

600-33. Tubos luminosos de descarga eléctrica

a) Diseño. Los tubos luminosos deben ser de longitud y diseño tales que no produzcan una sobretensión continua en el transformador.

b) Soporte. Los tubos luminosos deben estar adecuadamente sostenidos en soportes de material no combustible y no absorbente. Los soportes de los tubos deben ser ajustables cuando sea factible.

c) Contacto con materiales inflamables y otras superficies. Los tubos no deben tener contacto con materiales inflamables y deben estar ubicados donde no estén expuestos normalmente a daños materiales. Cuando los tubos trabajen a tensiones mayores de 7 500 V, sus soportes deben ser de material aislante no combustible y no absorbente, que mantenga una separación no menor que 6 mm entre el tubo y la superficie más próxima.

600-34. Terminales y portaelectrodos de los tubos de descarga eléctrica.

a) Terminales. Las terminales de los tubos deben ser inaccesibles a personas no idóneas y estar separadas de materiales combustibles y de metal conectado a tierra, o bien estar encerradas en cubiertas. En este último caso, las terminales deben separarse de metal puesto a tierra y de material combustible, por medio de un material aislante no combustible y no absorbente o por un espacio libre en aire de 4 cm. Las terminales deben estar preparadas para que las conexiones no hagan falsos contactos y con el fin de evitar calentamiento y pérdidas de energía. Las terminales no deben estar sometidas a esfuerzos mecánicos.

b) Conexiones de tubos sin usar portaelectrodos. Si no se usan portaelectrodos especiales para el objeto, las partes vivas de las terminales de los tubos y de los conductores, deben soportarse en tal forma que se mantenga una separación de por lo menos 4 cm entre conductores o entre conductores y cualquier parte metálica conectada a tierra.

c) Portaelectrodos. Los portaelectrodos para los tubos deben ser de material aislante, no combustible y no absorbente.

d) Boquillas. Donde los electrodos entren a la envolvente de anuncios luminosos para exteriores o interiores, que funcionen a una tensión eléctrica mayor que 7 500 V, deben usarse boquillas de paso, a menos que se haya provisto de portaelectrodos. Los soportes más próximos a las conexiones terminales deben quedar a no más de 15 cm del electrodo.

e) Aparadores. En los anuncios luminosos de tipo descubierto para aparadores, las terminales deben estar encerradas en portaelectrodos aprobados para este fin y evitar falsos contactos y pérdidas de energía.

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

g) Cubierta de metal. Las cubiertas de metal para electrodos deben tener una chapa metálica de espesor no menor que 0,7 mm (No. 24 SSG).

h) Envoltentes de material aislante. Las envoltentes de material aislante deben ser no combustibles, no absorbentes y adecuadas para la tensión eléctrica del circuito.

i) Partes vivas. Las partes vivas deben estar encerradas o adecuadamente resguardadas para impedir cualquier contacto.

600-35. Interruptores en puertas. Las puertas o tapas que den acceso a partes no aisladas de anuncios luminosos para interiores o alumbrado de realce, de tensiones nominales mayores que 600 V y accesibles al público en general, deben estar provistas de desconectores de bloqueo que, al abrir las puertas o retirar las tapas, desconecten el circuito primario, o estén fijadas de tal manera que para abrirlas se necesiten herramientas especiales.

600-36. Alumbrado de realce fijo y avisos luminosos de tipo de estructura para uso interior

a) Soporte de tubos. Los tubos de gas deben soportarse independientemente de los conductores, por medio de aisladores de material no combustible no absorbente, tal como vidrio o porcelana, o suspenderse con alambres o cadenas adecuadas.

b) Transformadores. Se deben instalar en envoltentes metálicos y tan cerca como sea posible del sistema de tubos de gas.

c) Conductores del secundario. Los conductores del secundario para los transformadores, deben aislarse de la tensión eléctrica del circuito y deben estar encerrados en canalización metálica puesta a tierra.

Excepción: Los conductores que no excedan de 1,2 m de longitud entre el tubo de gas y la envolvente metálica adyacente, pueden alojarse en otro tipo de canalización tal como vidrio continuo o mangas aislantes.

600-37. Anuncios luminosos portátiles de tubos de gas para aparadores de uso interior. Esta Sección se aplica a las instalaciones y al uso de anuncios luminosos portátiles basados en tubos de gas.

a) Ubicación. Los anuncios luminosos portátiles con tubos de gas se deben usar solamente en interiores.

b) Transformador. El transformador debe ser del tipo ventana o estar dentro de una envolvente metálica.

c) Conductores de alimentación. Los conductores de alimentación deben ser de cordón tipo uso rudo o extrarrudo que contenga un conductor de puesta a tierra de equipo. El cordón debe tener una longitud no mayor que 3 m.

d) Conductores secundarios. Los conductores secundarios deben tener una longitud no mayor que 1,8 m y deben instalarse donde no estén expuestos a daño mecánico, deben aislarse de la tensión eléctrica del circuito y deben protegerse por un tubo de vidrio continuo u otros mangos aislantes o tubería.

e) Puesta a tierra. Los transformadores y las partes metálicas unidas que no transportan corriente eléctrica deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

f) Soportes. Los anuncios luminosos portátiles interiores deben mantenerse en su lugar por un número de ganchos abiertos no mayor que dos, sujetos a la estructura del transformador.

ARTICULO 604-SISTEMAS DE ALAMBRADO PREFABRICADOS

604-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican al alambrado instalado en campo utilizando subconjuntos prefabricados, para circuitos derivados, paneles de control, circuitos de control remoto, de señalización y de comunicaciones en áreas accesibles.

604-2. Definición. Sistema de alambrado prefabricado: Es un sistema formado por componentes ensamblados en fábrica, y no pueden ser inspeccionados en el sitio donde se instalen, sin dañar o destruir el propio conjunto ensamblado, por lo cual sus conexiones internas no deben tener falsos contactos para evitar calentamiento y consumos innecesarios de energía.

604-3. Otros Artículos. Se deben cumplir los requisitos de todos los otros Artículos aplicables de esta norma, excepto por las modificaciones establecidas en este Artículo.

604-4. Uso permitido. Se permite el uso de sistemas de alambrado prefabricados, en lugares visibles, secos, accesibles y dentro de plafones y espacios usados para aire ambiental cuando estén aprobados para esta aplicación y se instalen de acuerdo con lo indicado en 300-22.

Excepción 1: En espacios ocultos, se permite que un extremo de un cable en derivación, se extienda dentro de muros huecos accesibles, para terminar en un desconectador o en una salida eléctrica.

Excepción 2: Para instalaciones exteriores, cuando están aprobadas para ese uso.

604-5. Uso no permitido. Cuando los conductores o cables se limiten por las disposiciones de los Artículos 333 y 334.

604-6. Construcción

a) Tipos de cable o tubo (conduit). Los sistemas de alambrado prefabricados pueden ser de uno de los tipos indicados a continuación:

- 1)** Los cables deben ser armados o tener cubierta metálica de un tipo aprobado y deben contener conductores de cobre aislados de 600 V nominales, de tamaño nominal de 5,26 mm² o de 3,31 mm² (10 AWG o 12 AWG) con un conductor de cobre aislado o desnudo para conexión a tierra, equivalente en área de sección transversal a un conductor activo o portador de corriente.
- 2)** La canalización debe ser tubo (conduit) metálico flexible y aprobado para contener conductores de cobre aislados de tamaño nominal de 5,26 mm² o de 3,31 mm² (10 AWG o 12 AWG) para 600 V nominales con un conductor de cobre para conexión puesta a tierra, equivalente en área de sección transversal a la de un conductor activo o portador de corriente.

Excepción 1: para los incisos (1) y (2): Para conectar un aparato, se permite una derivación de longitud máxima de 1,8 m con conductores menores de 3,31 mm² (12 AWG) pero no menores de 0,824 mm² (18 AWG).

Excepción 2: para los incisos (1) y (2): Para circuitos de control remoto, señalización o comunicaciones, se permite el uso de conductores menores de 3,31 mm² (12 AWG). El sistema de alambrado debe estar aprobado para este uso.

- 3) Cada subconjunto prefabricado debe marcarse para identificar el tipo de cable o canalización.
- b) **Receptáculos y clavijas.** Los receptáculos y clavijas deben ser con bloqueo de seguridad debidamente polarizados e identificados para este uso.
- c) **Otros componentes.** Otros componentes del sistema deben estar aprobados para el uso.

604-7. Salidas no utilizadas. Todas las salidas disponibles no utilizadas, deben ser tapadas para cerrar efectivamente las aberturas de los receptáculos y así evitar accidentes.

ARTICULO 605-INSTALACIONES EN OFICINAS

(Accesorios de alumbrado y alambrado de muros prefabricados)

605-1. Alcance. Esta Sección se refiere a equipo eléctrico, accesorios de alumbrado y sistemas de alambrado usados para conectar, colocar dentro, o instalar en muros alambrados prefabricados.

605-2. Generalidades. Los sistemas de alambrado se deben identificar como apropiados para suministrar energía a los accesorios y aparatos eléctricos de alumbrado en muros prefabricados. Estos muros no deben extenderse desde el piso hasta el techo.

- a) **Usos.** Estos conjuntos deben instalarse y usarse sólo como se indica en este Artículo.
- b) **Otros Artículos.** Se deben cumplir los requisitos de todos los Artículos aplicables de esta norma, excepto las modificaciones requeridas en este Artículo.
- c) **Áreas peligrosas (clasificadas).** Cuando se usen muros alambrados prefabricados en áreas peligrosas (clasificadas), deben cumplir con los Artículos 500 a 517, además de lo indicado en éste.

605-3. Canalizaciones. Todos los conductores y las conexiones deben estar dentro de ductos o canalizaciones metálicas para alambrado o de otro material adecuado para las condiciones de uso. Los ductos o canalizaciones del alambrado deben estar libres de protuberancias u otras condiciones que puedan dañar al aislamiento del conductor. No se deben utilizar como canalización el tubo (conduit) de Polietileno indicado en el Capítulo 332.

605-4. Conexiones entre muros. La conexión eléctrica entre muros debe ser un ensamble flexible adecuado para este uso.

Excepción: Se permite cordón flexible para la conexión entre muros siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:

- a) Que el cordón sea del tipo para uso extrarrudo.
- b) Que los muros estén mecánicamente contiguos.
- c) Que el cordón no sea más largo de lo necesario para la máxima separación entre los muros y que no exceda de 60 cm.
- d) Que el cordón termine en una clavija y en un receptáculo, con seguridad a la tensión mecánica.

605-5. Accesorios de alumbrado. El equipo de alumbrado apropiado para usarse en muros alambrados debe cumplir con los requisitos siguientes:

- a) **Soporte.** Se debe contar con medios de unión o soporte seguros.
- b) **Conexión.** Cuando se utilice una conexión de cordón y clavija, la longitud del cordón debe ser adecuada para el uso que se pretende, pero no debe exceder de 2,7 m de longitud. El cordón debe ser del tipo para uso rudo, de tamaño nominal no menor que 0,824 mm² (18 AWG) y debe contener un conductor de conexión de puesta a tierra. Si se emplea otro tipo de conexiones, deben identificarse como adecuadas para este uso.
- c) **Salida del receptáculo.** No se permiten salidas del receptáculo en los accesorios de alumbrado.

605-6. Muros de tipo fijo. Los muros alambrados que estén unidos permanentemente a una parte del edificio, deben estar conectados al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

605-7. Muros de tipo no permanente. Los muros que no estén unidos permanentemente a una parte del edificio, pueden estar conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

605-8. Muros del tipo no permanente, conectados con cordón y clavija. Los muros individuales de tipo no permanente o grupos de muros individuales que estén eléctricamente unidos y que no excedan de 9 m, cuando sean ensamblados, pueden estar conectados al sistema eléctrico del edificio por un cordón flexible con clavija, siempre que satisfagan los siguientes requisitos:

- a) **Cordón alimentador flexible.** El cordón alimentador flexible no debe exceder de 60 cm de longitud y debe ser del tipo para uso extrarrudo con conductores de 3,31 mm² (12 AWG) o mayores, con un conductor de conexión de puesta a tierra aislado.
- b) **Receptáculos para suministro de energía.** El receptáculo que suministre la energía eléctrica, debe estar alimentado por un circuito independiente que sirva exclusivamente a los muros y no a otras cargas, y debe ubicarse a no más de 30 cm del muro que alimente.
- c) **Máximo número de salidas de los receptáculos.** Los muros individuales o grupos interconectados, no deben tener más de 10 salidas de receptáculos de 15 A, 120 V o 127 V.
- d) **Circuitos multiconductores.** Los muros individuales o grupos de muros individuales interconectados no deben contener circuitos multiconductores.

NOTA: Véase 210-4 para circuitos derivados multiconductores que alimenten a los muros indicados en 605-6 y 605-7.

ARTICULO 610-GRUAS Y POLIPASTOS

A. Disposiciones generales

610-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de equipo eléctrico y la instalación eléctrica relacionada con grúas y polipastos, polipastos de monorriel y de todo tipo de carriles.

610-2. Requisitos especiales para áreas particulares

- a) **Áreas peligrosas (clasificadas).** Todo equipo que funcione en un área clasificada como peligrosa debe cumplir con el Artículo 500.
 - 1) El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de gases o vapores inflamables debe cumplir con el Artículo 501.
 - 2) El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de polvos combustibles debe cumplir con el Artículo 502.
 - 3) El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de fibras o pelusas de fácil ignición debe cumplir con el Artículo 503.
- b) **Materiales combustibles.** Si la grúa, polipasto o polipasto de monorriel opera sobre materiales de fácil combustión, las resistencias eléctricas deben instalarse de acuerdo con las siguientes condiciones:
 - (1) En un gabinete bien ventilado, de material no combustible y construido de forma que no emita llamas o metal fundido.
 - (2) En una jaula o cabina hecha de material no combustible que rodee todos sus lados desde el piso hasta un punto ubicado como mínimo a 15 cm por encima del nivel superior de dichas resistencias.
- c) **Celdas electrolíticas en línea.** Véase 668-32.

B. Alambrado

610-11. Métodos de alambrado. Los conductores deben instalarse en canalizaciones o ser cable Tipo AC con el conductor de puesta a tierra aislado, cable tipo MC o MI, a menos que se permita de otra manera en los siguientes incisos (a) a (e):

- (a) Los conductores de contacto no requieren encerrados en canalizaciones.
- (b) No se requiere que longitudes cortas de conductores descubiertos en las resistencias, colectores, o troles y otro equipo, estén encerrados en canalizaciones.
- (c) Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles para motores y equipo similar, deben instalarse conductores flexibles dentro de tubo (conduit) metálico flexible, metálico flexible hermético a los líquidos, no metálico flexible hermético a los líquidos, cable multiconductor o una canalización no metálica aprobados.

(d) Cuando se utilice cable multiconductor en una estación de botones colgante, ésta debe estar soportada de una manera satisfactoria que proteja a los conductores eléctricos contra los esfuerzos de la tensión mecánica.

(e) Cuando se requiere flexibilidad para alimentar energía o controlar partes en movimiento, se permite el uso de un cordón o cable flexible adecuado para el propósito, siempre que:

(1) Se suministre liberación satisfactoria contra esfuerzos de tracción y protección contra daño físico; y

(2) En áreas peligrosas (clasificadas) dentro de la Clase 1, División 2, el cable debe estar aprobado para uso extrarruido.

610-12. Accesorios terminales de canalización o cable. Los conductores o los cables que salgan de una canalización deben cumplir con una de las siguientes condiciones:

a) **Abertura independiente con boquilla.** Cuando la trayectoria de conductores cambie del tipo de instalación en cable o en canalización a una instalación de tipo visible, debe utilizarse una caja o accesorio terminal que esté provisto con abertura independiente emboquillada para cada conductor. Un accesorio usado para este propósito no debe tener derivaciones, tomas de corriente eléctrica, ni empalmes y no debe usarse como caja de salida para aparatos.

b) **Boquilla en lugar de caja.** Se permite utilizar una boquilla en lugar de una caja al final de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero, donde la canalización termine en motores de corriente eléctrica continua de carcasa abatible, controles no encerrados o equipo similar, incluyendo conductores de contacto, colectores o troles, resistencias, frenos y desconectores de límite operando en el circuito de fuerza.

610-13. Tipo de conductores. Los conductores deben cumplir con lo indicado en la Tabla 310-13.

Excepción 1: Los conductores expuestos al calor exterior o conectados a resistencias, deben tener una cubierta exterior resistente a la flama o deben estar cubiertos con cinta resistente a la flama, individualmente o en grupos.

Excepción 2: Los conductores de contacto a lo largo de trabes, puentes de grúas y monorrieles pueden ser desnudos y deben ser de cobre, aluminio, acero, u otras aleaciones o combinaciones de estos metales en forma de alambre duro estirado, de perfil redondo, en "T", angular, rieles en "T", u otra forma rígida.

Excepción 3: Donde se requiera flexibilidad, se permite emplear cordones o cables flexibles con carretes enrolladores o dispositivos recuperadores.

610-14. Tamaño nominal de los conductores y capacidad de conducción de corriente

a) **Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente permitida en los conductores se indica en la Tabla 610-14(a):

NOTA- Para la capacidad de conducción de corriente de los conductores entre controladores y resistencias véase 430-23.

TABLA 610-14(a). Capacidad de conducción de corriente (A) para conductores de cobre aislados basados en una temperatura ambiente de 30°C, utilizados para motores de grúas y polipastos, con régimen de trabajo de corta duración, hasta cuatro conductores en canalizaciones o cable (*). Hasta tres conductores de c.a. () o cuatro en c.c. (*) en canalización o cable.**

Temperatura máxima de operación		75°C		90°C		125°C	
Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)		Tipos MTW, RHW, THW, THW-LS, XHHW, DRS, THWN		Tipos FEP, FEPB, PFA, PFAH, SA, TFE, ZW		Tipos FEP, FEPB, PFA, PFAH, SA, TFE, ZW	
mm ²	AWG	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min
1,31	(16)	10	12	31	32	38	40
2,08	(14)	25	26	36	40	45	50
3,31	(12)	30	33	49	52	60	65
5,26	(10)	40	43	63	69	73	80

8,37	(8)	55	60				
13,3	(6)	76	86	83	94	101	119
16,8	(5)	85	95	95	106	115	134
21,2	(4)	100	117	111	130	133	157
26,7	(3)	120	141	131	153	153	183
33,6	(2)	137	160	148	173	178	214
	(1)	143	175	158	192	210	253
	(1/0)	190	233	211	259	253	304
	(2/0)	222	267	245	294	303	369
	(3/0)	280	341	305	372	370	452
	(4/0)	300	369	319	399	451	555
127	(250)	364	420	400	461	510	635
152	(300)	455	582	497	636	587	737
177	(350)	486	646	542	716	663	837
203	(400)	538	688	593	760	742	941
253	(500)	660	847	726	914	896	1143
FACTOR DE CORRECCION PARA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE							
Temperatura ambiente °C		Para temperaturas ambientes diferentes a 30°C multiplicar la capacidad de conducción de corriente mostrada arriba por el factor correspondiente abajo indicado					
21-25		1,05	1,05	1,04	1,04	1,02	1,02
26-30		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35		0,94	0,94	0,96	0,96	0,97	0,97
36-40		0,88	0,88	0,91	0,91	0,95	0,95
41-45		0,82	0,82	0,87	0,87	0,92	0,92
46-50		0,75	0,75	0,82	0,82	0,89	0,89
51-55		0,67	0,67	0,76	0,76	0,86	0,86
56-60		0,58	0,58	0,71	0,71	0,83	0,83
61-70		0,33	0,33	0,58	0,58	0,76	0,76
71-80				0,41	0,41	0,69	0,69
81-90						0,61	0,61
91-100						0,51	0,51
101-120						0,40	0,40

NOTA- Otros aislamientos indicados en las Tablas 310-13 y aprobados para lugares y temperaturas específicos se permite sustituirlos por los indicados en la Tabla 610-14 a). Las capacidades de conducción de corriente de los conductores utilizados para motores para servicio de 15 minutos, deben ser las de 30 minutos incrementadas en 12%.

(*) Para cinco a ocho conductores de fuerza energizados simultáneamente y alojados en tubo (conduit), canalización o cable, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de fuerza se reduce a un valor equivalente a 80% del valor mostrado en esta tabla.

(**) Para cuatro a seis conductores de fuerza de c.a. energizados simultáneamente a 125°C y alojados en tubo (conduit), canalización o cable, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de fuerza se reduce a un valor equivalente al 80% del valor mostrado en esta tabla.

- b) Conductores para resistencias de control (secundarias).** Cuando las resistencias de control (secundarias) estén separadas del controlador, el tamaño nominal mínimo de los conductores entre las resistencias y el controlador, se debe calcular multiplicando la corriente eléctrica secundaria del motor por el factor adecuado tomado de la Tabla 610-14 b), y seleccionar el conductor adecuado de la Tabla 610-14(a).

TABLA 610-14 (b)

Factores para determinar la capacidad de conducción de corriente de los conductores entre el controlador y las resistencias de control (secundarias) de grúas.	
Tiempo en segundos	Capacidad de conducción de la corriente secundaria a plena carga

Energizadas (conectadas)	Sin energía (desconectadas)	Por ciento
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

- c) **Tamaño nominal mínimo.** Los conductores externos a motores y a controladores no deben ser menores de 1,31 mm² (16 AWG).

Excepción 1: En circuitos de control con no más de 7 A, se permite el uso de conductor de tamaño nominal de 0,824 mm² (18 AWG), en cordones multiconductores.

Excepción 2: En circuitos electrónicos se permite el uso de conductores de tamaño nominal no menor que 0,519 mm² (20 AWG).

- d) **Conductores de contacto.** Los conductores de contacto deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la indicada en la Tabla 610-14 a) para conductores de 75°C, y en ningún caso deben ser menores que lo siguiente:

Distancias entre aisladores extremos de tensión mecánica o soportes intermedios del tipo mordaza	Designación del conductor
	Tamaño nominal mm ² (AWG)
Menos de 9 m	13,3 (6)
9 a 18 m	21,2 (4)
más de 18 m	33,6 (2)

e) **Cálculo de la carga de motores**

- 1) Para un motor, se debe tomar como base 100% de la corriente eléctrica a plena carga indicada en su placa de datos.
- 2) Para una grúa o polipasto, con varios motores, la capacidad de conducción de corriente mínima de los conductores que los alimentan debe ser la suma de corriente eléctrica nominal de plena carga (en amperes) indicada en la placa de datos del motor más grande o grupo de motores, más 50% de la corriente eléctrica nominal (en amperes) a plena carga de la placa de datos del motor inmediato más grande o grupo de motores, usando la columna de la Tabla 610-14 (a) que aplique al motor con el mayor tiempo de régimen de trabajo.
- 3) Para varias grúas o polipastos o ambas cosas, alimentados con un sistema común de conductores, se debe calcular la capacidad de conducción de corriente mínima para los motores de cada grúa como se indica en 610-14(e), sumar todas las capacidades de conducción de corriente y multiplicar la suma por el factor de demanda adecuado de la Tabla 610-14(e).

TABLA 610-14 e). Factores de demanda

Número de grúas o polipastos	Factor de demanda
2	0,95
3	0,91
4	0,87
5	0,84
6	0,81
7	0,78

- f) **Otras cargas.** Las cargas adicionales, tales como calefacción, alumbrado, electroimanes y aire acondicionado, deben regirse por la aplicación de las Secciones correspondientes de esta norma.
- g) **Placa de datos.** Cada grúa, monorriel o polipasto debe tener una placa de datos, visible, con lo siguiente: Nombre del fabricante, valores nominales de tensión eléctrica, frecuencia, número de fases y la capacidad de corriente del circuito, calculada según lo indicado en 610-14 (e) y (f).

610-15. Conductores de retorno común. Cuando una grúa o polipasto es accionado por más de un motor, puede utilizarse un conductor de retorno común con capacidad de conducción de corriente adecuada.

C. Conductores de contacto

610-21. Instalación de los conductores de contacto. Los conductores de contacto deben cumplir con los incisos a) al h) descritos a continuación:

- a) **Ubicación y resguardo de los conductores de contacto.** Los conductores de contacto de traveses carril deben estar resguardados, y los conductores de contacto del puente deben estar ubicados y resguardados de manera que las personas no puedan hacer contacto accidental con las partes energizadas.
- b) **Conductores de contacto.** Los conductores que se utilicen como conductores de contacto deben estar fijos en sus extremos por medio de aisladores de tensión y deben montarse sobre aisladores, de forma que el límite de desplazamiento del conductor no lo aproxime a menos de 40 mm de la superficie sobre la que está instalado el conductor.
- c) **Soportes a lo largo de traveses carril.** Los conductores de contacto instalados a lo largo de las traveses carril deben estar sostenidos por soportes aislantes colocados a intervalos no mayores a 6 m.

Excepción: Los soportes para conductores de rieles puestos a tierra como está previsto en (f) siguiente, no necesitan ser del tipo aislante.

Dichos conductores deben estar separados entre sí no menos de 150 mm, excepto en los monorrieles para polipastos, donde puede existir una separación no menor que 75 mm. Donde sea necesario, los intervalos entre los soportes aislantes pueden ser aumentados hasta 12 m, aumentando proporcionalmente la separación entre conductores.

- d) **Soportes sobre puentes.** Los conductores de contacto del puente deben estar separados por lo menos 65 mm, y cuando el largo del puente sea mayor que 24 m se deben colocar soportes aislantes a intervalos no mayores a 15 m.
- e) **Soportes para conductores rígidos.** Los conductores a lo largo de traveses carril y puentes de grúas, que sean del tipo rígido especificado en la Excepción 2 de 610-13, y que no estén dentro de un conjunto encerrado aprobado, se deben instalar sobre soportes aislantes, a intervalos no mayores a 80 veces la dimensión vertical del conductor, pero en ningún caso mayor que 4,5 m y espaciados suficientemente para dar una separación eléctrica de los conductores o a los colectores adyacentes no menor que 25 mm.
- f) **Rieles como conductor del circuito.** Los rieles de monorriel, rieles del carro o de traveses carril para grúa, pueden ser utilizados como conductores de suministro de energía para una fase de un sistema trifásico de c.a. de alimentación de un transportador, grúa o carro, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:
 - 1) Los conductores que alimentan a las otras dos fases deben estar aislados;
 - 2) El suministro de energía para todas las fases debe ser desde un transformador de aislamiento;
 - 3) La tensión eléctrica no debe ser mayor que 300 V;
 - 4) El riel que sirva como conductor debe estar puesto a tierra eficazmente en el transformador y se permite conectarlo a tierra por medio de los accesorios utilizados para la suspensión o fijación del riel al edificio o estructura.
- g) **Continuidad eléctrica de los conductores de contacto.** Todas las secciones de los conductores deben estar mecánicamente unidas para proporcionar una conexión eléctrica continua.
- h) **Alimentación a otro equipo.** Los conductores de contacto no deben utilizarse como alimentadores para otro equipo que no sean la(s) grúa(s) o montacarga(s) para los cuales fueron designados.

610-22. Colectores. Los colectores se deben diseñar de forma que se reduzca al mínimo el arqueado entre ellos y los conductores de contacto y cuando se instalen en locales utilizados para el almacenamiento de fibras y materiales fácilmente inflamables, deben cumplir con lo indicado en 503-13.

D. Medio de desconexión

610-31. Medio de desconexión de los conductores de la trabe carril. Se debe instalar un medio de desconexión entre los conductores de contacto de la trabe carril y la fuente de alimentación, este medio debe tener una capacidad continua de corriente eléctrica no menor que la calculada según lo indicado en 610-14(e) y (f). Este medio de desconexión del circuito del motor debe ser un desconectador, un interruptor automático o un medio de desconexión en caja moldeada. Dicho medio de desconexión debe ser:

- 1) Accesible fácilmente y operable desde el nivel del piso.
- 2) Provisto con un medio para inmovilizarse o bloquearse en la posición "abierto".
- 3) Provisto para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase.
- 4) Ubicado a la vista desde la grúa o polipasto y desde los conductores de contacto de la trabe carril.

610-32. Medios de desconexión para grúas y polipasto de monorriel. Se debe instalar en las terminales de los conductores de contacto, en las trabes carril, o para otras fuentes de alimentación en todas las grúas y polipastos de monorriel, un desconectador para el circuito del motor o un interruptor automático que pueda bloquearse en la posición de "abierto".

Excepción: Se debe suministrar un desconectador para circuito, un interruptor automático o un desconectador en caja moldeada provisto de bloqueo en la posición "abierto". Se puede omitir el medio de desconexión cuando un polipasto de monorriel o una instalación de grúa puente de accionamiento manual, cumpla las siguientes condiciones:

- a) la unidad se controla desde el piso,
- b) la unidad está a la vista desde los medios de desconexión de la fuente de alimentación,
- c) no exista plataforma fija para inspección o mantenimiento a la unidad.

Quando el medio de desconexión no esté accesible fácilmente desde el puesto de mando de la grúa o polipasto de monorriel, se debe disponer en el puesto de mando de medios para interrumpir el circuito de alimentación de energía de todos los motores de la grúa o polipasto de monorriel.

610-33. Capacidad nominal de los medios de desconexión. La capacidad nominal de corriente eléctrica del desconectador o interruptor automático requerido por el Artículo 610-32, no debe ser menor que 50% de la combinación de las capacidades de corriente eléctrica nominales de régimen de trabajo de corta duración de los motores, ni menor que 75% de la suma de las capacidades de corriente eléctrica de los motores de régimen de trabajo de corta duración requeridos para un solo movimiento de la grúa.

E. Protección contra sobrecorriente

610-41. Conductores alimentadores de la trabe carril. Los conductores de alimentación y de contacto principales de la trabe carril, grúa o polipasto se deben proteger mediante un dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente, y no deben ser mayores que la mayor capacidad nominal o el máximo ajuste de calibración de cualquier dispositivo de protección del circuito derivado más la suma de todas las capacidades nominales de las otras cargas indicadas en la placa de datos, aplicando los factores de demanda de la Tabla 610-14 (e).

610-42. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra. Los circuitos derivados se deben proteger como sigue:

a) Capacidad de los fusibles o del interruptor automático. Los circuitos derivados de motores de grúas, polipastos y polipastos de monorriel, se deben proteger con fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, con una capacidad de acuerdo a la Tabla 430-152. Se permite derivar circuitos de control del lado de carga de un dispositivo de protección del circuito derivado, siempre y cuando cada derivación y cada equipo estén protegidos en forma apropiada.

Excepción 1: Cuando dos o más motores actúen en un mismo movimiento, la suma de sus corrientes nominales indicadas en la placa de datos se considera como la de un solo motor para los cálculos anteriores.

Excepción 2: Se permite conectar dos o más motores al mismo circuito derivado, si ninguna conexión en derivación para un motor tiene una capacidad de conducción de corriente menor que un tercio de la corriente eléctrica del circuito derivado y si cada motor está protegido contra sobrecarga de acuerdo con lo indicado en 610-43.

b) Derivaciones a devanados de freno. Las derivaciones a los devanados de freno no necesitan protección independiente contra sobrecorriente.

610-43. Protección contra sobrecarga del circuito del motor y del circuito derivado. Todos los conductores de los motores, controladores de motores y circuitos derivados, deben estar protegidos contra sobrecorriente por alguno de los medios siguientes:

1) Un motor se considera protegido cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado reúne los requisitos de capacidad indicados en 610-42.

2) Por relevadores de sobrecarga en cada conductor de fase, con todos los relevadores protegidos contra cortocircuito por medio del dispositivo de la protección del circuito derivado.

3) Instalación de dispositivos sensibles a la temperatura del motor o a la temperatura y corriente eléctrica y que estén térmicamente en contacto con el devanado del motor. Una grúa o polipasto se considera protegida, si los dispositivos sensibles a la temperatura están conectados en el circuito de un desconectador de límite de carrera superior de la grúa o polipasto, de manera que se impida el levantamiento de la carga cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.

Excepción 1: Si el motor es controlado manualmente con mandos de resorte de retorno, para el motor no se requiere el dispositivo de protección de sobrecarga para condiciones de rotor bloqueado.

Excepción 2: Donde dos o más motores accionen un solo carro o puente, y estén controlados como una unidad y protegidos por un solo juego de dispositivos de sobrecarga, con una capacidad igual que la suma de sus corrientes eléctricas de plena carga. El polipasto de carga o carro se considera protegido si los dispositivos sensibles a la temperatura están conectados en el circuito de un desconectador de límite superior del polipasto, de manera que impida su funcionamiento cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.

Excepción 3: En los dispositivos elevadores y polipastos de monorraíl y sus carros que no se utilicen como parte de una grúa eléctrica viajera, los motores no requieren protección contra sobrecarga de funcionamiento individual, siempre que el motor más grande no sea mayor que 5,60 kW (7,5 CP) y que todos los motores estén bajo un control manual del operador.

F. Control

610-51. Controladores separados. Cada motor debe estar provisto de un controlador individual.

Excepción 1: Cuando dos o más motores accionan a un solo dispositivo elevador, polipasto, carro o puente se permite utilizar un solo controlador.

Excepción 2: Un controlador se puede utilizar para varios motores siempre que:

- a) El controlador tenga capacidad nominal no menor que la del motor más grande.
- b) Se accione un solo motor a la vez.

610-53. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos de control se deben proteger contra sobrecorriente. Los circuitos de control se consideran protegidos por dispositivos contra sobrecorriente, cuando tienen una capacidad de conducción de corriente nominal o están ajustados a no más de 300% de la capacidad de conducción de corriente de los conductores de control.

Excepción 1: Las derivaciones de los transformadores de control se consideran protegidas cuando el circuito secundario está protegido por un dispositivo calibrado o ajustado a no más de 200% de la corriente eléctrica nominal del secundario del transformador, y a no más de 200% de la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito de control.

Excepción 2: Cuando la apertura del circuito de control produzca un riesgo, por ejemplo, el circuito de control de una grúa para metal fundido, los conductores del circuito de control se consideran protegidos adecuadamente por medio de los dispositivos contra sobrecorriente del circuito derivado.

610-55. Desconectadores límite de carrera. Se debe instalar un desconectador de límite u otro dispositivo para impedir que la carga sobrepase el límite superior del recorrido de cada uno de los mecanismos de levantamiento.

610-57. Espacio libre de trabajo. Las dimensiones del espacio libre de trabajo para tener acceso a partes vivas que requieran revisión, ajuste, servicio o mantenimiento, mientras estén energizadas deben ser de un mínimo de 760 mm. Cuando los controles estén encerrados en envoltorios, las puertas de los mismos deberán abrir por lo menos a 90° o deben ser desmontables.

G. Puesta a tierra

610-61. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas descubiertas no conductoras de corriente eléctrica en grúas, polipastos de monorraíl, polipastos y sus accesorios, incluyendo los controladores colgantes, deben

estar metálicamente unidas entre sí formando un conductor eléctrico continuo, de tal forma que toda la grúa o polipasto esté puesta(o) a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

Las partes en movimiento, salvo los accesorios desmontables o aditamentos que tengan superficies de rodamiento en contacto de metal con metal, deben ser consideradas como conectadas eléctricamente entre sí a través de las superficies de apoyo, para los efectos de la puesta a tierra.

Las armazones de los carros y del puente se consideran eléctricamente puestos a tierra a través de las ruedas del puente y del carro y sus respectivos rieles, a menos que las condiciones locales, tales como pintura u otro material aislante, impidan obtener un contacto seguro de metal a metal. En este caso se debe suministrar un conductor separado como puente de unión.

ARTICULO 620-ELEVADORES, MONTACARGAS, ESCALERAS ELECTRICAS Y PASILLOS MOVILES, ESCALERAS Y ELEVADORES PARA SILLAS DE RUEDAS

A. Disposiciones generales

620-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de equipo eléctrico y el alambrado utilizado en la conexión de elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas.

620-2. Definiciones

Controlador del motor. Las unidades de operación de un sistema de control lo integra un dispositivo de arranque (arrancador) y un equipo de conversión de energía usados para poner en funcionamiento un motor eléctrico o una bomba para un sistema hidráulico.

Control de movimiento. El dispositivo eléctrico que como parte del sistema de control regula la aceleración, velocidad, retardo y paro del movimiento.

Control de operación. El dispositivo eléctrico que como parte del sistema de control, inicia el arranque, paro y dirección del movimiento, en respuesta a una señal del dispositivo de operación.

Dispositivo de operación. El dispositivo de operación está integrado por el desconectador de la cabina, botones, pulsadores, desconectores de llave o palanca, y otros elementos eléctricos usados para activar el control de operación.

Equipo de señalización. Incluye equipo tanto audible como visual como son: campanas, timbres, luces y presentaciones visuales conteniendo información para el usuario.

Sistema de control. El sistema de control regula al arranque, paro, dirección de movimiento, aceleración, velocidad y retardo del movimiento.

NOTA: Para mayor información ver Apéndice B.1.1.

620-3. Limitaciones de tensión eléctrica. La tensión eléctrica de suministro no debe exceder de 400 V entre conductores, a no ser que se permita algo diferente como en los siguientes incisos:

- a) **Circuitos de fuerza.** Los circuitos derivados para los controles de operación y motor de la puerta, así como los circuitos derivados y alimentadores de los controles del motor, motores y frenos de la máquina, no deberán emplear una tensión eléctrica que exceda 600 V. En las tensiones internas para la conversión de energía y equipo asociado funcionalmente, incluyendo el alambrado de conexión, se permite emplear una tensión eléctrica más alta, si este equipo y sus conductores están aprobados e identificados para la tensión eléctrica apropiada. Cuando la tensión eléctrica exceda de 600 V las señales o letreros de precaución con la leyenda

“PELIGRO ALTA TENSION ELECTRICA”

deben fijarse al equipo y ser totalmente visibles.

- b) **Circuito de alumbrado.** Los circuitos de alumbrado deben cumplir con lo requerido en el Artículo 410.
- c) **Circuitos de calefacción y aire acondicionado.** Los circuitos derivados para equipo de calefacción y aire acondicionado de la cabina, no deben operar a más de 600 V.

620-4. Partes vivas encerradas. Todas las partes vivas de aparatos eléctricos, en los cubos de elevadores, dentro o sobre la cabina del mismo, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles y área de máquinas, para elevadores y escaleras y para sillas de ruedas, deben estar encerrados a fin de evitar contactos accidentales.

NOTA- Véase 110-17 para el resguardo de partes vivas, 600 V o menos.

620-5. Espacios de trabajo. Deben preverse espacios de trabajo junto a los controladores eléctricos, medios de desconexión y otro equipo eléctrico. El espacio de trabajo no debe ser menor que lo especificado en 110-16(a).

Donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado examine, ajuste, dé servicio y mantenimiento al equipo, los espacios requeridos en 110-16(a) deben cubrir lo permitido en los siguientes incisos:

- a) **Conexión flexible al equipo.** El equipo eléctrico indicado de 1 a 4 siguientes, debe proveerse con terminales flexibles en todas las conexiones externas, de modo que pueda reubicarse para cumplir con las condiciones del área de trabajo indicada en la Sección 110-16(a).
 - 1. Controladores y medios de desconexión para montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores y elevadores para sillas de rueda, instaladas en el mismo espacio con los motores de accionamiento de máquinas.
 - 2. Controladores y medios de desconexión de elevadores instalados en el cubo o en la cabina.
 - 3. Controladores para la operación de las puertas.
 - 4. Otro equipo eléctrico instalado en los cubos o en la cabina.
- b) **Guardas.** Es conveniente guardar o separar las partes vivas del equipo eléctrico. El equipo debe tener forma de examinarse, ajustarse o repararse, mientras se encuentre energizado sin retirar la protección.
- c) **Examen, ajuste y servicio.** Cuando el equipo eléctrico esté energizado, y sea examinado, ajustado o reparado debe realizarse únicamente por personal calificado.
- d) **Baja tensión eléctrica.** Las partes no aisladas deben estar a una tensión eléctrica no mayor que 30 V eficaces de c.a., 42 V pico o 60 V en c.c.

Excepción: Cuando los equipos por su propio diseño estén aprobados para no contar con cuarto de máquinas.

B. Conductores

620-11. Aislamiento de conductores. El aislamiento de los conductores instalados en conexión con elevadores, montaplatos, escaleras mecánicas o pasillos móviles debe cumplir con lo siguiente:

- a) **Instalación del dispositivo de bloqueo de la puerta del elevador.** Los conductores para bloqueo de la puerta del elevador desde el mecanismo de elevación, deben ser resistentes a la propagación de la flama y en caso de contar con puertas a prueba de fuego, deben ser adecuados para una temperatura no menor que 200°C. Los conductores deben ser de tipo SF o equivalente.
- b) **Cables viajeros.** Los cables viajeros utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del elevador o montacargas o contrapeso y la canalización, deben ser cables para elevadores de los tipos indicados en la Tabla 400-4, o de un tipo aprobado.
- c) **Otros alambrados.** Todos los conductores colocados en las canalizaciones y dentro o sobre las cabinas de elevadores en los fosos de escaleras eléctricas y pasillos móviles, y en sus cuartos de máquinas (cuando existan), deben tener un aislamiento resistente a la propagación de la flama y resistente a la humedad.

Los conductores deben ser tipo MTW, TF, TFF, TFN, TFFN, THHN, THW, THWN, TW, XHHW, AWN, THW-LS, THHW-LS, XHHW-LS, o cualquier otro conductor con aislamiento diseñado como resistente a la propagación de la flama. Los conductores con pantalla se permiten siempre que estén aislados para la tensión eléctrica máxima que se encuentre dentro del cable o sistema de canalización.

- d) **Aislamiento.** Todos los conductores deben tener un nivel de aislamiento por lo menos igual que la capacidad máxima nominal de la tensión eléctrica del circuito de cualquier conductor dentro de la cubierta, cable o canalización. El aislamiento o cubierta exterior debe estar aprobado y designado con el subfijo "LS".

620-12. Tamaño nominal mínimo de los conductores. El tamaño nominal mínimo de los conductores utilizados para el alambrado de elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles y otros conductores que no formen parte integral del equipo de control, debe ser como sigue:

- a) **Cables viajeros**
 - 1) Circuitos de alumbrado: Se permite utilizar conductores de tamaño 1,31mm² (16 AWG) y 0,519 mm² (20 AWG) o mayores en paralelo, siempre que proporcionen una sección con

capacidad de conducción de corriente que sea equivalente como mínimo a la de tamaño nominal de 2,08 mm² (14 AWG) de cobre.

- 2) Para otros circuitos: Se permite utilizar conductores de tamaño 0,519 mm² (20 AWG).
- b) **Otros alambrados.** Se permite el uso de cables de cobre aprobados de tamaño más pequeño de 0,205 mm² (24 AWG).

620-13. Conductores de los circuitos de alimentación y derivados. Los conductores deben tener una capacidad de conducción de corriente de acuerdo con lo indicado en los párrafos (a), (b) y (c) que siguen. Para el control de campo del generador, la capacidad de conducción de corriente debe basarse en la corriente eléctrica nominal de la placa de datos del motor del grupo motor-generador que suministra la energía al motor del elevador.

- a) **Conductores que alimenten a un solo motor.** Los conductores que alimenten a un solo motor deben tener una capacidad de conducción de corriente de acuerdo con lo indicado en 430-22, y en la Tabla 430-22(b).
- b) **Conductores que alimenten a un solo controlador.** Los conductores que alimenten a un solo controlador deberán tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la capacidad indicada en la placa de datos del controlador, más la suma de otras cargas conectadas.
- c) **Conductores que alimenten a un solo transformador.** Los conductores que alimenten a un solo transformador deberán tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la corriente eléctrica de placa del transformador, más otras cargas conectadas.
- d) **Conductores que alimenten a más de un motor, controlador o transformador.** Los conductores que alimenten a más de un motor, controlador o transformador, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la suma de las corrientes eléctricas de placa del equipo más otras cargas conectadas. La capacidad de corriente eléctrica de motores para usarse en la suma, debe determinarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 430-22(b), en la Sección 430-24 y en la Excepción 1 de ésta.

620-14 Factor de demanda del alimentador. Se permite instalar conductores para el alimentador de menor capacidad de conducción de corriente que la requerida en (b) anterior, sujeto a los requisitos establecidos en la Tabla 620-14.

TABLA 620-14. Factores de demanda del alimentador para elevadores

Número de elevadores en un solo alimentador	Factor de demanda
1	1,00
2	0,95
3	0,90
4	0,85
5	0,82
6	0,79
7	0,77
8	0,75
9	0,73
10 o más	0,72

NOTA: El factor de demanda está basado en la mitad de un ciclo de trabajo.

620-15. Capacidad nominal del controlador. La capacidad nominal del controlador debe cumplir con lo requerido en 430-83. Se permite que la capacidad nominal del controlador sea menor que la capacidad del motor del elevador cuando el propio controlador limite la energía disponible para el motor y el mismo esté aprobado y marcado para energía limitada.

NOTA: Para el marcado de los controladores. Véase la Sección 430-8.

C. Instalación eléctrica

620-21. Métodos de instalación. Los conductores y cables de fibra óptica localizados en los cubos, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores y elevadores para sillas de ruedas, área de máquinas, dentro o encima de la cabina, cuartos de control (excepto los cables móviles conectados a la cabina o contrapeso y alambrados de cubos), deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o

ligero, no metálico tipo pesado, canalizaciones, o cables del tipo MC, MI o AC, a menos que se permita otra cosa en los siguientes incisos:

a) Elevador

1) Cubos

- a.** Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible, metálico o no metálico flexible a prueba de líquidos, entre los conductores verticales, desconectadores de límite de recorrido, botones operadores y dispositivos similares.
- b.** Los cables utilizados en circuitos limitados de energía de Clase 2 (V_{ef} de 30 V o menos o 42 V de c.c. o menos), se permiten instalarse entre conductores verticales, equipo de señalización y dispositivos de operación, siempre y cuando los cables sean del tipo resistentes a la propagación de la flama y se protejan contra daño físico.

2) Cabinas

- a.** Se permite en las cabinas el uso de tubo (conduit) metálico flexible, tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos y tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, siempre que no exceda de una longitud de 1,8 m y donde su localización esté libre de aceite y sujetados firmemente.

Excepción: Se permite instalar tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8), en longitudes mayores a 1,8 m, siempre que cumpla con lo definido en la Sección 351-22(2).

- b.** Los cordones de uso rudo y extrarrudo, de acuerdo con lo especificado en el Artículo 400, Tabla 400-4 se permiten como conexiones flexibles entre el alambrado fijo de la cabina y otros dispositivos de la cabina. Los cordones de uso rudo se permiten únicamente como conexiones flexibles para el dispositivo de operación del techo de la cabina y de la luz de trabajo del mismo. Estos dispositivos o aparatos deben ponerse a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra que vaya junto con los conductores del circuito. Los cables conductores más pequeños, de otros tipos, espesores de aislamiento y forros, se permiten como conexiones flexibles entre el alambrado fijo de la cabina y los otros dispositivos de cabina.

3) Cuartos de máquinas y áreas de máquinas

- a.** Se permite instalar tubo (conduit) metálico flexible, tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos y tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos, con designación 12(3/8) o mayores, siempre que no exceda de una longitud de 1,8 m entre paneles de control y los motores de máquinas, frenos de máquinas, grupo motor-generator, medios de desconexión, motores de bombas, y válvulas.

Excepción: Se permite instalar tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos, en longitudes mayores a 1,8 m, siempre que cumpla con lo definido en la Sección 351-22(2).

- b.** Donde el grupo motor-generator, los motores de máquinas o motores de bombas y válvulas estén ubicados, junto o abajo del equipo de control y tengan conductores de longitud suficiente, pero no mayor que 1,8 m; tales conductores pueden extenderse para conectarse directamente a los pernos terminales del controlador, sin tener en cuenta los requisitos de capacidad de conducción de corriente de los Artículos 430 y 445. Se permiten los ductos auxiliares en máquinas y cuartos de control entre los controladores, arrancadores y aparatos similares.
- c.** Los conductores flexibles que son componentes del equipo aprobado y usado en equipo de baja tensión eléctrica, no deben exceder de 1,8 m de largo. Estos cordones deben estar soportados y protegidos contra daño físico y deben ser del tipo resistentes a la propagación de la flama.
- d.** En equipo aprobado se permiten los conductores agrupados y encintados fuera de lo instalado en tubo (conduit), tal grupo de cable debe soportarse a intervalos no mayores a 1 m y localizarse de forma que esté protegido contra daño físico.

4) Contrapeso

Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible, flexible a prueba de líquidos, no metálico flexible; cordones flexibles, conductores agrupados y encintados que son parte del equipo mencionado. El aislamiento de los conductores debe ser de tipo resistente a la propagación de la flama.

b) Escaleras

- 1) Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible, metálico hermético a los líquidos y no metálico flexible hermético a los líquidos; esto es válido para escaleras y pasillos móviles. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible y metálico hermético a los líquidos con designación 12(3/8) o mayores en longitudes que no excedan de 1,8 m.

Excepción: Se permite instalar tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8), en longitudes mayores a 1,8 m, siempre que cumpla con lo definido en la Sección 351-22(2).

- 2) Se permite que los cables empleados en circuitos de potencia limitada Clase 2 (hasta 30 V c.a. eficaces, y hasta 42 V c.c., o menos.), sean instalados dentro de escaleras y pasillos móviles donde los cables deben soportarse y protegerse contra daño físico. Deben tener aislamiento y cubierta resistentes a la propagación de la flama.
- 3) Se permite el uso de cordones de uso rudo de acuerdo a los requerimientos del Artículo 400, Tabla 400-4, como conexiones flexibles entre paneles de control, escaleras y pasillos móviles donde los paneles de control completos y sus medios de desconexión estén preparados para reubicarse por el espacio de máquinas como se permite en 620-5 y 620-5 (a) (1).

c) Canalizaciones en elevadores para sillas de rueda y elevadores de sillas en escaleras

- 1) Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible, metálico hermético a los líquidos en elevadores y elevadores para sillas de rueda y área de máquinas. Se permite el uso de tubo (conduit) con designación 12(3/8) o mayor en longitudes que no excedan 1,8 m de longitud.

Excepción: Se permite instalar tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8), en longitudes mayores a 1,8 m, siempre que cumpla con lo definido en la Sección 351-22(2).

- 2) Se permite que los cables empleados en circuitos de potencia limitada de clase 2 (hasta 30 V c.a. eficaces, y hasta 42 V c.c., o menos), sean instalados dentro de elevadores para sillas de ruedas y elevadores de sillas en escaleras donde los cables deben soportarse y protegerse contra daño físico. Los cables deben tener aislamiento y cubierta resistentes a la propagación de la flama.

620-22. Circuitos derivados para alumbrado, receptáculos, ventilación, calefacción y aire acondicionado de la cabina

a) Alumbrado de la cabina. Se debe instalar un circuito derivado independiente para alimentar exclusivamente al alumbrado, receptáculos, luces auxiliares y ventilación de la cabina del elevador.

b) Aire acondicionado y calefacción. Se debe instalar un circuito independiente exclusivo para alimentar al aire acondicionado y a la calefacción de la cabina el elevador.

620-23. Circuito derivado de alumbrado y contactos para el cuarto de máquinas

a) En la casa de máquinas se debe instalar un circuito derivado exclusivo para alumbrado y otro para receptáculos. El alumbrado no debe conectarse en el lado de la carga de receptáculos con interruptor de circuito con protección por falla a tierra.

b) El desconector de alumbrado debe ubicarse en la entrada del cuarto de máquinas.

c) Se debe instalar al menos un receptáculo dúplex de 120 V o 127 V, una fase, en cada cuarto de máquinas o en cada espacio para maquinaria.

620-24. Circuitos derivados de alumbrado y receptáculos en el cubo del elevador

a) En el cubo del elevador se debe instalar un circuito derivado exclusivo para alumbrado y otro para receptáculos. El alumbrado no debe conectarse en el lado de la carga de receptáculos con interruptor de circuito por falla a tierra.

b) El desconector del alumbrado debe ubicarse en la puerta de entrada al cubo del elevador.

c) Se debe instalar al menos un receptáculo dúplex de 120 V o 127 V, una fase, en el cubo del elevador.

D. Instalación de conductores

620-32. Ductos metálicos y no metálicos. La suma del área de la sección transversal de los conductores incluyendo su aislamiento en los ductos para cables, no debe ser mayor que 50% del área transversal interior del conducto. Cuando se instale un ducto para cables vertical, éste debe fijarse a intervalos que no excedan

de 5 m y no deben tener más de una junta entre soportes. Cuando se tengan ductos para cables juntos deben fijarse ambos firmemente para asegurar una unión rígida.

620-33. Número de conductores en canalizaciones. La suma de las áreas de la sección transversal de los conductores incluyendo su aislamiento en una canalización no debe ser mayor que 40% del área transversal interior de la canalización.

Excepción: En ductos cuadrados como se permite en 620-32.

620-34. Soportes. Los soportes para cables o canalizaciones en un cubo del elevador, o en fosos de los pasillos móviles, en la trayectoria de elevadores, en escaleras eléctricas, elevadores para sillas de ruedas o de elevadores de sillas en escaleras deben asegurarse firmemente al riel guía o a la estructura o armazón de la construcción.

620-35. Canales auxiliares. Los canales auxiliares no deben estar sujetos a las restricciones indicadas en 374-5 respecto al número de conductores o en cuanto a su longitud de acuerdo a lo indicado en 374-2.

620-36. Sistemas diferentes en una canalización o en cables viajeros. Se permite que los cables de fibra óptica y conductores para dispositivos de operación, control de movimientos y operación, potencia, circuitos de señalización, alarma contra incendios, alumbrado, calefacción y aire acondicionado de 600 V o menos se alojen con los mismos cables viajeros o en el mismo sistema de canalización, si todos los conductores tienen aislamiento aprobado para la máxima tensión eléctrica aplicada a algún conductor dentro de la canalización y si todas las partes vivas del equipo están aisladas de tierra para esta misma tensión eléctrica. Se permite también que el cable viajero o canalización incluya conductores con pantalla y/o uno o más cables coaxiales, si tales conductores tienen aislamiento aprobado para la tensión eléctrica máxima aplicada a un conductor dentro de las canalizaciones. Si los conductores están cubiertos con una pantalla adecuada, se permite alojar cables de telefonía, audio, video o circuitos de comunicación de alta frecuencia en la misma canalización.

620-37. Alambrado en elevadores y cuartos de máquinas

- a) **Usos permitidos.** Solamente se permiten alambrado eléctrico y canalizaciones directamente en la conexión de la cabina del elevador o montacargas, incluyendo el alambrado para señalización, comunicación en la cabina, alumbrado, calefacción, aire acondicionado y ventilación de la cabina, sistemas de detección de humos, dentro del cubo del elevador y del cuarto de máquinas.
- b) **Protección contra descargas atmosféricas.** Se permiten conductores del sistema de puesta a tierra acoplados a los rieles del elevador para protección contra descargas atmosféricas. Los conductores de la bajada al sistema de puesta a tierra para protección contra descargas atmosféricas, no deberán estar localizados dentro del cubo. No se permite que los rieles del elevador u otro equipo del cubo se utilice como conductores de bajada de puesta a tierra para el sistema de protección contra descargas atmosféricas.
- c) **Alimentadores principales.** Los conductores del alimentador principal para suministrar energía al elevador y al montacargas, deben instalarse fuera del cubo, excepto por lo permitido en los siguientes incisos:
 - 1) Bajo condiciones especiales se permite que los conductores del alimentador del elevador estén dentro de un cubo existente, si estos conductores no están unidos dentro del mismo.
 - 2) Se permite que los conductores del alimentador se ubiquen dentro del cubo del elevador para equipo con motor de la máquina localizado en el cubo, en la cabina o en el contrapeso.

620-38. Equipo eléctrico en estacionamientos y locales similares. El equipo eléctrico y alambrado utilizado para elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, en pasillos móviles, y elevadores para sillas de ruedas, elevadores de sillas en escaleras, en estacionamientos y locales similares, deben cumplir con los requisitos del Artículo 511.

NOTA: Según la Sección 511-2, no son áreas clasificadas (peligrosas) los garajes utilizados como estacionamiento o depósito y en los que no se realizan trabajos de reparación.

E. Cables viajeros

620-41. Suspensión de cables viajeros. Los cables viajeros se suspenden de la cabina y del extremo superior del cubo o en el contrapeso donde sea posible, para reducir al mínimo el esfuerzo aplicado a los conductores individuales de cobre. Los cables viajeros deben soportarse por uno de los siguientes medios:

- 1) Por sus propios miembros estructurales de acero.
- 2) Por medio de vueltas del cable alrededor de los soportes para longitudes no soportadas de menos de 30 m.

3) Suspendiéndolos con soportes que automáticamente se aprieten alrededor del cable, cuando la tensión mecánica se aumenta para longitudes no soportadas hasta de 60 m.

NOTA: La longitud no soportada del medio de suspensión existente en el cubo del elevador es la longitud del cable medida desde su punto de suspensión en el cubo del elevador hasta la parte inferior de la coca, cuando la cabina está ubicada en su punto inferior de parada. La longitud no soportada del medio de suspensión de la cabina es la longitud del cable medida desde el punto de suspensión en la cabina hasta la parte inferior de la coca, cuando la cabina está ubicada hasta su punto superior de parada.

620-42. Áreas peligrosas (clasificadas). En áreas peligrosas (clasificadas) los cables viajeros deben ser de un tipo aprobado para áreas peligrosas (clasificadas), y deben cumplir con lo especificado en 501-11, 502-12 o 503-10, según sea la aplicación.

620-43. Ubicación y protección de los cables. Los soportes de los cables viajeros se deben colocar de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños, debido a contactos de los cables con la construcción o equipo que esté en el interior del cubo del elevador. Cuando sea necesario se deben suministrar guardas adecuadas para proteger los cables contra daño.

620-44. Instalación de cables viajeros. Se permite instalar el cable viajero sin canalización o en tubo (conduit) para una distancia que no exceda de 1,8 m, medido desde el primer punto de soporte en la cabina del elevador (montacarga) o pared del cubo del elevador, siempre que los conductores estén agrupados, protegidos con cinta o cordón, o en revestimiento original.

Se permite que los cables viajeros estén junto a los tableros de control del elevador y hasta las conexiones de la cabina del mismo y del cuarto de máquinas, como alambrado fijo, siempre que estén provistos de soportes y protección contra daño físico.

F. Medios de desconexión y control

620-51. Medios de desconexión. Se debe proveer un medio individual para desconectar todos los conductores de fuerza no puestos a tierra para cada unidad y estar diseñado de tal forma que ningún polo pueda operarse independientemente. Cuando estén conectadas máquinas de accionamiento múltiple a un solo elevador, escalera eléctrica o pasillo móvil o a una unidad de potencia hidráulica, debe haber un medio de desconexión para el motor y la válvula magnética de control de la unidad de potencia hidráulica.

El medio de desconexión de los conductores de la alimentación principal no debe desconectar al circuito derivado, de acuerdo con lo indicado en 620-22, 620-23 y 620-24.

a) Tipo. El medio de desconexión debe ser un interruptor automático o desconectador con fusibles encerrado que pueda ser operado externamente y que pueda bloquearse en la posición de abierto. El dispositivo de desconexión debe ser de un tipo aprobado.

NOTA: Para información adicional sobre seguridad en escaleras y elevadores, véase el Apéndice B2.

b) Operación. No deben poder abrirse o cerrarse estos medios de desconexión de ninguna otra parte de la instalación. Si están instalados rociadores en el cubo, cuarto de máquinas o en áreas de máquinas (lo que corresponda), el medio de desconexión debe abrir automáticamente la alimentación del elevador antes de la aplicación del agua. El medio de desconexión no debe ser de cierre automático. La energía debe ser restaurada solamente por medios manuales.

NOTA: Estas disposiciones tienen por objeto reducir los riesgos que pone la caída de agua sobre las partes vivas del equipo eléctrico en el elevador.

c) Ubicación. Los medios de desconexión deben ubicarse en un sitio fácilmente accesible a personal calificado.

1) En elevadores sin control de campo del generador. En los elevadores sin control de campo del generador debe instalarse el medio de desconexión a la vista del controlador del motor. Las máquinas de accionamiento o los controladores de movimiento y operación que no se encuentre a la vista desde el medio de desconexión deben estar dotados de un desconectador adicional de operación manual, instalado en el circuito de control para evitar el arranque. El desconectador o interruptores operados manualmente se deben instalar adyacentes a estos equipos.

Cuando la maquinaria de accionamiento del elevador esté ubicada en un sitio remoto de maquinaria, debe instalarse un solo medio que desconecte todos los conductores de fase de la alimentación principal y que sea capaz de bloquearse en posición de abierto.

2) En elevadores con control de campo del generador. El medio de desconexión debe instalarse a la vista desde el control del motor de accionamiento del grupo motor-generador, en elevadores con control de

campo del generador. Las máquinas de accionamiento, grupos motor-generador, o de los controles de operación y movimiento, que no estén a la vista desde el medio de desconexión deben estar dotados de un desconectador de operación manual instalado en el circuito de control para evitar el arranque. Los desconectadores de operación manual deben instalarse adyacentes a estos equipos.

Cuando la maquinaria de accionamiento o el grupo motor-generador estén ubicados en un sitio remoto de maquinaria se debe instalar un solo medio de desconexión para los conductores de fase del circuito de alimentación principal de fuerza y que se capaz de bloquearse en posición de abierto.

3) En escaleras y pasillos móviles el desconectador se debe instalar en el mismo sitio donde esté ubicado el controlador.

4) En elevadores para sillas de ruedas y elevadores de sillas en escaleras, el desconectador debe estar ubicado a la vista del controlador del motor.

d) Identificación y señales. Cuando haya más de una máquina de accionamiento en un cuarto de máquinas, los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación de cada máquina de accionamiento.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del lado de alimentación del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

620-52. Energía desde más de una fuente

a) Instalaciones en cabinas individuales y múltiples. En las instalaciones de cabinas individuales y múltiples, el equipo que recibe energía de más de una fuente, debe estar provisto de un medio de desconexión para cada fuente de energía eléctrica, a la vista del equipo alimentado.

b) Señal de precaución para medios de desconexión múltiple. Cuando se usen medios de desconexión múltiple y las partes del controlador permanezcan energizadas desde fuentes diferentes a la que esté desenergizada, se debe instalar una señal de precaución sobre o junto al medio de desconexión. La señal debe ser clara, legible y debe decir:

**"PRECAUCION ____ PARTES DEL CONTROLADOR QUEDAN ENERGIZADAS AUN ABIERTO
ESTE INTERRUPTOR"**

c) Interconexión de los controladores de cabinas múltiples. Cuando existan interconexiones entre los controladores para el funcionamiento del sistema en instalaciones de cabinas múltiples que permanecen energizadas de una fuente que no sea la que está desconectada, se debe instalar una señal de precaución sobre o junto al medio de desconexión, de acuerdo con lo indicado en 620-52 (b).

620-53. Medios de desconexión del alumbrado, receptáculos y ventilación. Los elevadores deben tener un solo medio para desconectar todos los conductores de fase que alimentan al alumbrado, receptáculos y ventilación para cada cabina.

Los medios de desconexión deben estar dispuestos de tal manera que queden asegurados en la posición de abierto y deben localizarse en el cuarto de máquinas de la cabina. Cuando no exista cuarto de máquinas, el medio de desconexión debe ubicarse en el sitio de la maquinaria para dicha cabina.

Cuando en el cuarto de máquinas haya equipo para más de una cabina, los medios de desconexión deben estar numerados y deben corresponder al número de la cabina cuya fuente de alumbrado, receptáculos y ventilación controlan.

Los medios de desconexión deben tener una señal que identifique la ubicación del punto de suministro de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

620-54. Medios de desconexión para calefacción y aire acondicionado. Los elevadores deben tener un solo medio para desconexión para todos los conductores de fase que alimentan al sistema de calefacción y al aire acondicionado para cada cabina.

Los medios de desconexión deben estar colocados de tal forma que queden asegurados en la posición de abierto y localizarse en el cuarto de máquinas para cada cabina. Cuando no exista cuarto de máquinas, el medio de desconexión debe ubicarse en el sitio de la maquinaria para dicha cabina.

Cuando en el cuarto de máquinas haya equipo para más de una cabina, los medios de desconexión deben estar numerados y deben corresponder al número de la cabina cuya fuente de calefacción y aire acondicionado controlan.

Los medios de desconexión deben tener una señal que identifique la ubicación del punto de suministro de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

G. Protección contra sobrecorriente

620-61. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe estar provista como se indica a continuación:

- a) **Dispositivos de operación, control y circuitos de señalización.** Los dispositivos de operación, control y circuitos de señalización deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 725-23 y 725-24.
- b) **Protección de motores contra sobrecarga**
 - 1) Los motores que accionan elevadores, montacargas y los de los grupos motor-generator utilizados con control de campo del generador, deben estar aprobados para servicio intermitente. Los motores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 430-33.
 - 2) Los motores que accionen máquinas de las escaleras eléctricas y de pasillos móviles deben estar aprobados para servicio continuo. Los motores deben estar protegidos contra sobrecargas de acuerdo con lo indicado en 430-32.
 - 3) Los motores que accionen las máquinas de las escaleras eléctricas y de pasillos móviles y los motores de accionamiento de los grupos motor-generator, deben protegerse contra sobrecargas como se indica en la Tabla 430-37.
 - 4) Los motores que accionan los elevadores para sillas de ruedas deben de estar aprobados para servicio intermitente. Los motores deben protegerse contra sobrecarga de acuerdo con lo indicado en 430-33.
- c) **Protección del alimentador del motor contra cortocircuitos y fallas a tierra**

La protección del alimentador del motor contra cortocircuito y falla a tierra deben ser como se requiere en el Artículo 430 Parte E.
- d) **Protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra.**

La protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra debe ser como se requiere en el Artículo 430 Parte D.

620-62 Coordinación de protecciones. Cuando un solo alimentador suministra energía a más de un medio de desconexión de una máquina, el dispositivo de protección contra sobrecarga en cada medio de desconexión debe estar coordinado selectivamente con otros puntos del lado de alimentación de dispositivos de protección contra sobrecorriente.

H. Cuarto de máquinas

620-71. Resguardo del equipo. Las máquinas que accionen elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, grupos motor-generator, controladores de motores y medios de desconexión, se deben instalar en un cuarto o área cerrada exclusiva para este uso, con excepción de lo permitido en los incisos (a) y (b) siguientes. El local debe estar resguardado para evitar el acceso no autorizado.

a) **Controladores de motores.** Los controladores de motores de montacargas, escaleras eléctricas o pasillos móviles se pueden instalar fuera del lugar indicado anteriormente, siempre que éstos se encuentran en envoltentes con puertas o paneles removibles capaces de ser asegurados en la posición de cerrado, y los medios de desconexión estén ubicados junto o en una parte de los controladores de los motores. Se permite que los envoltentes de controladores de motores para escaleras o pasillos móviles se ubiquen en la barandilla lateral sobre el lado localizado fuera de los escalones o tramos móviles. Si el medio de desconexión es una parte integral del controlador del motor, aquél debe operarse sin abrir la envoltente.

b) **Máquinas de accionamiento.** Los elevadores con máquinas de accionamiento localizadas en la cabina, en el contrapeso o en el cubo y máquinas motrices para montacargas, escaleras eléctricas y elevadores para sillas de ruedas pueden usarse fuera de las áreas especificadas.

I. Puesta a tierra

620-81. Canalizaciones metálicas fijas a las cabinas. Las canalizaciones metálicas, los cables tipo MC, MI o AC, fijos a las cabinas de elevadores, deben estar unidos a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con las que hagan contacto.

620-82. Elevadores eléctricos. En los elevadores eléctricos los armazones de todos los motores, máquinas elevadoras, controladores y envoltentes metálicas de todos los equipos dispositivos eléctricos por

dentro o por fuera de la cabina o en el cubo del elevador, deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

620-83. Elevadores no eléctricos. En los elevadores no eléctricos, cuando cualquier conductor esté fijado a la cabina, el marco metálico de ésta, que es normalmente accesible a personas, debe estar puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

620-84. Escaleras móviles, pasillos móviles y elevadores para sillas de ruedas. Las escaleras móviles, pasillos móviles y elevadores de sillas de ruedas deben cumplir con el Artículo 250.

620-85. Interruptores de circuito por fallas a tierra para protección de personas. Todos los receptáculos monofásicos de 125 V o 127 V de 15 A y 20 A, instalados en cuartos de máquinas, foso, cubo parte alta de la cabina del elevador, en escaleras eléctricas y pasillos móviles, deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra.

Todos los receptáculos monofásicos de 125 V o 127 V de 15 A y 20 A, instalados en el cuarto de máquinas deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra.

Un receptáculo sencillo que alimente una bomba de desagüe instalada permanentemente, no requiere tener este tipo de protección.

J. Sistema de energía en emergencia y de reserva

620-91. Sistema de emergencia y de reserva. Se permite que un elevador se alimente de un sistema de energía de emergencia o de reserva.

a) Potencia regenerativa. Para los sistemas de elevador que regeneran energía y la regresan al sistema de suministro de energía, y donde es incapaz de absorber la energía regenerativa sobre el arreglo de las condiciones de carga del elevador, se debe proveer de un medio para absorber esa energía.

b) Otras cargas. Se permite que otras cargas, tales como fuentes y luminarios se utilicen como los medios requeridos para la absorción de la energía, de forma que dichas cargas sean automáticamente conectadas al sistema de emergencia o de reserva para la operación de los elevadores, y sean lo bastante grandes para absorber la energía regenerativa del elevador.

c) Medios de desconexión. Los medios de desconexión requeridos 620-51 deben desconectar al elevador tanto del sistema de energía de emergencia o de reserva, como del sistema de energía normal.

Donde se conecte una fuente de energía adicional al lado de la carga del medio de desconexión, el cual permite el movimiento de la cabina para evacuación de los pasajeros, este medio de desconexión requerido en 620-51 debe incluir un contacto auxiliar. Este contacto causará que la fuente de energía adicional se desconecte de su carga cuando el medio de desconexión esté en posición de abierto.

ARTICULO 625 EQUIPOS PARA CARGA DE VEHICULOS ELECTRICOS

A. General

625-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo cubren los conductores y equipos eléctricos externos a los vehículos eléctricos y que sirven para conectar el vehículo al suministro eléctrico por un medio conductivo o inductivo y a la instalación de los equipos y dispositivos para la carga de vehículos eléctricos.

NOTA: Para información adicional sobre vehículos industriales, véase el Apéndice B2.

625-2 Definiciones

Vehículo eléctrico: Vehículo automotor para uso en carretera, como vehículo de turismo, autobuses, camiones, vagonetas y similares, propulsados fundamentalmente por un motor eléctrico que demanda su corriente de una batería recargable, celda de combustible, arreglo fotovoltaico u otra fuente de corriente eléctrica. Este Artículo incluye las motocicletas eléctricas y vehículos de tipo similares, los vehículos eléctricos automotores que no transiten en las carreteras, como camiones industriales, carritos de golf, montacargas, elevadores móviles, tractores, equipo de soporte terrestre de aerolíneas, lanchas y similares.

Conector de vehículos eléctricos: Dispositivo, el cual, es conectado a un receptáculo en el vehículo eléctrico, para establecer la conexión eléctrica al vehículo eléctrico, con el propósito de carga eléctrica e intercambio de información. Este dispositivo es parte del acoplador para el vehículo eléctrico.

Acoplador de vehículos eléctricos: Juego de dispositivos del receptáculo en el vehículo eléctrico y el conector del vehículo eléctrico.

Dispositivo de entrada al vehículo eléctrico: Dispositivo dentro del cual es insertado el conector para carga eléctrica e intercambio de información. Este dispositivo es parte del acoplador para el vehículo eléctrico.

Para el propósito de esta norma, el dispositivo de entrada es considerado como parte del vehículo eléctrico y no como parte del equipo de alimentación para el vehículo eléctrico.

Batería hermética para vehículos eléctricos: Batería herméticamente sellada compuesta de una o más celdas electroquímicas recargables que no tiene salida de gases para la liberación de presiones excesivas, ni permite la adición de agua o electrolito ni tiene salida externa para medir la densidad del electrolito.

Equipo de alimentación para vehículos eléctricos: Conjunto de conductores, incluidos los puestos a tierra, los no puestos a tierra y los de puesta a tierra de los equipos, además de conectores para vehículo eléctrico, clavijas y otros accesorios, dispositivos, receptáculos de fuerza o aparatos instalados específicamente para suministrar a los vehículos eléctricos la energía eléctrica de carga desde las instalaciones eléctricas de las propiedades.

Sistema de protección personal: Dispositivos de un sistema de protección personal y características de construcción, que aplicadas en forma conjunta proporcionan protección contra choque eléctrico al personal.

625-3. Otros Artículos. Cuando haya discrepancias en los requisitos de este Artículo 625 con otros Artículos de esta norma, se aplica lo establecido en el Artículo 625.

625-4. Tensión. Si no se especifican otras tensiones, los equipos de los que trata este Artículo se deben conectar a sistemas de c.a. de 120 V, 127 V, 120/240 V, 208Y/120 V, 220/127 V, 240 V, 480Y/277 V, 480 V, 600Y/347 V o 600 V.

625-5. Aprobados (Listados) o etiquetados. Todos los materiales, dispositivos, herrajes y equipos asociados deben estar aprobados o etiquetados.

B) Métodos de alambrado

625-9. Acoplador de vehículos eléctricos. Los acopladores para vehículos eléctricos deben cumplir lo establecido en (a) hasta (f): siguientes.

(a) Polaridad. Los acopladores para vehículos eléctricos deben estar polarizados a menos que forme parte de un sistema identificado y aprobado como adecuado para tal propósito.

(b) No intercambiabilidad. Los acopladores para vehículos eléctricos deben tener una configuración que no permita conectar los dispositivos de alambrado en otros sistemas eléctricos. El acoplador para vehículos eléctricos, tipo no puesto a tierra no debe ser intercambiable con los de tipo puesto a tierra.

(c) Construcción e instalación. Los acopladores para vehículos eléctricos deben estar contruidos e instalados de modo que eviten el contacto accidental de las personas con partes vivas desde el equipo de alimentación o de las baterías de los vehículos eléctricos.

(d) Desconexión no intencional. El acoplamiento de los vehículos eléctricos debe tener un medio efectivo que evite su desconexión no intencional.

(e) Polo de puesta a tierra. El acoplador de los vehículos eléctricos, debe tener un polo de puesta a tierra a menos que sea parte de un sistema identificado y aprobado como adecuado para este propósito y cumpla lo establecido en el Artículo 250.

(f) Requisitos del polo de puesta a tierra. Si se provee un polo de puesta a tierra, el acoplador del vehículo eléctrico debe diseñarse de modo que la conexión del polo de puesta a tierra sea el primer contacto en cerrarse y el último en abrirse.

C. Construcciones del equipo

625-13. Equipo de alimentación para los vehículos eléctricos. Se permite que este equipo con alimentación a 125 V o 127 V nominales, monofásico, de 15 A o 20 A, o parte de un sistema identificado y aprobado como adecuado y que cumpla los requisitos de las secciones 625-18; 625-19 y 625-29; se pueda conectar mediante cordón con clavija; todos los demás equipos de alimentación del vehículo eléctrico deben conectarse y sujetarse de manera permanente en su lugar. El equipo no debe tener partes vivas expuestas.

625-14. Capacidad. El equipo de alimentación para los vehículos eléctricos debe tener una capacidad nominal suficiente para la carga que deba alimentar. Para efectos de este Artículo, se considera como carga continua la operación de carga a un vehículo eléctrico.

625-15. Marcado. El equipo de alimentación para los vehículos eléctricos debe cumplir con lo que se indica de (a) hasta (c), siguientes:

a) Generalidades.- El fabricante debe marcar el equipo de alimentación para los vehículos eléctricos con lo siguiente:

“PARA USO CON VEHICULOS ELECTRICOS”

b) No requiere ventilación.- Cuando así lo requiera la Sección 625-29(c), el fabricante debe marcar el equipo de alimentación para los vehículos eléctricos con lo siguiente:

“NO REQUIERE VENTILACION”

El marcado debe ubicarse de modo que sea claramente visible después de la instalación.

c) Se requiere ventilación.- Cuando así lo requiera la Sección 625-29(d), el fabricante debe marcar el equipo de alimentación para los vehículos eléctricos con lo siguiente:

“SE REQUIERE VENTILACION”

El marcado debe ubicarse de modo que sea claramente visible después de la instalación.

625-16. Medios de acoplamiento. Los medios de acoplamiento al vehículo deben ser de tipo conductivo o inductivo. Las clavijas, conectores, y dispositivos de entrada del vehículo eléctrico deben estar aprobados o etiquetados para ese uso.

625-17. Cables. Los cables de los equipos de carga de los vehículos eléctricos deben ser de Tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT o cable flexible de Tipo EVJT, como se especifica en el Artículo 400 y en la Tabla 400-4.

La corriente admisible de los cables debe cumplir lo establecido en la Tabla 400-5(a) para los cables de tamaño nominal de 5,26 mm² (10 AWG) e inferiores y en la Tabla 400-5(b) para los de tamaño nominal de 8,37 mm² (8 AWG) y mayores. La longitud total del cable no debe ser mayor que 7,5 m. Se permite otro tipo de cables y conjuntos aprobados para ese fin, como conjuntos híbridos con cables opcionales de comunicaciones, señales y de fibra óptica.

625-18. Enclavamiento. Los equipos de carga de los vehículos eléctricos deben estar dotados con un medio de enclavamiento que desenergice el conector y el cable del vehículo eléctrico siempre que el conector se desacople del vehículo. No se exige un enclavamiento para los equipos de carga portátiles conectados con cordón y clavija a una salida para receptáculo de corriente monofásica de 125 V o 127 V, 15 A y 20 A.

625-19. Desenergización automática del cable. El equipo de alimentación de vehículos eléctricos o la combinación cable-conector del equipo debe estar dotado de un medio automático que desenergice los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico si se produce alguna tensión mecánica que pudiera llevar a la rotura del cable o a la separación del cable y del conector, con la consiguiente exposición de partes vivas.

No se exige un medio automático que desenergice los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico para los equipos de carga portátiles conectados con cordón y clavija a un receptáculo monofásico de 125 V o 127 V, 15 A y 20 A.

D. Control y protección

625-21. Protección contra sobrecorriente. El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los circuitos de alimentación y derivados de los equipos de alimentación de los vehículos eléctricos, debe ser dimensionado para servicio continuo y tener una corriente admisible no inferior al 125% de la corriente de carga máxima del equipo de alimentación del vehículo eléctrico. Cuando haya cargas no continuas conectadas al mismo alimentador o circuito derivado, la corriente admisible del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser inferior a la suma de todas las cargas no continuas más el 125% de las continuas.

625-22. Sistema de protección para las personas. El equipo de alimentación para los vehículos eléctricos debe tener un sistema aprobado de protección para las personas contra descargas eléctricas. Este sistema debe estar compuesto de dispositivos aprobados para la protección de las personas y características de construcción aprobados. Si se utiliza un equipo de alimentación para vehículos eléctricos conectado con cordón y clavija, debe utilizarse un dispositivo de interrupción de un sistema aprobado de protección de las personas y debe formar parte integrante de la clavija o debe localizarse en el cable de alimentación a una distancia no mayor que 30 cm de la clavija de conexión.

625-23. Medio de desconexión. El equipo de alimentación para los vehículos eléctricos designados para más de 60 A o más de 150 V a tierra, debe tener un medio de desconexión instalado en un lugar fácilmente accesible y capaz de quedar bloqueado en posición abierta.

625-24. Puesta a tierra. Todos los equipos e instalaciones eléctricas para alimentación de vehículos eléctricos deben estar unidos y puestos a tierra según lo establecido en el Artículo 250.

625-25. Pérdida de la fuente primaria. Se debe instalar un medio para evitar que, cuando deje de pasar corriente desde el circuito de suministro u otro sistema o sistemas eléctricos, la energía eléctrica no pueda volver del equipo del vehículo a la instalación de carga. No se permite utilizar un vehículo eléctrico como fuente de alimentación de reserva.

E. Locales para los equipos de alimentación de los vehículos eléctricos

625-28. En áreas peligrosas (clasificadas). Cuando haya instalado un equipo de alimentación de vehículos eléctricos en un área peligrosa (clasificada), se deben aplicar las disposiciones de los Artículos 500 a 516.

625-29. Lugares interiores. En los lugares interiores se deben incluir, entre otros, los garajes integrados, anexos o separados de las viviendas; los estacionamientos encerrados y subterráneos, los garajes públicos con o sin taller de reparación y los edificios agrícolas.

(a) Ubicación. El equipo de alimentación de los vehículos eléctricos debe estar ubicado de modo que se pueda conectar directamente el vehículo.

(b) Altura. Si no está específicamente aprobado para ese uso y lugar, el medio de acoplamiento del equipo de alimentación de los vehículos eléctricos debe estar ubicado o guardado a una altura no inferior a 0,45 m y no superior a 1,20 m sobre el nivel del piso.

(c) Ventilación no requerida. No se exige ventilación mecánica cuando se empleen baterías herméticas para el vehículo eléctrico o cuando esté aprobado o marcado como adecuado para cargado de vehículos en lugares interiores sin ventilación, y esté marcado de acuerdo con 625-15(b).

(d) Ventilación requerida. Cuando el equipo de alimentación del vehículo eléctrico esté aprobado o marcado como adecuado para cargar vehículos que necesiten ventilación para procesos de carga en lugares interiores y estén marcados de acuerdo con 625-15(c), se debe proporcionar ventilación mecánica, por ejemplo por medio de un ventilador. La ventilación debe incluir tanto el equipo de alimentación como el equipo mecánico de extracción de aire, esta ventilación debe estar permanentemente instalada y ubicada de modo que tome aire desde el exterior y desfogue directamente hacia el mismo. Los sistemas de ventilación de presión positiva sólo se permiten en construcciones o áreas que se hayan diseñado y aprobado específicamente para tal aplicación. Los requisitos de la ventilación mecánica deben determinarse por uno de los métodos especificados en 625-29(d)(1) hasta (d)(4), siguientes:

(1) Valores tabulados. Para las tensiones de alimentación y corrientes especificadas en la tabla 625-29(d)(1) la ventilación mínima requerida deben ser los especificados en la tabla 625-29(d)(1), para cada uno del total de vehículos que se puedan cargar a un mismo tiempo. Esta Tabla tiene en cuenta la ventilación suficiente para cualquier configuración del equipo de alimentación del vehículo eléctrico y el espacio de carga del mismo.

(2) Otros valores. Para corrientes y tensiones de alimentación no relacionadas en la tabla 625-29(d)(1) los requisitos mínimos de ventilación, deben ser calculados por medio de las siguientes fórmulas, según sea aplicable:

(a) Instalaciones monofásicas:

$$\text{Ventilación monofásica en metros cúbicos por minuto} = \frac{(\text{Volts})(\text{Amperes})}{1718}$$

(b) Instalaciones trifásicas:

$$\text{Ventilación trifásica en metros cúbicos por minuto} = \frac{1,732(\text{Volts})(\text{Amperes})}{1718}$$

(3) Sistemas con ingeniería: Se permite que los requisitos mínimos de ventilación para un sistema del equipo de alimentación de vehículos eléctricos, ventilado, sean determinados por cálculos especificados en un estudio de ingeniería, realizado por personal calificado, como parte integral de un sistema de ventilación de la totalidad del edificio.

(4) Circuitos alimentadores: El circuito de alimentación para al equipo de ventilación mecánica debe estar enclavado eléctricamente con el equipo de alimentación del vehículo eléctrico, y debe permanecer energizado durante el ciclo completo de carga del vehículo eléctrico. El equipo de alimentación del vehículo eléctrico debe estar marcado de acuerdo con 625-15. Los receptáculos de los equipos de alimentación de los vehículos eléctricos designados para 125 V o 127 V, monofásicos, de 15 A y 20 A, deben marcarse de acuerdo con 625-15(c) y deben estar dotados con un desconectador. El sistema de ventilación mecánica se debe enclavar eléctricamente a través del desconectador del circuito de alimentación del receptáculo.

TABLA 625-29 (d)(1).- Ventilación mínima requerida en m³/min, para cada vehículo eléctrico, del número total que pueden cargarse a un tiempo

Corriente admisible	Tensión del circuito derivado	
	Monofásico	Trifásico

del circuito derivado (A)	120 V	208 V	240 V o 120/240 V	208 V o 120/240 V	240 V	480 V o 480Y/277 V	600 V o 600Y/347 V
15	1,1	1,8	2,1	---	---	---	---
20	1,4	2,4	2,8	4,2	4,8	9,7	12
30	2,1	3,6	4,2	6,3	7,3	15	18
40	2,8	4,8	5,6	8,4	9,7	19	24
50	3,5	6,1	7,0	10,5	12	24	30
60	4,2	7,3	8,4	13	15	29	36
100	7,0	12	14	21	24	48	60
150	---	---	---	31	36	73	91
200	---	---	---	42	48	97	121
250	---	---	---	52	60	121	151
300	---	---	---	63	73	145	181
350	---	---	---	73	85	169	210
400	---	---	---	84	97	193	240

625-30. Lugares exteriores. En los lugares exteriores para la carga de vehículos eléctricos se deben incluir, entre otros, los estacionamientos y garajes residenciales, los estacionamientos abiertos, islas y lotes de estacionamiento públicos, edificios de estacionamientos e instalaciones comerciales de carga de vehículos eléctricos.

(a) Ubicación. El equipo de carga de los vehículos eléctricos debe estar situado de modo que se pueda conectar directamente al vehículo.

(b) Altura. Si no está específicamente aprobado para ese uso y lugar, el medio de acoplamiento del equipo de alimentación de los vehículos eléctricos debe estar instalado o almacenado a una altura no menor que 0,60 m y no superior a 1,20 m sobre el nivel del piso del estacionamiento.

ARTICULO 630-MAQUINAS DE SOLDAR ELECTRICAS

A. Disposiciones generales

630-1. Alcance. Este Artículo contempla a las máquinas de soldar por arco eléctrico, aparatos de soldar por resistencia y equipo de soldadura similar que se conecta a una fuente de energía eléctrica.

B. Máquinas de soldar de arco tipo transformador y de rectificador de c.c.

630-11. Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada a las máquinas de soldar de arco tipo transformador y de rectificador de c.c. debe ser como sigue:

a) Máquinas de soldar individuales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada no debe ser menor que el valor resultante de multiplicar el valor de la corriente eléctrica (A), dado en la placa de datos de la máquina de soldar, por el siguiente factor, basado en el ciclo de trabajo de la máquina de soldar.

Ciclo de trabajo									
Por ciento	100	90	80	70	60	50	40	30	20 o menos
Factor	1,00	0,95	0,89	0,84	0,78	0,71	0,63	0,55	0,45

Para máquinas de soldar que tengan un tiempo determinado de operación de una hora, el factor de multiplicación debe ser 0,75.

b) Grupo de máquinas de soldar. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar se permite que sea menor que la suma de las corrientes eléctricas, como se determinó en el inciso (a). El conductor debe determinarse en cada caso de acuerdo con la carga de la máquina de soldar, basada en el uso de cada una y en la duración del evento de todas ellas, alimentadas por los conductores que se presume no estarán en uso al mismo tiempo. El valor de cada carga usada para cada máquina debe tomar en cuenta tanto la magnitud, como la duración de la carga mientras la máquina de soldar está en uso.

NOTA - La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar se determina tomando como base la suma de 100% de la corriente eléctrica (como se determinó en el inciso (a)) de las dos de mayor capacidad, 85% de la tercera más grande, 70% para la cuarta más grande y 60% de todas las restantes, este cálculo proporciona un amplio margen de seguridad bajo condiciones de alta producción con respecto a la temperatura máxima permisible de los conductores. Se permite usar valores de por ciento menores de los que se dan en casos donde la operación es tal que un ciclo de alta operación es imposible para máquinas de soldar individuales.

630-12. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c., debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b) siguientes. Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor que uno normalizado o cuando el ajuste de la capacidad especificada provoque una operación innecesaria del dispositivo, se permite el uso de un dispositivo nominal o ajustable con capacidad inmediata superior siempre que no rebase los valores indicados a continuación.

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

Excepción: No se requiere dispositivo de sobrecorriente para máquinas de soldar que tengan sus conductores de alimentación protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable a no más de 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimenten a una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable a no más de 200% de la capacidad de conducción de corriente del conductor.

630-13. Medios de desconexión. Debe suministrarse un medio de desconexión en el circuito de alimentación de cada máquina de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c. que no esté equipada con un desconectador montado como una parte integral.

Los medios de desconexión deben ser un desconectador o un interruptor automático y su capacidad no debe ser menor que la necesaria de acuerdo con lo especificado en 630-12.

630-14. Marcado. Debe suministrarse una placa de datos en las máquinas de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c. que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión eléctrica en el primario, corriente eléctrica nominal en el primario, máxima tensión eléctrica de circuito abierto, corriente eléctrica nominal en el secundario, ciclo de trabajo o tiempo determinado de operación.

C. Máquinas de soldar de arco tipo motor-generador

630-21. Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación a las máquinas de soldar de arco tipo motor-generador, debe ser como sigue:

a) Máquinas de soldar individuales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación no debe ser menor que el valor de la corriente eléctrica que resulte de multiplicar el valor de la corriente eléctrica (A), dado en la placa de datos de la máquina de soldar por el siguiente factor basado en el ciclo de trabajo de la misma.

Ciclo de trabajo									
Por ciento	100	90	80	70	60	50	40	30	20 o menos
Factor	1,00	0,96	0,91	0,86	0,81	0,75	0,69	0,62	0,55

Para máquinas de soldar que tengan un tiempo determinado de operación de una hora, el factor de multiplicación debe ser 0,80.

b) Grupo de máquinas de soldar. Se permite que la capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a un grupo de máquinas de soldar sea menor que la suma de las corrientes eléctricas que cada máquina de soldar determina de acuerdo con lo indicado en el inciso (a), siempre y cuando no todas las máquinas de soldar trabajen simultáneamente. El valor de la carga usada para cada máquina de soldar debe tomar en cuenta la magnitud y la duración de la carga mientras la máquina de soldar está en uso.

NOTA - La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar, se determina tomando como base la suma de 100% de la corriente eléctrica (como se

determinó en el inciso (a)) de las dos máquinas de soldar de mayor capacidad, 85% de la tercer máquina más grande, 70% para la cuarta más grande, y 60% de todas las restantes. Este cálculo proporciona un amplio margen de seguridad bajo condiciones de alta producción respecto a la temperatura máxima permisible en los conductores. Se permite usar valores de por ciento menores de los que se dan en casos donde la operación es tal que un ciclo de alta operación es imposible para máquinas de soldar individuales.

630-22. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar de arco tipo motor-generador, debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b). Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor que un valor normalizado, o cuando el ajuste del valor especificado provoque una operación innecesaria del dispositivo, se permite el uso de un dispositivo de capacidad nominal o ajustable con capacidad inmediata superior, siempre que no rebase los valores indicados a continuación.

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener una protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

Excepción: No se requiere dispositivo de sobrecorriente para máquinas de soldar que tengan sus conductores de alimentación protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimentan a una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable de no más de 200% de la capacidad de conducción de corriente del conductor.

630-23. Medios de desconexión. Debe suministrarse un medio de desconexión en el circuito de alimentación de cada máquina de soldar de arco tipo motor generador. Los medios de desconexión deben ser un interruptor automático o un desconectador para circuito de motor, y su capacidad no debe ser menor que el necesario de acuerdo con lo especificado en 630-22.

630-24. Marcado. Debe suministrarse una placa de datos en las máquinas de soldar de arco tipo motor-generador que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión eléctrica de entrada, corriente eléctrica de entrada, máxima tensión eléctrica de circuito abierto, capacidad de corriente eléctrica de salida, ciclo de trabajo o tiempo determinado de operación.

D. Máquinas de soldar por resistencia

630-31. Capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación a las máquinas de soldar por resistencia, necesaria para limitar la caída de tensión eléctrica a un valor permisible para el funcionamiento satisfactorio de la máquina de soldar, es usualmente más grande que el requerido para prevenir sobrecalentamiento como se indica a continuación:

a) Máquinas de soldar individuales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación de las máquinas de soldar individuales debe cumplir con lo siguiente:

1) La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación para una máquina de soldar que puede ser operada a diferentes tiempos, a diferentes valores de corriente eléctrica de alimentación real o ciclo de trabajo, no debe ser menor que 70% de la corriente eléctrica nominal de alimentación, para máquinas de soldar de costura, de alimentación automática o 50% de la corriente eléctrica nominal de alimentación para máquinas de soldar de operación manual.

2) La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación para una máquina de soldar de operación específica, de la cual la corriente eléctrica de alimentación real y el ciclo de trabajo son conocidos y permanecen sin cambio, no debe ser menor que el producto de la corriente eléctrica nominal de alimentación por el factor dado en la siguiente tabla para el ciclo de trabajo al cual puede ser operada la máquina de soldar.

Ciclo de trabajo									
Por ciento	50	40	30	25	20	15	10	7,5	5 o menos
Factor	0,71	0,63	0,55	0,50	0,45	0,39	0,32	0,27	0,22

b) Grupo de máquinas de soldar. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a dos o más máquinas de soldar no debe ser menor que la suma del valor obtenido de acuerdo con lo indicado en el inciso (a) anterior para la máquina de soldar más grande y 60% del valor obtenido para todas las demás máquinas de soldar.

NOTA - Explicación de términos.

1. Corriente eléctrica nominal de alimentación: resulta de dividir los kVA nominales multiplicados por 1 000 entre la tensión eléctrica nominal, usando los valores dados en la placa de datos.

2. Corriente eléctrica de alimentación real: es la proporcionada por el circuito de suministro durante cada operación de soldadura aplicada a un caso particular.

3. El ciclo de trabajo: es el por ciento de tiempo durante el cual la máquina de soldar está bajo carga. Por ejemplo, una máquina de soldar de puntos, alimentada con un sistema de 60 Hz (216 000 ciclos por hora), haciendo 400 puntos de soldadura por hora, con una duración de quince ciclos por cada punto de soldadura, tendría un ciclo de trabajo de 2,8% (400 multiplicado por 15 dividido entre 216 000 y multiplicado por 100). Una máquina de soldar de costura que opere dos ciclos dentro y dos ciclos fuera, resultaría tener un ciclo de trabajo de 50%.

630-32. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar por resistencia, debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b) siguientes. Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor que un valor normalizado, o cuando el ajuste del valor especificado provoque una operación innecesaria del dispositivo, se permite el uso de un dispositivo de capacidad nominal o ajustable inmediata superior siempre y cuando no rebase los valores indicados a continuación.

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable, que no sea mayor que 300% de la corriente eléctrica nominal de alimentación de la máquina de soldar.

Excepción: No se requiere dispositivo de sobrecorriente para una máquina de soldar que tenga su circuito de alimentación protegido por medio de un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal o ajustable a no más de 300% de la corriente eléctrica nominal de alimentación de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimentan a una o más máquinas de soldar, deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal o ajustable a no más de 300% de la capacidad de conducción de corriente del conductor.

630-33. Medios de desconexión. Se debe proporcionar un desconectador o interruptor automático para que por medio de él, cada máquina de soldar por resistencia y su equipo de control puedan desconectarse del circuito de alimentación. La capacidad de corriente de este medio de desconexión no debe ser menor que la capacidad de conducción de corriente del conductor, determinada de acuerdo con lo indicado en 630-31.

Se permite que el desconectador del circuito de alimentación sea el medio de desconexión de la máquina de soldar cuando el circuito alimenta solamente una máquina de soldar.

630-34. Marcado. Debe suministrarse una placa de datos para cada máquina de soldar por resistencia que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, tensión eléctrica nominal y kVA nominales a 50% del ciclo de trabajo, máxima y mínima tensión eléctrica de circuito abierto en el secundario, corriente eléctrica secundaria a cortocircuito a máxima tensión eléctrica del secundario y la abertura de los electrodos (brazos).

E. Cable para soldar

630-41. Conductores. El aislamiento de los conductores instalados en el secundario de las máquinas de soldar eléctricas debe ser resistente a la flama.

630-42. Instalación. Los cables deben ser adecuados para ser instalados en una canalización apropiada que cumpla con los incisos siguientes:

a) Soporte del cable. La canalización para el cable debe tener soportes a intervalos no mayores a 1,5 m.

b) Separación del fuego y de productos de combustión. La instalación debe estar de acuerdo con lo indicado en 300-21.

c) Señales. Debe colocarse una señal permanente en la canalización de cables a intervalos no mayores a 6 m. La señal debe decir "Canalización para cables de soldadura solamente".

ARTICULO 640-EQUIPOS DE GRABACION DE SONIDO Y SIMILARES

640-1. Alcance. Este Artículo cubre al equipo y al alambrado utilizado para la grabación y reproducción de sistemas de sonido, distribución centralizada de sonido, instalaciones públicas de altavoces, entradas de micrófonos o audífonos y órganos electrónicos.

640-2. Aplicación de otros Artículos

a) Alambrado a dispositivos y entre ellos. El sistema de alambrado de usuarios de energía al equipo y la conexión entre éstos, deben cumplir con los requisitos de los Capítulos 1 a 4, excepto cuando estén modificados por este Artículo.

b) Alambrado y equipo. El alambrado y equipo para sistemas públicos de altavoces, de entradas a micrófonos y audífonos, de radiofrecuencia, de audiofrecuencia y para equipo de amplificación asociado con estaciones radiorreceptoras en sistemas de distribución centralizados, deben cumplir con el Artículo 725.

640-3. Número de conductores en tubo (conduit). El número de conductores en tubo (conduit) no debe exceder el factor de relleno indicado en las Tablas del Capítulo 10.

640-4. Ductos metálicos con tapa y canales auxiliares. Los ductos metálicos con tapa deben cumplir con los requisitos del Artículo 362 y los canales auxiliares con lo establecido en el Artículo 374.

Excepción: Cuando se utilicen para la grabación y reproducción de sonidos deben cumplir con lo siguiente:

a. Los conductores en canales metálicos con tapa y en canales auxiliares no deben llenar la canalización a más de 75% de su profundidad.

b. Cuando la tapa de los canales auxiliares esté al límite con el piso y esté expuesta a objetos pesados en movimiento, ésta debe ser de acero con un espesor no menor que 6,4 mm; cuando la tapa no esté expuesta a objetos pesados en movimiento, como en la parte posterior de paneles de equipo, debe tener un espesor de por lo menos 3,4 mm.

c. Los ductos metálicos con tapa y canales auxiliares pueden instalarse 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 en las cajas de salida o cajas de empalme deben redondearse y todas las protuberancias ásperas alisadas, para evitar la abrasión del aislamiento o conductores.

d. Los ductos metálicos con tapa y canales auxiliares se deben poner a tierra de acuerdo con los requisitos del Artículo 250. Cuando los ductos y los canales auxiliares no contengan conductores de alimentación, el conductor de puesta a tierra no necesita ser mayor en tamaño nominal que 2,08 mm² (14 AWG) de cobre o su equivalente. Cuando los ductos metálicos con tapa y canales auxiliares contengan conductores de alimentación, el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra no debe ser menor que el exigido en 250-95.

640-5. Conductores. Los circuitos de salida de amplificadores que transporten señales de audiofrecuencia de 70 V o menos y cuya tensión eléctrica en circuito abierto no sea mayor que 100 V, pueden utilizar un sistema de alambrado Clase 2 o 3 como se señala en el Artículo 725.

NOTA - Lo anterior está basado en amplificadores cuya tensión eléctrica en circuito abierto no es mayor que 100 V, cuando son excitados por una señal de cualquier frecuencia de 60 Hz a 100 Hz suficiente para producir su salida de régimen (70,7 V) para su carga nominal. Esto admite el hecho de que el programa medio es de 12 db menor del régimen del amplificador, y por tanto, la tensión eléctrica eficaz en un circuito abierto de 70 V de salida, debe ser solamente 25 V.

640-6. Agrupamiento de los conductores. Los conductores de diferentes sistemas agrupados en la misma canalización u otra cubierta o en cables o cordones portátiles deben cumplir con los requisitos siguientes:

a) Conductores de suministro de energía. Los conductores de suministro de energía deben estar debidamente identificados y se deben utilizar solamente para alimentar al equipo al cual los otros conductores están conectados.

b) Terminales a un motor-generator o de convertidor rotatorio. Las terminales de entrada de un motor-generator o de un convertidor rotatorio, se deben instalar separados de las terminales de salida.

c) Aislamiento de los conductores. Los conductores se deben aislar individualmente o en grupos, con un aislante por lo menos equivalente al de los conductores de alimentación y otros conductores.

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

640-7. Cordones flexibles. Los cables y cordones flexibles deben ser de los tipos S, SJ, ST, SJO, SJT u otro tipo aprobado. Los conductores de los cordones flexibles que no sean conductores de alimentación pueden ser de un tamaño nominal no menor que 0,128 mm² (26 AWG), siempre que dichos conductores no estén conectados directamente a los conductores de alimentación y cuenten con medios de limitación de corriente eléctrica de manera que la potencia máxima no sea mayor que 150 W, en cualquier condición.

640-8. Terminales. Las terminales se deben marcar para mostrar sus conexiones propias. Las terminales de los conductores que no sean los de alimentación deben estar separados de las terminales de los conductores de alimentación por un espacio al menos tan grande como el que existe entre las terminales de alimentación de polaridad opuesta.

640-9. Baterías. Las baterías deben cumplir con lo siguiente:

a) Instalación. Las baterías se deben instalar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 480.

b) Aislamiento de los conductores. Las terminales deben tener aislamientos basados en hule o en termoplásticos.

640-10. Protección contra sobrecorriente de los circuitos. La protección contra sobrecorriente se debe efectuar como sigue:

a) Calentador o filamento (cátodo). Los circuitos del calentador o filamento (cátodo) de un tubo electrónico, deben tener una protección contra sobrecorriente no mayor que 15 A cuando sean alimentados por un circuito derivado de alumbrado o por una batería cuya capacidad sea mayor que 20 Ah.

b) Placa (ánodo-positivo). Los circuitos a la placa (ánodo-positivo) y a la rejilla de un tubo electrónico, debe tener protección contra sobrecorriente no mayor que 1 A.

c) Rejilla de control. Los circuitos del control de rejilla de un tubo electrónico debe tener protección contra sobrecorriente no mayor que 1 A cuando sea alimentado por circuitos derivados de alumbrado o por una batería cuya capacidad sea mayor que 20 Ah.

d) Localización. Los dispositivos de sobrecorriente deben estar localizados tan cerca como sea posible a la fuente de alimentación.

640-11. Amplificadores y rectificadores

a) Tipo aprobado. Los amplificadores y rectificadores deben estar cubiertos adecuadamente y deben ser de un tipo aprobado.

b) Fácil acceso. Los amplificadores y rectificadores se deben ubicar de manera que estén accesibles fácilmente.

c) Ventilación. Los amplificadores y rectificadores se deben ubicar de manera que tengan suficiente ventilación para evitar un aumento excesivo de temperatura dentro de sus cubiertas protectoras y del local en que se encuentren instalados.

640-12. Areas peligrosas (clasificadas). El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas), debe cumplir con las disposiciones indicadas en el Artículo 500.

640-13. Protección contra daño físico. Los amplificadores, rectificadores, altavoces y otros equipos, deben estar ubicados o deben protegerse de manera que estén resguardados contra daño físico, o lo que pueda resultar por incendios o daño provocados por personas.

ARTICULO 645-EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DE COMPUTO ELECTRONICO

645-1. Alcance. Este Artículo incluye equipo, alambrado de alimentación, alambrado de conexión de equipo y puesta a tierra de los sistemas y equipo de procesamiento de datos por computadora electrónica, incluyendo equipo terminal y en cuartos de cómputo.

645-2. Requerimientos especiales para cuartos de equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico. Este Artículo se aplica considerando que las siguientes condiciones se cumplen:

1) Están provistos medios de desconexión de acuerdo con lo indicado en 645-10.

2) Existe un sistema de calefacción, ventilación o aire acondicionado instalado para uso exclusivo del local con equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico separado de otras áreas de ocupación. Cualquier sistema de calefacción, ventilación o aire acondicionado que sirva a otros locales es permitido que sirva también al local de equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico, si existen compuertas contra humo o fuego en el punto límite de propagación del cuarto. Dichas compuertas deben operar con la activación de los detectores de humo y también por la operación de los medios de desconexión requeridos en 645-10.

3) Se ha instalado únicamente equipo aprobado para procesamiento de datos y cómputo electrónico.

4) Area únicamente ocupada por el personal calificado para la operación y mantenimiento del equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico.

NOTA - El local de cómputo no debe usarse para el almacenamiento de combustibles, excepto de los necesarios para la operación del equipo de un día para otro.

5) El local de cómputo debe estar separado de los otros locales por paredes, pisos y techos clasificados como resistentes al fuego y con aberturas protegidas.

6) La construcción del edificio, locales o áreas de ocupación, cumplen con lo aplicable del Reglamento de Construcciones de la localidad.

645-5. Circuitos de alimentación y cables de conexión

a) Conductores de circuitos derivados. Los conductores de los circuitos derivados, que alimenten a una o más unidades de un sistema de procesamiento de datos, deben tener una capacidad no menor que 125% del total de la carga conectada.

b) Medio de conexión. Se permite que el sistema de procesamiento de datos esté conectado a un circuito derivado por uno de los siguientes dispositivos aprobados para ese propósito:

1) Cable y clavija de computadora o procesador de datos.

2) Cordón flexible y clavija.

3) Conjunto cordones. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo deben ser de tipo protegido contra daño físico.

c) Cables de conexión. Las unidades separadas de procesamiento de datos se permite que sean interconectadas por medio de cables y conjunto de cables aprobado para ese propósito. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo deben ser de tipo protegido contra daño físico.

d) Por debajo de pisos falsos. Los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión, cables de conexión y receptáculos asociados con el equipo de procesamiento de datos, se permiten debajo de pisos falsos cuando:

1) El piso falso es de una construcción adecuada y el área bajo el piso es accesible.

2) Los conductores de circuitos derivados que alimenten receptáculos o equipo alambrado en sitio estén alojados en tubo (conduit) tipo pesado, semipesado o ligero, metálico o no metálico, canalización metálica de superficie con cubierta metálica, tubo (conduit) flexible metálico, tubo (conduit) metálico o no metálico flexible hermético a los líquidos, cable con blindaje metálico tipo MC, o cable tipo AC. Estos conductores de alimentación deben estar instalados de acuerdo con los requerimientos del Artículo 300.

3) La ventilación debajo de los pisos falsos se utilice únicamente para el equipo y para el local de procesamiento de datos.

4) Las aberturas para cables en los pisos falsos protegen los cables contra abrasión y minimizan la entrada de basuras debajo del piso.

5) Otros cables que no están comprendidos en el inciso (2) anterior deben ser del tipo DP aprobado como resistente al fuego, adecuado para instalarse bajo piso falso en locales de cómputo.

Excepción 1: Cuando los cables de conexión están instalados en tubo (conduit) o en soportes tipo charola para cables.

Excepción 2: Otros cables aprobados que satisfacen los requerimientos anteriores son tipo TC (Artículo 340); tipo CL2, CL3 y PLTC (Artículo 725); tipo FPL (Artículo 760); tipo OFC y OFN (Artículo 770); tipo CM y MP (Artículo 800); tipo CATV (Artículo 820). A estas designaciones se les permite agregárseles las letras P o R.

e) Fijación de los cables en el lugar. No se requiere que se fijen en su lugar los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión e interconexión, y cajas, conectores y receptáculos, cuando estén aprobados como parte de o para equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico.

645-6. Cables fuera del área de cómputo. Los cables que se extiendan más allá del área de cómputo están sujetos a los requerimientos aplicables de esta norma.

NOTA - Para circuitos de señalización referirse al Artículo 725, para circuitos de fibra óptica referirse al Artículo 770, y para circuitos de comunicaciones referirse al Artículo 800. Para sistemas de señalización de protección contra el fuego referirse al Artículo 760.

645-7. Cables a través de paredes. Los cables que atraviesen el límite de protección de resistencia al fuego del local deben estar de acuerdo con lo indicado en 300-21.

645-10. Medios de desconexión. Debe existir un medio de desconexión del suministro de energía para todo el equipo eléctrico, en el local de cómputo electrónico. Debe haber además un medio similar para desconectar el suministro de energía a todo el sistema de aire acondicionado exclusivo para el local y debe activar el cierre de todas las compuertas contra humo y fuego. Estos medios de desconexión deben estar agrupados e identificados y deben ser controlados desde un sitio accesible fácilmente en las principales puertas de salida. Se permite un medio único que controle a ambos, sistema de equipo electrónico y sistema de aire acondicionado.

Excepción: Instalaciones que se deban sujetar a lo previsto en el Artículo 685.

645-11. Sistemas de energía ininterrumpible (SEI). Los SEI instalados dentro de áreas de procesamiento de datos y cómputo electrónico, y sus circuitos de alimentación y de salidas, deben cumplir con lo indicado en 645-10. Los medios de desconexión deben desconectar la batería de su carga.

Excepción 1: Instalaciones que clasifiquen bajo lo previsto en el Artículo 685.

Excepción 2: Los medios de desconexión que cumplen con lo indicado en 645-10 no se requieren para fuentes de poder con capacidad de 750 VA o menos, derivados de un equipo SEI o de circuitos de baterías integrados a un equipo electrónico. Se debe tomar en cuenta que todos los requisitos indicados en 645-11 se deben cumplir.

645-15. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente eléctrica, de un sistema de procesamiento de datos y cómputo electrónico, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 o deben ser de doble aislamiento. Los sistemas de suministro de energía derivados dentro del equipo aprobado que alimenten a equipo de cómputo y las cuales son suministradas como parte de ese equipo, no deben ser considerados separadamente como derivados para propósito de aplicación de lo indicado en 250-5 d).

Nota 1: El equipo aprobado proporciona la conexión de puesta a tierra requerida de acuerdo con la intención del Artículo 250.

Nota 2: Cuando se utilicen receptáculos del tipo de puesta a tierra aislada, véase 250-74 Excepción 4.

645-16. Marcado. Cada unidad de un sistema de procesamiento de datos que vaya a ser alimentado por un circuito derivado debe estar provista de una placa de datos con el nombre del fabricante, tensión eléctrica de suministro, frecuencia nominal y la máxima carga nominal (A).

ARTICULO 650-ORGANOS TUBULARES

650-1. Alcance. Este Artículo cubre aquellos circuitos eléctricos y partes que operan eléctricamente órganos tubulares y que son empleados para controlar los aparatos de sonido y teclados.

650-2. Otros Artículos. Los órganos electrónicos deben cumplir con las disposiciones apropiadas del Artículo 640.

650-3. Fuente de energía. La fuente de energía debe ser un transformador tipo rectificador, la tensión eléctrica de c.c. no debe exceder 30 V.

650-4. Puesta a tierra. El rectificador debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo previsto en el Artículo 250.

650-5. Conductores. Los conductores deben cumplir con lo siguiente:

a) Tamaño nominal. No menor que 0,082 mm² (28 AWG) para circuitos de señales electrónicas y no menor que 0,128 mm² (26 AWG) para alimentación por válvulas electromagnéticas y similares. El conductor común de retorno en alimentaciones electromagnéticas no debe ser menor que 2,08 mm² (14 AWG).

b) Aislamiento. Los conductores deben tener aislamiento termoplástico o termofijo.

c) Los conductores deben ser cableados. Con excepción del conductor común de retorno y los conductores internos del órgano, todos los demás conductores que pertenecen a las secciones del órgano y a la consola del mismo deben ser cableados. El conductor común de retorno puede estar dentro de una cubierta adicional que incluya tanto al cable como al conductor de retorno, o puede instalarse como un conductor separado y estar en contacto con el cable.

d) Cubierta del cable. Todo cable debe estar provisto con una cubierta exterior; ya sea general o cinta aislante. Cuando no se use canalización metálica, la cubierta debe ser retardante de la flama o el cable debe estar cubierto con una cinta aislante a prueba de fuego con tejido cerrado.

650-6. Instalación de conductores. Los cables deben estar sujetos firmemente en su lugar y se pueden fijar directamente a la estructura del órgano, sin soportes aislantes. Deben colocarse de forma que no hagan contacto con otros conductores.

650-7. Protección contra sobrecorriente. Los circuitos deben estar distribuidos de tal manera que todos los conductores se encuentren protegidos contra sobrecorriente por un dispositivo de capacidad nominal no mayor que 6 A.

Excepción: Los conductores del circuito principal de alimentación y el ducto común de retorno.

ARTICULO 660-EQUIPOS DE RAYOS X

A. Disposiciones generales

660-1. Alcance. Este Artículo incluye todo equipo de rayos X que funcione a cualquier frecuencia o tensión eléctrica, para uso industrial u otras aplicaciones que no sean médicas ni dentales.

NOTA - Para instalación de equipo de rayos X de atención a la salud véase el Artículo 517, Parte E.

Las disposiciones de este Artículo no deben interpretarse como especificaciones para la protección contra la radiación útil dirigida o dispersa.

660-2. Definiciones

Movible. Un equipo de rayos X montado sobre una base permanente, dotado de ruedas o similar, que le permite desplazarse cuando está completamente ensamblado.

Portátil. Un equipo de rayos X diseñado para llevar a mano.

Régimen prolongado. Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento de cinco minutos o mayor.

Régimen momentáneo. Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento que no sobrepasen cinco segundos.

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.

660-3. Áreas peligrosas (clasificadas). No se debe instalar ni hacer funcionar aparatos de rayos X ni equipo conexo en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que sean de tipo aprobado e identificado para dichos áreas.

NOTA - Véase el Artículo 517, Parte D.

660-4. Conexión al circuito de alimentación

a) Equipo fijo o estacionario. El equipo de rayos X, fijo o estacionario, se debe conectar a la fuente de alimentación por medio de un método de instalación que cumpla con los requisitos generales de esta norma.

Excepción: El equipo debidamente alimentado por circuitos derivados no mayores a 30 A puede conectarse mediante un cordón y clavija de uso rudo aprobado.

b) Equipo portátil movable y transportable. El equipo de rayos X portátil, movable y transportable, de una capacidad no mayor que 60 A, no requiere circuitos derivados individuales. El equipo de rayos X portátil y movable de cualquier capacidad debe ser alimentado por medio de cables o cordones de uso rudo aprobados. El equipo transportable de rayos X de cualquier capacidad podrá ser conectado a su fuente de alimentación por medio de conexiones adecuadas y por cable o cordón de uso rudo.

c) Tensión eléctrica de alimentación mayor que 600 V nominales. Los circuitos y equipo que funcionen a más de 600 V nominales, deben cumplir con el Artículo 710.

660-5. Medios de desconexión. Los medios de desconexión se deben instalar en un lugar accesible fácilmente y con manejo desde el control del equipo de rayos X. Los medios de desconexión deben ser de capacidad apropiada, por lo menos de 50% de la corriente eléctrica requerida por el régimen momentáneo o de 100% de la corriente eléctrica requerida para el régimen prolongado, escogiendo el mayor de los valores. Para equipo conectado a un circuito derivado de 120 V o 127 V nominales, de 30 A o menos, se puede utilizar como medio de desconexión un cordón y clavija de tipo polarizado con puesta a tierra, de capacidad adecuada.

660-6. Tamaño nominal de los conductores de alimentación y de la protección por sobrecorriente

a) Conductores de circuitos derivados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación de los circuitos derivados y de los dispositivos de protección por sobrecorriente, no deben ser menores a 50% del régimen momentáneo o a 100% del régimen prolongado del equipo de rayos X, escogiéndose el mayor de los dos valores.

b) Conductores del alimentador. La capacidad de conducción de corriente de los conductores y la capacidad nominal de los dispositivos de protección por sobrecorriente de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimenten dos o más unidades de rayos X, no deben ser menores a 100% del régimen momentáneo (como se indica en (a)) de los dos aparatos de rayos X más grandes, más 20% del régimen momentáneo de los otros aparatos de rayos X.

NOTA - El tamaño nominal mínimo de los conductores para circuitos derivados y alimentadores, se rige también por los requisitos de regulación de la tensión eléctrica. Para una instalación específica, el fabricante

generalmente recomienda: transformadores de distribución, capacidad de los medios de desconexión, protección por sobrecorriente y el tamaño nominal mínimo de los conductores.

660-7. Terminales de alambrado. El equipo de rayos X debe estar provisto de terminales o puntas de conexión adecuadas para la conexión.

Excepción: Cuando esté provisto permanentemente de un cordón apropiado.

660-8. Número de conductores en una canalización. El número de conductores de control instalados en una canalización debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en 300-17.

660-9. Tamaño nominal mínimo de los conductores. Se permite usar conductores de tamaño nominal de 0,824 mm² (18 AWG) o de 1,31 mm² (16 AWG), según se indica en 725-16, y cordones flexibles para los circuitos de control y de funcionamiento de equipo de rayos X y de equipo auxiliar, cuando éste cuente con dispositivos de protección por sobrecorriente no mayores a 20 A.

660-10. Instalación del equipo. Todo equipo de rayos X para instalaciones nuevas o equipo usado o reacondicionado que se reinstale en un nuevo lugar debe ser aprobado.

B. Control

660-20. Equipo fijo y estacionario

a) Dispositivo de control separado. Además de los medios de desconexión se debe instalar un dispositivo de control al circuito que alimenta el control del equipo de rayos X o instalarse en el circuito primario del transformador de alta tensión. Este dispositivo debe formar parte del equipo de rayos X, pero puede estar colocado en una envolvente separada, adyacente a la unidad de control de rayos X.

b) Dispositivos de protección. Se debe instalar un dispositivo de protección para controlar la carga ocasionada por una falla en el circuito de alta tensión; se permite que este dispositivo de protección esté incorporado dentro del dispositivo de control separado.

660-21. Equipo portátil y movable. El equipo portátil y movable debe cumplir con lo indicado en 660-20, pero el dispositivo de control manual debe estar dentro de él o sobre el mismo.

660-23. Equipo de laboratorio comercial e industrial

a) Tipos radiográfico y fluoroscópico. Todo equipo radiográfico o fluoroscópico debe estar encerrado efectivamente o disponer de un sistema de bloqueo eléctrico que desenergice automáticamente el equipo, para prevenir un contacto con partes energizadas.

b) Tipos de irradiación y difracción. El equipo de irradiación y difracción debe estar provisto de un sistema efectivo para indicar cuándo está energizado. El indicador debe ser basado en luces piloto, de un medidor de deflexión fácilmente legible o de cualquier medio equivalente.

Excepción: Equipo o instalaciones encerrados efectivamente o provistos de bloqueo eléctrico que impida el acceso a partes energizadas durante el funcionamiento.

660-24. Control independiente. Cuando el mismo circuito de alta tensión alimente más de una parte del equipo, cada parte o grupo de equipo que formen una unidad deben tener un desconectador de alta tensión u otro medio de desconexión equivalente. Estos medios de desconexión deben ser construidos, cubiertos o ubicados de manera que se evite que alguna persona pueda hacer contacto con las partes energizadas.

C. Transformadores y capacitores

660-35. Disposiciones generales. Los transformadores y capacitores que son parte de equipo de rayos X no necesitan cumplir con los requisitos de los Artículos 450 y 460.

660-36. Capacitores. Los capacitores deben estar colocados dentro de envoltentes metálicas puestas a tierra, o hechas de material aislante.

D. Resguardos y puesta a tierra

660-47. Disposiciones generales

a) Partes de alta tensión. Todas las partes de alta tensión, incluyendo los tubos de rayos X, deben tener envoltentes puestas a tierra. Para aislar las partes de alta tensión de las envoltentes puestas 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 otros componentes de alta tensión se deben hacer con cables de alta tensión con pantalla.

b) Cable de baja tensión. Los cables de baja tensión que sirven de conexión a unidades con aceite, tales como transformadores, capacitores, enfriadores de aceite y desconectores de alta tensión que no estén completamente sellados, deben tener aislamiento resistente al aceite.

660-48. Puesta a tierra. Las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo de rayos X y equipo asociado (controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanque del transformador, cables con pantalla, cabezales del tubo de rayos X, etc.) deben estar puestos a tierra de la manera especificada en el Artículo 250. El equipo portátil y movable debe estar provisto de una clavija de tipo polarizado y con medio de puesta a tierra.

Excepción: Equipo que funciona con baterías.

ARTICULO 665-EQUIPO DE CALENTAMIENTO POR INDUCCION Y POR PERDIDAS DIELECTRICAS

A. Disposiciones generales

665-1. Alcance. Este Artículo cubre la construcción e instalación de equipo de calentamiento por inducción y dieléctrico y accesorios para aplicaciones industriales y científicas, pero no para aplicaciones médicas o dentales, aparatos eléctricos, o para calentamiento de tubería o recipientes.

NOTA 1: Véase el Artículo 422 para aparatos eléctricos.

NOTA 2: Véase el Artículo 427 Parte E, para calentamiento frecuente en oleoductos de barcos.

665-2. Definiciones

Calentamiento dieléctrico. Es el calentamiento de un material aislante debido a sus propias pérdidas dieléctricas, cuando el material es colocado dentro de un campo eléctrico variable.

Calentamiento por inducción. Es el calentamiento de un material conductor, debido a sus propias pérdidas I^2R , cuando el material es colocado dentro de un campo electromagnético variable.

Equipo de calentamiento. El término "Equipo de Calentamiento" como es usado en este Artículo, incluye cualquier equipo usado para propósitos de calentamiento, cuyo calor es generado por métodos de inducción o dieléctrico.

665-3. Otros Artículos. El alambrado de la fuente de poder al equipo de calentamiento debe cumplir con los Capítulos 1 al 4. Los circuitos y equipo operados a más de 600 V nominales deben cumplir con lo indicado en el Artículo 710.

665-4. Ubicación en áreas peligrosas (clasificadas). El equipo de calentamiento no debe ser instalado o ubicado en áreas peligrosas (clasificadas) como las definidas en el Artículo 500.

Excepción: Donde el equipo y el alambrado estén aprobados e identificados para áreas peligrosas (clasificadas).

B. Protección y conexión de puesta a tierra

665-20. Envolventes. Los aparatos convertidores (incluyendo la línea de c.c.) y circuitos eléctricos de alta frecuencia (excluyendo circuitos de salida y circuitos de control remoto), deben estar completamente localizados dentro de una envolvente o envoltorios de materiales no combustibles.

665-21. Paneles de control. Todos los paneles de control deben ser de construcción en gabinetes con el frente sin partes conductoras expuestas (frente muerto).

665-22. Acceso a equipo interno. Se deben usar puertas o paneles desmontables para acceso interno. Donde se usen puertas dando acceso a tensiones eléctricas de 500 V a 1 000 V c.a. o c.c., éstas deben tener una cerradura. Donde se usen puertas dando acceso a tensiones mayores de 1 000 V c.a. o c.c., éstas deben tener un bloqueo mecánico con un medio de desconexión. Los paneles desmontables no usados para el acceso interno a los mismos, deben ser asegurados, de tal manera que se dificulte su desmontaje.

665-23. Señalización de prevención. Las señales de prevención tales como "**Peligro - Alta Tensión Eléctrica - No Entrar**" deben estar fijadas al equipo y deben ser totalmente visibles para evitar que personal no calificado pueda estar en contacto con partes energizadas aun cuando las puertas estén abiertas o cuando los paneles eléctricos que operen a una tensión eléctrica arriba de 250 V c.c. o c.a. sean removidos de su sitio.

665-24. Capacitores. Donde se utilicen capacitores que excedan de 0,1 μF en circuitos de c.c., ya sea como componente de un filtro de rectificadores o como supresores, con circuitos con tensión eléctrica mayor que 240 V a tierra, deben utilizarse resistencias de descarga o desconectores de puesta a tierra como dispositivos de puesta a tierra. El tiempo de descarga debe estar de acuerdo con lo indicado en 460-6(a).

Donde se usen capacitores con desconexión individual, se debe usar una resistencia de descarga o un medio de desconexión automático como medio de descarga.

Donde se utilicen rectificadores auxiliares con filtros-capacitores en la salida de fuentes preferentes de alimentación, se deben instalar resistencias de descarga, aun cuando la tensión eléctrica de c.c. no exceda 240 V.

665-25. Cubierta del aplicador de trabajo. Se deben utilizar jaulas o envoltentes protectoras para resguardo de los elementos calentadores distintos de los devanados de inducción. Se permite proteger a los devanados de calentamiento con materiales aislantes y/o refractarios. Se deben instalar desconectores conmutadores de bloqueo en todas las puertas embisagradas de acceso, paneles corredizos u otros medios de acceso fácil al aplicador. Los desconectores conmutadores de bloqueo deben estar conectados de tal manera que corten la energía eléctrica del aplicador cuando cualquiera de las puertas de acceso o paneles estén abiertos. No se requieren bloqueos sobre puertas de acceso o tableros, si el aplicador es un devanado de calentamiento por inducción a un potencial de c.c. a tierra, o si está operando a menos de 150 V c.a.

665-26. Puesta a tierra y unión. Deben usarse conexiones de puesta a tierra entre unidades donde sea requerido para la operación de circuitos y con esto garantizar a un valor seguro de potencial de radio-frecuencia entre todas las partes expuestas no portadoras de corriente eléctrica del equipo. Tales conexiones de puesta a tierra y uniones deben estar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

665-27. Identificación. Cada equipo de calentamiento debe suministrarse con una placa de datos proporcionando el nombre del fabricante, modelo de identificación y los siguientes datos de entrada: tensión eléctrica de la línea, frecuencia, número de fases, corriente eléctrica máxima, kVA a máxima carga, factor de potencia a máxima carga.

665-28. Envoltentes de control. Se permite usar c.c. o c.a. de baja frecuencia dentro de la parte de control del equipo de calentamiento. Esto debe ser limitado a no más de 150 V. También se permite el uso del cable de tamaño nominal de 0,824 mm² (18 AWG) o mayor sólido o trenzado. Se permite instalar un transformador reductor, con protección propia de sobrecorriente, dentro de la envoltente de control para obtener una tensión eléctrica alterna menor que 150 V. Las terminales con tensiones más altas deben protegerse para prevenir contactos accidentales. Se permite utilizar componentes de 60 Hz para control de equipo de alta frecuencia, siempre que esté debidamente dimensionado por el fabricante del equipo e calentamiento. Se permite que los cables utilizados en circuitos electrónicos que utilicen dispositivos de estado sólido sean de tamaño nominal más pequeño o en circuitos impresos.

C. Equipo motor-generador

665-40. Generalidades. El equipo motor-generador debe incluir todo el equipo rotativo diseñado para operar por un motor de c.c. o c.a. o por accionamiento mecánico de un generador de energía o motor primario, produciendo una c.a. de cualquier frecuencia para calentamiento por inducción o por pérdidas dieléctricas.

665-41. Capacidad de conducción de corriente de conductores de la fuente de suministro de energía. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de la fuente de suministro de energía eléctrica debe ser determinada de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430.

665-42. Protección contra sobrecorriente. Se debe instalar una protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo especificado en el Artículo 430 para los circuitos de suministro de energía eléctrica.

665-43. Medio de desconexión. Se deben instalar los medios de desconexión según lo especificado en el Artículo 430. Se debe proveer un medio de desconexión rápido y accesible para que cada equipo de calentamiento pueda ser separado de su circuito de alimentación. La capacidad nominal de este medio de desconexión no debe ser menor que la corriente eléctrica indicada en la placa de identificación del equipo. Cuando sólo se alimente a un equipo, se permite que el medio de desconexión de la fuente sea el mismo medio de desconexión del equipo de calentamiento.

665-44. Circuito de salida. El circuito de salida debe incluir a todos los componentes externos al generador, incluyendo contactores, transformadores, barras de distribución y accesorios mecánicos, y deben cumplir con los siguientes incisos:

a) Salida del generador. Los circuitos de salida deben estar separados, sin conexión de puesta a tierra.

Excepción 1: En donde la capacitancia de acoplamiento en el generador ocasiona que en las terminales del generador se tengan tensiones eléctricas iguales.

Excepción 2: En donde un vacío o atmósfera controlada se use con un devanado en un tanque o cámara, el punto central del devanado debe estar puesto a tierra para mantener un potencial igual entre cada terminal.

Donde la tensión eléctrica nominal exceda 500 V, el circuito de salida debe incorporar una unidad protección contra falla a tierra. La c.c. aplicada en la salida del circuito no debe exceder 30 V y no debe exceder una capacidad de corriente eléctrica de 5 mA. Se permite un transformador de aislamiento para acoplar la carga y la alimentación en el circuito de salida, si la salida del secundario no está a una diferencia de potencial de c.c. respecto de tierra.

b) Conexión de componentes. Los diversos componentes requeridos para una instalación completa de un equipo de calentamiento por inducción deben ser conectados por cable multiconductor, barras de distribución o cables coaxiales apropiadamente protegidos. Los cables deben instalarse en canalizaciones de materiales no ferrosos. Las barras de distribución deben estar protegidas, donde sea requerido, por medio de ductos no ferrosos.

665-47. Control remoto

a) Desconectador selector. En donde se utilicen controles remotos para aplicar energía, se debe proveer un conmutador selector de bloqueo, de tal modo que se suministre energía únicamente de un punto de control a la vez.

b) Desconectador de pedal. Los desconectores operados por presión del pie deben blindarse sobre el botón de contacto para evitar cierre accidental del desconectador.

D. Equipo distinto del motor-generador

665-60. Generalidades. Otros equipos que no sean el motor-generador deben consistir de multiplicadores estáticos y unidades tipo oscilatorio utilizando tubos de vacío (bulbos) o dispositivos de estado sólido. El equipo debe ser capaz de convertir c.c. o c.a. a una c.a. de frecuencia adecuada para producir el calentamiento por inducción o por pérdidas dieléctricas.

665-61. Capacidad de conducción de corriente de conductores de la fuente de suministro de energía. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de la fuente de suministro de energía eléctrica debe determinarse de acuerdo con lo siguiente:

a) Capacidad de placa de datos. La capacidad de conducción de corriente de los conductores no debe ser menor que la capacidad de corriente eléctrica según la placa de datos del equipo.

b) Dos o más. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a dos o más equipos no debe ser menor que la suma de las corrientes eléctricas, según datos de placa del equipo.

Excepción: Si la operación simultánea de dos o más equipos alimentados de la misma fuente no es posible, la capacidad de conducción de corriente del alimentador no debe ser menor que la suma de corrientes eléctricas, según la placa de datos del grupo de máquinas más grande, que pudieran operar simultáneamente, más 100% de las corrientes eléctricas de reserva de las máquinas alimentadas.

665-62. Protección por sobrecorriente. Se debe instalar la protección para sobrecorriente según se especifica en el Artículo 240. Esta protección contra sobrecorriente debe ser suministrada separadamente o como parte del equipo.

665-63. Medio de desconexión. Debe instalarse un medio de desconexión rápido y accesible para que cada equipo de calentamiento pueda ser separado del circuito de alimentación. La capacidad de estos medios de desconexión no debe ser menor que la corriente eléctrica según datos de placa del equipo. Se permite que el medio de desconexión del alimentador sea el medio de desconexión del equipo de calentamiento cuando el circuito alimente únicamente un equipo. Se permite la utilización de controles de temperatura para evitar que permanezca conectado cuando alcance la temperatura deseada y brindar mejor utilización de la energía.

665-64. Circuito de salida. El circuito de salida debe incluir a todos los componentes externos de la salida del convertidor, incluyendo contactores, transformadores, barras de distribución y accesorios mecánicos; éstos deben cumplir con los incisos (a) y (b):

a) Salida del convertidor. El circuito de salida debe estar apartado, separado sin conexión de puesta a tierra.

Excepción: Donde una tensión eléctrica de c.c. pueda existir en las terminales debido a una falla de un componente interno, el circuito de salida (directo o acoplado) debe estar a un potencial de c.c. respecto de tierra.

b) Convertidor y conexión al aplicador. Si las conexiones entre el convertidor y el aplicador de trabajo exceden 60 cm de longitud, las conexiones deben estar encerradas o protegidas con material no combustible ni ferroso.

665-66. Frecuencia de la línea en la salida del equipo convertidor. Se permite que las salidas de c.a. de frecuencia comercial de 25 Hz a 60 Hz sean acopladas para propósitos de control, pero no deben ser mayores a 150 V durante periodos de operación de los circuitos.

665-67. Conmutador. Donde se utilicen circuitos controlados de alta velocidad que dependen del efecto de "oscilador de bloqueo", la tensión eléctrica pico de radiofrecuencia de salida durante la porción bloqueada del ciclo, no debe exceder de 100 V en unidades que utilicen convertidores de radiofrecuencia.

665-68. Control remoto

a) Desconectador selector. Donde se utilicen controles remotos para aplicar energía eléctrica, se debe proveer un desconectador selector para suministrar energía únicamente de un punto de control a la vez.

b) Desconectador de pedal. Los conmutadores operados por presión del pie deben blindarse sobre el botón de contacto para evitar un cierre accidental del desconectador.

ARTICULO 668-CELDAS ELECTROLITICAS

668-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de los componentes eléctricos y accesorios de celdas electrolíticas, celdas electrolíticas en línea y a los procesos de suministro de energía para la producción de aluminio, cadmio, cloro, cobre, flúor, peróxido de hidrógeno, magnesio, sodio, clorato de sodio y zinc. Las disposiciones de este Artículo no incluyen a las celdas utilizadas como fuente de energía eléctrica, ni para procesos de galvanoplastia, ni a celdas utilizadas en producción de hidrógeno.

NOTA - En general, las celdas o grupos de celdas en línea dispuestos como una unidad para la producción de un metal particular, gas o componentes químicos, pueden diferir de otras celdas o grupos de celdas en línea, que producen lo mismo en las materias primas utilizadas en la capacidad de salida en el uso de métodos y procesos apropiados y otros factores que no son el objeto de esta norma.

668-2. Definiciones

Celdas en línea. Un conjunto de celdas electrolíticas interconectadas eléctricamente y alimentadas por una fuente de c.c.

Accesorios de celdas en línea y equipo auxiliar. Según lo indicado en este Artículo, los accesorios de celdas en línea y equipo auxiliar incluyen, pero no están limitadas a: tanques auxiliares, tubería de proceso, ductos de trabajo, soportes estructurales, conductores visibles de las celdas en línea, tubo (conduit) y otras canalizaciones: bombas, equipo para posicionar y equipo de desconexión o de desvío eléctrico para las celdas. El equipo auxiliar incluye herramientas, máquinas para soldar, crisoles y otro equipo portátil usado para la operación y mantenimiento dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en línea.

En la zona de trabajo de las celdas en línea, el equipo auxiliar incluye las superficies conductoras descubiertas de grúas no puestas a tierra y el equipo de servicio de las grúas.

Celda electrolítica. Un tanque o recipiente en el cual las reacciones electroquímicas son causadas por la aplicación de energía eléctrica con fines de procesos de refinación o producción de materiales de utilización definida.

Zona de trabajo de las celdas electrolíticas en línea. La zona de trabajo de las celdas en línea es el espacio en el cual se realiza la operación y el mantenimiento, sobre o cerca de superficies energizadas descubiertas de celdas electrolíticas en línea o de sus accesorios.

668-3 Otros Artículos aplicables

a) Alumbrado, ventilación, manejo de materiales. Los Capítulos 1 a 4 deben aplicarse a las acometidas, alimentadores, circuitos derivados y aparatos para suministrar energía a sistemas de alumbrado, de ventilación, manejo de materiales y similares, los cuales están fuera de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas.

b) Sistemas no conectados eléctricamente. Los elementos de un sistema de suministro de energía a celdas en línea que no estén conectados eléctricamente al sistema de alimentación de las celdas, tales como el primario de un transformador de dos devanados, el motor de un conjunto motor-generador, alimentadores, circuitos derivados, medios de desconexión, controles de motores, equipo de protección contra sobrecargas, deben cumplir con las disposiciones de esta norma.

NOTA - Para los propósitos de este Artículo, "conectado eléctricamente" significa conexión capaz de transportar corriente eléctrica, lo que la distingue de la conexión por inducción electromagnética.

c) Celdas electrolíticas en línea. Las celdas electrolíticas en línea deben cumplir con las disposiciones de los Capítulos 1, 2, 3 y 4.

Excepción 1: Los conductores de las celdas electrolíticas en línea no requieren cumplir con las disposiciones de los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (véase 668-11).

Excepción 2: La protección contra sobrecorriente de los circuitos de energía en c.c. de las celdas electrolíticas no requieren cumplir con los requisitos del Artículo 240.

Excepción 3: El equipo ubicado o usado dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en línea o asociado con los circuitos de energía eléctrica en c.c., no requieren cumplir con las disposiciones del Artículo 250.

Excepción 4: Las celdas electrolíticas, sus accesorios y el alambrado de equipo y dispositivos auxiliares que estén dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea no requieren cumplir con las disposiciones de los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (véase 668-30).

NOTA - Véase 668-15 para puesta a tierra de equipos, aparatos y componentes estructurales.

668-10. Zona de trabajo de las celdas en línea

a) Área cubierta. El espacio comprendido por la zona de trabajo de las celdas en línea debe ser:

1) No mayor que 2,5 m sobre superficies energizadas de celdas electrolíticas en línea o sobre sus accesorios energizados.

2) No mayor que 2,5 m por debajo de superficies energizadas de celdas electrolíticas en línea o de sus accesorios energizados.

3) No mayor que 1,2 m horizontalmente desde la superficie energizada de las celdas electrolíticas en línea o de sus accesorios energizados o desde el espacio cubierto descrito en 1) y 2) inmediatos anteriores.

b) Áreas no cubiertas. La zona de trabajo de celdas en línea no debe extenderse más allá de paredes, pisos, techos, cercas o similares, para efectos de cumplir con los requisitos establecidos en esta Sección.

668-11. Alimentación de las celdas en línea mediante c.c.

a) No puesta a tierra. No se requiere conexión de puesta a tierra de los conductores de alimentación en c.c., de celdas en línea.

b) Puesta a tierra de las envolventes metálicas. Las envolventes metálicas de los aparatos de alimentación en c.c. en celdas en línea que operan a una diferencia de potencial entre terminales de más de 50 V. deben ser puestas a tierra por uno de los siguientes medios:

1) A través de equipo con relevadores de protección.

2) Conductor de cobre de puesta a tierra de tamaño nominal no menor que $67,4 \text{ mm}^2$ (2/0 AWG), o un conductor de igual o mayor conductancia.

c) Requisitos de conexión de puesta a tierra. Las conexiones de puesta a tierra requeridas en 668-11 b), deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 250-112, 250-113, 250-115, 250-117 y 250-118.

668-12 Conductores de celdas en línea

a) Aislamiento y material. Los conductores de celdas en línea deben ser desnudos, cubiertos o aislados; de cobre, aluminio, acero u otro material adecuado.

b) Tamaño nominal. El área de la sección transversal de los conductores de celdas en línea debe ser tal, que el aumento de temperatura bajo condiciones de carga máxima, a temperatura ambiente máxima, no exceda la temperatura de operación segura para la cual el aislamiento de los conductores fue diseñado.

c) Conexiones. Los conductores de las celdas en línea deben empalmarse mediante conectores, pernos, abrazaderas, soldadura o sistema de compresión.

668-13. Medios de desconexión

a) Más de una fuente de alimentación. Cuando haya más de una fuente de alimentación de c.c. para las celdas en línea debe proveerse de medios de desconexión a cada circuito de cada fuente de alimentación para desconectar ésta de las celdas en línea.

b) Puentes o conductores removibles. Se permite usar puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

668-14. Medios de derivación en paralelo

a) Derivación en paralelo parcial o total. Se permite la derivación en paralelo parcial o total de circuitos de corriente eléctrica de celdas en línea alrededor de una o más celdas.

b) Derivación en paralelo de una o más celdas. Los conductores, desconectores o combinación de conductores y desconectores usados para la derivación en paralelo de una o más celdas, deben cumplir con los requisitos indicados en 668-12.

668-15. Puesta a tierra. El equipo, aparatos y componentes estructurales que requieren ser puestos a tierra según el Artículo 668 deben cumplir con lo establecido en el Artículo 250.

Excepción 1: No se debe utilizar tubería de agua como electrodo.

Excepción 2: Se permite cualquier electrodo o combinaciones de ellos, descritos en 250-81 y 250-83.

668-20. Equipo eléctrico portátil

a) El equipo eléctrico portátil no debe ser puesto a tierra. Las envolventes y armazones de equipo eléctrico portátil usado dentro de la zona de trabajo de celdas en línea, no deben ser puestos a tierra.

Excepción 1: Cuando la tensión eléctrica del circuito de las celdas en línea no exceda 200 V c.c., dichas envolventes y armazones pueden ser puestas a tierra.

Excepción 2: Se permite que las envolventes y armazones de uso manual sean puestas a tierra cuando estén protegidas.

b) Transformadores de aislamiento. El equipo portátil conectado eléctricamente mediante cordón flexible, de uso manual, con envolventes y armazones no puestos a tierra, usado dentro de la zona de trabajo de las celdas en serie, se conecta a receptáculos que tengan solamente conductores no puestos a tierra tal como un circuito derivado alimentado por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra.

c) Marcado. El equipo eléctrico portátil no puesto a tierra debe marcarse de manera distintiva y emplear clavija y receptáculos de configuraciones tales que eviten la conexión de este equipo a receptáculos del tipo con puesta a tierra, y que eviten el intercambio inadvertido entre equipo eléctrico portátil puesto a tierra y equipo no puesto a tierra.

668-21. Circuitos de equipo eléctrico portátil

a) Circuitos separados. Los circuitos que suministran energía a receptáculos no puestos a tierra para equipo conectados con cordón, de uso manual, deben separarse eléctricamente de un sistema de distribución que suministre a áreas diferentes de la zona de trabajo de celdas en línea, además no deben ser puestos a tierra. La energía para estos circuitos debe ser suministrada a través de transformadores de aislamiento. El primario de estos transformadores debe operar a no más de 600 V entre conductores y debe estar provisto de una adecuada protección por sobrecorriente. La tensión eléctrica del secundario de los transformadores de aislamiento no debe exceder 300 V entre conductores y ninguno de los circuitos del secundario debe ser puesto a tierra; todos los circuitos deben tener dispositivos adecuados contra sobrecorriente de una capacidad apropiada a cada conductor.

b) No intercambiables. Los receptáculos y clavijas acoplados para equipo no puesto a tierra, no deben tener previsiones para un conductor de puesta a tierra, y deben ser de una configuración que evite el uso para equipo que requiere ser puesto a tierra.

c) Marcado. Los receptáculos de los circuitos alimentados de un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra, deben estar marcados en forma distintiva y no deben usarse en otros lugares de la planta.

668-30. Equipo eléctrico fijo y portátil

a) Equipo que no requiere ser puesto a tierra. Los sistemas de c.a. que alimenten a equipo eléctrico fijo y portátil dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea no requieren ser puestos a tierra.

b) Superficies conductoras descubiertas que no requieren ser puestas a tierra. Las superficies conductoras descubiertas, como lugares donde se guarda equipo eléctrico, envolventes, cajas, motores, canalizaciones y similares, que estén dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea, no requieren ser puestas a tierra.

c) Método de alambrado. Los dispositivos eléctricos auxiliares como motores, sensores, dispositivos de control y alarmas, montados sobre una celda electrolítica u otras superficies energizadas, deben conectarse al sistema de alambrado del usuario por alguno de los siguientes medios:

1) Un cordón multiconductor de uso rudo.

2) Alambre o cable en canalizaciones adecuadas, soporte tipo charola metálico o no metálico para cables. Si se utiliza tubo (conduit) metálico, soporte tipo charola para cables, cables armados o sistemas metálicos similares, se deben instalar con desconectador tipo navajas, de manera que no causen una condición potencialmente peligrosa.

d) Protección de circuitos. No se requiere de la protección de circuitos para sistemas de control e instrumentación que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea.

e) Unión. Se permite hacer uniones del equipo eléctrico fijo con las superficies conductoras de las celdas en línea y sus accesorios o aditamentos auxiliares. Cuando el equipo eléctrico fijo esté montado sobre una superficie conductora energizada, el equipo debe unirse a esa superficie.

668-31. Conexiones auxiliares no eléctricas. Las conexiones auxiliares no eléctricas, tales como mangueras de aire, mangueras de agua y similares a celdas electrolíticas, no deben tener como refuerzo alambres, blindajes o mallas conductoras, sus accesorios o equipo auxiliar. Las mangueras deben ser de material no conductor.

668-32. Grúas y montacargas

a) Superficies conductoras que deben aislarse de tierra. Las superficies conductoras de grúas y montacargas que entran en la zona de trabajo de las celdas en línea, no requieren ser puestas a tierra. La parte de la grúa o montacarga que hace contacto con una celda electrolítica energizada o con un empalme energizado debe aislarse de tierra.

b) Condiciones eléctricas peligrosas. Los controles remotos de grúas y montacargas que puedan introducir condiciones eléctricas peligrosas dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea, deben emplear uno o más de los siguientes sistemas:

1) Circuitos de control separados y no puestos a tierra, de conformidad con lo indicado en 668-21 a).

2) Cable no conductor del operador para soporte de accesorios de control remoto.

3) Pulsadores colgantes con medios de soporte no conductores que tengan superficies no conductoras o superficies conductoras descubiertas no puestas a tierra.

4) Radiocomunicación.

668-40. Envolventes. Se permite el uso de envolventes para equipo eléctrico de uso general cuando un sistema natural de ventilación evite la acumulación de gases.

ARTICULO 669-GALVANOPLASTIA

669-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a las instalaciones de los componentes eléctricos y accesorios de equipo que suministra energía y sus controladores para la galvanoplastia, anodización, electropulido y decapado eléctrico. Para los propósitos de este Artículo, el término galvanoplastia se usa para identificar cualquiera de estos procesos.

669-2. Otros Artículos. Con excepción de lo modificado por este Artículo, el alambrado y equipos usados en el proceso de galvanoplastia debe cumplir con los requisitos aplicables de los Capítulos 1 a 4.

669-3. Disposiciones generales. El equipo utilizado para el proceso del galvanoplastia debe identificarse para tales servicios.

669-5. Conductores de circuitos derivados. Los conductores de los circuitos derivados que alimenten a una o más unidades de equipo deben tener una capacidad de corriente no menor que 125% de la carga total conectada. La capacidad de conducción de corriente de las barras debe cumplir con lo establecido en 374-6.

669-6. Métodos de alambrado. Los conductores que conecten el equipo del tanque del electrolito con el equipo de conversión deben ser como sigue:

a) Sistemas menores de 50 V en c.c. Se permite el tendido de conductores aislados sin soportes aislados, si están protegidos contra daño físico. Se permiten barras de cobre o conductores de aluminio cuando estén soportados sobre aisladores.

b) Sistemas mayores de 50 V en c.c. Se permite el tendido de conductores aislados sobre soportes aislados, si están protegidos contra daño físico. Se permiten conductores de cobre o de aluminio sin protección cuando estén soportados sobre aisladores y resguardados contra contactos accidentales de acuerdo con lo indicado en 110-17.

Excepción. Se permiten conductores descubiertos no protegidos en las terminales.

669-7. Rótulos de prevención. Se deben colocar rótulos de prevención o señalización para indicar la presencia de conductores desnudos.

669-8. Medios de desconexión

a) Más de una fuente de alimentación. Cuando se tenga más de una fuente de alimentación en el mismo sistema de c.c., se debe proveer de un medio de desconexión en el lado de c.c. de cada fuente de alimentación.

b) Puentes o conductores removibles. Se permiten puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

669-9. Protección contra sobrecorriente. Los conductores en c.c. deben protegerse contra sobrecorriente por uno o más de los medios siguientes:

- 1) fusibles o interruptores automáticos,
- 2) un dispositivo sensor de corriente eléctrica que opere a un medio de desconexión,
- 3) otros dispositivos aprobados.

ARTICULO 670-MAQUINARIA INDUSTRIAL

670-1. Alcance. Este Artículo cubre definiciones de maquinaria eléctrica industrial, sus datos de placa y el tamaño nominal de los conductores alimentadores y su protección contra sobrecorriente para suministro de energía eléctrica.

670-2. Definición de maquinaria industrial (Máquina). Para el propósito de este Artículo, la maquinaria industrial es equipo (o un grupo de máquinas trabajando juntas, en una forma coordinada), accionado por fuerza electromotriz, que se utiliza para procesar materiales mediante corte, formado, presión o laminado por medio de técnicas eléctricas, térmicas u ópticas, o una combinación de estas técnicas. Se puede incluir al equipo asociado utilizado para transferir material o las herramientas para el ensamble, desensamble, inspección, pruebas o empaque. (El equipo eléctrico asociado, incluyendo los controladores lógicos junto con los actuadores y sensores se consideran parte de la máquina. No se incluye equipo portátil de operación manual).

670-3. Placas de datos de la máquina

a) Placa de datos permanente. Se debe fijar sobre la envolvente del equipo de control, o en la misma máquina, en un lugar que sea fácilmente visible una placa permanente de datos donde se indique lo siguiente:

- 1) tensión eléctrica de alimentación,
- 2) número de fases,
- 3) frecuencia,
- 4) corriente eléctrica de plena carga,
- 5) máxima corriente eléctrica de cortocircuito y del dispositivo protección por falla a tierra,
- 6) corriente eléctrica nominal del motor o de la carga de mayor potencia,
- 7) corriente eléctrica nominal de cortocircuito del dispositivo de protección de la máquina, cuando se proporcione,
- 8) número del diagrama de conexiones de la máquina.

La corriente eléctrica de plena carga indicada en la placa de datos, no debe ser menor que la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores y de otro equipo que pudieran estar operando al mismo tiempo, bajo condiciones normales de uso. Cuando cargas o ciclos de trabajo no usuales requieran conductores de mayor tamaño nominal, la capacidad requerida debe incluirse en la corriente eléctrica de plena carga indicada.

Cuando exista más de un circuito de alimentación, la placa de datos debe de llevar la información anterior, para cada circuito.

b) Protección contra sobrecorriente. Cuando se suministre protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 670-4(b), la máquina se debe marcar "Protección contra sobrecorriente en las terminales de alimentación de la máquina".

670-4. Conductores alimentadores y protección contra sobrecorriente

a) Tamaño nominal. El tamaño nominal de los conductores de alimentación debe ser tal que tenga una capacidad de conducción de corriente no menor que 125% de la corriente eléctrica a plena carga de las cargas resistivas, más 125% del motor más grande, más la suma de todas las corrientes eléctricas nominales a plena carga de los restantes motores y aparatos conectados que puedan operar simultáneamente, de conformidad con lo establecido en la Sección 430-25.

NOTA - Véase las tablas correspondientes del Artículo 310 para capacidad de conducción de corriente de los conductores.

b) Protección contra sobrecorriente. Una máquina se puede considerar como una unidad individual, por lo tanto, debe tener un medio de desconexión. Este medio de desconexión puede alimentarse de los circuitos derivados protegidos por fusibles o por interruptores automáticos. El medio de desconexión no requiere de protección contra sobrecorriente. Cuando forme parte de la máquina, la protección contra sobrecorriente debe consistir de un interruptor automático o de un juego de fusibles. La máquina debe mostrar los datos requeridos en 670-3 y los conductores de alimentación se consideran como alimentadores o derivaciones, según se indica en 240-21.

El valor nominal o ajuste de la protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta a la máquina, no debe ser mayor que la suma del valor nominal o ajuste más alto del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra propio de la máquina, más 125% de la corriente eléctrica a plena carga de todas las cargas resistivas, más la suma de todas las corrientes eléctricas a plena carga de todos los demás motores y aparatos que puedan funcionar simultáneamente.

Excepción: Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito de motores se utilice para protección contra cortocircuito y falla a tierra de motores, según se permite en 430-52 (c), el procedimiento anterior se aplica con la siguiente condición: para propósitos de cálculo, cada interruptor automático de disparo instantáneo o protector contra cortocircuito de motor, debe tener un valor nominal que no exceda el máximo por ciento de la corriente eléctrica del motor a plena carga permitido en la Tabla 430-152 para el tipo de dispositivo de protección utilizado en la máquina.

Cuando en la máquina no se proporciona dispositivo de protección contra falla a tierra y contra cortocircuito, el valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe basar en lo indicado en 430-52 o 430-53, como sea aplicable.

670-5. Espacios libres. Cuando sea probable que se requiera inspección, ajuste, servicio o mantenimiento mientras esté energizada la instalación y que las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personal calificado deba dar servicio, las dimensiones del espacio de trabajo en la dirección del acceso a partes vivas que operen no más de 150 V, debe ser de 75 cm como mínimo. Cuando los controles estén encerrados en gabinetes, la(s) puerta(s) deben abrir al menos en un ángulo de 90° o ser removibles.

Excepción: Cuando la envolvente requiere de herramienta para abrirla y cuando únicamente sea necesario diagnóstico o pruebas de falla en partes vivas que operen a no más de 150 V, línea a línea, los espacios libres pueden ser menores de 75 cm.

ARTICULO 675-MAQUINAS DE RIEGO OPERADAS O CONTROLADAS ELECTRICAMENTE

A. Disposiciones generales

675-1. Alcance. Este Artículo se aplica a máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente, así como a los circuitos derivados y controles que alimenten este tipo de equipo.

675-2. Definiciones

Anillos colectores. Son un ensamble de anillos de fricción para transferencia de energía eléctrica de un elemento estacionario a un elemento rotatorio.

Máquina de riego. Es aquella que se opera o controla eléctricamente, con uno o más motores y que es usada principalmente para transportar y distribuir agua para propósitos agrícolas.

Máquina de riego con pivote central. Es aquella que gira alrededor de un eje central y emplea desconectores de alineamiento o dispositivos similares para el control individual de los motores.

675-3. Otros Artículos. Las disposiciones de este Artículo son en adición o en complemento de lo establecido en el Artículo 430 o en otros Artículos aplicables de esta norma.

675-4. Cables para máquinas de riego

- a) **Construcción.** Los cables para interconectar elementos de la estructura de una máquina de riego deben ser conductores aislados y trenzados con relleno no higroscópico, con núcleo de material no metálico, resistente a la humedad y a las llamas, recubierto de material metálico y forrado exteriormente de otro material no metálico y resistente a la humedad, a la corrosión y a los rayos solares. El aislamiento de los conductores debe ser aprobado para temperaturas de 75°C y para uso en lugares mojados.

Se permite una combinación de cables de fuerza, control y puesta a tierra.

- b) **Métodos alternativos de alambrado.** Todos los cables que sean adecuados y aprobados para este propósito.
- c) **Soportes.** El cable de riego debe soportarse por medio de abrazaderas, grapas o accesorios similares diseñados para este propósito e instalados de tal manera que no dañen el cable. El cable debe soportarse a intervalos no mayores a 1,2 m.
- d) **Accesorios.** Se deben utilizar en todos los puntos en que un cable termina. Los accesorios deben estar diseñados para uso con el tipo de cable y ser adecuados para el servicio a la intemperie a prueba de agua y polvo.

675-5. Más de tres conductores en un ducto o cable. Los conductores de señalización y control en un ducto o en un cable, no deben ser tomados en consideración para propósitos de dimensionamiento del tamaño de los conductores por capacidad de conducción de corriente como se establece en el Artículo 310 en la Nota 8 de las Tablas 310-16 a 310-19.

675-6. Identificación en el panel de control principal. El panel de control principal debe tener una placa de datos con la siguiente información:

- a) Nombre del fabricante, tensión eléctrica nominal, número de fases y frecuencia nominal.
- b) Corriente eléctrica nominal de la máquina.
- c) Capacidad nominal del medio de desconexión principal y el valor de la protección contra sobrecorriente requerida.

675-7. Valores equivalentes de corriente eléctrica. Cuando la operación de la máquina no sea intermitente se debe utilizar lo expuesto en el Artículo 430 para determinar los valores de los paneles de control, medios de desconexión y conductores. Cuando la máquina de riego tiene una operación intermitente, se deben hacer las siguientes consideraciones para determinar los valores equivalentes de corriente eléctrica.

- a) **Valor de corriente eléctrica en operación continua.** El valor equivalente de corriente eléctrica en operación continua para la selección de los conductores en circuitos derivados y protección contra sobrecorriente, debe ser de 125% de la corriente eléctrica a plena carga del motor de mayor capacidad, más la suma de las corrientes de plena carga de todos los motores que integran la máquina, multiplicados por el factor de utilización en por ciento del ciclo continuo al que pueden operar.
- b) **Corriente eléctrica de rotor bloqueado.** La corriente eléctrica equivalente a rotor bloqueado debe ser igual a la suma de las corrientes a rotor bloqueado de los dos motores de mayor capacidad, más 100% de la suma de las corrientes de placa a plena carga de todos los motores restantes del circuito.

675-8. Medios de desconexión

- a) **Controlador principal.** El controlador utilizado para arranque y paro de la totalidad de la máquina, debe cumplir los siguientes requisitos:
- 1) Una corriente eléctrica de operación continua no menor que los valores especificados en 675-7(a) o 675-22(a).
 - 2) Un valor en kW no menor que los valores indicados en la Tabla 430-151 A y Tabla 430-151 B basados en la corriente eléctrica a rotor bloqueado equivalente especificada en 675-7(b) y 675-22(b).
- b) **Medio de desconexión principal.** El medio de desconexión principal de la máquina debe estar en el punto de conexión eléctrica a la vista y a no más de 15 m de la máquina, debe ser de fácil y rápido acceso y capaz de bloquearse en la posición de abierto. Este medio de desconexión debe ser de capacidad nominal no menor que los valores de corriente eléctrica y potencia en kW (CP) requeridos en el controlador principal.

Excepción: Los interruptores automáticos que no indican su capacidad de potencia en kW (CP) se permiten si están de acuerdo con lo indicado en 430-109.

- c) **Medio de desconexión para controladores y motores individuales.** Se debe proveer un medio de desconexión para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase (portadores de corriente eléctrica) de cada motor y controlador, y debe localizarse como lo requiere el Artículo 430 Parte I. Este medio de desconexión no tiene que ser de rápido acceso.

675-9. Conductores de circuitos derivados. Los conductores en circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la que se especifica en 675-7 (a) o 675-22 (a).

675-10. Varios motores en un circuito derivado. En 430-53 se prevé la protección de un circuito derivado para cortocircuito, falla a tierra y para varios motores conectados a un circuito derivado. En este Artículo se encuentran modificaciones especiales para la aplicación en este tipo de equipo.

- a) **Protección requerida.** Se permite instalar varios motores que no excedan de 1,50 kW (2 CP), siempre y cuando el circuito esté protegido a no más de 30 A en 600 V nominales y siempre que cumplan las siguientes condiciones:
- 1) La corriente eléctrica de plena carga de cualquier motor en el circuito no debe exceder de 6 A.
 - 2) Cada motor en el circuito debe contar con su propia protección de sobrecarga de acuerdo con lo indicado en 430-32.
 - 3) Las conexiones en derivación de los motores individuales no deben ser menores de 2,08 mm² (14 AWG) y con una longitud que no exceda 7 m.
- b) **Protección individual no requerida.** No se requiere protección de cortocircuito en el circuito derivado, para motores y controladores, cuando se ha cumplido con lo establecido en 675-10(a).

675-11. Anillos colectores

- a) **Transmisión de corriente eléctrica para sistemas de fuerza.** El anillo colector debe soportar una corriente eléctrica no menor que 125% la de plena carga del mayor dispositivo alimentado más 100% de la de plena carga de los demás dispositivos alimentados o en su defecto como se indica en 675-7(a) o 675-22(a).
- b) **Para propósitos de señal o control.** Los anillos colectores para señalización y control deben tener capacidad de conducción de corriente no menor que 125% de la corriente eléctrica del mayor dispositivo alimentado, más la suma de 100% de plena carga de todos los demás dispositivos alimentados.
- c) **Anillo de tierra.** El anillo colector de conexión de puesta a tierra debe tener una capacidad no menor que la determinada de acuerdo con lo indicado en 675-11(a).
- d) **Protección.** Los anillos colectores deben protegerse contra las condiciones ambientales y de contacto accidental por medio de envoltentes adecuadas.

675-12. Conexión de puesta a tierra. El siguiente equipo debe tener conexión de puesta a tierra:

- a) Todo equipo eléctrico en la máquina de riego.
- b) Todo equipo eléctrico asociado con la máquina de riego.
- c) Todas las cajas metálicas de empalmes, envoltentes y accesorios.
- d) Los paneles de control para suministro o control de equipo eléctrico en la máquina de riego.

Excepción: La conexión de puesta a tierra no se requiere en máquinas donde se han cubierto los siguientes requisitos:

- a. Si la máquina es controlada eléctricamente, pero no es de accionamiento eléctrico.
- b. La tensión eléctrica de control es de 30 V o menos.
- c. Los controladores o señales son de corriente limitada de acuerdo con lo especificado en 725-31.

675-13. Método de puesta a tierra. Las máquinas que requieren de conexión de puesta a tierra deben tener un conductor de puesta a tierra como parte integral de cada cable, ducto o canalización. Este conductor de puesta a tierra debe dimensionarse, de manera que no sea menor que el mayor de los conductores portadores de corriente en cada cable, ducto o canalización. Los conductores del alimentador para una máquina de riego deben tener un conductor de puesta a tierra de tamaño nominal como se establece en la Tabla 250-95.

675-14. Conexión de puesta a tierra. Cuando se requiere conexión de puesta a tierra en una máquina de riego, la estructura metálica de la máquina, las canalizaciones y la pantalla metálica del cable deben estar

perfectamente conectadas al conductor de puesta a tierra. El contacto metal-metal con una parte que esté conectada eléctricamente al conductor de puesta a tierra y a las partes no conductoras de corriente eléctrica, pueden considerarse aceptables como conexión de puesta a tierra.

675-15. Protección contra descargas atmosféricas. Si una máquina de riego tiene un punto estacionario, se debe colocar un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250 Parte H, como medio de protección contra descargas atmosféricas.

675-16. Suministro de más de una fuente. El equipo dentro de una misma envolvente que recibe energía eléctrica de más de una fuente, no requiere medios de desconexión para la fuente adicional, cuando la tensión eléctrica suministrada es 30 V o menos y cumple con los requerimientos indicados en el Artículo 725 Parte C.

675-17. Conexiones. Las clavijas y conectores en el equipo deben ser del tipo a prueba de intemperie.

A menos a que su construcción esté destinada únicamente para que cumplan con lo establecido en el Artículo 725 Parte C, las clavijas y conectores deben ser construidos como se especifica en 250-99(a).

B. Máquinas de riego con pivote central

675-21. Generalidades. Las disposiciones de la Parte B cubren requerimientos especiales adicionales que son peculiares a las máquinas de riego con pivote central. Véase 675-2 para la definición de máquinas de riego con pivote central.

675-22. Valores de corriente eléctrica equivalentes. Para establecer los valores de capacidad de conducción de corriente de controladores, medios de desconexión y de conductores para el trabajo intermitente de este tipo de máquinas, se debe considerar lo siguiente:

- a) **Operación continua.** La capacidad nominal de operación continua para la selección de circuitos derivados y dispositivos conectados a éstos, debe ser igual que 125% la corriente eléctrica nominal del motor más grande, más 60% de la suma de la nominal de todos los demás motores conectados al circuito.
- b) **Corriente eléctrica de rotor bloqueado.** La capacidad nominal de operación equivalente para la corriente eléctrica a rotor bloqueado, debe ser igual que dos veces la corriente eléctrica a rotor bloqueado del motor más grande, más 80% de la suma de las corrientes a plena carga de todos los demás motores conectados al circuito.

ARTICULO 680-ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES

A. Disposiciones generales

680-1. Alcance. Este Artículo se aplica a la construcción e instalación del sistema de alumbrado eléctrico para equipo situado dentro o adyacente a las albercas de natación, terapéuticas y decorativas, chapoteaderos, fuentes de ornato, bañeras térmicas y fuentes de aguas termales, bañeras de hidromasaje, tanto si están instaladas permanentemente como desarmables, portátiles, y a todo equipo metálico auxiliar tales como bombas, filtros y similares.

NOTA - El término "alberca" como es utilizado en este Artículo incluye: piscinas terapéuticas instaladas permanentemente, de natación y chapoteaderos. El término fuente utilizado en este Artículo incluye fuentes, albercas ornamentales, piscinas de exhibición y espejos de agua. No se pretende incluir fuentes de agua para beber (bebederos).

680-2. Aprobación del equipo. Todo equipo eléctrico instalado en el agua, en las paredes, banquetas, alrededor de albercas, en fuentes e instalaciones similares, debe cumplir con las disposiciones de este Artículo.

680-3. Otros Artículos aplicables. Con excepción de lo que se modifica en este Artículo, las instalaciones de alumbrado eléctrico y del equipo en las albercas y fuentes o adyacentes a ellas, deben cumplir con las disposiciones que les sean aplicables de los Capítulos 1 a 4.

NOTA - Véase 370-23 para las cajas de empalmes, 347-3 para tubo (conduit) no metálicos tipo pesado y el Artículo 720 para el alumbrado de baja tensión.

680-4. Definiciones

Alberca de natación, chapoteadero o bañera terapéutica, instalada permanentemente. La que está construida en el piso, sobre el piso o dentro de un inmueble, de forma que la alberca no pueda fácilmente ser desarmada para almacenamiento, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier tipo.

Alberca de natación desmontable o chapoteadero desmontable. Es una alberca con una longitud máxima de 5,5 m y una altura máxima de muro de 1 m y construida de forma que pueda ser fácilmente desmontada para ser guardada y vuelta a montar en su forma original. Una alberca del tipo inflable, no metálica, se considera como una alberca desmontable, sin importar sus dimensiones.

Alberca con cubierta, eléctricamente accionada. Equipo accionado con motor, diseñado para cubrir y descubrir la superficie del agua de una alberca por medio de una lámina flexible o de una estructura rígida.

Bañera auto-contenida o bañera caliente con equipo integrado. Unidad auto-contenida construida en fábrica consistente en una bañera o bañera caliente, con circulación de agua caliente y equipo de control integrado a la unidad. El equipo de control puede incluir bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, dosificador, generadores entre otros.

Bañera compacta o equipo para bañera caliente. Unidad construida en fábrica, consistente en un sistema con circulación de agua, calentamiento y equipo de control montados en una base común, destinado para el funcionamiento del baño o bañera caliente.

Bañera de hidromasaje. Una bañera instalada permanentemente y equipada con un sistema de tubería de recirculación y equipo de bombeo, diseñada de manera que pueda circular agua y desaguar después de cada uso.

Cubierta porta-luminario. Estructura diseñada para contener un luminario de nicho mojado y destinado para instalarse en la estructura de una alberca o una fuente.

Equipo de iluminación conectado por cordón y clavija. Es un luminario que consiste en un accesorio fabricado para montarse en la pared de una bañera de hidromasaje, bañera térmica o piscina desarmable conectada al transformador con cordón y clavija.

Fuentes de aguas termales o bañeras térmicas. Una piscina de hidromasajes o bañera para uso recreacional o terapéutico, que no esté localizada en instalaciones de atención médica, diseñada para la inmersión de usuarios y que tiene normalmente un filtro, calentador y ventilador o compresor accionados por motor. Estas piscinas se pueden instalar dentro o fuera de un local, sobre o a nivel del piso o de una estructura de soporte.

Fuentes y espejos de agua decorativos instalados en forma permanente. Las que están construidas en la tierra o sobre ella o en un inmueble, de manera que no puedan ser fácilmente desarmadas para ser almacenadas o guardadas, estén o no alimentadas por circuitos eléctricos de cualquier tipo. Estas unidades están construidas principalmente por su valor estético y no para servir de alberca de natación o chapoteadero.

Luminario de nicho mojado. Luminario para ser instalado en una cubierta porta-luminario colocada en una estructura de alberca o fuente, donde el luminario está completamente rodeado de agua.

Luminario de nicho seco. Luminario para ser instalado en las paredes de las albercas o fuentes, en un nicho que debe estar sellado contra la entrada de agua de la alberca.

Luminario sin nicho: Es un equipo de iluminación diseñado para instalarse encima o debajo del agua sin nicho.

680-5. Transformadores e interruptores de circuito por falla a tierra

- a) **Transformadores.** Los transformadores utilizados para la alimentación de los aparatos subacuáticos junto con su envoltorio o carcasa, deben estar contruados a prueba de intemperie y sumergibles. El transformador debe ser del tipo de dos devanados con una barrera metálica puesta a tierra entre los devanados primario y secundario.
- b) **Interruptores de circuito por falla a tierra.** Los interruptores de circuito por falla a tierra deben ser unidades auto-contenidas, de tipo interruptor automático, receptáculo, u otros aprobados.
- c) **Alambrado.** Los conductores del lado de la carga de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un transformador, usados de manera que cumplan con los requisitos indicados en 680-20(a)(1), no deben ocupar tubo (conduit), cajas o envoltorios que contengan otros conductores.

Excepción 1: Los interruptores de circuito por falla a tierra, pueden utilizarse en un panel de alumbrado y control que contenga circuitos protegidos por interruptores diferentes de los de protección por falla a tierra.

Excepción 2: Los conductores de suministro del tipo de alimentación a través de un interruptor de circuito por falla a tierra, se permiten en un mismo compartimento.

Excepción 3: La instalación de los conductores del lado de la carga de un interruptor de circuito por falla a tierra se permite en tubo (conduit), cajas o envoltorios que contengan sólo conductores protegidos por interruptores de circuito por falla a tierra.

Excepción 4: Los conductores de puesta a tierra.

680-6 Receptáculos, aparatos de alumbrado, salidas para alumbrado, dispositivos de interrupción y ventiladores de techo

a) Receptáculos

- 1) No se debe instalar en el lugar ningún receptáculo a menos de 3 m de las paredes de una alberca o fuente.

Excepción: Un (Los) receptáculo(s) que proporcione(n) energía para el motor de una bomba de agua instalada permanentemente en una alberca de natación, tal como se indica en 680-7, se permite su instalación entre 1,5 m y 3 m de las paredes internas de la alberca; debe ser simultáneamente de tipo sencillo, de candado y con terminal de puesta a tierra y debe estar protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

- 2) Cuando se instale una alberca permanente en una vivienda o unidad habitacional ya construida, se debe colocar por lo menos un receptáculo de 120 o 127 V a una distancia mínima de 3 m y máxima de 6 m de las paredes internas de la alberca de natación. Este receptáculo debe colocarse a no más de 2 m sobre el piso, plataforma o piso alrededor de la alberca.
- 3) Los receptáculos de 120 V o 127 V situados dentro de 6 m de las paredes internas de la alberca deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra. Véase 210-8 (a) (3).

NOTA - Para determinar las dimensiones antes indicadas, la distancia por medir es la vía más corta que el cordón de suministro de un aparato eléctrico conectado al receptáculo debe seguir sin atravesar un piso del inmueble, pared, plafón, marco de puerta corrediza o a través de bisagra, ventana u otra barrera sólida permanente.

b) Luminarios, salidas para alumbrado y ventiladores de techo

- 1) Los luminarios, salidas para alumbrado y ventiladores de techo no deben instalarse sobre la alberca o sobre un área medida de 1,50 m horizontalmente desde las paredes de la alberca, a menos que se encuentren a una distancia de 3,7 m del nivel máximo del agua.

Excepción 1: Los luminarios y salidas para alumbrado ya existentes, situadas a menos de 1,5 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca, deben estar a un mínimo de 1,5 m sobre el nivel máximo de la superficie del agua y deben estar instaladas rígidamente en la estructura existente y el circuito debe estar protegido con un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 2: En albercas interiores, las limitaciones indicadas en 680-6 (b)(1) no se aplican si todas las condiciones siguientes se cumplen: (1) los aparatos son tipo hermético cerrado; (2) el interruptor de circuito por falla a tierra se instala en el circuito derivado que alimenta a los luminarios, y (3) la distancia desde la base del luminario hasta el nivel máximo del agua no es menor que 2,3 m.

- 2) Los luminarios y las salidas para alumbrado instalados en el área que se extiende horizontalmente entre 1,5 m y 3 m desde las paredes internas de una alberca deben estar protegidos con un interruptor de circuito por falla a tierra, a menos que estén instalados a 1,5 m sobre el nivel máximo del agua e instalados en la estructura adecuada adyacente a ella o alrededor de la alberca.
- 3) Los luminarios conectados con un cordón deben cumplir las mismas especificaciones que el equipo conectado por cordón, indicadas en 680-7, cuando se instalen a una distancia menor que 5 m de cualquier punto sobre la superficie del agua y radialmente desde el perímetro de la alberca.

- c) Dispositivos de interrupción.** Los dispositivos de interrupción se deben ubicar por lo menos a una distancia de 1,5 m de las paredes internas de la alberca, a menos que estén separados de la misma por un muro sólido, pared u otra barrera permanente.

680-7. Equipo conectado por clavija y cordón. Los equipos fijos o estacionarios de capacidad nominal de 20 A o menor, que no sean aparatos de alumbrado subacuáticos para una alberca de instalación permanente, pueden conectarse con un cordón flexible, para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento o reparación. Para las albercas diferentes de las desmontables, la longitud del cordón flexible no debe ser mayor que 1 m y debe tener un conductor de cobre para puesta a tierra de equipo de tamaño nominal no menor que 3,31mm² (12 AWG) y una clavija del tipo de puesta a tierra.

NOTA - Véase 680-25 (e) para conexiones con cables flexibles.

680-8. Separación de conductores aéreos. Las partes de las albercas indicadas a continuación, no se deben colocar debajo de acometidas aéreas existentes ni de otras líneas aéreas descubiertas, ni tampoco se deben hacer tales instalaciones por encima de lo siguiente:

- 1) La alberca y el área que la rodea hasta 3 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca.
- 2) Estructuras de trampolines.
- 3) Puestos de observación, torres y plataformas.

Excepción 1: Las construcciones indicadas en los incisos (1), (2) y (3) anteriores se permiten bajo líneas o acometidas eléctricas cuando las instalaciones posean los espacios libres indicados en la Tabla 680-8:

TABLA 680-8. Espacios libres, Excepción 1

	Suministro de 0-750 V a tierra, con conductores aislados soportados por un mensajero desnudo puesto a tierra eficazmente o con neutro puesto a tierra eficazmente	Todos los demás conductores de suministro	
		Tensión eléctrica a tierra	
		0-15 kV	Mayor que 15 a 50 kV
A. Espacios libres en cualquier dirección al nivel del agua, borde de la superficie del agua o base de plataforma.	5,5 m	7,6 m	8,2 m
B. Espacios libres en cualquier dirección de la plataforma.	4,3 m	4,8 m	5,5 m
C. Límite horizontal de espacio libre medido desde la pared interior de la alberca	Este límite se debe extender al otro borde de las estructuras mencionadas en (1) y (2) anteriores pero no menor que 3 m.		

Excepción 2: Se permiten conductores de comunicación, operados y mantenidos por la compañía suministradora del servicio; cables coaxiales y sistemas de antena comunitaria que cumplan con el Artículo 820 y cables mensajeros, deben estar a una altura no menor que 3 m sobre la alberca y chapoteaderos, en estructuras de trampolín, puestos de observación y torres o plataformas.

NOTA - Para otras aplicaciones véase 225-18 y 225-19 para distancias en conductores no cubiertos por este Artículo.

680-9. Calentadores eléctricos de agua para alberca. Todos los calentadores eléctricos de agua para alberca deben tener los elementos calentadores subdivididos en cargas que no excedan 48 A y protegidos a no más de 60 A.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores de circuito derivado y la capacidad nominal no debe ser menor que 125% de la carga total de la capacidad nominal de la placa de datos.

680-10. Instalación del alambrado bajo el piso. No se permite el alambrado para otros usos bajo el piso de la alberca o debajo del área en una extensión de 1,5 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca.

Excepción 1: Se permite dentro de esta área el alambrado necesario para alimentar equipo de alberca permitido en este Artículo.

Excepción 2: Cuando por limitaciones de espacio el alambrado no pueda cumplir con 1,5 m o más, se permite que el alambrado sea instalado en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o en sistemas de canalización no metálicas. Todo tubo (conduit) metálico debe ser resistente a la corrosión y adecuado para la instalación. La mínima profundidad de instalación debe ser como sigue:

Método de alambrado	Profundidad en cm
Tubo (conduit) metálico tipo pesado	15
Tubo (conduit) metálico tipo semipesado	15
Tubo (conduit) no metálico tipo pesado para ser directamente enterrado sin cubierta de concreto	45
Otras canalizaciones aprobadas*	45

NOTA - Las canalizaciones aprobadas para ser enterradas solamente cuando tengan una cubierta de concreto requieren que ésta tenga no menos de 50 mm de espesor.

680-11. Casa de máquinas y equipo. El equipo eléctrico no debe instalarse en locales cuyo drenaje no sea adecuado para prever acumulaciones de agua durante operaciones normales o de mantenimiento de filtros.

680-12. Medio de desconexión. Se requiere un medio de desconexión que debe ser accesible, ubicado a la vista de la alberca, bañera o bañera caliente, desde el nivel superior de la alberca.

B. Albercas de instalación permanente

680-20. Luminarios subacuáticos. Los párrafos (a) hasta (d) de esta Sección se aplican a los luminarios instalados por debajo del nivel normal del agua de la alberca.

a) Disposiciones generales

- 1) El diseño de un luminario subacuático alimentado por un circuito, sea directa o mediante un transformador que cumpla con los requisitos indicados en 680-5 (a), debe ser tal que cuando el luminario esté instalado adecuadamente sin un interruptor de circuito por falla a tierra no exista ningún peligro de choque eléctrico al producirse cualquier combinación de fallas durante el funcionamiento normal (ni cuando se cambien las lámparas).

Además se debe instalar un interruptor de circuito por falla a tierra en un circuito de luminarios que funcionen a más de 15 V, para que no exista ningún peligro de choque eléctrico cuando se cambien las lámparas. La instalación del interruptor de circuito por falla a tierra debe ser tal que no exista ningún peligro de choque cuando se produzca cualquier combinación de fallas que incluyan una persona en la trayectoria del conductor a tierra entre una parte no puesta a tierra del circuito o del luminario que debe estar puesta a tierra.

El cumplimiento de estos requisitos se debe lograr mediante el uso de un luminario subacuático aprobado, y la instalación de un interruptor de circuito por falla a tierra aprobado.

- 2) No se deben instalar luminarios que funcionen a una tensión eléctrica mayor que 150 V entre conductores.
- 3) Los luminarios montados en paredes deben ser instalados con la parte superior de la lente por lo menos 0,45 m por debajo del nivel normal del agua de la alberca. Los luminarios con el frente dirigido hacia arriba deben tener las lentes adecuadamente protegidas para impedir el contacto con cualquier persona.

Excepción: Se permiten los luminarios aprobados para el uso a una profundidad de no menor que 1 m bajo el nivel normal del agua de la alberca.

- 4) Los luminarios que dependen de inmersión para una operación segura, deben estar protegidos contra sobrecalentamiento cuando no estén sumergidos.

b) Luminarios de nicho mojado

- 1) Se deben instalar envolventes porta-luminarios metálicas aprobadas para el montaje de luminarios de nicho mojado y deben estar equipadas con entradas para tubo (conduit) metálico. El tubo (conduit) debe extenderse desde las envolventes porta-luminarios hasta la caja o hasta cualquier otra envolvente colocada según se indica en 680-21. El tubo (conduit) debe ser metálico tipo semipesado o pesado, flexible no metálico a prueba de líquidos o no metálico tipo pesado. El tubo (conduit) metálico debe ser de bronce u otros materiales aprobados resistentes a la corrosión. Cuando se use tubo (conduit) no metálico tipo pesado, se debe instalar en él un conductor aislado, sólido, de cobre de tamaño nominal de 8,37 mm² (8 AWG), provisto de un medio para su conexión a la caja de empalmes de la cubierta porta-luminario, o a la envolvente del transformador, o al interruptor de circuito por falla a tierra. La unión del conductor con la cubierta porta-luminario debe estar protegida con un compuesto contra la corrosión por el agua de la alberca. Las piezas metálicas del luminario y de la cubierta porta-luminario que estén en contacto con el agua de la alberca, deben ser de bronce o de otro material resistente a la corrosión.
- 2) El extremo de la cubierta del cordón flexible y las terminales de los conductores correspondientes dentro de un luminario deben estar cubiertos con un compuesto sellador con el fin de impedir la entrada de agua en el luminario por los cordones o por sus conductores. Debe protegerse de manera similar la extensión de puesta a tierra, para evitar así el deterioro que produce el agua si llega a entrar en el luminario.
- 3) El luminario se debe fijar y debe estar puesta a tierra en la cubierta porta-luminario mediante un dispositivo que asegure un buen contacto. Se requiere de una herramienta para retirar la cubierta porta-luminario.

c) **Aparato de nicho seco.** Un luminario de nicho seco debe estar provisto de:

- 1) medios para el drenaje del agua, y
- 2) medios necesarios para instalar un conductor de puesta a tierra de equipo por cada tubo (conduit) que entre.

Se debe instalar un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado o no metálico tipo pesado, desde el luminario hasta el equipo de servicio o hasta el panel de alumbrado y control. No se requiere una caja de empalmes, pero si se usa ésta, no necesita tener la altura ni la ubicación especificadas en 680-21 (a) (4), si el luminario está específicamente aprobada e identificada para tal propósito.

Excepción: Se permite usar tubo (conduit) no metálico para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de los edificios.

d) **Luminario sin nicho.** Un luminario sin nicho debe:

- 1) Estar aprobado para el uso que se le pretenda dar.
- 2) Estar instalado de acuerdo con lo requerido en 680-20(b). Cuando se requiera conectar el aparato a la base moldeada, la conexión debe hacerse en el dispositivo de montaje.

680-21. Cajas de empalmes y envolventes para transformadores o para interruptores de circuito por falla a tierra

a) **Cajas de empalmes.** Toda caja de empalmes conectada a un tubo (conduit) que se extienda directamente a una cubierta porta-luminario debe ser:

- 1) Provista para recibir tubo (conduit) roscado,
- 2) De cobre, bronce, plástico adecuado u otro material aprobado resistente a la corrosión,
- 3) Provista para asegurar la continuidad eléctrica entre cada tubo (conduit) metálico conectado a una caja de empalmes y a las terminales de puesta a tierra, para lo cual se utiliza de cobre, bronce u otro material aprobado como resistente a la corrosión y que forme parte integral de la caja.
- 4) Colocada a no menos de 0,2 m, medidos desde el borde interior de la caja del nivel inferior del piso, de la acera de la alberca o del nivel máximo del agua de la alberca, cualquiera de los tres que tenga la mayor altura y a no menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida, pared o barrera permanente.

Excepción: En circuitos de alumbrado de 15 V o menos se permite una caja empotrada al nivel de la acera, siempre que:

- a. Se emplee un compuesto para rellenar la caja e impedir la entrada de la humedad, y
- b. La caja esté ubicada a no menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca.

b) **Otras envolventes.** La envolvente de un transformador, de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un dispositivo similar, conectada a un tubo (conduit) que se acople directamente a una cubierta porta-luminario debe cumplir las condiciones siguientes:

- 1) Estar provista de entradas para tubo (conduit) roscado.
- 2) Estar equipada con un sello aprobado en la entrada del tubo (conduit), que impida la circulación de aire entre el tubo (conduit) y la cubierta.
- 3) Debe haber continuidad eléctrica entre cada tubo (conduit) metálico conectado y las terminales de puesta a tierra de cobre, bronce u otro metal aprobado como resistente a la corrosión que sean parte integral de la cubierta.
- 4) Estar ubicada a no menos de 10 cm medidos desde el fondo de la cubierta de su nivel inferior al nivel del piso o a no menos de 20 cm, medidos desde el borde de adentro de la cubierta del nivel del piso, de la acera de la alberca o del nivel máximo del agua de la alberca, cualquiera que dé la mayor altura, y a no menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida, pared o barrera permanentemente instalada.

c) **Protección.** Las cajas de empalmes y envolventes instaladas en el nivel del piso terminado de la acera alrededor de la alberca, no deben estar colocadas en la acera misma, a menos que estén provistas de protección adicional, por ejemplo colocándolas debajo de los trampolines adyacentes a las estructuras fijas o por medios similares.

- d) **Terminales de puesta a tierra.** Las cajas de empalmes, envolventes de transformadores y de interruptores de circuito por falla a tierra, conectadas a tubo (conduit) que se extienda directamente hasta una cubierta porta-luminario, deben estar provistas de terminales de puesta a tierra en cantidad no menor que el número de tubos que entren, más uno así como se debe hacer uso de los accesorios correspondientes.
- e) **Medios para distribuir esfuerzos mecánicos.** Las terminales de un cordón flexible de un luminario subacuático que estén dentro de una caja de empalmes, envoltorio de un transformador, del interruptor de circuito por falla a tierra u otras envolventes, deben estar provistas de un medio para distribuir los esfuerzos.

680-22. Puentes de unión

NOTA - No es la intención de esta Sección que el conductor de conexión de cobre sólido de tamaño nominal de 8,37 mm² (8 AWG) o mayor, requiera extenderse o unirse a cualquier panel de alumbrado y control distante, equipo de acometida o cualquier electrodo, sino sólo para ser empleado en eliminar el aumento o disminución de tensión eléctrica en el área de la alberca, como se ha establecido.

- a) **Partes interconectadas (puentes de unión).** Las partes indicadas a continuación deben estar interconectadas.
 - 1) Todas las partes metálicas de la estructura de la alberca, incluyendo el metal reforzado de la misma, brocal y cubierta.
 - 2) Todos los envolventes porta luminarios.
 - 3) Todos los accesorios metálicos que estén dentro o fijados a la estructura de la alberca.
 - 4) Las partes metálicas de equipo eléctrico relacionado con el sistema de circulación de agua de la alberca, incluyendo los motores de la bomba.
 - 5) Las partes metálicas del equipo relacionado con las envolventes de la alberca, incluyendo los motores eléctricos.
 - 6) Tubos metálicos, tubo (conduit) y todas las partes metálicas fijas que estén dentro de una distancia de 1,5 m de las paredes internas de la alberca, 3,6 m sobre el nivel máximo del agua de la alberca o de cualquier torre o plataforma de observación, cualquier estructura de clavados y que no estén separados de la alberca por una barrera permanente.

Excepción 1: Los alambres usuales de acero se deben considerar adecuados para la unión del acero estructural y no necesitan soldadura ni mordazas especiales.

Excepción 2: Las partes separadas que no son de más de 10 cm en cualquier dimensión y no penetran en la estructura de la alberca más de 25 mm no requieren conexión.

Excepción 3: Se permite como malla de tierra para partes no eléctricas, al cerco de refuerzo estructural de paredes o piso soldado a la estructura, que estén de acuerdo con lo indicado en 250-113.

Excepción 4: Las partes metálicas de equipo aprobado incorporadas en un sistema de doble aislamiento y con previsión de un medio de conexión de puesta a tierra interno no accesible; las partes metálicas no transportadoras de corriente eléctrica no deben ser interconectadas.

- b) **Malla común de conexión.** Todas las partes metálicas indicadas en el inciso a) de esta Sección deben conectarse a la malla común con un conductor sólido de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8,37 mm² (8 AWG). Las conexiones deben hacerse con conectores a presión o abrazaderas de cobre, bronce o aleación de cobre. La malla común de conexión puede ser de cualquiera de los elementos indicados a continuación:
 - 1) el acero estructural de refuerzo de una alberca de concreto donde las varillas están interconectadas con el alambre de acero normal de amarre o equivalente,
 - 2) las paredes de una alberca metálica atornillada o soldada,
 - 3) un conductor sólido de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8,37 mm² (8 AWG).
- c) **Calentadores de agua para alberca.** Para los calentadores de agua para alberca que tienen una capacidad nominal de más de 50 A y que tienen instrucciones especificadas con relación a la conexión y puesta a tierra, se interconectan solamente aquellas partes que estén diseñadas para ser interconectadas y se ponen a tierra solamente las partes diseñadas ello.

680-23. Equipo de sonido subacuático. Todo equipo de sonido subacuático debe estar aprobado e identificado para este propósito.

- a) **Altavoces.** Cada altavoz debe estar montado dentro de una cubierta porta-equipos de metal aprobado, cuyo frente sea cerrado por una pantalla metálica cautiva, o equivalente, que esté unida y asegurada a la cubierta porta-equipos por un dispositivo de cierre del tipo positivo, que asegure un contacto de baja resistencia y requiera una herramienta al abrirse para la instalación o mantenimiento. La cubierta porta-equipos debe instalarse en un nicho en la pared o en piso de la alberca.
- b) **Métodos de alambrado.** El tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, de bronce u otros metales resistentes a la corrosión, o tubo (conduit) no metálicos tipo pesado, deben extenderse desde la cubierta porta-equipos hasta una caja de empalmes adecuada u otra envolvente, como se indica en 680-21. Cuando se use tubo (conduit) no metálico tipo pesado, se debe instalar en el tubo (conduit) un conductor aislado de cobre de 8,37 mm² (8 AWG), con terminales apropiadas para rematar en la cubierta porta-equipos. La terminación del conductor en la cubierta porta-equipos debe protegerse o encapsularse con un adecuado compuesto resinoso, para protegerla contra la corrosión del agua.
- c) La cubierta porta-equipos y la pantalla de metal deben ser de bronce u otro metal aprobado como resistente a la corrosión.

680-24. Puesta a tierra. El equipo siguiente debe tener conexión de puesta a tierra:

- 1) Luminarios subacuáticos de nicho mojado.
- 2) Luminarios subacuáticos de nicho seco.
- 3) Todo equipo eléctrico colocado dentro de 1,5 m de las paredes interiores de la alberca de nicho seco debe ser puesto a tierra a la terminal de puesta a tierra del equipo. Esta terminal debe estar directamente conectada a la envolvente del tablero. El conductor de puesta a tierra del equipo se debe instalar sin uniones ni empalmes.
- 4) Todo equipo eléctrico relacionado con el sistema de recirculación de agua de la alberca.
- 5) Cajas de empalmes.
- 6) Envolvente de los transformadores.
- 7) Interruptores de circuito por falla a tierra.
- 8) Panel de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico de la alberca.

680-25. Método de puesta a tierra

- a) **Disposiciones generales.** Se deben aplicar las disposiciones siguientes para la puesta a tierra de luminarios subacuáticos, cajas de empalmes metálicas, envolventes metálicas de transformadores, tableros de alumbrado y control, motores y otras envolventes y equipos.
- b) **Luminarios en albercas y equipo relacionado**
 - 1) Los luminarios de nicho mojado deben conectarse a un conductor de puesta a tierra de equipo, cuyo tamaño nominal esté de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, pero que no sea menor que 3,31mm² (12 AWG). El conductor debe ser de cobre aislado y ser alojado con los conductores del circuito en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o en tubo (conduit) no metálico tipo pesado.

Excepción 1: Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para la protección de los conductores que vayan sobre o dentro de inmuebles.

Excepción 2: Se permite el uso de tubo (conduit) no metálico tipo ligero para la protección de los conductores instalados dentro de inmuebles de acuerdo con los requerimientos del Artículo 331.

Excepción 3: El conductor de puesta a tierra que esté entre la cámara de alambrado del devanado secundario de un transformador y una caja de empalmes, debe ser de un tamaño nominal que esté de acuerdo con el dispositivo de protección de este circuito.

- 2) La caja de empalmes, la envolvente del transformador u otra envolvente, en el circuito de alimentación de un luminario de nicho mojado y la cámara de alambrado hecha en obra para el luminario de nicho seco, deben ser puestos a tierra a través de la terminal para puesta a tierra del equipo del panel de alumbrado y control. Esta terminal debe estar directamente conectada a la envolvente del panel de alumbrado y control. El conductor de puesta a tierra del equipo debe instalarse sin uniones ni empalmes.

Excepción 1: Cuando más de un luminario subacuático esté alimentado por el mismo circuito derivado, el conductor de puesta a tierra de equipo instalado entre cajas de empalmes, envolventes de transformador u

otras envolventes en el circuito alimentador de luminarios de nicho mojado, o entre los compartimentos de alambrado hechos en obra, de los luminarios de nicho seco, debe conectarse a las terminales de puesta a tierra del panel de alumbrado y control.

Excepción 2: Cuando el luminario subacuático se alimente desde un transformador, un interruptor de circuito por falla a tierra, un desconectador operado por un reloj, un desconectador de acción rápida manual que esté localizado entre el panel de alumbrado y control y una caja de empalmes, conectados a la tubería que se extiende directamente hasta el luminario subacuático, el conductor de puesta a tierra del equipo puede conectarse a las terminales de puesta a tierra en el transformador, interruptor de circuito por falla a tierra, o envolvente del desconectador de acción rápida.

- 3) Los luminarios de nicho mojado que estén alimentados por cables o cordones flexibles deben tener todas las partes metálicas no conductoras de corriente eléctrica descubiertas puestas a tierra por un conductor de cobre aislado y que sea parte integral del cordón o cable. Este conductor de puesta a tierra debe conectarse a una terminal de puesta tierra en la caja de empalmes de alimentación en la envolvente del transformador u otras envolventes. El conductor de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor de alimentación y no menor que 1,31 mm² (16 AWG).

- c) **Motores.** Los motores relacionados con albercas deben conectarse a un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, pero no menor que 3,31mm² (12 AWG). Debe ser un conductor de cobre aislado y se debe instalar con los conductores del circuito dentro de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o no metálico tipo pesado, o en cable tipo MC.

Excepción 1: Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de edificios.

Excepción 2: Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles dentro de un motor o adyacentes a él, se permite el uso de tubo metálico flexible hermético a líquidos con accesorios aprobados.

Excepción 3: Se permiten cualquiera de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3 de esta norma para ser usado en unidades de vivienda unifamiliares.

Excepción 4: Se permite cordón flexible de acuerdo con lo indicado en 680-7.

- d) **Paneles de alumbrado y control.** Un panel de alumbrado y control que no sea parte del equipo de acometida debe tener un conductor de puesta a tierra instalado entre su terminal de puesta a tierra y la terminal de puesta a tierra del equipo de acometida. Este conductor debe ser de tamaño nominal acorde con la Tabla 250-95 pero no menor que 3,31 mm² (12 AWG); debe ser un conductor aislado e instalado con los conductores alimentadores en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, o no metálico tipo pesado. El conductor de puesta a tierra del equipo debe conectarse a una terminal de puesta a tierra del panel de alumbrado y control.

Excepción 1: El conductor de puesta a tierra de equipo entre un panel de alumbrado y control lejano existente y el equipo de acometida, no necesita colocarse en un tubo si la conexión se hace por medio de un cable aprobado ensamblado con un aislante que tenga un conductor de puesta a tierra de equipo con envolvente.

Excepción 2: Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de edificios.

NOTA - Véase 348-2.

- e) **Equipo conectado con cordones.** Cuando se conecte equipo fijo o estacionario con un cordón flexible para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento, reparación o almacenamiento, como está indicado en la Sección 680-7, los conductores de puesta a tierra de equipo deben conectarse a una parte metálica fija del conjunto. La parte que es desmontable debe estar montada sobre la parte metálica fija o estar interconectada a ella.

- f) **Otros equipos.** Los equipos eléctricos que no sean luminarios subacuáticos, deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectados por los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.

680-26. Cubiertas de albercas accionadas eléctricamente

- a) **Motores y controladores.** Los motores eléctricos, controladores y alambrados, deben estar ubicados por lo menos a 1,5 m de la pared interna de la alberca, a menos que estén separados de ésta por una pared, cubierta u otra barrera permanente. Los motores eléctricos instalados por debajo del nivel de la alberca deben ser del tipo totalmente cerrado.

NOTA 1 - Para envolventes instaladas en lugares secos y mojados, véase 373-2(a).

NOTA 2 - Para interruptores automáticos instalados en lugares mojados, véase 380-4.

NOTA 3 - Para protección contra líquidos véase 430-11.

- b) Métodos de alambrado.** El motor eléctrico y el controlador deben estar conectados a un circuito protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

680-27. Calefacción en el área del borde de la alberca. Las disposiciones de esta Sección aplican a todas las áreas del borde de la alberca, incluyendo albercas cubiertas, cuando las unidades de calefacción accionadas eléctricamente se instalen dentro de una distancia de 6 m de la pared interna desde alberca.

- a) Unidades de calefacción.** La unidad de calefacción debe fijarse sólidamente a la estructura y debe ser de tipo hermético o resguardado. La unidad de calefacción no debe montarse sobre la alberca o sobre un área de 1,5 m que se extienda horizontalmente desde la pared interna de la alberca.
- b) Radiadores eléctricos permanentes.** Los radiadores eléctricos deben estar adecuadamente resguardados y asegurados a su dispositivo de montaje. Los calentadores no deben ser instalados sobre la alberca o sobre una extensión de un área de 1,5 m medidos horizontalmente desde la pared interna de la alberca y deben ser montados a no menos de 3,7 m verticalmente por encima de la acera de la alberca, a menos que el equipo sea aprobado, para ubicarlo de otra manera.
- c) Cables para calefactores no permitidos.** No se permiten cables de calefactores empotrados, embebidos, en el borde de la alberca.

680-28. Bombas para alberca con doble aislamiento. En albercas de natación instaladas permanentemente, se permite que sean alimentadas con bombas aprobadas para conexión con cordón y clavija, las cuales deben incorporar un sistema de doble aislamiento que provea un medio de puesta a tierra solamente de las partes metálicas internas inaccesibles no conductoras de corriente eléctrica de la bomba.

C. Albercas desmontables

680-30. Bombas. Una bomba con filtro para alberca conectada por cordón, debe tener incorporado un sistema aprobado de doble aislamiento o su equivalente y debe estar provista con medios para la puesta a tierra solamente de las partes metálicas del aparato eléctrico, internas e inaccesibles, que no transporten corriente eléctrica. El medio de puesta a tierra debe ser un conductor instalado con los propios conductores de la fuente de alimentación en el cordón flexible, que esté adecuadamente terminado por una clavija con terminal de puesta a tierra.

680-31. Interruptores de circuitos por falla a tierra. Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, utilizado en albercas desmontables, debe protegerse con interruptores de circuito por falla a tierra.

NOTA - Cuando se utilicen cordones flexibles, véase 400-4.

680-32. Luminarios. Un luminario instalado en o sobre la pared de una alberca desmontable, debe ser del tipo conectado por cordón y clavija. Este aparato debe:

- 1) No tener partes metálicas expuestas.
- 2) Tener una lámpara que opere a 15 V o menos.
- 3) Tener la envolvente del transformador, lentes poliméricos resistentes al impacto y una cubierta porta-luminarios.
- 4) Tener un transformador que cumpla lo requerido en 680-5(a) con una tensión eléctrica en el primario de no más de 150 V.
- 5) Estar aprobados para tal propósito.

Excepción: Un luminario sin transformador y con lámpara que operen a no más de 150 V puede ser del tipo para conectar por medio de cordón y clavija si se cumple con lo siguiente:

- a. No tiene partes metálicas expuestas.
- b. Tiene lentes poliméricos resistentes al impacto.
- c. Está provisto de un interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto, como parte integral del conjunto.
- d. El luminario debe estar conectado permanentemente al interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto.
- e. Cumple con lo requerido en 680-20 (a).

- f. Está aprobado para este propósito.

D. Fuentes de aguas termales y bañeras térmicas

680-40. Instalaciones exteriores. Las instalaciones exteriores de fuentes de aguas termales y bañeras, deben cumplir con las disposiciones de las Partes A y B de este Artículo.

Excepción 1: Cintas metálicas o abrazaderas usadas para asegurar los peldaños de madera no están incluidas en 680-22.

Excepción 2: Las unidades en conjunto pueden conectarse por medio de cordón y clavija, de longitud no mayor que 4,60 m si están protegidas por un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 3: Se permite la conexión de metal a metal de una estructura común o base.

Excepción 4: Las unidades empaquetadas que utilicen un panel de alumbrado y control remoto instalado en fábrica pueden ser conectadas por medio de tubo (conduit) flexible a prueba de líquidos de no más de 90 cm de longitud.

680-41. Instalaciones interiores. Las instalaciones interiores de una bañera térmica o de una fuente de aguas termales deben estar conformes con los requisitos de esta Parte y el método de alambrado, debe ser según lo indicado en el Capítulo 3.

Excepción: En las unidades en conjunto aprobadas, de capacidad nominal de 20 A o menor, se permite conectar por medio de cordón y clavija para facilitar la remoción o desconexión para mantenimiento y reparación.

a) Receptáculos

- 1) Al menos un receptáculo debe localizarse en el lugar a no menos de 1,5 m de la pared interna de la fuente de aguas termales o de la bañera térmica.
- 2) Los receptáculos de 120 V o 127 V localizados dentro de 3 m de la pared interna de la bañera térmica o de aguas termales, deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

NOTA- En la determinación de las dimensiones, la distancia medida es la línea más corta que el cordón de alimentación de un aparato eléctrico conectado al receptáculo, debe seguir sin penetrar un piso, pared o techo de una edificación u otra barrera fija.

- 3) Los receptáculos que suministran energía a la bañera térmica o a las fuentes termales deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Luminarios, salidas de luminarios y ventiladores de techo

- 1) Los luminarios, salidas para luminarios y ventiladores de techo localizados sobre fuentes de aguas termales o bañeras térmicas, ubicados dentro de 1,5 m medidos horizontalmente desde el interior de las paredes de las fuentes de aguas termales o bañeras térmicas, deben estar localizados por lo menos a 2,3 m sobre el nivel máximo del agua y deben estar protegidos con un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 1: Los luminarios, salidas para luminarios y ventiladores de techo a 3,6 m o más sobre el nivel del agua no requieren de un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 2: Se permite instalar a menos de 2,3 m sobre las fuentes aguas termales o bañeras térmicas, a los luminarios que cumplan los requisitos de (a) y (b) siguientes y que estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra,

- a. Los luminarios empotrados con un lente plástico o de vidrio y un borde no metálico o borde metálico separado eléctricamente, aprobados e identificados para usarse en lugares mojados.
- b. Los aparatos montados en la superficie con un globo plástico o de vidrio y un dispositivo no metálico para usarse en lugares mojados.
- 2) Los aparatos de alumbrado subacuático deben cumplir con las disposiciones de la Parte B de esta Sección.
- c) **Desconectadores de pared.** Los desconectadores de pared deben estar localizados a no menos de 1,5 m medidos horizontalmente desde el interior de la pared de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas.
- d) **Puentes de unión.** Las siguientes partes deben conectarse eléctricamente:

- 1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la fuente de aguas termales o de la alberca térmica.
- 2) Partes metálicas de equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la fuente de aguas termales y bañeras térmicas, incluyendo motores y bombas.
- 3) Canalizaciones metálicas y cañerías metálicas, dentro de 1,5 m del interior de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas y que no estén separadas de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas por una barrera permanente.
- 4) Todas las superficies metálicas que estén dentro de 1,5 m de la pared interna de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas y que no estén separadas de éstas por una barrera permanente.

Excepción: Pequeñas superficies conductoras no susceptibles de energizarse tales como surtidores de aire, herrajes de desagüe, que no estén conectados a tubería metálica, toalleros, marcos de espejos y equipo no eléctrico.

- 5) Dispositivos y controles eléctricos no asociados con la fuente de aguas termales o con las bañeras térmicas deben ubicarse a 1,5 m o más, de las unidades que deben conectarse al sistema de la fuente de aguas termales y bañeras térmicas.
- e) **Métodos de conexión de puentes de unión.** Todas las partes metálicas asociadas con la fuente de aguas termales y bañeras térmicas deben conectarse por cualquiera de los siguientes métodos:
- 1) la conexión de tubería y accesorios metálicos roscados o de tubería metálica,
 - 2) montaje de metal a metal sobre una estructura o base común,
 - 3) por la provisión de un puente de unión de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8,37 mm² (8 AWG).
- f) **Puesta a tierra.** El siguiente equipo debe tener conexión de puesta a tierra:
- 1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1,5 m de la pared interior de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas.
 - 2) Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la fuente de aguas termales o bañeras térmicas.
- g) **Método de puesta a tierra**
- 1) Todo equipo eléctrico debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectado por un método de alambrado establecido en el Capítulo 3.
 - 2) Cuando el equipo se conecte con un cordón flexible, el conductor de puesta a tierra del equipo debe ser conectado a una parte metálica fija del conjunto.
- h) **Calentadores eléctricos de agua.** Todos los calentadores eléctricos para aguas termales o bañeras térmicas deben estar aprobados, tener los elementos de calefacción subdivididos en carga que no exceda 48 A y estar protegidos a no más de 60 A.
- La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado y la capacidad o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no debe ser menor que 125% del total de la carga de la capacidad nominal de la placa de datos.
- i) **Equipo de audio subacuático.** El equipo de audio subacuático debe cumplir con lo dispuesto en las Partes B o C de este Artículo.

680-42. Protección. Las salidas para conectar equipo eléctrico asociado con las bañeras térmicas deben estar protegidas por interruptores de circuito por falla a tierra.

E. Fuentes

680-50. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte E deben aplicarse a todas las fuentes que están definidas en 680-4. Las fuentes que tienen agua común de una alberca deben cumplir con los requisitos para alberca de este Artículo.

Excepción: Las fuentes desmontables auto abastecidas con cualquier dimensión no mayor que 1,5 m no están cubiertas por la Parte E.

680-51. Luminario, bombas y otros equipos sumergibles

- a) **Interruptores de circuito por falla a tierra.** Debe instalarse un interruptor de circuito por falla a tierra en los circuitos derivados que alimenten a equipos de fuentes.

Excepción: No se requiere del interruptor de circuito por falla a tierra cuando el equipo opere a 15 V o menos y esté alimentado por un transformador que cumpla con lo indicado en 680-5 (a).

- b) **Tensión eléctrica de operación.** Todos los luminarios deben instalarse para operar a 150 V o menos entre conductores. Las bombas y equipos sumergibles deben operar a 300 V o menos entre conductores.
- c) **Lentes de luminarios.** Los luminarios deben instalarse con su parte superior por debajo del nivel de agua de la fuente, a menos que estén aprobados para ser colocados por encima. Un luminario dirigido hacia arriba debe tener su lente resguardada para impedir el contacto de cualquier persona.
- d) **Protección contra aumentos de temperatura.** El equipo eléctrico cuyo funcionamiento seguro depende de la condición de estar sumergido, debe estar protegido contra aumentos de temperatura por medio de un sistema de interrupción que opere cuando el nivel de agua descienda.
- e) **Alambrados.** El equipo debe estar provisto de entradas para tubo (conduit) roscado o para cordones flexibles adecuados. La longitud máxima de cordón expuesto dentro de la fuente debe estar limitada a 3 m. Los cordones que se prolonguen más allá del perímetro de la fuente, deben estar dentro de un ducto aprobado para alambrado. Las partes metálicas de equipo que estén en contacto con el agua deben ser de bronce o de otro metal aprobado como resistente a la corrosión.
- f) **Mantenimiento.** El equipo debe poder sacarse del agua para cambio de lámparas o para el mantenimiento normal. Los luminarios no deben estar permanentemente empotrados en la estructura de la fuente, de manera que sea necesario reducir el nivel del agua o sacarla enteramente para el cambio de lámparas, para mantenimiento o para inspección.
- g) **Estabilidad.** El equipo debe tener una estabilidad inherente o estar fijo en su sitio de manera segura.

680-52. Cajas de empalmes y otras envolventes

- a) **Disposiciones generales.** Las cajas de empalmes y otras envolventes que se utilicen para instalaciones que no sean subacuáticas, deben cumplir con lo indicado en 680-21(a)(1), (2) y (3) y (b) (c) y (d).
- b) **Cajas de empalmes u otras envolventes subacuáticas.** Las cajas de empalmes y otras envolventes subacuáticas deben ser herméticas al agua y:
- 1) Deben estar equipadas con entradas para tubo (conduit) roscado, o con conectores de compresión o sellos para la entrada de cordones,
 - 2) Deben ser de cobre, bronce u otro material resistente a la corrosión,
 - 3) Deben sellarse con un compuesto aprobado para prevenir la entrada de humedad,
 - 4) Deben estar firmemente fijadas a los soportes o directamente a la superficie de la fuente e interconectadas como está requerido. Cuando la caja de empalmes está soportada solamente por un tubo eléctrico, el tubo debe ser de cobre, bronce u otro material aprobado resistente a la corrosión. Cuando la caja esté unida a un tubo no metálico debe tener soportes adicionales y sujetadores de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

NOTA - Véase 370-23 para soportes de envolventes.

680-53. Conexiones. Todos los sistemas de cañerías o tuberías metálicas asociadas con la fuente deben unirse sólidamente (puentes de unión) al conductor de puesta a tierra del equipo, del circuito derivado que alimenta a la fuente.

NOTA - Véase 250-95 para tamaño nominal de los conductores.

680-54. Puesta a tierra. El siguiente equipo debe estar puesto a tierra:

- 1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de la fuente o hasta 1,5 m de distancia de la pared interna de la misma.
- 2) Todo equipo relacionado con el sistema de regulación de agua de la fuente.
- 3) Los paneles de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico relacionado con la fuente.

680-55. Método de puesta a tierra

- a) **Disposiciones generales.** Las disposiciones indicadas en 680-25 deben aplicarse, excepto (e).
- b) **Alimentados por un cordón flexible.** El equipo eléctrico que esté alimentado por un cordón flexible debe tener todas las partes metálicas descubiertas y que no transportan corriente eléctrica puestas a tierra por medio de un conductor de cobre aislado, que sea parte integral del cordón. El conductor de puesta a tierra se debe conectar a una terminal de puesta a tierra en la caja de empalmes del alimentador, en la envoltura del transformador o en otra envoltura.

680-56. Equipo conectado por cordón y clavija

- a) **Interruptores de circuito por falla a tierra.** Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, debe estar protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.
- b) **Tipos de cordones.** Los cordones flexibles sumergidos o expuestos al agua, deben ser tipo pesado resistentes a este servicio, como se establece en la Tabla 400-4.
- c) **Sello.** El extremo del aislamiento y las terminales del cordón flexible del conductor dentro del equipo y su conexión a tierra, deben ser tratados de manera similar con un sellador para prevenir la entrada de agua y proteger estas conexiones de sus efectos dañinos dentro del equipo.
- d) **Terminales.** Las conexiones con cordón flexible deben ser permanentes, excepto cuando se usen clavijas y receptáculos del tipo de puesta a tierra para facilitar el retiro o desconexión de equipo fijo o estacionario para su mantenimiento, reparación o almacenamiento y cuando dichos dispositivos no estén ubicados en una parte de la fuente que contenga agua.

F. Albercas y bañeras para uso terapéutico

680-60. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte F deben aplicarse a albercas y bañeras para uso terapéutico en lugares para el cuidado de la salud, gimnasios, salas de entrenamiento atlético y áreas similares. Véase Sección 517-3 para definición de cuidados de la salud. Los aparatos eléctricos terapéuticos móviles deben cumplir con el Artículo 422.

680-61. Albercas terapéuticas instaladas permanentemente. Las albercas terapéuticas instaladas a nivel del piso o sobre el piso en una edificación, de forma que no puedan ser fácilmente desmontadas, deben cumplir con las Partes A y B de este Artículo.

Excepción: Las limitaciones indicadas en 680-6(b)(1) y (2) no se aplican cuando el luminario es del tipo totalmente cerrado.

680-62. Bañeras terapéuticas (tanques hidroterapéuticos). Las bañeras terapéuticas usadas para la inmersión y tratamiento de pacientes que no se pueden mover fácilmente de un lugar a otro en uso normal, o aquellas que estén aseguradas de cualquier manera en un lugar específico, incluyendo sistemas de tubería asociados, deben estar en conformidad con esta Parte de la norma.

- a) **Interruptor de circuito por falla a tierra.** Todo equipo terapéutico debe estar protegido con un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción: El equipo eléctrico terapéutico portátil debe cumplir con lo indicado en 250-45.

- b) **Puentes de unión.** Las siguientes partes deben ser conectadas eléctricamente entre sí:

- 1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la bañera.
- 2) Partes metálicas de equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación del agua de la bañera, incluyendo los motores de bombas.
- 3) Cables con cubierta de metal, canalizaciones y tubería metálica que estén dentro de una distancia de 1,5 m desde la pared interna de la bañera y no separados de la bañera por una barrera permanente.
- 4) Todas las superficies metálicas que estén dentro de una distancia de 1,5 m de la pared interna de la bañera y no separada de ésta por una barrera permanente.
- 5) Los dispositivos y controles eléctricos no asociados a la bañera terapéutica deben estar alejados a un mínimo de 1,5 m de ésta, o se deben conectar al sistema de puentes de unión de bañeras terapéuticas.

- c) **Método de conexión de los puentes de unión.** Todas las partes metálicas asociadas con la bañera deben ser conectadas por alguno de los siguientes métodos:

- 1) La conexión de tubería y accesorios metálicos roscados.

- 2) En montajes de metal a metal sobre una estructura o base común.
 - 3) Conexiones con empalmes metálicos adecuados tales como grapas y/o abrazaderas.
 - 4) Por medio de un puente de unión de cobre aislado o desnudo no menor que 8,37 mm² (8 AWG).
- d) **Puesta a tierra.** El siguiente equipo eléctrico debe tener conexión de puesta a tierra.
- 1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1,5 m de las paredes internas de la bañera.
 - 2) Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación de agua de la bañera.
- e) **Métodos de puesta a tierra**
- 1) Todo equipo eléctrico debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectado por un método de alambrado de los indicados en el Capítulo 3.
 - 2) Cuando el equipo se conecte con un cordón flexible, los conductores de puesta a tierra del equipo deben estar conectados a una parte metálica fija del conjunto.
- f) **Receptáculos.** Todos los receptáculos dentro de 1,5 m alrededor de una bañera terapéutica deben protegerse con un interruptor de circuito por falla a tierra.
- g) **Luminarios.** Todos los luminarios usados en áreas de bañeras terapéuticas deben ser del tipo totalmente cerrado.

G. Bañeras de hidromasaje

680-70. Protección. Las bañeras de hidromasajes y sus componentes eléctricos asociados deben protegerse por medio de un interruptor de circuito por falla a tierra. Todos los receptáculos monofásicos de 120 y 127 V dentro de una distancia de 1,5 m de la pared interna de la bañera de hidromasaje deben estar protegidos por interruptor de circuito por falla a tierra.

680-71. Otro equipo eléctrico. Los luminarios, desconectadores, receptáculos y otros equipos eléctrico ubicados en la misma sala y que no estén directamente asociados con una bañera de hidromasaje, se deben instalar de acuerdo con los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de esta NOM, que cubren la instalación de ese equipo en los cuartos de baños.

ARTICULO 685-SISTEMAS ELECTRICOS INTEGRADOS

A. Disposiciones generales

685-1. Alcance. Este Artículo cubre sistemas eléctricos integrados, que no sean un conjunto, en los cuales sea necesaria una interrupción programada para lograr una operación segura. Un sistema eléctrico integrado como el indicado en este Artículo, es un segmento unitario de un sistema de alambrado industrial, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- 1) Cuando se requiera una interrupción programada para minimizar peligro a personas y daños a equipo.
- 2) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas deben dar servicio al sistema.
- 3) Cuando se han establecido y mantenido salvaguardas efectivas.

685-2. Aplicación de otros Artículos. En casos particulares se aplican a la instalación de conductores y equipo, hay requisitos de interrupción programada que son complementarios de este Artículo o modificaciones de ellos, a saber:

Concepto	Sección
Coordinación de Sistemas Eléctricos	240-12
Desconexión	430-74 Excepciones 1 y 2
Más de una fuente de energía	430-113 Excepciones 1 y 2
Más de un edificio o estructura	225-8
Medios de desconexión	645-10 Excepción
Medios de desconexión a la vista desde el controlador	430-102 Excepción 2
Parada programada	430-44
Protección de conductores	240-3
Protección por falla a tierra del equipo	230-95, Excepción 1
Protección por falla a tierra del equipo	240-13, Excepción 1

Puesta a tierra de sistemas de 50 a 1 000 V c.a. Punto de conexión	250-5(b) Excepción 3 705-12, Excepción 1
---	---

B. Interrupción programada

685-10. Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente en el local. La ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que son críticos en sistemas eléctricos integrados, debe estar en áreas accesibles, con alturas de montaje adecuadas que permitan una operación segura por personal no calificado.

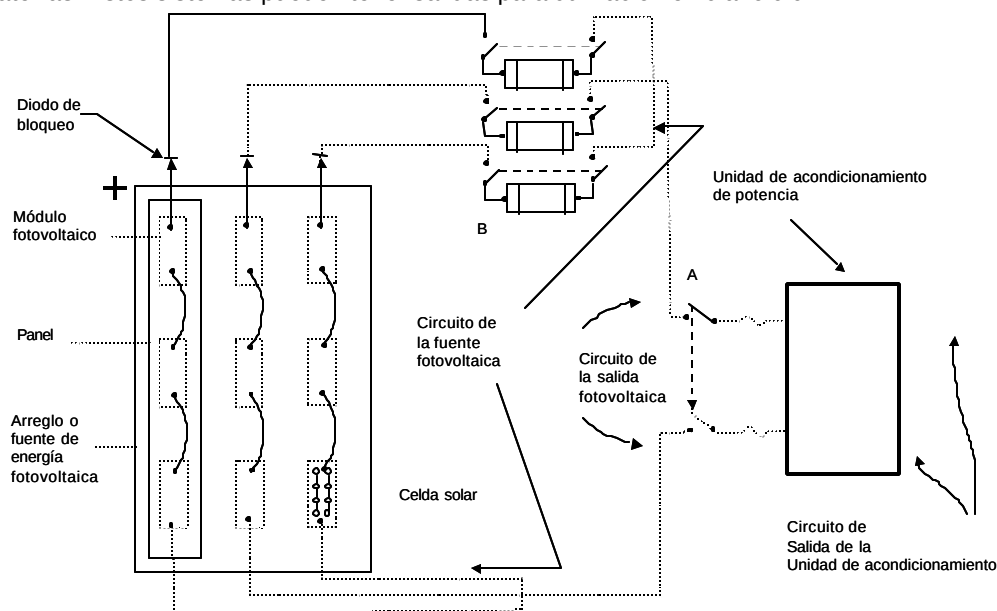
685-12. Puesta a tierra en sistemas de c.c. Se permite que los circuitos de c.c. de dos hilos no sean puestos a tierra.

685-14. Circuitos de control no puestos a tierra. Cuando se requiera una operación continua, se permite que los circuitos de control de 150 V o menos de sistemas derivados separados, no sean puestos a tierra.

ARTICULO 690-SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

A. Disposiciones generales

690-1. Alcance. Lo dispuesto en este Artículo se aplica a sistemas eléctricos de energía fotovoltaica incluyendo circuitos del sistema, unidades de acondicionamiento de potencia y controladores para tales sistemas. Los sistemas solares fotovoltaicos cubiertos por este Artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de producción de energía eléctrica o autónomos, con o sin almacenamiento de energía eléctrica, como baterías. Estos sistemas pueden tener salidas para utilización en c.a. o c.c.



A: Medios de desconexión requeridos en 690-13.

B: Equipo permitido que debe estar en el lado de la fuente fotovoltaica de los medios de desconexión de dicha fuente, según se indica en la excepción 2 de 690-14. Véase 690-16

FIGURA 690-1 Sistema solar fotovoltaico

(Diagrama simplificado, no se muestra el circuito de puesta a tierra del sistema)

690-2. Definiciones

Celda solar fotovoltaica: El dispositivo fotovoltaico básico que genera energía eléctrica cuando es expuesto a la luz solar.

Circuito de la fuente fotovoltaica: Los conductores entre módulos y desde los módulos hasta el o los puntos de conexión común del sistema de c.c. Véase la Figura 690-1.

Circuito de salida fotovoltaica: Los conductores del circuito entre el o los circuitos de la fuente fotovoltaica y el inversor o el equipo de utilización de c.c. Véase la Figura 690-1.

Controlador de carga: Dispositivo que controla el régimen y la condición de carga de las baterías, protegiéndolas contra sobrecargas y descargas que excedan sus límites de operación normal.

Diodo de bloqueo: Un diodo usado para impedir el flujo inverso de corriente eléctrica hacia el circuito de la fuente fotovoltaica.

Fuente de energía fotovoltaica: Un sistema o agregado de sistemas, los cuales generan energía en c.c. a la tensión y corriente eléctricas del sistema.

Inversor: Equipo que es usado para cambiar el nivel de tensión eléctrica de la energía, su forma de onda o ambos. Usualmente un inversor (también conocido como unidad de acondicionamiento de potencia o sistema de conversión de potencia) es un dispositivo que cambia una entrada de c.c. a una salida de c.a.

Los inversores en sistemas autónomos pueden incluir también cargadores de baterías que toman la c.a. de una fuente auxiliar, como un generador, y la rectifican a c.c. para cargar baterías.

Inversor: Circuito de entrada: Los conductores entre el inversor y las baterías en un sistema autónomo o los conductores entre el inversor y los circuitos de salida fotovoltaica en sistemas interconectados a la red.

Inversor: Circuito de salida: Los conductores entre el inversor y el tablero de cargas de c.a. en un sistema autónomo, o los conductores entre el inversor y el equipo de acometida u otra fuente de producción de energía eléctrica tal como la compañía suministradora, en sistemas interconectados a la red. Véase la Figura 690-1.

Módulo: El ensamble completo más pequeño de celdas solares, protegido del ambiente, con su óptica y otros componentes excluyendo el dispositivo de seguimiento, diseñado para generar c.c. por la acción de la luz solar.

Panel: Un conjunto de módulos unidos mecánica y eléctricamente, diseñado para manejarse como una unidad instalable en campo.

Sistema: Un ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura soporte y cimentación, seguimiento solar, control térmico, y otros componentes, según se requieran para formar una unidad de producción de energía en c.c.

Sistema autónomo: Un sistema solar fotovoltaico que abastece energía en forma independiente de otras fuentes de energía.

Sistema interactivo: Un sistema solar fotovoltaico que opera en paralelo con otra fuente de producción de energía eléctrica conectada a la misma carga y que puede estar diseñado para entregar energía a dicha fuente.

Para el propósito de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema solar fotovoltaico, tal como una batería, no es otra fuente de producción de potencia eléctrica.

Sistema solar fotovoltaico: El total de componentes y subsistemas que, en combinación, convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para la conexión a una carga de utilización.

690-3. Otros Artículos. Cuando los requisitos de otros Artículos de esta norma y el Artículo 690 difieran, deben aplicarse los requisitos indicados en el Artículo 690. Los sistemas solares fotovoltaicos que operan como fuentes interconectadas de producción de energía deben instalarse de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 705.

690-4. Instalación

- a) **Sistema Fotovoltaico.** Se permite que un sistema solar fotovoltaico suministre energía a una edificación u otra estructura, en adición a cualquier acometida de otros sistemas de suministro de energía eléctrica.
- b) **Conductores de Sistemas Diferentes.** Los circuitos de la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida fotovoltaica no deben estar contenidos en la misma canalización, charola, cables, cajas de salida o cajas de empalme o accesorios similares, junto con los circuitos alimentadores o derivados de otros sistemas.

Excepción: Cuando los conductores de diferentes sistemas están separados por una división o se conecten juntos.

- c) **Conexiones de módulos.** Las conexiones a un módulo o panel deben estar dispuestas de tal manera que al remover un módulo o panel de un circuito de la fuente fotovoltaica no se interrumpa al conductor puesto a tierra de otro circuito de la fuente fotovoltaica.

- d) **Equipo.** Los inversores o motogeneradores deben estar aprobados e identificados para uso en sistemas fotovoltaicos.
- e) **Montaje de Módulos.** Cuando la estructura y los materiales de la edificación a la que suministra energía el sistema fotovoltaico no tengan la resistencia mecánica necesaria, los módulos deben montarse en una estructura independiente que les dé el soporte y la orientación necesarios, asegurando su adecuada ventilación. En todo caso, el cable de acometida entre el sistema fotovoltaico y la edificación debe quedar adecuadamente protegido contra posible daño físico.

690-5. Detección e interrupción de fallas a tierra. Los sistemas fotovoltaicos montados en techos de casas habitación deben tener protección contra fallas a tierra para reducir el riesgo de incendio.

El circuito de protección contra falla a tierra debe ser capaz de detectar una falla a tierra, interrumpiendo la trayectoria de la falla y desconectando el sistema.

B. Requisitos para los circuitos

690-7. Tensión eléctrica máxima

- a) **Capacidad de tensión eléctrica.** En una fuente de energía fotovoltaica y sus circuitos de c.c., la tensión eléctrica considerada debe ser la del circuito abierto especificada. Para instalaciones de tres hilos, incluyendo circuitos de dos hilos conectados a sistemas de tres hilos, la tensión eléctrica del sistema debe ser la más alta entre dos conductores.
- b) **Circuitos de utilización de c.c.** La tensión eléctrica de los circuitos de utilización de c.c debe de apegarse a lo indicado en 210-6.
- c) **Circuitos de la fuente y salida fotovoltaica.** Se permite operar hasta 600 V los circuitos de la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida fotovoltaica que no incluyan portalámparas, ni artefactos para lámparas ni receptáculos.

Excepción: Para instalaciones que no sean viviendas para una o dos familias, se permiten sistemas de más de 600 V nominales, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 710.

- d) **Circuitos a más de 150 V a tierra.** En casas habitación de una o 2 familias, las partes vivas de los circuitos de la fuente fotovoltaica y de los circuitos de salida fotovoltaica a más de 150 V a tierra no deben estar accesibles mientras están energizados, excepto a personal calificado.

NOTA - Véase 110-17 para la protección de partes vivas y 210-6 para la tensión eléctrica a tierra y entre conductores.

690-8. Dimensionamiento y capacidad de conducción de corriente eléctrica de los circuitos

- a) **Capacidad de conducción de corriente eléctrica y dispositivos de protección contra sobrecorriente.** La capacidad de conducción de corriente eléctrica de los conductores y la especificación o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en un circuito de un sistema solar fotovoltaico no deben ser menores a 125% de la corriente eléctrica calculada de acuerdo al inciso (b) siguiente.

La especificación o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar de acuerdo con lo indicado en 240-3, (b) y (c).

Excepción: Los circuitos que contengan un ensamble cuyo conjunto de dispositivos de protección contra sobrecorriente están especificados para operación continua a 100% de su capacidad.

- b) **Cálculo de la corriente eléctrica de los circuitos.** La corriente eléctrica para cada circuito individual debe calcularse como sigue:
 - 1) **Circuitos de la fuente fotovoltaica.** La suma de la corriente eléctrica especificada de corto circuito de los módulos en paralelo.
 - 2) **Circuito de salida fotovoltaica.** La corriente eléctrica especificada de corto circuito de la fuente de energía fotovoltaica.
 - 3) **Circuito de salida del inversor.** La corriente eléctrica de salida especificada del inversor o de la unidad de acondicionamiento de potencia.

Excepción: Cuando no exista una fuente de energía externa que pueda ocasionar un regreso de corriente eléctrica, la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito sin dispositivos de protección contra sobrecorriente no debe ser menor que la corriente eléctrica de cortocircuito.

- 4) **Circuito de entrada de un inversor autónomo.** La corriente eléctrica especificada de entrada del inversor autónomo cuando el inversor está produciendo su potencia especificada a la menor tensión eléctrica de entrada.
- c) **Sistemas con tensiones eléctricas múltiples de c.c.** En una fuente fotovoltaica que tiene múltiples tensiones eléctricas de salida y que emplea un conductor común de retorno, la capacidad de conducción de corriente del conductor de retorno no debe ser menor que la suma de las capacidades de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida.

690-9. Protección contra sobrecorriente

- a) **Circuitos y Equipos.** Los conductores y equipos del circuito de la fuente fotovoltaica, del circuito de la salida fotovoltaica, del circuito de salida de la unidad de acondicionamiento de potencia y del circuito de la batería de almacenamiento deben estar protegidos de acuerdo con los requisitos establecidos en el Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente de energía eléctrica deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente localizados de tal manera que brinden protección desde cualquiera de las fuentes.

NOTA - Un posible regreso de corriente eléctrica desde cualquiera de las fuentes de alimentación, incluyendo una alimentación a través de la unidad de acondicionamiento de potencia hacia el circuito de salida fotovoltaica y hacia los circuitos de la fuente fotovoltaica, deben considerarse para determinar si se está suministrando protección adecuada contra sobrecorriente, desde todas las fuentes hacia los conductores y módulos.

- b) **Transformadores.** Se debe suministrar protección contra sobrecorriente para un transformador con una o varias fuentes en cada lado del mismo, de acuerdo con lo indicado en 450-3, considerando como primario primero un lado del transformador y luego el otro lado.

Excepción: En un transformador que tenga una corriente eléctrica nominal en el lado conectado hacia la fuente de alimentación fotovoltaica no menor que la corriente eléctrica nominal de corto circuito de salida de la unidad de acondicionamiento de energía, se permite que no tenga protección contra sobrecorriente desde dicha fuente.

- c) **Circuitos de la fuente fotovoltaica.** Se permite que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados o suplementarios provean protección en circuitos de la fuente fotovoltaica. Los dispositivos de protección deben ser accesibles pero no es necesario que estén expuestos.
- d) **Capacidad en c.c.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, empleados en cualquier porción en c.c. del sistema de energía fotovoltaica, ya sean fusibles o interruptores automáticos, deben estar aprobados para uso en circuitos de c.c. y deben tener las capacidades apropiadas de tensión y corriente eléctricas y de interrupción.

C. Medios de desconexión

690-13. Todos los conductores. Se deben proveer los medios para desconectar todos los conductores que lleven corriente eléctrica de una fuente de energía fotovoltaica de todos los otros conductores en un edificio u otra estructura.

Excepción: Cuando una conexión del circuito de puesta a tierra no está diseñada para ser automáticamente interrumpida como parte del sistema de protección contra falla a tierra requerida en 690-5, un desconector o un interruptor automático usado como medio de desconexión no debe tener un polo conectado al conductor de tierra.

NOTA - El conductor de puesta a tierra puede tener algún medio de desconexión para permitir el mantenimiento o reparación por personal calificado.

690-14. Disposiciones adicionales. Las disposiciones establecidas en el Artículo 230, Parte F deben aplicarse a los medios de desconexión de la fuente de alimentación fotovoltaica.

Excepción No. 1: No se requiere que los medios de desconexión sean adecuados para equipo de acometida y deben ser especificados de acuerdo con lo indicado en 690-17.

Excepción No. 2: Se permiten equipos tales como desconectores de aislamiento del circuito de la fuente fotovoltaica, dispositivos de protección contra sobrecorriente y diodos de bloqueo en el lado de la fuente de energía fotovoltaica donde están los medios de desconexión de la misma.

690-15. Desconexión de equipo fotovoltaico. Deben proveerse medios para desconectar equipos tales como inversores, baterías, controladores de carga y similares, de todos los conductores no puestos a tierra de

todas las fuentes. Si el equipo está energizado por más de una fuente, los medios de desconexión deben ser agrupados e identificados.

690-16. Fusibles. Deben proveerse medios para desconectar un fusible de todas las fuentes de alimentación si aquél está energizado por ambas direcciones y está accesible a personal no calificado. Dicho fusible, en un circuito de fuente fotovoltaica, debe poder desconectarse independientemente de los fusibles de otros circuitos de la fuente fotovoltaica.

690-17. Desconectores o interruptores automáticos. Los medios de desconexión para conductores no puestos a tierra consisten de uno o varios desconectores o interruptores automáticos:

- (1) localizados en un lugar accesible fácilmente
- (2) operables externamente sin exponer al operador al contacto con partes vivas
- (3) indicando claramente si está en la posición cerrado o abierto, y

(4) deben tener una corriente de interrupción suficiente para la corriente y tensión eléctricas que puede estar disponible en las terminales de línea del equipo. Se debe fijar un letrero de precaución adyacente a los medios de desconexión cuando todas sus terminales puedan estar energizadas en la posición de abierto. El letrero de precaución debe ser claramente legible y tener la siguiente leyenda:

**“PRECAUCION-CHOQUE ELECTRICO-NO TOCAR-TERMINALES
ENERGIZADAS EN POSICION DE ABIERTO”.**

Excepción: Un medio de desconexión localizado en el lado de c.c. puede tener una corriente de interrupción menor que la capacidad de conducción de corriente eléctrica del sistema, cuando el sistema está diseñado de tal manera que el desconector de c.c. no pueda ser abierto bajo carga.

690-18. Deshabilitación de un sistema. Deben proveerse medios para deshabilitar un sistema o porciones del mismo.

NOTA- Los módulos fotovoltaicos están energizados mientras están expuestos a la luz. La instalación, reemplazo o servicio de componentes del sistema mientras uno o varios módulos están siendo irradiados puede exponer a las personas a un choque eléctrico.

D. Métodos de alambrado

690-31. Métodos permitidos

- a) **Sistemas de alambrado.** Se permiten todos los métodos de canalización y alambrado de cables incluidos en esta norma y otros sistemas de alambrado y accesorios específicamente destinados e identificados para uso en arreglos fotovoltaicos. Cuando se usen dispositivos de alambrado con envolventes integrales, se debe proveer suficiente longitud de cable para facilitar el reemplazo.
- b) **Cable con conductor dúplex.** Se permite cable tipo TWD-UV en circuitos de la fuente fotovoltaica, cuando se instalen a la intemperie y expuestos a los rayos del Sol. Véanse el Artículo 338 y la Tabla 310-13.

NOTA: Para información sobre el uso de cables aislados en circuitos de fuentes fotovoltaicas, véase la nota de 310-13.

- c) **Cables y cordones flexibles.** Cuando se usen cables y cordones flexibles para conectar las partes móviles de seguidores solares, se debe cumplir con lo indicado en el Artículo 400 y deben ser cordones para uso extra rudo Tipos ST, SO o W, adecuados para uso en intemperie y resistentes al agua y a la luz del Sol. La capacidad de conducción de corriente debe estar de acuerdo con lo indicado en 400-5.

Para temperaturas ambiente que excedan de 30°C, la capacidad de conducción de corriente debe reducirse con los factores dados en la Tabla 690-31(c).

TABLA 690-31(c).- Factores de corrección

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima de operación del conductor		
	60°C	75°C	90°C
30	1,0	1,0	1,0
31-35	0,91	0,94	0,96

36-40	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76

- d) **Cables con conductores pequeños.** Se permiten cables monoconductores de tamaño nominal de 1,31 mm² (16 AWG) y 0,824 mm² (18 AWG) aprobados para uso en intemperie y que sean resistentes a la luz del Sol y al agua, para conexiones de módulos cuando esos cables cumplen con los requerimientos de capacidad de conducción de corriente indicados en 690-8. Se debe referir a 310-15 para determinar la capacidad de conducción de corriente y los factores de corrección por temperatura de los cables.

690-32. Conexión de componentes. Cuando estén aprobados para ese uso, se permiten, accesorios y conectores destinados a quedar ocultos al momento del ensamble en el sitio para la conexión de módulos u otros componentes de los sistemas. Tales accesorios y conectores deben ser adecuados en aislamiento, elevación de temperatura y tolerancia a las corrientes eléctricas de falla al método de alambrado empleado, y deben ser capaces de resistir los efectos del ambiente en que se usen.

690-33. Clavijas o conectores. Los conectores permitidos en 690-32 deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes:

- a) **Configuración.** Los conectores deben ser polarizados y tener una configuración que no sea intercambiable con receptáculos de otros sistemas eléctricos del usuario.
- b) **Protección.** Los conectores deben estar contruidos de forma que protejan a las personas del contacto inadvertido con partes vivas.
- c) **Tipo.** Los conectores deben ser de tipo de cierre o seguro.
- d) **Elemento de Puesta a Tierra.** El elemento de puesta a tierra del conector acoplable debe ser el primero en hacer contacto y el último en romperlo.
- e) **Interrupción del Circuito.** Los conectores deben ser capaces de interrumpir la corriente eléctrica del circuito sin peligro para el operador.

690-34. Acceso a cajas. Las cajas de empalme, de paso y de salida localizadas atrás de los módulos o paneles deben instalarse de forma que el alambrado contenido en ellas pueda hacerse accesible directamente o desplazando uno o varios módulos o paneles montados por fijaciones removibles y conectados por un sistema de alambrado flexible.

E. Puesta a tierra

690-41. Puesta a tierra del sistema. Para una fuente de energía fotovoltaica, un conductor de un sistema de dos conductores especificado a más de 50 V o un conductor neutro de un sistema de tres conductores, deben ser puestos a tierra sólidamente.

Excepción: Se permiten otros métodos que logren un sistema de protección equivalente y que utilicen equipo aprobado e identificado para tal uso.

NOTA - Véase la primera nota en 250-1.

690-42. Punto de conexión de la puesta a tierra del sistema. La conexión de puesta a tierra del circuito de c.c. debe hacerse en un solo punto del circuito de salida fotovoltaica.

NOTA - El sistema queda mejor protegido contra transitorios de sobretensiones por descargas eléctricas atmosféricas si el punto de conexión de puesta a tierra se localiza tan cerca de la fuente fotovoltaica como sea posible.

690-43. Puesta a tierra del equipo. Las partes metálicas de los marcos de los módulos, del equipo y de las envolventes de conductores que no lleven corriente eléctrica, deben ser puestas a tierra sin importar la tensión eléctrica.

690-44. Sistema de electrodo de puesta a tierra. Debe proveerse un sistema de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-81 a 250-86.

690-45. Tamaño nominal del conductor de puesta a tierra del equipo. En sistemas donde la corriente eléctrica de corto circuito disponible de la fuente fotovoltaica sea menor que dos veces la corriente eléctrica especificada del dispositivo de protección contra sobrecorriente, el conductor de puesta a tierra del equipo, no debe ser de menor tamaño nominal al requerido para los conductores del circuito.

En cualquier otro sistema, el conductor de puesta a tierra debe ser calculado de acuerdo con lo indicado en 250-95.

F. Marcado

690-51. Módulos. Los módulos deben marcarse con identificación de las terminales o cables de salida, en cuanto a su polaridad, a la especificación del dispositivo de protección contra sobrecorriente máxima, y con la especificación de: (1) tensión eléctrica de circuito abierto (2) tensión eléctrica de operación (3) tensión eléctrica máxima permisible del sistema (4) corriente eléctrica de operación (5) corriente eléctrica de corto circuito y (6) potencia máxima.

690-52. Fuente de energía fotovoltaica. El instalador debe marcar en el sitio, en un lugar accesible en los medios de desconexión de la fuente de energía fotovoltaica, las especificaciones de:

- (1) corriente eléctrica de operación
- (2) tensión eléctrica de operación
- (3) tensión eléctrica de circuito abierto, y
- (4) corriente eléctrica de cortocircuito de la misma fuente.

NOTA - Cuando se utilicen sistemas reflejantes para aumentar la irradiación se debe considerar en el marcado el incremento resultante de los niveles de corriente eléctrica y potencia de salida.

G. Interconexión a otras fuentes de energía

690-61. Pérdida de la tensión eléctrica del sistema. La salida de potencia de la unidad de acondicionamiento de energía en un sistema solar fotovoltaico que es interactivo con otro u otros sistemas eléctricos debe ser automáticamente desconectada de todos los conductores no puestos a tierra de tales sistemas eléctricos al perderse la tensión eléctrica en dichos sistemas y no debe reconectarse a los sistemas eléctricos hasta que aquélla sea restablecida.

NOTA - Para otras fuentes interconectadas de producción de energía eléctrica véase el Artículo 705.

Se permite operar un sistema solar fotovoltaico normalmente interactivo como sistema autónomo para suministro de energía eléctrica a una edificación.

690-62. Capacidad del conductor neutro puesto a tierra. Si una unidad de acondicionamiento de energía monofásica, dos hilos, se conecta al neutro puesto a tierra y a un solo conductor de fase de un sistema de tres hilos o a un sistema trifásico estrella de cuatro hilos, la suma de la carga máxima conectada entre el neutro puesto a tierra y cualquier conductor de fase, más la capacidad de salida de la unidad de acondicionamiento de energía, no debe exceder la capacidad de conducción de corriente del conductor neutro puesto a tierra.

690-63. Conexiones desbalanceadas

- a) **Monofásicas.** La salida de una unidad de acondicionamiento de energía monofásica no debe ser conectada a un servicio eléctrico de tres fases, tres o cuatro hilos, derivado directamente de un transformador con conexión delta.
- b) **Trifásicas.** Una unidad trifásica de acondicionamiento de energía debe ser desconectada automáticamente de todos los conductores de fase del sistema interconectado cuando se abra una de las fases de cualquier fuente.

Excepción para (a) y (b): Cuando el diseño del sistema interconectado es tal que no resulten tensiones eléctricas desbalanceadas significativas.

690-64. Punto de interconexión. La salida de una fuente de producción de energía debe ser interconectada como se especifica en los incisos siguientes:

NOTA - Para los propósitos de esta Sección una fuente de producción de energía se considera como: (1) la salida de una unidad de acondicionamiento de energía cuando esté conectada a una fuente de electricidad de c.a. (2) el circuito de salida fotovoltaica cuando sea interactivo con una fuente de c.c.

- a) **Lado del suministro.** Se debe interconectar al lado del suministro de los medios de desconexión de la acometida como se permite en la Excepción 6 de 230-82.
- b) **Lado de la demanda.** Se debe interconectar al lado de la demanda de los medios de desconexión de la acometida de las otras fuentes, si se cumplen las siguientes condiciones:
 - 1) Cada una de las conexiones de las fuentes deben ser hechas a un interruptor automático o a un medio de desconexión de fusibles destinado para ello.
 - 2) La suma de las capacidades de corriente eléctrica de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos que suministran energía a una barra de conexiones o a un conductor no debe exceder la capacidad de la barra de conexiones o del conductor.

Excepción: Para una casa habitación, la suma de las capacidades de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben exceder de 120% la capacidad de la barra de conexiones o del conductor.

- 3) El punto de conexión debe estar en el lado de la línea de todos los equipos de protección contra falla a tierra.

Excepción: Se permiten conexiones en el lado de la demanda de la protección contra falla a tierra, si se provee una protección contra falla a tierra para el equipo hacia las posibles fuentes de corriente eléctrica de falla a tierra.

- 4) Los equipos que contengan dispositivos de protección contra sobrecorriente en circuitos que suministran energía a una barra de conexiones o a un conductor deben marcarse para indicar la presencia de todas las fuentes.

Excepción: Los equipos con energía suministrada desde un solo punto de conexión.

- 5) Los equipos como interruptores automáticos, si son retroalimentados deben identificarse para tal operación.

H. Baterías de acumuladores

690-71. Instalación

- a) **General.** Las baterías de acumuladores en un sistema solar fotovoltaico deben instalarse de acuerdo con lo previsto en el Artículo 480.

Excepción: Lo previsto en 690-73.

- b) **Casas-Habitación**

- 1) Las baterías para casas-habitación deben tener las celdas conectadas de forma que operen a menos de 50 V.

Excepción: Cuando las partes vivas no estén accesibles durante el mantenimiento rutinario de las baterías, se permite una tensión eléctrica del sistema de baterías de acuerdo con lo indicado en 690-7.

- 2) Las partes vivas de sistemas de baterías para casas-habitación deben estar protegidas para evitar el contacto accidental por personas u objetos sin importar la tensión eléctrica o tipo de batería.

NOTA - Las baterías en sistemas solares fotovoltaicos están sujetas a ciclos extensos de carga -descarga y típicamente requieren de mantenimiento frecuente, como la verificación del electrolito y la limpieza de las conexiones.

- c) **Limitación de corriente eléctrica.** Se debe instalar un dispositivo adecuado de limitación de sobrecorriente en cada circuito adyacente a las baterías, cuando la corriente eléctrica de cortocircuito de la batería o del banco de baterías exceda la corriente de interrupción o de soporte de otros equipos en dicho circuito. La instalación de fusibles limitadores de corriente eléctrica deben cumplir con lo indicado en 690-16.

690-72. Estado de carga. Debe proveerse equipo para controlar el estado de carga de la batería. Todos los medios de ajuste para controlar el estado de carga de la batería deben ser accesibles solamente a personal calificado.

Excepción: Cuando el diseño de la fuente de energía fotovoltaica cumple con los requisitos de capacidad de tensión y corriente eléctricas de carga de las celdas de batería interconectadas.

El controlador de carga en los sistemas fotovoltaicos para electrificación de casas-habitación debe operar en forma automática.

690-73. Puesta a tierra. Las celdas de baterías interconectadas pueden considerarse puestas a tierra cuando la fuente de energía fotovoltaica se instala de acuerdo a la Excepción de 690-41.

690-74. Conexiones de batería. Se permite el uso de cables flexibles dentro de la envolvente de las baterías, como se identifican en el Artículo 400, de tamaño nominal de 67,4 mm² (2/0 AWG) y mayores, desde las terminales de la batería a una caja de empalmes cercana, donde deben conectarse por un método adecuado. Se permiten también cables flexibles entre baterías y celdas dentro de la envolvente de baterías. Los cables deben estar aprobados para uso rudo y ser resistentes al ácido y humedad.

ARTICULO 695-BOMBAS CONTRA INCENDIOS

695-1. Alcance

a) Alcance. Este Artículo cubre la instalación de:

- 1) Las fuentes de energía de suministro y circuitos de conexión para las bombas, y
- 2) Equipo de interrupción y control de los motores de las bombas.

b) Exclusiones. Este Artículo no cubre:

- 1) El funcionamiento, mantenimiento y pruebas de aceptación de las instalaciones de bombas contra incendios, ni de las conexiones internas de los componentes de dichas instalaciones.
- 2) Bombas de mantenimiento de presión (auxiliares o de cebado).

695-2. Otros Artículos. La instalación de los cables y equipos para bombas contra incendios debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4 de esta norma.

NOTA: Véase 240-3 a).

Excepción: Las que se permitan en este Artículo.

695-3. Fuentes de suministro de los motores de bombas contra incendios

a) La corriente eléctrica debe llegar a los motores eléctricos de bombas contra incendios a través de uno o más de los siguientes medios:

- 1) **Acometida.** Cuando el motor reciba energía desde una acometida, debe estar situado e instalado de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de daño por los incendios producidos en el interior del edificio o por otros riesgos.
- 2) **Generadores internos.** Cuando el motor reciba energía de generadores instalados en el edificio, éstos deben estar protegidos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de daños por los incendios producidos.

b) Si el motor recibe la energía de otra acometida o de una conexión situada en un punto anterior al medio de desconexión de la acometida, la instalación debe cumplir lo siguiente:

- 1) Excepción 1 de 230-2.
- 2) 230-72(b).
- 3) Excepción 5 de 230-82.

Cuando el motor reciba corriente eléctrica de una conexión situada en un punto anterior al medio de desconexión de la acometida, dicha conexión no debe estar situada en el mismo compartimento en el que esté instalado el medio de desconexión.

c) Los conductores de conexión deben conectar directamente la fuente de suministro a un controlador aprobado para bombas contra incendios.

Excepción 1: Se permite instalar un medio de desconexión y uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente entre la fuente de suministro y el controlador aprobado. Dicho medio de desconexión y dispositivo o dispositivos de sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Los dispositivos de sobrecorriente se deben elegir o programar de modo que soporten indefinidamente la suma de las corrientes eléctricas a rotor bloqueado, de todos los motores de las bombas contra incendios y de las bombas auxiliares, más la capacidad de corriente eléctrica a plena carga de todos los accesorios eléctricos de las bombas que estén conectados a dicha fuente de suministro.

NOTA: Véase 240-3 a).

- b. Los medios de desconexión deben estar aprobados como adecuados para su uso como equipo de la acometida y se deben poder bloquear en posición cerrada.
- c. En la parte exterior del medio de desconexión se debe instalar una placa con el mensaje "Medio de desconexión de la bomba contra incendios", en letras de 2,5 cm de alto como mínimo.
- d. Al lado del controlador de la bomba contra incendios se debe instalar otra placa que indique la posición del medio de desconexión y lugar de la llave, si el medio la requiere.
- e. El medio de desconexión se debe poder supervisar en posición cerrada por uno de los medios siguientes:
 - 1. Por medio de un dispositivo de señales conectado a un puesto central, un puesto remoto o de otro tipo especial.
 - 2. Por medio de un sistema de señales que avise a través de una señal sonora producida en un lugar con vigilancia constante.
 - 3. Bloqueándolo en su posición cerrada.
 - 4. Cuando el medio de desconexión esté situado en locales cercados o en edificios supervisados por el propietario, instalando una forma de sellado en el medio de desconexión e inspeccionándolo semanalmente.

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica de suministro sea distinta a la del motor de la bomba, se debe instalar un transformador que cumpla los requisitos indicados en 695-5 y un medio de desconexión y uno o varios dispositivos de protección contra sobrecorriente que cumplan los requisitos de la Excepción 1 anterior.

695-4. Bombas contra incendios con varias fuentes de suministro

- a) **Varias fuentes de suministro.** Cuando no sea posible disponer de una fuente de suministro eléctrico confiable según se establece en 695-3(a), esto se debe conseguir por medio de:
 - (1) la combinación de dos o más de los medios anteriormente descritos, o
 - (2) con uno o más de esos medios y un grupo generador en el sitio. Las fuentes de suministro se deben conectar de modo que un incendio en una de ellas no impida que funcionen las demás.
- b) **Conexión directa.** Los conductores de suministro deben conectar directamente las fuentes de suministro a una combinación aprobada de controlador de bomba y desconectador de transferencia o a un medio de desconexión y a uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente que cumplan los requisitos indicados en la Excepción 1 de 695-3(c).

Excepción: Cuando una de las fuentes alternativas de suministro sea un grupo generador instalado en el edificio, el medio de desconexión y los dispositivos de sobrecorriente de dichos conductores se deben elegir o programar para que permitan la transferencia instantánea y el funcionamiento de todos los motores de las bombas.

695-5. Transformadores

- a) **Capacidad admisible.** Cuando se utilice un transformador exclusivamente para una instalación de bombas contra incendios, su capacidad nominal debe ser como mínimo 125% de la siguiente cantidad:
 - 1) La corriente eléctrica a plena carga de todos los motores de las bombas, más
 - 2) La corriente eléctrica a plena carga de todos los motores de las bombas auxiliares que estén conectados al mismo circuito, más

- 3) La corriente eléctrica a plena carga de todos los demás accesorios de las bombas que estén conectados al mismo circuito.

NOTA: Para la selección de las corrientes a plena carga de los motores, véase lo establecido en la Sección 430-6.

b) Protección contra sobrecorriente

- 1) No se permite instalar protección contra sobrecorriente en el secundario.
- 2) Se permite seleccionar o programar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario a 600% de la corriente eléctrica nominal a plena carga del transformador. Ese valor debe bastar para transportar indefinidamente una corriente eléctrica equivalente a la del secundario del transformador, es decir, la suma de:
 - a. La corriente eléctrica a rotor bloqueado de todos los motores de las bombas.
 - b. La corriente eléctrica a rotor bloqueado de todos los motores de las bombas auxiliares que estén conectados al mismo circuito.
 - c. La corriente eléctrica a plena carga de todos los demás accesorios de las bombas que estén conectados al mismo circuito.

NOTA: Los motores deben ser de diseño B y para las corrientes a rotor bloqueado de los motores de 3,75 kW (5 CP) tomar la letra de código J, para 5,60 kW y 7,50 kW (7,5 CP y 10 CP) la letra de código H y para 11,2 kW (15 CP) y mayores, la letra de código G, ver las tablas 430-7 b) y 430-151b), para referencias

695-7. Ubicación del equipo

- a) **Ubicación de los controladores y del desconectador de transferencia.** Los controladores de los motores eléctricos de las bombas y de los desconectadores de transferencia, deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.
- b) **Ubicación de los controladores de otros motores.** Los controladores de los demás motores eléctricos deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.
- c) **Almacenamiento de baterías.** Las baterías de los motores diesel deben estar en un estante sobre el suelo, o bien sujetas y situadas donde no estén expuestas a temperatura excesiva, vibraciones, daño mecánico o al agua.
- d) **Partes energizadas de equipo.** Todas las partes de equipo que puedan estar energizadas deben estar situadas a 30 cm como mínimo sobre el nivel del suelo.
- e) **Controladores y desconectadores de transferencia.** Los controladores de motores y los desconectadores de transferencia deben estar situados o protegidos para que no les llegue el agua procedente de las bombas o de sus conexiones.
- f) **Equipo de mando.** Todos los equipos de control de las bombas contra incendios deben estar sujetos a estructuras de material no combustible.

695-8. Alambrado

- a) **Conductores de suministro.** Los conductores de suministro deben instalarse por la parte exterior de las construcciones y tratarse como conductores de la acometida, de acuerdo con las disposiciones del Artículo 230 de esta norma. Cuando no puedan instalarse por fuera del edificio, se permite instalarlos por dentro, siempre que estén enterrados o encerrados bajo concreto de un espesor mínimo de 50 mm, como lo establece el Artículo 230.

Excepción 1: Se permite que los conductores de suministro de las bombas contra incendios a los que se refiere la Excepción 1 de 695-3(c), pasen a través del edificio si están conectados a sistemas de protección aprobados con clasificación a prueba de flama de una hora como mínimo. Esas instalaciones deben cumplir las limitaciones establecidas para la aprobación de dichos sistemas.

Excepción 2: Los conductores de suministro que haya en el cuarto de distribución del que se deriven y el cuarto de máquinas de las bombas.

- b) **Métodos de alambrado.** Todos los cables que vayan desde los controladores de los motores de las bombas hasta dichos motores, deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, metálico flexible a prueba de líquidos o ser cables de Tipo MI.

c) **Conductores.** Los conductores deben estar protegidos solamente contra cortocircuito según se permita o exija en lo siguiente:

- 1) Excepción 4 de 230-90(a)
- 2) Excepción de 230-94
- 3) Excepción 2 de 230-95
- 4) Sección 230-208.
- 5) Sección 240-3(a).
- 6) Excepción 2 de 240-13
- 7) Sección 430-31.
- 8) Excepción 4 de 430-72(b)
- 9) Excepción 5 de 430-72(c).

Excepción: Los conductores entre las baterías y el motor.

d) **Controladores de las bombas contra incendios.** Los controladores de las bombas contra incendios no se deben usar como cajas de empalmes para conectar a otro equipo. Tampoco se deben conectar a los controladores de las bombas contra incendios, los conductores de suministro de las bombas auxiliares.

e) **Tensión eléctrica en las terminales de la red.** Cuando se pongan en marcha los motores, la tensión eléctrica de las terminales de la red en el control no debe caer más de 15% por debajo de su valor normal (tensión eléctrica nominal del controlador). Cuando el motor funcione a 115% de su corriente eléctrica a plena carga, la tensión eléctrica en las terminales del motor no debe caer más de 5% de la tensión eléctrica nominal del motor.

Excepción: Esta limitación no se aplica a la puesta en marcha de emergencia por medios mecánicos.

f) **Requisitos de alambrado.** Todos los cables entre los controladores de los motores y las baterías, se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante del motor y del controlador. Estos cables deben protegerse contra daño físico.

695-9. Cables de control

a) **Circuitos conectados exteriormente a los controladores.** Los circuitos externos de control deben instalarse de manera que la falta de uno de ellos (circuito abierto o cortocircuito) no impida el funcionamiento de la bomba por otros medios internos o externos. La apertura, desconexión, cortocircuito o corte de corriente eléctrica en estos circuitos, pueden hacer que la bomba siga funcionando continuamente, pero no deben impedir que el controlador o controladores pongan en marcha la bomba por causas distintas a estos circuitos externos de control.

b) **Instalación de sensores.** No se deben instalar sensores de baja tensión eléctrica, de pérdida de fase, de cambios de frecuencia u otros que impidan automática o manualmente el funcionamiento del circuito del motor.

c) **Dispositivos remotos.** No se deben instalar dispositivos remotos que impidan el funcionamiento automático del desconector de transferencia.

d) **Alambrado en el sitio.** Todos los conductores entre el controlador y el motor no eléctrico, deben ser cableados y tener una capacidad de conducción de corriente que les permita transportar continuamente toda la carga o corriente eléctrica de control necesaria, según las instrucciones del fabricante del controlador. Los cables deben estar protegidos contra daño físico. En cuanto a la separación y tamaño nominal de los cables, se deben seguir las instrucciones del fabricante del control.

e) **Métodos de alambrado.** Todos los cables de control de los motores eléctricos de bombas contra incendios deben ir instalados en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, metálico flexible a prueba de líquidos, o ser cables de Tipo MI.

4.7 CONDICIONES ESPECIALES

CAPITULO 7

ARTICULO 700-SISTEMAS DE EMERGENCIA

A. Disposiciones generales

700-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, para la operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos, destinados para alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o energía, o ambos, cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal de energía eléctrica.

Los sistemas de emergencia son aquéllos requeridos por Ley y clasificados como emergentes por reglamentaciones, decretos o legislaciones federales o municipales vigentes. Estos sistemas son utilizados para suministrar automáticamente iluminación o energía, o ambos, áreas y equipos en caso de falla del suministro normal de energía eléctrica, o en caso de accidente en los componentes de un sistema destinado para suministrar, distribuir y controlar la energía y alumbrado esenciales para la seguridad de la vida humana.

NOTA 1: Para más información sobre los requisitos en instalaciones para áreas de atención a la salud, véase el Artículo 517.

NOTA 2: Para más información sobre el desempeño y mantenimiento de sistemas de emergencia en instalaciones para áreas de atención a la salud, véase Apéndice B2.

NOTA 3: Los sistemas de emergencia son generalmente instalados en lugares de reunión donde la iluminación artificial es necesaria para asegurar la salida o para controlar el pánico en edificios de concentración de personas, tales como hoteles, teatros, canchas deportivas, centros comerciales, áreas de atención a la salud o lugares similares. Los sistemas de emergencia también pueden suministrar energía para funciones como ventilación cuando sea esencial para la seguridad de la vida humana, sistemas de alarmas y detección de incendios, elevadores, bombas para equipo contra incendio, sistemas de comunicación de seguridad pública, procesos industriales, donde la interrupción de la corriente podría producir serios peligros para la seguridad de la vida humana o riesgos para la salud, y otras funciones similares.

NOTA 4: Para la especificación sobre los lugares donde los sistemas de emergencia se consideran esenciales para la seguridad de la vida humana, véase el Apéndice B2.

NOTA 5: Para más información sobre desempeño de sistemas de emergencia y de reserva, véase el Apéndice B2.

700-2. Otros artículos aplicables. Los sistemas de emergencia deben cumplir con las disposiciones aplicables de esta norma, excepto lo modificado por este Artículo.

700-3. Aprobación del equipo. Todo equipo utilizado en los sistemas de emergencia debe estar aprobado para este uso.

700-4. Pruebas y mantenimiento

a) Realización o verificación de la prueba. Debe realizarse o verificarse una prueba con carga del sistema completo al instalarse, y después periódicamente.

b) Pruebas periódicas. Los sistemas deben probarse periódicamente bajo un programa, para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas.

c) Mantenimiento de sistemas de baterías. Donde haya sistemas de baterías o unidades de equipo, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque, control o ignición de máquinas auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.

d) Registros escritos o bitácora. Debe mantenerse un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.

e) Prueba con carga. Debe proveerse de medios para probar todos los sistemas de emergencia de alumbrado y energía, durante las condiciones de carga máxima previstas.

700-5. Capacidad del sistema

a) Capacidad y régimen. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y régimen adecuado para que puedan funcionar simultáneamente con todas las cargas. El equipo del sistema de emergencia debe ser adecuado para soportar la máxima corriente eléctrica de falla disponible en sus terminales.

b) Sistema selectivo de carga y desconexión de carga. Se permite que la fuente de energía alterna suministre a los sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente requeridos y a los de reserva opcional, cuando se proporcione una selección automática de la carga al arranque y desconexión de carga de la forma necesaria para garantizar suministro adecuado para:

- (1) los circuitos de emergencia;
- (2) los circuitos de reserva legalmente exigidos;
- (3) los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad.

Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permite utilizar la fuente de alimentación alterna para limitar los picos de carga. Para efectos de satisfacción de los requisitos de prueba de acuerdo con la Sección 700-4 (b), se permite la operación de limitación de picos de carga, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones de la Sección 700-4. Cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio para mantenimiento o reparaciones mayores, debe haber una fuente alternativa de energía eléctrica, portátil o provisional.

700-6. Equipo de transferencia

a) El equipo de transferencia, incluyendo los desconectadores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado. El equipo de transferencia, debe diseñarse e instalarse para prevenir la conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y de emergencia, al realizar cualquier manipulación del equipo de transferencia.

b) Se permite el uso de medios para conectar en derivación y aislar físicamente el equipo de transferencia. Cuando se utilicen desconectadores de aislamiento para hacer las derivaciones, debe evitarse el funcionamiento inadvertido en paralelo.

c) Los desconectadores de transferencia automática deben operarse eléctricamente y retenerse mecánicamente.

(d) El equipo de transferencia debe alimentar sólo a cargas de emergencia.

700-7. Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual, para los propósitos siguientes:

a) Avería. Para indicar avería de la fuente de emergencia.

b) Alimentación de carga. Para indicar que la batería o el generador están funcionando con carga.

c) No funcionando. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

d) Falla a tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas en estrella puestos a tierra, de más de 150 V a tierra y con dispositivos de protección de circuitos para corriente nominal de 1 000 A o mayor. El sensor para los dispositivos de señalización de falla a tierra debe estar ubicado en el medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia o antes de éste, y su ajuste máximo del dispositivo de señalización para la corriente de falla a tierra debe ser de 1 200 A. Debe colocarse lo más cerca posible en el lugar del sensor, las instrucciones que deben seguirse, en caso de producirse una falla a tierra.

NOTA: Para información adicional sobre los avisos de los grupos generadores véase el apéndice B2.

700-8. Avisos

a) Fuentes de emergencia. Debe colocarse un aviso en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de emergencia.

Excepción: No es necesario instalar avisos en los equipos unitarios individuales, como se indica en 700-12 (e).

b) Puesta a tierra. Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de emergencia se conecte al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente de emergencia, cerca del electrodo debe haber un aviso que identifique las fuentes normales y de emergencia que estén conectadas a ese conductor.

B. Alambrado de circuitos

700-9. Alambrado del sistema de emergencia

a) Identificación. Todas las cajas y envolventes de los circuitos de emergencia (incluyendo desconectadores de transferencia, generadores y tableros de distribución) deben marcarse permanentemente de forma que puedan identificarse fácilmente como pertenecientes a un sistema o circuito de emergencia.

- b) **Alambrado.** A menos que se permita otra cosa en los incisos siguientes (1) a (4), el alambrado desde la fuente de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente del sistema de distribución de emergencia hasta las cargas del sistema de emergencia, debe mantenerse completamente independiente de cualquier otro alambrado y equipos. Se permite el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados por la misma fuente en la misma canalización, cable, caja o gabinete.

(1) En las envolventes de los equipos de transferencia se permite ubicar el alambrado de la fuente de alimentación normal.

(2) Se permite alambrado alimentado desde dos fuentes en los accesorios de alumbrado de las salidas o de emergencia.

(3) En una caja de empalme común, unida a accesorios de alumbrado de las salidas o de emergencia, se permite alambrado alimentado desde dos fuentes.

(4) Se permite el alambrado, en una caja de empalme común unida a un equipo unitario, y que contenga únicamente el circuito derivado que alimenta ese equipo y el circuito de emergencia alimentado por el mismo.

(c) **Diseño y ubicación del alambrado.** Los circuitos del alambrado de emergencia deben diseñarse y ubicarse de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de falla por inundaciones, incendios, congelamiento, vandalismo y otras condiciones adversas.

d) **Protección contra incendios.** En los inmuebles donde pueda haber más de 1 000 personas o en edificios que tengan más de 23 m de altura y que estén dedicadas a cualquiera de las actividades siguientes: reuniones, educativas, comerciales o de oficinas, viviendas, residencial, negocios, centros de detención y correccionales, los sistemas de emergencia deben cumplir además los requisitos siguientes:

- 1) El alambrado del circuito alimentador deben cumplir con una de las condiciones siguientes:
 - a) Estar instalado en edificios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios aprobados.
 - b) Sistema de protección del circuito eléctrico, con una resistencia nominal al fuego de mínimo una hora, aprobado.
 - c) Estar protegido por un sistema de barrera térmica certificado para componentes eléctricos del sistema.
 - d) Estar protegido mediante un ensamble de resistencia nominal al fuego mínima de 1 h.
 - e) Encontrarse embebido en mínimo 50 mm de concreto.
 - f) Ser un cable aprobado para mantener la integridad del circuito durante mínimo 1 h al instalarse de acuerdo con los requisitos de la certificación.
- 2) El equipo para el circuito alimentador (incluidos los desconectores de transferencia, transformadores, tableros de distribución, y similares) debe instalarse en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, entre otros) o debe formar una instalación protegida con una clasificación resistente al fuego de 1 h.

NOTA: Para información adicional sobre la definición de la clase de inmueble, véase apéndice B2.

C. Fuentes de alimentación

700-12. Requisitos generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de emergencia o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 10 s. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos señalados en los incisos (a) hasta (d) siguientes. El equipo unitario que esté de acuerdo con lo indicado en 700-12 (e), debe cumplir con los requisitos aplicables de ese Artículo.

En la selección de la fuente de alimentación para emergencia, debe tenerse en cuenta el tipo de actividad desarrollada en el edificio y el tipo de servicio que haya que prestar; si es de corta duración, como para la evacuación de un teatro, o de larga duración, como suministrar el alumbrado y la alimentación de emergencia durante un periodo indefinido de tiempo debido a una falla producida dentro o fuera de un edificio.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que pueden causar fallas totales de los mismos, debidas a inundaciones, incendios, congelamiento o vandalismo.

En lugares de reunión en las que pueda haber más de 1 000 personas o en edificios que tengan más de 23 m de altura y que estén dedicadas a cualquiera de las actividades siguientes: reuniones, educativas, residenciales, detención y correccionales, comerciales o de oficinas, viviendas, negocios o centros de rehabilitación; los equipos de las fuentes de alimentación, tales como se describen en los siguientes incisos (a) a (d), deben instalarse en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios aprobados (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, y similares) o en espacios con resistencia al fuego de 1h.

NOTA: La asignación del grado de confiabilidad del sistema de suministro de alimentación de emergencia, depende de una evaluación de las variables de cada instalación en particular.

- a) Baterías.** Las baterías utilizadas como fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de régimen y capacidad para suministrar y mantener la carga total, durante un periodo de por lo menos 1,5 h, sin que la tensión eléctrica aplicada a la carga caiga por debajo de 87,5% de lo normal.

Las baterías, ya sean de tipo ácido o alcalino, deben diseñarse y construirse para servicio de emergencia y ser compatibles con el tipo de cargador que se haya instalado en ese sistema particular.

Para las baterías selladas (que no requieren mantenimiento), no se necesita que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de tipo plomo-ácido, que necesitan añadirles agua, deben proveerse de cajas transparentes o translúcidas. No deben utilizarse baterías de uso automotor.

La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías.

b) Grupo generador

- 1)** Un grupo generador accionado por una fuente primaria y su capacidad debe estar de acuerdo con 700-5. Debe proveerse los medios necesarios para el arranque automático de la fuerza primaria en una falla en el servicio normal y para la transferencia y operación automática de todos los circuitos eléctricos requeridos. Debe proveerse un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 15 min para impedir la retransferencia en caso de restablecimiento, en un corto tiempo del suministro normal.
- 2)** Cuando se empleen motores de combustión interna como la fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo predio, suficiente para que el sistema de emergencia pueda funcionar a plena carga durante 2 h como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para la operación de las bombas de transferencia de combustible a fin de suministrar combustible al tanque de alimentación directa del grupo generador, dichas bombas deben conectarse al sistema de alimentación de emergencia.
- 3)** Las fuentes primarias no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan sistemas de doble alimentación de combustible, deben instalarse medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Se permite el uso adicional de combustible del servicio público que no esté en el sitio, cuando exista una baja probabilidad de falla simultánea del combustible suministrado externamente y el suministro de energía eléctrica.

- 4)** Cuando se utilicen baterías para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque para la fuente primaria, deben adecuarse para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. Cuando requiera un cargador de baterías para la operación de un grupo generador, dicho cargador debe conectarse al sistema de emergencia. Cuando se requiera potencia para la operación de las compuertas empleadas para ventilar el grupo generador, dichas compuertas deben conectarse al sistema de emergencia.
 - 5)** Deben aceptarse los grupos generadores que tarden más de 10 s para generar potencia, siempre que se instale una fuente auxiliar de alimentación, que energice el sistema de emergencia hasta que el generador pueda tomar la carga.
- c) Sistemas de alimentación ininterrumpible.** Los sistemas de alimentación ininterrumpible (UPS), utilizadas para suministrar energía a sistemas de emergencia, deben cumplir con lo establecido en 700-12 (a) y (b).

- d) **Acometida independiente.** Cuando lo acepte la empresa suministradora, se permite instalar una acometida eléctrica independiente para uso de emergencia. Esta acometida puede ser aérea o subterránea, y debe cumplir con lo establecido en el Artículo 230, separada tanto eléctrica como físicamente de la acometida del servicio normal, con el objeto de disminuir al mínimo la posibilidad de una interrupción simultánea del suministro.
- e) **Equipo unitario.** El equipo unitario individual para alumbrado de emergencia debe estar conformado por lo siguiente:
- (1) una batería recargable;
 - (2) los medios para la carga de la batería;
 - (3) la instalación para una o más lámparas montadas en el equipo y, opcionalmente, terminales para lámparas remotas; y
 - (4) un relevador para energizar automáticamente a las lámparas, al fallar el suministro normal al equipo unitario.

La batería debe ser de características nominales y capacidad suficiente para alimentar y mantener como mínimo de 87,5% de la tensión eléctrica nominal de la batería, para la carga total de las lámparas asociadas a la unidad durante un periodo mínimo de 1,5 h, o el equipo unitario deben alimentar y mantener un mínimo del 60% del alumbrado inicial de emergencia por un periodo de 1,5 h como mínimo. Las baterías del tipo ácido o alcalino deben diseñarse y fabricarse para el servicio de emergencia.

El equipo unitario debe estar fijo permanentemente en su lugar (no-portátiles), y todo el alambrado que vaya a cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3. Las conexiones con cordón flexible y clavija pueden usarse, siempre que la longitud del cordón no sea mayor que 1 m. El circuito derivado que alimenta al equipo unitario debe ser el mismo circuito derivado que alimente al alumbrado normal del área, estar claramente identificado en el tablero de distribución y debe estar conectado antes de cualquier interruptor. En el tablero de distribución debe identificarse claramente cuál es el circuito derivado que alimenta al equipo unitario. Los luminarios de emergencia que reciban su alimentación de un equipo unitario y que no formen parte de él, deben estar alambrados al equipo unitario como se indica en 700-9 y por uno de los métodos indicados en el Capítulo 3.

Excepción: En un área separada y sin divisiones, con un mínimo de tres circuitos de alumbrado normal, se permite instalar un circuito derivado separado para equipos unitarios, si éste se origina desde el mismo tablero de alumbrado y control que los circuitos normales de alumbrado y que esté provisto de un dispositivo de bloqueo.

D. Circuitos de emergencia para alumbrado y fuerza

700-15. Cargas en circuitos derivados de emergencia. A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse aparatos eléctricos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en estos servicios.

700-16. Alumbrado de emergencia. El alumbrado de emergencia debe incluir todos los medios necesarios para el alumbrado de las salidas, las señales indicadoras de las salidas y todas las demás luces específicas necesarias para conseguir un alumbrado adecuado.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben diseñarse e instalarse de forma que la falla de un elemento cualquiera del alumbrado, como es el caso de una lámpara fundida, no pueda dejar en total oscuridad al área que requieran alumbrado de emergencia.

En sistemas de alumbrado con lámparas de descarga de alta intensidad, como de vapor de sodio, vapor de mercurio y aditivos metálicos, de alta y baja presión, que constituyen la única fuente de alumbrado normal, el sistema de alumbrado de emergencia debe estar diseñado para que funcione por un tiempo adicional, hasta que el alumbrado normal se restaure.

Excepción: Se permiten, otros medios alternativos, que aseguren que el nivel de alumbrado de emergencia se mantenga mientras se restaura el sistema normal.

700-17. Circuitos para alumbrado de emergencia. Los circuitos derivados de alumbrado de emergencia deben instalarse de forma que reciban el suministro de una fuente de energía, como se indica en 700-12, cuando se interrumpe el suministro de alumbrado normal. El suministro debe obtenerse por alguno de los medios siguientes:

- (1) de una fuente de energía independiente del sistema general de alumbrado, provista con el equipo necesario para la transferencia automática, cuando falle el suministro normal; o

(2) dos o más sistemas separados y completos con fuentes de suministro independientes de tal manera que cada uno produzca corriente suficiente para el alumbrado de emergencia.

A menos que se utilicen ambos sistemas para el alumbrado regular y se mantengan encendidos simultáneamente, debe instalarse un medio que encienda automáticamente cualquiera de los sistemas cuando falle el otro. Si los circuitos de iluminación de emergencia están instalados de acuerdo con las disposiciones generales de otras secciones de este Artículo, se permite que uno o los dos sistemas formen parte del sistema de alumbrado general de la instalación protegida.

700-18. Circuitos para energía de emergencia. Los circuitos derivados que alimenten equipo clasificado como de emergencia, deben contar con una fuente de alimentación a la cual pueda transferirse automáticamente la carga de esos equipos cuando falle el suministro normal.

E. Control de los circuitos del alumbrado de emergencia

700-20. Requisitos para los desconectores. El desconector o desconectores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia deben instalarse de forma tal que solamente personas autorizadas tengan acceso al control del alumbrado de emergencia.

Excepción 1: Cuando dos o más desconectores de una vía estén conectados en paralelo para controlar un solo circuito, por lo menos uno de estos desconectores debe ser accesible solamente a personas autorizadas.

Excepción 2: Se permiten desconectores adicionales que puedan solamente encender el alumbrado de emergencia, pero no para apagarlos.

No deben instalarse desconectores conectados en serie ni de 3 o 4 vías.

700-21. Localización de los desconectores. Todos los desconectores manuales que controlen circuitos de emergencia, deben ubicarse en lugares accesibles a las personas autorizadas responsables de su control. En lugares de reunión, como es el caso de un cine o teatro, debe ubicarse un desconector para controlar el alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en un lugar fácilmente accesible desde el mismo.

En ningún caso los interruptores del alumbrado de emergencia de un cine, teatro o lugar de reunión se deben instalar en la cabina de proyección, ni en el escenario ni en el estrado.

Excepción: Cuando se instalen desconectores múltiples, se permite que uno de ellos esté ubicado en dichos lugares, dispuestos de forma que solamente puedan energizar al circuito, pero no lo puedan desenergizar.

700-22. Alumbrado exterior. Se permite que el alumbrado exterior de un edificio, que no se requiera para iluminar cuando haya suficiente luz de día, se puede controlar por medio de un dispositivo automático activado por la luz de día.

F. Protección contra sobrecorriente

700-25. Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados en circuitos de emergencia, deben ser accesibles solamente a personas calificadas.

NOTA - Si en los circuitos de emergencia se instalan fusibles e interruptores automáticos, coordinados de modo que se despejen selectivamente las corrientes de falla, se incrementa la confiabilidad general del sistema.

700-26. Protección por falla a tierra del equipo. La fuente alterna de los sistemas de emergencia no requiere protección por falla a tierra del equipo con medios de desconexión automática. La indicación de un dispositivo por falla a tierra, debe instalarse según lo establecido en 700-7(d) para la fuente de emergencia.

ARTICULO 701-SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDOS

A. Disposiciones generales

701-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente requeridos, constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para las instalaciones exigidas de alumbrado, fuerza o ambas, cuando es interrumpido el suministro normal de energía eléctrica.

Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, en su totalidad, incluida la fuente de alimentación.

NOTA: Para más información sobre el funcionamiento de los sistemas eléctricos de emergencia y de reserva, véase Apéndice B2.

701-2. Sistemas de reserva legalmente requeridos. Los sistemas de reserva legalmente requeridos son aquellos sistemas exigidos y clasificados por leyes municipales, estatales, departamentales o nacionales o por otras regulaciones o por otro organismo gubernamental competente. Estos sistemas tienen por objeto suministrar automáticamente energía de alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como de emergencia), en el caso de falla de la fuente del suministro normal.

NOTA - Los sistemas de reserva legalmente requeridos, son aquellos que se instalan normalmente para servir cargas tales como: sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones, sistemas de ventilación y extracción de humo, sistemas de drenaje, sistemas de alumbrado y procesos industriales que, en el caso de falla del suministro normal de energía eléctrica, pueden ocasionar riesgos o dificultar las operaciones de extinción de incendios y de rescate.

701-3. Aplicación de otros Artículos. A excepción de lo modificado en este Artículo, los sistemas de reserva legalmente requeridos deben cumplir con otras disposiciones de esta norma.

701-4. Aprobación de equipo. Todo equipo instalado en estos sistemas debe estar aprobado para este uso específico.

701-5. Pruebas y mantenimiento para sistemas de reserva legalmente requeridos

- a) **Realización o verificación de la prueba.** Debe realizarse o verificarse una prueba del sistema completo al instalarse.
- b) **Pruebas periódicas.** Los sistemas de reserva legalmente exigidos deben probarse periódicamente, bajo un programa, con objeto de asegurar que los sistemas mantienen las condiciones de funcionamiento apropiadas.
- c) **Mantenimiento de sistemas de baterías.** Donde haya sistemas de baterías, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque, control o ignición de máquinas auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.
- d) **Registros escritos o bitácora.** Debe mantenerse un registro escrito o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.
- e) **Pruebas con carga.** Deben proveerse de medios para probar todos los sistemas de reserva legalmente requeridos, durante las condiciones de carga máxima previstas.

701-6. Capacidad y régimen. Un sistema de reserva legalmente requerido debe tener la capacidad y régimen adecuado para que puedan funcionar simultáneamente con todas las cargas. Los equipos del sistema de reserva legalmente requeridos deben ser adecuados para soportar la máxima corriente eléctrica de falla disponible en sus terminales.

Se permite que la fuente de energía alterna suministre a los sistemas de reserva legalmente requerido y las cargas del sistema de reserva opcionales, cuando se proporcione una selección automática de la carga al arranque y desconexión de carga de la forma necesaria para garantizar el suministro adecuado al sistema de reserva legalmente requerido.

701-7. Equipo de transferencia

a) El equipo de transferencia, incluyendo los desconectadores automáticos de transferencia, debe ser automático estar identificado para uso como equipo de reserva. El equipo de transferencia, debe diseñarse e instalarse para prevenir la inadvertida de las fuentes de alimentación normal y de reserva al realizar cualquier manipulación de dicho equipo de transferencia.

b) Se permite el uso de medios para conectar en derivación y aislar físicamente el equipo del equipo de transferencia. Cuando se utilicen desconectadores de aislamiento para hacer las derivaciones, debe evitarse el funcionamiento inadvertido en paralelo.

c) Los desconectadores de transferencia automática deben operarse eléctricamente y retenerse mecánicamente.

701-8. Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual para los propósitos siguientes:

- a) **Avería.** Para indicar avería del sistema de reserva.
- b) **Alimentación de carga.** Para indicar que la fuente de reserva está funcionando con carga.
- c) **No funcionando.** Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

NOTA: Para más información sobre las señales de los grupos generadores véase, Apéndice B2.

701-9. Avisos

- a) **Equipo de reserva obligatorio.** Debe colocarse un aviso en la entrada de acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva legalmente requeridas.

Excepción: No es necesario instalar avisos en los equipos unitarios individuales, como se indica en la Sección 701-11(f).

- b) **Puesta a tierra.** Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de reserva se conecte al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente de emergencia, cerca del electrodo debe haber un aviso que identifique las fuentes normales y de emergencia que estén conectadas a ese conductor.

B. Alambrado de circuitos

701-10. Alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos. Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes junto con otro alambrado general.

C. Fuentes de alimentación

701-11. Sistemas de reserva legalmente requeridos. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado o la energía del sistema de reserva legalmente requerido, está disponible dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 60 s. El sistema de suministro para los sistemas de reserva legalmente requeridos, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los sistemas señalados en los incisos (a) hasta (e) siguientes. El equipo unitario que esté de acuerdo con lo indicado en 701-11(f) debe cumplir con los requisitos de ese Artículo.

En la selección de la fuente de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos, debe tenerse en cuenta el tipo de actividad desarrollada en el edificio y el tipo de servicio que haya que prestar, por ejemplo si es de corta o larga duración.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que reduzcan al mínimo los riesgos que pueden causar las fallas totales del sistema debidas a inundaciones, incendios, formación de hielo o vandalismo.

NOTA - La asignación del grado de confiabilidad del sistema de reserva legalmente requerido, depende de una cuidadosa evaluación de las variables de cada instalación en particular.

- a) **Baterías.** Las baterías utilizadas como fuente de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos, deben ser de régimen y capacidad adecuados para suministrar y mantener la carga total de los circuitos que suministran alimentación de reserva legalmente requerida, sin que la tensión caiga a menos del 87,5% de la tensión del sistema, durante 1,5 h como mínimo.

Las baterías, ya sean de tipo ácido o alcalino, deben diseñarse y construirse de modo tal que cumplan los requisitos del servicio de emergencia, y deben ser compatibles con el tipo de cargador que haya instalado en ese sistema en particular.

Para las baterías selladas (que no requieren mantenimiento), no se necesita que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de tipo plomo-ácido que necesitan añadirles agua, deben proveerse de cajas transparentes o translúcidas. No deben utilizarse baterías de uso automotor.

La instalación debe contar con un medio de carga automático de las baterías.

b) Grupo generador

- 1) Un grupo generador accionado por una fuente primaria y su capacidad, debe estar de acuerdo lo indicado en 701-6. Debe proveerse los medios necesarios para el arranque automático de la fuerza primaria cuando falle el suministro normal y para la transferencia y operación automática de todos los circuitos eléctricos requeridos. Debe proveerse un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 15 min para impedir la retransferencia en caso de restablecimiento, en un corto tiempo del suministro normal.
- 2) Cuando se empleen motores de combustión interna como fuerza primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustibles en el mismo predio, suficiente para que el sistema de reserva pueda funcionar a plena carga durante 2 h como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para la operación de las bombas de transferencia de combustible a fin de suministrar combustible al tanque de alimentación directa del grupo generador, dichas bombas deben conectarse al sistema de alimentación de emergencia.

- 3) La fuerza primaria no debe depender exclusivamente del servicio público para su alimentación de gas para su provisión de combustible, ni de la fuente pública de agua para el enfriamiento del sistema. Si se utilizan sistemas de doble alimentación de combustible, deben instalarse medios para transferir automáticamente de un suministro de combustible a otro.

Excepción: Se permite el uso adicional de combustible del servicio público que no esté en el sitio, cuando exista una baja probabilidad de falla simultánea del sistema de suministro externo de combustible.

- 4) Cuando se utilicen baterías para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque para la fuente primaria, deben adecuarse para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. Cuando requiera un cargador de baterías para la operación de un grupo generador, dicho cargador debe conectarse al sistema de emergencia. Cuando se requiera potencia para la operación de las compuertas empleadas para ventilar el grupo generador, dichas compuertas deben conectarse al sistema de emergencia.
- c) **Sistemas de alimentación ininterrumpible.** Los sistemas de alimentación ininterrumpible (UPS) utilizadas para suministrar energía a los sistemas de reserva legalmente requeridos, deben cumplir con lo establecido en 701-11 (a) y (b).
- d) **Acometida independiente.** Cuando lo acepte la empresa suministradora, se permite instalar una acometida eléctrica independiente para uso de emergencia. Esta acometida puede ser aérea o subterránea y debe cumplir con lo establecido en el Artículo 230, separada tanto eléctrica como físicamente de la acometida del servicio normal, con el objeto de disminuir al mínimo la posibilidad de una interrupción simultánea del suministro.
- e) **Conexión antes de los medios de desconexión de la acometida.** Cuando lo permita la empresa suministradora, se permiten conexiones antes de los medios de desconexión de la acometida normal, pero no en el mismo medio. La acometida de reserva legalmente requerida debe estar suficientemente separada de los medios de desconexión de la acometida normal, para evitar la interrupción simultánea del suministro, debido a una falla dentro del edificio o grupo de edificios afectados.

NOTA: Para mayor información sobre equipo permitido en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida, véase 230-82.

- f) **Equipo unitario.** El equipo unitario individual para alumbrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos debe incluir:
- 1) una batería recargable;
 - 2) los medios para la carga de la batería;
 - 3) la instalación para una o más lámparas montadas en el equipo y, opcionalmente, terminales para lámparas remotas; y
 - 4) un relevador para energizar automáticamente a las lámparas, al fallar el suministro normal al equipo unitario.

La batería debe ser de características nominales y capacidad suficiente para alimentar y mantener, como mínimo de 87,5% de la tensión eléctrica nominal de la batería, para la carga total de las lámparas asociadas a la unidad durante un periodo mínimo de 1,5 h, o el equipo unitario deben alimentar y mantener un mínimo del 60% del alumbrado inicial de reserva legalmente requerido, por un periodo de 1,5 h como mínimo. Las baterías del tipo ácido o alcalino deben diseñarse y fabricarse de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

El equipo unitario debe instalarse permanentemente fijo en su lugar (no-portátiles), y todo el alambrado que vaya a cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3. Las conexiones con cordón flexible y clavija pueden usarse, siempre que la longitud del cordón no sea mayor que 1 m. El circuito derivado que alimenta al equipo unitario debe ser del mismo circuito derivado que alimenta al alumbrado normal del área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. Los luminarios que reciban su alimentación de un equipo unitario y que no formen parte de él, deben estar alambrados al equipo unitario por uno de los métodos indicados en el Capítulo 3.

Excepción: En un área separada y sin divisiones, alimentada por un mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permite instalar un circuito derivado separadamente para equipos unitarios que inicie en el mismo tablero de alumbrado y control que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un mecanismo de bloqueo en su posición de encendido.

D. Protección contra sobrecorriente

701-15. Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados en circuitos de reserva legalmente requeridos, deben ser accesibles únicamente a personas calificadas.

701-17. Protección por falla a tierra del equipo. La fuente alterna de alimentación de los sistemas de reserva legalmente requeridos, no requiere protección por falla a tierra del equipo.

ARTICULO 702-SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES

A. Disposiciones generales

702-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación y operación de los sistemas de reserva opcionales.

Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, incluyendo la fuerza primaria.

702-2. Sistemas de reserva opcionales. Los sistemas de reserva opcionales tienen por objeto proteger negocios o propiedades públicas o privadas, donde la seguridad de la vida humana no depende del funcionamiento de estos sistemas. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en sitio a determinadas cargas, en forma manual o automática.

NOTA - Los sistemas de reserva opcionales se instalan normalmente para proveer una fuente alternativa de energía eléctrica en instalaciones tales como edificios comerciales e industriales, granjas y residencias, así como para abastecer cargas de sistemas de calefacción, refrigeración, sistemas de procesamiento de datos, comunicaciones y procesos industriales; en los cuales una falla del suministro normal de energía eléctrica puede ocasionar incomodidad, interrupción graves de un proceso, daños a productos o procesos en curso, o situaciones similares.

702-3. Aplicación de otros Artículos. A excepción de lo modificado en este Artículo, los sistemas de reserva opcionales deben cumplir con otras disposiciones de esta norma.

702-4. Aprobación de equipo. Todo equipo instalado en estos sistemas debe estar aprobado para este uso específico.

702-5. Capacidad y régimen. Un sistema de reserva opcional debe tener la capacidad y régimen adecuado para la alimentación de todo el equipo proyectado para funcionar simultáneamente. El equipo del sistema de reserva opcional debe ser adecuado para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en sus terminales. Se permite que el usuario del sistema de reserva opcional elija las cargas que quiera conectar al sistema.

702-6. Equipo de transferencia. El equipo de transferencia debe ser adecuado para el uso previsto y diseñarse e instalarse para prevenir la conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y la alterna al realizar cualquier operación.

Se permite que el equipo de transferencia, conectado después del dispositivo de protección del circuito derivado, contenga otros dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, con corriente de interrupción suficiente para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en las terminales de generador.

702-7. Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual, para los propósitos siguientes:

- a) **Avería.** Para indicar avería del sistema de reserva opcional.
- b) **Alimentación de carga.** Para indicar que la fuente de reserva está funcionando con carga.

702-8 Avisos

- a) **Equipo de reserva.** Debe colocarse un aviso en la entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva opcional ubicadas en el lugar. No se requiere instalar avisos en los equipos unitarios individuales para alumbrado de reserva.
- b) **Puesta a tierra.** Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de alimentación de emergencia esté conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar lejano o remoto de la fuente de emergencia, cerca del electrodo debe haber un aviso que identifique a todas las fuentes de alimentación normales y de emergencia que estén conectadas a ese conductor.

B. Alambrado de circuitos

702-9 Alambrado de los sistemas de reserva opcionales. Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva opcionales ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes junto con otro alambrado general.

ARTICULO 705-FUENTES DE PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA CONECTADA

705-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de una o más fuentes de generación de energía eléctrica que operan en paralelo con una o más fuentes primarias de electricidad.

NOTA - La fuente primaria puede ser del servicio público o particular.

705-2. Definición. Para los propósitos de este Artículo, se aplica la siguiente definición:

Sistema interactivo: Es un sistema de producción de energía eléctrica de operación en paralelo con una fuente primaria de energía eléctrica, a la cual le puede suministrar, a su vez energía eléctrica.

705-3. Otros artículos. Las fuentes de producción de energía eléctrica conectada, deben cumplir con los requisitos de este Artículo y también con los requisitos aplicables de los artículos siguientes:

Concepto	Artículo
Generadores	445
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de reserva legalmente requeridos	701
Sistemas de reserva opcionales	702

Excepción: la instalación de sistemas solares fotovoltaicos operados como fuentes de potencia interconectadas debe hacerse de conformidad con el Artículo 690.

705-10. Placa o guía. Debe instalarse una placa permanente o guía en cada equipo de acometida, y en los lugares donde se localizan todas las fuentes de producción de energía eléctrica capaces de ser conectadas, indicando todas las fuentes de energía eléctrica existentes sobre o en los predios.

Excepción: Se permite que en las instalaciones con gran número de fuentes de generación de energía, sean designadas por grupos.

705-12. Punto de conexión. Las salidas de los sistemas de producción de energía eléctrica deben ser conectadas en los medios de desconexión de acometida de los predios.

a) Las salidas pueden conectarse en otro u otros puntos, siempre que el sistema eléctrico esté calificado como un sistema eléctrico integrado e incorporado equipo de protección de acuerdo con todas las secciones aplicables del Artículo 685.

b) Las salidas pueden conectarse en otro u otros puntos de los predios, si se reúnen las condiciones siguientes:

1. El conjunto de fuentes de energía eléctrica que no son de servicio público y tienen una capacidad que excede 100 kw, o la acometida es de más de 1 000 V;
2. las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas atienden y operan el sistema; y
3. Se establezcan y mantengan resguardos de seguridad y equipos de protección.

705-14. Características de las salidas. La salida de un generador o de otra fuente de producción de energía eléctrica que opere en paralelo con un sistema de suministro de energía eléctrica, debe ser compatible con la tensión eléctrica, la forma de la onda y la frecuencia del sistema al cual esté conectado.

NOTA - El término compatible no necesariamente significa igualar la forma de la onda de la fuente primaria.

705-16. Capacidad nominal de corriente de corto circuito y de interrupción. Se debe considerar la contribución de las corrientes eléctricas de falla de todas las fuentes de energía conectadas, para el cálculo de la capacidad nominal de interrupción y de corriente de cortocircuito del equipo en sistemas interactivos.

705-20. Medios de desconexión de las fuentes. Deben proveerse medios que permitan desconectar todos los conductores no puestos a tierra de una o varias fuentes de producción de energía eléctrica de todos los otros conductores. Véase el Artículo 230.

705-21. Medios de desconexión de los equipos. Deben proveerse medios que permitan desconectar los equipos, tales como inversores o transformadores asociados con una fuente de producción de energía, de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de alimentación. Los equipos proyectados para operarse y mantenerse como parte integral de una fuente de producción de más de 1 000 V no requieren contar con este medio de desconexión.

705-22. Dispositivo de desconexión. Los medios de desconexión de los conductores no puestos a tierra debe consistir de uno o más interruptores, operación eléctrica manual o interruptores automáticos y cumplir con lo siguiente:

- 1) Situados donde puedan operarse;
- 2) Que puedan operarse desde afuera sin exponer al operador al entrar en contacto con las partes vivas, y si son de operación eléctrica, que pueda abrirse en forma manual, en caso de falla en el suministro de energía;
- 3) Que indique claramente si está en la posición de abierto o cerrado; y
- 4) Que tengan capacidades nominales no-menores a la carga conectada y a la corriente eléctrica de falla que va a ser interrumpida.

Para equipo de desconexión energizados desde ambos lados, debe proveerse una marca que indique que todos los contactos del equipo de desconexión pueden estar energizados.

NOTA 1 - En sistemas de generación en paralelo puede ocurrir que algunos equipos, estén energizados por los dos polos, como interruptores y fusibles de cuchillas. Véase 240-40.

NOTA 2 - La conexión a una fuente primaria fuera del predio, puede requerir la instalación de un medio de desconexión visible y verificable.

705-30. Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben protegerse contra sobrecorriente según el Artículo 240. La protección contra sobrecorriente del equipo debe estar de acuerdo con lo indicado en otros Artículos a que hace referencia el Artículo 240. Los conductores y el equipo conectados a más de una fuente de energía eléctrica, deben tener un número suficiente de dispositivos de protección contra sobrecorriente, ubicados de forma que proporcionen protección desde todas las fuentes.

- 1) Los generadores deben protegerse de acuerdo con lo establecido en 445-4.
- 2) Los sistemas solares fotovoltaicos deben protegerse de acuerdo al Artículo 690.
- 3) Debe proveerse dispositivo de protección contra sobrecorriente, cuando un transformador esté conectado a una fuente(s) en cada lado, de acuerdo con lo indicado en 450-3, tomando en cuenta primero un lado del transformador, como el primario, y luego del otro.

705-32. Protección por falla a tierra. Cuando se use protección falla a tierra, la salida de un sistema interactivo debe conectarse en el lado de la alimentación del dispositivo de protección por falla a tierra.

Excepción: Se permite hacer la conexión en el lado de la carga del dispositivo de protección falla a tierra, siempre que los equipos estén protegidos por falla a tierra, producida desde cualquiera de las fuentes de corriente eléctrica por falla a tierra.

705-40. Pérdida de la fuente primaria. Cuando haya pérdida de la fuente primaria, todas las fuentes de generación de energía eléctrica, debe desconectarse automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de la fuente de producción primaria y no deben volver a conectarse hasta que se reestablezca el suministro de la fuente primaria.

NOTA 1 - Si una fuente de generación de energía eléctrica interactiva puede operar aisladamente, puede producir riesgos para las personas y para los equipos asociados a la fuente primaria. Para determinar si se ha producido un corte en el sistema de suministro de la fuente primaria y si existe desconexión automática, es necesario instalar medios especiales de detección. Cuando se restablece el suministro de la fuente primaria, también pueden ser necesarios medios especiales de detección para limitar la exposición de las demás fuentes de generación a los desfases que se producen en la reconexión.

NOTA 2 - Los equipos de generación por inducción en sistemas con capacitancia significativa, pueden llegar a auto excitarse y experimentar severas sobretensiones como consecuencia de la pérdida de la fuente primaria.

705-42. Conexiones desbalanceadas. Una fuente de tres fases de producción de energía eléctrica, debe desconectarse automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de los sistemas conectados, cuando una de las fases de esa fuente se abra. Este requisito no es aplicable en una fuente de producción de energía eléctrica que provea energía para un sistema de emergencia o sistema de reserva legalmente requerido.

705-43. Generadores síncronos. Los generadores síncronos operando en un sistema paralelo, deben estar provistos del equipo necesario para establecer y mantener la condición de sincronismo.

705-50. Puesta a tierra. Las fuentes de producción de energía eléctrica conectadas, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

Excepción: Se permite que los sistemas de corriente continua conectados a través de un inversor directamente de la acometida puesto a tierra, utilicen otros métodos alternativos que proporcionen al sistema una protección equivalente, siempre que se utilicen equipos aprobados para este uso.

ARTICULO 710-EQUIPOS QUE OPERAN A TENSIONES ELECTRICAS MAYORES DE 600 V NOMINALES

A. Disposiciones generales

710-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos generales para todos los equipos que operan a una tensión eléctrica mayor que 600 V nominales.

NOTA: Para información adicional con relación a los requisitos de seguridad eléctrica para sitios de trabajo, Véase el Apéndice B2.

710-2. Definición. Para los propósitos de este Artículo, alta tensión eléctrica se define como aquella mayor que 600 V nominales.

710-3 Equipo en aceite. La instalación de equipos eléctricos, diferentes de los transformadores tratados en el Artículo 450 que contienen más de 38 L de aceite inflamable por unidad, debe cumplir los requisitos de las partes B y C del Artículo 450.

710-4. Métodos de alambrado

- a) Conductores por encima del nivel del piso.** Los conductores para instalaciones sobre el nivel del piso, deben ser instalados en tubo (conduit) metálico tipo pesado, tubo (conduit) metálico tipo semipesado, tubo (conduit) no metálico rígido, soporte tipo charola para cables, ductos con barras (electroducto), ducto con cables, y en otras canalizaciones adecuadas o en trayectorias abiertas de cable con cubierta metálica adecuada para ese uso.

En sitios accesibles únicamente a personal calificado, pueden usarse cables Tipo MT (MV) en trayectorias abiertas, conductores desnudos o barras desnudas.

- b) Conductores en instalaciones subterráneas.** Los conductores en instalaciones subterráneas deben estar identificados para la tensión eléctrica y para las condiciones en las que se instalen.

Los cables directamente enterrados deben cumplir con las disposiciones indicadas en 310-7. En vía pública no se permite el uso de cables directamente enterrados (véase los Artículos 311 (a), (b), (c), (d) y 923-3).

Los cables subterráneos pueden instalarse directamente enterrados o dentro de canalizaciones adecuadas para ese uso, y deben cumplir con las especificaciones de profundidad indicadas en la Tabla 710-4(b).

Los cables sin pantalla pueden instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, tubo (conduit) metálico tipo semipesado o en tubo (conduit) no metálico rígido embebido en concreto con espesor no menor que 76 mm.

Excepción 1: Cables Tipo MC con conductores sin pantalla, donde la cubierta metálica sea puesta a tierra en forma efectiva cumpliendo con los requisitos establecidos en 250-51.

Excepción 2: Cables con cubierta de plomo con conductores sin pantalla, donde la cubierta de plomo sea puesta a tierra en forma efectiva cumpliendo con los requisitos establecidos en 250-51.

TABLA 710-4(b). Profundidad mínima de enterrado (mm)*

Tensión eléctrica Del Circuito	Cables Directamente Enterrados**	Tubo (conduit) no metálico	Tubo (conduit) metálico
Más de 600 V a 22 kV	750	450	150
Más de 22 kV a 40 kV	900	600	150
Más de 40 kV	1100	750	150

* La profundidad mínima es la distancia en mm más corta medida desde un punto en la superficie superior de cualquier conductor directamente enterrado, cable, tubo (conduit), u otra canalización hasta la superficie exterior del piso terminado, concreto o recubrimiento similar.

** Aprobados como adecuados para enterrarse directamente sin estar embebidos. Todos los demás sistemas no-metálicos requieren una protección de 50 mm de espesor de concreto o un material

equivalente sobre el tubo (conduit), además de la profundidad indicada en la Tabla.

Excepción 1: En áreas sujetas a tráfico de vehículos, tales como casetas de cobro o áreas de estacionamientos comerciales, se debe enterrar como mínimo a una profundidad de 60 cm.

Excepción 2: La profundidad mínima para enterrar otras canalizaciones diferentes del tubo (conduit) metálico tipo pesado y semipesado, puede reducirse 15 cm, por cada 50 mm de protección de concreto o material equivalente, colocado en la trinchera sobre la instalación subterránea.

Excepción 3: Los requerimientos de profundidad mínima no se aplican a tubo (conduit) u otras canalizaciones situadas bajo un edificio o una placa exterior de concreto de un espesor no-menor que 100 mm, y que se extienda más allá de la instalación subterránea por lo menos 150 mm. Se debe poner una cinta con un letrero de advertencia u otro método adecuado sobre la instalación subterránea para avisar la existencia de ésta.

Excepción 4: Se permiten profundidades menores cuando los cables y conductores suben a las cajas de terminales o empalmes, o cuando se requiere el acceso por alguna otra razón.

Excepción 5: En pistas de aeropuertos, incluyendo áreas adyacentes en las cuales el acceso está prohibido, se permite que los cables puedan ser enterrados sin canalización ni revestimiento de concreto o material equivalente, a profundidades no-menores a 45 cm.

Excepción 6: Las canalizaciones instaladas en roca sólida pueden enterrarse a menor profundidad, siempre y cuando estén cubiertas con una capa de 50 mm de espesor de concreto, la cual debe extenderse sobre los bordes de la roca.

- 1) **Protección contra daños.** Los conductores que salen del suelo deben ser encerrados dentro de canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones instaladas en postes deben ser de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, de PVC cédula 80, u otra equivalente, y extenderse del nivel de piso especificado en la Tabla 710-4(b) hasta una altura de 2,5 m por encima del piso terminado. Los conductores que entren a un edificio deben ser protegidos por una envolvente o canalización aprobada, desde su salida del piso hasta el punto de entrada. Las envolventes metálicas deben ponerse a tierra.
- 2) **Empalmes.** Se permite que en los cables directamente enterrados se hagan empalmes o derivaciones sin emplear cajas de empalme, siempre y cuando se utilice materiales aprobados para esa aplicación. Los empalmes y derivaciones deben ser herméticos al agua y estar protegidos contra daño mecánico. Para los cables con pantalla, ésta debe ser continua a través de los empalmes o derivaciones.

Excepción: En los empalmes prefabricados de los sistemas de cables directamente enterrados de un solo conductor con separación entre fases, se permite cortar o traslapar los blindajes metálicos. En ambos casos se debe poner a tierra las dos partes del blindaje en un punto.

- 3) **Relleno.** Para rellenar la excavación después de la instalación, no deben usarse materiales que contengan residuos de pavimento, escorias, materiales grandes o con bordes cortantes u otros materiales o sustancias corrosivas que puedan dañar a las canalizaciones o a los cables o que impidan la compactación adecuada del relleno.

Para evitar daño físico a la canalización o al cable, éstos deben protegerse con material de relleno seleccionado de granulación uniforme, o con cubiertas adecuadas.

- 4) **Sellos para las canalizaciones.** Cuando una canalización entre a un edificio desde el sistema subterráneo, el extremo a la entrada del edificio debe sellarse con un compuesto adecuado para evitar la entrada de humedad o gases, o debe estar dispuesta en tal forma que evite el contacto de la humedad con las partes vivas.

- c) **Barras conductoras.** Se permiten tanto las barras de cobre como las de aluminio.

710-6. Pantalla sobre aislamiento. Los componentes metálicos y semiconductores de cables con pantalla, deben removerse en las terminales hasta una distancia que depende de la tensión eléctrica del circuito y del material del aislamiento. Deben proveerse medios para la reducción del esfuerzo eléctrico en todas las terminaciones de los cables con pantalla.

Deben ponerse a tierra los componentes metálicos de las pantallas como cintas, alambres o mallas, o combinaciones de ellos, así como sus elementos complementarios, conductores o semiconductores.

710-7. Puesta a tierra. Las instalaciones y equipo se deben poner a tierra cumpliendo las disposiciones aplicables del Artículo 250.

710-8. Protección mecánica o contra la humedad de cables con cubierta metálica. Cuando los conductores de un cable salen de la cubierta metálica y se requiere protección contra la humedad o contra daño físico, el aislamiento de los conductores debe estar protegido por un dispositivo terminal apropiado.

710-9. Protección del equipo de acometida, desconectadores en envolvente metálica y tableros de control industrial. No debe haber cerca del sistema eléctrico tubos o ductos que no pertenezcan a la instalación eléctrica, y que requieran mantenimiento periódico, y cuya falla pueda poner en peligro la operación del equipo de acometida, desconectadores en envolventes metálicas o tableros de control industrial. Deben proveerse protecciones para evitar daño producido por condensación, fugas o roturas en los tubos o ductos que no pertenecen al sistema eléctrico.

Excepción: No se consideran elementos extraños la tubería o instalaciones similares que pertenezcan al sistema de protección contra incendio del sistema eléctrico.

B. Equipo. Disposiciones específicas

710-20. Protección contra sobrecorriente. Debe proveerse protección contra sobrecorriente en cada conductor activo (de fase) por medio de alguna de las siguientes formas:

- a) **Relevadores de sobrecorriente y transformadores de corriente.** En circuitos trifásicos los interruptores de potencia utilizados para la protección contra sobrecorriente, deben tener como mínimo tres relevadores de sobrecorriente accionados por tres transformadores de corriente.

Excepción 1: En circuitos de tres fases, tres hilos, se permite que un relevadores de sobrecorriente en el circuito residual de los transformadores de corriente, reemplace a uno de los relevadores de fase.

Excepción 2: Un relevador de sobrecorriente accionado por un transformador de corriente que enlaza a todos los conductores de un circuito de tres fases, tres hilos, puede reemplazar al relevador residual y a uno de los transformadores de corriente de los conductores de fase. Cuando el neutro no está puesto a tierra en el lado de la carga del circuito (como variación de lo permitido en 250-152(b)), se permite que el transformador de corriente enlace a los tres conductores de fase y al conductor puesto a tierra del circuito.

- b) **Fusibles.** Debe conectarse un fusible en serie con cada conductor de fase.

710-21. Dispositivos de interrupción de circuitos

a) Interruptores automáticos

- 1) En las instalaciones interiores, los interruptores automáticos deben ubicarse dentro de gabinetes metálicos o en celdas resistentes al fuego. Se permite su montaje a la vista en lugares accesibles solamente a personas calificadas.
- 2) Los interruptores automáticos utilizados para el control de transformadores en aceite deben estar situados ya sea en el exterior de la bóveda del transformador o deben poder operarse desde el exterior de la bóveda.
- 3) Los interruptores automáticos en aceite deben ubicarse de forma tal que las estructuras o materiales combustibles, estén protegidos de manera apropiada.
- 4) Los interruptores automáticos deben tener el siguiente equipo y características de operación:
 - a. Un medio mecánico accesible u otro medio aprobado para el accionamiento manual, independiente de cualquier potencia de control.
 - b. Deben ser de disparo libre.
 - c. Si el interruptor automático puede abrirse o cerrarse mientras esté energizado, deben operar los interruptores independiente de la velocidad de la operación manual.
 - d. Un indicador mecánico de posición en el interruptor automático para mostrar la posición abierta o cerrada de los contactos principales.
 - e. En el caso de operación remota, un medio de indicación de la posición abierta o cerrada del interruptor automático en el(los) sitio(s) desde el(los) cual(es) pueda operarse.
 - f. Una placa de datos legible y permanente, que muestre el nombre del fabricante o marca registrada, número de identificación o código del tipo según el fabricante, capacidad de corriente eléctrica nominal, corriente de interrupción en megavoltamperes (MVA) o

amperes (A) y la capacidad nominal máxima de tensión eléctrica. Cuando se realice una modificación al interruptor automático que modifique sus características nominales de operación, debe hacerse el cambio correspondiente en la placa de datos.

- 5) La capacidad de corriente eléctrica nominal en régimen continuo del interruptor automático, no debe ser menor que la corriente eléctrica máxima que circule en forma continua a través del interruptor automático.
- 6) La capacidad nominal de interrupción de un interruptor automático, no debe ser menor que la máxima corriente eléctrica de falla que deba interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.
- 7) La capacidad nominal de cierre de un interruptor automático, no debe ser menor que la corriente eléctrica de falla máxima asimétrica, en la cual el interruptor automático pueda cerrarse.
- 8) La capacidad nominal de interrupción momentánea de un interruptor automático no debe ser menor que la corriente eléctrica de falla máxima asimétrica en el punto de su instalación.
- 9) La tensión eléctrica máxima nominal de un interruptor automático no debe ser menor que la tensión eléctrica máxima del circuito.

b) Fusibles de potencia y portafusibles

- 1) **Uso.** Cuando se empleen fusibles para proteger conductores y equipo, debe colocarse un fusible en cada conductor de fase. Se permite usar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga, si ambos fusibles tienen idéntica capacidad nominal y si están instalados en un montaje común identificado con conexiones eléctricas, que dividan la corriente eléctrica en partes iguales.

Los fusibles de potencia de tipo ventilado no deben usarse en interiores, en registros subterráneos o en envolventes metálicas, a menos que estén identificados para tales usos.

- 2) **Capacidad nominal de interrupción.** La capacidad nominal de interrupción de los fusibles de potencia no debe ser menor que la corriente eléctrica máxima de falla que debe interrumpir el fusible, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.
- 3) **Capacidad nominal de tensión eléctrica.** La capacidad de tensión eléctrica máxima de los fusibles de potencia no debe ser menor que la tensión eléctrica máxima del circuito. Los fusibles que tengan una tensión eléctrica de operación mínima recomendada no deben utilizarse en tensiones inferiores a ese valor.
- 4) **Identificación de las unidades fusibles y de sus montajes.** Las unidades fusibles y los montajes para fusibles, deben tener placas de identificación legibles y permanentes, mostrando el tipo o designación del fabricante, la capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen de operación continua, la capacidad nominal de corriente de interrupción y la capacidad nominal de tensión eléctricas máximas de operación.
- 5) **Fusibles.** Los fusibles que al abrir un circuito desprendan llamas, deben diseñarse o estar instalados de forma que su operación no represente peligro para las personas o propiedades.
- 6) **Portafusibles.** Los portafusibles deben diseñarse o instalarse de tal forma que queden desenergizados cuando se tenga que reemplazar un fusible.

Excepción: Se permite el uso de fusibles y portafusibles diseñados para permitir el reemplazo de fusibles por personas calificadas, que utilicen el equipo diseñado para ese propósito sin desenergizar el portafusible.

- 7) **Fusibles de alta tensión eléctrica.** Los equipos de interrupción en subestaciones con envolvente metálica que utilicen fusibles de alta tensión eléctrica deben estar equipados con un interruptor separador de operación múltiple o un interruptor removible con fusibles como medio para aislar los fusibles de la fuente de alimentación (tándem). El aislamiento físico de los fusibles del circuito debe proporcionarse ya sea conectando un interruptor entre la fuente y los fusibles o colocando un interruptor deslizante y una construcción de tipo fusible. El interruptor debe ser del tipo de operación bajo carga, a menos que esté mecánica o eléctricamente enclavado con un dispositivo interruptor de operación bajo carga, que permita reducir la carga a la capacidad de interrupción del interruptor.

Excepción 1: No aplica en subestaciones tipo pedestal.

Excepción 2: Se permite usar más de un interruptor como medio de desconexión para un grupo de fusibles, cuando dichos interruptores se instalan para proveer conexión a más de un grupo de conductores de alimentación. Los interruptores deben tener un dispositivo de seguridad mecánico o eléctrico que permita el acceso a los fusibles solamente cuando todos los interruptores estén abiertos. En los fusibles debe colocarse un aviso con el texto siguiente:

“PRECAUCION-LOS FUSIBLES PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS DESDE MAS DE UNA FUENTE”

c) Cortacircuitos de distribución y eslabones fusibles - Tipo expulsión

- 1) **Instalación.** Los cortacircuitos deben estar localizados de manera que puedan operarse con facilidad y seguridad para que sea posible el reemplazo de fusibles, y que la expulsión de gases de escape de los fusibles no sea peligrosa para las personas. Los cortacircuitos de distribución no deben usarse en interiores o subterráneos o en envoltentes metálicas.
- 2) **Operación.** Cuando los cortacircuitos con fusibles no son apropiados para interrumpir el circuito manualmente mientras portan la carga completa, debe instalarse un desconectador aprobado para abrir con carga. A menos que los cortacircuitos con fusible estén enlazados con el desconectador para evitar la apertura del cortacircuitos bajo carga, debe colocarse en éstos un aviso que resalte claramente y en forma legible el texto siguiente:

"CUIDADO-NO ABRIR CON CARGA"

- 3) **Capacidad nominal de interrupción.** La capacidad nominal de interrupción de los cortacircuitos de distribución, no debe ser menor que la corriente eléctrica máxima de falla que debe interrumpir el cortacircuitos, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.
- 4) **Capacidad nominal tensión eléctrica.** La capacidad nominal de tensión eléctrica máxima de los cortacircuitos no debe ser menor que la máxima tensión del circuito.
- 5) **Identificación.** Los cortacircuitos de distribución deben tener sobre su cuerpo, puerta o tubo portafusible una placa o identificación legible y permanente, indicando el tipo o designación del fabricante, la capacidad de corriente eléctrica nominal en régimen de operación continua, la capacidad nominal de tensión máxima y capacidad nominal de interrupción.
- 6) **Eslabones fusibles.** Los eslabones fusibles deben tener una identificación legible y permanente indicando el tipo y la capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen de operación continua y el tipo.
- 7) **Instalación en estructuras exteriores.** La altura de los cortacircuitos instalados en estructuras exteriores, debe ser tal que se tenga una separación segura entre las partes energizadas más bajas (posición abierta o cerrada) y las superficies verticales, donde pueda haber personas, como se establece en 110-34(e).

d) Cortacircuitos en aceite

- 1) **Capacidad nominal de corriente eléctrica de régimen continuo.** La capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen continuo de un cortacircuitos en aceite, no debe ser menor que la corriente eléctrica máxima que circule en forma continua a través del cortacircuitos.
- 2) **Capacidad nominal de interrupción.** La capacidad nominal de interrupción de los cortacircuitos en aceite, no debe ser menor que la máxima corriente eléctrica de falla que el cortacircuitos en aceite deba interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.
- 3) **Capacidad nominal tensión eléctrica.** La capacidad nominal de tensión eléctrica máxima de los cortacircuitos no debe ser menor que la tensión eléctrica máxima del circuito.
- 4) **Capacidad nominal de cierre en condiciones de falla.** Los cortacircuitos en aceite deben tener una capacidad de cierre en condiciones de falla no-menor que la máxima tensión eléctrica del circuito.
- 5) **Identificación.** Los cortacircuitos en aceite deben tener una placa de datos legible y permanente indicando la capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen de operación continua, la capacidad nominal corriente de interrupción y la tensión eléctrica máxima de operación.

- 6) **Eslabones fusibles.** Los eslabones fusibles deben tener una identificación legible y permanente indicando la capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen de operación continua.
 - 7) **Localización.** Los cortacircuitos en aceite deben estar localizados de manera que puedan operarse con facilidad y seguridad de acceso fácil y seguro para que sea posible el reemplazo de fusibles. El extremo superior del cortacircuitos no debe ser mayor que 1,5 m sobre el nivel del suelo o plataforma.
 - 8) **Envolventes.** Deben colocarse envolventes o barreras adecuadas para evitar el contacto con partes energizadas o con cables sin pantalla de los cortacircuitos en aceite.
- e) **Desconectadores de operación con carga.** Los desconectadores de operación con carga se deben usar en conjunto con fusibles o interruptores automáticos para interrumpir las corrientes eléctricas de falla. Cuando estos dispositivos se usan en forma combinada, deben estar coordinados eléctricamente, de forma que resistan con seguridad los efectos de cierres, transporte o interrupción de todas las corrientes eléctricas posibles, incluyendo la capacidad nominal de cortocircuito máxima asignada.

Cuando se instale más de un desconectador con terminales de cargas interconectadas para proporcionar conexión alterna a los circuitos alimentadores, cada desconectador debe estar provisto de un aviso de advertencia con el texto siguiente:

**"PRECAUCION-EL DESCONECTADOR PUEDE
ESTAR ENERGIZADO POR RETROALIMENTACION"**

- 1) **Capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen continuo.** La capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen continuo de los desconectadores debe ser igual o mayor que la corriente eléctrica máxima que circule en el punto de instalación.
- 2) **Capacidad nominal tensión eléctrica.** La capacidad nominal de tensión eléctrica máxima de los desconectadores debe ser igual o mayor que la tensión máxima del circuito.
- 3) **Identificación.** Los desconectadores deben tener una placa de datos legible y permanente indicando lo siguiente:
 - a. Tipo o designación del fabricante;
 - b. Capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen de operación continua;
 - c. Capacidad nominal de interrupción de corriente;
 - d. Capacidad de cierre en condiciones de falla;
 - e. Tensión eléctrica máxima de operación.
- 4) **Mecanismo de desconexión de los conductores.** El mecanismo de desconexión debe estar montado de tal forma que pueda operarse desde un lugar donde el operador no esté expuesto a partes energizadas, y debe disponerse de manera que abra simultáneamente, en una sola operación, todos los conductores de fase del circuito. Los desconectadores deben estar montados en tal forma que puedan bloquearse en la posición de abierto. Los desconectadores en envoltorio metálica deben poder accionarse desde el exterior de la envoltorio.
- 5) **Energía almacenada para apertura.** Se permite que el mecanismo de apertura de energía almacenada, quede en posición de descargado después de que el desconectador ha sido cerrado, si al accionar la palanca para abrir el desconectador, simultáneamente se carga ese mecanismo.
- 6) **Terminales de alimentación.** Las terminales de alimentación de los desconectadores con fusibles, deben estar instalados de forma que estén en la parte superior de la envoltorio del desconectador, o si las terminales están ubicadas en cualquier otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que herramientas o fusibles caigan sobre las partes energizadas.

710-22. Medios para aislar el equipo. Deben instalarse medios para aislar cada componente del equipo para su inspección o reparación. No se requiere del uso de desconectadores que separen secciones del equipo, cuando existan otras maneras de desenergizar el equipo, como es el caso de los tableros de distribución en gabinetes metálicos con partes removibles y el de los tableros o secciones deslizantes desmontables.

Los desconectores de aislamiento que no estén asociados a un dispositivo de interrupción de circuito aprobado, deben tener un aviso de advertencia con relación a la apertura, que indique que ese desconector no se debe abrir con carga.

Como desconector de aislamiento, se permite el empleo de un juego de portafusibles y un fusible, si están diseñados y aprobados para ese propósito.

710-23. Reguladores de tensión eléctrica. La secuencia adecuada de interrupción para reguladores, debe garantizarse por alguno de los medios siguientes:

- 1) Desconector en derivación de secuencia mecánica.
- 2) Enlace mecánico.
- 3) Un procedimiento de interrupción presentado en manera notoria en el lugar del desconector.

710-24 Espacio de separación. En instalaciones fabricadas en campo, la separación mínima de aire entre conductores desnudos energizados y entre estos conductores y las superficies adyacentes puestas a tierra, no deben ser menores a los valores presentados en la Tabla 710-24. Estos valores no deben aplicarse a porciones interiores o a terminales exteriores de equipo aprobado.

TABLA 710-24.- Claro mínimo a partes vivas

Tensión eléctrica nominal kV	Nivel básico de aislamiento al impulso kV		Claro mínimo a partes vivas en cm			
			Entre fases		Fase a tierra	
	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
2,4	60	95	12	18	8	15
4,16	60	95	12	18	8	15
7,2	75	95	14	18	10	15
13,8	95	110	19	31	13	18
23	125	150	27	38	19	26
34,5	150	150	32	38	24	26
	200	200	46	46	33	33
46		250		54		43
85		350		79		64
115		450		107		88
138		550		135		107
		550		135		107
		650		160		127
161		650		160		127
		750		183		148
230		750		183		148
		900		226		180
		1 050		267		211
NOTAS: 1. Los valores de esta tabla deben considerarse como valores mínimos aplicables en condiciones atmosféricas normales. 2. Para condiciones desfavorables de servicio, estos valores deben aumentarse.						

C. Equipo de interrupción de potencia en gabinetes metálicos y equipos de control industrial

710-30. Alcance. Esta Parte cubre ensambles de equipos de interrupción de potencia en gabinetes metálicos y de control industrial, que incluye entre otros, desconectores, dispositivos de interrupción y su control, equipos de medición, protección y regulación cuando son parte integral del ensamble, con conexiones asociadas y estructuras de soporte.

Esta Parte también incluye ensambles de equipo de potencia en gabinetes metálicos que forman parte de subestaciones unitarias, centros de potencia o equipo similar.

710-31 Montaje de los dispositivos en ensambles. El montaje de los dispositivos en ensambles debe ser tal, que los componentes individuales puedan realizar en forma segura su función específica, sin impedir la operación del resto de los componentes.

710-32 Protección de partes energizadas en alta tensión eléctrica dentro de un compartimiento. Cuando, además de la inspección visual, se requiera acceso a un compartimiento que contenga partes

energizadas en alta tensión eléctrica, deben proveerse barreras protectoras para evitar el contacto accidental por parte de personas, herramientas u otros equipos con las partes energizadas. Las partes energizadas expuestas sólo deben permitirse en compartimientos accesibles a personas calificadas. Los fusibles y portafusibles contruidos para permitir su reemplazo futuro sin desenergizar el portafusible, solamente se permite para uso por personas calificadas.

710-33 Protección de partes energizadas en baja tensión eléctrica dentro de compartimiento. Las partes desnudas energizadas montadas en puertas de compartimientos, deben tener guardas cuando la puerta deba abrirse para mantenimiento de equipo o reemplazo de equipo removible.

710-34 Separación para cables que entran a una envolvente. El espacio libre frente u opuesto a las terminales o a las canalizaciones o cables que entren a un equipo de interrupción o ensamble de control, debe ser adecuado para el tipo de conductor y método de conexión en las terminales.

710-35 Accesibilidad de partes energizadas

a) Las puertas que puedan permitir el acceso de personas no calificadas a partes energizadas de alta tensión eléctrica, deben cerrarse con llave.

b) El equipo de control en baja tensión eléctrica, tales como relevadores, motores y dispositivos similares, no debe instalarse en compartimientos donde existan partes energizadas expuestas en alta tensión eléctrica o alambrado en alta tensión, a menos que el medio de acceso tenga una protección pueda enclavarse, cuando el interruptor de alta tensión o los medios de desconexión, están en la posición de aislamiento físico.

Excepción: Se permite instalar instrumentos de alta tensión o transformadores de control y calefactores de ambiente, en el compartimiento de alta tensión sin restricciones de acceso, fuera de las que se aplican generalmente a compartimientos de alta tensión.

710-36 Puesta a tierra. Las estructuras con equipo de interrupción y ensambles de control deben ser puestas a tierra.

710-37 Puesta a tierra de dispositivos. Los dispositivos con cajas o estructuras metálicas, o ambos, tales como instrumentos, relevadores, medidores y transformadores para instrumentos y de control, situados dentro o sobre el equipo de distribución o control, deben tener las cajas o estructuras metálicas puestas a tierra.

710-38 Seguros para puerta y placas de cubiertas. Las puertas o cubiertas exteriores con bisagras deben estar provistas de seguros para mantenerlas en la posición abierta. Las placas de cubiertas que deban removerse para inspeccionar las partes energizadas o el alambrado, deben estar equipadas con asas para levantarlas y no deben exceder de un área de 1,11 m² o 27 kg de peso, a menos que estén abisagradas y atornilladas o cerradas con llave.

710-39 Descarga de gas de los dispositivos de interrupción. La descarga de gas durante la operación de los dispositivos de interrupción, debe ser dirigida de tal forma que no sea peligrosa para las personas.

710-40 Ventanas de inspección. Las ventanas que se usen para propósitos de inspección de los desconectadores separadores u otros dispositivos, deben ser de material transparente apropiado.

710-41 Localización de los dispositivos

a) Las palancas de los desconectadores de transferencia para instrumentos y control, o los botones pulsadores diferentes a los mencionados en (b) siguiente, deben estar localizados en un lugar accesible fácilmente, a una altura no mayor que 2 m.

Excepción: Las palancas de operación que requieran de fuerza mayor que 23 kg, no deben estar a una altura mayor que 1,70 m ya sea en la posición de abierto o cerrado.

b) Se permite colocar las palancas de operación de uso poco frecuente, como fusibles removibles, transformadores control o de potencial con fusible, y su medio de desconexión del primario, y los desconectadores de transferencia de barras conductoras, en donde puedan accionarse de manera segura y pueda realizarse el mantenimiento técnico desde una plataforma portátil.

710-42 Mecanismos de seguridad en desconectadores. Los desconectadores equipados con mecanismos de almacenamiento de energía, deben tener enclavamientos mecánicos para evitar el acceso al compartimiento de los desconectadores, a menos que el mecanismo de almacenamiento de energía esté en posición de descarga o bloqueo.

710-43 Energía almacenada para apertura. Se permitirse que el mecanismo de apertura que opera con energía almacenada, quede en posición de sin carga después de que el desconectador ha sido cerrado, si al accionar la palanca para abrir el desconectador simultáneamente se carga ese mecanismo y se abre el interruptor.

710-44 Desconectador con fusibles

a) Terminales de alimentación. Las terminales de alimentación de los desconectadores con fusibles deben estar instalados de forma que todas estén en la parte superior del desconectador o si las terminales están ubicados en otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que herramientas o fusibles caigan en las partes energizadas.

b) Retroalimentación. Cuando los fusibles puedan ser energizados por retroalimentación, debe colocarse un aviso de advertencia en la puerta de la envolvente, con el texto siguiente:

"PELIGRO-LOS FUSIBLES PUEDEN SER ENERGIZADOS POR RETRO-ALIMENTACION"

c) Mecanismo de interrupción. El mecanismo de interrupción debe estar montado en tal forma que pueda operarse desde un lugar externo a la envolvente, donde el operador no esté expuesto a partes energizadas, y debe instalarse de manera que con una sola operación abra simultáneamente todos los conductores del circuito no-conectados a tierra. Los desconectadores deben estar montados en tal forma que puedan bloquearse en la posición de abierto.

710-45 Mecanismos de seguridad en interruptores automáticos

a) Los interruptores automáticos equipados con mecanismos de almacenamiento de energía, deben estar diseñados para evitar la salida de la energía almacenada, a menos que el mecanismo haya sido totalmente cargado.

b) Deben colocarse enclavamientos mecánicos en la carcasa para impedir que el interruptor automático sea retirado completamente de la carcasa, cuando el mecanismo de almacenamiento de energía esté en la posición de totalmente cargado, a menos que se suministre un dispositivo adecuado para bloquear la función de cierre del interruptor automático antes de que sea retirado completamente.

D. Equipo móvil y portátil

710-51. Disposiciones generales

a) Alcance. Las disposiciones de esta Parte se aplican a la instalación y uso de equipo de distribución de potencia de alta tensión eléctrica y equipo de utilización portátil o móvil, o ambos, tales como subestaciones y desconectadores, montados en malacates, remolques o vehículos, palas móviles, dragas, grúas, elevadores, perforadoras, excavadoras, compresores, bombas, transportadores y similares.

b) Otros requerimientos. Los requerimientos de esta Parte son adicionales o modifican los requisitos de los Artículos 100 a 725 de esta norma. Debe prestarse especial atención al Artículo 250.

c) Protección. Deben proveerse envoltentes o guardas, o ambas, para proteger al equipo portátil y móvil contra daño físico.

d) Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión para equipo de alta tensión eléctrica móvil y portátil, de acuerdo con lo indicado en los requisitos de la Parte H del Artículo 230 y debe desconectar todos los conductores de fase.

710-52. Protección contra sobrecorriente. Los motores de corriente eléctrica alterna que impulsan generadores individuales o múltiples de c.c., que alimentan a un sistema que opera con carga cíclica, no necesitan protección contra sobrecorriente, siempre y cuando no se exceda la capacidad térmica del motor de c.a. que impulsa al grupo, bajo cualquier condición de funcionamiento.

Los dispositivos de protección del circuito derivado, deben proveer protección contra cortocircuito y de rotor bloqueado y se permite que sean externos al equipo.

710-53. Envoltentes. Todas las partes energizadas de interrupción y controles, deben estar encerradas en gabinetes o envoltentes metálicas puestas a tierra efectivamente. Estos gabinetes o envoltentes deben llevar un aviso con el texto siguiente:

"PELIGRO-ALTA TENSION ELECTRICA, MANTENGANSE ALEJADO"

y deben estar provistos de cerraduras, de modo que sólo personas calificadas puedan tener acceso. Los interruptores automáticos y equipos de protección, deben tener un medio de accionamiento externo que salga

a través del gabinete o envoltente, de forma que las unidades puedan ser operadas sin tener que abrir las puertas. Debe tenerse un acceso razonablemente seguro para la operación normal de estas unidades.

710-54. Anillos colectores. Los anillos colectores ensambladas en máquinas rotativas (palas, dragas, excavadoras, entre otros) deben tener guardas para impedir contactos accidentales con las partes energizadas, por parte de las personas que operan las máquinas.

710-55. Conexiones con cables de energía a máquinas móviles. Debe proveerse una envoltente metálica en la máquina móvil para las terminales de los cables de energía. El gabinete debe incluir medios para la conexión sólida del conductor de puesta a tierra de la terminal a la carcasa de la máquina.

Los conductores vivos deben sujetarse a aisladores o terminar con un conector aprobado para cables de alta tensión eléctrica (el cual incluya conectores para los conductores de puesta a tierra), de la capacidad de corriente nominal y tensión eléctricas adecuadas. El método de terminación del cable utilizado, debe evitar que los esfuerzos mecánicos o de tracción en el cable se transmitan a las conexiones eléctricas. La envoltente debe estar provista de cerradura, de manera que solamente personas calificadas y autorizadas pueden abrirlas, y debe tener un aviso con el texto siguiente:

"ALTA TENSION ELECTRICA, MANTENGANSE ALEJADO"

710-56. Cables portátiles de alta tensión eléctrica para alimentación principal. Los cables flexibles de alta tensión eléctrica que alimenten equipos portátiles o móviles deben cumplir con los Artículos 250 y 400, Parte C.

710-57. Puesta a tierra. El equipo móvil debe ser puesto a tierra según lo establecido en el Artículo 250.

E. Calderas de electrodos

710-70. Disposiciones generales. Las recomendaciones de esta parte deben aplicarse a calderas que operen en tensiones eléctricas mayores a 600 V nominales, en las cuales el calor es generado por la circulación de corriente eléctrica entre electrodos a través del líquido que está siendo calentado.

710-71. Sistema de suministro. Las calderas de electrodos deben alimentarse solamente de sistemas de tres fases cuatro hilos, conexión estrella con neutro puesto sólidamente a tierra, o de transformadores de aislamiento debidamente instalados para este sistema. Los circuitos de control deben conectarse a circuitos puestos a tierra que no excedan de 150 V, y los dispositivos de control deben conectarse al conductor de fase.

710-72. Requisitos para circuitos derivados

- a) **Capacidad.** Cada caldera debe alimentarse de un circuito derivado individual con capacidad no menor que el 100% de la carga total.
- b) **Dispositivo de interrupción de fallas de disparo automático.** El circuito debe estar protegido por un dispositivo trifásico de interrupción de fallas de disparo automático. Se permite que el dispositivo de interrupción vuelva a cerrar el circuito automáticamente después de haber retirado la condición de sobrecarga, pero no debe cerrar el circuito después de una condición de falla.
- c) **Protección de falla en una fase.** En cada fase del circuito debe instalarse un dispositivo individual de protección contra fallas en la fase, que consista en un transformador de corriente conectado a un relevador de sobrecorriente de fase.
- d) **Protección de falla a tierra.** Deben proveerse medios para la detección de corrientes eléctricas por el neutro y a tierra. El dispositivo de protección debe operar abriendo el circuito, si la suma de esas corrientes excede el valor de 5 A, o 7,5% del valor de la corriente eléctrica de plena carga del circuito, durante 10 s o si excede un valor instantáneo del 25% de la corriente eléctrica nominal de plena carga de la caldera.
- e) **Conductor neutro puesto a tierra.** El conductor del neutro puesto a tierra, debe cumplir con los requisitos siguientes:
 - 1) Estar conectado al tanque de presión que contiene los electrodos.
 - 2) Estar aislado para no menos de 600 V.
 - 3) Tener la capacidad de conducción de corriente no menor que la del conductor mayor del circuito derivado no puesto a tierra.
 - 4) Debe estar instalado en la misma canalización, cable o soporte tipo charola para cables, junto con los conductores no puestos a tierra o cuando esté instalado como conductor expuesto en proximidad con los conductores no puestos a tierra.

5) No debe utilizarse para ningún otro circuito.

710-73. Control para limitar la presión y temperatura. Cada caldera debe estar equipada con los medios necesarios para limitar la presión o la temperatura máximas, o ambas, ya sea por medio de la interrupción directa o indirecta del flujo de corriente eléctrica en los electrodos. Estos medios deben instalarse en adición a los de regulación de presión o temperatura, o ambos, y las válvulas de seguridad de presión, propios de la caldera.

710-74. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de la caldera y otras estructuras o equipos asociados puestos a tierra, deben tener un puente de unión con el recipiente a presión o con el conductor neutro, al cual el tanque está conectado, según lo establecido en 250-79. La capacidad de conducción de corriente del puente de unión no debe ser menor que la del conductor neutro.

ARTICULO 720-CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE OPERAN A MENOS DE 50 V

720-1. Alcance. Este Artículo se aplica a las instalaciones de corriente continua o corriente alterna que operan a menos de 50 V.

Excepción: Lo establecido en los Artículos 411, 551, 650, 669, 690, 725 y 760.

720-2. Areas peligrosas (clasificadas). Las instalaciones comprendidas en este Artículo y ubicadas en áreas peligrosas (clasificadas), deben cumplir adicionalmente con las disposiciones correspondientes de los Artículos 500 a 517.

720-4. Conductores. El tamaño nominal de los conductores no debe ser menor que 3,31 mm² (12 AWG) en cobre o equivalente. Los conductores para los circuitos derivados que alimenten más de un aparato eléctrico o receptáculos para aparatos eléctricos, no deben ser menores a 5,26 mm² (10 AWG) en cobre o equivalente.

720-5. Portalámparas. Deben utilizarse portalámparas de capacidad no menor que 660 W nominales.

720-6 Capacidad de los receptáculos. Los receptáculos deben tener una capacidad no-menor que 15 A.

720-7. Receptáculos requeridos. En las cocinas, cuartos de lavado y otros lugares donde es probable el uso de aparatos eléctricos portátiles, debe instalarse receptáculos de capacidad no menor que 20 A.

720-8. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe cumplir con lo establecido en el Artículo 240.

720-9. Baterías. Las instalaciones con baterías deben cumplir con lo especificado en el Artículo 480.

720-10. Puesta a tierra. La puesta a tierra del equipo debe cumplir con lo especificado en el Artículo 250.

720-11. Ejecución mecánica del trabajo. Los circuitos que funcionen a 50 V o menos, deben instalarse conforme a lo establecido en 110-12. Los cables deben soportarse por la estructura del edificio, de manera que no sean dañados por el uso normal del edificio.

ARTICULO 725-CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 DE CONTROL REMOTO, SEÑALIZACION Y DE POTENCIA LIMITADA

A. Disposiciones generales

725-1. Alcance. Este Artículo cubre los circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada, que no son parte integral de un dispositivo o aparato eléctrico.

NOTA - Los circuitos descritos dentro de este Artículo se caracterizan por su uso y por las limitaciones de energía eléctrica, que los diferencian de los circuitos de alumbrado y fuerza, y por consiguiente se dan requerimientos alternativos a los de los Capítulos 1 al 4 en lo que respecta a tamaños nominales mínimos de los conductores, factores de reducción de capacidad de conducción de corriente, protecciones contra sobrecorriente, requisitos de aislamiento y métodos de alambrado y materiales.

725-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo son aplicables las siguientes definiciones:

Circuitos Clase 1. Es la parte del sistema de alambrado entre el dispositivo de sobrecorriente del lado de la carga o de una fuente de potencia limitada y el equipo conectado. Las limitaciones de tensión eléctrica y de energía están de acuerdo con lo indicado en 725-11.

Circuitos Clase 2. Es la parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de potencia Clase 2 y el equipo conectado. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito Clase 2 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego y provee una protección aceptable contra choque eléctrico.

Circuitos Clase 3. Es la parte de un sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de potencia Clase 3 y el equipo conectado. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito Clase 3 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego. En estos circuitos se permiten mayores niveles de tensión eléctrica y de potencia que en los Clase 2, debe tener medidas adicionales de seguridad que brinden protección contra el riesgo de choque eléctrico que se pudiera encontrar.

725-3. Ubicación y referencia a otros Artículos. Los circuitos y el equipo deben cumplir con los siguientes requisitos (a) hasta (e). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este Artículo deben aplicarse en los circuitos de clase 1, clase 2 y clase 3.

- a) Propagación del fuego y de los productos de la combustión. Véase 300-21.
- b) Ductos, cámaras de aire y otros espacios para el manejo de aire. Cuando se instalan en ductos, cámaras de aire u otros espacios para manejo de aire ambiental, véase 300-22.

Excepción a (b): Lo que se permite en 725-61(a).

- c) **Áreas peligrosas (clasificadas).** Cuando se instalen en áreas peligrosas (clasificadas), véanse los Artículos 500 al 516 y el Artículo 517, parte D.
- d) **Soporte tipo charola para cables.** Cuando se instalen en soporte tipo charola para cables, véase el Artículo 318.
- e) **Circuitos para control de motores.** Cuando se conecten en el lado de la carga de los dispositivos de protección de circuitos derivados de motores, como se especifica en 430-72(a).

725-5. Acceso a equipo eléctrico por detrás de los tableros diseñados para permitir el acceso. El acceso a equipo no debe obstruirse por la acumulación de alambres y cables que impidan quitar los tableros, incluyendo tableros suspendidos del techo.

725-6. Puesta a tierra de los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Los circuitos y equipos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 deben estar puestos a tierra según lo que establece el Artículo 250.

725-7. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables deben soportarse sobre la estructura de la edificación, de modo que el cable no se dañe durante el uso normal de ésta.

NOTA: Para información adicional sobre cómo determinar la práctica industrial aceptada, consultar el Apéndice B2.

725-8. Equipo de control para seguridad

(a) Circuitos de control remoto. Los circuitos de control remoto de los equipos de control para seguridad deben clasificarse como de Clase 1, si cuando el equipo deja de funcionar se puede producir un riesgo directo de incendio o de muerte. No se consideran equipos de control para seguridad los termostatos para cuartos, los reguladores de la temperatura del agua y otros controles similares utilizados junto con los equipos electrodomésticos de calefacción y aire acondicionado.

(b) Protección física. Cuando una avería en el circuito de control remoto de un equipo de control para seguridad pueda producir un riesgo como los descritos en 725-8(a), todos los conductores de dichos circuitos deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, tubo (conduit) metálico semipesado, tubo (conduit) rígido no metálico, tubería eléctrica metálica, cable de Tipo MI, Tipo MC u otro tipo debidamente protegido contra los daños físicos.

725-15. Requisitos de los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Un circuito de control remoto, de señalización o de potencia limitada debe cumplir las siguientes partes de este Artículo:

1) Circuitos Clase 1. Las Partes A y B.

2) Circuitos Clase 2 y Clase 3. Las Partes A y C.

B. Circuitos Clase 1

725-21. Clasificación de los circuitos Clase 1 y requisitos de las fuentes de alimentación. Los circuitos Clase 1 deben clasificarse en circuitos de potencia limitada de Clase 1, cuando cumplen las limitaciones de potencia del siguiente (a), o en circuitos de control remoto y señalización de Clase 1, cuando se usen para control remoto o señalización y cumplan las limitaciones de potencia del siguiente (b).

(a) Circuitos de potencia limitada de Clase 1. Estos circuitos deben estar alimentados por una fuente con salida nominal no mayor que 30 V y 1 000 VA.

(1) Transformadores de Clase 1. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de potencia limitada de Clase 1 deben cumplir lo establecido en el Artículo 450.

(2) Otras fuentes de alimentación de Clase 1. Las fuentes de alimentación distintas de los transformadores deben estar protegidas por dispositivos contra sobrecorriente de capacidad nominal inferior al 167% de los volt-amperes (VA) nominales de la fuente divididos por su tensión nominal. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con otros de mayor capacidad nominal. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

Para cumplir con la limitación de 1 000 VA establecida en el Artículo 725-21(a), la salida máxima ($VA_{m\acute{a}x}$) de las fuentes de alimentación que no sean transformadores se debe limitar a 2 500 VA y el producto de la corriente máxima $I_{m\acute{a}x}$ por la tensión máxima $V_{m\acute{a}x}$ no debe superar los 10 000 VA. Estos valores nominales se deben determinar con cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente anulado por su conexión en derivación (cortocircuitado, puenteado).

$VA_{m\acute{a}x}$ es la salida máxima en voltamperes después de un minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente cortocircuitado si se usa. Para determinar los $VA_{m\acute{a}x}$ no debe cortocircuitarse la impedancia de limitación de corriente.

$I_{m\acute{a}x}$ es la corriente máxima de salida con cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente cortocircuitado (si está instalado). Al determinar la $I_{m\acute{a}x}$ no se debe cortocircuitar la impedancia de limitación de corriente. Cuando se utilice una impedancia de limitación de corriente, para esa aplicación o que forme parte de un producto aprobado, en combinación con una fuente de almacenamiento de energía, por ejemplo una batería, para limitar la corriente de salida, deben aplicarse los límites de $I_{m\acute{a}x}$ después de 5 s.

$V_{m\acute{a}x}$ es la tensión de salida máxima independientemente de la carga, cuando se aplica la entrada nominal.

(b) Circuitos de control remoto y señalización de Clase 1. Estos circuitos no deben exceder los 600 V. Puede limitarse la potencia de salida de la fuente de alimentación.

725-23. Protección contra sobrecorriente de los circuitos Clase 1. La protección contra sobrecorriente para conductores 2,08 mm² (14 AWG) y mayores se debe establecer de acuerdo con la capacidad de corriente de dichos conductores sin aplicar los factores de corrección de 310-15 a la capacidad de corriente calculada. La protección contra sobrecorriente no debe ser mayor que 7 A para los conductores 0,824 mm² (18 AWG) ni de 10 A para los 1,31 mm² (16 AWG).

Excepción: Cuando otros Artículos de esta norma exijan o permitan otro tipo de protección contra sobrecorriente.

NOTA 1: Por ejemplo, véase 430-72 para motores, 610-53 para grúas y polipastos eléctricos y 517-74(b) y 660-9 para equipos de rayos x.

725-24. Ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de un circuito Clase 1. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados en el punto donde el conductor por proteger es alimentado.

Excepción 1: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del conductor de mayor tamaño o designación nominal protege también al más pequeño.

Excepción 2: Conductores secundarios del transformador. Se permite proteger contra la sobrecorriente, por el dispositivo de protección en el lado del primario (alimentación) del transformador, los conductores de circuito clase 1 alimentados por el secundario de un transformador monofásico que tiene sólo un secundario de dos fases (tensión única); siempre que dicha protección cumpla lo establecido en 450-3 y no exceda el valor determinado al multiplicar la capacidad de corriente del conductor secundario por la relación de tensión del secundario al primario del transformador. Los conductores secundarios del transformador diferentes a los de dos fases no se consideran protegidos por la protección contra sobrecorriente del primario.

Excepción 3: Conductores de salida de una fuente de alimentación electrónica. Se permite proteger los conductores de un circuito clase 1 alimentados por la salida de una fuente de alimentación electrónica certificada monofásica diferente a la de un transformador, que tenga sólo una salida de dos fases (de un sola tensión) para conectarse con circuitos de Clase 1, mediante protección contra la sobrecorriente proporcionada en el lado de entrada de la fuente de alimentación electrónica, siempre que esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar la capacidad de corriente del conductor de circuito Clase 1 por la relación de la tensión de salida a la tensión de entrada. Las salidas de fuente de alimentación electrónica, diferentes a las

dos fases (de tensión única), conectadas a circuitos Clase 1 no deben considerarse protegidas contra la sobrecorriente por la protección en la entrada de la fuente de alimentación electrónica.

NOTA: Un ejemplo de fuente de alimentación de Clase 1 que cumpla con los requisitos de 725-23 es una fuente de alimentación electrónica monofásica cuya salida alimente un circuito de dos fases (de tensión única).

Excepción 4: Los conductores de 2,08 mm² (14 AWG) y mayores de circuitos clase 1, que se derivan desde el lado de carga del dispositivo o dispositivos de protección contra la sobrecorriente de un circuito controlado de iluminación y fuerza requieren sólo protección de cortocircuito y falla a tierra y se permite protegerlos mediante dispositivos de protección contra la sobrecorriente del circuito derivado cuando la capacidad nominal de tales dispositivos sea máximo del 300% de la capacidad de conducción de corriente del conductor del circuito de clase 1.

725-25. Métodos de alambrado para circuitos Clase 1. La instalación de los circuitos Clase 1 debe cumplir los correspondientes Artículos del Capítulo 3.

Excepción 1: Lo que se establece en las Secciones 725-26 a 725-28.

Excepción 2: Cuando otros Artículos de esta norma exijan o permitan otros métodos.

725-26. Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, envoltorio o canalización.

(a) Dos o más circuitos Clase 1. Se permite que los circuitos Clase 1 ocupen el mismo cable, envoltorio o canalización, independientemente si son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos los conductores estén aislados para la máxima tensión de cualquier conductor que haya en el cable, envoltorio o canalización.

(b) Circuitos Clase 1 con circuitos de suministro de fuerza. Sólo se permite que los circuitos Clase 1 ocupen el mismo cable, envoltorio o canalización con los circuitos de suministro de fuerza cuando los equipos a los que estén conectados estén funcionalmente asociados.

Excepción 1: Cuando estén instalados en centros de control prefabricados o ensamblados en sitio.

Excepción 2: Los conductores subterráneos en un registro de inspección, siempre que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(a) Que los conductores del circuito de suministro de fuerza o del circuito Clase 1 estén en un cable con recubrimiento metálico o de Tipo UF.

(b) Que, además del aislante del alambre, los conductores del circuito Clase 1 estén separados permanentemente de los de suministro de fuerza por un material continuo no conductor bien sujeto, por ejemplo tubería flexible.

(c) Que los conductores estén permanente y eficazmente separados de los de suministro de fuerza y bien sujetos a soportes, aisladores u otros medios aprobados.

725-27. Conductores de los circuitos Clase 1.

(a) tamaño y designación nominal y uso. Se permite usar conductores de un tamaño 0,824 mm² (18 AWG) y 1,31 mm² (16 AWG) siempre que las cargas alimentadas no superen las capacidades de corriente dadas en 402-5, y además estén instalados en una canalización o tubería o un cable aprobado. Los conductores de tamaño o designación nominal mayor que 1,31 mm² (16 AWG) no deben alimentar cargas mayores que las capacidades de corriente dadas en 310-15. Los cordones flexibles deben cumplir lo dispuesto en el Artículo 400.

(b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser para 600 V. Los conductores de un tamaño o designación nominal mayor que 1,31 mm² (16 AWG) deben cumplir lo establecido en el Artículo 310. Los conductores con un tamaño de 0,824 mm² (18 AWG) y 1,31 mm² (16 AWG) deben ser de Tipo, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFFN, TFN. Se permite utilizar conductores de otros tipos o de otros espesores de aislamiento, siempre que estén aprobados para usarlos en circuitos Clase 1.

725-28. Número de conductores en los soportes tipo charola para cables y en las canalizaciones. Factores de corrección.

(a) Conductores de circuitos Clase 1. Cuando en una canalización sólo haya conductores de circuitos Clase 1, el número de conductores debe determinarse de acuerdo con 300-17. Sólo deben aplicarse los

factores de corrección de 310-15(g)(1) si dichos conductores transportan continuamente cargas mayores al 10 % de la capacidad de corriente de cada conductor.

(b) Conductores para suministro de fuerza y circuitos Clase 1. Cuando, según lo permitido en 725- 26, en una canalización haya conductores de circuitos Clase 1 y para suministro de fuerza, el número de conductores debe determinarse de acuerdo con 300-17. Los factores de corrección de 310-15(g)(1) deben aplicarse del siguiente modo:

(1) A todos los conductores, cuando los conductores del circuito Clase 1 transporten continuamente cargas mayores al 10% de la capacidad de conducción de corriente de cada conductor y el número total de conductores sea más de tres.

(2) Sólo a los conductores para suministro de fuerza, cuando los conductores del circuito Clase 1 no transporten continuamente cargas mayores al 10% de la capacidad de conducción de corriente de cada conductor y el número total de conductores para suministro de fuerza sea de más de tres.

(c) Conductores de circuitos Clase 1 en soportes tipo charola para cables. Cuando haya instalados conductores de circuitos Clase 1 en soportes tipo charola para cables, deben cumplir lo establecido en 318-9 a 318-11.

725-29. Circuitos que se extienden más allá de un edificio. Si los circuitos Clase 1 salen en forma aérea más allá de un edificio, también deben cumplir los requisitos del Artículo 225.

C. Circuitos Clase 2 y Clase 3

725-41. Fuentes de alimentación para circuitos Clase 2 y Clase 3.

(a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación para un circuito Clase 2 o Clase 3 debe ser como se especifica en (1), (2), (3) o (4) siguientes:

NOTA 1: En la Figura 725-41 se indican las relaciones entre las fuentes de alimentación Clase 2 o Clase 3, su alimentación y los circuitos Clase 2 o Clase 3.

NOTA 2: En las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 10 se establecen los requisitos de las fuentes de alimentación aprobadas para Clase 2 y Clase 3.

1) Un transformador aprobado para Clase 2 o Clase 3.

2) Una fuente de alimentación aprobada para Clase 2 o Clase 3.

3) Otro equipo aprobado y marcado para identificar la fuente de alimentación de Clase 2 o Clase 3.

NOTA: Ejemplos de otros equipos son:

1. una placa aprobada (circuito impreso) para usar como fuente de alimentación para circuitos Clase 2 o Clase 3 si forma parte de un conjunto aprobado;

2. una impedancia de limitación de corriente si es para ese propósito o forma parte de un conjunto aprobado, utilizada junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía, como una batería, para limitar la corriente de salida;

3. un termopar.

Excepción: Es opcional que los termopares estén aprobados como fuente de alimentación para circuitos Clase 2.

4) Los equipos aprobados de procesamiento de datos (computadoras) de potencia limitada.

NOTA: Para información adicional sobre como determinar los requisitos aplicables a los equipos de procesamiento de datos (computador), véase Apéndice B2.

Estos circuitos son normalmente los que se usan para conectar equipos de procesamiento de datos con el propósito de intercambiar información (datos).

5) Una batería seca debe considerarse una fuente de alimentación de Clase 2 intrínsecamente limitada, siempre que tenga 30 V o menos y que su capacidad sea igual o menor que la disponible de celdas No. 6 de zinc y carbón conectadas en serie.

(b) Conexión de fuentes de alimentación. No deben conectarse en paralelo ni de ningún otro modo las salidas de las fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3, a menos que estén aprobadas para ello.

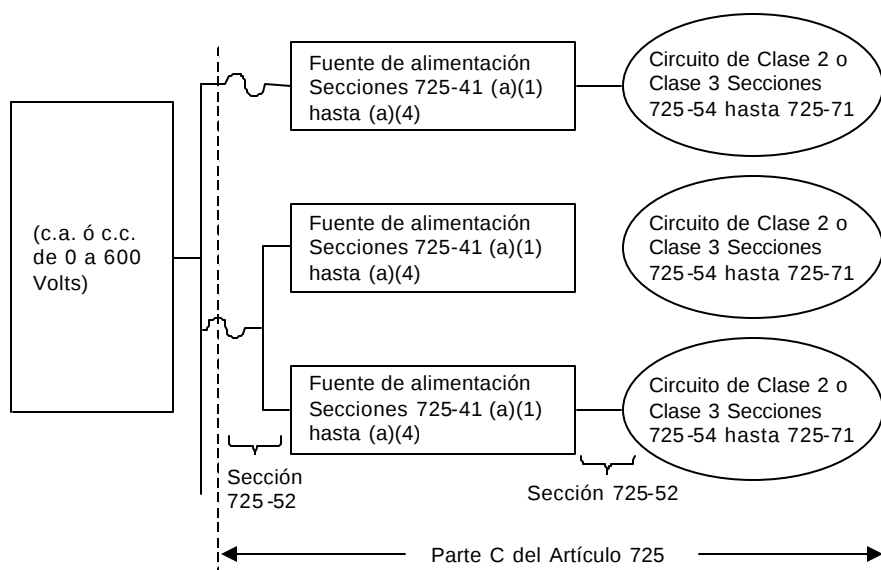


FIGURA 725-41.- Circuitos Clase 2 y Clase 3

725-51. Métodos de alambrado en el lado de la alimentación de las fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3. Los conductores y equipos que estén en el lado de la alimentación de las fuentes de alimentación deben instalarse de acuerdo con los requisitos apropiados de los Capítulos 1 a 4. Los transformadores u otros dispositivos que se alimenten desde circuitos de alumbrado o fuerza deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente de máximo 20 A nominales.

Excepción: Se permite que los terminales de entrada de un transformador u otra fuente de alimentación que den suministro a un circuito Clase 2 o Clase 3, sean de tamaño o designación menor que 2,08 mm² (14 AWG) pero no menor que 0,824 mm² (18 AWG) si no tienen más de 305 mm de longitud y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en 725-27(b).

725-52. Materiales y métodos de alambrado en el lado de la carga de la fuente de alimentación de Clase 2 o Clase 3. Los conductores en el lado de la carga de la fuente de alimentación deben estar aislados como mínimo según lo que exige en 725-71 y deben instalarse de acuerdo con lo establecido en 725-54 y 725-61.

725-54 Instalación de los conductores y equipos

(a) Separación entre los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

(1) En cables, compartimientos, soportes tipo charola para conductores, envoltentes, registro de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones. Los cables y conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3 no deben ubicarse en cables, compartimientos, soportes tipo charola para conductores, envoltentes, registro de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos ni canalizaciones o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, estén separados de los de los circuitos Clase 2 o Clase 3 por una barrera. En las envoltentes se permite instalar los conductores de los circuitos Clase 2 o Clase 3 en una canalización dentro de dichas envoltentes que los separe de los de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 2: Los conductores en compartimientos, envoltentes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares en los que los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y cables de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media, se introduzcan únicamente para conectarse a los equipos conectados a circuitos Clase 2 o Clase 3 a los cuales se conectan los otros conductores, y:

(a) Los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y cables de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media se instalen de modo que queden como mínimo a 6,35 mm de distancia de los cables y conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3; o

(b) Los conductores del circuito operen a 150 V o menos a tierra y además cumplan con uno de los siguientes requisitos:

(1) Que los circuitos Clase 2 o Clase 3 se instalen con cables de Tipo CL3, CL3R o CL3P o cables sustitutos permitidos, siempre que los conductores de los cables del circuito Clase 3 que se extiendan más allá de la cubierta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6,35 mm o por una manga o barrera no conductora, o

(2) Que los conductores de los circuitos Clase 2 o Clase 3 se instalen como un circuito Clase 1, de acuerdo con g725-21.

Excepción 3: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada y cables de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media entren en compartimentos, envoltentes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, solamente para conectarse con los equipos conectados a circuitos Clase 2 o Clase 3 a los cuales se conecten los otros conductores en la envoltente. Si los conductores deben entrar en una envoltente con una sola abertura, se permite que lo hagan a través de un accesorio sencillo (tal como una "T") siempre que estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y bien sujeto, como una tubería flexible.

Excepción 4: Los conductores subterráneos en un registro de inspección, cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:

(a) Los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media, estén dentro de un cable con recubrimiento metálico o un cable de Tipo UF.

(b) Los conductores estén permanente y eficazmente separados de los conductores de otros circuitos mediante una barrera no conductora continua y bien sujeta, tal como tubería flexible, adicional al aislamiento o recubrimiento del alambre.

(c) Los conductores estén permanente y eficazmente separados de los conductores de otros circuitos y bien sujetos a soportes, aisladores u otros apoyos aprobados.

Excepción 5: Según se permite en 780-6(a) y si se instalan de acuerdo con lo que establece el Artículo 780.

Excepción 6: En soportes tipo charola, donde los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, y de alarma contra incendios de potencia no limitada estén separados mediante una barrera fija sólida de un material compatible con el soportes tipo charola para conductores o donde se instalen circuitos de Clase 2 y Clase 3 en cable Tipo MC.

(2) **En los cubos de los ascensores.** En los cubos de los ascensores, los conductores de los circuitos Clase 2 o Clase 3 deben instalarse en tubo metálico (conduit) tipo pesado, tubo (conduit) rígido no metálico, tubo (conduit) metálico tipo semipesado o tuberías eléctricas metálicas.

Excepción: Lo que se establece en 620-21 para ascensores y equipos similares.

(3) **Otras aplicaciones.** Los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 deben separarse como mínimo a 50 mm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando: (1) todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media; o (2) todos los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 estén instalados en una canalización o cables con armadura metálica, cable armado, cables con armadura no metálica o cable de Tipo UF.

Excepción 2: Cuando todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media estén separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 por una barrera continua, no conductora y bien sujeta, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, adicional al aislamiento de los conductores.

(b) Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, envoltente o canalización

(1) Dos o más circuitos Clase 2. Se permite instalar los conductores de dos o más circuitos Clase 2 en el mismo cable, envoltente o canalización.

(2) Dos o más circuitos Clase 3. Se permite instalar los conductores de dos o más circuitos Clase 3 en el mismo cable, envoltente o canalización.

(3) Circuitos Clase 2 con circuitos Clase 3. Se permite instalar los conductores de uno o más circuitos Clase 2 en el mismo cable, envoltente o canalización con conductores de circuitos Clase 3 siempre que el aislamiento de los conductores de los circuitos Clase 2 que haya en el cable, envoltente o canalización sea como mínimo el exigido para los conductores de los circuitos Clase 3.

(4) Conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3 con circuitos de comunicaciones. Se permite instalar conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable, con circuitos de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos Clase 2 y Clase 3 deben clasificarse como circuitos de comunicaciones y cumplir los requisitos del Artículo 800. Los cables deben estar aprobados como cables de comunicaciones o multipropósito.

Excepción: No se exige que los cables contruidos con base en conductores individuales aprobados de Clase 2 y Clase 3 y de comunicaciones, instalados dentro de la misma cubierta estén clasificados como cables de comunicaciones. La clasificación de resistencia al fuego para estos cables compuestos debe determinarse por su desempeño.

(5) Cables de Clase 2 o Clase 3 con cables de otros circuitos. Se permite que en la misma tubería o canalización haya cables cubiertos de circuitos Clase 2 o Clase 3 con cables también cubiertos de cualquiera de los siguientes circuitos:

(a) Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan lo establecido en el Artículo 760;

(b) Cables de fibra óptica, conductores o no conductores, que cumplan lo establecido en el Artículo 770;

(c) Circuitos de comunicaciones que cumplan lo establecido en el Artículo 800;

(d) Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión que cumplan lo establecido en el Artículo 820;

(e) Cables de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia baja, de conformidad con el Artículo 830.

(c) Conductores de circuitos que se extiendan más allá de un edificio. Cuando los conductores de circuitos Clase 2 o Clase 3 se extiendan más allá de un edificio y vayan tendidos de modo que puedan entrar en contacto accidental con conductores de circuitos de alumbrado o fuerza, que funcionen a más de 300 V a tierra o estén expuestos a los rayos por los circuitos que haya entre los edificios de un mismo predio, también deben cumplirse los requisitos siguientes:

(1) Los establecidos en 800-10, 800-12, 800-13, 800-30, 800-31, 800-32, 800-33 y 880-40, cuando los conductores no sean coaxiales.

(2) Los establecidos en 820-10, 820-33 y 820-40 para conductores coaxiales.

(d) Apoyos de los conductores. Los conductores de circuitos Clase 2 o Clase 3 no deben ajustarse con abrazaderas, cinta o cualquier medio al exterior de cualquier tubo (conduit) u otra canalización como medios de apoyo. Excepción: Lo que permite la Sección 300-11(b)(2).

725-61. Aplicaciones de los cables certificados de Clase 2, Clase 3 y PLTC. Los cables de Clase 2, Clase 3 y PLTC deben cumplir los siguientes requisitos (a) hasta (g):

(a) Cámaras plena (de aire). Los cables instalados en cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios utilizados para ventilación (aire ambiental) deben ser de tipo CL2P o CL3P.

Excepción: Los cables y alambres aprobados e instalados que cumplen lo establecido en 300- 22.

(b) secciones verticales. Los cables instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso o los instalados en secciones verticales de un pozo deben ser de tipo CL2R o CL3R. Cuando se requiera que los cables que pasen a través del piso sean de tipo CL2R o CL3R, sólo deben usarse cables para uso en secciones verticales o cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Se permite utilizar otros cables de acuerdo con la Tabla 725-61 y otros métodos de alambrado de acuerdo con el Capítulo 3, si están instalados en canalizaciones metálicas o ubicados en cubos protegidos contra incendios con cortafuegos en cada piso.

Excepción 2: En viviendas unifamiliares y bifamiliares se permite utilizar cables de Tipo CL2, CL3, CL2X y CL3X. NLM: Para los requisitos de cortafuegos para penetraciones en el piso, véase el Artículo 300-21.

(c) Soportes tipo charola para conductores. Los cables instalados en soportes tipo charola para conductores en exteriores deben ser de tipo PLTC. Los cables instalados en soportes tipo charola para conductores, en interiores deben ser de tipo PLTC, CL3P, CL3R, CL3, CL2P, CL2R y CL2. NLM: Para los cables permitidos en soportes tipo charola para conductores, véase 800-52(d).

(d) Áreas peligrosas (clasificadas). Los cables instalados en áreas peligrosas (clasificadas) deben ser de Tipo PLTC. Cuando, según en 501-4(b), 502-4(b) y 504-20, se permita utilizar cables de Tipo PLTC, los cables deben instalarse en soportes tipo charola para conductores, en canalizaciones, sujetos por cables mensajeros o de cualquier otra forma apoyados adecuadamente, y protegidos mecánicamente por ángulos, columnas, canales u otros medios mecánicos; o enterrados directamente, si están aprobados para este uso.

Excepción 1: En los circuitos Clase 2, según se permite en 501-4(b) Excepción.

Excepción 2: En los circuitos de termopares de Clase 2 se permite que los conductores de los cables PLTC utilizados sean del mismo material que se utilice para el alambre de extensión de los termopares.

Excepción 3: En establecimientos industriales donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas realizan mantenimiento a la instalación, y donde el cable no esté sujeto a daño físico, se permite el empleo de cable tipo PLTC, que cumpla con los requisitos de compresión e impacto del cable tipo MC y esté identificado para dicho uso, como alambrado a la vista entre la soportes tipo charola para conductores y el equipo de utilización en longitudes máximas de 16 m, donde el cable esté apoyado y protegido contra daño físico mediante dispositivos mecánicos tales como columnas especiales, ángulos o canales. Debe apoyarse el cable y asegurarlo en intervalos que no superen los 2,0 m.

(e) Otro alambrado dentro de los edificios. Los cables instalados dentro de los edificios en lugares distintos a los tratados en los anteriores apartados (a) hasta (d) deben ser de Tipo CL2 o CL3.

Excepción 1: Los cables de Tipo CL2X o CL3X cuando se instalen en una canalización o con alguno de los métodos de alambrado de los que trata el Capítulo 3.

Excepción 2: En espacios no resguardados, cuando la longitud del tramo de cable expuesto no pase de 3,05 m.

Excepción 3: Los cables de Clase 2 Tipo CL2X de diámetro menor que 6,4 mm y los de Clase 3 Tipo CL3X aprobados, de diámetro menor que 6,4 mm instalados en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

Excepción 4: Los cables aprobados de Clase 2 Tipo CL2X de diámetro menor que 6,4 mm y los aprobados de Clase 3 Tipo CL3X de diámetro menor que 6,4 mm instalados en espacios no resguardados de viviendas multifamiliares.

Excepción 5: Los alambres y cables de comunicaciones de Tipo CMUC instalados bajo alfombras.

(f) Conjuntos de conexión cruzada. Se deben utilizar conductores o cables de Tipo CL2 o CL3.

(g) Usos y sustituciones permitidas de los cables de Clase 2 y Clase 3. Los usos y sustituciones de los cables de Clase 2 y Clase 3 indicados en la Tabla 725-61, deben considerarse adecuados para ese propósito y deben permitirse.

NOTA: Para más información sobre los cables de Tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX, véase 800-50.

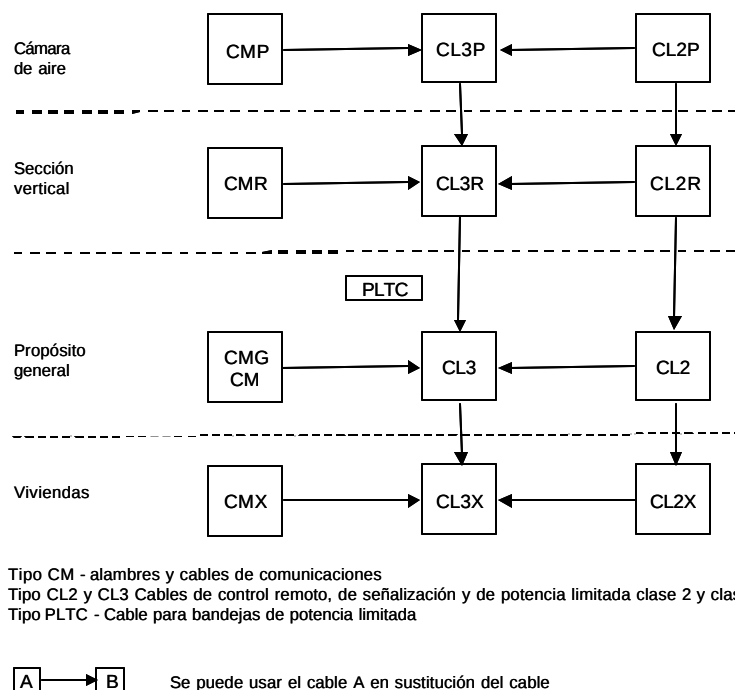


FIGURA 725-61.- Jerarquía de sustitución de los cables

725-71. Aprobado y marcado de los cables de Clase 2, Clase 3 y Tipo PLTC. Los cables de Clase 2, Clase 3 y Tipo PLTC, que se instalen dentro de edificaciones deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego según los demás requisitos de los apartados (a) hasta (g) siguientes y estar marcados según el apartado (h):

(a) Tipos CL2P y CL3P. Los cables de Tipo CL2P y CL3P para cámaras plenas (de aire), deben estar aprobados para uso en cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios de circulación de aire ambiental; además, deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

TABLA 725-61.- Aplicaciones y sustituciones de los cables permitidos

Tipo de Cable	Uso	Referencias	Sustituciones permitidas
CL3P	Cable de Clase 3 para cámaras de distribución de aire	725-61(a)	CMP
CL2P	Cable de Clase 2 para cámaras de distribución de aire	725-61(a)	CMP, CL3P
CL3R	Cable de Clase 3 para secciones verticales	725-61(b)	CMP, CL3P, CMR
CL2R	Cable de Clase 2 para secciones verticales	725-61(b)	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R
PLTC	Cable de potencia limitada para bandejas portacables	725-61(c) y (d)	
CL3	Cable de Clase 3	725-61(b)(e) y (f)	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC
CL2	Cable de Clase 2	725-61(b)(e) y (f)	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3
CL3X	Cable de Clase 3 de uso limitado	725-61(b) y (e)	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC, CL3, CMX
CL2X	Cable de Clase 2 de uso limitado	725-61(b) y (e)	CMP, CL3, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3, CL2, CMX, CL3X

NOTA: Un método para definir la baja producción de humo de un cable consiste en establecer un valor aceptable del humo producido al realizar la prueba, a una densidad óptica de pico máximo de 0,5 y una densidad óptica promedio máxima de 0,15. En forma similar, un método para definir la resistencia a la flama de los cables consiste en establecer la distancia permisible de viaje de la flama de 1,50 m al ser evaluado de acuerdo con la misma prueba. Véase apéndice B1.

(b) Tipos CL2R y CL3R. Los cables para secciones verticales, Tipo CL2R y CL3R, deben estar aprobados para instalarlos en tramos verticales dentro de cubos o de piso a piso, además, deben estar aprobados como poseedores de características de resistencia al fuego para que no transmitan las llamas de un piso a otro.

NOTA: Un método para determinar si las características de resistencia a la flama puedan evitar el transporte de la flama de un piso a otro es someterlo al método de prueba para la determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical. Ver Apéndice B1.

(c) Tipos CL2 y CL3. Los cables de Tipo CL2 y CL3 deben estar aprobados como adecuados para uso general excepto en secciones verticales, cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios utilizados para circulación de aire ambiental; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación de la flama es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior del soporte tipo charola para conductores en la prueba de flama vertical para el soporte tipo charola, véase Apéndice B1. Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no superior a 1,5 m cuando se le somete la prueba de flama vertical, véase Apéndice B1.

(d) Tipos CL2X y CL3X. Los cables de uso limitado de Tipo CL2X y CL3X deben estar aprobados para uso en viviendas y canalizaciones, y además estar aprobados como retardantes de las flamas.

NOTA: Un método para establecer si un conductor es resistente a la propagación de la flama, consiste en someterlo a la prueba de flama para cables verticales VW-1, véase apéndice B1.

(e) Tipo PLTC. Los cables de potencia limitada con armadura no metálico para soportes tipo charola, Tipo PLTC (soportes tipo charola para conductores de potencia limitada), deben ser aprobados para usarlos en soportes tipo charola para conductores y deben consistir en un conjunto montado de dos o más conductores aislados en una armadura no metálica, y marcados según establecen en 310-11 y la Tabla 725-71. Los conductores aislados deben ser de 0,325 mm² (22 AWG) al 3,31 mm² (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre (sólido o trenzado) y el aislamiento sobre los conductores debe ser adecuado para 300 V. El núcleo del cable debe ser alguno de los siguientes:

(1) dos o más conductores paralelos;

(2) uno o más grupos de conductores trenzados o paralelos; o

(3) una combinación de ambos. Se permite aplicar sobre el núcleo del cable, sobre grupos de conductores o sobre ambos, una cubierta metálica o una armadura de hoja metalizada con cable o cables de drenaje (fuga). El cable debe estar aprobado como resistente a la propagación del fuego. El material de la cubierta exterior debe ser de material no metálico y resistente a la humedad y a la luz del sol.

Excepción 1: No se exige que haya una cubierta exterior no metálica cuando se aplique sobre la armadura no metálica una cubierta metálica lisa, un armadura metálica soldada y corrugada o una armadura de cinta traslapada. En los cables con armadura metálica sin cubierta exterior no metálica, la información requerida en 310- 11 debe ubicarse en la cubierta no metálica bajo la cubierta.

Excepción 2: En los circuitos de termopares de Clase 2 se permite que los conductores de los cables PLTC utilizados sean de cualquiera de los materiales que se utilicen para el alambre de extensión de los termopares.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego hasta la parte superior del soporte tipo charola para conductores en la prueba de flama para soportes tipo charola para conductores verticales, véase Apéndice B1. Otro método para definir la resistencia a la propagación del fuego consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada no es mayor que 1,5 m cuando se le somete al ensayo de flama vertical para cables en soportes tipo charola para conductores, véase apéndice B1.

(f) Tensión nominal de los cables de Clase 3. Los cables de Clase 3 deben tener una tensión nominal no menor que 300 V.

(g) Conductores sencillos de Clase 3. Los conductores sencillos de Clase 3 usados como un alambreado diferente dentro de edificios no deben tener un tamaño o designación nominal menor que 0,824 mm²

(18 AWG) y deben ser del Tipo CL3. Se permiten a los tipos de conductores descritos en 725-27(b) que también están aprobados como Tipo CL3.

NOTA: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego es que al someter los cables a la prueba de Flama Vertical para cables en soportes tipo charola para conductores, éstos no propaguen el fuego hasta la parte superior del soportes tipo charola para conductores. Otro método para definir la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete a la prueba de flama vertical para soportes tipo charola para cables. Véase Apéndice B1.

(h) Marcado. Los cables deben estar marcados de acuerdo con la Tabla 725-71. La tensión nominal no debe marcarse en los cables.

NOTA: Si se marca la tensión nominal en los cables se puede mal interpretar, como sugiriendo que los cables pueden utilizarse en circuitos de alumbrado de Clase 1 y de fuerza.

Excepción: Se permite que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando estén aprobados para varias aplicaciones y las condiciones de aprobación de alguna de ellas así lo requiera.

TABLA 725-71.- Aplicaciones de los cables y sustituciones permitidas

Tipo de Cable	Uso	Referencias
CL3P	Cable de Clase 3 para cámaras de distribución de aire	725-71(a)(f) y (h)
CL2P	Cable de Clase 2 para cámaras de distribución de aire	725-71(a) y (h)
CL3R	Cable de Clase 3 para secciones verticales	725-71(b)(f) y (h)
CL2R	Cable de Clase 2 para secciones verticales	725-71(b) y (h)
PLTC	Cable de potencia limitada para bandejas portacables	725-71(e) y (h)
CL3	Cable de Clase 3	725-71(c)(f) y (h)
CL2	Cable de Clase 2	725-71(c)(f) y (h)
CL3X	Cable de Clase 3 de uso limitado	725-71(d)(f) y (h)
CL2X	Cable de Clase 2 de uso limitado	725-71(d)(f) y (h)

NOTA: Los tipos de cables de Clase 2 y Clase 3 están relacionados en orden descendente en cuanto a resistencia al fuego. Los cables de Clase 3 están relacionados por encima de los de Clase 2, puesto que pueden utilizarse en sustitución de los de Clase 2.

ARTICULO 727-CABLES PARA SOPORTES TIPO CHAROLA PARA CONDUCTORES DE INSTRUMENTACION TIPO ITC

727-1. Alcance. Este Artículo trata las especificaciones del uso, instalación y construcción de cable para soportes tipo charola para conductores de instrumentación aplicables a los circuitos de instrumentación y control que funcionan a 150 V o menor y 5 A o menor.

727-2. Definición. Un cable de Tipo ITC para soportes tipo charola para conductores de instrumentación, es un conjunto montado en fábrica de dos o más conductores aislados, con o sin conductor o conductores de puesta a tierra y encerrado dentro de un forro no metálico.

727-3. Otros Artículos. Además de las disposiciones de este Artículo, la instalación del cable Tipo ITC debe cumplir con los demás Artículos aplicables de esta norma, tales como los Artículos 240, 250, 300 y 318.

727-4. Usos permitidos. Se permite utilizar cable de Tipo ITC en establecimientos industriales donde las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que la instalación es atendida sólo por personas calificadas:

(1) En soportes tipo charola para conductores.

(2) En canalizaciones.

(3) En áreas peligrosas (clasificadas), cuando lo permitan los Artículos 501, 502, 503, 504 y 505.

(4) Como alambrado a la vista donde se encuentre equipado con un forro metálico liso, metálico corrugado continuo o blindaje de cinta traslapada aplicada sobre el forro no metálico de acuerdo con 727-6.

El cable debe apoyarse y asegurarse a intervalos menores de 1,80 m.

Excepción 1: Se permite la instalación de cable tipo ITC sin forro metálico o armadura como alambrado a la vista entre el soportes tipo charola para conductores y el equipo en longitudes menores 16 m donde el cable esté apoyado y protegido contra daño físico mediante protección mecánica, tal como columnas especiales, ángulos o canales. El cable debe apoyarse y asegurarse a intervalos menores 1,80 m.

Excepción 2: Se permite la instalación de cable tipo ITC, que cumpla con los requisitos de compresión e impacto del cable tipo MC y esté identificado para su uso, como alambrado a la vista entre el soporte tipo charola para conductores y el equipo en tramos menores a los 1,24 m. El cable debe estar apoyado y asegurado en intervalos de longitud menor que 1,80 m.

(5) Como cables aéreos con un cable mensajero.

(6) Directamente enterrados cuando estén identificados para ese uso.

(7) Bajo suelos elevados en salas de control y de cuartos de bastidores donde estén dispuestos de tal forma que se eviten daños a los cables.

727-5. Usos no permitidos. No deben usarse cables de Tipo ITC en circuitos que funcionen a más de 150 V o más de 5 A.

La instalación de cable Tipo ITC con otros cables debe estar sujeta a las disposiciones establecidas en los Artículos específicos para los otros cables. Cuando los Artículos específicos no contengan las disposiciones establecidas para la instalación con cable tipo ITC, no se permite la instalación del cable tipo ITC con los otros cables.

No deben instalarse cables de Tipo ITC en circuitos de fuerza, alumbrado, Clase 1 o de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando terminen dentro de equipos o cajas de empalme y las separaciones se mantengan mediante barreras aislantes u otros medios.

Excepción 2: Cuando se aplique una cubierta metálica o un armado sobre el forro no metálico del cable tipo ITC.

727-6. Construcción. Los conductores aislados de los cables de Tipo ITC deben tener tamaños entre 0,325 mm² (22 AWG) y 3,31 mm² (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre o aleación de termopar. El aislamiento de los conductores debe ser para 300 V nominales. Se permite la cubierta.

Los cables deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego. La cubierta exterior debe ser además resistente a la humedad y a la luz del sol.

Cuando se aplique una cubierta metálica lisa, un cubierta metálica continuo y corrugado o un armado de cinta traslapada sobre la cubierta no metálica del cable, se permite, aunque no se requiere, aplicar una cubierta exterior no metálica.

727-7. Marcado. Los cables deben marcarse según lo establecido en 310-11.

727-8. Capacidad permisible de corriente. La capacidad de conducción de corriente para los conductores debe ser 5 A, excepto para los de 0,325 mm² (22 AWG), la cual debe ser 3 A.

727-9. Protección contra la sobrecorriente. La protección contra la sobrecorriente no debe exceder los 5 A para conductores 0,519 (20 AWG) y mayores, ni ser mayor que 3 A para los 0,325 mm² (22 AWG).

727-10. Curvas. Las curvas en los cables de Tipo ITC deben hacerse de manera que no se dañe el cable.

ARTICULO 760-SISTEMAS DE ALARMA CONTRA INCENDIOS

A. Disposiciones generales

760-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de alambrado y equipos de sistemas de alarma contra incendios, incluidos todos los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma.

NOTA 1: Los sistemas de alarma contra incendios incluyen los de detección del fuego y notificación de la alarma, puestos de guardia, flujo de agua de los rociadores automáticos y sistemas de supervisión de los mismos. Los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma contra incendios incluyen los circuitos de control para las funciones de los sistemas de seguridad del edificio, captura de ascensores, parada de ascensores, apertura de puertas, control de las compuertas y puertas cortahumos, control de las puertas y ventanas cortafuegos y parada de los ventiladores, pero únicamente cuando estos circuitos estén alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios. Para más información sobre la instalación y supervisión de los requisitos integrales de los sistemas de alarma contra incendios, véase Apéndice B2.

NOTA 2: Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3, se definen en el Artículo 725.

760-2. Definiciones. Para efectos de este Artículo se utilizan las siguientes definiciones:

Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendios: Cable empleado en sistemas de alarma contra incendios con el fin de asegurar la continuidad del funcionamiento de los circuitos críticos durante un tiempo especificado bajo condiciones de incendio.

Circuito de alarma contra incendios. Parte del sistema de alambrado entre el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o la alimentación de potencia limitada y el equipo conectado de todos los circuitos alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios se clasifican en circuitos de potencia limitada y de potencia no limitada.

Circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA): Circuito de alarma contra incendios alimentado por una fuente que cumple lo establecido en 760- 21 y 760-23.

Circuito de alarma contra incendios de potencia limitada (PLFA): Circuito de alarma contra incendios alimentado por una fuente que cumple lo establecido en 760-41.

760-3. Ubicación y referencia a otros artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con los incisos (a) hasta (f) siguientes. Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este Artículo deben aplicarse a los sistemas de alarma contra incendio:

- a) **Propagación del incendio o productos de la combustión.** Véase 300-21.
- b) **Ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios para manejo de aire.** Véase 300-22, cuando los sistemas se instalen en ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios usados para aire ambiental.
Excepción: Lo permitido en 760-17 (e)(1) y (2) y 760-53(a).
- c) **Áreas peligrosas (clasificadas).** Cuando se instalan en áreas peligrosas (clasificadas), los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir con los Artículos del 500 al 516, y la Parte D del Artículo 517.
- d) **Áreas con ambientes corrosivos, húmedos o mojados.** Cuando se instalan en áreas con ambientes corrosivos, húmedos o mojados, los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en 110-11, 300-6 y 310-9.
- e) **Circuitos de control de los edificios.** Cuando los circuitos de control de sistemas de los edificios (por ejemplo control de elevadores, ventiladores, etc.), estén asociados con los sistemas de alarma contra incendios, deben cumplir con el Artículo 725.
- f) **Cables de fibra óptica.** Cuando se utilicen cables de fibra óptica para circuitos de alarma contra incendio, los cables deben instalarse cumpliendo con lo establecido en el Artículo 770.

760-5. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de tableros diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no debe verse impedido por acumulación de conductores y cables que impidan quitar los tableros, incluso los de los techos falsos.

760-6. Puesta a tierra de los circuitos y equipos de alarma contra incendios. Los circuitos y equipo de alarma contra incendios, deben ser puestos a tierra conforme a lo establecido en el Artículo 250.

760-7. Circuitos de alarma contra incendios que se extienden más allá de un edificio. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, que se extiendan más allá de un edificio y que estén instalados en sitios exteriores, tienen que cumplir los requisitos de instalación del Artículo 800, partes B, C y D o cumplir con los requisitos de instalación del Artículo 225. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada que se extiendan más allá de un edificio y que estén instalados en sitios exteriores deben cumplir los requisitos del Artículo 225.

760-8. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos de alarma contra incendios deben instalarse de manera organizada. Los cables deben apoyarse en la estructura del edificio de modo que no resulten dañados durante el uso normal de ésta.

NOTA: Para información adicional sobre la forma de determinar la práctica industrial aceptada consultar el Apéndice B2.

760-10. Identificación de los circuitos de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben identificarse en los lugares de sus terminales y empalmes, de modo que se evite la interferencia accidental con el circuito de señalización, durante su prueba y mantenimiento.

760-15. Requisitos de los circuitos de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en las siguientes partes de este Artículo:

(a) **Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada (NPLFA):** Partes A y B.

(b) **Circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada (PLFA):** Partes A y C.

B. Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA)

760-21. Requisitos de la fuente de alimentación del circuito NPLFA. La fuente de alimentación para los circuitos los circuitos de alarma de incendios de potencia no-limitada, debe de cumplir con los Capítulos 1 al 4, y la tensión eléctrica de salida no debe ser mayor que 600 V nominales.

760-23. Protección contra sobrecorriente del circuito NPLFA. Los conductores de tamaño nominal de 2,08 mm² (14 AWG) y mayores deben protegerse contra sobrecorriente de acuerdo con su capacidad de corriente sin aplicar los factores de corrección especificados en 310-15 para el cálculo de dicha capacidad. La protección contra sobrecorriente no debe exceder de 7 A para conductores de 0,824 mm² (18 AWG) y de 10 A para conductores de 1,31 mm² (16 AWG).

Excepción: Cuando en otros Artículos de esta norma, se permiten o requieren otras protecciones contra sobrecorriente.

760-24. Ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito NPLFA. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del conductor por ser protegido, debe situarse en el punto de conexión del conductor a la red de alimentación.

Excepción 1: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del conductor de mayor tamaño nominal también protege a los conductores de menor tamaño nominal.

Excepción 2: Conductores del secundario del transformador. Los conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, alimentados desde el secundario de un transformador monofásico que tenga solamente dos hilos (una sola tensión eléctrica), se permite que sean protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado del primario del transformador (lado de alimentación), siempre y cuando la protección esté de acuerdo con lo indicado en 450-3, y no exceda el valor determinado por la multiplicación de la capacidad de conducción de corriente del conductor en el secundario, por la relación de transformación de tensión del secundario al primario del transformador. Los conductores del secundario del transformador de más de dos hilos, no están considerados para ser protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario.

Excepción 3: Conductores de salida de la fuente de alimentación electrónica. Se permite conductores de circuito de potencia no limitada alimentados por la salida de una fuente de alimentación electrónica monofásica, diferente a un transformador, y que tenga sólo una salida de un hilo (tensión única) para conectarse a circuitos de potencia no limitada, a fin de protegerse mediante el dispositivo de protección contra la sobrecorriente proporcionado en el lado de entrada de la fuente de alimentación electrónica, siempre que esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar la capacidad de conducción de corriente del conductor de circuito de potencia no limitada por la relación de la tensión de la salida a la de la entrada. Las salidas de una fuente de alimentación electrónica, diferentes a los dos hilos (tensión única) conectadas a circuitos de potencia no limitada, no deben considerarse como protegidas por la protección contra sobrecorriente en la entrada de la fuente de alimentación electrónica

NOTA: Un ejemplo de fuente de alimentación de potencia no limitada que cumple con los requisitos de 760-21 es una fuente de alimentación electrónica monofásica, cuya salida alimente un circuito de dos hilos (de tensión única).

760-25. Método de alambrado de circuitos NPLFA. La instalación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir con lo establecido en las Secciones 110-3(b), 300-11(a), 300-15, 300-17 y demás Artículos aplicables del Capítulo 3.

Excepción 1: Como se indica en 760-26 a 760-30.

Excepción 2: Cuando en otros Artículos de esta norma se requieran otros métodos.

760-26. Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización

(a) **Circuitos Clase 1 con NPLFA.** Se permite que los circuitos Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no-limitada estén dentro del mismo cable, envolvente o canalización, independientemente si los circuitos individuales son de corriente eléctrica continua o alterna, siempre y cuando todos los conductores estén aislados para la tensión eléctrica máxima de cualquiera de los conductores que haya en la envolvente o canalización.

(b) Circuitos de alarma contra incendios con circuitos de alimentación. Se permite que los conductores de circuitos de alimentación y de alarma contra incendio formen parte del mismo cable, envolvente o canalización, solamente cuando estén conectados al mismo equipo.

760-27. Conductores de los circuitos NPLFA

a) Tipos, tamaño nominal y usos. En los sistemas de alarma contra incendios, sólo se permiten utilizar conductores de cobre. Se permite el uso de conductores de tamaño nominal de 0,824 mm² (18 AWG) y 1,31 mm² (16 AWG), siempre que las cargas de alimentación no excedan de las capacidades de corriente eléctrica dadas en la Tabla 402-5 y que se instalen en una canalización, envolventes o cable aprobado. Los conductores de tamaño nominal de 1,31 mm² (16 AWG) no deben alimentar cargas mayores que las capacidades de conducción de corriente dadas en 310-15, cuando sea aplicable.

b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser adecuado para 600V. Los conductores mayores de 1,31 mm² (16 AWG) deben cumplir lo establecido en el Artículo 310. Los conductores de tamaño nominal de 0,824 mm² (18 AWG) y 1,31 mm² (16 AWG) deben ser tipo KF-2 KFF-2, PAFF, PTFF, PF, PFF, PGF, PGFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFN, TFFN, ZF o ZFF. Se permiten conductores con aislamiento de otro tipo y otros espesores de aislamiento, si están aprobados para uso en circuitos de alarma contra incendios de potencia no-limitada.

NOTA - Para indicaciones sobre los usos de los tipos de conductores véase la Tabla 402-3.

c) Material del conductor. Los conductores deben ser alambres de cobre sólido o trenzado.

Excepción para (b) y (c) anteriores: Se permite utilizar alambres de Tipo PAF y PTF sólo para aplicaciones a alta temperatura, entre 90°C y 250°C.

760-28. Número de conductores en soporte tipo charola para cables y canalizaciones y factor de ajuste

a) Circuitos NPLFA y circuitos Clase 1. Cuando en una canalización solamente hay conductores de circuitos NPLFA y circuitos Clase 1, el número de conductores debe determinarse como se indica en 300-17. Si tales conductores llevan cargas continuas mayores de 10% de la capacidad de conducción corriente permitida para cada conductor, deben aplicarse los factores de ajuste indicados en la sección 310-15(g)(1).

b) Conductores de alimentación y conductores para circuitos de alarma contra incendios. Cuando se permita que en una canalización existan conductores de alimentación y conductores para circuitos de alarma contra incendio de acuerdo con lo indicado en 760-26, el número de conductores debe determinarse como se indica en 300-17. Los factores de ajuste indicados en la sección 310-15(g)(1), se aplican como sigue:

- 1)** A todos los conductores, cuando los conductores del circuito de alarma contra incendio transporten cargas continuas mayores de 10% la capacidad de conducción de corriente permisible de cada conductor y cuando el número total de conductores sea mayor que tres.
- 2)** Solamente a los conductores del circuito de alimentación, cuando los conductores del circuito de alarma contra incendio no transportan carga continua mayores de 10% de su capacidad de conducción de corriente de cada conductor y cuando el número de conductores de alimentación sea más de tres.

c) Soporte tipo charola para cables. Cuando los conductores del circuito de alarma contra incendio se instalen en un soporte tipo charola para cables, deben cumplir con lo indicado en 318-9 a 318-11.

760-30. Cables NPLFA multiconductores. Se permite utilizar cables multiconductores de tipo NPLFA (alarma contra incendios de potencia no limitada), que cumplan los requisitos de 760-31 en circuitos de alarma contra incendios que funcionen a 150 V o menos y deben instalarse de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b).

(a) Método de alambrado de los NPLFA. Los cables multiconductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada deben instalarse como sigue:

(1) En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de techos y paredes o alambrados guiados en espacios ocultos. Los empalmes de cables o terminaciones deben hacerse en herrajes aprobados, cajas, envolventes, dispositivos de alarma contra incendios, o equipo de utilización. Cuando estén expuestos, los cables deben estar apoyados adecuadamente e instalados de modo que cuenten con máxima protección contra daños físicos mediante los elementos del edificio, como paneles, marcos de las puertas, listones, etc. Cuando estén instalados a menos de 2,10 m del piso, los cables deben ir bien sujetos, a intervalos no mayores a 45 cm de manera adecuada.

(2) En canalizaciones metálicas o tubo (conduit) rígido no metálico, cuando pasen a través de un piso o pared hasta una altura de 2,10 m sobre el piso, a menos que estén bien protegidos por los elementos del edificio como se indica en el anterior apartado (1), o a menos que se suministre un medio de resguardo equivalente.

(3) Cuando estén instalados en los cubos de elevadores, deben ir en tubo (conduit) metálico tipo pesado, tubo (conduit) rígido no metálico, tubo (conduit) metálico tipo semipesado o tubería eléctrica metálica.

Excepción: Lo establecido en 620-21 para elevadores y equipos similares.

(b) Aplicaciones de los cables NPLFA. El uso de los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir con lo establecido en los siguientes apartados (1) hasta (4):

(1) Cámaras plenas (de aire) y ductos. Los cables multiconductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada Tipo NPLFP, NPLFR y NPLF no deben instalarse expuestos en cámaras plenas (de aire) o ductos. Véase 300-22(b).

(2) Otros espacios usados para aire ambiental. Los cables instalados en otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser de Tipo NPLFP.

Excepción 1: Los cables de Tipo NPLFR y NPLF instalados de acuerdo con 300-22(c).

Excepción 2: Otros métodos de alambrado permitidos en 300-22(c) y los conductores que cumplan lo establecido en 760-27(c).

(3) Secciones verticales. Los cables instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso o los instalados en tramos verticales dentro de cubos de elevadores o de servicios deben ser de tipo NPLFR. Cuando se exija que los cables que pasen a través del piso sean de tipo NPLFR, sólo deben usarse cables para uso en secciones verticales o en cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Los cables de Tipo NPLF u otros, especificados en el Capítulo 3, que cumplan lo establecido en el Artículo 760-27(c) y vayan encerrados en canalizaciones metálicas.

Excepción 2: Los cables de Tipo NPLF ubicados en un ducto vertical a prueba de incendios que tenga cortafuegos en cada piso.

NOTA: Respecto a los requisitos de cortafuegos para penetraciones en el piso, véase 300-21.

(4) Otro alambrado dentro de edificios. Los cables instalados en lugares de edificios distintos a los mencionados en 760-30(b)(1), (2) y (3) deben ser de Tipo NPLF.

Excepción 1: Los métodos de alambrado del Capítulo 3 con conductores que cumplan lo establecido en 760-27(c).

Excepción 2: Se permite usar cables de Tipo NPLFP o NPLFR.

760-31 Aprobado y marcado de los cables NPLFA. Los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, instalados como alambrado dentro de edificios, deben estar aprobados de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b), y ser resistentes a la propagación del fuego según los siguientes apartados (c) hasta (f), y estar marcados según se establece en el siguiente apartado (g):

(a) Material de los conductores NPLFA. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado y tamaño o designación nominal de 0,824 (18 AWG) o mayor.

(b) Conductores aislados. Los conductores aislados deben ser para 600 V. Los conductores aislados de tamaño o designación nominal de 2,08 mm² (14 AWG) y mayor deben ser de uno de los tipos aprobados indicados en la Tabla 310-13 o de un tipo identificado para ese uso. Los conductores aislados con un tamaño o designación nominal de 0,824 (18 AWG) y 1,31 mm² (16 AWG) deben cumplir lo establecido en 760-27.

(c) Cables de Tipo NPLFP. Los cables de tipo NPLFP para alarma contra incendio de potencia no limitada, instalados en espacios para aire ambiental, deben estar aprobados para instalarlos en esos espacios, tal como se describe en 300-22(c) y además deben estar aprobados para contar con las características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

NOTA: Un método para determinar si la producción de humo de un cable es baja consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, a una densidad óptica de pico máximo de 0,5 y una densidad óptica máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método para definir la resistencia al fuego de los cables consiste en establecer la distancia permisible de viaje de la flama de 1,50 m cuando es probado bajo la misma prueba, véase Apéndice B1.

(d) Cables de Tipo NPLFR. Los cables de tipo NPLFR para secciones verticales deben estar aprobados como adecuados para usar en un tramo vertical en un cubo o de un piso, y además con características de resistencia al fuego tales que eviten la propagación del fuego de un piso a otro.

NOTA: Un método para determinar si las características de resistencia al fuego pueden evitar el transporte de la flama de un piso a otro, Véase Apéndice B1.

(e) Cables de Tipo NPLF. Los cables de tipo NPLF para alarma contra incendio de potencia no limitada deben estar aprobados como adecuados para uso en alarmas contra incendios de uso general, excepto en ductos, secciones verticales, cámaras plenas (de aire) y otros espacios usados para aire ambiental; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba del soporte tipo charola vertical, véase Apéndice B2.

Otro método para establecer ese mismo parámetro consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no es mayor que 1,5 m cuando se le somete a la prueba de flama vertical para cables en soportes tipo charolas, véase B1.

(f) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio. Los cables adecuados para usarse en sistemas de alarma contra incendio, con el fin de garantizar la supervivencia de circuitos críticos durante un tiempo específico bajo condiciones de incendio deben estar aprobados como cable de integridad (CI) del circuito. Los cables identificados como se indica en 760-31 (c), (d) y (e) que cumplen con los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional que emplea el sufijo "CI" (por ejemplo, NPLFP-CI, NPLFR-CI y NPLF-CI).

NOTA 1: Este cable puede emplearse en circuitos de alarma contra incendio a fin de cumplir con los requisitos de posibilidad de supervivencia.

NOTA 2: Un método para definir al cable de integridad (CI) del circuito es mediante el establecimiento de una resistencia al fuego nominal de 2 h como mínimo, para el cable, al realizar la prueba, véase Apéndice B1.

(g) Marcado de los cables NPLFA. Los cables multiconductores de alarma contra incendios de potencia no limitada deben estar marcados según como se establece en la Tabla 760-31(g). Se permite que estos cables estén marcados con una tensión nominal de trabajo máxima de 150 V. Los cables que estén aprobados para integridad del circuito deben identificarse con el sufijo "CI" como se define en (f).

C. Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada

760-41. Fuentes de alimentación para circuitos PLFA. La fuente de alimentación para un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada debe ser una de las especificadas en los siguientes apartados (a), (b) o (c)

NOTA: En las tablas 12(a) y 12(b) del Capítulo 10 se dan los requisitos de aprobación de las fuentes de alimentación de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

TABLA 760-31(g).- Marcado de los cables NPLFA

Tipo de Cable	Uso	Referencias
NPLFP	Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada para usar en otros espacios utilizados para aire ambiente	Artículo 760-31(c) y (g)
NPLFR	Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada para usar en secciones verticales	Artículo 760-31 (d) y (g)
NPLF	Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada	Artículo 730-31 (e) y (g)
NOTA - Los cables identificados en los literales (c), (d) y (e) que cumplen con los requisitos para integridad del circuito deben tener clasificación adicional empleando el sufijo "CI" (por ejemplo, NPLFP-CI, NPLFR-CI y NPLF-CI).		

NOTA: Los tipos de cables se encuentran en orden descendente, en cuanto a su clasificación de resistencia al fuego.

(a) Transformadores. Un transformador aprobado para PLFA o Clase 3.

(b) Fuentes de alimentación. Una fuente de alimentación aprobada para PLFA o Clase 3.

(c) Equipos aprobados. Otros equipos aprobados y marcados de modo que se identifique la fuente de alimentación PLFA.

NOTA: Otros equipos aprobados son, por ejemplo, tableros de control de alarma contra incendios con fuente de alimentación incorporada; una tarjeta de circuito aprobada para usar como fuente de alimentación de circuitos PLFA, si forma parte de un conjunto aprobado; una impedancia de limitación de corriente adecuada para ese propósito o como parte de un producto, utilizada junto con un transformador de potencia no limitada o un acumulador de energía, como una batería, para limitar la corriente de salida.

760-22. Marcado de los circuitos. El equipo debe estar marcado en forma permanente y donde sea claramente visible, indicando que se trata de circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada.

NOTA: Cuando se reclasifique un circuito de potencia limitada como de potencia no limitada, véase la Sección 760-52(a), excepción 3.

760-51. Métodos de alambrado del lado suministro de la fuente de la alimentación PLFA. Los conductores y equipo instalados del lado del suministro de la fuente de alimentación deben instalarse de acuerdo con los requerimientos aplicables de la Parte B de este Artículo y de los Capítulos 1 al 4 de esta norma. Los transformadores u otros elementos u otros dispositivos alimentados desde los conductores de suministro, deben protegerse por un dispositivo contra sobrecorriente con una corriente nominal no mayor que 20 A.

Excepción: Los cables de entrada a un transformador o de otra fuente de energía que alimenten a circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada para, se permite que sean de tamaño o designación nominal menor que 2,08 mm² (14 AWG), pero no menor que 0,824 mm² (18 AWG), si no exceden de 300 mm de longitud y su aislamiento cumple con lo indicado en 760-27(b).

760-52. Métodos de alambrado y materiales en el lado de la carga de las fuentes de alimentación PLFA. Se permite instalar los circuitos de alarma contra incendio en el lado de la carga de la fuente de alimentación utilizando métodos de alambrado y materiales que estén de acuerdo con (a) o (b) siguientes:

a) Métodos de alambrado y materiales para circuitos de NPLFA. La instalación debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la Sección 760-25; además, los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

Excepción 1: No deben aplicarse los factores de ajuste del 310-15 (g)(1).

Excepción 2: Se permite instalar conductores y cables multiconductores descritos en 760-27 y 760-30.

Excepción 3: Se permite que los circuitos de potencia limitada sean reclasificados e instalados como circuitos de potencia no limitada si se elimina el marcado requerido en 760-42 y la totalidad del circuito se instala empleando los métodos de alambrado y los materiales indicados en la Parte B de este Artículo, Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada.

NOTA: Los circuitos de potencia limitada, reclasificados e instalados como circuitos de potencia no limitada, dejan de ser de potencia limitada, sin importar que continúen conectados a una fuente de potencia limitada.

b) Métodos de alambrado y materiales para circuitos PLFA. Los cables y conductores para circuitos de potencia limitada descritos en 760-71, deben instalarse como en (1), (2), o (3) siguientes. Los dispositivos deben instalarse de acuerdo con lo establecido en 110-3, 300-11(a) y 300-15:

1) En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de techos y paredes laterales o "guiados" en espacios ocultos. Los empalmes o terminaciones de los cables se deben hacer en accesorios, cajas, encerramientos, dispositivos de alarma contra incendios o equipos de utilización certificados. Cuando se instalen expuestos, los cables deben estar soportados por accesorios adecuados, e instalados de tal forma que se logre la máxima protección contra daños físicos, provista por elementos del edificio, como en zoclos, marcos de puertas,

chambranas, bordes, etc. Cuando estén instalados a menos de 2,10 m del piso los cables deben estar sujetos adecuadamente a intervalos no-mayores a 45 cm.

- 2) Cuando los cables pasen a través de pisos o paredes hasta una altura de 2,10 m sobre el piso, deben instalarse en canalización metálica o en tubo (conduit) rígido no-metálico, a menos que se les pueda dar una protección adecuada en alguno de los elementos de la construcción mencionados en el inciso (1) anterior, u otra protección sólida equivalente.
- 3) Cuando se instalen en cubos de elevador, los cables deben estar dentro de tubo (conduit) metálico tipo pesado, tipo semipesado o tipo ligero o en tubería eléctrica no-metálica.

Excepción 1. Para elevadores y equipo similar debe seguirse lo establecido por 620-21.

Excepción 2: Se permiten otros métodos de alambrado y otros materiales instalados de acuerdo 760-3 para extender o remplazar los conductores y cables descritos en la Sección 760-71 y permitidos en la Sección 760-52(b).

760-54. Instalación de conductores y equipos

(a) Separación de los conductores de los circuitos de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de los NPLFA y los conductores de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media

1) En cables, compartimentos, envoltentes, cajas de salida o canalizaciones. Los cables y conductores de circuitos de potencia limitada no deben instalarse en cables, soportes tipo charola para cables, compartimentos, envoltentes, cajas de salida, canalizaciones o accesorios similares con conductores de iluminación eléctrica, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media, están separados mediante barrera, de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada. Dentro de envoltentes se permite instalar circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada dentro de una canalización, que los separe de los circuitos: de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 2: Los conductores en compartimentos, envoltentes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares en los que los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media se introduzcan únicamente para conectar los equipos conectados a circuitos de potencia limitada a los que estén conectados los otros conductores; y

a. Los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media se instalan de modo que mantengan como mínimo una separación de 60 cm de los cables y conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, o

b. Los conductores del circuito funcionen a 150 V a tierra o menos y cumplan además uno de los siguientes requisitos:

1. Que los circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada se instalen con cables de Tipo FPL, FPLR, FPLP o cables sustitutos permitidos, siempre que estos conductores de los cables del circuito de potencia limitada que sobresalgan de la chaqueta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 60 cm o por un manija o barrera no conductiva; o

2. Que los conductores de los circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada se instalen como circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, como establece la Sección 760-25.

Excepción 3: Los conductores que entren en compartimentos, envoltentes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, cuando se introduzcan conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media, exclusivamente para conectar los equipos conectados a circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada u otros circuitos controlados por el sistema de alarma contra incendios a los que estén conectados los otros conductores en el encerramiento. Si los conductores deben entrar en un encerramiento con una sola abertura, se permite que lo hagan a través de un solo accesorio (como una T), siempre que estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y bien sujeto, como una tubería flexible.

2) Cubos de elevador. En cubos de elevadores, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios potencia limitada, deben instalarse dentro de tubo (conduit) metálico tipo pesado tubo (conduit) metálico tipo semipesado o tubería eléctrica metálica.

Excepción: Lo que se indica para elevadores o equipos similares en las Excepciones 1 y 2 de 620-21.

3) Otras aplicaciones. Los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada deben estar separados 5 cm, como mínimo, de los conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando: 1) Todos los conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada; o 2) Todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, estén instalados en una canalización o en cables con blindaje metálico, con blindaje no metálico, con cubierta metálica o de Tipo UF.

Excepción 2: Cuando todos los conductores de circuitos: de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media estén separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada por una barrera continua, no conductora y bien sujeta, como un tubo de porcelana o un tubo flexible, además del aislante del alambre.

(b) Conductores de diferentes circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios, Clase 2, Clase 3 y circuitos de comunicación en el mismo cable, envoltente o canalización

1) Dos o más circuitos PLFA. Se permite tener en el mismo cable, envoltente o canalización, cables y conductores de dos o más circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, circuitos de comunicación o de circuitos de Clase 3.

2) Circuitos Clase 2 con circuitos PLFA. Se permite tener en el mismo cable, envoltentes o canalización, conductores de uno o más circuitos de Clase 2, junto con conductores de circuito de alarma contra incendios de potencia limitada, siempre y cuando el aislamiento de los conductores de los circuitos Clase 2 que haya en el cable, envoltente o canalización sea por lo menos igual que el requerido para los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

(3) Cables de comunicaciones de banda ancha de una red de baja potencia y cables PFLA. Se permite en el mismo envoltente o canalización, circuitos de comunicaciones de banda ancha, alimentados por una red de baja potencia con cables PLFA.

(c) Apoyo de los conductores. Los conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada no deben ajustarse con abrazaderas o cinta ni cualquier otro medio al exterior de cualquier tubo (conduit) u otra canalización como medio de apoyo.

(d) Tamaño o designación nominal de los conductores. Sólo se permite utilizar conductores con tamaño 0,131 mm² (26 AWG) cuando estén empalmados con un conector certificado como adecuado para usar con conductores 0,131 mm² (26 AWG) hasta 0,212 mm² (24 AWG) o mayor y que terminen en equipos, o cuando los conductores 0,131 mm² (26 AWG) terminen en equipos certificados como adecuados para conductores de ese calibre. Los conductores sencillos no deben ser de un tamaño o designación nominal menor que 0,824 mm² (18 AWG).

760-55. Detectores de incendios de línea continua portadora de corriente

(a) Aplicación. En los circuitos de potencia limitada se permite utilizar detectores de incendios de línea continua aprobados, incluidas las tuberías de cobre aisladas de los detectores accionados neumáticamente empleados tanto para la detección como para la transmisión de corrientes de señalización.

(b) Instalación. Los detectores de incendios de línea continua deben instalarse cumpliendo lo establecido en las Secciones 760-42 hasta 760-52 y la Sección 760-54.

760-61. Aplicaciones de cables PLFA aprobados. Los cables de los circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada, deben cumplir con lo indicado en los incisos (a), (b) y (c) siguientes, o lo establecido con el inciso (d) cuando se haga una sustitución de cables:

a) En cámaras plenas (de aire). Los cables instalados en ductos, cámaras plenas (de aire) u otros espacios usados para el manejo de aire ambiental deben ser del tipo FPLP.

Excepción. Los cables tipo FPLP, FPLR y FPL cuando se instalan de acuerdo con lo indicado en 300-22.

b) Secciones verticales. Los cables instalados en tramos verticales que penetran más de un piso o los cables instalados en tiros verticales, deben ser tipo FPLR. Las penetraciones en los pisos que

requieren cables tipo FPLR, deben contener sólo cables para uso en tramos verticales o en cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Cuando los cables están encerrados en una canalización metálica o en un cubo a prueba de incendios que tiene cortafuegos en cada piso.

Excepción 2: En casas unifamiliares o dúplex pueden usarse cables tipo FPL.

NOTA - Véase 300-21 para los requisitos de las barreras contra el fuego en las penetraciones de pisos.

c) Otros métodos de alambrado en el interior de edificios. Los cables instalados en el interior de edificios en sitios diferentes a los indicados en los incisos (a) y (b) anteriores, deben ser tipo FPL.

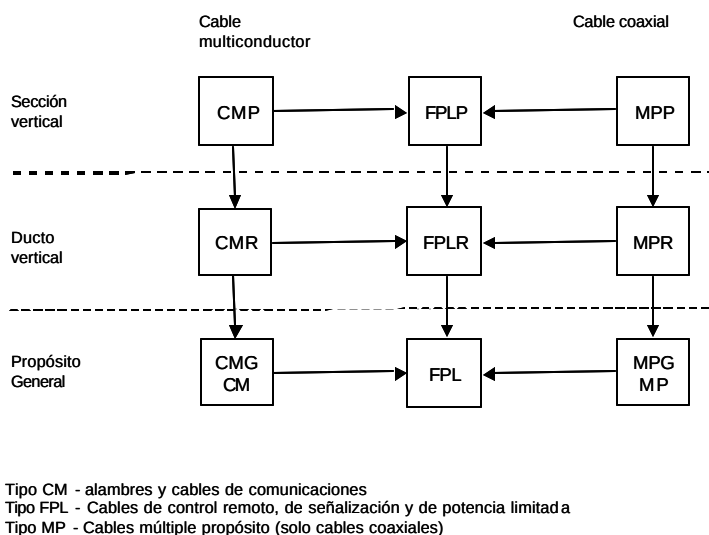
Excepción 1: Cuando los cables están instalados en canalización cerrada.

Excepción 2: Los cables especificados en el Capítulo 3 que cumplan con los requerimientos de 760-71(a) y (b) y son instalados en espacios no-ocultos, cuando la longitud expuesta de cable no sea mayor que 3 m.

Excepción 3: Se permite que los sistemas portátiles de alarmas contra incendios que protegen los escenarios o tableros cuando no están en uso, utilicen métodos de alambrado de acuerdo con 530-12.

d) Uso y sustitución de cables. Se permiten las sustituciones y usos de los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada para protección contra incendio, conforme a lo indicado en la Tabla 760-61.

NOTA: Para más información sobre los cables multiuso (Tipos MPP, MPR, MPG, MP) y de comunicaciones (Tipos CMP, CMR, CMG y CM) véase la Sección 800-50.



A → **B** Se puede usar el cable A en sustitución del cable B

FIGURA 760-61.- Jerarquía de sustitución de los cables

TABLA 760-61.- Uso de los cables y sustituciones permitidas

Tipo de Cable	Uso	Referencias	Multiconductor	Coaxial
FPLP	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para cámaras de distribución de aire	760-61(a)	CMP	MPP
FPLR	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para secciones verticales	760-61(b)	CMP, FPLP, CMR	MPP, MPR
FPL	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada	760-61(c)	CMP, FPLP, CMR, FPLR, CMG, CM	MPP, MPR, MPG, MP

760-71. Certificación y marcado de los cables PLFA y de los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada. Los cables FPL que se instalen como alambrado dentro de los edificios deben estar

aprobados como resistentes a la propagación del fuego y con otros criterios de acuerdo con los siguientes apartados (a) hasta (h) y estar marcados según el siguiente apartado (i). Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada deben estar aprobados de acuerdo con el apartado (j).

(a) Materiales de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

(b) Calibre de los conductores. El tamaño o designación nominal de los conductores en un cable multiconductor no debe ser menor que 0,132 mm² (26 AWG). Los conductores sencillos no deben ser de 0,824 mm² (18 AWG).

(c) Valores nominales. Los cables deben tener una tensión nominal mínima de 300 V.

(d) Tipo FPLP. Los cables de alarmas contra incendios de potencia limitada (FPLP) instalados en cámaras de distribución de aire deben estar aprobados como adecuados para instalarlos en cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios para aire ambiental, y también deben estar aprobados con características para una adecuada resistencia al fuego y una baja producción de humo.

NOTA: Un método para determinar la baja producción de humo de un cable consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, a una densidad óptica de pico máximo de 0,5 y densidad óptica máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método bajo la misma norma para definir la resistencia al fuego de los cables consiste en establecer la distancia permisible de viaje de la llama de 1,50 m. Véase Apéndice B1.

(e) Tipo FPLR. Los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada de Tipo FPLR instalados en secciones verticales, deben estar aprobados como adecuados para instalarlos en secciones verticales, en cubos verticales o de piso a piso y deben también estar aprobados con características adecuadas de resistencia al fuego que impidan el transporte de las flamas de un piso a otro.

NOTA: Un método para determinar la capacidad de las características de resistencia al fuego del cable para impedir el transporte de la flama de un piso a otro consiste en someterlo a la prueba definido, véase Apéndice B1.

(f) Tipo FPL. Los cables de tipo FPL para alarmas contra incendio de potencia limitada deben estar aprobados para uso en alarmas contra incendio de propósito general excepto en secciones verticales, cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior del soporte tipo charolas para conductores en la prueba de flama del soporte vertical, véase Apéndice B1.

Otro método para establecer ese mismo parámetro consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete a la prueba de flama vertical para cables en soportes tipo charola.

(g) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio. Los cables adecuados para usar en sistemas de alarma contra incendio, con el fin de garantizar la supervivencia de circuitos críticos durante un tiempo específico bajo condiciones de incendio, deben estar aprobados como cable de integridad (CI) del circuito. Los cables identificados en las Secciones 760-71 (d), (e) y (f) que cumplen con los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional que emplea el sufijo "CI" (por ejemplo, FPLP-CI, FPLR-CI y FPL-CI).

NOTA 1: Este cable se emplea en circuitos de alarma contra incendio, a fin de cumplir con los requisitos de posibilidad de supervivencia, mantiene su función eléctrica durante condiciones de incendio durante un periodo definido de tiempo. Véase Apéndice B1.

NOTA 2: Un método para definir cable de integridad (CI) del circuito es mediante el establecimiento de una resistencia al fuego nominal de 2 h como mínimo para el cable. Véase Apéndice B1.

(h) Cables coaxiales. Se permite que los cables coaxiales empleen un alambre conductor central de acero recubierto de cobre de conductividad del 30%, y deben estar aprobados como cables de tipo FPLP, FPLR o FPL.

(i) Marcado de cables. Los cables deben marcarse de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760-71(i). En los cables no debe marcarse su tensión nominal. Los cables aprobados para integridad del circuito deben identificarse con el sufijo CI, según se define en la Sección 760-71(g).

NOTA: Si se marcara la tensión en los cables, ésta puede interpretarse mal, sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en aplicaciones de suministro de alumbrado, de fuerza y de Clase 1.

Excepción: Se permite que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se requiera por una o más de las aprobaciones.

TABLA 760-71(i).- Uso de los cables y sustituciones permitidas

Tipo de cable	Uso	Referencias
FPLP	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para cámaras de distribución de aire	760-71(d) e (i)
FPLR	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para secciones verticales	760-71(e) e (i)
FPL	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada	760-71(f) e (i)
NOTA- Los cables identificados en los literales (d), (e) y (f), que cumplan con los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional que emplea el sufijo "CI" (por ejemplo, FPLP-CI, FPLR-CI y FPL-CI).		

NOTA: Los tipos de cables están en orden descendente en cuanto a su clasificación por resistencia al fuego.

(j) Detectores de incendio del tipo de línea continua aislada. Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada, deben estar clasificados de acuerdo con el anterior apartado (c), aprobadas como resistentes a la propagación del fuego de acuerdo con los anteriores apartados (d) hasta (f), marcados según el anterior apartado (i) y el compuesto de la cubierta exterior debe tener un alto grado de resistencia a la abrasión.

ARTICULO 770-CABLES Y CANALIZACIONES DE FIBRA OPTICA

A. Disposiciones generales

770-1. Alcance. Las especificaciones de este Artículo se aplican a las instalaciones de cables y canalizaciones de fibra óptica. Este Artículo no cubre la construcción de los cables ni de las canalizaciones de fibra óptica.

770-2. Definiciones

Canalización de fibra óptica. Canalización diseñada para encerramiento e instalación de cables de fibra óptica no conductores.

Expuesto. Circuito en posición tal que, en caso de falla del apoyo y del aislamiento, pueda originar contacto con otro circuito.

NOTA: En el Artículo 100 véanse otras dos definiciones de Expuesto.

Punto de entrada. El punto en el cual el alambre o cable emerge de una pared externa, de una placa de piso de concreto, o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o un tubo (conduit) metálico tipo semipesado conectado puesta a tierra en un electrodo de acuerdo con la Sección 800-40(b).

770-3. Lugares de instalación y otros Artículos. El equipo y los circuitos de fibra óptica, deben cumplir con lo establecido en los siguientes incisos(a) y (b). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este Artículo deben aplicarse a cables de fibra óptica y a canalizaciones:

a) Propagación del fuego o de productos de la combustión. Véase 300-21.

b) Cables instalados, ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios para el manejo de aire. Véase 300-22.

Excepción: Lo que se permite en 770-53 (a).

770-4. Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica transmiten luz a través de una fibra óptica para control, señalización y comunicaciones.

770-5. Tipos. Los cables de fibra óptica pueden agruparse en tres tipos.

- a) **Dieléctricos.** Estos cables no contienen elementos metálicos ni ningún otro material eléctrico conductor.
- b) **Conductores.** Estos cables contienen metálicos elementos conductores no-portadores de corriente eléctrica, tales como refuerzos metálicos, barreras metálicas contra vapores o blindaje metálico o forro.
- c) **Compuestos.** Estos cables contienen fibras ópticas y además conductores eléctricos portadores de corriente. Adicionalmente pueden tener elementos conductores no-portadores de corriente eléctrica, tales como refuerzos metálicos y barreras metálicas contra vapores. Los cables de fibra óptica compuestos deben clasificarse como cables eléctricos de acuerdo con el tipo de conductores eléctricos que contengan.

770-6. Sistemas de canalizaciones para cables de fibra óptica. La canalización debe ser de un tipo permitido en conformidad con el Capítulo 3 y debe instalarse de acuerdo con lo indicado en dicho Capítulo.

Excepción: Canalizaciones de fibra óptica no metálicas aprobadas e identificadas como de propósito general, de secciones verticales o de cámaras plenas (de aire), de acuerdo con 770-51 e instaladas de acuerdo con las Secciones 331-7 a 331-14, donde deben aplicarse los requisitos aplicables a tubería no metálica eléctrica. Los conductos interiores de plástico de construcción de una planta, superficiales o subterráneos sin aprobar deben terminarse en el punto de entrada.

NOTA: Para información adicional acerca de canalizaciones de fibra óptica, véase Apéndice B2.

Cuando se instalan cables de fibra óptica dentro de la canalización sin conductores portadores de corriente, no deben aplicarse las tablas de llenado de la canalización de los Capítulos 3 y 10.

Cuando los cables de fibra óptica no conductores estén instalados con conductores eléctricos en una canalización, deben aplicarse las tablas de llenado de la canalización de los Capítulos 3 y 10.

770-7. Acceso a equipo eléctrico por la parte posterior del tablero. El acceso a equipo por la parte posterior del tablero, no debe ser obstruido por la acumulación de cables o alambres que impidan retirar la cubierta diseñada para ese fin, incluyendo, en su caso, cubiertas suspendidas en el techo.

770-8. Ejecución mecánica de los trabajos. Los cables de fibra óptica deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables deben apoyarse en la estructura de la edificación de modo que no resulten dañados durante el uso normal de la misma.

NOTA: Para mayor información sobre alambrado de telecomunicaciones, véase el Apéndice B2.

B. Protección

770-33. Puesta a tierra de los cables a la entrada de edificios. Cuando estén expuestos al contacto con conductores de alumbrado o de fuerza, los elementos metálicos no-conductores de corriente eléctrica de los cables de fibra óptica que entren a edificios, deben estar puestos a tierra lo más cerca posible del punto de entrada, o debe interrumpirse su continuidad lo más cerca posible del punto de entrada, por medio de una junta aislada o dispositivo equivalente.

C. Cables en el interior de edificios

770-49. Resistencia al fuego de cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica instalados como alambrado dentro de edificios, deben estar aprobados como resistentes a la propagación de incendio de acuerdo con lo indicado en 770-50 y 770-51.

770-50. Aprobación, marcado e instalación de cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica instalados en el interior de un edificio deben estar aprobados para ese uso, y deben marcarse como se indica en la Tabla 770-50.

Excepción 1: No se requiere que los cables de fibra óptica estén aprobados y marcados, si su longitud dentro del edificio, medida desde su punto de entrada no excede de 15 m, y el cable entre en la edificación desde el exterior y termine en una envolvente.

NOTA - Las envolventes que se utilizan normalmente para empalmar o terminar los cables de fibra óptica son las cajas de empalme y de terminales, tanto metálicas como no-metálicas.

Excepción 2: Los cables de fibra óptica del tipo conductivo no requieren estar aprobados y marcados cuando el cable entra al edificio desde el exterior y está instalado en tubo (conduit) metálico tipo pesado o tipo semipesado, y dichos tubos están puestos a tierra a través de un electrodo como se requiere en 800-40(b).

Excepción 3: Los cables de fibra óptica tipo dieléctrico no requieren estar aprobados y marcados cuando entran a un edificio desde el exterior y se instalan dentro de canalizaciones de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 3.

TABLA 770-50. Marcado de cables de fibra óptica

Marcado del cable	Tipo	Referencia
OFNP	Cable tipo dieléctrico en cámaras de aire	770-51(a) y 770-53(a)
OFCP	Cable tipo conductivo en cámaras de aire	770-51(a) y 770-53(a)
OFNR	Cable tipo dieléctrico en tiro vertical	770-51(b) y 770-53(b)
OFNR	Cable tipo conductivo en tiro vertical	770-51(b) y 770-53(b)
OFNG	Cable tipo dieléctrico Uso general	770-51(c) y 770-53(c)
OFNG	Cable tipo conductivo Uso general	770-51(c) y 770-53(c)
OFN	Cable tipo dieléctrico Uso general	770-51(d) y 770-53(c)
OFN	Cable tipo conductivo Uso general	770-51(d) y 770-53(c)

NOTA 1: Los cables están listados en orden descendente de resistencia a la propagación del fuego. Dentro de cada capacidad nominal, los cables dieléctricos se listan primero, ya que pueden sustituir a los cables conductivos.

NOTA 2 - Las Secciones de referencia indican los requisitos y los usos permitidos.

770-51. Requerimientos de aprobación para cables de fibra óptica y sus canalizaciones. Los cables de fibra óptica deben estar aprobados como se indica en los puntos (a) a (d), y sus canalizaciones como se indica en los incisos (e) y (g):

- a) Tipos OFNP y OFCP.** Los cables de fibra óptica dieléctricos y conductivos en cámaras plenas (de aire) tipos OFNP y OFCP, deben estar aprobados para uso en ductos, cámaras plenas (de aire) u otros espacios empleados para aire ambiental. También deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego incendio y de baja emisión de humos.

NOTA: Un método para determinar la baja producción de humo de un cable consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, a una densidad óptica de pico máximo de 0,5 y densidad óptica máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método bajo la misma norma para definir la resistencia al fuego de los cables consiste en establecer la distancia permisible de viaje de la llama de 1,50 m. Véase Apéndice B1.

- b) Tipos OFNR y OFCR.** Los cables de fibra óptica dieléctricos y conductivos en tiro vertical tipos OFNR y OFCR, deben estar aprobados para uso en instalaciones verticales, ya sea en tiros verticales o pasos entre piso y piso. También deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego, de forma que eviten la propagación de éste de un piso a otro.

NOTA - Para definir las características de resistencia a la propagación de incendio que eviten la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos del método de prueba que permita determinar la propagación de incendio en cables de fibra óptica instalados verticalmente en tiros. Apéndice B1.

- c) Tipos OFNG y OFGC.** Los cables para uso general tipos OFNG y OFGC dieléctricos y conductivos, deben estar aprobados para uso general, excepto en instalaciones verticales y cámaras plenas (de aire). También deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete a la prueba de flama vertical para cables en soportes tipo charola.

- d) **Tipos OFN y OFC.** Los cables de fibra óptica dieléctricos y conductivos para uso general tipos OFN y OFC, deben estar aprobados para uso general, excepto en instalaciones verticales y cámaras plenas (de aire), y en cualquier espacio usado para aire ambiental. También deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior del soporte tipo charolas para conductores en la prueba de flama del soporte vertical, véase Apéndice B1.

Otro método para establecer ese mismo parámetro consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete a la prueba de flama vertical para cables en soportes tipo charola.

- e) **Canalizaciones para cables de fibra óptica en cámaras plenas (de aire).** Las canalizaciones para cables de fibra óptica en cámaras plenas (de aire), deben tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja emisión de humos.
- f) **Canalizaciones para cables de fibra óptica para instalación vertical.** Las canalizaciones para cables de fibra óptica para instalaciones verticales, deben tener características de resistencia al fuego adecuadas, para evitar la propagación de incendio de un piso a otro.
- g) **Canalización de cable de fibra óptica de uso general.** La canalización de cable de fibra óptica para uso general debe estar certificada como resistente a la propagación del fuego.

770-52. Instalación de cables de fibra óptica con conductores eléctricos

- a) **Circuitos con conductores de alumbrado, de fuerza o Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.** Se permite instalar cables de fibra óptica dentro del mismo conductor compuesto, con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media que funcionen a 600 V o menos, solamente cuando las funciones de las fibras ópticas y de los conductores eléctricos estén asociadas.

Se permite instalar cables de fibra óptica dieléctricos que ocupen el mismo soporte tipo charola para cables o canalización con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media que operen a 600 V o menos.

Se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos compuestos que contengan solamente conductores portadores de corriente eléctrica para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1 para 600 V o menos, estén en el mismo gabinete, soporte tipo charola para cables, caja de salida, tablero, canalización u otras envolventes de terminales junto con otros conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1.

No se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo gabinete, soporte tipo charola para cables, caja de salida, tablero, o alguna envolvente similar, en las que haya terminales eléctricas de circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 1: Se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo gabinete, soporte tipo charola para cables, caja de salida, tablero o envolvente similar, cuando están asociados funcionalmente con el circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 2: Se permite que los cables ocupen el mismo gabinete, soporte tipo charola para cables, caja de salida, tablero o envolvente similar, cuando los cables de fibra óptica dieléctricos están instalados en centros de control preensamblados en fábrica o en campo.

Excepción 3: Se permite el uso de cables de fibra óptica dieléctricos junto con circuitos que excedan de 600 V, solamente en establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas dan servicio a la instalación.

Excepción 4: Se permite el uso de cables de fibra óptica compuestos que contengan conductores portadores de corriente eléctrica que operen a más de 600 V, solamente en establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas dan servicio a la instalación.

Las instalaciones en canalizaciones deben cumplir con lo indicado en 300-17.

b) Con otros conductores. Se permite que los cables de fibra óptica en el mismo cable y los cables de fibras ópticas conductivos y dieléctricos estén en el mismo soporte tipo charola para cables, envolvente o canalización junto con conductores de cualquiera de los siguientes tipos:

- 1)** Conductores de circuitos para control remoto, señalización y circuitos de potencia limitada de Clase 2 y Clase 3, que cumplan con lo indicado en el Artículo 725.
- 2)** Conductores para sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, que cumplan con lo indicado en el Artículo 760.
- 3)** Conductores para circuitos de comunicación que cumplan con el Artículo 800.
- 4)** Conductores para sistemas de distribución de antenas comunales de radio y de televisión, que cumplan con el Artículo 820.
- (5)** De circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia que cumplan lo establecido en el Artículo 830.

c) Puesta a tierra. Los componentes conductivos no-portadores de corriente de los cables de fibra óptica, deben estar puestos a tierra como se establece en el Artículo 250.

770-53. Aplicaciones de los cables de fibra óptica y sus canalizaciones. Los cables de fibra óptica conductivos y dieléctricos deben cumplir con los incisos (a) a (f), según sea aplicable:

a) Cámaras de aire. Los cables de fibra óptica instalados en ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios para el manejo de aire ambiental deben ser tipo OFNP o OFCP.

Además, se permite instalar canalizaciones de fibra óptica aprobadas para cámaras plenas (de aire) y otros espacios para el manejo de aire ambiental como las descritas en 300-22(b), y en otros espacios para aire ambiental, como se describe en la Sección 300-22 (c). En estas canalizaciones sólo se permite instalar el cable tipo OFNP.

Excepción. Pueden instalarse cables tipo OFNR, OFCR, OFNG, OFN, OFCG y OFC conforme se indica en 300-22.

b) Tiros verticales. Los cables de fibra óptica instalados en tiros verticales y que penetren más de un piso o cables instalados en tramos verticales en un cubo, deben ser tipo OFNR o OFCR.

Cuando se requieran cables tipo OFNR o OFCR para atravesar pisos, deben contener sólo cables adecuados para uso en tiros verticales o cámaras plenas (de aire) o secciones verticales. Además, se permite instalar canalizaciones aprobadas para tiros verticales en un cubo o de un piso y otro. En estas canalizaciones sólo se permite instalar cables de Tipo OFNR y OFNP.

Excepción 1: Pueden instalarse cables tipo OFNG, OFN, OFCG y OFC si están encerrados en una canalización metálica o situados en un cubo a prueba de fuego que tenga barreras contra el fuego en cada piso.

Excepción 2: Pueden instalarse cables tipo OFNG, OFN, OFCG y OFC en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

NOTA - Véase 300-21 para los requerimientos de barreras contra el fuego para las penetraciones de pisos.

c) Otros tipos de conductores en el interior de edificios. Los cables instalados en lugares de un edificio, que no sean los considerados en los incisos (a) y (b) anteriores, deben ser tipo OFNG, OFN, OFCG o OFC. Permite instalarse dichos cables en canalizaciones de fibra óptica de uso general.

d) Áreas peligrosas (clasificada). Los cables de fibra óptica instalados en áreas peligrosas (clasificadas) deben ser de alguno de los tipos indicados en la Tabla 770-53.

(e) Soportes tipo charola para cables. Se permite instalar los cables de fibra óptica de los tipos listados en la Tabla 770-50 en soportes tipo charola para cables.

NOTA: Se permite que los cables de fibra óptica estén aprobados específicamente para su uso en soportes tipo charola para cables.

(f) Sustituciones de los cables. Se permiten las sustituciones de los cables de fibra óptica listadas en la Tabla 770-53.

TABLA 770-53. Substitución de los cables de fibra óptica

Tipo de cable	Substitución permitida
OFNP	Ninguna
OFCP	OFNP
OFNR	OFNP
OFNR	OFNP
OFNR	OFNP, OFCP, OFNR
OFNG, OFN	OFNP, OFNR
OFNG, OFN	OFNP, OFCP, OFNR, OFNR, OFNG, OFN

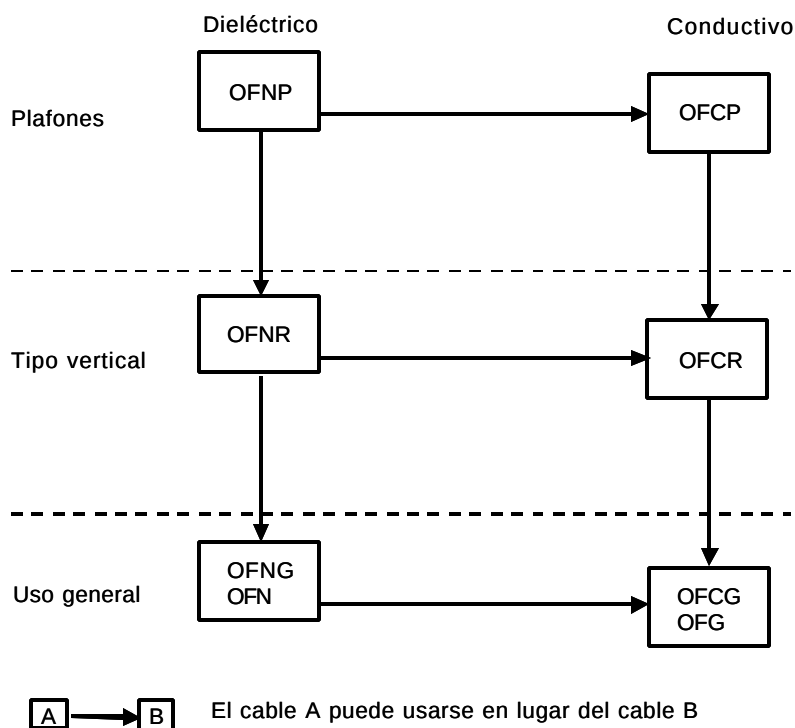


FIGURA 770-53. Jerarquía de sustitución de cables

ARTICULO 780-SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA EN LAZO CERRADO Y PROGRAMADO

780-1. Alcance. Este Artículo se aplica a los sistemas de distribución de energía en los predios controlados conjuntamente por un sistema de señalización entre el equipo de control de energía y el equipo de utilización.

780-2. Disposiciones generales

- Referencia a otros Artículos.** A estos sistemas se les debe aplicar todos los demás Artículos aplicables de esta norma, excepto lo modificado por este Artículo.
- Componentes.** Todo equipo y conductores del sistema deben estar aprobados e identificados.

780-3. Operación de sistema de control. El equipo de control y todos los dispositivos de conmutación accionados por el equipo de control deben estar aprobados e identificados. El sistema debe funcionar del modo especificado a continuación.

- a) **Identificación de características eléctricas.** Las salidas del sistema de distribución de circuito cerrado no deben energizarse a menos que el equipo exhiba una identificación con sus características eléctricas.
- b) **Condiciones para desenergización.** Las salidas deben desenergizarse cuando se produzca cualquiera de las siguientes condiciones:
 - 1) No se esté recibiendo señal de operación que indique operación nominal por parte del equipo conectado a la salida de un sistema de distribución de potencia de circuito cerrado.
 - 2) Exista una condición de falla a tierra.
 - 3) Exista una condición de sobrecorriente.
- c) **Condiciones adicionales para desenergización cuando se usa una fuente de energía alterna.** Además de los requerimientos establecidos en 780-3(b), las salidas se deben desenergizar, cuando ocurra cualquiera de las siguientes condiciones adicionales:
 - 1) El conductor puesto a tierra no está debidamente puesto a tierra.
 - 2) Cualquier conductor no puesto a tierra está a la tensión distinta a la nominal.
- d) **Falla del controlador.** En el caso de una falla del controlador, todas las salidas dependientes del mismo deben desenergizarse.

780-5. Limitación de potencia en los circuitos de señalización. Para circuitos de señalización que no excedan de 24 V, la corriente eléctrica requerida no debe exceder de 1 A cuando el circuito esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente o una fuente de energía inherentemente limitada.

780-6. Cables y conductores

- a) **Cable híbrido.** El cable híbrido consiste de una combinación de conductores de energía, comunicaciones y señalización bajo una cubierta común. Bajo una cubierta común, se permite usar cables híbridos aprobados, compuestos por conductores de fuerza, de comunicaciones y de señalización. Esta cubierta debe aplicarse de manera que separe a los conductores de energía de los conductores de comunicación y señalización. Se puede agregar una cubierta externa opcional. Los conductores individuales de un cable híbrido, deben cumplir con los requisitos aplicables de esta norma, en lo que se refiere a su capacidad de conducción de corriente, tensión eléctrica y aislamiento nominales. Los conductores para señalización deben ser de cobre y el tamaño nominal no debe ser menor que 0,2051 mm² (24 AWG).
- b) **Cables y conductores en el mismo gabinete, tablero o caja de conexiones.** Los conductores de energía, comunicaciones y señalización de un cable híbrido aprobado, pueden ocupar el mismo gabinete, tablero o caja de salida (u otro encerramiento similar que albergue las terminaciones eléctricas de los circuitos de alumbrado o de fuerza), sólo si se emplean los conectores aprobados específicamente para cables híbridos.

780-7. No intercambiabilidad. Los receptáculos, extensiones y clavijas con cordón usados en sistemas de distribución de potencia de circuito cerrado, deben construirse de forma tal que no sean intercambiables con otros receptáculos, extensiones y clavijas con cordón.

4.8 SISTEMAS DE COMUNICACION

CAPITULO 8

ARTICULO 800-CIRCUITOS DE COMUNICACIONES

A. Disposiciones generales

800-1. Alcance. Este Artículo cubre los requerimientos de los sistemas telefónicos, telegráficos (excepto las radiocomunicaciones), del alambrado exterior para sistemas de alarma contra incendio y contra robos y sistemas de estaciones centrales similares, y de sistemas telefónicos no conectados a un sistema de estación central, pero que utilizan clases de equipo, métodos de instalación y de mantenimiento similares.

NOTA 1 - Para mayor información sobre sistemas de alarmas contra incendio, puestos de guardia, de flujo de agua de rociadores automáticos y de los sistemas de supervisión de éstos, véase el Artículo 760.

NOTA 2: Para los requisitos de instalaciones de sistemas de fibra óptica, véase el Artículo 770.

NOTA 3: Para los requisitos de instalación de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, véase el Artículo 830.

800-2. Definiciones. Véase el Artículo 100. Para propósitos de este Artículo, adicionalmente se aplican las siguientes definiciones:

Alambre: Ensamble hecho en fábrica de uno o más conductores aislados sin una cubierta común.

Cable: Ensamble hecho en fábrica de dos o más conductores aislados con cubierta general.

Cuadra: manzana, porción de una ciudad, terreno o aldea, rodeada por calles, incluyendo callejones encerrados, pero no las calles.

Expuesto: Circuito que está en una posición tal, que en caso de falla de los soportes y del aislamiento, puede hacer contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100 para otras dos definiciones de Expuesto.

Forro de cable: Cubierta sobre el ensamble del conductor que puede incluir una o más cubiertas metálicas, refuerzos o envolturas.

Predios: El terreno y las edificaciones de un usuario, localizados en el lado del usuario del punto de demarcación de la red entre la empresa de servicios y el usuario.

Punto de entrada: El punto de entrada a un edificio es el lugar donde los conductores o cables emergen a través de un muro exterior, de una losa de concreto o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, puestos a tierra a un electrodo de acuerdo con la Sección 800-40 (b).

800-3. Cables híbridos para fuerza y comunicaciones. Las disposiciones de la Sección 780-6 aplican para los cables aprobados híbridos de fuerza y comunicaciones para distribución programada de energía y en circuito cerrado.

NOTA: Para cables híbridos de fuerza y comunicaciones en otras aplicaciones de los véase 800-51 (i).

800-4. Equipo. El equipo destinado a ser conectado eléctricamente a redes de comunicación debe estar listado para ese uso.

Excepción: El requisito de listado no se aplica al equipo de prueba destinado a conexión temporal a la red de telecomunicaciones, por parte del personal calificado durante la instalación, mantenimiento o reparación de equipo o sistemas de telecomunicaciones.

800-5. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe impedirse por la acumulación de alambres y cables, que eviten la remoción de paneles, incluyendo los plafones suspendidos del techo.

800-6. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos y equipo de comunicaciones deben instalarse de manera ordenada, profesional y procurando identificar todo el alambrado. Los cables deben soportarse sobre la estructura del edificio de forma que no puedan dañarse por el uso normal del mismo

800-7. En áreas peligrosas (clasificadas). Los circuitos y equipos de comunicaciones instalados en un área peligrosa (clasificada) de acuerdo con el Artículo 500 deben cumplir los requisitos aplicables del Capítulo 5.

B. Conductores en exteriores y en entrada a edificios

800-10. Cables y alambres aéreos de comunicaciones. Los conductores aéreos que entren en edificios deben cumplir con lo siguiente:

- a) **Sobre postes y claros.** Cuando los conductores de comunicaciones, de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en tramos, deben cumplir con las siguientes condiciones.
 - 1) **Ubicación relativa.** Cuando sea posible, los conductores de comunicaciones deben ubicarse abajo de los conductores de alumbrado o fuerza.
 - 2) **Fijación a las crucetas.** Los conductores de comunicaciones no se deben fijar a crucetas que lleven conductores de alumbrado o de fuerza.

- 3) **Espacio de ascenso.** El espacio de ascenso, entre los conductores de comunicación deben cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).
- 4) **Distancia de seguridad.** Las bajadas de acometidas aéreas de 0 V a 750 V, instaladas por encima y en paralelo a las bajadas de acometidas aéreas de comunicación, deben tener una distancia de seguridad mínima de 30 cm en cualquier punto del claro, incluyendo el punto de fijación al edificio, siempre que los conductores activos estén aislados y que se mantenga una distancia de seguridad mínima de 100 cm entre las dos acometidas en el poste.
- b) **Sobre azoteas.** Los conductores de comunicaciones deben tener una distancia de seguridad vertical mínima de 240 cm desde cualquier punto de la azotea sobre la que pasen.

Excepción 1: Edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en la distancia de seguridad sólo en la parte que sobresalga de la azotea, a no menos de 46 cm si:

1) Los conductores de la acometida de los sistemas de comunicaciones pasan sobre la azotea a no más de 1,2 m; y

2) Terminan en una canalización o soporte aprobado a través o arriba del techo.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 cm por cada 30 cm, se permite una reducción en la distancia de seguridad a un mínimo de 90 cm.

800-11. Acometidas subterráneas que entran a edificios. Los conductores subterráneos de comunicaciones que entren en los edificios, deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes:

- a) **Con conductores de alumbrado o fuerza.** Los conductores subterráneos instalados en canalizaciones, registros o cajas de registro en los que haya conductores de alumbrado o fuerza, conductores de circuitos Clase 1 o de alarma contra incendios, que no sean de potencia limitada, deben estar separados de estos conductores por medio de un muro divisorio de tabique, ladrillo o concreto.
- b) **Distribución subterránea en la cuadra.** Cuando todo el circuito de la calle sea subterráneo y el circuito dentro de la cuadra esté colocado de manera tal que no haya riesgo de contacto accidental con circuitos de alumbrado o fuerza de más de 300 V a tierra, no deben aplicarse los requisitos de aislamiento indicados en 800-12 (a) y 800-12 (c), ni se exige colocar soportes aislantes para los conductores, ni se necesitan conectores para la entrada de los conductores en el edificio.
- c) **Punto de entrada.** El punto de entrada para los conductores de comunicaciones debe estar a una distancia no mayor que 7 m del punto de entrada de la acometida eléctrica.

Excepción: Cuando no sea factible instalar la acometida de comunicaciones de esta manera, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra separado, instalado de conformidad con la Sección 800-40(b)(3) y unido de acuerdo con las Secciones 800-40(c) y (d).

NOTA: Bajo ciertas condiciones, la longitud del conductor de unión tiene relación directa con la diferencia de potencial entre los circuitos de comunicaciones y de fuerza.

800-12. Circuitos que necesitan protectores primarios. Los circuitos que requieren protectores primarios como los descritos en 800-30, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) **Aislamiento, alambres y cables.** Los alambres y cables de comunicaciones sin pantalla metálica, tendidos desde el último soporte exterior del edificio hasta el protector primario, deben estar listados para este propósito y tener una capacidad de conducción de corriente como se especifica en 800-30 (a) (1) (b) u 800-30 (a) (1) (c).
- b) **Sobre edificios.** Los conductores de comunicación, que cumplan lo establecido en 800-12 (a), deben estar separados por lo menos 10 cm de los conductores de fuerza y alumbrado que no estén en una canalización o cable, o deben estar permanentemente separados de los conductores de los demás sistemas, además del aislamiento de los alambres, mediante una barrera no conductora, continua y fija firmemente, tal como un tubo de porcelana o tubería flexible. Los conductores de comunicaciones que cumplan con lo indicado en 800-12(a), que se encuentren expuestos a contactos accidentales con conductores de alumbrado y fuerza operando a tensiones eléctricas

mayores de 300 V a tierra y fijados a los edificios, deben separarse de la estructura del edificio mediante aisladores de vidrio, porcelana u otro material aislante.

Excepción: La distancia de la estructura, de acabados en madera, no es necesaria cuando se omiten los fusibles, como está previsto en 800-30 (a)(1), o donde se usen los conductores para extender un circuito desde un cable que tenga pantalla metálica puesta a tierra hasta un edificio.

- c) Entrada a edificios.** Cuando se instale un protector primario dentro del edificio, los conductores de comunicación deben entrar al edificio ya sea por medio de una boquilla aislante, no absorbente y no combustible, o por medio de una canalización metálica. Puede omitirse la boquilla aislante en los conductores que entran, cuando los conductores: (1) son cables con pantalla metálica; (2) pasen a través de mampostería; (3) satisfacen los requisitos indicados en 800-12 (a) y se omitan los fusibles según se dispone en la Sección 800-30(a)(1); o (4) cumplan con los requisitos especificados en 800-12(a) y se utilicen para prolongar circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra hasta el edificio. Las canalizaciones o boquillas deben entrar desde el exterior al edificio con una pendiente hacia arriba desde el exterior o, cuando esto no es posible, deben hacerse curvas de goteo en los conductores inmediatamente antes de su entrada al edificio.

Las canalizaciones deben estar equipadas con una mufa de acometida aprobada. Se permite que entren a través de una canalización o boquilla más de un conductor de comunicaciones. Los tubos (conduit) u otras canalizaciones metálicas colocadas adelante del protector deben estar puestos a tierra.

800-13. Separación de los conductores de bajada de pararrayos. Se debe mantener una distancia de seguridad mínima de 1,8 m entre los conductores visibles de sistemas de comunicación y los conductores de bajada de los pararrayos.

C. Protección

800-30. Dispositivos de protección

a) Aplicación. En cada circuito que se encuentre parcial o completamente aéreo y que no se limite a la cuadra o edificio, se debe instalar un protector primario listado. También se debe colocar un protector primario listado en cada circuito, aéreo o subterráneo, que esté situado en la cuadra a la que pertenezca el edificio, que pueda estar expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza con tensiones eléctricas mayores que 300 V a tierra. Además, donde exista exposición a descargas atmosféricas, cada circuito que conecta las edificaciones en un predio, debe protegerse con un protector primario listado en cada extremo del circuito de conexión. La instalación de protectores primarios también debe cumplir lo establecido en la Sección 110-3.

NOTA 1: En un circuito no expuesto a contacto accidental con conductores de fuerza, la instalación de un protector primario certificado de acuerdo con este Artículo, ayuda a proteger contra otros riesgos, tales como descargas atmosféricas y subidas anormales de tensión inducidas por corrientes de falla en circuitos de fuerza próximos a los de comunicaciones.

NOTA 2: Se considera que los circuitos de conexión entre edificaciones están expuestos a las descargas atmosféricas, a menos que exista alguna de las siguientes condiciones:

1) Los circuitos en grandes áreas metropolitanas donde los edificios están juntos y son suficientemente altos para interceptar las descargas atmosféricas.

2) Los tramos de cables de conexión entre edificios de 40 m de longitud o menores enterrados directamente o en tubo (conduit) subterráneo, donde una pantalla metálica continua del conductor o un tubo (conduit) metálico continuo que contenga al cable, esté unido al sistema de electrodos de puesta a tierra de cada edificio.

3) Las áreas que tengan un promedio de cinco días de tormenta o menos por año y la resistividad del terreno menor que 100 Ω -m.

1) Protectores primarios sin fusibles. Puede utilizarse un protector primario del tipo sin fusibles, bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

a) Donde los conductores que entran a un edificio por medio de un cable con pantalla metálica puesta a tierra y si los conductores en el cable se funden sin peligro, para todas las corrientes mayores a la capacidad de corriente eléctrica del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector.

b) Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con lo indicado en 800-12(a) para extender circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra eficazmente hasta un edificio, y si los conductores del cable o sus terminales, o las conexiones entre los conductores aislados y la planta expuesta, se funden sin peligro cuando pasa cualquier corriente eléctrica mayor que la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o los conductores aislados asociados, y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

c) Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con lo indicado en 800-12(a) o (b), para extender circuitos desde un cable que no tenga una(s) parte(s) de la pantalla metálica puesta a tierra hasta un edificio, si:

1) el protector primario está aprobado para este propósito; y

2) las conexiones de los conductores aislados a la planta expuesta o los conductores de dicha planta se funden sin presentar peligro cuando para corrientes eléctricas mayores a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o de los conductores aislados asociados, y la del conductor de puesta a tierra del protector primario.

d) Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-12 (a) para extender en forma aérea los circuitos hasta un edificio, desde un circuito no expuesto enterrado o subterráneo, no expuesto.

e) Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-12 (a) para extender los circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra eficazmente hasta un edificio, y si:

1) la combinación del protector primario y el conductor aislado está aprobado para ese uso; y

2) los conductores aislados se funden sin peligro para todas las corrientes eléctricas mayores a la capacidad de conducción de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

2) Protectores primarios con fusibles. Cuando no se cumplan los requisitos indicados en la Sección 800-30(a)(1) de a) hasta (e) se deben usar protectores primarios con fusibles. Un protector primario con fusibles debe consistir en un protector contra sobretensiones eléctricas conectado entre cada conductor de fase y tierra, un fusible en serie con cada conductor de fase y una instalación de montaje adecuado. Las terminales del protector primario deben estar claramente marcadas para identificar las conexiones de fase, equipo y tierra, según sea aplicable.

b) Ubicación. El protector primario debe instalarse dentro del edificio o estructura a la que protege, o inmediatamente adyacente a ésta y tan cerca como sea posible del punto en el cual los conductores descubiertos entran o estén fijados. Para los propósitos de esta Sección, el punto en el cual los conductores expuestos entran, se debe considerar el punto de salida a través de un muro exterior, una losa de concreto o desde un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado puesto a tierra a un electrodo, de acuerdo con lo indicado en 800-40 (b).

Para propósitos de esta Sección, debe considerarse que cumplen con los requisitos, los protectores primarios instalados en el equipo de acometida de casas móviles a la vista y a un máximo de 9 m desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o a un medio de desconexión en la casa móvil, puesta a tierra de acorde con lo especificado en 250-24 y situado al alcance de la vista y no mayor que 9 m de la casa móvil que alimenta.

NOTA - Si se selecciona la ubicación del protector primario para lograr que el conductor de puesta a tierra del protector sea lo más corto posible, se ayuda a eliminar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicación y otros sistemas metálicos.

c) Áreas peligrosas (clasificadas). El protector primario no debe instalarse en áreas peligrosas (clasificadas), de acuerdo con lo definido en el Artículo 500, ni en la proximidad de materiales fácilmente inflamables.

Excepción: Como se permite en 501-14, 502-14 y 503-12.

800-31. Requisitos del protector primario. El protector primario debe consistir de una protección contra sobretensiones eléctricas conectadas entre cada conductor de línea y tierra, en un montaje apropiado. Las terminales del protector deben estar marcadas para identificar las conexiones de línea y tierra, según sea aplicable.

NOTA: Para mayor información sobre los requisitos aplicables de un protector primario, véase Apéndice B2.

800-32. Requisitos del protector secundario. Cuando un protector secundario se instale en serie con el alambre y el cable interior de comunicación entre el protector primario y el equipo, el protector debe estar aprobado para dicho propósito. El protector secundario debe incluir medios para limitar sin peligro la corriente eléctrica a valores menores de la capacidad de conducción de corriente del cable y del alambre de comunicación interiores aprobados, de cordones de línea telefónica aprobados y equipos de terminales de comunicación aprobadas, que tengan puertos para circuitos de comunicación con alambre exterior. Cualquier protección contra sobretensiones, apartarrayos o conexión de puesta a tierra, debe estar conectada en el lado de las terminales del equipo del medio limitador de corriente eléctrica del protector secundario.

NOTA 1: Para mayor información sobre los requisitos aplicables de un protector secundario, véase Apéndice B2.

NOTA 2: Los protectores secundarios en circuitos expuestos no están diseñados para usarse sin protectores primarios.

800-33. Puesta a tierra de cables. Las pantallas metálicas de los cables de comunicación que entren a los edificios deben ser puestas a tierra tan cerca como sea posible del punto de entrada o debe interrumpirse tan cerca del punto de entrada como sea practicable, por una junta aislante o por un dispositivo equivalente. Para propósitos de esta Sección, debe considerarse como punto de entrada, el lugar donde emergen los cables a través de un muro exterior, una losa de concreto o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado conectado a un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 800-40 (b).

D. Método de puesta a tierra

800-40. Puesta a tierra del cable y del protector primario. La pantalla metálica de los cables, cuando lo exija la Sección 800-33 y los protectores primarios deben ser puestos a tierra, como se indica a continuación.

a) Conductor de puesta a tierra

- 1) Aislamiento.** El conductor de puesta a tierra debe estar aislado listado para este uso.
- 2) Material.** El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, sólido o cableado.
- 3) Tamaño nominal.** El conductor de puesta a tierra debe ser de un tamaño nominal no menor que 2,08 mm² (14 AWG).
- 4) Recorrido.** El recorrido del conductor de puesta a tierra debe ser lo más recto y directo posible hasta el electrodo de puesta a tierra.
- 5) Daño físico.** Cuando sea necesario, el conductor de puesta a tierra debe estar protegido contra daño físico. Cuando este conductor de puesta a tierra esté dentro de una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse al conductor de puesta a tierra, o a la misma terminal o electrodo al cual está conectado el conductor de puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de puesta a tierra debe conectarse como sigue:

- 1)** Al lugar más cercano y accesible en:
 - a.** El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, de acuerdo con lo indicado en 250-81;
 - b.** El sistema interno de tuberías metálicas de agua del edificio puestas a tierra, acorde con 250-80(a);
 - c.** Un medio externo accesible de la acometida de energía, fuera de las envolventes como se indica en 250-71(b);
 - d.** La canalización metálica de la acometida de energía;
 - e.** La envolvente del equipo de la acometida de energía;
 - f.** El conductor del electrodo de puesta a tierra o el conductor del electrodo de puesta a tierra de la envolvente metálica; o

- g. El conductor o el electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura puesta a tierra, conforme lo indicado en 250-24.

Para propósitos de esta Sección, debe considerarse accesible el equipo de acometida o medio de desconexión de una casa móvil, como se describe en 800-30(b),

- 2) Si el edificio o estructura alimentadas no tienen medios de puesta a tierra como se describe en (b)(1) anterior, a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-81; o
- 3) Si el edificio o estructura alimentadas no tienen los medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(1) o (b)(2); se debe conectar a una estructura metálica puesta a tierra eficazmente o a una varilla o tubería de puesta a tierra de longitud no menor que 1,5 m y 13 mm de diámetro conducida en lo posible, a una parte del terreno que esté húmedo permanentemente y separada de los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas de acuerdo con lo indicado en 800-13 y a un mínimo de 1,8 m de distancia de los electrodos de otros sistemas. Ni las tuberías de vapor o agua caliente, ni los conductores que van hasta las varillas del sistema de protección contra descargas atmosféricas deben utilizar como electrodos para los protectores.
- c) **Conexión de los electrodos.** Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra, deben cumplir con lo establecido en 250-115. Los conectores, abrazaderas, accesorios y zapatas utilizados para conectar conductores de puesta a tierra y puentes de unión a los electrodos de puesta a tierra o a cualquier otro elemento de puesta a tierra que esté embebido en concreto o enterrados en el suelo, deben ser adecuados para esta aplicación.
- d) **Conexión de electrodos.** Un puente de unión de tamaño nominal no menor que 13,3 mm² (6 AWG) o equivalente debe conectar al electrodo de puesta a tierra de comunicaciones y el sistema de electrodos para puesta a tierra de energía en el edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos independientes. Se permite la unión de todos los electrodos de puesta a tierra independientes.

Excepción: En casas móviles conforme se indica en 800-41.

NOTA 1- Sobre el uso de terminales aéreas, véase 250-86.

NOTA 2- Si se unen todos los electrodos independientes de puesta a tierra, se limitan las diferencias de potencial entre los electrodos y entre sus sistemas alambrado asociados.

800-41. Puesta a tierra y unión del protector primario en casas móviles

- a) **Puesta a tierra.** Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado al alcance de la vista desde, y a máximo de 9 m del muro exterior de la casa móvil que alimenta, o no existe un medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil, de acuerdo con 250-24 y se ubica a la vista del muro exterior de la casa móvil que alimenta, la puesta a tierra del protector primario debe estar conforme con lo indicado en 800-40 (b)(2) y (3).
- b) **Unión.** La terminal o electrodo de puesta a tierra del protector primario debe unirse a la estructura metálica o mediante la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, mediante un conductor de puesta a tierra de cobre, con un tamaño nominal no menor que 3,31 mm² (12 AWG), de acuerdo con cualquiera de las condiciones siguientes:
- 1) Donde no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil como en el inciso a) anterior; o
- 2) Cuando la casa móvil está alimentada con clavija y cordón.

E. Conductores de comunicaciones dentro de edificios

800-48 Canalizaciones para conductores de comunicaciones. Cuando los alambres y cables de comunicaciones están instalados en una canalización, dicha canalización debe ser de un tipo permitido e instalado, de acuerdo con el Capítulo 3.

Excepción: Las canalizaciones no metálicas aprobadas de comunicaciones, identificadas para propósito general, para secciones verticales o para cámaras plena (de aire) de acuerdo con la Sección 800-51, e instaladas de acuerdo con las secciones 331-7 a 331-14, donde deben aplicarse los requisitos a tubería eléctrica no metálica.

800-49. Resistencia al fuego de conductores de comunicación. Los conductores de comunicación instalados como alambrado dentro de edificios deben estar listados como resistentes al fuego y a la propagación de la flama de acuerdo con lo indicado en 800-50 y 800-51.

800-50. Aprobación, marcado e instalación de conductores de comunicación. Los conductores de comunicación instalados dentro de edificios deben estar listados para este propósito e instalados conforme con lo establecido en la Sección 800-52. Los cables de comunicaciones y alambres de comunicaciones de instalación debajo de la alfombra, se deben marcar de acuerdo con la Tabla 800-50. La capacidad nominal de tensión del cable no se debe marcar en el cable o en los alambres de comunicaciones de instalación debajo de la alfombra.

NOTA - Las marcas de tensión eléctrica en el cable pueden mal interpretarse y sugerir que los cables son listados para aplicaciones de Clase 1, alumbrado y fuerza.

Excepción 1: Se permiten las marcas de tensión eléctrica en los cables, donde los cables listados tengan múltiples marcas, y las condiciones de certificación de alguna de ellas así lo requiera.

Excepción 2: Las marcas no se requieren cuando el cable esté listado y marcado entre al edificio desde el exterior y está continuamente canalizado en tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, y este tubo (conduit) esté puesto a tierra a un electrodo conforme con lo indicado en 800-40(b).

Excepción 3: Las marcas y etiquetas no se requieren cuando la longitud del cable dentro del edificio, medido desde el punto de entrada, no es mayor que 15 m y los cables que entran desde el exterior y terminan en una envolvente o protector primario listado.

NOTA 1 - Las cajas de derivaciones y terminales, ya sean plásticas o metálicas, son envolventes típicas para terminales y derivaciones de cables telefónicos.

NOTA 2 - Esta excepción limita la longitud del cable no listado de la instalación dentro del edificio a 15 m, mientras que la Sección 800-30 (b) requiere que el protector primario se ubique tan cerca como sea posible al punto de entrada del cable al edificio. Por tanto, en las instalaciones que requieran de un protector primario, el cable exterior no debe extenderse más de 15 m dentro del edificio, siempre que es posible instalar el protector primario más cerca de los 15 m del punto de entrada.

Excepción 4: Los cables multiusos pueden considerarse adecuados y se permite sustituir a los cables de comunicación, conforme con lo establecido en 800-53(f).

NOTA 1 - Los tipos de cables se listan en orden descendente en cuanto a su capacidad de resistencia al fuego. Los cables multiusos se listan arriba de los cables de comunicación, ya que los multiusos pueden sustituir a algunos cables de comunicación.

NOTA 2 - Véase las secciones citadas para los usos permitidos.

TABLA 800-50.- Identificación en los cables

Identificación del conductor	Tipo	Referencia
MPP	Cable multiuso en cámara plena (de aire)	800-51(g) y 800-53(a)
CMP	Cable de comunicación en cámara plena (de aire)	800-51(a) y 800-53(a)
MPR	Cable multiuso elevador	800-51(g) y 800-53(b)
CMR	Cable de comunicación elevador	800-51(b) y 800-53(b)
MPG	Cable multiuso usos generales	800-51(g) y 800-53(d)
CMG	Cable de comunicación de usos generales	800-51(c) y 800-53(d)
MP	Cable multiuso usos generales	800-51(g) y 800-52(d)
CM	Cable de comunicación de usos generales	800-51(d) y 800-53(d)
CMX	Cable de comunicación de uso limitado	800-51(e) y 800-53(d)
CMUC	Cable y alambre de comunicación bajo alfombra	800-51(f) y 800-53(d) Excepción 5

(Continúa en la Séptima Sección)