerida sólo para la velocidad máxima. Los motores de soldadores de arco no requieren ser marcados con la potencia nominal.

1.3.1.8. Letra código si es un motor para corriente alterna de una potencia nominal 1/2 HP o más, en motores polifásicos de rotor bobinado la letra del Código podrá ser omitida.

1.3.1.9 Voltios secundarios y amperios a plena carga, si es un motor de inducción con rotor bobinado.

1.3.1.10 Corriente de campo para motores sincrónicos excitados con corriente continua.

1.3.1.11 Devanado. en derivación directa, en derivación estabilizado, compuesto o serie, en motores de corriente directa. Los motores fraccionarios de corriente directa de 18 cm de diámetro menos no necesitan marcarse.

1.3.1.12 Un motor provisto de un protector térmico, estará marcado "Protegido térmicamente" los motores de 100 vatios o menos protegidos térmicamente "tp".

1.3.1.13 Si un motor está "protegido por impedancia" los motores de 100 vatios o menos, protegidos por impedancia y que cumpla con la podrá usar la marca abreviada "ZP".

1.3.2. Letras códigos indicadoras de KVA con rotor bloqueado. Las letras código marcadas en las placas de características de los motores para indicar la entrada en KVA con el rotor bloqueado, estarán de acuerdo con la tabla 4. La letra Código que indica la potencia de

entrada del motor con el rotor bloqueado, debe estar debidamente en una casilla individual en la placa de características. Esta letra Código será utilizada para determinar la protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal, haciendo referencia a la tabla 6.

1.3.2.1 Los motores de múltiple velocidades y potencia constante serán marcados con la letra código que indique el mayor número de KVA por HP con rotor bloqueado, par la velocidad más alta a la cual el motor puede ser arrancado.

1.3.2.2 Los motores de una sola velocidad, que arranquen en conexión estrella (Y) y trabajen en marcha normal en conexión delta, se marcarán con una letra Código correspondiente a los KVA por HP con rotor bloqueado en la conexión (Y).

1.3.2.3 Los motores de doble voltaje que tengan distintos KVA por HP con rotor bloqueado en los dos voltajes, se marcarán con la letra Código para la que el mayor número de KVA por HP con rotor bloqueado.

1.3.2.4 Los motores con regímenes para 60 y 50 Hz se marcarán con la letra Código que designe los KVA por HP con rotor bloqueado, en 60 Hz.

1.3.2.5 Los motores que arranquen con una parte del devanado, se marcarán con la letra Código que designe los KVA por HP con rotor bloqueado basados en la corriente con rotor bloqueado, correspondiente a todo el devanado del motor.

1.3.3 Motores de torque. Los motores de torque estarán clasificados para funcionamientos detenidos y deberán estar marcados de acuerdo como a) anterior.

1.3.4 Equipo multimotor y de cargas combinadas. Los equipos multimotores y de cargas combinadas estarán provistos de un placa característica visible que indique el nombre del fabricante, el voltaje nominal en voltios, frecuencia y número de fases, capacidad de corriente mínima de los conductores del circuito de alimentación y el máximo valor de corriente nominal del dispositivo de protección contra cortocircuitos y falla a tierra del circuito. Cuando el equipo no viene alambreado de fábrica y la placa de características individual de los motores y de otras cargas es visible después de estar ensamblado el equipo, estas placas de características puede servir para la identificación requerida.

*1.4 Marcación en los controles.* Cada control del motor será marcado con el nombre o identificación del fabricante, la corriente o los HP nominales y todos aquellos datos que puedan ser necesarios para indicar los motores para los cuales es adecuado. Un control que incluya protección contra sobrecarga apropiada para un motor o grupo de motores deberá ser marcado con la protección de sobrecarga del motor y la protección máxima de cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal utilizado. Los controles combinados que usan disparo instantáneo estarán claramente marcados indicando el ajuste en amperios del elemento de disparo ajustable. Cuando el control del motor forma parte integral de un motor, o de un grupo de motor-generador, el control no necesita estar marcado individualmente, siempre que los datos necesarios estén en la placa del motor. En los controles que son parte integral de un equipo aprobado como una unidad, la marcación indica anteriormente puede estar colocada en la placa de características del equipo.

*1.5 Terminales.* Las terminales de motores y controles estarán convenientemente marcados o coloreados, cuando sea necesario, para indicar las conexiones correctas.

1.5.1 Marcación.

1.5.2 Conductores. Los controles de motor y los terminales de los dispositivos del control del circuito deberán conectarse conductores de cobre a menos que se identifiquen para uso con un conductor diferente.

1.5.3 Requisitos de par mecánico. Los dispositivos de control de circuitos con

terminales a presión de tipo rosca, usados con conductores de cobre No.14 AWG o menor, deberán estar torsionados un mínimo de 79 N-m, a menos que se identifiquen para un valor diferente de par.

#### 1.6 *Espacio de alambrado en cubiertas.*

1.6.1 Disposiciones generales. Las cubiertas para controles y medios de desconexión de motores no se utilizarán como cajas de empalme, canales auxiliares o canalizaciones para conductores alimentadores que las atraviesen, o para hacer derivaciones a otros aparatos, a menos que se utilicen diseños que provean el espacio adecuado para este uso.

1.6.2 Espacio para doblaje de los cables en cubiertas. El espacio mínimo para doblaje de los cables en una cubierta para control de los motores estará basado en la Tabla 7. Debe medirse en línea recta desde el final de la oreja o conector (en la dirección en que el cable sale del terminal) hasta la pared o separador. Cuando los medios de terminación son sustituidos por unos suministrados por el fabricante del control, éstos deben ser de un tipo identificado por el fabricante para ser usados con el control y no reducirá el espacio mínimo de doblaje de los cables. Cuando el gabinete es un centro de control de motores.

1.7 *Protección contra líquidos.* Se necesitarán resguardos o cubiertas adecuadas para proteger las partes descubiertas que transportan corriente de los motores y la aislación de los cables conductores del motor, cuando se instalen directamente debajo de los equipos o en otros lugares donde pueda caer o salpicar aceite agua u otro líquido perjudicial, a menos que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

1.8 *Cajas para terminales de motores.* Las principales características que éstas deben poseer son las siguientes.

1.8.1 Material. Cuando los motores estén provistos de cajas terminales, éstas serán metálicas y de construcción sólida.

1.8.2 Dimensiones y espacios-conexiones y empalmes. Cuando estas cajas terminales contienen empalmes de conductores, tendrán las dimensiones mínimas y los volúmenes utilizables indicados en la tabla 8. Para motores de una potencia nominal de 1HP y menores, con caja de terminales parcial o completamente integrada en la estructura en un extremo de ella, el volumen de la caja para terminales no será menor de 13.1 cm. para la conexión entre alambres, la dimensión mínima de la abertura cubierta por la tapa no está especificada. Para motores de una potencia nominal de 1 1/2, 2 y 3 HP y con la caja de terminales parcial o completamente integrada en la estructura o con un extremo de ella, el volumen de la caja para terminal no será menor de 16.4 cm. Para la conexión entre alambre, la dimensión mínima de la abertura cubierta por la tapa no está especificada. Las terminales auxiliares para aparatos tales como frenos, termostatos, calentadores, campos de excitación, etc. puede ser despreciados, si su área para transportar corriente no excede del 25% del área para transportar corriente de los terminales de fuerza del aparato.

1.8.3 Dimensiones y espacios. Conexión con terminales fijo. Cuando estas cajas de terminales contienen terminales montados rigidamente, la caja de terminales será de tamaño suficiente para proporcionar a las terminales el espacio mínimo y los volúmenes utilizables de acuerdo con la tablas 9 y 10.

1.8.4 Cable de gran calibre o conexiones de fábrica. Para motores de gran potencia mayor número de terminales o alambres de gran calibre, o cuando los motores son instalados como parte de un equipo alambrado en fábrica, sin que se requieran conexiones adicionales en



la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo. la caja de terminales será de un tamaño suficiente para hacer las conexiones, pero las disposiciones precedentes sobre los volúmenes de la caja de terminales no se consideran aplicables.

1.8.5 Conexión para la puesta a tierra de equipos. Un medio de conexión de las terminales del conductor de puesta a tierra de equipos será suministra en la caja de terminales del motor para conexión entre conductores o de terminales fijos. Los medios para estas conexiones podrán estar localizados dentro o fuera de las cajas de terminales del motor. Excepción: cuando un motor está instalado como parte de un equipo alambrado en fábrica y sea requerida su puesta a tierra, pero sin que se hayan necesitado conexión adicional en la caja de terminales durante la instalación del equipo, un medio separado para puesta a tierra en la caja de terminales del motor, no será requerido.

1.9 *Ubicación de los motores.* Los principales aspectos a consideras para la correcta ubicación de los motores son las siguientes.

1.9.1 Ventilación y mantenimiento. Los motores deben ubicarse de forma que tenga una ventilación adecuada y que el mantenimiento, tal como la lubricación de soportes y de cambios de escobillas, pueda hacerse fácilmente.

1.9.2 Motores abiertos. Los motores abiertos que tienen conmutadores o anillos colectores, deben ser ubicados o estar protegidos de manera que la chispa no pueda alcanzar los materiales combustibles adyacentes. Esto no prohíbe la instalación de estos motores sobre pisos o soportes de madera.

1.10 *Exposición o acumulaciones de polvo.* En los lugares donde el polvo o material que flote en el aire pueda depositarse sobre el motor o dentro del mismo en cantidades tales que perturben seriamente la ventilación o enfriamiento del motor y por consiguiente, se originen temperatura peligrosas, se emplearán tipos de motores cerrados que no se recalienten al trabajara en las condiciones existentes. En condiciones especialmente severas puede requerirse el uso de motores cerrados ventilados mediante tuberías, o ubicar los motores en locales separados herméticos al polvo, debidamente ventilados por una fuente de aire limpio.

1.11 *Motor de mayor potencia.* Se considera como motor de mayor potencia aquel que tenga la más alta corriente a plena carga. La corriente a plena carga, usada para determinar el motor de mayor potencia, será el valor equivalente que corresponde a la potencia del motor en caballos de fuerza seleccionado en las tablas 1, 2 y 3 .

## **2 CONDUCTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES.**

2.1 *Disposiciones Generales.* En esta sección se especifican los calibre de los conductores capaces de transportar sin recalentamiento la corriente del motor en las condiciones que se indica.

### *2.2 Un solo motor.*

2.2.1 Disposiciones generales. Los conductores de un circuito ramal que alimenten un solo motor tendrán una capacidad de corriente no menor que el 125% de la corriente nominal a plena carga del motor. En el caso de un motor de velocidades múltiples, la selección de los conductores del circuito ramal del lado del suministro del control, estará basada en la mayor de las corrientes a plena carga indicadas en la placa de características. La selección de los conductores de los circuitos ramales entre el control y el motor, los cuales son energizados, para esa velocidad determinada, se basará en la capacidad de corriente para esta velocidad. Excepción: Los



conductores para un motor que funcione por corto tiempo o de forma intermitente, periódica o de ciclos variables, deberán tener una capacidad de corriente no menor que el porcentaje de la corriente nominal indicado en la tabla 11. Todo motor se considera de trabajo continuo, a menos que la naturaleza del aparato que accionen tal que el motor no trabaje continuamente con carga en su utilización.

2.2.2 Cubierta de terminales separada. Los conductores entre motores estacionarios de 1 HP o menores y las cubiertas de terminales separadas permitidas puede ser menor del calibre No.14 pero no menores del calibre No.18, siempre que tengan las capacidades corriente especificada en a) anterior.

2.2.3 Para motores arranque estrella y funcionamiento delta, el conductor en la línea se basara en la corriente nominal a plena carga. Las selección del conductor entre el control y el motor puede basarse en el 58% de la corriente nominal a plena carga.

2.3 *Conductores que alimentan varios motores.* Los conductores que alimentan dos o más motores tendrán una capacidad igual a la suma del valor nominal de la corriente a plena carga de todos lo motores, más el 25% del valor de la corriente del motor más grande del grupo. Cuando uno o más motores del grupo tienen un funcionamiento por corto tiempo, intermitente, periódico o variable, la capacidad de los conductores será calculado como sigue.

2.3.1 Se determina la capacidad de corriente necesaria para cada motor utilizado en trabajo no continuo, según la tabla 11.

2.3.2 Se determina la capacidad de corriente necesaria para cada motor de trabajo continuo, basándose en el 100% del valor nominal de la corriente a plena carga del motor.

2.3.3 Se multiplica por 1.25% el valor mayor de la capacidad de corriente del motor más grande, determinada por a. ó b. anteriores , se le suma la capacidad de corriente de los otros motores calculados por a. y b. anterior y se selecciona el conductor para esta capacidad de corriente total.

Excepciones: Cuando los circuitos estén enclavados de manera que impida el arranque y marcha de un segundo motor o grupo de motores, el calibre del conductor será determinado por el motor de mayor potencia o el grupo de motores de mayor potencia que funcionen simultáneamente.

2.4 *Conductores que alimentan motores y otras cargas.*

2.4.1 Cargas combinadas. Los conductores que alimentan cargas de motores y de alumbrado o artefactos, tendrán una capacidad de corriente suficiente para las cargas de motores según las normas anteriores y la carga de alumbrados.

2.4.2 Equipos de varios motores y de carga combinada. La capacidad de corriente de los conductores de equipo de varios motores y de carga combinada, no será menor que la capacidad de corriente mínima marcada en el equipo .

### 3 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA DEL MOTOR Y LOS CIRCUITOS RAMALES.

3.1 *Disposiciones generales.* Las disposiciones de esta sección especifican los dispositivos de sobrecarga destinados a proteger los motores, los aparatos para control de motores y los conductores de los circuitos ramales de los motores, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecarga y fallas en el arranque.

Una sobrecarga en un aparato eléctrico es una sobrecorriente de funcionamiento cuando dura un tiempo suficientemente prolongado, puede dañar o recalentar peligrosamente el aparato. Esto no incluye los cortocircuitos ni las fallas a tierra.

Estas disposiciones no deben ser interpretadas como requisitos de instalación de la protección

contra sobrecarga, donde ésta proporcione peligros adicionales o mayores, como en el caso de las bombas de incendio.

### 3.2 Motores de Servicio Continuo.

3.2.1 Más de 1 HP. cada motor de servicio continuo de potencia mayor de 1 HP se protegerá contra sobrecarga por uno de los siguientes medios.

3.2.1.1 Un dispositivo de sobrecarga separado que sea sensible a la corriente del motor. La corriente nominal o de disparo de este dispositivo no será más que los porcentajes de la corriente a plena carga del motor siguiente.

3.2.1.1.1 Motores con un factor de servicio marcado debe no menor de 1.15% se protegerá con 125% de la corriente nominal.

3.2.1.1.2 Motores con un aumento de temperatura no mayor de 40° C se protegerá con 125% de la corriente nominal.

3.2.1.1.3 Todos los demás motores se protegerá con 115% de la corriente nominal. Para un motor de varias velocidades, cada conexión del devanado será considerada separadamente. Cuando el dispositivo de sobrecarga del motor separado esté conectado de manera que no conduzca la corriente total indicada en la placa de características del motor, tal como en el caso de arranque delta, se deberá indicar en el equipo el porcentaje de la corriente indicada en la placa, que deberá ser aplicado en la selección o ajuste del dispositivo de sobrecarga o deberá tenerse en cuenta la tabla que permite selección ajuste del dispositivo de sobrecarga o deberá tenerse en cuenta la tabla que permite seleccionarlo, dada por el fabricante.

3.2.1.2 Un protector térmico que sea parte integral del motor, aprobado para usarse con el motor al cual protege contra recalentamientos peligrosos ocasionados por sobrecarga y falla en el arranque. La corriente más alta de un motor protegido térmicamente no será mayor que los porcentajes siguientes de la corriente de placa carga del motor.

3.2.1.2.1 Motores con una corriente de plena carga no mayor de 9 amperios se protegerá con 170% de la corriente nominal.

3.2.1.2.2 Motores con una corriente de plena carga mayor de 9 amperios y menor de 20 amperios ambos inclusive se protegerá con 150% de la corriente nominal.

3.2.1.2.3 Motores con una corriente de plena carga mayor de 20 amperios nominal se protegerá con 140% de la corriente nominal.

3.2.1.3 Se considera que el motor ha sido adecuadamente protegido cuando forme parte de un conjunto aprobado que no someta normalmente el motor a sobrecarga y si hay un dispositivo de protección que forme parte integral de motor, que lo proteja contra daños debidos a problemas en el arranque.

3.2.1.4 Para motores mayores de 1500 HP, un dispositivo de protección que utilice detectores de temperatura incorporados, que provoquen la interrupción de la corriente del motor cuando hay un aumento de temperatura mayor que el indicado en la placa de características, en un ambiente de 40°C.

### 3.2.2 Potencia no mayor de 1 HP, con arranque no automático

3.2.2.1 Todo motor de servicio continuo de una potencia de 1 HP o menor, no instalado de forma permanente, con arranque no automático y que esté a la vista desde el lugar se considerará protegido contra sobrecarga por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal.

3.2.2.2 Cualquier motor que no este a la vista se debe proteger como se describe en la sección siguiente.

### 3.2.3 Potencia no mayor de 1 HP, con arranque automático. cualquier motor de 1

HP menor, con arranque automático, se protegerá contra sobrecarga por uno de los medios siguientes.

3.2.3.1 Un dispositivo de sobrecarga separado que sea sensible a la corriente del motor. La corriente nominal o de disparo de este dispositivo no será más que los porcentajes de la corriente a plena carga del motor, como se indicados a continuación.

3.2.3.1.1 Motores con un factor de servicio marcado debe no menor de 1.15% se protegerá con 125% de la corriente nominal.

3.2.3.1.2 Motores con un aumento de temperatura no mayor de 40° C se protegerá con 125% de la corriente nominal.

3.2.3.1.3 Todos los demás motores se protegerá con 115% de la corriente nominal.

3.2.3.2 Un protector térmico que sea parte integral del motor, aprobado para usarse con el motor al cual protege contra recalentamientos peligrosos ocasionados por sobrecarga y falla en el arranque. si el dispositivo de interrupción de corriente del motor está separado del mismo y su circuito de control se acción por un dispositivo protector que forma parte integral del motor. Deberá disponerse de forma que la desconexión del circuito de control determine la interrupción de la corriente del motor.

3.2.3.3 El motor se considera debidamente protegido cuando forme parte de un conjunto aprobado que normalmente no someta el motor a sobrecarga y si hay un dispositivo de protección que forme parte integral del motor y que lo proteja contra daños producido por fallas en el arranque o si el conjunto está también equipado con otros controles de seguridad. tales como el control de seguridad de combustión de un quemador de petróleo doméstico, que proteja al motor contra daños debidos a fallas en el arranque. Cuando el conjunto tenga controles de seguridad que protejan el motor, ello se indicará en la placa de características del conjunto en un lugar que sea visible después de la instalación.

3.2.3.4 Si la impedancia de los bobinas del motor es suficiente para impedir el recalentamiento debido a las fallas en el arranque, siempre que el motor forma parte de un conjunto aprobado en el cual dicho motor se limitará a si mismo de manera que no se recaliente peligrosamente.

3.3 *Servicios intermitentes y similares.* Un motor cuya condiciones de funcionamientos sean inherentemente de intervalos cortos de tipo de servicio intermitente, periódico o de ciclo variable como señala la tabla 11 excepción se considera protegido contra sobrecarga de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal, siempre que la protección contra sobrecorriente no exceda la especificada en la tabla 6. Todo uso de un motor se considera de servicio continuo a menos que la naturaleza de los aparatos que accionan sea tal, que el motor no pueda funcionar continuamente con carga bajo ninguna condición de uso.

3.4 *Selección del relé de sobrecarga.* Cuando el relé de sobrecarga seleccionado no sea suficiente para arrancar el motor o soportar la carga, se permitirá utilizar el relé de tamaño superior más próximo, siempre que la corriente de disparo de dicho relé de sobrecarga no exceda los porcentajes de la corriente del motor a plena carga.

3.4.1 Motores con un factor de servicio marcado debe no menor de 1.15% se protegerá con 140% de la corriente nominal.

3.4.2 Motores con un aumento de temperatura no mayor de 40° C se protegerá con 140% de la corriente nominal.

3.4.3 Todos los demás motores se protegerá con 130% de la corriente nominal.

El dispositivo de sobrecarga que no esté puenteado durante el periodo de arranque del motor, deberá tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere con carga.

*3.5 Motores en circuitos ramales de uso general.* La protección contra sobrecarga para motores instalados en circuitos ramales de uso general, se dispondrá como se indica a continuación.

3.5.1 No mayor de 1 HP. En los circuitos ramales de uso general puede conectarse uno o más motores sin protección individual contra sobrecarga solamente cuando se cumplan las condiciones limitadoras especificadas para dos o más motores en las secciones.

3.5.2 Mayor de 1 HP. Los motores de potencias mayores que la especificadas en la sección anterior, pueden ser conectados a circuitos ramales de uso general solamente en el caso de que cada motor está protegido contra sobrecarga.

3.5.3 Conectados mediante cordón flexible y enchufe. Cuando un motor se conecta a un circuito ramal por medio de un enchufe y tomacorriente y la protección individual contra sobrecarga es omitida, como esta indicado en a) anterior, la capacidad del enchufe y toma corriente no será mayor de 15 amperios a 120 voltios o 10 amperios a 250 voltios. Cuando la protección individual contra sobrecarga es necesaria, como se prevé en b) anterior para un motor o un artefacto accionado por motor provisto de un enchufe para conectarlo a un circuito ramal a través de un tomacorriente, el dispositivo contra sobrecarga será una parte integral del motor o del artefacto.

3.5.4 Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra de un circuito ramal en el cual el motor o artefacto accionado por motor está conectado tendrá el suficiente retardo de tiempo para permitir que el motor arranque y acelere con carga.

*3.6 Repetición automática de arranques.* No se instalará ningún dispositivo contra sobrecarga que pueda arrancar nuevamente en forma automática un motor después de un disparo por sobrecarga, a menos que sea aprobado para utilizarse con el motor que protege. Un motor que pueda volver a arrancar automáticamente después de pararse, no se instalará si al volver a arrancar, puede ocasionar daños a personas.

*3.7 Paradas programadas.* Si una parada automática inmediata de un motor mediante un dispositivo de protección de sobrecarga introduce riesgos adicionales o incrementa los riesgos a personas, y su operación continuada del motor es necesaria para un parada segura del equipo o proceso, debe conectarse un dispositivo(s) sensor de sobrecarga del motor de acuerdo con las disposiciones descritas de esta sección, a una alarma supervisa, en lugar de causar una interrupción inmediata del motor, de tal manera que pueda iniciarse una acción correctiva o una parada programada.

#### **4 PROTECCIÓN DEL CIRCUITO RAMAL DEL MOTOR CONTRA CORTOCIRCUITOS Y FALLAS DE TIERRA:**

*4.1 Disposiciones generales.* Las disposiciones especifican los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger los conductores de circuitos ramal de motores, los aparatos de control de motores y los motores, contra corrientes debidas a cortocircuito o fallas de tierra.

*4.2 Capacidad nominal o ajuste para los circuito de un solo motor.* El dispositivo de

protección contra los cortocircuitos y falla de tierra del circuito ramal del motor, deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque del motor. El dispositivo protector debe tener una capacidad de ajuste que no exceda los valores dados en la tabla 6.

Cuando los valores especificados por la tabla 6 no son suficientes para la corriente de arranque de motor.

4.2.1 La capacidad de un fusible del tipo sin retardo y no mayor de 600 A podrá ser aumentada, pero en ningún caso podrá exceder el 400% de la corriente del motor a plena carga.

4.2.2 La capacidad de un fusible con retardo de tiempo (doble elemento) podrá ser aumentado, pero en ningún caso será mayor del 225% de la corriente a plena carga.

4.2.3 El ajuste de un interruptor de disparo instantáneo, podrá ser aumentado, pero en ningún caso será mayor que 1,300% de la corriente a plena carga.

4.2.4 El ajuste de un interruptor termomagnético de tiempo inverso puede aumentarse, pero en ningún caso se excederá del 400% para corrientes de plena carga mayor de 100 A, 300% para corriente de plena carga menor de 100 amperios.

4.2.5 La capacidad de un fusible clasificado entre 601 a 6000 A podrá ser aumentada, pero en ningún caso podrá exceder el 300% de la corriente del motor a plena carga. Un interruptor de disparo instantáneo se usará solamente si es ajustable y si sólo forma parte de un control tipo de combinación que tenga protección contra sobrecarga de motores, así como protección contra cortocircuitos y falla a tierra en cada conductor.

Podrá usarse un fusible protector de motor (MSCP) en lugar de los dispositivos indicados en la tabla 6, siempre que éste sea parte de un control tipo de combinación que tenga a la vez protección contra sobrecarga del motor y contra cortocircuitos y falla a tierra en cada conductor y que funcione a no más de 1,300% de la corriente a plena carga del motor. Un interruptor de disparo instantáneo o fusible protector de motor (MSCP) será usado solo como parte de un control tipo de combinación que provea protección coordinada del circuito ramal del motor contra sobrecarga, cortocircuito y falla de tierra.

Para un motor de varias velocidades, se podrá usar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas de tierra para dos o más bobinas de motor, siempre que la capacidad del dispositivo de protección no sea mayor que el porcentaje aplicable del bobinado protegido más pequeño.

Cuando la capacidad máxima de un dispositivo de protección contra cortocircuitos y falla a tierra está indicada en la tabla de relés de sobrecarga publicada por el fabricante para ser usada con un control de motor, o está en otra forma marcada en el equipo, su valor no deberá ser sobrepasado aún si se permiten valores mayores, de acuerdo con lo indicado anteriormente.

Un fusible adecuado podrá ser usado en lugar de los dispositivos indicados en la tabla 6 para un sistema de velocidad variable, siempre y cuando sea provista una lista de fusibles de remplazo adyacente a los fusibles.

*4.3 Varios motores o cargas de un circuito ramal.* Dos o más motores o uno o más motores y otras cargas, podrán conectarse al mismo circuito ramal en las condiciones indicadas a continuación.

4.3.1 No mayor de 1 HP, varios motores cuya potencia individual no exceda de 1 HP podrán conectarse a un circuito ramal de 120 voltios, nominal, protegido a no más de 20 A o un circuito ramal de 600 V. nominales o menos, protegida a no más de 15 A, si se cumplen las condiciones siguiente.

4.3.1.1 Que el valor nominal de la corriente a plena carga de cada motor no exceda de 6 A.

4.3.1.2 Que no exceda el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla tierra marcado en cualquiera de los controles.

4.3.1.3 La protección individual contra sobrecarga de los motores esté conforme con lo establecido en la secciones anteriores.

4.3.2 Cuando se protege el motor más pequeño. Si el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla de tierra del circuito ramal se ha seleccionado para que no sea mayor de lo permitido en la sección anterior para el motor de menor potencia, dos o más motores o uno o varios motores y otras cargas , siempre que cada motor tenga su protección individual contra sobrecarga en marcha, pueden ser conectados a un circuito ramal, cuando se pueda determinar que el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla de tierra del circuito ramal no se abrirá en la condiciones normales de trabajo más exigentes que puedan ocurrir.

4.3.3 Otras instalaciones en grupo. Se podrá conectar a un circuito ramal dos o más motores de cualquier capacidad nominal o uno o más motores y otras cargas con un motor que tenga protección individual contra sobrecarga, cuando el control del motor y el (los) control(es) sean.

4.3.3.1 Instalados como un conjunto de fábrica aprobado y el dispositivo protector contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal del motor esté provisto, ya sea como parte del conjunto o especificado como una marca en el conjunto.

4.3.3.2 El dispositivo protector contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal del motor, el control del motor el o los dispositivos de sobrecarga son instalados en el campo como conjunto separados y aprobado para tal uso y provistos de las instrucciones del fabricante para usarse entre sí

4.3.4 Derivación de un circuito ramal para un solo motor. Para las instalaciones en grupo descritas anteriormente, los conductores de cualquier derivación que alimenten un solo motor no necesitan un solo dispositivo individual de protección contra corto circuito y falla a tierra, siempre que cumpla con las condiciones siguiente

4.3.4.1 Ningún conector que conecte al motor tendrá una capacidad de corriente menor que la capacidad de los conductores del circuito ramal.

4.3.4.2 Ningún conector que conecte el motor tendrá una capacidad de corriente menor que un tercio de los conductores del circuito ramal y siempre que los conductores que van al dispositivo de protección contra sobrecarga del motor no tengan más de 7.60 metros de longitud y estén protegidos contra daños materiales.

4.4 *Equipos con varios motores y cargas combinadas.* El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal para equipos con varios motores para cargas combinadas no sobrepasará el valor marcado en el equipo.

4.5 *Protección contra sobrecorriente combinada.* Las protección contra corto circuito y falla a tierra de un circuito ramal de motor y la protección contra sobrecarga del motor puede combinarse en un solo dispositivo de protección, cuando la capacidad o ajuste del dispositivo proporcione la protección contra sobrecarga especificada en la sección anteriores.

## **5 PROTECCIÓN DEL ALIMENTADOR DEL MOTOR CONTRA CORTO CIRCUITO Y FALLAS A TIERRA:**

5.1 Disposiciones generales. Las disposiciones de esta parte especifican los dispositivos de

sobrecorriente destinados a la protección de los conductores de alimentador de motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos y fallas a tierra.

### *5.2 Capacidad o ajuste (carga de motores).*

5.2.1 Carga específica. Un alimentador que sirve a una carga fija y específica de motores cuyo conductores basando en las normas especificadas anteriormente, deberá estar provisto de un dispositivo de protección de valor nominal o ajuste no mayor de la capacidad o ajuste del mayor de los dispositivos de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra de cualquiera de los motores del grupo más la suma de las corrientes a plena carga de los otros motores del grupo.

Si dos o más circuitos ramales del grupo poseen dispositivos contra cortocircuito y falla a tierra de igual capacidad o ajuste se considerará a uno solo de ellos como el mayor para los cálculos anteriores.

5.2.2 Expansiones futuras. Para las instalaciones que incluyan alimentadores de gran capacidad, previstas para futuras adiciones o cambios, el valor nominal o ajuste de los dispositivos de protección de alimentador podrá basarse en la capacidad de corriente de sus conductores.

5.3 *Capacidad o ajuste y cargas de fuerza de alumbrado.* Cuando un alimentador sirve cargas de motores y además cargas de alumbrado, o de alumbrado y artefactos, el dispositivo de protección del alimentador puede tener una capacidad o ajuste suficiente para soportar las cargas de alumbrado o de alumbrado y artefactos, además para el caso de un solo motor, y para dos o más motores, la capacidad permitida en la sección anterior.

## **6 CIRCUITOS DE CONTROL DE MOTORES.**

6.1 Disposiciones generales. Esta parte contiene modificaciones de lo requisitos generales y se aplica a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

Definición de circuito de control de motor. El circuito de control es un aparato o sistema de control; es el circuito que transporta las señales eléctrica que gobiernan el funcionamiento del control, pero no transporta la corriente del circuito principal de potencia.

### *6.2 Protección contra corriente.*

6.2.1 Disposiciones generales. Un circuito de control de motor derivado del lado de carga de un dispositivo o dispositivos de protección contra cortocircuitos y falla a tierra de un circuito ramal de motor y que controle el motor o motores conectadas al circuito ramal, será protegido contra sobrecorriente de acuerdo con la sección siguiente. Dicho circuito de control derivado no será considerado como un circuito ramal y se permitirá su protección, ya sea por un dispositivo o dispositivos suplementarios, o por dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos ramales.

6.2.2 Protección de conductores. la protección de sobrecorriente para los conductores no excederá los valores especificados en la columna A de la tabla 13

6.2.3 Transformadores de los circuitos de control. Cuando se prevé un transformador en el circuito de control, será necesario protegerlo .

6.3 *Protección mecánica del conductor.* Si al fallar un circuito de control de motor resultase un riesgo, todos los conductores de dicho circuito de control remoto del motor que están fuera del



dispositivo de control mismo, deberán instalarse en una canalización o estar protegidos de alguna otra manera adecuada contra daños materiales.

Cuando el conductor de un lado del circuito de control de motor esté puesto a tierra, el circuito de control de motor se dispondrá de manera tal que si se produce una tierra accidental de los dispositivos de control remoto, no se origine el arranque del motor.

#### *6.4 Desconexión.*

6.4.1 Disposiciones generales. Los circuitos de control de motor se dispondrán de forma que sean desconectados de todas las fuentes de suministro cuando los medios de desconexión estén en la posición de abierto. Los medios de desconexión pueden estar constituidos por dos o más dispositivos separados, uno de los cuales desconecta el motor y el control de la fuente de suministro del motor, y los otros, el circuito, o los circuitos de control de motor de sus fuentes de suministro. Cuando se utilicen dos dispositivos separados, deberán instalarse uno junto al otro.

6.4.2 Transformador de control en dispositivos de control. Cuando se utiliza un transformador u otro dispositivo para obtener un voltaje reducido para el circuito de control de motor que esté localizado en el dispositivo de control, dicho transformador o dispositivo de transformará del lado de la carga de los dispositivos de desconexión del circuito de control de motor.

### **7 CONTROLES DE MOTORES:**

7.1 *Disposiciones generales.* Las disposiciones de esta parte están destinadas a especificar controles adecuados para todos los motores.

7.1.1 Definición. Comprende cualquier interruptor o dispositivo normalmente utilizado para el arranque y parada del motor, actuando y frenando la corriente del circuito del motor.

7.1.2 Motores estacionarios no mayores de 1/8 HP. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal puede servir como control para motores estacionarios no mayores de 1/8 HP que normalmente se dejan funcionando y están contruidos de forma que no puedan ser dañados ni por sobrecarga ni por falla en el arranque, como por ejemplo, motores de relojes y similares.

7.1.3 Motores portátiles no mayores de 1/3 HP. Para un motor portátil no mayor de 1/3 HP, el control puede ser un tomacorriente con su enchufe.

#### *7.2 Diseño de control.*

7.2.1 Arranque y parada. Todo control debe ser capaz de poder arrancar y parar el motor que controla y debe ser capaz de interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor.

7.2.2 Autotransformador. Un arrancador de autotransformador tendrá una posición de abierto, una posición de marcha y, por lo menos, una posición de arranque. Se diseñará de manera que no pueda quedar en la posición de arranque o en cualquier otra posición que no deje inoperante el dispositivo de protección contra corriente en el circuito.

7.3 *Capacidad nominal.* El control tendrá una capacidad nominal en HP que no será menor que la del motor.

7.4 *En conductores puestos a tierra.* Un polo de control puede interrumpir un conductor puesto permanentemente a tierra siempre que el control esté diseñado de manera que el polo en



el conductor pueda abrirse sin interrumpir simultáneamente todos los conductores del circuito.

*7.5 Número de motores servidos por cada control.* Cada motor estará provisto de un control individual.

Excepción. Para los motores cuyo rango sea de 600 voltios o menos, un solo control de capacidad no menor que la suma de los valores nominales HP de los motores del grupo, puede servir al grupo de motores en cualquiera de las condiciones siguientes.

7.5.1 Cuando varios motores accionen varias partes de una misma máquinas o partes de un aparato, tales como máquinas para trabajar madera y metales, grúas, elevadores y aparatos similares.

7.5.2 Cuando un grupo está protegido por un dispositivo de sobrecorriente.

7.5.3 Cuando un grupo de motores esté instalado en el mismo local y estén todos a la vista desde el control.

*7.6 Tipo de cubiertas para control de motor.* La tabla 14 indica las cubiertas para usar en los lugares específicos no peligrosos. Las cubiertas no están destacadas como protecciones tales como condensación, congelamiento, corrosión o contaminación, que puedan ocurrir dentro de la cubierta o entrar por medio del conductor o abertura si sellar. Estas condiciones internas requieren especial consideración para el instalador.

## **8 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES:**

*8.1 Generalidades.* esta sección cubre. Los centros de motores instalados para el control de los motores, iluminación y los circuitos del potencia.

Un centro de control de motores es un conjunto de unas o más secciones alimentadas una barra común de potencia y principalmente alimentar los motores.

*8.2 Protección contra sobrecorriente.* El centro de control de motores necesita proveer con protección de sobrecorriente de acuerdo con el valor la barra común del potencia. Este equipo de protección puede estar instalado en el centro de control de motores o en el motor y enviar señales hacia el centro de control.

*8.3 Servicio del Equipo.* El centro de control de motores debe proveer un medio de desconexión de todas las líneas vivas, cuando se necesario realizar algún servicio o reparación al equipo.

*8.4 Aterrizaje.* Múltiples secciones de el centro de control de motores tiene que estar conectado con la tierra del equipo o equivalente de la barra y tiene que estar conectados a una barra de tierra o un terminal en un punto previsto para una sola sección.

### *8.5 Barra y conductores.*

8.5.1 Soportes y arregios. La barra tiene que estar protegido contra daños físicos, y estar sujetos firmemente en el lugar. otros de los requerimientos para los conductores del centro de control de motores. únicamente los conductores que son pensado para usar con terminales en una sección vertical tiene que utilizarse en esta sección

8.5.2 Arreglos de fases. El arreglo de la fase en la barra en un sistema trifásico en la secuencia A B y C del frente hacia atrás, de arriba hacia bajo, de la izquierda a la derecha, desde el frente del control del motor.

8.5.3 Espaciamientos, el espaciamiento entre la barra y otra parte metálica no debe ser menor que lo especificado en la tabla 15.

8.5.4 Barreras, las barreras son necesarias entre la barra para aislar con las piezas que son necesarios realizar mantenimientos.

8.6 *Marcación.* Un centro de control de motor. Debe tener la marca en lugar visible después de su instalación y debe contener lo siguientes, se debe indicar el nombre del fabricante, la marca de fábrica o cualquier otra señal descriptiva que permita la identificación de la empresa responsable por el producto. Se proveerá también otras marcas que especifiquen el voltaje, la intensidad de corriente, potencia y corriente de corto circuito, la placa será lo suficientemente resistente para soportar el efecto de las condiciones ambientales.

## 9 MEDIOS DE DESCONEXIÓN:

9.1 *Disposiciones generales.* Las disposiciones de esta parte están destinadas a exigir medios de desconexión capaces de desconectar el circuito los motores y los controles.

### 9.2 *Ubicación.*

9.2.1 Control. Un medio de desconexión deberá estar ubicado a la vista desde el lugar de control.

9.2.2 Motor. Un medio de desconexión deberá estar ubicado a la vista desde la localización del motor y la de la maquinaria accionada.

9.3 *Desconexión simultánea del motor y del control.* Los medios de desconexión desconectarán conjuntamente el control y el motor de todos los conductores vivos de alimentación, y serán diseñados para que ningún polo pueda funcionar independientemente. Los medios de desconexión pueden estar dentro del mismo recinto de control.

9.4 *Indicadores.* Los medios de desconexión deben tener claramente indicado si están en la posición de abierto o de cerrado.

9.5 *Conductores puestos a tierra.* Un polo de los medios de desconexión puede desconectar un conductor puesto a tierra permanentemente, siempre que los medios de desconexión estén diseñados de manera que el polo en el conductor puesto a tierra no pueda abrirse sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

9.6 *Interruptor de acometida como medio de desconexión.* Si la instalación tiene un solo motor, el interruptor de acometida puede servir como medio de desconexión siempre que esté de acuerdo con las disposiciones de esta sección y esté a la vista desde el lugar de control.

9.7 *Accesible fácilmente.* Uno de los medios de desconexión debe ser accesible fácilmente.

9.8 *Todos los interruptores.* Todos los medios de desconexión en el circuito del motor entre el punto de unión al alimentador y el punto de conexión del motor, deberán ser de cualquiera de los siguientes tipos. Los medios de desconexión serán un interruptor de circuito de motor con capacidad nominal en HP, un interruptor termomagnético o un interruptor no automático.

9.9 *Interruptor automático usado a la vez como control en medio de desconexión.* Un interruptor o un interruptor automático que cumpla con las disposiciones, puede ser utilizado a la vez como control y como medio de desconexión, siempre que interrumpa todos los conectores vivos del motor que esté protegido con un dispositivo de sobrecorriente, interrumpa todos los conectores vivos que van al interruptor o al interruptor automático y sea de uno de los siguientes tipos.

9.9.1 *Interruptor de ruptura en aire.* Un interruptor de ruptura en aire accionado directamente a mano por medio de una palanca o empuñadura.

9.9.2 *Interruptor termomagnético de tiempo inverso.* Un interruptor automático de tiempo inverso accionado directamente a mano por una palanca o una empuñadura.

9.9.3 *Interruptor en aceite.* Un interruptor en aceite utilizado en un circuito de características que no sean mayores de 600 voltios o 100 amperios o, por permiso especial, en un circuito que exceda esta capacidad cuando está bajo la supervisión de personal cálido. El interruptores aceite o el interruptor automático especificado anteriormente, puede ser accionado manualmente, con una fuerza auxiliar, o ambas cosas. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del control puede formar parte del conjunto del mismo o puede estar separado de él. Un control de tipo de autotransformador estará provisto de medios de desconexión separados.

9.10 *Energía de más una fuente.* Los motores y los equipos operados por motores que reciben energía eléctrica de más de una fuente estarán provistos de medios de desconexión de cada fuente adyacente al equipo servido. Cada fuente puede tener un medio de desconexión.

## 10 PROTECCIÓN DE LAS PARTES VIVAS PARA TODOS LOS VOLTAJES:

10.1 *Disposiciones generales.* Las disposiciones de esta parte especifican que las partes vivas se protegerán de forma que se juzgue adecuadamente contra los riesgos potenciales.

10.2 *Donde se requiere.* Las partes vivas descubiertas de motores y controles que funcionan a 50 voltios o más entre terminales, serán resguardadas contra contacto accidental mediante una cubierta o por su ubicación, como sigue.

10.2.1 En un local o recinto. Por su instalación en un local o recinto que sea accesible exclusivamente a personas calificadas.

10.2.2 En una galería adecuada. Por su instalación sobre galerías, estructuras o plataformas a una altura y con una disposición tal que su acceso sea sólo posible a personal calificado.

10.2.3 Elevación. Por elevación sobre el nivel del piso a 2.40 metros o más.

10.3 *Resguardos para operadores.* Cuando las partes vivas de los motores o controles que trabajan a más de 150 voltios con respecto a tierra, están resguardas contra contacto accidental tan sólo por su ubicación y cuando durante su funcionamiento pudiera ser necesario el ajuste u otra tensión del aparato, se colocarán alfombras o plataformas convenientemente aisladas de forma que el operador del aparato no pueda tocar las partes vivas sino cuando se encuentre sobre la alfombra o plataformas aislada.

## 11 PUESTA A TIERRA PARA TODOS LOS VOLTAJES:

11.1 *Disposiciones generales.* Las disposiciones de esta parte especifican la puesta a tierra de las armazones de motores y controles para impedir un voltaje más elevado que el de tierra, en

el caso de un contacto accidental entre las partes vivas y los armazones. El aislamiento eléctrico, separación resguardos son alternativas adecuadas de la puesta a tierra de motores en ciertas condiciones.

*11.2 Motores estacionarios.* Las armazones de los motores estacionarios se conectarán a tierra cuando exista cualquiera de las condiciones siguientes.

11.2.1 Si esta alimentados por conductores con envoltura metálica.

11.2.2 Si están ubicados en lugares húmedos y no están separados o resguardados.

11.2.3 Si están en un lugar peligrosos.

11.2.4 Si el motor funciona con cualquier terminal a más de 150 voltios con respecto a tierra.

11.2.5 Si la armazón del motor no está puesta a tierra deberá aislarse permanentemente y efectivamente a tierra.

*11.3 Motores portátiles.* Los motores portátiles que funcionan a más de 150 voltios con respecto a tierra deberán estar resguardados o puestos a tierra.

*11.4 Controles.* Las cubiertas de los controles se conectarán a tierra, cualquiera que sea su voltaje.

Las cubiertas de los controles deberán tener como conexión una terminal de conductor de puesta a tierra del equipo.

*11.5 Método de puesta a tierra.* Cuando sea necesaria la puesta a tierra se hará de la manera especificada.

11.5.1 Puesta a tierra por medio de las cajas de terminales. Cuando el alambrado a motores fijos es de cable con cubierta metálica o está en canalizaciones metálicas, se instalarán cajas de empalmes para alojar los terminales del motor, y el blindaje de los cable o de las canalizaciones metálicas se conectará a ellas.

11.5.2 Separación entre la cajas de empalmes y el motor. La caja de empalmes requerida por la sección anterior podrá tener una separación con el motor no mayor de 1.80 metros, siempre que los conductos terminales que van al motor sean de cable tipo AC, cordón armado o conductores terminales trenzados dentro de tubos metálicos flexibles herméticos a los líquidos, tubos metálicos intermedios, tubos rígidos metálicos o tubería eléctrica metálica de tamaño comercial no menor de 3/8, conectándose la armadura del cable o la canalización, tanto a la caja como al motor. Cuando se utilicen conductores terminales, trenzados protegidos, como se especifico anteriormente, no tendrá un calibre mayor de No.10 y deberán cumplir con los requisitos para ser canalizados.

11.5.3 Puesta a tierra de los dispositivos instalados en el control. Los secundarios de transformadores de instrumentos, las partes metálicas descubiertas que no conducen corriente u otras partes conductoras o cajas de transformadores de instrumentos, medidores, instrumentos y relés, serán puesto a tierra.

### 3. ANÁLISIS PRÁCTICO DE LA INSTALACIONES DE BOMBAS EN UN CENTRO COMERCIAL, TÍPICO:

#### **1 DISPOSICIONES GENERALES:**

En este capítulo se analizarán un caso típico de un centro comercial en el cual usualmente se tienen bombas hidroneumáticas principales para poder distribuir con una presión adecuada el flujo de agua en las instalaciones respectivas, adicionalmente se tienen bombas hidroneumáticas de respaldo cuando alguna de las bombas principales fallan es necesario que entre a funcionar ya que el flujo del agua es vital para el buen funcionamiento de un centro comercial.

También se cuenta con una bomba sumergible que es la encargada de extraer el agua de los mantos acuíferos, y es elevada hasta un depósito o tanque, del cual las bombas hidroneumáticas son la encargadas de distribuir.

Actualmente se utilizan una bomba fraccionaria que sirve para clorar el agua.

Se trabajan los cálculos respectivos para la instalación basados en las normas descritas en el capítulo II y para una mejor comprensión se realizara de la siguiente manera:

- 1.1 Datos necesarios de los motores en el campo.
- 1.2 Cálculo de los conductores ramales y alimentación a tablero de bombas y calculo del
- 1.3 Conductor de puesta a tierra.
- 1.4 Cálculo de las protecciones contra sobrecarga y especificación de las mismas.
- 1.5 Cálculo de las protecciones de cortocircuito y protección de falla a tierra.

#### **2 DATOS DE CAMPO**

A continuación se presenta los datos necesario que se deben de recabar en el proceso de diseño y que son necesarios para obtener una instalación adecuada y funcional para alimentar las diferentes bombas de un centro comercial.

Para recabar de una manera adecuada presentamos un cuadro con los datos necesarios que se tiene que obtener por cada equipo, y son necesarios obtenerlos la información respectiva la cual se utiliza para los cálculos posteriores.

Al obtener la mayor parte de estos datos se obtiene un Diseño con el cual se obtiene una instalación técnicamente y económicamente adecuada , estos datos primordiales son los que esta marcados con el símbolo ✓, existen ciertos datos que inicialmente no se cuentan con ellos y será necesario asumir ciertos valores que es dejar anotados en la memoria de Cálculo para cuando se disponga de la información completa se verifiquen los cálculos con los datos reales estos datos están marcados con el símbolo ✗.

El siguiente ejemplo es de un centro comercial que tiene dos niveles con 20 locales típicos, un ancla que es una Supermercado, tiene dos torres de oficinas de 10 Niveles cada una y dos sótano de estacionamientos.

Las características de las bombas que se utilizan se describen a continuación:

2.1 Datos de la bomba centrífuga No. 1.

No.	DESCRIPCIÓN	VALOR	NOTA
1	Nombre del fabricante	Century	✗
2	Modelo	Part 6-338242-02 FRS1840P	✗
3	Voltaje nominal	200-208 Voltios	✓
4	Corriente nominal	21-20 Amperios	✓
5	Frecuencia nominal	60 Hertz	✓
6	Numero de fases	3	✓
7	Velocidad nominal a plena carga	3500 RPM	✗
8	Factor de servicio	1.15	✗
9	Aumento nominal de temperatura o clase de los aislamiento.	Clase B	✗
10	Temperatura ambiente	40 grados centígrados	✗
11	Régimen nominal de tiempo	Continuo	✗
12	Potencia nominal ( HP )	7.5	✓
13	Letra código rotor bloqueado	H	✗
14	Designación nema	B	✗
15	Protegido térmicamente	No	✗
16	Protegido impedancia	No	✗
17	Factor de potencia		✗
18	Rendimiento		✗
19	Distancia al tablero de bombas	15 metros	✓

2.2 Datos de la bomba centrífuga No. 2.

No.	DESCRIPCIÓN	VALOR	NOTA
1	Nombre del fabricante	Marathon	✗
2	Modelo	YUHI84TTDR7322BPL	✗
3	Voltaje nominal	208-230/460 Voltios.	✓
4	Corriente nominal	21-19.4/9.7	✓
5	Frecuencia nominal	60 Hertz	✓
6	Numero de fases	3	✓
7	Velocidad nominal a plena carga	3470 RPM	✗
8	Factor de servicio	1.15	✗
9	Aumento nominal de temperatura o clase de los aislamiento.	Clase B	✗
10	Temperatura ambiente	40 grados centígrados	✗
11	Régimen nominal de tiempo	Continuo	✗
12	Potencia nominal (HP)	7.5	✓
13	Letra código rotor bloqueado	H	✗
14	Designación nema	B	✗
15	Protegido térmicamente	No	✗
16	Protegido impedancia	No	✗
17	Factor de potencia		✗
18	Rendimiento		✗
19	Distancia al tablero de bombas	20 metros	✓

2.3 Datos de la bomba centrífuga No. 3.

No.	DESCRIPCIÓN	VALOR	NOTA
1	Nombre del fabricante	Century	✗
2	Modelo	PART 6-3330707-03 FRS1845P	✗
3	Voltaje nominal	230/460 Voltios.	✓
4	Corriente nominal	18.8/9.3 Amperios.	✓
5	Frecuencia nominal	60 Hertz	✓
6	Numero de fases	3	✓
7	Velocidad nominal a plena carga	3500 RPM	✗
8	Factor de servicio	1.15	✗
9	Aumento nominal de temperatura o clase de los aislamiento.	Clase B	✗
10	Temperatura ambiente	40 grados centígrados	✗
11	Régimen nominal de tiempo	Continuo	✗
12	Potencia nominal (HP)	7.5	✓
13	Letra código rotor bloqueado	H	✗
14	Designación nema	B	✗
15	Protegido térmicamente	No	✗
16	Protegido impedancia	No	✗
17	Factor de potencia	.8	✗
18	Rendimiento		✗
19	Distancia al tablero de bombas	25 metros	✓



2.4 Datos de la bomba de clorar.

No.	DESCRIPCIÓN	VALOR	NOTA
1	Nombre del fabricante	C Plus.	*
2	Modelo	Serial 93121388	*
3	Voltaje nominal	115 Voltios	✓
4	Corriente nominal	6 Amperios.	✓
5	Frecuencia nominal	60 Hertz	✓
6	Numero de fases	1	✓
7	Velocidad nominal a plena carga		*
8	Factor de servicio		*
9	Aumento nominal de temperatura o clase de los aislamiento.		*
10	Temperatura ambiente		*
11	Régimen nominal de tiempo		*
12	Potencia nominal (HP)	1/3	✓
13	Letra código rotor bloqueado		*
14	Designación nema		*
15	Protegido térmicamente	No	*
16	Protegido impedancia	No	*
17	Factor de potencia		*
18	Rendimiento		*
19	Distancia al tablero de bombas	25 metros	✓

2.5 Datos de la bomba sumergible.

No.	DESCRIPCIÓN	VALOR	NOTA
1	Nombre del fabricante	SUPER-6"	✗
2	Modelo		✗
3	Voltaje nominal	208 Voltios.	✓
4	Corriente nominal	49.3 Amperios.	✓
5	Frecuencia nominal	60 Hertz	✓
6	Numero de fases	3	✓
7	Velocidad nominal a plena carga	3450 RPM	✗
8	Factor de servicio		✗
9	Aumento nominal de temperatura o clase de los aislamiento.		✗
10	Temperatura ambiente		✗
11	Régimen nominal de tiempo		✗
12	Potencia nominal (HP)	15	✓
13	Letra código rotor bloqueado		✗
14	Designación nema		✗
15	Protegido térmicamente	No	✗
16	Protegido impedancia	No	✗
17	Factor de potencia		✗
18	Rendimiento		✗
19	Distancia al tablero de bombas	40 metros	✓

### 3 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES

No	NOMBRE BOMBA	H.P.	VOLTAJE (V)	AMPERIOS (I) TABLA 1,2 Y 3	FASES	P <sup>1.25</sup>	COND. POR AMPERIOS TABLA 16	DISTANCIA METROS (d)	ÁREA COND. mm <sup>2</sup>	COND. POR ÁREA TABLA 17	COND. A UTILIZAR	TUBERÍA EMT TABLA 18	COND. TIERRA TABLA 19
1	Centrifuga 1	7.5	208	24.20	3	30.25	8	15	1.77	14	8	3/4	10
2	Centrifuga 2	7.5	208	24.20	3	30.25	8	20	2.35	12	8	3/4	10
3	Centrifuga 3	7.5	208	24.20	3	30.25	8	25	2.94	12	8	3/4	10
4	Clorar	1/3	115	7.20	1	9.00	14	25	1.83	14	14	1/2	14
5	Sumergible	15	208	46.90	3	58.63	6	40	9.12	8	6	3/4	10
6	TOTAL	38	208	150.43	3		1/0	100	73.17	2/0	2/0	2	6

NOTA 1) Los conductores que se están utilizan son de aislamiento THHN.

NOTA 2) Cada conductor esta alimentado individualmente tanto con sus conductores como con su tubería individual.

NOTA 3) En la casilla del total de corrientes, es la suma de todos las corrientes de los motores más el 25% del motor más grande.

NOTA 4) En la columna de área se cálculo con base en la fórmula siguiente  $A = I^2 d^2 f / 571.03 V$  en donde el factor f es 1.73 si el sistema es trifásico, 1 si el sistema tiene dos líneas vivas, 2 si el sistema tienen una línea viva por ejemplo el motor para Clorar.

NOTA 5) La tubería que se utiliza es EMT con accesorios para ambientes húmedos, con tubo LT flexible para hacer el cambio de tubería rígida al motor.

NOTA 6) COND. significa conductor.

#### 4 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA

Cálculo del valor nominal de la protección

No	NOMBRE BOMBA	H.P.	VOLTAJE NOMINAL DATOS DE PLACA (V)	CORRIENTE NOMINAL DATOS DE PLACA (I) AMPERIOS	FASES	FACTOR DE SERVICIO	MOTORES CON UN AUMENTO DE TEMPERATURA GRADOS CENTIGRADOS	FACTOR	FACTOR*1	RELE SOBRECARGA
1	Centrifuga 1	7.5	208	24.20	3	1.15	40	1.25	30.25	30
2	Centrifuga 2	7.5	208	24.20	3	1.15	40	1.25	30.25	30
3	Centrifuga 3	7.5	208	24.20	3	1.15	40	1.25	30.25	30
4	Clorar	1/3	115	7.20	1			1.15	8.28	10
5	Sumergible	15	208	46.90	3			1.15	53.94	55

Si el valor para el rele de sobrecarga no es suficiente para permitir el arranque se puede aumentar hasta el siguiente valor.

No	NOMBRE BOMBA	H.P.	VOLTAJE NOMINAL DATOS DE PLACA (V)	CORRIENTE NOMINAL DATOS DE PLACA (I) AMPERIOS	FASES	FACTOR DE SERVICIO	MOTORES CON UN AUMENTO DE TEMPERATURA GRADOS CENTIGRADOS	FACTOR	FACTOR*1	RELE SOBRECARGA
1	Centrifuga 1	7.5	208	24.20	3	1.15	40	1.40	33.88	35
2	Centrifuga 2	7.5	208	24.20	3	1.15	40	1.40	33.88	35
3	Centrifuga 3	7.5	208	24.20	3	1.15	40	1.40	33.88	35
4	Clorar	1/3	115	7.20	1			1.30	9.36	10
5	Sumergible	15	208	46.90	3			1.30	60.97	60

## 5 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA.

Cálculo del valor nominal de la protección contra cortocircuito y falla a tierra.

No	NOMBRE BOMBA	H.P.	VOLTAJE NOMINAL DATOS DE PLACA (V)	CORRIENTE NOMINAL DATOS DE PLACA (I)	FASES	DESIGNACIÓN NEMA	FACTOR	FACTOR*I	PROTECCIÓN DE TIEMPO INVERSO
1	Centrífuga 1	7.5	208	24.20	3	B	2.50	60.50	60
2	Centrífuga 2	7.5	208	24.20	3	B	2.50	60.50	60
3	Centrífuga 3	7.5	208	24.20	3	B	2.50	60.50	60
4	Clorar	1/3	115	7.20	1		2.50	18.00	20
5	Sumergible	15	208	46.90	3		2.50	117.25	125
6	TOTAL	38	208		3			197.05	200

Si el valor para la protección no es suficiente para permitir el arranque se puede aumentar hasta el siguiente valor.

No	NOMBRE BOMBA	H.P.	VOLTAJE NOMINAL DATOS DE PLACA (V)	CORRIENTE NOMINAL DATOS DE PLACA (I)	FASE	DESIGNACIÓN NEMA	FACTOR	FACTOR*I	PROTECCIÓN DE TIEMPO INVERSO
1	Centrífuga 1	7.5	208	24.20	3	B	4.00	96.80	100
2	Centrífuga 2	7.5	208	24.20	3	B	4.00	96.80	100
3	Centrífuga 3	7.5	208	24.20	3	B	4.00	96.80	100
4	Clorar	1/3	115	7.20	1		4.00	28.80	30
5	Sumergible	15	208	46.90	3		4.00	187.60	200
6	TOTAL	38	208		3			267.40	275

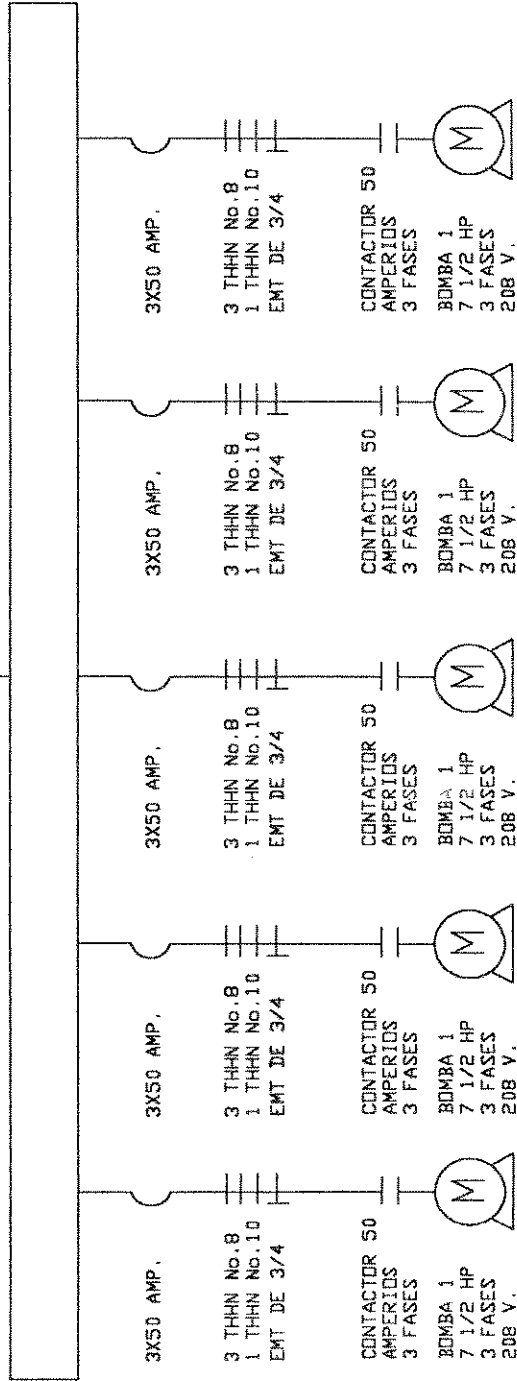
NOTA: La protección total está dada por la suma de la corriente de protección del motor más grande más la suma de la corriente nominal de los demás motores.

ALIMENTACIÓN PRINCIPAL

3X50 AMP.

3 THHN No.8  
1 THHN No.10  
EMT DE 3/4

3X50 AMP.



USAC  
INGENIERIA ELECTRICA

FIGURA 5

PROYECTO:	TESIS
DIRECCION:	TIPICO
SIN	N.M.
15/04/97	R.V.
NERY MEJIA	ING. ROBERTO VEGA
	EJECUTOR
	UNIFILAR
	BOMBAS

## 4. NORMAS PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACIÓN.

### 1. DISPOSICIONES GENERALES:

1.1 *Alcance.* Las disposiciones de este Artículo se aplican a los equipos de aire y a los refrigeración accionados por motor eléctrico y a los circuitos ramales y los controles de esos equipos. Se aplica a las condiciones especiales necesaria para los circuitos que alimentan unidades selladas y a cualquier equipo de aire acondicionado o refrigeración conectados a un circuito ramal individual que alimenta una unidad sellada.

#### 1.2 *Definiciones que se utilizan.*

1.2.1 Motor del compresor hermético refrigerante. Combinación compuesta de un compresor y un motor ensamblado en fábrica dentro de la misma cubierta, sin eje externo o sellos de eje; el motor funciona dentro del medio refrigerante.

1.2.2 Selección de la corriente del circuito ramal: La corriente del circuito ramal se usa el valor en amperios, en lugar del valor de la corriente de carga, para determinar los valores de los conductores de los circuitos ramales del motor, medio de desconexión, controles, protección cortocircuito y falla a tierra, la corriente del circuito ramal debe equivalente grande para soportar la corriente de rotor bloqueado.

1.2.3 Valor de la corriente nominal, el valor de la corriente nominal para un motor compresor es la corriente que resulta cuando el motor compresor, es operado con la carga nominal, con el voltaje nominal, y frecuencia del equipo de servicio.

#### 1.3 *Otros capítulos aplicables:*

1.3.1 Los requisitos son adicionales o reemplazan los requisitos del capítulo dos.

1.3.2 Cuando no sea un equipo sellado se utilizarán los requisitos de el capítulo dos, tal es el caso de los siguiente equipos, compresores de refrigeración accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporadores de aire acondicionado, unidades difusores, condensadores remotos enfriados por aire a circulación forzada, refrigeradores comerciales, etc.

1.3.3 Los dispositivos tales como los equipos de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, aparatos enfriadores de agua y distribuidores de bebidas, se deben considerar como artefactos y se le aplicarán las normas del capítulo dos.

#### 1.4 *Marcación de motores de compresor hermético refrigerante.*

1.4.1 Un motor compresor hermético refrigerante debe estar provisto de una placa de características que indique el nombre del fabricante, la marca de fábrica o el símbolo, la designación de identificación, voltaje, número de fases y la frecuencia. El fabricante deberá indicar la corriente de carga nominal en amperios del motor de compresor hermético refrigerante, sea en la placa de características de la misma o en la del equipo en el cual dicha unidad se utiliza, o en ambas. La corriente de rotor bloqueado para cada motor de compresor hermético refrigerante monofásico que tenga una corriente de carga nominal mayor de 9 amperios en 115 V o de 4.5 amperios en 230 V y en cada unidad sellada polifásica, se indicará en la placa de características de la misma. Cuando se utilice un protector térmico, se deberá indicar en la placa de características de motor compresor hermético refrigerante o la del equipo; la placa de características del equipo se deberá marcarse con las palabras sistema protegidos.

1.4.2 Equipos con varios motores y carga combinada. Éstos deberán estar provistos de una placa de características visible que indique el nombre del fabricante, capacidad nominal en voltios y la frecuencia nominal, el número de fases, la capacidad de corriente mínima del circuito y el valor máximo nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra.

1.4.3 Corriente de selección del circuito ramal. Los motores de compresor hermético refrigerante o equipos que contienen compresor en los cuales el sistema de protección aprobado para ser usado con la unidad sellada que protege, permite una corriente constante mayor que el porcentaje de la corriente de la carga nominal específica en la placa de las características, estas indicaciones deben ser provistas por el fabricante deberán figurar en la o las placas de características en las cuales aparece la corriente de carga nominal

1.5 *Marcación de controles.* Un dispositivo de control deberá estar marcado con el nombre del fabricante, marca de fábrica o símbolo, designación de indentificación, voltaje, número de fases, valor nominal de la corriente de plena carga y del rotor bloqueado, y otras informaciones que puedan ser necesarias para la adecuada identificación de la unidad sellada a la cual se ajusta.

1.6 *Capacidad de corriente y capacidad nominal.*

1.6.1 Motores de compresor hermético refrigerante. En el caso de motores de compresor hermético refrigerante, la corriente de carga nominal indica en la placa de características del equipo en el cual la unidad sellada es utilizada, se usará para determinar la capacidad o el valor de la corriente de los medios de desconexión, de los conductores del circuito ramal del control, de la protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal y de la protección contra sobrecarga del motor separado. Donde la corriente de carga nominal no está indicada en la placa de características del equipo se utilizará la corriente de carga nominal del compresor indicada en la placa de características.

1.6.2 Equipo con varios motores. En el caso de equipos con varios motores que utilicen un motor para ventilador o soplador del tipo de inducción de polos compensados o de inducción del tipo condensador dividido, se usará la corriente de plena carga de dicho motor, indicada en la placa de características del equipo en el cual el motor para ventilador o soplador esté utilizado, en lugar de la potencia nominal en HP, para determinar la capacidad de corriente o el valor nominal de los medios de desconexión, los conductores del circuito ramal, el control, la protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra y la protección contra sobrecarga separada. Estas indicaciones en la placa de características del equipo no deben ser menor que la corriente indicada en la placa de características del motor de ventilador o soplador.

1.7 *Motor de potencia nominal más grande.* Se deberá considerar que el motor de potencia más grande, será el motor que tiene la corriente de carga nominal más elevada. Cuando dos más motores tienen la misma corriente de carga nominal. Solamente uno de ellos debe ser considerado como el motor de mayor potencia. Para motores que no sean unidades selladas y motores de ventiladores y sopladores, la corriente de plena carga utilizada para la determinación del motor de mayor potencia debe ser el valor equivalente que le corresponda a la potencia nominal del motor en HP, seleccionada según la tabla 1,2 ó 3.

1.8 *Máquina única.* Un sistema de aire acondicionado o de refrigeración debe considerarse como una sola máquina para la disposiciones.



## 2. MEDIO DE DESCONEXIÓN.

2.1 *Disposiciones generales.* Se especifican los medios de desconexión con capacidad para desconectar los equipos de aire acondicionado y refrigeración, incluyendo los motores de compresor hermético refrigerante y los controles del circuito que los alimenta.

### 2.2 *Capacidad nominal y capacidad de interrupción.*

2.2.1 Motores de compresor hermético refrigerante. Un medio de desconexión que controla una unidad sellada debe ser escogido con base en la corriente de carga nominal indicada en la placa de características o con base en la corriente seleccionada para el circuito ramal, según cual sea mayor, y de la corriente de rotor bloqueado respectivamente, de la unidad sellada tal como se indica a continuación:

2.2.1.1 La capacidad de corriente nominal debe ser por lo menos un 115% de la corriente de la carga nominal indicada en la placa de características, o de la corriente seleccionada para el circuito ramal, según cual sea mayor.

2.2.1.2 Para determinar los caballos de fuerza HP equivalentes, se determinan los HP nominal de la tablas 1, 2 ó 3, correspondientes a la corriente de carga nominal o a la corriente seleccionada para el circuito ramal, según cual sea mayor, y también los HP de la tabla 18 correspondientes a la corriente de rotor bloqueado. En caso de que la corriente nominal indicada en la placa de características o la corriente seleccionada para el circuito ramal y la corriente de rotor bloqueado, no correspondan a la corrientes indicadas en la tablas 1,2,3 ó 18, se debe utilizar el valor siguientes más elevado de HP en caso de obtener valores nominales diferentes de HP al aplicar estas tablas, se debe escoger un valor HP por lo menos igual al más grande los valores obtenidos.

2.2.2 Cargas combinadas. Cuando se utilicen una o más unidades selladas juntas o en combinación con otros motores, y con varias cargas tales como calentadores de resistencia donde la carga combinada pueda ser simultánea en un mismo medio de desconexión, se determinará el valor nominal de la carga combinada como sigue:

2.2.2.1 El valor nominal en HP de todos los medios de desconexión se determinará a partir de la suma todas las corrientes, incluyendo cargas de resistencias en la condición de carga nominal y también en la condición de rotor bloqueado. La corriente de carga nominal combinada y la corriente de rotor bloqueado combinada obtenidas de esta forma, se considerarán como pertenecientes a un único motor para los efectos de este requisito según se indica a continuación:

2.2.2.1.1 La corriente de plena carga equivalente a los HP nominales de cada motor, siempre que no se trate de unidades selladas en motores para ventiladores o sopladores, debe ser seleccionada de las tablas 2,3 y 4, estas corriente de plena carga se sumarán a la corriente o corrientes de carga nominales de la unidades selladas o a la corriente o corrientes de selección del circuito ramal, según cual sea mayor, y al valor nominal en amperios de otras cargas para obtener una corriente de plena carga equivalente para la carga combinada.

2.2.2.1.2 La corriente de rotor bloqueado equivalente a los HP nominales de cada motor que no sea una unidad sellada, debe ser seleccionada de la tabla 18 y para motores de tipo polos compensados o de inducción de condensador divididos para ventiladores y sopladores, identificados con la corriente de rotor bloqueado, se deberá usar el valor indicado. Las corrientes de rotor bloqueado se sumarán a la corriente o corrientes de rotor bloqueado, se deberá usar el valor indicado. La corrientes de rotor bloqueado se sumarán a la corriente o corrientes de rotor bloqueado de la unidad sellada y a los valores nominales en amperios de otras cargas para obtener una corriente de rotor bloqueado equivalente para la carga

combinada. Cuando dos o más motores y otras cargas no puedan arrancar al mismo tiempo, se pueden utilizar combinaciones adecuadas de corriente con rotor bloqueado y corriente de carga nominal, o corriente de selección del circuito ramal, según cual sea mayor, para determinar la corriente equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada simultánea.

2.2.2.2 La capacidad de corriente nominal de los medios de desconexión debe ser por lo menos el 115% de la suma de todas las corrientes en la condición de carga nominal.

2.2.3 Motores de compresor hermético refrigerante pequeños. Para motores pequeños que no tengan la corriente de rotor bloqueado indicada en la placa de características o para motores pequeños que no esta cubiertos por las tablas 1, 2, 3 y 4, la corriente de rotor bloqueado debe estimarse en un valor igual a 6 veces la corriente de carga nominal.

2.3 *Equipos conectados con cordón.* Para los equipo conectados con cordón, tales como: aparatos de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y aparatos distribuidos de bebidas, se puede utilizar como medio de desconexión un conector separable o un tomacorriente y enchufe.

2.4 *Ubicación.* Los medios de desconexión debe ser visible y de fácil acceso desde el aparato de aire acondicionado o equipo de refrigeración. Podrán ser instalados sobre o dentro del equipo de aire acondicionado o de refrigeración.

### **3 PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS RAMALES CONTRA CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA.**

3.1 *Disposiciones generales.* Especifican los dispositivos destinados a proteger los conductores de los circuitos ramales, aparatos de control y motores en los circuito alimentan los motores de compresor hermético refrigerante contra sobrecorriente debidas a cortocircuito y fallas a tierra.

#### **3.2 Capacidad nominal o ajuste para unidades selladas .**

3.2.1 Los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal para los motores de compresor hermético refrigerante deben ser capaces de transportar la corriente de arranque del motor. Se considerará que se ha obtenido la protección adecuada cuando este dispositivo tenga un valor nominal o de ajuste que no exceda el 175% de la corriente de carga nominal de la unidad sellada o la corriente de selección del circuito ramal. En caso de que la protección especificada no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, el valor puede ser aumentado, pero no deberá ser mayor de 225% de la corriente de carga nominal del motor o la corriente de selección del circuito ramal, según cuál sea mayor.

3.2.2 Capacidad nominal o ajuste para equipos. Los dispositivos de protección de cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal para equipos debe ser capaces de transportar la corriente de arranque del equipo. Cuando la única carga en el circuito esté representada por una unidad sellada, cuando el equipo comprende más de una unidad sellada, o motores de compresor hermético refrigerante y otros motores y otras de protección contra cortocircuito y falla a tierra del equipo, debe cumplir lo siguiente:

3.2.2.1 Cuando los motores de compresor hermético refrigerante sean la carga más grande conectada al circuito, la capacidad nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal no debe ser mayor que en la sección anterior para la unidad sellada más grande más la suma de la corriente de la carga nominal o la

selección del circuito ramal, según cual sea mayor de la otra u otros motores de compresor hermético refrigerante y el valor nominal de las otras cargas alimentadas.

3.2.2.2 Cuando los motores de compresor hermético refrigerante no son la carga mayor conectada al circuito, la corriente nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra, del circuito ramal no debe ser mayor que un valor igual a la suma de la corriente de selección del circuito ramal, según cuál sea mayor, los valores nominales de la unidad o unidades selladas más el valor especificado máximo para motores, o especificados para otras cargas en adición a la suma de las unidades sellada.

3.2.3 Valores nominales de los dispositivos de protección que no excedan los valores del fabricante. Cuando los valores nominales de los dispositivos de protección indicados en la tabla de elementos térmicos dada por el fabricante para ser utilizados en un control de motor, sean menor que la capacidad nominal o ajuste seleccionado según lo descrito, el valor nominal del dispositivo de protección no será que el valor indicado por el fabricante.

#### 4 CONDUCTORES DEL CIRCUITO RAMAL.

4.1 *Disposiciones generales.* Especificar los calibres de los conductores necesarios para transportar la corriente del motor en las condiciones específicas sin calentamiento excesivo. No se aplica esta sección a los conductores que forman parte integral de motores, controles de motores y equipos similares o a conductores que forman parte integral de equipos aprobados.

4.2 *Una sola unidad sellada.* Los conductores de circuitos ramales que alimenten motores de compresor hermético refrigerante deben tener una capacidad de corriente no menor que el 125% de la corriente de carga nominal de la unidad sellada o de la corriente de selección del circuito ramal, según cual sea mayor.

4.3 *Unidades selladas con cargas adicionales de motores o sin ellas.* Los conductores que alimenten una o más unidades con cargas adicionales de motores o sin ellas, deben tener una capacidad de corriente no menor que la suma de valores de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito ramal, según cuál sea mayor, de todas las unidades selladas, más la corriente de plena carga de los otros motores y más el 25% del mayor valor nominal del motor o de la unidad sellada del grupo.

4.4 *Carga combinada.* Los conductores que alimentan una carga de motores de compresor hermético refrigerante que sea adicional a una carga de alumbrado o artefactos, deben tener una capacidad de corriente suficiente para la carga de alumbrado o de artefactos más la capacidad de corriente requerida para la carga de las unidades selladas como se especificó anteriormente.

#### 5 CONTROLES PARA MOTORES DE COMPRESOR.

##### 5.1 *Capacidad nominal.*

5.1.1 Control del motor del compresor. Un control de una unidad sellada debe tener al mismo tiempo una corriente nominal de plena carga para servicio continuo y una corriente nominal de motor bloqueado, no menor que la corriente de carga nominal indicada en la placa de características o la corriente de selección del circuito ramal, según cual sea mayor respectivamente, la corriente de rotor bloqueado del compresor. En caso de que el control del motor esté calibrado en HP, pero no lleve indicación de una o ambas corrientes nominales

mencionadas anteriormente los valores equivalentes de la corriente debe ser determinados de acuerdo con las características nominal como se indica a continuación. úsese las tablas 2, 3 y 4, para determinar el valor nominal de la corriente equivalente de plena carga. Use la tabla 18 para determinar el valor nominal de la corriente de rotor bloqueado.

5.1.2 Control que sirve más de una carga. Un control que sirva más de un motor del compresor o una unidad y otras cargas, debe tener un valor nominal de corriente de plena carga para servicio continuo y una corriente nominal de rotor bloqueado no menor que la carga combinada.

## **6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA DE MOTORES DE COMPRESOR Y DE LOS CIRCUITOS RAMALES.**

6.1 *Disposiciones generales.* Se aplicarán a los dispositivos destinados a proteger los motores de compresor, los aparatos de control de motores y los conductores de los circuitos ramales contra calentamiento excesivo debido a sobrecargas del motor y fallas en el arranque.

### *6.2 Aplicación y selección.*

6.2.1 Protección al motor del compresor. Cada motor de compresor debe estar protegido contra sobrecargas y fallas en el arranque por uno de los medios indicados a continuación:

6.2.1.1 Un relé de sobrecarga separado que sea adecuado para la corriente de la unidad. Este dispositivo debe escogerse para dispararse a no más de 140% de la corriente de carga nominal de la unidad sellada.

6.2.1.2 Un protector térmico que forme parte integral de la unidad sellada, aprobado para usarse con la unidad sellada que protege, con el objeto de evitar un sobrecalentamiento peligroso provocado por sobrecargas y fallas en el arranque.

Si el dispositivo que interrumpe la corriente está separado del motor de compresor y su circuito de control está accionado por un dispositivo de protección que forma parte integral de dicha unidad debe disponerse de manera que la abertura del circuito de control provoque la interrupción de la corriente hacia el motor del compresor.

6.2.1.3 Un fusible o interruptor de tiempo inverso sensible a la corriente del motor, el cual puede también servir como dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, este dispositivo debe tener una capacidad nominal no mayor del 125% de la corriente de carga nominal del motor de compresor.

Debe tener suficiente retardo de tiempo para permitir que el motor acelere su carga. El equipo o motor de compresor debe llevar identificación de la máxima capacidad de este fusible, del circuito ramal o de la capacidad nominal del interruptor de tiempo inverso de tiempo inverso.

6.2.1.4 Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para usarse con el motor de compresor, el cual protege evitando el sobrecalentamiento peligroso del motor provocado por sobrecargas y fallas en el arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado de la unidad sellada y su circuito de control es accionado por un dispositivo de protección que no forma parte integral del dispositivo de interrupción de corriente, debe disponerse de tal manera que la abertura del circuito de control provoque la interrupción de la corriente hacia la unidad sellada.

6.2.2 Protección de los aparatos de control de unidades selladas y de los conductores de circuitos ramales. El control o controles del motor de compresor, los medios de desconexión y los conductores del circuito ramal, deben estar protegidos contra sobrecorrientes debidas a sobrecargas en el motor y fallas en el arranque, por uno de los medios indicados a

continuación, el cual puede ser el mismo dispositivo o sistema que protege la unidad selladas.

6.2.2.1 Un relé de sobrecarga escogido de acuerdo a la sección anterior.

6.2.2.2 Un protector térmico aplicado de acuerdo con la sección anterior y que no permita una corriente constante mayor del 156% de la corriente de carga nominal indicada o de la corriente de selección del circuito ramal.

6.2.3 Un fusible motor de compresor de tiempo inverso escogido de acuerdo con la sección anterior.

6.2.4 Un sistema de protección de acuerdo con la sección anterior y que no permita una corriente constante mayor del 156% de la corriente de carga nominal indicada o de la corriente de selección del circuito ramal.

*6.3 Motores de compresor y equipos en circuito ramales de 15 ó 20 amperios conectados por medio de cordón y enchufe.* La protección contra la sobrecarga del motor de compresor y de los equipos conectados por medio del cordón de enchufe y usados en circuitos ramales monofásicos de 15 ó 20 amperios en 120 voltios, ó 15 amperios en 208 voltios ó 240 voltios, podrá ser protegido como se indica a continuación:

6.3.1 Protección contra sobrecarga como se indicó anteriormente.

6.3.2 Capacidad del enchufe y del tomacorriente La capacidad de enchufe y del tomacorriente no excederá 20 a los 125 v. o 15 A a 250 V.

6.3.3 Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra que protege el circuito ramal tendrá suficiente retardo como para permitir que el motor de compresor y otros motores arranquen y acelere con carga.

## **7 DISPOSICIONES PARA ACONDICIONADORES DE AIRE DE HABITACIONES.**

*7.1 Disposiciones generales.* Se aplicarán a los acondicionadores de aire de habitación energizada eléctricamente que controlan la temperatura y la humedad, un acondicionador de aire de habitación se considerará como un artefacto de corriente alterna de ventana, consola o pared, instalado en el cuarto que se ventila y provisto de una o varias unidades selladas, se aplica a los equipos monofásicos de voltaje no mayor de 250 voltios y estos equipos podrán estar provistos de un cordón y enchufe.

*7.2 Puesta a tierra.* Los acondicionadores de aire de habitación será puesto a tierra.

*7.3 Requisitos para circuitos ramales.*

7.3.1 Acondicionadores de aire de habitación como unidad con un solo motor. Un acondicionador de aire de habitación se considerará como una unidad de un solo motor al determinar los requisitos de su circuito ramal, cuando se cumpla las siguientes condiciones:

7.3.1.1 Está provisto de cordón y enchufe.

7.3.1.2 Su capacidad no es mayor de 40 amperios en 250 voltios y es monofásico.

7.3.1.3 La corriente de carga nominal total está indicada en la placa de características del acondicionador de aire, en lugar de la corriente individual del motor.

7.3.1.4 La capacidad nominal de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal no excede la capacidad en amperios de los conductores del circuito ramal o del tomacorriente, la que sea mayor.

7.3.2 Donde haya unidades de alumbrado u otros artefactos conectados. La

capacidad total especificada en la placa de características de un acondicionador de aire de habitación del tipo de cordón y enchufe no excederá el 50% de la capacidad de un circuito ramal, cuando éste alimenta también unidades de alumbrado y otros artefactos.

7.3.3 Donde no haya otras cargas conectadas. La capacidad total especificada en la placa de características de un acondicionador de aire de habitación del tipo cordón y enchufe no excederá el 80% de la capacidad de un circuito ramal donde no haya otras cargas adicionales.

7.4 *Medios de desconexión.* Un cordón con enchufe y un tomacorriente podrán usarse como medios de desconexión de un acondicionador de aire de habitación monofásico de 250 voltios o menos, si:

7.4.1 Los controles manuales del acondicionador de aire son de fácil acceso y están dentro de una altura de 1.8 m sobre el piso o

7.4.2 Se instala un interruptor accionado manualmente, aprobado en un lugar fácilmente accesible y a la vista desde el acondicionador de aire de habitación.

7.5 *Cordones de alimentación.* Cuando se utilizan cordones flexibles para alimentar un acondicionador de aire de habitación, su longitud no será mayor de:

7.5.1 3 m para un equipo de 120 voltios nominales.

7.5.2 1.8 m para equipos de 208 voltios o 240 voltios nominales.

## **8 EJEMPLO PRÁCTICO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EN UN CENTRO COMERCIAL.**

8.1 *Descripción del equipo y principales características.* En la azotea de un centro comercial se instalarán 4 equipos tipo Chiller de 90 toneladas y 8 bombas de 7 1/2 HP, un sistema está compuesto por un Chiller y dos bombas, de las dos bombas una se colocan para reserva o sea que solo una bomba funcionara juntos con el chiller de cada sistema.

Todos los equipos se alimentarán de un tablero de un tablero ubicado en la azotea, cercano al equipo.

Entre las principales característica eléctrica de cada chiller, se encuentra las siguiente, las marcadas ✓ son las características primordiales, las marcadas ✕ puede asumirse ciertos valores para los cálculos.

8.1.1 Características de los equipos que componen el chiller

No.	DESCRIPCIÓN	MODELO VALOR	NOTA
1	Nombre del fabricante	Carrier	*
2	Modelo	30GT090	*
3	Voltaje nominal	208-230 Voltios.	✓
4	Frecuencia nominal	60 Hz.	✓
5	Numero de fases	3	✓
6	3 Compresores	265	✓
7	1 Compresor	250	✓
8	6 Ventiladores	9.4 KW	✓
9	Compresor 265 corriente nominal de carga	89.7 amperios	✓
10	Compresor 265 corriente de rotor bloqueado	446 amperios.	✓
11	Compresor 250 corriente nominal de carga	67.9 amperios	✓
12	Compresor 250 corriente de rotor bloqueado	345 amperios.	✓
13	Ventiladores corriente nominal de carga.	4 de 5.4 amperios. 2 de 5.5 amperios.	✓
14	Ventiladores corriente de rotor bloqueado.	4 de 31.6 amperios 2 de 30 amperios.	✓
15	Corriente nominal del Control	30 amperios.	✓
16	Equipo incluye un medio de desconexión incorporado al sistema		✓
17	Distancia al tablero de Aire Acondicionado de azotea.	15, 15, 35 y 35 metros, respectivamente	✓

8.1.2 Cada bomba tiene las siguientes características.

No.	DESCRIPCIÓN	VALOR	NOTA
1	Nombre del fabricante	BALDOR	✗
2	Modelo	JPM3709T	✗
3	Voltaje nominal	208-230/460 Voltios	✓
4	Corriente nominal	20.8-18.8/9.4 Amperios.	✓
5	Frecuencia nominal	60 Hertz	✓
6	Numero de fases	3	✓
7	Velocidad nominal a plena carga	3450 RPM	✗
8	Factor de servicio	1.15	✗
9	Aumento nominal de temperatura o clase de los aislamiento.	Clase B	✗
10	Temperatura ambiente	40 grados centigrados	✗
11	Régimen nominal de tiempo	Continuo	✗
12	Potencia nominal (HP)	7.5	✓
13	Letra código rotor bloqueado	H	✗
14	Designación nema	B	✗
15	Protegido térmicamente	No	✗
16	Protegido impedancia	No	✗
17	Factor de potencia	.90	✗
18	Rendimiento	84	✗
19	Distancia al tablero de aire acondicionado de azotea.	10,10, 20 y 20 metros respectivamente.	✓



### 8.2 Cálculo de los conductores

8.2.1 Los conductores del Chiller. Se alimentará por dos circuitos independientes, uno que alimentará los condensadores y ventiladores y otro ramal que alimentará el sistema de control.

No	NOMBRE	VOLTAJE (V)	AMPERIOS (I)	FASES	COND. POR AMPERIOS TABLA 16	DISTANCIA METROS (d)	ÁREA COND. mm <sup>2</sup>	COND. POR ÁREA TABLA 17	COND. A UTILIZAR	TUBERÍA EMT TABLA 18	COND. TIERRA TABLA 19
1	Compresor 265	208	112.13	3							
2	Compresor 265	208	89.70	3							
3	Compresor 265	208	89.70	3							
4	Compresor 250	208	67.90	3							
5	Ventilador 1	208	5.40	3							
6	Ventilador 2	208	5.40	3							
7	Ventilador 3	208	5.40	3							
8	Ventilador 4	208	5.40	3							
9	ventilador 5	208	5.50	3							
10	Ventilador 6	208	5.50	3							
11	TOTAL	208	392.03	3	500	35	66.74	1/0	500	3	'2

8.2.2 Cálculo de los conductores de todos los equipos que se alimentan del tablero.

Nº	NOMBRE	VOLTAJE (V)	AMPERIOS NOMINALES (I)	AMPERIOS PARA CALCULO DE COND. (I)	FASES	COND. POR AMPERIOS TABLA 16	DISTANCIA METROS (d)	AREA COND. mm <sup>2</sup>	COND. POR AREA TABLA 17	COND. A UTILIZAR	TUBERIA CONDUIT TABLA 18	COEF. TIERA TABLA 19
1	Chiller 1	208	392.03	392.03	3	500	15	28.60	3	500	3	2
2	Chiller 2	208	392.03	392.03	3	500	15	28.60	3	500	3	2
3	Chiller 3	208	392.03	392.03	3	500	35	66.74	1/0	500	3	2
4	Chiller 4	208	392.03	392.03	3	500	35	66.74	1/0	500	3	2
5	Bomba 1 de 7 1/2 HP	208	24.20	30.25	3	10	10	1.47	14	10	3/4	10
6	Bomba 3 de 7 1/2 HP	208	24.20	30.25	3	10	10	1.47	14	10	3/4	10
7	Bomba 5 de 7 1/2 HP	208	24.20	30.25	3	10	20	2.94	12	10	3/4	10
8	Bomba 7 de 7 1/2 HP	208	24.20	30.25	3	10	20	2.94	12	10	3/4	10
9	Control Chiller 1	120	30.00	30	1	10	10	2.92	12	10	3/4	10
10	Control Chiller 2	120	30.00	30	1	10	10	2.92	12	10	3/4	10
11	Control Chiller 3	120	30.00	30	1	10	35	10.23	8	8	3/4	10
12	Control Chiller 4	120	30.00	30	1	10	35	10.23	8	8	3/4	10
13	TOTAL	208		0	3	4-500 MCM P/F	60	0.00	4-4/0	4-500 MCM P/F	4-3	500 MCM

NOTA 1) En la los cálculos de la parte A) la corriente nominal se multiplico por 1.25 ya que es el motor más grande.

NOTA 2) En el conductor de tierra cuando el valor buscado en la tabla, da un valor que no es comercial se utiliza, el inmediato superior.

NOTA 3)

A) Para las bombas, la corriente que aparece en la columna se obtiene de la tabla 3.

B) Para determinar el calibre del conductor de las bombas es necesario multiplicar la corriente por 1.25.

C) Se calcula solo cuatro bombas, ya que cada chiller utiliza dos bombas pero están enclavadas mecánicamente y eléctricamente, porque solo utiliza una bomba a la vez.

NOTA 4) Para la corriente total se suman todas las corrientes del chiller y las bombas, más dos veces el valor de la corriente nominal de los controles, ya que estos son monofásicos, por ser cuatro controles, tres se distribuirán en cada fase y un ultimo se tendrá que carga en una fase en donde existe ya un control , por lo que es necesario en una fase sumar dos veces la corriente del control.

NOTA 5) Los conductores que se están utilizan son de aislamiento THHN.

NOTA 6) En la columna de área se cálculo en base a la formula siguiente  $A = I \cdot d \cdot f / 57.03V$  en donde el factor f es 1.73 si el sistema es trifásico, 1 si el sistema tiene dos líneas vivas, 2 si el sistema tienen una línea viva por ejemplo los controles.

NOTA 7) La tubería que se utiliza es EMT con accesorios para intemperie ya que el ambiente existe bastante humedad y es un lugar en donde puede sufrir golpes, con tubo LT flexible para hacer el cambio de tubería rígido al equipo.

NOTA 8) COND. significa conductor.

NOTA 9) La distancia que aparece en el cálculo de los conductores que alimentaran el tablero es de 60 metros y es la separa el tablero de aire acondicionado de azotea con la alimentación principal.

8.3 Cálculo de la protección contra sobrecarga. El sistema de chiller está protegidos internamente, ya que está compuesto por varios molinos y cada uno de estos vienen protegidos por sus relés de sobrecarga respectivo, esto incluye la protección del control, por lo que es necesarios proteger únicamente las bombas.

Nº	NOMBRE BOMBA	VOLTAJE NOMINAL DATOS DE PLACA (V)	CORRIENTE NOMINAL DATOS DE PLACA (I) AMPERIOS	FASES	FACTOR DE SERVICIO	MOTORES CON UN AUMENTO DE TEMPERATURA GRADOS CENTÍGRADOS	FACTOR	FACTOR <sup>1</sup>	RELÉ SOBRECARGA
1	Bomba 1 de 7 ½ HP	208	20.80	3	1.15	40.00	1.25	26.00	30
2	Bomba 3 de 7 ½ HP	208	20.80	3	1.15	40.00	1.25	26.00	30
3	Bomba 5 de 7 ½ HP	208	20.80	3	1.15	40.00	1.25	26.00	30
4	Bomba 7 de 7 ½ HP	208	20.80	3	1.15	40.00	1.25	26.00	30

#### 8.4 Cálculo del valor nominal de la protección contra cortocircuito y falla a tierra

8.4.1 Cálculo de la protección contra cortocircuito y falla a tierra de cada chiller. Tendrá una protección de tiempo inverso para todo el equipo, ya que la protección interna viene proporcionada por el fabricante.

No	NOMBRE BOMBA	VOLTAJE NOMINAL DATOS DE PLACA (V)	CORRIENTE NOMINAL DATOS DE PLACA (I) AMPERIOS	FASES	FACTOR	FACTOR <sup>2</sup> I	PROTECCIÓN DE TIEMPO INVERSO
1	*Compresor 265	208	89.70	3	1.75	156.98	
2	Compresor 265	208	89.70	3	1.00	89.70	
3	Compresor 265	208	89.70	3	1.00	89.70	
4	Compresor 250	208	67.90	3	1.00	67.90	
5	Ventilador 1	208	5.40	3	1.00	5.40	
6	Ventilador 2	208	5.40	3	1.00	5.40	
7	Ventilador 3	208	5.40	3	1.00	5.40	
8	Ventilador 4	208	5.40	3	1.00	5.40	
9	Ventilador 5	208	5.50	3	1.00	5.50	
10	Ventilador 6	208	5.50	3	1.00	5.50	
11	TOTAL	208		3		436.88	450

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

8.4.2 Cálculo del valor nominal de la protección contra cortocircuito y falla a tierra, del sistema alimentado desde el tablero de aire acondicionado.

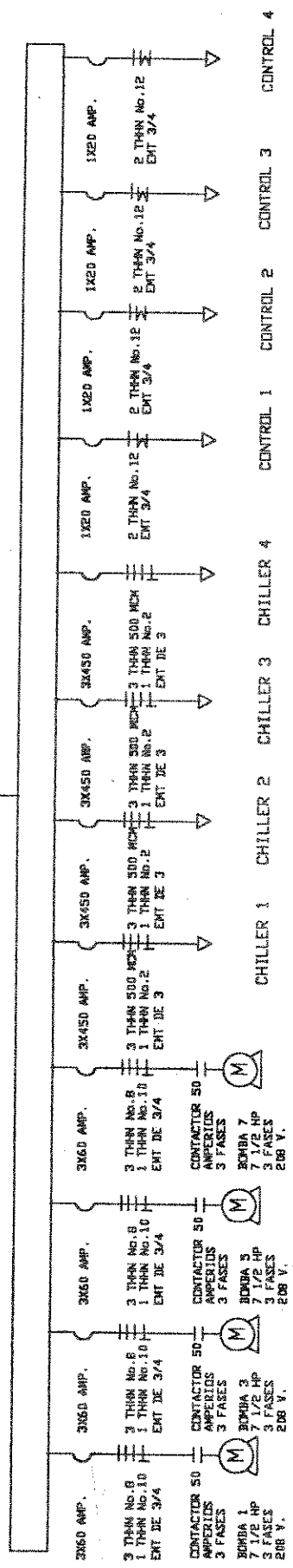
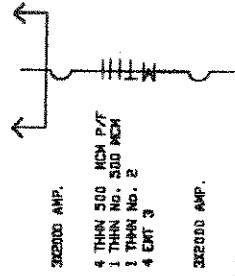
Nº	NOMBRE BOMBA	H.P.	VOLTAJE NOMINAL DATOS DE PLACA (V)	CORRIENTE NOMINAL DATOS DE PLACA (I) AMPERIOS	FASES	DESIGNACIÓN NEMA	FACTOR	FACTOR*1	PROTECCION DE TIEMPO INVERSO
1	Chiller 1		208.00	392.03	3			436.88	450
2	Chiller 2		208.00	392.03	3			436.88	450
3	Chiller 3		208.00	392.03	3			436.88	450
4	Chiller 4		208.00	392.03	3			436.88	450
5	Bomba 1	7 ½	208.00	20.80	3	B	2.50	52.00	60
6	Bomba 3	7 ½	208.00	20.80	3	B	2.50	52.00	60
7	Bomba 5	7 ½	208.00	20.80	3	B	2.50	52.00	60
8	Bomba 7	7 ½	208.00	20.80	3	B	2.50	52.00	60
9	Control Chiller 1		120.00	30.00	1		1.00	30.00	30
10	Control Chiller 2		120.00	30.00	1		1.00	30.00	30
11	Control Chiller 3		120.00	30.00	1		1.00	30.00	30
12	Control Chiller 4		120.00	30.00	1		1.00	30.00	30
13	TOTAL		208.00		3			1756.17	2000

NOTAS:

1) Los valores de las protecciones del chiller se calcularon en la hoja anterior.

2) El total es la suma de la corriente de protección de un chiller más las sumas de las demás cargas trifásicas, y la carga monofásicas como se distribuye en las fases solo se suman dos veces la corriente del control.

ALIMENTACION PRINCIPAL



USAC INGENIERIA ELECTRICA		PROYECTO:	UNIFILAR
		DIRECCION:	TIPICO
S. E.	N. M.	UNIFILAR	
19/04/87	R.V.	INSTALACION AIRE ACONDICIONADO	
NERY MEJIA		IMP. ROBERTO VEGA	EJECUTOR

FIGURA 6

## 5. NORMAS PARA LA INSTALACIÓN DE ASCENSORES Y ESCALERAS ELÉCTRICAS.

### **1. DISPOSICIONES GENERALES:**

1.1 *Alcance.* Esta sección se aplica al equipo eléctrico e instalaciones utilizados en relación con ascensores, escaleras mecánicas y pasillos móviles.

1.2 *Limitaciones de voltaje.* El voltaje nominal utilizado en los circuitos de señal y control, equipos de mando, motores de accionamiento de máquinas, frenos de máquinas y grupos motogenerador empleados en accesorios, escaleras mecánicas y grupos motor generador, no será mayor de lo siguiente.

1.2.1 300 voltios. Para circuitos de señalización, control y equipo conexos, incluyendo motores que accionen las puertas

1.2.2 600 voltios. Para motores de accionamiento de máquinas, frenos de máquina y grupos motogenerador.

1.3 *Partes vivas encerradas.* Todas las partes vivas de los aparatos eléctricos de los huecos de ascensores, en las paradas, dentro o sobre las cabinas de ascensores, o en los pozos o las paradas de las escaleras mecánicas o pasillos móviles estarán encerradas para protegerlas de contactos accidentales.

### **2 CONDUCTORES:**

2.1 *Conductores del circuito del motor.* Los conductores que alimentan motores de ascensores, escaleras mecánicas o pasillos móviles tendrán una capacidad de corriente de acuerdo con las especificaciones siguientes, basada en la corriente nominal de la placa de características de los motores. Para el control de campo del generador, la capacidad de corriente estará basada en la corriente nominal de la placa de características del motor que hace funcional el grupo motogenerador que suministra la fuerza del motor del ascensor.

El calentamiento de los conductores depende más de los valores de corriente eficaces que, en el caso del control de campo del generador, se reflejan en la corriente nominal de la placa de características del motor que hace funcionar el motogenerador, que del valor nominal del motor del ascensor, el cual representa valores reales de la corriente a plena carga pero de corta duración o intermitente.

2.1.1 Conductores que alimentan un solo motor. Los conductores que alimenten un solo motor tendrán una capacidad de corriente de acuerdo con la tabla 11, regularmente 1 motor de un elevador muy activo puede funcionar realmente alrededor de 60% del tiempo que esta en servicio.

2.1.2 Conductores que alimentan varios motores: Los conductores que alimentan varios motores tendrán una capacidad de corriente no menor del 125% de la corriente nominal de la placa de características del motor más grande en el grupo, más la suma de las corrientes nominales de las placas de características de los demás motores del grupo.

### **3 ALAMBRADO:**

3.1 *Métodos de alambrado.* Los conductores ubicados en huecos de ascensores y en los pozos de escaleras mecánicas o pasillos móviles, dentro o encima de las cabinas y locales del



control de máquinas, sin incluir los cables móviles de conexión de la cabina con el alambrado del hueco del ascensor, serán instalados en tubo rígido metálico, tubo no metálico rígido, tubo metálico intermedio y tubo metálico eléctrico (EMT), canales de alambre o cable tipo MC o MI.

3.2 *Alimentación del alumbrado de la cabina.* En instalaciones con varios accesorios, el alambrado de cada uno de ellos se alimentará de un circuito ramal separado.

3.3 *Número de conductores en canalizaciones.* La suma de las áreas transversales de los conductores de los circuitos de control y de funcionamiento en canalizaciones, no debe ser mayor que el 40% de la sección interior de la canalización.

3.4 *Alambrado en huecos de ascensores.* Los alimentadores principales que alimenten los ascensores, se instalarán fuera del hueco del ascensor, solamente se podrán instalar en el hueco del ascensor el alambrado eléctrico, canalizaciones y el cableado utilizado directamente en relación con el ascensor incluyendo el alambrado para señales, para comunicación con la cabina, alumbrado, calefacción, aire acondicionado y ventilación de la cabina, sistema de detección de fuego, bombas de suministro de fosos y para iluminación del elevador.

#### **4 MEDIOS DE DESCONEXIÓN Y CONTROL:**

4.1 *Medios de desconexión.* Los ascensores y escaleras mecánicas y pasillos móviles, tendrán un medio individual para desconectar de cada unidad todos los conductores de alimentación vivos.

Cuando las máquinas de accionamiento múltiple están conectadas a un elevador individual, escalera mecánica, pasillo móvil o una bomba, habrá un medio de desconexión que desconecte el funcionamiento del motor y los imanes de la válvula de control. Cuando haya más de una máquina de accionamiento en un cuarto de máquinas, los medios de desconexión estarán numerados para que correspondan al número de máquinas de accionamiento que controlan.

4.1.1 *Tipo:* El medio de desconexión será un disyuntor de circuito de motor con fusibles encerrados y accionados exteriormente o un disyuntor termomagnético que pueda ser bloqueado en la posición abierto. No existirán ningún medio para cerrar este dispositivo desde cualquier otro lugar; además, ningún disyuntor termomagnético será accionado por el sistema de alarmas de incendio.

4.1.2 *Ubicación.* Los medios de desconexión deben ubicarse en un sitio fácilmente accesible al personal autorizado.

4.1.2.1 En ascensores sin control de campo del generador, se deberán colocar el medio de desconexión a la vista del convertidor de energía o del arrancador del motor. Cuando el medio de desconexión no se encuentre a la vista de la máquina elevadora o panel de control, deberá instalarse un interruptor adicional, manual, adyacente al equipo de control remoto, conectado al circuito de control para prevenir el arranque.

4.1.2.2 En ascensores con control de campo del generador, el medio de desconexión deberá instalarse en un lugar visible desde el arrancador del motor que impulsa el conjunto motor generador. En caso de que el medio de desconexión no se encuentre a la vista desde la máquina elevadora del panel de control o del conjunto motor generador, deberá conectarse en el circuito de control un disyuntor adicional manual en lugar adyacente al equipo de control remoto para evitar el arranque.

4.1.2.3 En ascensores y pasillos móviles, los medios de desconexión se instalarán en el espacio donde esté ubicado el control.

#### 4.2 Energía de más de una fuente.

4.2.1 Instalaciones en cabinas individuales y múltiple. En las instalaciones de cabinas individuales y múltiple, el equipo que recibe energía eléctrica desde más de una fuente deberá estar provisto de un medio de desconexión de cada fuente de energía eléctrica, a la vista del equipo alimentado.

4.2.2 Señal de precaución para medios de desconexión múltiple. Cuando se usen medios de desconexión múltiple y partes del panel de control permanezcan energizadas de una fuente que no sea la que está desconectada, una señal de precaución se montará sobre o adyacente al medio de desconexión. La señal será clara y deberá decir: " Precaución Partes del panel de control no son desconectadas por este interruptor".

#### 4.3 Protección de fases.

4.3.1 Ascensores eléctricos. Los ascensores eléctricos impulsados por motores polifásicos de corriente alterna estarán provistos de un medio para prevenir el arranque del motor del ascensor cuando:

4.3.1.1 La rotación de fases esté invertida.

4.3.1.2 Cuando se presenta una falla en cualquier fase.

4.3.2 Ascensores Hidráulicos. Los ascensores hidráulicos alimentados por un motor polifásico de corriente alterna estarán provistos de medios para prevenir el sobrecalentamiento del sistema propulsor (bombas y motores) debido a la rotación de fase invertida o a una falla.

### 5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.

5.1 *Protección contra sobrecorriente.* La protección contra sobrecorriente se prevista como se indica a continuación:

5.1.1 Los motores que accionan ascensores y los de los grupos motorgenerador utilizados con control de campo del generador, estarán protegidos contra sobrecorriente que no exceda la capacidad en la tabla 6.

5.1.2 Los motores que accionen las máquinas de las escaleras mecánicas se clasifican de servicio continuo y serán protegidos como sigue

5.1.2.1 Motores con un factor de servicio marcada de no menor de 1,15% no será mayor del 125%.

5.1.2.2 Motores con un aumento de temperatura no mayor de 40 grados centigrados no será mayor del 125%.

5.1.2.3 Todos los de mas no será mayor del 115%.

### 6 SALA DE MÁQUINAS

6.1 *Resguardo del equipo.* Las máquinas que accionen ascensores, escaleras mecánicas y pasillos móviles, controles del motor y medios de desconexión, se instalarán en una sala o recinto construido expresamente para este uso. La sala o recinto estarán resguardado para evitar el acceso de personas no autorizadas.

Excepción. Los controles del motor de escaleras mecánicas o pasillos móviles se pueden instalar fuera del lugar indicado anteriormente, siempre que estén encerrados en gabinetes o compuertas con paneles desmontables capaces de ser enclavados en la posición de cerrado, y cuando los medios de desconexión estén colocados adyacentes al control del motor. tales gabinetes pueden ser montados en las barandas laterales, lejos de los escalones móviles o de la plataforma rodante.

6.2 *Espacio libre o de trabajo alrededor de los tableros de control.* Alrededor de los tableros de control y medios de desconexión se dejarán un espacio libre o de trabajo para proporcionar el acceso necesario para el mantenimiento y ajuste de todas las partes vivas del equipo, separadas por lo menos 90 centímetros.

## 7 PUESTA A TIERRA

7.1 *Canalizaciones metálicas fijadas a las cabinas.* La canalizaciones metálicas, los cables tipo MC, MI o Ac, fijados a las cabinas de ascensores estarán puenteados a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con las que hagan contactos.

7.2 *Ascensores eléctricos.* En los ascensores eléctricos los armazones de todos los motores, máquinas elevadora, controles y las cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctrico por dentro o por fuera de la cabina o en el hueco del ascensor, serán puestos a tierra.

## 8 SOBREVELOCIDAD

8.1 *Protección contra la sobrevelocidad en ascensores.* Bajo las condiciones de revisión de carga será previsto un medio de desconexión en la alimentación el lado de carga del ascensor para prevenir que el ascensor alcance una velocidad igual a la velocidad del gobernador o una velocidad que exceda el 125% de la velocidad nominal, la que sea menor. Las condiciones de revisión de carga deben incluir todas las cargas hasta la carga nominal del elevador para elevadores de carga y todas las cargas hasta un 125% de la carga nominal del elevador para elevadores de pasajeros.

## 9 EJEMPLO PRÁCTICO DE ALIMENTACIÓN DE UN ELEVADOR

9.1 *Datos del equipo.* En un centro comercial, compuesto por una torre de oficinas y locales comerciales, el elevador recorrerá 5 niveles y utilizará un elevador hidráulico que tiene las siguientes características:

Horse Power de placa :	40 HP
Voltaje nominal:	200/208 voltios.
Corriente nominal:	120 amperios.
N. E: Code Letter:	G
Corriente nominal plena carga	
alta velocidad:	168 amperios.
corriente control:	4 amperios.
Corriente de línea de arranque:	720 amperios.
Corriente estrella delta de	
arranque:	360 amperios.
Frecuencia:	60 Hz.
Fases:	3.
Distancia a la alimentación:	40 metros.

### 9.2 *Cálculo de los conductores.*

9.2.1 *cálculo por corriente.* Se utilizara la corriente nominal del motor ya que es la que usualmente utiliza.

$$I=120 \text{ amperios.}$$

Se multiplica la corriente nominal por el factor .95 según la tabla 11.

$$I_{\text{reducida}}=120 \cdot .95=114 \text{ amperios}$$

Por corriente el conductor que se utilizará es calibre No. 2 con aislamiento THHN, según la tabla 16.

9.2.2 por caída de tensión.

$$A = I \cdot d \cdot f / V / e / 57$$

A=area del conductor en mm<sup>2</sup>

I=114 amperios.

d=40 metros

V=208 voltios.

e=.03

f=1.73

Substituyendo los valor en la formula se obtiene A=22.17 mm<sup>2</sup>, según la tabla 17 es necesario utilizar cable No. 4.

Analizando los dos criterios escogemos el conductor mas grande el cual es determinado por el calculo por corriente por lo que es necesario utilizar conductores THHN No. 2 para las líneas vivas.

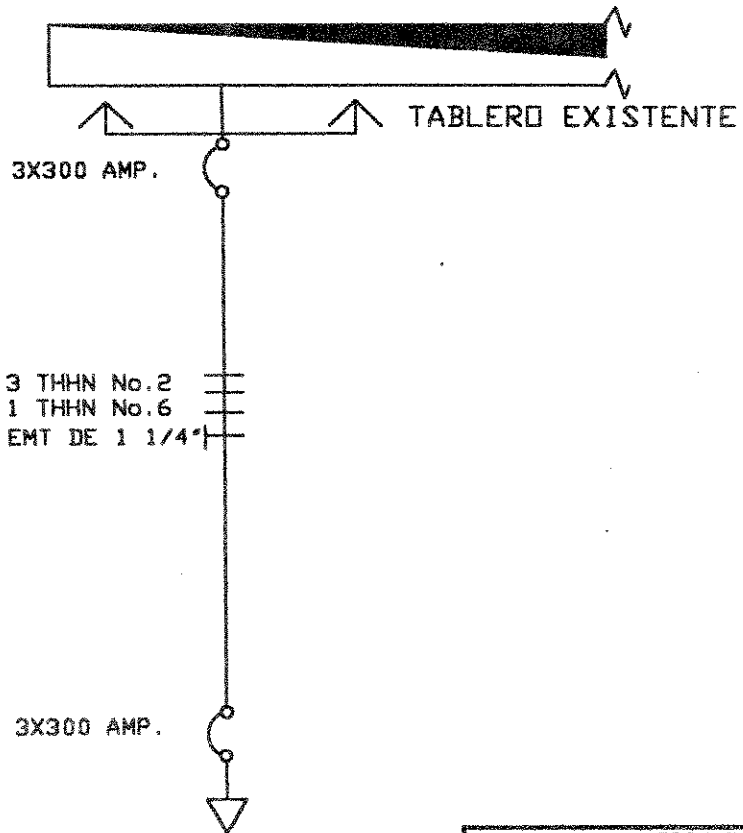
9.2.3 Cálculo del conductor de tierra, según la tabla 19 es necesario utilizar para un corriente 114 amperios, un conductor de tierra cable No. 6.

### 9.3 Cálculo de la protección de corto circuito

Utilizando la corriente nominal la multiplicamos por 2.50 más la corriente de control con lo que obtenemos que es necesario tener una protección termomagnetica de:

$$120 \cdot 2.50 + 4 = 304$$

el valor más cercano es un interruptor termomagnetico de 300 amperios.



ELEVADOR

FIGURA 7

<b>USAC</b> INGENIERIA ELECTRICA			
PROYECTO:	TESIS	Pg. 7	
DIRECCION:	TIPICO		
S.E.	N.M.	<b>UNIFILAR</b> ELEVADORES	1/1
18/04/87	RV		
MERY BELLA		DR. ROBERTO VERA	

## **6. NORMAS PARA LA INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS DE TRANSFORMADORES:**

### **1 DISPOSICIONES GENERALES:**

1.1 *Transformadores.* La palabra transformador se entiende a un transformador o un banco polifásico de dos o tres transformadores monofásicos que funcionan como una unidad o un transformador unitario trifásico o monofásico.

1.2 *Protección contra sobrecorriente.* La protección contra sobrecorriente deberá cumplir con lo indicado :

1.2.1 Transformador de voltaje nominal mayor a 600 voltios, primario y secundario. Cada transformador de más de 600 voltios nominales deberá tener dispositivos de protección para el primario y el secundario, de capacidad o ajuste para abrir a no más de los valores anotados en la tabla 20.

1.2.2 Transformador de voltaje de 600 voltios o menos.

1.2.2.1 Primario. Cada transformador con voltaje nominal de 600 voltios o menos se protegerá en el primario con un dispositivo de sobrecorriente individual calibrado o ajustado a no más del 125% de la corriente primaria nominal del transformador.

1.2.2.2 Primario y secundario. Un transformador de voltaje nominal de 600 voltios o menos, que tengan un dispositivo de sobrecorriente en el secundario del transformador, de capacidad o ajuste no mayor de 125% de la corriente nominal del secundario del transformador, no requiere tener un dispositivo de protección individual contra sobrecorriente en el primario siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario esté calibrado o ajustado a un valor de corriente no mayor que el 250% de la corriente nominal primaria del transformador.

Un transformador con voltaje nominal de 600 voltios o menos, equipado con una protección térmica contra sobrecarga coordinada dada por el fabricante y dispuesto para interrumpir la corriente primaria, no requiere tener dispositivo individual de sobrecorriente en el primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario esté calibrado o ajustado a un valor de corriente no mayor de 6 veces la corriente nominal del transformador, para transformadores con impedancia no mayor de 6% y no mayor de 4 veces la corriente nominal del transformador, para transformadores con impedancia mayor del 6% y menor del 10%.

1.3 *Autotransformadores de 600 Voltios nominales o menos.*

1.3.1 Protección contra sobrecorriente. Cada transformador de 600 voltios nominal o menos deberá ser protegido por un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente instalado en serie con cada conductor de entrada sin conexión a tierra. Tal dispositivo de sobrecorriente deberá ser calibrado o ajustado a no más de 125% de la capacidad de corriente de entradas a plena carga del autotransformador. Un dispositivo de corriente no se deberá instalar en serie con la derivación del devanado. El devanado común tanto para los circuitos de entrada o de salida del transformador entre los puntos A y B del diagrama, como lo muestra la figura 7:

1.3.2 Un transformador conectado en la obra como autotransformador. Un transformador conectado en la obra como un autotransformador se identificara para usarse en voltaje elevados.

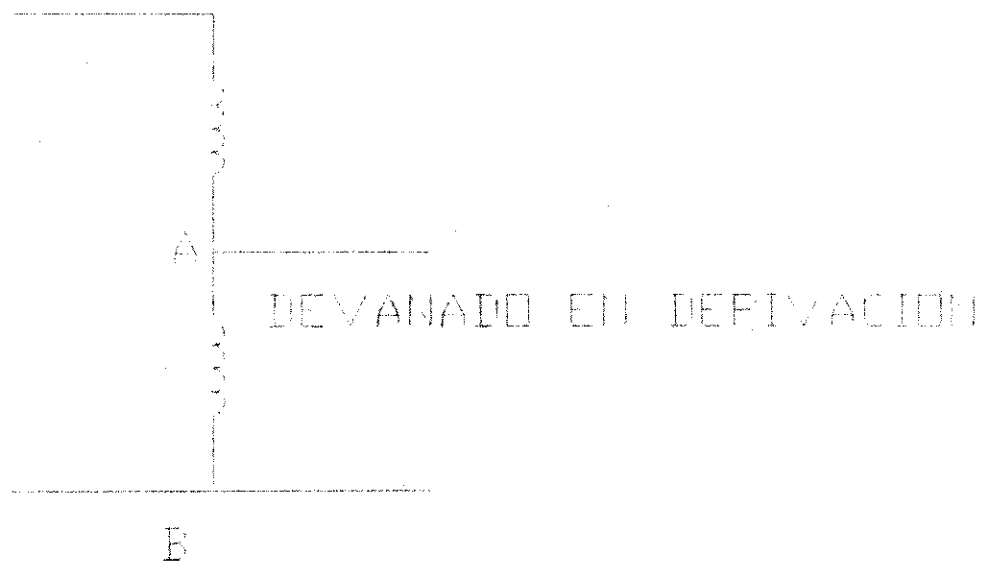


FIGURA B

1.4 *Resguardo.* Los transformadores se resguardarán como se indica a continuación:

1.4.1 *Protección mecánica.* Se tomarán todas las medidas para reducir a un mínimo la posibilidad de daño a los transformadores por causas exteriores cuando estén expuestos a daños materiales.

1.4.2 *Caja o cubierta.* Los transformadores de tipo seco estarán dotados de una cubierta o caja resistente a la humedad e incombustible, que dé una protección razonable contra la entrada accidental de objetos extraños.

1.4.3 *Parte vivas cubiertas.* Los transformadores deberán estar instalados de modo que las partes vivas estén resguardadas adecuadamente.

1.4.4 *Advertencia de peligro.* El voltaje de trabajo de las partes vivas descubiertas de la instalaciones de transformadores se indicarán por medio de señales o marcas visibles sobre el equipo o estructuras.

1.5 *Ventilación.* La ventilación deberá ser adecuada para disipar las pérdidas de plena carga del transformador sin que se produzca un aumento de temperatura que exceda la nominal del transformador.

1.6 *Puesta a tierra.* Las partes metálicas de la instalaciones de transformadores, que no transporten corriente y estén descubiertas, incluyendo las cercas, resguardos, etc. se conectarán a tierra.

1.7 *Marcación.* Cada transformador estará provisto de un aplaca de características en la que se indique el nombre del fabricante, la capacidad nominal en Kilovoltio amperios, la frecuencia, el voltaje primario y secundario, la impedancia de los transformadores de 25 KVA y mayores y la cantidad de clase de liquido aislante, cuando se use. La placa de cada transformador tipo seco deberá indicar además el aumento de temperatura para el sistema de aislamiento.

1.8 *Ubicación.* Los transformadores y bóvedas de transformadores deberán ser fácilmente accesibles al personal calificado para inspección y mantenimiento.

## 2 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LOS DIFERENTES TIPOS DE TRANSFORMADORES:

### 2.1 Transformadores de tipo seco en instalación interiores.

2.1.1 No mayores de 112.5 KVA. Los transformadores de tipo seco y una capacidad de 112.5 KVA o menos, instalados en interiores tendrán una separación no menor de 30 cms. De cualquier material combustible, a menos que estén separados de ellos por una barrera resistente al fuego y aislante al calor, o a menos que funcionen a un voltaje no mayor de 600 voltios y estén totalmente encerrados con excepción de las aberturas de ventilación.

2.1.2 Mayores de 112.5 KVA. Los transformadores individuales de tipo seco de una capacidad mayor de 112.5 KVA se instalarán en un cuarto de transformadores resistente al fuego.

2.1.3 Mayores de 35.000 voltios. Los transformadores de tipo seco para mas de 35.000 voltios se instalarán en una bóveda que cumpla con o especificado en el apartado 3 de este capítulo.

2.2 Transformadores tipo seco instalados en exteriores. Éstos deberán tener una cubierta a prueba de intemperie. Los transformadores de capacidad mayor de 112.5 KVA estarán situados a una distancia mayor de 30 cms. De los materiales combustibles de los inmuebles.

2.3 Transformadores sumergidos en líquido de alto punto de ignición. Se permitirá la instalación de transformadores aislados con líquidos aprobados. Como menos inflamables sin necesidad de bóvedas, en edificios tipo 1 y tipo 2 en áreas en las cuales los materias no combustibles están almacenados, siempre que se mantengan un área de confinamiento del líquido y que éste tenga un punto de ignición no menor que 300 grados centígrados, y que la instalación cumpla con todas las restricciones indicadas en la lista del líquido.

Las instalaciones interiores de transformadores interiores de transformadores con estos líquidos, que no cumplan con las restricciones de la lista de líquidos, o instalados en edificios que no sean de tipo 1 o tipo 2 o en área donde los material combustibles se almacenan:

2.3.1 Estarán provistas de un sistema automático de extinción del fuego y de un área de confinamiento del líquido.

2.3.2 Estarán instalados en un bóveda como se indica en el inciso 3.  
Los transformadores de 35.000 voltios serán instalados en bóvedas.

2.4 Transformadores aislados con fluidos no inflamables. Éstos puede ser instalado en interiores o exteriores.

Cuando estos transformadores están instalados en interiores y voltaje nominal superior a los 35.000 voltios deberán ser instalados en bóvedas.

Para el propósito de esta sección, un fluido dieléctrico no inflamable es aquel que no posee punto de chisporroteo o punto de inflamación y no es inflamable en el aire.

2.5 Transformadores en askarel en instalaciones interiores. Los transformadores aislados con askarel y de una capacidad mayor de 25 KVA, estarán provistos de una válvula de escape de presión. Cuando se instalen en lugares escasamente ventilados, estarán provisto de un medio para absorber los gases producidos por arcos en el interior de la caja o la válvula de escape de presión y estarán unidos a una chimenea o conductor que transportará los gases fuera del inmueble. Los transformadores aislados con askarel, de un voltaje mayor de 35.00 voltios, se instalarán bóvedas.



2.6 *Transformadores en aceite instalados en interiores.* Los transformadores en aceite se instalarán en una bóveda.

2.7 *Transformadores en aceite instalados en exterior.* Los materiales combustibles, los inmuebles y partes de inmuebles combustibles, puertas, ventanas y salidas de emergencia para caso de incendio estarán resguardadas contra incendios que se originen en los transformadores en aceite instalados sobre techos cercanos o adyacentes a un inmueble o material combustible. La separación adecuada, barreras resistentes al fuego sistemas automáticos de rociado de agua y recintos que confine el aceite de un tanque roto de transformador, son considerados como resguardos.

Se aplicará una o más de estas medidas de seguridad según el grado de peligro que presenten los casos en que la instalación del transformador presente peligro de incendio.

Los recintos para el aceite pueden consistir en rebordes resistente al fuego, brocales o depósitos con trampa o zanjas llenas de piedrín. Estos recintos para aceite tendrán drenajes de compuerta en los casos en que las condiciones locales y la cantidad de aceite sea tales, que sean importante retirar esté.

### **3 BÓVEDA DE TRANSFORMADORES:**

3.1 *Ubicación.* Las bóvedas deben ubicarse donde puedan ser ventiladas al aire exterior sin el empleo de canales o conductores, siempre que sea posible.

3.2 *Paredes, techos y piso.* Las paredes y el techo de las bóvedas se construirán de materiales resistentes al fuego que tengan la resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y una resistencia mínima al fuego de tres horas.

Los pisos de las bóvedas en contacto con la tierra serán de concreto de un espesor mínimo de 10 cms. y cuando la bóveda se construya sobre un espacio libre o sobre pisos, el piso tendrá la adecuada resistencia estructural para la carga soportada y una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

Un refuerzo de concreto de 15 cm. de espesor es una construcción típica que posee una resistencia al fuego de 3 horas.

3.3 *Entradas.* Las entradas de las bóvedas estarán protegidos como sigue:

3.3.1 *Tipo de puertas.* Cada espacio que conduzca a una bóveda desde el interior de un inmueble estará provisto de una puerta de cierre hermético, de un tipo que tenga una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

3.3.2 *Murete.* Cada una de las puertas se proveerá de un murete de altura suficiente para confinar dentro de la bóveda el aceite del transformador de mayor volumen y en ningún caso será menor de 10 cm.

3.3.3 *Cerraduras.* Las puertas de entrada tendrán cerraduras y se mantendrán cerradas. se permitirá el acceso solamente a personas calificadas. Las cerraduras y cerrojos se dispondrán de forma que la puertas puedan ser abiertas desde adentro de manera fácil y rápida.

3.4 *Abertura de ventilación.* Se practicarán aberturas de ventilación de acuerdo con lo siguiente:

3.4.1 *Ubicación.* Las aberturas de ventilación se ubicarán lo más lejos posible de puertas, ventanas, salidas de incendio y materiales combustibles.

3.4.2 *Disposición.* Una bóveda ventilada por circulación natural de aire puede tener

la mitad, aproximadamente, del área total de abertura necesarias para la ventilación en una o más aberturas cerca del suelo y el resto en una o más aberturas en el techo o en las paredes cerca del techo; toda el área que se requiere para ventilación se permitirá en una o más aberturas dentro o cerca del techo.

3.4.3 Tamaño. En el caso de bóvedas con ventilación natural hacia un área neta combinada de todas la aberturas de ventilación, después de restar áreas ocupadas por pantallas, rejas, o romanillas, no será menor de 20 cm<sup>2</sup> por cada KVA de la capacidad de los transformadores en servicio, excepto en el caso de transformadores de capacidad menor de 50 KVA, donde el área neta no será menor de 930 cm<sup>2</sup>.

3.4.4 Cubiertas. La aberturas de ventilación estarán cubiertas con pantallas rejas o romanillas de tipo duradero, de acuerdo con las condiciones requeridas para evita condiciones inseguras.

3.4.5 Compuertas. Todas las aberturas de ventilación que den hacia adentro están provistas de compuertas de cierre automático, que sean accionados al producirse un fuego dentro de la bóveda. Estas compuertas tendrán una resistencia al fuego no menor de 1.5 horas.

3.4.6 Ductos. Los ductos de ventilación serán construidos de material resistente al fuego.

3.5 Drenaje. Cuando sea factible, en la bóvedas que contenga más de 100 KVA de capacidad de los transformadores se construirá un drenaje u otro medio que evacué cualquier acumulación de aceite o agua, a menos que las condiciones locales lo impidan. En este caso, el piso tendrá una inclinación hacia el drenaje.

3.6 Tuberías y accesorios de agua. Ningún sistema de tubería o ductos extraños a la instalación eléctrica, entrará o atravesará una bóveda de transformadores, las Tuberías y otros medios previstos para la protección contra incendios de la bóveda o para enfriamiento de los transformadores, no se consideran extraños a la instalación eléctrica.

3.7 Almacenamiento dentro de las bóvedas. No se almacenarán material dentro de las bóvedas de los transformadores.

#### **4 NORMAS APLICABLES A SUBESTACIÓN EN 13.200 VOLTIOS EN ALTA TENSIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA:**

4.1 Transformadores instalados en poste. Una subestación para distribuir energía eléctrica, se puede construir instalando los transformadores en un poste según figura 8, siempre que se cumpla con los requisitos y especificaciones siguiente.

4.1.1 El poste de distribución debe estar ubicado en el predio de la planta, sin que obstruya el tránsito de vehículos.

4.1.2 El poste, los transformadores de distribución, el alambrado de medición y el contador, lo instala la Empresa, de acuerdo al estudio o extensión de líneas correspondientes, el equipo de medición y la caja del contador polifásico, los instala el usuario o la Empresa, según se especifique en el estudio de la extensión de líneas.

4.1.3 La capacidad de la subestación no debe ser mayor de 225 KVA, y los transformadores deben ser monofásico, tipo distribución.

4.1.4 Cuando los cables se van a conectar los bushings de los transformadores, la longitud será de 5 metros, cuando los cables se van a conectar alas líneas secundarias de la empresa, la longitud de los cables será de 1 metro, ver figura 9.

4.2 *Subestación a la intemperie.* Cuando la Empresa lo requiera, el consumidor construirá una subestación a la intemperie en los siguientes casos:

4.2.1 Alimentación primaria aérea, Figura 10, 11 y 12.

4.2.2 Alimentación primaria subterránea, Figura 13.

4.3 *Subestación en Bóvedas.* Estas normas se complementan con las descritas en las normas anteriores sobre Bóvedas, las características mínimas de las Bóvedas, en nuestro medio, son las siguientes.

4.3.1 Medidas mínimas.

4.3.1.1 Cuando el transformador sea trifásico o de tipo Pad Mounted, el usuario deberá seguir las instrucciones del fabricante del equipo en cuanto a libranzas mínimas para seguridad y operación.

4.3.1.2 Cuando sean instalados 3 transformadores monofásicos, con capacidad igual o menor de 167 KVA, las medidas mínimas serán de 5.50 x 4.00 metros. Deberán tener las características de la figura 14 y 15.

4.3.2 Ubicación. La ubicación de la bóveda de transformadores es autorizada por la Empresa de acuerdo con el plano de construcción del inmueble suministrado por el interesado, previo al inicio de la construcción, debiendo estar en un lugar accesible que permita la instalación o retiro de los transformadores con facilidad. La Empresa se reserva el derecho de no hacer la instalación si esta no cumple con lo estipulado en estos artículos.

4.3.3 Construcción. Las paredes y el techo de la bóveda deben ser de hormigón armado, con no menos de 15 centímetros de espesor, o de ladrillo con no menos de 20 centímetros. El piso de la bóveda debe ser de concreto de 10 cms. de espesor, con una plataforma para los transformadores de 10 cms. de altura sobre el nivel de piso de la bóveda.

4.3.4 Ventilación. Las bóvedas deberán tener orificios de ventilación en la parte superior. Los orificios deberán estar orientados hacia el exterior, cuando haya circulación natural, la suma del área de los orificios debe ser de 2 metros cuadrados como mínimo y cubiertos con rejas o malla metálica. En locales con poca circulación de aire, la Empresa pedirá el uso de ductos al exterior o de extractores de aire, para mantener la temperatura a no más de 35 grados centígrados.

4.3.5 Cerradura. Las bóvedas de subestación particulares para transformadores, deben mantenerse cerradas con candado exclusivo de la Empresa. No se permiten cierres adicionales, ni efectuar maniobras dentro de la misma, a personal ajeno a la Empresa.

4.3.6 Drenajes. Las bóvedas tendrán el drenaje que absorba la posible acumulación de líquidos en su interior y los lleve al desagüe correspondiente.

4.3.7 Almacenaje. No se permitirá el almacenaje de ningún material en las bóvedas de transformadores.

4.3.8 Tuberías. Sistemas de ductos ajenos al sistema eléctrico no deben entrar o pasar por la bóveda de transformadores.

4.4 *Transformadores propiedad del usuario.* Los transformadores proporcionados por el usuario debe cumplir las siguientes características.

4.4.1 Voltaje secundario Nominal de 240 voltios: conexión estrella primario delta secundario.

4.4.1.1 Voltaje nominal primario: 7620/13200 Y voltios.

4.4.1.2 Voltaje nominal secundario: 120/240 voltios.

4.4.1.3 Bil en alta tensión 95 KV.

#### 4.4.1.4 Derivaciones:

2 de 2 1/2% para bajar voltaje y

2 de 2 1/2% para subir voltaje.

#### 4.4.1.5 Capacidad nominal de 75, 100, 167, 250, 333 KVA.

4.4.1.6 Transformadores monofásicos para 60 Hertz, tipo convencional, 2 bushings, sumergidos en aceite mineral dieléctrico.

4.4.1.7 Cuando el transformador sea trifásico o del tipo Pad Mounted, el usuario deberá seguir las instrucciones del fabricante del equipo, en cuanto a libranzas mínimas para seguridad y operación, debiendo consultar al Empresa previo a su instalación.

4.4.2 Voltaje secundario Nominal 208 Y / 120 voltios: conexión delta primario estrella secundario.

4.4.2.1 Voltaje nominal primario: 14400/24940 Y voltios.

4.4.2.2 Voltaje nominal secundario: 120/240 voltios.

4.4.2.3 Bil en alta tensión 125 KV.

4.4.2.4 Derivaciones: 13,800, 13,200, 12,870, 12540.

4.4.2.5 Capacidad nominal de 75, 100, 167, 250, 333 KVA.

4.4.2.6 Transformadores monofásicos para 60 Hertz, tipo convencional, 2 bushings, sumergidos en aceite mineral dieléctrico.

4.4.2.7 Deberá conectarse en delta en el lado primario y en estrella en el lado secundario para obtener 208 Y/120 voltios los devanados del secundario de cada transformador deberán estar internamente conectados en paralelo.

4.4.2.8 Cuando se usa un transformador trifásico sumergido en aceite debe cumplir por lo menos los siguiente: tener tres bushings en alta tensión y cuatro en el de baja, a un voltaje nominal de 13800 voltios delta con derivaciones en el primario para 14000, 14100, 13500, 13200 voltios con un Bil de 95 KV, voltaje secundario 208 Y/120 estrella y operar a 60 Hz.

4.4.3 Voltaje Secundario Nominal de 480 Voltios, conexión estrella primario-delta secundario:

4.4.3.1 Voltaje nominal primario: 7620/13200 Y voltios.

4.4.3.2 Voltaje nominal secundario: 480/240 voltios.

4.4.3.3 Bil en alta tensión 95 KV.

4.4.3.4 Derivaciones:

2 de 2 1/2% para bajar voltaje y

2 de 2 1/2% para subir voltaje.

4.4.3.5 Capacidad nominal de 75, 100, 167, 250, 333 KVA.

4.4.3.6 Transformadores monofásicos para 60 Hertz, tipo convencional, 2 bushings, sumergidos en aceite mineral dieléctrico

#### 4.5 Pruebas de los transformadores:

Los transformadores deberán ser comprobados por personal de la Empresa, antes de su conexión, para seguridad del usuario la solicitud de pruebas se deberá dirigir a la División Comercial de La Empresa.

### 5 NORMAS APLICABLES A SUBESTACIÓN EN 69.000 VOLTIOS EN ALTA TENSIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA.

5.1 Generalidades. Las dimensiones del área de la subestación deben presentarse en la solicitud inicial a la División Comercial, quién los revisará según la extensión de Líneas correspondiente. La subestación deberá cercarse con malla de 3 m. de alto y distante de 3 m. de

las partes energizadas de la mismas y la malla deberá estar sólidamente aterrizada en múltiple puntos. Además deberá preverse el espacio suficiente para el acceso y movimiento del personal y equipo dentro de la subestación.

Se recomienda que todo el equipo del lado de baja tensión cumpla con las normas ANSI y NEMA y que todo el equipo de la subestación esté diseñado para operar en la altitud sobre el nivel del mar tiene el sitio de instalación.

El interesado deberá proporcionar a la División Comercial de Empresa planos finales y las especificaciones del equipo de la subestación antes de efectuar el pedido, para proporcionarles a tiempo cualquier recomendación del caso que sea necesaria.

El interesado deberá proporcionar memoria de cálculo del dimensionamiento de la red de puesta a tierra y de la coordinación de protección.

5.2 *Alimentación de la subestación.* La Empresa Eléctrica derivará la alimentación de la subestación de 69 KV de la línea de 69 KV designada para ello, mediante un interruptor de aire, del cual partirán los cables de acometida hacia la estructura de la subestación. Ésta estructura deberá tener un pórtico para recibir los cables de acometida en 69 KV y estar diseñada para soportar una tensión de 2,000 libras por cada conductor de fase y de 1,500 libras por cada conductor de guarda.

5.3 *Equipo de Subestación,* especificaciones mínimas que tiene que cumplir el equipo a instalar en la subestación.

5.3.1 *Interruptor de Aire.* Deberá ser instalado a la entrada de la subestación, para operación manual en grupo y provisto de cuernos de arqueo. Sus especificaciones generales son:

5.3.1.1 Voltaje máximo de diseño: 72.5 KV.

5.3.1.2 Voltaje nominal: 69.0 KV.

5.3.1.3 Nivel básico al impulso (BIL) 350.0 KV.

5.3.1.4 Corriente nominal ) dependerá de la capacidad de la subestación).

5.3.2 *Interruptor de Potencia.* Deberá tener capacidad para abrir bajo condiciones de carga y bajo condiciones de falla. Sus especificaciones generales son:

5.3.1.1 Voltaje máximo de diseño: 72.5 KV.

5.3.1.2 Voltaje nominal: 69.0 KV.

5.3.1.3 Nivel básico al impulso (BIL) 350.0 KV.

5.3.1.4 Corriente nominal :dependerá de la capacidad de la subestación.

5.3.1.5 Con un tiempo máximo de apertura correspondiente a 5 ciclos a una frecuencia de 60 Hz.

5.3.1.6 Capacidad interruptiva de acuerdo al nivel máximo de corto circuito en el punto más 25 %.

5.3.3 *Relés de Protección.* En conjunto con el interruptor de potencia, se deberán instalar:

5.3.3.1 Relés de sobrecorriente de fase.

5.3.3.2 Relés de falla a tierra.

5.3.3.3 Relés diferenciales (opcionales).

5.3.3.4 Si se permitirá la protección de transformadores con fusibles en el lado de 69 KV.

5.3.4 *Pararrayos.* Se deben instalar pararrayos de línea, los que deberán ser del tipo MOV ( Metal-Oxide Varistor), no se permitirá el uso de pararrayos de SiC (Carbono de Silicio). El voltaje máximo continuo de operación debe seleccionarse de acuerdo al voltaje a ser utilizado. SI

se utilizan pararrayos adicionales su coordinación es por cuenta del interesado, debiendo entregar la memoria de cálculo correspondiente.

5.3.5 Aislamiento: La selección y coordinación del aislamiento la hará el interesado, debiendo entregar la respectiva memoria de cálculo.

5.4 *Transformador de Potencia.* El transformador deberá ser trifásico para operación a una altitud de 5.000 pies sobre el nivel del mar y tendrá como mínimo las siguientes características:

- 5.4.1 Voltaje nominal primario: 69 KV.
- 5.4.2 Nivel básico al impulso (BIL) 350 KV.
- 5.4.3 Voltaje nominal secundario: según necesidades del interesado.
- 5.4.4 Conexión Primaria: Delta.
- 5.4.5 Cambiador de derivaciones: +/- 2.5 % de voltaje nominal.

El transformador deberá estar construido bajo las normas ANSI y contar con todos los accesorios que esas normas recomienda. Se deja opcional la instalación de pararrayos a la entrada y a la salida del transformador.

5.5 *Medición.* La medición se realizará en el lado de 69 KV, la empresa proporcionará y será propietaria de:

- 5.5.1 La unidad de medición ( CT's y PT's)
- 5.5.2 Contador demandómetro.
- 5.5.3 Caja de contador.

El usuario construirá la estructura necesaria para la instalación del equipo de medición, debiendo consultarse a División Comercial para las dimensiones de la misma. Deberán ser instalados pararrayos para la protección del equipo de medición, debiendo ser clase Estación 60 KV nominal, o lo que los cálculos determinen.

## 6 EJEMPLO PRÁCTICO DEL CÁLCULO DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CENTRO COMERCIAL TÍPICO.

6.1 *Datos de diseño.* Un centro comercial que será construido en la salida al El Salvador, se desea calcular la subestación para alimentarlos, está compuesto por las siguientes cargas:

6.1.1 Locales típicos, 20 en total con las siguientes dimensiones 5 metros x 10 metros, para uso general.

6.1.2 Servicios Generales: Que incluye iluminación de pasillos, iluminación de parqueos, rótulos, fuerza de uso general, alimentación a escaleras, con una carga total es de 150 KVA.

6.1.3 Locales para Cocina, en total 5, que incluye iluminación, fuerza de uso general, Alimentación a parrilla, calentadores, y accesorios de cocina, con una carga total de 35 KVA por cocina.

6.1.4 Cines compuesto por dos salas: que incluye alimentación de iluminación, rótulos, Equipo de Sonido, proyector, Aire Acondicionado y tomas de uso general con una carga en total de 75 KVA.

### 6.2 Cálculos:

6.2.1 Cálculo de locales típicos:

6.2.1.1 Los locales típicos tiene un área de 50 m<sup>2</sup> según el NEC se puede utilizar un factor de 32 VA por m<sup>2</sup> con lo que obtenemos:

$$\text{Carga Total (KVA)} = 50 \text{ m}^2 \cdot 0.032 \text{ KVA /m}^2 = 1.6 \text{ KVA}$$

6.2.1.2 Es necesario sumar a esta carga, la carga de una caja registradora de .400 KVA.

6.2.1.3 Es necesario dejar una reserva para aire acondicionado. para realizar un estimado de la carga se puede seguir el siguiente procedimiento.

6.2.1.3.1 Calcular el área del local.

6.2.1.3.2 Dividir el área calculada entre 22 m<sup>2</sup>/ Tonelada.

6.2.1.3.4 Multiplicar la tonelada por 6 amperios. monofásicos.

Amperios Totales= 50 m<sup>2</sup>/22 m<sup>2</sup>/Tonelada\* 6 Amperios/Tonelada

Amperios totales= 13 amperios.

KVA= Voltaje\* amperios/1000 = 240\*13/1000=3.12 KVA.

6.2.1.4 Las suma Total de cada local es:

iluminación = 1.6 KVA.

Caja = .4 KVA

Aire = 3.1 KVA

Total = 5.1KVA

6.3 Cálculo de la carga total:

No.	Descripción	Cantidad	KVA(Unidad)	KVA (TOTAL)
1	Locales Típicos	20	5.1	102
2	Servicios Generales	1	150	150
3	Cocinas	5	35	175
4	Cines	1	75	75
5	Total			502

6.4 Especificación de la Subestación: Se utilizara en el secundario una conexión Estrella para poder equilibrar adecuadamente la carga, ya que la mayor parte de carga en un centro comercial es monofásica, por lo que es necesario que cumpla las siguientes especificaciones mínimas:

6.4.1 Voltaje nominal primario: 14400/24940 Y voltios.

6.4.2 Voltaje nominal secundario: 120/240 voltios.

6.4.3 Bil en alta tensión 125 KV.

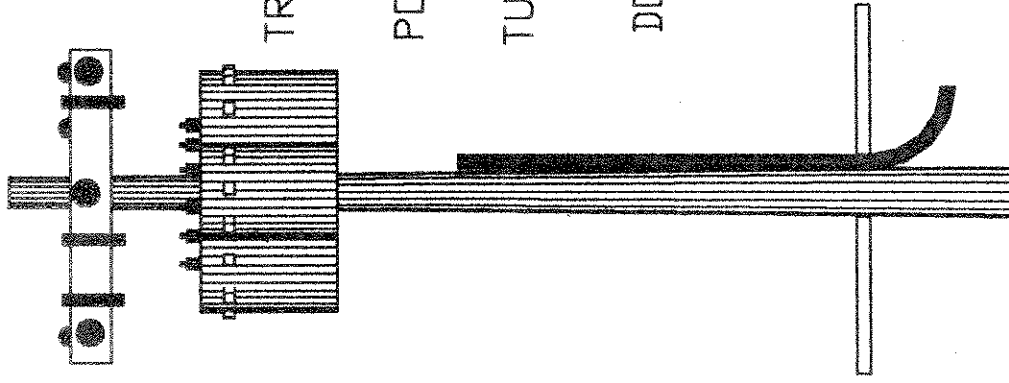
6.4.4 Derivaciones: 13,800, 13,200, 12,870, 12540.

6.4.5 Capacidad nominal de 167 KVA.

6.4.6 Transformadores monofásicos para 60 Hertz, tipo convencional, 2 bushings.

Tiene que cumplir con las normas ANSI, además es necesario construir una bóveda con las especificaciones que aparecen en la figura 14 y 15.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA Central



TRANSFORMADORES

POSTE DE CONCRETO

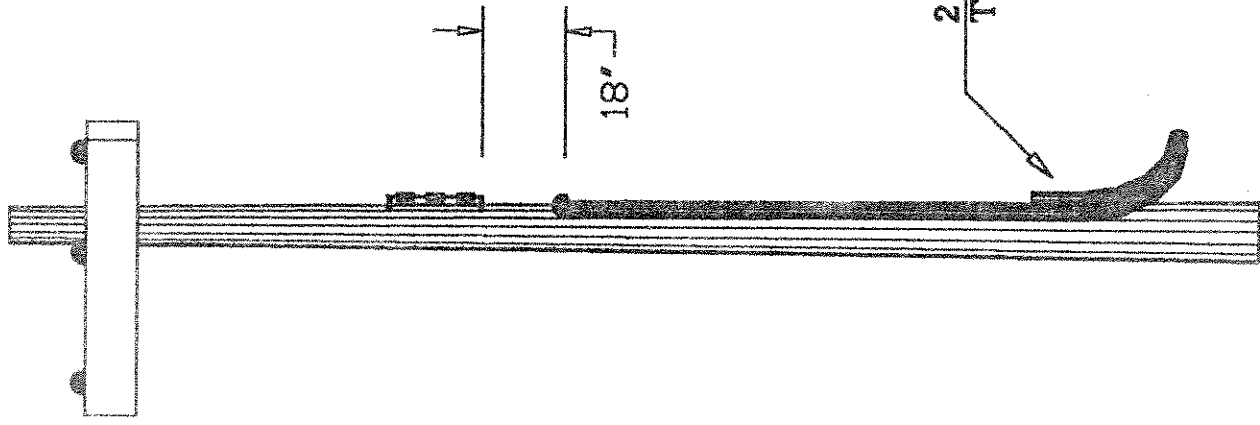
TUBO DE BAJADA CONDUIT GALVANIZADO DE 4"

DOS TUBOS, UNO DE RESERVA

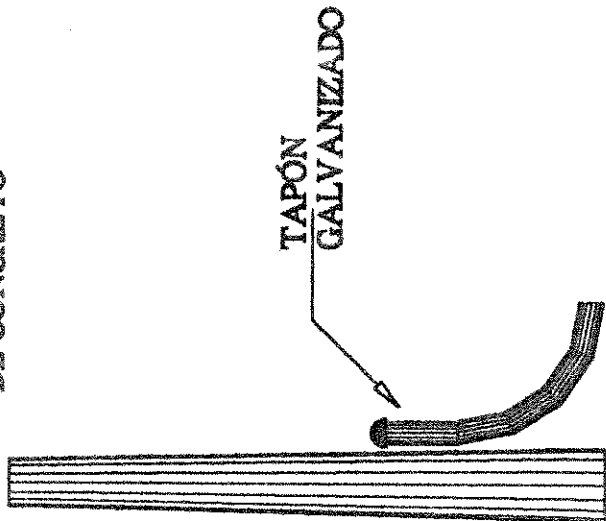
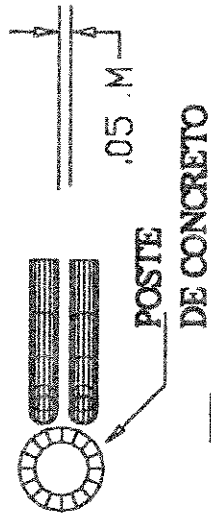
FIGURA 9

EDICION		MODIFICACIONES		USAC	
				INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO:		SUBSTACION		POSTE	
DIRECCION:		TIPICO			
SN	PI M	SUBSTACION EN POSTE +		3	
3/24/87	R.V.	DE DISTRIBUCION		3	
NERY MEJIA		ASESOR		EJECUTOR	





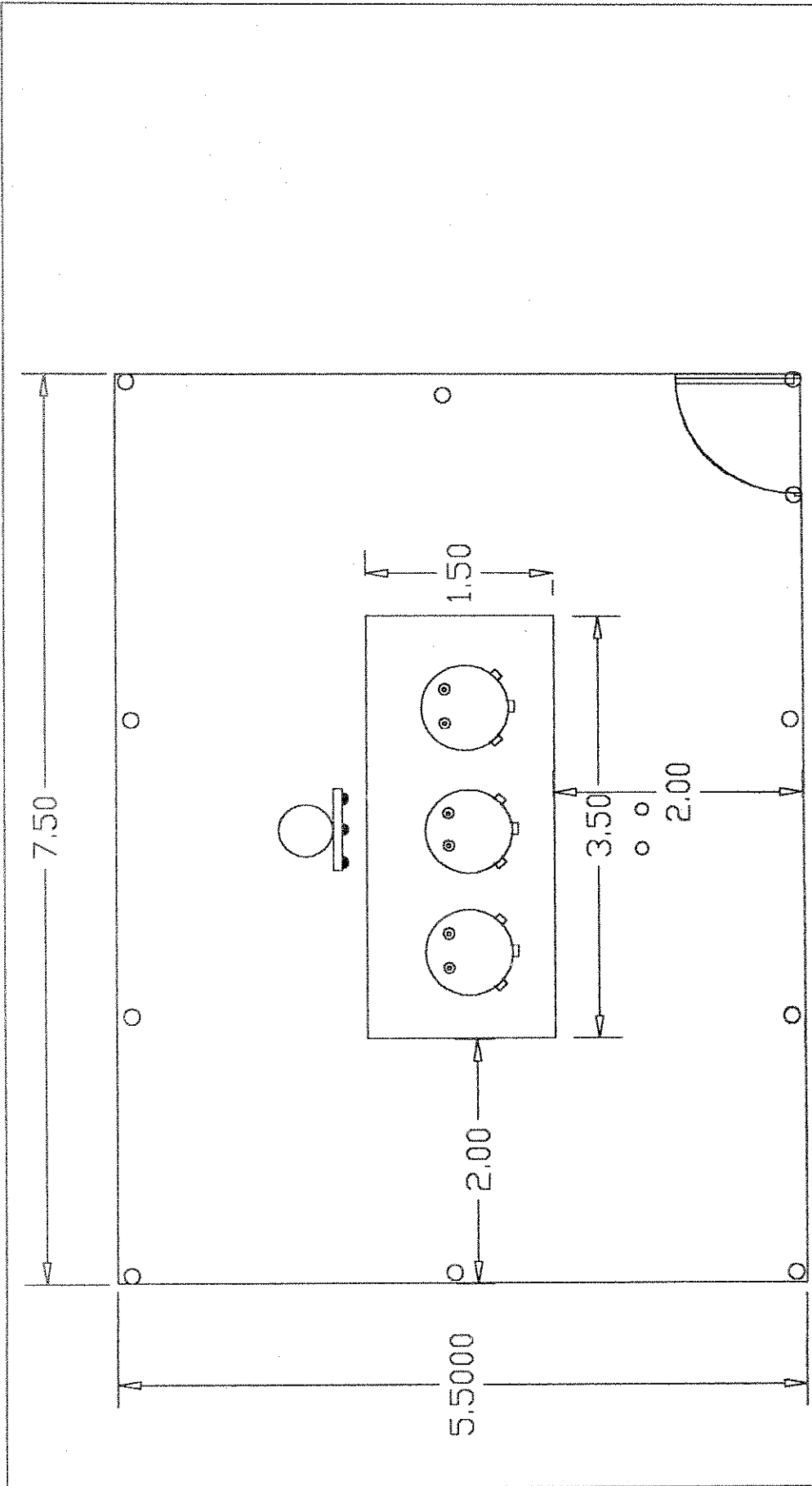
EL DIÁMETRO DEL TUBO ES DE 4"  
 SE REQUIERE DOS VUELTAS DE 4"  
 LA VUELTA DE RESPUESTO  
 CON TAPÓN GALVANIZADO



2 TUBOS GALVANIZADO 4"  
 TIPO ELECTRICO

INGENIERIA ELECTRICA		USAC	
PROYECTO:	SUBESTACION	CODIGO	
DIRECCION:	TIPIC	EDICION	
ESCALA	DISEÑO	REVISOR	
FECHA	REVISOR	ESPECIFICACIONES	
		SECUNDARIO	1/3
REVISOR	ROBERTO VEDA	ELABORADOR	

FIGURA 10



USAC		INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO:	SUBESTACION	SUA	
DIRECCION:	T I P I C O		
50	N.M.		
20/03/97	R.V.	INTEMPERIE PLANTA ACOTADA	
	NERV MEDIA	ASESOR	EJECUTOR

EDICION	
MODIFICACIONES	

FIGURA 11

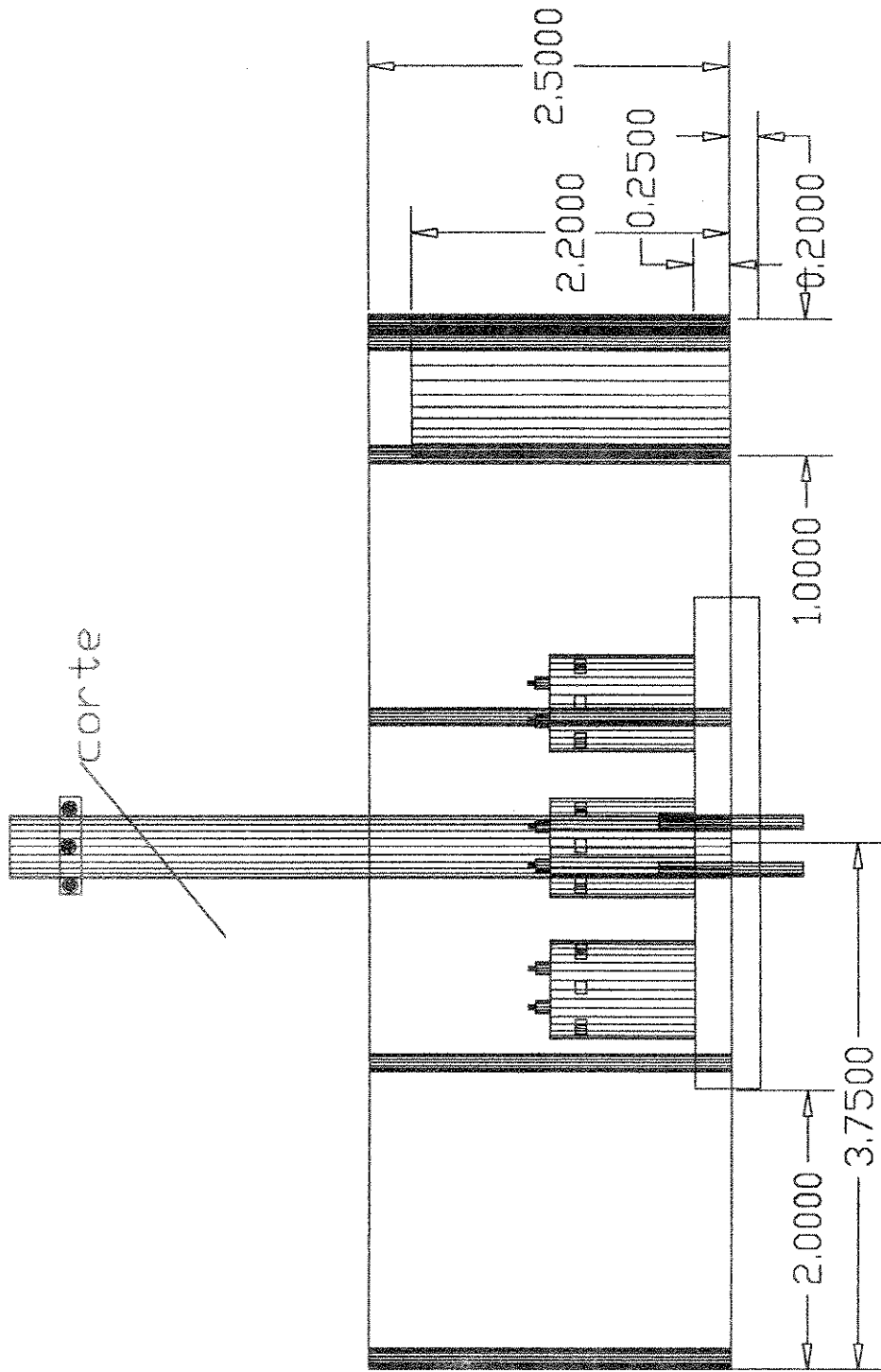
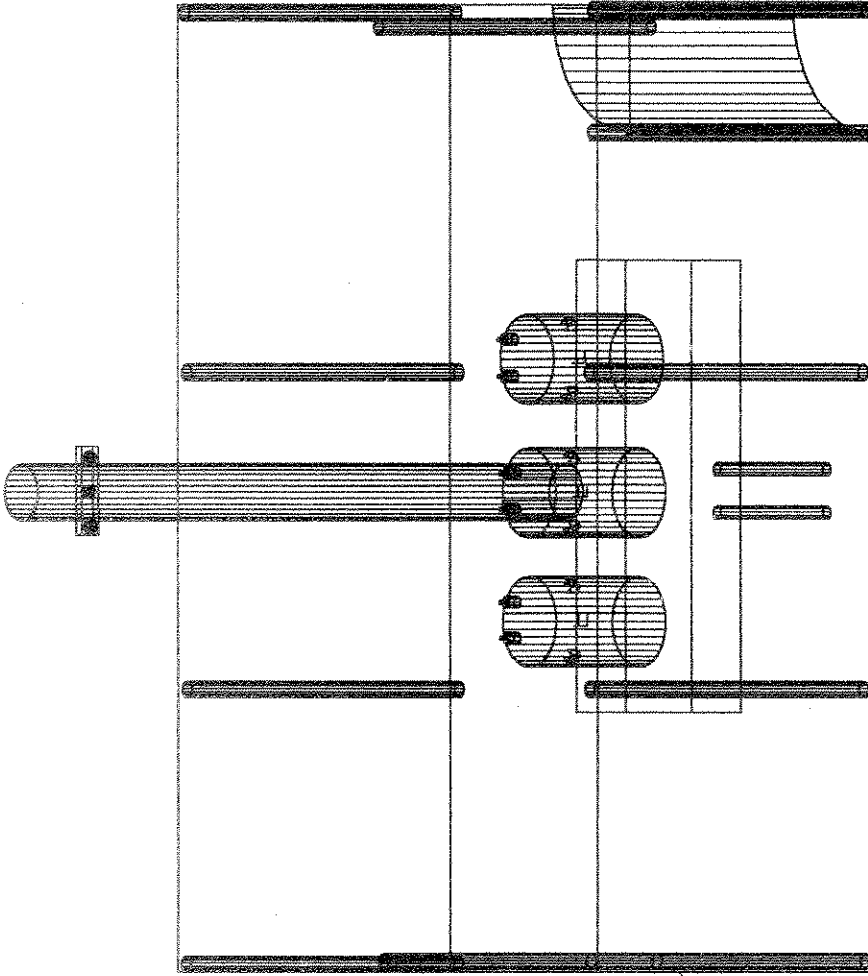


FIGURA 12

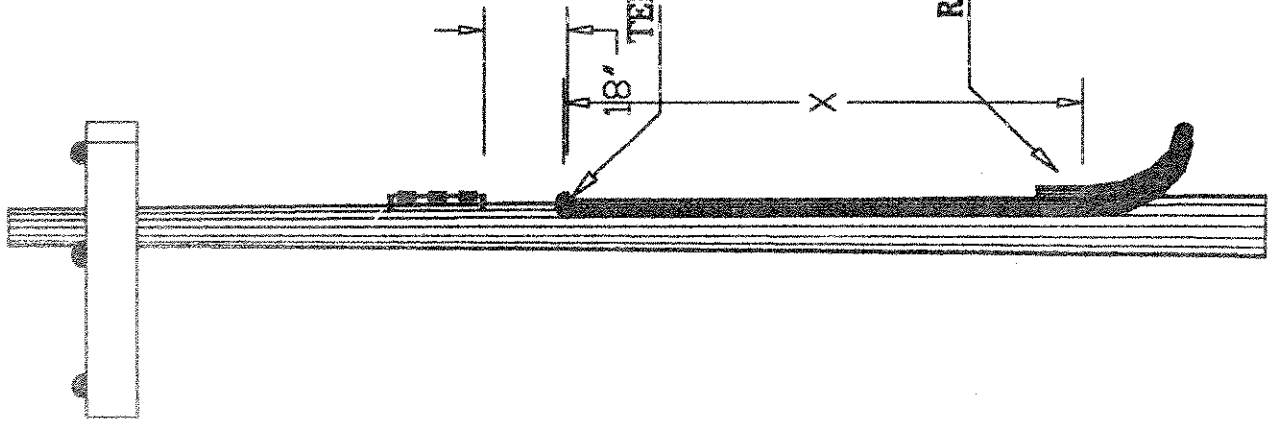
EDICION		MODIFICACIONES		USAC	
				INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO:		SUBESTACION		SUB	
DIRECCION:		TIPICA			
1/50	N.M.	ELEVACION		2	
23/03/87	I.V.	ACOTADA		3	
NTRY. MEJIA		ASESOR		EJECUTOR	



USAC			
INGENIERIA ELECTRICA			
PROYECTO:	SUBSTACION	SUB	
DIRECCION:	TIPICA		
1/50	N.M.	ELEVACION	
23/03/87	R.V.	ACOTADA	
		2	3
NERV. M.C.B.A.	ASESOR	EJECUTOR	

EDICION	MODIFICACIONES

FIGURA 13

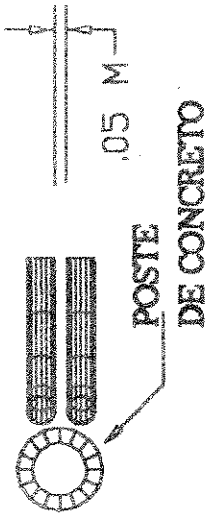


EL DIAMETRO DEL TUBO ES DE 4"  
SE REQUIERE DOS VUELTAS DE 4"  
LA VUELTA DE RESPUESTO  
CON TAPÓN GALVANIZADO

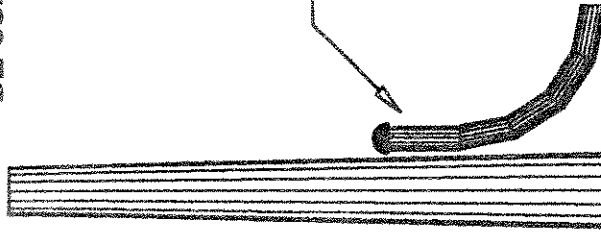
TERMINAL CON TAPÓN

ALTURA POSTE	X
10.60 M	7.62 M.
12.20 M.	9.14 M.

RADIO MÍNIMO .61 M



TAPÓN  
GALVANIZADO



USAC		INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO:	SUBSTACION	CODIGO	
DIRECCION:	T I P I O	EDICION	
ESCALA	DIBUJO	ESPECIFICACIONES	
FECHA	REVISO	PRIMARIO	
INSTR. JEFE	ROBERTO VERA	EJECUTOR	
		1	3

FIGURA 14

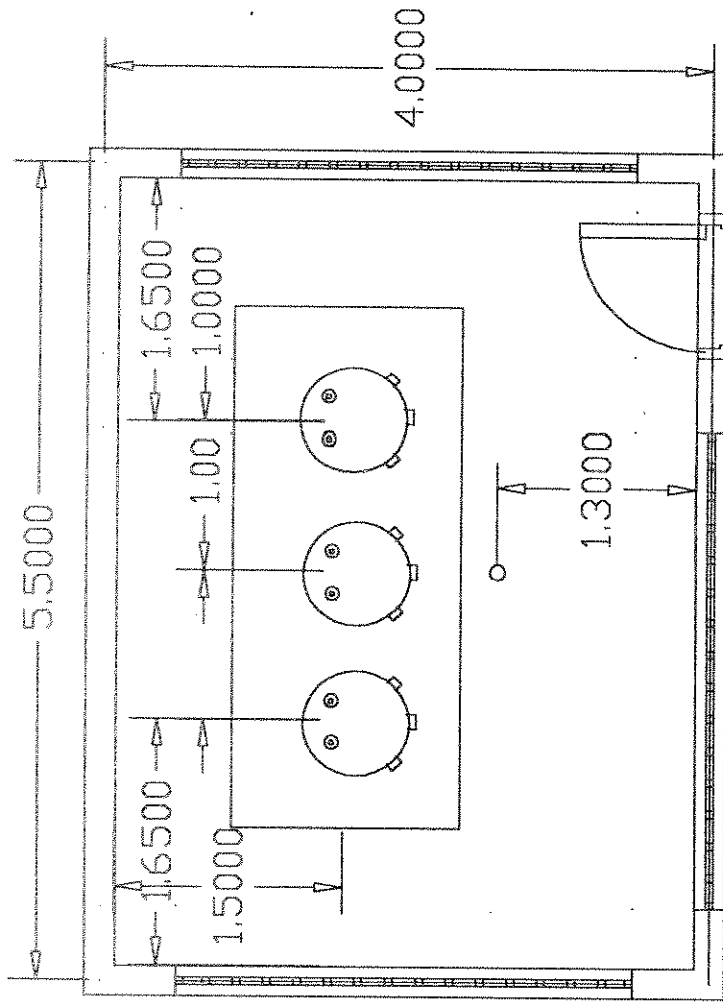


FIGURA 15

EDICION		MODIFICACIONES	
USAC INGENIERIA ELECTRICA			
PROYECTO:	SUBESTACION		
DIRECCION:	TIPONA		
ESCALA	DIBUJO	FECHA	REVISO
	PLANTA	ACOTADA	
			1/2
PERY. JEFE	ING. ROBERTO VEGA		EJECUTOR

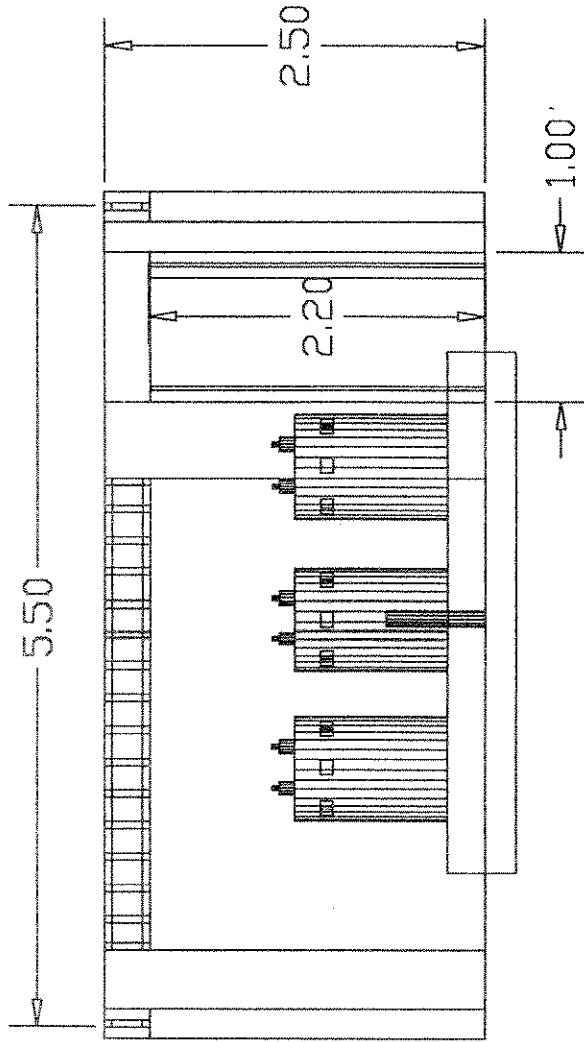


FIGURA 16

USAC		INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO:	SUBESTACION	CODIGO	
DIRECCION:	TIPICA	EDICION	
		EDICION 2	
DIBUJO	PLANTA		1
REVISO	ACOTADA		2
NERY MEJIA	ING. ROBERTO VEDA		EJECUTOR

## CONCLUSIONES.

1 La normas para la instalación de motores que accionan bombas tiene requerimientos que se puede utilizar las normas generales para la instalación de bombas.

2 Para calcular la alimentación de un motor que acciona una bomba es necesario multiplicar la corriente nominal dado en tablas del motor por 1.25.

3 La protección contra sobrecarga para un motor que accionan una bomba depende del factor de servicio, del aumento de temperatura o clase de aislamiento, si el esta marcado con un factor de servicio no menor de 1,15% o con un aumento de temperatura no mayor de 40 grados centígrados se protege al 125% de la corriente nominal, todos los demás se protegen al 115% de la corriente nominal.

4 La protección contra cortocircuito y fallas a tierra para motores que accionan bombas se debe multiplicar la corriente nominal por 225% y soportar la corriente de arranque.

5 El medio de desconexión tiene que estar a la vista desde el lugar de control.

6 La protección contra cortocircuito y falla a tierra de un sistema de aire acondicionada debe ajustarse al 175% de la corriente de carga nominal de la unidad sellada.

7 Para calcular la alimentación de un motor que acciona compresores herméticos multiplicar la corriente nominal dado en tablas del motor por 1.25.

8 Para la protección contra sobrecarga de motores de compresores se puede utilizar relé de sobrecarga al 140% de la corriente de carga nominal de la unidad sellada.

9 Los conductores que alimentan motores de ascensores o escaleras mecánicamente se basara en la corriente nominal marcada en la placa del sistema.

10 Los ascensores y escaleras mecánicas, tendrán un medio individual para desconectar de cada unidad todos los conductores que alimentación viva.

11 La protección contra sobrecorriente y cortocircuito para elevadores o escaleras mecánicas es la misma.

12 Las máquinas que accionan ascensores, escaleras mecánicas, controles del motor y medios de desconexión, se instalarán en una sala o recinto construido expresamente para este uso.

13 Los elevadores o ascensores deben protegerse contra la rotación de fases invertidas, falla de fase, y para los demás motores es aconsejable.

14 Bajo las condiciones de revisión de carga será previsto un medio de desconexión en la alimentación el lado de carga del ascensor para prevenir que el ascensor alcance una velocidad igual ala velocidad del gobernador o una velocidad que exceda el 125% de la velocidad nominal.

15 Los transformadores y bóvedas de transformadores deberán ser fácilmente accesibles al personal calificado para inspección y mantenimiento.

16 Todos los transformadores sumergidos en aceite instalados internamente utilizarán una bóveda y cumplir con las normas para las mismas.

17 Una subestación en poste en nuestro medio debe ser de capacidad máxima de 225 KVA.

18 Transformadores de 225 KVA a 500 KVA se pueden construir con los requerimientos mostrados en los planos de esa sección.



## RECOMENDACIÓN

1 Usualmente, las bombas se instalan en el sótano del centro comercial, si el número de bombas es considerable es recomendable instalar un tablero exclusivo para las bombas. Este se alimenta de los servicios generales del edificio.

2 Las bombas sumergibles dependiendo de la profundidad del pozo, puede llegar a ser una carga basta grande y debe tenerse un valor inicial de la capacidad para una adecuada instalación.

3 El medio de desconexión para los equipos de aire acondicionado tiene que estar a la vista debido a que para cualquier mantenimiento se necesita estar segura que nos se accionaran los ventiladores, porque puede provocar accidentes personales.

4 Para locales típicos se puede considerar que 1 tonelada puede alimentar 22 metros cuadrados, y cada tonelada necesita para su accionamiento 6 amperios, en voltaje 208/240 voltios, monofásico.

5 Los equipos de aire acondicionado, la carga mayor es la del compresor hermético, que regularmente se encuentra fuera del local.

6 Los equipos de aire acondicionado, se alimentarán del tablero de cada local.

7 Los ascensores se alimentarán del tablero de servicio generales, ya que es un servicio común para el centro comercial.

8 Es necesario cumplir con los requerimientos de la bóveda para evitar problemas de sobrecalentamiento.

9 Es necesario que la subestación tenga un fácil acceso, incluso para poder sacar un transformador o todos de ella, ya que en un fallo es posible que sea necesario cambiarlos.

10 Las normas para las instalación de motores son las mínimas que se necesitan cumplir, ya que con esto estamos logrando la protección de vidas humanas, instalaciones y equipos, incluso las asegurados se basan para sus polizas en una adecuada instalación eléctrica.

## BIBLIOGRAFÍA.

502 Catalog. States of American. Baldor and Drivers, 1995, 399 pp.

Croft Terrell y Wilford I. Summers. American Eletricians' Handbook. States of American . Editorial MCGraw-Hill's, 1992, 1564 pp.

Fink Donald, H. y Wayne Beaty. Manual de Ingeniería Eléctrica. Tomo I y tomo II. México. Editorial MCGraw-Hill's, 1995, 1989 pp.

Fitzgerald A.E. , Charles Kingsley, JR. y Alexander Kusko. Teoría y analisis de las máquinas eléctricas. España. Editorial Mc Graw-Hill's, 1980, 587 pp.

Harper, Enríquez. Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas. México. Editorial Limusa, 1994, 471 pp.

Kosow I.L. Máquinas eléctricas y transformadores. España. Editorial Reverté, 1980, 726 pp.

McPartland Joseph y Brian McPartland. National Electrical Code Handbook. United States of American. Editorial McGraw-Hill's, 1996, 1262 pp.

National Electrical Code. United States of American. NFPA, 1996, 1067 pp.

Normas para acometidas de servicio eléctrico. Guatemala. Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. 1994. 122 pp.

Ras Enrique. Transformadores de potencia de medida y de protección. México. Alfaomega, 1995, 283 pp.

Rodríguez Carlos, et al. Manual de normas y criterios para proyectos de Instalaciones Eléctricas. Tomo I, Venezuela. Editorial Arte, 1968. 412 pp.

**ANEXO  
TABLAS**

**TABLA 1 MOTORES MONOFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA. CORRIENTE DE PLENA CARGA EN AMPERIOS.**

Los siguientes valores de corriente de plena carga son para motores que giran a velocidades usuales y con características normales de par. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o con pares especialmente altos puede requerir mayor corriente a plena carga y los motores de velocidades múltiples tendrán corriente a plena carga que varía con la velocidad, en cuyos casos se utilizará la corriente nominal de la placa de características.

Los voltajes indicados son los voltajes nominales de los motores. La corrientes indicadas se permitirán para sistemas con rangos de voltaje de 110 a 120 y 220 a 240 voltios.

HP	115 V	200 V	208 V	230 V
1/6	4.4	2.5	2.4	2.2
1/4	5.8	3.3	3.2	2.9
1/3	7.2	4.1	4.0	3.6
1/2	9.8	5.6	5.4	4.9
3/4	13.8	7.9	7.6	6.9
1	16	9.2	8.8	8
1 1/2	20	11.5	11	10
2	24	13.8	13.2	12
3	34	19.6	18.7	17
5	56	32.2	30.8	28
7 1/2	80	46	44	40
10	100	57.5	55	50

**TABLA 2 MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA A DOS FASES (4 HILOS).  
CORRIENTE A PLENA CARGA EN AMPERIOS**

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que giran a velocidades usuales para motores de correa y motores con características normal es de torsión. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o pares especialmente altos pueden requerir mayor corriente en marcha, y los motores de velocidades múltiples tendrán la corriente a plena carga que varía con la velocidad, en cuyo caso se empleará la corriente nominal de la placa de características. La corriente en el conductor común de un sistema de dos fases tres hilos, será igual al valor dado multiplicado por 1.41. Los voltajes indicados son los voltajes nominales de los motores. Las corrientes indicadas corresponden a sistemas con rangos de voltaje de 110 a 120, 220 a 240, 440 a 480 y 500 a 600, 2300 voltios.

HP	115 V	230 V	460 V	575 V	2300 V
1/2	4	2	1	.8	
3/4	4.8	2.4	1.2	1	
1	6.4	3.2	1.6	1.3	
1 1/2	9	4.5	2.3	1.8	
2	11.8	5.9	3	2.4	
3		8.3	4.2	3.3	
5		13.2	6.6	5.3	
7 1/2		19	9	8	
10		24	12	10	
15		36	18	14	
20		47	23	19	
25		59	29	24	
30		69	35	28	
40		90	45	36	
50		113	56	45	
60		133	67	53	14
75		166	83	66	18
100		218	109	87	23
125		270	135	108	28
150		312	156	125	32
200		416	208	167	43

**TABLA 3 MOTORES TRIFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA. CORRIENTE DE PLENA CARGA.**

Los siguientes valores de corriente de plena carga son para motores que giran a velocidades usuales y con características normales de par. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas (1,200 rpm) o con pares especialmente altos puede requerir mayor corriente a plena carga y los motores de velocidades múltiples tendrán corriente a plena carga que varía con la velocidad, en cuyos casos se utilizará la corriente nominal de la placa de características. Para motores con 90 y 80 % de factor de potencia es necesario multiplicar por 1.1 y 1.25, respectivamente. Los voltajes indicados son los voltajes nominales de los motores. La corrientes indicadas se permitirán para sistemas con rangos de voltaje de 110 a 120, 220 a 240, 440 a 480 y 550 a 600 voltios.

HP	Motor de induccion jaula de ardilla o bobinado						Motor sincrónicos f.p. 1				
	115	200	208	230	460	575	2300	230	460	575	2300
1/2	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	.9					
3/4	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3					
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7					
1 1/2	12	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4					
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7					
3		11	10.6	9.6	4.8	3.9					
5		17.5	16.7	15.2	7.6	6.1					
7 1/2		25.3	24.2	22	11	9					
10		32.2	30.8	28	14	11					
15		48.3	46.2	42	21	17					
20		62.1	59.4	54	27	22					
25		78.2	74.8	68	34	27		53	26	21	
30		92	88	80	40	32		63	32	26	
40		119.6	114.4	104	52	41		83	41	33	
50		149.5	143	130	65	52		104	52	42	
60		177.1	169.4	154	77	62	16	123	61	49	12
75		220.8	211.2	192	96	77	20	155	78	62	15
100		285.2	272.8	248	124	99	26	202	101	81	20
125		358.8	343.2	312	156	125	31	253	126	101	25
150		414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250					302	242	60				
300					361	282	72				
350					414	336	83				
400					477	382	95				
450					515	412	103				
500					590	472	118				

**TABLA 4 LETRAS CÓDIGO INDICADORAS DE KVA/HP CON MOTOR BLOQUEADO**

LETRAS CÓDIGO	KVA POR HP CON ROTOR BLOQUEADO	
A	0	3.14
B	3.15	3.54
C	3.55	3.99
D	4	4.49
E	4.5	4.99
F	5	5.59
G	5.6	6.29
H	6.3	7.09
J	7.1	7.99
K	8	8.99
L	9	9.99
M	10	11.19
N	11.2	12.49
P	12.5	13.99
R	14	15.99
S	16	17.99
T	18	19.99
U	20	22.39
V	22.4	Y MAS

**TABLA 5 TABLA DE CONVERSIÓN DE CORRIENTE DE ROTOR BLOQUEADO PARA LA SELECCIÓN DE LOS MEDIOS DE DESCONEXIÓN Y CONTROLES DETERMINADOS EN BASE A LOS HP Y VOLTAJES NOMINALES.**

Número máximo de HP nominales	Corriente de motor con rotor bloqueado amperios														
	MONOFÁSICO			DOS O TRES FASES											
	115V	208V	230V	115 V		200 V		208 V		230 V		460 V		575 V	
				BCDE	BCD	E	BCD	E	BCD	E	BCD	E	BCD	E	
1/2	58.8	32.5	29.4	40	23	23	22.1	22.1	20	20	10	10	8	8	
3/4	82.8	45.8	41.4	50	28.8	28.8	27.6	27.6	25	25	12.5	12.5	10	10	
1	96	53	48	60	34.5	34.5	33	33	30	30	15	15	12	12	
1 1/2	120	66	60	80	46	46	44	44	40	40	20	20	16	16	
2	144	80	72	100	57.5	57.5	55	55	50	50	25	25	20	20	
3	204	113	102		73.6	84	71	81	64	73	32	36.5	25.6	29.2	
5	336	186	168		105.8	140	102	135	92	122	46	61	36.8	48.8	
7 1/2	480	265	240		146	210	140	202	127	183	63.5	91.5	50.8	73.2	
10	600	332	300		186.3	259	179	249	162	225	81	113	64.8	90	
15					267	388	257	373	232	337	116	169	93	135	
20					334	516	321	497	290	449	145	225	116	180	
25					420	646	404	621	365	562	183	281	146	225	
30					500	775	481	745	435	674	218	337	174	270	
40					667	946	641	911	580	824	280	412	232	330	
50					834	1185	802	1139	725	1030	363	515	290	412	
60					1001	1421	962	1367	870	1236	435	618	348	494	
75					1248	1777	1200	1708	1085	1545	543	773	434	618	
100					1668	2154	1603	2071	1450	1873	725	937	580	749	
125					2087	2692	2007	2589	1815	2341	908	1171	726	936	
150					2496	3230	2400	3106	2170	2809	1085	1405	855	1124	
200					3335	4307	3207	4141	2900	3745	1450	1873	1160	1498	
250											1825	2344	1460	1875	
300											2200	2809	1760	2247	
350											2550	3277	2040	2622	
400											2900	3745	2320	2996	
450											3250	4214	2600	3371	
500											3625	4682	2900	3746	



**TABLA 6 CAPACIDAD MÁXIMA O AJUSTE DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA DE LOS CIRCUITOS RAMALES DE MOTORES.**

TIPO DE MOTOR	Porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo	Fusible con retardo de tiempo	Interruptor de disparo instantáneo	Interruptor de tiempo inverso
Monofásicos de todos los tipo	300	175	800	250
Jaula de ardilla diferente a la designación E	300	175	800	250
Jaula de ardilla con designación E	300	175	1100	250
Rotor Devanado	150	150	800	150
Corriente directa (voltaje constante)	150	150	250	150

**TABLA 7 ESPACIO MÍNIMO DE DOBLAJE DE LOS ALAMBRES A LOS TERMINALES DE UN CONTROL DE MOTOR CERRADO EN CM.**

Calibres del cable AWG o Circular-Mil	Alambres por terminal	
14-10	No especificado	
8-6	3.8	
4-3	5	
2	6.2	
1	7.6	
1/0	12.7	12.7
2/0	15.2	15.2
3/0-4/0	17.8	17.8
250	20.3	20.3
300	25.4	25.4
350-500	30.5	30.5
600-700	36.6	40.6
750-900	45.7	48.6

**TABLA 8 CAJA PARA TERMINALES Y EMPALMES, CONEXIÓN ALAMBRE-ALAMBRE.**

**Motores de 28 cm de diámetro o menos.**

HP	Dimensiones mínimas de la abertura cubierta por la tapa cm	Volumen mínimo utilizable cm cúbicos.
1 y menos	4.1	122.9
1 1/2, 2 y 3	4.5	196.6
5 y 7 1/2	5.1	262.2
10 y 15	6.4	426

**Motores de diámetro mayor de 28 cm  
Motores de corriente alterna**

Corriente Máxima plena carga para motores trifásicos con un máximo de 12 terminales	Cajas de terminales, dimensiones mínimas	Volumen utilizable mínimo	Potencia típica máxima en HP tres fases
A	cm	cm <sup>3</sup>	230V 460V
45	6.4	426	15 30
70	8.4	902	25 50
110	10.2	1639	40 75
160	12.7	2950	60 125
250	15.2	5409	100 200
400	17.8	9834	150 300
600	20.3	18029	250 500

**TABLA 9 ESPACIAMIENTOS PARA LOS TERMINALES. TERMINALES FIJOS.**

Voltios	Entre los terminales de línea en cm.	Entre los terminales de línea y otras partes metálicas no aisladas.
240 o menos	0.6	0.6
Mayores de 250 voltios a 600 inclusive	0.9	0.9

**TABLA 10 VOLÚMENES UTILIZABLES. TERMINALES FIJOS.**

Conductores de alimentador	Volumen mínimo utilizable por cada conductor de alimentación cm <sup>3</sup>
14	16.4
12 y 10	20.5
8 y 6	36.9

**TABLA 11 PORCENTAJE DE LA CORRIENTE INDICADA EN LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS SEGUN CLASIFICACIÓN DEL SERVICIO:**

Clasificación del servicio	Motores para regímenes de:			
	5 minutos	15 minutos	30 y 60 minutos	continuo
Corto tiempo: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	
Intermitentes: Ascensores, montacargas, taladros y similares, bombas, puentes, levadizos o giratorios, plataformas giratorias.	85	85	90	140
Periódico: Rodillo, máquinas para manipulación de minerales, etc.	85	90	95	140
Variable...	110	120	150	200

**TABLA 12 UNIDADES DE SOBRECARGA PARA PROTECCIÓN DEL MOTOR**

Tipo de motor	Sistema de alimentación	Número y ubicación de unidades de sobrecargas tales como bobinas de disparo, relés, fusibles o elementos térmicos de corte.
c.a una fase o c.d.	2 hilos c.a. una fase o c.d. no puesto a tierra	1 en cualquiera de los conductores.
c.a una fase o c.d.	2 hilos c.a. una fase o c.d. , uno de los hilos puesto a tierra	1 en el conductor no puesto a tierra.
c.a. una fase o c.d.	3 hilos, c.a. una fase o c.d., neutro a tierra	1 en cada conductor no puesto a tierra
c.a. una fase o c.d.	cualquier 3 fases	1 en el conductor no puesto a tierra.
c.a dos fases	3 hilos , c.a. una fase o c.d. 2 fases no puesto a tierra.	2, uno en cada fase.
c.a dos fases	3 hilos, c.a. 2 fases, uno de los conductores puesto a tierra	2 en los conductores no puestos a tierra
c.a dos fases	4 hilos, c.a. 2 fases, con puesta a tierra o no.	2, uno por fase en los conductores no puesto a tierra.
c.a dos fases	5 hilos, c.a. 2 fases, con neutro puesto a tierra o no	2, uno por fase en cualquier hilo de fase no puesto a tierra
c.a tres fases	tres fases cualesquiera	* 3 uno en cada fase

\* Excepción. A menos que esté protegido de otra forma probada.

**TABLA 13 CAPACIDAD MÁXIMA, EN AMPERIOS, DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.**

Calibre del conductor del circuito de control AWG	COLUMNA A Regla básica		Columna B Excepción No.1		COLUMNA C Excepción No.2	
	Cobre	Aluminio Aluminio recubierto con cobre	Cobre	Aluminio Aluminio recubierto con cobre	Cobre  cobre	Aluminio Aluminio recubierto con cobre
18	7	-----	25	-----	7	-----
16	10	-----	40	-----	10	-----
14	Nota 1	-----	100	-----	45	-----
12	Nota 1	Nota 1	120	100	60	45
10	Nota 1	Nota 1	160	140	90	75
Mayor que 10	Nota 1	Nota 1	Nota 2	Nota 2	Nota 3	Nota 3

Nota 1: Valor nominal de los conductores

Nota 2 400 por ciento del valor nominal de los conductores a 60 grado centígrados.

Nota 3: 300 por ciento del valor nominal de los conductores a 60 grados centígrados.

**TABLA 14 SELECCIÓN DE CUBIERTA PARA EL CONTROL DEL MOTOR**  
Para uso exterior

Proporciona un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	3	3R	3S	4	4x	6	6P
Contacto casual con equipo cubierto	x	x	x	x	x	x	x
Lluvia, nieve, granizo	x	x	x	x	x	x	x
Operar cubierto de hielo			x				
Polvazal	x		x	x	x	x	x
Drenaje				x	x	x	x
Agente corrosivos					x		x
Inmersión temporal ocasional						x	x
Inmersión prologada ocasional							x

Para uso interno

Proporciona un grado de protección contra las siguientes.	1	2	4	4x	5	6	6p	11	12	12k	13
Contacto casual con el equipo cubierto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Caída de suciedad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Caída de líquidos y ligero chapoteo		x	x	x		x	x	x	x	x	x
Polvo, pelusa, partículas en el aire			x	x	x	x	x		x	x	x
Drenaje y agua que salpica			x	x		x	x				
Filtración de aceite y refrigerante									x	x	x
Rociado de aceite y refrigerante											x
Agentes corrosivos				x			x	x			
Inmersión ocasional y temporal						x	x				
Inmersión prologada pero ocasional							x				

**TABLA 15 MÍNIMO ESPACIAMIENTO ENTRE LAS BARRAS Y PARTES METÁLICAS:**

	Polaridad opuesta montada en la misma superficie.	Polaridad opuesta donde esta sujeto por terminales separados por aire	Parte vivas de la tierra física
No mayor de 125 voltios nominales	3/4 pulgada	1/2 pulgada	1/2 pulgada
No mayor de 250 voltios nominales	1 1/4 pulgada	3/4 pulgada	1/2 pulgada
No mayor de 600 voltios nominales	2 pulgadas	1 pulgada	1 pulgada

TABLA 16 CAPACIDADES DE CORRIENTE PERMISIBLES PARA LOS CONDUCTORES AISLADOS PARA TENSION NOMINAL DE 0 A 2,000 VOLTIOS, 60 A 90 GRADOS CENTIGRADOS, NO MÁS DE TRES CONDUCTORES EN CANALIZACIÓN O CABLE, O DIRECTAMENTE ENTERRADO, TOMANDO COMO BASE UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30 GRADOS CENTIGRADOS.

CALIBRE	Régimen de temperatura del conductor					
	60	75	90	60	75	90
MCM	+TW +UF	+FEPW +RH, +RHW +THHW, +THW +THWN +XHHN +USE,+ ZW	TBS,SA ,SIS FEP+, FEPB+,MI, RHH+, RHW-2, THHN+, THHW+, THW-2+, THWN-2+, USE-2, XHH, XHHW+, XHHW-2, ZW-2	+TW +UF	+RH, +RHW +THHW +THW +THWN +XHHN +USE	TBS,SA ,SIS , THHN+, THHW+, THW- 2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW+, XHHW-2, ZW-2
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
18			14			
16			18			
14	20+	20+	25+			
12	25+	25+	30+	20+	20+	25+
10	30	35+	40+	25	30+	35+
8	40	50	55	30	40	45
6	55	65	75	40	50	60
4	70	85	95	55	65	75
3	85	100	110	65	75	85
2	95	115	130	75	90	100
1	110	130	150	85	100	115
1/0	125	150	170	100	120	135
2/0	145	175	195	115	135	150
3/0	165	200	225	130	155	175
4/0	195	230	260	150	180	205
250	215	255	290	170	205	230
300	240	285	320	190	230	255
350	260	310	350	210	250	280
400	280	335	380	225	270	305
500	320	380	430	260	310	350
600	355	420	475	285	340	385
700	385	460	520	310	375	420



CALIBRE	Régimen de temperatura del conductor					
	60	75	90	60	75	90
AWG						
MCM	+TW +UF	+FEPW +RH, +RHW +THHW, +THW +THWN +XHHN +USE,+ ZW	TBS,SA ,SIS FEP+, FEPB+,MI, RHH+, RHW-2, THHN+, THHW+, THW-2+, THWN-2+, USE-2, XHH, XHHW+, XHHW-2, ZW-2	+TW +UF	+RH, +RHW +THHW +THW +THWN +XHHN +USE	TBS,SA ,SIS , THHN+, THHW+, THW- 2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW+, XHHW-2, ZW-2
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
750	400	475	535	320	385	435
800	410	490	555	330	395	450
900	435	520	585	355	425	480
1000	455	545	615	375	445	500
1250	495	590	665	405	485	545
1500	520	625	705	435	520	585
1750	545	650	735	455	545	615
2000	560	665	750	470	560	630
FACTORES DE CORRECCIÓN						
TEMP. AMBIENT E.	Para temperaturas ambiente sobre 30 grados centígrado, multiplique la corriente indicada en la tabla por el factor de corrección adecuado para determinar la máxima corriente permitida.					
21-35	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31-35	.91	.94	.96	.91	.94	.96
36-40	.82	.88	.91	.82	.88	.91
41-45	.71	.82	.87	.71	.82	.87
46-50	.58	.75	.82	.58	.75	.82
51-55	.41	.67	.76	.41	.67	.76
56-60		.58	.71		.58	.71
61-70		.33	.58		.33	.58
71-80			.41			.41

+ Al régimen nominal de corriente y la protección contra sobrecorriente para estos conductores no debe exceder de 15 amperios para el calibre #14, 20 amperios para el calibre #12 y 30 amperios para el calibre #10 de cobre. 15 amperios para el calibre #12, 25 amperios para el calibre #10 de aluminio o aluminio con recubrimiento de cobre.

\* Para lugares secos y húmedos solamente..

TABLA 17 PROPIEDADES DE LOS CONDUCTORES

CAL.	Área circular mills	Conductores entrelazados		Conductores desnudo		Resistencia DC a 75 grados centígrados ohm/KFT		
		Can.	Diámetro cada hilo pulgadas	Diámetro pulgadas	Área mm <sup>2</sup>	Cobre Desnudo	Cobre estañado	Aluminio
18	1620	1		0.04	0.811	7.77	8.08	12.8
18	1620	7	.015	.046	1.072	7.95	8.45	13.1
16	2580	1		.051	1.318	4.89	5.08	8.05
16	2580	7	.019	.058	1.705	4.99	5.29	8.21
14	4110	1		.064	2.075	3.07	3.149	5.06
14	4110	7	.024	.073	2.7	3.14	3.26	5.17
12	6530	1		.081	3.325	.93	2.01	3.18
12	6530	7	.030	.092	4.289	.98	2.05	3.25
10	10380	1		.102	5.272	1.21	1.26	2.00
10	10380	7	.038	.116	6.818	1.24	1.29	2.04
8	16510	1		.128	8.302	.764	.786	1.26
8	16510	7	.049	.146	10.8	.778	.809	1.28
6	26240	7	.061	.184	17.16	.491	.510	.808
4	41740	7	.077	.232	27.27	.308	.321	.508
3	56620	7	.087	.260	34.25	.245	.254	.403
2	66360	7	.097	.292	43.2	194	.201	.319
1	83690	19	.066	.332	55.85	.154	.160	.253
1/0	105600	19	.074	.372	70.12	.12	.127	.201
2/0	133100	19	.084	.418	88.53	.0967	.101	.159
3/0	167800	19	.094	.470	111.9	.0766	.0797	.126
4/0	211600	19	.106	.528	141.3	.0608	.0626	.100
250		37	.082	.575	167.5	.0515	.0535	.0847

CAL.	Área circular milis	Conductores entrelazados		Conductores desnudo		Resistencia DC a 75 grados centigrados ohm/KFT		
		Can.	Diámetro cada hilo pulgadas	Diámetro pulgada	Ásrea mm2	Cobre desnudo	Cobre estañado	Aluminio
300		37	.090	.630	201.1	.0429	.0446	.0707
350		37	.097	.681	235	.0367	.0382	.0605
400		37	.104	.728	268.5	.0321	.0331	.0529
500		37	.116	.813	334.9	.0258	.0265	.0424
600		61	.099	.893	404.1	.0214	.0223	.0353
700		61	.107	.964	470.9	.0184	.0189	.0303
750		61	.111	.998	504.7	.0171	.0176	.0282
800		61	.114	1.030	537.6	.0161	.0166	.0265
900		61	.122	1.094	606.4	.0143	.0147	.0235
1000		61	.128	1.152	672.5	.0129	.0132	.0212
1250		91	.117	1.289	841.9	.0103	.0106	.0169
1500		91	.128	1.412	1010	.00858	.00883	.0141
1750		127	.117	1.526	1180	.00735	.00756	.0121
2000		127	.126	1.632	1350	.00643	.00662	.0106

Los valores de resistencia son válidos solamente para los parámetros dados, Cuando se unen conductores trenzados con cubierta, de diferentes tipo de trenzados y especialmente de otras temperaturas, cambia la resistencias.

Fórmula para cambio de temperatura  $R_2 = R_1 (1 + \alpha (T_2 - 75))$  donde  $\alpha_{Cu} = .0323$  al  $\alpha_{Al} = .00330$  los conductores con cableado compacto y comprimido tienen alrededor del 9% y 3% respectivamente; Los diámetros de los conductores desnudos son menores que los que se han mostrado. Las conductividades de IACS usadas: cobre 100%, aluminio=61%.

El cableado clase B está aprobado tanto como el sólido para algunos calibres. Su diámetro y su área globales son aquellos del círculo que lo circunscriben.

Nota: La información de construcción es a través de NEMA WC8 1981 resistencia esta calculada por National Bureau of Standard Handbook 100, fechado 1966 y handbook 109 fechado 1972

**TABLA 18 NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES Y ALAMBRES EN TUBO EMT  
(TUBO METÁLICO ELÉCTRICO)**

TIPO	CONDUCTOR	TAMAÑO DEL TUBO EN PULGADAS									
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
THHN THWN THWN-2	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	54
	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	1/0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	2/0		1	1	2	3	6	10	16	20	26
	3/0		1	1	1	3	5	8	13	17	22
	4/0		1	1	1	2	4	7	11	14	18
	250			1	1	1	3	6	9	11	15
	300			1	1	1	3	5	7	10	13
	350			1	1	1	2	4	6	9	11
	400				1	1	1	4	6	8	10
	500				1	1	1	3	5	6	8
	600				1	1	1	2	4	5	7
	700				1	1	1	2	3	4	6
750					1	1	1	3	4	5	
800					1	1	1	3	4	5	
900					1	1	1	3	3	4	
1000					1	1	1	2	3	4	

**TABLA 19 CALIBRE MÍNIMO DE LOS CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA PARA  
CANALIZACIONES Y EQUIPOS.**

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería, etc. No mayor de (amperios)	Calibre del conductor de puesta a tierra.	
	Alambre de cobre No.	Alambre de aluminio o de aluminio con recubrimiento de cobre No.
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 MCM
1600	4/0	350 MCM
2000	250 MCM	400 MCM
2500	350 MCM	600 MCM
3000	400 MCM	600 MCM
4000	500 MCM	800 MCM
5000	700 MCM	1200 MCM
6000	800 MCM	1200 MCM

TABLA 20					
Transformadores de más de 600 V. nominales.					
Capacidad o ajuste máximo para dispositivos de sobrecorriente.					
Primario			Secundario		
Mayor de 600 V.			Más de 600 V.	600 V. o menos	
Capacidad de impedancia del transformador	Ajuste del disyuntos termomagnético	Capacidad del fusible	Ajuste del disyuntos termomagnético o	Capacidad del fusible	Ajuste del disyuntor termomagnético o capacidad del fusible
No más del 6%	600%	300%	300%	250%	125%
Más del 6% y no más del 10%	400%	300%	250%	225%	125%