



NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO
CCE/SC.5/CRNE/X/4
Septiembre de 1974

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA
DEL ISTMO CENTROAMERICANO
SUBCOMITE DE ELECTRIFICACION Y
RECURSOS HIDRAULICOS

Comité Regional de Normas Eléctricas
Décima Reunión



PROYECTO DE CODIGO ELECTRICO REGIONAL

Capítulos VI a IX

Volumen Segundo

Elaborado para el Comité Regional de Normas Eléctricas del Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos por el Sr. Ernesto Richa, Asesor de la Secretaría Permanente del Tratado General de Integración Económica Centroamericana (SIECA), adscrito a la Subsección de la CEPAL en México.

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

INDICE

	<u>Página</u>
Presentación	ix
 <u>Artículo</u>	
IV. EQUIPOS PARA USO GENERAL*	
440 Equipos acondicionadores de aire y de refrigeración	89
A. Generalidades	89
B. Medios de desconexión	93
C. Protección de los circuitos ramales contra cortocircuitos y fallas a tierra	96
D. Conductores de los circuitos ramales	98
E. Controles para motocompresores	99
F. Protección de los motocompresores y de los circuitos ramales contra sobrecargas	100
445 Generadores	103
450 Transformadores y bóvedas para transformadores (incluyendo conexiones secundarias)	105
A. Disposiciones generales	105
B. Disposiciones específicas aplicables a diferentes tipos de transformadores	110
C. Disposiciones para bóvedas de transformadores	112
460 Capacitores	115
470 Resistencias y reactores	118
480 Acumuladores	120
V. EMPLAZAMIENTOS ESPECIALES	
500 Lugares peligrosos	1
501 Instalaciones clase I. Lugares peligrosos	12
502 Instalaciones clase II. Lugares peligrosos	27
503 Instalaciones clase III. Lugares peligrosos	41
510 Lugares peligrosos. Casos específicos	47
511 Garajes comerciales de reparación y/o estacionamientos	48
512 Garajes residenciales	52

* El principio de este capítulo, que incluye los artículos 400 a 430, forma parte del Proyecto de código eléctrico regional (CCE/SC.5/CRNE/IX/3).

<u>Artículo</u>	<u>Página</u>
513 Hangares	53
514 Estaciones de gasolina y estaciones de servicio	58
515 Piantas de almacenamiento a granel	61
516 Procesos de acabado	66
517 Instalaciones de asistencia médica	74
A. Generalidades	74
B. Sistemas de alambrado de áreas generales	80
C. Sistemas eléctricos esenciales	80
D. Areas de pacientes eléctricamente susceptibles	89
E. Locales de anestesia por inhalación	92
F. Comunicaciones, sistemas de señalización y sistemas de procesamiento de datos	98
520 Teatros y salas de reunión	99
A. Generalidades	99
B. Cuadros de distribución para escenario fijos	100
C. Equipos fijos de escenario	101
D. Cuadros de distribución de escenario portátiles	103
E. Equipo portátil de escenario	106
F. Camerinos	107
G. Puesta a tierra	108
530 Estudios de cine y locales similares	109
A. Generalidades	109
B. Escenario o estudio	109
C. Camerinos	113
D. Mesas de vistas; corte y empalme	113
E. Bóvedas para el almacenamiento de películas	113
F. Subestaciones	114
540 Proyectoras de cine	115
A. Generalidades	115
B. Equipos y proyectores de tipo profesional	115
C. Proyectores de tipo no profesional	117
D. Registro y reproducción del sonido	117

<u>Artículo</u>	<u>Página</u>
550 Casas móviles y sus estacionamientos	118
A. Casas móviles	119
B. Estacionamientos para casas móviles	133
551 Vehículos de recreo y sus estacionamientos	136
A. Vehículos de recreo	136
B. Estacionamientos para vehículos de recreo	156
555 Embarcaderos y estacionamientos para embarcaciones	161
VI. EQUIPOS ESPECIALES	
600 Anuncios luminosos y alumbrado de realce	1
A. Generalidades	1
B. Anuncios luminosos y alumbrado de realce. 600 voltios o menos	3
C. Anuncios luminosos y alumbrado de realce. Más de 600 voltios	5
610 Grúas y elevadores de carga	11
A. Alcance y uso	11
B. Alambrado	11
C. Conductores de contacto	14
D. Control	16
E. Protección contra sobrecorriente	16
F. Conexión a tierra	17
620 Ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y aceras móviles	18
A. Alcance y generalidades	18
B. Conductores	18
C. Alambrado	20
D. Instalación de conductores	21
E. Cables viajeros	23
F. Control	23
G. Protección contra sobrecorriente	24
H. Sala de máquinas	25
J. Puesta a tierra	26
K. Sobrevelocidad	26

<u>Artículo</u>	<u>Página</u>
630 Soldadores eléctricos	27
A. Generalidades	27
B. Soldadores de arco con transformador de c.a. y rectificador c.c.	27
C. Soldadores de arco con grupo motogenerador	29
D. Soldadores por resistencia	31
640 Registro de sonido y equipos similares	34
645 Sistemas de procesamiento de datos	38
650 Organos	40
660 Equipos de rayos X	42
A. Alcance e instalación	42
B. Control	45
C. Transformadores y condensadores	46
D. Resguardos y conexión a tierra	47
665 Equipos de calentamiento por inducción y por pérdidas en el dieléctrico	48
A. Alcance y generalidades	48
B. Equipo motogenerador	49
C. Equipos que no sean motogenerador	50
D. Resguardo y conexión a tierra	52
E. Equipo terapéutico	54
670 Máquinas-herramientas para trabajar metales	56
680 Piscinas de natación y piscinas para niños	58
A. Generalidades	58
B. Piscinas de instalación permanente	60
C. Piscinas desmontables	66
Apéndice: Instrucciones para verificar la aceptabilidad de las instalaciones eléctricas existentes en piscinas	67
VII. CONDICIONES ESPECIALES	
700 Sistemas de emergencia	1
A. Generalidades	1
B. Fuentes de energía	2
C. Circuitos de emergencia para alumbrado y fuerza	4

<u>Artículo</u>		<u>Página</u>
700	Sistemas de emergencia (conclusión)	
	D. Control	5
	E. Protección contra sobrecorriente	6
	F. Equipos unitarios	6
710	Más de 600 voltios. Generalidades	8
	A. Generalidades	8
	B. Equipos. Disposiciones generales	11
	C. Equipos. Disposiciones específicas	12
	D. Instalaciones solamente accesibles a personal calificado	14
720	Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 voltios	19
725	Circuitos de control remoto, de fuerza de baja potencia, de fuerza de bajo voltaje y de señales	20
	A. Alcance y generalidades	20
	B. Sistemas Clase 1	21
	C. Limitación de los circuitos de fuerza de bajo voltaje	23
	D. Sistemas Clase 2. Límites de voltajes y corrientes	24
	E. Instalación de circuitos Clase 2 de control remoto y de señales	26
730	Alimentadores y circuitos ramales exteriores	29
750	Sistemas de generación de potencia de reserva	36
	VIII. SISTEMAS DE COMUNICACIONES	
800	Circuitos de comunicaciones	1
	A. Generalidades	1
	B. Protección	1
	C. Conductores exteriores	5
	D. Circuitos subterráneos	7
	E. Puesta a tierra	7
810	Equipos de radio y televisión	10
	A. Generalidades	10
	B. Solamente equipos receptores	10
	C. Sistemas de antenas de las estaciones de aficionados transmisoras y receptoras	15

<u>Artículo</u>	<u>Página</u>
820 Antenas de televisión de tipo colectivo y sistemas de distribución de radio	19
A. Generalidades	19
B. Protección	19
C. Instalación del cable	20
D. Circuitos subterráneos	22
E. Conexión a tierra	23
F. Generalidades	24
IX. CUADROS Y EJEMPLOS	
A. Cuadros	1
B. Ejemplos	15

PRESENTACION

El Comité Regional de Normas Eléctricas del Istmo Centroamericano (CRNE), durante su novena reunión celebrada en San Salvador en mayo de 1973, conoció el documento Proyecto de código eléctrico regional (capítulos I a IV) (CCE/SC.5/CRNE/IX/3) elaborado en cumplimiento del programa de trabajo del CRNE.

En esa oportunidad el Comité aprobó los capítulos I a III y dejó el examen del IV para otra ocasión.^{1/} Solicitó además que se elaborasen algunas adiciones al capítulo III las que se presentaron posteriormente en el Proyecto de código eléctrico regional (capítulos III y IX) (CCE/SC.5/CRNE/X/3), que incluye además los cuadros del capítulo IX.

Debido a la renuncia presentada por el experto permanente en normas eléctricas, se contrataron los servicios del ingeniero Ernesto Richa para completar la elaboración del Código eléctrico regional a partir del artículo 440 del capítulo IV hasta el final del capítulo VIII y los ejemplos del capítulo IX.

El presente documento, por su extensión, se dividió en dos volúmenes: el primero contiene el final del capítulo IV y el capítulo V y el segundo comprende los capítulos VI a VIII y el IX con sus cuadros y ejemplos.

^{1/} Resolución 54 (CRNE) aprobada el 28 de mayo de 1973.

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

VI. EQUIPOS ESPECIALES

Artículo 600. Anuncios luminosos y alumbrado de realce

A. Generalidades

600.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplicarán a la instalación de conductores y equipos para anuncios luminosos y alumbrado de realce como se definen en el artículo 100.

600.2 Desconexión requerida. Cada instalación de alumbrado de realce y cada anuncio luminoso que no sea de tipo portátil, estará controlado por un interruptor accionado externamente o un interruptor automático de circuito que abrirá todos los conductores no puestos a tierra y será adecuado para las condiciones de la instalación, tales como estar expuesto a la intemperie.

a) A la vista del anuncio. El interruptor o interruptor automático de circuito requerido por la sección 600.2 estará a la vista del anuncio luminoso o alumbrado de realce que controla; o puede ubicarse en otro lugar cuando se pueda bloquear en la posición de abierto.

b) Capacidad del interruptor de control. Los interruptores, interruptores intermitentes y los dispositivos similares que controlan transformadores, serán de un tipo aprobado para este fin o tendrán una capacidad de corriente no menor de dos veces la corriente nominal de los transformadores. En circuitos de corriente alterna se pueden usar interruptores de palanca con resorte para cargas inductivas que no sean motores, siempre que no sean mayores que la capacidad del interruptor. (Véase la sección 380.14.)

600.5 Conexión a tierra

a) Los anuncios luminosos, canales, cajas terminales de tubos y otras estructuras metálicas serán conectados a tierra en la forma especificada en el artículo 250 de este Código, a menos que estén aislados de tierra y de otras superficies conductoras y sean inaccesibles a personal no autorizado.

/b) Las partes

b) Las partes metálicas separadas y sin corriente de un alumbrado de realce pueden unirse por conductores de calibre 14 y conectarse a tierra de acuerdo con las disposiciones del artículo 250.

c) Los anuncios luminosos portátiles de lámparas incandescentes o fluorescentes en los que el voltaje en circuito abierto no sea mayor de 150 voltios respecto a tierra, no necesitan ser conectados a tierra.

600.6 Carga de un circuito ramal. Los circuitos se dispondrán de manera que la carga impuesta por las salidas, lámparas y transformadores conectados a ellos no sea mayor que la capacidad del circuito ramal.

Los circuitos que alimenten lámparas, balastos y transformadores o combinaciones de éstos, pueden ser de una capacidad no mayor de 20 amperios.

Los circuitos que alimenten exclusivamente transformadores para lámparas de descarga eléctrica no pueden tener una capacidad mayor de 30 amperios.

600.7 Marcado

a) Los anuncios luminosos estarán marcados con el nombre del fabricante y en los anuncios luminosos de lámparas incandescentes se indicará el número de portalámparas; en el caso de anuncios luminosos a base de lámparas de descarga se indicarán los amperios de entrada a plena carga y el voltaje de entrada. La identificación del anuncio será visible para su inspección después de la instalación.

b) Los transformadores estarán marcados con el nombre del fabricante y en los transformadores para anuncios de lámparas de descarga eléctrica se indicarán los amperios de entrada o los voltioamperios, el voltaje de entrada y el de salida en circuito abierto.

600.8 Cubiertas. La cubierta para anuncios luminosos y alumbrados de realce estará de acuerdo con lo siguiente:

a) Conductores y terminales. Los conductores y terminales en cajas de anuncios, gabinetes y canales de contorno estarán cubiertos, excepto los conductores de alimentación.

b) Cortacorrientes, interruptores intermitentes, etc. Los cortacorrientes, interruptores intermitentes y dispositivos similares estarán

/dentro de

dentro de cajas metálicas, cuyas puertas estén dispuestas de tal manera que puedan abrirse sin retirar obstáculos o partes acabadas de la cubierta.

c) Solidez. Las cubiertas tendrán suficiente resistencia y rigidez.

d) Materiales. Exceptuando los anuncios luminosos portátiles de tipo para interior, los anuncios luminosos y alumbrado de realce se construirán de metal u otro material incombustible. Se puede emplear la madera como decoración exterior si se coloca a no menos de 5 cm del portalámparas más próximo o de las partes que transporten corriente.

e) Cubiertas de metal. Las chapas de cobre serán por lo menos de 0.7 mm. Las chapas de acero pueden ser de espesor de 0.38 mm (No. 28 MSG), excepto que para el alumbrado de realce y para anuncios a base de lámparas de descarga, las chapas de acero serán del espesor de 0.6 mm (No. 24 MSG) a menos que estén onduladas o estampadas en toda su superficie, en cuyo caso pueden ser de espesor de 0.46 mm (No. 26 MSG).

f) Protección del metal. Todas las partes de acero de las cubiertas serán galvanizadas o protegidas de otra forma contra la corrosión.

g) Cubiertas expuestas a la intemperie. Las cubiertas para uso exterior serán a prueba de intemperie y tendrán un número suficiente de orificios de drenaje, cada uno de longitud no mayor de 1.27 cm, ni menor de 0.60 cm. Las conexiones del alambrado no se harán a través del fondo de las cubiertas expuestas a la intemperie, a menos que sean del tipo a prueba de lluvia.

B. Anuncios luminosos y alumbrado de realce. 600 voltios o menos

600.21 Instalación de conductores. Los conductores se instalarán como sigue:

a) Métodos de instalación. Los conductores se instalarán como conductores a la vista sobre aisladores o en tubo metálico rígido, tubo metálico flexible, tubo metálico hermético a los líquidos, tubo metálico eléctrico, cable metálico blindado, canales metálicos, cable tipo ALS y cable tipo MI.

/b) Aislante

b) Aislante y calibre. Los conductores serán de un tipo aprobado para uso general y no serán menores del calibre 14.

Excepción 1: Los conductores en anuncios luminosos portátiles, los terminales cortos permanentemente unidos a portalámparas o balastos y los terminales en canales de alambrado que estén permanentemente unidos a portalámparas de lámparas de descarga o balastos de descarga eléctrica y no tengan una longitud mayor de 2.40 m pueden ser de un calibre menor del 14, pero no menores del 18, y serán de un tipo aprobado para este fin.

Excepción 2: En los anuncios luminosos con lámparas múltiples de incandescencia que necesitan un conductor desde un control a una o más lámparas y cuya carga no sea mayor de 250 vatios, los conductores pueden ser de un calibre menor del 14, pero no menor del 18, si forman parte de un cable aprobado de dos o más conductores.

c) Expuestos a la intemperie. Los conductores en canalizaciones, cables blindados, o cubiertas expuestas a la intemperie serán del tipo con cubierta de plomo u otro tipo especial aprobado para estas condiciones, excepto cuando las cubiertas, el tubo metálico rígido o el tubo metálico eléctrico son herméticos a la lluvia y tienen previsión para el drenaje.

d) Número de conductores en canalizaciones. El número de conductores en canalizaciones para anuncios intermitentes, puede estar de acuerdo con el cuadro 1 del capítulo IX.

e) Conductores a la vista. Los conductores a la vista sobre aisladores cumplirán con las disposiciones de las secciones 300.2 a 300.22, y si se instalan en el exterior estarán de acuerdo con el artículo 730, excepto que la separación entre conductores será solamente de 5 cm.

Excepción: Los conductores a la vista pueden estar sostenidos por portalámparas separados entre sí por una distancia no mayor de 30 cm.

f) Conductores soldados a terminales. Donde los conductores están fijados a portalámparas que no sean del tipo de espiga estarán soldados a los terminales, y las partes expuestas de conductores y terminales serán tratadas para impedir la corrosión. Donde los conductores están fijados a portalámparas del tipo de espiga que protegen los terminales de la entrada de agua y que han sido encontradas aceptables para usar en anuncios luminosos, los conductores serán de tipo trenzado, pero no necesitan soldarse a los terminales.

600.22 Portalámparas. Los portalámparas serán de tipo sin interruptor y de material aislante adecuado y construidos e instalados para que no puedan girar. Los portalámparas miniatura no se utilizarán en anuncios luminosos exteriores ni en alumbrado de contornos.

C. Anuncios luminosos y alumbrado de realce. Más de 600 voltios

600.31 Instalación de conductores. Los conductores se instalarán como sigue:

a) Métodos de instalación. Los conductores se instalarán a la vista, ocultos sobre aisladores, en tubo metálico rígido, tubo metálico flexible, tubo metálico flexible hermético a los líquidos, o en tubo metálico eléctrico.

b) Aislante y calibre. Los conductores serán de tipo aprobado para este fin y para el voltaje del circuito y no serán de un calibre menor del 14.

Excepción: En alambrado de canales los conductores que estén permanentemente unidos a portalámparas o balastos de descarga eléctrica y que no tengan una longitud mayor de 2.40 m, pueden ser de un calibre menor del 14, pero no menor del 18 y serán de un tipo aprobado para este fin.

c) Curvas en conductores. Se evitarán curvas agudas en los conductores.

d) Conductores a la vista. Interiores. Los conductores a la vista en interiores se montarán sobre aisladores incombustibles y no absorbentes. Los aisladores de porcelana serán vitrificados en todas sus superficies expuestas. Se mantendrá una separación mínima de 3.8 cm entre conductores y entre conductores y otros objetos. Los conductores no se instalarán donde puedan estar expuestos a daños materiales.

e) Conductores ocultos sobre aisladores. Interiores. Los conductores ocultos sobre aisladores estarán separados entre sí y de todos los demás objetos, excepto de los aisladores donde están montados, por una distancia no menor de 3.8 cm para tensiones mayores de 10 000 voltios y no menor de 2.5 cm para tensiones de 10 000 voltios o menos. Se

/instalarán

instalarán en canales revestidos de material incombustible que no se utilicen para otro objeto, excepto que los conductores del circuito primario pueden estar en el mismo canal. Los aisladores serán de material incombustible y no absorbente.

f) Conductores en canalizaciones. Donde los conductores tengan una cubierta de plomo u otra cubierta metálica, la cubierta se prolongará más allá del extremo de la canalización y la superficie del cable no estará dañada donde termina la cubierta.

1) En lugares húmedos o mojados, el aislante de todos los conductores se prolongará más allá de la cubierta metálica o canalización, por lo menos 10 cm para tensiones mayores de 10 000 voltios, 7.5 cm para tensiones mayores de 5 000 voltios pero no mayores de 10 000 voltios, y 5 cm para tensiones de 5 000 voltios o menos.

2) En lugares secos el aislante se prolongará más allá de la cubierta metálica o canalización no menos de 6.4 cm para tensiones mayores de 10 000 voltios, 5 cm para tensiones mayores de 5 000 voltios, pero no mayores de 10 000 y 3.8 cm para tensiones de 5 000 voltios o menos.

3) Los conductores conectados a los bornes del punto medio conectado a tierra no necesitan que el aislante se extienda más allá del extremo de la cubierta metálica o canalización.

4) Un conducto metálico que contenga un solo conductor de un terminal secundario de un transformador, no tendrá una longitud mayor de 6 m.

g) Conductores a la vista. Exteriores. Los conductores a la vista en exteriores se montarán sobre aisladores incombustibles y no absorbentes. Los aisladores de porcelana serán vitrificados sobre todas sus superficies expuestas. Se mantendrá una separación de por lo menos 5 cm entre conductores y otros objetos.

Donde estén expuestos a daños materiales o donde estén al alcance desde el suelo, techo o ventana, los conductores estarán dentro de canalizaciones o debidamente protegidos. Cuando estén resguardados, se mantendrá una separación de por lo menos 3.8 cm entre los conductores y la cubierta, a menos que ésta no sea conductora ni combustible.

/h) Vidrieras

h) Vidrieras de exhibición y lugares similares. Los conductores que cuelguen libremente en el aire lejos de material combustible y donde no estén expuestos a daños materiales como en algunas vidrieras de exhibición, no necesitan estar protegidos.

i) Los conductores pueden ser instalados desde el extremo de la canalización, hasta los bornes del punto medio conectado a tierra, de los transformadores diseñados específicamente para este fin y provistos de terminales en el punto medio. Cuando tales conexiones se hacen en el punto medio puesto a tierra del transformador, las conexiones entre los terminales de alta tensión del transformador y los extremos de la línea de la canalización serán lo más corto posible.

600.32 Transformadores. Los transformadores cumplirán con lo siguiente:

a) Tensión. La tensión en circuito abierto del secundario del transformador no será mayor de 15 000 voltios, con una tolerancia de 1 000 voltios para pruebas. En los transformadores con un extremo a tierra, el voltaje en circuito abierto del secundario no será mayor de 7 500 voltios, con una tolerancia de 500 voltios para pruebas.

b) Tipo. Los transformadores serán de un tipo aprobado para este propósito y tendrán una capacidad máxima de 4 500 voltioamperios.

Los transformadores del tipo de núcleo y devanados abiertos no tendrán un voltaje de secundario mayor de 5 000 voltios, con una tolerancia de 500 voltios para pruebas y no se podrán utilizar sino en anuncios pequeños portátiles dentro de edificios.

Los transformadores para instalaciones de alumbrado de realce tendrán una capacidad de corriente en el secundario no mayor de 30 miliamperios, excepto cuando los transformadores y todo el alambrado conectado a ellos estén instalados de acuerdo con las disposiciones del artículo 410 para alumbrado con lámparas de descarga de la misma tensión.

c) Expuestos a la intemperie. Los transformadores para uso en exteriores serán del tipo a prueba de intemperie o protegidos de ella por su colocación dentro del cuerpo del anuncio luminoso o en caja metálica separada.

d) Conexiones del secundario del transformador. Los devanados de alta tensión de los transformadores no se conectarán en paralelo.

/Tampoco se

Tampoco se conectarán en serie, excepto que dos transformadores, cada uno de los cuales tiene uno de sus terminales de alta tensión conectado a la cubierta metálica, se pueden conectar con los devanados de alta tensión en serie para formar el equivalente de un transformador con su punto medio puesto a tierra. Los extremos puestos a tierra serán conectados por conductores aislados no menores del calibre 14.

Excepción. Los transformadores para pequeños anuncios luminosos portátiles, vidrieras de exhibición y lugares similares que estén equipados con terminales permanentemente fijados a los devanados secundarios, dentro de la caja del transformador y que no se extiendan más de 2.40 m más allá de la caja para unirse a los extremos de la línea del tubo, pueden tener los terminales menores del calibre 14, pero no menores del 18, y serán de un tipo aprobado para este fin.

e) Accesibilidad. Los transformadores serán accesibles.

600.33 Tubos luminosos por descarga eléctrica. Los tubos luminosos por descarga eléctrica cumplirán con lo siguiente:

a) Diseño. Los tubos luminosos serán de tal longitud y diseño que no produzcan un sobrevoltaje continuo en el transformador.

b) Soporte. Los tubos luminosos estarán soportados por materiales combustibles y no absorbentes. Los soportes de los tubos serán ajustables cuando sea factible.

c) Contacto con materiales inflamables y otras superficies. Los tubos no tendrán contacto con materiales inflamables y estarán ubicados donde no estén expuestos normalmente a daños mecánicos. Cuando los tubos trabajen a voltajes mayores de 7 500 voltios, sus soportes serán de material incombustible, no absorbente y mantendrán una separación no menor de 6 mm entre el tubo y la superficie más próxima.

600.34 Terminales y portatubos para tubos de descarga eléctrica. Los terminales y portatubos para tubos de descarga eléctrica cumplirán con lo siguiente:

a) Terminales. Los terminales de los tubos serán inaccesibles a personal no calificado y estarán separados de materiales combustibles por medio de un material aislante, incombustible y no absorbente aprobado para este fin o por un espacio libre de 3.8 cm. Por medio del soporte independiente del tubo, se evitará que los terminales sean sometidos a esfuerzos.

/b) Conexiones

b) Conexiones de los tubos por métodos distintos del uso de receptáculos. Donde los tubos no terminan en receptáculos diseñados para este propósito, todas las partes activas de los terminales del tubo y los conductores serán soportadas para mantener una separación de por lo menos 3.8 cm entre conductores o entre conductores y cualquier metal puesto a tierra.

c) Portatubos. Los portatubos serán de material aislante, incombustible y no absorbente, aprobado para este fin.

d) Boquillas. Donde los electrodos penetren en la cubierta de anuncios luminosos para exteriores o de anuncios para interiores, que trabajen a una tensión mayor de 7 500 voltios, se utilizarán boquillas de paso, a menos que haya portatubos o que el anuncio luminoso esté alambrado con alambres desnudos montados sobre soportes aprobados que mantengan el tubo en posición adecuada. Las boquillas serán de material incombustible y no absorbente. Donde se use el alambrado desnudo, el conductor no será menor del calibre 14 sólido de cobre y estará soportado de manera que no pueda combarse o aflojarse disminuyendo la separación requerida en las secciones de este artículo. El conjunto para los electrodos terminales será de un tipo aprobado y soportado a una distancia no mayor de 15 cm de los terminales de electrodos.

e) Vidrieras. En los anuncios luminosos de tipo descubierto para vidrieras, los terminales estarán: i) encerrados en portatubos aprobados para este fin, o ii) encerrados en manguitos de fibra vulcanizada, de compuesto fenólico o de otro material conveniente que sobresalga de todas las partes activas por lo menos 1.3 cm cuando estén suspendidos en el aire sin contacto con superficies puestas a tierra.

f) Sellado de portatubos y boquillas. Pueden utilizarse sellos flexibles no conductores para tapar la abertura entre el tubo y el portatubos o boquilla, para impedir la entrada de polvo o humedad. Este sello no estará en contacto con material conductor puesto a tierra y no debe confiarse en él para el aislamiento del tubo.

g) Cubierta de metal. Las cubiertas de metal para electrodos tendrán una chapa metálica de espesor no menor de 0.6 mm (No. 24 MSG).

/h) Cubiertas

h) Cubiertas de material aislante. Las cubiertas de material aislante serán incombustibles, no absorbentes y aprobadas para el voltaje del circuito.

600.35 Interruptores sobre puertas. Las puertas o tapas que dan acceso a partes no aisladas de anuncios luminosos para interiores o alumbrado de realce, de voltajes mayores de 600 voltios y accesibles al público en general, estarán provistas de interruptores de enclavamiento que al abrir las puertas o retirar las tapas desconecten el circuito primario, o estarán fijadas de tal manera que para abrirlas se necesiten herramientas especiales.

Artículo 610. Grúas y elevadores de carga

A. Alcance y uso

610.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplicarán a las instalaciones de grúas, vías de grúas, elevadores de carga y monorraíles.

610.2 Ubicaciones especiales

a) Peligro debido a materiales inflamables. Las instalaciones en lugares peligrosos cumplirán con las disposiciones de la sección 503.13.

b) Materiales combustibles. Si la grúa trabaja sobre materiales fácilmente combustibles, las resistencias eléctricas serán colocadas en un gabinete bien ventilado, de material incombustible y construido de tal forma que no puedan salir llamas o metal fundido.

Excepción: Las resistencias pueden ser instaladas dentro de una jaula o cabina construida de material incombustible que cierre los lados de la jaula o cabina desde el fondo hasta por lo menos 15 cm por encima del tope de las resistencias.

B. Alambrado

610.11 Métodos de alambrado. Los conductores deberán instalarse en canalizaciones o ser cable tipo ALS o MI.

Excepción 1: Los conductores desnudos utilizados como conductores de contacto.

Excepción 2: Longitudes cortas de conductores desnudos utilizados a la vista en resistencias, colectores y demás equipos.

Excepción 3: Donde se necesiten conexiones flexibles para motores y equipo similar se puede utilizar conducto metálico flexible, tubo metálico flexible hermético a los líquidos, cable blindado, cable con cubierta de goma de conductores múltiples o una cubierta no metálica aprobada.

Excepción 4: Donde se utilice cable multiconductor en una estación de pulsadores suspendida, la estación debe estar soportada de forma que los conductores no estén sometidos a esfuerzos.

610.12 Accesorios terminales de canalizaciones. Los conductores que salgan de las canalizaciones cumplirán con las disposiciones de la sección 300.16.

/610.13 Tipos

610.13 Tipos de conductores. Los conductores serán con cubierta de caucho o del tipo termoplástico, con las excepciones siguientes.

Excepción 1: Los conductores de contacto a lo largo de vías, puentes de grúas y monorraíles pueden ser desnudos y de cobre duro, aluminio o acero en forma de T, ángulos, carriles en forma de T u otras formas rígidas.

Excepción 2: Los conductores flexibles se pueden utilizar para transportar corriente y, donde sea factible, se pueden emplear carretes de cables o dispositivos para arrollar los conductores.

Excepción 3: Los conductores de cinta barnizada (tipo V) o cinta barnizada con asbesto (tipos AVA y AVB) pueden ser utilizados en lugares secos.

Excepción 4: El cable MI puede ser utilizado en lugares húmedos o secos dentro de sus regímenes de temperatura especificados.

Excepción 5: Los conductores expuestos al calor externo o conectados a resistencias tendrán un aislante aprobado para la temperatura y lugar como se especifica en la sección 310.2. Cuando los conductores que no tengan revestimiento exterior resistente a la llama estén agrupados, el grupo estará recubierto con una cinta resistente a la llama.

610.14 Conductores

a) Capacidad de corriente. La capacidad de corriente permisible de los conductores será la indicada en el cuadro 610.14 a). Para la capacidad de corriente de los conductores entre controles y resistencias, véase la sección 430.23.

b) Calibre mínimo. Los conductores tendrán un calibre no menor del 14.

Excepción: Se puede utilizar el calibre 16 para motores de grúas y de elevadores de carga y para circuitos de control, solamente cuando su empleo cumpla los requisitos de la sección 610.14 a) sobre capacidad de corriente y siempre que los conductores estén protegidos contra daños materiales.

c) Conductores de contacto. El calibre de los conductores de contacto no será menor de lo siguiente:

<u>Distancia entre aisladores tensores terminales (metros)</u>	<u>Calibre del conductor</u>
De 0 a 9	6
De 9.1 a 18	4
Más de 18	2

/Cuadro 610.14 a)

Cuadro 610.14 a)

CAPACIDAD DE CORRIENTE EN AMPERIOS DE CONDUCTORES AISLADOS EN CANALIZACION O CABLE, USADOS PARA MOTORES DE GRUAS Y ELEVADORES DE CARGA CON REGIMENES DE TRABAJO DE CORTO TIEMPO

Calibre	Temperatura máxima de trabajo (°C)							
	60		75		90		110	
	Tipos T, TW (minutos)		Tipos RH, RHW, THW, THWN, XHHW (minutos)		Tipos AVB, FEP, FEPB, RHH, SA, TA, THHN, XHHW ^{a/} (minutos)		Tipo AVA (minutos)	
	60	30	60	30	60	30	60	30
16	10	10	10	12	-	-	-	-
14	20	20	25	26	31	32	38	40
12	25	25	30	33	36	40	45	50
10	35	35	40	43	49	52	60	65
8	45	50	55	60	63	69	73	80
6	57	70	76	86	83	94	93	105
5	65	80	85	95	95	106	109	121
4	77	95	100	117	111	130	126	147
3	90	115	120	141	131	153	145	168
2	107	130	137	160	148	173	163	190
1	130	150	143	175	158	192	177	215
0	160	180	190	233	211	259	239	294
00	195	225	222	267	245	294	275	331
000	245	280	280	341	305	372	339	413
0000	295	350	300	369	319	399	352	440
250	350	375	364	420	400	461	447	516
300	410	475	455	582	497	836	554	707
350	460	550	486	646	542	716	616	809
400	515	580	538	688	593	760	666	856
450	565	640	600	765	660	636	740	930
500	620	700	660	847	726	914	815	1 004

Nota: Otros aislantes señalados en la sección 310.2 y aprobados para las temperaturas y lugares, pueden sustituir los indicados en este cuadro.

Las corrientes permitidas en los conductores para motores de 15 min serán las correspondientes a motores de 30 min. aumentadas en un 12 por ciento.

a/ Solamente para lugares secos. Véase el cuadro 310.2 a).

d) Cálculo de la carga del motor. La capacidad de corriente de los conductores de suministro de la grúa no será menor que la capacidad combinada a plena carga, para cortos tiempos, del motor más grande o grupo más grande de motores para cualquier movimiento simple de la grúa, más el 50 por ciento de la capacidad combinada, a plena carga, para cortos tiempos, del motor más grande o grupo más grande de motores siguiente.

e) Otras cargas. Las cargas adicionales, tales como calefacción, alumbrado y aire acondicionado, se registrarán por la aplicación de las secciones apropiadas de este Código.

610.15 Conductor de retorno común. Cuando una grúa o elevador de carga es accionado por más de un motor, puede utilizarse un conductor de retorno común de una capacidad de corriente apropiada.

C. Conductores de contacto

610.21 Instalación de los conductores de contacto. Los conductores desnudos de contacto cumplirán con lo siguiente:

a) Conductores de contacto. Los alambres que se utilicen como conductores de contacto estarán asegurados en los extremos por medio de aisladores tensores aprobados y deberán ser montados sobre aisladores aprobados de tal manera que el límite del desplazamiento del alambre no lo aproxime a menos de 3.8 cm de la superficie sobre la que esté instalado el alambrado.

b) Soportes a lo largo de vías. Los conductores de contacto principales instalados a lo largo de las vías estarán sostenidos por soportes aislantes colocados a intervalos no mayores de 6 m y estos soportes serán aislantes, excepto para los conductores de riel puestos a tierra como está previsto en la sección 610.21 e). Dichos conductores estarán separados entre sí por lo menos 15 cm, excepto para grúas en monorriel donde puede haber una separación no menor de 7.5 cm. Donde sea necesario, los intervalos entre los soportes aislantes pueden ser aumentados hasta 12 m, aumentando proporcionalmente la separación entre conductores.

c) Soportes sobre puentes. Los conductores de contacto de puente se mantendrán separados por lo menos 6.4 cm y cuando el tramo del puente

/es mayor de

es mayor de 24 m se colocarán soportes aislantes de caballete a intervalos no mayores de 15 m.

d) Soportes para conductores rígidos. Los conductores que sean del tipo rígido especificado en la sección 610.13, excepción 1, se instalarán a lo largo de las vías y puentes de grúa, sobre soportes aislantes separados a distancias no mayores de 80 veces la dimensión vertical del conductor, pero en ningún caso mayores de 4.50 m y estarán espaciados entre sí para tener una separación entre conductores o colectores adyacentes de por lo menos 2.5 cm.

e) Vía o carril como conductor del circuito. Los monorraíles, rieles de tranvía o vías de grúa pueden ser utilizados como conductores de corriente para una de las fases de un sistema trifásico de suministro a un transportador, grúa o trole, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes: i) los conductores, para alimentar las otras dos fases del suministro de energía, estarán aislados; ii) el suministro de energía para todas las fases se obtendrá a través de un transformador separador; iii) la tensión no será mayor de 300 voltios, y iv) el riel que sirve como conductor estará efectivamente puesto a tierra en el transformador y puede además estar puesto a tierra por los accesorios utilizados para la suspensión o fijación del riel al inmueble o estructura.

f) Continuidad eléctrica de los conductores de contacto. Todos los tramos de los conductores de contacto rígidos y desnudos estarán mecánicamente unidos para que formen una conexión eléctrica continua.

g) Alimentación de otros equipos. Los conductores de contacto no serán utilizados como alimentadores de otros equipos que no sean la grúa o grúas para las cuales fueron inicialmente destinados.

h) Ubicación o resguardo de los conductores de contacto. Los conductores de contacto estarán ubicados o resguardados de forma que las personas no calificadas no puedan tocar inadvertidamente las partes que transportan corriente.

610.22 Colectores. Los colectores se diseñarán de forma que se reduzca al mínimo el chisporroteo entre ellos y los conductores de contacto, y cuando trabajen en locales utilizados para el almacenamiento de fibras y

/materiales

materiales fácilmente inflamables cumplirán con las disposiciones de la sección 503.13.

D. Control

610.31 Medios de desconexión de los conductores de vías. Se instalará un medio de desconexión entre los conductores de contacto de vía y el suministro de energía. Este medio de desconexión será un interruptor de circuito de motor o un interruptor automático de circuito. Este medio de desconexión será fácilmente accesible y manejable desde el nivel del piso, quedará bloqueado en la posición de abierto, desconectará simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra y estará ubicado a la vista de la grúa o elevador de carga y de los conductores de contacto de vía.

610.32 Medios de desconexión para grúas. En todos los puentes de grúas se instalará, en los alimentadores de los conductores de contacto de vía, un interruptor de circuito de motor o un interruptor automático. Cuando estos medios de desconexión no sean fácilmente accesibles desde el puesto de mando de la grúa, se dispondrán medios para interrumpir el circuito de los motores de la grúa en dicho puesto de mando.

610.33 Capacidad de los medios de desconexión para grúas. En los tableros de protección de grúas para corriente tanto alterna como continua, la capacidad en amperios con carga continua del interruptor o interruptor automático de circuito, requerido por la sección 610.32 y de los contactores de la línea principal, no será menor del 50 por ciento de las corrientes nominales combinadas de los motores para cortos tiempos, ni menor del 75 por ciento de la suma de las corrientes nominales, para cortos tiempos de los motores necesarios para cualquier movimiento simple de la grúa.

610.34 Interruptor de límite. Se instalará un interruptor de límite para el punto superior del recorrido de las grúas.

E. Protección contra sobrecorriente

610.41 Conductores de contacto. Los conductores principales de contacto estarán protegidos por un dispositivo de sobrecorriente.

/610.42 Motores

610.42 Motores de grúas. Si una grúa utiliza más de un motor, cada motor tendrá una protección individual contra sobrecorriente conforme con lo señalado en el artículo 430, excepto que cuando dos motores accionan un solo elevador de carga, carro, furgón o puente y que estén controlados como una sola unidad por un controlador, los dos motores con sus terminales pueden estar protegidos por un solo dispositivo de sobrecorriente.

F. Conexión a tierra

610.51 Conexión a tierra. Todas las partes metálicas expuestas de grúas, elevadores de carga y sus accesorios, incluyendo los controles colgantes o suspendidos, estarán metálicamente unidos entre sí formando un conductor eléctrico continuo, de forma que toda la grúa o el elevador de carga estén conectados a tierra en instalaciones que estén de acuerdo con el artículo 250. Las partes en movimiento, salvo los accesorios o aditamentos removibles que tengan superficies de contacto de metal con metal, tales como las ruedas de un puente sobre vía, estarán consideradas como conectadas eléctricamente entre sí a través de las superficies de contacto, a los efectos de la conexión a tierra.

Artículo 620. Ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas
y aceras móviles

A. Alcance y generalidades

620.1 Alcance. Este artículo se aplica al equipo eléctrico e instalaciones utilizados en relación con ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y aceras móviles.

/Para mayor información véase la norma ANSI A17.1-1965 Código de seguridad para ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y aceras móviles./

620.2 Limitaciones de voltaje. El voltaje nominal utilizado en los circuitos de señales y control, equipos de mando, motores impulsores de máquinas, frenos de máquinas y grupos motogeneradores empleados en ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y aceras móviles, no será mayor de lo siguiente:

a) Para circuitos de señales y de control de funcionamiento y equipo conexo, incluyendo los motores que accionan las puertas: 300 voltios, excepto que pueden utilizarse voltajes mayores para frecuencia de 25 a 60 Hz en corriente alterna o en corriente continua, siempre que la corriente del sistema no pueda en ningún caso ser mayor de 8 miliamperios en corriente alterna o 30 miliamperios en corriente continua.

b) Para motores de impulsores de máquinas, frenos de máquina y grupos motogeneradores 600 voltios; excepto que pueden utilizarse voltajes mayores para los motores de grupos motogeneradores.

620.3 Protección de las partes vivas. Todas las partes activas de los aparatos eléctricos en los huecos de ascensor, en las paradas, dentro o sobre las cabinas de ascensores y montaplatos, o en los pozos y paradas de las escaleras mecánicas o aceras móviles, estarán encerradas para protegerlas de contactos accidentales.

B. Conductores

620.11 Aislante de los conductores. El aislante de los conductores instalados en relación con ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y aceras móviles cumplirá con lo siguiente:

/a) Alambrado

a) Alambrado de los tableros de control. Los conductores desde los tableros a las resistencias del circuito principal serán retardantes a la llama y adecuados para una temperatura no menor de 90°C. Todo el alambrado restante de los tableros de control será retardante a la llama y resistente a la humedad.

b) Cables móviles. Los cables móviles utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del ascensor o montaplatos y la canalización serán de los tipos de cables para ascensores indicados en el cuadro 400.11 o de otros tipos aprobados.

c) Otros alambrados. Todos los conductores colocados en las canalizaciones y dentro o sobre las cabinas de ascensores y montaplatos, en los pozos de escaleras mecánicas y aceras móviles, y en las salas de máquinas de ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y aceras móviles tendrán un aislante retardante a la llama y resistente a la humedad.

d) Espesor del aislante. El espesor del aislante de todos los conductores será adecuado al voltaje de trabajo de los mismos.

620.12 Calibre mínimo de los conductores. El calibre mínimo de los conductores utilizados para el alambrado de ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y aceras móviles, con excepción de los conductores que forman parte integral del equipo de control, será como sigue:

a) Cables viajeros

1) Para circuitos de alumbrado: calibre 14.

Excepción: Se pueden usar en paralelo conductores de calibre 20, o mayor, siempre que la capacidad de corriente sea equivalente por lo menos a la del conductor de calibre 14.

2) Para circuitos de control del funcionamiento y de señales: calibre 20.

b) Demás alambrados. Todos los circuitos de control del funcionamiento y de señales: calibre 20.

620.13 Conductores del circuito del motor. Los conductores que alimentan motores de ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas o aceras móviles tendrán una capacidad de corriente de acuerdo con los párrafos a), b) y c) citados más adelante, basada en la corriente nominal de la placa de los motores. Con control por medio del campo del generador, la capacidad de

/corriente

Excepción: Canales metálicos con tapa de acuerdo con lo permitido en la sección 620.32.

620.34 Soportes. Los soportes de cables o de canalizaciones en los huecos de ascensores y pozos de escaleras mecánicas o aceras móviles, estarán bien fijados al riel guía o a la estructura del hueco del ascensor o pozo de escalera mecánica o acera móvil.

620.35 Canales auxiliares. (Soportes continuos y rígidos para cables.) Los canales auxiliares no estarán sujetos a las restricciones de la sección 374.2 en cuanto a la longitud, o a la sección 374.5 en cuanto al número de conductores.

620.36 Sistemas diferentes en una canalización o cable móvil. Los conductores para circuitos de 600 voltios o menos, para accionamiento, control, fuerza, señales y luz, pueden instalarse en un mismo cable móvil o sistema de canalización siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima existente y que todas las partes activas del equipo estén aisladas a tierra para esta tensión máxima. Dicho cable móvil o canalización puede también llevar un par telefónico para el teléfono de la cabina, siempre que dicho par esté aislado para la tensión máxima existente en el cable o sistema de canalización.

620.37 Alambrado en pozos de ascensores. Los alimentadores principales que alimenten los ascensores y montaplatos se instalarán fuera del hueco del ascensor, excepto en estructuras existentes y con un permiso especial de la autoridad competente. Solamente se podrá instalar en el hueco del ascensor el alambrado eléctrico, la tubería y el cableado utilizados directamente en conexión con el ascensor o montaplatos, incluyendo el alambrado para señales, comunicaciones, alumbrado y ventilación de la cabina y el alambrado para el sistema de detección de fuego del hueco del ascensor.

Excepción: En estructuras existentes se pueden instalar alimentadores para ascensores o para otros usos en huecos de ascensores, con permiso especial, siempre que no se efectúe ningún empalme en el hueco del ascensor.

620.38 Equipos eléctricos en garajes y locales similares. Los equipos eléctricos y el alambrado usado para ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y aceras móviles en garajes, deben cumplir con los requisitos del artículo 511. Los equipos y el alambrado ubicados en la parte

/inferior

inferior de las plataformas para desplazamiento de carros deben considerarse como ubicados en áreas peligrosas.

620.39 Montacargas de aceras. Montacargas con puertas en las aceras, ubicados en el exterior del inmueble, deben tener su alambrado eléctrico en tubos rígidos metálicos o tubos metálicos eléctricos y todas las salidas, interruptores, cajas de paso y sus accesorios, deben ser a prueba de intemperie.

E. Cables viajeros

620.41 Suspensión. Los cables viajeros se suspenderán de la cabina y del extremo superior del hueco del ascensor de manera que se reduzcan al mínimo los esfuerzos aplicados a los conductores individuales de cobre.

Los cables con un tramo no soportado de más de 30 m de longitud deben tener un refuerzo de acero y serán suspendidos directamente por dicho refuerzo.

Quando se utilicen cables sin alambre de refuerzo, éstos se suspenderán dando vueltas con el cable alrededor de los soportes, o se suspenderán de los soportes por medios que automáticamente se aprieten alrededor del cable, cuando la tensión mecánica es aumentada.

620.42 Lugares peligrosos. En lugares peligrosos los cables viajeros deben ser de un tipo aprobado para lugares peligrosos y deben ser fijados a gabinetes a prueba de explosión tal como se especifica en la sección 501.11.

620.43 Ubicación y protección de los cables. Los soportes de los cables viajeros se colocarán de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños debidos a contactos de los cables con la construcción o equipo que esté en el interior del hueco del ascensor. Cuando sea necesario se instalarán los resguardos necesarios para proteger los cables contra daños.

F. Control

620.51 Medios de desconexión. Además del control del ascensor habrá un medio de desconexión de todos los conductores del circuito del motor del ascensor o en el caso de control de campo del generador, del motor de

/propulsión

propulsión del grupo motogenerador que suministre la corriente al motor del ascensor.

a) Tipo. El medio de desconexión será un interruptor o un interruptor automático, en el circuito del motor cubierto y estará controlado desde afuera, y dispuesto para poder ser bloqueado en la posición de abierto.

b) Ubicación. Se ubicará adyacente y bien visible desde la máquina del ascensor, a menos que un interruptor de desconexión en el circuito de control del grupo motogenerador esté colocado adyacente a éste y sea visible desde la máquina del ascensor.

620.53 Protección de las fases. Los ascensores accionados por motores de corriente alterna polifásica estarán provistos de medios para impedir el arranque del motor del ascensor cuando: i) el sentido de la rotación de las fases no sea correcto; ii) si hay falla en cualquiera de las fases.

G. Protección contra sobrecorriente

620.61 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente se hará como se indica en los párrafos siguientes:

a) Circuitos de funcionamiento y de control. Los circuitos de funcionamiento, de control y de señales estarán protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los requisitos de la sección 725.18.

b) Motores

1) Los motores que accionen ascensores, montaplatos y los de los grupos motogeneradores utilizados con control de campo del generador, estarán protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con las disposiciones de la sección 430.33, y se clasificarán como de servicio intermitente.

2) Los motores que accionen las máquinas de las escaleras mecánicas y de las aceras móviles estarán protegidos contra sobrecorriente conforme a las disposiciones de la sección 430.32 y se clasificarán como de servicio continuo.

3) Los motores que accionen escaleras mecánicas y aceras móviles y los motores de los grupos motogenerador, se protegerán contra sobrecorriente en marcha de acuerdo con el cuadro 430.37.

H. Sala de máquinas

620.71 Resguardo del equipo. Los motores que accionan ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas, grupos motogeneradores, controles, equipo auxiliar de control y medios de desconexión, se instalarán en un local o recinto construido independiente para este uso. El local o recinto debe estar provisto para impedir el acceso a personal no autorizado.

Excepción: Los controles de montaplatos, escaleras mecánicas o aceras móviles, se pueden instalar fuera de los lugares indicados anteriormente, siempre que estén encerrados en gabinetes con puertas o paneles removibles que puedan ser bloqueados con llave en la posición de cerrado y que los medios de desconexión estén colocados adyacentes al control. Tales gabinetes pueden ser montados en las barandas laterales, lejos de los escalones móviles o de la plataforma rodante.

620.72 Espacio libre o de trabajo alrededor de los tableros de control. Alrededor de los tableros de control se dejará un espacio libre o de trabajo para proporcionar acceso seguro o conveniente a todas las partes activas del equipo necesario para el mantenimiento y ajuste. El espacio mínimo de trabajo alrededor de las partes activas y tableros de control no será menor que el indicado en la sección 110.16.

El espacio mínimo de trabajo alrededor de los tableros de escaleras mecánicas y aceras móviles será el especificado en la sección 110.16 siempre que cuando los tableros de control estén montados en el mismo espacio que las máquinas que accionan las escaleras mecánicas y las aceras móviles y las separaciones especificadas no puedan ser mantenidas se prescindirá de ellas si el tablero completo está instalado de manera que pueda ser retirado del espacio de las máquinas y tenga conductores terminales flexibles para todas las conexiones exteriores.

Quando los tableros de control no estén instalados en el mismo espacio que las máquinas motrices, se montarán en gabinetes con puertas o cubiertas removibles que puedan bloquearse en la posición cerrado. Dichos gabinetes se pueden instalar en la baranda del lado de afuera de los escalones o de la banda o cinta móvil.

/J. Puesta a

J. Puesta a tierra

620.81 Canalizaciones metálicas fijadas a las cabinas. Las canalizaciones metálicas, cables tipo ALS o cables con blindaje metálico tipo AC, fijados a las cabinas de ascensores estarán unidas a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con las que hagan contacto.

620.82 Ascensores eléctricos. En los ascensores eléctricos las armazones de todos los motores, máquinas elevadoras, controles y todas las cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos de dentro o fuera de la cabina o en el hueco del ascensor serán conectados a tierra.

620.83 Ascensores no eléctricos. En los ascensores no eléctricos cuando cualquier conductor esté fijado a la cabina, la estructura metálica de la cabina que es normalmente accesible a personas, será conectada a tierra.

620.85 Conexión a tierra inherente. El equipo montado sobre elementos de la estructura metálica de un inmueble estará considerado como conectado a tierra. Las estructuras metálicas de las cabinas sostenidas por cables elevadores metálicos que estén unidos o giren sobre poleas o tambores de máquinas elevadoras, serán consideradas como conectadas a tierra cuando la máquina está conectada a tierra de acuerdo con el artículo 250.

K. Sobrevelocidad

620.91 Protección contra la velocidad excesiva en ascensores. Cada ascensor dispondrá de medios de desconexión del lado de la carga, para impedir que el ascensor alcance durante los arreglos o revisiones una velocidad igual a la de disparo del regulador, o una velocidad mayor del 125 por ciento de la de régimen, escogiendo la menor de las dos.

620.92 Dispositivos limitadores de velocidad del grupo motogenerador. Los generadores de grupos motogeneradores accionados por motores de corriente continua y utilizados para el funcionamiento en corriente continua de los motores de los ascensores, estarán provistos de dispositivos limitadores de velocidad, como exige la sección 430.89 c), para impedir que el ascensor alcance en cualquier momento una velocidad mayor del 125 por ciento de su velocidad de régimen.

Artículo 630. Soldadores eléctricos

A. Generalidades

630.1 Alcance. Este artículo abarca los soldadores de arco, los soldados por resistencia y otros equipos similares de soldadura que se alimenten de un sistema eléctrico.

630.2 Otras secciones aplicables. Este artículo amplía o modifica algunas partes de los capítulos I a IV de este Código con objeto de cubrir apropiadamente las condiciones de funcionamiento a que están sometidas las instalaciones de soldadores eléctricos. Por lo tanto, las disposiciones pertinentes de los capítulos I a IV se aplicarán a las partes componentes de las instalaciones para soldadura eléctrica, excepto lo que se disponga en este artículo.

B. Soldadores de arco con transformador de c.a. y rectificador c.c.

630.11 Capacidad de los conductores. La capacidad de corriente de los conductores para soldadores de arco de c.a. con transformador y de c.c. con rectificador será como sigue:

a) Soldadores individuales. La capacidad de corriente de los conductores de suministro no será menor que los valores que resulten de multiplicar la corriente primaria de régimen, en amperios, dada en la placa del soldador, por el factor siguiente, basado en el ciclo de trabajo o el régimen de tiempo de los soldadores:

<u>Ciclo de trabajo de los soldadores (porcentaje)</u>	<u>Factor multiplicador</u>
20 o menos	0.45
30	0.55
40	0.63
50	0.71
60	0.78
70	0.84
80	0.89
90	0.95
100	1.00

/Para un soldador que tenga un régimen de trabajo de una hora, el factor multiplicador será de 0.70./

/b) Grupo de

b) Grupo de soldadores. La capacidad de corriente de los conductores que alimenten a un grupo de soldadores puede ser menor que la suma de las corrientes de los soldadores alimentados calculadas de acuerdo con la sección 630.11 a). La capacidad de corriente se determinará en cada caso con la carga del soldador basada en el uso que se haga de cada uno y el margen permisible en el caso de que todos los soldadores alimentados por los conductores no trabajen al mismo tiempo. El valor de carga utilizado para cada soldador tendrá en cuenta, tanto la magnitud de la carga como su tiempo de utilización.

/Los conductores cuya capacidad de corriente esté basada en el 100 por ciento de la corriente, determinada de acuerdo con la sección 630.11 a), para los dos soldadores más grandes, el 85 por ciento para el soldador tercero en tamaño, el 70 por ciento para el soldador cuarto en tamaño y el 60 por ciento para todos los soldadores restantes, deberían suministrar un margen suficiente de seguridad bajo altas condiciones de producción con respecto a la temperatura máxima permisible en los conductores. Porcentajes inferiores a los dados, son permisibles en el caso en que el trabajo sea tal que sea imposible un ciclo de servicio de funcionamiento elevado para los soldadores individuales.

630.12 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los soldadores de arco de c.a. con transformador y de c.c. con rectificador, cumplirá con lo dispuesto en la sección 630.12 a) y b). Si la capacidad normalizada más próxima del dispositivo de sobrecorriente utilizado es menor que el valor especificado en esta sección o si la intensidad de régimen o de disparo ocasiona desconexiones innecesarias del dispositivo protector, podrá utilizarse la intensidad de régimen o de disparo inmediatamente superior.

a) Para soldadores. Cada soldador tendrá una protección contra sobrecorriente ajustada a no más de 200 por ciento de la intensidad de régimen del primario del soldador, excepto que no se exige un dispositivo de sobrecorriente en los soldadores cuyos conductores de alimentación estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente ajustado a no más de 200 por ciento de la corriente nominal del primario del soldador.

b) Para conductores. Los conductores que alimenten uno o más soldadores estarán protegidos por un dispositivo de sobrecorriente ajustado a no más del 200 por ciento de la capacidad de corriente del conductor.

630.13 Medios de desconexión. Se proveerá un medio de desconexión en el punto de suministro de cada soldador de arco de c.a. con transformador de c.c. con rectificador, si no tiene uno que forme parte integral del mismo.

El medio de desconexión será un interruptor automático de circuito y su capacidad de régimen no será menor que la necesaria para tener en cuenta la protección contra sobrecorriente especificada en la sección 630.12

630.14 Marcado. Cada soldador de arco de c.a. con transformador y de c.c. con rectificador, estará provisto de una placa que contenga la información siguiente: i) nombre del fabricante; ii) frecuencia; iii) tensión primaria; iv) corriente nominal en el primario; v) tensión máxima en el secundario en circuito abierto; vi) corriente nominal en el secundario; vii) número de fases, y viii) bases del régimen de trabajo, por ejemplo: ciclo de trabajo, régimen de 60 minutos.

C. Soldadores de arco con grupo motogenerador

630.21 Capacidad de corriente de los conductores de alimentación. La capacidad de corriente de los conductores para soldadores de arco con grupo motogenerador, debe ser como se indica a continuación:

a) La capacidad de corriente de los conductores de alimentación, no será menor que el valor de la corriente, determinado al multiplicar la corriente primaria nominal en amperios, indicada en la placa del soldador, por el factor siguiente, basado en el ciclo de trabajo o el régimen de tiempo de los soldadores.

<u>Ciclo de trabajo de los soldadores (porcentaje)</u>	<u>Factor multiplicador</u>
20 o menos	0.55
30	0.62
40	0.69
50	0.75
60	0.81
70	0.86
80	0.91
90	0.96
100	1.00

/Para un soldador que tenga un régimen de trabajo de una hora, el factor multiplicador será de 0.80./

/b) Grupo de

b) Grupo de soldadores. La capacidad nominal de corriente de los conductores que alimentan un grupo de soldadores puede ser menor que la suma de las corrientes determinada de acuerdo con la sección 630.21 a), de los soldadores alimentados. La capacidad nominal de corriente de los conductores se determinará en cada caso de acuerdo con la carga del soldador, basada en el uso que se haga de cada uno de los soldadores y el margen permisible en el caso de que todos los soldadores alimentados por los conductores no estén funcionando al mismo tiempo. El valor de carga utilizado para cada soldador debe tener en cuenta, tanto la magnitud como la duración de la carga, mientras el soldador está en uso.

/Los conductores cuya capacidad nominal de corriente esté basada en el 100 por ciento de la corriente determinada de acuerdo con la sección 630.21 a) para los dos soldadores más grandes, el 85 por ciento del soldador tercero en tamaño, el 70 por ciento para el soldador cuarto en tamaño y el 60 por ciento para todos los soldadores restantes, deberán suministrar un amplio margen de seguridad en condiciones severas de producción con respecto a la temperatura máxima permisible en los conductores. Son permisibles porcentajes menores que los dados en el caso en que el trabajo sea tal que sea imposible un ciclo de funcionamiento severo para los soldadores individuales./

630.22 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los soldadores con motogenerador, cumplirá con lo indicado en los párrafos a) y b) de esta sección. Si la capacidad normalizada más próxima del dispositivo de sobrecorriente utilizado es menor que el valor especificado en esta sección o si la intensidad de régimen de disparo especificada ocasiona desconexiones innecesarias del dispositivo de sobrecorriente, podrá utilizarse el valor de intensidad de régimen o de disparo inmediatamente superior.

a) Para soldadores. Cada soldador tendrá una protección contra sobrecorriente ajustada a no más del 200 por ciento de la corriente nominal del primario del soldador, excepto que no se exige un dispositivo de sobrecorriente en los soldadores cuyos conductores de alimentación estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente con ajuste no mayor del 200 por ciento de la corriente nominal del primario del soldador.

b) Para conductores. Los conductores que alimenten uno o más soldadores estarán protegidos por un dispositivo de sobrecorriente con

/ajuste no

ajuste no mayor del 200 por ciento de la capacidad de corriente de los conductores.

630.23 Medios de desconexión. Se proveerán medios de desconexión en el punto de suministro de cada soldador con grupo motogenerador.

Los medios de desconexión serán un interruptor automático de circuito o un interruptor para circuitos de motores y su valor nominal no será menor que el necesario para cumplir con la protección contra sobrecorriente especificada en la sección 630.22.

630.24 Marcado. Cada soldador de arco con grupo motogenerador estará provisto de una placa de características que contenga la información siguiente: i) nombre del fabricante; ii) frecuencia nominal; iii) número de fases; iv) voltaje de alimentación; v) corriente de alimentación; vi) voltaje máximo en circuito abierto; vii) corriente nominal de salida; viii) régimen de trabajo; ix) ciclo de funcionamiento, y x) régimen de 60 minutos.

D. Soldadores por resistencia

630.31 Capacidad de corriente de los conductores. Las capacidades de corriente de los conductores de alimentación de soldadores por resistencia, necesarias para limitar la caída de voltaje a un valor permisible para el funcionamiento satisfactorio del soldador, son normalmente mayores que las requeridas para evitar el recalentamiento, según se indica en la sección 630.31 a) y b).

a) Soldadores individuales. Las capacidades de corriente de los conductores para soldadores individuales cumplirán con lo siguiente:

1) Funcionamiento variable. Las capacidades de corriente de los conductores de suministro para un soldador que pueda trabajar a tiempos distintos y con diferentes valores de la corriente primaria o del ciclo de trabajo, no serán menores del 70 por ciento de la corriente nominal primaria para soldadores de costura y los de avance automático, y del 50 por ciento de la corriente nominal primaria para soldadores operados manualmente de tipo no automático.

/2) Funcionamiento

2) Funcionamiento específico. Las capacidades de corriente de régimen de los conductores de suministro para un soldador alambrado para una operación específica, donde se conoce la corriente primaria y el ciclo de trabajo, que permanecen fijos, no serán menores del producto de la corriente primaria por el factor dado más abajo para el ciclo de trabajo a que funcionará el soldador.

<u>Ciclo de trabajo</u> <u>(porcentaje)</u>	<u>Multiplicador</u>
50.0	0.71
40.0	0.63
30.0	0.55
25.0	0.50
20.0	0.45
15.0	0.39
10.0	0.32
7.5	0.27
5.0	0.22

b) Grupos de soldadores. Las capacidades de corriente de los conductores que alimenten dos o más soldadores, no serán menores que la suma de los valores obtenidos según la sección 630.31 a) para el soldador de mayor potencia y el 60 por ciento de los valores obtenidos, como señala la sección 630.31 a) para todos los demás soldadores servidos.

c) Explicación de los términos

1) La corriente nominal en el primario se deduce de los kVA nominales multiplicándolos por 1 000 y dividiéndolos entre el voltaje primario nominal, haciendo uso de los valores indicados en la placa.

2) La corriente primaria real es la corriente que circula por el circuito de suministro durante cada operación de soldadura para una toma de calentamiento dada y el ajuste de control utilizado.

3) El ciclo de trabajo es el porcentaje de tiempo que el soldador está con carga; por ejemplo, un soldador con puntos, alimentado a 60 Hz (216 000 ciclos por hora), que haga 400 soldaduras de 15 ciclos durante una hora, tendrá un ciclo de trabajo de 2.8 por ciento ($400 \times 15 \times 100/216\ 000$). Un soldador de costuras que trabaje durante 2 ciclos y deje de trabajar durante los 2 ciclos siguientes, tendrá un ciclo de trabajo del 50 por ciento.

630.32 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los soldadores por resistencia será la dispuesta en la sección 630.32 a) y b). Si la capacidad de régimen más próxima del dispositivo de sobrecorriente utilizada es menor que el valor especificado en esta sección, o si la intensidad de régimen o de ajuste especificada ocasiona desconexiones innecesarias del dispositivo de sobrecorriente se podrá utilizar la capacidad de régimen o de ajuste inmediatamente superior.

a) Para soldadores. Cada soldador tendrá un dispositivo de sobrecorriente, cuya capacidad de régimen o de ajuste no supere al 300 por ciento de la capacidad nominal de la corriente del primario del soldador, con la excepción de que no se requerirá un dispositivo de sobrecorriente en los soldadores que tengan un circuito de alimentación protegido por un dispositivo de sobrecorriente, cuya intensidad de régimen o de ajuste no supere al 300 por ciento de la intensidad nominal del primario del soldador.

b) Para conductores. Los conductores que alimenten uno o más soldadores, estarán protegidos por un dispositivo de sobrecorriente, cuya capacidad o ajuste no sea mayor del 300 por ciento de la intensidad nominal del primario del ajuste.

630.33 Medios de desconexión. Se colocará un interruptor automático de circuito mediante el cual pueda aislarse del circuito de alimentación cada soldador por resistencia y su equipo de control. La capacidad de corriente de este medio de desconexión no será menor de la del conductor de alimentación, calculada según se explica en este artículo. El interruptor del circuito de alimentación se podrá utilizar como medio de desconexión del soldador en el caso en que el circuito alimente sólo un soldador.

630.34 Marcado. Cada soldador por resistencia estará provisto de una placa que contenga la información siguiente: i) nombre del fabricante; ii) frecuencia; iii) voltaje primario; iv) capacidad en kVA para un ciclo de trabajo de 50 por ciento; v) voltajes máximos y mínimos en el secundario en circuito abierto; vi) corriente de cortocircuito en el secundario para el voltaje máximo en el secundario; vii) especificación de la garganta o paso, y viii) ajuste requerido del entrehierro.

Artículo 640. Registro de sonido y equipos similares

640.1 Alcance. Este artículo se aplicará a las instalaciones de equipos y el alambrado utilizados para el registro y reproducción del sonido, distribución centralizada de sonido, instalaciones de altavoces, sistemas de registro de información vocal y órganos electrónicos.

640.2 Aplicación de otros artículos

a) Excepto lo modificado por este artículo, el alambrado y equipo desde la fuente de suministro eléctrico a los dispositivos y entre estos dispositivos conectados a sistemas de alambrado interior, cumplirán con los requisitos de los capítulos I a IV de este Código.

b) El alambrado y equipo para sistemas de altavoces, de registro de información vocal, de radiofrecuencia, de audiofrecuencia y para equipos de amplificación asociados con estaciones radiorreceptoras en sistemas de distribución centralizada, cumplirán con las disposiciones del artículo 725.

640.3 Número de conductores en la canalización. El número de conductores en tubería u otra canalización cumplirá con lo indicado en los cuadros 1 a 7 del capítulo IX, excepto lo que sigue:

Excepción 1: Se puede conceder un permiso especial para la instalación de dos cables de dos conductores con cubierta de plomo en tubería de 3/4, siempre que la sección de cada cable no sea mayor de 0.7 cm².

Excepción 2: Se puede conceder un permiso especial para la instalación de dos cables de dos conductores con cubierta de plomo del calibre 19 en tubería de 1/2, siempre que la suma de las secciones de los cables no sea mayor del 32 por ciento de la sección interna del tubo.

640.4 Canales metálicos y canales auxiliares

a) Los canales metálicos con tapa y los canales auxiliares cumplirán con las disposiciones de los artículos 362 y 374.

b) Cuando se utilicen para el registro y reproducción del sonido se hacen las excepciones siguientes:

Excepción 1: Número de conductores en una canalización. Los conductores en canales metálicos y canales auxiliares no llenarán la canalización a más del 75 por ciento de su profundidad.

/Excepción 2:

Excepción 2: Tapas de los canales auxiliares. Cuando la tapa de los canales auxiliares esté a ras con el piso y esté expuesta a objetos pesados en movimiento, será de acero con un espesor no menor de 6 mm. Cuando la tapa no está expuesta a objetos pesados en movimiento, como es el caso de estar en la parte posterior de tableros de equipo, tendrá por lo menos un espesor de 3.4 mm (No. 10 MSG).

Excepción 3: Canales metálicos sin tapa. Los canales metálicos sin tapa pueden ser instalados en lugares ocultos siempre que estén colocados en línea recta entre salidas a cajas de empalme. Las tapas de las cajas deben ser accesibles. Los bordes metálicos de los canales en las cajas de salida y de empalme deben ser redondeados y alisados para evitar la abrasión del aislante de los conductores. Las canalizaciones hechas de secciones se unirán y se conectarán a tierra según señala la sección 250.76.

Excepción 4: Conexión a tierra de los canales con tapa y canales auxiliares. Los canales con tapa y los canales auxiliares metálicos se conectarán a tierra de acuerdo con los requisitos del artículo 250. Cuando los canales con tapa y los canales auxiliares no contengan conductores de alimentación, el conductor de conexión a tierra no necesita ser mayor del calibre 14 de cobre o su equivalente. Cuando los canales con tapa y los canales auxiliares contengan conductores de alimentación, el conductor de puesta a tierra no será menor que el calibre exigido en la sección 250.95.

640.5 Conductores. Los circuitos de salida de amplificadores que transporten señales de audiofrecuencia de 70 voltios o menos y cuyo voltaje en circuito abierto no sea mayor de 100 voltios, pueden utilizar el alambrado clase 2 como se señala en el artículo 725.

/Lo anterior está basado en amplificadores cuya tensión en circuito abierto no sea mayor de 100 voltios cuando son excitados por una señal de cualquier frecuencia de 60 a 100 Hz, suficiente para producir su salida de régimen --70.7 voltios-- para su carga nominal. Esto admite el hecho de que el programa medio es de 12 decibelios por debajo del régimen del amplificador y, por lo tanto, la tensión promedio de la raíz cuadrada de la media de los cuadrados para una tensión en circuito abierto de 70 voltios de salida sería solamente de 25 voltios./

640.6 Agrupamiento de los conductores. Los conductores de diferentes sistemas agrupados en la misma canalización u otra cubierta metálica o en cables o cordones portátiles cumplirán con los requisitos siguientes:

a) Conductores de suministro de energía. Los conductores de suministro de energía estarán debidamente identificados y se utilizarán solamente para alimentar el equipo al cual los otros conductores están conectados.

/b) Conductores

b) Conductores a un motogenerador o convertidor rotatorio. Los conductores de entrada a un motogenerador o convertidor rotatorio se instalarán separados de los conductores de salida.

c) Aislante de los conductores. Los conductores se aislarán individual o colectivamente por grupos con un aislante por lo menos equivalente a los conductores del suministro de energía y otros conductores.

Excepción: Cuando los conductores de suministro de energía y otros conductores estén separados por una cubierta de plomo u otra cubierta metálica continua.

640.7 Cordones flexibles. Los cables y cordones flexibles serán de los tipos S, SJ, ST, SJO y SJT u otros tipos específicamente aprobados para este fin. Los conductores de los cordones flexibles que no sean conductores de suministro de energía, pueden ser de un calibre no menor del 26 siempre que dichos conductores no estén conectados directamente a los conductores de suministro de energía y estén equipados con medios de limitación de corriente de manera que la potencia máxima no sea mayor de 150 vatios, bajo ninguna condición.

640.8 Terminales. Los terminales se marcarán para indicar sus conexiones correctas. Los terminales de los conductores que no sean los de suministro de energía, estarán separados de los terminales de los conductores de suministro por una distancia por lo menos tan grande como la separación entre los terminales de suministro de energía de polaridad opuesta.

640.9 Acumuladores. Los acumuladores cumplirán con lo siguiente:

a) Instalación. Los acumuladores se instalarán de acuerdo con las disposiciones del artículo 480.

b) Aislante de los conductores. Los conductores para acumuladores estarán aislados con goma o termoplástico.

640.10 Protección contra sobrecorriente de los circuitos "A" (filamento), "B" (placa) y "C" (rejilla). La protección contra sobrecorriente se hará como está indicado en los párrafos siguientes:

a) Circuitos "A". Cuando están alimentados por un circuito ramal de la red eléctrica o por acumuladores de más de 20 amperios-hora de capacidad, la protección contra sobrecorriente no será mayor de 15 amperios.

/b) Circuitos "B".

b) Circuitos "B". Los circuitos tendrán una protección contra sobrecorriente no mayor de un amperio. La protección se instalará en cada conductor positivo.

c) Circuito "C". Cuando están alimentados por un circuito ramal de alumbrado o por acumuladores de más de 20 amperios-hora de capacidad, tendrán protección contra sobrecorriente no mayor de un amperio.

d) Los dispositivos de sobrecorriente se instalarán lo más cerca que sea factible de los acumuladores.

640.11 Amplificadores y rectificadores

a) Los amplificadores y rectificadores se ubicarán dentro de cubiertas adecuadas y serán de un tipo aprobado para este fin, a menos que de otra manera sea expresamente permitido por la autoridad encargada de la aplicación de este código.

b) Los amplificadores y rectificadores se ubicarán de manera que sean fácilmente accesibles.

c) Los amplificadores y rectificadores se ubicarán de manera que tengan suficiente ventilación para evitar un aumento excesivo de temperatura dentro de la cubierta.

640.12 Locales peligrosos. El equipo utilizado en locales peligrosos será específicamente aprobado para este fin.

640.13 Protección contra daños materiales. Los amplificadores, rectificadores, altavoces y otros equipos estarán ubicados o serán protegidos de manera que estén resguardados contra daños mecánicos, tales como los que pudieran resultar de incendios o daños provocados por personas.

Artículo 645. Sistemas de procesamiento de datos*

645.1 Alcance. Los requisitos de este artículo se aplicarán a los equipos, alambrado de alimentadores de fuerza, alambrado de interconexión de equipos y conexiones a tierra de los sistemas de procesamiento de datos incluyendo los equipos de comunicaciones de datos usados como unidad terminal.

645.2 Cables de alimentación y de interconexión

a) Los conductores de circuitos ramales por medio de los cuales una o más unidades de un sistema de procesamiento de datos están conectadas a una fuente de alimentación, tendrán una capacidad de corriente no menor del 125 por ciento de la carga total conectada.

b) El sistema de procesamiento de datos puede ser conectado por medio de un cable de computador o de un cordón flexible con enchufe o de un juego de conjuntos de cordones específicamente aprobados como parte del sistema de procesamiento de datos. Las unidades separadas pueden ser interconectadas por medio de cordones flexibles o de cables específicamente aprobados como parte del sistema de procesamiento de datos. Cuando sean colocados sobre la superficie del piso deberán estar protegidos contra daños mecánicos.

c) Los cables de alimentación de fuerza y de comunicación y los cables de interconexión pueden ser instalados bajo una tarima, siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:

1) La tarima sea de construcción adecuada (véase la norma NFPA 75-1968).

2) Los conductores del circuito ramal que conectan los tomacorrientes estén colocados en tubo rígido, tubo metálico flexible, o sean cable tipo MI con aislamiento mineral y cubierta metálica, o cable tipo ALS con cubierta de aluminio.

3) La ventilación por debajo de la tarima sea utilizada únicamente para el equipo de procesamiento y el área de procesamiento de datos.

645.3 Medios de desconexión. Además de los interruptores de desconexión integral e individual de los componentes o de otras unidades del sistema

* Para mayor información, véase la norma NFPA 75-1968 "Protección del equipo electrónico de computadora para el procesamiento de datos."

de procesamiento de datos, se deberán proveer medios de desconexión como se indica a continuación:

a) En cuartos de procesamiento de datos. Los medios de desconexión deberán desconectar el sistema de ventilación que sirve este cuarto y la potencia que alimenta todos los equipos eléctricos del cuarto, con excepción del alumbrado, y serán controlados desde sitios fácilmente accesibles al operador y situados en determinadas salidas del cuarto de procesamiento de datos.

b) En áreas generales de procesamiento de datos. Los medios de desconexión deberán desconectar todos los equipos de procesamiento de datos interconectados ubicados en el área y deberán ser controlados desde un sitio fácilmente accesible para el operador.

645.4 Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas que no transportan corriente, de un sistema de procesamiento de datos, serán conectadas a tierra de acuerdo con los requisitos del artículo 250.

645.5 Marcado. Cada unidad de un sistema de procesamiento de datos que vaya a ser alimentada por un circuito ramal estará provista de una placa de fábrica, la cual debe incluir también el voltaje nominal, la frecuencia de operación y la carga total en amperios.

Artículo 650. Organos

650.1 Generalidades. Este artículo se aplica a aquellos circuitos eléctricos y partes de órganos accionados eléctricamente que son utilizados para el control de los aparatos de sonido y teclados. Los órganos eléctricos deberán cumplir con las disposiciones apropiadas del artículo 640.

650.2 Fuente de energía. La fuente de energía tendrá un voltaje no mayor de 15 voltios y será un generador autoexcitado, un rectificador con transformador de dos bobinados o un acumulador primario.

650.3 Aislamiento. Conexión a tierra. El generador estará efectivamente aislado de tierra y de su motor propulsor o las cubiertas de ambos --generador y motor-- serán conectadas a tierra de la manera descrita en el artículo 250.

650.4 Conductores. Los conductores cumplirán con lo siguiente:

a) Calibre. Ningún conductor tendrá un calibre menor del 26 y el conductor de retorno común tendrá un calibre no menor del 14.

b) Aislamiento. Los conductores tendrán aislante de goma, termoplástico, asbesto, algodón o seda, excepto el conductor de retorno común que tendrá cubierta de goma, termoplástico, cubierta de asbesto (tipos AA, AI o AIA). El algodón o la seda pueden estar saturados con parafina si se desea.

c) Conductores que deben ser cableados. Los conductores deben ser cableados, con excepción del conductor de retorno común y de los conductores contenidos dentro del órgano mismo dentro de las secciones del órgano y dentro de su pupitre. El conductor de retorno común puede colocarse bajo una cubierta adicional que incluya tanto el cable como el conductor de retorno, o puede ser instalado como un conductor separado y puede estar en contacto con el cable.

d) Revestimiento del cable. El cable tendrá uno o más revestimientos exteriores trenzados siempre que pueda utilizarse una cinta en lugar de un trenzado interior. Cuando los cables no se instalan en canalizaciones metálicas, el revestimiento exterior trenzado será retardante a la llama o estará cubierto con una cinta a prueba de fuego firmemente arrollada.

650.5 Instalación de conductores. Los cables deben estar sujetos firmemente en su sitio y pueden ser fijados directamente a la estructura del órgano sin soportes aislantes. Los cables no serán colocados en contacto con otros conductores.

650.6 Protección contra sobrecorriente. Los circuitos se dispondrán de manera que todos los conductores estén protegidos contra sobrecorriente por un dispositivo de sobrecorriente no mayor de 15 amperios de capacidad. Se exceptúan los conductores del circuito principal de suministro y el conductor de retorno común.

Artículo 660. Equipos de rayos X

A. Alcance e instalación

660.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplicarán a todo equipo de rayos X que funcione a cualquier frecuencia o tensión para uso médico o industrial o para cualquier otro fin.

/En este artículo nada debe interpretarse como especificaciones para resguardos contra la radiación útil dirigida o la radiación parásita./

Definiciones

- 1) Portátil: Un equipo de rayos X que puede llevarse a mano.
- 2) Movible: Un equipo de rayos X montado sobre una base permanente dotada de ruedas o similar, que le permita desplazarse cuando está completamente ensamblado.
- 3) Transportable: Un equipo de rayos X diseñado para ser instalado en un vehículo o que puede ser fácilmente desmontado para ser transportado en un vehículo.
- 4) Régimen prolongado: Es el régimen basado en intervalos de funcionamiento no mayores de cinco minutos.
- 5) Régimen momentáneo: Es el régimen basado en intervalos de funcionamiento no mayores de cinco segundos.

660.2 Lugares peligrosos. No se instalarán ni harán funcionar aparatos de rayos X ni equipos conexos en lugares peligrosos, a menos que sean de tipo aprobado para dichos sitios (véase el artículo 517 parte E).

660.3 Conexión al circuito de suministro

a) Equipo fijo o estacionario. Los equipos de rayos X fijos o estacionarios se conectarán a la fuente de suministro por medio de un método de instalación que cumpla los requisitos generales de este Código.

Excepción: El equipo debidamente alimentado por circuitos ramales no mayores de 30 amperios puede ser conectado mediante un enchufe y un cable o cordón de servicio pesado, adecuados.

b) Portátil, movible y transportable. Los equipos de rayos X para usos medicinales (movibles o transportables) de una capacidad no mayor de 60 amperios, no necesitan circuitos ramales individuales. Los

/tomacorrientes

tomacorrientes instalados en circuitos ramales de 50 y 60 amperios, que alimenten equipos de rayos X medicinales, deben ser de la configuración indicada en la figura 660.3 b).

Los equipos portátiles y movibles de rayos X de cualquier capacidad serán alimentados por medio de un enchufe adecuado y de un cable o cordón para servicio pesado. Los equipos transportables de rayos X de cualquier capacidad pueden ser conectados al suministro de energía por medio de conexiones adecuadas y cable o cordón para servicio pesado.

c) Alimentación con más de 600 voltios. Los circuitos y el equipo que funcionan con una fuente de más de 600 voltios deben cumplir con los requisitos del artículo 710.

660.4 Medios de desconexión. En el circuito de alimentación, en un punto de fácil acceso y manejo desde el control de rayos X se instalará un medio de desconexión de capacidad adecuada para, por lo menos, el 50 por ciento de la demanda requerida por el régimen momentáneo o el 100 por ciento de la demanda requerida por el régimen prolongado, según la que sea mayor. Los equipos conectados a un circuito ramal de 120 voltios, de 30 amperios o menos, pueden utilizar como medio de desconexión un tomacorriente y enchufe de tipo con puesta a tierra de capacidad adecuada.

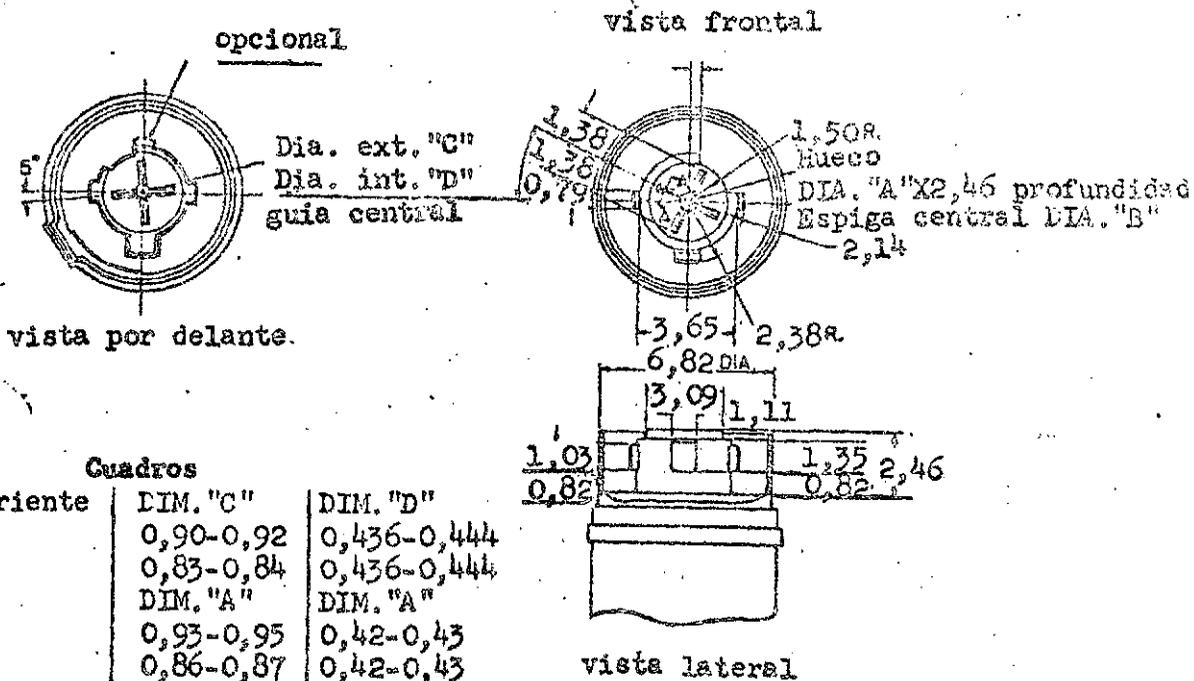
Excepción: Equipos portátiles o movibles de rayos X de cualquier capacidad que cumplan con las disposiciones de la sección 660.11.

660.5 Requisitos para circuitos ramales y para protección contra sobrecorriente. La capacidad nominal de los circuitos ramales y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente se calculará a base del 50 por ciento de la potencia del régimen momentáneo o del 100 por ciento de la potencia del régimen prolongado del equipo de rayos X, escogiéndose el mayor de los dos valores.

/Las capacidades de corriente de los circuitos ramales y la capacidad de los medios de desconexión y protección contra sobrecorriente de los equipos de rayos X, son generalmente recomendadas por el fabricante para la instalación específica./

660.6 Terminales de conexión. A menos que estén provistos con carácter permanente de un cordón o de un juego de cordones, los equipos de rayos X deberán estar dotados de terminales o cables para la conexión de

Figura 660.3 b)



Configuraciones de tomacorrientes y enchufes de 50 y 60 A, 2 polos, 250 voltios, corriente alterna para Rayos X médico. El tomacorriente de 60 A podrá recibir enchufes de 50 ó 60 A; pero el tomacorriente de 50 A recibirá enchufes de 50 A solamente. (Dimensiones en centímetros).

conductores de un calibre mínimo igual al requerido para la demanda del equipo en régimen prolongado.

660.7 Número de conductores en una canalización. El número de conductores de circuitos de control instalados en una canalización, debe ser determinado de acuerdo con la sección 300.17.

660.8 Calibre mínimo de los conductores. Se pueden usar alambres para aparatos de calibres 16 o 18 según se indica en la sección 725.14 y cordones flexibles para los circuitos de control y de funcionamiento de los equipos de rayos X y equipos auxiliares, cuando éstos están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 amperios.

660.9 Instalación del equipo. Todo equipo empleado en instalaciones nuevas de equipos rayos X o equipo usado o reconstruido que se reinstale en un nuevo lugar deberá ser de tipo aprobado.

B. Control

660.10 Equipo fijo y estacionario

a) Dispositivo de control separado. En el control de alimentación de un equipo de rayos X, o en el circuito primario del transformador de alta tensión, se debe instalar un dispositivo de control separado, adicional al medio de desconexión. Este dispositivo debe formar parte del equipo de rayos X, pero puede estar colocado en una cubierta separada, adyacente a la unidad de control de los rayos X.

b) Dispositivos de protección. Para controlar la carga ocasionada por una falla en el circuito de alta tensión se debe proveer un dispositivo de protección, el cual puede estar incorporado en el dispositivo de control separado.

660.11 Equipo portátil y movable. El equipo portátil y movable cumplirá con la sección 660.10, pero el dispositivo controlado a mano estará dentro de él o sobre el mismo.

660.12 Equipo para usos médicos

a) Tipo radiográfico. En cada equipo de tipo radiográfico deberá existir un contador de tiempo o un dispositivo de cierre automático de exposición, así como un interruptor sujetado a mano que energice el

/contador de

contador de tiempo o el dispositivo de cierre automático de exposición y que energice dichos dispositivos al soltarlo.

b) Tipo fluoroscópico. Cada equipo fluoroscópico estará provisto de un interruptor diseñado para abrirse automáticamente.

Excepción: Cuando esté mantenido cerrado por el operador.

c) Tipo terapéutico. Todo equipo terapéutico estará provisto de un contador de tiempo o un dispositivo automático de corte de exposición que no sean del tipo de repetición.

660.13 Equipo industrial de rayos X

a) Tipo radiográfico y fluoroscópico. Todo equipo de tipo radiográfico y fluoroscópico deberá estar encerrado efectivamente y tendrá un sistema que desenergice automáticamente el equipo para impedir el fácil acceso a partes con corriente.

b) Equipo industrial o de laboratorio. Tipo de difracción o de irradiación. Los equipos de difracción o de irradiación estarán provistos de un sistema efectivo de indicación de energización a base de luces piloto, de un medidor de deflexión fácilmente legible o de cualquier medio equivalente.

Excepción: Equipos o instalaciones cubiertos efectivamente o provistos de sistemas que impidan el acceso a partes con corriente, durante el funcionamiento.

660.14 Control independiente. Cuando el mismo circuito de alto voltaje alimenta más de una unidad de equipo, cada unidad o grupo de equipos que formen una unidad, estará provisto de un interruptor de alta tensión o de otro medio de desconexión equivalente. Estos medios de desconexión deben ser contruidos cubiertos o ubicados de manera que se evite que alguna persona pueda hacer contacto con las partes activas.

C. Transformadores y condensadores

660.15 Generalidades. Los transformadores y condensadores que formen parte de equipos de rayos X no necesitan cumplir con los requisitos de los artículos 450 y 460 de este código.

660.16 Condensadores. Los condensadores deben estar colocados dentro de cubiertas metálicas conectadas a tierra o hechas de material aislante.

/D. Resguardos

D. Resguardos y conexión a tierra

660.17 Generalidades

a) Partes de alta tensión. Todas las partes de alta tensión, incluyendo los tubos de rayos X, se instalarán dentro de cubiertas conectadas a tierra. Para aislar la alta tensión de la cubierta conectada a tierra puede utilizarse aire, aceite, gas u otro medio aislante adecuado. Las conexiones del equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y a otras partes componentes de alta tensión se harán con cables de alta tensión con pantalla.

b) Cables de baja tensión. Los cables de baja tensión que sirvan de conexión a unidades con aceite, tales como transformadores, condensadores, enfriadores de aceite e interruptores de alta tensión que estén completamente sellados, serán del tipo resistente al aceite.

660.18 Conexión a tierra. Las partes metálicas de los equipos de rayos X y asociados (controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanque del transformador, cables con pantalla, cabezales del tubo de rayos X, etc.) que no conducen corriente, deben estar conectados a tierra de la manera especificada en el artículo 250.

a) Equipos portátiles y móviles. Los equipos portátiles y móviles estarán provistos de un enchufe con conexión a tierra, de tipo aprobado.

Artículo 665. Equipos de calentamiento por inducción y por pérdidas en el dieléctrico

A. Alcance y generalidades

665.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplicarán a la construcción e instalación de los equipos de calefacción por inducción y por pérdidas en el dieléctrico y a los accesorios para aplicaciones industriales, científicas y médicas, pero no a artefactos domésticos.

665.2 Definiciones. La expresión "equipo de calefacción" en el sentido utilizado en este artículo comprende cualquier equipo utilizado para calefacción y cuyo calor se genera por métodos de inducción o de pérdidas en el dieléctrico.

La calefacción por inducción es el calentamiento de un material nominalmente conductor, debido a sus propias pérdidas $I^2 R$, cuando el material se coloca en un campo electromagnético variable.

La calefacción por pérdidas en el dieléctrico es el calentamiento de un material, nominalmente aislante, debido a sus propias pérdidas dieléctricas cuando el material se coloca en un campo eléctrico variable.

La expresión "equipo terapéutico de alta frecuencia" en el sentido utilizado en este artículo debe ser tomada como refiriéndose a un equipo capaz de producir corrientes alternas que tengan frecuencias más altas que las que ocasionan la respuesta neuromuscular. Con objeto de cumplir con lo anterior, la frecuencia de salida del equipo terapéutico de alta frecuencia no deberá ser menor de 2 megahertz.

665.3 Aplicación de otros artículos. El alambrado desde la fuente de suministro de energía hasta el equipo de calefacción, cumplirá con los capítulos I a IV de este código. Los circuitos y equipo que trabajan con un suministro de energía de más de 600 voltios, cumplirán con las disposiciones del artículo 710.

665.4 Lugares peligrosos. Los equipos de calefacción por inducción y por pérdidas en el dieléctrico no se instalarán en lugares peligrosos de los definidos en el artículo 500, a menos que el equipo y el alambrado estén diseñados y aprobados para estos lugares.

/B. Equipo

B. Equipo motogenerador

665.5 Alcance. El equipo motogenerador incluirá todo el equipo rotatorio diseñado para funcionar con un motor de corriente continua o de corriente alterna o por medio de una transmisión mecánica de una fuente primaria de fuerza motriz, para producir corrientes alternas de cualquier frecuencia para la calefacción por inducción o por pérdidas en el dieléctrico o ambas.

665.6 Capacidad de los conductores de suministro. Las capacidades de corriente de los conductores de suministro serán determinadas de acuerdo con el artículo 430 de este código.

665.7 Protección contra sobrecorriente. El circuito de suministro de energía se proveerá con protección contra sobrecorriente de conformidad con las especificaciones del artículo 430 de este código.

665.8 Medios de desconexión. Se proveerán medios de desconexión conforme a lo especificado en el artículo 430 de este código.

Se proveerá cada equipo de calefacción de medios de desconexión fácilmente accesibles mediante los cuales sea posible desconectarlo del circuito de suministro. La capacidad de corriente de los medios de desconexión no será menor que la corriente nominal del equipo indicada en la placa de características. Los medios de desconexión del circuito de suministro se pueden usar como medio de desconexión del equipo de calefacción cuando el circuito de suministro alimente solamente a un equipo.

665.9 Definición de circuito de salida. El circuito de salida incluirá todos los componentes de salida exteriores al generador, incluyendo contactores, transformadores, barras y otros conductores.

665.10 Circuitos de salida. Los circuitos de salida cumplirán con lo siguiente:

a) Salida del generador. El circuito de salida estará aislado de tierra, excepto el acoplamiento capacitivo inherente del generador, el cual ocasiona que el generador tenga entre sus terminales tensiones que son iguales a las tensiones entre terminal y tierra.

Quando trabaja a voltajes mayores de 500 voltios, el circuito de salida tendrá incorporada una unidad de protección contra fallas de

/corriente

corriente continua. La corriente continua aplicada al circuito de salida no será mayor de 30 voltios y de una capacidad de corriente no mayor de 5 miliamperios.

Se puede utilizar en el circuito de salida un transformador separado para acoplar la carga y el suministro cuando el secundario no esté puesto al potencial de tierra de la corriente continua.

b) Interconexión de componentes. Los diversos componentes requeridos para una instalación completa de un equipo de calefacción por inducción se conectarán por medio de cables multiconductores, barras o cables coaxiales adecuadamente protegidos. Los cables se instalarán en tubería que no sea de hierro. Las barras se protegerán donde sea necesario con cubiertas que no sean de hierro.

665.11 Control. Se puede utilizar corriente alterna de baja frecuencia o corriente continua para la sección de control del equipo de calefacción. El voltaje de control se limitará a un valor de 150 voltios. Se utilizarán conductores sólidos o trenzados de calibre adecuado no menor del 18. Se pueden utilizar componentes de 60 Hz para controlar la alta frecuencia cuando son debidamente dimensionados por el fabricante del equipo de calefacción por inducción. Los circuitos electrónicos que utilizan dispositivos de estado sólido y tubos, pueden utilizar circuitos impresos o conductores debidamente dimensionados menores que el calibre 18.

665.12 Control remoto

a) Cuando se usa el control remoto para aplicar corriente se instalará un interruptor "local-remoto" provisto de enclavamiento para evitar la posibilidad de dar corriente desde otros lugares diferentes a los seleccionados.

b) Los interruptores actuados por presión del pie tendrán un resguardo sobre el botón de contacto para evitar un cierre accidental.

C. Equipos que no sean motogenerador

665.13 Alcance. Los equipos que no sean motogenerador incluyen todos los multiplicadores estáticos y unidades osciladoras que utilizan tubos de vacío o dispositivos de estado sólido o ambos. El equipo será capaz de

/convertir la

convertir la corriente alterna o continua a una frecuencia adecuada para calefacción por inducción o por pérdidas en el dieléctrico o ambas.

665.14 Capacidad de corriente de los conductores de suministro. La capacidad de corriente de los conductores de suministro será determinada como sigue:

a) La capacidad de corriente de los conductores del circuito no será menor que la corriente nominal del equipo indicada en la placa de características.

b) La capacidad de corriente de los conductores que alimentan dos o más equipos no será menor que la suma de las corrientes nominales de todos los equipos indicadas en las placas de características.

Excepción: Cuando no es posible la operación simultánea de dos o más equipos alimentados por una misma fuente, la capacidad de corriente del alimentador no será menor que la suma de las corrientes nominales de las placas de características del grupo más grande de máquinas capaces de trabajar simultáneamente, más el 100 por ciento de las corrientes de los equipos restantes alimentados, funcionando en vacío.

665.15 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente se instalará para el equipo considerado como un conjunto y de acuerdo con lo especificado en el artículo 430. Esta protección contra sobrecorriente se instalará por separado o formando parte del equipo.

665.16 Medios de desconexión. Cada equipo de calefacción tendrá medios de desconexión fácilmente accesibles para que pueda aislarse del circuito de suministro. La capacidad de los medios de desconexión no será menor que la corriente nominal del equipo indicada en la placa de características. Los medios de desconexión del circuito de suministro se pueden usar para desconectar el equipo de calefacción cuando el circuito alimente un solo equipo.

665.17 Definición de circuito de salida. El circuito de salida incluirá todos los componentes de salida exteriores al equipo convertidor, incluyendo contactores, transformadores, barras y otros conductores.

665.18 Circuitos de salida. Los circuitos de salida estarán de acuerdo con lo siguiente:

a) Salida del convertidor. El circuito de salida (directo o acoplado) estará al potencial de tierra del circuito de corriente continua.

/b) Conexiones

b) Conexiones del convertidor y del aplicador. Cuando las conexiones entre el convertidor y el aplicador de trabajo tengan una longitud mayor de 0.60 m se cubrirán o resguardarán con materiales no combustibles.

665.19 Frecuencia de la línea en la salida del equipo convertidor. Las frecuencias de línea de 25 a 60 Hz de corriente alterna de salida pueden ser acopladas para fines de control, limitando su voltaje a un valor de 150 voltios disponible solamente en los periodos de trabajo.

665.20 Interrupción de alta velocidad. Cuando se emplean circuitos de abertura y cierre de alta velocidad que dependan del efecto de "bloqueo de oscilador", el voltaje de pico de salida de radiofrecuencia durante la parte de bloqueo del ciclo no deberá ser mayor de 100 voltios, en unidades que utilicen convertidores de radiofrecuencia.

665.21 Control remoto

a) Cuando se usa control remoto para aplicar corriente se instalará un interruptor "local-remoto", provisto de enclavamiento para evitar la posibilidad de dar corriente desde otros lugares diferentes a los seleccionados.

b) Los interruptores actuados por presión del pie tendrán un resguardo sobre el botón de contacto para evitar un cierre accidental.

D. Resguardo y conexión a tierra

665.22 Cubiertas. Los aparatos convertidores (incluyendo la línea de corriente continua) y los circuitos eléctricos de alta frecuencia (excluyendo los circuitos de salida y control remoto), estarán completamente contenidos de material incombustible.

665.23 Tableros de control. Todos los tableros de control serán de construcción de frente muerto.

665.24 Acceso al equipo interno. Se pueden utilizar puertas o paneles desmontables para el acceso al equipo. Las puertas que den acceso a equipos con voltajes de 500 a 1 000 voltios en corriente alterna o continua tendrán cerraduras o enclavamiento. Las puertas que dan acceso a equipos con voltajes mayores de 1 000 voltios en corriente alterna o continua tendrán ya sea un cierre mecánico con medios de desconexión para impedir el acceso hasta que se haya desconectado la corriente del cubículo, o dispondrán de puerta

/con enclavamiento

con enclavamiento y con cerraduras. Los paneles desmontables, pero no normalmente usados para el acceso a tales partes, se fijarán de manera que dificulten su retiro.

665.25 Etiquetas de "peligro". Se fijarán rótulos de "peligro" sobre el equipo que serán claramente visibles aunque se abran las puertas o se retiren paneles de los compartimientos que contengan voltajes mayores de 250 voltios en corriente continua o alterna.

665.26 Capacitores. Cuando se utilizan capacitores de una capacidad mayor de 0.1 microfaradio en circuitos de corriente continua, ya sea como componentes del filtro del rectificador o como supresores, etc., en circuitos con voltaje mayor de 230 voltios respecto a tierra, se instalarán resistencias de drenaje o interruptores de conexión a tierra como dispositivos de conexión a tierra. El tiempo de descarga estará de acuerdo con las disposiciones de la sección 460.6 a).

Quando se usen rectificadores auxiliares con capacitores de filtro en la salida para suministro de voltajes de rejillas, tubos interruptores, etc., se deben utilizar resistencias de drenaje aunque el voltaje en corriente continua no sea mayor de 230 voltios.

665.27 Pantalla del aplicador de trabajo. Se usarán cajas protectoras o pantallas adecuadas para resguardar los aplicadores de trabajo que no sean bobinas de inducción para calefacción. Las bobinas de inducción para calefacción pueden ser protegidas por aislamiento o con materiales refractarios o por ambos medios. Se usarán interruptores de enclavamiento en todas las puertas con bisagras, paneles deslizantes y otros accesos fáciles al aplicador. Todos los interruptores de enclavamiento se conectarán de manera que cuando se abra cualquiera de las puertas o paneles de acceso al aplicador, quede desconectada la corriente del mismo. No se necesitan interruptores de enclavamiento en las puertas o paneles de acceso cuando el aplicador es una bobina de inducción de calefacción al potencial de tierra en corriente continua, o trabaja a menos de 150 voltios en corriente alterna.

665.28 Puesta a tierra y puentes de unión. Se usarán tierras o puentes de unión entre unidades o ambas cosas, cuando lo requiera el funcionamiento de un circuito para limitar a un valor seguro los potenciales de

radiofrecuencia entre todas las partes descubiertas del equipo que no transporten corriente y el electrodo de tierra, también entre todas las partes del equipo y objetos circundantes y entre los objetos y el electrodo de tierra, tales conexiones a tierra y puentes de unión se instalarán de acuerdo con el artículo 250 de este código.

665.29 Marcado. Cada equipo de calefacción tendrá una placa de características que indicará el nombre del fabricante, la identificación del modelo y los datos de entrada siguientes: voltaje de la línea, frecuencia, número de fases, corriente máxima, plena carga en kVA, y el factor de potencia a plena carga.

E. Equipo terapéutico

665.30 Instalación

a) Cuando el carácter de portátil no es esencial, el equipo se instalará permanentemente de acuerdo con los capítulos I a III de este código.

b) Cuando el carácter de portátil es esencial, el cordón de suministro será un cordón de servicio pesado de tres conductores y de una capacidad de corriente no menor que la nominal del equipo. Un conductor aislado que tiene un color verde continuo o de color verde continuo con una franja amarilla, se usará solamente para la conexión a tierra del equipo. El cordón terminará con un enchufe con toma de tierra de tipo aprobado como se describe en la sección 250.59 b).

665.31 Aplicaciones para equipo terapéutico. La aplicación de la energía en alta frecuencia al paciente se puede hacer por medio de un campo eléctrico o de un campo magnético. Las puertas de los aplicadores que tienen corriente serán aisladas o cubiertas de manera que presenten un aislamiento seguro para el paciente.

665.32 Cubierta. Los aparatos convertidores, incluyendo la línea de corriente continua y los circuitos eléctricos de alta frecuencia, pero con exclusión del cordón de alimentación para las unidades portátiles y de los circuitos de salida, estarán dentro de una caja de material incombustible.

665.33 Tablero de control. Todos los tableros de control serán de construcción de frente muerto.

/665.34 Acceso

665.34 Acceso al equipo interno. El acceso será a través de paneles que no sean fácilmente desmontables. Los paneles que necesiten quitarse para tener acceso a fusibles, tubos electrónicos, interruptores internos, elementos de ajuste y para reposición de dispositivos de sobrecarga y similares, tendrán etiquetas para indicar que hay peligro al quitarlos y cuando estén quitados, o estarán provistos de dispositivos de enclavamiento eléctrico adecuados.

Artículo 670. Máquinas-herramientas para trabajar metales*

670.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplicarán al calibre y a la protección contra sobrecorriente de los conductores de suministro de las máquinas-herramientas para trabajar metales y a los datos de la placa de características requeridos en cada una de estas herramientas.

670.2 Definición de las máquinas-herramientas para trabajar metales. Para el propósito de este artículo, las máquinas-herramientas para trabajar metales están definidas como sigue:

Una máquina-herramienta es una máquina accionada por fuerza motriz, no portátil, que se utiliza para quitar metal o dar formas al metal, por corte, impacto, presión, técnicas eléctricas, o por combinación de estos procesos.

670.3 Datos de la placa de características de una máquina-herramienta. Se fijará sobre la cubierta del equipo de control o en la misma máquina y en lugar que sea claramente visible, después de instalada una placa permanente de características, donde se indiquen los datos siguientes: i) voltaje de suministro; ii) número de fases; iii) frecuencia; iv) corrientes a plena carga (véase la nota 1); v) corriente nominal del motor de mayor potencia; vi) capacidad de interrupción de cortocircuito del dispositivo de protección contra sobrecorriente si existe, y vii) número del diagrama.

Nota 1: La corriente a plena carga no será menor que la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores y de otro equipo que puedan trabajar al mismo tiempo en condiciones de uso normal. Cuando debido a cargas, ciclos de trabajo, etc., no usuales, se requieran conductores de mayor calibre, la capacidad necesaria estará incluida en la "corriente a plena carga" indicada.

Nota 2: Cuando hay más de un circuito de alimentación, la placa llevará la información anterior para cada circuito.

670.4 Conductores que alimentan una máquina-herramienta

a) Los conductores del circuito de alimentación tendrán una capacidad de corriente no menor de la señalada como corriente a plena carga, más el 25 por ciento de la corriente a plena carga del motor de mayor potencia nominal conforme a los datos de la placa. Para la protección de los

* Para mayor información, véase la norma NFPA 79-1971, sobre máquinas-herramientas para trabajar metales.

conductores de alimentación de la máquina-herramienta debe consultarse la sección 240.5.

b) Una máquina-herramienta que cumpla con la norma NFPA 79-1971 será considerada como una unidad individual de equipo. Estará provista de medios de desconexión y puede ser alimentada por circuitos ramales protegidos ya sea por fusibles o por interruptores automáticos de circuito.

c) Los medios de desconexión pueden incluir o no la protección contra sobrecorriente. Cuando la placa de características de la máquina-herramienta indica: "Protección contra sobrecorriente en los terminales del suministro de la máquina," los conductores de suministro se considerarán, ya sea como alimentadores o como derivaciones, según estipula la sección 240.15.

/"Protección contra sobrecorriente en los terminales de suministro de la máquina" significa que se ha previsto que en la máquina-herramienta cada conjunto de conductores de suministro termine en un interruptor automático o en un juego de fusibles."/

Artículo 680. Piscinas de natación y piscinas para niños

A. Generalidades

680.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la construcción e instalación del alambrado eléctrico para los equipos situados dentro de todas las piscinas de natación y piscinas para niños o adyacentes a ellas, tanto si están instalados permanentemente o si son móviles, a todos los accesorios metálicos que se hallen dentro de la piscina o a 1.50 m de ella, y a todos los equipos auxiliares tales como bombas, filtros y similares. No deberán instalarse artefactos eléctricos o alambres dentro del agua ni en las paredes de una piscina de natación, excepto como se indica en este artículo.

/Los requisitos del artículo 680 aumentarán la seguridad de las piscinas decorativas y terapéuticas; sin embargo, éstas pueden necesitar protecciones adicionales para mayor seguridad./

680.2 Aprobación del equipo. Todo equipo deberá ser de tipo aprobado para ese uso.

680.3 Aplicación de otros artículos. Con excepción de lo que se modifica en este artículo, las instalaciones de alambrado eléctrico y los equipos en las piscinas o adyacentes a ellas, cumplirán con las disposiciones que les sean aplicables de los capítulos I a IV de este código. Véase la sección 370.13 para las cajas de empalme, la sección 347.3 para los tubos rígidos no metálicos y el artículo 720 para el alumbrado de bajo voltaje.

680.4 Definiciones

a) Piscina de natación o piscina para niños instalada permanentemente. La que está construida en el suelo, sobre el suelo o dentro de un inmueble, de tal manera que la piscina no pueda ser desarmada fácilmente para ser almacenada o guardada.

b) Piscina de natación o piscina para niños, desmontable. La que está construida de tal manera que pueda ser fácilmente desmontada para ser guardada y vuelta a montar en su forma original.

c) Casco portarreflector. Estructura de metal diseñada para contener un reflector de nicho mojado y destinada a ser instalada en la estructura de una piscina de natación.

/d) Reflector

d) Reflector de nicho mojado. Reflector para ser instalado en un casco metálico colocado en una estructura de piscina de natación, donde el reflector estará completamente rodeado por el agua de la piscina.

e) Reflector de nicho seco. Reflector para ser instalado en las paredes de la piscina en un nicho que estará sellado por medio de un vidrio contra la entrada del agua de la piscina.

f) Interruptor automático para fallas a tierra. Dispositivo cuya función es abrir el circuito cuando la corriente de falla a tierra sea mayor que un valor predeterminado, el cual, a su vez, sea menor que el requerido para hacer funcionar el dispositivo de protección del circuito de alimentación contra sobrecorriente.

/Véase al final de este capítulo el apéndice "Instrucciones para verificar las instalaciones eléctricas existentes en piscinas."/

680.5 Transformadores e interruptores automáticos para fallas a tierra

a) Transformadores. Los transformadores usados para la alimentación de los reflectores junto con su cubierta metálica, deberán ser aprobados para tal fin. El transformador será del tipo de dos devanados con un blindaje metálico puesto a tierra entre los devanados de voltajes primario y secundario.

b) Alambrado. Los conductores del lado de carga de un interruptor de circuito para fallas a tierra o de un transformador, usados de manera que cumplan con los requisitos de la sección 680.20 a) 2) deberán permanecer completamente independientes de todos los otros alambrados y equipos eléctricos.

680.6 Ubicación y protección de los tomacorrientes. No se instalará en la propiedad ningún tomacorriente exterior a menos de 3 m de las paredes internas de la piscina. Todos los tomacorrientes exteriores colocados entre 3 y 4.50 m de las paredes internas de la piscina estarán protegidos por un interruptor de circuito para fallas a tierra. (Véanse las secciones 400.4 para "usos prohibidos" de cordones flexibles y 210.22 d) para tomacorrientes de uso residencial en exteriores.)

En las piscinas instaladas en estructuras permanentes no deberá haber un tomacorriente en la estructura misma a menos de 3 m de las paredes internas de la piscina. Todos los tomacorrientes colocados entre

/3 y 4.50 m de

3 y 4.50 m de las paredes internas de la piscina estarán protegidos por un interruptor de circuito para fallas a tierra.

Para la determinación de las distancias antes indicadas, la distancia a ser medida es la vía más corta que el cordón de suministro de un artefacto conectado al tomacorriente seguiría sin atravesar un piso del inmueble, pared, techo u otra barrera sólida permanente.

680.7 Equipo conectado a enchufes y cordones. Los equipos fijos o estacionarios de capacidad nominal de 20 amperios o menos, que no sean reflectores subacuáticos para una piscina de instalación permanente, pueden conectarse con un cordón flexible para hacer fácil el sacarlos o desconectarlos para mantenimiento o reparación. La longitud del cordón flexible no será mayor de un metro y tendrá un conductor de conexión a tierra del equipo, de calibre no menor de 12 AWG y un enchufe del tipo con conexión a tierra. (Véase la sección 680.24 f) para conexiones con cordones flexibles.)

680.8 Separación de conductores aéreos. Las partes de piscina indicadas a continuación no se colocarán por debajo de las acometidas aéreas, ni de otras líneas aéreas, cuando ya existan, ni tampoco se harán tales instalaciones por encima de las partes indicadas a continuación:

- a) Piscinas y área que se extiende hasta 3 m horizontalmente desde las paredes interiores de la primera.
- b) Estructura de trampolines.
- c) Puesto de observación, torres y plataformas.

B. Piscinas de instalación permanente

680.20 Reflectores sumergidos

a) Generalidades

1) Las disposiciones de la sección 680.20 se aplicarán a todos los reflectores instalados por debajo del nivel normal del agua de la piscina (sumergidos).

2) Los reflectores sumergidos alimentados directamente por un circuito ramal o por medio de un transformador que cumpla con las disposiciones de la sección 680.5 a), deben funcionar de manera confiable en cualquier posible combinación de fallas, de tal forma que no haya ningún peligro de descarga eléctrica. El cumplimiento de este requisito deberá

/asegurarse de

asegurarse de una de las maneras siguientes: i) por el diseño y la construcción del reflector; ii) por el uso de un interruptor automático de fallas a tierra, o iii) por otros medios aceptables.

3) No se instalarán reflectores que operen a un voltaje mayor de 150 voltios entre conductores.

4) Los reflectores instalados en paredes serán colocados con la parte superior del lente del reflector por lo menos 50 cm debajo del nivel normal del agua de la piscina. Los reflectores dirigidos hacia arriba tendrán los lentes adecuadamente protegidos para impedir el contacto con cualquier persona.

Excepción: Los aparatos de alumbrado aprobados para este fin pueden instalarse a una profundidad de 10 cm, por lo menos, por debajo del nivel normal del agua de la piscina.

b) Aparatos de alumbrado de nicho mojado

1) En el montaje de aparatos de alumbrado sumergido de nicho mojado, deberán instalarse las conchas metálicas porta-aparatos aprobadas, previéndose en ellas las entradas para tubo metálico rígido roscado. Desde la concha porta-aparatos hasta la caja de empalmes o cualquier otra salida colocada según se indica en la sección 680.21 deberá instalarse un tubo rígido de bronce u otro metal resistente a la corrosión, aprobado, o un tubo rígido no metálico. Cuando se usa tubo rígido no metálico, se instalará en el tubo un conductor aislado, sólido de cobre, de calibre 8 y se proveerá lo necesario para su conexión en la concha porta-aparato y en la caja de empalme o envoltura. Las piezas metálicas del aparato de alumbrado y de la concha porta-aparato que estén en contacto con el agua de la piscina serán de bronce o de otro metal resistente a la corrosión.

2) El extremo de la cubierta del cordón flexible y los terminales de los conductores correspondientes dentro de un aparato, deben estar cubiertos con un compuesto sellador con el fin de impedir la entrada de agua en el aparato por los cordones o sus conductores. Adicionalmente deberá protegerse de manera similar el enlace de conexión a tierra para evitar así el deterioro que produciría el agua si llegase a entrar en el aparato.

/3) El aparato

3) El aparato de alumbrado se conectará y se fijará a la concha porta-aparato por un dispositivo eficaz que asegure una baja resistencia de contacto y requiera una herramienta para retirar el aparato de alumbrado de la concha porta-aparato.

c) Aparatos de alumbrado de nicho seco. Un aparato de alumbrado de nicho seco tendrá las siguientes provisiones: i) provisión para el drenaje del agua, y ii) los medios necesarios para acomodar un conductor de conexión a tierra de equipo por cada tubo que entre.

Se instalará un tubo metálico rígido o no metálico rígido, aprobado, desde el aparato de alumbrado hasta el equipo de servicio o el tablero de distribución. No se requiere una caja de empalme pero si se usa una, ésta no necesita tener la altura ni la ubicación especificadas en la sección 680.21 a) 4), si el aparato de alumbrado está aprobado para este propósito.

680.21 Cajas de empalme y cubiertas para transformadores y para interruptores de circuito por fallas a tierra

a) Toda caja de empalme conectada a un tubo que se extiende directamente a una concha porta-aparato sumergido debe cumplir las siguientes condiciones: i) estará provista para recibir tubería roscada; ii) deberá ser de cobre, latón, plástico adecuado u otro material aprobado resistente a la corrosión; iii) deberá haber continuidad eléctrica entre cada tubo metálico conectado a ella y los terminales de conexión a tierra, utilizándose para este fin cobre, latón u otro metal aprobado como resistente a la corrosión y que forme parte integral de la caja, y iv) estará localizada a no menos de 20 cm por encima del nivel del piso, del puente de la piscina o del nivel máximo del agua de la piscina, cualquiera de los tres que proporcione la mayor altura, medida desde la parte baja interior de la caja y a no menos de 1.20 m de la pared interior de la piscina, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida o por una pared u otra barrera permanente.

Excepción: En sistemas de alumbrado de 15 voltios o menos se puede usar una caja a ras del puente, siempre que: i) se use un compuesto resinoso o plástico para llenar la caja e impedir así la entrada de la humedad, y ii) la caja a ras del puente esté situada en el perímetro y a no menos de 1.20 m de la pared interior de la piscina.

/b) La caja de

b) La caja de un transformador, de un interruptor de circuito por fallas a tierra o de un dispositivo similar, conectada a un tubo que se acopla directamente a una concha porta-aparato de piscina sumergida deberá cumplir las condiciones siguientes: i) estará provista de salientes roscados para conexión de tubos; ii) estará equipada con un sello aprobado en la entrada del tubo, de modo que impida la circulación de aire entre el tubo y la caja; iii) deberá haber continuidad eléctrica entre cada tubo metálico conectado y los terminales de conexión a tierra de cobre, latón u otro metal aprobado resistente a la corrosión; iv) estará localizada a no menos de 20 cm sobre el nivel del piso, puente de la piscina o nivel máximo del agua de la piscina, cualquiera de los tres que proporcione la mayor altura medida desde la parte baja interior de la caja, y v) se instalará a no menos de 1.20 m de la pared interior de la piscina, en su perímetro, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida, por una pared u otra barrera permanente.

c) Las cajas de empalme y cubiertas instaladas por encima de la rasante del acabado del pasillo alrededor de la piscina, no estarán colocadas en el pasillo mismo a menos que estén provistas de protección adicional, tal como sería colocarlas debajo de los trampolines, adyacentes a estructuras fijas o algo similar.

d) Las cajas de empalme, cubiertas de transformadores y cubiertas de interruptores de circuito contra fallas a tierra, estarán provistas de cierto número de terminales de conexión a tierra, número que debe ser uno más de la cantidad de los tubos que entran.

680.22 Interconexión

a) Las partes indicadas a continuación estarán interconectadas con un conductor sólido de cobre de calibre no menor que el 8: i) todas las partes metálicas de la estructura de la piscina, incluyendo el acero de refuerzo; ii) todas las conchas porta-aparatos; iii) todos los accesorios metálicos que están dentro o fijados a la estructura de la piscina; iv) las partes metálicas de los equipos eléctricos asociados con el sistema de circulación de agua de la piscina, incluyendo los motores de la bomba; v) los tubos metálicos de la instalación eléctrica y los tubos metálicos de agua

/que estén

que estén dentro de una distancia de 1.50 m de las paredes interiores de la piscina y que no están separados de la piscina por una barrera permanente, y vi) todas las partes metálicas fijas que estén dentro de 1.50 m de las paredes interiores de la piscina y que no están separadas del área de la piscina por una barrera permanente.

Excepción 1: Los alambres de acero que unen el acero estructural se consideran adecuados para la unión del mismo, y no necesitan soldadura ni mordaza especial.

Excepción 2: El acero de refuerzo de las estructuras o las paredes metálicas soldadas de estructuras de piscinas, se pueden usar como rejilla común de interconexión para las partes no eléctricas, cuando las conexiones se pueden hacer de acuerdo con la sección 250.113.

b) Para los calentadores de agua de piscina que tienen una capacidad nominal de más de 50 amperios, solamente serán interconectadas a los otros componentes de la piscina las partes del equipo que tienen instrucciones específicas para hacerlo, y serán conectadas a tierra solamente las partes que tengan esa especificación.

680.23 Conexión a tierra. Se conectarán a tierra los equipos siguientes:

i) los aparatos de alumbrado sumergidos de nicho mojado; ii) los aparatos de alumbrado sumergidos de nicho seco; iii) todos los equipos eléctricos colocados dentro de 1.50 m de las paredes interiores de la piscina; iv) todos los equipos eléctricos asociados con el sistema de recirculación de agua de la piscina; v) las cajas de paso; vi) las cubiertas de los transformadores, y vii) los tableros que no forman parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico asociado con la piscina.

680.24 Métodos de conexión a tierra

a) Se aplicarán las disposiciones siguientes a la conexión a tierra de aparatos de alumbrado sumergidos, a las cajas de empalme metálicas de transformadores y otras cubiertas metálicas.

1) Los aparatos de alumbrado de nicho mojado que sean alimentados por un cordón o cable flexible tendrán conectadas a tierra todas sus partes metálicas que no transportan corriente, por medio de un conductor de cobre aislado de conexión a tierra de equipo que forme parte integral del

/cordón o

cordón o cable. El conductor de conexión a tierra estará conectado a un terminal de conexión a tierra en la caja de empalme de la alimentación, cubierta del transformador u otra cubierta. Este conductor de puesta a tierra tendrá un tamaño igual al de los conductores de suministro, pero no menor del 16, de cobre.

2) La caja de empalme, cubierta del transformador u otra cubierta en el circuito de alimentación a un aparato de alumbrado de nicho mojado y la cámara de alambrado hecha en obra, de un aparato de alumbrado de nicho seco, se conectarán a tierra en el terminal de conexión a tierra de equipo del tablero. Este terminal estará directamente conectado a la caja del tablero. El conductor de conexión a tierra de equipo se instalará sin unión ni empalme.

Excepción 1: Cuando se alimente con un mismo circuito ramal más de un aparato de alumbrado sumergido, el conductor de conexión a tierra de equipo instalado entre cajas de paso, cubiertas de transformadores u otras cubiertas en el circuito de suministro de aparatos de alumbrado de nicho mojado, o entre los compartimentos de alambrado hechos en obra de los aparatos de alumbrado de nicho seco, puede terminar en terminales de conexión a tierra aprobados.

Excepción 2: Cuando el aparato de alumbrado sumergido se alimenta desde un transformador y dicho transformador está situado entre el tablero de distribución y una caja de paso conectada al tubo que se extiende directamente hasta el aparato de alumbrado sumergido, la parte final del conductor de puesta a tierra del equipo puede ir en terminales de conexión a tierra aprobados en la cubierta del transformador.

b) Otros equipos eléctricos se conectarán a tierra en el terminal de conexión a tierra de equipo del tablero de distribución.

c) Un tablero que no sea parte del equipo de acometida tendrá un conductor de conexión a tierra de equipo instalado entre su terminal de conexión a tierra y el terminal de conexión a tierra del equipo de acometida.

d) El tamaño de un conductor de conexión a tierra de equipo se determinará de acuerdo con el cuadro 250.95, pero no será menor del calibre 12. Será un conductor aislado de cobre y se instalará con los conductores del circuito en un tubo metálico rígido o un tubo no metálico rígido.

Excepción 1: El conductor de conexión a tierra de equipo especificado en la sección 680.24 a) 1).

/Excepción 2:

Excepción 2: El tamaño del conductor de conexión a tierra de equipo entre la cámara de alambrado del devanado secundario de un transformador y una caja de empalme, se determinará de acuerdo con el dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente. (Véase la sección 680.24 a) 2), excepción 2.)

Excepción 3: El conductor de conexión a tierra de equipo entre un tablero lejano existente y el equipo de acometida, no necesita colocarse en un tubo, si la interconexión se hace por medio de un cable aprobado que tenga un conductor de conexión a tierra de equipo, de cobre aislado o con cubierta.

e) El tamaño de un conductor de conexión a tierra de equipo entre un tablero lejano y el equipo de servicio se determinará de acuerdo con los dispositivos de protección contra sobrecorriente que protegen los conductores que alimentan el tablero. (Véase el cuadro 250.95.)

f) Cuando se conectan equipos fijos o estacionarios con un cordón flexible para facilitar su remoción o desconexión para su mantenimiento, reparación o almacenamiento (véase la sección 680.7), los conductores de conexión a tierra de equipo especificados en la sección 680.24 a) deberán conectarse a una parte metálica fija del conjunto. La parte que es removible estará montada sobre la parte metálica fija.

C. Piscinas desmontables

680.30 Bombas. Una bomba con filtro para piscina conectada por cordón debe tener incorporado un sistema aprobado de doble aislación o su equivalente y debe estar provista con medios para poner a tierra solamente las partes metálicas, internas e inaccesibles del artefacto que no transportan corriente.

El medio de conexión a tierra debe ser un conductor de conexión a tierra de equipo instalado con los propios conductores de la fuente de suministro en el cordón flexible que esté adecuadamente terminado por un enchufe de tipo con conexión a tierra y que tenga una pieza de contacto fija para la conexión a tierra.

680.31 Necesidad de interruptores de circuito contra fallas a tierra. Todos los equipos eléctricos desmontables usados con piscina estarán alimentados por circuitos protegidos por interruptores de circuito contra fallas a tierra.

Apéndice

**INSTRUCCIONES PARA VERIFICAR LA ACEPTABILIDAD DE LAS
INSTALACIONES ELECTRICAS EXISTENTES EN PISCINAS**

A.1 Generalidades. En lo que a estas instrucciones se refiere, se entiende por instalaciones eléctricas existentes en piscinas aquellas instalaciones que fueron construidas antes de la publicación de este Código.

[La mayoría de las instalaciones eléctricas existentes en piscinas se han hecho siguiendo métodos que no dan debida seguridad. Por esta razón se dan las líneas generales para la revisión de las instalaciones existentes.]

Las pruebas que se indican más adelante deben ser hechas por una persona calificada y que conozca los métodos de instalación y de medición de resistencia a tierra.

En caso de que falte cualquier elemento de los descritos en la sección A-3 es necesario incluirlo, modificando la instalación, de acuerdo con el artículo 680. De no ser posible lo citado, la instalación eléctrica deberá ser puesta fuera de servicio.

A.2 Condiciones básicas. Las instalaciones eléctricas existentes en piscinas deberán cumplir con las disposiciones que siguen:

a) Las cajas metálicas de los componentes eléctricos deben estar conectadas a tierra. Los conductores de conexión a tierra de los aparatos de alumbrado y de los demás equipos asociados con la piscina, son las bases principales de defensa contra el peligro de commoción en caso de que haya una avería en las partes eléctricas.

Si se produce un cortocircuito entre la línea viva y las cajas conectadas a tierra, la corriente resultante fundirá el fusible o hará disparar el interruptor automático y protegerá el sistema. Para que esto se verifique tan rápidamente como sea posible, es preciso que cada circuito ramal que alimente equipos fijos, tenga un fusible o un interruptor automático de capacidad no mayor que la requerida por la carga real conectada al circuito.

En el caso muy común de que haya agua dentro del aparato de alumbrado o humedad en el aislante del motor de la bomba, las corrientes de pérdidas pasarán desde el conductor vivo a la caja del aparato de

/alumbrado o

alumbrado o armadura del motor de la bomba. Si éstos están debidamente conectados a tierra, cualquier corriente de pérdida que sea insuficiente para fundir el fusible o hacer disparar el interruptor automático, pasa en su mayor parte a tierra y no produce daños a las personas que estén en la piscina.

b) La resistencia eléctrica de la conexión metálica a tierra debe ser baja. La protección citada anteriormente se obtendrá solamente si las cajas están debidamente conectadas a tierra, esto es, si la conexión eléctrica de la caja a la mejor tierra disponible en el área presenta una resistencia lo suficientemente baja al paso de la corriente eléctrica. Puesto que la conexión a tierra se ha hecho con alambres y en algunos casos por la tubería metálica rígida, la naturaleza misma de estos circuitos introduce alguna resistencia en el recorrido a tierra, pero en el alambrado de una buena instalación, esta resistencia debe ser baja, y permanecer baja. También pudiera haber uniones y empalmes flojos debido a la corrosión, lo que aumentaría la resistencia.

A.3 Verificación de la aceptabilidad de las instalaciones. Con el fin de verificar si las instalaciones eléctricas de piscinas existentes son aceptables, se llevarán a cabo, al principio de cada período de mantenimiento (3 meses) o cuando la autoridad encargada de hacer cumplir estas disposiciones así lo requiera, cada uno de los siguientes pasos:

1) Interrumpir la corriente a todos los circuitos de la piscina incluyendo las luces sumergidas, las bombas, los calentadores, etc., de preferencia retirando los fusibles o abriendo los interruptores automáticos de cada circuito individual en el tablero de distribución.

2) Inspeccionar los aparatos de alumbrado (los aparatos de alumbrado de nicho mojado deben sacarse para ver si hay agua en su interior), el estado de los terminales, el deterioro del aislante, la corrosión, y si están los lentes o las empaquetaduras dañados. Cuando haya agua debe buscarse su origen y corregirse el defecto.

3) Deben inspeccionarse las cajas de empalme que se utilicen con los aparatos de alumbrado sumergidos para ver si hay agua, corrosión, comprobar el estado del aislante en los empalmes y la seguridad y fijación

de las conexiones eléctricas. Si existiese agua debe buscarse su origen y corregir el defecto. Búsquese especialmente el hilo verde de conexión a tierra en el cable de 3 hilos que viene del aparato del alumbrado generalmente a través del fondo de la caja de empalme. Este hilo verde debe conectarse al metal de la caja de empalme generalmente a través del fondo de la caja de empalme, con un tornillo separado de conexión a tierra, que esté atornillado en la pared metálica de la caja. Compruébese la seguridad de fijación de las conexiones eléctricas entre el hilo verde de puestas a tierra y el tornillo de conexión a tierra.

4) Deben inspeccionarse los demás equipos asociados con la piscina, tales como los motores de las bombas, calentadores eléctricos, equipo de clorinación, etc., para comprobar si existen las conexiones a tierra de las partes metálicas, sin corriente, de los equipos; la seguridad y fijación de las mismas.

A.4 Pruebas de las instalaciones

a) Método. Vacíese la piscina hasta que el agua no tenga contacto con los aparatos de alumbrado ni con las partes metálicas de los nichos de los aparatos de alumbrado.

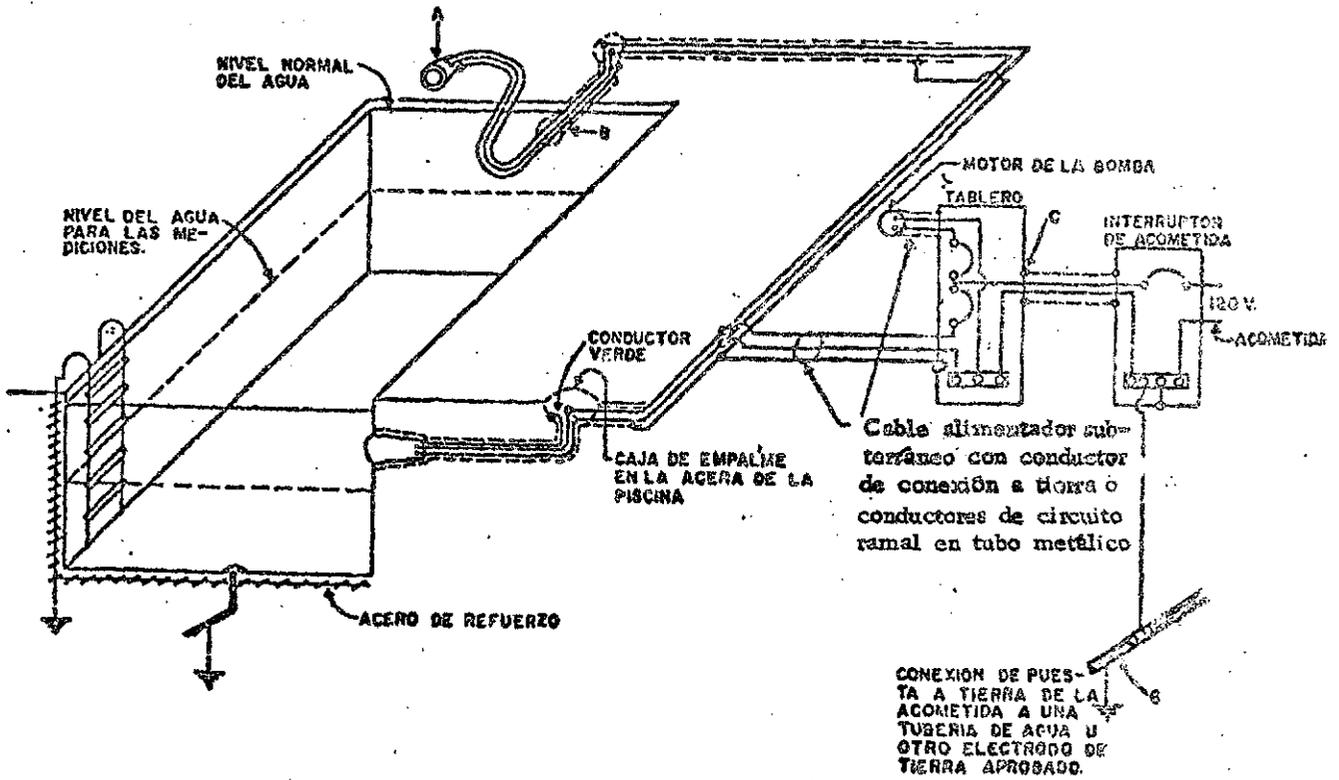
Si los aparatos de alumbrado son del tipo de nicho mojado, retírense de los nichos y colóquense sobre la acera de la piscina para independizar los aparatos de alumbrado de los nichos.

Para todos los aparatos de alumbrado, ya sean de nicho seco o mojado, se debe medir la resistencia eléctrica (más adelante se dan las características del aparato de medición adecuado) entre cada caja individual del aparato de alumbrado indicada como el punto A del diagrama A-4 y el electrodo de tierra, haciendo la medición en el punto donde el conductor de conexión a tierra se une a dicho electrodo, señalado como el punto G del diagrama A-4.

Se hará otra medición de resistencia eléctrica entre el punto B y el punto G para los aparatos de alumbrado de nicho húmedo con revestimiento metálico.

Para completar las mediciones se medirá separadamente la resistencia eléctrica entre la caja del calentador de agua de la piscina

DIAGRAMA 680 A-4



y el punto G, ya citado, del diagrama A-4 y la armadura del motor de la bomba y la caja del clorinador.

Para una protección máxima contra la conmoción bajo condiciones de falla, la resistencia eléctrica entre el punto A y el punto G, no debe ser mayor de un ohmio.

Los hilos del aparato de medida tienen una resistencia que se restará de la obtenida por el ohmímetro. Si la resistencia medida, después de haber restado el valor de la resistencia de los hilos de medición es mayor de un ohmio, se medirá la resistencia en tramos individuales del conductor de conexión a tierra entre el aparato de alumbrado y el punto G para localizar donde está el origen de la alta resistencia.

El cuadro A-4 da la resistencia de una longitud de 100 metros para varios calibres de conductores y cables armados. Se debe consultar este cuadro para determinar si la resistencia de cada tramo es normal, considerando los conductores utilizados y las longitudes de los mismos.

El tubo metálico rígido y el tubo EMT tienen más baja resistencia que los tamaños equivalentes de cables armados.

Cuadro A-4

RESISTENCIA DE UNA LONGITUD DE 100 METROS PARA VARIOS
 CALIBRES DE CONDUCTORES Y CABLES ARMADOS

Alambrado de cobre sólido		Cable armado	
Calibre del conductor	Ohmios por 100 metros a 25° C	Calibre individual de los conductores usados en el cable blindado	Resistencia máxima en ohmios por 100 metros a 25° C
6	0.120	6	1.14
8	0.192	8	1.35
10	0.306	10	1.68
12	0.486	12	1.92
14	0.774	14	2.25
16	1.227		

/La resistencia

La resistencia eléctrica entre el punto B, revestimiento metálico del nicho mojado y el punto G no debe ser mayor de un ohmio. Si se encuentra una resistencia mayor debe ser eliminada siempre que sea posible. Sin embargo, en las instalaciones antiguas el nicho metálico puede no haber sido conectado a tierra durante el trabajo de instalación original. En consecuencia, una simple corrección que no sea una modificación real de la instalación no dará el paso metálico requerido de puesta a tierra. Esta omisión no tiene demasiada importancia si la resistencia entre la cubierta metálica del aparato de alumbrado, punto A y el punto G no es mayor de un ohmio. La resistencia entre cada motobomba, calentador de agua de la piscina y caja de clorinador y el punto G no debe ser mayor de un ohmio. Si resultasen mayores las resistencias, se buscará la falla en el circuito de puesta a tierra.

[Si la comprobación de cualquier sección del circuito de conexión a tierra mostrase que la resistencia tiene el valor mínimo posible con los materiales y longitudes de dicha sección y que este valor está todavía por encima del valor de resistencia máxima recomendada, se aconseja hacer en las conexiones de conexión a tierra la pequeña modificación siguiente: si fuese posible, se hará una adecuada y permanente conexión metálica entre el tubo metálico rígido o el conductor de conexión a tierra (no el conductor neutro) de los circuitos ramales del aparato de alumbrado sumergido, motobomba o calentador del agua de la piscina y el sistema de tubería metálica de agua en alguna parte inmediata al área de la piscina. Esta unión del conductor de tierra al sistema de tubería metálica de agua en la misma piscina ayudaría a bajar grandemente la resistencia del paso a tierra para lugares donde la piscina está situada a gran distancia de la entrada de la acometida.]

b) Medición de resistencias. Las mediciones de resistencias pueden hacerse empleando cualesquiera de los aparatos de medición de resistencias pequeñas, tal como el ohmímetro de tierra. Cuando no se dispone de estos instrumentos o sus equivalentes, puede utilizarse cualquier ohmímetro con escala de baja resistencia, tal como los multímetros para medidas generales. Sin embargo, su falta de precisión para valores de resistencia muy bajos puede aumentar las dificultades para medir las resistencias de pequeños tramos del circuito de puesta a tierra.

La medición de resistencia por el método del voltímetro, cuando se hace pasar una corriente de 15 a 30 amperios, puede ser muy efectiva, aunque no tan práctica como la hecha con un ohmímetro. Esta medición tendría la ventaja de hacer circular por el paso a tierra una corriente capaz de quemar una unión o conexión en mal estado, inadecuada para usarse como tierra. La corriente de prueba puede obtenerse de un transformador separador de baja tensión, lo que reducirá el riesgo de conmoción, si el paso a tierra estuviese cortado.

Como las mediciones se hacen en la proximidad de la piscina, se deben observar las reglas de seguridad aplicables cuando se usa cualquier dispositivo eléctrico en lugares húmedos.

Considerando los peligros, los requisitos mínimos para el trabajo de efectuar las mediciones son: una buena conexión a tierra en el transformador de prueba, un interruptor de dos polos para interrumpir los dos hilos de la línea de suministro al transformador de prueba mientras se cambian las conexiones, y unos guantes de goma secos.

VII. CONDICIONES ESPECIALES

Artículo 700. Sistemas de emergencia

A. Generalidades

700.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la instalación, funcionamiento y mantenimiento de circuitos, sistemas y equipos destinados a suministrar alumbrado y fuerza en caso de falla del suministro normal o en el caso de averías de elementos de un sistema que proporcione fuerza y alumbrado esenciales para la salvaguardia de la vida y de la propiedad, donde tales sistemas o circuitos son oficialmente exigidos por códigos municipales, estatales o nacionales y otros códigos o por cualquier organismo gubernamental que tenga jurisdicción.

Los sistemas de emergencia se instalan generalmente en lugares de reunión donde se necesita alumbrado artificial, tales como edificios ocupados por gran número de personas, hoteles, teatros, campos de deporte, hospitales e instituciones similares.

Los sistemas de emergencia pueden suministrar fuerza para el funcionamiento de equipos esenciales, tales como los de refrigeración, los de ventilación cuando son esenciales para mantener la vida, los de alumbrado y de fuerza para salas de operaciones y partos de hospitales, los aparatos mecánicos de respiración artificial, los sistemas de alarma contra incendio, las bombas de incendio, los destinados a procesos industriales donde la interrupción de corriente produciría serios peligros, los sistemas de altavoces públicos y los equipos similares.

/Véase la norma NFPA 101-1970 "Código de seguridad de la vida," que especifica los lugares donde el alumbrado de emergencia se considera esencial para la seguridad de la vida./

700.2 Otros requisitos aplicables. Todas las disposiciones de este código son aplicables a los sistemas de emergencia excepto por lo modificado en este artículo.

700.3 Aprobación del equipo. Todos los equipos deberán ser aprobados para uso en sistemas de emergencia.

/700.4 Pruebas

700.4 Pruebas y mantenimiento

a) La autoridad encargada del cumplimiento de este código realizará o presenciará una prueba del sistema completo al ser instalado y posteriormente a intervalos periódicos de tiempo.

b) Los sistemas se comprobarán periódicamente siguiendo un plan aceptado por la autoridad encargada del cumplimiento de este código, para asegurar su mantenimiento en buenas condiciones de funcionamiento.

c) Cuando algún sistema o unidad de equipo emplee baterías, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque o ignición de máquinas auxiliares, la autoridad encargada del cumplimiento de este código exigirá un mantenimiento periódico.

d) Se guardará un registro escrito de tales comprobaciones y mantenimiento.

700.5 Capacidad. Los sistemas de emergencia tendrán capacidad y régimen adecuados para el funcionamiento de emergencia de todos los equipos conectados al sistema.

B. Fuentes de energía

700.6 Sistemas. El suministro de corriente será tal que en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado o la fuerza de emergencia, o ambos, estén disponibles de inmediato. El sistema de suministro para fines de emergencia puede comprender uno o más de los tipos de sistemas señalados en las secciones 700.7 a 700.10. Los equipos que estén de acuerdo con la sección 700.22 cumplirán con los requisitos aplicables de este artículo.

Debe tenerse en cuenta la clase de servicio que se necesite, si es de corta duración como son las luces de salida de un teatro, o de larga duración como para el suministro de emergencia para fuerza y alumbrado debido a falta de corriente durante un largo período provocada por anomalías ya sea dentro o fuera del edificio, como es el caso de un hospital.

[La asignación del grado de confiabilidad del sistema de suministro de emergencia depende de una cuidadosa evaluación de las variables en cada instalación particular.]

/700.7 Acumuladores.

700.7 Acumuladores. Una acometida de acuerdo con el artículo 230 y una batería de acumuladores de régimen y capacidad adecuados para suministrar y mantener con no menos del 87.5 por ciento del voltaje tensión del sistema, la carga total de los circuitos que alimentan el alumbrado y la fuerza de emergencia durante un período de por lo menos una hora y media.

Los acumuladores, ya sean de tipo ácido o alcalino, estarán diseñados y contruidos para que reúnan los requisitos para servicio de emergencia. Cuando son de tipo plomo-ácido tendrán ácido de baja densidad (1.20 a 1.22 de densidad), placas y separadores relativamente resistentes y gruesos y un recipiente transparente.

700.8 Grupo generador. Una acometida de acuerdo con el artículo 230 y un grupo generador accionado por fuerza motriz de cualquier tipo, de capacidad y régimen adecuados para alimentar los circuitos de alumbrado y de fuerza de emergencia, con los medios apropiados para el arranque automático del motor en el caso de falla del servicio de suministro normal. Para los hospitales, el intervalo de tiempo entre el instante de la falta de servicio normal y la puesta en funcionamiento de servicio de emergencia, no será mayor de 10 segundos.

[Véase la sección 700.4.]

700.9 Acometidas separadas. Dos acometidas, cada una de acuerdo con el artículo 230, aéreas o subterráneas, ampliamente separadas tanto eléctrica como físicamente para disminuir la posibilidad de una interrupción simultánea del suministro.

700.10 Conexión en el lado de la línea del medio de desconexión de la acometida. Mediante conexiones en el lado de la línea de los medios de desconexión de la acometida principal, si estas conexiones están suficientemente separadas de la acometida principal para impedir la interrupción simultánea del suministro debido a una falla dentro del edificio o grupo de edificios servidos.

[Véase la sección 230.73.]

700.11 Fuente auxiliar. Los requisitos de las secciones 700.5 y 700.6 se aplicarán también a las instalaciones en las cuales toda la carga eléctrica de una acometida o de una subacometida se disponga para ser alimentada por

/una segunda

una segunda fuente. El suministro de corriente por una fuente auxiliar de reserva deberá cumplir con los requisitos de disponibilidad de la sección 700.6.

700.12 Señales de averías. Donde sea factible se instalarán dispositivos de señales audibles y visibles para los fines siguientes: i) dar aviso de avería de la fuente de emergencia o auxiliar; ii) indicar cuando la batería o el grupo generador estén suministrando carga, y iii) indicar mediante una señal visual cuando el cargador de baterías esté funcionando normalmente.

C. Circuitos de emergencia para alumbrado y fuerza

700.13 Cargas en circuitos ramales de emergencia. Los circuitos de alumbrado de emergencia no alimentarán artefactos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para el servicio de emergencia.

700.14 Alumbrado de emergencia. El alumbrado de emergencia incluirá todas las luces de salida requeridas y todas las demás luces especificadas como necesarias para obtener un alumbrado suficiente.

/Los sistemas de emergencia para alumbrado deben ser diseñados e instalados de manera tal que la falla de un elemento individual, como es el caso de quemarse el filamento de un bombillo, no deje áreas en completa oscuridad./

700.15 Circuitos de emergencia para alumbrado. Los circuitos ramales destinados a suministrar alumbrado de emergencia se instalarán de forma tal que entren en funcionamiento inmediatamente cuando el suministro normal del alumbrado se interrumpa. Tal instalación se obtendrá por uno de los medios siguientes:

a) Una fuente de alumbrado de emergencia, independiente del sistema general de alumbrado, con medios para realizar automáticamente la transferencia del alumbrado de emergencia, mediante dispositivos aprobados para este propósito, en el caso de falla del suministro del sistema general del alumbrado.

b) Dos o más sistemas separados y completos con fuentes de suministro independientes, de manera que cada sistema provea suficiente corriente para el alumbrado de emergencia. A menos que ambos sistemas se utilicen

para el alumbrado normal y se mantengan encendidos los dos, se proveerán medios para que uno u otro se ponga en marcha cuando falle el otro. Cualquiera de ellos o ambos pueden formar parte del sistema general de alumbrado del local protegido, si los circuitos que alimentan las luces para alumbrado de emergencia están instalados de acuerdo con las otras secciones de este artículo.

700.16 Circuitos de emergencia para fuerza. Los circuitos ramales que alimentan equipos clasificados como de emergencia, tendrán una fuente de alimentación de emergencia a la cual será transferida automática e inmediatamente la carga cuando falle el suministro normal.

700.17 Alambrado independiente. El alambrado de los circuitos de emergencia deberá ser completamente independiente de otras instalaciones y equipos y no se instalará en los mismos conductos, cajas o gabinetes con otros alambrados.

Excepción 1: En los interruptores de transferencia.

Excepción 2: En los aparatos de alumbrado de emergencia o de salida cuando están alimentados por dos fuentes.

Excepción 3: En una caja de empalme común conectada a aparatos de alumbrado de salidas o de emergencia, alimentados por dos fuentes.

D. Control

700.18 Requisitos para los interruptores. Los interruptores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia se dispondrán de forma que solamente sean controlados por personas autorizadas.

Excepción 1: Cuando dos o más interruptores de una vía estén conectados en paralelo para controlar un solo circuito, por lo menos uno de estos interruptores será accesible solamente a personal autorizado.

Excepción 2: Se permiten interruptores adicionales que puedan solamente encender las luces de emergencia, pero no apagarlas.

No se instalarán interruptores conectados en serie, ni de tres o cuatro vías.

700.20 Otros interruptores

a) Luces exteriores. Las luces del exterior del edificio que no se necesitan para iluminación cuando la luz del día es suficiente, pueden

/ser controladas

ser controladas mediante un dispositivo automático actuado por la luz, de tipo aprobado para este propósito.

b) Corredores de los hospitales. Se permiten arreglos de interruptores que transfieran las lámparas de techo de los corredores en las áreas de pacientes de hospitales, a las lámparas previstas para servicio nocturno, siempre que se tomen las provisiones para que los interruptores puedan sólo elegir entre dos grupos de lámparas y no puedan apagar ambos al mismo tiempo.

E. Protección contra sobrecorriente

700.21 Accesibilidad. Los dispositivos de sobrecorriente de los circuitos ramales de emergencia, serán accesibles solamente a personal autorizado.

F. Equipos unitarios

700.22 Equipos unitarios. Donde lo permita la autoridad encargada del cumplimiento de este código, en lugar de otros métodos especificados en otras partes de este artículo, los equipos individuales para alumbrado de emergencia estarán formados de: a) un acumulador recargable; b) medios para cargar el acumulador; c) una o más combinaciones de las dos cosas; d) un dispositivo de relés dispuestos para energizar automáticamente las lámparas cuando falla el suministro normal del edificio. Los acumuladores deberán tener el régimen y la capacidad apropiados para suministrar y mantener, a no menos del 87.5 por ciento del voltaje nominal del acumulador, la carga total de lámparas conectadas por lo menos durante una hora y media. Los acumuladores, ya sean de tipo ácido o tipo alcalino, estarán diseñados y construidos para que reúnan los requisitos para servicio de emergencia. Cuando sean del tipo ácido-plomo, los acumuladores tendrán un recipiente transparente.

Los equipos unitarios se instalarán en lugares fijos, es decir, no serán portátiles. Las instalaciones de cada unidad estarán de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de instalación del capítulo III. No se conectarán con cordones flexibles. El circuito de suministro entre el equipo y la acometida, alimentadores o circuitos

/ramales, se

ramales, se instalará como señala la sección 700.17. Los aparatos de alumbrado de emergencia que se alimentan de un equipo unitario y no forman parte de él, se alambrarán hasta el equipo unitario como requiere la sección 700.17 y por uno de los métodos de instalación del capítulo III.

Artículo 710. Más de 600 voltios. Generalidades

A. Generalidades

710.1 Alcance. Este artículo se aplica en general a todos los circuitos y equipos que trabajen a más de 600 voltios. Para instalaciones específicas, véanse los artículos a que hace referencia la sección 710.2.

710.2 Instalaciones cubiertas por otros artículos. Las disposiciones aplicables a tipos específicos de instalaciones están comprendidas en los artículos: 230, acometidas; 346, tubo metálico rígido; 347, tubo no metálico rígido; 365, canalizaciones prealambradas; 430, motores, circuitos y controles de motores; 450, transformadores y bóvedas de transformación; 460, capacitores; 730, alimentadores y circuitos ramales exteriores; 410, aparatos de alumbrado, portalámparas, lámparas, tomacorrientes y rosetas; 600, anuncios luminosos, alumbrado de realce; 660, equipos de rayos X, y 665, equipos de calentamiento por pérdidas en el dieléctrico y por inducción.

710.3 Métodos de alambrado

a) Conductores por encima del nivel del suelo. Deben instalarse en tubería metálica rígida, en una canalización prealambrada, en otras canalizaciones adecuadas o como cable armado, colocado a la vista y adecuado para el propósito y uso.

En sitios accesibles únicamente a personal calificado se pueden usar a la vista cables con recubrimiento no metálico; también se pueden usar barras o conductores desnudos.

b) Conductores subterráneos. Los conductores deben ser adecuados para el voltaje y las condiciones inherentes al servicio. Deberán enterrarse a una profundidad no menor de 0.75 m los conductores instalados en tubería metálica rígida o en cables adecuados para ser enterrados directamente, siempre que los conductores vivos estén rodeados por alambres concéntricos (pantalla) conectados a tierras múltiples y efectivas, que estén cercanos unos de otros, uniformemente repartidos a lo largo de la circunferencia y que reúnan los requisitos de la sección 250.51. Cuando se utilizan otros métodos de alambrado los conductores pueden ser colocados a una profundidad no

/menor de 1.10 m

menor de 1.10 m y preferiblemente a no menos de 0.15 m por debajo de otros servicios.

Excepción 1: Calles y carreteras. Por debajo de calles y carreteras los conductores pueden ser colocados a una profundidad de 0.60 m si están en tubería metálica rígida.

Excepción 2: Pistas de aeropuertos. En las pistas de aeropuertos incluyendo las áreas adyacentes definidas a las cuales el acceso está prohibido, los cables pueden ser enterrados a una profundidad no menor de 0.45 m y no necesitan ser colocados en canalizaciones o tener una protección de concreto.

Excepción 3: Profundidades menores para condiciones no usuales. La profundidad indicada anteriormente en el párrafo b) puede ser reducida en 0.30 m por cada 5 cm de capa protectora de concreto colocada sobre los conductores.

710.4 Conductores aislados con cubierta trenzada. Instalaciones a la vista. En tramos de líneas a la vista los conductores aislados con cubierta trenzada tendrán dicha cubierta de material retardante a la llama. Cuando los conductores utilizados no tienen esta protección, se aplicará al revestimiento trenzado, después de la instalación, un impregnante retardante a la llama. Este revestimiento trenzado y tratado se quitará en una longitud prudencial en los terminales de los conductores, según el voltaje de trabajo. Esta distancia, cuando sea factible, no será menor de 2.5 cm por cada kilovoltio de voltaje del circuito entre el conductor y tierra.

710.5 Pantalla en los conductores aislados con dieléctrico sólido. Cuando se utilizan conductores aislados con dieléctrico sólido en instalaciones permanentes y que trabajen a voltajes mayores que los indicados en el cuadro 710.5 y en las condiciones señaladas, tendrán que ser de un tipo con pantalla, a objeto de confinar su campo eléctrico.

710.6 Conexión a tierra de la cinta que forma la pantalla. La pantalla metálica u otra pantalla electrostática cualquiera de un cable blindado se quitará en todos los extremos, como en mufa y uniones, hasta una distancia segura para el voltaje del circuito. En tales puntos se utilizarán métodos adecuados, como el uso de mufas terminales, conos de esfuerzo o dispositivos similares para reducir la tensión mecánica y la pantalla metálica será conectada a tierra.

710.7 Conexión a tierra. El alambrado y las instalaciones de equipos deben cumplir con las disposiciones aplicables del artículo 250.

Cuadro 710.5

PANTALLA EN LOS CONDUCTORES AISLADOS CON DIELECTRICO SOLIDO

Método de instalación	Voltaje en kV entre conductores vivos, por encima del cual hay que utilizar pantalla			
	Neutro puesto a tierra		Neutro no puesto a tierra	
	Cubierta fibrosa	Cubierta resistente al ozono	Cubierta fibrosa	Cubierta resistente al ozono
En tubería metálica o canal por encima del nivel del terreno en interiores secos				
Uniconductores	2	5 ^{a/}	2	3
Multiconductores	2	5	2	5
En tuberías y ductos subterráneos y otros lugares húmedos				
Uniconductores	2	3 ^{b/}	2	3
Multiconductores	2	5	2	5
Sobre aisladores				
Solamente multiconductores		No se necesita hasta 5 kV	3	5
Directamente enterrados				
Uniconductores	-	3	-	3
Multiconductores	-	5	-	5

Nota: Los cables de uno o tres conductores con pantalla metálica no necesitan otra pantalla metálica para voltajes de 5 kV o menores. En el caso de cables de equipo portátil es una buena práctica especificar el uso de pantalla para todos los voltajes mayores de 2 kV.

a/ Se supone que las condiciones de la instalación serán tales que se mantendrá a un alto nivel la resistividad de la superficie de la cubierta, para reducir así la posibilidad de descargas destructivas. El tiro de cables en lugares secos o el empleo para dicho tiro de lubricantes de tipo aislante, ayudará a conseguir estas condiciones. Cuando la suciedad de la cubierta no se puede impedir y la resistividad de la misma no se puede mantener alta, se utilizará pantalla para valores mayores de 3 kV.

b/ Para tres cables unipolares, cableados juntos sin cubierta exterior, el valor es de 5 kV.

710.8 Protección contra la humedad o protección mecánica de los cables con cubierta metálica. Donde los conductores de un cable salen de una cubierta metálica y cuando es necesaria la protección contra la humedad o los daños mecánicos, el aislante de los conductores estará protegido por una mufa u otro medio aprobado.

B. Equipos. Disposiciones generales

710.10 Instalaciones interiores. Las instalaciones de equipos eléctricos en interiores cumplirán con la sección 710.10 a) y b).

a) En los lugares accesibles a personal no calificado. Las instalaciones accesibles a personal no calificado deben estar en compartimientos metálicos cerrados o en bóvedas o en lugares de acceso controlados por cerradura y llave o equivalente. Se señalarán con letreros apropiados de peligro, los cuadros de distribución, subestaciones, transformadores, cajas de tiro, cajas de empalme y otros de tipo seco ventilados o las aberturas similares en otros equipos se diseñarán de forma que los objetos extraños introducidos por ellas sean desviados de las partes que tengan corriente.

b) En lugares accesibles solamente a personal calificado. Las instalaciones eléctricas se harán de acuerdo con las secciones 710.31 a 710.34.

710.11 Instalaciones en el exterior

a) En lugares accesibles a personal no calificado. Las instalaciones eléctricas que sean accesibles a personal no calificado deberán cumplir con los requisitos del artículo 730.

[Para separación de conductores de más de 600 voltios, véase la norma ANSI C2-1960 "Código Eléctrico Nacional de Seguridad."]

b) En lugares accesibles a personal calificado solamente. Las instalaciones eléctricas exteriores que tengan partes bajo voltaje serán accesibles solamente a personal calificado y cumplirán con los requisitos de las secciones 710.31 a 710.34.

710.12 Equipos con cubierta metálica. Las instalaciones formadas por equipos con cubierta metálica, tales como cuadros de distribución blindados, transformadores y similares que no tienen partes activas descubiertas, no necesitan cumplir con los requisitos de la sección 710.31. Las aberturas

/de ventilación

de ventilación o similares en los equipos se diseñarán de manera que los objetos extraños introducidos por ellas sean desviados de las partes bajo voltaje. Donde estén expuestos a daños mecánicos por el tráfico de vehículos, estarán provistos de resguardos adecuados. Los equipos con cubiertas metálicas, instalados al exterior y accesibles al público en general, se diseñarán para que los pernos o tuercas accesibles no puedan quitarse fácilmente, permitiendo el acceso a las partes vivas.

G. Equipos. Disposiciones específicas

/Véanse también las referencias a tipos específicos de instalaciones en la sección 710.2./

710.21 Dispositivos de interrupción de circuitos

a) Interruptores automáticos

1) Las instalaciones interiores estarán compuestas de unidades con cubiertas metálicas cerradas o de unidades montadas en celdas resistentes al fuego. Se permite el montaje a la vista de interruptores automáticos en los lugares accesibles solamente a personal calificado.

2) Los interruptores automáticos serán de disparo libre en todas las posiciones. En cada instalación, la capacidad del interruptor automático, con relación a las capacidades de cierre, transporte o de interrupción, no será menor que el valor de cortocircuito en el lugar de instalación.

3) Los interruptores automáticos utilizados para controlar transformadores en baño de aceite, se instalarán fuera de la bóveda del transformador.

4) Los interruptores automáticos tendrán medios para indicar las posiciones de abierto y cerrado en el lugar o lugares desde los cuales pueden ser accionados.

5) Los interruptores automáticos en baño de aceite se dispondrán o ubicarán de manera tal que los materiales o estructuras adyacentes, fácilmente combustibles, queden resguardados de manera aprobada. Para conseguir esta protección se consideran adecuados para el propósito: suficiente separación, tabiques o barreras resistentes al fuego, zanjas con suficiente

piedra picada gruesa y cualesquiera recipientes de aceite con drenaje aprobado, tales como cubetas o similares.

b) Fusibles y portafusibles

1) Los fusibles que al abrir el circuito desprenden llamas se diseñarán o dispondrán de manera que funcionen debidamente y sin peligro para las personas y la propiedad.

2) Los portafusibles se diseñarán de manera que puedan quedar sin corriente durante el cambio de fusibles, a menos que el fusible y el portafusible estén diseñados de forma que permitan que personal calificado cambie el fusible sin desconectar la energía, haciendo uso de equipo diseñado para ello.

Los cuadros de distribución y las subestaciones con envoltura metálica que usen fusible de alto voltaje, estarán provistos de un interruptor de desconexión de accionamiento en grupo. La desconexión de los fusibles del circuito se efectuará por el uso de un interruptor entre la fuente y los fusibles o por un interruptor con fusible de tipo retirable por un mecanismo deslizante. El interruptor será del tipo de interrupción con carga, a menos que esté mecánica o eléctricamente enclavado con un dispositivo rompecarga que permita reducir la carga a la capacidad de interrupción del interruptor.

3) Cuando se instalen cortacircuitos de alto voltaje con fusibles en un edificio o bóveda de transformador, serán de tipo diseñado para utilizarse en edificios. Cuando tales cortacircuitos no son adecuados para interrumpir manualmente el circuito a plena carga se proveerá un interruptor o un contactor de tipo aprobado que sea adecuado para interrumpir la corriente a plena carga. Además, los cortacircuitos estarán enclavados con el interruptor de tipo aprobado o deberán tener un letrero claramente legible, con la inscripción: "No abrir el cortacircuito con carga." Los cortacircuitos estarán ubicados de manera que puedan manipularse y cambiarse los fusibles con facilidad y seguridad. Los fusibles serán accesibles desde un espacio libre en el piso.

c) Interruptores de carga. Los interruptores de carga se pueden utilizar siempre que se provean de fusibles o interruptores automáticos en

/combinación con

combinación con ellos para interrumpir las corrientes de falla. Cuando se usen estos dispositivos en combinación, estarán de tal manera coordinados eléctricamente, que resistan con seguridad los efectos de cierre, transporte o interrupción de todas las corrientes posibles hasta la máxima corriente nominal de cortocircuito.

710.22 Medios de aislar. Deberán proveerse medios para aislar completamente una unidad del equipo. El uso de seccionadores no es necesario cuando existan otras maneras de dejar sin corriente el equipo para proceder a inspecciones y reparaciones, tales como unidades de cuadros de distribución con cubierta metálica y paneles de unidades removibles. Los seccionadores deberán estar enclavados con el dispositivo de interrupción asociado al circuito para impedir que se abran con carga o en caso contrario estarán provistos de avisos para que no se abran con carga. Deberán proveerse barreras en ambos lados de cada uno de los polos de los seccionadores de tipo abierto para uso interior. Se puede utilizar como seccionador un portafusible con fusible, diseñado para este uso.

D. Instalaciones solamente accesibles a personal calificado

710.31 Cubiertas para instalaciones eléctricas. Las instalaciones eléctricas situadas en una bóveda, local, armario o en un área rodeada de una pared, reja o cerca y cuyo acceso está controlado mediante cerradura y llave u otros medios aprobados, se consideran accesibles solamente a personal calificado. La altura de la pared, reja o cerca, no será menor de 2.40 m en todo el perímetro, a menos que esté diseñada para dar un grado equivalente de separación. La cubierta del tipo usado en un caso dado será diseñada y construida de acuerdo con la naturaleza y grado de los peligros relacionados con la instalación. El artículo 450 cubre los requisitos mínimos de construcción para bóvedas de transformadores en baño de aceite.

[La separación por altura está tratada en las secciones 710.11 y 710.34.]

710.32 Conductores de los circuitos. Los conductores de los circuitos se pueden instalar en tubo metálico rígido, en sistemas de ductos, utilizando cables con armadura metálica, alambres, cables y barras desnudas, cables o conductores con cubierta no metálica, como se prevé en las

secciones 710.3 a 710.6. Los conductores desnudos vivos cumplirán con lo establecido en las secciones 710.33 y 710.34.

Quando se usen aisladores como soportes para alambres, cables unipolares y barra, esos aisladores, así como sus accesorios de montaje y los de fijación de los conductores, deben ser capaces de soportar, sin dañarse, las fuerzas magnéticas máximas que se producirían en el caso de que dos o más conductores de un circuito fuesen sometidos a una corriente de cortocircuito.

Los tendidos a la vista de alambres y cables aislados, ya sea con cubierta de plomo desnudo o con revestimiento exterior trenzado, serán soportados de tal manera que se impida el daño mecánico del plomo o del revestimiento exterior trenzado. Los soportes para los cables con cubierta de plomo serán diseñados para evitar la destrucción de la cubierta por efecto de electrólisis.

710.33 Separación mínima entre las partes vivas y las superficies adyacentes. La separación mínima (aire) en instalaciones interiores, entre conductores desnudos vivos y entre dichos conductores y las superficies adyacentes, no será menor que los valores dados en el cuadro 710.33. Esta sección se aplica al diseño y construcción de alambrados interiores. No se aplica a las separaciones mínimas previstas en los aparatos eléctricos y dispositivos de alambrado.

Cuadro 710.33

SEPARACION MINIMA PARA INSTALACIONES INTERIORES^{a/} EN CENTIMETROS

Voltaje del circuito (kV)	Entre los conductores desnudos vivos	Entre los conductores desnudos vivos y las superficies adyacentes
2.5	13	10
5.0	15	13
7.5	18	15
15.0	31	18
23.0	38	25
34.5	46	33
46.0	53	43
69.0	79	64

^{a/} Los valores dados representan la separación mínima permitida en condiciones favorables de servicio. Se aumentarán en el caso de condiciones desfavorables o donde no haya limitaciones de espacio.

710.34 Espacio de trabajo y resguardo

a) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo libre mínimo en el frente de los equipos eléctricos, tales como cuadros de distribución, tableros de control, interruptores manuales y automáticos, controladores de motores, relevadores y equipos similares no será menor que el establecido en el cuadro 710.34 a), a menos que se especifique otra cosa en este código.

Cuadro 710.34 a)

ESPACIO DE TRABAJO LIBRE MINIMO EN EL FRENTE DE LOS EQUIPOS ELECTRICOS

Voltaje a tierra	Condiciones		
	1	2	3
	Metros		
601 a 2 500	0.90	1.20	1.50
2 501 a 7 500	1.20	1.50	1.80
Más de 7 500	1.50	1.80	2.70

Donde las "condiciones" son como sigue:

1) Partes vivas descubiertas en un lado y ninguna parte viva o conectada a tierra al otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas descubiertas en ambos lados resguardadas de manera efectiva por madera u otros materiales aislantes apropiados. Los conductores aislados y las barras aisladas que trabajan a 300 voltios o menos, no se considerarán como partes vivas.

2) Partes vivas descubiertas en un lado y partes conectadas a tierra en el otro lado. Las paredes de concreto, ladrillo o bloques serán consideradas como superficies conectadas a tierra.

3) Partes vivas descubiertas en ambos lados del espacio de trabajo, con el operador entre ellas (no resguardadas como indica la condición 1).

/Excepción:

Excepción: No se necesita un espacio de trabajo detrás de conjuntos, tales como cuadros de distribución de frente muerto o conjuntos de control, cuando en su lado posterior no haya partes sustituibles o ajustables, tales como fusibles o interruptores y cuando todas las conexiones sean accesibles desde otros lugares que no sea su parte posterior.

b) **Separación del equipo de bajo voltaje.** Cuando los interruptores, cortacircuitos, seccionadores u otros equipos que trabajen a 600 voltios o menos, estén instalados en un local o cubierta, donde haya partes vivas o alambrado descubiertos, que trabajen a más de 600 voltios, el equipo de alto voltaje será efectivamente separado del espacio ocupado por el equipo de bajo voltaje por un tabique, cerca o pantalla adecuados.

Excepción: Los interruptores u otros equipos que trabajen a 600 voltios o menos y sirvan únicamente a equipos encerrados en una bóveda, local o cabina de alto voltaje, pueden ser instalados en dicha cabina, local o bóveda de alto voltaje, si son accesibles solamente a personal calificado.

c) **Recintos o locales cerrados.** Las entradas a todos los edificios locales o recintos que contengan partes vivas descubiertas o conductores desnudos que trabajan a más de 600 voltios deberán permanecer cerrados con llave, excepto donde tales entradas estén bajo la vigilancia de un guardián calificado. Donde la tensión sea mayor de 600 voltios se instalarán letreros permanentes y bien visibles, en los cuales se lea: "Peligro. Alto voltaje. No acercarse."

d) **Alumbrado.** Se dará alumbrado adecuado a todos los espacios de trabajo alrededor del equipo eléctrico. Las salidas de alumbrado se dispondrán de forma tal que las partes vivas u otros equipos no pongan en peligro al personal encargado del cambio de las lámparas y del mantenimiento del sistema de alumbrado. Los puntos de control estarán ubicados de manera tal que al accionarlos no haya peligro de ponerse en contacto con ninguna parte viva o en movimiento del equipo.

e) **Altura.** La altura libre mínima por encima de los espacios de trabajo alrededor del equipo de interrupción donde haya partes vivas descubiertas en cualquier momento, no será menor de 2.00 m.

f) **Altura de las partes vivas no resguardadas.** Las partes vivas no resguardadas por encima del espacio de trabajo, deben mantenerse a alturas no menores que las requeridas por el cuadro 710.34 f).

Cuadro 710.34 f)

ALTURA DE LAS PARTES VIVAS NO RESGUARDADAS POR ENCIMA
DEL ESPACIO DE TRABAJO

Voltaje entre fases (voltios)	Separación vertical mínima de las partes no resguarda das (metros)
601 a 6 600	2.40
6 601 a 11 000	2.70
11 001 a 22 000	2.80
22 001 a 33 000	2.90
33 001 a 44 000	3.00
44 001 a 66 000	3.15
66 001 a 88 000	3.30
88 001 a 110 000	3.50
110 001 a 132 000	3.65

Artículo 720. Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 voltios

720.1 Alcance. Este artículo se aplicará a las instalaciones que funcionan a menos de 50 voltios ya sea en corriente continua o alterna, excepto lo dispuesto en los artículos 650 y 725.

720.2 Lugares peligrosos. Los circuitos o equipos comprendidos en este artículo e instalados en lugares peligrosos cumplirán con las disposiciones apropiadas de los artículos 500 a 517.

720.3 Mayor corriente a menor voltaje. Los conductores, dispositivos y equipos tendrán capacidades suficientes para las corrientes mayores requeridas para alimentar una misma potencia a voltajes menores que los usuales.

720.4 Conductores. El calibre de los conductores no será menor del 12 para cobre o su equivalente y para los circuitos ramales que alimenten más de un artefacto o tomacorriente de artefacto, el calibre de los conductores no será menor del 10 para cobre o su equivalente.

720.5 Portalámparas. Se usarán portalámparas normalizados con una capacidad no menor de 660 vatios.

720.6 Capacidad de los tomacorrientes. Los tomacorrientes tendrán una capacidad no menor de 15 amperios.

720.7 Tomacorrientes necesarios. Se instalarán tomacorrientes de capacidad no menor de 20 amperios en cocinas, lavaderos y otros lugares donde sea probable el empleo de artefactos portátiles.

720.8 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente cumplirá con las disposiciones del artículo 240.

720.9 Baterías. Véase el artículo 480.

720.10 Conexión a tierra. Véanse las secciones 250.5 a) y 250.45.

Artículo 725. Circuitos de control remoto, de fuerza de baja potencia, de fuerza de bajo voltaje y de señales

A. Alcance y generalidades

725.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo deben aplicarse a los circuitos de control remoto que incluyen la conmutación por relevadores de bajo voltaje, circuitos de fuerza de baja potencia, circuitos de fuerza de bajo voltaje y circuitos de señales, como se definen en el artículo 100. Definiciones.

[Las disposiciones de este artículo no están destinadas a aplicarse a los circuitos de control remoto, de baja potencia o de señales que formen parte integral de un dispositivo o de un artefacto.]

725.2 Lugares peligrosos. Los circuitos y equipos que estén dentro del alcance de este artículo y estén instalados en lugares peligrosos, cumplirán con las disposiciones apropiadas de los artículos 500 a 517, inclusive.

725.3 Clasificación. Los circuitos de control remoto y de señales serán clasificados como sigue:

a) Circuitos Clase 1. Son aquellos circuitos de control y de señales cuya potencia no está limitada como se indica en la sección 725.31.

b) Circuitos Clase 2. Son aquellos circuitos de control y de señales cuya potencia está limitada como se indica en la sección 725.31.

725.4 Circuitos de fuerza de baja potencia. Los circuitos que no son ni de control remoto ni de señales, pero que tienen la potencia limitada de acuerdo con la sección 725.31, serán considerados, para los efectos de este Código, como circuito de control remoto Clase 2.

725.5 Circuitos de fuerza de bajo voltaje. Los circuitos que no son ni de señales, pero que trabajen a voltajes no mayores de 30 voltios, cuando la corriente no está limitada de acuerdo con la sección 725.31, y estén alimentados por una fuente no mayor de 1 000 voltios amperios, serán considerados, para los efectos de este Código, como circuitos de control remoto Clase 1.

725.6 Dispositivos de control de seguridad. Los circuitos de control remoto de dispositivos de control de seguridad cuya falla de funcionamiento pueda ocasionar directamente un incendio o peligro de muerte, serán considerados como circuitos Clase 1.

/Los termostatos de ambiente, dispositivos de regulación de temperatura del servicio de agua caliente y controles similares, utilizados con equipo de calefacción doméstica controlado eléctricamente, no son considerados como dispositivos de control de seguridad./

725.7 Circuitos de control remoto y de señales en los cables de comunicaciones. Los circuitos de control remoto y de señales que utilicen conductores en el mismo cable de los circuitos de comunicaciones, serán clasificados, para los efectos de este artículo, como circuitos de comunicaciones y cumplirán con los requisitos del artículo 800 de este Código.

B. Sistemas Clase I

725.11 Métodos de alambrado. Los conductores y equipos de los circuitos Clase I de control remoto, de señales y de fuerza de bajo voltaje, se instalarán de acuerdo con los requisitos de los artículos apropiados del Capítulo III de este Código, excepto lo previsto en las secciones 725.12 a 725.15, inclusive.

725.12 Otros artículos aplicables. Los métodos de alambrado requeridos en la sección 725.11 no se aplican cuando otros artículos de este Código específicamente permiten o exigen otros métodos para los circuitos de control remoto o de señales. (Véase por ejemplo Ascensores en el artículo 620.

725.13 Calibres en los conductores. Los conductores de calibre 18 y 16 se pueden utilizar siempre que estén instalados en una canalización o en cable aprobado para el fin o en cordones flexibles, de acuerdo con los requisitos del artículo 400.

725.14 Aislamiento de los conductores. Los conductores de calibre 18 y 16 cumplirán con el artículo 310. Los conductores de calibre 18 y 16 serán del tipo RF2, FF2, RFH2, TF, TFF, TFN, TFFN, PF, PGF, PFF, PGFF, PTF, PTFP, SF-2, SFF-2 o MIW. Se pueden usar conductores de otros tipos y espesores de aislamiento, si están aprobados para este propósito.

725.15 Número de conductores en canalizaciones y capacidad de corriente

a) Cuando solamente haya circuitos de control y de señales en una canalización, el número de conductores debe ser determinado de acuerdo con la sección 300.17 La nota 8 de los cuadros 310.12 a 310.15 (pág. III-17 del volumen primero), se aplicará solamente si los conductores transportan cargas continuas.

/b) Cuando

b) Cuando en una canalización se permite colocar conductores de alimentadores y conductores de sistema Clase 1, de acuerdo con la sección 725.16, la nota 8 de los cuadros 310.12 a 310.15 debe aplicarse de la manera siguiente:

1) A todos los conductores cuando los de sistema Clase 1 transportan cargas continuas y cuando el número total de conductores sea mayor de tres.

2) Solamente a los conductores de la fuente de potencia, cuando los sistemas de Clase 1 no transportan cargas continuas y cuando el número de los conductores de suministro sea mayor de tres.

725.16 Conductores de sistemas diferentes. Los conductores de dos o más circuitos Clase 1 de control remoto, de señales o ambos, pueden ocupar la misma caja o canalización sin considerar si los sistemas o circuitos individuales son de corriente alterna o continua, siempre que todos los conductores estén aislados para el voltaje máximo de cualquier conductor en la caja o canalización. Los conductores de los circuitos de control remoto, de señales y de fuerza de baja potencia en los cuales la corriente esté limitada como en los sistemas de Clase 2, serán considerados como de sistema Clase 1 para los efectos de este requisito, si están aislados e instalados de acuerdo con las disposiciones para conductores de sistema Clase 1.

Los conductores de suministro de fuerza pueden ocupar la misma caja o canalización que los conductores de sistema Clase 1, cuando alimenten solamente equipos a los cuales estén conectados conductores del sistema Clase 1.

725.17 Protección mecánica de los circuitos de control remoto. Cuando el daño a un circuito de control remoto pueda ocasionar un peligro como se señala en la sección 725.6, todos los conductores de dicho circuito de control remoto se instalarán en tubo metálico rígido, tubo metálico eléctrico, cable tipo MI o estarán protegidos contra daños mecánicos de otra manera adecuada.

725.18 Protección contra sobrecorriente. Los conductores se protegerán contra sobrecorriente de acuerdo con las capacidades de corriente de los cuadros 310.12 a 310.15, excepto como sigue:

Excepción 1. Otras secciones aplicables. Cuando otras secciones de este Código específicamente permitan o exijan otra protección contra sobrecorriente. (Véanse las secciones 430.72 y 620.61.)

Excepción 2. Conductores de calibres 16 y 18. Los conductores de los calibres 16 y 18 serán considerados como protegidos contra sobrecorriente por dispositivos de una capacidad de 20 amperios o estén ajustados para dicha corriente.

Excepción 3. Omisión de la protección contra sobrecorriente. En los circuitos de control remoto y de señales que tengan circuitos principales y ramales, los circuitos ramales no necesitan protección individual contra sobrecorriente si el voltaje de operación no es mayor de 30 voltios.

725.19. Ubicación de la protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecorriente se ubicarán en el punto donde el conductor que debe ser protegido recibe suministro, a menos que el dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege al conductor de mayor calibre, también proteja al conductor de menor calibre, de acuerdo con los cuadros 310.12 a 310.15.

725.20. Circuitos que se extienden más allá de un edificio. Los circuitos Clase 1 que se extienden por línea aérea más allá de un edificio, también deberán cumplir los requisitos del artículo 730.

725.21. Conexión a tierra. El equipo y los circuitos Clase 1 de control remoto y de señales serán conectados a tierra de acuerdo con el artículo 250.

C. Limitación de los circuitos de fuerza de bajo voltaje

725.22. Protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de transformación que alimenten los circuitos de fuerza de bajo voltaje tendrán protección contra sobrecorriente en el circuito secundario, calibrada o ajustada a no más de 250 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador. Dicha protección y montaje serán aprobados para este fin. La protección contra sobrecorriente requerida no será intercambiable con

/otra protección

otra protección de mayor capacidad. La protección contra sobrecorriente puede ser parte integral de un transformador o de otra fuente de suministro aprobada para este fin.

725.23. Capacidad del transformador. Los dispositivos de transformación que alimentan circuitos de fuerza de bajo voltaje serán aprobados para este propósito y se restringirá su régimen de salida para que no sea mayor de 1 000 voltioamperios y su voltaje no mayor de 30 voltios. Estarán identificados de forma bien visible, mostrando su régimen de salida y el voltaje que debe aplicarse al circuito.

[Se considera que un transformador cumple con los requisitos de 1 000 voltioamperios cuando éste alcance aproximadamente la temperatura límite con una carga de 1 000 voltioamperios.]

D. Sistemas Clase 2. Límites de voltajes y corrientes

725.31 Límites de los sistemas Clase 2. Los sistemas Clase 2 de control remoto y de señales, tendrán la corriente limitada de acuerdo con el voltaje, como se indica a continuación:

a) Máximo 15 voltios, 5 amperios. Circuitos cuyo voltaje en circuito abierto no sea mayor de 15 voltios y que tengan protección contra sobrecorriente no mayor de 5 amperios. Cuando el suministro sea desde un transformador u otro dispositivo que tenga características limitadoras de energía y aprobados para el fin o desde acumuladores primarios, se puede omitir la protección contra sobrecorriente.

b) De 15 a 30 voltios, 3.2 amperios. Circuitos cuyo voltaje en circuito abierto sea mayor de 15 voltios, pero no mayor de 30 voltios y que tengan protección contra sobrecorriente no mayor de 3.2 amperios. Cuando el suministro es desde un transformador u otro dispositivo que tengan características limitadoras de energía y aprobados para este fin, o desde acumuladores primarios, se puede omitir la protección contra sobrecorriente.

/c) De

c) De 30 a 60 voltios, 1.6 amperios. Circuitos cuyo voltaje en circuito abierto sea mayor de 30 voltios, pero no mayor de 60 voltios y que tengan protección contra sobrecorriente no mayor de 1.6 amperios. Cuando el suministro es desde un transformador u otro dispositivo que tengan características limitadoras de energía y aprobados para este fin, se puede omitir la protección contra sobrecorriente.

d) De 60 a 150 voltios, 1 amperio. Circuitos cuya tensión en circuito abierto sea mayor de 60 voltios, pero no mayor de 150 voltios y que tengan protección contra sobrecorriente no mayor de 1 amperio, siempre que dichos circuitos estén equipados con medios limitadores de corriente distintos de la protección contra sobrecorriente, que limiten la corriente resultante de una falla para que no exceda 1 amperio.

e) Máximo 150 voltios, 5 miliamperios. Circuitos cuya tensión en circuito abierto no sea mayor de 150 voltios, y siempre que estos circuitos estén equipados con medios de limitación de corriente (que no sean dispositivos de protección contra sobrecorriente), aprobados para este fin y que limiten la corriente resultante de una falla para que no exceda 5 miliamperios.

725.32 Protección contra sobrecorriente y su montaje. Cuando en los sistemas Clase 2 la corriente esté limitada por medios de protección contra sobrecorriente, dicha protección y su montaje serán de tipo aprobado para el fin. La protección contra sobrecorriente requerida no será intercambiable con una protección de mayor capacidad. La protección contra sobrecorriente puede ser una parte integral de un transformador u otro dispositivo de suministro de energía aprobado para el propósito.

725.33 Capacidad del transformador. Los transformadores que alimenten sistemas Clase 2 serán aprobados para este propósito y se restringirá su régimen de salida para que no sea mayor de 100 voltioamperios. Tales transformadores no se pondrán en paralelo, ni se interconectarán de otra manera. Estarán identificados de forma bien visible, mostrando el voltaje que debe aplicarse al circuito.

Se considera que un transformador cumple con los requisitos de 100 voltioamperios cuando éste alcance aproximadamente la temperatura límite con una carga de 100 voltioamperios.

725.34 Conductores terminales para transformadores. Los conductores terminales primarios de los transformadores que alimenten circuitos Clase 2 de control remoto y de señales pueden ser de calibre menor del 14, pero no menor del 10, con tal que tengan una longitud no mayor de 30 cm y un aislante por lo menos igual al del tipo NF-2 con cubierta de goma para alambrado de aparato o equivalente aprobado.

E. Instalación de circuitos Clase 2 de control remoto y de señales

725.41 En el lado del suministro de la protección contra sobrecorriente, de transformadores o de dispositivos limitadores de corriente. Los conductores y el equipo en el lado del suministro de la protección contra sobrecorriente, de transformadores o de dispositivos limitadores de corriente, se instalarán de acuerdo con los requisitos apropiados del capítulo III de este Código. Los transformadores u otros dispositivos que se alimenten de circuitos de luz o de fuerza estarán protegidos con un dispositivo de sobrecorriente de una capacidad o ajuste no mayor de 20 amperios.

725.42 En el lado de la carga de la protección contra sobrecorriente, de transformadores o de dispositivos limitadores de corriente. Los conductores del lado de la carga de la protección contra sobrecorriente, de transformadores o de dispositivos limitadores de corriente, estarán aislados y cumplirán con lo siguiente:

a) Separación de otros conductores. Los conductores estarán separados de los conductores de los circuitos de luz y de fuerza como se indica a continuación.

1) Conductores a la vista. Los conductores estarán separados por lo menos 5 cm de los conductores de luz o de fuerza o de circuitos Clase 1 de control y de señales que no estén colocados en una canalización o que no sean un cable con cubierta metálica, armadura metálica, cubierta no metálica o de tipo UF, a menos que estén permanentemente separados de los conductores del otro sistema por un material no conductor continuo y firmemente fijado, tal como tubo de porcelana o tubería flexible que no forme parte del aislamiento del alambre.

/2) En

2) En canalizaciones y cajas. Los conductores de los circuitos Clase 2 de control remoto y de señales no se instalarán en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida o accesorio similar con conductores, ya sean de luz o de fuerza o de circuitos Clase 1 de control y de señales, a menos que los conductores de los diferentes sistemas estén separados por un tabique. Esto no se aplicará a los conductores en cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos donde los conductores de suministro sean introducidos solamente para alimentar el equipo de control remoto o de señales a los cuales estén conectados los demás conductores que están dentro de la cubierta. (Véase la sección 725.16.)

3) En pozos verticales. Los conductores podrán instalarse en el mismo ducto vertical de los conductores de luz y fuerza cuando los conductores de los dos sistemas estén separados por lo menos 5 cm o cuando los conductores de uno de los sistemas estén dentro de una tubería incombustible. Cuando los conductores de circuitos de luz o de fuerza estén colocados en una canalización o forman un cable con cubierta metálica, armadura metálica, cubierta no metálica, o de tipo UF, no se requiere que tengan una separación de 5 cm o que tengan una tubería no combustible. En los huecos de ascensores se instalarán los conductores en tubo metálico rígido o tubo metálico eléctrico, excepto lo dispuesto en la sección 620.21, excepciones 1 y 2.

b) Recorridos verticales. En un recorrido vertical dentro de un pozo vertical o de un tabique, los conductores tendrán un revestimiento a prueba de fuego capaz de impedir la propagación del fuego de un piso a otro, excepto cuando estén en tubería o estén ubicados en un pozo a prueba de fuego que tenga cortafuegos en cada piso.

/Cuando se utilicen tres o más conductores, se recomienda agruparlos bajo un trenzado o revestimiento común./

c) Aislamiento de los conductores. El aislante de los conductores cumplirá con lo siguiente:

1) Para 30 voltios o menos. El aislamiento debe ser adecuado para la aplicación en cada caso particular.

/La clase del aislamiento de los conductores no se especifica con más detalle, ya que la seguridad está dada por la limitación de las corrientes peligrosas./

2) De 30 a 150 voltios y con una corriente máxima de falla de 5 miliamperios. El aislamiento debe ser adecuado para la aplicación en cada caso particular.

[La clase del aislante de los conductores no se especifica con más detalle, ya que la seguridad está dada por la limitación de las corrientes peligrosas.]

3) De 30 a 150 voltios con corriente mayor de 5 miliamperios. Los conductores de un cable deberán ser de cobre sólido o trenzado, de calibre no menor de 22 y tendrán aislamiento termoplástico de un espesor nominal no menor de 0.30 mm (0.25 mm. mínimo). El cable tendrá una cubierta continua y completa de termoplástico, cuyo espesor nominal no será menor de 0.89 mm (0.76 mm mínimo). Cuando el número de conductores del cable sea mayor de cuatro, el espesor de la cubierta continua y completa se aumentará de manera que presente características de funcionamiento equivalentes. Igualmente, cuando los calibres de los conductores de un cable sean mayores del 16, el espesor del aislante del conductor se aumentará para que presente características de funcionamiento equivalentes.

Los conjuntos de dos conductores de calibre 16 o menor, pueden ser de construcción paralela plana con una cubierta aislante integral de espesor nominal de 0.79 mm y una cubierta trenzada de espesor mínimo de 1.19 mm. Se puede utilizar cable aprobado para circuitos de baja energía. Pueden aceptarse otros aislantes que tengan características de comportamiento equivalentes. Cuando se utilicen conductores monopolares, el calibre no será menor del 18 y estarán aislados de conformidad con la sección 725.14.

725.43 Circuitos que se extienden más allá de un edificio. Los circuitos Clase 2 de control remoto y de señales que se extienden más allá de un inmueble y tienen recorridos que puedan ponerlos en contacto accidental con conductores de luz o de fuerza que trabajan a voltajes mayores de 300 voltios, deberán cumplir con los requisitos de las secciones 800.2, 800.11 y 800.12.

725.44 Conexión a tierra. Los circuitos Clase 2 de control remoto y de señales y el equipo correspondiente serán conectados a tierra de acuerdo con el artículo 250.

Artículo 730. Alimentadores y circuitos ramales exteriores

730.1 Alcance. Este artículo se refiere al equipo y alambrado eléctricos para el suministro a equipos de utilización ubicados encima o adosados al exterior de edificios públicos y privados, o a equipo y alambrado tendido entre edificios, estructuras o postes o en otras propiedades servidas.

[Para mayor información sobre instalaciones de más de 600 voltios, refiérase a la norma ANSI C2-1960 "Código Eléctrico Nacional de Seguridad" y a los suplementos C2-2A-1965 y C2-2B-1967.]

730.2 Otros artículos aplicables. Otros artículos aplicables que contienen requisitos adicionales para casos específicos de equipo y conductores son los siguientes:

Artículos

- 200 Uso e identificación de los conductores puestos a tierra
- 210 Circuitos ramales
- 215 Alimentadores
- 230 Servicios
- 250 Conexión a tierra
- 500 Lugares peligrosos
- 510 Lugares peligrosos. Casos específicos
- 555 Embarcaderos y estacionamientos para embarcaciones
- 600 Anuncios luminosos y alumbrado de realce
- 680 Piscinas de natación y piscinas para niños
- 725 Circuitos de control remoto, de fuerza de baja potencia, de fuerza de bajo voltaje y de señales
- 800 Circuitos de comunicaciones
- 810 Equipos de radio y televisión
- 820 Antenas de televisión de tipo colectivo y sistemas de distribución de radio

730.3 Cálculo de la carga

a) Circuitos ramales. La carga en cada circuito ramal exterior será determinada según los requisitos aplicables del artículo 220.

/b) Alimentadores

b) Alimentadores. La carga a prever en todo alimentador exterior será determinada por el procedimiento prescrito en el artículo 220.

730.4 Revestimiento del conductor. Los conductores a la vista soportados por aisladores que estén a una distancia no mayor de 3 metros de cualquier edificio o estructura, estarán aislados o revestidos. Los conductores en cables o canalizaciones, excepto el cable tipo MI, serán del tipo con cubierta de goma o termoplástico y en los lugares húmedos cumplirán con la sección 310.5.

Los conductores para alumbrado de guirnalda serán del tipo con cubierta de goma o termoplástico.

730.5 Calibre de los conductores. La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos ramales y alimentadores exteriores, estará de acuerdo con lo indicado en los cuadros 310.12 a 310.15, para que puedan transportar las cargas determinadas según la sección 730.3.

730.6 Calibre mínimo del conductor

a) Vanos. Los conductores aéreos no serán de calibre menor del 10 para vanos hasta de 15 metros de longitud y no menor del calibre 8 para vanos mayores.

b) Alumbrado de guirnalda. Los conductores para alumbrado de guirnalda no serán de un calibre menor del 12, a menos que estén soportados por cables mensajeros. (Véase la sección 730.25.)

Definición. Un alumbrado de guirnalda es una hilera de lámparas exteriores suspendidas entre dos puntos distanciados como mínimo 4.60 m.

c) Más de 600 voltios. Los conductores aéreos que trabajen a más de 600 voltios no serán de calibre menor del 6 cuando sean conductores individuales a la vista, ni de calibre menor del 8 para conductores en cable.

730.7 Equipo de alumbrado en postes u otras estructuras

a) Para el suministro de equipos de alumbrado instalados en un solo poste o estructura, los circuitos ramales cumplirán con los requisitos del artículo 210 y del párrafo c) indicado a continuación:

b) Se puede usar un neutro común en los circuitos ramales de varios conductores, formados por un neutro y no más de 8 conductores activos. La capacidad de corriente del neutro no debe ser menor que la

suma de las corrientes calculadas de todos los conductores conectados a cualquiera de las fases del circuito.

c) El voltaje a tierra de circuitos ramales que alimenten portálámparas o aparatos de alumbrado instalados en el exterior de inmuebles o en postes o estructuras, para el alumbrado de áreas de propiedades residenciales o industriales, no debe ser mayor de 150 voltios.

Excepción 1. El voltaje de circuitos ramales que alimenten aparatos de alumbrado de áreas exteriores de establecimientos industriales, edificios de oficinas, escuelas, tiendas, y otros inmuebles comerciales o públicos, no será mayor de 300 voltios a tierra, siempre que: a) los aparatos estén instalados en el exterior de edificios o afuera de las puertas, en postes u otras estructuras; b) los aparatos estén a no menos de 2.45 m más arriba de la rasante o de otras superficies accesibles a personas que no sean el personal encargado del mantenimiento y de la inspección de los aparatos de alumbrado; c) los aparatos estén a no menos de 1 m de ventanas, plataformas, salidas de incendio y similares.

Excepción 2. El voltaje entre conductores que alimenten solamente balastos de aparatos de alumbrado de descarga permanentemente instalados para el alumbrado de áreas, no será mayor de 500 voltios, siempre que tales aparatos estén instalados en postes de altura no menor de 6.70 m o en otras estructuras de altura no menor de 5.60 m.

730.8 Desconexión. Para circuitos ramales y alimentadores, véase la sección 240.18.

730.9 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente estará conforme con lo que se indica a continuación: a) para circuitos ramales: según lo exige el artículo 210; b) para alimentadores: según lo exige el artículo 215.

730.10 Alambrado sobre edificios. El alambrado exterior sobre las superficies de los edificios puede ser instalado, para circuitos que no excedan de 600 voltios, con conductores a la vista sobre soportes aisladores, cable multiconductor aprobado para este fin, cable con cubierta de aluminio, o cable MI, en tubo metálico rígido, en canalizaciones de barras, como señala el artículo 364 o en tubo metálico eléctrico. Los circuitos de más de 600 voltios serán instalados como está previsto para las acometidas en la sección 230.101. Los circuitos para anuncios luminosos y alumbrado de realce se instalarán de acuerdo con el artículo 600.

/730.11 Salidas

730.11 Salidas y entradas de circuitos. Cuando los circuitos ramales y alimentadores salen o entran en edificios, la instalación cumplirá con los requisitos del artículo 230 que se aplican a los conductores de acometida.

730.12 Soportes para conductores a la vista. Los conductores a la vista estarán soportados por aisladores de vidrio o porcelana, bastidores, brazos o aisladores de voltaje, aprobados para el fin.

730.13 Soportes para guirnaldas. Para vanos mayores de 12 metros, los conductores estarán soportados por un cable mensajero que a su vez estará sostenido por aisladores de tensión. Los conductores o cable mensajero no estarán fijados a ninguna salida de incendio, bajante de lluvia o equipo de plomería.

730.14 Separación entre conductores a la vista. Los conductores cumplirán con las separaciones siguientes:

a) Conductores a la vista expuestos a la intemperie. Como está previsto en la sección 230.47.

b) Conductores a la vista no expuestos a la intemperie. Como está previsto en la sección 230.48.

c) Más de 600 voltios. Como está previsto en la sección 230.101 c).

d) Separación de otros circuitos. Los conductores a la vista están separados de los conductores a la vista de otros circuitos o sistemas por una distancia no menor de 10 cm.

e) Conductores sobre postes. Los conductores sobre postes tendrán una separación no menor de 30 cm excepto cuando estén colocados sobre bastidores o brazos. Los conductores colocados en postes dejarán un espacio horizontal para trepar no menor que lo siguiente:

Conductores de fuerza, por debajo de conductores de comunicaciones	75 cm
Conductores de fuerza, solos o por encima de conductores de comunicaciones:	
Menos de 300 voltios	60 cm
Más de 300 voltios	75 cm
Conductores de comunicaciones por debajo de conductores de fuerza	75 cm
Conductores de comunicaciones, solos o por encima de conductores de fuerza	Ningún requisito

730.15 Soportes sobre edificios. Véase la sección 230.25.

730.16 Punto de fijación a los edificios. Véase la sección 230.26.

730.17 Medios de fijación a los edificios. Véase la sección 230.27.

730.18 Distancia del suelo. Los conductores a la vista con voltajes no mayores de 600 voltios, tendrán las distancias del suelo indicadas a continuación:

1) 3 metros por encima del nivel de la rasante, de la acera o de cualquier plataforma o saliente desde los cuales puedan ser alcanzados.

2) 3.70 metros por encima de vías de acceso a garajes y áreas comerciales, tales como terrenos de estacionamiento y establecimientos con entradas para carros, pero donde no haya tráfico de camiones.

3) 4.60 metros por encima de áreas comerciales, terrenos de estacionamiento, de áreas agrícolas y otras donde haya tráfico de camiones.

4) 5.50 metros por encima de calles, callejuelas, carreteras y autopistas y demás áreas que no sean de propiedad privada.

Para las separaciones de conductores con voltajes mayores de 600 voltios véase el "National Electrical Safety Code" ANSI-C2-1960, mientras no existan normas centroamericanas al respecto.

730.19 Separaciones entre conductores e inmuebles para voltajes no mayores de 600 voltios

a) Sobre tejados. Los conductores a la vista no estarán a menos de 2.40 metros del punto más alto de los tejados por encima de los cuales pasen, con las siguientes excepciones.

Excepción 1. Cuando el voltaje entre conductores no sea mayor de 300 voltios y el techo no tenga una pendiente menor de 33 por ciento, la distancia libre puede ser no menor de 0.90 metros.

Excepción 2. Los conductores a la vista con 300 voltios o menos que pasan, como máximo, a 1.20 metros por encima del alero con el objeto de terminar en una canalización que pase a través del techo, o en un soporte aprobado, pueden mantenerse a una distancia mínima de 0.45 metros de cualquier sección del techo por encima del cual pasan.

Para los conductores de acometidas aéreas, véase la sección 230.22 a).

/b) Distancias

b) Distancias horizontales. Los conductores a la vista no fijados al inmueble tendrán una separación mínima horizontal del inmueble de 0.90 metros.

c) Tramos finales. Los tramos finales de los circuitos alimentadores o circuitos ramales a los edificios que alimentan o de los cuales son alimentados, pueden ser fijados al edificio, pero guardarán una separación de 0.90 metros de ventanas, puertas, entradas abiertas, salidas de incendio o lugares similares.

d) Zonas para escaleras de incendio. Si los inmuebles tienen más de tres pisos o más de 15 metros de altura, las líneas aéreas se dispondrán, donde sea factible, de manera que quede un espacio libre (o zona) de por lo menos 1.80 metros de anchura, bien sea adyacente al edificio o que empiece a no más de 2.40 metros de ellos, para facilitar la colocación de escaleras cuando haya necesidad de combatir el fuego.

[Para las distancias del suelo a los conductores con voltajes mayores de 600 voltios, véase el "National Electrical Safety Code"

ANSI C2-1960, mientras no existan normas centroamericanas al respecto.]

730.20 Protección mecánica de los conductores. La protección mecánica de los conductores sobre inmuebles, estructuras o postes, será la prevista para las acometidas en la sección 230.46.

730.21 Conductores que entran en los edificios. Los conductores que entran en los edificios serán como los previstos para las acometidas en las secciones 230.44, 230.49 y 230.51.

730.22 Cables multiconductores sobre superficies exteriores de edificios.

Los cables multiconductores sobre superficies exteriores de edificios serán como lo previsto para cables de acometidas en la sección 230.50.

730.23 Canalizaciones sobre las superficies exteriores de inmuebles. Las canalizaciones sobre las superficies exteriores de inmuebles serán herméticas a la lluvia y con drenajes adecuados.

730.24 Circuitos subterráneos. Los circuitos subterráneos estarán conformes con lo previsto para las acometidas en las secciones 230.32 y 230.33.

730.25 Equipo de alumbrado exterior, portalámparas. Los portalámparas serán de material moldeado u otro material aprobado del tipo a prueba de intemperie y donde estén instalados colgantes, tendrán las conexiones escalonadas en los conductores del circuito. Si los portalámparas tienen terminales del tipo que perforen el aislante para hacer contacto con los conductores, se fijarán solamente a conductores de tipo trenzado.

730.26. Equipo de alumbrado exterior. Ubicación de las lámparas. Las lámparas se ubicarán en el alumbrado exterior por debajo de todos los conductores vivos, transformadores u otro equipo eléctrico, a menos que se hayan previsto separaciones u otros resguardos para el recambio de lámparas o que la instalación esté controlada por un medio de desconexión que pueda ser bloqueado en la posición de abierto.

Artículo 750. Sistemas de generación de potencia de reserva

750.1 Alcance. Los requisitos de este artículo se aplican a la instalación, funcionamiento y mantenimiento de circuitos, sistemas y equipos destinados a suministrar energía generada localmente a determinadas cargas (distintas de las mencionadas en el artículo 700, Sistemas de emergencia), automática o manualmente, en casos de falla de la fuente normal del servicio eléctrico.

Los sistemas de generación de fuerza de reserva se instalan generalmente para proveer una fuente de energía eléctrica sustitutiva que alimente cargas, tales como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones, procesos industriales, cuya interrupción provocada por una falla del suministro eléctrico originaría molestias, discontinuidad del proceso o daños al producto.

Los sistemas abarcados por este artículo cubren solamente los que estén permanentemente instalados, incluyendo la unidad motriz.

750.2 Otros requisitos aplicables. Todos los requisitos aplicables de este Código se aplicarán a los sistemas de reserva, excepto cuando son modificados por este artículo.

750.3 Aprobación del equipo. Todo equipo estará aprobado para el uso al que está destinado.

750.4 Pruebas. El sistema completo después de su instalación debe ser probado en funcionamiento según instrucciones dadas por la autoridad competente.

750.5 Grupo generador. El grupo generador incluirá un generador que funcione acoplado a una unidad de fuerza motriz instalada permanentemente,

750.6 Capacidad del sistema. El sistema de generación de potencia de reserva tendrá una capacidad y un régimen adecuados para el funcionamiento de todo el equipo que debe ser alimentado al mismo tiempo.

750.7 Equipo de control y de transferencia. El equipo debe ser adecuado para el uso al que está destinado y debe ser diseñado e instalado de manera tal que se evite una interconexión inadvertida de las fuentes normal y de reserva durante el funcionamiento del equipo de transferencia.

/Se debe

Se debe prever un dispositivo de retardo de tiempo para evitar el funcionamiento del sistema de generación de potencia de reserva durante tiempos cortos.

750.8 Protección de los sistemas. Los equipos de transferencia y el alambrado correspondiente al sistema de generación de potencia de reserva deberán estar provistos de dispositivos de protección adecuadamente calibrados.

750.9 Alambrado. El alambrado de un sistema de generación de potencia de reserva no está sujeto a los requisitos de la sección 700.17, y dicho alambrado puede ser colocado en las mismas canalizaciones, cajas, gabinetes y tableros que otro alambrado, con la excepción de que no debe ocupar las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes que los alambrados de sistemas de emergencia.

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

VIII. SISTEMAS DE COMUNICACIONES

Artículo 800. Circuitos de comunicaciones

A. Generalidades

800.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplicarán a teléfonos, telégrafos (excepto radio), distribuidores de mensajes, alarmas contra incendios y contra robos y sistemas de estaciones centrales similares y a los sistemas de teléfonos no conectados a un sistema de estación central pero que utilizan equipos, métodos de instalación y mantenimiento similares.

[Las medidas de protección reseñadas en estas reglas son esenciales para la protección de dichos sistemas bajo las distintas condiciones a que pueden estar sujetos.]

[Para detalles acerca de los requisitos para sistemas de alarma contra incendios, supervisión de rociadores o vigilancia, véanse las Normas de la NFPA.]

B. Protección

800.2 Dispositivos de protección. Se instalará un protector aprobado para este uso en cada circuito que, parcial o completamente, esté construido de alambre o cable aéreo, no limitado a una manzana. También se instalará un protector aprobado para este fin, en cada circuito aéreo o subterráneo, instalado en la manzana que contenga el inmueble servido, si está expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza con tensión mayor de 300 voltios.

[La palabra "manzana" empleada en este artículo, debe ser interpretada como un espacio cuadrado o parte de una ciudad o pueblo delimitado por calles, pudiendo incluir callejones, pero no calles.]

[La palabra "expuesto" significa, en el sentido que se le dio en esta sección, que el circuito está en tal posición que, en caso de falla en los soportes o en la aislación, pudiera provocar el contacto con otro circuito.]

/a) Ubicación.

a) Ubicación. El protector estará ubicado dentro, encima o inmediatamente adyacente a la estructura o inmueble servido y tan cerca como sea posible del punto en el cual los conductores expuestos entran o están fijados.

b) Lugares peligrosos. El protector no se ubicará en ninguno de los lugares definidos como peligrosos en el artículo 500, ni en la proximidad de materiales fácilmente inflamables.

c) Requisitos del protector. El protector estará formado por un pararrayos conectado entre cada conductor de línea y tierra, montado de manera adecuada donde sea indicado. Los terminales del protector estarán claramente marcados para identificar las conexiones de línea y tierra.

1) Omisión de fusibles. Puede utilizarse un protector sin fusible en cualesquiera de las condiciones siguientes:

i) Donde los circuitos entran en un inmueble por medio de un cable con cubierta metálica o de un cable sin cubierta metálica que tenga una pantalla metálica puesta a tierra entre la cubierta y el conjunto del conductor, siempre que la cubierta metálica o la pantalla estén efectivamente puestas a tierra y que los conductores en el cable se fundan sin presentar peligro, para corrientes mayores a la capacidad de corriente del protector, y del conductor de puesta a tierra del protector.

ii) Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con la sección 800.11 c) 1) y 2) para extender circuitos a un inmueble desde un cable con cubierta metálica o de un cable con cubierta no metálica que tenga una pantalla metálica puesta a tierra entre la cubierta y el conjunto del conductor, siempre que la cubierta metálica o la pantalla estén efectivamente puestas a tierra y que los conductores en el cable o segmento de cable se fundan sin presentar peligro para corrientes mayores que la capacidad de corriente del protector, de los conductores aislados asociados y el conductor de puesta a tierra del protector.

iii) Donde se utilicen conductores aislados que no sean cables con cubierta metálica o cables con pantalla metálica de acuerdo con la sección 800.11 c) 1) y 2) para extender circuitos a un inmueble siempre que:

1) el protector esté aprobado para este propósito; 2) el conductor de puesta a tierra del protector esté conectado a un electrodo de tubería de agua o al conductor de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra de un sistema de distribución cuyo neutro esté puesto a tierra en múltiples lugares; 3) las conexiones de los conductores aislados al equipo de comunicaciones expuesto o los conductores del equipo de comunicaciones expuesto, se fundan sin presentar peligro, para corrientes mayores que la capacidad de corriente del protector, de los conductores aislados asociados y el conductor de puesta a tierra del protector.

iv) Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con la sección 800.11 c) 1) y 2) para extender circuitos en forma aéreas a un inmueble desde un circuito no expuesto, enterrado o subterráneo.

["Efectivamente puesto a tierra", significa conectado permanentemente a tierra a través de una conexión de tierra de suficiente baja impedancia y con suficiente capacidad de corriente para impedir la formación de tensiones que puedan ocasionar un peligro al equipo conectado o a las personas.]

2) Cuando no se cumplan los requisitos indicados en la sección 800.2 c) 1), i) a iv) se utilizarán protectores del tipo con fusible. Un protector del tipo con fusible estará formado por un pararrayos conectado entre el conductor de línea y tierra, un fusible en serie con cada conductor de línea y un montaje adecuado donde sea indicado. Los terminales del protector estarán claramente marcados para identificar las conexiones de línea, aparato y tierra.

800.3 Instalación de conductores. Los conductores desde el protector al equipo o donde no se necesite protector y los conductores fijados al exterior de o dentro del inmueble, cumplirán con lo siguiente:

a) Separación de otros conductores. Los conductores estarán separados de los circuitos de alumbrado y de fuerza, como sigue:

1) Conductores a la vista. Los conductores estarán separados por lo menos 5 cm de cualquier conductor de alumbrado o de fuerza o de circuitos Clase 1 de señalización o de control, no colocado en una canalización o que no forme parte de un cable con cubierta metálica, armadura metálica, cubierta no metálica o de tipo UF, a menos que estén

/permanentemente

permanentemente separados de los conductores del otro sistema por un material no conductor continuo y firmemente fijado, adicional al aislante de los alambres, tal como tubo de porcelana o tubería flexible.

2) En canalizaciones y cajas. Los conductores de comunicaciones no se instalarán en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida, caja de empalmes o accesorios similares junto con conductores de alumbrado y de fuerza o de circuitos Clase 1 de control y de señales, a menos que los conductores de los diferentes sistemas estén separados por un tabique o división. Esto no se aplicará a los conductores en cajas de salida, cajas de empalme o accesorios similares o compartimientos, donde tales conductores entren solamente para alimentar el equipo de comunicaciones o para conectar un equipo de control remoto.

3) En ductos verticales. Los conductores pueden instalarse en el mismo ducto vertical que los conductores para alumbrado y fuerza, donde los conductores de los sistemas estén separados por lo menos 5 cm o donde los conductores de uno de los sistemas estén en tubería incombustible. Donde los conductores de alumbrado o de fuerza están instalados en canalizaciones, o forman parte de un cable con cubierta metálica, armadura metálica, cubierta no metálica o de tipo UF, no se necesitan ni los 5 cm de separación ni la tubería incombustible.

b) Recorridos verticales. Los conductores agrupados en el recorrido de un ducto vertical tendrán un revestimiento a prueba de fuego, capaz de impedir la propagación de éste de un piso a otro, excepto donde los conductores estén en una tubería incombustible o estén ubicados en un ducto vertical a prueba de fuego y que tenga cortafuego en cada piso.

/Los conductores a que hace referencia esta sección, estarán ordinariamente aislados, pero no se especifica la clase del aislante, ya que debido a la presencia del dispositivo protector se tiene la seguridad de que no estarán sometidos a tensiones y corrientes peligrosas./

c) Prevención contra la propagación del fuego. Las instalaciones se harán de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de propagación del fuego a través de paredes y tabiques a prueba de incendios, o pisos resistentes al fuego.

C. Conductores exteriores

800.11 Conductores aéreos. Los conductores aéreos que entren en los inmuebles, deberán cumplir con los requisitos siguientes:

a) Sobre postes. Cuando los conductores de comunicaciones, de alumbrado o de fuerza están soportados por el mismo poste, se debe cumplir con los requisitos siguientes:

1) Ubicación relativa. Los conductores de comunicaciones estarán preferiblemente ubicados debajo de los conductores de alumbrado o de fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los conductores de comunicaciones no se fijarán a las crucetas que lleven conductores de alumbrado o de fuerza.

3) Distancia de trepado. La distancia de trepado a través de conductores de señales, debe satisfacer los requisitos de la sección 730.14 e).

b) Sobre techos. Los conductores que pasen por encima de inmuebles, estarán separados por lo menos 2.40 metros de cualquier techo sobre el que se pueda caminar con facilidad, excepto los pequeños inmuebles auxiliares, tales como garajes y similares.

c) Circuitos que necesitan protectores. Los circuitos que necesitan protectores (véase la sección 800.2) cumplirán con los requisitos siguientes:

1) Aislante de conductores individuales o pareados. Cada conductor, desde el último soporte exterior al protector, tendrá un aislante de goma de un espesor de 0.79 mm, excepto que cuando dichos conductores estén completamente dentro de una manzana, el espesor del aislante puede ser menor que 0.79 mm, pero no menor de 0.64 mm. Además, el conductor, ya sea individual o pareado, estará cubierto por un revestimiento fibroso resistente o con una protección equivalente. Se pueden utilizar conductores aprobados para el propósito, que tengan aislante de goma de un espesor menor que el especificado anteriormente o que tengan otras clases de aislantes.

/2) Aislante

2) Aislante para cables. Los conductores de un cable de tipo con cubierta metálica o de un cable que tenga una cubierta de goma de un espesor no menor de 0.79 mm y recubierto con un revestimiento fibroso resistente, pueden tener un aislante de papel u otro adecuado. Cuando se omite la cubierta metálica o de goma, cada conductor estará aislado como señala la sección 800.11 c) 1) y el grupo de conductores estará recubierto por un revestimiento fibroso resistente o por un revestimiento equivalente.

3) Sobre inmuebles. Los conductores a la vista estarán separados por lo menos 10 cm de los conductores de alumbrado o de fuerza que no estén en canalización o cable, a menos que estén permanentemente separados de los conductores del otro sistema por una cubierta adicional, continua, no conductora y firmemente sujeta, tal como tubo de porcelana o tubo flexible. Los conductores a la vista expuestos a contacto accidental con conductores de alumbrado y de fuerza que trabajan a voltajes mayores de 300 voltios y fijados a los inmuebles, estarán separados de la obra de madera por soportes de vidrio, porcelana u otro material aislante aprobado para este fin. Esta separación no es necesaria cuando se omiten los fusibles como está previsto en la sección 800.2 c) 1) o donde se utilicen conductores aprobados para el fin de prolongar circuitos a un inmueble desde un cable que tenga cubierta metálica puesta a tierra.

4) Entrada a inmuebles. Cuando se instale un protector dentro del inmueble, los conductores entrarán al inmueble, ya sea por medio de una boquilla aislante, no absorbente e incombustible o por medio de una canalización metálica. Puede omitirse la boquilla aislante en los conductores que entran, en los casos siguientes: i) si forman parte de un cable con cubierta metálica; ii) si pasan a través de mampostería; iii) si están aprobados para el fin y se han omitido los fusibles como se señala en la sección 800.2 c), 1), o iv) si están aprobados para el propósito y se utilizan para prolongar circuitos a un inmueble desde un cable que tiene su cubierta metálica puesta a tierra. Las canalizaciones o pasamuros deben tener una pendiente hacia

/arriba desde

arriba desde el exterior o cuando esto no es posible, se harán curvas de goteo en los conductores inmediatamente antes de su entrada al inmueble. Las canalizaciones estarán equipadas con un cabezote de acometida aprobado. Por una canalización o pasamuro puede entrar más de un conductor. Las tuberías u otras canalizaciones metálicas colocadas del lado de entrada del protector, estarán puestas a tierra.

800.12 Conductores de pararrayos. Cuando sea factible se mantendrá una separación de, por lo menos, 1.80 metros entre los conductores a la vista de sistemas de comunicaciones en inmuebles y los conductores de los pararrayos.

D. Circuitos subterráneos

800.21 Circuitos subterráneos. Los conductores subterráneos de circuitos de comunicaciones que entren en los inmuebles, cumplirán con los requisitos siguientes:

a) Con conductores de alumbrado o de fuerza. Los conductores subterráneos en ductos, tanquillas o sótanos que contengan conductores de alumbrado o de fuerza, se instalarán separados de dichos conductores por medio de tabiques de ladrillo, concreto o bloques.

b) Distribución subterránea en la manzana. Donde el circuito total de la calle es subterráneo y el circuito dentro de la manzana está colocado de manera tal que no haya riesgo de contacto accidental con circuitos de alumbrado o de fuerza de voltajes mayores de 300 voltios, no se aplicarán los requisitos de aislamiento de la sección 800.11 c), 1) y 4), los conductores no necesitan colocarse sobre soportes aislantes, ni se necesitan pasamuros donde éstos entren en el inmueble.

E. Puesta a tierra

800.31 Conexión a tierra. El equipo será conectado a tierra de la manera siguiente:

a) Cubierta del cable. La cubierta metálica de los cables aéreos que entran en los inmuebles y que estén expuestos a contactos con conductores de alumbrado o de fuerza, estará conectada a tierra, o estará interrumpida junto a la entrada al inmueble por una unión aislante o un dispositivo equivalente.

/b) Tierra

b) Tierra del protector. La tierra del protector cumplirá con los requisitos siguientes:

1) Aislante. El conductor de conexión a tierra del protector tendrá un aislante de goma de un espesor de 0.79 mm y estará cubierto por un revestimiento fibroso resistente. Se pueden utilizar conductores que tengan un aislante de goma de un espesor menor que 0.79 mm o con otra clase de aislante, siempre que estén aprobados para este propósito.

2) Calibre. El calibre del conductor de puesta a tierra no será menor de 18 AWG para cobre o equivalente.

3) Recorrido en línea recta. El conductor de conexión a tierra se instalará en línea recta, tanto como sea factible, hasta el electrodo de tierra.

4) Daños materiales. Donde sea necesario, el conductor de conexión a tierra estará resguardado o protegido contra daños mecánicos.

5) Electrodos. El conductor de conexión a tierra se conectará como sigue:

i) A una tubería de agua disponible que sirva de electrodo.

ii) Al tubo de la acometida, a la cubierta del equipo de acometida o al conductor del electrodo de conexión a tierra, cuando el conductor conectado a tierra de la acometida esté conectado a un electrodo que sea la tubería de agua del inmueble.

iii) Cuando los medios de conexión a tierra indicados en los incisos anteriores no están disponibles, se conectará a: la tubería de acometida, la cubierta del equipo de acometida, el conductor del electrodo de conexión a tierra o al electrodo de conexión a tierra de la línea de acometida de un sistema de distribución con neutro de múltiples puesto a tierra.

iv) Cuando los medios de conexión a tierra indicados en i), ii) y iii) no estén disponibles, se conectará a: 1) un electrodo, embutido en concreto, de por lo menos 6 metros de alambre de cobre desnudo de calibre no menor del No. 4 AWG recubierto con no menos de 5 cm de concreto y colocado dentro y cerca de la cara inferior de una fundación de concreto

/que esté

que esté directamente en contacto con tierra; 2) una estructura metálica efectivamente puesta a tierra; 3) un sistema subterráneo de tubería de gas, continuo y extenso, cuando es aceptable para ambos; el suministrador del sistema de gas y la autoridad que tiene jurisdicción; o 4) a una barra de tierra o tubo hincado en terreno permanentemente húmedo o se utilizarán como electrodos para protectores, las tuberías de vapor o de agua caliente, los bajantes de pararrayos, o los electrodos de tubo o de barra utilizados por puesta a tierra que no sean del neutro de un circuito de energía con puestas a tierra múltiples.

6) Conexión al electrodo. El conductor de conexión a tierra será fijado a un electrodo de tubo por medio de una mordaza con tornillos a presión, a la cual el conductor será conectado de manera efectiva. Cuando se usa como electrodo una tubería de gas, la conexión se hará entre el medidor de gas y la tubería principal. En todos los casos, la conexión al electrodo de tierra se hará tan cerca como sea factible del nivel del terreno.

7) Interconexión de electrodos. Se hará un puente de unión de calibre no menor que el No. 6 AWG de cobre, o equivalente, entre los electrodos de puesta a tierra de comunicaciones y de potencia, donde los requisitos de 5) indicados antes, especifiquen el uso de electrodos separados. Todos los electrodos de puesta a tierra individuales pueden interconectarse. (Véase la sección 250.86.)

[Se recomienda que todos los electrodos independientes se conecten juntos para limitar las diferencias de potencial entre ellos y sus sistemas de alambrado.]

Artículo 810. Equipos de radio y televisión

A. Generalidades

810.1 Alcance. Este artículo se aplica a los equipos receptores de radio y televisión y a los equipos transmisores y receptores de radio para afijados, pero no se aplica a equipos y antenas utilizados para acoplar las corrientes portadoras a los conductores de transmisión de energía eléctrica.

[Se recomienda que se consulte a la autoridad encargada de hacer cumplir este Código acerca de los métodos que deben seguirse en caso de duda sobre las instalaciones de conductores de antenas.]

810.2 Otros artículos aplicables. Las instalaciones desde la fuente de suministro de energía a los dispositivos, o entre los dispositivos conectados al sistema de alambrado interior, cumplirán con los capítulos I a IV, inclusive, excepto lo modificado en las secciones 640.3, 640.4 y 640.5. El alambrado para equipos de radiofrecuencia, audiofrecuencia y para altavoces, se regirá por el artículo 640.

810.3 Antenas de televisión de tipo colectivo. La antena cumplirá con los requisitos de este artículo. El sistema de distribución se regirá por el artículo 820.

810.4 Supresores de ruido de radio. Los eliminadores de interferencia de radio, los condensadores de interferencia o los supresores de ruido de radio conectados a los conductores de suministro, deberán ser de tipo aprobado para el uso y no estarán expuesto a daños materiales.

B. Solamente equipos receptores

Sistemas de antenas. Generalidades

810.11 Material. Los conductores de antena y de entrada serán de cobre duro, bronce, aleación de aluminio, cobre con núcleo de acero o de otro material de alta resistencia mecánica y resistente a la corrosión. Para los conductores de entrada puede emplearse el cobre blando o semiduro, donde los tramos entre soportes no son mayores de 10 metros.

810.12 Soportes. Los conductores de entrada y de antena exterior deberán estar firmemente soportados. La antena no debe ser fijada al poste de la acometida eléctrica. Los conductores no se fijarán a postes o estructuras análogas que tengan conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza o a conductores de trole que trabajen a más de 250 voltios entre conductores. Los aisladores que sostienen los conductores de antena tendrán suficiente resistencia mecánica para sostenerlos firmemente. Los conductores de entrada se conectarán firmemente a la antena.

810.13 Modo de evitar contactos con conductores de otros sistemas. Los conductores de antenas exteriores y de entrada que van de la antena al inmueble, no cruzarán por encima de circuitos de alumbrado o de fuerza y se mantendrán bien alejados de tales circuitos para evitar la posibilidad de contacto accidental. Cuando no se puede evitar la proximidad a los conductores de las acometidas de alumbrado y de fuerza que trabajan a menos de 250 voltios entre conductores, la instalación se hará de manera tal que la distancia mínima sea de 60 cm. Se recomienda que los conductores de antena estén instalados de manera tal que no crucen por debajo de los conductores de alumbrado o de fuerza.

810.14 Empalmes. Los empalmes y uniones en los tramos de antena se harán con dispositivos de empalme de tipo aprobado o por otros medios tales que no debiliten de forma apreciable a los conductores.

/La soldadura generalmente debilita el conductor y por lo tanto, la unión debe estar asegurada mecánicamente antes de soldarla./

810.15 Puesta a tierra. Los mástiles y las estructuras metálicas que sostienen las antenas estarán conectados a tierra de forma permanente y efectiva sin empalme o unión.

Sistemas de antenas. Estaciones receptoras

810.16 Alambre de antena tensado y antenas autoportadas

a) Calibre de alambre de antena tensado. Los conductores de antena exterior para estaciones receptoras, serán de un calibre no menor que el dado en el cuadro 810.16 a).

/Cuadro 810.16 a)

Cuadro 810.16 a)

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DE ANTENA EXTERIOR PARA
ESTACIONES RECEPTORAS

Material	Calibre mínimo de los conductores (longitud máxima del tramo)		
	Menos de 10 m	De 10 m a 45 m	Más de 45 m
Aleación de aluminio, cobre duro	19	14	12
Cobre con núcleo de hierro, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	20	17	14

Para tramos de mucha longitud se necesitarán conductores de mayor sección, la cual dependerá de la longitud del tramo y de la carga que produzca el hielo y el viento.

b) Antenas autosoportadas. Las antenas exteriores, tales como barra vertical o estructura dipolo, serán de materiales que no sufran corrosión, de resistencia mecánica adecuada para resistir las condiciones de carga del hielo y del viento y dichas antenas se ubicarán bien alejadas de conductores aéreos de los circuitos de alumbrado y de fuerza de más de 150 voltios a tierra, con objeto de evitar la posibilidad de que llegado el caso de caerse la antena o la estructura, pueda haber contacto accidental con tales circuitos.

810.17 Calibre de los conductores de entrada. Los conductores de entrada que se fijan a las antenas exteriores de recepción para distintas longitudes máximas de tramos, tendrán un calibre tal que tengan una resistencia a la tracción por lo menos igual a la de los conductores de antena especificados en la sección 810.16. Cuando la entrada esté formada de dos o más conductores que estén trenzados o colocados dentro de la misma cubierta o son concéntricos, el calibre del conductor para distintas longitudes máximas de los tramos, será tal que la resistencia a la tracción de la combinación sea por lo menos tan grande como la de los conductores de antena especificados en la sección 810.16.

810.18 Separaciones

a) Fuera de los inmuebles. Los conductores de entrada fijados a los inmuebles se instalarán de forma que no puedan aproximarse al moverse, a menos de 60 cm de los conductores de los circuitos de 250 voltios o menos entre conductores, o a menos de 3 metros de los conductores de los circuitos de más de 250 voltios entre conductores; se exceptúa el caso de circuitos cuyo voltaje entre conductores no exceda de 150 voltios, si todos los conductores implicados están fijados para asegurar una separación permanente, en cuyo caso la separación puede reducirse, pero no debe ser menor de 10 cm. La separación entre conductores de entrada y cualquier conductor que forme parte de un sistema de barras de pararrayos, no será menor de 1.80 metros, a menos que se haga la unión citada en la sección 250.86.

b) Antenas y entradas interiores. Las antenas y entradas interiores no deberán instalarse a menos de 5 cm de los conductores de otras instalaciones eléctricas en el sitio, a menos que:

- 1) Tales conductores estén instalados en conducto metálico o cable armado;
- 2) Estén separados permanentemente de tales conductores por medio de una cubierta aislante y continua, tal como tubo de porcelana o tubería flexible fijada firmemente.

810.19 Circuitos de suministro eléctrico utilizados como antena. Cuando se utiliza un circuito de suministro eléctrico como antena, el dispositivo de acoplamiento entre la red eléctrica y el radio receptor, será de tipo aprobado para el uso.

Unidades de descarga de antenas

810.20 Unidades de descarga de antenas. Estaciones receptoras. Cada conductor de entrada procedente de una antena exterior estará provisto de una unidad de descarga de antena aprobada para el objeto, excepto cuando los conductores de entrada estén en una misma cubierta metálica continua, en cuyo caso puede instalarse la unidad de descarga de antena para proteger la cubierta o puede ser omitida cuando la cubierta esté

/puesta a

puesta a tierra de manera permanente y efectiva. Las unidades de descarga de antenas se instalarán fuera del inmueble o dentro de él, entre el punto de entrada de los conductores de entrada y el aparato de radio o los transformadores y tan cerca como sea posible de la entrada de los conductores al inmueble. Las unidades de descarga de antena no se instalarán cerca de materiales combustibles, ni en los lugares definidos como peligrosos en el artículo 500.

Conductores de conexión a tierra. Generalidades

810.21 Material. El conductor de conexión a tierra será de cobre, aluminio, cobre con núcleo de acero, bronce o de otro material resistente a la corrosión.

810.22 Aislamiento. Los conductores de conexión a tierra pueden no estar aislados.

810.23 Soportes. Los conductores de conexión a tierra deben asegurarse firmemente y pueden fijarse a las superficies donde deban instalarse, sin necesidad de utilizar soportes aislantes. Cuando no se pueden instalar soportes apropiados, el calibre del conductor de conexión a tierra se aumentará en proporción.

810.24 Protección mecánica. El conductor de conexión a tierra estará protegido donde se halle expuesto a daños mecánicos o se aumentará en proporción el calibre del conductor de conexión a tierra para compensar la falta de protección.

810.25 Recorrido en línea recta. El conductor de conexión a tierra se instalará en línea recta tanto como sea factible, desde el mástil de la antena o desde el pararrayos o desde ambos, hasta el electrodo de conexión a tierra.

810.26 Electrodo de conexión a tierra. El conductor de conexión a tierra se conectará a un sistema subterráneo de tubería metálica de agua, como se especifica en la sección 250.81. Si el inmueble no está servido por tal sistema de agua, la conexión se hará a la estructura metálica del edificio si ésta se halla puesta a tierra de manera efectiva o a un electrodo artificial

como se especifica en la sección 250.83. En el último piso o en lugares similares, el conductor de tierra puede ser conectado a una tubería de agua a una tubería metálica rígida.

Conductores de conexión a tierra. Estaciones receptoras

810.27 Dentro o fuera del inmueble. El conductor de tierra puede instalarse en trayecto dentro o fuera del inmueble.

810.28 Calibre. El conductor de conexión a tierra no será de calibre menor del No. 10 para cobre, del No. 8 para aluminio, del No. 17 para cobre con núcleo de acero o para bronce.

810.29 Tierra común. Puede utilizarse un solo conductor de conexión a tierra que sirva a la vez a los fines de protección y de funcionamiento.

/Si se utiliza un solo conductor, el terminal de tierra del equipo podría conectarse al terminal de tierra del dispositivo protector./

C. Sistema de antenas de las estaciones de aficionados transmisoras y receptoras

810.51 Otros artículos aplicables. Los sistemas de antena de las estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras, además de cumplir con las disposiciones de esta Parte C, deberán cumplir con las secciones 810.11 a 810.15, inclusive.

810.52 Calibre de la antena. Los conductores de la antena para las estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras no serán de calibre menor que los indicados en el cuadro 810.52.

Cuadro 810.52

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DE ANTENA EXTERIOR PARA ESTACIONES DE AFICIONADOS

Material	Calibre mínimo de los conductores (longitud máxima del tramo)	
	Menos de 45 m	Más de 45 m
Cobre dorado en frío	14	10
Cobre con núcleo de acero, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	14	12

/Para tramos de mucha longitud se necesitarán conductores de mayor sección que dependerá de la longitud del tramo y de la carga que produzcan el hielo y el viento./

810.53 Calibre de los conductores de entrada. Los conductores de entrada para estaciones transmisoras tendrán para distintas longitudes máximas de tramos, un calibre, por lo menos, igual al de los conductores para antena especificados en la sección 810.52.

810.54 Separación con el inmueble. Los conductores de antenas para estaciones transmisoras fijados a los inmuebles, se montarán firmemente sobre soportes aislantes no absorbentes, que los mantengan a una distancia mínima de 7.5 cm de la superficie del inmueble. Dichos soportes pueden ser palillos o brazos de madera tratada, equipados con aisladores que no tengan menos de 7.5 cm de línea de fuga y de distancia libre. Los conductores de entrada fijados al inmueble también se ajustarán a los requisitos, excepto cuando estén en una cubierta continua que esté conectada a tierra de forma permanente y efectiva. En este último caso puede utilizarse también la cubierta metálica como un conductor.

810.55 Entrada al inmueble. Los conductores de entrada de estaciones transmisoras, excepto cuando están protegidos por una cubierta metálica continua que esté conectada a tierra en forma permanente y efectiva, entrarán en los inmuebles por uno de los modos siguientes:

a) A través de un tubo o boquilla aislante, no absorbente, incombustible y rígido;

b) A través de una abertura provista para el fin, en la que los conductores de entrada estén fijados firmemente con objeto de mantener una separación entre ellos y los bordes de la estructura, de por lo menos 5 centímetros;

c) A través de un vidrio de ventana.

810.56 Protección contra contactos accidentales. Los conductores de entrada de los transmisores de radio estarán ubicados o instalados de tal manera que se haga difícil un contacto accidental con ellos.

810.57 Unidades de descarga de antenas. Estaciones transmisoras. Cada conductor de entrada de una antena exterior estará provisto de una unidad de descarga o de otro medio capaz de descargar a tierra las cargas estáticas del sistema de antena.

Excepción 1. Cuando cada conductor esté protegido por una cubierta metálica continua que esté, de forma permanente y efectiva, conectada a tierra.

Excepción 2. Cuando la antena esté conectada a tierra de forma permanente y efectiva.

Conductores de conexión a tierra. Generalidades

810.58 Otros artículos aplicables. Todos los conductores de conexión a tierra de las estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras, cumplirán con las secciones 810.21 a 810.27, inclusive.

810.59 Calibre del conductor de conexión a tierra para protección. El conductor de conexión a tierra de protección para estaciones transmisoras, será de un calibre por lo menos tan grande como el del conductor de entrada, pero no menor que el calibre 10, para cobre, bronce o cobre con núcleo de acero.

810.60 Calibre del conductor de conexión a tierra para funcionamiento. El conductor de conexión a tierra para funcionamiento de estaciones transmisoras no será menor que el calibre 14, para cobre o su equivalente.

Instalaciones interiores. Estaciones transmisoras

810.70 Separación de otros conductores. Con excepción de lo que dispone el artículo 640, todos los conductores dentro del inmueble estarán separados por lo menos 10 cm de los conductores de cualquier otro circuito de alumbrado o de señales, a menos que estén separados de ellos por un tubo metálico rígido o algún material no conductor fijado firmemente, tal como tubo de porcelana o tubería flexible.

810.71 Generalidades. Los transmisores cumplirán con lo siguiente:

a) Cubiertas. El transmisor estará dentro de una estructura o malla metálica o estará separado del espacio destinado al personal encargado del funcionamiento por un tabique u otro medio equivalente, cuyas partes metálicas estén conectadas a tierra de manera efectiva.

b) Conexión a tierra de los conductores. Todas las palancas metálicas exteriores y los controles accesibles al personal encargado del funcionamiento, estarán conectados a tierra de manera efectiva.

Los circuitos que funcionan a más de 150 voltios entre conductores no tendrán partes expuestas a un contacto directo. Se recomienda un tablero completamente del tipo de frente muerto.

c) Enclavamiento en las puertas. Todas las puertas de acceso estarán provistas de interruptores interconectados que desconectarán todos los voltajes mayores de 350 voltios entre conductores, cuando se abra cualquier puerta de acceso.

d) Amplificadores de audiofrecuencia. Los amplificadores de audiofrecuencia que estén ubicados fuera del espacio destinado al transmisor, tendrán cubiertas adecuadas y estarán colocados de manera que sean fácilmente accesibles y tengan ventilación adecuada.

Artículo 820. Antenas de televisión de tipo colectivo y sistemas de distribución de radio

A. Generalidades

820.1 Alcance. Los requisitos de este artículo deberán aplicarse a los cables coaxiales de distribución de señales de radiofrecuencia, usualmente empleados en los sistemas de antenas de televisión de tipo colectivo. Cuando el sistema de alambrado utilizado es distinto del coaxial se aplicarán los requisitos del artículo 800 "Circuitos de comunicaciones".

El cable coaxial puede ser utilizado para suministrar fuerza de baja potencia a equipos directamente asociados con los sistemas de distribución de radiofrecuencia, siempre que el voltaje no sea mayor de 60 voltios y donde la corriente de alimentación provenga de un transformador o de otro dispositivo que tenga características de limitación de energía.

820.2 Material. Los cables coaxiales utilizados para sistemas de distribución de radiofrecuencia deberán ser adecuados para el uso.

B. Protección

820.3 Conexión a tierra de la pantalla conductora externa de los cables coaxiales. Donde un cable coaxial está expuesto a rayos o a contactos accidentales con conductores de pararrayos o conductores de fuerza que trabajen a más de 300 voltios, la pantalla externa conductora del cable coaxial debe ser conectada a tierra a la estructura de inmueble, lo más cerca posible del punto de entrada del cable. Cuando la pantalla externa conductora de un cable coaxial esté conectada a tierra, no se necesita ningún otro dispositivo protector.

/C. Instalación

C. Instalación del cable

Las instalaciones de cables coaxiales para distribución de radiofrecuencia deben estar de acuerdo con los requisitos siguientes:

820.4 Conductores externos. Antes del punto de conexión a tierra, como se indica en la sección 820.3.

a) En postes. En los postes los conductores deben ubicarse preferiblemente por debajo de los conductores de alumbrado y de fuerza y no deben ser fijados a ninguna cruceta que soporte conductores de alumbrado o de fuerza.

b) Distancias en entradas. Los cables de entrada o acometidas, desde un poste o cualquier otro soporte, incluyendo el punto inicial de fijación al inmueble o estructura, deben mantenerse separados de los circuitos de alumbrado o de fuerza, de manera que se evite la posibilidad de contactos accidentales. Donde la proximidad de los conductores de alumbrado y de fuerza no puede ser evitada, la instalación debe ser tal que haya una separación no menor de 30 cm con los bajantes de las acometidas de alumbrado y de fuerza.

c) Por encima de los techos. Los cables que pasan por encima de techos deben estar por lo menos a 2.40 m por encima de cualquier techo en el cual haya la posibilidad de que camine alguna persona.

d) Entre edificios. Los cables que se extienden entre edificios y también los soportes o dispositivos de sujeción deben ser adecuados para el uso y deben tener suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las cuales puedan estar sometidos, excepto que, cuando un cable no tenga suficiente resistencia para ser autosoportado, debe estar amarrado a un cable mensajero, el cual, junto con los dispositivos de fijación o soportes, debe ser adecuado para el uso y tener suficiente resistencia para soportar las cargas a las cuales pueda estar sometido.

e) Sobre inmuebles. Cuando los cables están fijados a inmuebles, deben ser atados de manera segura y de forma tal que estén separados de otros conductores como se indica a continuación:

1) Conductores de alumbrado y de fuerza. El cable coaxial debe tener una separación no menor de 10 cm de los conductores de

/alumbrado y

alumbrado y de fuerza que no estén en tubería o en cable, a menos que estén permanentemente separados de los conductores del otro sistema por un material no conductor continuo y firmemente fijado, adicional al aislante de los alambres.

2) Otros sistemas de comunicaciones. Los cables coaxiales deben ser instalados de tal manera que no ocasionen dificultades innecesarias en el mantenimiento de los sistemas separados. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, causarán abrasión a los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de otros sistemas.

3) Conductores de pararrayos. Donde sea factible, se debe mantener una separación no menor de 1.80 metros entre los cables coaxiales y los conductores de pararrayos.

820.5 Entrada a los inmuebles. Los cables coaxiales deben tener una pendiente hacia arriba cuando entran a un inmueble viniendo de afuera; o, donde esto no es posible, se debe formar con el cable una curva de goteo inmediatamente antes de su entrada al inmueble.

820.6 Conductores dentro de inmuebles. Después del punto de la puesta a tierra definida en la sección 820.3, las instalaciones de los cables deben cumplir con los requisitos indicados a continuación:

a) Conductores de alumbrado y de fuerza. Los cables coaxiales deben estar separados por lo menos 5 cm de cualquier conductor de alumbrado o de fuerza y de circuitos Clase 1 de señales o de control no colocado en una canalización o que no forme parte de un canal con cubierta metálica, armadura metálica, cubierta no metálica o de tipo UF, a menos que estén permanentemente separados de los conductores del otro sistema por un material no conductor, continuo y firmemente fijado, adicional al aislante de los alambres, tal como tubo de porcelana o tubería flexible.

b) En cajas o canalizaciones. Los cables coaxiales no deben ser colocados en ninguna canalización o compartimiento, caja de salida o de empalme o cualquier otra cubierta, junto con conductores de circuitos de alumbrado y de fuerza o Clase 1 de señales o de control, a menos que los conductores de los diferentes sistemas estén separados por un tabique

/permanente; lo

permanente; lo anteriormente dicho no deberá aplicarse a los conductores en las cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos, donde tales conductores se introducen únicamente para la alimentación del equipo del sistema de distribución al que pertenece el cable coaxial, o para suministrar energía a un equipo de control remoto.

c) Ductos verticales. Los cables coaxiales pueden instalarse en el mismo ducto vertical de los conductores de alumbrado y de fuerza, siempre que los conductores de los dos sistemas estén separados por lo menos 5 cm o que los conductores de cualquiera de los dos sistemas estén colocados en tubería no combustible. Donde los conductores de alumbrado o de fuerza están colocados en una canalización o en cable con cubierta metálica, armadura metálica, cubierta no metálica o de tipo UF, no se requiere la separación de 5 cm, ni la tubería no combustible.

d) Recorridos verticales. Los conductores o cables coaxiales amarrados juntos en tramos verticales en ductos verticales deben tener una cubierta resistente al fuego capaz de impedir la extensión de las llamas de un piso a otro, excepto donde los conductores estén colocados dentro de una tubería no combustible, o estén colocados en un ducto vertical a prueba de incendio, con cortafuegos en cada piso.

e) Otros conductores. No existen requisitos específicos de separación entre cables de distribución de sistemas de circuitos Clase 2 de señales y de control y los cables o conductores de comunicaciones, fuera de la separación necesaria para impedir dificultades mecánicas o abrasión.

D. Circuitos subterráneos

820.7 Cables coaxiales subterráneos. Los cables coaxiales subterráneos a su entrada en los inmuebles, cumplirán con los requisitos siguientes:

a) Con conductores de alumbrado y de fuerza. Los conductores subterráneos colocados en ductos, pedestales, taquillas o pozos de acceso que contienen también conductores de alumbrado o de fuerza, deben estar en una sección permanentemente separada de tales conductores por una barrera apropiada.

E. Conexión a tierra

820.8 Conexión a tierra. Los cables coaxiales serán conectados a tierra como sigue:

a) Circuito de tierra. La conexión a tierra de cable coaxial debe cumplir con lo siguiente.

1) Aislante. El conductor de conexión a tierra tendrá aislante de goma o de otra clase adecuada.

2) Material. El conductor de conexión a tierra debe ser de cobre o de otro material conductor resistente a la corrosión, sólido o trenzado.

3) Calibre. El calibre del conductor de conexión a tierra no debe ser menor del 18; debe tener una conductividad aproximadamente igual a la del conductor externo del cable coaxial.

4) Recorrido. El conductor de conexión a tierra debe ser colocado en una línea lo más recta posible hacia el electrodo de tierra.

5) Protección mecánica. Donde sea necesario, el conductor de conexión a tierra debe estar protegido contra daños mecánicos.

6) Electrodos. El conductor de conexión a tierra se conectará como sigue:

i) A una tubería de agua disponible que sirva de electrodo, o

ii) Al tubo de la acometida, a la cubierta del equipo de acometida, o al conductor del electrodo de conexión a tierra, cuando el conductor puesto a tierra de la acometida esté conectado a un electrodo de tubería de agua del inmueble, o

iii) Cuando los medios de conexión a tierra indicados en i) o ii) anteriores no estén disponibles, se conectará a: la tubería de acometida, la cubierta del equipo de acometida, el conductor del electrodo de conexión a tierra o al electrodo de conexión a tierra de la línea de acometida de un sistema de distribución con neutro de múltiples puestas a tierra.

/iv) Cuando

iv) Cuando los medios de conexión a tierra indicados en i), ii) o iii) no estén disponibles, se conectará a: 1) un electrodo embutido en concreto, hecho de no menos de 6 metros de alambre de cobre desnudo de calibre no menor del No. 4, embutido en no menos de 5 cm de concreto y colocado dentro y cerca de la cara inferior de una fundación de concreto que esté directamente en contacto con la tierra; 2) una estructura metálica efectivamente conectada a tierra; 3) un sistema subterráneo de tubería de gas, continuo y extenso, cuando es aceptable para ambos: al suministrador del sistema de gas, y la autoridad que tiene jurisdicción, o 4) a una barra o tubo clavado en terreno permanente húmedo. No se utilizarán como electrodo para protectores, las tuberías de vapor o de agua caliente, los conductores de pararrayos, o los electrodos de tubo o de barra utilizados para conexión a tierra que no sean del neutro de un circuito de energía con puestas a tierra múltiples.

7) Conexión al electrodo. Se recomienda que la conexión del conductor de conexión a tierra a un electrodo en forma de tubo, sea hecha por medio de una abrazadera con pernos, a la cual el conductor será conectado de manera efectiva. Cuando se usa la tubería de gas, la conexión debe ser hecha entre el medidor de gas y la tubería principal de la calle. En cada caso la conexión al electrodo de tierra debe ser hecha tan cerca del nivel del suelo como sea posible.

8) Interconexión de electrodos. Se hará un puente de unión de calibre no menor que 6, de cobre, entre los electrodos de conexión a tierra, de los sistemas de antena y de potencia, donde los requisitos de 3) indicados antes, especifican el uso de electrodos separados. Todos los electrodos industriales pueden interconectarse. (Véase la sección 250.86.)

820.9 Equipo de conexión a tierra. Los equipos que no reciben energía del cable coaxial y las cubiertas y equipos que reciben energía de él, se consideran conectados a tierra cuando estén conectados a la cubierta metálica del cable.

F. Generalidades

820.10 Prevención contra la propagación del fuego. Las instalaciones deben ser hechas de tal manera que sean reducidas a un mínimo las posibilidades de propagación de fuego a través de paredes, tabiques o pisos resistentes al fuego.

IX. CUADROS Y EJEMPLOS

A. Cuadros

Notas de los cuadros

1. Los cuadros 3A, 3B y 3C se aplican a sistemas completos de tubos roscados o no roscados y no están destinados a ser aplicados a pequeños tramos de tubos roscados o no roscados, que se usan para proteger el alambrado expuesto contra daños mecánicos.
2. Los conductores de conexión de equipo a tierra, cuando se instalan, deben ser tomados en cuenta al calcular el espacio ocupado en el tubo. Para los cálculos se pueden usar las dimensiones reales del conductor de conexión a tierra de equipo (aislado o desnudo).
3. Cuando se usan cajas, gabinetes, o cubiertas similares, por medio de tubos de longitud no mayor de 60 cm, el espacio que puede ser ocupado por los conductores puede llegar al 60 por ciento de la sección interna del tubo, y la nota 8 de los cuadros 310.12 a 310.15 no se aplica a esta condición.
4. Para conductores que no están incluidos en el capítulo IX se usarán las dimensiones reales.
5. Véase el cuadro 1 para los espacios de tubos roscados o no roscados que pueden ser ocupados.

Cuadro 1

PORCENTAJES DE LA SECCION DE LOS TUBOS ROSCADOS O NO ROSCADOS,
QUE PUEDEN SER OCUPADOS POR CONDUCTORES

	Número de conductores				
	1	2	3	4	más de 4
Conductores de todos tipos excepto los que tienen cubierta de plomo alambrado nuevo o realambrado	53	31	40	40	40
Conductores con cubierta de plomo	55	30	40	30	35

- Notas:** 1) Véanse los cuadros 3A, 3B y 3C para el número de conductores de una misma dimensión en tubos de tamaños comerciales de 1/2 a 6.
 2) Para conductores de tamaño mayor del calibre 750 o para combinaciones de conductores en diferentes tamaños, úsense los cuadros 4 a 8 del capítulo IX, para las dimensiones de conductores, tubos roscados y tubos no roscados.
 3) Cuando en el cálculo del número de conductores de un mismo calibre se obtiene un decimal, se usará el número mayor cuando dicho decimal es 0 o mayor.
 4) Cuando, según otros capítulos de este Código, se permita el uso de conductores desnudos, se usarán las dimensiones de conductores desnudos indicadas en el cuadro 8 del capítulo IX.

Cuadros 4 a 8 de este capítulo. Los cuadros 4 a 8 dan los calibres nominales de los conductores y tamaños comerciales de tubo roscados y no roscados recomendados para determinar el tamaño necesario del tubo para varias combinaciones de conductores. Las dimensiones representan condiciones medias solamente, dichas variaciones no afectan el resultado.

Cuadro 4

DIMENSIONES Y PORCENTAJES DEL AREA DE TUBO METALICO RIGIDO ROSCADO O TUBERIA METALICA ELECTRICA^{a/}

Tamaño Comercial	Diámetro interior	Total (100%)	Area mm ²							
			Sin cubierta de plomo			Con cubiertas de plomo				
			2 conductores (31%)	Más de 2 conductores (40%)	1 conductor (53%)	1 conductor (55%)	2 conductores (60%)	3 conductores (60%)	4 conductores (38%)	Más de 4 conductores (65%)
1/2	15.3	194	60	78	103	107	58	78	74	68
3/4	20.9	342	106	137	181	188	103	137	130	120
1	26.6	555	172	222	294	305	167	222	211	194
1 1/4	35.1	968	300	367	513	532	290	367	368	339
1 1/2	42.8	1 316	408	526	697	724	395	526	500	461
2	52.5	2 168	672	867	1 149	1 192	650	867	824	759
2 1/2	62.7	3 090	958	1 236	1 638	1 700	927	1 236	1 174	1 082
3	77.9	4 761	1 475	1 904	2 523	2 619	1 428	1 904	1 805	1 666
3 1/2	90.1	6 387	1 980	2 555	3 385	3 513	1 916	2 555	2 427	2 235
4	102.3	8 206	2 544	3 282	4 349	4 513	2 462	3 282	3 113	2 872
4 1/2	114.4	10 261	3 181	4 104	5 438	5 644	3 078	4 104	3 899	3 591
5	128.2	12 903	4 000	5 161	6 839	7 097	3 871	5 161	4 903	4 516
6	154.0	18 639	5 778	7 456	9 879	10 251	5 592	7 456	7 083	6 524

a/ Areas de tubería para combinaciones de conductores permitidos por el cuadro 1 de este capítulo.

Cuadro 5

DIMENSIONES DE LOS CONDUCTORES CON RECUBRIMIENTOS DE GOMA O DE TERMOPLASTICO

Calibre	Tipos RF-2, RFH-2, RH, RHH***, RHW***, SF-2		Tipos TF, T, THW+, TW, RUH**, RUW**		Tipos TFN, THHN, THWN		Tipos**** FEP, FEPB, TFE, PF, PGF, PTF				Tipo XHHW	
	Diámetro aproximado (mm)	Sección aproximada (mm ²)	Diámetro aproximado (mm)	Sección aproximada (mm ²)	Diámetro aproximado (mm)	Sección aproximada (mm ²)	Diámetro aproximado (mm)	Sección aproximada (mm ²)	Diámetro aproximado (mm)	Sección aproximada (mm ²)	Diámetro aproximado (mm)	Sección aproximada (mm ²)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8	Col. 9	Col. 10	Col. 11	Col. 12	Col. 13
18	3.71	10.77	2.69	5.68	0.23	4.13	0.21	3.35	-	-	-	-
16	4.01	12.65	3.00	7.03	0.25	5.09	0.23	4.26	-	-	-	-
14	4.34	14.84	3.33	8.71	2.67	5.61	2.67	5.61	5.61	-	-	-
14	5.18*	21.00*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	4.11*	13.29*	-	-	-	-	-	3.28	8.45	-
12	4.77	18.00	3.76	11.10	3.10	7.55	3.07	7.42	7.42	-	-	-
12	5.61*	25.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	4.55*	16.19*	-	-	-	-	-	3.71	10.77	-
10	6.15	30.00	4.27	14.45	3.89	11.87	3.61	10.26	10.26	-	-	-
10	-	-	5.05*	20.00*	-	-	-	-	-	4.22	13.94	-
8	7.90	49.00	5.79	26.00	5.11	20.00	4.80	18.06	14.52	-	-	-
8	-	-	6.58*	34.00	-	-	-	-	-	5.69	25.00	-
6	10.10	80.00	8.20	53.00	6.53	33.00	6.20	30.00	46.00	7.16	40.00	-
4	11.50	104.00	9.45	70.00	8.33	55.00	7.42	43.00	62.00	8.33	55.00	-
3	12.20	117.00	10.20	81.00	9.04	64.00	8.13	52.00	72.00	9.04	64.00	-
2	13.00	133.00	11.00	95.00	9.86	76.00	8.94	63.00	85.00	9.86	76.00	-
1	14.90	175.00	12.90	131.00	11.40	103.00	10.67	89.00	-	11.40	103.00	-
1/0	16.00	200.00	13.90	153.00	12.50	122.00	11.73	108.00	-	12.50	122.00	-
2/0	17.10	231.00	15.10	179.00	13.60	146.00	12.65	127.00	-	13.60	146.00	-
3/0	18.50	268.00	16.40	212.00	14.90	175.00	14.22	159.00	-	14.90	175.00	-
4/0	19.90	312.00	17.90	252.00	16.40	211.00	15.70	195.00	-	16.40	211.00	-

Cuadro 5 (Conclusión)

Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8	Col. 9	Col. 10	Col. 11
250	22.1	382	20.0	315	18.2	260	-	-	18.2	260
300	23.7	441	21.4	360	19.6	301	-	-	19.6	301
350	25.0	492	22.7	406	20.9	342	-	-	20.9	342
400	26.2	540	23.9	450	22.1	383	-	-	22.1	383
500	28.4	634	26.1	537	24.3	462	-	-	24.3	462
600	31.3	770	29.0	662	26.9	567	-	-	27.3	583
700	33.1	861	30.8	747	28.7	646	-	-	29.1	664
750	34.0	908	31.7	790	29.5	685	-	-	30.0	706
800	34.9	954	32.6	835	30.4	725	-	-	30.8	742
900	36.5	1 043	34.2	917	32.0	803	-	-	32.3	817
1 000	38.0	1 131	35.7	909	33.5	879	-	-	33.8	896
1 250	42.6	1 423	40.1	1 260	-	-	-	-	38.1	1 140
1 500	45.8	1 644	43.2	1 468	-	-	-	-	41.2	1 330
1 750	48.7	1 864	46.2	1 673	-	-	-	-	44.2	1 534
2 000	51.3	2 070	48.8	1 872	-	-	-	-	46.7	1 715

* Corresponde a las dimensiones de los tipos RHH y RHW.

** En calibres del 14 al 2.

+ Corresponde a las dimensiones del tipo THW en calibres del 14 al 8. Para los calibres 6 y mayores del tipo THW, las dimensiones son las mismas que las del tipo T.

*** Las dimensiones de los tipos RHH y RHW sin cubierta externa son las mismas que las del tipo THW.

Los conductores de los calibres 18 al 8 son sólidos y los de los calibres 6 y mayores, trenzados.

**** En las columnas 8 y 9 los valores indicados para los calibres 1 al 4/0 corresponden solamente al tipo TFE. Los valores de la derecha de las columnas 8 y 9 corresponden solamente al tipo FEPB.

Cuadro 6

DIMENSIONES DE LOS CONDUCTORES CON CUBIERTA DE PLOMO

Tipos RL, RHL y RUL

Calibre	Un conductor		Dos conductores		Tres conductores	
	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)
14	7.12	40	7.12 x 11.94	74	15.0	176
12	7.37	43	7.87 x 13.72	94	15.8	194
10	8.89	62	8.89 x 14.99	116	17.3	234
8	10.40	85	10.40 x 18.00	165	20.8	341
6	12.50	121	12.50 x 21.80	238	24.6	476
4	14.00	153	13.70 x 24.40	295	27.4	591
2	15.20	183	15.50 x 27.40	373	30.7	739
1	17.00	227	17.80 x 31.20	488	35.1	961
1/0	18.00	255	18.80 x 33.50	554	37.3	1 097
2/0	19.30	293	20.10 x 35.80	632	39.9	1 252
3/0	20.60	332	21.30 x 38.60	725	42.9	1 445
4/0	22.10	383	22.90 x 41.70	840	47.0	1 729
250	24.90	486	-	-	51.3	2 065
300	26.40	540	-	-	54.6	2 335
350	27.90	613	-	-	57.4	2 594
400	29.00	658	-	-	61.0	2 916
500	31.20	761	-	-	65.8	3 406

Nota: Los conductores de los calibres 14 al 8 son sólidos y los de los calibres 6 y mayores, trenzados. Los datos para aislantes de 0.75 mm no han sido tabulados todavía.
Los valores de este cuadro sólo se aplicarán en caso de tramo recto o con curvas equivalentes a no más de dos de 90°.

Cuadro 7

DIMENSIONES DE LOS CONDUCTORES CON AISLANTE DE GOMA BARNIZADA Y AMIANTO

Calibre	Tipo AVA		Tipo AVB		Tipo AVL	
	Diámetro aproximado (mm)	Sección aproximada (mm ²)	Diámetro aproximado (mm)	Sección aproximada (mm ²)	Diámetro aproximado (mm)	Sección aproximada (mm ²)
14	6.22	30	5.21	21	8.13	52
12	6.73	36	5.72	26	8.64	59
10	7.24	41	6.22	30	9.14	66
8	7.87	48	6.86	37	9.91	78
6	10.0	79	8.76	61	10.9	94
4	11.3	100	10.0	79	12.2	117
2	12.8	129	11.7	107	14.5	165
1	14.9	173	13.7	148	15.8	194
7/0	15.9	198	14.7	170	16.8	220
2/0	17.0	228	15.9	198	17.9	252
3/0	18.3	262	17.2	231	19.2	288
4/0	19.8	308	18.7	274	20.7	336
250	22.5	397	21.7	369	24.3	461
300	23.9	447	23.1	419	25.7	516
350	25.3	502	24.5	472	26.9	571
400	26.4	548	25.7	516	28.1	619
500	28.6	642	27.8	610	30.2	721
550	29.6	687	28.8	652	32.1	813
600	30.6	736	29.9	703	33.2	865
650	31.5	780	30.7	742	34.0	910
700	32.4	826	31.6	787	34.9	961
750	33.3	871	32.5	832	35.8	1 013
800	34.2	916	33.4	877	36.6	1 052
850	34.9	961	34.2	923	37.3	1 097
900	35.7	1 000	34.9	961	38.2	1 148
950	36.5	1 045	35.7	1 000	39.0	1 194
1 000	37.2	1 090	36.5	1 045	39.8	1 245

Nota: Los conductores de los calibres 14 al 8 son sólidos y los de los calibres 6 y mayores trenzados, excepto el tipo AVL que es trenzado en todos los calibres.

/Conductores con

Conductores con aislante de cinta barnizada

Tipo V

El espesor del aislante para los conductores con cinta barnizada Tipo V, es el mismo que para los conductores con aislante de goma. Tipo RHH, excepto para el calibre 18 que tienen un aislante de 1.14 mm si es cinta barnizada, y de 1.52 mm (2/64) si es goma Véase el cuadro 310.2 b). Por tanto, el cuadro 3C puede utilizarse para calcular el número de conductores aislados con cinta barnizada en tuberías.

Cuadro 8

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LOS CONDUCTORES

Calibre	Conductores de cableado concéntrico simple					Resistencia en corriente continua ohmios/km a 25°C (77°F)		
	Sección nominal (mm ²)	Número de hilos	Diámetro		Sección del cable (mm ²)	Cobre		Aluminio
			De cada hilo (mm)	Del cable (mm)		Desnudo	Estañado	
18	0.82	Sólido	1.02	1.02	0.82	21.36	22.28	35.10
16	1.31	Sólido	1.29	1.29	1.31	13.45	13.97	22.05
14	2.09	Sólido	1.63	1.63	2.09	8.43	8.79	13.85
12	3.30	Sólido	2.05	2.05	3.30	5.32	5.51	8.73
10	5.27	Sólido	2.59	2.59	5.27	3.34	3.48	5.48
8	8.35	Sólido	3.26	3.26	8.35	2.10	2.16	3.44
6	13.27	7	1.55	4.67	13.21	1.35	1.40	2.21
4	21	7	1.96	5.89	21	0.850	0.883	1.39
3	27	7	2.20	6.60	27	0.673	0.699	1.10
2	34	7	2.47	7.42	34	0.532	0.555	0.873
1	42	19	1.69	8.43	43	0.423	0.440	0.692
1/0	53	19	1.89	9.47	53	0.335	0.348	0.551
2/0	67	19	2.13	10.62	68	0.266	0.277	0.436
3/0	85	19	2.39	11.94	85	0.211	0.219	0.345
4/0	105	19	2.68	13.41	107	0.167	0.172	0.274
250	127	37	2.09	14.61	127	0.141	0.147	0.232
300	152	37	2.29	16.00	152	0.128	0.123	0.194
350	177	37	2.47	17.30	177	0.101	0.105	0.166
400	203	37	2.64	18.49	202	0.0886	0.0912	0.145
500	253	37	2.95	20.68	253	0.0709	0.0728	0.116
600	304	61	2.52	22.68	304	0.0591	0.0614	0.0968
700	355	61	2.72	24.49	354	0.0505	0.0522	0.0830
750	380	61	2.82	25.35	381	0.0472	0.0486	0.0774
800	405	61	2.91	26.19	405	0.0443	0.0456	0.0725
900	457	61	3.09	27.76	457	0.0394	0.0404	0.0646
1 000	507	61	3.25	29.26	506	0.0354	0.0364	0.0581
1 250	633	91	2.98	32.74	634	0.0283	0.0291	0.0466
1 500	760	91	3.26	35.86	759	0.0263	0.0243	0.0387
1 750	887	127	2.98	38.76	885	0.0202	0.0208	0.0331
2 000	1 013	127	3.19	41.43	1 014	0.0177	0.0182	0.0290

Nota: Los valores de resistencia dados en las tres últimas columnas son aplicables solamente a corriente continua. Cuando se empleen conductores mayores que el 4/0 en corriente alterna, se usará los factores de multiplicación del cuadro 9 de este capítulo, para compensar el efecto pelicular.

Cuadro 9

FACTORES DE MULTIPLICACION PARA LA CONVERSION DE LA RESISTENCIA
EN CORRIENTE CONTINUA A RESISTENCIA EN
CORRIENTE ALTERNA DE 60 HZ

Calibre	Factor de conversión			
	Para cables sin cubierta metálica en instalaciones a la vista o en tubo no metálico		Para cables con cubierta metálica o en canali- zaciones metálicas	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
3	1.000	1.000	1.00	1.00
2	1.000	1.000	1.01	1.00
1	1.000	1.000	1.01	1.00
0	1.001	1.000	1.02	1.00
2/0	1.001	1.001	1.03	1.00
3/0	1.002	1.001	1.04	1.01
4/0	1.004	1.002	1.05	1.01
250	1.005	1.002	1.06	1.02
300	1.006	1.003	1.07	1.02
350	1.009	1.004	1.08	1.03
400	1.011	1.005	1.10	1.04
500	1.018	1.007	1.13	1.06
600	1.025	1.010	1.16	1.08
700	1.034	1.013	1.19	1.11
750	1.039	1.015	1.21	1.12
800	1.044	1.017	1.22	1.14
1 000	1.067	1.026	1.30	1.19
1 250	1.102	1.040	1.41	1.27
1 500	1.142	1.058	1.53	1.36
1 750	1.185	1.079	1.67	1.46
2 000	1.233	1.100	1.82	1.56

B. Ejemplos

Selección de conductores. En los ejemplos siguientes los resultados se expresan generalmente en amperios. Para determinar el calibre de los conductores, hágase referencia a los cuadros 310-12 a 310-15 y a las notas que acompañan dichos cuadros.

Tensión. Para la aplicación uniforme de las disposiciones de los artículos 210, 215 y 220, se deberán usar voltajes nominales de 120 voltios y 240 voltios para calcular la carga de los conductores en amperios.

Fracciones de un amperio. Excepto cuando los cálculos den como resultado fracciones de valor mayor de 0.5 amperios, dichas fracciones podrán ser despreciadas.

Cocinas eléctricas. Las cargas de las cocinas eléctricas en estos ejemplos se han tomado de la columna A del cuadro 220.5. Para métodos opcionales, véanse las columnas B y C de dicho cuadro.

Ejemplo 1. Vivienda unifamiliar

La vivienda tiene un área de 140 m^2 , sin contar el sótano no ocupado, el desván no acabado y los portales abiertos. Tiene una cocina eléctrica de 12 kW.

Carga computada (véase la sección 220.4).

Carga de alumbrado general:

$$140 \text{ m}^2 \text{ a } 30 \text{ vatios por m}^2 = 2\,200 \text{ vatios.}$$

Número mínimo de circuitos ramales requeridos (véase la sección 220.3).

Carga de alumbrado general:

$$4\,200 \div 120 = 35 \text{ amperios, o tres circuitos de dos alambres y } 15 \text{ amperios, o dos circuitos de dos alambres y } 20 \text{ amperios.}$$

Carga de pequeños artefactos: dos circuitos de dos alambres y 20 amperios (sección 220.3 b)).

Carga de lavadero: un circuito de 2 alambres y 20 amperios (sección 220.3 b)).

/Calibre

Calibre mínimo de los alimentadores requeridos (véase la sección 220.4).

	<u>Vatios</u>
Carga computada:	
Alumbrado general	4 200
Pequeños artefactos	3 000
Lavadero	1 500
Total (sin cocina)	<u>8 700</u>
3 000 vatios a 100 por ciento	3 000
8 700 - 3 000 = 5 700 vatios a 35 por ciento	2 000
Carga calculada (sin cocina)	5 000
Carga de la cocina eléctrica (véase el cuadro 220.5)	8 000
Carga calculada (con cocina)	<u>13 000</u>

Para alimentadores de 3 conductores 120/240 voltios, $13\ 000 \div 240 = 54$ amperios.

Como la carga calculada es mayor de 10 kilovatios, los conductores de acometida serán de 100 amperios (véase la sección 230.41, excepción 1).

Ejemplo 1 a). Vivienda unifamiliar

Las mismas condiciones que en el ejemplo 1, más un aparato de aire acondicionado de 6 amperios, 240 voltios, y tres de 12 amperios, 120 voltios. (Véase el artículo 442, parte F.)

En el ejemplo 1, la corriente del alimentador es 54 amperios (3 alambres, 240 voltios).

<u>Línea A</u>	<u>Neutro</u>	<u>Línea B</u>	
54		54	Amperios del ejemplo 1
6		6	Un motor de 240 voltios de aparato de aire acondicionado
12		12	Dos motores de 120 voltios de aparato de aire acondicionado
-		12	Un motor de 120 voltios de aparato de aire acondicionado
3		3	25 por ciento del mayor motor (sección 430.24)
<u>75</u>		<u>87</u>	Amperios por hilo vivo

/Ejemplo 1 b).

Ejemplo 1 b). Vivienda unifamiliarCálculo opcional (sección 220.7)

La vivienda tiene un área de 140 m^2 , excluyendo el sótano no ocupado, el desván no acabado y los portales abiertos. Tiene una cocina eléctrica de 12 kW, un calentador de agua de 2.5 kW, una lavadora de platos de 1.2 kW, 9 kW de calefacción eléctrica en equipos instalados en cinco habitaciones, una secadora de ropa de 5 kW y un aparato de aire acondicionado de 6 amperios, 230 voltios.

Potencia del aparato de aire acondicionado: $6 \times 230 \div 1000 = 1.38 \text{ kW}$

Siendo 1.38 kilovatios menor que la carga de 9 kilovatios de calefacción, no es necesario incluirla en el cálculo de la sección 220.4 1).

	<u>kW</u>
140 m ² a 30 vatios	4.2
2 circuitos de artefactos de 20 A a 1 500 W cada uno	3.0
Circuitos de lavadero	1.5
Cocina (a su capacidad nominal)	12.0
Calentador de agua	2.5
Lavadora de platos	1.2
Calefacción eléctrica	9.0
Secadora de ropa	4.5
Carga total	<u>37.9</u>

Los primeros 10 kilovatios a 100 por ciento = 10.00

Los restantes a 40 por ciento (27.9 kilovatios x 0.4) = 11.16

Carga calculada para el calibre de la acometida:

21.16 kilovatios = 21 160 vatios, $21\ 160 \div 240 = 89 \text{ A}$

Por lo tanto, esta vivienda puede estar servida por una acometida de 100 amperios.

Ejemplo 1 c). Vivienda unifamiliarCálculo opcional (sección 220.7)

La vivienda tiene un área de 140 m^2 , excluyendo el sótano no ocupado, el desván no acabado y los portales abiertos. Tiene dos circuitos de 20 amperios para pequeños artefactos, un circuito de 20 amperios para el lavadero, dos hornos de pared de 4 kW, una unidad de cocción de 5.1 kW,

/un calentador

un calentador de agua de 4.5 kW, una lavadora de platos de 1.2 kW y una lavadora y una secadora de ropa combinadas de 5 kW, 6 aparatos de aire acondicionado de 7 amperios, 240 voltios cada uno y un calentador de ambiente de cuarto de baño, permanentemente instalado de 1.5 kW.

Cálculo de la corriente para los aparatos de aire acondicionado

		<u>Amperios</u>
Corriente total	6 x 7 =	42.00
25 por ciento del motor más potente	0.25 x 7 =	1.75
		<u>43.75</u>
43.75 x 240 ÷ 1 000 = 10.5 kW de carga de aire acondicionado.		

Carga cuya demanda es 100 por ciento

	<u>kW</u>
Aparatos de aire acondicionado	10.5
Calentador de ambiente omitido, sección 220.4 1)	

Otras cargas

140 m ² a 30 vatios	4.2
Dos circuitos de 20 amperios para pequeños artefactos a 1 500 vatios cada uno	3.0
Circuitos de lavadero	1.5
Dos hornos	3.0
Una unidad de cocción	5.1
Calentador de agua	4.5
Lavadora de platos	1.2
Lavadora-secadora	5.0
Carga total	<u>32.5</u>
Los primeros 10 kilovatios a 100 por ciento	10.0
Los restantes a 40 por ciento (22.5 kilovatios x 0.4)	9.0
Aire acondicionado 100 por ciento	10.5
Total calculado	<u>29.5</u>
29 600 ÷ 240 = 123 amperios (carga de acometida)	

Ejemplo 2. Pequeño puesto de frutas en la calle sin vidrieras para exhibición

Un pequeño puesto de frutas, sin vidrieras para exhibición, tiene un área de 14 m². Su carga eléctrica está compuesta de la del alumbrado general y la de un reflector de 1 000 vatios. No hay otras salidas.

/Carga

Carga calculada (sección 220.4)

Alumbrado general* (30 vatios por m² para tiendas)

14 m² a 30 vatios por m² x 1.25 = 525 vatios

525 vatios ÷ 120 = 4.4 amperios

Se requiere un circuito ramal de 15 amperios de 2 alambres (sección 220.3)

Calibre mínimo requerido de los conductores de acometida (sección 230.41, excepción 2)

	<u>Vatios</u>
Carga calculada	525
Cargas de reflectores	1 000
Carga total	<u>1 525</u>
1 525 vatios ÷ 120 = 12.8 amperios	

Usense conductores de acometida 0 (sección 230.41, excepción 2)

Usese para la acometida un interruptor automático de circuito de 30 amperios (sección 230.7 a) excepción 2).

Ejemplo 3. Inmueble para tienda

Una tienda de 14 metros por 20 metros, o sean 280 m², tiene 10 metros de vidrieras para exhibición.

Carga calculada (sección 220.4)

	<u>Vatios</u>
Carga de alumbrado general:*	
280 m ² a 30 vatios por m ² x 1.25	10 500
Carga de vidrieras:**	
10 metros a 600 vatios por metro	6 000

Número mínimo de circuitos ramales requeridos (sección 220.3)

Carga de alumbrado general:***

10 500 ÷ 240 = 43.7 amperios para 3 alambres, 120/240 voltios u
37.4 amperios para dos alambres, 120 voltios

Tres circuitos de 30 amperios, 2 alambres, y uno de 15 amperios, 2 alambres; o cinco circuitos de 20 amperios, 2 alambres; o

Tres circuitos de 20 amperios, 2 alambres y tres de 15 amperios, 2 alambres; o siete circuitos de 15 amperios, 2 alambres; o

Tres circuitos de 15 amperios, 3 alambres y uno de 15 amperios, 2 alambres.

/Carga de

Carga de alumbrado especial (vidrieras): (secciones 220.2, excepción 1 y 220.4 c): $6\ 000 \div 240 = 25$ amperios para 3 alambres, 120/240 voltios, o 50 amperios para 2 alambres, 120 voltios.

Cuatro circuitos de 15 amperios, 2 alambres, o
 Tres circuitos de 20 amperios, 2 alambres, o
 Dos circuitos de 15 amperios, 3 alambres.

Calibre mínimo de alimentadores (o conductores de acometida) requeridos (sección 215.2)

Para sistemas de 3 alambres, 120/240 voltios:

Carga en amperios: $43.7 + 25 = 68.7$ amperios (sección 220.2)

Para sistemas de 120 voltios:

Carga en amperios $87.4 + 50 = 137.4$ amperios (sección 220.2)

- * Los ejemplos dados suponen que la carga total de alumbrado general es continua y en consecuencia la carga se aumenta en 25 por ciento de acuerdo con la sección 220.2. El aumento de 25 por ciento no es aplicable a ninguna parte de la carga que no se use por largos períodos.
- ** Si se calcula la carga de las vidrieras de exhibición de acuerdo con la sección 220.2, la carga unitaria por salida se aumentará en 25 por ciento.
- *** La carga de cada circuito ramal de alumbrado general no deberá exceder el 80 por ciento de la capacidad nominal de dicho circuito ramal (sección 210.23 b)).

Ejemplo 4. Vivienda multifamiliar

Vivienda multifamiliar con un área total de $3\ 000\ m^2$, con 40 apartamentos, medidores en dos bancos de 20 cada uno, con alimentadores individuales para cada apartamento.

La mitad de los apartamentos están equipados con cocinas eléctricas que no exceden 12 kW cada una.

Carga computada de cada apartamento (artículo 220)

	<u>Vatios</u>
Carga general de alumbrado: 75 m ² a 30 vatios por m ²	2 250
Carga especial de artefactos: Cocina eléctrica	8 000
	<u>/Número</u>

Número mínimo de circuitos ramales requeridos por apartamento (sección 220.3)

Carga general de alumbrado: $2\ 250 \div 120 = 18.7$ amperios, o sea dos circuitos de 15 amperios, 2 alambres; o dos circuitos de 20 amperios, 2 alambres.

Carga de pequeños artefactos: dos circuitos de 2 alambres del No. 12 (véase la sección 220.3 b)).

Circuito de la cocina: $8\ 000 \div 240 = 33.3$ amperios o sea un circuito de dos No. 8 y uno No. 10, según se permite en la sección 210.19 c).

Calibre mínimo de los alimentadores individuales requeridos para cada apartamento (sección 215.2)

	<u>Vatios</u>
Carga calculada (artículo 220):	
Carga general de alumbrado	2 250
Carga de pequeños artefactos, dos circuitos de 20 amperios	3 000
Carga total calculada (sin cocinas)	<u>5 250</u>
Aplicación del factor de demanda:	
3 000 vatios a 100 por ciento	3 000
2 250 vatios a 35 por ciento	800
Carga calculada (sin cocinas)	<u>3 800</u>
Carga de cocinas	8 000
Carga calculada (con cocinas)	<u>11 800</u>
Para un sistema de tres alambres 120/240 voltios (sin cocinas):	
Carga calculada $3\ 800 \div 240 = 15.8$ amperios	
Calibre de cada alimentador individual (véase la sección 215.2)	
Para un sistema de tres alambres, 120/240 V (con cocinas):	
Carga calculada $11\ 800 \div 240 = 49$ amperios	

	<u>Vatios</u>
Neutro del subalimentador:	
Carga de alumbrado y pequeños artefactos	3 800
Carga de la cocina, 8 000 vatios a 70 por ciento. (Véase la sección 220.4 e))	5 600
Carga calculada (neutro)	<u>9 400</u>
$9\ 400 \div 240 = 39$ amperios.	

Calibre mínimo de los alimentadores requeridos desde el equipo de acometida al banco de medidores. (Para 20 apartamentos, 10 con cocina eléctrica):

	<u>Vatios</u>
Carga total calculada:	
Carga de alumbrado y pequeños artefactos, 20 x 5 250	105 000
Aplicación de los factores de demanda:	
3 000 vatios a 100 por ciento	3 000
102 000 vatios a 35 por ciento	35 700
Carga calculada de alumbrado y pequeños artefactos	<u>38 700</u>
Carga de cocinas eléctricas, 10 unidades (menos de 12 kW columna A, cuadro 220.5)	25 000
Carga calculada (con cocinas)	<u>63 700</u>
Para sistema de 3 alambres, 120/240 voltios:	
Carga calculada $63\ 700 \div 240 = 266$ amperios	
Neutro del alimentador:	
Carga del alumbrado y pequeños artefactos	38 700
Carga de cocinas: 25 000 vatios a 70 por ciento (véase la sección 220.4 e))	17 500
Carga calculada (neutro)	<u>56 200</u>
$56\ 200 \div 240 = 234$ amperios.	
	<u>Amperios</u>
Factor de demanda suplementario (sección 220.4 d)):	
200 amperios a 100 por ciento	200
44 amperios a 70 por ciento	31
Carga neta calculada (neutro)	<u>231</u>

Calibre mínimo del alimentador principal (o conductor de acometida) requerido. (Para 40 apartamentos, 20 con cocinas eléctricas):

	<u>Vatios</u>
Carga total calculada:	
Carga de alumbrado y pequeños artefactos 40 x 5 250	210 000
Aplicación del factor de demanda:	
3 000 vatios a 100 por ciento	3 000
117 000 vatios a 35 por ciento	40 950
90 000 vatios a 25 por ciento	22 500
Carga calculada de alumbrado y pequeños artefactos	<u>66 450</u>
Carga de cocinas, 20 unidades (menos de 12 kilovatios, Columna A, cuadro 220.5)	35 000
Carga calculada	<u>101 450</u>
Para un sistema de tres alambres 120/240 voltios:	
Carga calculada: $101\ 450 \div 240 = 423$ amperios	

/Neutro del

	<u>Vatios</u>
Neutro del alimentador:	
Carga de alumbrado y pequeños artefactos	66 450
Carga de cocinas, 35 000 vatios a 70 por ciento (véase la sección 220.4 e))	24 500
Carga calculada (neutro)	<u>90 950</u>
$90\ 950 \div 240 = 379$ amperios	
	<u>Amperios</u>
Factor de demanda suplementario. (Véase la sección 220.4 e)):	
200 amperios a 100 por ciento	200
179 amperios a 70 por ciento	125
Carga calculada (neutro)	<u>325</u>
(Véase los cuadros 310.12 a 310.15 y sus notas)	

Ejemplo 4 a). Cálculo opcional para vivienda multifamiliar

Vivienda multifamiliar equipada con cocinas eléctricas y calefacción eléctrica o aire acondicionado y con un área de 3 000 m², con 40 apartamentos.

Medidores en dos bancos de 20 cada uno más el medidor del edificio y alimentadores individuales a cada apartamento.

Cada apartamento está equipado con una cocina eléctrica con capacidad nominal de 8 kW; de 4 equipos de calefacción de ambiente de 1.5 kW, 240 voltios controlados independientemente; y de un calentador eléctrico de agua de 2.5 kW, 240 voltios.

Un lavadero común para todos los inquilinos (sección 210.22 b), excepción 1).

El área de cada apartamento es de 75 m².

Carga computada de cada apartamento (artículo 220):

	<u>Vatios</u>
Carga general de alumbrado; 75 m ² a 30 vatios por m ²	2 250
Cocina eléctrica	8 000
Calefacción eléctrica o kilovatios (o aire acondicionado si es mayor)	6 000
Calentador eléctrico	2 500

/Número mínimo

Ejemplo 5. Cálculo del neutro del alimentador
(Véase la sección 220.4)

El ejemplo siguiente muestra el método para calcular el calibre del neutro del alimentador para la carga de un sistema bifásico de cinco alambres, cuando se desea modificar la carga de acuerdo con lo expuesto en la sección 220.4.

Una instalación compuesta de una carga calculada de 250 A, conectada entre el neutro del alimentador y cada uno de los conductores de fase.

Neutro del alimentador (desequilibrio máximo de la carga
250 amperios x 140 por ciento = 350 amperios):

	<u>Amperios</u>
200 amperios (primeros) a 100 por ciento	200
150 amperios (exceso) a 70 por ciento	105
Carga calculada	<u>305</u>

Ejemplo 6. Demanda máxima para cargas de cocinas eléctricas

El cuadro 220.5, columna A, se aplica a cocinas eléctricas de no más de 12 kW. La aplicación de la nota 1 a cocinas de más de 12 kW (pero de no más de 27 kW) se demuestra en los ejemplos siguientes:

A. Cocinas eléctricas de igual capacidad

Supongamos 24 cocinas de 16 kilovatios cada una. Según la columna A, la demanda máxima para 24 unidades de 12 kilovatios es de 39 kilovatios.

16 kilovatios excede en 4 a 12 kilovatios

5 por ciento x 4 = 20 por ciento (aumento de 5 por ciento por cada kilovatios en exceso de 12)

39 kilovatios x 20 por ciento = 7.8 kilovatios de aumento

39 + 7.8 = 46.8 kilovatios: valor para la sección de alimentadores

B. Cocinas eléctricas de capacidades distintas

Supongamos 5 cocinas de 11 kilovatios cada una; 2 de 12 kilovatios; 20 de 13.5 kilovatios y 3 de 18 kilovatios.

$$5 \times 12 = 60. \text{ Usese } 12 \text{ kW por cocina de menos de } 12 \text{ kW.}$$

$$2 \times 12 = 24$$

$$20 \times 13.5 = 270$$

$$\underline{3 \times 18 = 54}$$

$$\underline{30} \quad \underline{408 \text{ kW}}$$

$$408 \div 30 = 13.6 \text{ kilovatios (valor medio a ser usado en el cálculo).}$$

Según la columna A la demanda para 30 cocinas de 12 kilovatios es: $15 + 30 = 45$ kilovatios.

13.6 excede en 1.6 a 12 kilovatios (úsese 2).

5 por ciento \times 2 = 10 por ciento (5 por ciento de aumento por cada kW en exceso de 12).

45 kilovatios \times 10 por ciento = 4.5 kilovatios de aumento

45 + 4.5 = 49.5 kilovatios: valor a ser usado en la selección de los alimentadores.

Ejemplo 7. Cocinas en un sistema trifásico
(Sección 220.4 j)).

Treinta cocinas eléctricas de 12 kW cada una están alimentadas por un alimentador trifásico de 4 hilos, 120/208 voltios, con 10 de ellas en cada fase.

Como hay 20 conectadas a cada conductor de fase, la carga debe calcularse a base de 20 cocinas (o en caso de desequilibrio, dos veces el número máximo entre dos hilos de fase cualquiera), pues el factor de diversidad se aplica sólo al número de cocinas conectadas a fases adyacentes y no al total.

La corriente en cualquiera de los conductores será la mitad de la carga total de dos fases adyacentes, divididas por la tensión de fase a neutro. En este caso, de acuerdo con el cuadro 220.5 20 cocinas tendrán una carga total de 35 000 vatios en dos fases; de acuerdo con ello la corriente en el conductor del alimentador será:

$$17\,500 \div 120 = 146 \text{ amperios.}$$

/Con base

Con base en tres fases la carga será:

$$3 \times 17\,500 = 52\,500 \text{ vatios}$$

y la corriente en cada conductor del alimentador:

$$\frac{52\,500}{208 \times 1.73} = 146 \text{ amperios}$$

Ejemplo 8. Motores, conductores y protección contra sobrecorriente

(Véanse las secciones 430.22, 430.24, 430.52, 430.62 y los cuadros 430.150 y 430.152)

Determinar el calibre de los conductores de cobre, la protección contra sobrecargas del motor en marcha, la protección del circuito ramal y la del alimentador de un motor de inducción de jaula de ardilla de 25 HP (arranque a plena tensión, factor de servicio de 1.15 y letra de código F), y de dos motores de inducción de rotor bobinado de 30 HP cada uno (40°C de aumento de temperatura), en un circuito de alimentación trifásico de 460 voltios y 60 Hz.

Carga de los conductores:

La corriente a plena carga del motor de 25 HP es 34 amperios (cuadro 430.150). Una corriente a plena carga de 34 amperios \times 1.25 = 42.5 amperios (sección 430.22). La corriente a plena carga de un motor de 30 HP es 40 amperios (cuadro 430.150). Una corriente a plena carga de 40 amperios \times 1.25 = 50 amperios (sección 430.22).

La capacidad del conductor alimentador será el 125 por ciento de 40, más 40, más 34, o sea 124 amperios (sección 430.24).

Protección contra sobrecorriente:

Del motor en marcha. El motor de 25 HP, con una corriente a plena carga de 34 amperios, debe tener una protección contra sobrecargas en marcha de no más de 42.5 amperios. El motor de 30 HP, con una corriente a plena carga de 40 amperios, debe tener una protección contra sobrecargas en marcha de no más de 50 amperios.

/Circuito

Circuito ramal. El circuito ramal del motor de 25 HP debe tener una protección contra sobrecorriente no mayor del 300 por ciento para un fusible sin tiempo diferido (cuadro 430.152), o sea $3.00 \times 34 = 102$ amperios. El fusible de calibre mayor normalizado más cercano que no sobrepasa este valor es 100 A. (Véase la sección 430.52).

La protección contra sobrecorriente del circuito ramal para un motor de 30 HP es de 150 por ciento (cuadro 450.152), o sea $1.50 \times 40 = 60$ A. (Cuando el valor máximo de la protección contra sobrecorriente no es suficiente para permitir el arranque del motor, se puede aumentar el valor de la capacidad del fusible sin retardo de tiempo hasta 400 por ciento (sección 430.52, excepción a).)

Circuito alimentador. El valor máximo de la capacidad de un dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador, está basado en la suma del dispositivo de mayor valor de protección de circuitos ramales (fusibles de 110 amperios), más la suma de los valores de las corrientes a plena carga de los otros motores, o sea $110 \text{ más } 40 \text{ más } 40 = 190$ amperios. El fusible de calibre normalizado más cercano que no sobrepasa este valor es de 175 amperios.

