

CAPÍTULO 6 (4.6) EQUIPOS ESPECIALES

ARTÍCULO 600 - ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO DE REALCE

A. Disposiciones generales

600-1. Aplicación. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de conductores eléctricos y equipo para anuncios luminosos y alumbrado de realce como se definen en el Artículo 100.

Para tal efecto se considera cualquier tipo de anuncio luminoso fijo o portátil, iluminado exterior o interiormente a base de:

- a) Tubos neón
- b) Lámparas de descarga: fluorescente, vapor de mercurio, vapor de sodio baja o alta presión
- c) Lámparas incandescentes
- d) Cualquier combinación de las anteriores

600-2. Medios de desconexión. Cada instalación de alumbrado de realce y cada anuncio luminoso, deben controlarse por medio de un interruptor automático o desconectador para circuito accionado externamente, el cual abra todos los conductores activos. Adicionalmente se permite la utilización de dispositivos de desconexión automática tales como temporizadores y celdas fotoeléctricas, entre otros, de tal forma que los anuncios luminosos sólo estén energizados durante los periodos necesarios y así tener un mejor aprovechamiento de la energía.

a) El medio de desconexión debe estar a la vista del anuncio luminoso que controla

Excepción 1: Los anuncios luminosos operados por controles electrónicos o electromecánicos colocados fuera del anuncio luminoso, deben tener medios de desconexión visibles desde el lugar donde está ubicado el control. Los medios de desconexión deben desconectar al anuncio luminosos y al control de todos los conductores activos de alimentación, y deben estar diseñados para que ningún polo pueda ser accionado independientemente. Los medios de desconexión y el control pueden ubicarse dentro de la misma envolvente. Los medios de desconexión deben tener forma para bloquearse en la posición de abierto.

b) Capacidad nominal del desconectador de control. Los medios de desconexión, desconectores de acción intermitente y dispositivos similares que controlen transformadores, deben tener capacidad para cargas inductivas de control, o una capacidad nominal (A) de cuando menos el doble de la capacidad (A) del transformador.

NOTA: Véase 380-14 para la capacidad y uso de los desconectores de acción rápida.

600-3. Envolventes utilizados como cajas de paso. El método de alumbrado utilizado para alimentar anuncios luminosos o alumbrado de realce, debe terminar dentro del envolvente del transformador o del anuncio luminoso.

Excepción: Las envolventes de transformadores y anuncios luminosos pueden usarse como cajas de paso para conductores que alimenten a otros anuncios luminosos, aparatos de alumbrado de realce o proyectores adyacentes que formen parte del anuncio luminosos, siempre que los conductores que se prolonguen más allá del equipo, estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal de 20 A o menor.

600-4. Instrucciones. Todos los anuncios luminosos de cualquier tipo, fijos o portátiles, deben proveerse de instrucciones y deben instalarse de acuerdo con ellas.

600-5. Puesta a tierra. Los anuncios luminosos, canaletas, cajas terminales de tubos y otras estructuras metálicas, deben ponerse a tierra como se especifica en el Artículo 250.

Excepción. Partes metálicas separadas. Las partes metálicas separadas que no transportan corriente eléctrica, de un alumbrado de realce, pueden ponerse a tierra por conductores de tamaño nominal 2,08 mm² (14 AWG) y deben protegerse de daño físico y ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

600-6. Circuitos derivados

a) Capacidad. Los circuitos que alimentan lámparas, balastos y transformadores o combinaciones de éstos, deben tener una capacidad de acuerdo a la carga por alimentar.

b) Circuitos derivados. Cada edificio comercial y cada local de comercio que esté a nivel de la calle, accesible a los peatones, debe tener en la parte exterior con una salida por lo menos, para anuncios luminosos o alumbrado de realce. Esta salida debe alimentarse por un circuito derivado exclusivo de 20 A.

Excepción: Los corredores y pasillos interiores no deben considerarse como parte exterior de los edificios.

c) Carga mínima calculada. Debe considerarse una carga mínima de 1200 VA, en el cálculo del circuito derivado que alimenta a anuncios luminosos o alumbrados de realce.

600-7. Marcado

a) Anuncios luminosos. Todos los anuncios luminosos deben marcarse con el nombre del fabricante, y en los de lámparas incandescentes se debe indicar el número de portalámparas que les corresponda; en el caso de anuncios luminosos basados en lámparas de descarga (tubos) se debe indicar la corriente eléctrica de entrada a plena carga y su tensión eléctrica nominal de entrada. La identificación del anuncio luminosos debe estar visible y permanente después de su instalación.

b) Transformadores. Para su identificación, los transformadores deben indicar en forma visible y permanente los datos de entrada en A o VA, la tensión eléctrica nominal de entrada, y la de salida en circuito abierto.

600-8. Envolventes. Las partes vivas que no sean lámparas ni tubos de neón deben estar encerradas en envolventes.

a) Resistencia estructural. Las envolventes deben tener una apropiada resistencia estructural y rigidez.

b) Material. Los anuncios deben estar contruidos de metal o de un material aprobado y listado.

c) Protección del metal. Las partes metálicas del equipo deben estar protegidas contra la corrosión.

600-9. Anuncios luminosos portátiles. Los anuncios luminosos portátiles o sus secciones, letras, aparatos, símbolos y elementos similares que se utilicen con anuncios luminosos fijos, se deben usar solamente cuando cumplan con las disposiciones aplicables de esta NOM y además deben cumplir los requisitos siguientes:

a) Receptáculo y clavija a prueba de intemperie. El receptáculo y la clavija a prueba de intemperie debe tener con un polo de puesta a tierra, para cada letra individual, aparato o anuncio luminoso.

b) Cordones. Todos los cordones deben ser del tipo de uso rudo como se designa en la Tabla 400-4 y deben ser de tres conductores, con uno para puesta a tierra de los equipos, como se prevé en 600-9(a).

c) Altura del cordón. Ningún cordón debe estar a una altura menor de 3 m desde el nivel del suelo en distancia vertical.

600-10. Separaciones

a) Altura. La parte baja de los anuncios luminosos y alumbrado de realce debe estar a una altura no-menor a 5 m por encima de áreas accesibles al tráfico de vehículos.

Excepción: *La parte baja puede estar a menos de 5 m por encima de áreas accesibles a vehículos, si está protegida contra daños materiales.*

600-11. Anuncios luminosos portátiles exteriores. El alumbrado de un anuncio luminoso portátil o móvil exterior, debe estar accesible fácilmente y tener integrado un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal. Dicho interruptor debe localizarse en el cordón de la fuente de alimentación a una distancia no-mayor a 30 cm del receptáculo alimentador. Los soportes de los conductores de corriente eléctrica especificados en esta Sección deben considerarse como parte integral del anuncio luminoso.

B. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de 1000 V o menos

600-21. Instalación de conductores

a) Método de alambrado. Los conductores deben instalarse en tubo (*conduit*) metálico tipo pesado, semipesado, no-metálico tipo pesado, metálico flexible, metálico flexible hermético a los líquidos, no-metálico flexible hermético a los líquidos, cable con envolvente metálica, cable tipo AC, ductos metálicos, cables con envolvente metálica o aislamiento mineral, y postes metálicos que cumplan con los requisitos indicados en 410-15(b).

b) Aislamiento y tamaño nominal. Los conductores deben ser de un tipo aprobado para uso general y deben ser de tamaño nominal no-menor de 2,082 mm² (14 AWG).

Excepción 1: *Los conductores pueden ser de un tamaño nominal no-menor de 0,823 mm² (18 AWG) del tipo especificado en la Tabla 402-3, para los casos indicados a continuación:*

c) Anuncios luminosos portátiles.

d) Las terminales cortas permanentemente unidas a portalámparas o balastos para lámparas de descarga.

e) Las terminales alambradas en canales, que estén permanentemente unidas a portalámparas de lámparas de descarga o balastos de descarga eléctrica y que no tengan una longitud mayor de 2,4 m.

f) En los anuncios luminosos con varias lámparas incandescentes múltiples, que necesitan un conductor para un control a una o más lámparas y cuya carga total no sea mayor de 250 W, si forman parte de un cable dos o más conductores.

Excepción: *Se permite el uso de conductores de tamaño nominal no-menor de 0,519 mm² (20 AWG) como terminales cortas permanentemente unidas a motores síncronos.*

g) Expuestos a la intemperie. Los conductores en canalizaciones, cables blindados o envoltentes expuestas a la intemperie, deben ser del tipo con cubierta de plomo u otro tipo especial aprobado y listado para estas condiciones.

Excepción: *Esto no se aplica cuando las canalizaciones de tubo (*conduit*) metálico tipo pesado, semipesado o ligero, no-metálico tipo pesado, o las envoltentes, son herméticas a la lluvia e instalados de forma que drenen.*

h) Número de conductores en canalizaciones. Los conductores incluyendo su aislamiento en una canalización para anuncios luminosos no deben rebasar una ocupación máxima de 40% del área de la sección transversal interior útil de la canalización.

600-22. Portalámparas. Los portalámparas deben ser del tipo sin desconectador, con cuerpo de material aislante adecuado y contruidos e instalados para que no puedan girar. Los casquillos tipo roscado de los portalámparas de los anuncios luminosos, en circuitos puestos a tierra, deben conectarse al conductor puesto a tierra del circuito.

600-23. Conductores en anuncios luminosos y canaletas. Los conductores dentro de anuncios luminosos y canaletas de alumbrado de realce, deben instalarse sujetos mecánicamente.

600-24. Protección de conductores. Se deben utilizar boquillas para proteger los conductores alimentadores que traspasen envoltentes.

C. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de más de 1000 V

600-31. Instalación de conductores

a) Métodos de alambrado. Los conductores deben instalarse como conductores ocultos sobre aisladores, en tubo (*conduit*) metálico, tipo ligero, semipesado y pesado, tubo (*conduit*) rígido no-metálico, tubo (*conduit*) metálico flexible, tubo (*conduit*) metálico flexible a prueba de líquidos, o cable tipo MC.

NOTA: Véase 600-5 para requerimientos de puesta a tierra.

Excepción: Se permite el uso de tubo (*conduit*) flexible hermético a los líquidos, donde se requiere flexibilidad y cuando esté expuesto a condiciones corrosivas.

b) Aislamiento y tamaño nominal. Los conductores deben ser para una tensión eléctrica no-menor que la del circuito y deben ser de tamaño nominal no-menor de 2,082 mm² (14 AWG).

Excepción: Se permite el uso de conductores de tamaño nominal no-menor de 0,823 5 mm² (18 AWG) en las siguientes condiciones:

1) Como terminales de longitud no-mayor a 2,4 m permanentemente fijas a portalámparas o a balastos para lámparas de descarga eléctrica, si dichas terminales están encerradas en un canal de alambrado.

2) En anuncios luminosos sobre vidrieras de exhibición o anuncios luminosos pequeños portátiles, como terminales de una longitud no-mayor a 2,4 m desde las terminales del tubo a los devanados del secundario del transformador, si están permanentemente fijos dentro de la envolvente del transformador.

c) Curvas en conductores. Se deben evitar curvas pronunciadas en los conductores.

d) Conductores ocultos sobre aisladores en interiores. Los conductores ocultos sobre aisladores deben estar separados entre sí y de todos los demás objetos, excepto de los aisladores donde están montados, por una distancia no-menor a 4 cm para tensiones eléctricas mayores de 10000 V y no-menor a 2,5 cm para tensiones eléctricas de 10000 V o menos. Deben instalarse en canaletas revestidas con material incombustible y no deben utilizarse para otro propósito, excepto para los conductores primarios del circuito, los que se permiten en el mismo canal. Los aisladores deben ser de material incombustible y no-absorbente.

No se permiten conductores ocultos sobre aisladores en el exterior de la envolvente del anuncio luminoso.

e) Conductores en tubería. Cuando los conductores tengan una cubierta de plomo u otra cubierta metálica, ésta debe prolongarse más allá del extremo final de la tubería, y la superficie del cable no debe dañarse donde termina su cubierta, de acuerdo con lo siguiente:

1) En lugares húmedos o mojados, el aislamiento de los conductores debe prolongarse más allá de la cubierta metálica o canalización a no-más de 10 cm para tensiones eléctricas mayores a 10000 V, 7,5 cm para tensiones eléctricas mayores a 5000 V, pero menores a 10000 V, y 5 cm para tensiones eléctricas de 5000 V o menos.

2) En lugares secos, el aislamiento se debe prolongar más allá de la cubierta metálica o canalización no-menos de 6,4 cm para tensiones eléctricas mayores de 10000 V, 5 cm para tensiones eléctricas mayores de 5000 V pero no-mayores a 10000 V y 4 cm para tensiones eléctricas de 5000 V o menos.

3) Para los conductores conectados a las terminales de puesta a tierra del punto medio no se necesita separación.

4) Un tubo (*conduit*) metálico que contenga un solo conductor, de una terminal secundaria de un transformador, no debe exceder una longitud de 6 m.

f) Aparadores y lugares similares. Los conductores que cuelgan libremente en el aire, lejos de material combustible, y que no estén sujetos a daño físico como en algunos aparadores de exhibición, deben aislarse únicamente para la tensión eléctrica de diseño del conductor, sin necesitar de alguna otra protección.

g) Entre el tubo de descarga y el punto medio puesto a tierra. Los conductores pueden ser instalados desde el extremo del tubo, hasta los bornes del punto medio puesto a tierra de los transformadores diseñados específicamente para este fin y provistos de terminales en el punto medio. Cuando tales conexiones son hechas al punto medio puesto a tierra del transformador, las conexiones entre las terminales de alta tensión del transformador y los extremos de la línea del tubo (*conduit*) deben ser lo más cortas posible.

600-32. Transformadores

a) Tensión eléctrica. La tensión eléctrica en el circuito abierto del secundario del transformador no debe ser mayor de 15000 V, con una tolerancia para pruebas de 1000 V adicionales. En los transformadores con un extremo puesto a tierra, la tensión eléctrica en circuito abierto del secundario no debe ser mayor de 7500 V, con una tolerancia para pruebas de 500 V adicionales.

b) Tipo y capacidad. Los transformadores deben ser adecuados para uso con tubo de descarga eléctrica y tener una capacidad máxima de 4500 VA.

Los transformadores del tipo de núcleo y devanados abiertos, deben limitarse a una tensión eléctrica en el secundario no-mayor a 5000 V, con una tolerancia de 500 V para pruebas, y utilizarse sólo en anuncios luminosos pequeños portátiles dentro de inmuebles.

Los transformadores para instalaciones de alumbrado de realce con tubo neón, deben tener una capacidad de corriente eléctrica en el secundario no-mayor a 60 mA.

Excepción: Donde los transformadores y todo el alambrado conectado a ellos estén instalados de acuerdo con las disposiciones del Artículo 410 para alumbrado de realce con lámparas de descarga de la misma tensión eléctrica.

c) Expuestos a la intemperie. Los transformadores para uso en exteriores deben ser del tipo a prueba de intemperie o protegerse ubicándolos dentro del cuerpo del anuncio luminoso o en una caja metálica por separado.

d) Conexión del secundario del transformador. Los devanados de alta tensión de los transformadores no deben conectarse en paralelo o en serie.

Excepción 1: Si se tienen dos transformadores, cada uno de los cuales tiene una de sus terminales de alta tensión conectada a la cubierta metálica, se pueden conectar los devanados de alta tensión eléctrica en serie

para formar el equivalente de un transformador con su punto medio puesto a tierra. Las terminales puestas a tierra deben conectarse por conductores aislados de tamaño nominal no-menor de $2,082 \text{ mm}^2$ (14 AWG).

Excepción 2: Los transformadores para anuncios luminosos pequeños portátiles, vidrieras de exhibición y lugares similares, se pueden conectar en serie cuando estén equipados con terminales permanentemente fijas al devanado secundario dentro de la envoltente del transformador y las conexiones no deben extenderse más allá de 2,44 m de la cubierta que une los extremos de la tubería y los conductores deben ser de tamaño nominal no-menor de $0,8235 \text{ mm}^2$ (18 AWG).

e) Accesibilidad. Los transformadores deben ubicarse en lugares accesibles y deben sujetarse firmemente.

f) Espacio de trabajo. Cuando un transformador no esté instalado dentro de un anuncio luminoso, se debe proveer alrededor del transformador o de su cubierta, un espacio de trabajo de 1 m por 1 m horizontalmente y por lo menos de 1 m de altura.

g) Ubicación en plafones. Los transformadores pueden instalarse en plafones, siempre que haya un acceso de 90 mm de altura y 60 mm de ancho provisto de un pasillo adecuado, permanente y fijo, con un ancho no-menor a 30 cm y que se extienda desde un punto de entrada al plafón hasta cada transformador.

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 incombustible 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 a daño material. Cuando los tubos funcionen a tensiones mayores de 7500 V, sus soportes deben ser de material aislante incombustible y no-absorbente, que mantenga una separación no-menor a 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-calificadas y estar separadas de materiales combustibles y de metal puesto a tierra, o bien estar encerradas en envoltentes. En este último caso, las terminales deben separarse de metal puesto a tierra y de material combustible, por medio de un material aislante incombustible 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 puesta a tierra.

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

d) Boquillas. Donde los electrodos entren a la envoltente de anuncios luminosos para exteriores o interiores, que funcionen a una tensión eléctrica mayor de 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) Envoltente de metal. Las envoltentes de metal para electrodos deben tener una chapa metálica de espesor no-menor a 0,7 mm.

h) Envoltentes de material aislante. Las envoltentes de material aislante deben ser incombustibles, 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. Desconectores 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 de 600 V y accesibles al público en general, deben estar provistas de desconectores de seguridad 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 incombustible 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 a 3 m.

d) Conductores secundarios. Los conductores secundarios deben tener una longitud no-mayor a 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 a dos, sujetos a la estructura del transformador.

ARTÍCULO 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 NOM, 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 desconector 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 listado y deben contener conductores de cobre aislados de 600 V nominales, de tamaño nominal de 5,261 mm² o de 3,309 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.

2) La canalización debe ser tubo (conduit) metálico flexible y aprobado y listado para contener conductores de cobre aislados de tamaño nominal de 5,261 mm² o de 3,309 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.

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 3,309 mm² (12 AWG) pero no-menores de 0,823 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 3,309 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.

ARTÍCULO 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 alumbrado usados para conectar, colocar dentro, o instalar en muros alambrados prefabricados.
- 605-2. Generalidades.** Los sistemas de alumbrado 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 NOM, excepto las modificaciones requeridas en este Artículo.
- c) Lugares clasificados como peligrosos.** Cuando se usen muros alambrados prefabricados en lugares clasificados como peligrosos, 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 alumbrado o de otro material adecuado para las condiciones de uso. Los ductos o canalizaciones del alumbrado deben estar libres de protuberancias u otras condiciones que puedan dañar al aislamiento del conductor.
- 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 de $0,8231 \text{ mm}^2$ (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 alumbrado 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 alumbrado 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 extra rudo con conductores de $3,309 \text{ mm}^2$ (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 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.

ARTÍCULO 610 - GRÚAS 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 lugares particulares**
- a) Lugares peligrosos (clasificados).** Todo equipo que funcione en un lugar clasificado como peligroso debe cumplir con el Artículo 500.
- 1)** El equipo utilizado en lugares peligrosos (clasificados) debido a la presencia de gases o vapores inflamables debe cumplir con el Artículo 501.

- 2) El equipo utilizado en lugares peligrosos (clasificados) debido a la presencia de polvos combustibles debe cumplir con el Artículo 502.
- 3) El equipo utilizado en lugares peligrosos (clasificados) 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 se deben instalar en un gabinete bien ventilado, de material incombustible y construido de forma que no emita llamas o metal fundido.

Excepción: Las resistencias pueden instalarse dentro de una jaula o cabina construida de material incombustible que encierre los lados de la jaula o de la cabina, desde el piso hasta por lo menos 15 cm, sobre la parte más alta de las resistencias.

c) Celdas electrolíticas en línea. Véase 668-32.

B. Instalación eléctrica

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.

Excepción 1: Los conductores de contacto.

Excepción 2: Longitudes cortas de conductores descubiertos en las resistencias, colectores, o troles y otro equipo.

Excepción 3: Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles para motores y equipo similar, se deben instalar conductores flexibles dentro de tubo (conduit) flexible, metálico flexible hermético a los líquidos, no-metálico flexible hermético a los líquidos, cable multiconductor o una cubierta no-metálica aprobados y listados.

Excepción 4: 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.

Excepción 5: Donde 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:

- a) Se suministre liberación satisfactoria contra esfuerzos de tracción y protección contra daño físico; y
- b) En áreas peligrosas (clasificadas) dentro de la Clase 1, División 2, el cable esté aprobado para servicio extrarrudo.

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 apertura 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 traveses, 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 aislados basado 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
1,307	(16)	10	12	31	32	38	40
2,082	(14)	25	26	36	40	45	50
3,307	(12)	30	33	49	52	60	65
5,260	(10)	40	43	63	69	73	80
8,367	(8)	55	60				
13,30	(6)	76	86	83	94	101	119
16,75	(5)	85	95	95	106	115	134
21,15	(4)	100	117	111	130	133	157
26,76	(3)	120	141	131	153	153	183
33,62	(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
126,7	(250)	364	420	400	461	510	635
152,0	(300)	455	582	497	636	587	737
177,3	(350)	486	646	542	716	663	837
202,7	(400)	538	688	593	760	742	941
253,4	(500)	660	847	726	914	896	1143
FACTOR DE CORRECCIÓN PARA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN 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 la 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 0,82 mm² (18 AWG), en cordones multiconductores.

Excepción 2: En circuitos electrónicos se permite el uso de conductores de tamaño nominal no-menor de 0,5191 mm² (20 AWG).

d) Conductores de contacto. Los conductores de contacto deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a 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 9 a 18 m más de 18 m	13,30 (6)
	21,15 (4)
	33,62 (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 (A) indicada en la placa de datos del motor más grande o grupo de motores, más 50% de la corriente eléctrica nominal (A) 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 NOM.

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 a 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 de 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 de 4,5 m y espaciados suficientemente para dar una separación eléctrica de los conductores o a los colectores adyacentes no-menor a 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 de 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 arqueo 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 a la calculada según lo indicado en 610-14(e) y (f). Este medio de desconexión debe ser un desconectador para circuito, 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 circuito 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.

Cuando 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 de 50% de la combinación de las capacidades de corriente eléctrica nominales de régimen de trabajo de corta duración de los motores, ni menor de 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 relés de sobrecarga en cada conductor de fase, con todos los relés 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 a 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 monorriel 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 de 5,6 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 a 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. Desconectores límite de carrera. Se debe instalar un desconector 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 envolventes, 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 monorriel, 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.

ARTÍCULO 620 - ELEVADORES, MONTACARGAS, ESCALERAS ELÉCTRICAS Y PASILLOS MÓVILES, 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 desconector 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, tímbrs, 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.

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 TENSIÓN ELÉCTRICA”

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 a 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 guías flexibles en todas las conexiones externas.

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 ascensores 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. El equipo eléctrico no requiere ser examinado, ajustado o reparado mientras esté energizado.

d) Baja tensión eléctrica. Las partes no-aisladas deben estar a una tensión eléctrica no-mayor a 30 V eficaces de c.a., 42 V pico o 60 V en c.c.

B. Conductores

620-11. Aislamiento de conductores. El aislamiento de los conductores instalados en conexión con elevadores, montaplatos, escaleras mecánicas o pasillos móviles deben 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 adecuados para una temperatura no-menor a 200 °C. Los conductores deben ser de tipo THW o equivalente.

b) Cables móviles. Los cables móviles utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del elevador y el montaplatos 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 pozos de escaleras metálicas y pasillos móviles, y en sus salas de máquinas, deben tener un aislamiento resistente a la propagación de la flama y resistente a la humedad.

d) Aislamiento. Todos los conductores deben tener un nivel de aislamiento por lo menos igual a la capacidad máxima nominal de la tensión eléctrica del circuito de cualquier conductor dentro de la cubierta, cable o canalización.

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 blindados se permiten siempre que estén aislados para la tensión eléctrica máxima que se encuentre dentro del cable o sistema de canalización.

620-12. Tamaño nominal mínimo de los conductores. El tamaño nominal mínimo de los conductores utilizados para el alambrado de elevadores, montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles, con excepción de los conductores que formen parte integral del equipo de control, debe ser como sigue:

a) Cables móviles

- 1) Circuitos de alumbrado: 1,307mm² (16 AWG) y 0,5191 mm² (20 AWG) o conductores más grandes en paralelo, siempre que la capacidad de conducción de corriente sea equivalente como mínimo a la de tamaño nominal de 2,082 mm² (14 AWG) de cobre.
- 2) Para otros circuitos: 0,5191 mm² (20 AWG).

b) Otras instalaciones. 0,205 1 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 Excepción 1 de la Tabla 430-22(a)

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 a 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 a 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 a 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 Excepción de la Tabla 430-22 (a), 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. Tamaño nominal del controlador. El tamaño nominal del controlador debe cumplir con lo requerido en 430-83. Se permite que el tamaño nominal sea menor al del motor del elevador cuando el propio controlador limite la energía disponible para el motor y el mismo esté aprobado para energía limitada.

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, desconectores 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 a prueba de líquidos y tubo (*conduit*) no-metálico flexible a prueba de líquidos de 10 mm de tamaño nominal o mayores, cuando no exceda de una longitud de 1,8 m y donde su localización esté libre de aceite y sujetos firmemente.

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 los dispositivos sobre las puertas o

entradas de las cabinas. 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 dispositivos sobre las puertas y entradas.

3) Cuartos de máquinas y áreas de máquinas

a. Se permite instalar tubo (*conduit*) metálico flexible, metálico flexible a prueba de líquidos, no-metálico flexible a prueba de líquidos, de 10 mm de tamaño nominal o mayores, cuando no exceda de una longitud de 1,8 m entre paneles de control, motores de máquinas de frenos de máquinas, grupo motor-generator, medios de desconexión, motores de bombas, y válvulas.

b. Donde el grupo motor-generator, 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 a 1,8 m; tales conductores pueden extenderse para conectarse directamente a las terminales del equipo de control, sin tener en cuenta los requisitos de capacidad de conducción de corriente de los Artículos 430 y 445. Los ductos auxiliares se permiten en máquinas y cuartos de control entre los controles, 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, una máquina de maniobra o los frenos de la misma en la unión del contrapeso en longitudes que no excedan de 1,8 m fuera de lo instalado en una canalización y donde estén localizados para ser protegidos contra daño físico. 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 a prueba de líquidos y no-metálico flexible a prueba de líquidos; esto es válido para escaleras y pasillos móviles. Se permite el uso de tubo (*conduit*) metálico flexible y metálico a prueba de líquidos de diámetro 10 mm o mayores en longitudes que no excedan de 1,8 m.

2) A los cables empleados en circuitos limitados de energía Clase 2, se les permite ser instalados dentro de escaleras y pasillos móviles donde los cables deben soportarse y protegerse contra daño físico. Deben ser del tipo resistentes a la propagación de incendios.

3) Se permite el uso de cordones de servicio pesado de acuerdo a los requerimientos del Artículo 400, Tabla 400-4, como conexiones flexibles entre paneles de control y medios de escaleras y pasillos móviles donde la entrada de los paneles de control y medios de desconexión están preparados para reubicarse en la casa de máquinas como se permite en 620-72.

c) Canalizaciones en elevadores para sillas de rueda

1) Se permite el uso de tubo (*conduit*) metálico flexible, metálico a prueba de líquidos en elevadores y elevadores para sillas de rueda y área de máquinas. Se permite el uso de tubo (*conduit*) de diámetro nominal de 10 mm o mayor en longitudes que no excedan 1,8 m de longitud.

2) A los cables empleados en circuitos limitados de energía de clase 2, se les permite ser instalados dentro de escaleras y pasillos móviles; los cables deben soportarse y protegerse contra daño físico y ser del tipo 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 desconectador de alumbrado debe ubicarse en la entrada del cuarto de máquinas.

c) Se debe instalar al menos un receptáculo dúplex de 120 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 ascensor 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 desconectador del alumbrado debe ubicarse en la puerta de entrada al cubo del elevador.
- c) Se debe instalar al menos un receptáculo dúplex de 120 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 a 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 del 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, canalizaciones en elevadores, en montaplatos, en escaleras mecánicas o en pasillos móviles, deben asegurarse firmemente al riel guía o a la estructura de edificio.

620-35. Canalizaciones auxiliares. Las canalizaciones auxiliares no deben estar sujetas a las restricciones indicadas en 374-5 respecto al número de conductores.

620-36. Sistemas diferentes en una canalización o en cables móviles. Se permite que los cables de fibra óptica y conductores para dispositivos de operación, control de movimientos y operación, circuitos de señalización, alumbrado, calefacción y aire acondicionado de 600 V o menos se alojen con los mismos cables móviles 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 móvil o canalización incluya conductores protegidos 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 protección adecuada, se permite alojar cables de telefonía, audio, video o 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 el usado para elevadores, montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles y elevadores para sillas de ruedas en estacionamientos, deben cumplir con los requisitos del Artículo 511.

E. Cables móviles

620-41. Suspensión de cables móviles. Los cables móviles 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 móviles 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.

620-42. Lugares peligrosos (clasificados). En lugares peligrosos (clasificados) los cables móviles deben ser de un tipo aprobado para lugares peligrosos (clasificados), 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 móviles 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 móviles. Se permite instalar el cable móvil 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 móviles estén junto a los paneles 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 para cada conductor de activo un medio de protección que pueda operarse individualmente. Cuando las máquinas de accionamiento múltiple estén conectadas a un solo elevador, escalera mecánica, pasillo móvil o a una bomba, debe existir un medio de desconexión para el motor y para los devanados de la válvula de control.

El medio de desconexión de la alimentación principal del conductor 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 para circuito de fusibles que pueda ser operado externamente y que pueda asegurarse en la posición de abierto. El dispositivo de desconexión debe ser de un tipo aprobado.

b) Operación. No se debe hacer ninguna operación de apertura o cierre del medio de desconexión interruptor desde otro lugar distinto de su ubicación en el edificio. Si hay rociadores instalados en el cubo, cuarto de máquinas o en áreas de máquinas, el medio de desconexión debe abrir automáticamente la alimentación del elevador afectado previo a la aplicación del agua. El medio de desconexión no debe ser diseñado para el cierre automático, la energía sólo debe ser restaurada por medios manuales.

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

1) En elevadores sin control de campo del generador, debe instalarse el medio de desconexión a la vista del convertidor de energía o del arrancador del motor. Cuando el medio de desconexión no se encuentre a la vista de la máquina en movimiento o de los controles de operación, debe instalarse un desconectador adicional de operación manual, junto al circuito de control para prevenir el arranque.

2) En elevadores con control de campo del generador, el medio de desconexión debe instalarse en un lugar visible al control del motor de la máquina en movimiento que impulsa al conjunto motor-generador. En caso de que el medio de desconexión no se encuentre a la vista desde la máquina en movimiento del conjunto motor-generador, o de los controles de operación y movimiento debe instalarse un medio de desconexión adicional y manual en el circuito de control para evitar el arranque. Los desconectores de operación manual deben instalarse junto a este equipo.

Donde la máquina en movimiento o el grupo motor-generador esté localizada en un área de máquinas remota se debe suministrar un medio de desconexión para la alimentación principal, el cual debe ser capaz de quedar asegurado en la 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 el desconectador debe estar ubicado a la vista del controlador del motor.

d) Identificación y señales. Donde haya más de una máquina de tracción en un cuarto de máquinas, el medio de desconexión debe estar numerado para que corresponda al número de identificación de cada máquina de tracción que controle.

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

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 panel de control permanezcan energizadas a una fuente que no sea la que está desconectada, se debe montar una señal de precaución sobre o junto al medio de desconexión. La señal debe ser clara, legible y debe decir: "**Precaución ____ partes del panel de control no son desconectadas por este desconectador**".

c) Conexión de los paneles de control de cabinas múltiples. Cuando existan conexiones entre los paneles de control 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 montar 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 medios para desconectar todos los conductores activos que alimentan al alumbrado, receptáculos y ventilación.

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 del elevador.

620-54. Medios de desconexión para calefacción y aire acondicionado. Los elevadores deben tener un sistema o un medio sencillo de desconexión para todos los conductores de fase que alimenten al sistema de calefacción y al aire acondicionado de cada elevador.

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 elevador.

Donde haya más de un equipo para más de un elevador en el cuarto de máquinas, los medios de desconexión deben estar numerados y deben corresponder al número del elevador 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 de 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 725-12.

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 de personas no calificadas.

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 compuertas o paneles removibles capaces de ser asegurados en la posición de cerrado, y los medios de desconexión sean 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 al lado de la barandilla localizada lejos de los escalones o de la banda móvil. Si el medio de desconexión es una parte integral del controlador del motor, aquél debe ser operable sin abrir la envoltente.

b) Máquinas motrices. Los elevadores con máquinas motrices localizadas en la cabina, en el contrapeso o en el hueco 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 enlazadas a las cabinas. Las canalizaciones metálicas, los cables tipo MC, MI o AC, fijados a las cabinas de elevadores, deben estar conectados 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 dispositivos eléctricos por dentro o por fuera de la cabina o en el hueco 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 120 o 127 V de 15 y 20 A, instalados en espacios de maquinarias, huecos, parte alta de la cabina del ascensor, en escaleras eléctricas y pasillos móviles, deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.
- Todos los receptáculos monofásicos de 120 o 127 V de 15 y 20 A, instalados en el cuarto de máquinas deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.
- 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 luminarias 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 ascensor 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.

ARTÍCULO 630 - MÁQUINAS DE SOLDAR ELÉCTRICAS

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 a 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 a 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 a 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 a 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 de 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 a 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 1000 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 (216000 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 216000 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 a 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 a 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".

ARTÍCULO 640 - EQUIPOS DE GRABACIÓN 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 radorreceptoras 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 a 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 2,082 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 de 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 de 100 V, cuando son excitados por una señal de cualquier frecuencia de 60 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-generador o de convertidor rotatorio. Las terminales de entrada de un motor-generador 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 y listado. Los conductores de los cordones flexibles que no sean conductores de alimentación pueden ser de un tamaño nominal no-menor de $0,1282 \text{ mm}^2$ (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 de 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 a 15 A cuando sean alimentados por un circuito derivado de alumbrado o por una batería cuya capacidad sea mayor de 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 a 1 A.

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

640-12. Áreas 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.

ARTÍCULO 645 - EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DE CÓMPUTO ELECTRÓNICO

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) Área 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 a 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 y listados 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 o semipesado, 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 en sitio. Los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión, cables de conexión, y cajas, conectadores y receptáculos, asociados como parte de o para equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico, no requieren ser fijados en sitio.

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 NOM.

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).

ARTÍCULO 650 - ÓRGANOS 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 de 0,08042 mm² (28 AWG) para circuitos de señales electrónicas y no-menor de 0,1282 mm² (26 AWG) para alimentación por válvulas electromagnéticas y similares. El conductor común de retorno en alimentaciones electromagnéticas no debe ser menor de 2,082 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 a 6 A.

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

ARTÍCULO 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 NOM.

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

b) Equipo portátil movable y transportable. El equipo de rayos X portátil, movable y transportable, de una capacidad no-mayor a 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 y listados. 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 de 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 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 0,8231mm² (18AWG) o de 1,309mm² (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 y listado.

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 envolventes 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 envolventes puestas a tierra. Para aislar las partes de alta tensión de las envolventes 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 móvil debe estar provisto de una clavija de tipo polarizado y con medio de puesta a tierra.

Excepción: Equipo que funciona con baterías.

ARTÍCULO 665 - EQUIPO DE CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN Y POR PÉRDIDAS 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.

NOTA2: 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 envolventes 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 a 1000 V c.a. o c.c., éstas deben tener una cerradura. Donde se usen puertas dando acceso a tensiones mayores de 1000 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 fijas al equipo y deben ser totalmente visibles para evitar que personal no-calificado pueda estar en contacto con partes energizadas aun con 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 a 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 envolventes 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. Envolventes 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 0,8231 mm² (18 AWG) o mayor sólido o trenzado. Se permite instalar un transformador reductor, con protección propia de sobrecorriente, dentro de la envolvente de control para obtener una tensión eléctrica alterna menor a 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 de 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 a 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) Desconector 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) Desconector de pedal. Los desconectores operados por presión del pie deben blindarse sobre el botón de contacto para evitar cierre accidental del desconector.

D. Equipo distinto del motor-generador

665-60. Generalidades. Otros equipos que no sean el motor-generator 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 a 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 a 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 a 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 a 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 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.

ARTÍCULO 668 - CELDAS ELECTROLÍTICAS

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 NOM.

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 NOM.

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 a 2,5 m sobre superficies energizadas de celdas electrolíticas en línea o sobre sus accesorios energizados.

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

3) No-mayor a 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 se extiende 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 relés de protección.

2) Conductor de cobre de puesta a tierra de tamaño nominal no-menor de $67,43 \text{ mm}^2$ (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 conectadores, 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 se proveerá 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, desconectadores o combinación de conductores y desconectadores 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) **Marca.** El equipo eléctrico portátil no debe ser puesto a tierra y, 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 medio de puesta a tierra, y que eviten el intercambio inadvertido entre equipo eléctrico portátil puesto a tierra y 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 provisiones 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 para cables tipo charola metálico o no-metálico. Si se usa tubo (*conduit*) metálico, soporte para cables tipo charola, 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) Puentes de unión. Se permite hacer puentes de unión 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 conectarse a esa superficie, mediante un puente de unión.

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.

ARTÍCULO 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 a 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 permitirán 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 permitirán 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 permitirán 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 permitirán puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

669-9. Protección contra sobrecorriente. Los conductores en c.c. deberán 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 y listados.

ARTÍCULO 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 a 125% de la corriente eléctrica a plena carga de las cargas resistivas, más 125% de la 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.

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 150V, 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 150V, línea a línea, los espacios libres pueden ser menores de 75 cm.

ARTÍCULO 675 - MÁQUINAS DE RIEGO OPERADAS O CONTROLADAS ELÉCTRICAMENTE

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 NOM.

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 listado 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 a los valores especificados en 675-7(a) o 675-22(a).

2) Un valor en kW no-menor a los valores indicados en la Tabla 430-151 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 a 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 a 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 1,49 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 2,082 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 a 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 a 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 a 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 envolventes 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, envolventes 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. Métodos 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 activos 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 mismo 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 a 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 a 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.

ARTÍCULO 680 - ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES

A. Disposiciones generales

680-1. Alcance. Este Artículo se aplica a la construcción e instalación del sistema de alambrado 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 alambrado 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-luminaria. Estructura diseñada para contener una luminaria de nicho mojado y destinada para instalarse en la estructura de una alberca o una fuente.

Equipo de iluminación conectado por cordón y clavija. Es una luminaria 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.

Luminaria de nicho mojado. Luminaria para ser instalada en una cubierta porta-luminaria colocada en una estructura de alberca o fuente, donde la luminaria está completamente rodeada de agua.

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

Luminaria 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 envolvente o carcasa, deben estar construidos 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 y listados.

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 envolventes 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 envolventes 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 deberá 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 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) Luminarias, salidas para alumbrado y ventiladores de techo

1) Las luminarias, 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: Las luminarias 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 rigidamente 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 las luminarias, y (3) la distancia desde la base de la luminaria hasta el nivel máximo del agua no es menor de 2,3 m.

2) Las luminarias y las salidas para alumbrado instaladas en el área que se extiende horizontalmente entre 1,5 m y 3 m desde las paredes internas de una alberca deben estar protegidas con un interruptor de circuito por falla a tierra, a menos que estén instaladas a 1,5 m sobre el nivel máximo del agua e instaladas en la estructura adecuada adyacente a ella o alrededor de la alberca.

3) Las luminarias conectadas 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 de 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 de 1 m y debe tener un

conductor de cobre para puesta a tierra de equipo de tamaño nominal no-menor de 3,307mm² (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 de 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 a 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 de 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 a 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 prevenir 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. Luminarias subacuáticas. Los párrafos (a) hasta (d) de esta Sección se aplican a las luminarias instaladas por debajo del nivel normal del agua de la alberca.

a) Disposiciones generales

1) El diseño de una luminaria subacuática alimentada por un circuito, sea directa o mediante un transformador que cumpla con los requisitos indicados en 680-5 (a), debe ser tal que cuando la luminaria esté instalada 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 luminarias 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 de la luminaria que debe estar puesta a tierra.

El cumplimiento de estos requisitos se debe lograr mediante el uso de una luminaria subacuática aprobada y listada, y la instalación de un interruptor de circuito por falla a tierra aprobado y listado.

2) No se deben instalar luminarias que funcionen a una tensión eléctrica mayor de 150 V entre conductores.

3) Las luminarias montadas en paredes deben ser instaladas con la parte superior de la lente por lo menos 0,45 m por debajo del nivel normal del agua de la alberca. Las luminarias con el frente dirigido hacia arriba deben tener las lentes adecuadamente protegidas para impedir el contacto con cualquier persona.

Excepción: Se permiten las luminarias aprobadas para el uso a una profundidad de no-menor a 1 m bajo el nivel normal del agua de la alberca.

4) Las luminarias que dependen de inmersión para una operación segura, deben estar protegidas contra sobrecalentamiento cuando no estén sumergidas.

b) Luminarias de nicho mojado

1) Se deben instalar envolventes porta-luminarias metálicas aprobadas y listadas para el montaje de luminarias de nicho mojado y deben estar equipadas con entradas para tubo (*conduit*) metálico. El tubo (*conduit*) debe extenderse desde las envolventes porta-luminarias hasta la caja o hasta cualquier otra envolvente colocada según se indica en 690-21. 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 y listados 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 8,367 mm² (8 AWG), provisto de un medio para su conexión a la caja de empalmes de la cubierta porta-luminaria, o a la envolvente del transformador, o al interruptor de circuito por falla a tierra. La unión del conductor con la cubierta porta-luminaria debe estar protegida con un compuesto contra la corrosión por el agua de la alberca. Las piezas metálicas de la luminaria y de la cubierta porta-luminaria 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 una luminaria deben estar cubiertos con un compuesto sellador con el fin de impedir la entrada de agua en la luminaria 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 la luminaria.

3) La luminaria se debe fijar y debe estar puesta a tierra en la cubierta porta-luminaria mediante un dispositivo que asegure un buen contacto. Se requiere de una herramienta para retirar la cubierta porta-luminaria.

c) Aparato de nicho seco. Una luminaria de nicho seco debe estar provista 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 la luminaria 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 la luminaria 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) Luminaria sin nicho. Una luminaria sin nicho debe:

1) Estar aprobada y listada para el uso que se le pretenda dar.

2) Estar instalada de acuerdo con lo requerido en 680-20(b). Cuando la conexión de la cubierta porta-luminaria esté especificada, debe hacerse a los dispositivos 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-luminaria 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 y listado 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-luminaria 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-luminaria, deben estar provistas de terminales de puesta a tierra en cantidad no-menor al número de tubos que entren, más uno.

e) Medios para distribuir esfuerzos mecánicos. Las terminales de un cordón flexible de una luminaria subacuática que estén dentro de una caja de empalmes, envolvente 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 $8,367 \text{ mm}^2$ (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-luminarias.
- 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 de 8,367 mm² (8 AWG). Las conexiones deben hacerse con conectadores 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 de 8,367 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) Luminarias subacuáticas de nicho mojado.
- 2) Luminarias subacuáticas 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. Métodos de puesta a tierra

a) Disposiciones generales. Se deben aplicar las disposiciones siguientes para la puesta a tierra de luminarias subacuáticas, cajas de empalmes metálicas, envolventes metálicas de transformadores, paneles de alumbrado y control, motores y otras envolventes y equipos.

b) Luminarias en albercas y equipo relacionado

- 1) Las luminarias 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 de 3,307mm²(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 una luminaria de nicho mojado y la cámara de alambrado hecha en obra para la luminaria 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 una luminaria subacuática esté alimentada 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 luminarias de nicho mojado, o entre los compartimentos de alambrado hechos en obra, de las luminarias de nicho seco, debe conectarse a las terminales de puesta a tierra del panel de alumbrado y control.

Excepción 2: Cuando la luminaria subacuática 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 la luminaria subacuática, 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) Las luminarias de nicho mojado que estén alimentadas 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 a tierra en la caja de empalmes de alimentación en la envolvente del transformador u otra envolventes. El conductor de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor de alimentación y no-menor de $1,307 \text{ mm}^2$ (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 de $3,307 \text{ mm}^2$ (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 y listados.

Excepción 3: Se permiten cualquiera de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3 de esta NOM 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 a $3,307 \text{ mm}^2$ (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 y listado 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 348-1.

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 luminarias subacuáticas, 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 deberán 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 y listadas 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. Luminarias. Una luminaria instalada en o sobre la pared de una alberca desmontable, debe ser del tipo conectada 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 luminarias.
- 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 aprobadas y listadas para tal propósito.

Excepción: Una luminaria 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 provista de un interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto, como parte integral del conjunto.
- d. La luminaria debe estar conectada 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 aprobada y listada 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 de 4,60 m si están protegidas por un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 3: Se permitirá 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 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) Luminarias, salidas de luminarias y ventiladores de techo

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

Excepción 1: Las luminarias, salidas para luminarias 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 las luminarias que cumplan los requisitos de (a) y (b) siguientes y que estén protegidas por un interruptor de circuito por falla a tierra,

- a. Las luminarias empotradas con un lente plástico o de vidrio y un borde no-metálico o borde metálico separado eléctricamente, aprobadas e identificadas 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) Desconectores de pared. Los desconectores 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 de 8,367 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) 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 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 deberán estar aprobados y listados, 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 a 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 de 1,5 m no están cubiertas por la Parte E.

680-51. Luminaria, 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. Todas las luminarias deben instalarse para operar a 150 V o menos entre conductores. Las bombas y equipos sumergibles deberán operar a 300 V o menos entre conductores.

c) Lentes de luminarias. Las luminarias deben instalarse con su parte superior por debajo del nivel de agua de la fuente, a menos que estén aprobadas para ser colocadas por encima. Una luminaria dirigida 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 y listado 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. Las luminarias no deben estar permanentemente empotradas 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. Todo tubo (*conduit*) metálico relacionado con la fuente debe conectarse al conductor de puesta a tierra del circuito primario 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. Métodos 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 envolvente del transformador o en otra envolvente.

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 la luminaria es del tipo totalmente cerrada.

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 NOM.

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 de 8,367 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) Luminarias. Todas las luminarias usadas 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. Las luminarias, desconectores, 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.

ARTÍCULO 685 - SISTEMAS ELÉCTRICOS 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 1000 V c.a.	250-5(b) Excepción 3
Punto de conexión	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.

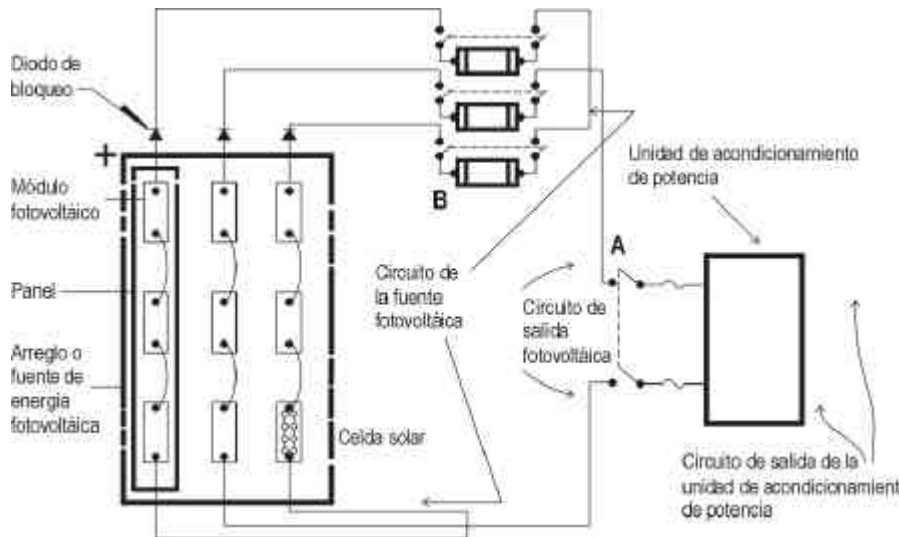
685-12. Puesta a tierra en sistemas de c.c. Se permite que los circuitos de c.c. de dos hilos no sean puestos a tierra.

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.

ARTÍCULO 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 NOM 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 posibles 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 a 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 y listados 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:

“PRECAUCIÓN - CHOQUE ELÉCTRICO - NO TOCAR – TERMINALES ENERGIZADAS EN POSICIÓN 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 desconectador 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 NOM 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 1,307 mm² (16 AWG) y 0,823 mm² (18 AWG) aprobados y listados 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 electrólito 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 67,43 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 y listados para uso rudo y ser resistentes al ácido y humedad.

ARTÍCULO 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 NOM.

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 y listado 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.

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.

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.

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 desconectores 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 desconectores de transferencia.** Los controladores de motores y los desconectores 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 NOM. 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 contra cortocircuito solamente 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 diesel, 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.