

Especial Ocupancies, Equipment & Conditions & Communications Systems.

Bloque-#2

Realizado por el Profesor: Ing. Fidel Fernández Torréns.

e-mail: fftorrrens@gmail.com

Cell: 786-368-3513



Descripción del Curso:

Este Curso incluye Técnicas y aspectos legales del National Electrical Code. Aspectos Eléctricos fundamentales para el estudio de los conceptos básicos y cálculo del size de los Conductores y los RaceWays, definiciones, Autorizaciones, fire Alarms, entre otras, que son tratadas en las instalaciones de las Ocupaciones Especiales y en tales teatros como: audiencias (Audiencias), motions pictures (movimientos de imágenes), television studies (estudios de televisión), Carnival Cruises (Cruceros de Carnival), Swimming Pool (piscinas), Manufactured Building (Construcción de Edificios), Mobile Homes (Traillers), Floating Building (casas flotantes), Casas Marinas etc, etc, etc.

Objetivos Generales del Curso:

Al finalizar este Curso, los estudiantes deben ser Capáz de:

- Entender la forma de buscar el código para los artículos necesarios en la Instalación de las Ocupaciones Especiales.*
- Aplicar los métodos de alambrados y de seguridad para las Assembly Occupacies, los alimentadores para los teatros, lass alas de audiencias, motions pictures y television studies, carnival cruises, manufactured building, movile homes, floating building and marinas.*
- Determine los materiales para los equipos especiales y swimming pool.*
- Entender como seleccionar los conductores principales aéreos, calentadores eléctricos de agua, para piscinas, las localizaciones de los alambrados underground, la profundidad de cobertura minima, alumbrado, receptacles, y equipos, y de las luces sub-acuáticas.(Luces por debajo del agua).*
- Entender los requerimientos de los Sistemas PhotoVoltaics, wind electric systems, fire pump (Bombas contra incendios), emergency systems.*
- Entender las instalaciones de Corriente Directa y Corriente Alterna operando con menos de 50V.*
- Aplicar los Artículos del Código para los “Fire Alarm Sistems”.*

Contenidos de las Clases:

Clase #6:

Objetivos & Temas:

1. *Areas de Piscinas, fuentes e instalaciones Similares.*
2. *Artículo 680. Equipos de “GFCI” aprobados para áreas de Piscinas.*
3. *Alcance, Términos, definiciones “GFCI” y artículos para “Branch circuits” del Artículo 680.*
4. *Alambrado & Aterrado por el Artículo 680.*



ARTÍCULO 680 Piscinas, fuentes e instalaciones similares

ARTICLE 680 SWIMMING POOLS, SPAS, HOT TUBS, FOUNTAINS, AND SIMILAR INSTALLATIONS

Introduction to Article 680—Swimming Pools, Spas, Hot Tubs, Fountains, and Similar Installations

The requirements contained in Article 680 apply to the installation of electrical wiring and equipment for swimming pools, spas, hot tubs, fountains, hydromassage bathtubs, and electrically powered pool lifts. The overriding concern of this article is to keep people and electricity separated.

This article is divided into eight parts. The various parts apply to certain types of installations, so be careful to determine which parts of this article apply to what and where. For instance, Part I and Part II apply to spas and hot tubs installed outdoors, except as modified in Part IV. In contrast, hydromassage bathtubs are only covered by Part VII. Read the details of Article 680 carefully so you will be able to provide a safe installation.

- ▶ **Part I. General.**
- ▶ **Part II. Permanently Installed Pools.** Installations at permanently installed pools must comply with both Parts I and II of this article.
- ▶ **Part III. Storable Swimming Pools, Storable Spas, and Storable Hot Tubs.** Installations of storable pools, storable spas, and storable hot tubs must comply with Parts I and III of Article 680.
- ▶ **Part IV. Spas and Hot Tubs.** Spas and hot tubs must comply with Parts I and IV of this article; outdoor spas and hot tubs must also comply with Part II in accordance with 680.42.
- ▶ **Part V. Fountains.** Parts I and V apply to permanently installed fountains. If they have water in common with a pool, Part II also applies. Self-contained, portable fountains are covered by Article 422, Parts II and III.
- ▶ **Part VI. Pools and Tubs for Therapeutic Use.** Parts I and VI apply to pools and tubs for therapeutic use in health care facilities, gymnasiums, athletic training rooms, and similar installations.
- ▶ **Part VII. Hydromassage Bathtubs.** Only Part VII of Article 680 applies to hydromassage bathtubs.
- ▶ **Part VIII. Electrically Powered Pool Lifts.** Parts I and II apply to electrically powered pool lifts only when referenced in Part VIII.

680.1 Scope

Parte I. Generalidades.

680.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la construcción e instalación del cableado eléctrico de los equipos y a los equipos que hay dentro o al lado de todas las piscinas deportivas, recreativas, terapéuticas y decorativas; fuentes, bañeras térmicas; jacuzzis y bañeras de hidromasaje; que estén instaladas permanentemente o que se puedan almacenar; así como para el equipo auxiliar metálico como bombas, filtros y similares. El término cuerpo de agua que se usa a lo largo de la Parte I se aplica a todos los cuerpos de agua tratados en este alcance, a menos que se modifique de otra manera.

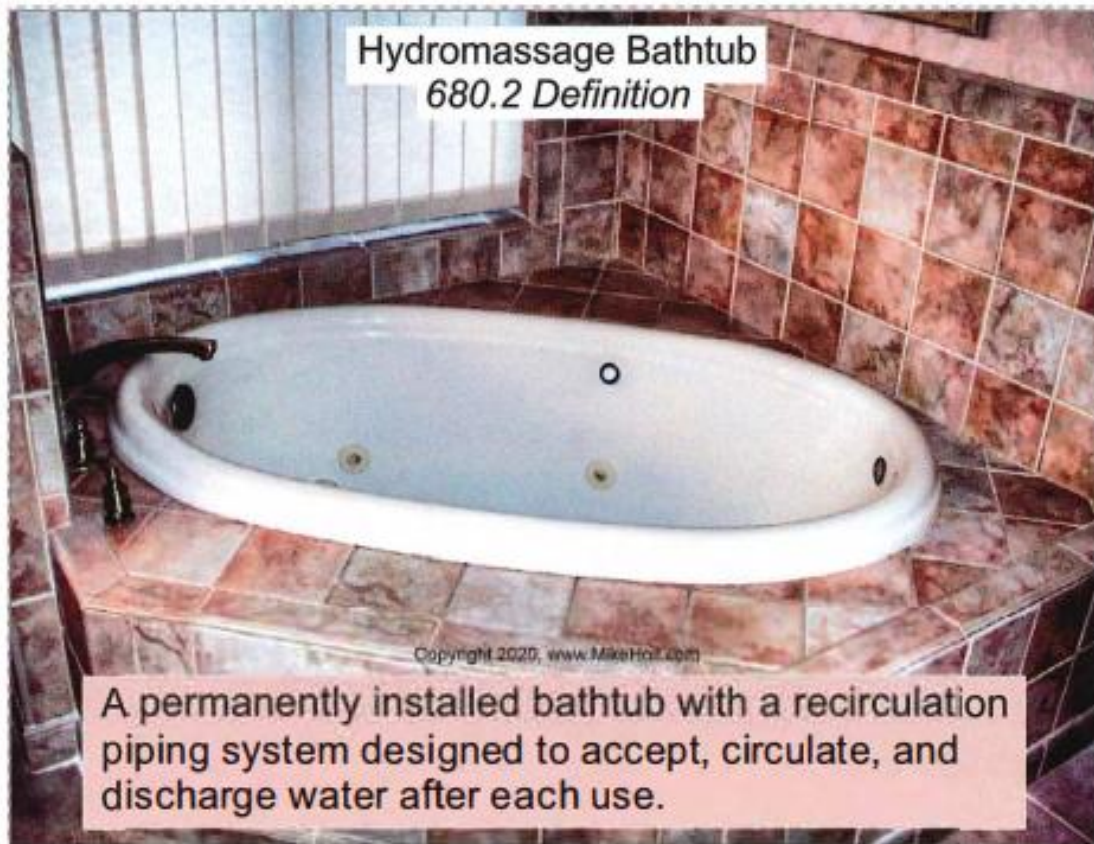


►Figure 680-1

680.2

Definiciones.

Bañera de Hidromasaje (Hydromassage Bathtub). Bañera de instalación permanente equipada con un sistema de tuberías de recirculación, una bomba y los equipos asociados. Está diseñada de modo que pueda aceptar agua, hacerla circular y vaciarla después de cada uso.

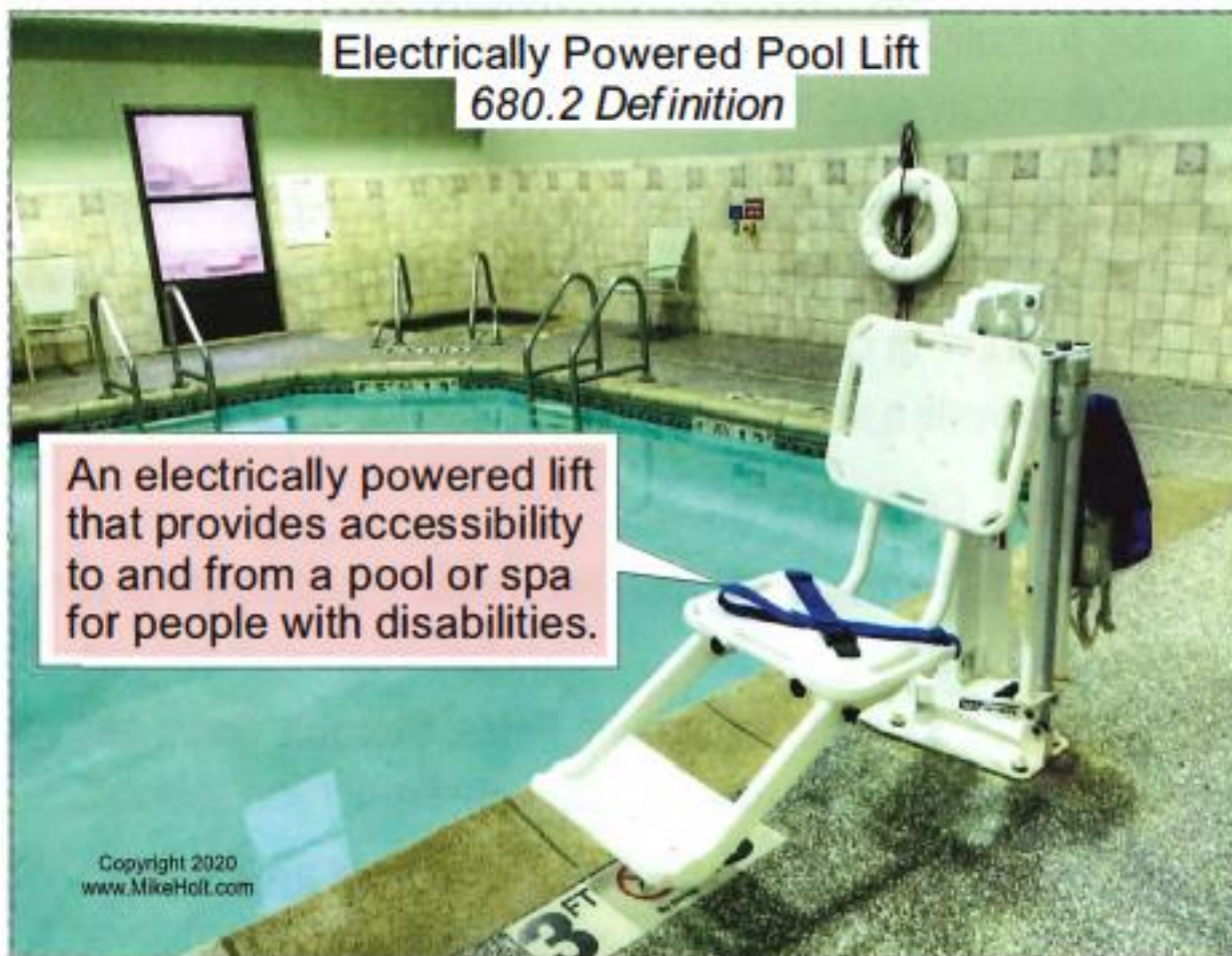


► Figure 680-6

Bañeras terapéuticas o tanques hidroterapéuticos de construcción integral (Self-Contained Therapeutic Tubs or Hydrotherapeutic Tanks). Unidad elaborada en fábrica que consta de una bañera terapéutica o un tanque hidroterapéutico con todos los equipo de circulación de agua, calefacción y control integrados a la unidad. El equipo puede incluir bombas, ventiladores, calefactores, luces, controles, higienizadores, etc.

Cubierta de piscina accionada eléctricamente (Pool Cover, Electrically Operated). Equipo operado a motor diseñado para poner y quitar una cubierta flexible o de armazón rígido sobre la superficie del agua de una piscina.

Elevador de Piscina Eléctrico (Electrically Powered Pool Lift). Un elevador eléctrico que brinda accesibilidad desde y hacia una piscina o spa para personas con discapacidades.



► Figure 680-3

Ensamble de iluminación a través de la pared (Through-Wall Lighting Assembly). Ensamble de iluminación proyectado para la instalación sobre el suelo o a través de la pared de la piscina, que consta de dos grupos interconectados de componentes separados por la pared de la piscina.

Ensamble de iluminación conectado con cordón y clavija (Cord and Plug-Connected Lighting Assembly). Ensamble consistente en una luminaria, proyectada para instalarse en la pared de un jacuzzi, bañera térmica o piscina almacenable y con un transformador con cordón y clavija para su conexión.

Ensamble integrado de equipos para jacuzzi o bañera térmica (Packaged Spa or Hot Tub Equipment Assembly). Unidad integrada prefabricada consistente en equipos para la recirculación y calefacción del agua, con sus equipos de control, montados sobre una base común, proyectado para funcionar en jacuzzi o bañera térmica. El equipo puede incluir bombas, ventiladores, calefactores, luces, controles, higienizadores, etc.

Ensamble integrado de equipos para bañeras terapéuticas o tanque hidroterapéuticos (Packaged Therapeutic Tub or Hydrot-Herapeutic Tank Equipment Assembly). Unidad integrada prefabricada consistente en equipos para la recirculación y calefacción del agua, con sus equipos de control, montados en una base común, proyectado para funcionar en una bañera terapéutica o en un tanque

hidroterapéutico. El equipo puede incluir bombas, ventiladores, calefactores, luces, controles, higienizadores, etc.

Estacionario (aplicado a equipos) [Stationary (as applied to equipment)]. Equipo que no se traslada de un lugar a otro durante el uso normal.

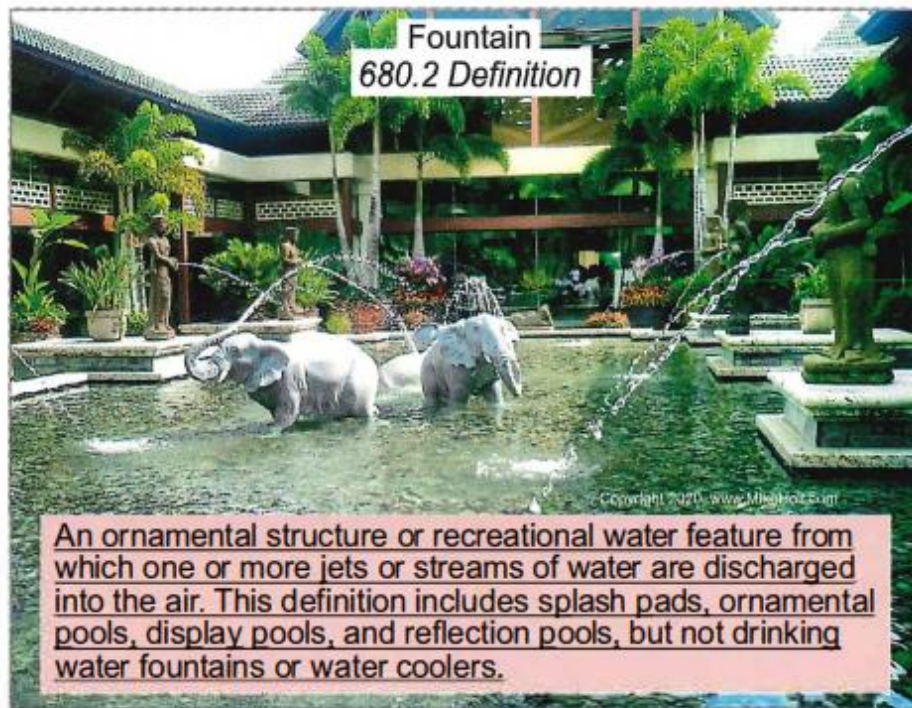
Fijo (aplicado a equipos) [Fixed (as applied to equipment)]. Equipo que está sujetado o afijado en una ubicación específica.

Formación de cubierta o gabinete (Forming Shell). Una estructura diseñada para soportar un nicho húmedo de luminaria que va montado en una estructura de la piscina o fuente.



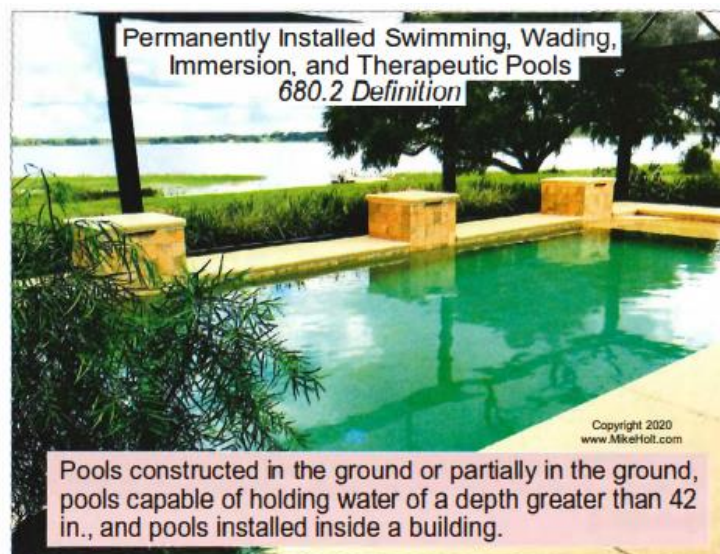
► Figure 680-4

Fuente (Fountain). Fuentes, piscinas decorativas, piscinas de exhibición, y espejos de agua. Esta definición no incluye los surtidores de agua.



►Figure 680-5

Fuentes y espejos de agua decorativos de instalación permanente (Permanently Installed Decorative Fountains and Reflection Pools). Los construidos sobre el suelo o enterrados o dentro de un edificio, de modo que no se puedan desmontar fácilmente para almacenarlos ya sea que tengan o no circuitos eléctricos de cualquier naturaleza. Son unidades construidas con fines primordialmente estéticos y no de natación o recreo.



►Figure 680-10

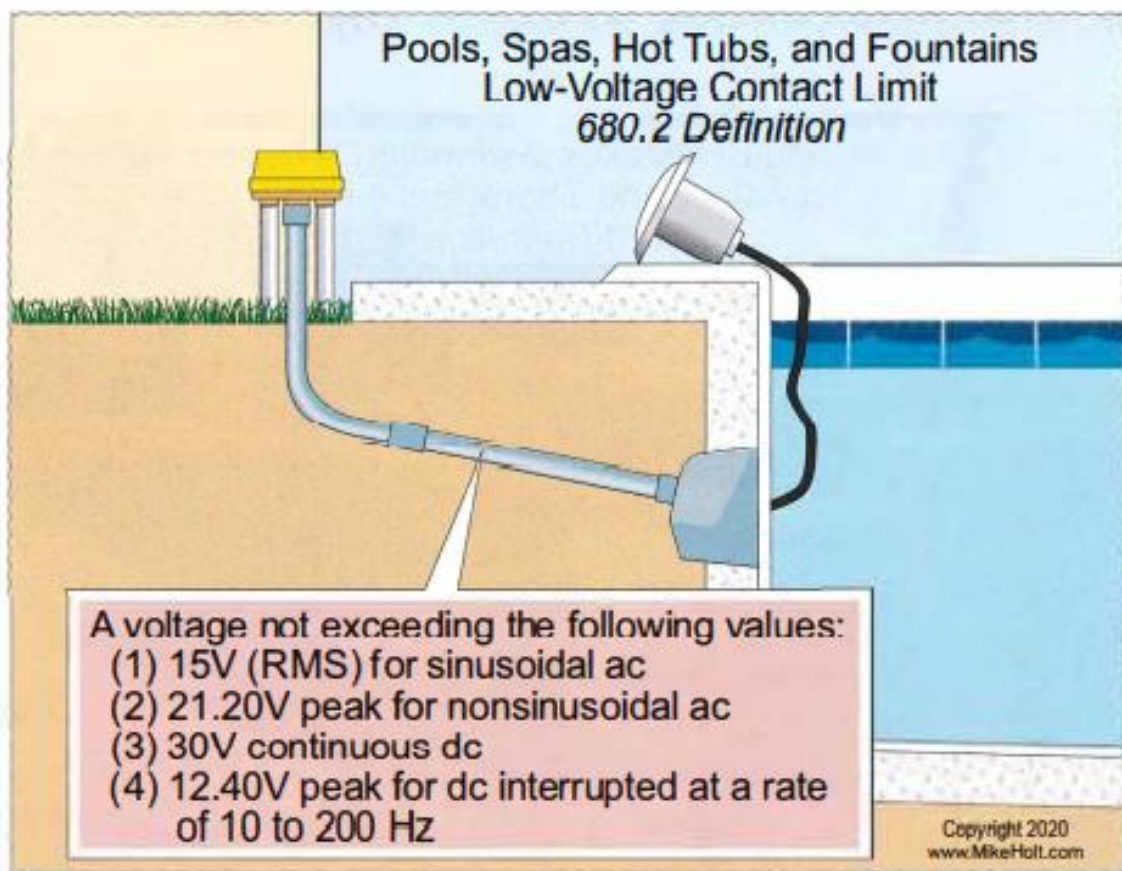
Jacuzzi o bañera térmica de construcción integral (Self Contained Spa or Hot Tub). Unidad prefabricada que consta de un recipiente de jacuzzi o bañera térmica con todo el equipo de circulación del agua, calefacción y control como parte integral de la unidad. El equipo puede incluir bombas, ventiladores, calefactores, luces, controles, higienizadores, etc.

Jacuzzi o Bañera térmica (Spa or Hot Tub). Bañera o piscina de hidromasaje para uso recreativo o terapéutico, no ubicadas en instituciones de cuidado de la salud, diseñada para la inmersión de los usuarios y que suele tener un filtro, un calefactor y un ventilador accionado a motor. Se puede instalar en el interior o el exterior, sobre el suelo o estructura de soporte, dentro del suelo o en una estructura de soporte. Este tipo de bañeras no está diseñado, en general, para drenarlos o vaciarlos después de cada uso.



► Figure 680-11

Límite de contacto de baja tensión (Low Voltage Contact Limit). Una tensión que no exceda los siguientes valores:



►Figure 680-8

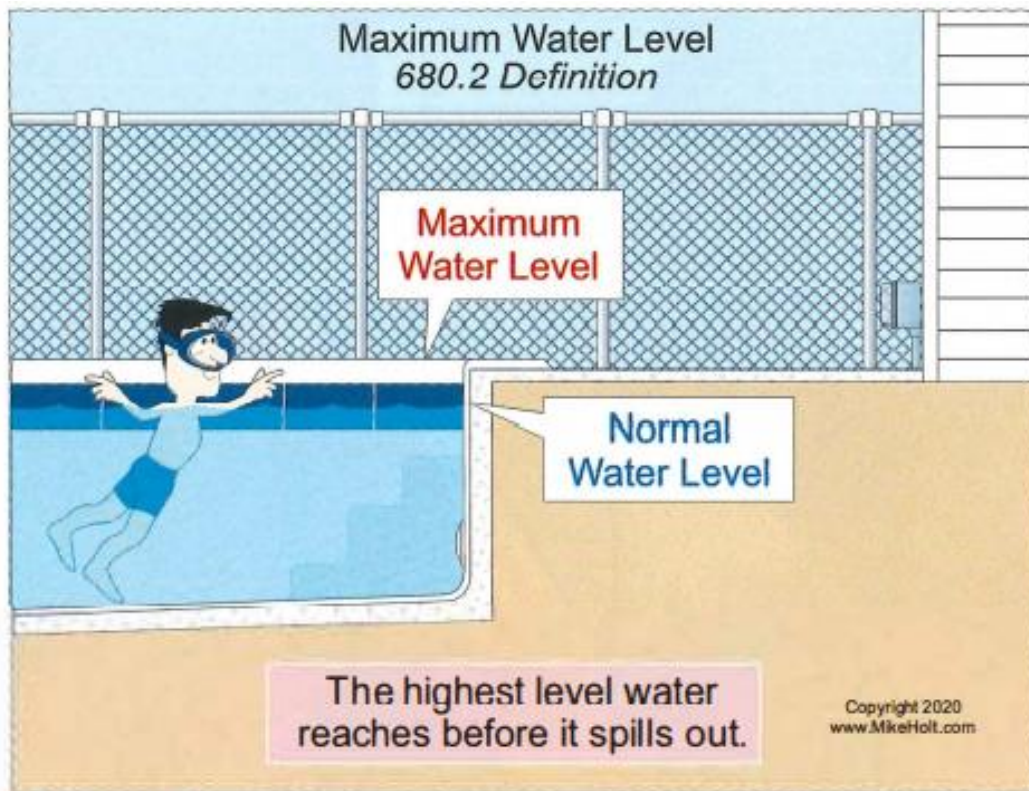
- (1) 15 volts (RMS) para c.a. sinusoidal
- (2) 21.2 volts pico para c.a. no sinusoidal
- (3) 30 volts para c.c. permanente
- (4) 12.4 volts pico para c.c. interrumpida a un valor de frecuencia de 10 a 200 Hz.

Luminaria de nicho mojado (Wet-Niche Luminaire). Luminaria proyectada para instalarse en un casco formado montado dentro de la estructura de una piscina o fuente, quedando la luminaria rodeada completamente por agua.

Luminaria de nicho seco (Dry-Niche Luminaire). Luminaria proyectada para instalarse en el piso o pared de una piscina, jacuzzi o fuente, dentro de un nicho sellado contra la entrada del agua.

Luminaria sin nicho (No-Niche Luminaire). Luminaria proyectada para instalarse sobre o bajo el agua, sin necesidad de nicho.

Nivel máximo de agua (Maximum Water Level). Nivel más alto que el agua puede alcanzar antes de derramarse.



► Figure 680-9

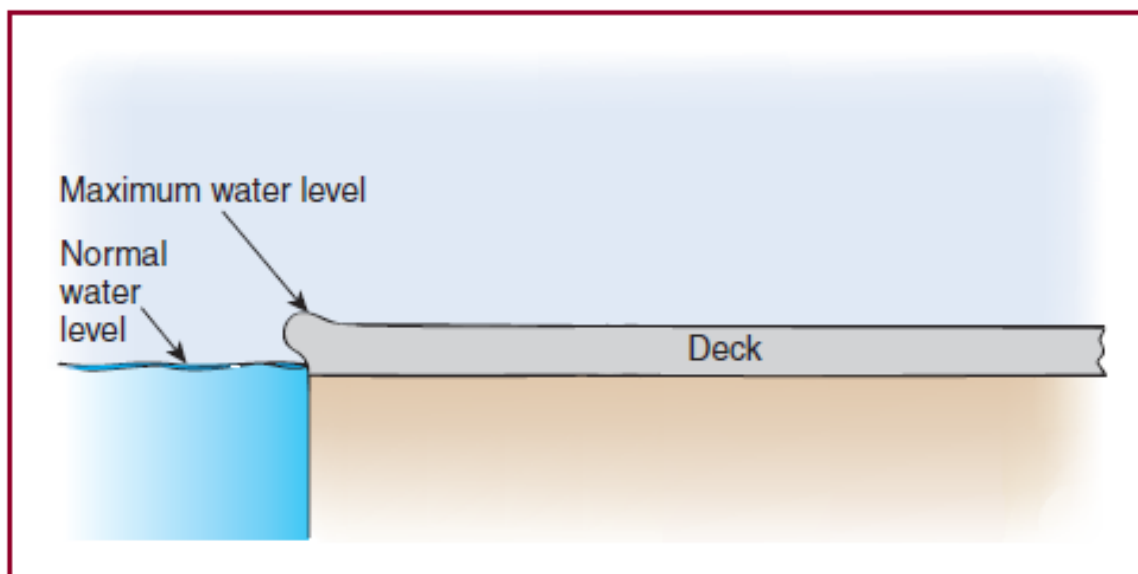


EXHIBIT 680.1 A pool showing maximum water level.

Piscina (Pool). Equipo fabricado o construido en campo, diseñado para contener agua permanente o semipermanentemente y que se usa como piscinas para natación, recreativas, inmersión o terapéuticas.

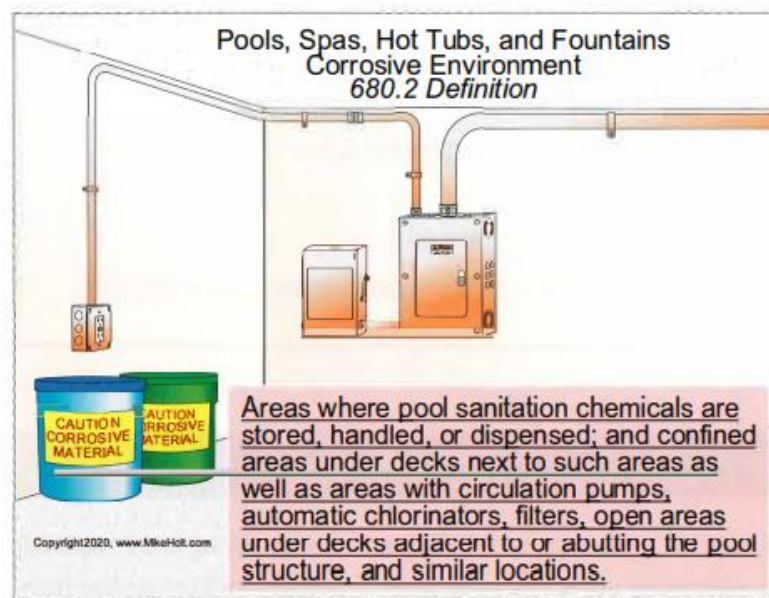
Piscina de natación, recreativa, de inmersión y terapéutica de instalación permanente (Permanently Installed Swimming, Wading, Immersion, and Therapeutic Pools). Piscina construida total o parcialmente en el suelo y todas las demás que pueden contener agua a una profundidad mayor a 1.0 m (42 pulgadas), y todas las piscinas instaladas dentro de un edificio, sin importar la profundidad del agua y alimentadas o no por circuitos eléctricos de cualquier naturaleza.

Piscinas de natación, de inmersión o recreativas desmontables o jacuzzis y bañeras térmicas desmontables / portátiles (Storable Swimming, Wading, or Immersion Pools; or Storable / Portable Spas and Hot Tubs). Las piscinas de natación, vadeo o inmersión que están destinadas a ser almacenadas cuando no están en uso, construidas sobre o por encima del nivel del suelo, que pueden contener agua hasta una profundidad máxima de 1.0 m (42 pulgadas) o una piscina, jacuzzi o bañera térmica construida sobre o por encima del nivel del suelo, con paredes no metálicas, de polímeros moldeados o paredes de tela inflable, sin tomar en consideración sus dimensiones.

Portátil (aplicado a equipos) [Portable (as applied to equipment)]. Equipo que efectivamente se traslada o puede ser fácilmente trasladado de un lugar a otro durante el uso normal.

Another Definitions:

Corrosive Environment. Areas where pool sanitation chemicals are stored, handled, or dispensed; and confined areas under decks adjacent to such areas as well as areas with circulation pumps, automatic chlorinators, filters, open areas under decks adjacent to or abutting the pool structure, and similar locations. ▶Figure 680-2



▶Figure 680-2

Immersion Pool. A pool for the ceremonial or ritual immersion of users which is designed and intended to have its contents drained or discharged. ▶ **Figure 680-7**



▶ **Figure 680-7**

Splash Pad. A fountain with a water depth 1 in. or less intended for recreational use by pedestrians. This definition does not include showers intended for hygienic rinsing prior to use of a pool, spa, or other water feature. ▶Figure 680-12



▶Figure 680-12

Storable Swimming Pool. An aboveground pool with a maximum water depth of 42 in. **Figure 680-2**

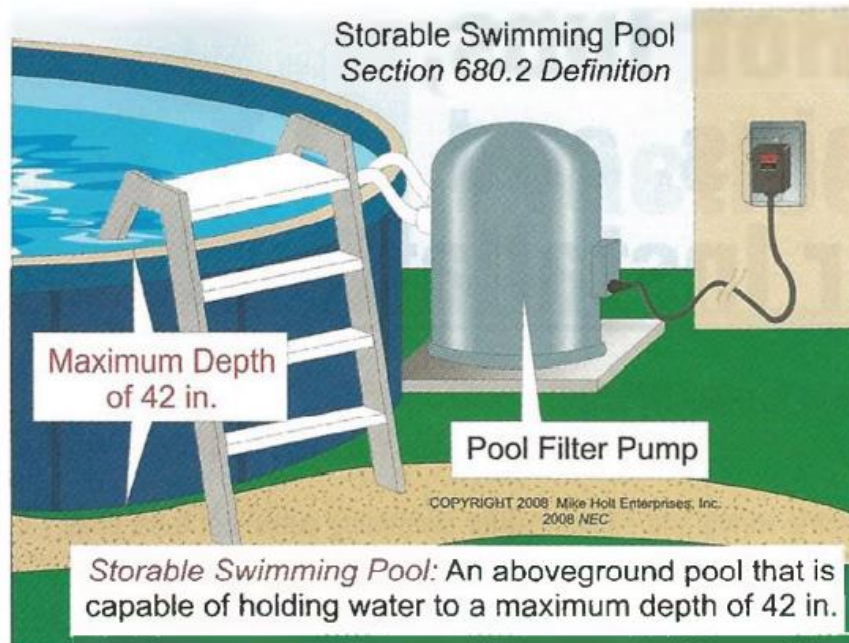


Figure 680-2

Wet-Niche Luminaire. A luminaire intended to be installed in a forming shell where it will be completely surrounded by water. ▶Figure 680-13



► **Figure 680-13**

680.3 Approval of Equipment

Electrical Equipment and products covered by this article are required to be listed and must be installed in compliance with this article.

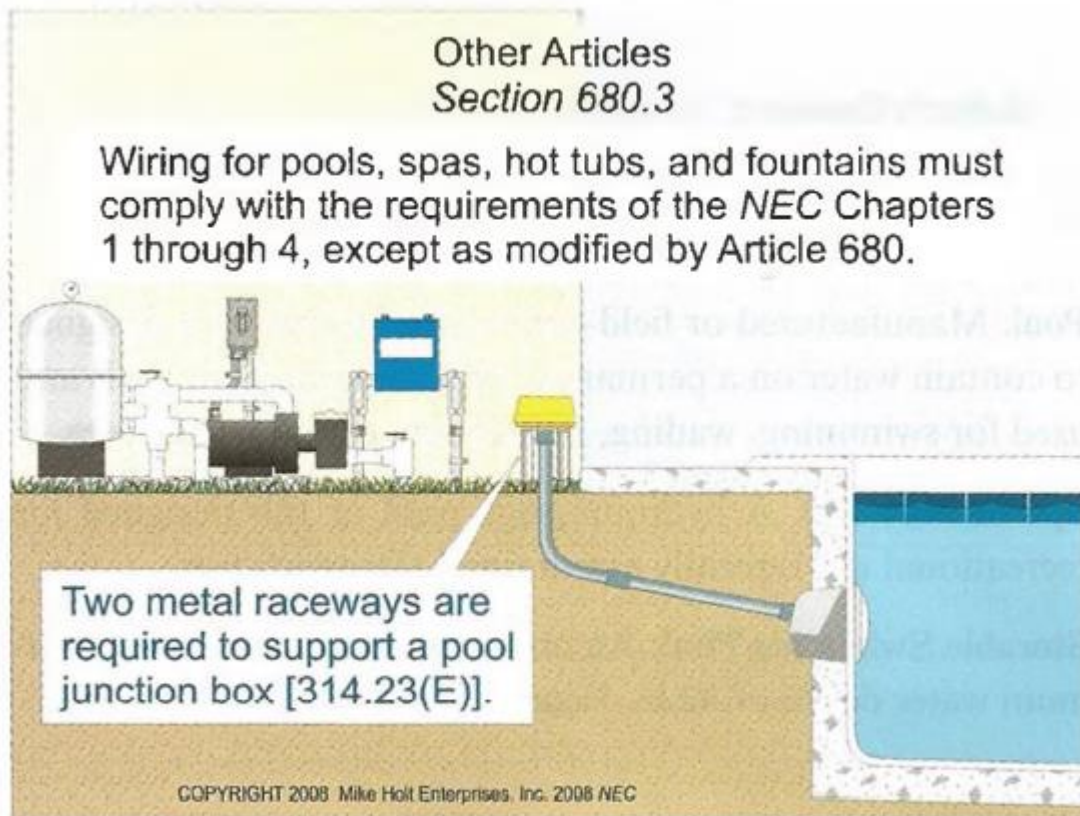


Figure 680–3

680.4 Inspections After Installation

680.4 *Aprobación de los equipos.* Todos los equipos eléctricos instalados en el agua, las paredes o plataformas de las piscinas, fuentes e instalaciones similares, deben cumplir las disposiciones de este artículo. Los equipos y productos deben de estar listados.

680.5 Ground-Fault Circuit Interrupters

680.5 *Interruptores de circuito contra fallas a tierra.* Los interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI) deben ser unidades de construcción integral del tipo interruptor automático o receptáculo u otros tipos listados.

680.6 Bonding and Equipment Grounding

680.6 ***Puesta a tierra.** El equipo eléctrico debe estar puesto a tierra de acuerdo con las Parte V, VI y VII del Artículo 250 y conectados mediante los métodos de cableado del Capítulo 3, excepto lo modificado por este artículo. Los siguientes equipos deben ser puestos a tierra:*

- (1) Ensamblajes de iluminación a través de paredes y luminarias subacuáticas, diferentes de aquellos productos de iluminación de baja tensión listados para la aplicación sin un conductor de puesta a tierra.*
- (2) Todo equipo eléctrico ubicado a una distancia máxima de 1.5 m (5 pies) de la pared interior del cuerpo de agua especificado.*
- (3) Todo equipo eléctrico asociado con el sistema de recirculación del cuerpo de agua especificado.*
- (4) Cajas de conexiones.*
- (5) Envoltorios de transformadores y fuentes de alimentación.*
- (6) Interruptores de circuito contra fallas a tierra.*
- (7) Paneles de distribución que no forman parte del equipo de acometida y que alimentan cualquier equipo eléctrico asociado con el cuerpo de agua especificado.*

680.7 Bonding and Equipment Grounding Terminals

680.7 ***Terminales de puesta a tierra y unión.** Los terminales de puesta a tierra y de unión deben identificarse para su uso en ambientes húmedos y corrosivos. Las conexiones de tierra y de unión instaladas en campo en un ambiente húmedo, mojado o corrosivo deben estar compuestas de cobre, aleación de cobre o acero inoxidable. Estas deben estar listadas para el uso de enterramiento directo.*



► Figure 680-14

680.9 Overhead Conductor Clearance

680.9 Distancias de los Conductores Aéreos. Los conductores aéreos deben cumplir con los requisitos de distancia de esta sección. Cuando se proporciona una distancia mínima desde el nivel del agua, la medición se debe tomar desde el nivel máximo de agua del cuerpo de agua especificado.

(A) Potencia. Respecto de los conductores de bajada de acometida, conductores de acometida aérea, cableado aéreo a la vista, las piscinas de natación y las instalaciones similares deben cumplir con los espacios libres mínimos especificados en la Tabla 680.9(A) e ilustrado en la Figura 680.9(A).

Tabla 680.9(A) Distancias para conductores aéreos

Parámetros de la distancia		Cables aislados, 0-750 volts a tierra, soportados y tendidos con un cable mensajero desnudo sólidamente puesto a tierra o un conductor del neutro puesto a tierra sólidamente		Tensión a tierra de todos los demás conductores			
				0 hasta 15 kV		Más de 15 hasta 50 kV	
		m	pies	m	pies	m	pies
A.	Distancia en cualquier dirección hasta el nivel del agua, borde de la superficie del agua, base del trampolín o balsa flotante anclada permanente	6.9	22.5	7.5	25	8.0	27
B.	Distancia en cualquier dirección hasta la torre o plataforma de observación, o hasta el trampolín	4.4	14.5	5.2	17	5.5	18
C.	Límite horizontal de la distancia medido desde la pared interior de la piscina	Este límite se debe prolongar hasta el borde exterior de las estructuras listadas en los literales A y B de esta tabla pero no a menos de 3 m (10 pies).					

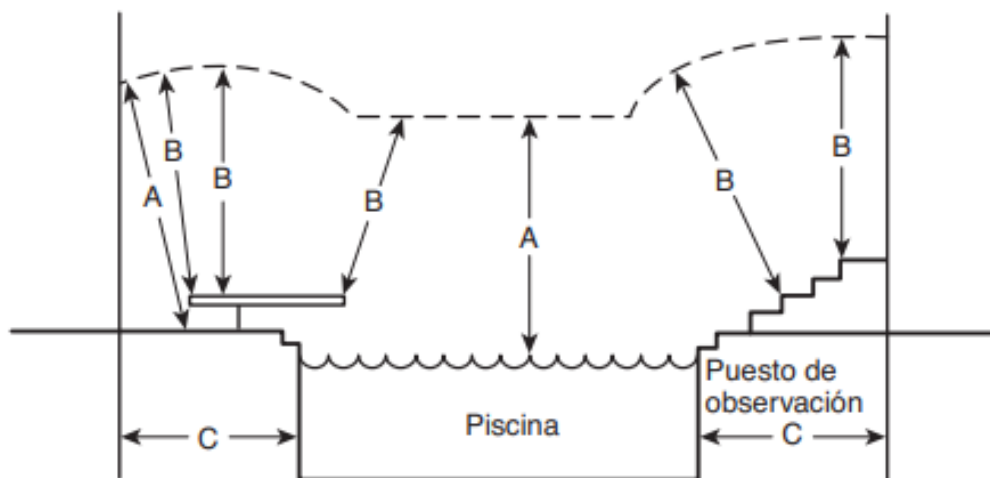


Figura 680.9(A) Distancias desde las estructuras de la piscina.

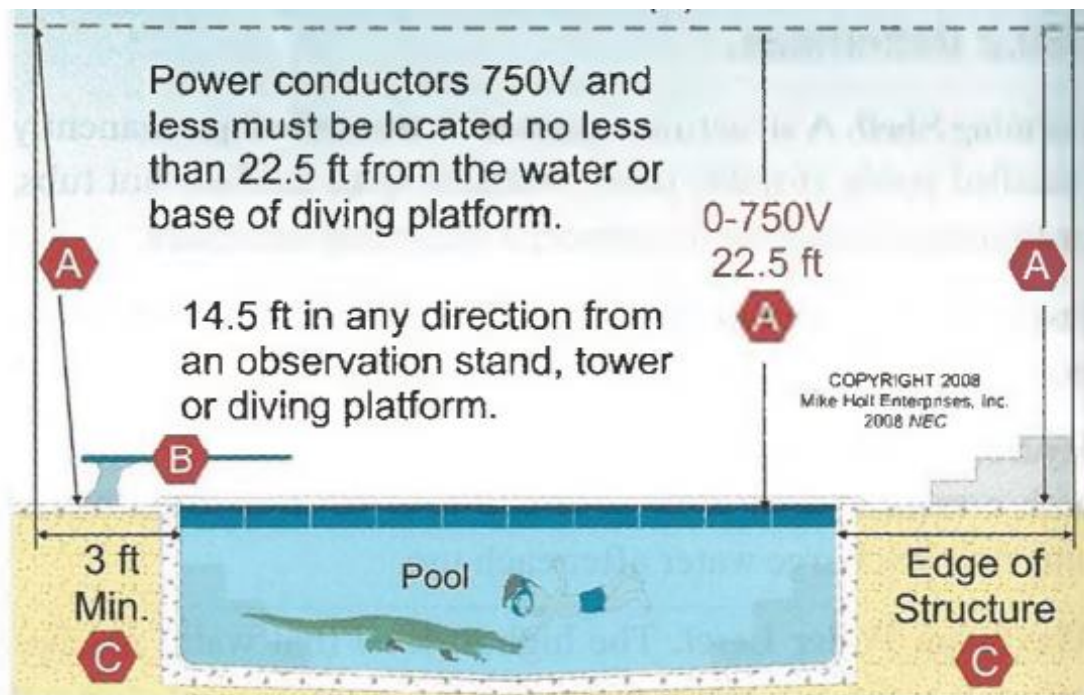
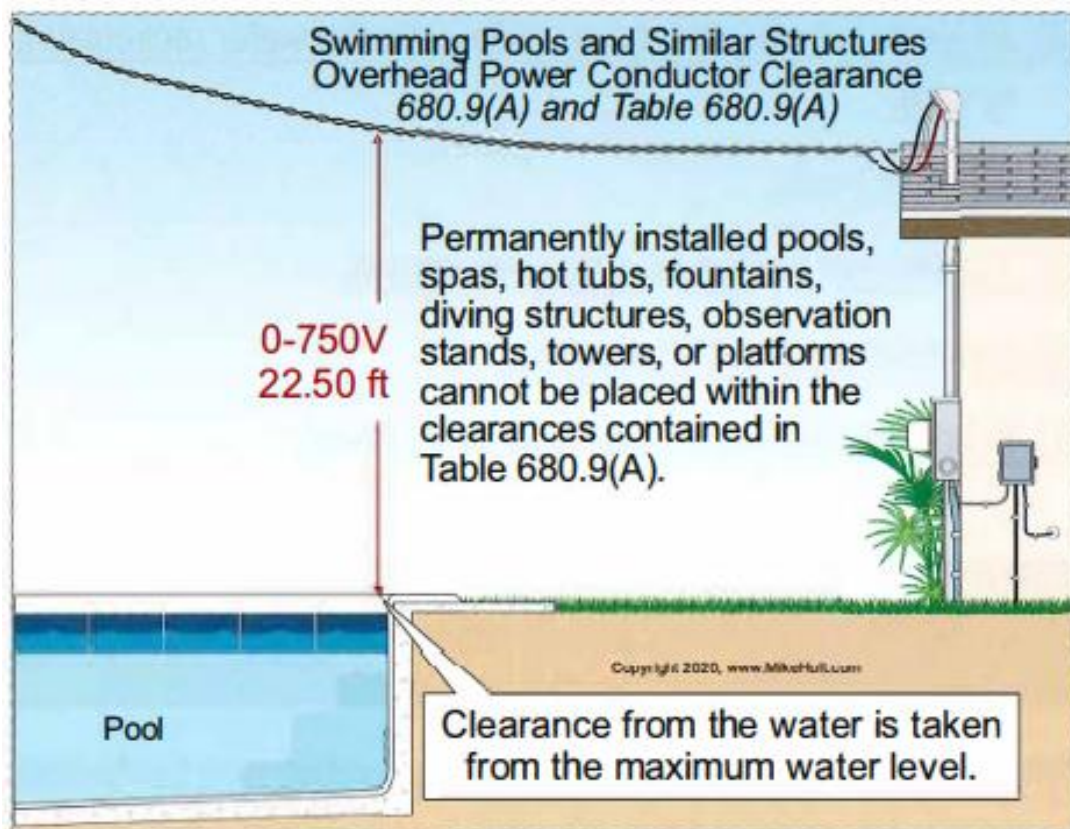
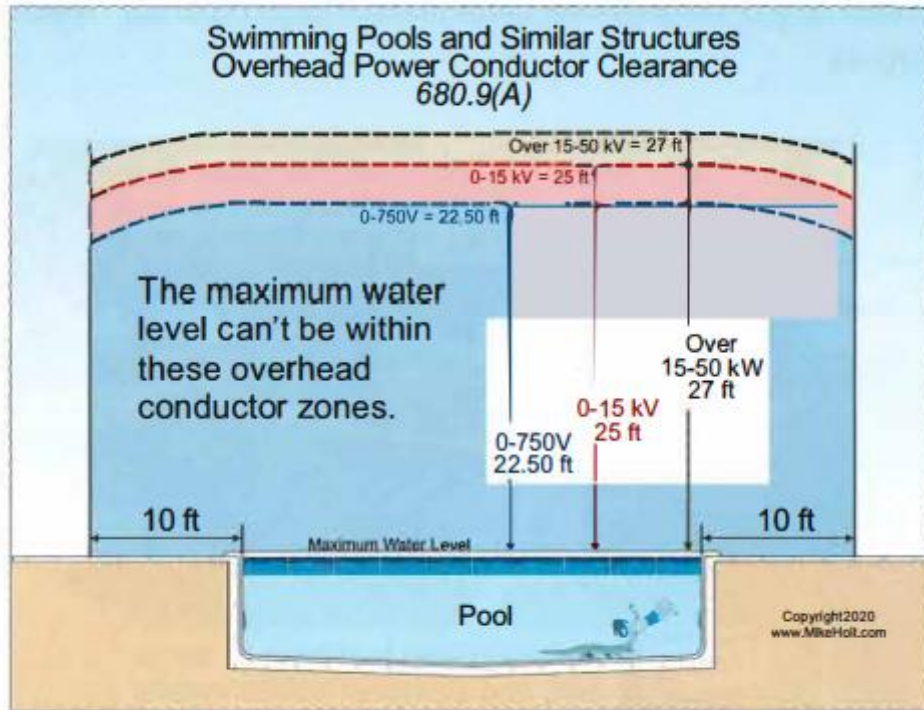


Figure 680-4

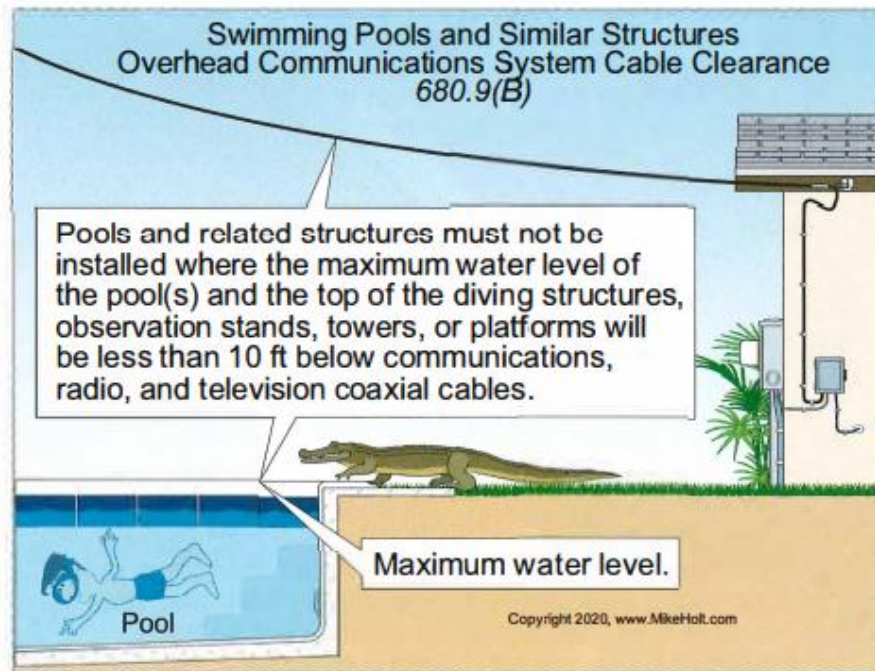


►Figure 680-15



►Figure 680-16

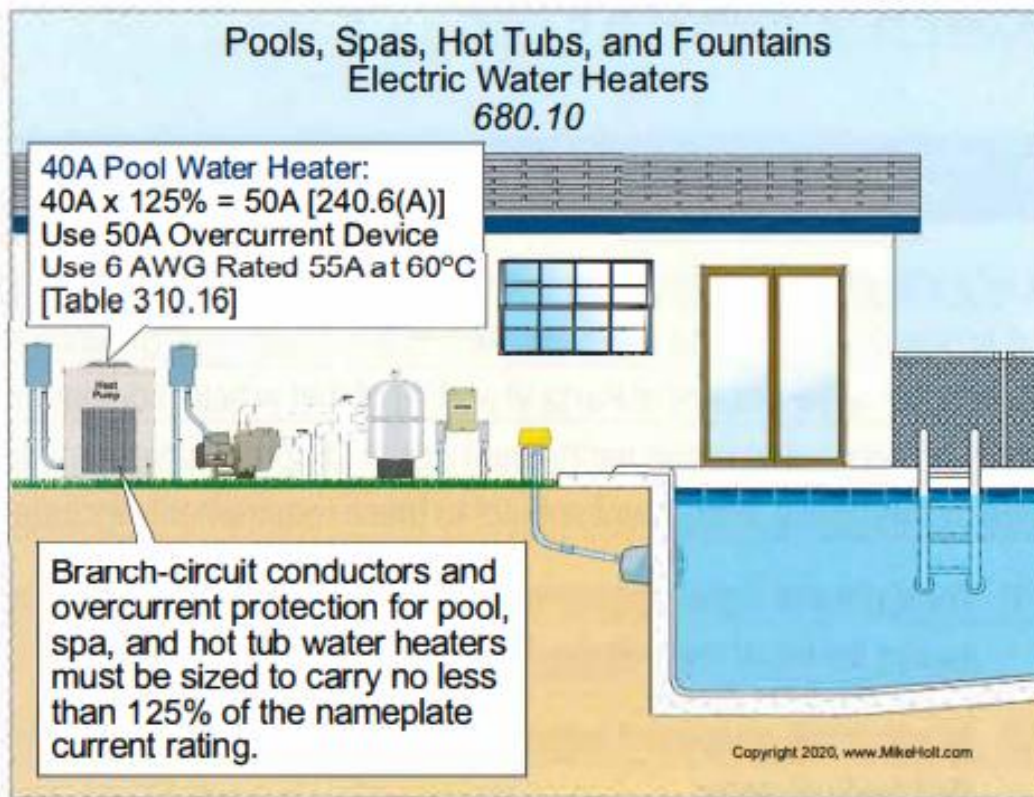
680.9(B) Sistemas de Comunicaciones. Los cables coaxiales de comunicaciones, radio y televisión dentro del alcance de los Artículos 800 hasta 820 deben permitirse a una altura mínima de 3.0 m (10 pies) por encima de las piscinas de natación y recreativas, estructuras de trampolines y torres o plataformas de observación.



►Figure 680-17

680.10 Electric Water Heaters

680.10 *Calentadores eléctricos de agua para piscinas.* Todos los calentadores eléctricos de agua para piscinas deben tener sus elementos de calefacción subdivididos en cargas que no pasen de 48 amperes y protegidos a máximo 60 amperes. La ampacidad de los conductores del circuito ramal y la corriente nominal o de ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser menores al 125 por ciento de la carga total nominal por placa de características.



► Figure 680-18

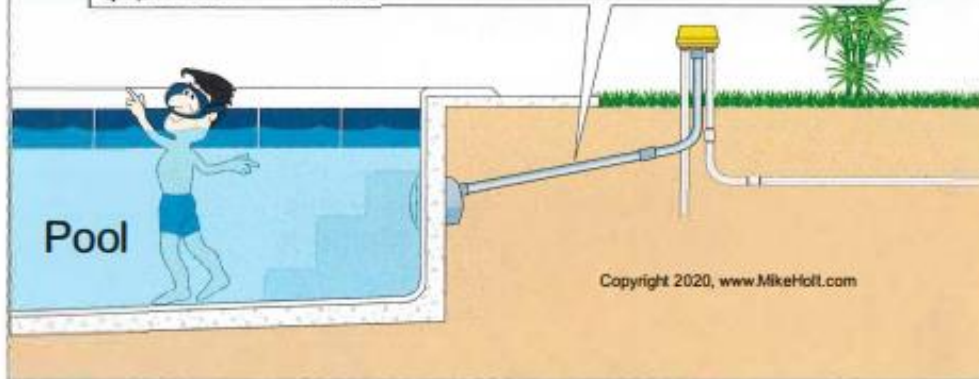
680.11 Underground Wiring

680.11 *Ubicación del Cableado Subterráneo.* Debe permitirse el cableado subterráneo donde se lo instale en un conduit de metal rígido, un conduit de metal intermedio, un conduit de cloruro de polivinilo rígido, un conduit de resina termoestable reforzada o un cable Tipo MC, adecuado para las condiciones sujetas a esa ubicación. No se debe permitir el cableado subterráneo debajo de la piscina a menos que este cableado sea necesario para suministrar el equipo de la piscina permitido por este artículo. Las profundidades mínimas de la cubierta deben ser como se indica en la Tabla 300.5.

Pools, Spas, Hot Tubs, and Fountains
Underground Wiring
680.11(A)

Underground wiring within 5 ft horizontally from the inside wall of the pool must be one of the following:

- | | |
|----------|---------------------------------------|
| (1) RMC | (5) Jacketed Type MC listed for |
| (2) IMC | direct burial use |
| (3) PVC | (6) LFNC listed for direct burial use |
| (4) RTRC | (7) LFMC listed for direct burial use |



► Figure 680-19

Underground wiring is not permitted under a pool or within 5 ft horizontally of the wall of the pool.

COPYRIGHT 2008
Mike Holt Enterprises, Inc.
2008 NEC

Violation
Underground wiring
less than 5 ft from
wall of pool.

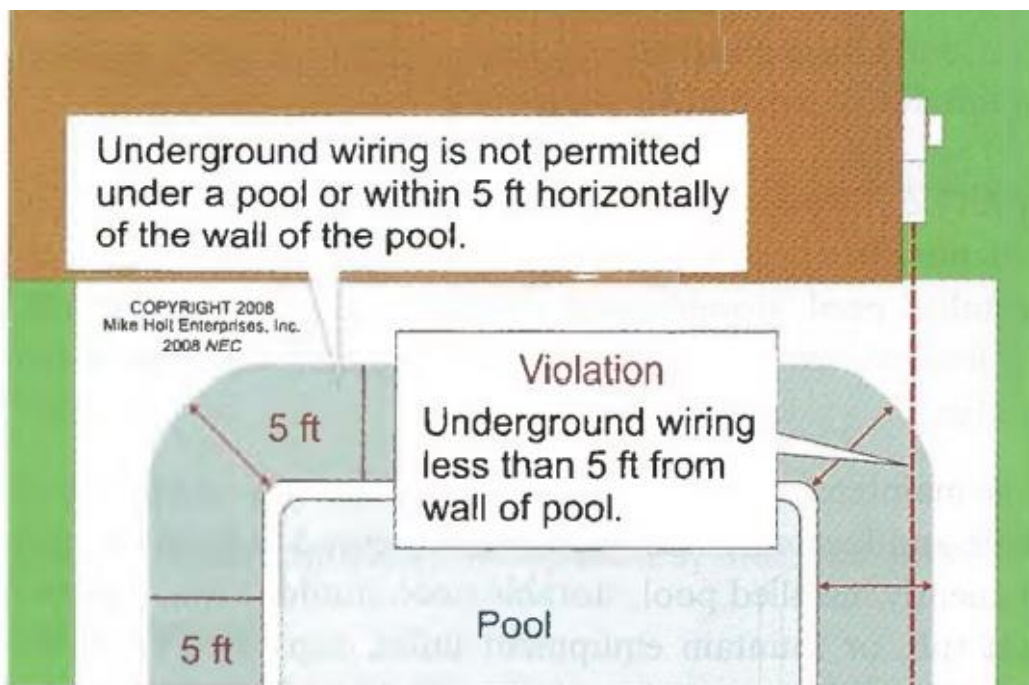


Figure 680-7

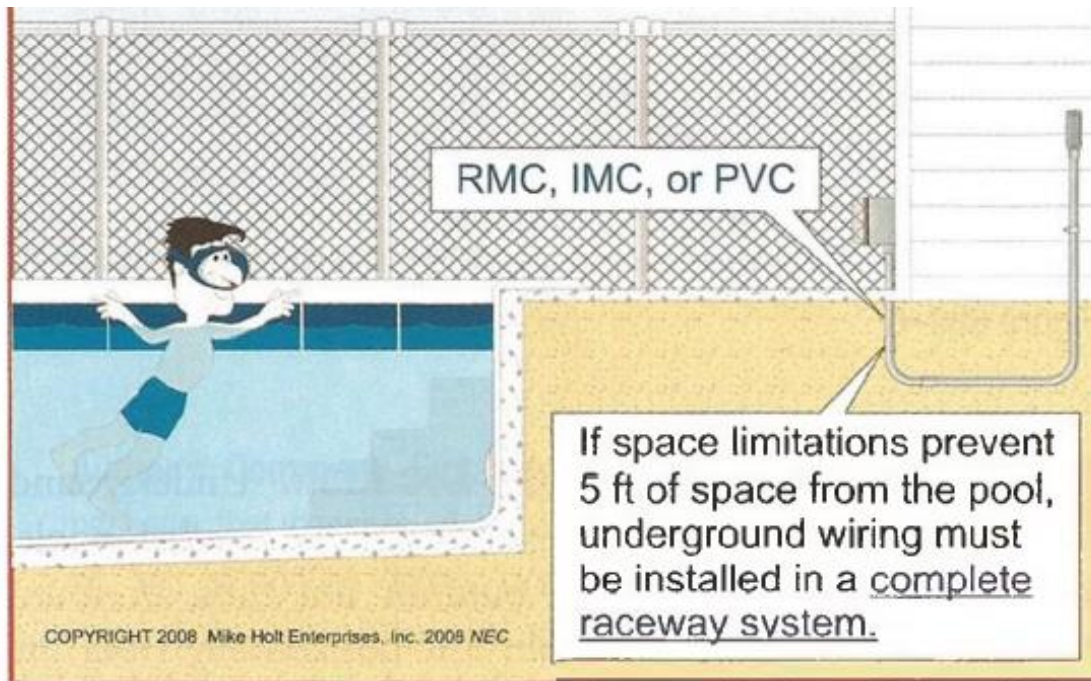
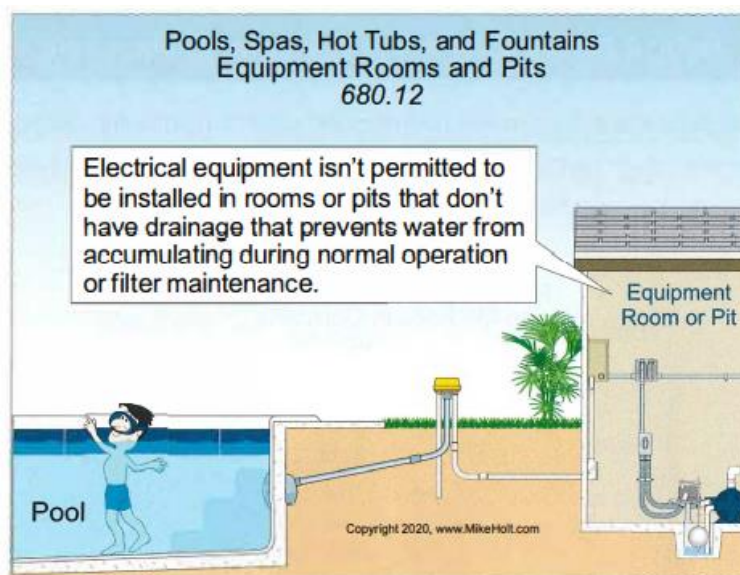


Figure 680-8

680.12 Equipment Rooms and Pits

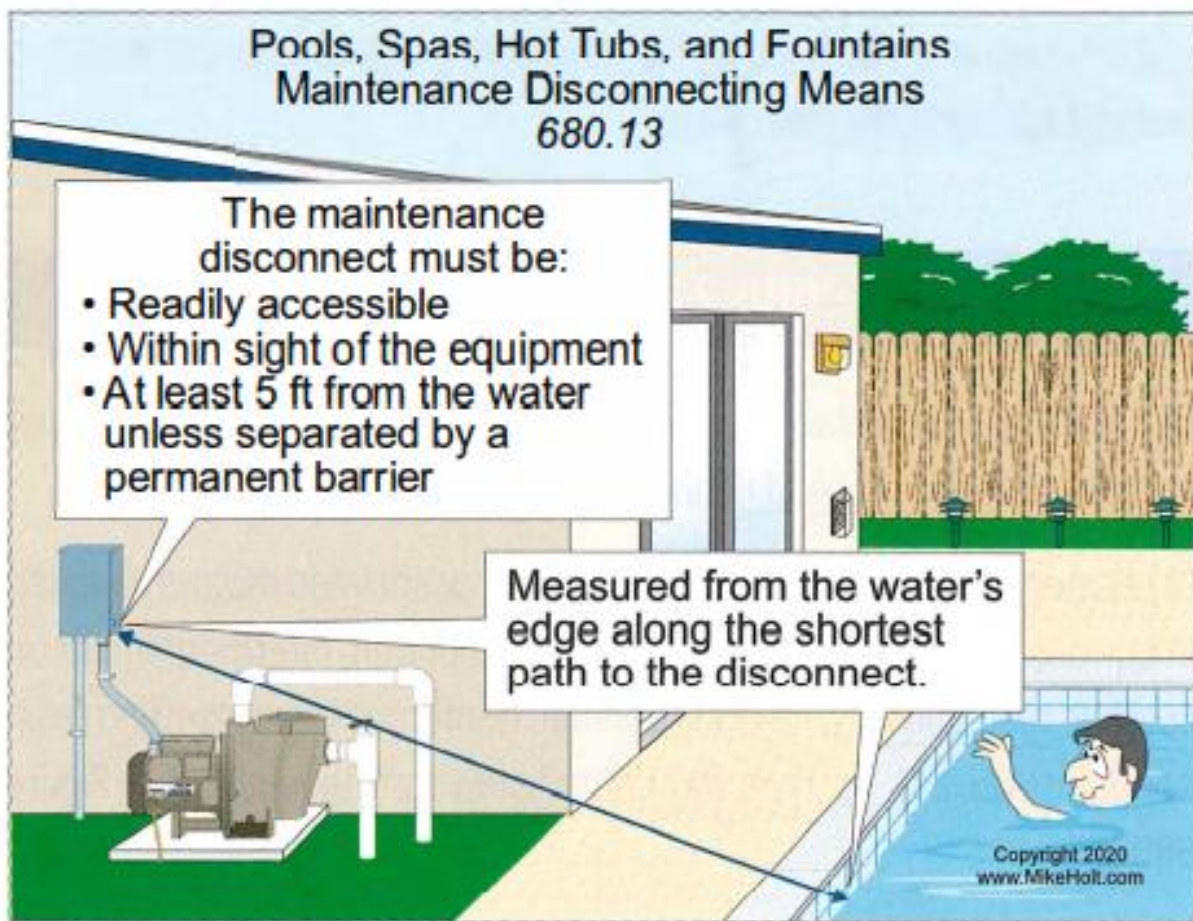
680.12 *Cuartos y fosos para Equipos.* No se deben instalar equipos eléctricos en cuartos o fosos que no tengan un drenaje que impida la acumulación de agua durante su funcionamiento normal o cuando se les da mantenimiento a los filtros. El equipo debe ser adecuado para el ambiente de acuerdo con 300.6.



►Figure 680-20

680.13 Maintenance Disconnecting Means

680.13 Medios de Desconexión para Mantenimiento. Deben proporcionarse uno o más medios que desconecten simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra para todos los equipos de utilización que no sean de iluminación. Cada medio debe ser fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde su equipo y se debe ubicar a una distancia de al menos 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde las paredes interiores de una piscina, jacuzzi, fuente o bañera térmica, excepto que esté separado de la masa de agua abierta por una barrera instalada permanentemente que brinde una trayectoria de alcance de 1.5 m (5 pies) o más. Esta distancia horizontal se debe medir desde el borde del agua y a lo largo de la trayectoria más corta requerida para alcanzar el desconectador.



► Figure 680-21

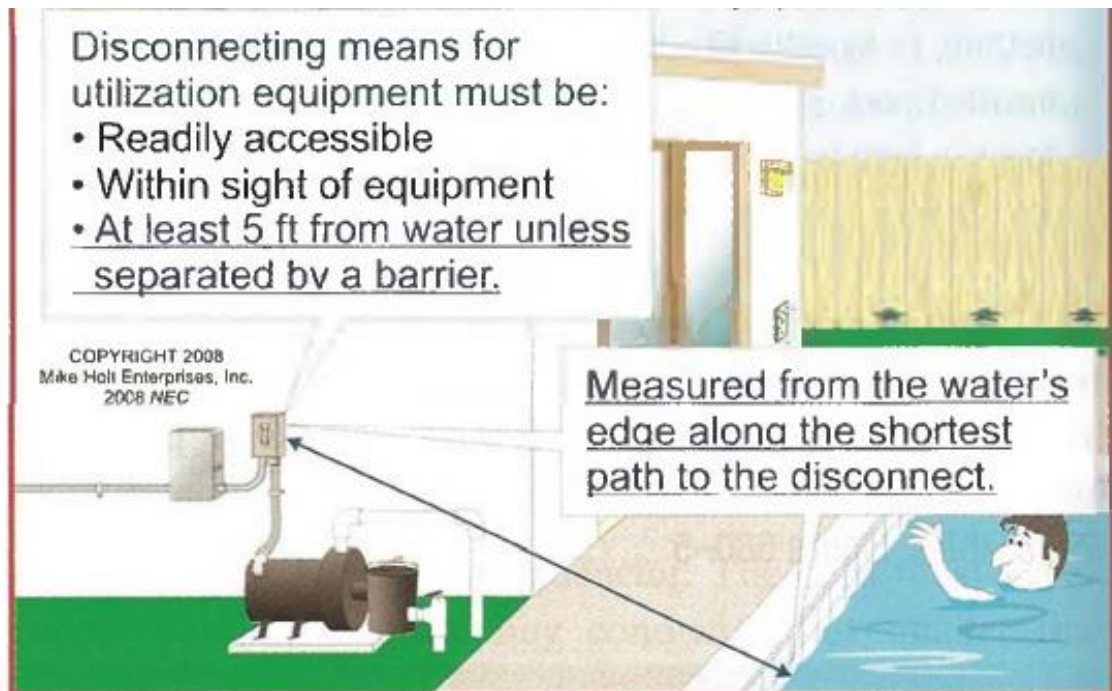
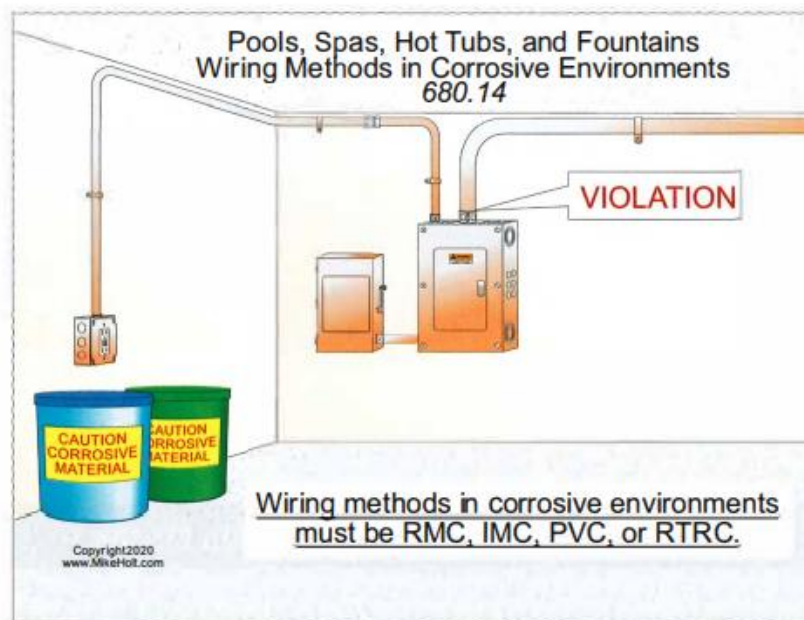


Figure 680-9

680.14 Wiring Methods in Corrosive Environment

680.14 *Ambiente Corrosivo.*



► Figure 680-22

680.14(A) Generalidades. Las áreas donde se almacenan productos químicos para el saneamiento de piscinas, así como las áreas con bombas de circulación, cloradores automáticos, filtros, áreas abiertas bajo plataformas adyacentes o colindantes a la estructura de la piscina, y ubicaciones similares se deben considerar como ambientes corrosivos. El aire en tales áreas debe considerarse que está cargado de vapores bromo, cloro y ácido, o alguna combinación de vapores de bromo, cloro o ácido; y cualquier líquido o condensación en esas áreas debe considerarse que está cargado de vapores bromo, cloro y ácidos, o cualquier combinación de vapores bromo, cloro o ácido.

680.14(B) Métodos de Cableado. Los métodos de cableado en las áreas descritas en 680.14(A) deben estar listados e identificados para su uso en dichas áreas. El Conduit Metálico Rígido, Conduit Metálico Intermedio, Conduit Rígido de Cloruro de Polivinilo o Conduit de Resina Termofija reforzada deben considerarse resistentes al ambiente corrosivo especificado en 680.14(A).

Part II. Permanently Installed Pools

680.20 General

Parte II. Piscinas instaladas permanentemente.

680.20 Generalidades. Las instalaciones eléctricas en piscinas instaladas permanentemente deben cumplir con las disposiciones de la Parte I y de la Parte II de este artículo.

680.21 Pool Motors

680.21 Motores.

(A) Métodos de Cableado. El cableado para un motor de piscina debe cumplir lo indicado en (A)(1) a menos que sea modificado para circunstancias específicas por (A)(2), (A)(3), (A)(4) o (A)(5).

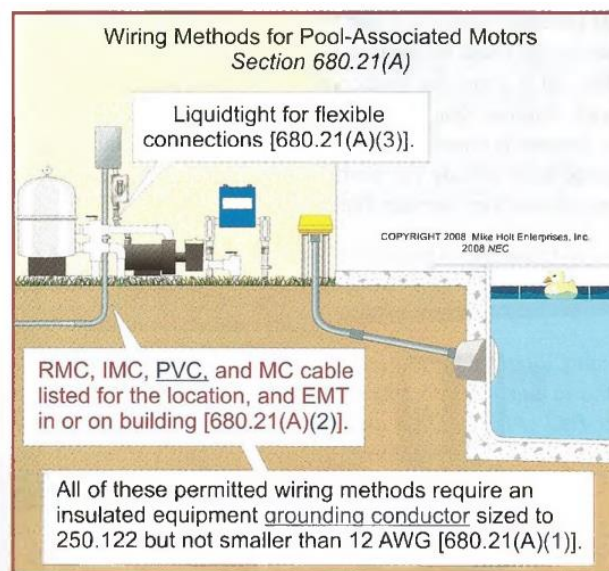
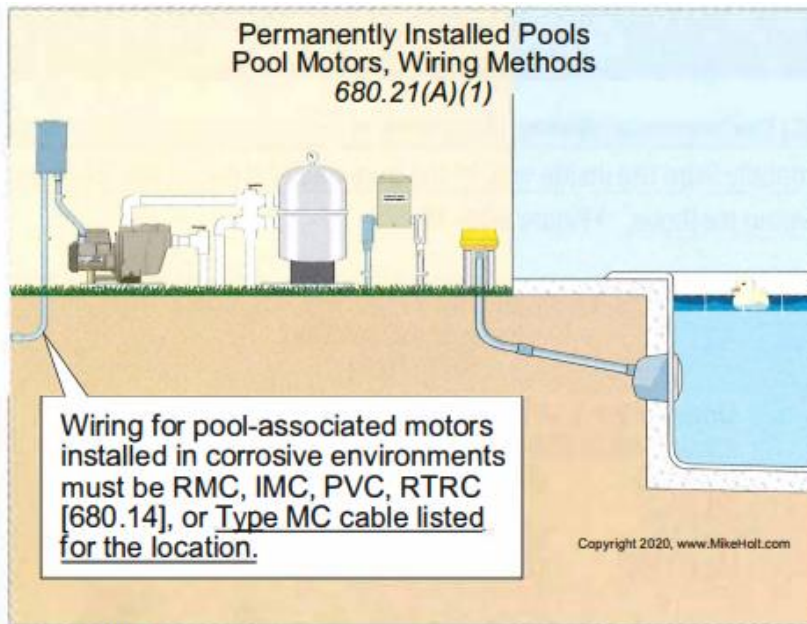


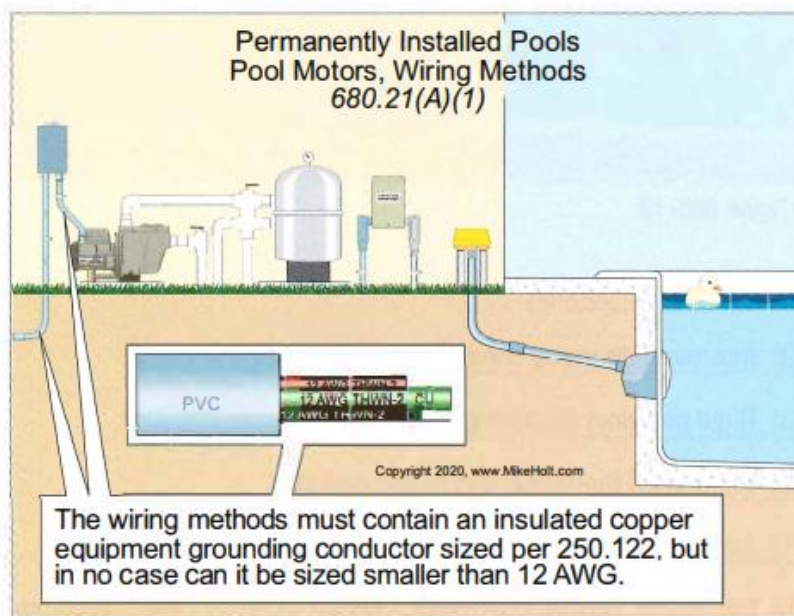
Figure 680-10

(1) **Generalidades.** Los métodos de cableado instalado en los ambientes corrosivos especificados en 680.14 deben cumplir con 680.14(B) o deberán ser con cable de tipo MC listado para el lugar. Los métodos de cableado en estas ubicaciones debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre, aislado, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122, pero con calibre mínimo del 12 AWG.

Donde se instalen en entornos no corrosivos, los circuitos ramales deben cumplir con los requisitos generales del Capítulo 3.



► Figure 680-23



► Figure 680-24

(2) **Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles en o junto al motor, debe permitirse usar Conduit Metálico Flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios listados.

(3) **Equipos conectados con cordón y clavija.** Debe permitirse que los motores asociados a piscinas utilicen conexiones con cordón y clavija. El cordón flexible no debe exceder de 900 mm (3 pies) de longitud. El cordón flexible debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre dimensionado de acuerdo con 250.122 pero no inferior al calibre 12 AWG. El cordón debe terminar en una clavija del tipo de puesta a tierra.

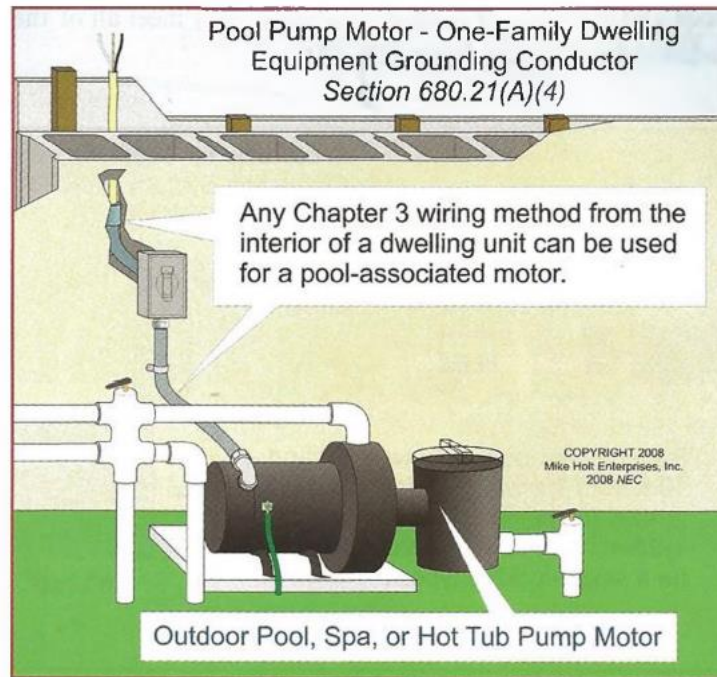


Figure 680-11

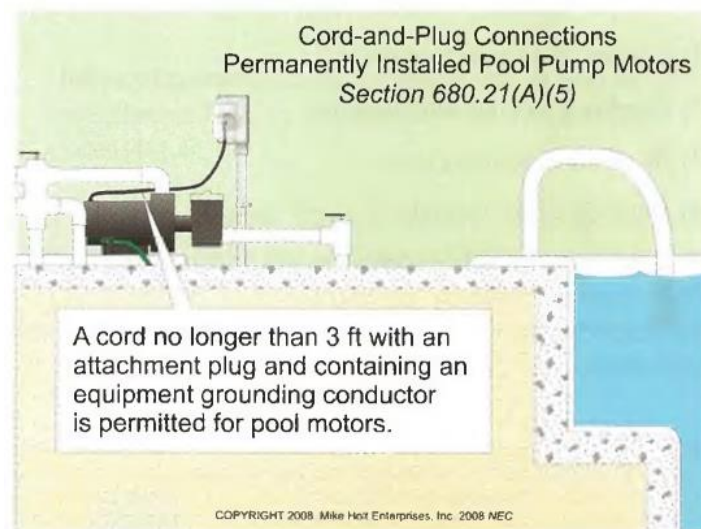
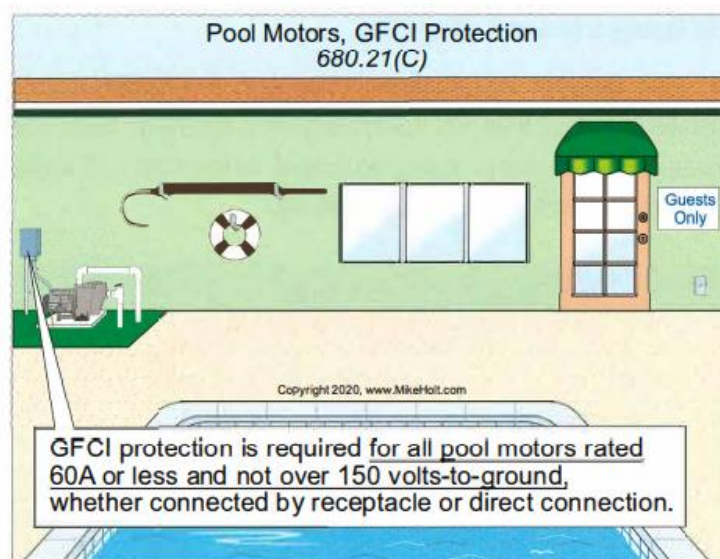


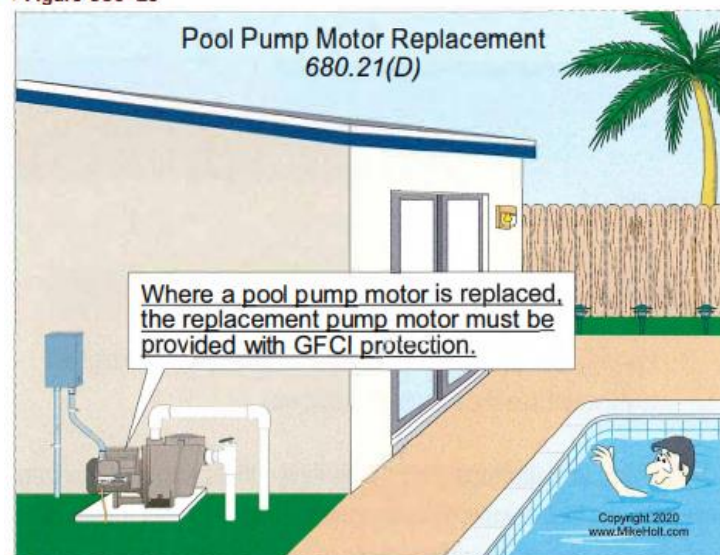
Figure 680-12

680.21(B) ***Bombas con doble aislamiento para piscinas.** Una bomba para piscinas, listada, conectada con cordón y clavija, que incorpore un sistema aprobado de doble aislamiento que proporcione un medio para puesta a tierra únicamente de las partes metálicas no portadoras de corriente, internas y no accesibles de la bomba se debe conectar a cualquier método de cableado reconocido en el Capítulo 3 que sea adecuado para el lugar. Cuando la rejilla de unión está conectada al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito del motor, de acuerdo con la segunda oración de 680.26(B)(6)(a), el cableado del circuito ramal debe cumplir con 680.21(A).*

680.21(C) ***Protección con GFCI.** Las salidas que alimentan a los motores de las bombas de las piscinas conectadas a los circuitos derivados monofásicos de 120 a 240 volts, sea con conexión con receptáculo o directa, deben tener protección para el personal con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.*



►Figure 680-25



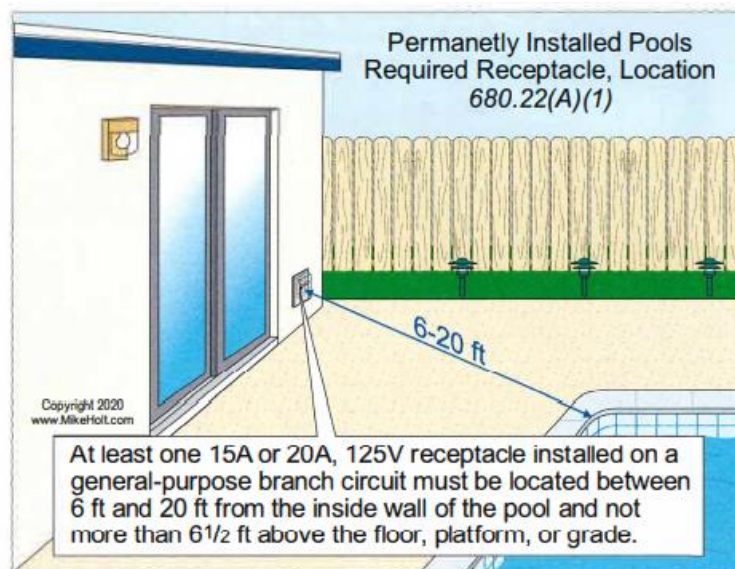
►Figure 680-26

680.22 Receptacles, Luminaires, and Switches

680.22 Iluminación, Receptáculos y Equipos.

(A) Receptáculos.

(1) **Ubicación de los Receptáculos requeridos.** Donde haya una piscina instalada de manera permanente, debe haber por lo menos un receptáculo de 125 volts, de 15 o 20 amperes en un circuito ramal para fines generales, ubicado como mínimo a 1.83 m (6 pies) desde la pared interior de la piscina, y a un máximo de 6.0 m (20 pies). Este receptáculo debe estar ubicado a no más de 2.0 m (6 pies, 6 pulgadas) por encima del piso, plataforma o nivel del terreno de acceso a la piscina.



► Figure 680-27

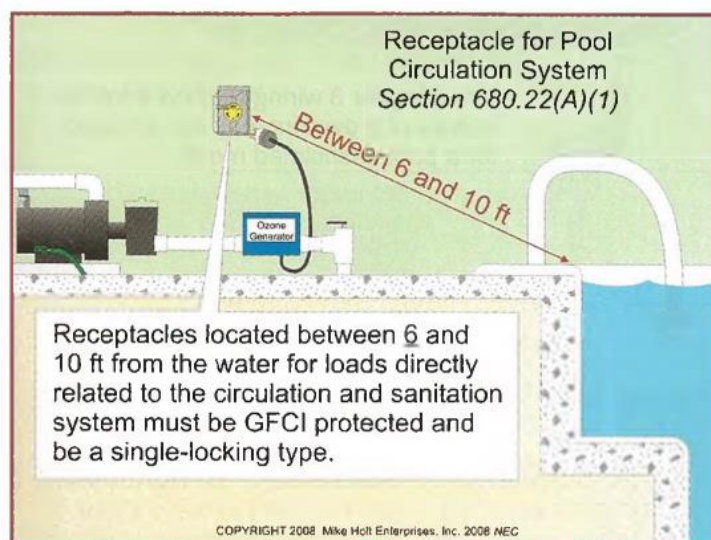
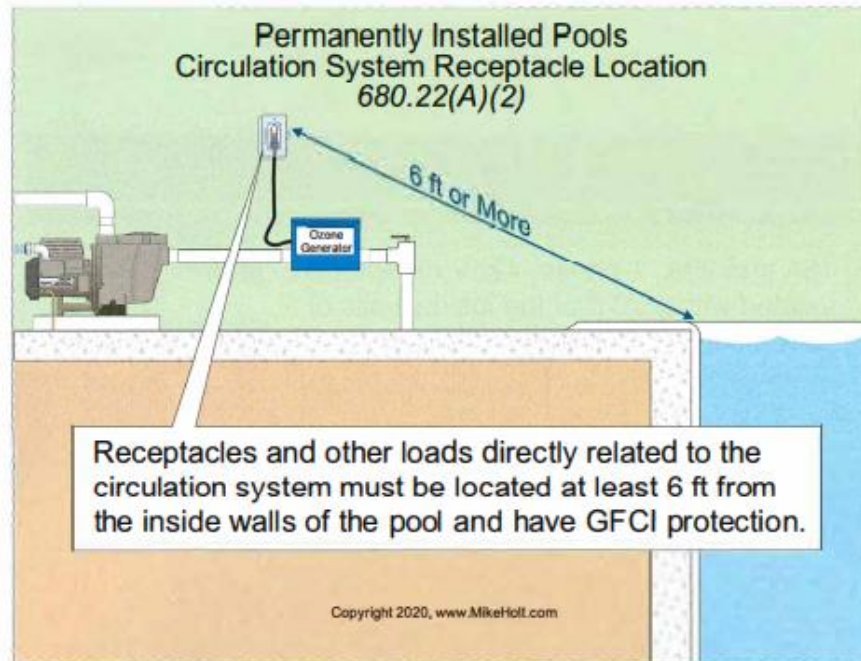


Figure 680-13

(2) **Ubicación del sistema de circulación e Higienización.** Los receptáculos que alimentan motores de bombas de agua u otras cargas directamente relacionadas con el sistema de circulación e higienización deben estar ubicados a una distancia mínima de 1.83 m (6 pies) desde las paredes interiores de la piscina. Estos receptáculos deben tener protección GFCI y ser del tipo de puesta a tierra.



► Figure 680-28

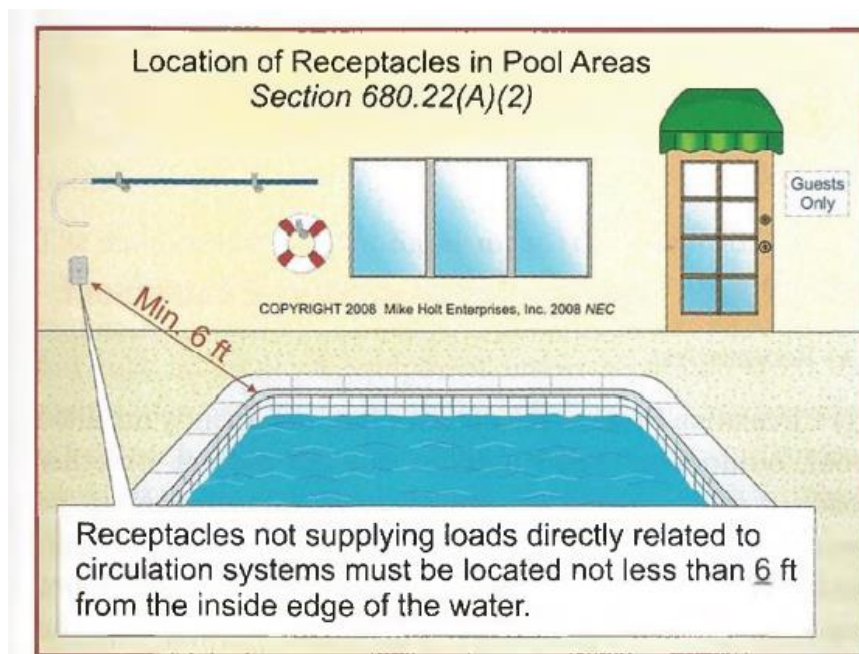


Figure 680-14

(3) **Ubicación de otros Receptáculos.** Otros receptáculos deben estar a no menos de 1.83 m (6 pies) desde las paredes interiores de la piscina.



► Figure 680-29

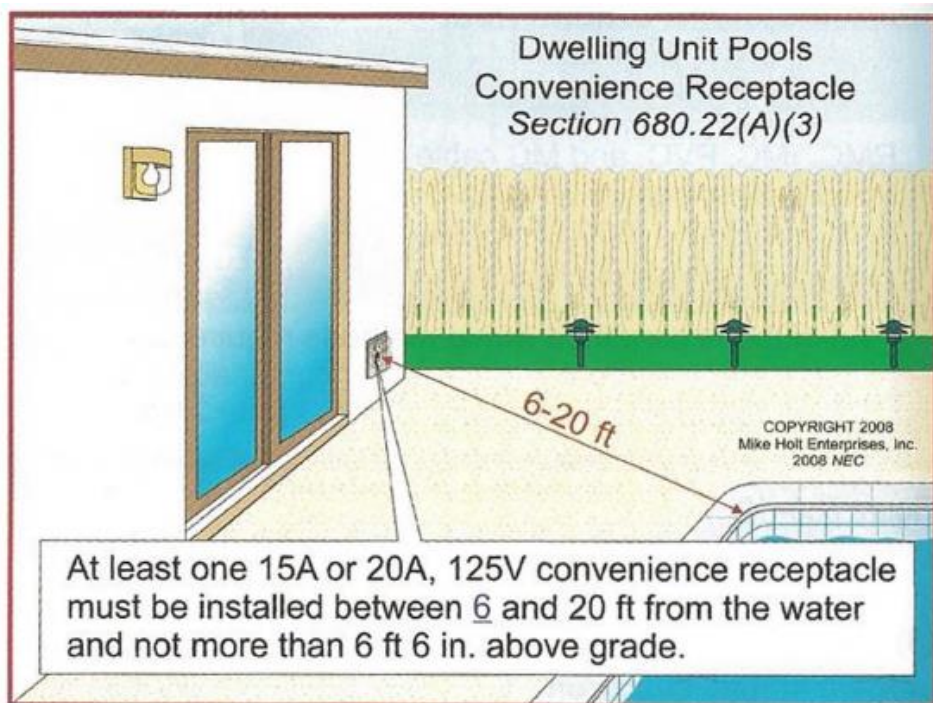


Figure 680-15

(4) **Protección con GFCI.** Todos los receptáculos monofásicos, de 15 y 20 amperes, 125 volts, ubicados a una distancia máxima de 6.0 m (20 pies) de las paredes interiores de la piscina deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

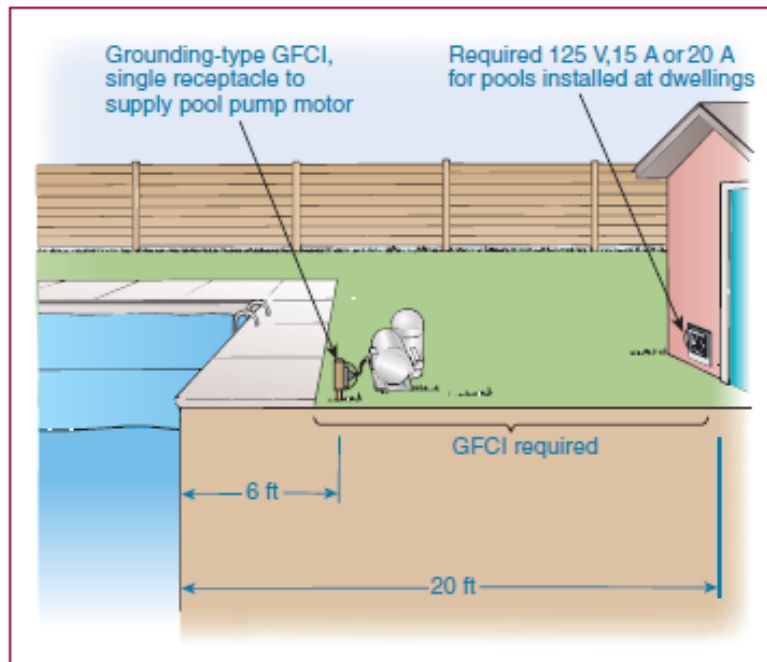
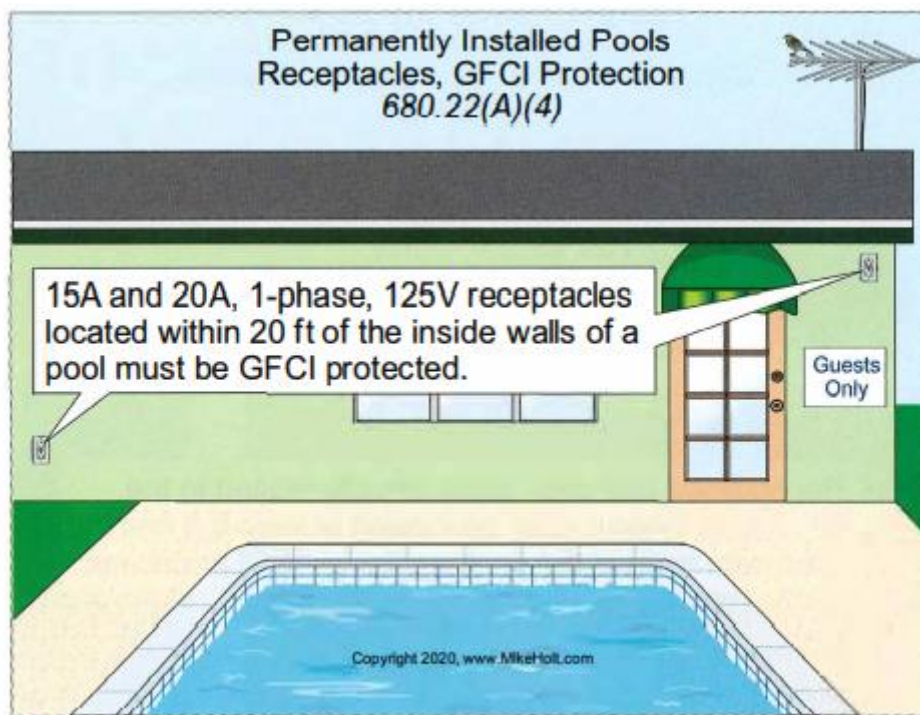


EXHIBIT 680.2 An example of a receptacle installed according to 680.22(A).



►Figure 680-30

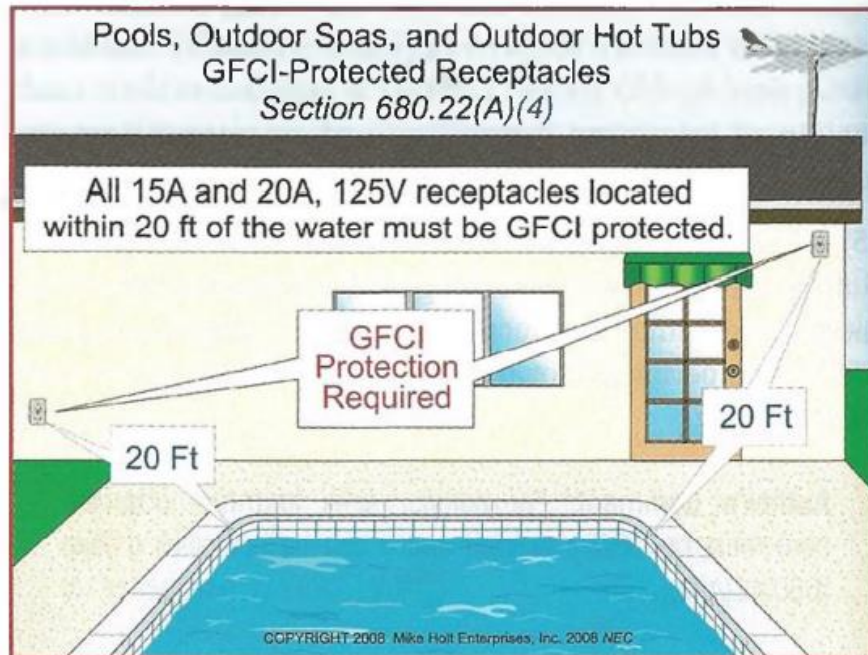
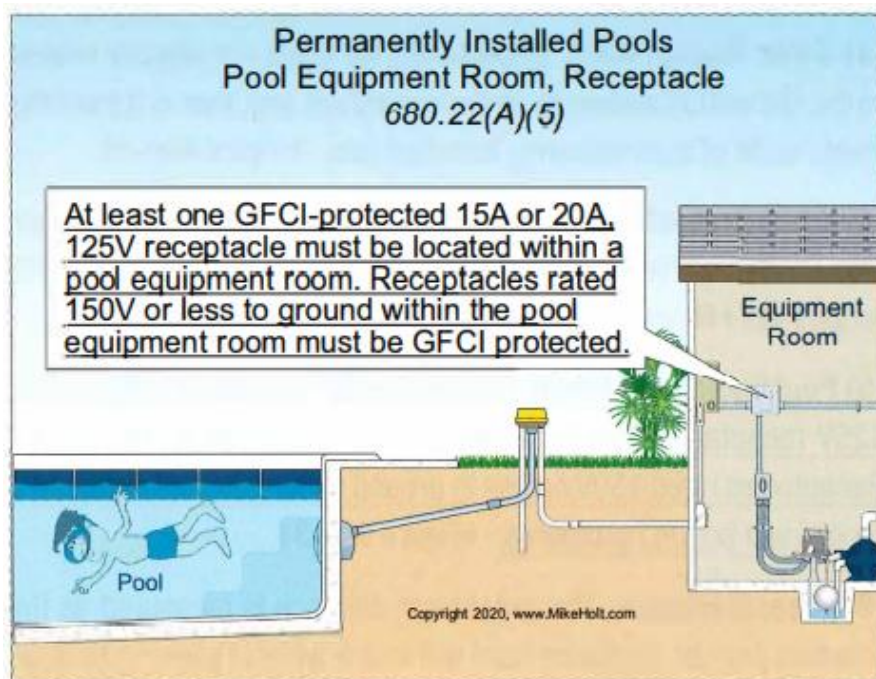


Figure 680-16

(5) **Mediciones.** Para determinar las dimensiones en esta sección con respecto a la separación de los receptáculos, la distancia que se debe medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un artefacto conectado al receptáculo sin perforar el piso, la pared, el cielo raso, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.



► Figure 680-31

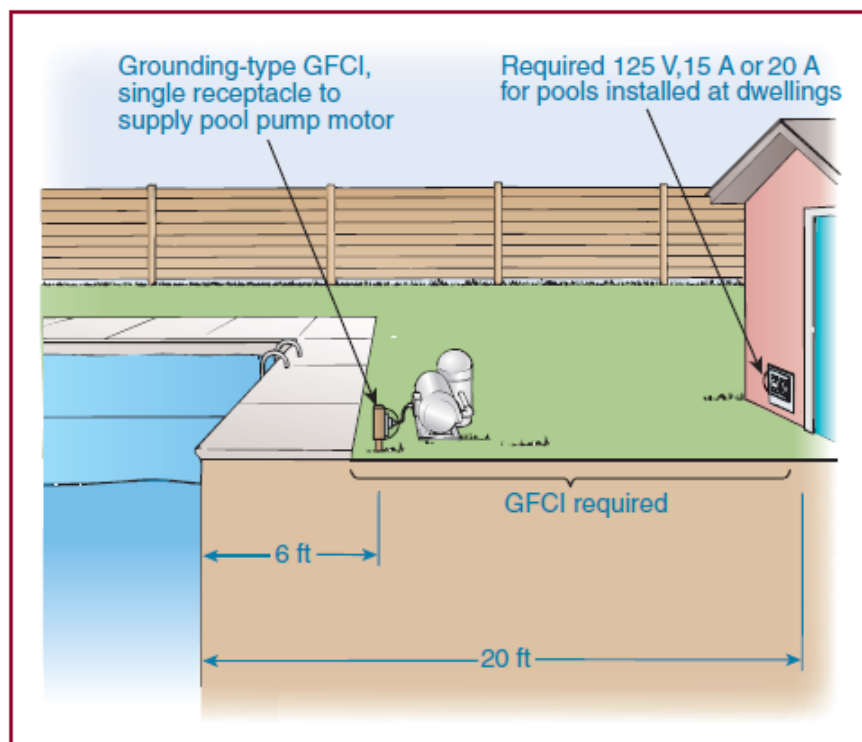


EXHIBIT 680.2 An example of a receptacle installed according to 680.22(A).

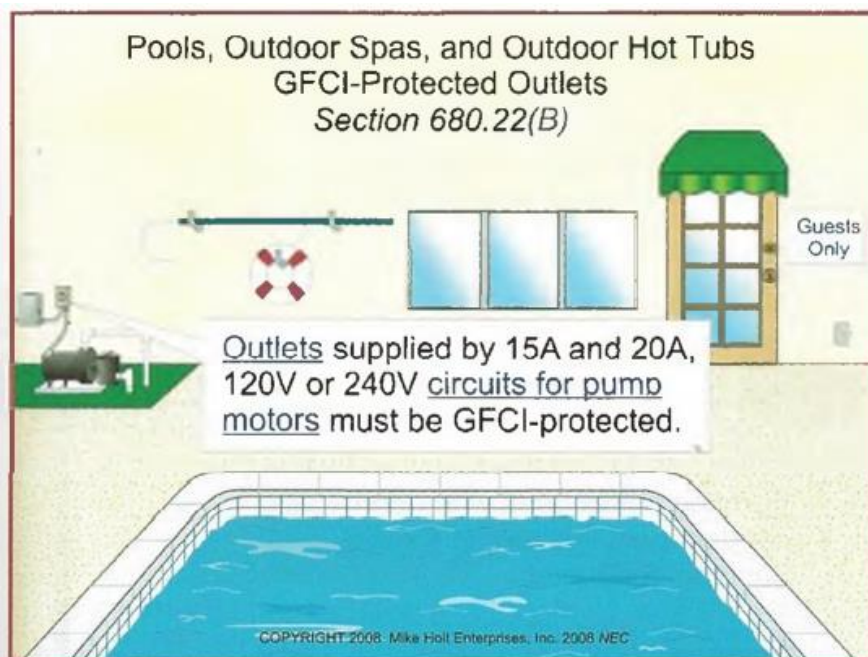


Figure 680-17

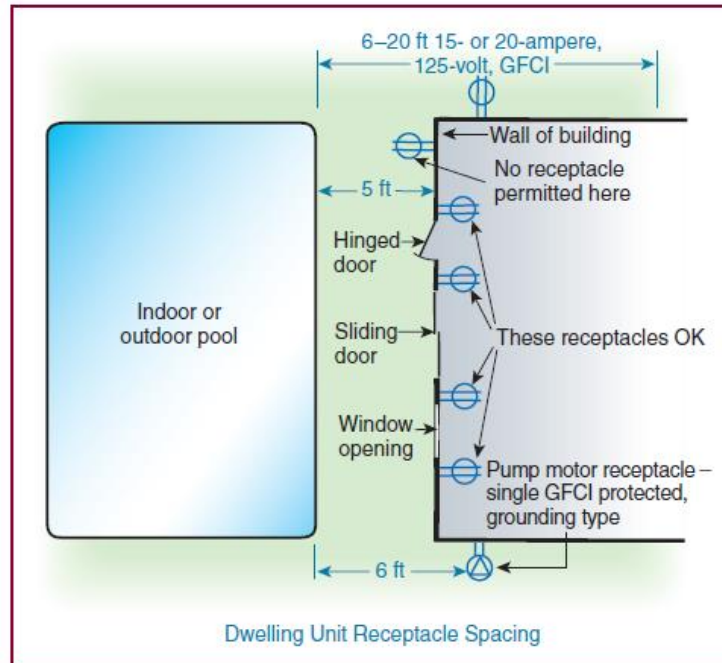
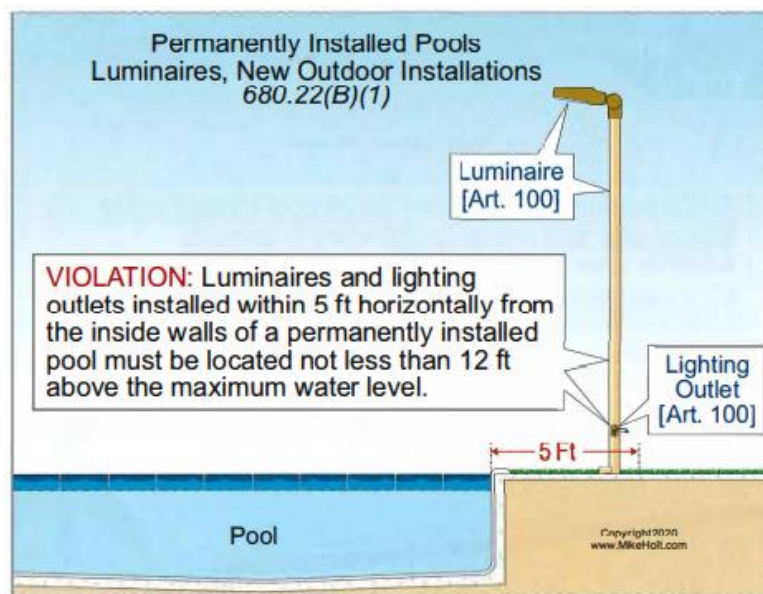


EXHIBIT 680.3 Acceptable receptacle locations within 20 feet of a permanently installed swimming pool.

(B) Salidas para iluminación, luminarias y ventiladores de techo (de aspas).

(1) Distancias para instalaciones nuevas en exteriores. En las áreas de piscinas exteriores, las salidas para iluminación, luminarias y los ventiladores de techo (de aspas) sobre las piscinas o sobre el área que se extiende 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde las paredes interiores de la piscina, deben estar instalados a una altura mínima de 3.7 m (12 pies) por encima del nivel máximo de agua de la piscina.



► Figure 680-32

(2) **Distancias en interiores.** Para instalaciones en áreas de piscinas interiores, las distancias deben ser las mismas que para piscinas exteriores, a menos que este párrafo las modifique. Si el circuito ramal que alimenta al equipo está protegido por un interruptor de circuito contra fallas a tierra, debe permitirse usar los siguientes equipos a una altura mínima de 2.3 m (7 pies 6 pulgadas) por encima del nivel máximo del agua de la piscina:

(1) **Luminarias totalmente encerradas.**

(2) **Ventiladores de techo (de aspas) identificados para uso por debajo de las estructuras del cielo raso como las de los porches o los patios.**

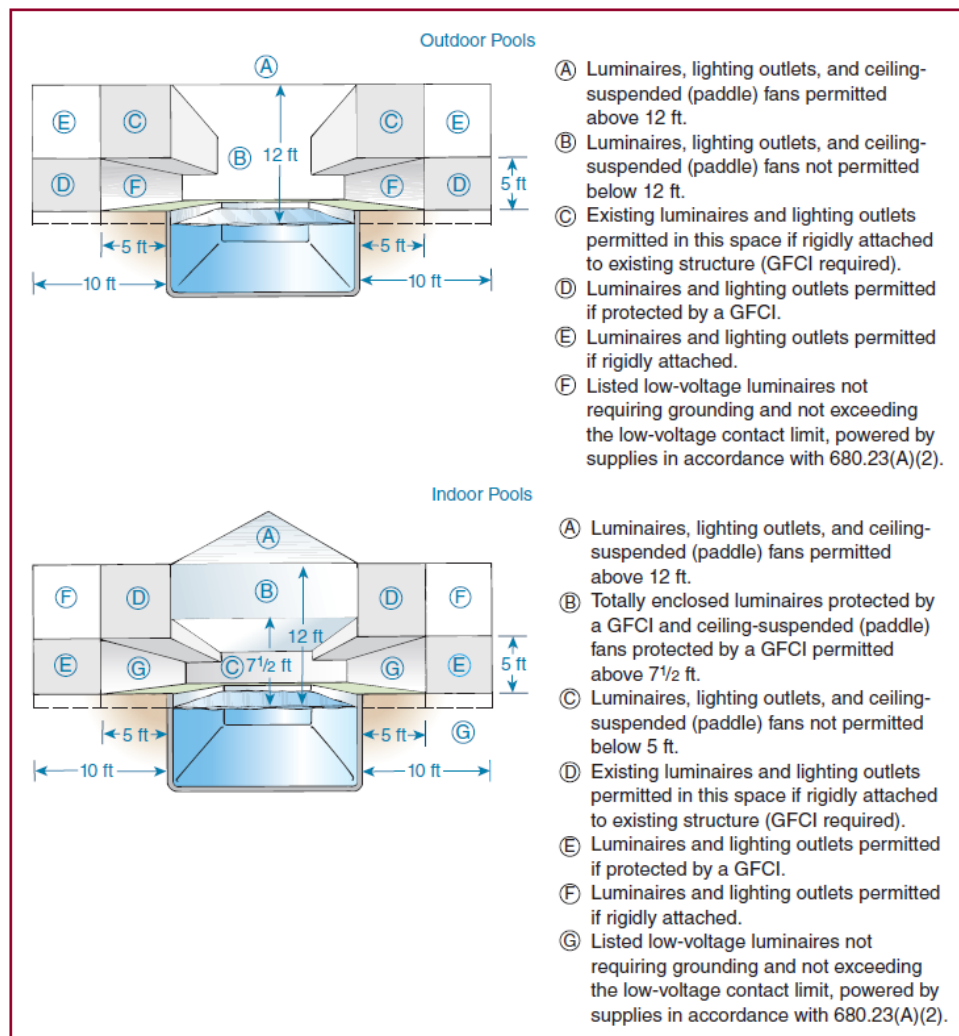
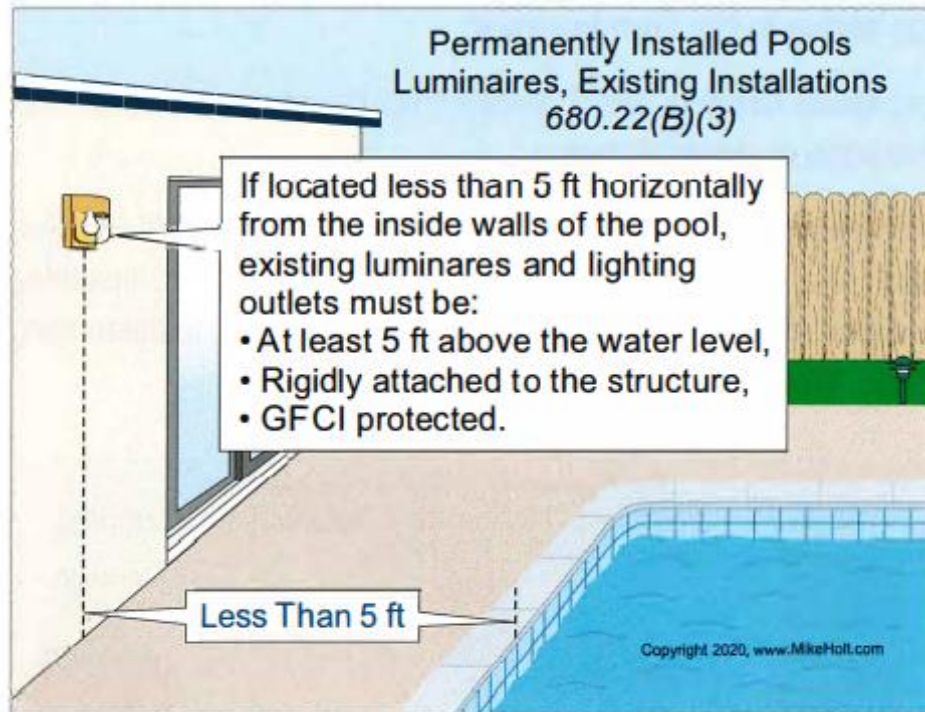


EXHIBIT 680.4 Limitations of 680.22(B) for the areas surrounding outdoor and indoor pools.

(3) **Instalaciones existentes.** Las luminarias y salidas de iluminación existentes ubicadas a menos de 1.5 m (5 pies) medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la piscina deben estar a no menos de 1.5 m (5 pies) por encima de la superficie del nivel máximo del agua, deben estar unidas rígidamente a la estructura existente y protegidas con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.



► Figure 680-33

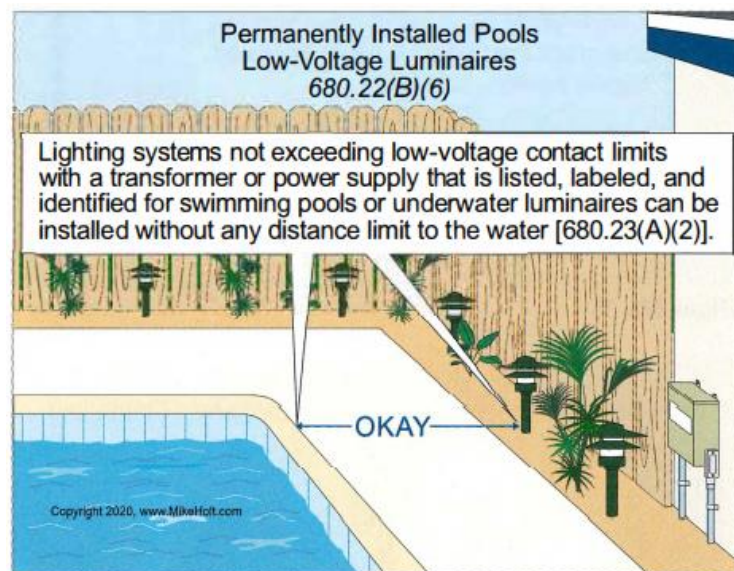


Figure 680-18

(4) **Protección con GFCI en las áreas adyacentes.** Las luminarias, salidas de iluminación y ventiladores de techo (de aspas) instalados en el área que se prolonga entre 1.5 m (5 pies) y 3.0 m (10 pies) horizontalmente desde las paredes interiores de una piscina deben estar protegidas por un interruptor de circuito contra fallas a tierra, a menos que se instalen a una distancia mínima de 1.5 m (5 pies) por encima del nivel máximo del agua y estén unidos de forma rígida a la estructura adyacente a o que encierre la piscina.

(5) **Luminarias conectadas con cordón y clavija.** Las luminarias conectadas con cordón y clavija deben cumplir con los requisitos de 680.8 cuando se instalen a una distancia máxima de 4.9 m (16 pies) de cualquier punto sobre la superficie del agua, medidos radialmente.

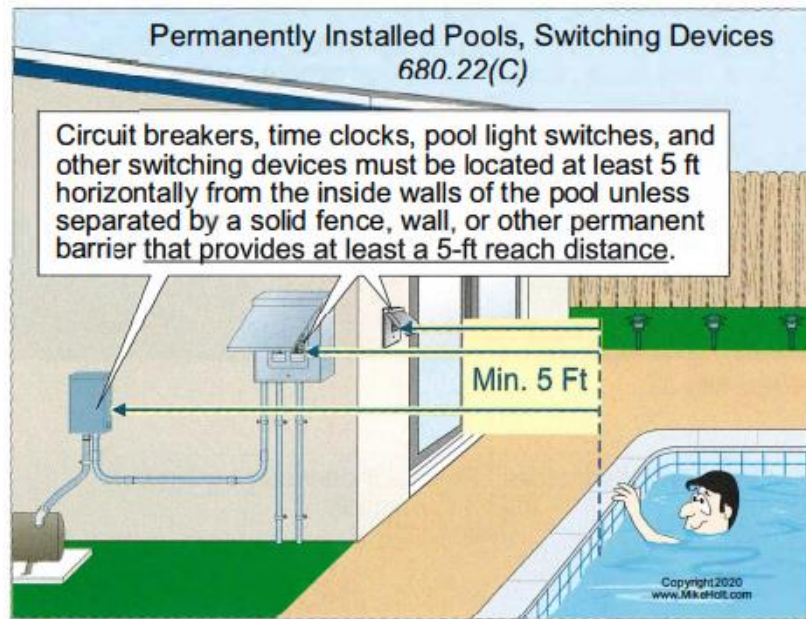
(6) **Luminarias de Baja Tensión.** Debe permitirse que las luminarias de baja tensión, listadas, que no requieran ser puestas a tierra, que no excedan el límite de contacto de baja tensión y alimentadas por transformadores listados o fuentes que cumplan con lo establecido en 680.23(A)(2), estén ubicadas a menos de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la piscina.



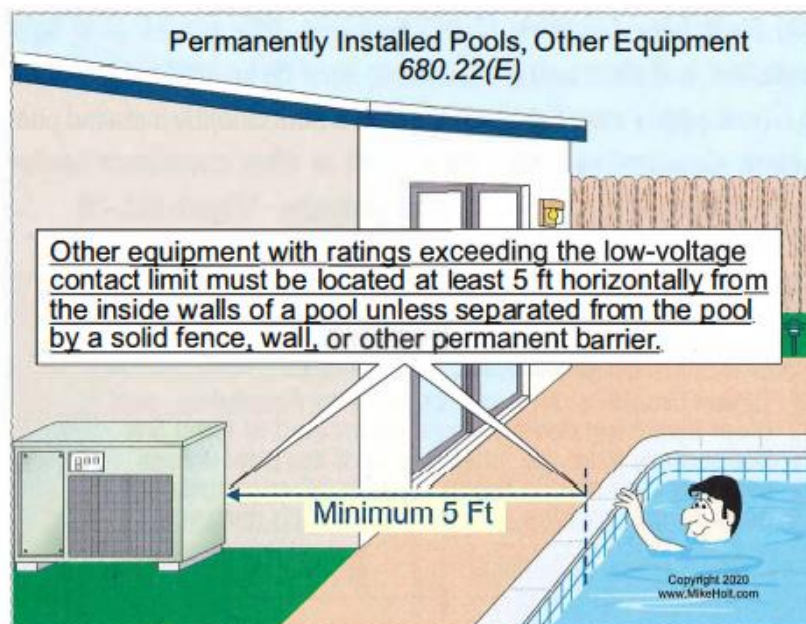
► Figure 680-34

(7) **Luminarias de baja tensión encendidas con gas, chimeneas decorativas, fosos de fogatas y equipos similares.** Debe permitirse que las luminarias de baja tensión encendidas con gas, chimeneas decorativas, fosos de fogatas y equipos similares listados que utilizan dispositivos de ignición de baja tensión que no requieran puesta a tierra, y estén alimentadas por transformadores listados o fuentes que cumplan con lo establecido en 680.23(A)(2), con salidas que no excedan el límite de contacto de baja tensión, estén ubicadas a menos de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la piscina. Los equipos metálicos deben estar unidos de acuerdo con los requisitos en 680.26(B). Los transformadores o las fuentes de alimentación que abastecen a este tipo de equipo deben instalarse de acuerdo con los requisitos de 680.24. Las tuberías metálicas de gas deben estar unidas de acuerdo con los requisitos de 250.104(B) y 680.26(B)(7).

(C) **Dispositivos de Interrupción.** Los dispositivos de interrupción deben estar ubicados como mínimo a una distancia horizontal de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la piscina, a menos que estén separados de ella por una valla sólida, pared u otra barrera permanente. Como alternativa, debe permitirse un interruptor listado como aceptable para usar a una distancia máxima de 1.5 m (5 pies).



► Figure 680-35



► Figure 680-36

(D) **Otras salidas.** Otras salidas no deben estar a menos de 3.0 m (10 pies) desde las paredes interiores de la piscina. Las mediciones se deben determinar de acuerdo con 680.22(A)(5).

680.23 Underwater Pool Luminaires

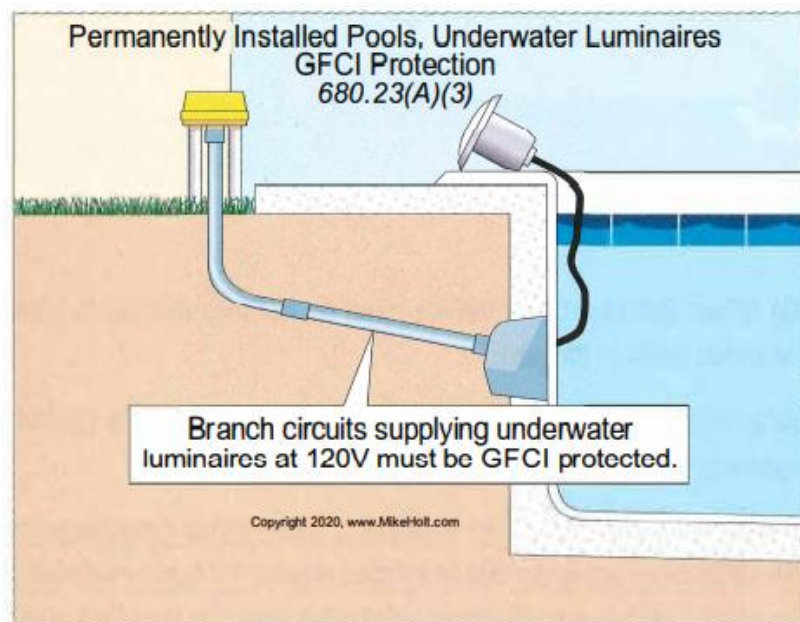
680.23 **Luminarias subacuáticas.** Esta sección trata sobre todas las luminarias instaladas por debajo del nivel máximo de agua de la piscina.

(A) **Generalidades.**

(1) **Diseño de la luminaria para funcionamiento normal.** El diseño de una luminaria subacuática alimentada por un circuito ramal ya sea directamente o a través de un transformador o fuente de alimentación que cumpla los requisitos de esta sección debe ser tal que, cuando la luminaria esté debidamente instalada sin un interruptor de circuito contra fallas a tierra, no haya riesgo de descarga eléctrica con cualquier combinación probable de condiciones de falla durante su uso normal (se exceptúa el cambio de lámparas).

(2) **Transformadores y fuentes de alimentación.** Los transformadores y las fuentes de alimentación usados para alimentar luminarias subacuáticas, junto con el envoltorio del transformador o de la fuente de alimentación, deben estar listados como transformadores para uso de piscina de natación o jacuzzi. El transformador o la fuente de alimentación debe incorporar ya sea un transformador del tipo de devanados separados con un secundario no puesto a tierra que tenga una barrera metálica puesta a tierra entre los devanados del primario y del secundario o uno que incorpore un sistema aprobado de doble aislamiento entre los devanados del primario y del secundario.

(3) **Protección con GFCI para colocación, cambio y Reparación de Lámparas.** Se debe instalar una protección para el personal mediante un interruptor de circuito contra fallas a tierra en el circuito ramal que alimenta las luminarias que funcionan a tensiones mayores al límite de contacto de baja tensión.



►Figure 680-37

(3) GFCI Protection of Underwater Luminaires. Branch circuits that supply underwater luminaires operating at more than 15V must be GFCI protected. Figure 680-20

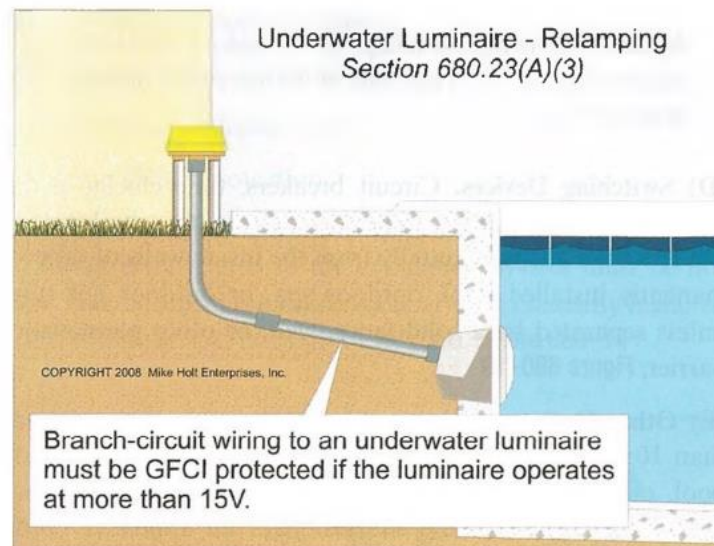
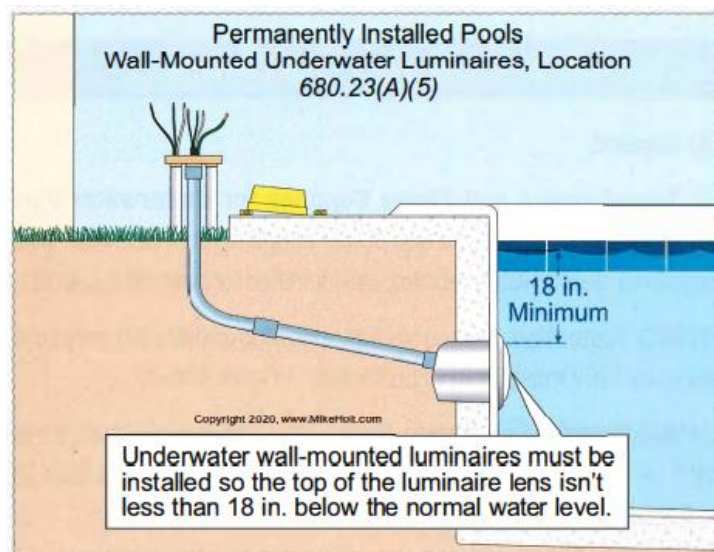


Figure 680-20

(4) Limitación de tensión. No se deben instalar luminarias que funcionen conectados a circuitos de más de 150 volts entre conductores.

(5) Ubicación de las luminarias montadas en la pared. Las luminarias montadas en las paredes se deben instalar de modo que la parte superior de su lente quede como mínimo a 450 mm (18 pulgadas) por debajo del nivel normal del agua de la piscina, a menos que la luminaria esté listada e identificada para uso a menores profundidades. No debe permitirse instalar ninguna luminaria a menos de 100 mm (4 pulgadas) por debajo del nivel normal del agua de la piscina.



►Figure 680-38

(6) **Luminarias montadas en el fondo.** Las luminarias instaladas orientadas hacia arriba deben cumplir lo indicado en los numerales (1) o (2):

(1) **La lente debe estar resguardada para prevenir cualquier contacto con las personas.**

(2) **Deben estar listadas para uso sin resguardo.**

(7) **Dependencia de la inmersión.** Las luminarias que sólo funcionan con seguridad cuando están sumergidas deben protegerse de forma inherente contra los riesgos del sobrecalentamiento cuando no están sumergidas.

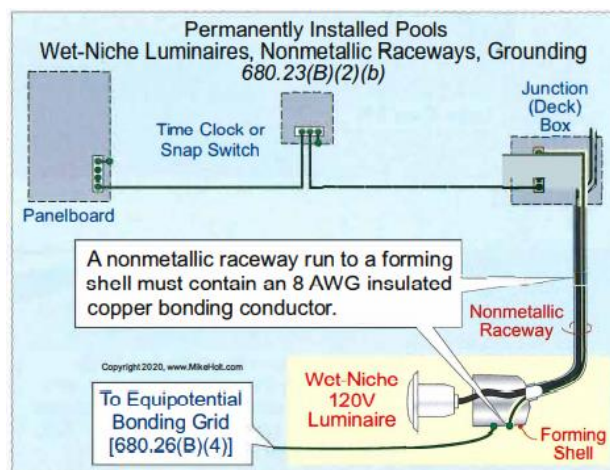
(8) **Conformidad.** La conformidad con estos requisitos se debe lograr mediante el uso de luminarias subacuáticas listadas y la instalación de un interruptor de circuito contra fallas a tierra listado en el circuito ramal o un transformador o fuente de alimentación listada para luminarias que funcionan a no más del límite de contacto de baja tensión.

680.23(B) **Luminarias de nicho mojado.**

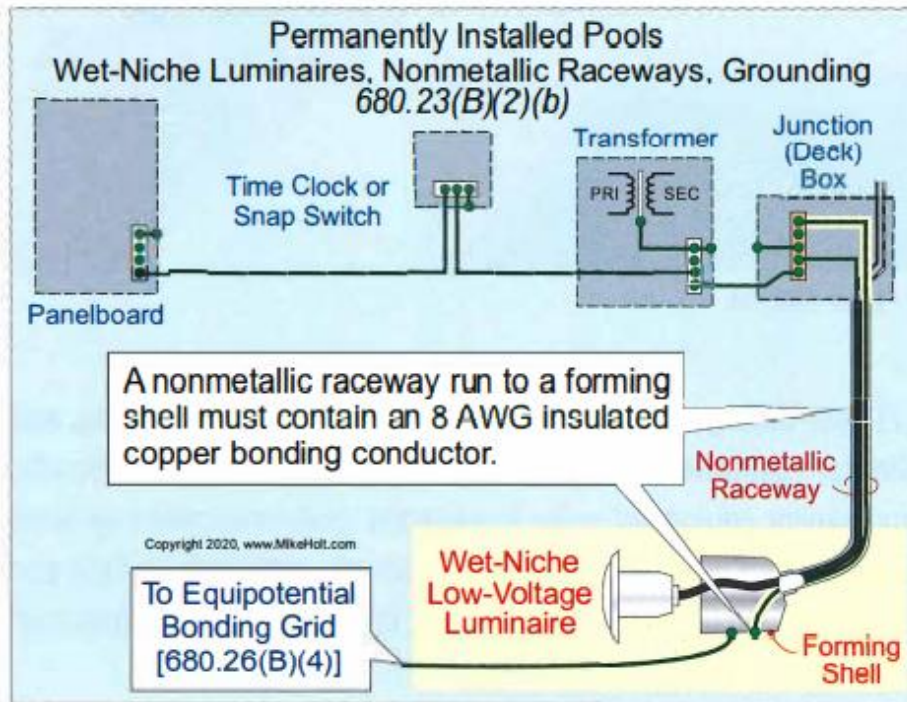
(2) **Cableado que se prolonga directamente hasta el casco formado.** El conduit se debe instalar desde el casco formado hasta una caja de conexiones u otro envoltente conforme a los requisitos de 680.24. El conduit debe ser metálico rígido, metálico intermedio, no metálico flexible hermético a los líquidos o no metálico rígido.

(a) **Conducto metálico.** El conduit metálico debe estar aprobado y debe ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

(b) **Conducto no metálico.** Cuando se use conduit no metálico, en este conduit se debe instalar un puente de unión, de cobre trenzado o sólido, aislado y de calibre 8 AWG, a menos que se use un sistema de iluminación listado de baja tensión que no requiere de puesta a tierra. El puente de unión debe terminar en el casco formado, en la caja de conexiones o en el envoltente del transformador o del interruptor de circuito contra fallas a tierra. La terminación del puente de unión del 8 AWG en el casco formado se debe encapsular o cubrir con un compuesto de revestimiento listado que proteja la conexión de los posibles efectos deteriorantes del agua de la piscina.



► Figure 680-39



► **Figure 680-40**

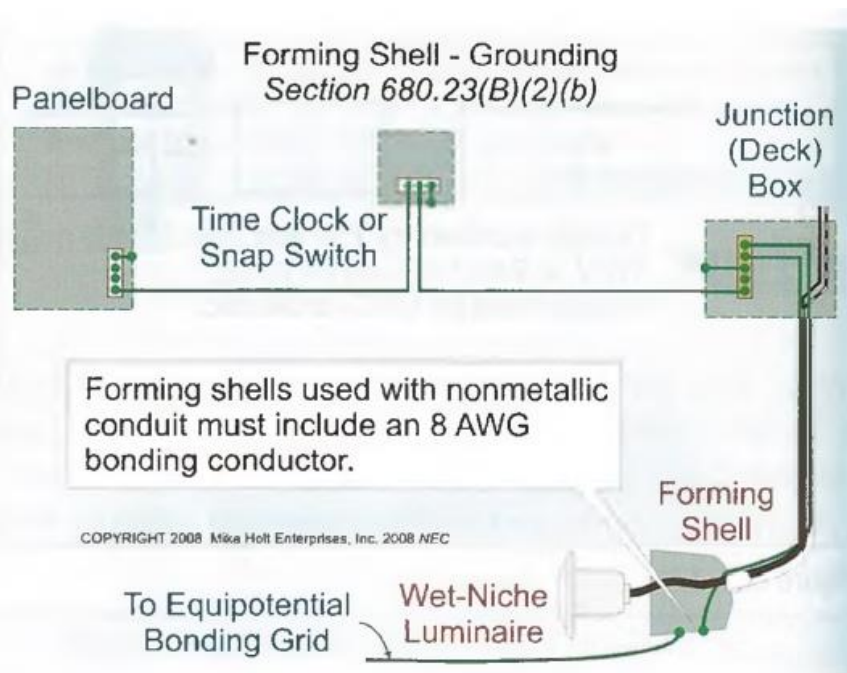


Figure 680-21

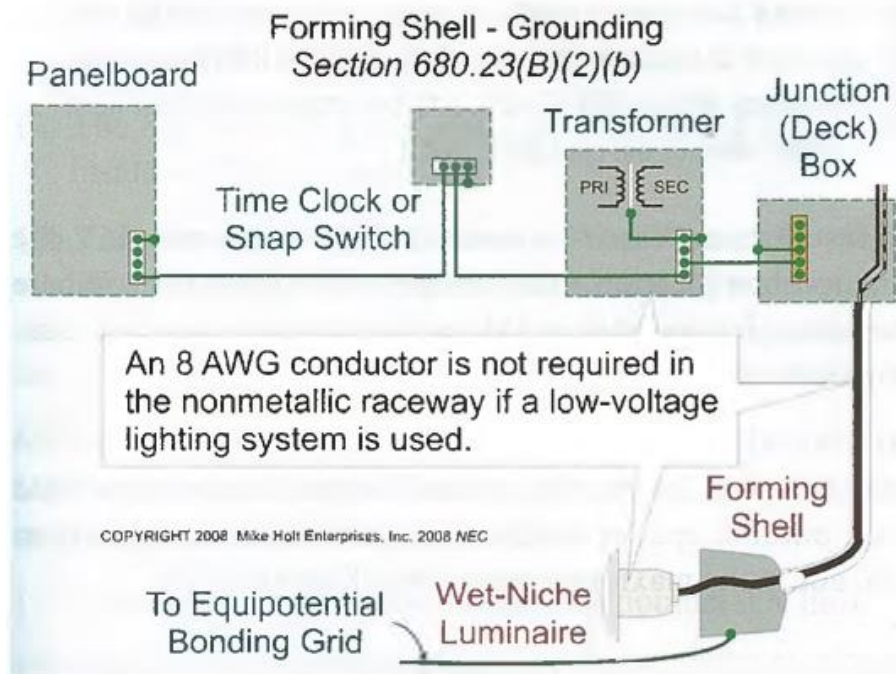
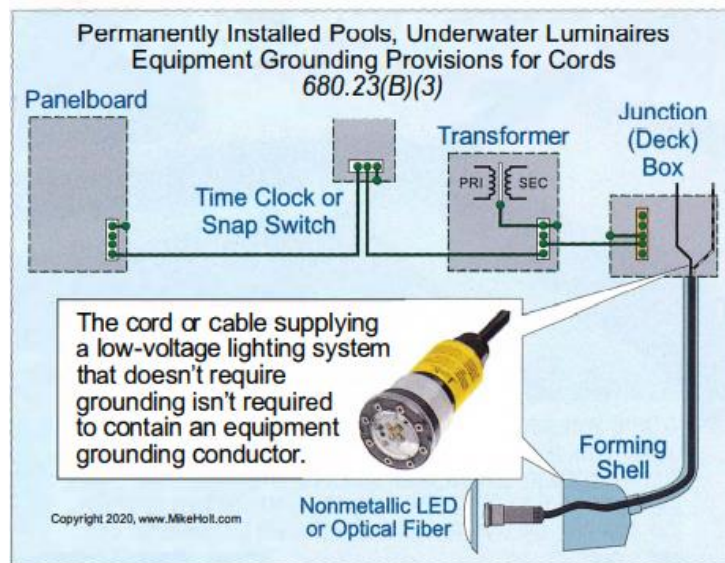


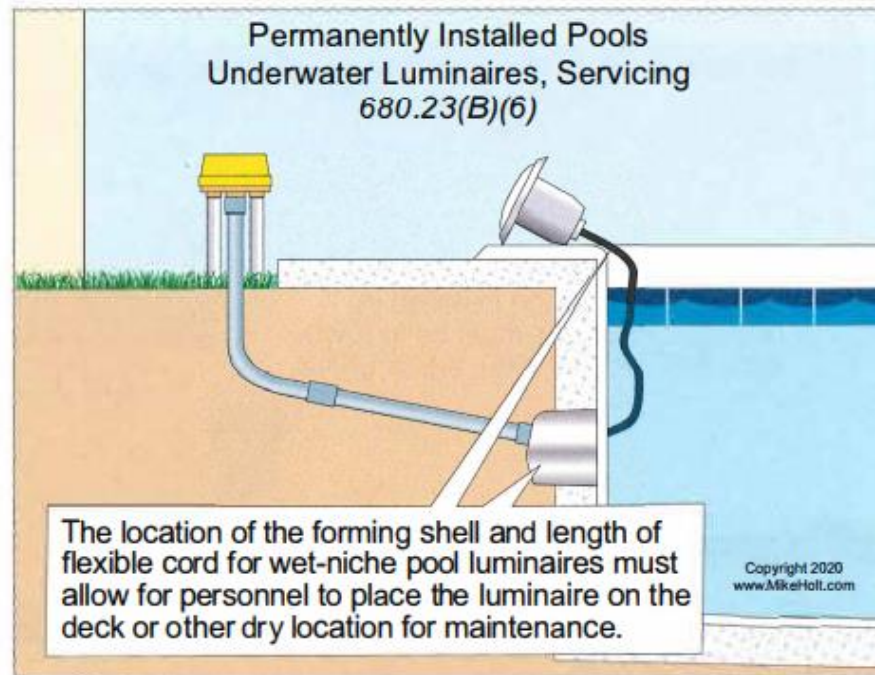
Figure 680-22

680.23(B)(3) *Disposiciones para la puesta a tierra de equipos de los cordones.* Otros sistemas distintos de cableado de bajas tensiones listados que no requieren luminarias de nicho mojado alimentadas por un cordón o cable flexible deben tener todas sus partes metálicas expuestas, no portadoras de corriente puestas a tierra mediante un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre y aislado que forme parte integral del cordón o del cable. Este conductor de puesta a tierra se debe conectar a un terminal de puesta a tierra en la caja de conexiones de la alimentación, el envoltente del transformador u otro envoltente. El conductor de puesta a tierra no debe tener un calibre inferior al de los conductores de alimentación y no debe ser inferior al 16 AWG.



► Figure 680-43

680.23(B)(6) Mantenimiento. *Todas las luminarias de nicho mojado se deben retirar del agua para su inspección, cambio de lámparas u otro mantenimiento. La ubicación del casco formado y la longitud del cordón en dicho casco deben permitir que el personal coloque la luminaria retirada sobre la plataforma u otro lugar seco para realizar el mantenimiento. El lugar para el mantenimiento de la luminaria debe ser accesible sin entrar o estar en el agua de la piscina.*



► Figure 680-44

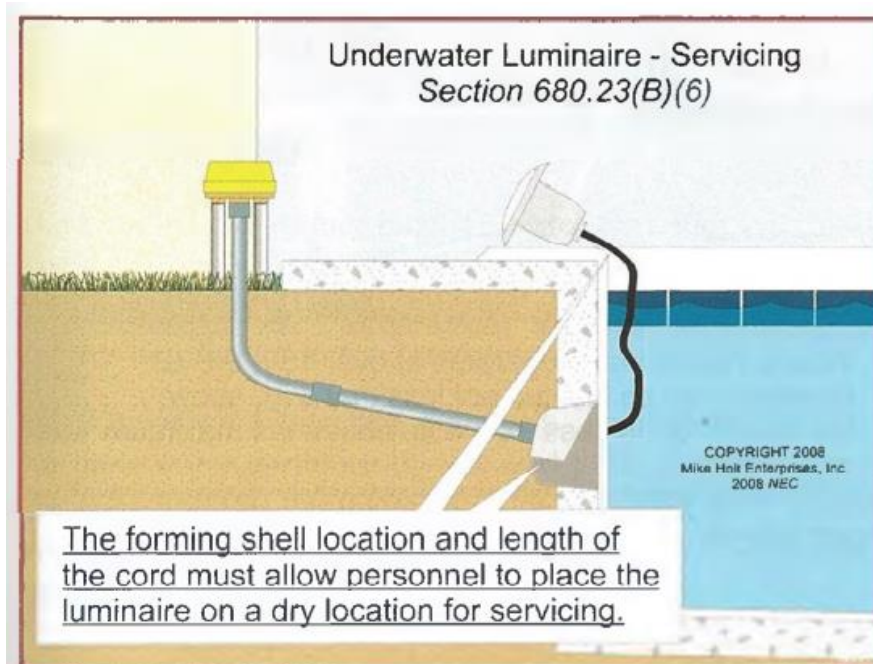
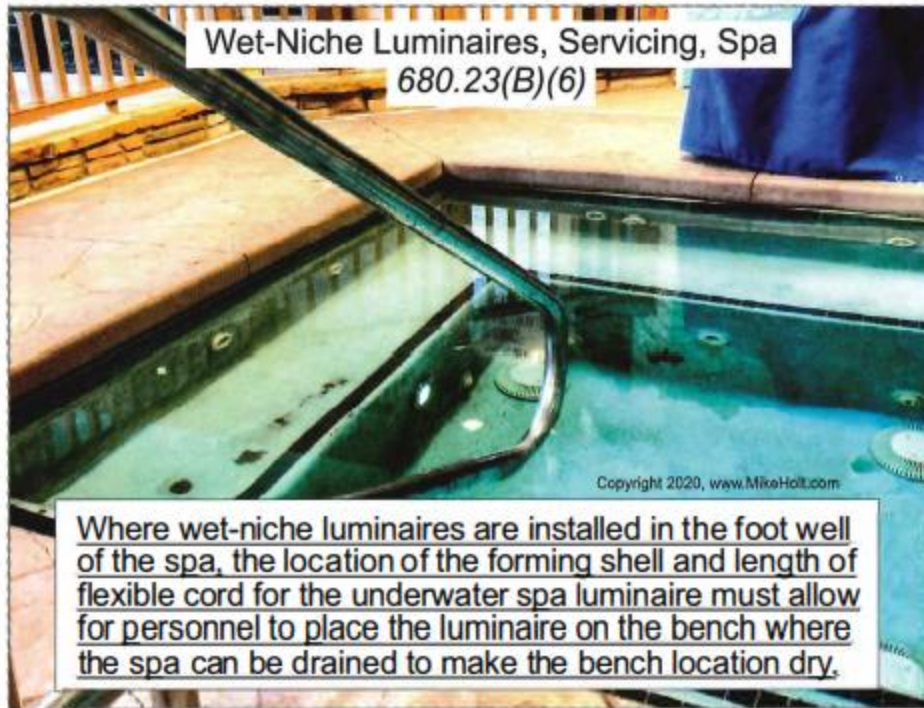


Figure 680-23



► Figure 680-45

680.23(F) Cableado del Circuito Ramal.

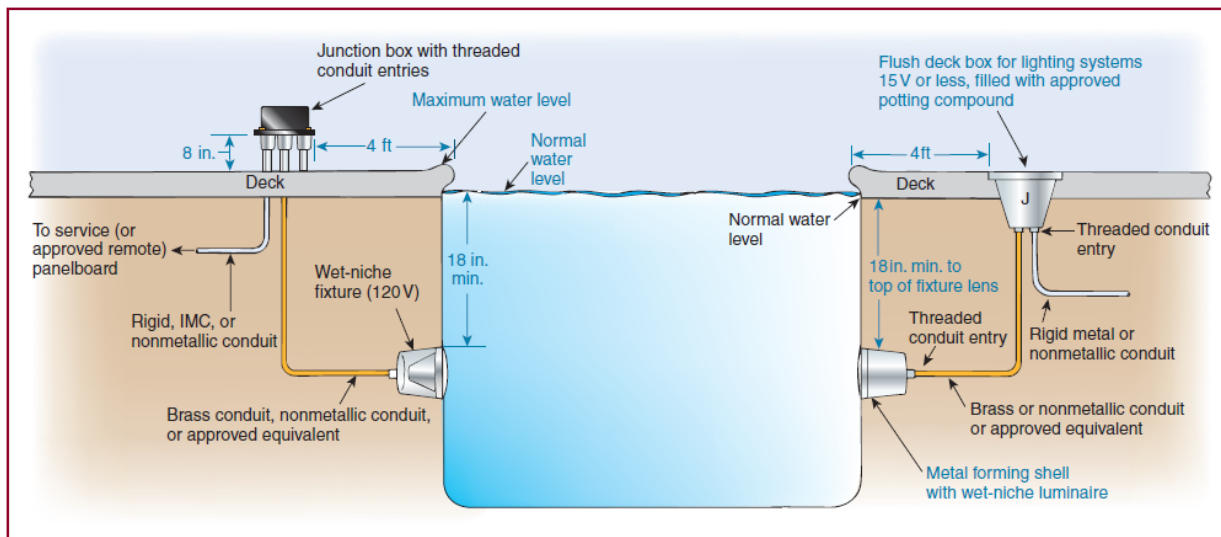
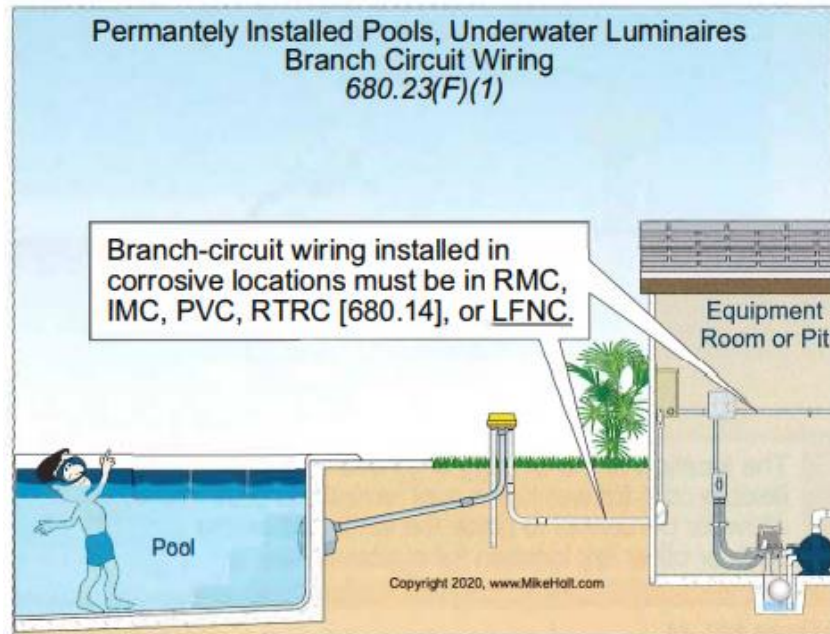


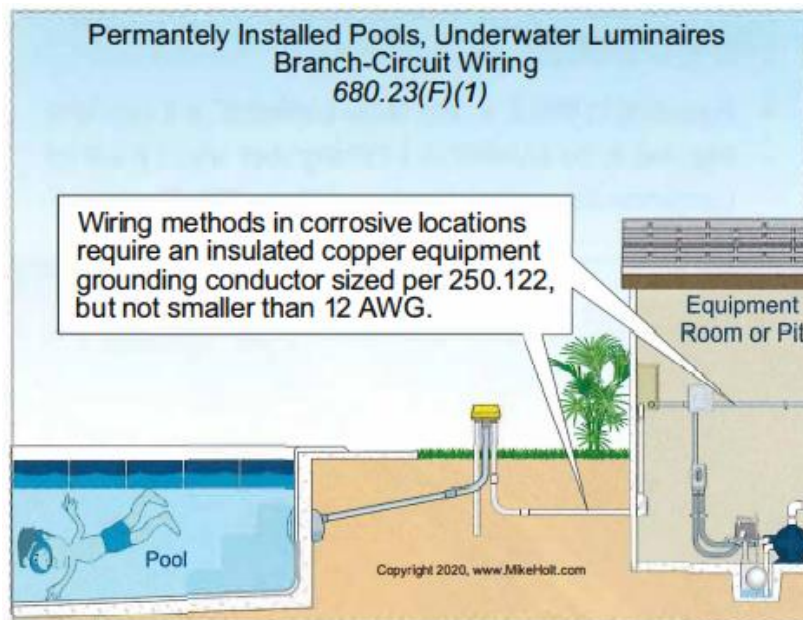
EXHIBIT 680.5 A flush junction (deck) box and a forming shell for a wet-niche luminaire.

(1) **Métodos de Cableado.** Donde el cableado del circuito ramal del lado de la alimentación de los envoltentes y las cajas de conexiones conectadas a los conduits que van a luminarias subacuáticas, se instalan en entornos corrosivos como se describe en 680.14, el método de cableado de

esa porción del circuito derivado debe ser como se exige en 680.14(B) o debe ser un conduit no metálico flexible hermético a los líquidos. Los métodos de cableado instalados en ambientes corrosivos como se describe en 680.14 deben tener un conductor de puesta a tierra para los equipos, aislado, de cobre, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122, pero no debe ser inferior al calibre 12 AWG.



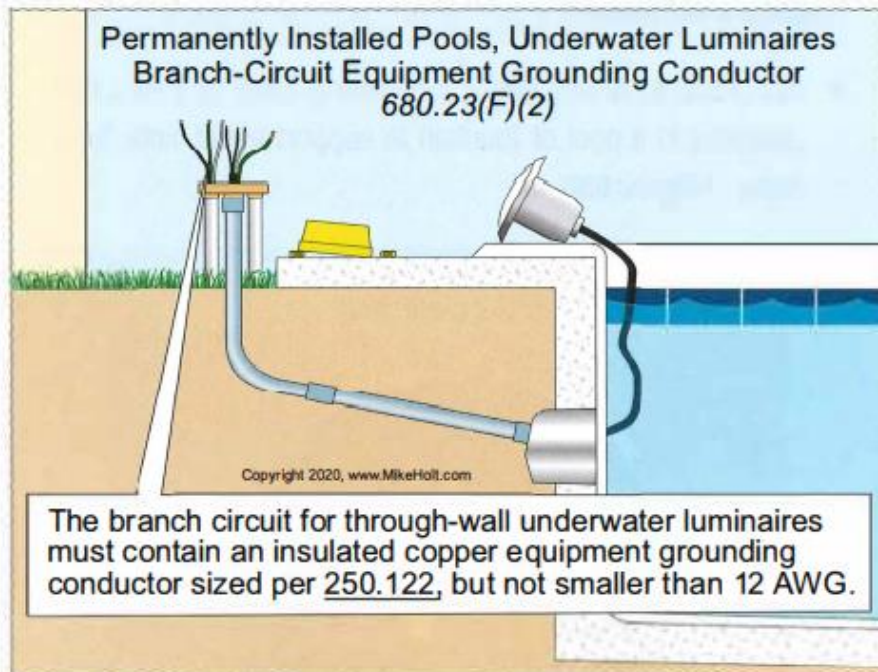
► Figure 680-46



► Figure 680-47

680.23(F)(2) Puesta a Tierra de Equipos. Otras luminarias distintas a las listadas de baja tensión que no requieren puesta a tierra, los conjuntos de iluminación a través de la pared, las luminarias de nicho mojado, de nicho seco o sin nicho se deben conectar a un conductor de puesta a

tierra de equipos de cobre aislado instalado con los conductores del circuito. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar sin empalmes ni derivaciones, excepto lo permitido en (F)(2)(a) y (F)(2)(b). El conductor de puesta a tierra de equipos se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250.122, pero su calibre no debe ser inferior al 12 AWG.



►Figure 680-48

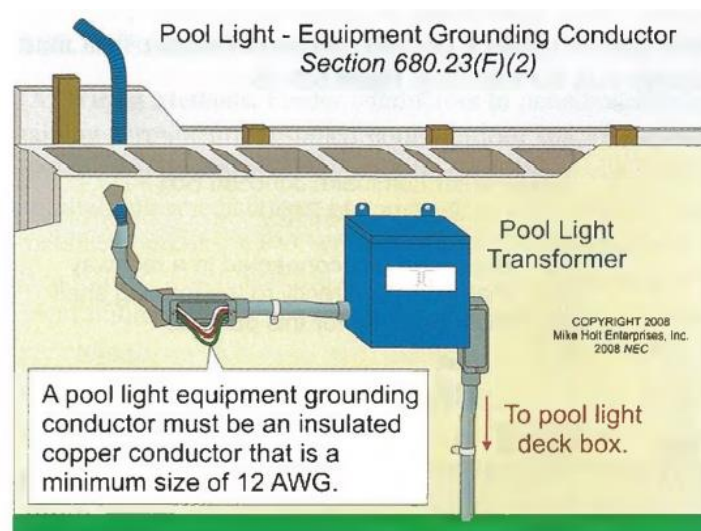
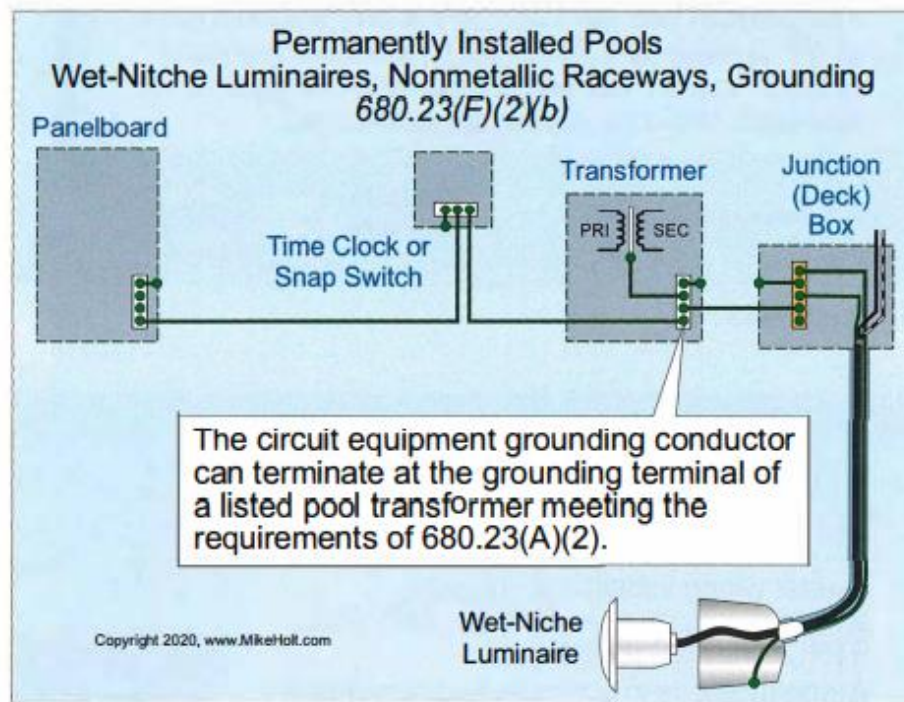


Figure 680-24

680.23(F)(2)(a) Si más de una luminaria subacuática está alimentadas por el mismo circuito ramal, debe permitirse que el conductor de puesta a tierra de equipos, instalado entre las cajas de conexiones, los envolventes de los transformadores u otros envolventes en el circuito de alimentación a las

luminarias de nicho mojado o entre los compartimientos del cableado de campo de las luminarias de nicho seco, termine en los terminales de puesta a tierra.

680.23(F)(2)(b) Si la luminaria subacuática está alimentada por un transformador, un interruptor de circuito contra fallas a tierra, un interruptor operado por reloj o un interruptor manual de acción rápida localizado entre el panel de distribución y una caja de conexiones conectada al conduit que se prolonga directamente hasta la luminaria subacuática, debe permitirse que el conductor de puesta a tierra de equipos termine en los terminales de puesta a tierra del transformador, el interruptor de circuito contra fallas a tierra, el envolvente del interruptor operado por reloj o una caja de salida utilizada para encerrar un interruptor automático.



► Figure 680-49

680.24 Junction Box, Transformer, or GFCI Enclosure

680.24 Cajas de conexiones y envoltentes eléctricos para transformadores o interruptores de circuito contra fallas a tierra.

(A) Cajas de Conexiones. Una caja de conexiones conectada a un conduit que prolongue directamente hasta un casco moldeado o soporte de montaje de una luminaria sin nicho, debe cumplir los requisitos de esta sección.

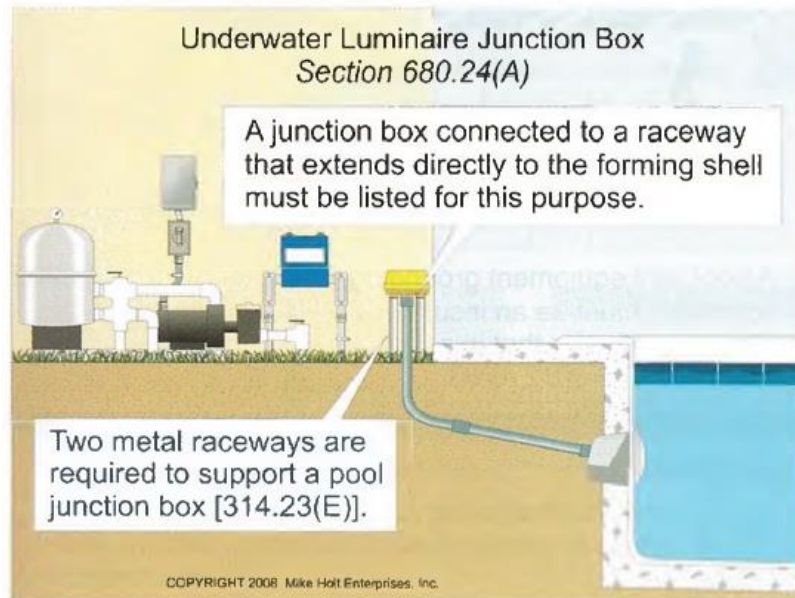
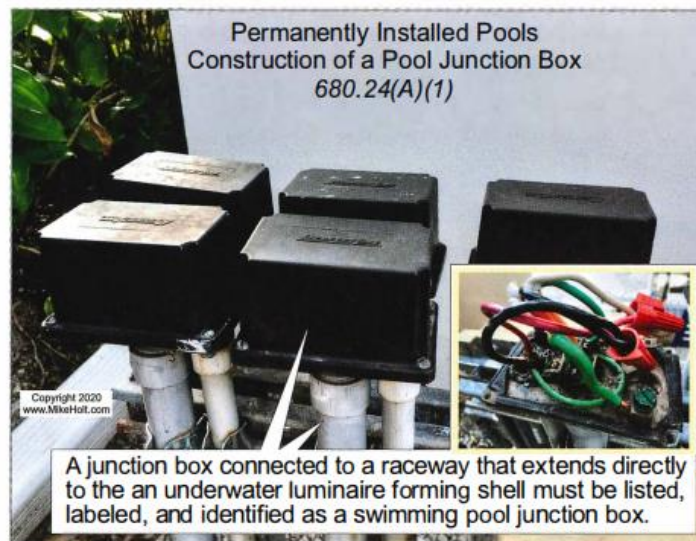


Figure 680-25

(1) **Construcción.** La caja de conexiones debe estar listada, etiquetada, e identificada como caja de conexiones para piscinas de natación y debe cumplir con las siguientes condiciones:

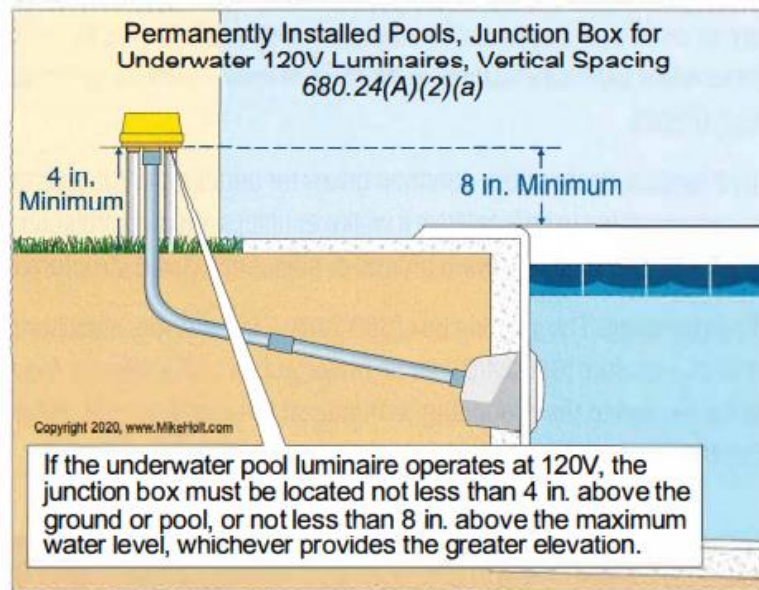
- (1) **Estar equipada con entradas o acoples roscados o con un cople no metálico.**
- (2) **Ser de cobre, bronce, plástico adecuado u otro material aprobado resistente a la corrosión.**
- (3) **Ofrecer continuidad eléctrica entre cada conduit metálico conectado y los terminales de puesta a tierra, mediante conexiones de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión que forme parte integral de la caja.**



► Figure 680-50

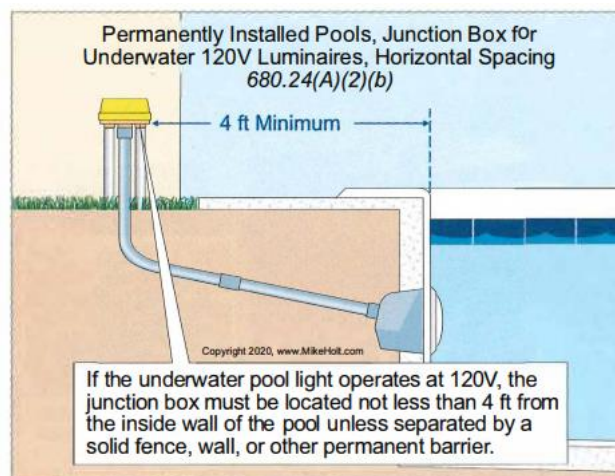
680.24(A)(2) **Instalación.** Cuando la luminaria funciona a más del límite de contacto de baja tensión, la ubicación de la caja de conexiones debe cumplir con (A)(2)(a) y (A)(2)(b). Cuando la luminaria funciona al límite de contacto de baja tensión o menos, debe permitirse que la ubicación de la caja de conexiones cumpla con (A)(2)(c).

680.24(A)(2)(a) **Separación vertical.** La caja de conexiones debe estar ubicada a no menos de 100 mm (4 pulgadas), medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o de la plataforma de la piscina, o a una distancia no menor a 200 mm (8 pulgadas) sobre el nivel máximo del agua de la piscina, de las dos la que brinde mayor elevación.



►Figure 680-51

680.24(A)(2)(b) **Separación horizontal.** La caja de conexiones debe estar ubicada a no menos de 1.2 m (4 pies) desde la pared interior de la piscina, a menos que esté separada de ella por una valla sólida, pared u otra barrera permanente.



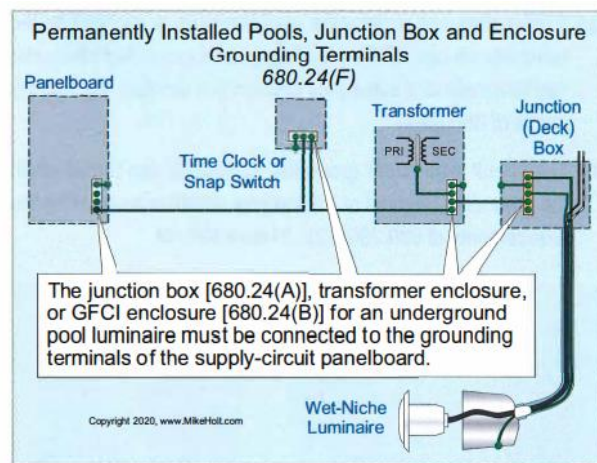
►Figure 680-52

680.24(A)(2)(c) **Caja a nivel con la plataforma.** Debe permitirse usar una caja a nivel con la plataforma de la piscina si se utiliza en un sistema de iluminación que funciona al límite de contacto de baja tensión o menos y se aplican las condiciones siguientes:

680.24(A)(2)(c)(1) Se emplea un compuesto de relleno para llenar la caja con el fin de evitar el ingreso de humedad.

680.24(A)(2)(c)(2) La caja a nivel con la plataforma está ubicada como mínimo a 1.2 m (4 pies) de la pared interior de la piscina.

680.24(F) **Puesta a tierra.** Los terminales del conductor de puesta a tierra de equipos de una caja de conexiones, un envoltorio de transformador u otro envoltorio en el circuito de alimentación a una luminaria de nicho mojado o sin nicho y la cámara de cableado en campo de una luminaria de nicho seco se deben conectar al terminal de puesta a tierra de equipos del panel de distribución. Este terminal se debe conectar directamente al envoltorio del panel de distribución.



►Figure 680-53

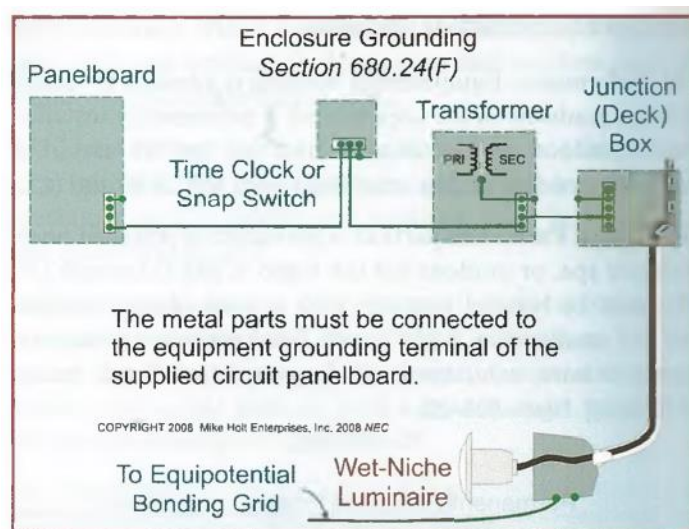


Figure 680-27

680.25 Feeders

680.25 ***Alimentadores.** Estas disposiciones se deben aplicar a cualquier alimentador en el lado de la alimentación de los paneles de distribución que abastece los circuitos ramales para equipos de piscina, de los que trata la Parte II de este artículo, y en el lado de carga del equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado aislado.*

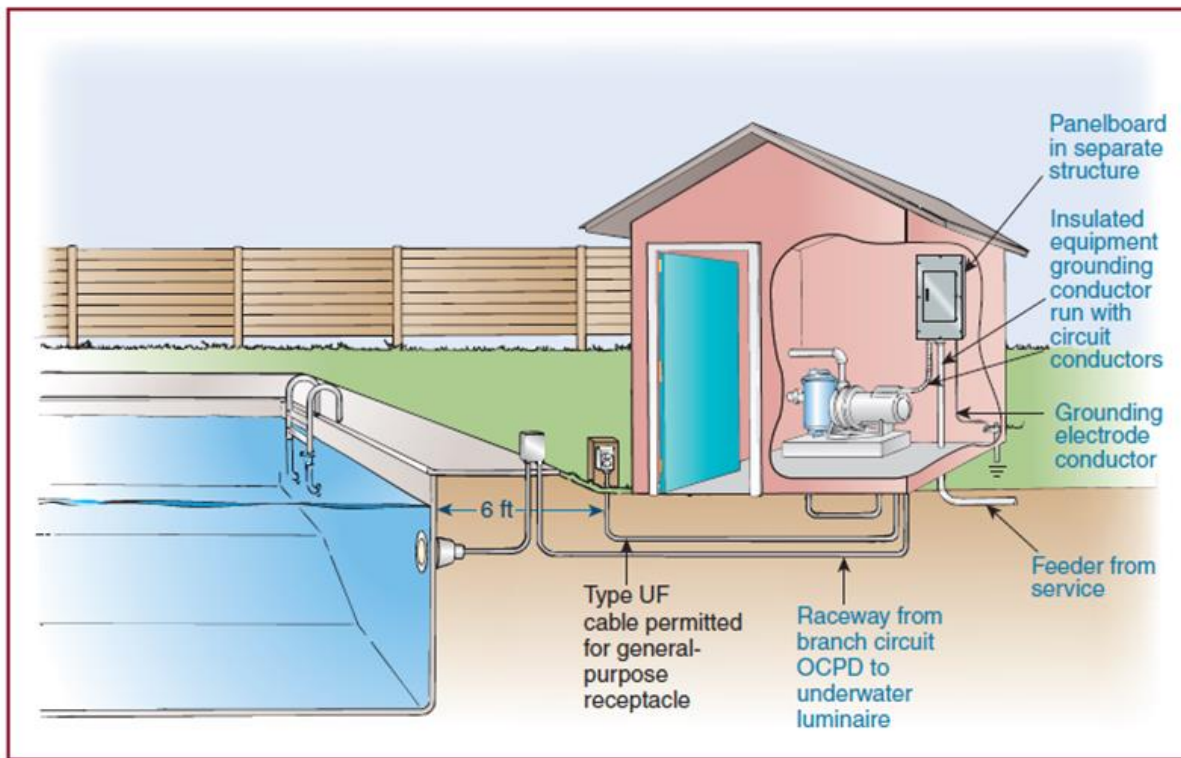
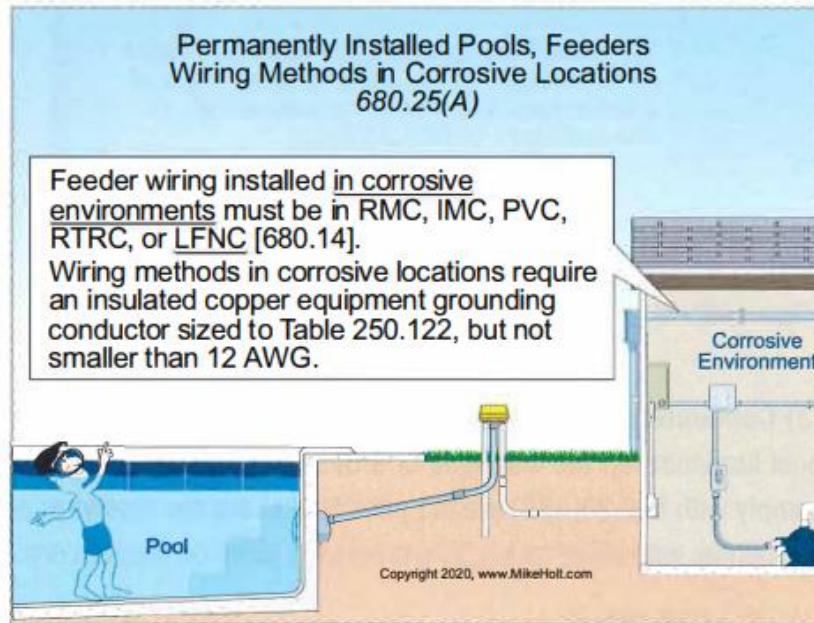


EXHIBIT 680.6 *Wiring method and grounding requirements for a feeder panelboard supplying swimming pool equipment.*

680.25(A) ***Alimentadores.** Donde los alimentadores se instalen en ambientes corrosivos como se describe en 680.14, el método de cableado de esa parte del alimentador debe ser como se exige en 680.14(B) o deberá hacerse con conduit no metálico flexible hermético a los líquidos. Los métodos de cableado instalados deben tener un conductor de puesta a tierra de equipos, aislado, de cobre dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122, pero este no debe ser inferior al calibre 12 AWG.*

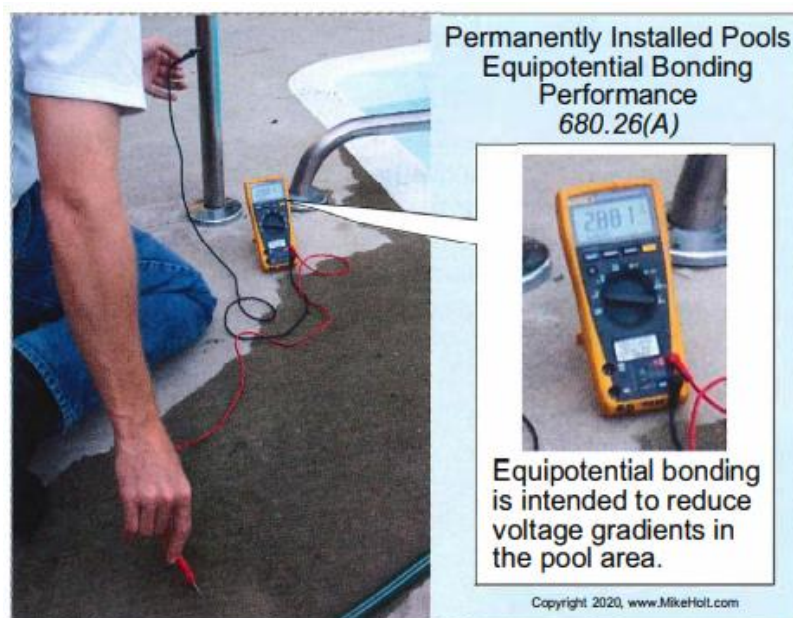


► Figure 680-54

680.26 Equipotential Bonding

680.26 **Unión Equipotencial.**

680.26(A) **Desempeño.** *La unión equipotencial exigida en esta sección se debe instalar para reducir los gradientes de tensión en el área de la piscina.*



► Figure 680-55

680.26(B) Partes Unidas. Las partes que se especifican en 680.26(B) (1) hasta (B)(7) se deben unir juntas usando conductores sólidos de cobre, aislados, cubiertos o desnudos, de calibre no inferior al 8 AWG o con conduit metálico rígido de bronce u otro metal identificado resistente a la corrosión. Las conexiones a las partes unidas se deben hacer de acuerdo con 250.8. No debe requerirse que un conductor de unión del 8 AWG o más grande, de cobre sólido, suministrado para reducir los gradientes de tensión en el área de la piscina se prolongue o se una a los paneles de distribución remotos, al equipo de acometida ni a los electrodos.

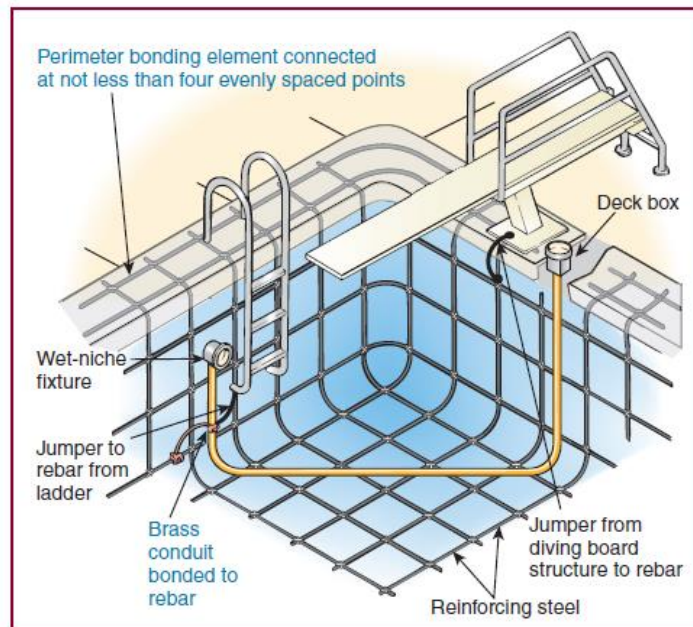
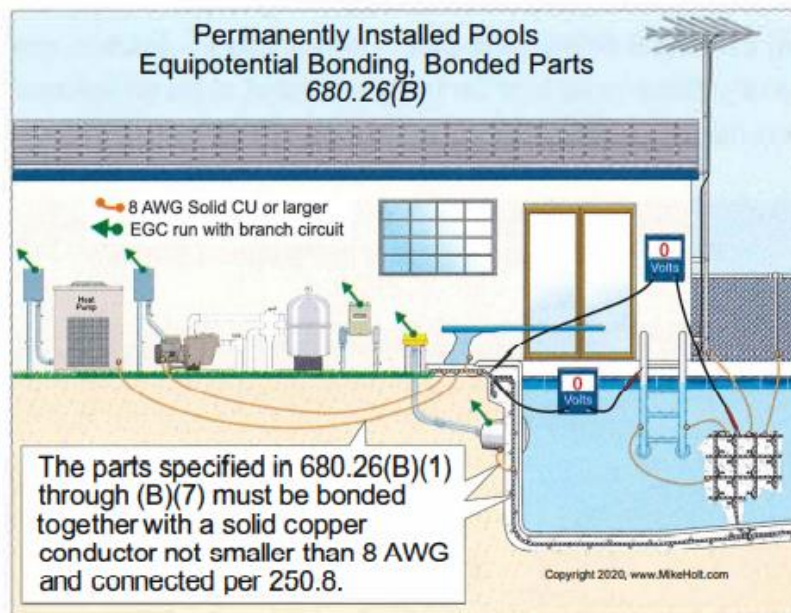


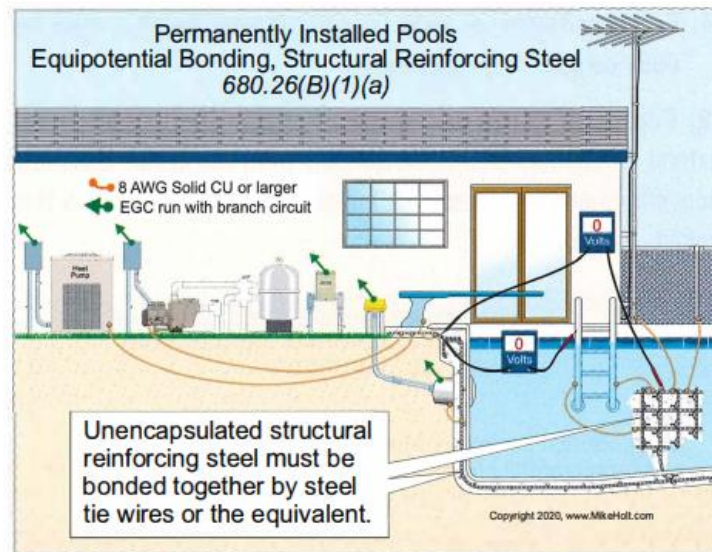
EXHIBIT 680.7 Bonding of conductive metal equipment and parts associated with a swimming pool.



► Figure 680-56

680.26(B)(1) **Cascos conductores de la Piscina.** La unión a los cascos de la piscina se debe hacer como se especifica en 680.26(B)(1) o (B)(1)(b). El concreto vertido, el concreto aplicado de forma neumática o rociado y los bloques de concreto con cubiertas pintadas o de yeso se deben considerar materiales conductores debido a la permeabilidad al agua y la porosidad. Las cubiertas de vinilo y los cascos compuestos de fibra de vidrio se deben considerar materiales no conductores.

680.26(B)(1)(a) **Acero estructural de Refuerzo.** El acero estructural de refuerzo no encapsulado se debe unir en conjunto mediante los alambres de acero de amarre o un equivalente. Cuando el acero estructural de refuerzo está encapsulado en un compuesto no conductor, se debe instalar una rejilla conduc- tora de cobre, de acuerdo con 680.26(B)(1)(b).



►Figure 680-57

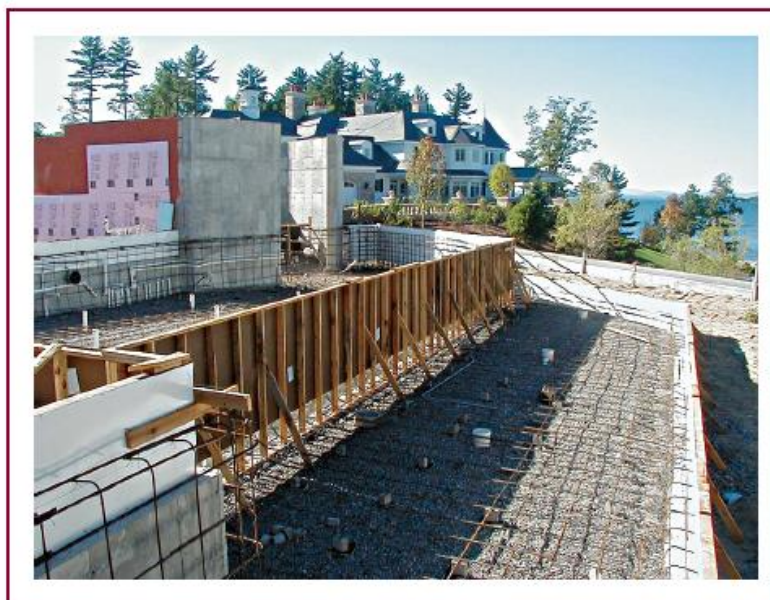


EXHIBIT 680.8 A poured-concrete pool with structural reinforcing steel that serves as the pool shell bonding grid.

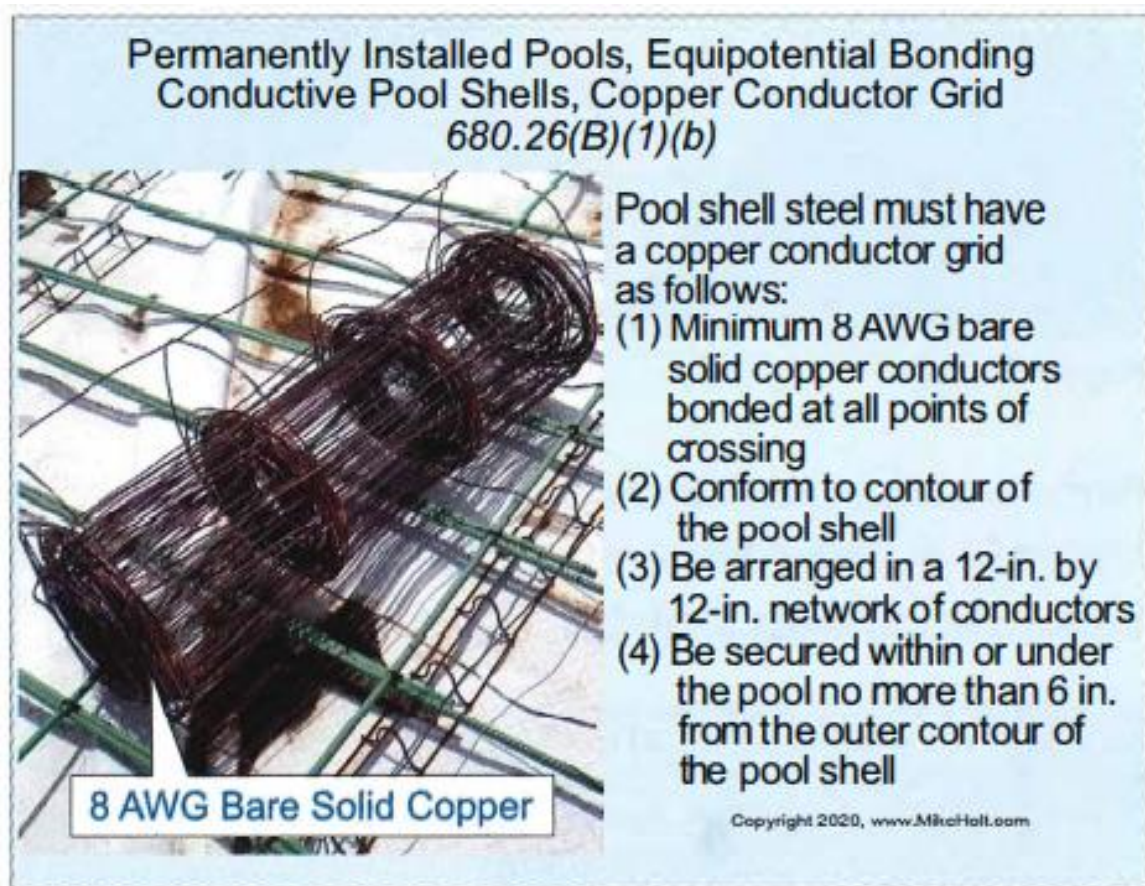
680.26(B)(1)(b) *Rejilla conductora de cobre.* Se debe suministrar una rejilla conductora de cobre que cumpla con las partes (b)(1) hasta (b)(4).

(1) Estar construida de conductores de cobre sólido, desnudos, con calibre mínimo del 8 AWG, unidos entre sí en todos los puntos de cruce. La unión debe ser de acuerdo con 250.8 u otro medio aprobado.

(2) Seguir el contorno de la piscina.

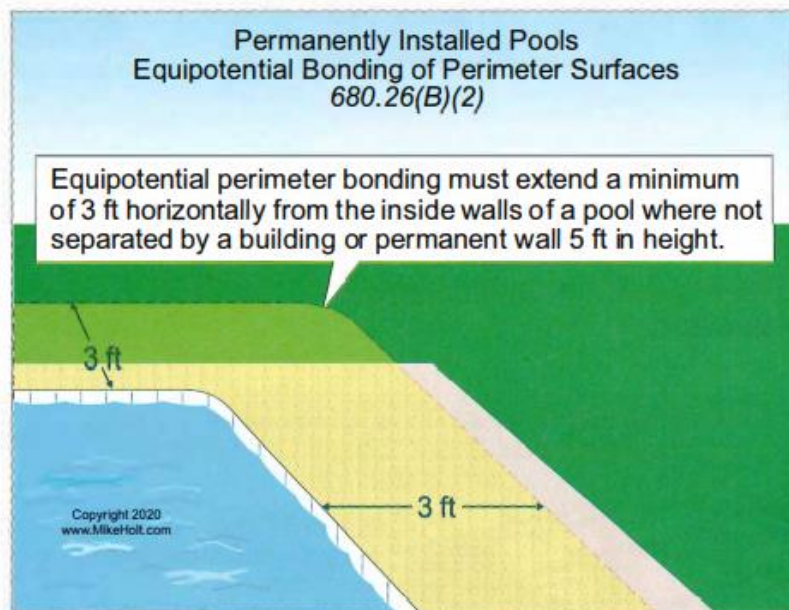
(3) Estar organizada en una red de conductores de 300 mm (12 pulgadas) por 300 mm (12 pulgadas), en un patrón de rejilla perpendicular con separaciones uniformes y con una tolerancia de 100 mm (4 pulgadas).

(4) Estar asegurada dentro o bajo la piscina a no más de 150 mm (6 pulgadas) del contorno exterior del casco de la piscina.

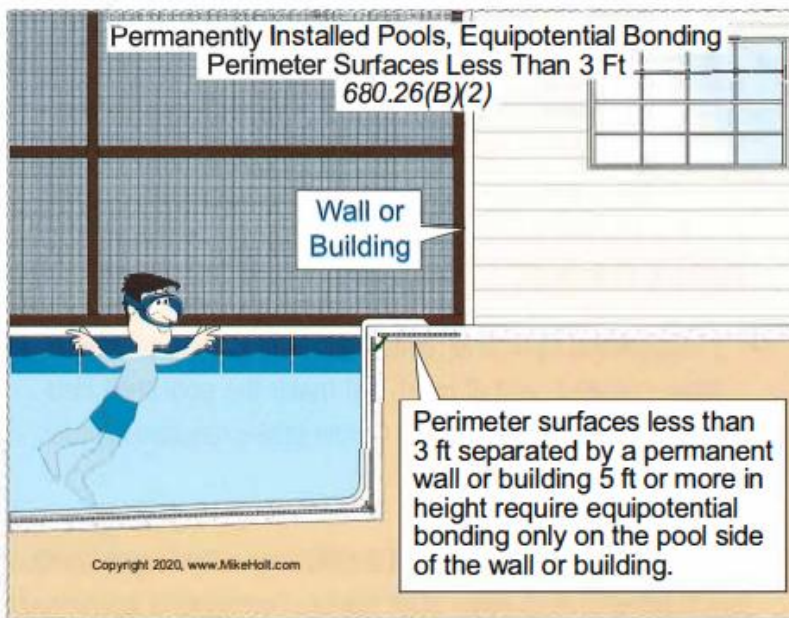


► Figure 680-58

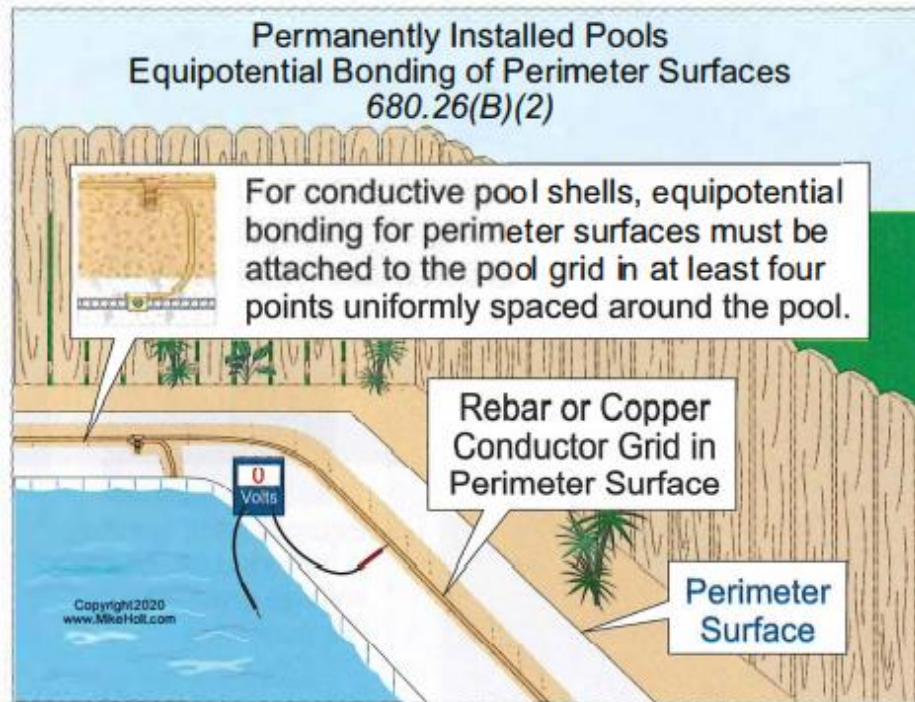
680.26(B)(2) **Superficies del perímetro.** La unión de la superficie del perímetro se debe prolongar 1 m (3 pies) horizontalmente más allá de las paredes interiores de la piscina y debe incluir las superficies sin pavimentar, así como otros tipos de recubrimiento. Las superficies del perímetro inferiores a 1 m (3 pies) separadas de la piscina por una pared permanente o un edificio de 1.5 m (5 pies) de altura o más, requerirán unión equipotencial solo en el lado de la piscina de la pared permanente o edificio. La unión a las superficies del perímetro se debe hacer como se especifica en 680.26(B)(2)(a) o (2)(b) y se debe unir a la rejilla de conductores de cobre o al acero de refuerzo de la piscina por lo menos en cuatro (4) puntos separados uniformemente alrededor del perímetro de la piscina. Para los cascos no conductores de las piscinas, no debe requerirse la unión en los cuatro puntos.



► Figure 680-59

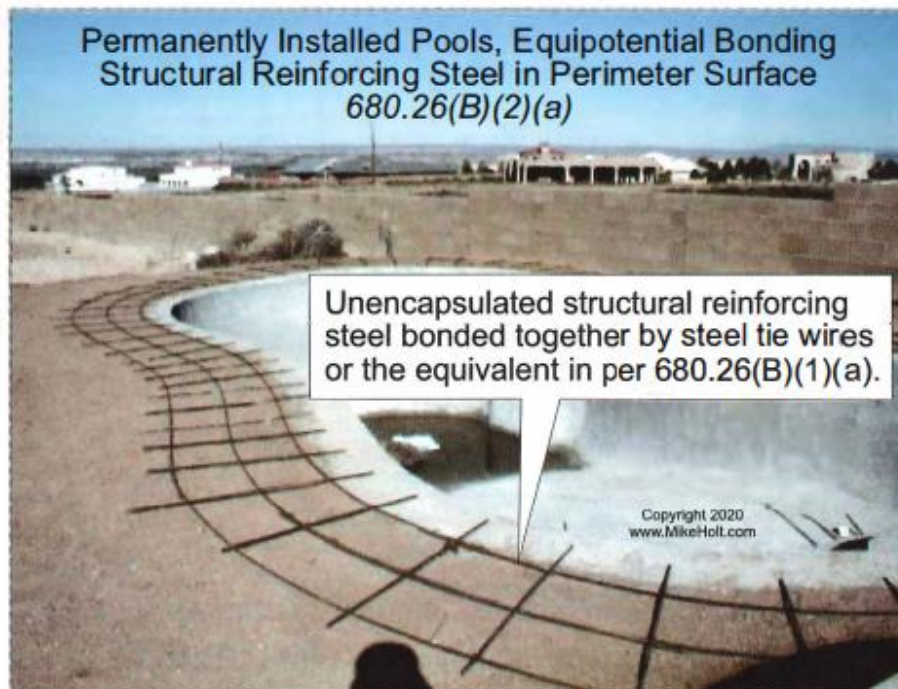


► Figure 680-60

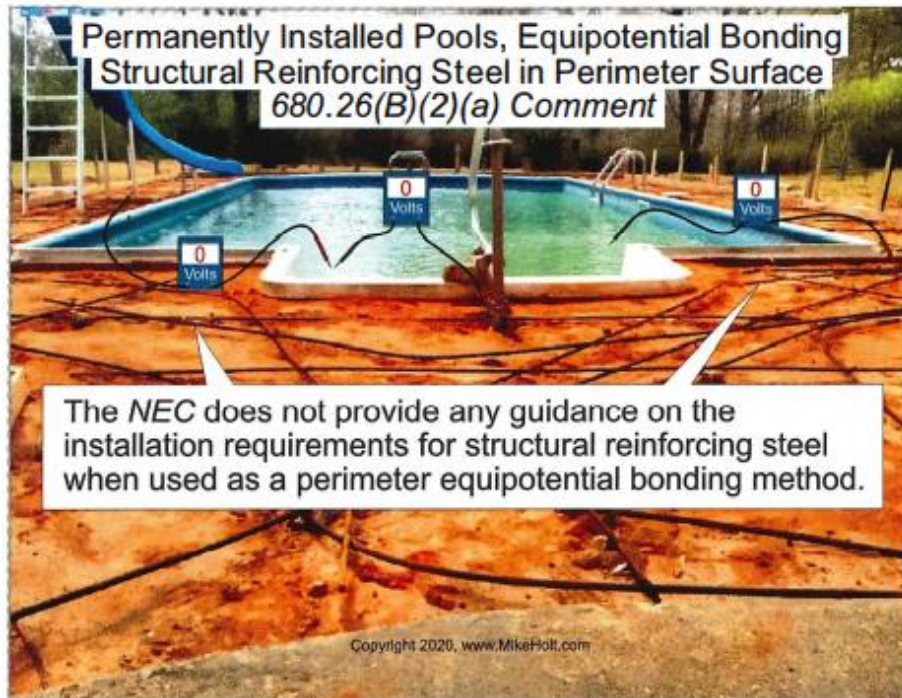


► Figure 680-61

680.26(B)(2)(a) *Acero estructural de Refuerzo.* El acero estructural de refuerzo se debe unir de acuerdo con 680.26(B)(1)(a).



► Figure 680-62



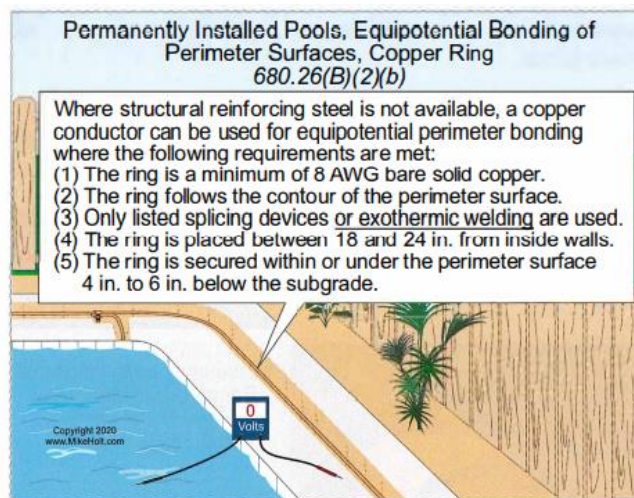
►Figure 680-63



Figure 680-31

680.26(B)(2)(b) **Medios alternativos.** Cuando el acero de refuerzo estructural no está disponible o está encapsulado en un compuesto no conductor, se debe utilizar un conductor o conductores de cobre si se cumplen los siguientes requisitos:

- (1) Se debe suministrar por lo menos un conductor de cobre sólido, desnudo con calibre mínimo del 8 AWG.
- (2) Los conductores deben seguir el contorno de la superficie del perímetro.
- (3) Deben permitirse únicamente empalmes listados.
- (4) El conductor exigido debe estar de 450 a 600 mm (18 a 24 pulgadas) desde las paredes interiores de la piscina.
- (5) El conductor exigido debe estar sujeto dentro o bajo la superficie del perímetro a 100 a 150 mm (4 a 6 pulgadas) por debajo del subsuelo.



► Figure 680-64

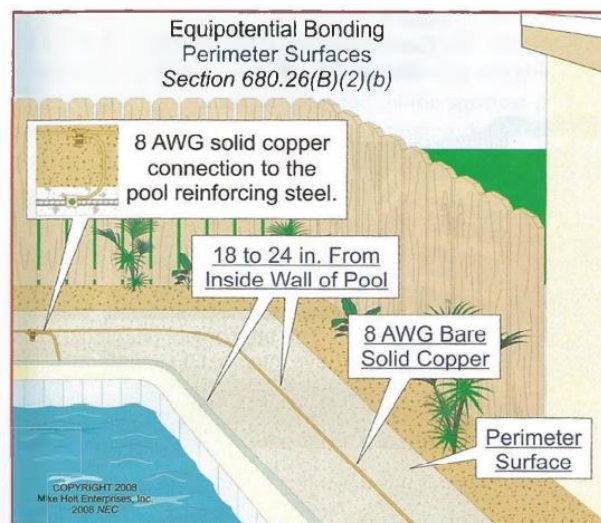
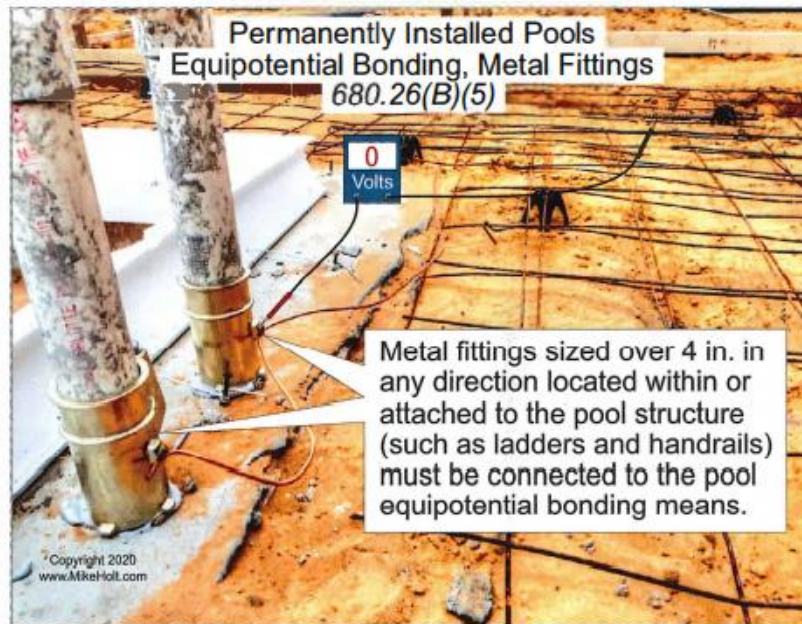


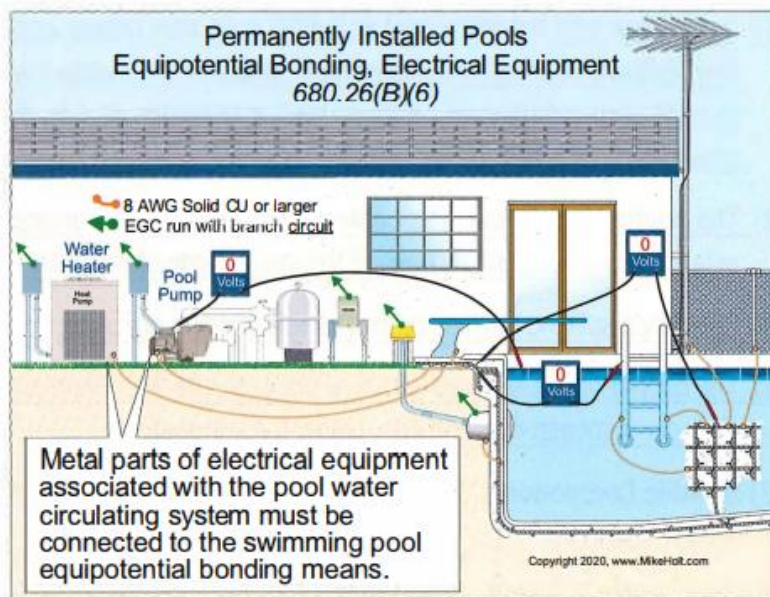
Figure 680-32

680.26(B)(5) *Accesorios metálicos.* Todos los accesorios metálicos dentro o unidos a la estructura de la piscina se deben unir. No debe requerirse que las partes separadas que no tengan más de 100 mm (4 pulgadas) en cualquier dimensión y que no penetren la estructura de la piscina más de 25 mm (1 pulgada) estén unidas.



► Figure 680-65

680.26(B)(6) *Equipo Eléctrico.* Las partes metálicas del equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación de agua de la piscina, incluyendo los Motores de las bombas y las partes metálicas del equipo asociado con la cubierta de la piscina, incluyendo los motores eléctricos, se deben unir.



► Figure 680-66

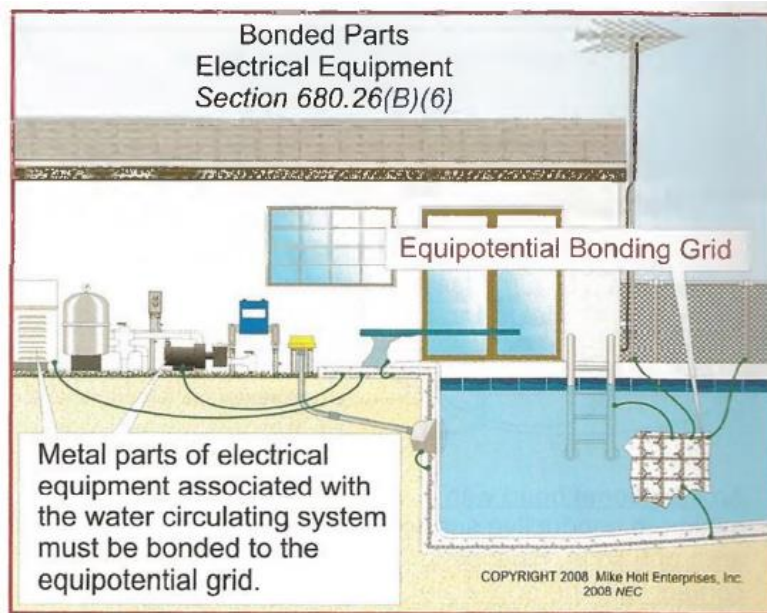
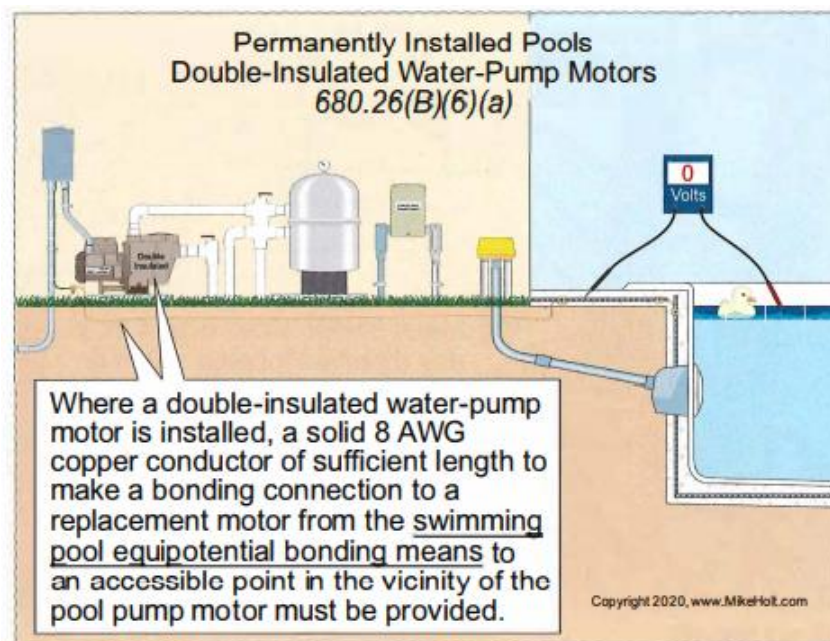


Figure 680-33

680.26(B)(6)(a) Motores con doble aislamiento para Bombas de Agua. Cuando se instala un motor con doble aislamiento para la bomba de agua según las disposiciones de esta sección, un conductor sólido de cobre de calibre 8 AWG de longitud suficiente para hacer la unión a un motor de reemplazo, se debe prolongar desde la rejilla de unión hasta un punto accesible en la cercanía del motor de la bomba de la piscina. Cuando no hay conexión entre la rejilla de unión de la piscina de natación y el sistema de puesta a tierra de equipos para el inmueble, este conductor de unión se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito del motor.



►Figure 680-67

680.26(B)(7) Partes metálicas fijas. Todas las partes metálicas fijas se deben unir, incluidos pero no limitados a los cables y las canalizaciones con recubrimiento metálico, la tubería metálica, los toldos metálicos, las cercas metálicas, y las puertas metálicas y los bastidores de las ventanas.

Excepción No. 1: No debe requerirse unión para aquellos separados de la piscina por una barrera permanente que previene el contacto por una persona.

Excepción No.2: No debe requerirse que estén unidos aquellos mayores de 1.5 m (5 pies) horizontalmente, desde las paredes interiores de la piscina.

Excepción No. 3: No debe requerirse que estén unidos aquellos mayores de 3.7 m (12 pies), medidos verticalmente por encima del máximo nivel de agua de la piscina o medidos verticalmente por encima de cualquier torre, plataforma o puesto de observación o estructuras de trampolines.

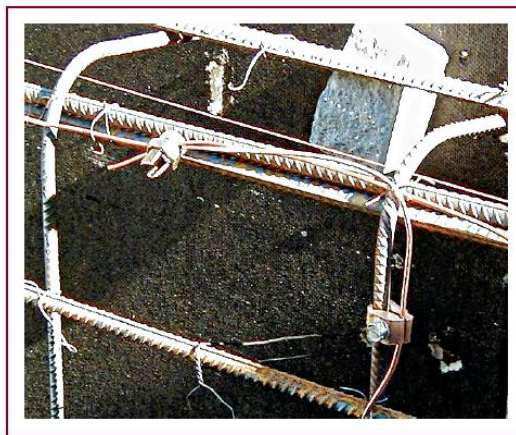


EXHIBIT 680.9 Use of listed connectors for making bonding connections at a swimming pool.

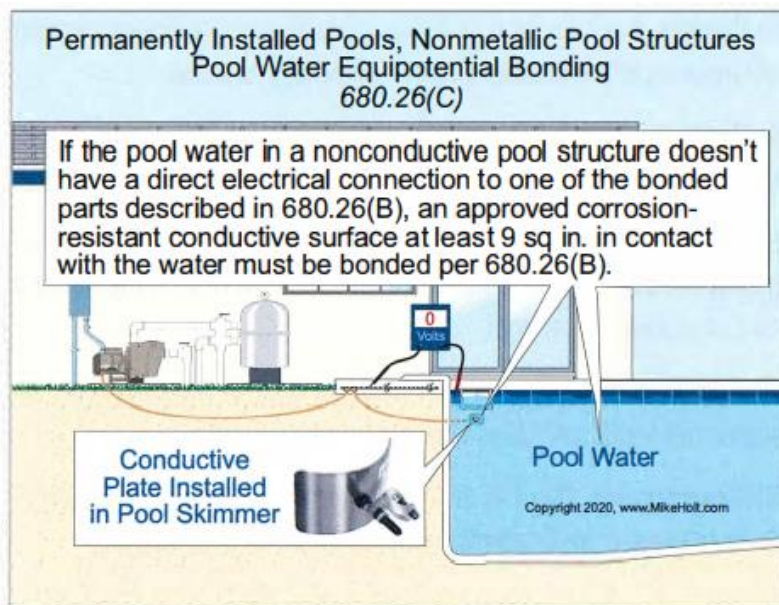


► Figure 680-68



►Figure 680-69

680.26(C) *Agua de la piscina.* Donde ninguna de las partes unidas esté en conexión directa con el agua de la piscina, el agua de la piscina debe estar en contacto directo con una superficie conductora, resistente a la corrosión, aprobada que expone no menos de 5800 mm² (9 pulgadas²) del área de la superficie al agua de la piscina en todo momento. La superficie conductora debe estar ubicada donde no quede expuesta a daños físicos ni a desplazamientos durante las actividades habituales que se llevan a cabo en la piscina y debe estar unida de acuerdo con lo establecido en 680.26(B).



►Figure 680-70

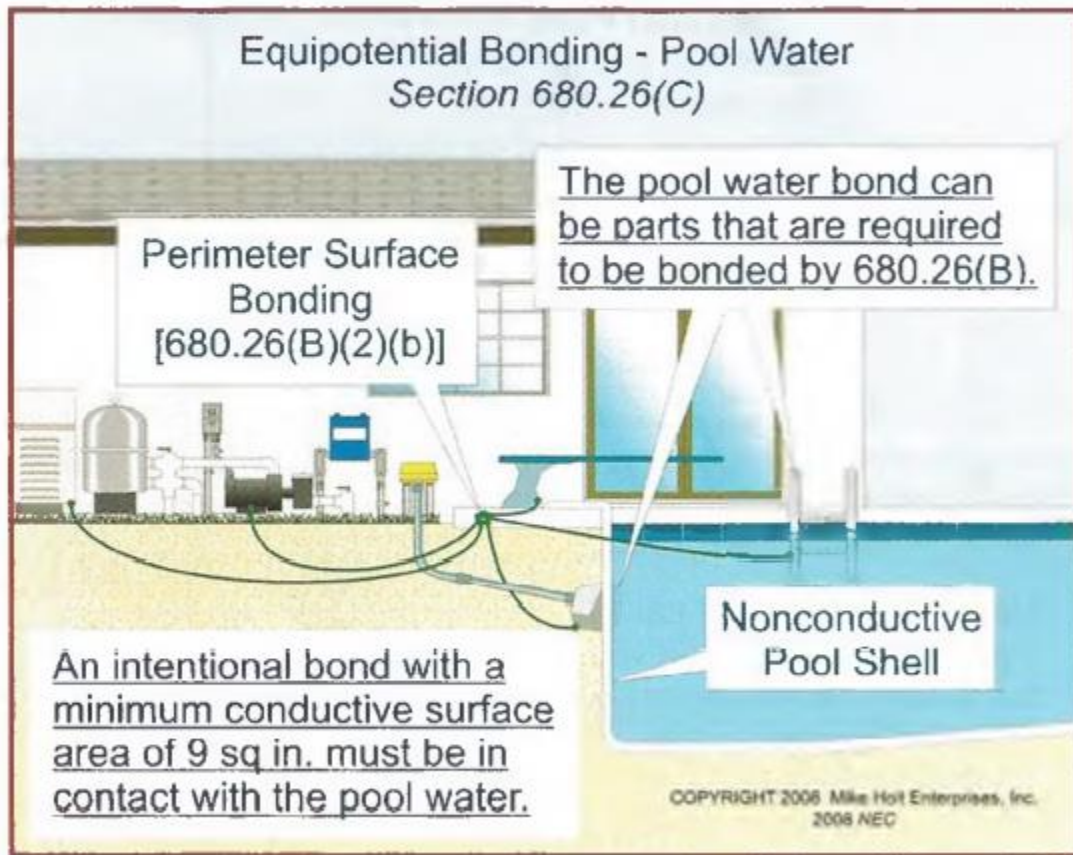


Figure 680-34

680.27 Specialized Equipment

680.27 *Equipo especializado para piscinas.*

(A) *Equipo de audio subacuático.* Todos los equipos de audio subacuáticos deben estar identificados.

Vea los artículos:

680.27(B), (C), (1), (2) & (3).

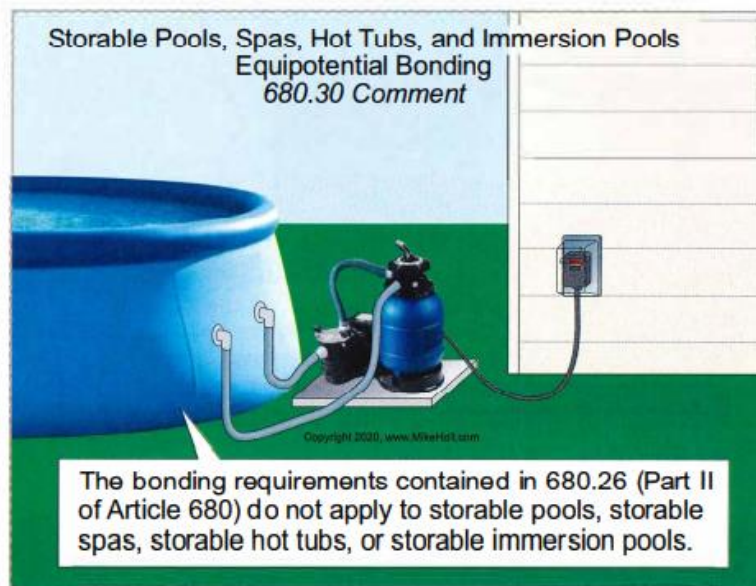
680.28

Part III. Storable Pools, Spas, Hot Tubs, and Immersion Pools

680.30 General

Parte III. *Piscinas desmontables, jacuzzis desmontables y bañeras térmicas desmontables.*

680.30 Generalidades. *Las instalaciones eléctricas de piscinas desmontables, jacuzzis desmontables o bañeras térmicas desmontables deben cumplir con las disposiciones de la Parte I y la Parte III de este artículo.*



►Figure 680-71



EXHIBIT 680.10 *Example of an inflatable swimming pool subject to the requirements in Parts I and III of Article 680.*

680.31 Pumps

680.31 Bombas. Una bomba para filtro de piscinas conectada con cordón debe incorporar un sistema aprobado de doble aislamiento o su equivalente y además un medio que permita poner a tierra únicamente las partes metálicas internas no portadoras de corriente y no accesibles del artefacto.

El medio de puesta a tierra debe ser un conductor de puesta a tierra de equipos, tendido junto con los conductores de alimentación en el cordón flexible, que debe terminar adecuadamente en una clavija del tipo de puesta a tierra que tenga un miembro de contacto fijo para ese fin.

Las bombas para filtro de la piscina conectadas con cordón deben tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra que sea parte integral de la clavija de conexión o que esté en el cordón de alimentación a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de la clavija de conexión.

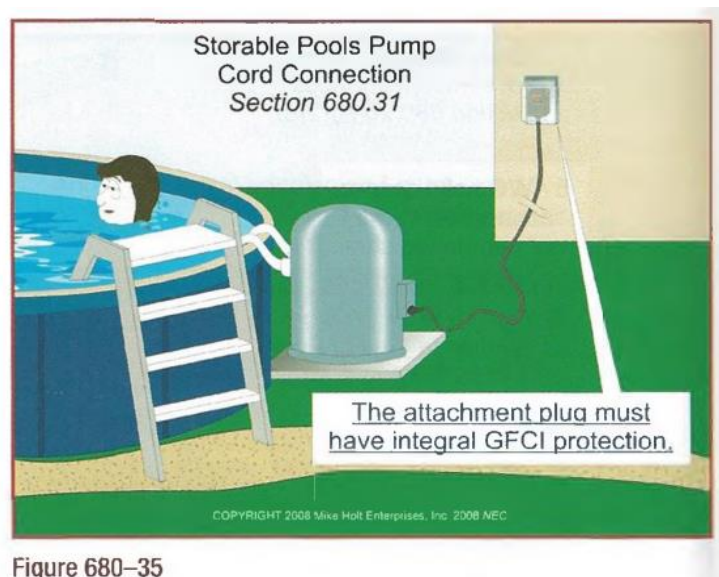


Figure 680-35

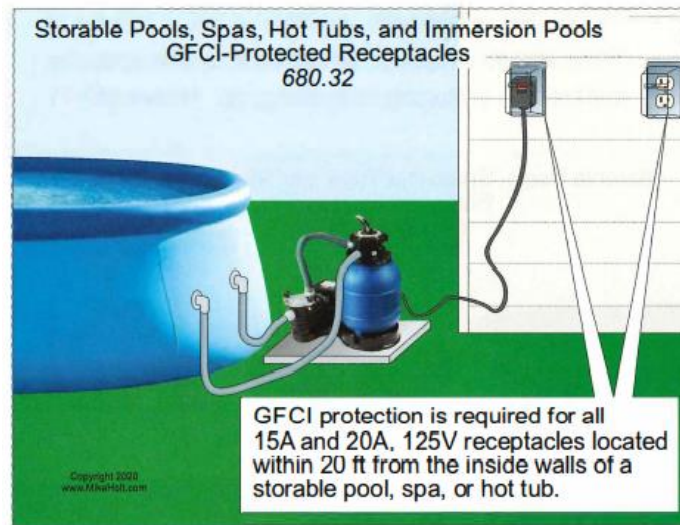
MH-2008

680.32 GFCI Protection

680.32 Interruptores de circuito contra fallas a tierra exigidos. Todos los equipos eléctricos que se utilicen con las piscinas almacenables, incluidos los Cordones de Alimentación, deben estar protegidos por interruptores de circuito contra fallas a tierra.

Todos los receptáculos de 125 volts, de 15 y 20 amperes que estén ubicados a una distancia no mayor de 6.0 m (20 pies) de las paredes interiores de una piscina almacenable, un jacuzzi desmontable o una bañera térmica desmontable deben estar protegidos con un interruptor de circuito por falla a tierra. Para determinar estas dimensiones, la distancia que se va a medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un artefacto conectado al receptáculo sin atravesar un piso, muro,

cielo raso, vano de puerta con bisagras o puerta corrediza, abertura de ventana ni otra barrera eficaz permanente.



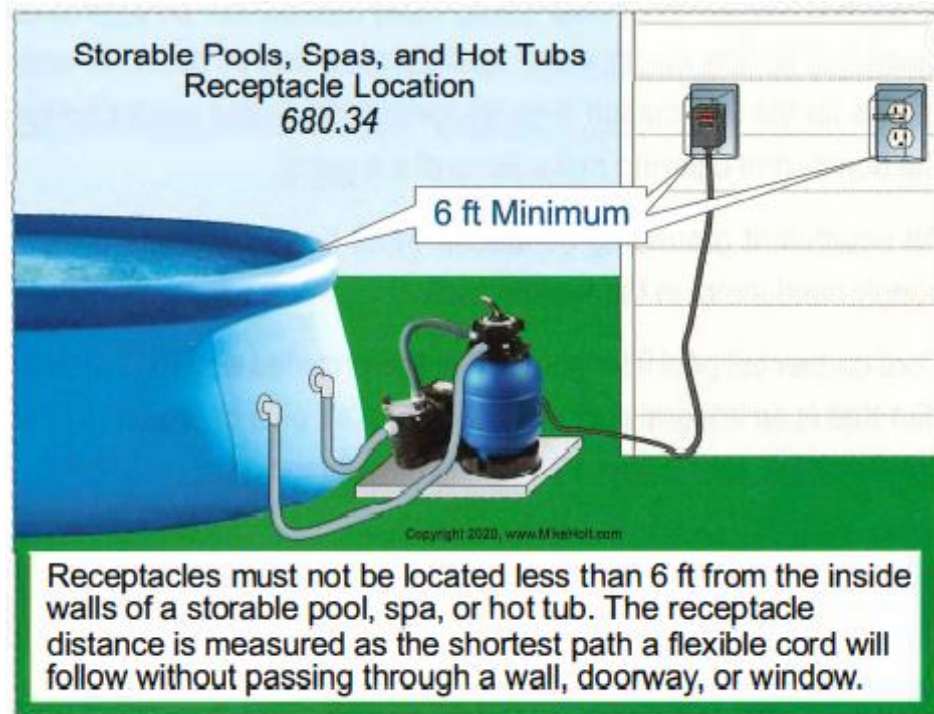
►Figure 680-72



Figure 680-36

680.34 Receptacle Locations

680.34 **Ubicación de los Receptáculos.** Los receptáculos no deben estar ubicados a menos de 1.83 m (6 pies) de las paredes interiores de una piscina desmontable, un jacuzzi desmontable o una bañera térmica desmontable. Para determinar estas dimensiones, la distancia que se va a medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un artefacto conectado al receptáculo sin atravesar un piso, muro, cielo raso, vano de puerta con bisagras o puerta corrediza, abertura de ventana ni otra barrera eficaz permanente.



► Figure 680-73

Part IV. Spas and Hot Tubs, and Permanently Installed Immersion Pools

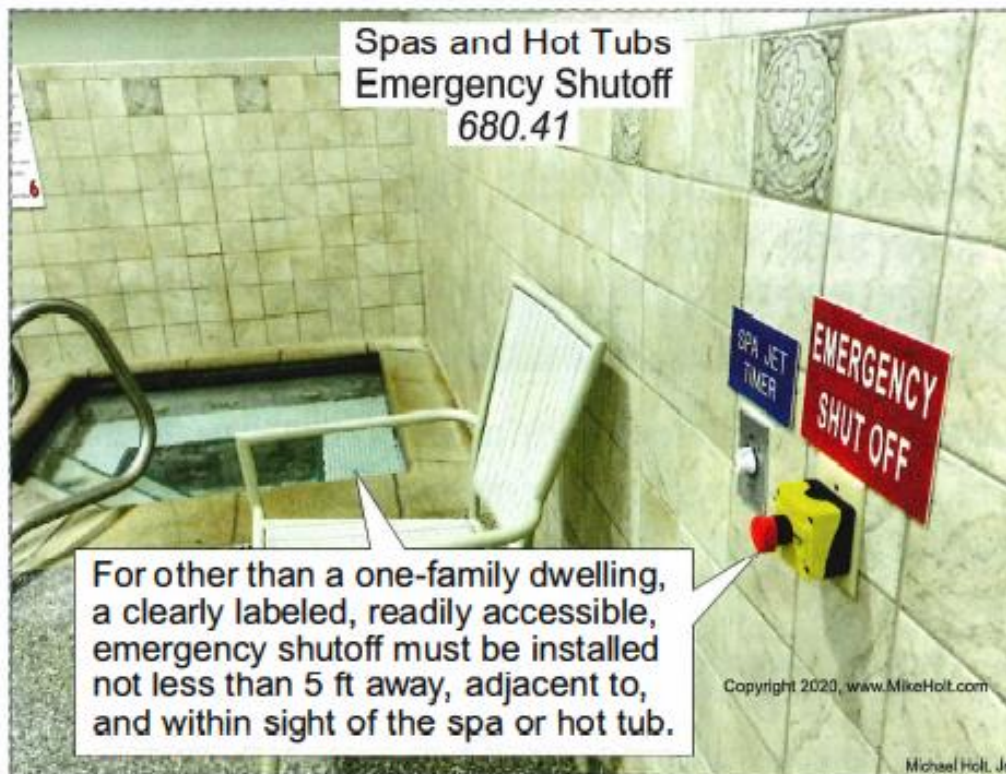
680.40 General

Parte IV. Jacuzzis y Bañeras Térmicas.

680.40 Generalidades. Las instalaciones eléctricas en jacuzzis y bañeras térmicas deben cumplir con las disposiciones de la Parte I y la Parte IV de este artículo.

680.41 Emergency Switch for Spas and Hot Tubs

680.41 Interruptor de Emergencia para jacuzzis y Bañeras Térmicas. Se debe instalar un interruptor de emergencia o un interruptor de control claramente etiquetados, en un punto fácilmente accesibles a los usuarios y a una distancia de por lo menos 1.5 m (5 pies), adyacente al jacuzzi y bañeras térmicas y al alcance de la vista desde las mismas, con el fin de detener el motor o motores que alimentan el sistema de recirculación y el sistema de chorro. Este requisito no se debe aplicar a viviendas unifamiliares.



►Figure 680-74

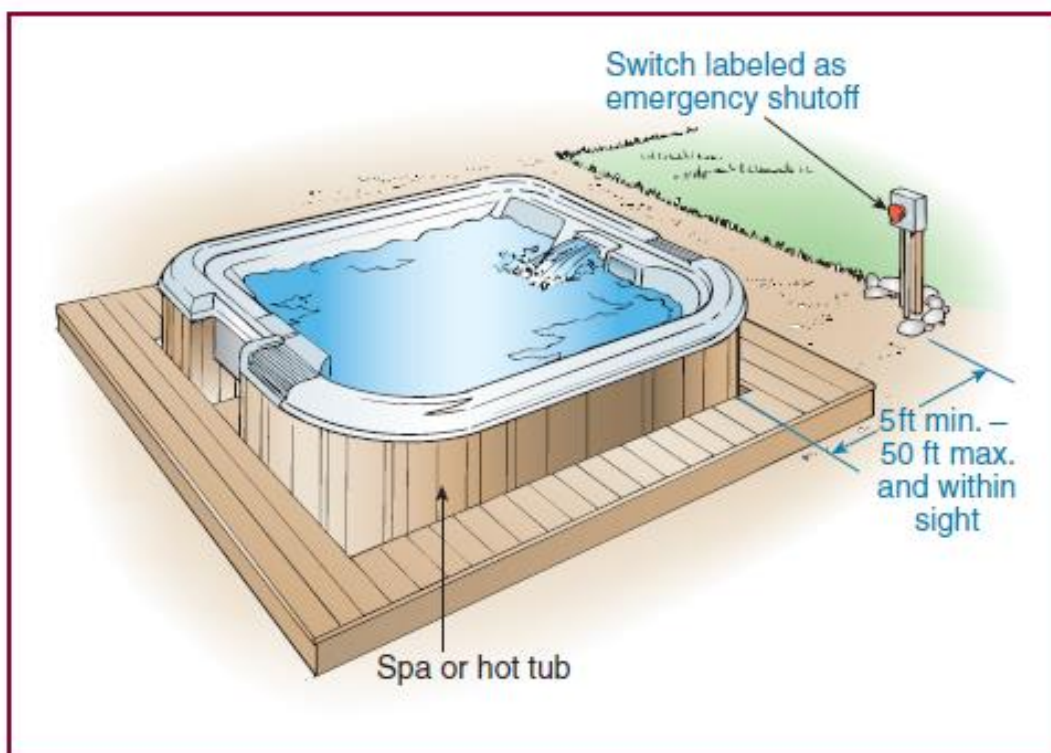


EXHIBIT 680.11 Location of the required emergency shutoff device.



►Figure 680-75

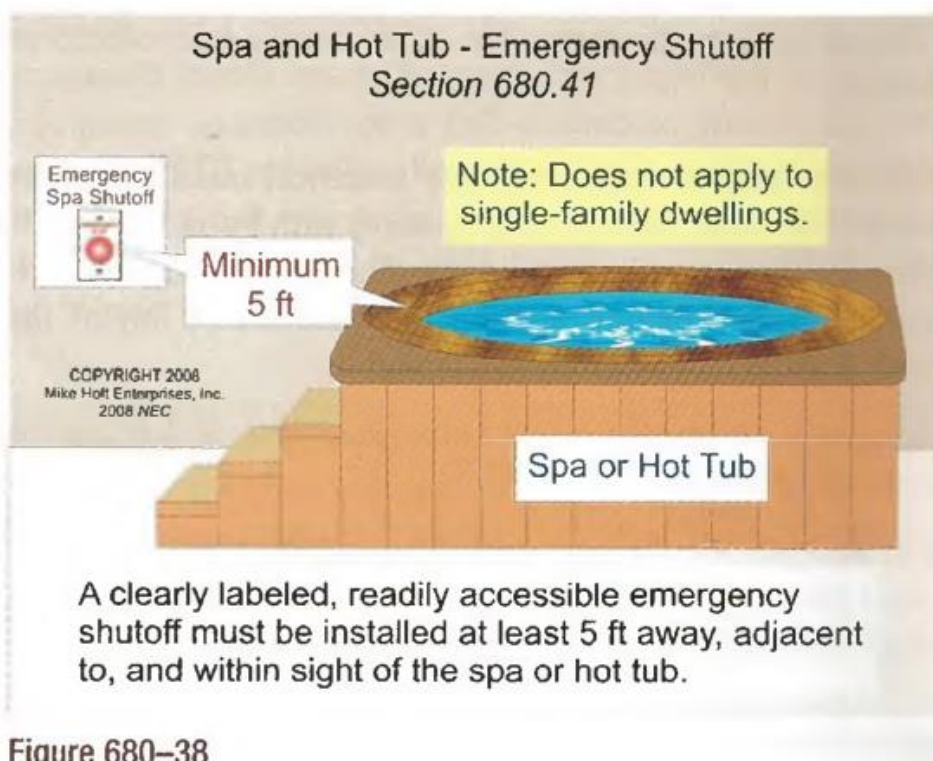


Figure 680-38

680.42 Outdoor Installations

680.42 Instalaciones en Exteriores. Un jacuzzi y bañera térmica instalada al aire libre debe cumplir las disposiciones de las Partes I y II de este artículo, excepto en lo permitido en 680.42(A) y (B), que podrían de otra manera aplicarse a piscinas instaladas en exteriores.

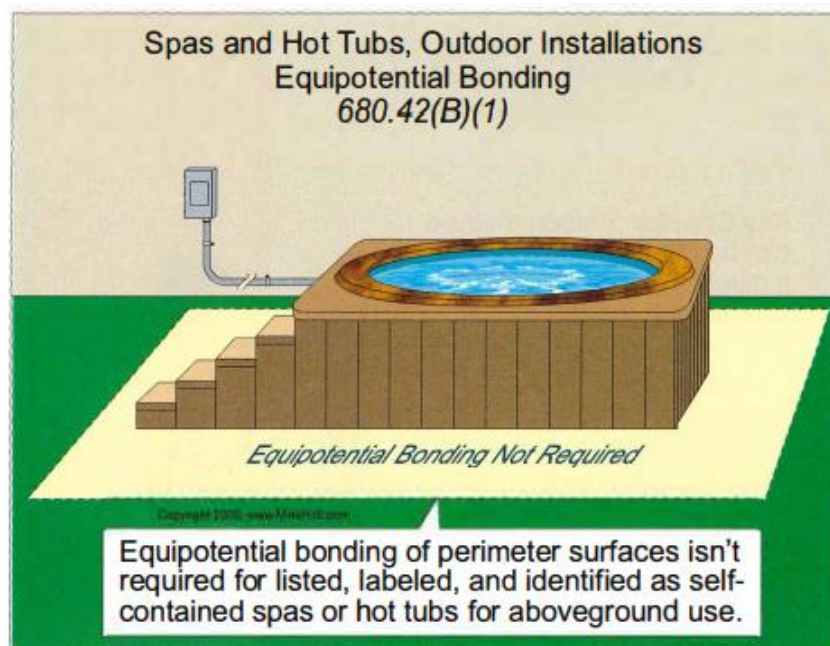
(A) Conexiones %flexibles. Debe permitirse que los ensambles de equipos de las unidades integrales listadas de jacuzzis y bañeras térmicas, que emplean un panel de distribución o un panel de control instalado o ensamblado en fábrica, usen conexiones flexibles como las tratadas en 680.42(A)(1) y (A)(2).

(1) Conduit flexible. Debe permitirse conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos.

(2) Conexiones con cordón y clavija. Deben permitirse conexiones con cordón y clavija, con una longitud máxima del cordón de 4.6 m (15 pies), si se protegen mediante un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(B) Unión. Debe permitirse que la unión sea a través del montaje metal a metal sobre un bastidor o base común. Debe permitirse que arillos o flejes metálicos utilizados para sujetar los travesaños de madera no estén unidos según los requisitos de 680.26. No debe requerirse la unión equipotencial de las superficies perimetrales, de acuerdo con lo establecido en 680.26(B)(2) en jacuzzis ni en bañeras térmicas, donde se apliquen todas las condiciones siguientes:

(1) El jacuzzi o la bañera térmica deben estar listadas, etiquetados, e identificados como jacuzzis integrados para uso sobre la superficie del terreno.



► Figure 680-76

(2) La bañera de hidromasajes o la bañera térmica no deben estar identificadas como aptas solamente para uso interior.

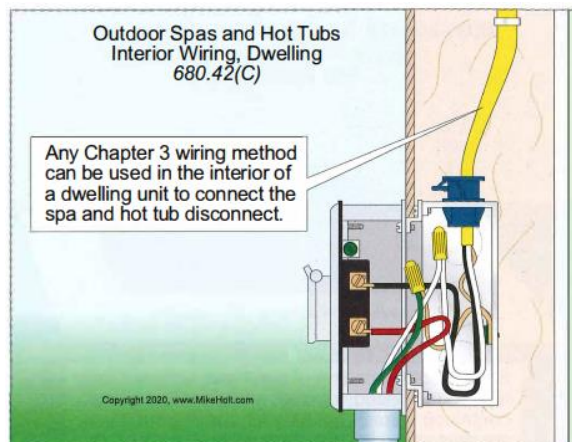
(3) La instalación debe cumplir con lo establecido en las instrucciones del fabricante y debe estar situada sobre o por encima del nivel del terreno.

(4) El borde superior del jacuzzi o de la bañera térmica debe estar a al menos 710 mm (28 pulgadas) por encima de todas las superficies perimetrales que estén dentro de los 760 mm (30 pulgadas), medidos horizontalmente desde el jacuzzi o desde la bañera térmica. No debe aplicarse la altura de los escalones externos no conductores para ingresar o salir del jacuzzi integrado para reducir o aumentar esta medición de la altura del borde.



► Figure 680-77

680.42(C) Cableado interior para instalaciones en exteriores. En el interior de una unidad de vivienda o en el interior de otra estructura o edificio asociado con una unidad de vivienda, debe permitirse usar cualquiera de los métodos de cableado reconocidos o permitidos en el Capítulo 3 de este Código, para la conexión del medio de desconexión de motores y las cargas de motores, calefacción y control que formen parte de un jacuzzi o de una bañera térmica integrados o de un jacuzzi o bañera térmica de paquete o un ensamble de equipos de bañeras térmicas. El cableado para una luminaria subacuática debe cumplir con lo establecido en 680.23 o 680.33.

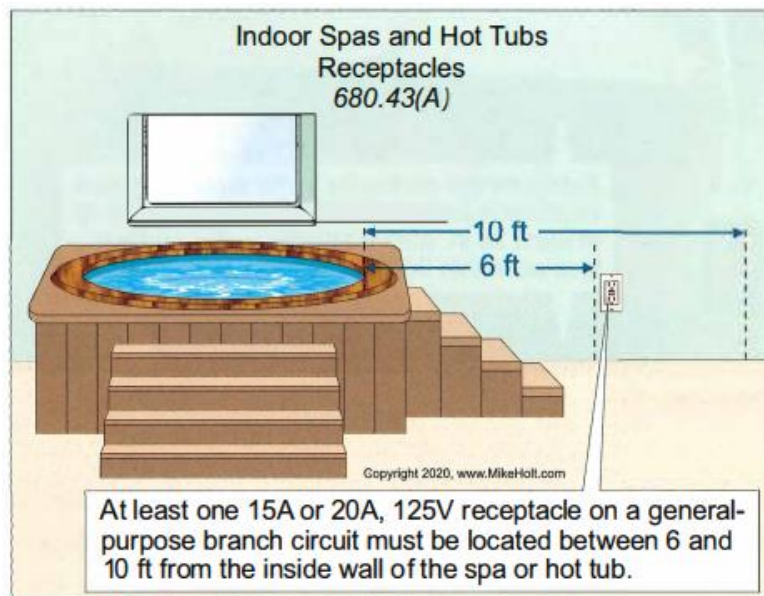


► Figure 680-78

680.43 Indoor Installations

680.43 Instalaciones interiores. Un jacuzzi o bañera térmica instaladas en el interior deben cumplir las disposiciones de las Partes I y II de este artículo, excepto en lo modificado por esta sección y se debe conectar utilizando los métodos de cableado del Capítulo 3.

(A) Receptáculos. Debe haber por lo menos un receptáculo de 125 volts, 15 o 20 amperes en un circuito ramal de propósito general ubicado a un mínimo de 1.83 m (6 pies) y un máximo de 3.0 m (10 pies) de la pared interior del jacuzzi o bañera térmica.



► Figure 680-79

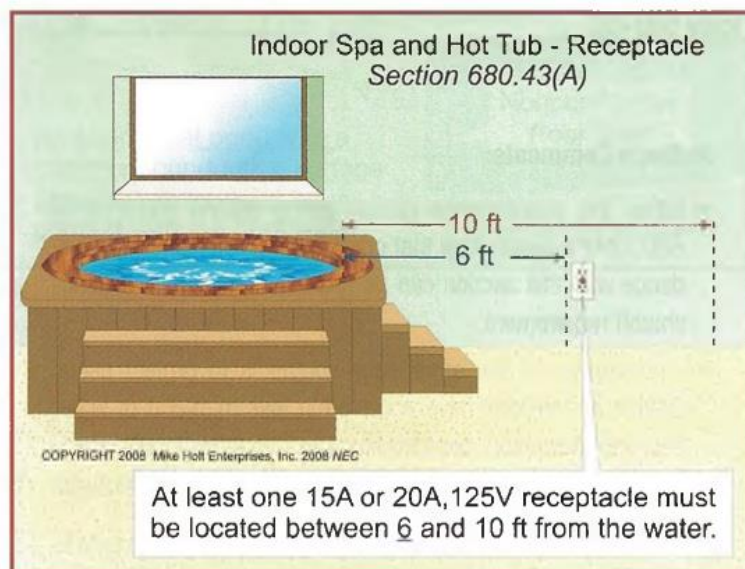


Figure 680-39

680.43(A)(2) *Protección general.* Los receptáculos a 125 volts y 30 amperes nominales o menos ubicados a menos de 3.0 m (10 pies) de las paredes interiores de un jacuzzi o bañera térmica deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

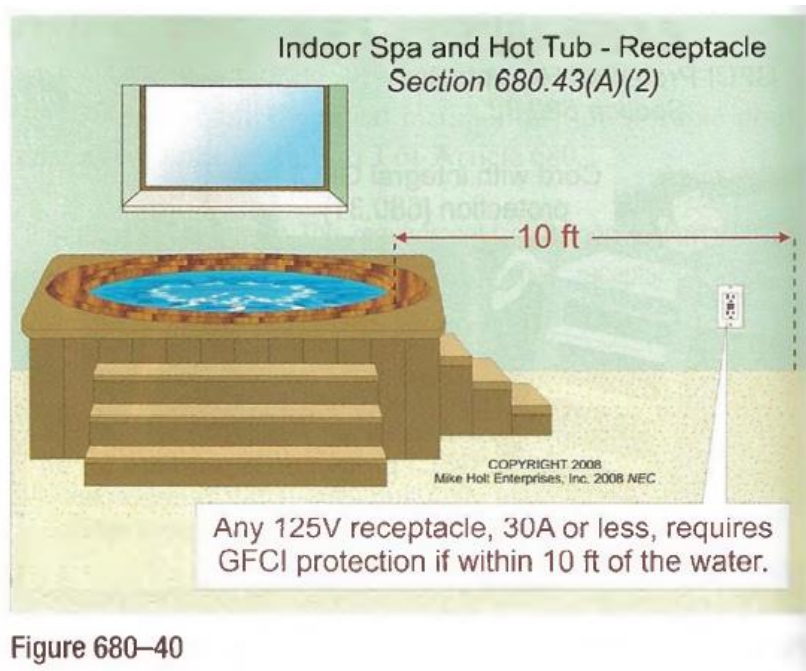
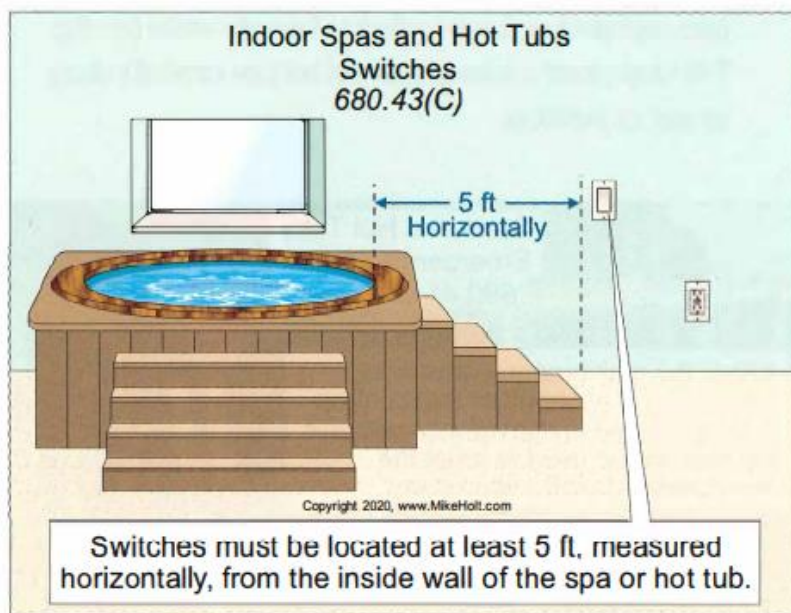


Figure 680-40

680.43(C) *Interruptores.* Los interruptores deben estar ubicados a una distancia mínima de 1.5 m (5 pies) medidos horizontalmente desde las paredes interiores del jacuzzi o bañera térmica.



► Figure 680-80

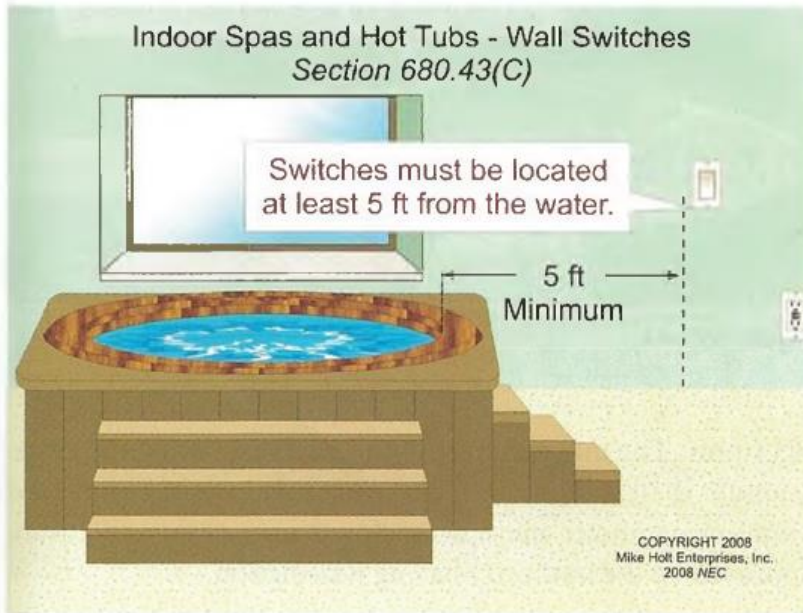
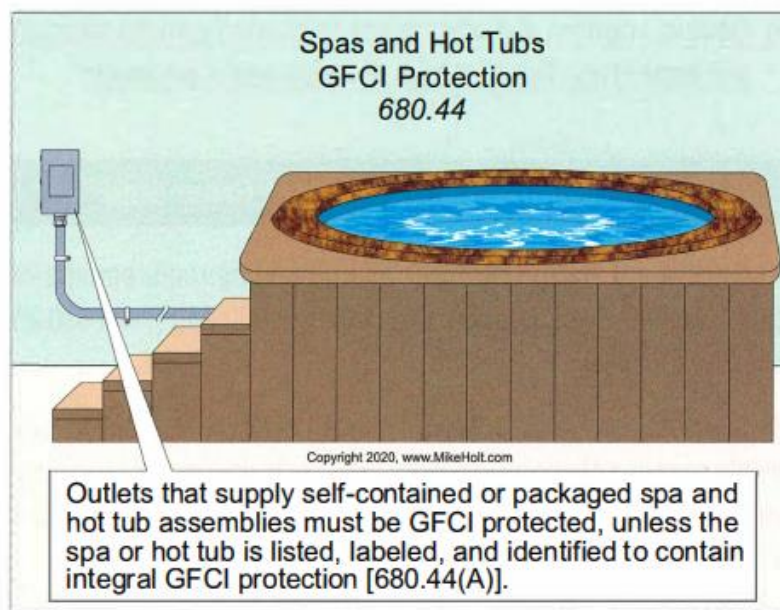


Figure 680-41

680.44 GFCI Protection

680.44 ***Protección.** Excepto como se dispone de otro modo en esta sección, la salida o salidas que alimenten un jacuzzi o bañera térmica autónoma o un ensamble de equipo integral de jacuzzi o bañera térmica, o un jacuzzi o bañera térmica ensamblada en campo deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.*

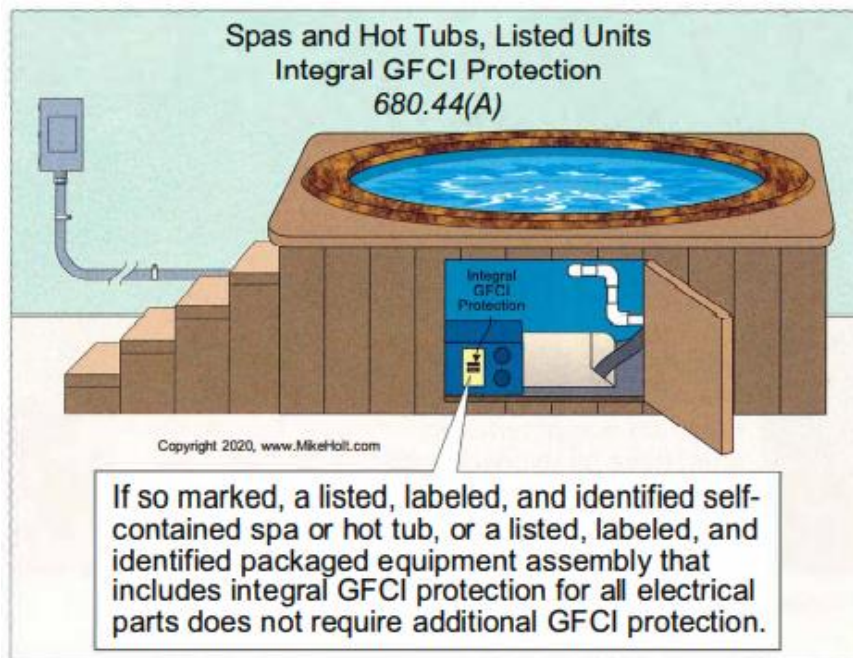


►Figure 680-81



Figure 680-42

680.44 (A) *Unidades listadas.* Si está marcada así, debe permitirse que, una unidad autónoma listada, etiquetada, e identificada o un conjunto de equipo integrado listado, etiquetado, e identificado que incluyan protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra integral para todas las partes eléctricas dentro de la unidad o ensamble (como bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, equipo de higienización, cableado, etc.) se instale sin protección GFCI adicional.



►Figure 680-82



Figure 680-43

680.51 Luminaires and Submersible Equipment

680.51 *Luminarias, Bombas Sumergibles y otros Equipos Sumergibles.*

(A) **Interruptor de circuito contra Fallas a Tierra.** *Las luminarias, bombas sumergibles y otros equipos sumergibles, a menos que estén listados para funcionar al límite de contacto de baja tensión o menos y estén alimentados por un transformador o fuente de alimentación que cumpla lo establecido en 680.23(A)(2), deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.*

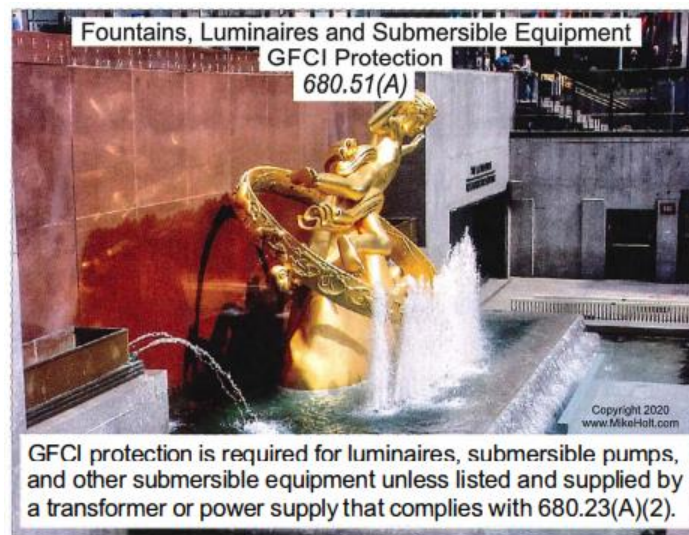


Figure 680-83

680.51(C) ***Lentes de las Luminarias.** Las Luminarias se deben instalar de modo que la parte superior de su lente quede por debajo del nivel normal del agua de la fuente, a menos que estén listas para instalación por encima del agua. Una Luminaria Instalada mirando hacia arriba debe cumplir una de las siguientes condiciones:*

- (1) *Tener la lente resguardada para que no pueda entrar en contacto con las personas.*
- (2) *Estar listada para su uso sin resguardo.*



► Figure 680-84

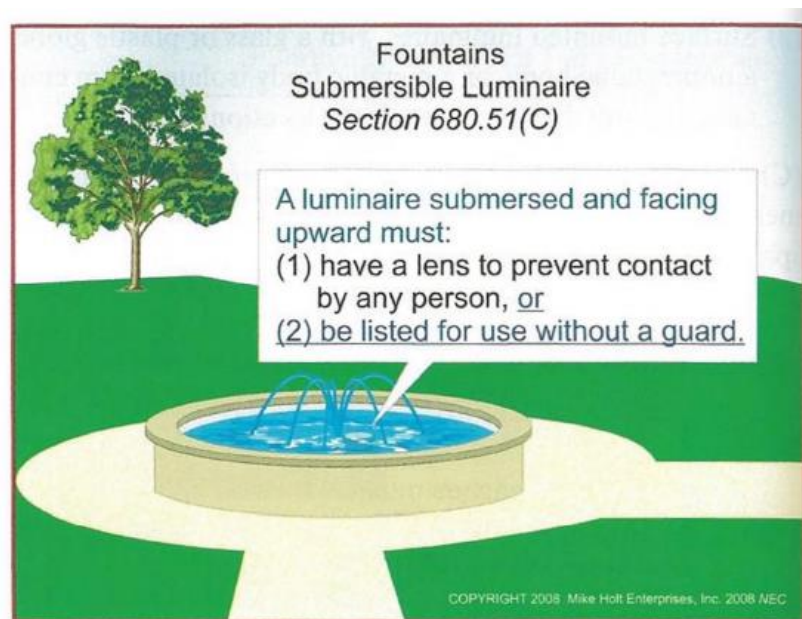


Figure 680-44

680.55 Methods of Equipment Grounding

680.55 ***Métodos de puesta a tierra.** (A) Disposiciones que se deben aplicar. Se deben aplicar las disposiciones de 680.21(A), 680.23(B)(3), 680.23(F)(1) y (F) (2), 680.24(F) y 680.25.*

(B) ***Alimentado por un cordón flexible.** Los equipos eléctricos alimentados por medio de un cordón flexible deben tener todas sus partes metálicas expuestas no portadoras de corriente puestas a tierra mediante un conductor de cobre, aislado, de puesta a tierra de equipos, que forme parte integral de dicho cordón. Este conductor de puesta a tierra de equipos debe estar conectado a un terminal de puesta a tierra de equipos en la caja de conexiones de la alimentación, el envolvente del transformador o de la fuente de alimentación u otro envolvente.*

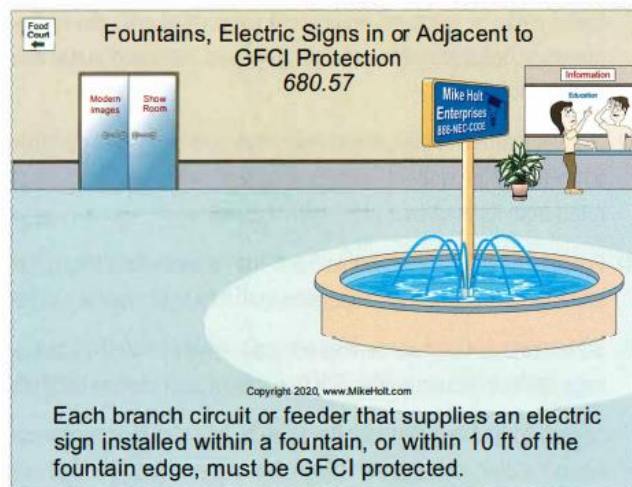


►Figure 680-85

680.57 Electric Signs in or Adjacent to Fountains

680.57

Señales.



►Figure 680-86

680.57(A) **Generalidades.** Esta sección trata de las señales eléctricas instalados dentro de una fuente o a una distancia máxima de 3.0 m (10 pies) del borde de la fuente.

680.57(B) **Protección del personal mediante interruptores de circuito por falla a tierra (GFCI).** Los circuitos ramales o alimentadores que abastecen la señal deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para proteger al personal.

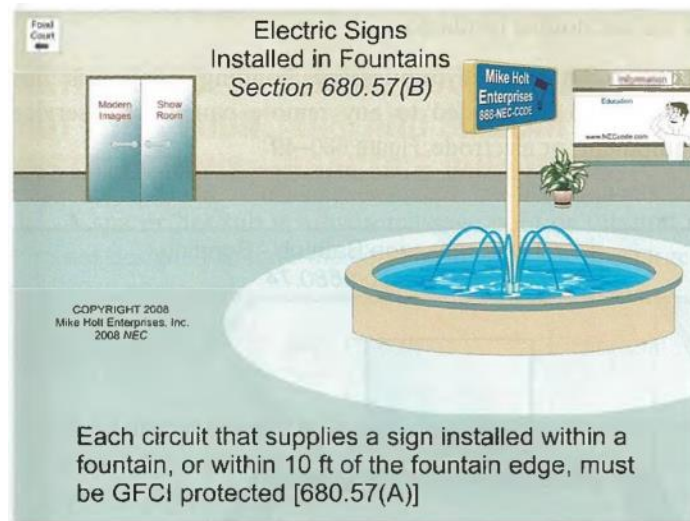


Figure 680-45

680.57(C) **Ubicación.**

(1) **Fijo o estacionario.** Una señal eléctrica fija o estacionaria instalada dentro de una fuente debe estar mínimo a 1.5 m (5 pies) por dentro de la fuente, medidos desde los bordes exteriores de la fuente.

(2) **Portátil. (vea también este artículo).**

680.57(E) **Unión y puesta a tierra.** La señal debe estar puesta a tierra y unido de acuerdo con 600.7.

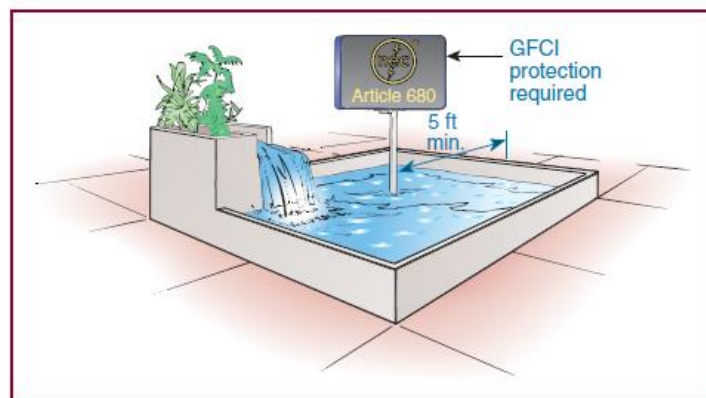
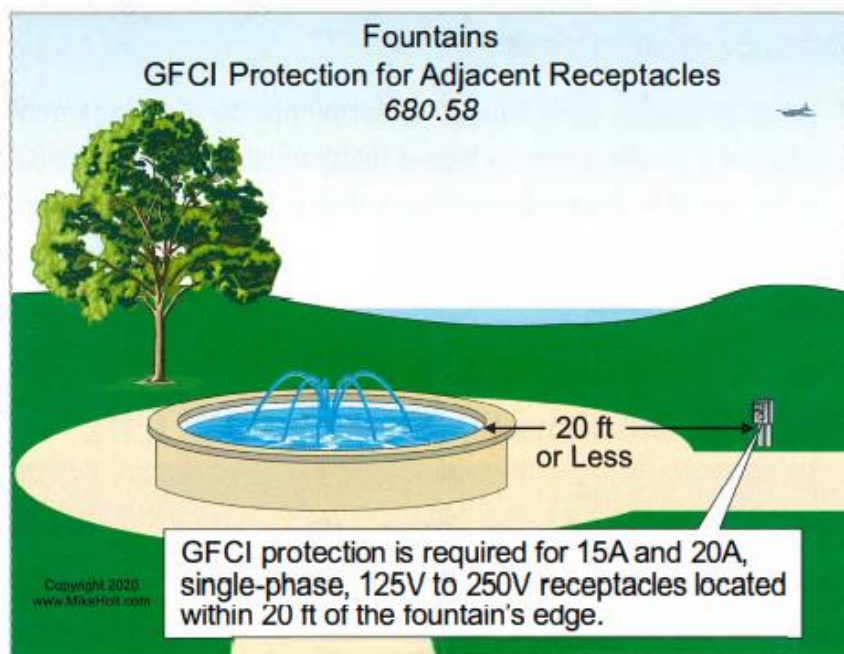


EXHIBIT 680.12 Electric sign located in a fountain as described in 680.57.

680.58 GFCI Protection for Adjacent Receptacles

680.58 *Protección con GFCI para salidas de Receptáculos Adyacentes.* Todos los receptáculos monofásicos de 15 ó 20 amperes y 125 volts hasta 250 volts, ubicados a una distancia no mayor de 6.0 m (20 pies) del borde de una fuente deben tener protección con GFCI.



►Figure 680-87

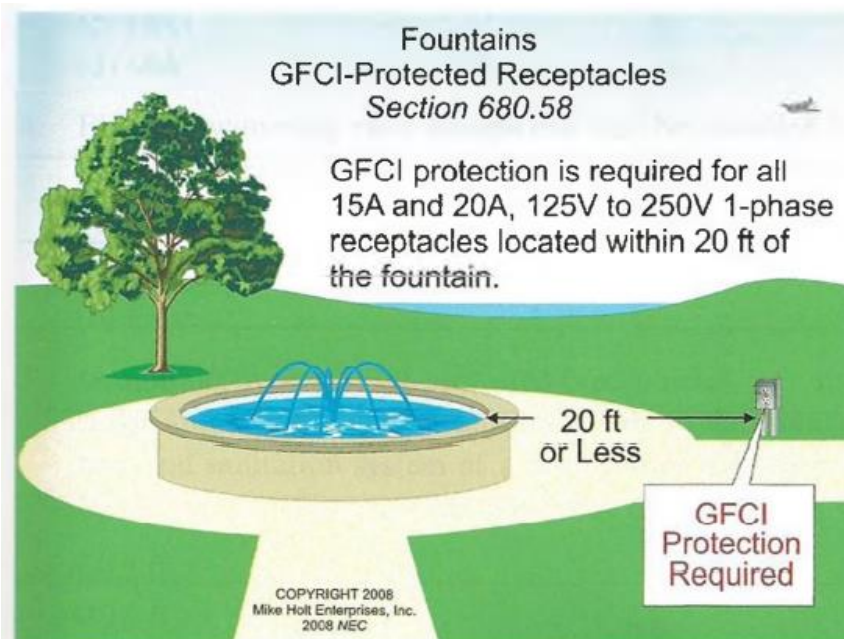
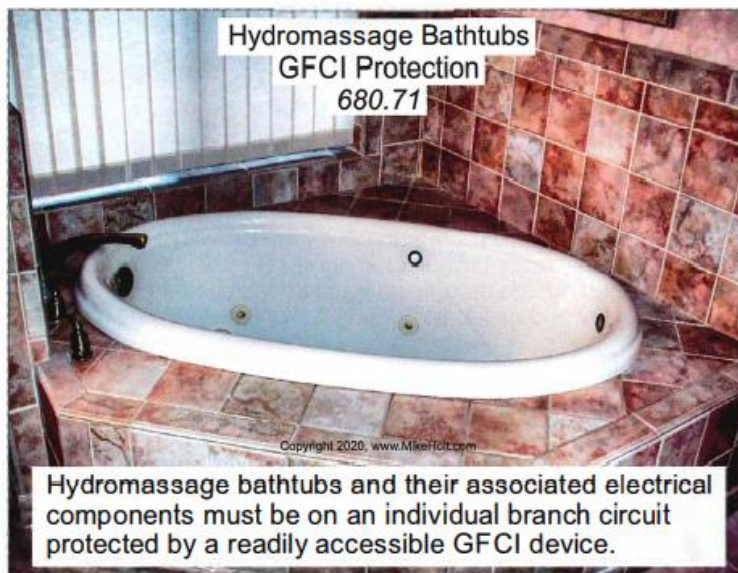


Figure 680-46

680.71 GFCI Protection

680.71 ***Protección.** Las bañeras de hidromasajes y sus componentes eléctricos asociados deben estar en un(os) circuito(s) ramal(es) individual(es) y protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra fácilmente accesible. Todos los receptáculos monofásicos a 125 volts que no excedan los 30 amperes y que estén ubicados a una distancia máxima de 1.83 m (6 pies), medidos horizontalmente de las paredes interiores de la bañera de hidromasajes, se deben proteger mediante un interruptor de circuito contra fallas a tierra*



►Figure 680-88

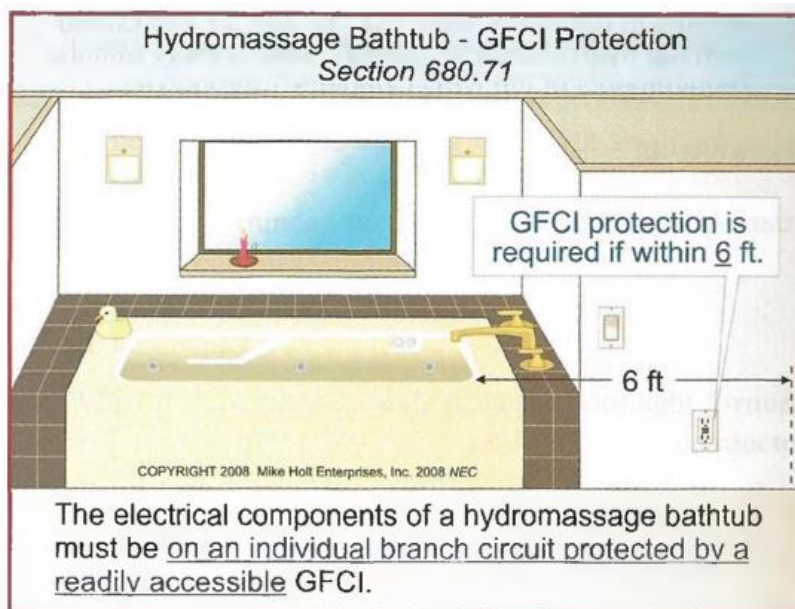


Figure 680-47

680.72 Other Electrical Equipment.

680.72 Otros Equipos Eléctricos. Las luminarias, interruptores, receptáculos y otros equipos eléctricos ubicados en el mismo salón que las bañeras de hidromasaje, pero no relacionados directamente con ellas, se deben instalar de acuerdo con los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de este Código relativos a la instalación de esos equipos en cuartos de baño.



Figure 680-48

680.73 Accessibility

680.73 Accesibilidad. El equipo eléctrico de la bañera de hidromasajes debe ser accesible sin causar daño a la estructura o al acabado del edificio. Cuando la bañera de hidromasajes sea conectada con cordón y clavija con el receptáculo de alimentación accesible sólo a través de una abertura de acceso de la acometida, se debe instalar el receptáculo de tal modo que su cara esté dentro de la vista directa y no a más de 300 mm (1 pie) de la abertura.



► Figure 680-89



► Figure 680-90

680.74 Equipotential Bonding

680.74 Unión.

(A) **Generalidades.** Las siguientes partes deben unirse entre sí:

- (1) Todos los accesorios metálicos que haya dentro o estén unidos a la estructura de la bañera en contacto con el agua circulante.
- (2) Las partes metálicas de los equipos eléctricos asociados al sistema de circulación de la bañera, incluyendo los motores de las bombas y sopladores.
- (3) Los cables y canalizaciones con recubrimiento metálico y las tuberías metálicas que estén a menos de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la bañera y no separadas de ella por una barrera permanente.
- (4) Todas las superficies metálicas que estén a menos de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la bañera y no estén separadas de la bañera por una barrera permanente.

- (5) *Los dispositivos y controles eléctricos no asociados con la bañera de hidromasajes y que estén ubicadas a una distancia mínima de 1.5 m (5 pies) de dichas unidades.*



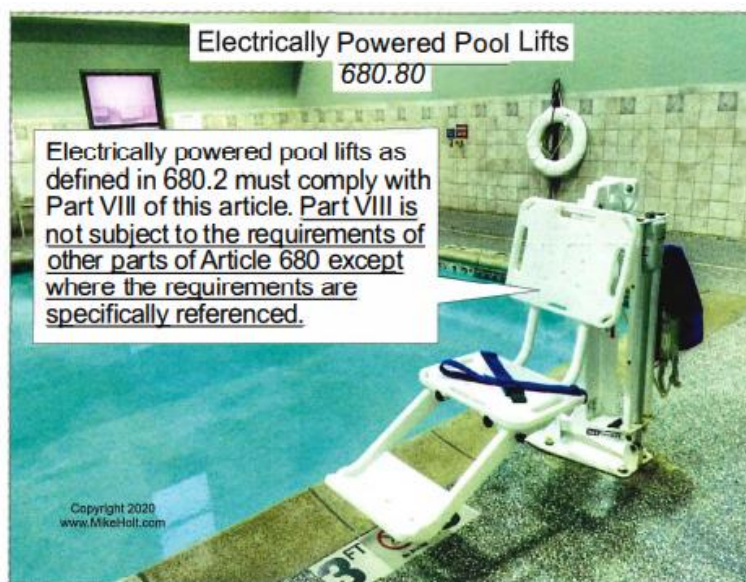
Figure 680-49

Part VIII. Electrically Powered Pool Lifts

680.80 General

Parte VIII. Elevadores de piscina eléctricos.

680.80 *Generalidades.* Los elevadores de piscina eléctricos como se definen en el Art. 680.2, deben cumplir con la Parte VIII de este artículo. No se les exigirá que cumplan con otras partes de este artículo.



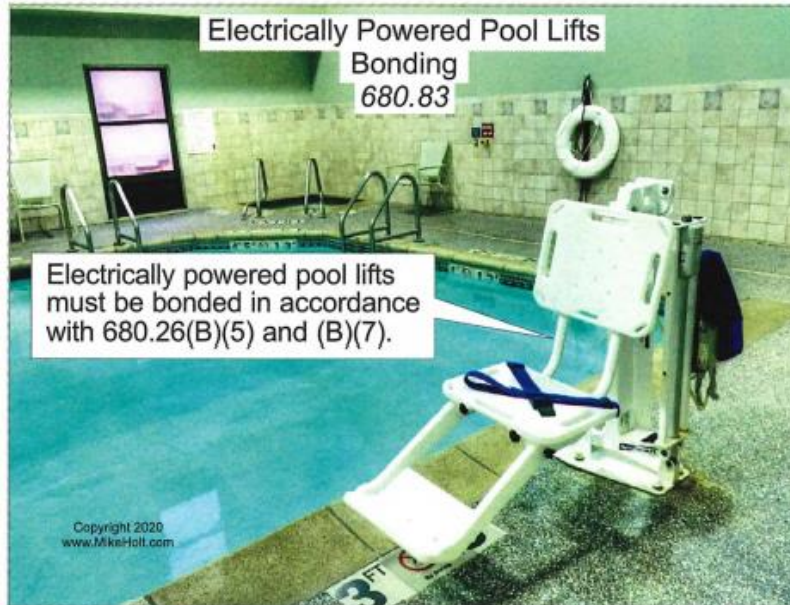
►Figure 680-91

680.82 Protection

680.82 *Protección.* Los elevadores de piscina conectados al cableado del establecimiento y operados por encima del límite de contacto de baja tensión deben contar con protección “GFCI” para el personal.

680.83 Bonding

680.83 *Unión.* Los elevadores deben estar unidos de acuerdo con 680.26(B)(5) y (B)(7).



► Figure 680-92

680.84 Switching Devices and Receptacles

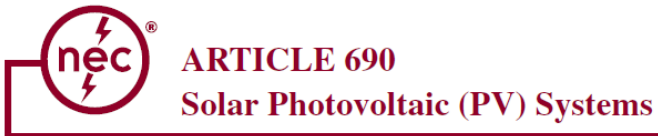
680.84 *Dispositivos Interruptores.* Los interruptores y dispositivos de conmutación que funcionan por encima del límite de contacto de baja tensión deben cumplir con 680.22(C).

end of the epigraph & Class

Clase #7:

Objetivos & Temas:

1. *Artículo 690. Solar photovoltaic PV systems.*
2. *Alcance, Definiciones, Requerimientos Circuitales, dimensionamientos y Corrientes de los Circuitos segun el Artículo 690.*
3. *OverCurrent Protection & Disconnecting Means según el Artículo 690.*
4. *Artículo 694. Wind (Viento) Electric Systems.*
5. *Sección 694.10. Voltages Máximos.*



ARTÍCULO 690
Sistemas solares fotovoltaicos (PV)

ARTICLE
690

**SOLAR PHOTOVOLTAIC
(PV) SYSTEMS**

Introduction to Article 690—Solar Photovoltaic (PV) Systems

You have seen, or maybe own, devices powered by photovoltaic cells, such as night lights, car coolers, and toys. These generally consist of a small solar module powering a small device running on a few volts and a fraction of an ampere. A solar PV system that powers a building or interconnects with an electric utility operates on the same principals but on a much larger scale.

Solar PV systems that provide electrical power to an electrical system are complex. There are many issues that require expert knowledge in electrical, structural, and architectural issues.

The purpose of the *NEC* is to safeguard persons and property from the hazards arising from the use of electricity [90.1(A)]. Article 690 is focused on the electrical hazards that may arise from installing and operating a PV system. It consists of eight parts.

The general *Code* requirements of Chapters 1 through 4 also apply to these installations, except as specifically modified by this article [90.3].

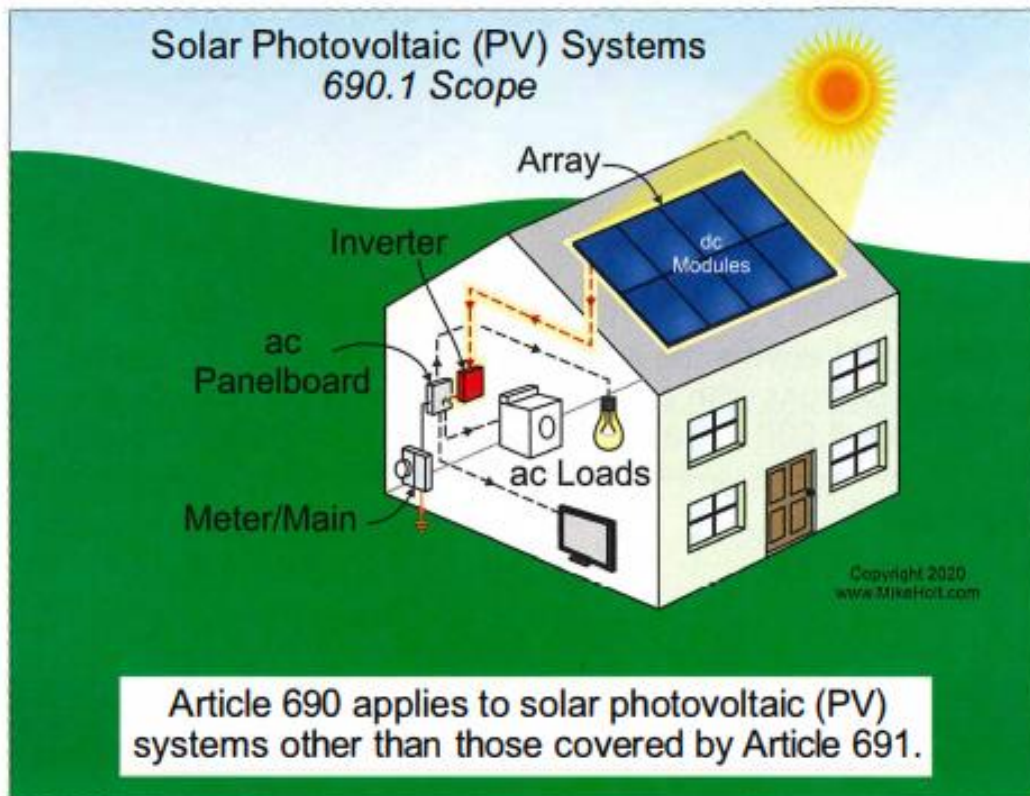
Part I. General

690.1 Scope

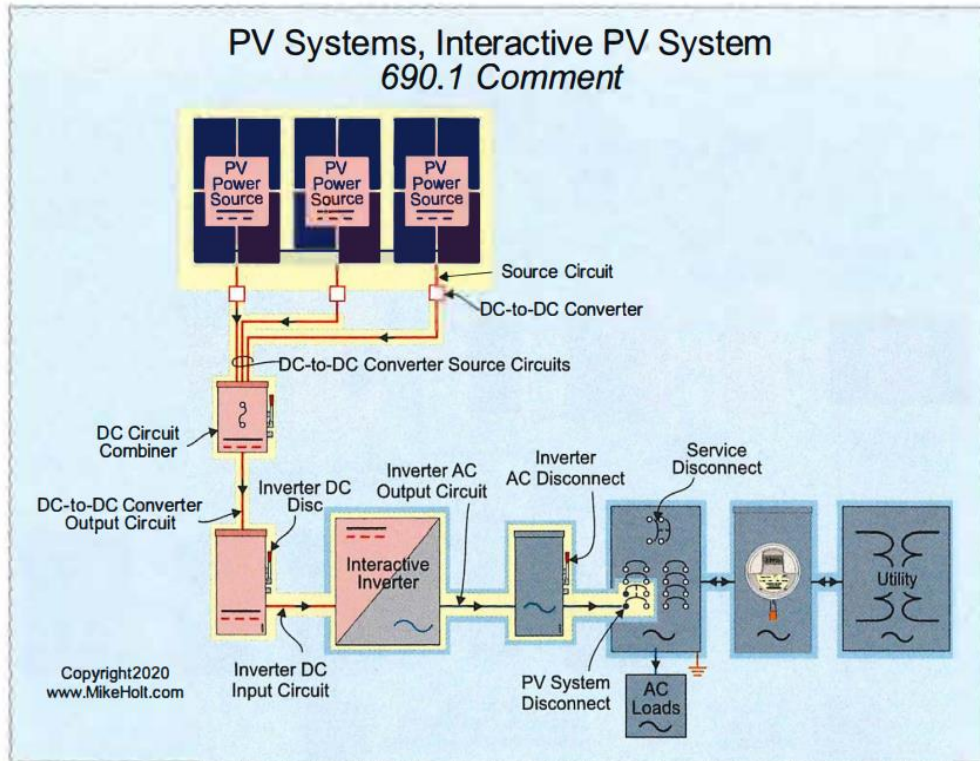
Parte I.

Generalidades.

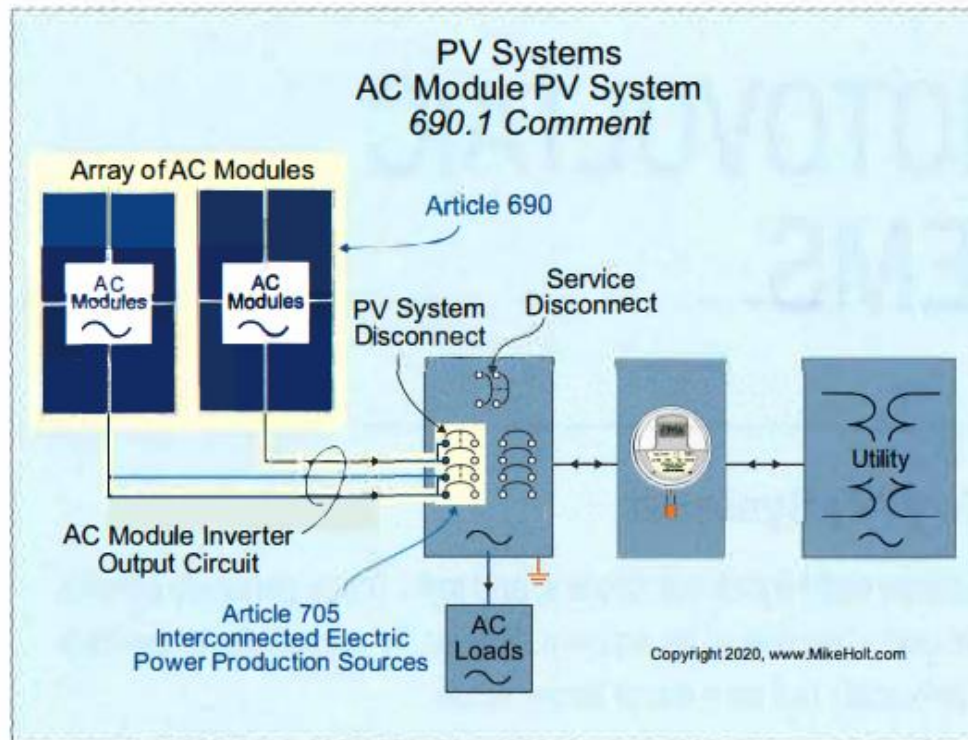
690.1 ***Alcance.** Este artículo se aplica para los sistemas los sistemas solares fotovoltaicos (FV), diferentes de los tratados en el Artículo 691, incluidos los arreglos de circuito(s), inversor(es) y controlador(es) de dichos sistemas [Ver Figura 690.1(a) y Figura 690.1(b)]. Los sistemas a los que se refiere este artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de Generación de Energía eléctrica o ser autónomos, o ambos, y estar o no conectados a sistemas de almacenamiento de energía tales como Baterías. Estos sistemas FV pueden tener salida de corriente continua de utilización.*



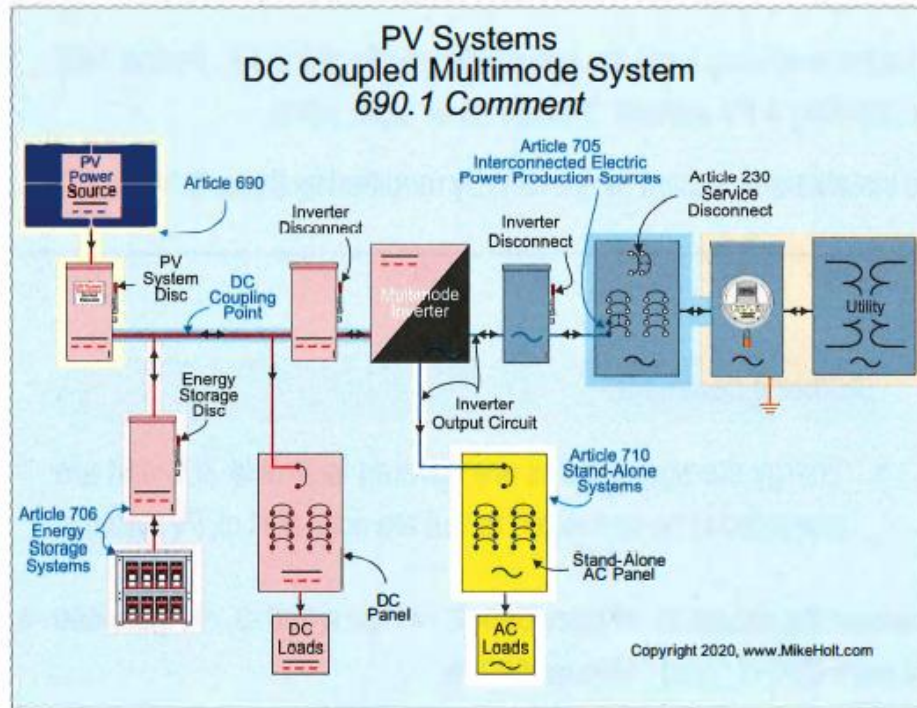
► Figure 690-1



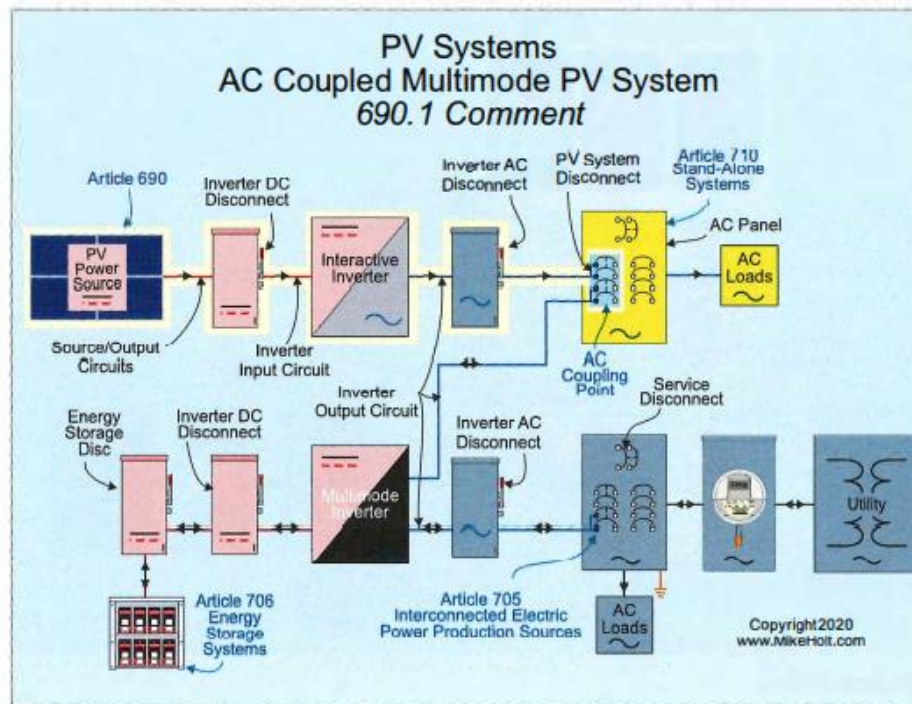
► Figure 690-2



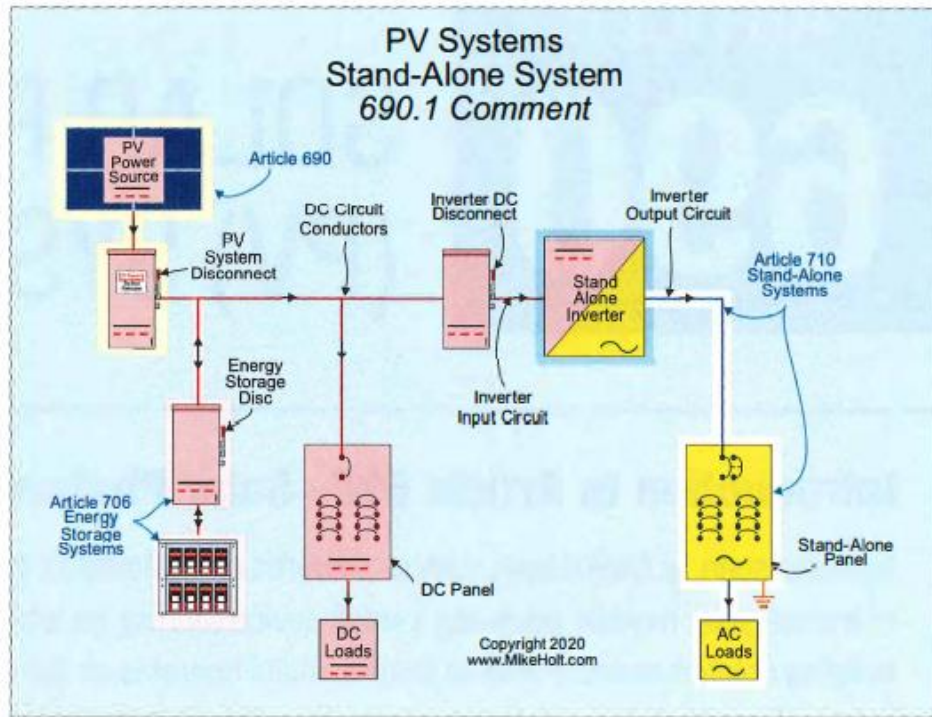
► Figure 690-3



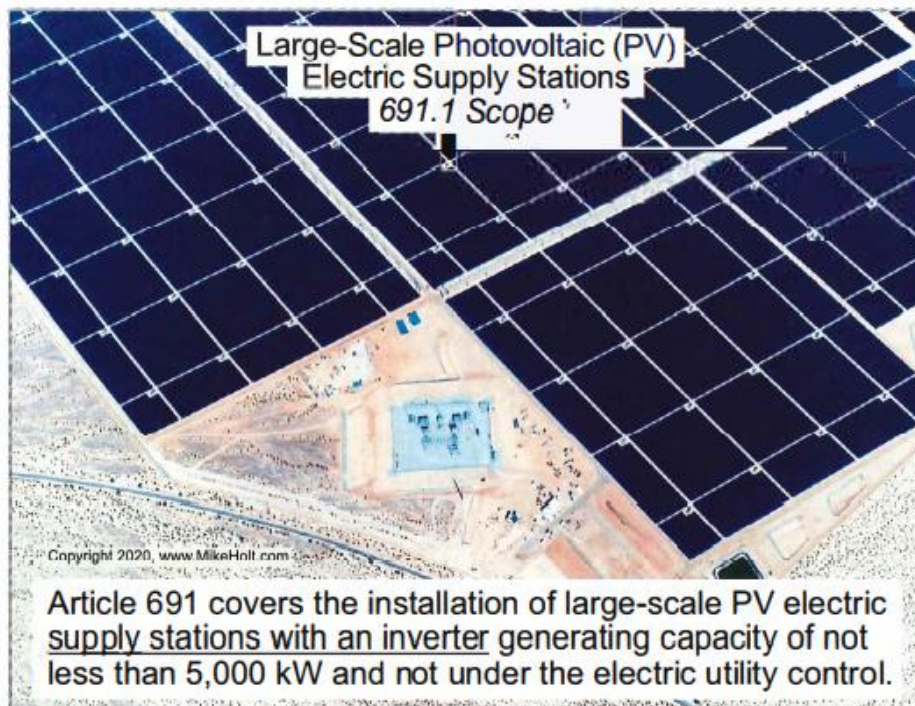
► Figure 690-4



► Figure 690-5



► Figure 690-6



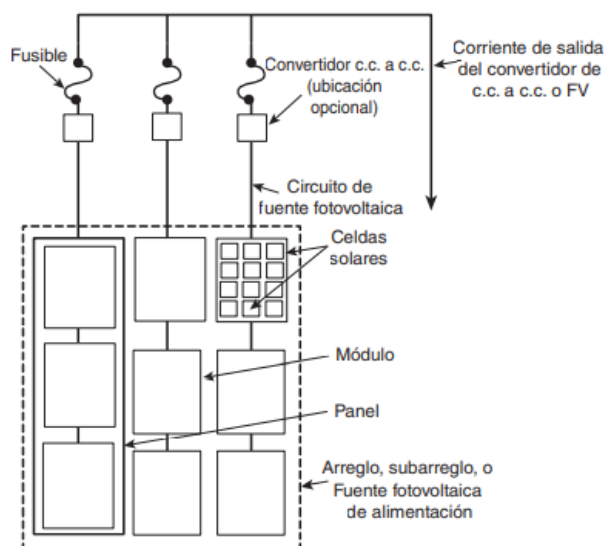
► Figure 690-7

690.2 Definitions

690.2

Definiciones.

Arreglo (Array). *Ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura y bases de soporte, sistemas de orientación y otros componentes, según se necesite para formar una unidad de generación de energía eléctrica de corriente continua.*



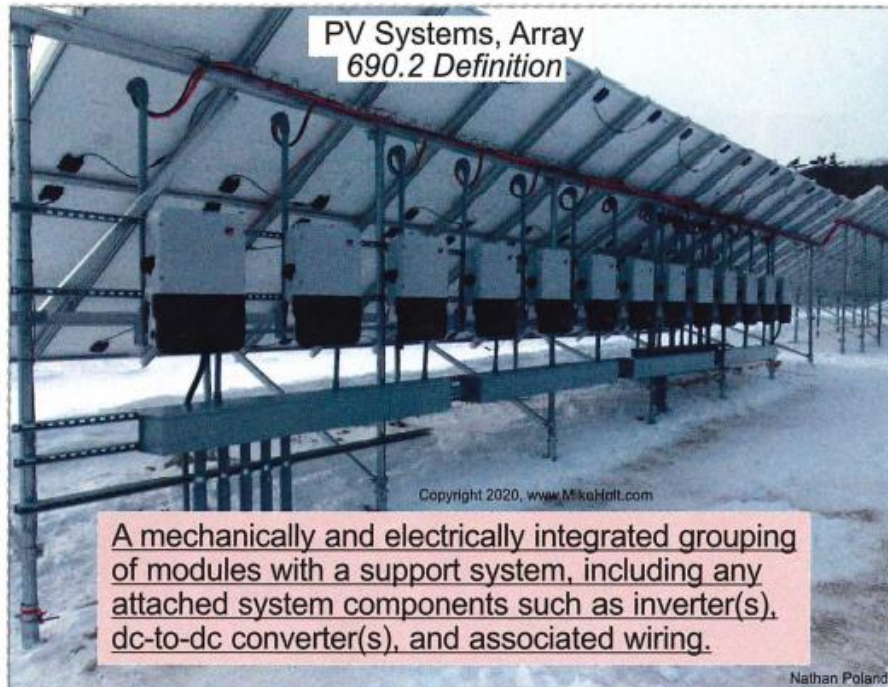
Notas:

- (1) El propósito de estos diagramas es servir como un medio de identificación de los componentes, circuitos y conexiones de un sistema fotovoltaico.
- (2) Hay diseños adaptados en cada configuración, y algunos componentes son opcionales.

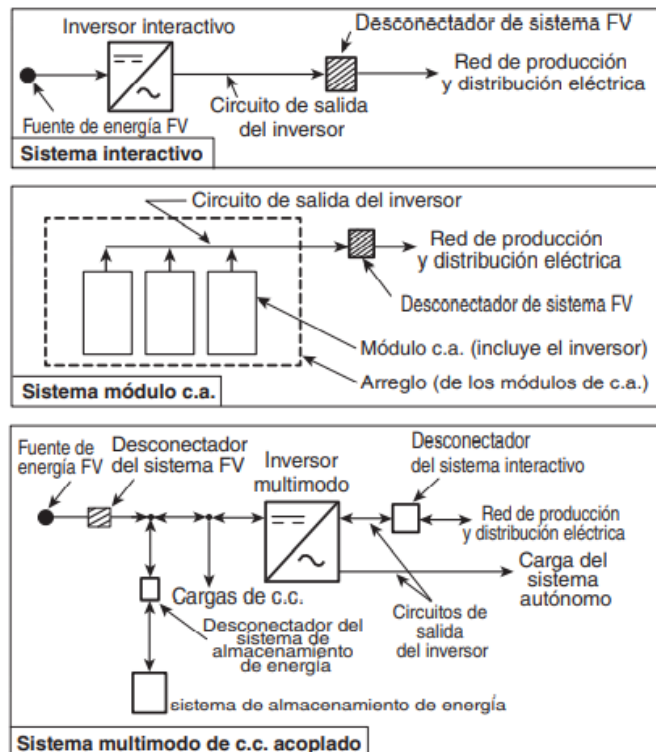
Figura 690.1(a) Identificación de los componentes de un sistema de fuente de alimentación FV.

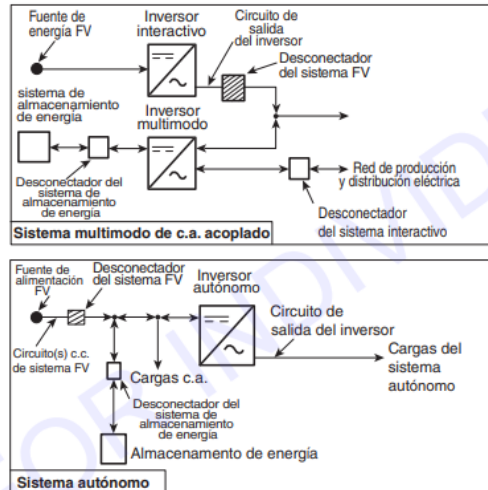


EXHIBIT 690.1 A PV array. (Courtesy of Solar Design Associates, LLC)



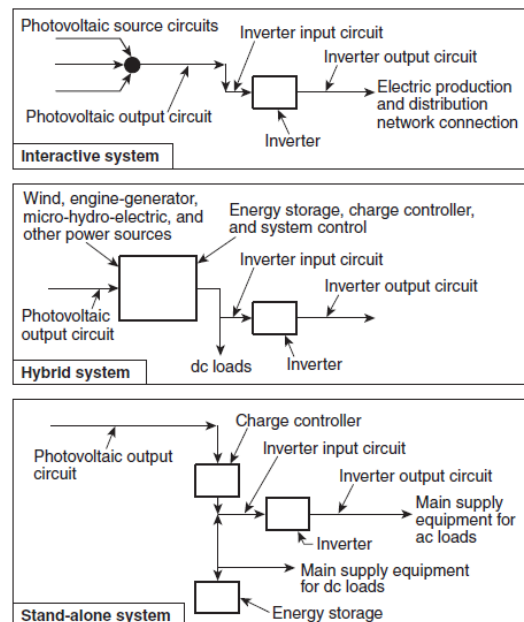
► Figure 690-9





- Notas:
- (1) El propósito de estos diagramas es servir como un medio de identificación de los componentes, circuitos y conexiones de un sistema fotovoltaico.
 - (2) El sistema de desconexión fotovoltaico en estos diagramas separa el sistema fotovoltaico (FV) de todos otros sistemas.
 - (3) No se muestran los medios de desconexión en el Artículo 690, Parte III.
 - (4) No se muestra la puesta a tierra del sistema ni la puesta a tierra de los equipos. Ver Artículo 690, Parte V.
 - (5) Hay diseños adaptados en cada configuración y algunos componentes son opcionales.

Figura 690.1(b) Identificación de los componentes de un sistema FV en configuraciones comunes



- Notes:
1. These diagrams are intended to be a means of identification for photovoltaic system components, circuits, and connections.
 2. Disconnecting means and overcurrent protection required by Article 690, Part III, are not shown.
 3. System grounding and equipment grounding are not shown. See Article 690, Part V.
 4. Custom designs occur in each configuration, and some components are optional.

FIGURE 690.1(b) Identification of Solar Photovoltaic System Components in Common System Configurations.

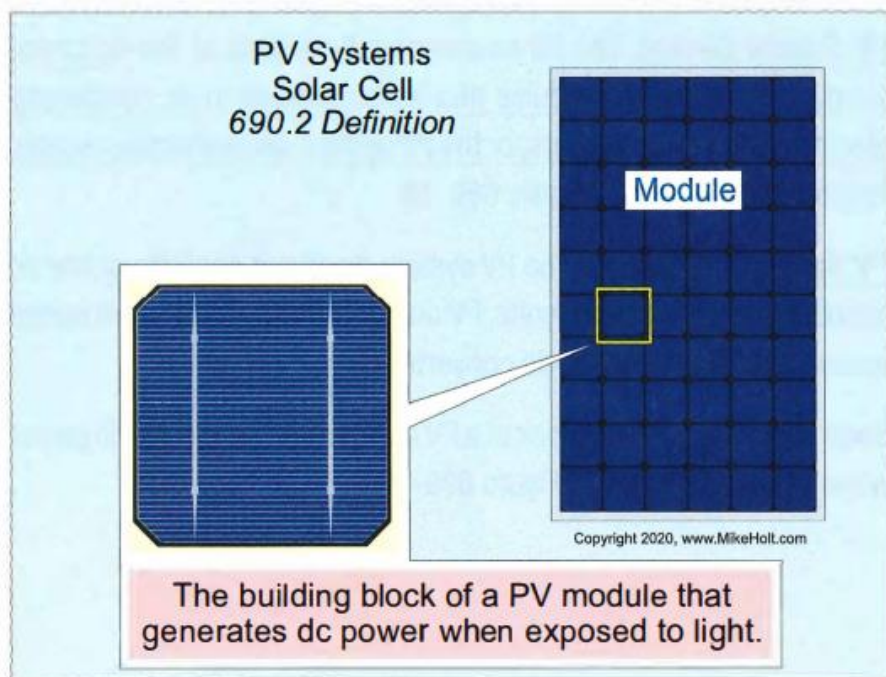
Arreglo fotovoltaico bipolar (Bipolar Photovoltaic Array). Arreglo fotovoltaico de c.c. que tiene dos salidas, cada una con polaridad opuesta a un punto común de referencia o un cambiador de derivación central.



EXHIBIT 690.2 A PV array support structure that allows for continued use of the walkway. (Courtesy of Solar Design Associates, LLC)

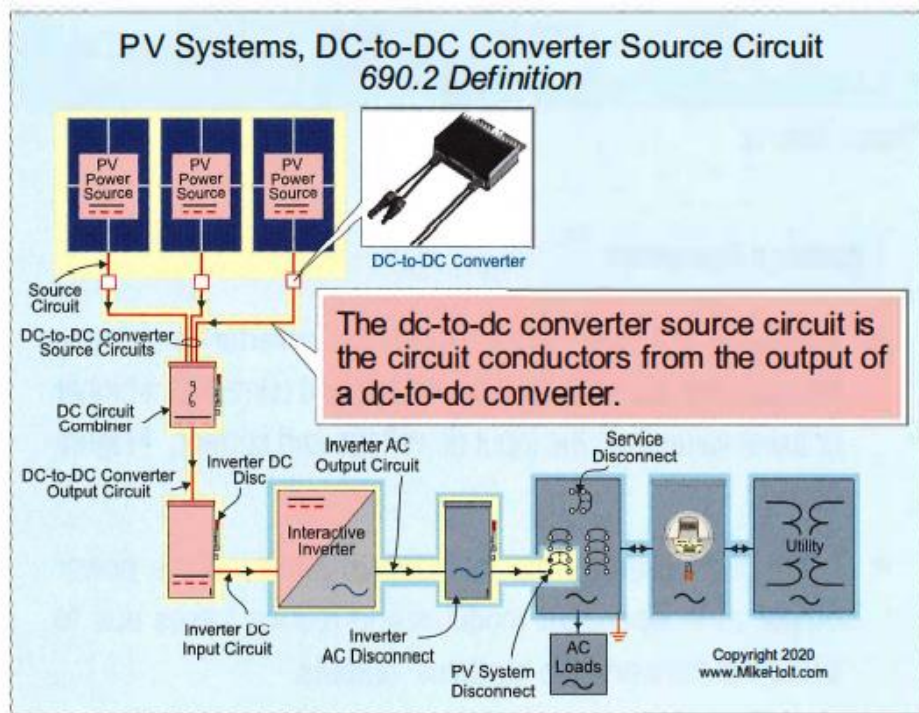
Capacidad de generación (Generating Capacity). La suma de la potencia de salida continua máxima del inversor conectado en paralelo a 40°C en kilowatts.

Celda solar (Solar Cell). Dispositivo fotovoltaico básico que genera electricidad cuando se expone a la luz.



► Figure 690-20

Circuito de Alimentación del convertidor de c.c. a c.c. (DC-to-DC Converter Source Circuit). Circuitos entre los convertidores de c.c. a c.c. y desde los convertidores de c.c. a c.c. al (los) punto(s) de conexión común del sistema de c.c. Circuito de c.c. del sistema fotovoltaico (Photovoltaic System DC Circuit) Cualquier conductor de c.c. alimentado por una fuente de energía fotovoltaica (FV), incluidos los circuitos de alimentación FV, circuitos de salida FV, circuitos de alimentación de convertidor de c.c. a c.c., o circuitos de salida de convertidor de c.c. a c.c.



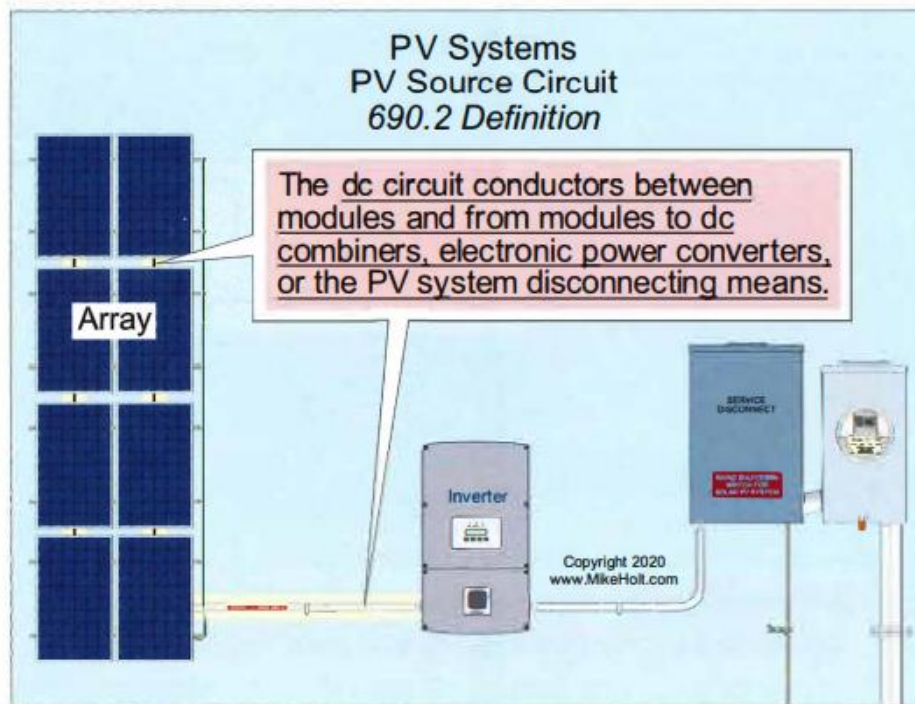
►Figure 690-12

Circuito de entrada del inversor (Inverter Input Circuit). Los conductores conectados a la entrada de c.c. de un inversor.

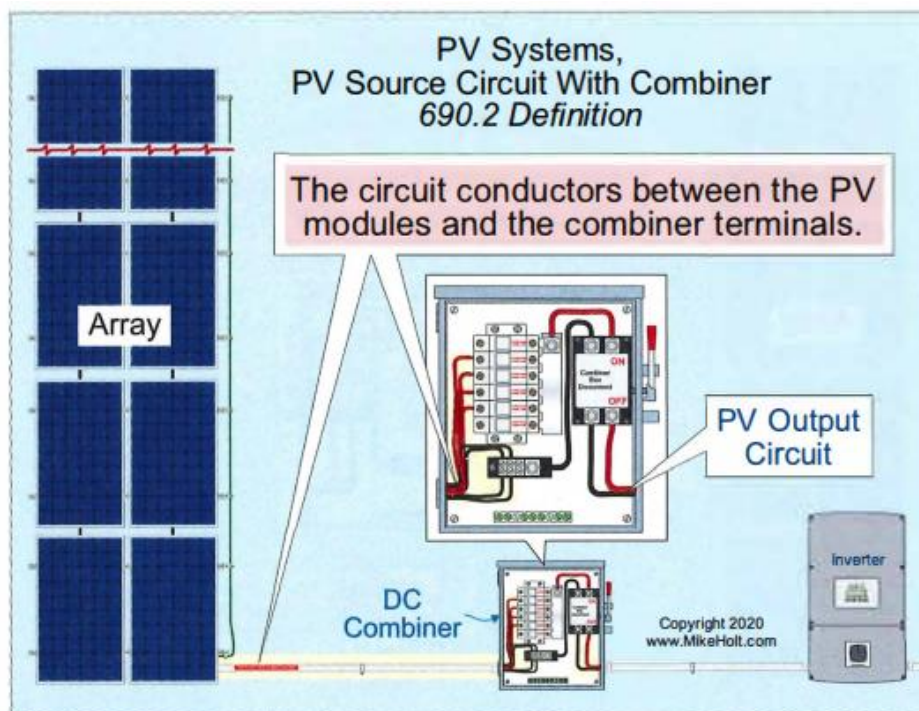
Circuito de salida del inversor (Inverter Output Circuit). Los conductores conectados a la salida de c.a. de un inversor.

Circuito de salida del inversor interactivo (Interactive Inverter Output Circuit). Los conductores entre el inversor interactivo y el equipo de servicio u otra red de producción y distribución de energía eléctrica.

Circuito de una fuente fotovoltaica (Photovoltaic Source Circuit). Circuitos entre los módulos y desde los módulos al punto o puntos de conexión comunes del sistema de corriente continua.

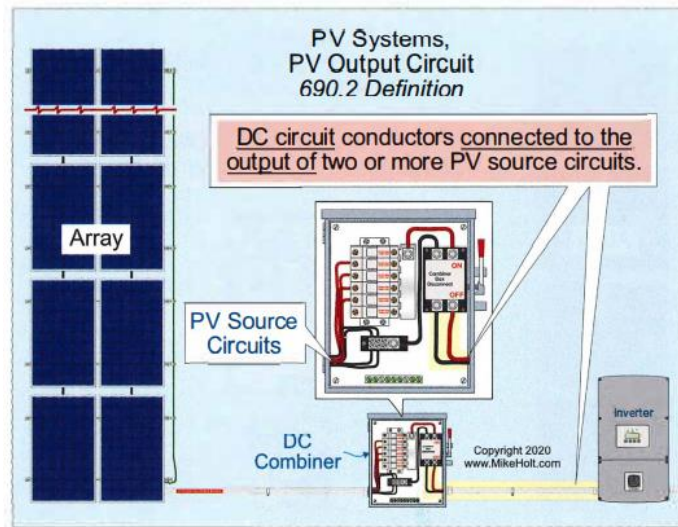


►Figure 690-18



►Figure 690-19

Circuito fotovoltaico de salida (Photovoltaic Output Circuit). Los conductores entre el circuito o circuitos de alimentación fotovoltaica y el inversor o el equipo de utilización de corriente continua.

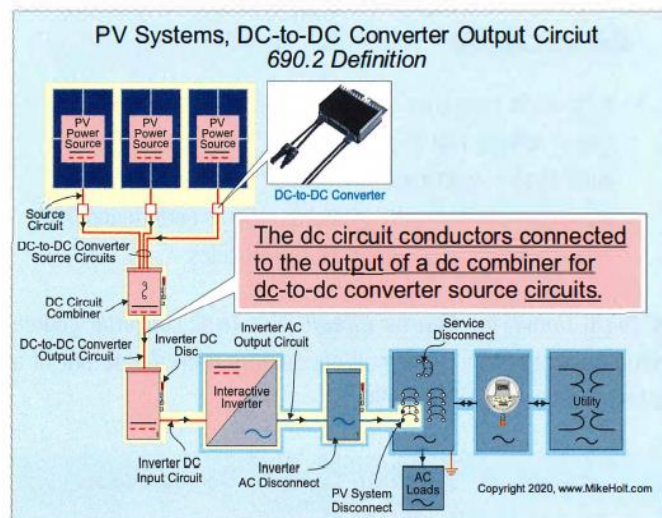


► Figure 690-17

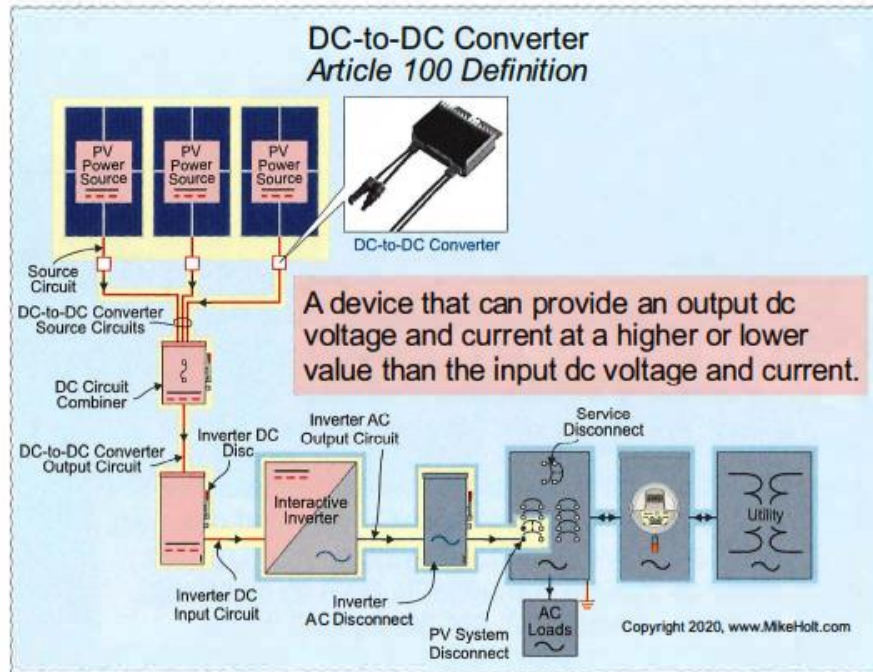
Controlador de carga por desviación (Diversion Charge Controller). Equipo que regula el proceso de carga de una batería desviando la potencia desde el almacenamiento de energía hasta las cargas de corriente alterna o de corriente continua o hasta la alimentación del servicio público interconectado.

Convertidor de c.c. a c.c. (DC-to-DC Converter). Dispositivo instalado en el circuito de la fuente FV o en el circuito FV de salida que puede suministrar una salida de corriente y tensión de c.c. de mayor o menor valor que la corriente y tensión de c.c. de entrada.

Corriente de salida del convertidor de c.c. a c.c. (DC-to-DC Converter Output Circuit). Conductores de circuito entre el/los circuito(s) fuente del convertidor de c.c. a c.c. y el inversor o el equipo de utilización de c.c.

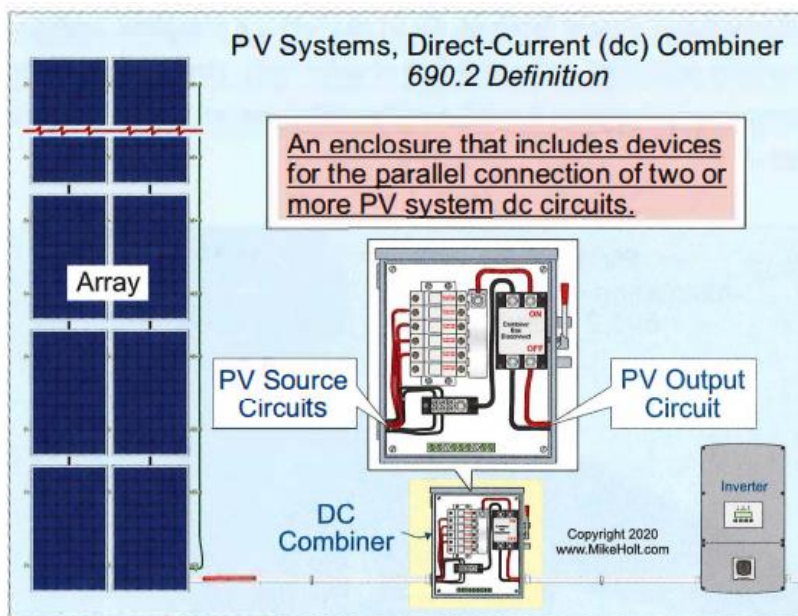


► Figure 690-10



►Figure 690-11

Dispositivo de Combinación de Corriente Continua (c.c.) [Direct Current (dc) Combiner]. Dispositivo utilizado en la fuente fotovoltaica y en los circuitos fotovoltaicos de salida para combinar dos o más entradas de circuitos de corriente continua y proporcionar una salida para el circuito de corriente continua.



►Figure 690-13

Fuente fotovoltaica de alimentación (Photovoltaic Power Source). Arreglo o agregado de arreglos que genera energía de corriente continua a la tensión y corriente del sistema.

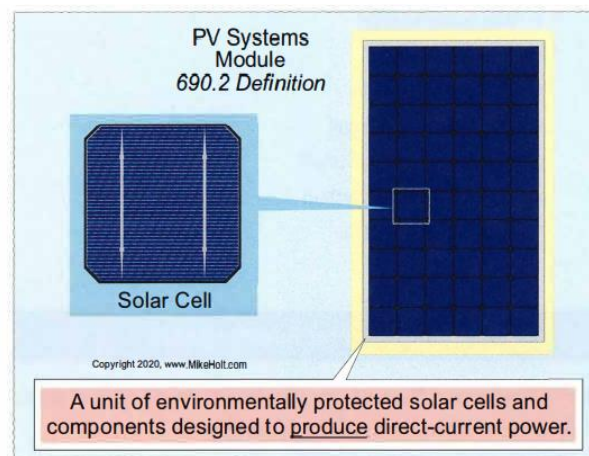
Inversor (Inverter). Equipo que se utiliza para cambiar el nivel de la tensión, la forma de onda o ambas, de la Energía Eléctrica. En general un inversor [también conocido como unidad de acondicionamiento de energía (PCU, Power Conditioning Unit) o sistema de conversión de energía (PCS, Power Conversion System)] es un dispositivo que cambia una entrada de corriente continua en una salida de corriente alterna. Los inversores también pueden funcionar como cargadores de baterías que emplean la corriente alterna de otra fuente y la convierten en corriente continua para cargar las baterías.



EXHIBIT 690.3 A utility-interactive inverter. (Courtesy of SMA Technologies AG)

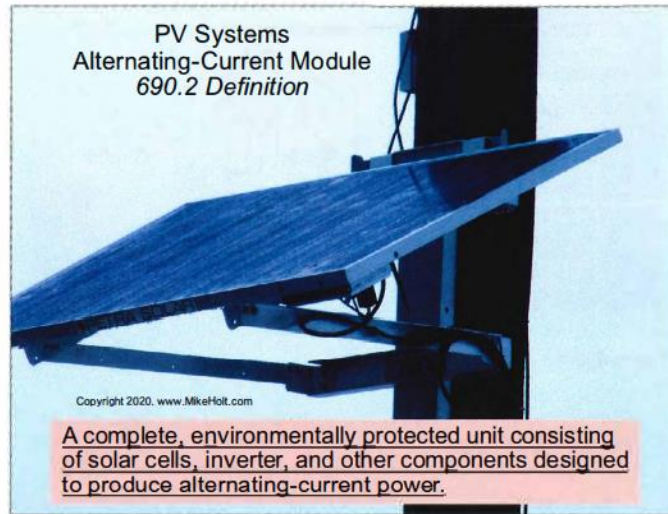
Inversor multimodo (Multimode Inverter). Equipo con las capacidades del inversor interactivo y del inversor autónomo.

Módulo (Module). Unidad completa protegida ambientalmente, que consta de celdas solares, óptica y otros componentes, sin incluir los sistemas de orientación, diseñada para generar energía de corriente continua cuando es expuesta a la luz solar.



►Figure 690-15

Módulo de corriente alterna (módulo fotovoltaico de corriente alterna) [Alternating-Current (ac) Module (Alternating-Current Photovoltaic Module)]. Unidad completa protegida ambientalmente, que consta de celdas solares, óptica, inversor y otros componentes, sin incluir los de sistemas de orientación, diseñada para generar energía de c.a. al exponerse a la luz solar.



►Figure 690-8

Panel (Panel). Grupo de módulos unidos mecánicamente sujetos, cableados y diseñados para proporcionar una unidad instalable en sitio.

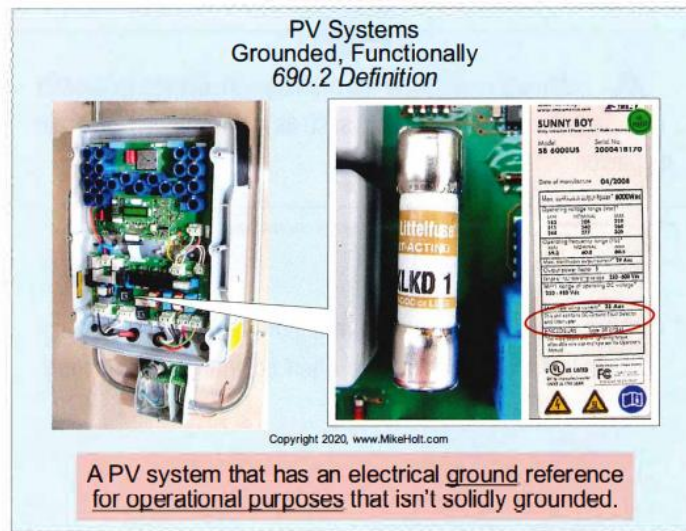
Red de generación y distribución de energía eléctrica (Electrical Production and Distribution Network). Sistema de generación, distribución y utilización de energía, tal como el sistema de una red pública y las cargas conectadas, que es externo y no controlado por el sistema de energía fotovoltaica.

Sistema Autónomo (Stand-Alone System). Sistema solar fotovoltaico que suministra energía eléctrica independientemente de una red de generación y distribución de energía eléctrica.



EXHIBIT 690.4 Stand-alone system components. (Courtesy of Solar Design Associates, LLC)

Sistema FV funcional con puesta a tierra (Functional Grounded PV System). Un sistema fotovoltaico funcional que tiene una referencia eléctrica a tierra y que no está sólidamente puesto a tierra.



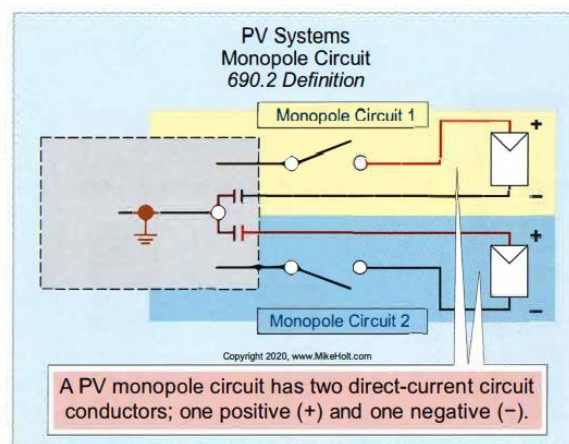
►Figure 690-14

Nota Informativa: Un sistema fotovoltaico funcional con puesta a tierra a menudo está conectado a tierra a través de un fusible, interruptor automático, dispositivo de resistencia, circuito de c.c. puesto a tierra no aislado o un medio electrónico que forma parte de un sistema de protección contra fallas a tierra listado. Los conductores en estos sistemas que normalmente están a potencial de tierra pueden tener tensión a tierra durante condiciones de falla.

Sistema interactivo (Interactive System). Sistema FV que funciona en paralelo con una red de generación y distribución de energía eléctrica a la que puede alimentar.

Subarreglo (Subarray). Un subconjunto de un arreglo FV.

Subarreglo Monopolar (Monopole Subarray). Subarreglo fotovoltaico que tiene dos conductores en el circuito de salida, uno positivo (+) y uno negativo (-). Dos subarreglos fotovoltaicos monopolares son usados para formar un arreglo fotovoltaico bipolar.



►Figure 690-16

690.4 General Requirements

690.4 Requisitos Generales.

(A) **Sistemas fotovoltaicos.** Debe permitirse que un sistema fotovoltaico alimente a un edificio u otra estructura, además de cualquier otro u otros sistemas de suministro de electricidad.

(B) **Equipos.** Los inversores, motogeneradores, módulos fotovoltaicos (FV), paneles FV, módulos de c.a., dispositivos de combinación de c.c., convertidores de c.c. a c.c. y controladores de carga previstos para uso en sistemas FV deben estar listados o etiquetados en campo para la aplicación FV.

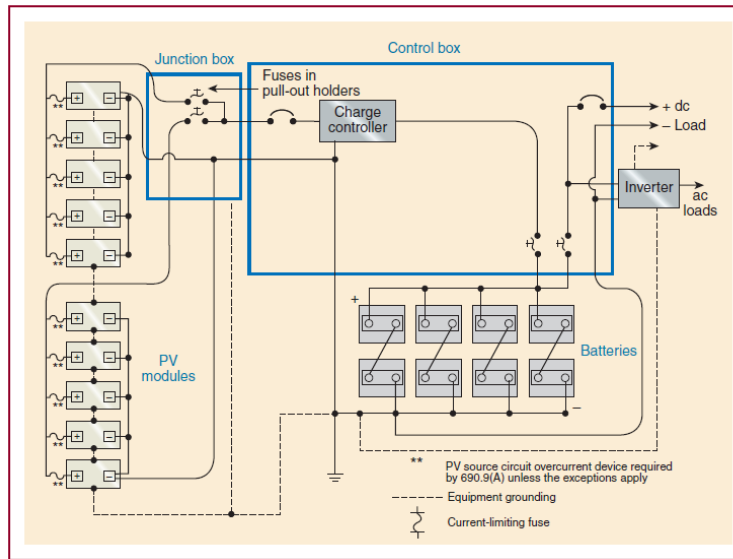


EXHIBIT 690.5 Simplified circuit schematic of a small residential stand-alone system.

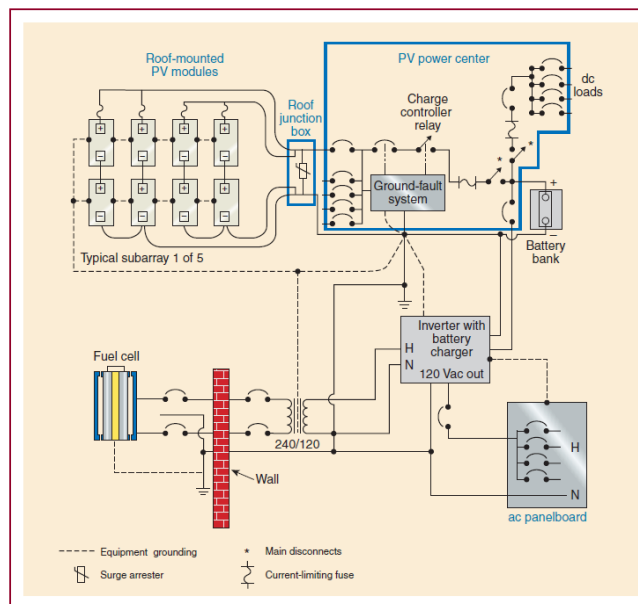


EXHIBIT 690.6 Simplified circuit schematic of a medium-sized residential hybrid system.

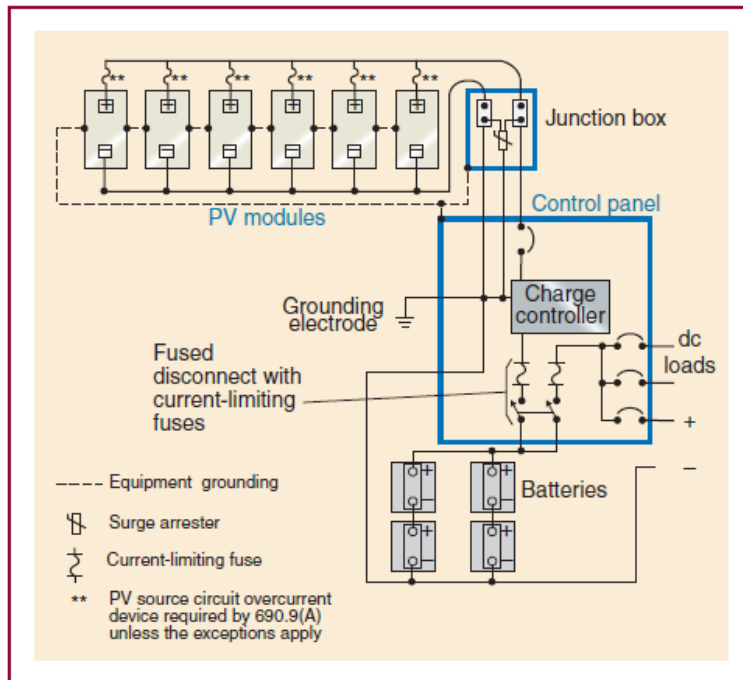


EXHIBIT 690.7 Simplified circuit schematic of a remote-cabin dc-only system.

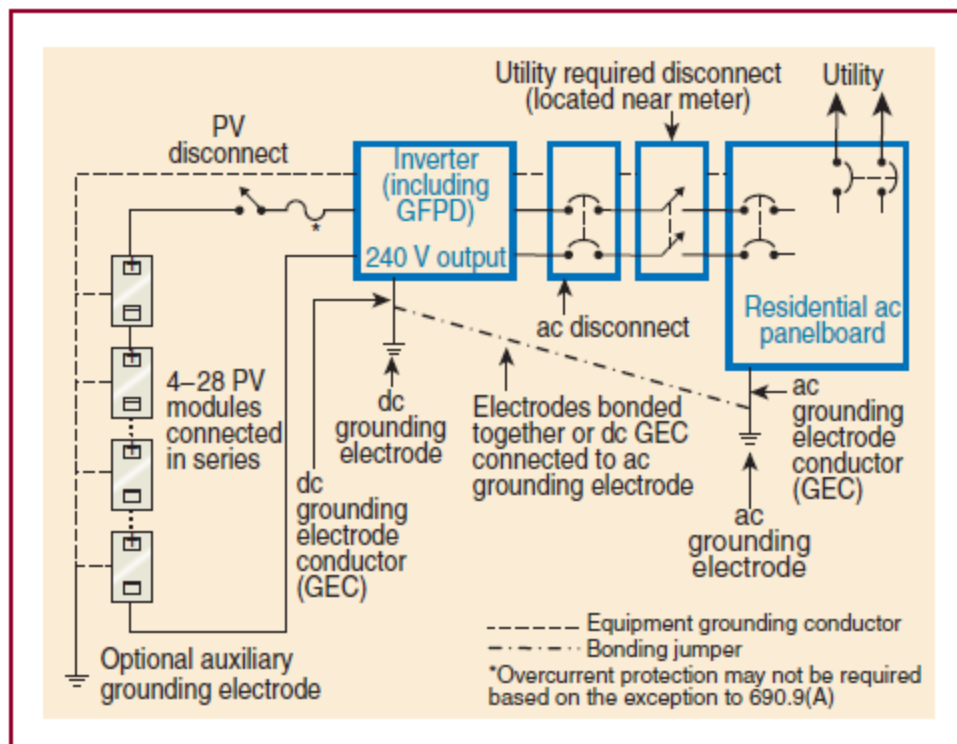
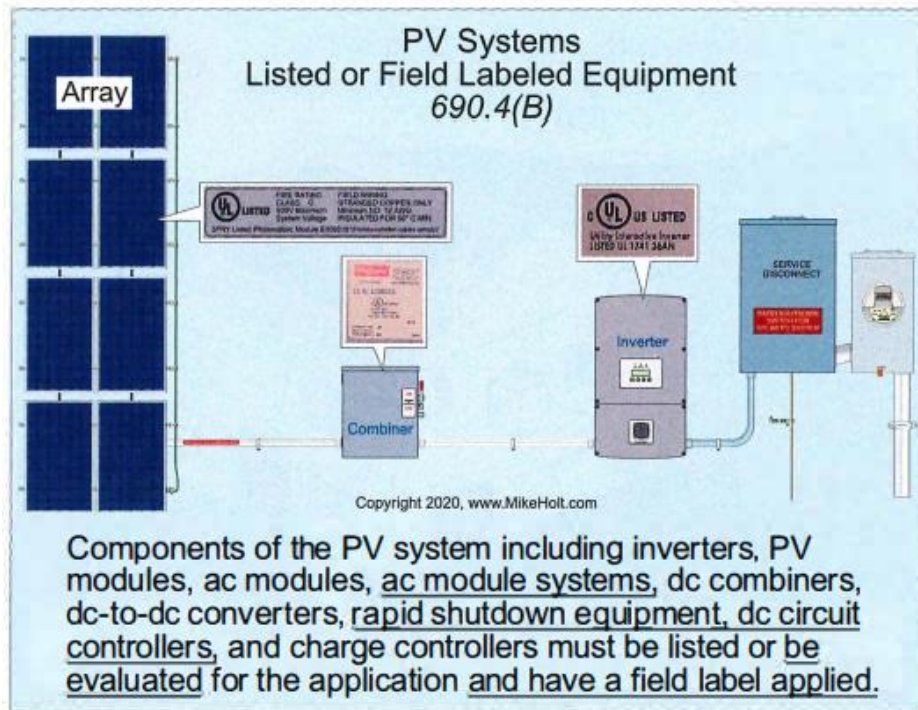
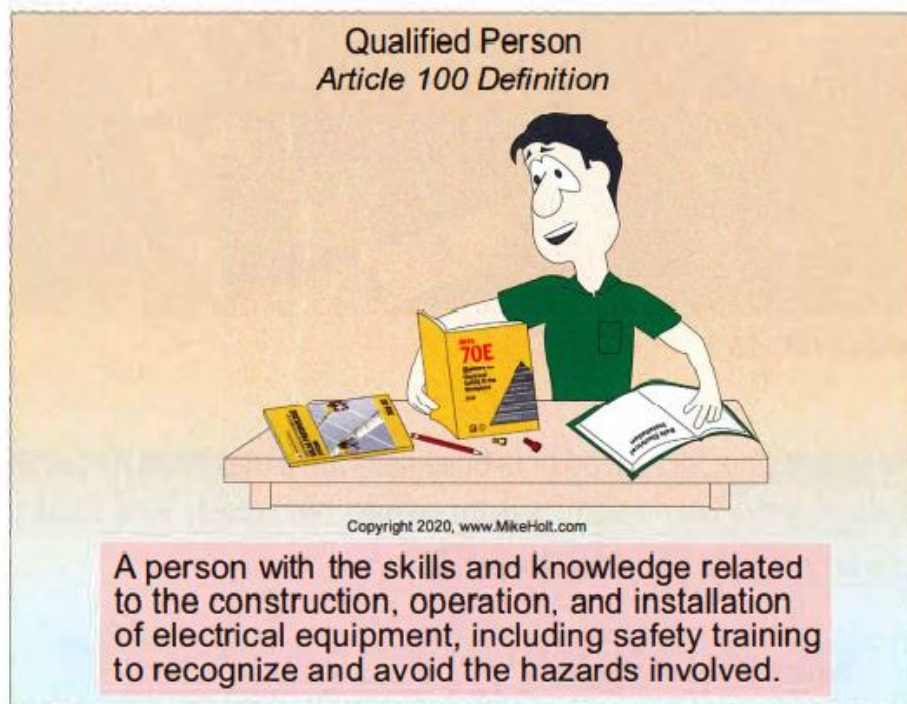


EXHIBIT 690.8 Simplified circuit schematic of a rooftop grid-connected system.



► Figure 690-21

690.4(C) *Personal Calificado.* La instalación de los equipos y de todo el cableado y las interconexiones relacionados debe ser llevada a cabo sólo por personas calificadas.



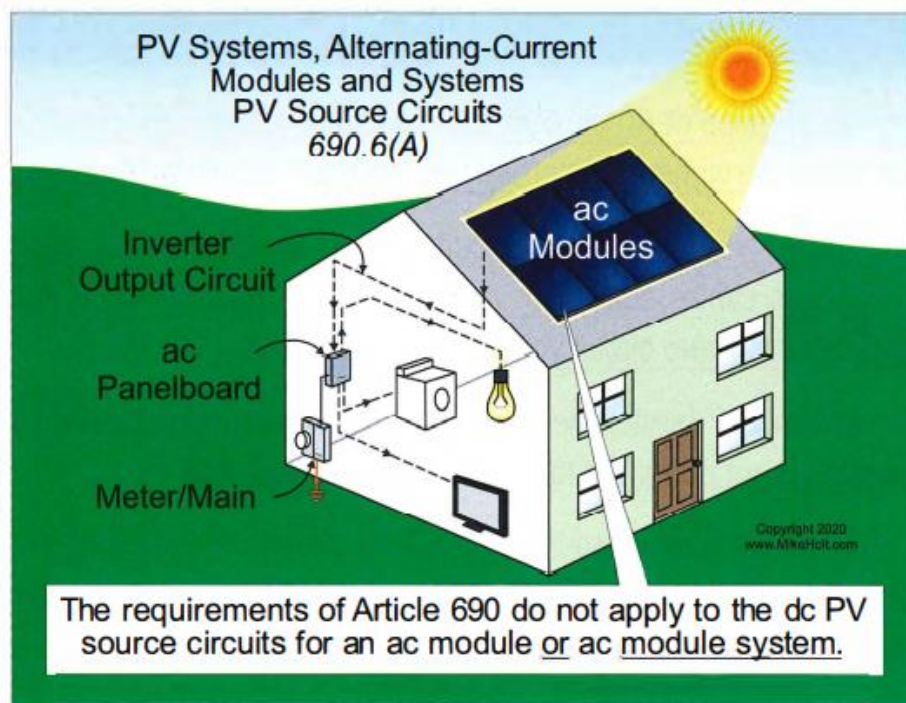
► Figure 690-22

690.6 Alternating-Current Modules and Systems

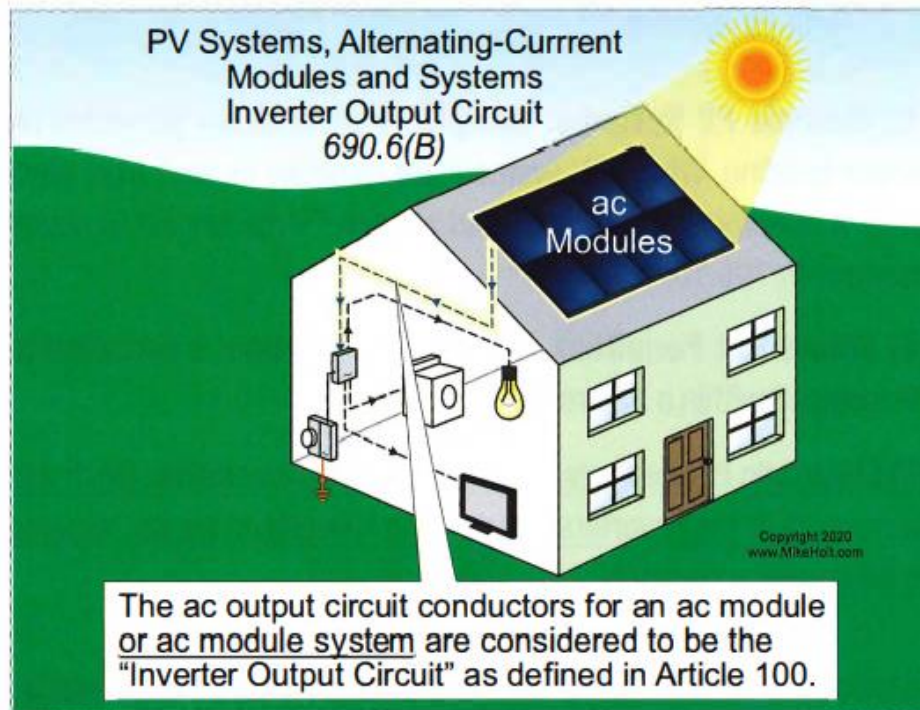
690.6 Módulos de corriente alterna (c.a.).

(A) Circuitos de una fuente fotovoltaica. Para los módulos de c.a., no se deben aplicar los requisitos del Artículo 690 relacionados con los circuitos de una fuente fotovoltaica. El circuito de una fuente fotovoltaica, los conductores e inversores deben considerarse como cableado interno de un módulo de c.a.

(B) Circuito de salida del inversor. La salida de un módulo de c.a. debe considerarse como circuito de salida del inversor.



► Figure 690-23

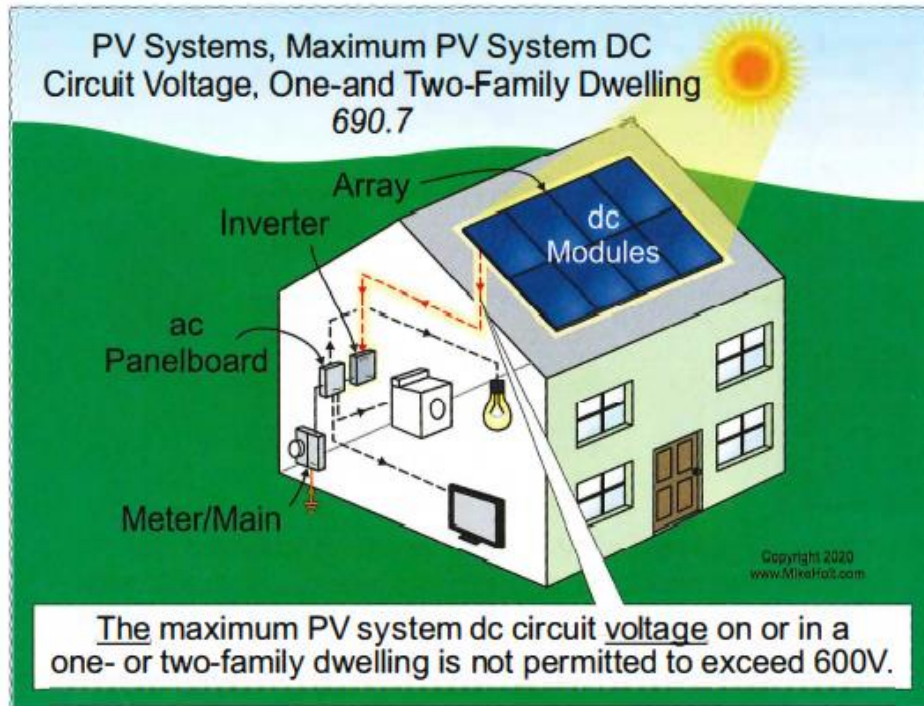


► Figure 690-24

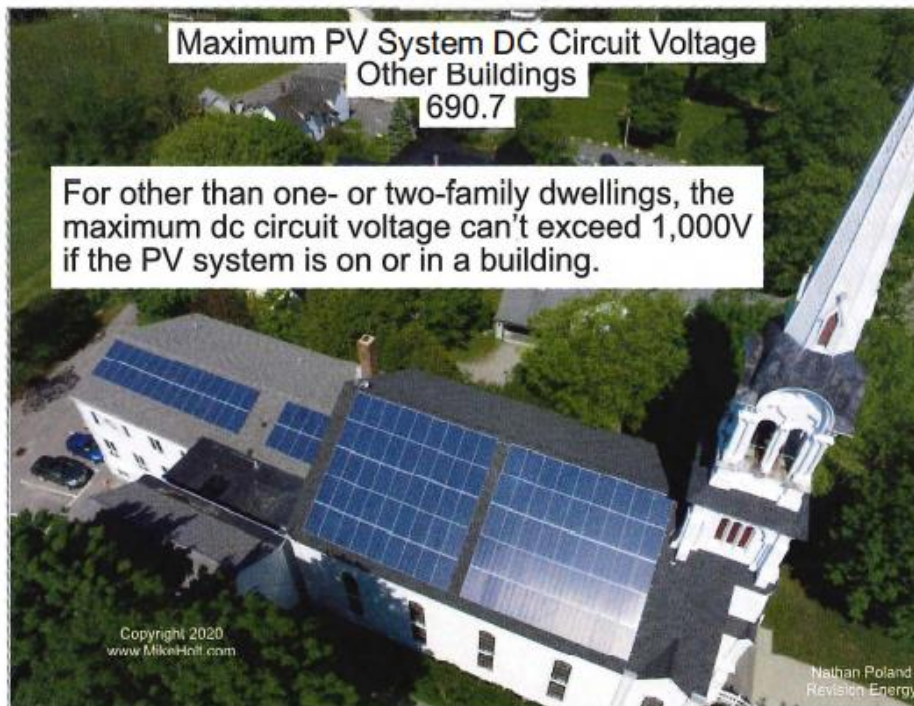
Part II. Circuit Requirements

690.7 Maximum PV System Direct-Current Circuit Voltage

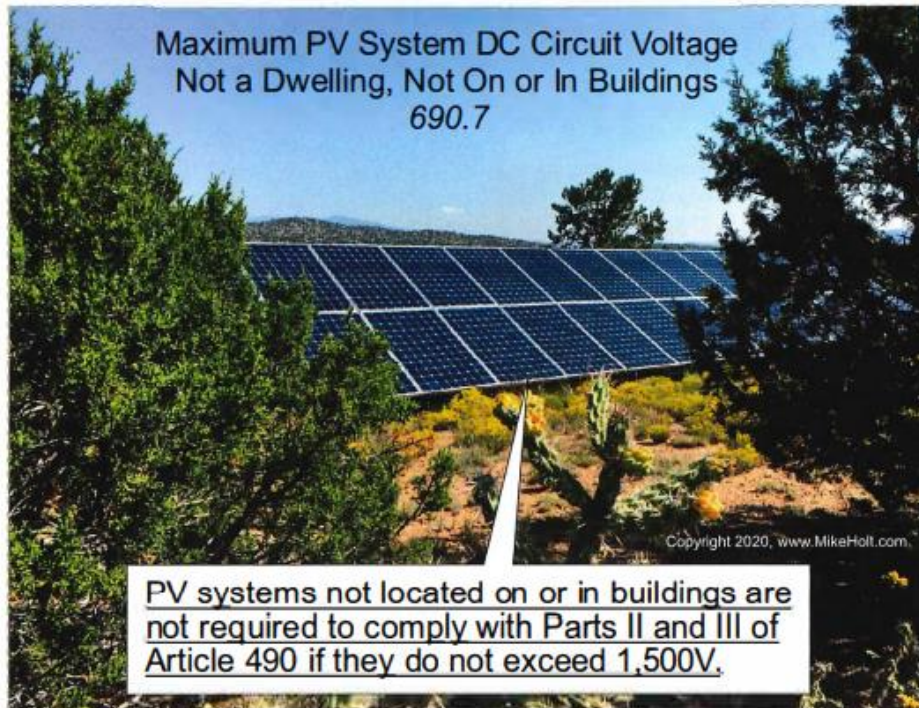
690.7 **Tensión Máxima.** La tensión máxima de los circuitos de c.c. del sistema "FV" debe ser la tensión más alta entre dos conductores cualesquiera del circuito o cualquier conductor y tierra. Debe permitirse que los circuitos de c.c. del sistema "FV" en viviendas unifamiliares y bifamiliares o dentro de ellas tengan una tensión máxima de 600 volts o menos. Los circuitos de c.c. del sistema "FV" en o dentro de otros tipos de edificios se debe permitir que tengan una tensión máxima de 1000 volts o menos. Donde no se encuentre en edificios o dentro de ellos, el equipo "FV" de c.c. listado, con un valor nominal de tensión máxima de 1500 volts o menor, no debe requerirse que cumpla con las Partes II y III del Artículo 490.



► Figure 690-25



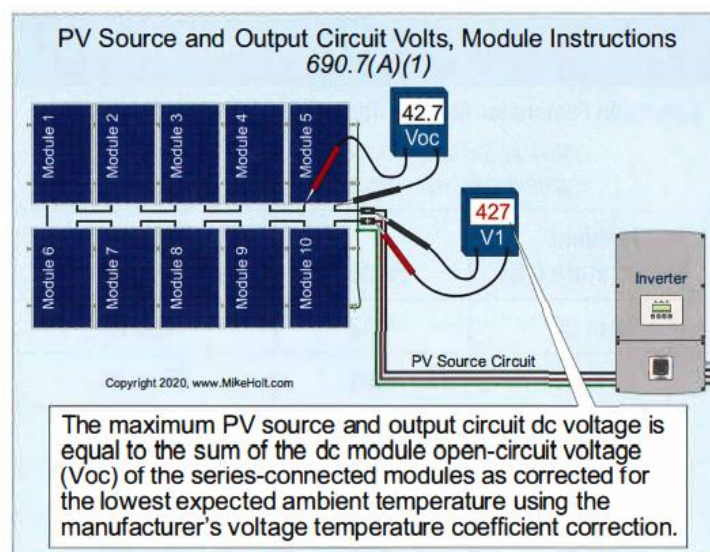
► Figure 690-26



►Figure 690-27

690.7(A) *Circuito de una fuente y de salida fotovoltaico.* En los circuitos de una fuente fotovoltaica de c.c. o los circuitos fotovoltaicos de salida, la tensión máxima del sistema FV para ese circuito se debe calcular de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

690.7(A)(1) *Instrucciones para el listado o etiquetado del módulo.* La suma de la tensión de circuito abierto nominal del módulo FV, de los módulos FV conectados en serie corregida para la temperatura ambiente más baja esperada utilizando los coeficientes de temperatura de tensión de circuito abierto de acuerdo con las instrucciones incluidas en el listado o etiquetado del módulo.



►Figure 690-28

PV Source and Output Circuit Volts, Module Instructions 690.7(A)(1)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS	
Maximum Power (Pmax)*	250W
Tolerance of Pmax	+5%/-0%
PTC Rating	223.60W
Type of Cell	Polycrystalline silicon
Cell Configuration	60 in series
Open Circuit Voltage (Voc)	38.30V
Maximum Power Voltage (Vpm)	29.80V
Short Circuit Current (Isc)	8.90A
Maximum Power Current (Ipm)	8.40A
Module Efficiency (%)	15.30%
Maximum System (dc) Voltage	600V (UL)/1000V (IEC)
Series Fuse Rating	15A
NOCT	47.50°C
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.485%/°C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.36%/°C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053%/°C

*Illumination of 1 kW/m² (1 sun) at spectral distribution of AM 1.5 (ASTM E892 global spectral irradiance) at a cell temperature of 25°C.

Copyright 2020 www.MikeHolt.com

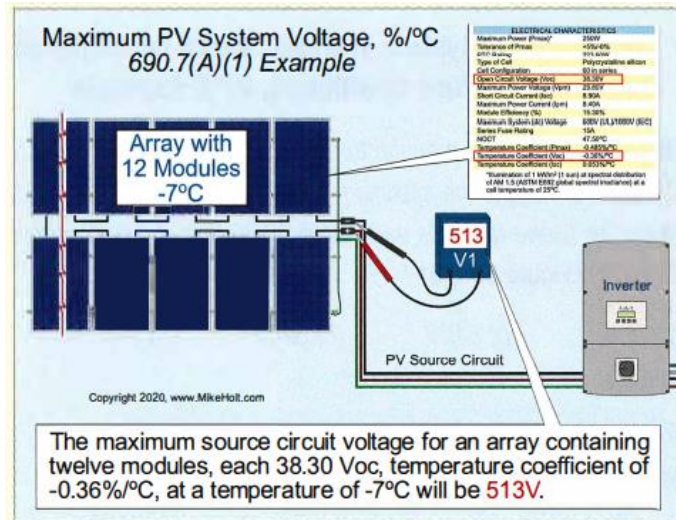
Open-circuit voltage temperature coefficients supplied by the manufacturer must be used to calculate the maximum PV system voltage.

► Figure 690-29

► Maximum PV System Voltage, Based on Manufacturer Temperature Coefficient, %/°C Example

Question: Using the manufacturer's temperature coefficient of $-0.36\%/^{\circ}\text{C}$, what is the maximum PV system source and output circuit dc voltage for twelve modules each rated 38.30 Voc at a temperature of -7°C ? ► Figure 690-30

- (a) 493V (b) 513V (c) 529V (d) 541V



►Figure 690-30

Solution:

Four things are needed to calculate the maximum PV system circuit voltage:

1. The module Voc (open-circuit voltage) found on the manufacturer's label or datasheet.
2. The module temperature coefficient of the Voc which is found on the manufacturer's label or datasheet.
3. The lowest expected ambient temperature. See the Solar America Board for Codes and Standards website (www.solarabcs.org).
4. The number of modules that are connected in series with each other.

$$\text{PV Voc} = \text{Rated Voc} \times \{1 + [(\text{Temp. } ^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) \times \text{Module Coefficient \%}/^\circ\text{C}]\} \times \# \text{ Modules}$$

$$\text{Voc of Module} = 38.30 \text{ Voc}$$

$$\text{Temperature Coefficient of Voc of Module} = -0.36\%/^\circ\text{C}$$

$$\text{Lowest Temperature Expected} = -7^\circ\text{C}$$

$$\text{Number of Series-Connected Modules} = 12$$

$$\text{PV Circuit Voltage} = 38.30 \text{ Voc} \times \{1 + [(-7^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) \times -0.36\%/^\circ\text{C}]\} \times 12 \text{ modules}$$

$$\text{PV Circuit Voltage} = 38.30 \text{ Voc} \times [(1 + (-32^\circ\text{C} \times -0.36\%/^\circ\text{C})) \times 12 \text{ modules}]$$

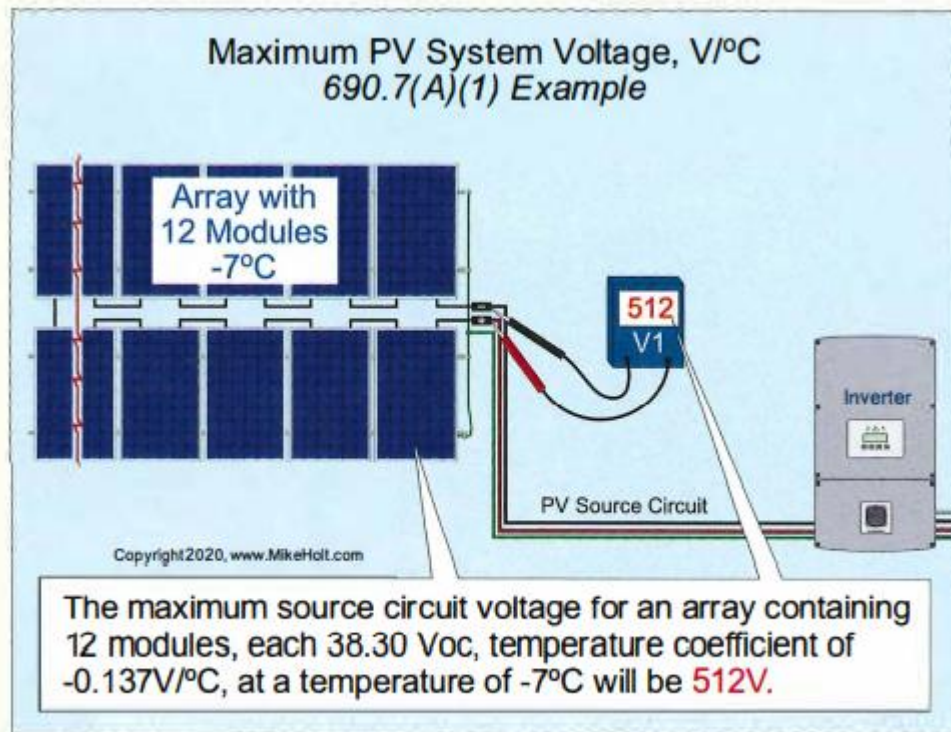
$$\text{PV Circuit Voltage} = 38.30 \text{ Voc} \times (1 + 11.52\%) \times 12 \text{ modules}$$

$$\text{PV Circuit Voltage} = 38.30 \text{ Voc} \times 111.52\% \times 12 \text{ modules}$$

$$\text{PV Circuit Voltage} = 42.71\text{V} \times 12 \text{ modules}$$

$$\text{PV Circuit Voltage} = 513\text{V}$$

Answer: (b) 513V



► Figure 690-31

► **Maximum PV System Voltage, Based on Manufacturer Temperature Coefficient, V/°C Example**

Question: Using the manufacturer's temperature coefficient of -0.137V/°C, what is the maximum PV source and output circuit dc voltage for twelve modules each rated 38.30 Voc at a temperature of -7°C? ► Figure 690-31

- (a) 493V (b) 512V (c) 524V (d) 541V

Solution:

$$PV\ Voc\ (V/^{\circ}C) = Rated\ Voc + [(Temp.^{\circ}C - 25^{\circ}C) \times Module\ Coefficient\ V/^{\circ}C] \times \# \ Modules$$

$$PV\ Circuit\ Voltage = [38.30V + [(-7^{\circ}C - 25^{\circ}C) \times -0.137V/^{\circ}C]] \times 12\ modules$$

$$PV\ Circuit\ Voltage = [38.30V + (-32^{\circ}C \times -0.137V/^{\circ}C)] \times 12\ modules$$

$$PV\ Circuit\ Voltage = (38.30V + 4.384V) \times 12\ modules$$

$$PV\ Circuit\ Voltage = 42.684V \times 12\ modules$$

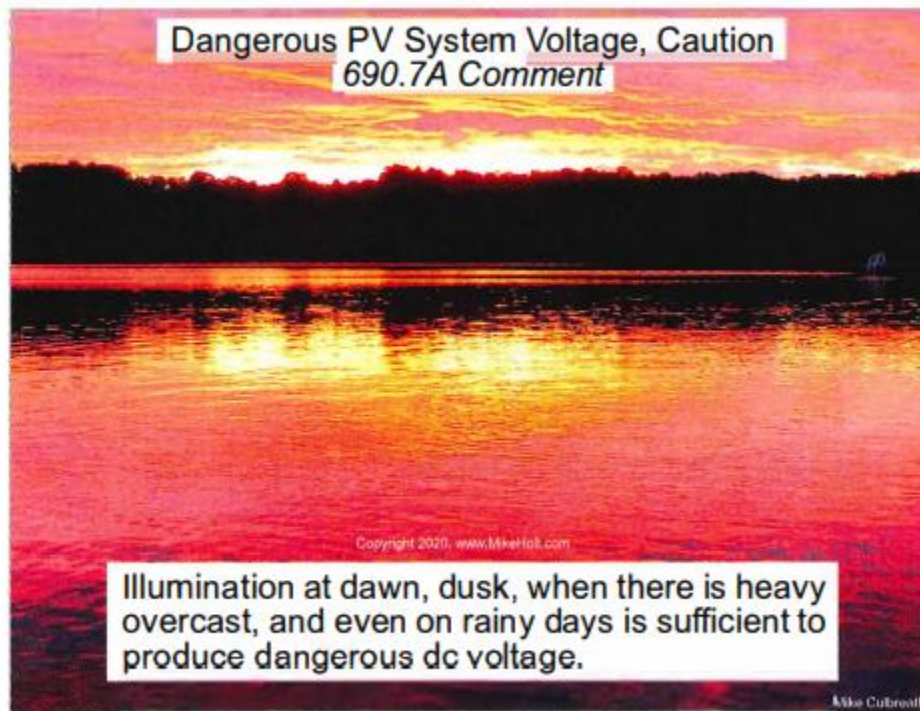
$$PV\ Circuit\ Voltage = 512V$$

Answer: (b) 512V

Table 690.7(A) Voltage Correction Factors for Crystalline and Multicrystalline Silicon Modules

Correction Factors for Ambient Temperatures Below 25°C (77°F).
(Multiply the rated open-circuit voltage by the appropriate correction factor shown below.)

Ambient Temperature (°C)	Factor	Ambient Temperature (°F)
24 to 20	1.02	76 to 68
19 to 15	1.04	67 to 59
14 to 10	1.06	58 to 50
9 to 5	1.08	49 to 41
4 to 0	1.10	40 to 32
-1 to -5	1.12	31 to 23
-6 to -10	1.14	22 to 14
-11 to -15	1.16	13 to 5
-16 to -20	1.18	4 to -4
-21 to -25	1.20	-5 to -13
-26 to -30	1.21	-14 to -22
-31 to -35	1.23	-23 to -31
-36 to -40	1.25	-32 to -40

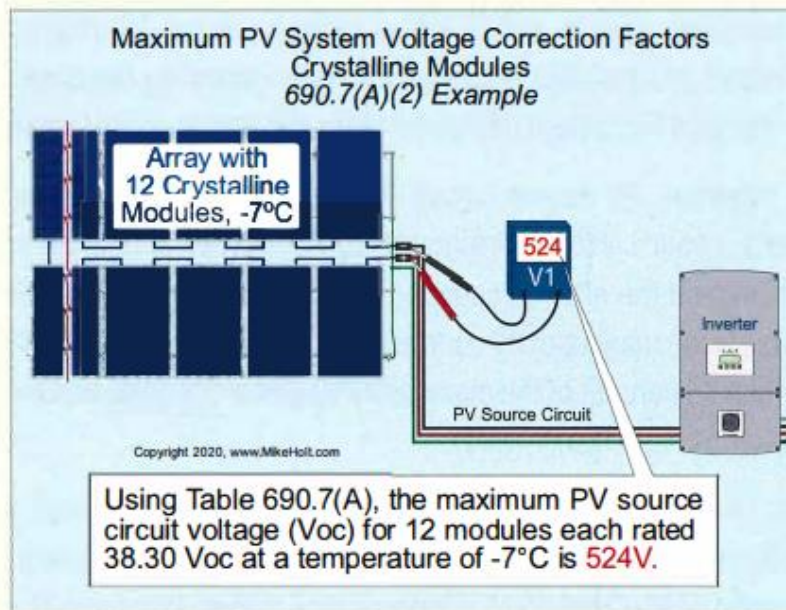


► Figure 690-32

► **Maximum PV System Voltage, Based on Table 690.7(A)
Temperature Correction [690.7(A)(2)] Example**

Question: Using Table 690.7(A), what is the maximum PV system source and output circuit dc voltage for twelve crystalline modules each rated 38.30 Voc at a temperature of -7°C? ► **Figure 690-33**

- (a) 493V (b) 513V (c) 524V (d) 541V



► **Figure 690-33**

Solution:

$$PV\ Voc = Module\ Voc \times$$

$$Table\ 690.7\ Correction\ Factor \times \# \ Modules$$

$$PV\ Circuit\ Voltage = 38.30\ Voc \times 1.14 \times 12\ modules$$

$$PV\ Circuit\ Voltage = 524V$$

Answer: (c) 524V

690.8 Circuit Current and Conductor Sizing

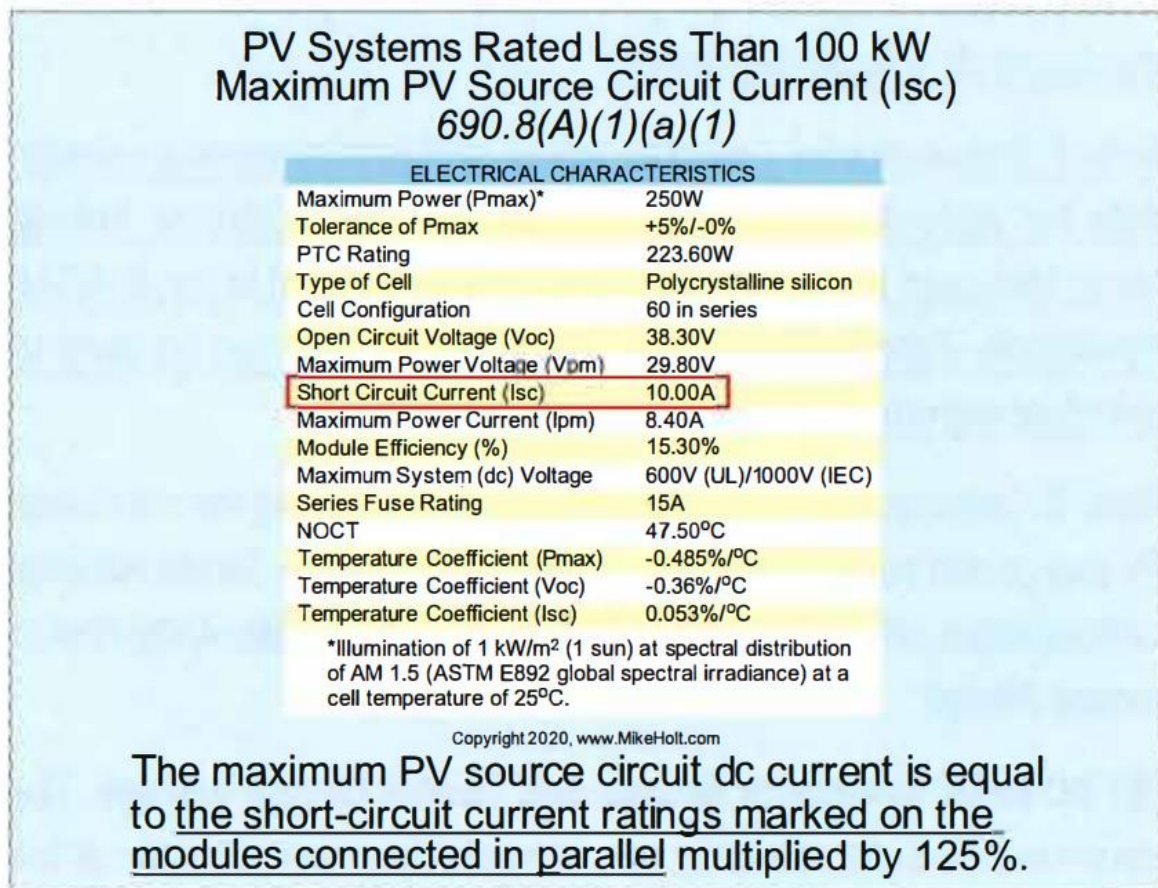
690.8 Dimensionamiento y Corriente de los Circuitos.

(A) **Cálculo de la Corriente Máxima del Circuito.** La corriente máxima para un circuito específico se debe calcular de acuerdo con 690.8(A)(1) hasta (A)(6).

Nota Informativa: Cuando se aplican los requisitos de 690.8(A) (1) y (B)(1), el factor de multiplicación resultante es del 156 por ciento. **(Se analizan algunas Figuras Importantes que aparecen en el Código 2020, pero que por su importancia, merece que hagamos su estudio & Análisis).**

(1) Corrientes del circuito de la fuente fotovoltaica. La corriente máxima debe calcularse utilizando uno de los siguientes métodos:

(1) La suma de la corriente nominal de cortocircuito de los módulos en paralelo multiplicado por el 125 por ciento.

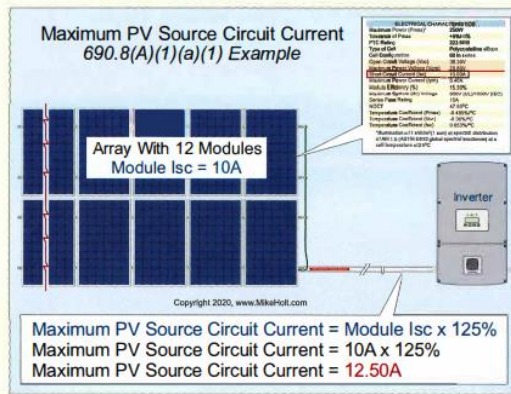


► Figure 690-34

► Maximum PV Source Circuit Current Example

Question: What is the maximum PV source circuit dc current for 12 series-connected modules having a nameplate short-circuit current (I_{sc}) of 10A? ►Figure 690-35

(a) 12.50A (b) 15A (c) 20A (d) 25A



►Figure 690-35

Solution:

Source Circuit Current = Module I_{sc} × 125%

Source Circuit Current = 10A × 125%

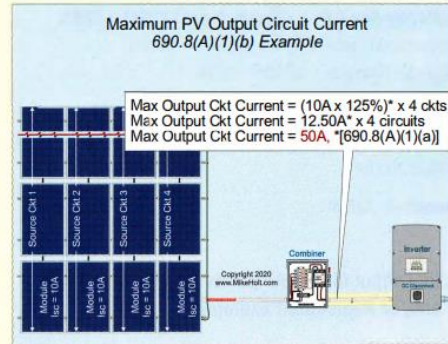
Source Circuit Current = 12.50A

Answer: (a) 12.50A

► Maximum PV Output Circuit Current Example

Question: What is the maximum PV output circuit dc current for four source circuits where each source circuit contains 12 dc modules, each having a nameplate I_{sc} of 10A? ►Figure 690-36

(a) 25A (b) 35A (c) 40A (d) 50A



►Figure 690-36

Solution:

PV Output Circuit Current = (Module I_{sc} × 125%) × Number of Source Circuits

PV Output Circuit Current = (10A × 125%) × 4 circuits

PV Output Circuit Current = 12.50A × 4 circuits

PV Output Circuit Current = 50A

*[690.8(A)(1)(a)]

Answer: (d) 50A

MH-2020

(2) Para los sistemas FV con una capacidad de generación de 100 kW o mayores, se permitirá un diseño de sistema FV documentado y estampado, utilizando un método normalizado de la industria y provisto por un ingeniero eléctrico profesional con licencia. El valor de corriente máximo calculado se basará en el promedio de corriente de 3 horas más alto resultante de la irradiancia local simulada del arreglo FV teniendo en cuenta la elevación y la orientación. El valor corriente utilizados por este método no debe ser inferior al 70 por ciento del valor calculado según 690.8(A)(1)(1).

Nota Informativa: Un método normalizado de la industria para calcular la corriente máxima de un sistema FV está disponible a través de Sandia National Laboratories, referencia SAND 2004-3535, Modelo de Rendimiento de Arreglo Fotovoltaico. Este modelo es utilizado por el programa de simulación Modelo de Asesor de Sistema provisto por el National Renewable Energy Laboratory.

(2) Corrientes del circuito fotovoltaico de salida. La corriente máxima debe ser la suma de las corrientes máximas de los circuitos de las fuentes en paralelo, como se calcula en 690.8(A)(1).

(3) Corriente del circuito de salida del inversor. La corriente máxima debe ser la corriente nominal permanente de salida del inversor.

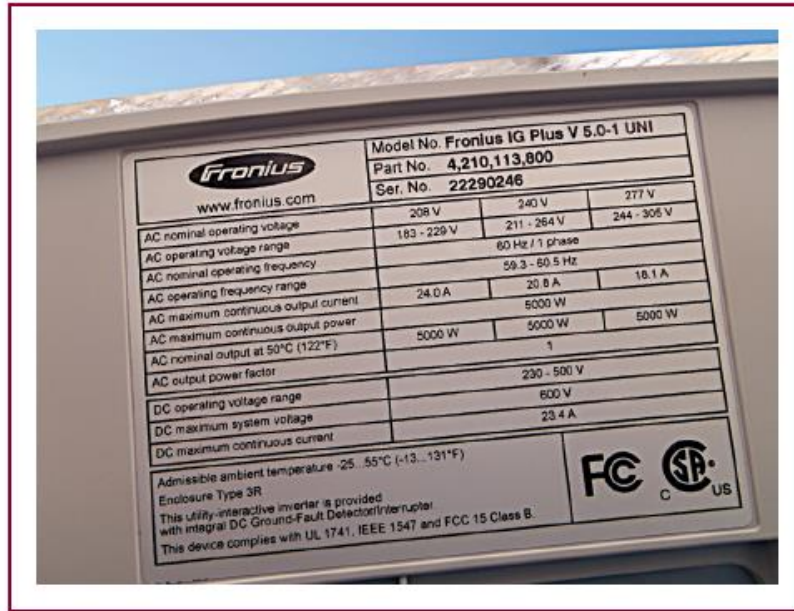
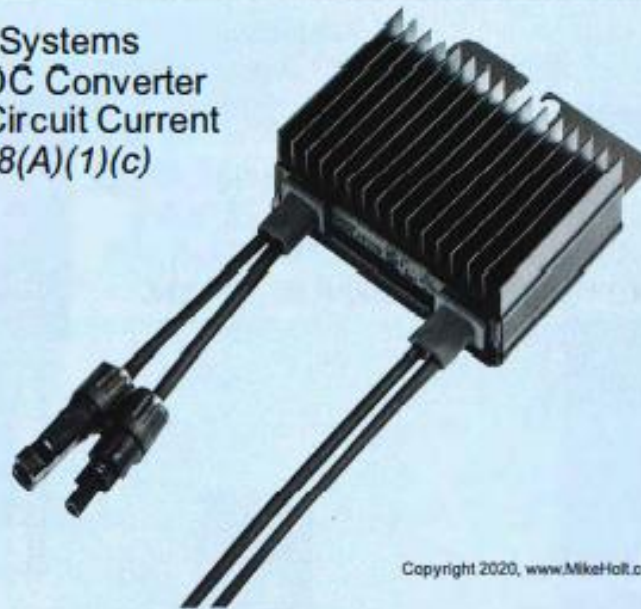


EXHIBIT 690.9 The label of a utility-interactive inverter.

- (4) Corriente del circuito de entrada de un inversor autónomo. La corriente máxima debe ser la corriente nominal de entrada permanente del inversor autónomo, cuando el inversor esté produciendo su potencia nominal a la más baja tensión de entrada.
- (5) Corriente del circuito de la fuente del convertidor de c.c. a c.c. La corriente máxima debe ser la corriente nominal de salida continua del convertidor de c.c. a c.c.
- (6) Corriente de circuito de salida del convertidor de c.c. a c.c. La corriente máxima debe ser la suma de las corrientes máximas de los circuitos de las fuentes en paralelo, como se calcula en 690.8(A)(5).

Veamos algunas figuras interesantes del MH-2020.

PV Systems
DC-to-DC Converter
Source Circuit Current
690.8(A)(1)(c)



Copyright 2020, www.MikeHolt.com

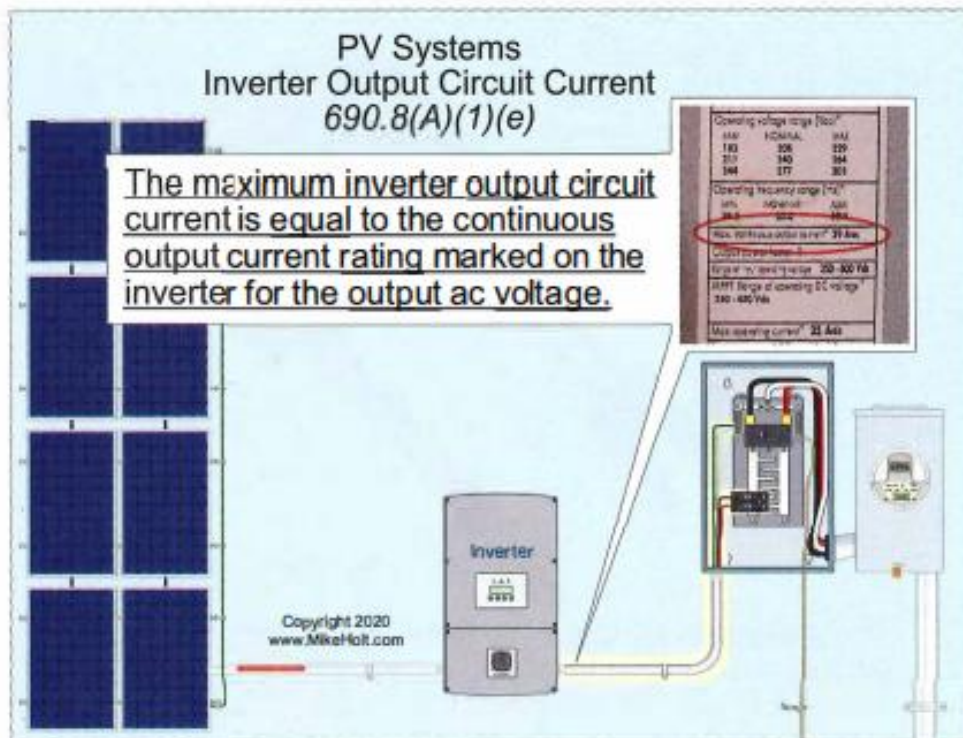
The maximum dc-to-dc converter source circuit dc current is equal to the dc-to-dc converter's continuous output current rating marked on the converter.

► Figure 690-37

PV Systems
Inverter Output Circuit Current
690.8(A)(1)(e)

The maximum inverter output circuit current is equal to the continuous output current rating marked on the inverter for the output ac voltage.

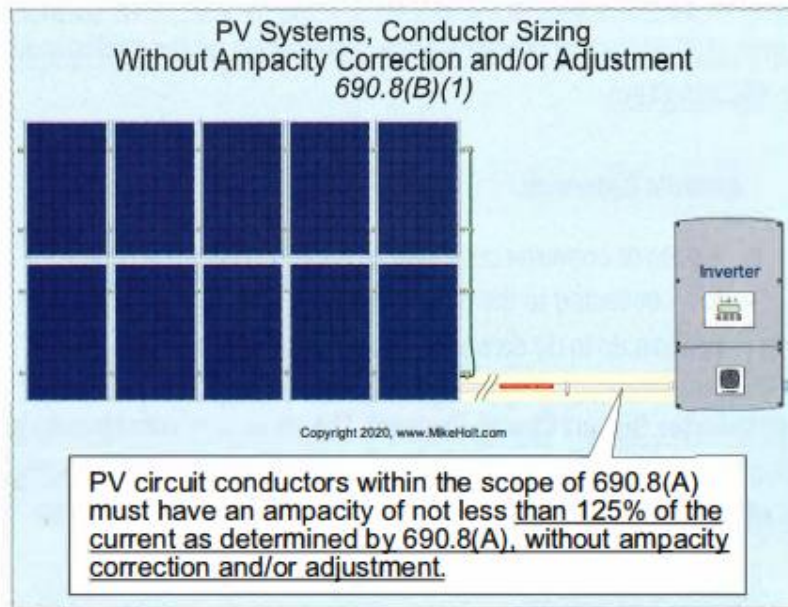
Operating voltage range (VAC)			
110	120VAC	140	150
180	208	220	
210	240	264	
344	377	380	
Operating frequency range (Hz)			
400	50/60	400	
344	50/60	380	
Max. continuous output current 31.5A			
Output voltage range 200-240V			
Output frequency range 50-60 Hz			
Input range of operating DC voltage 150-600Vdc			
Max. operating current 31.5A			



► Figure 690-38

690.8(B) **Ampacidad de los Conductores.** Debe considerarse que las corrientes del sistema fotovoltaico sean continuas. Los conductores del circuito se deben dimensionar para portar un valor no menor que el mayor valor establecido en 690.8(B)(1) o (2); o donde esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente electrónico ajustable listado de acuerdo con 690.9(B)(3), no menos que la corriente establecida en 690.8(B)(3).

(1) Antes de la aplicación de los factores de ajuste y corrección Ciento veinticinco por ciento de las corrientes máximas calculadas según 690.8(A) antes de aplicar el ajuste y los factores de corrección.



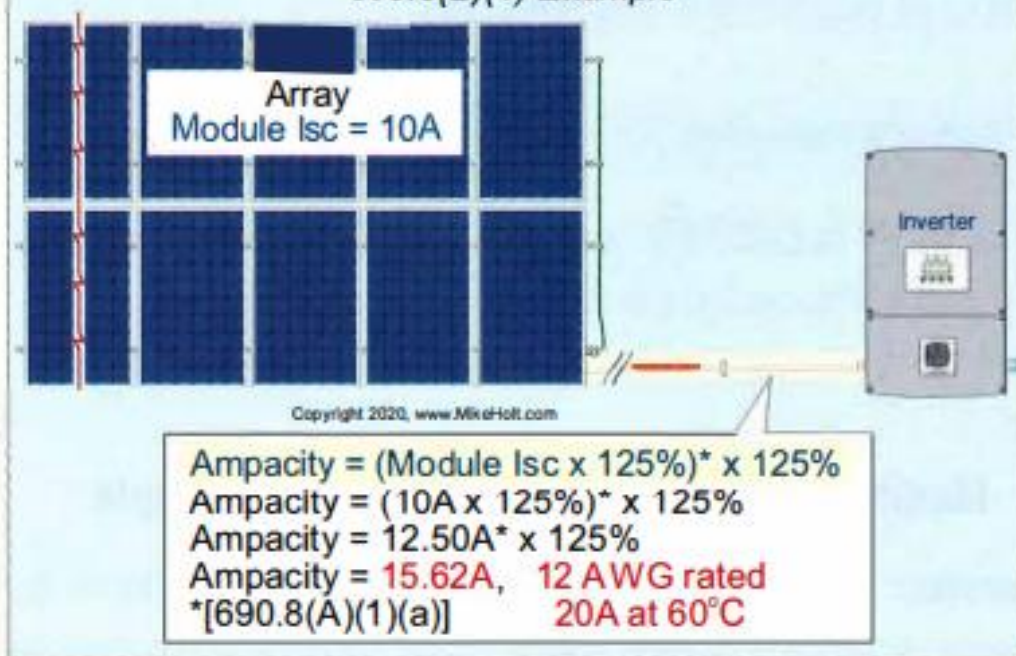
► Figure 690-39

► PV Source Circuit Without Ampacity Correction and/or Adjustment Example

Question: What is the minimum dc source circuit conductor ampacity, without the application of conductor correction or adjustment, for source circuit conductors having a short-circuit current rating of 10A? ► Figure 690-40

- (a) 12.50A (b) 15.62A (c) 20.41A (d) 25.56A

PV Systems, PV Source Circuit Sizing
Without Ampacity Correction and/or Adjustment
690.8(B)(1) Example



► Figure 690-40

Solution:

$$\text{Conductor Ampacity} = (\text{Module Isc} \times 125\%)* \times 125\%$$

$$\text{Conductor Ampacity} = (10\text{A} \times 125\%)* \times 125\%$$

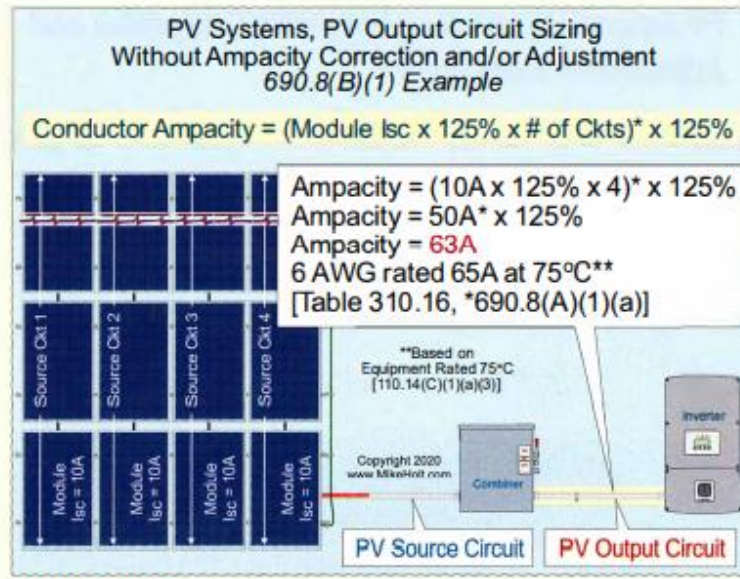
$$\text{Conductor Ampacity} = 12.50\text{A} \times 125\%$$

$$\text{Conductor Ampacity} = 15.62\text{A}$$

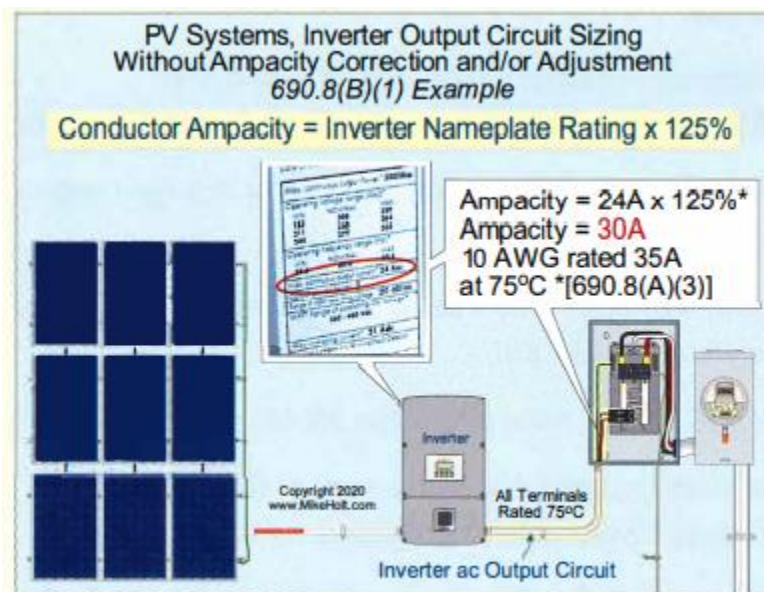
Use 12 AWG rated 20A at 60°C [110.14(C)(1)(a) and Table 310.16].

*[690.8(A)(1)(a)]

Answer: (b) 15.62A

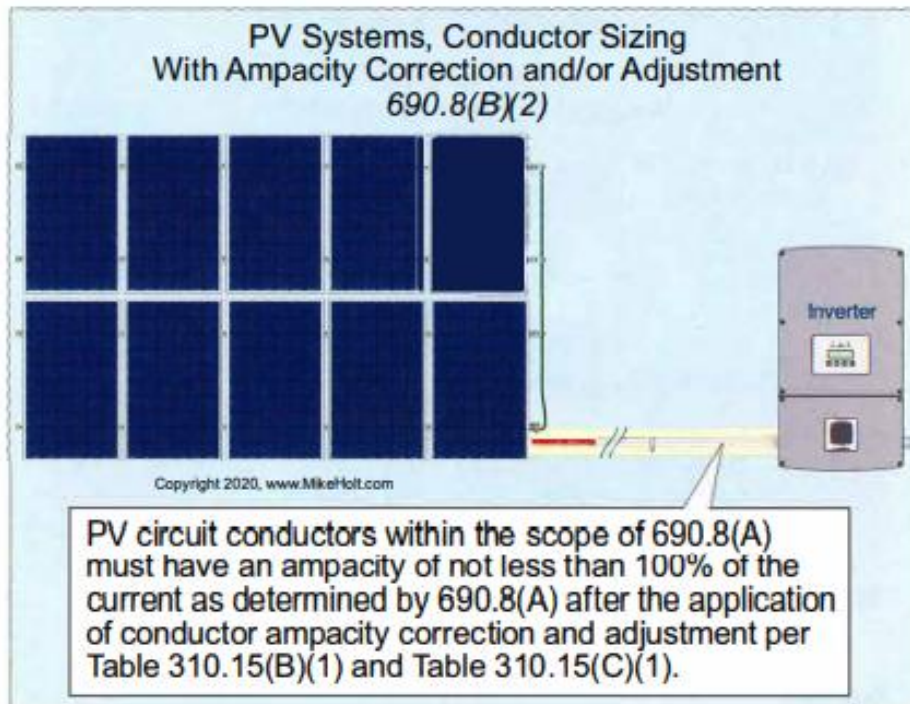


► Figure 690-41

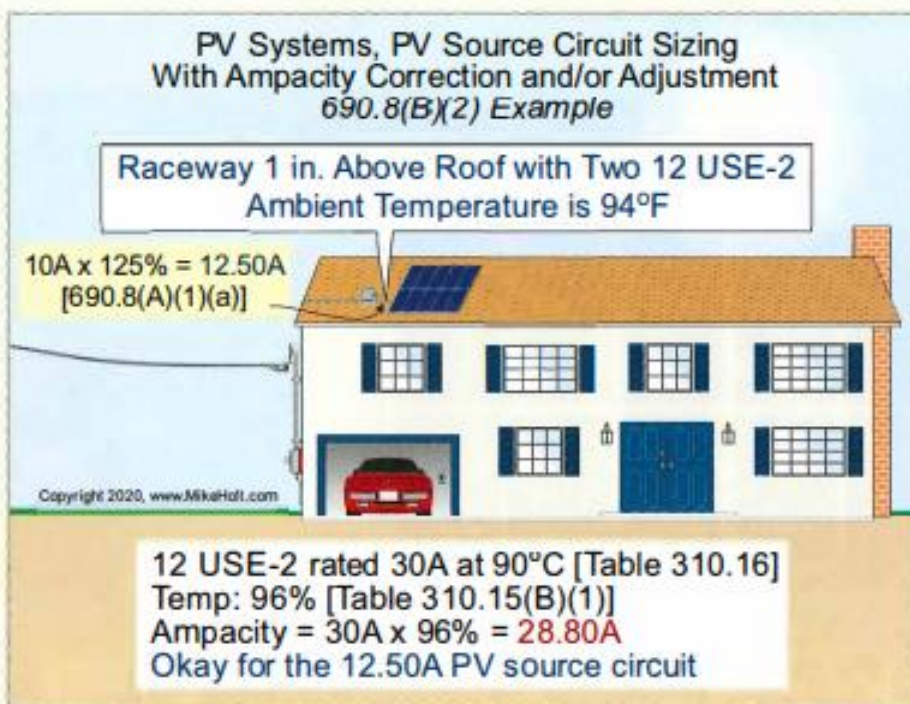


► Figure 690-42

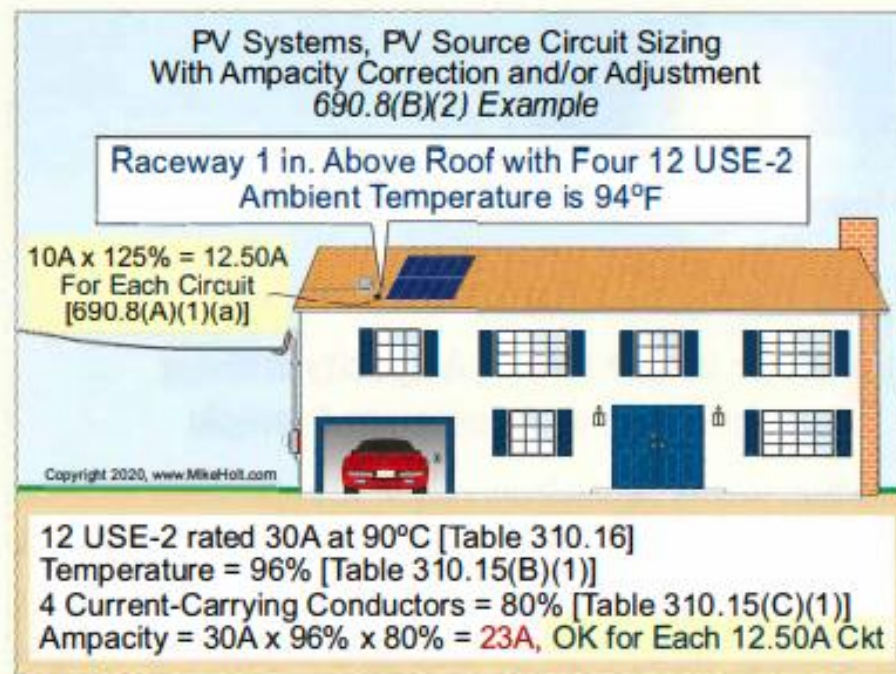
690.8(B)(2) *Después de la aplicación de los factores de ajuste y corrección. Las corrientes máximas calculadas según 690.8(A) después de aplicar el ajuste y los factores de corrección.*



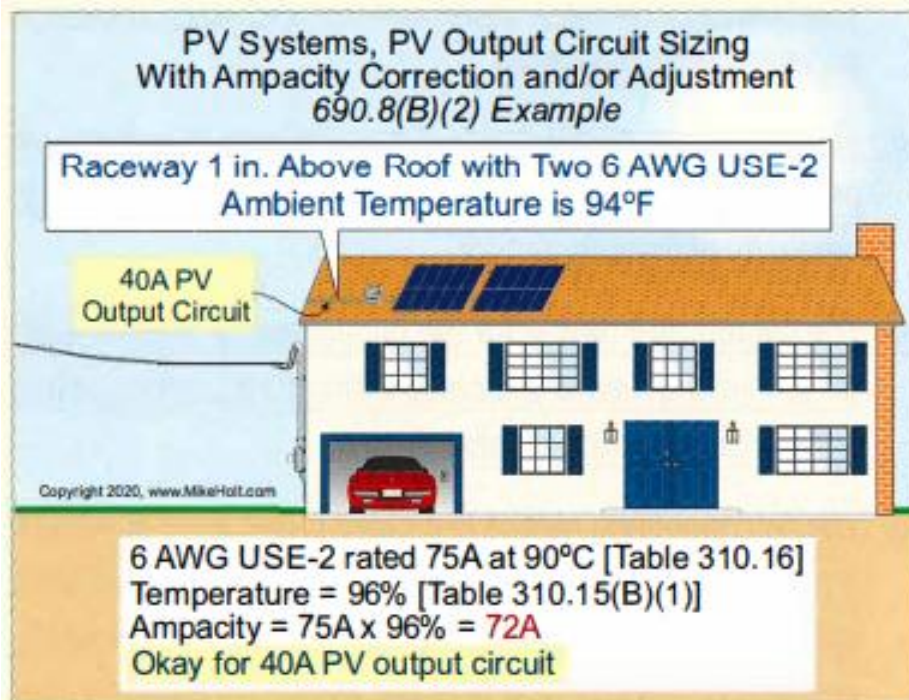
► Figure 690-43



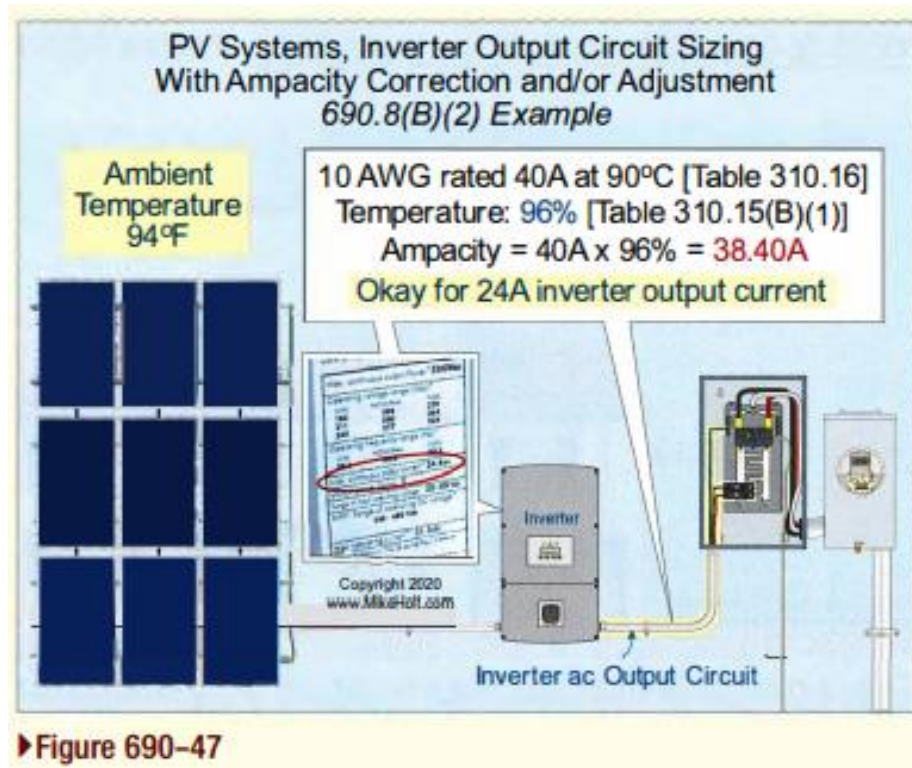
► Figure 690-44



►Figure 690-45



►Figure 690-46



690.9 Overcurrent Protection

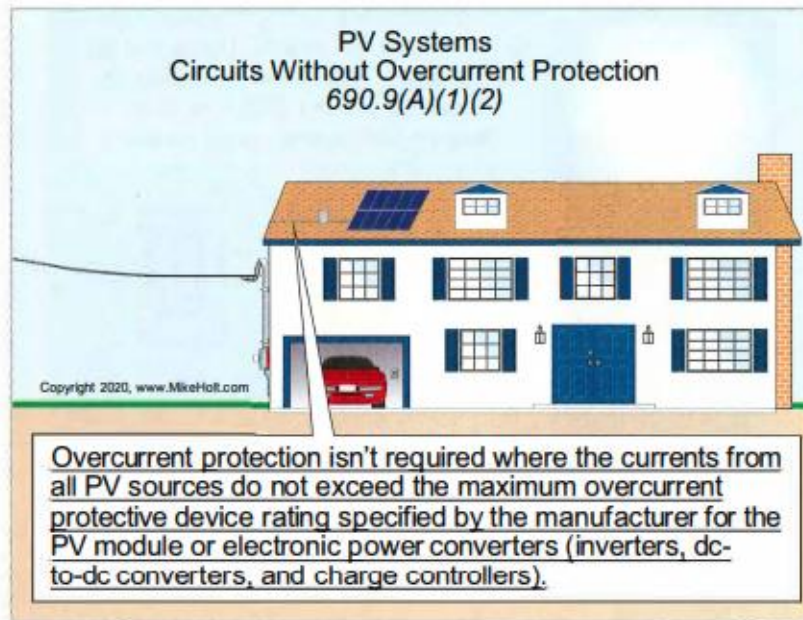
690.9 *Protección Contra Sobrecorriente.*

(A) Circuitos y Equipos. El circuito de c.c. del sistema FV y los conductores de salida del inversor y los equipos deben estar protegidos contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben requerirse en circuitos de suficiente ampacidad para la mayor corriente disponible. Los circuitos conectados a alimentaciones de corriente limitada (como módulos fotovoltaicos, convertidores de c.c. a c.c., circuitos de salida de inversores interactivos) y conectados también a fuentes con disponibilidad de corriente más alta (como cadenas de módulos en paralelo, energía de la red pública), deben estar protegidos en la conexión de la fuente de corriente más alta.

Excepción: No debe requerirse un dispositivo de protección contra sobre- corriente para los conductores del circuito de módulos FV o fuente FV, o circuitos de la fuente de convertidores de c.c. a c.c., dimensionados de acuerdo con 690.8(B) donde se aplique una de las siguientes condiciones:

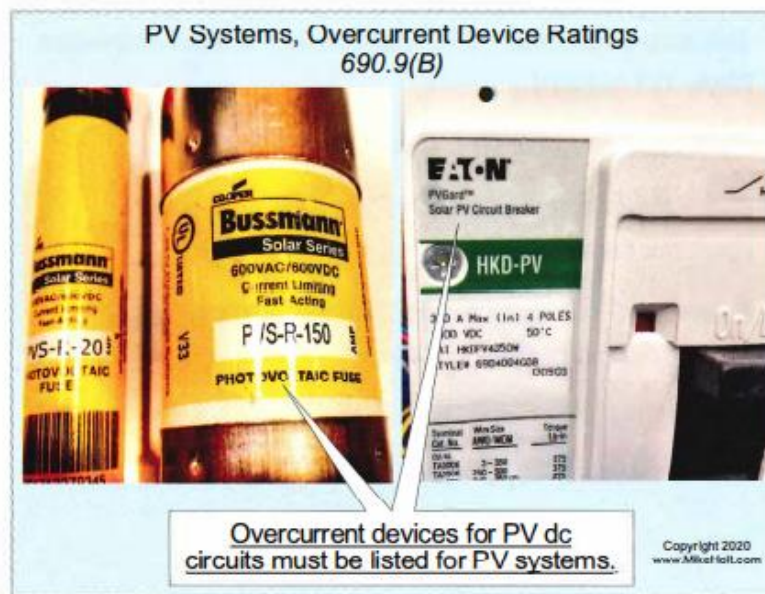
- (a) No existen fuentes externas tales como circuitos de una fuente conectados en paralelo, baterías o retroalimentación desde inversores.
- (b) Las corrientes de cortocircuito provenientes de todas las fuentes no exceden la ampacidad de los conductores ni el máximo valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente especificado para el módulo FV o el convertidor de c.c. a c.c.

Nota Informativa: Los circuitos de c.c. del sistema fotovoltaico son circuitos de corriente limitada que solo necesitan protección contra sobrecorriente cuando se conectan en paralelo a fuentes de corriente más altas. El dispositivo de sobrecorriente a menudo se instala en el extremo de la fuente de corriente más alta del circuito.



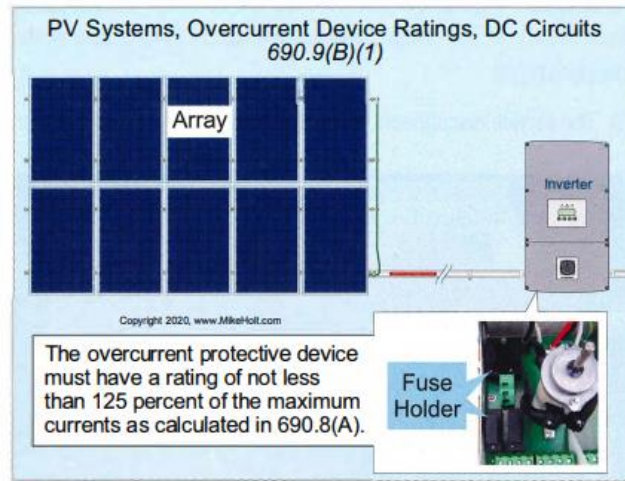
► Figure 690-48

690.9(B) Valor nominal de los dispositivos contra sobrecorriente. Los dispositivos contra sobrecorriente utilizados en los circuitos de c.c. del sistema FV deben estar listados para el uso en sistemas FV. Los dispositivos contra sobrecorriente, donde se requieran deben ser de un valor nominal acorde con uno de los siguientes:



► Figure 690-49

- (1) No menor al 125 por ciento de las corrientes máximas calculadas en 690.8(A).

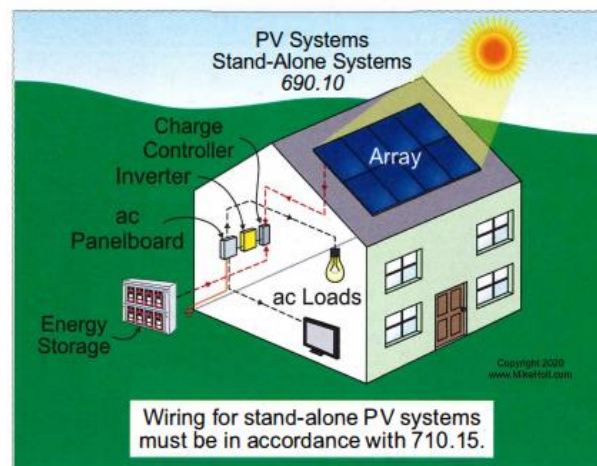


► Figure 690-50

- (2) Debe permitirse utilizar al 100 por ciento de su valor nominal los circuitos que contengan un ensamble, junto con su(s) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente, que estén listados para su funcionamiento continuo al 100 por ciento de su valor nominal.
- (3) Dispositivos electrónicos de protección contra sobrecorriente ajustables de un valor nominal o configuración acorde con 240.5. Nota Informativa: Algunos dispositivos electrónicos de protección contra sobrecorriente evitan la corriente de retorno.

690.10 Stand-Alone Systems

690.10 **Sistemas Autónomos.** El sistema de cableado conectado a un sistema autónomo debe instalarse de acuerdo con 710.15.



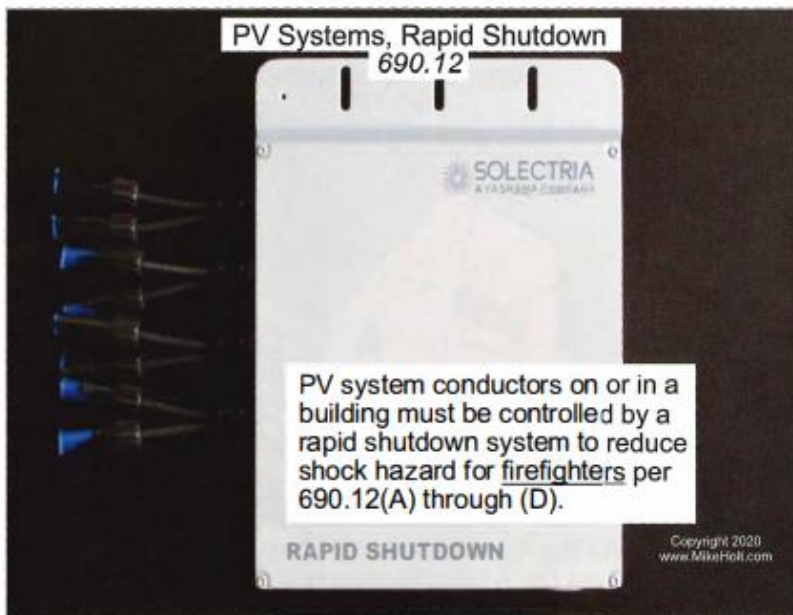
► Figure 690-51

690.11 Arc-Fault Circuit Protection

690.11 ***Protección de circuito por falla de Arco (corriente continua).*** Los sistemas fotovoltaicos (FV) que funcionan a 80 volts de c.c., más entre dos conductores cualesquiera se deben proteger por medio de un interruptor de circuito por falla de arco del, tipo FV listado u otros componentes del sistema listados para brindar protección equivalente. El sistema debe detectar e interrumpir las fallas de formación de arcos que resulten de una falla en la continuidad prevista de un conductor, conexión, módulo u otro componente del sistema en los circuitos c.c. del sistema FV.

690.12 Rapid Shutdown

690.12 ***Parada sistemática rápida de sistemas (FV) de edificios.*** Los circuitos del sistema fotovoltaico (FV) instalados en edificios deben incluir la función de una parada sistemática rápida para reducir el peligro de choque para el personal de emergencias de acuerdo con lo establecido en 690.12(A) hasta (D).



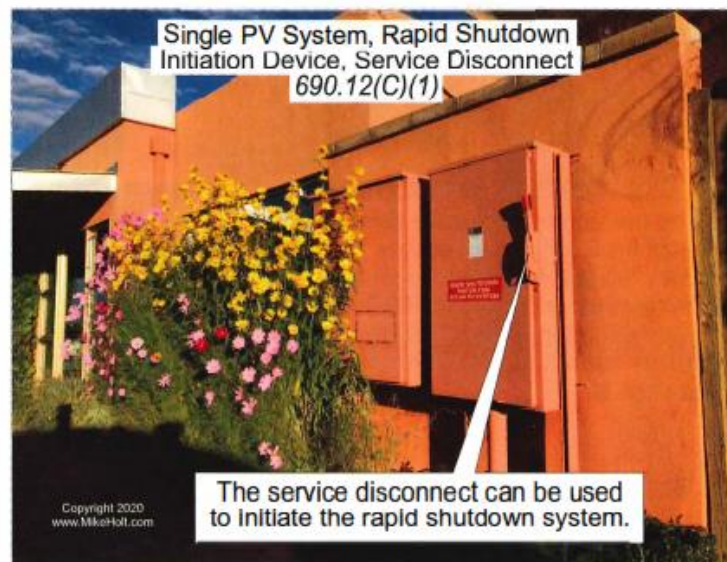
► Figure 690-52

690.12(A), (B), (C), (D) (Con sus números si los tienen).

Dentro de ellos tenemos, como importante el 690.12(C)(1). Que representamos a continuación, con su figura.

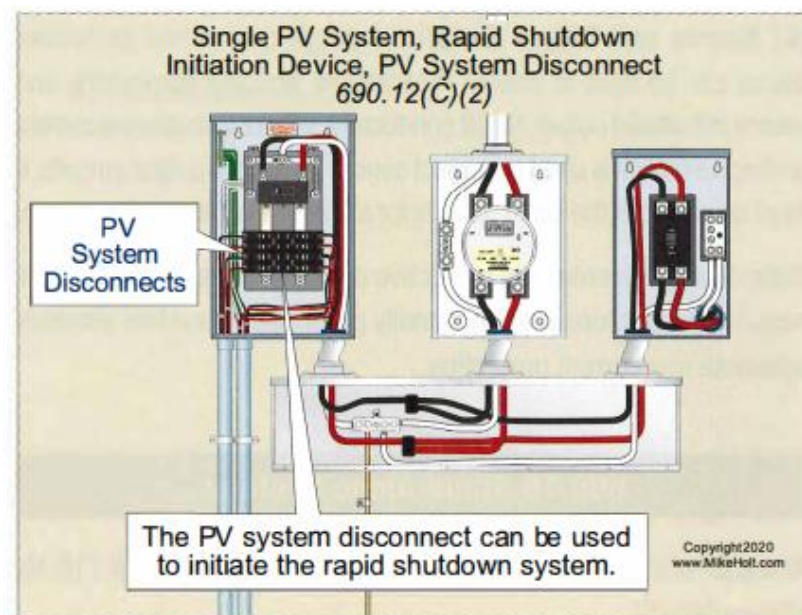
(C) **Dispositivo de iniciación.** Los dispositivos de iniciación deben iniciar la función de parada sistemática rápida del sistema FV. La posición de apagado ("off") del dispositivo indicará que la función de parada sistemática rápida se ha iniciado para todos los sistemas FV conectados a ese dispositivo. Para viviendas unifamiliares y bifamiliares, el/los(s) dispositivos de iniciación se deben ubicar en un lugar de fácil acceso fuera del edificio.

(1) **Medio de desconexión de la acometida.**



►Figure 690-53

(2) **Medio de desconexión del Sistema FV.**



►Figure 690-54

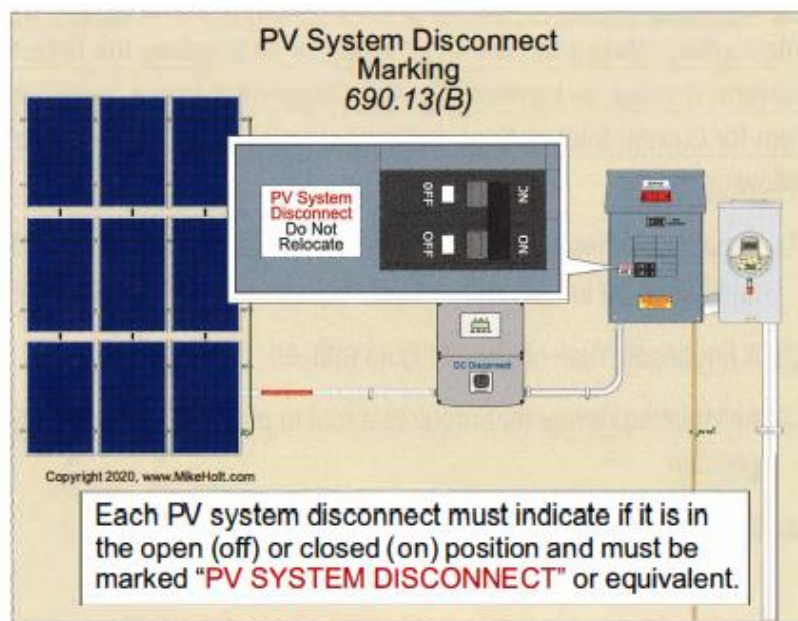
Part III. Disconnect

690.13 PV System Disconnect

Parte III. Medios de desconexión.

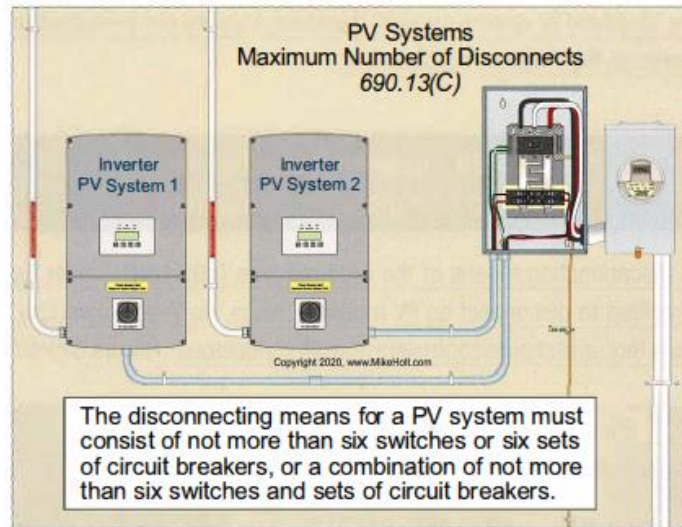
690.13 Medio de desconexión del Sistema Fotovoltaico (FV). Debe proporcionarse un medio que desconecte el sistema FV de todos los sistemas de cableado, incluidos los sistemas de alimentación, los sistemas de almacenamiento de energía y los equipos de utilización y sus cableado de locales asociados.

(B) Marcado. Cada medio de desconexión de sistema FV debe indicar claramente si se encuentra en la posición de abierto ("off") o cerrado ("on") y estar marcado permanentemente para identificarlo como "DESCONECTADOR DEL SISTEMA FV" o su equivalente. Se deben permitir marcas adicionales en función de la configuración específica del sistema. Para los medios de desconexión de sistemas FV donde los terminales de línea y carga pueden ser energizados en la posición de abierto, el dispositivo debe estar marcado con las siguientes palabras o equivalentes:



► Figure 690-55

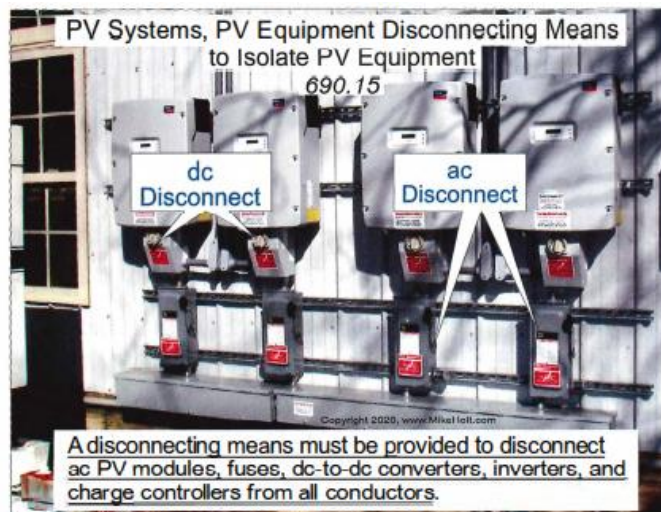
(C) Adecuado para uso. Si el sistema FV está conectado al lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida de acuerdo a lo permitido en 230.82(6), los medios de desconexión del sistema FV se deben listar como adecuados para su uso como equipo de acometida.



► Figure 690-56

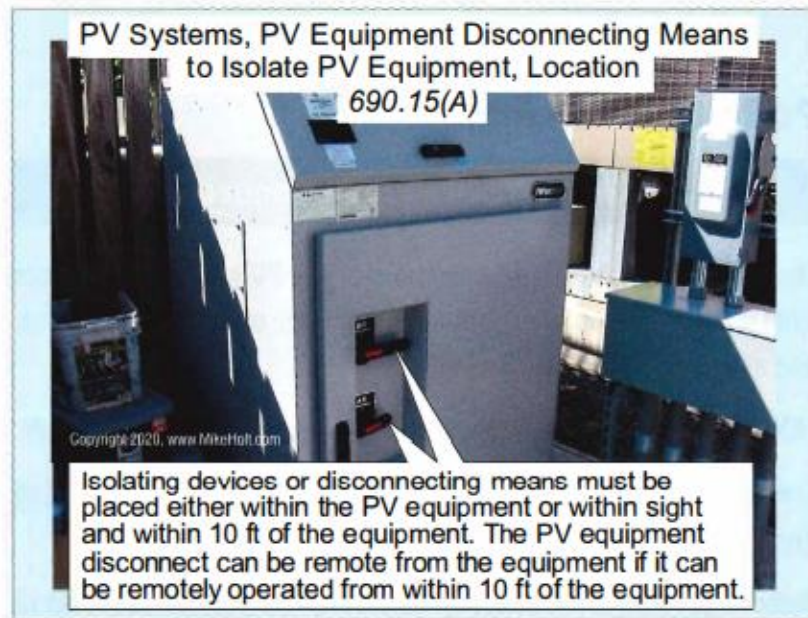
690.15 PV Equipment Disconnecting Means to Isolate PV Equipment

690.15 ***Desconexión de los equipos fotovoltaicos (FV).** Se deben proporcionar dispositivos de seccionamiento para aislar los módulos fotovoltaicos, módulos FV de c.a., fusibles, convertidores de c.c. a c.c., inversores y controladores de carga de todos los conductores que no estén sólidamente puestos a tierra. Se debe permitir un medio de desconexión del equipo o un medio de desconexión del sistema FV en lugar de un dispositivo de seccionamiento. Donde la corriente máxima del circuito sea superior a 30 amperes para el circuito de salida de un combinador de c.c. o el circuito de entrada de un controlador de carga o inversor, se debe proporcionar un medio de desconexión del equipo para el seccionamiento. Donde un controlador de carga o inversor tenga múltiples circuitos de entrada, se debe permitir que un solo medio de desconexión del equipo aisle el equipo de los circuitos de entrada.*



► Figure 690-57

(A) Ubicación o Localización. Los dispositivos de seccionamiento o los medios de desconexión del equipo se deben instalar en circuitos conectados al equipo en un lugar dentro del equipo, o a la vista y dentro de 3 m (10 pies) del equipo. Se debe permitir que un medio de desconexión del equipo sea operado de forma remota del equipo donde los medios de desconexión del equipo puedan ser operados en forma remota dentro de 3 m (10 pies) del equipo.



►Figure 690-58



EXHIBIT 690.10 Rooftop utility interactive inverters. (Courtesy of Solar Design Associates, LLC)

690.15(B) ***Valor nominal de interrupción.** El medio de desconexión del equipo debe tener un valor nominal de interrupción suficiente para la máxima tensión y corriente del circuito disponible en los terminales de línea de los equipos. No debe exigirse que dispositivo de seccionamiento tenga un valor nominal de interrupción.*

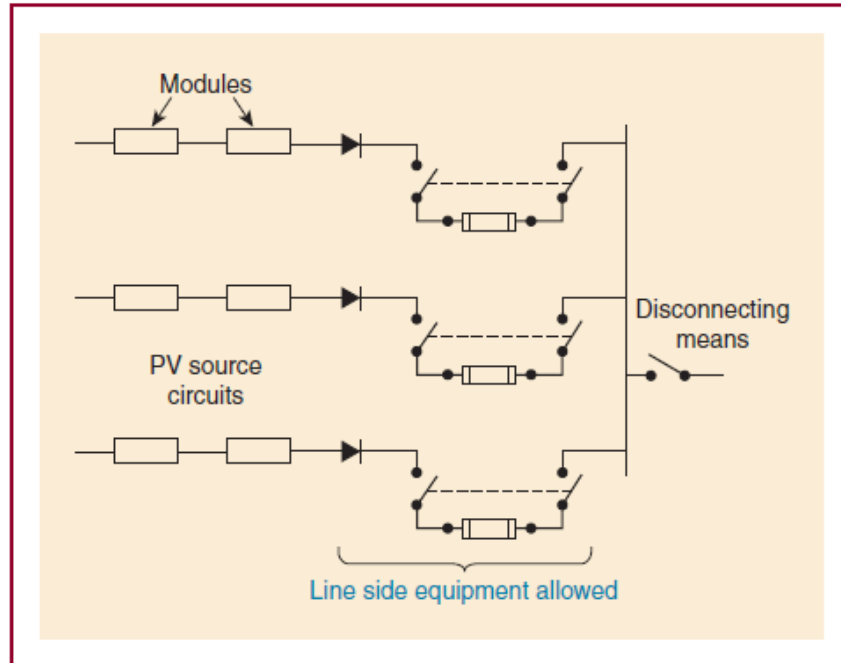
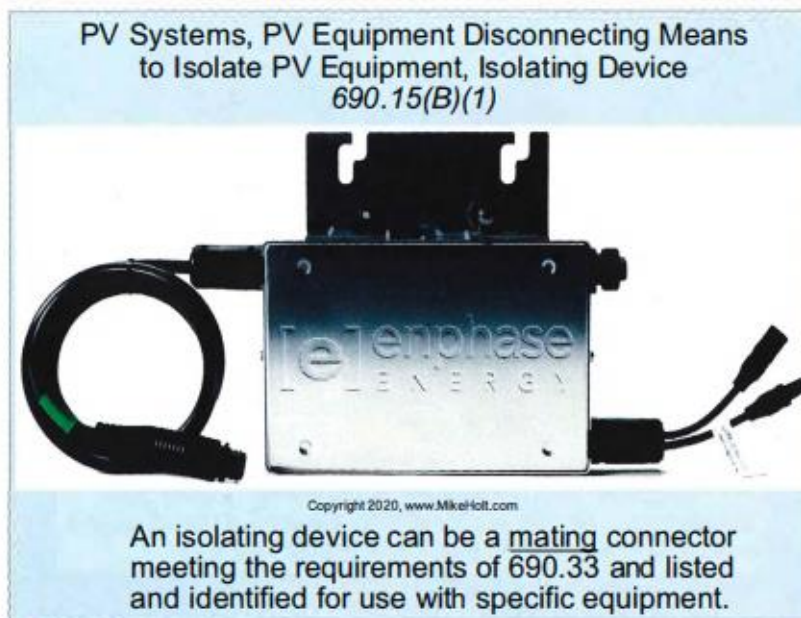
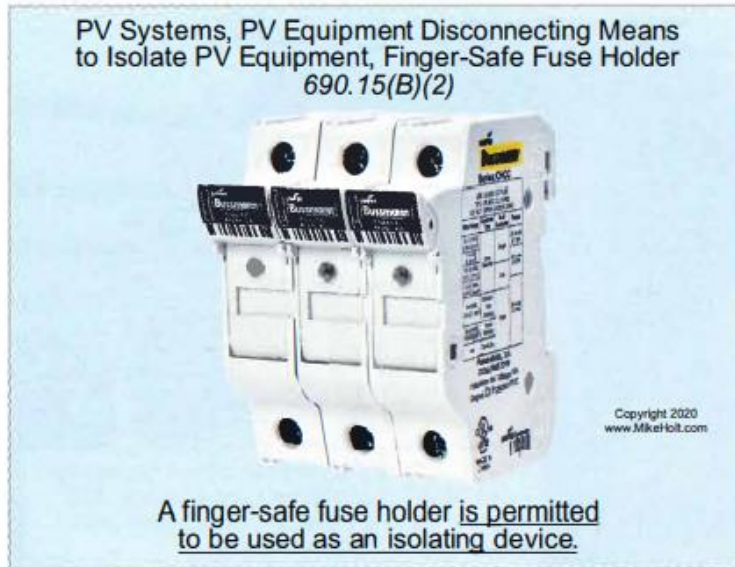


EXHIBIT 690.11 *Equipment permitted on the PV power source side of the disconnecting means.*



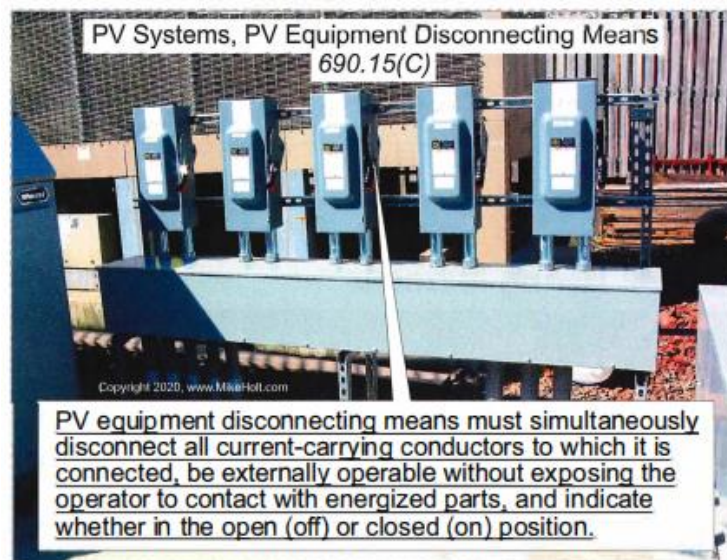
► **Figure 690-59**



► Figure 690-60

690.15(C) **Dispositivo de seccionamiento.** No debe requerirse que el dispositivo de seccionamiento desconecte simultáneamente todos los conductores portadores de corriente de un circuito. El dispositivo de seccionamiento debe ser uno de los siguientes:

- (1) Un conector que cumpla con los requisitos de 690.33 y que esté listado e identificado para su uso con equipos específicos.
- (2) Un portafusibles de seguridad contra el contacto.
- (3) Un interruptor de seccionamiento que requiere una herramienta para abrir.
- (4) Un dispositivo de seccionamiento listado para la aplicación prevista. Un dispositivo de seccionamiento debe estar Certificado con capacidad nominal para abrir la corriente máxima del circuito bajo carga o estar marcado "No desconectar bajo carga" o "No para interrupción de Corriente".



► Figure 690-61

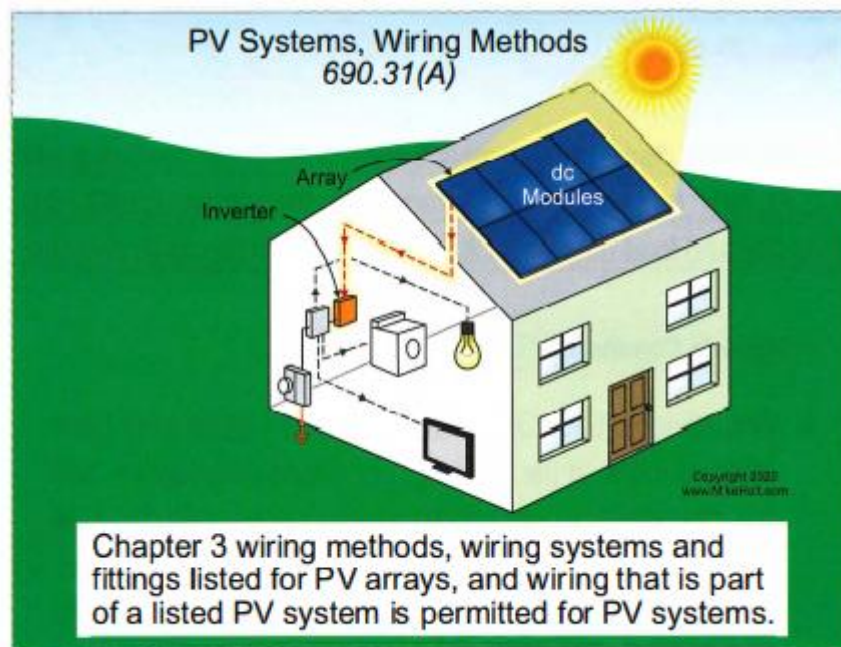
**WARNING—ELECTRIC SHOCK HAZARD
TERMINALS ON THE LINE AND LOAD SIDES
MAY BE ENERGIZED IN THE OPEN POSITION**

Part IV. Wiring Methods

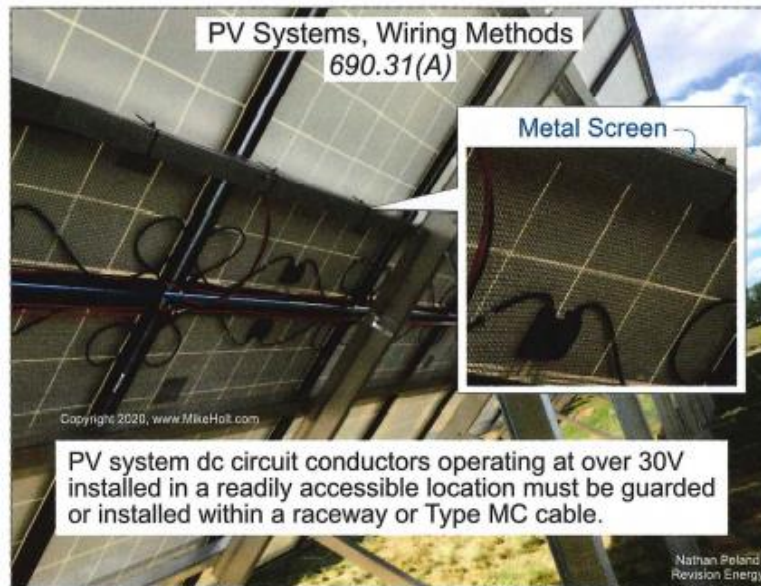
690.31 Wiring Methods

Parte IV. Métodos de cableado 690.31 Métodos permitidos.

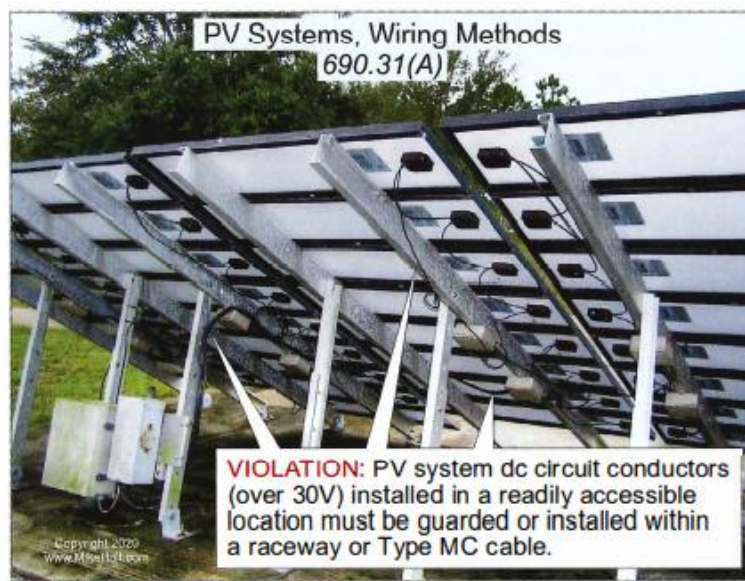
690.31(A) Sistemas de cableado. Debe permitirse utilizar todos los métodos de cableado en canalizaciones y con conexiones de cables incluidos en este Código y otros sistemas de cableado y accesorios específicamente listados para uso en arreglos fotovoltaicos y cableado como parte de un sistema listado. Donde se utilicen dispositivos de cableado con envoltentes integrales, se debe suministrar una longitud suficiente de cables para facilitar su reemplazo. Donde los circuitos de salida y de una fuente FV que funcionan a tensiones mayores de 30 volts se instalen en lugares fácilmente accesibles, los conductores de los circuitos deben estar protegidos e instalados con cable tipo MC o en una canalización. Para temperaturas ambiente superiores a 30°C (86°F), las ampacidades del conductor deben corregirse de acuerdo con la Tabla 690.31(A).



► Figure 690-62



► Figure 690-63



► Figure 690-64

Tabla 690.31(A) Factores de corrección

Temperatura ambiente (°C)	Temperatura nominal de los conductores				Temperatura ambiente (°F)
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	105°C (221°F)	
30	1.00	1.00	1.00	1.00	86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.97	87-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.93	96-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.89	105-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.86	114-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.82	123-131
56-60	—	0.58	0.71	0.77	132-140
61-70	—	0.33	0.58	0.68	141-158
71-80	—	—	0.41	0.58	159-176

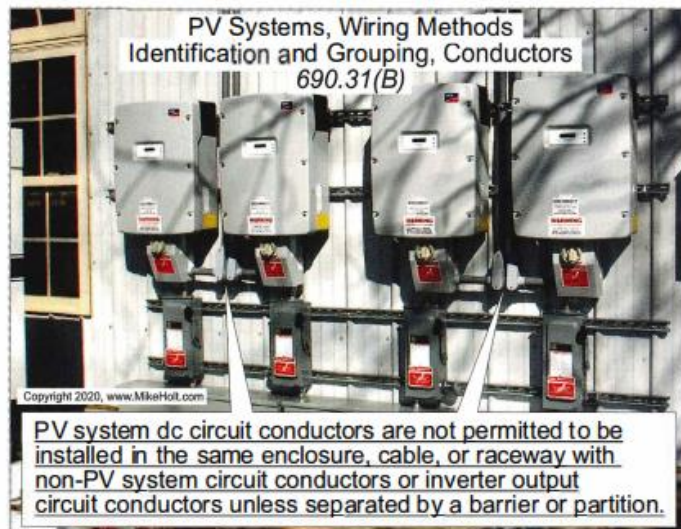
Table 690.31(A)(a) Correction Factors			
Ambient Temperature (°C)	Temperature Rating of Conductor		Ambient Temperature (°F)
	105°C (221°F)	125°C (257°F)	
31–35	0.97	0.97	87–95
36–40	0.93	0.95	96–104
41–45	0.89	0.92	105–113
46–50	0.86	0.89	114–122
51–55	0.82	0.86	123–131

Table 690.31(A)(a) Correction Factors (continued)			
Ambient Temperature (°C)	Temperature Rating of Conductor		Ambient Temperature (°F)
	105°C (221°F)	125°C (257°F)	
56–60	0.77	0.83	132–140
61–65	0.73	0.79	141–149
66–70	0.68	0.76	150–158
71–75	0.63	0.73	159–167
76–80	0.58	0.69	168–176
81–85	0.52	0.65	177–185
86–90	0.45	0.61	186–194
91–95	0.37	0.56	195–203
96–100	0.26	0.51	204–212
101–105	—	0.46	213–221
106–110	—	0.4	222–230
111–115	—	0.32	231–239
116–120	—	0.23	240–248

Table 690.31(A)(b) Conductor Ampacity, Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth, with Ambient Temperature of 30°C (86°F)		
Wire Size AWG	PVC, CPE, XLPE 105°C	XLPE, EPDM 125°C
18	15	16
16	19	20
14	29	31
12	36	39
10	46	50
8	64	69
6	81	87
4	109	118
3	129	139
2	143	154

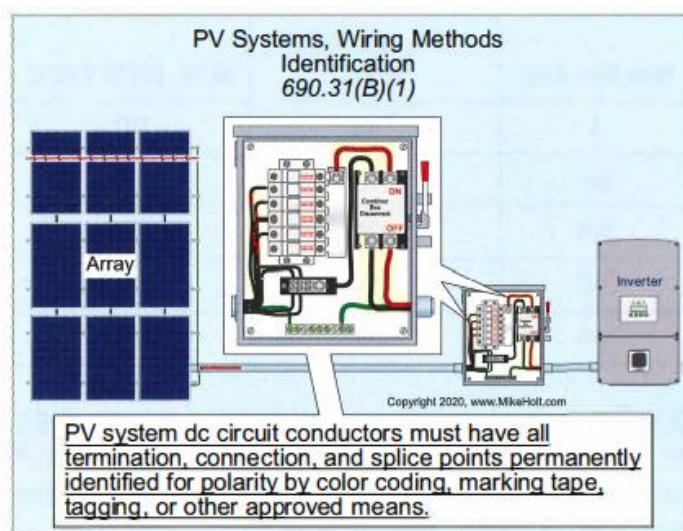
Table 690.31(A)(b) Conductor Ampacity, Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth, with Ambient Temperature of 30°C (86°F) (continued)		
Wire Size AWG	PVC, CPE, XLPE 105°C	XLPE, EPDM 125°C
1	168	181
1/0	193	208
2/0	229	247
3/0	263	284
4/0	301	325

690.31(B) ***Identificación y Agrupamiento.** Los circuitos de las fuentes fotovoltaicas y los circuitos fotovoltaicos de salida no deben estar instalados en la misma canalización, bandeja portacables, cable, caja de salida, caja de conexiones o accesorios similares como conductores, alimentadores, circuitos ramales de otros sistemas no fotovoltaicos o circuitos de salida de inversores a menos que los conductores de los distintos sistemas estén separados por una barrera. Los conductores de los sistemas fotovoltaicos se deben identificar y agrupar según se exige en 690.4(B)(1) hasta (2). Deben permitirse medios de identificación por código por color separado, cinta de marcado, etiquetado u otros medios aprobados.*



►Figure 690-65

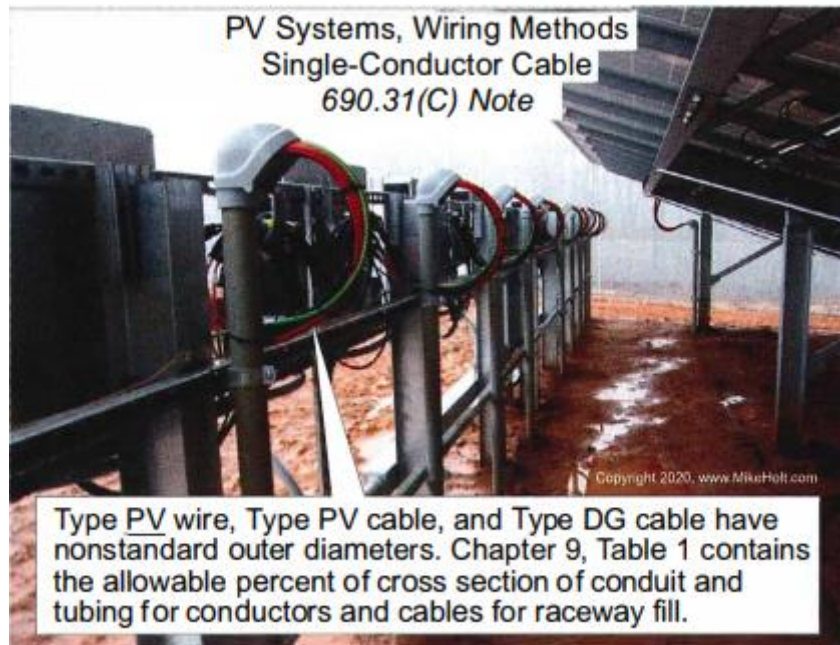
690.31(B)(1) ***Identificación.** Los circuitos del sistema FV se deben identificar en todos los puntos accesibles de terminación, conexión y en los empalmes. Deben permitirse medios de identificación por código por color separado, cinta de marcado, etiquetado u otros medios aprobados. Solo los conductores de circuito del sistema FV puestos sólidamente a tierra, de acuerdo con 690.41(A)(5), deben estar marcados acuerdo con 200.6.*



►Figure 690-66

690.31(C)

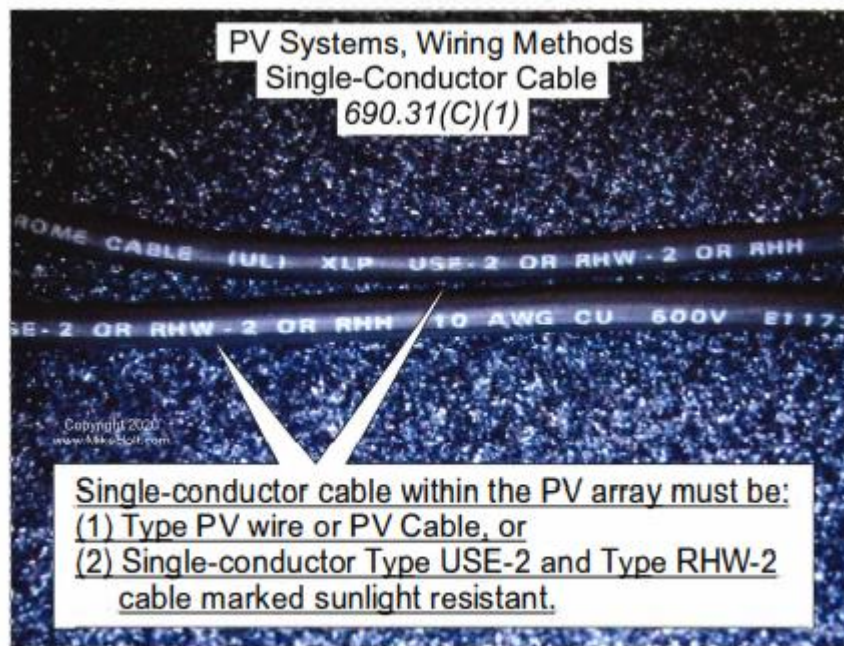
Cables de un solo Conductor.



►Figure 690-68

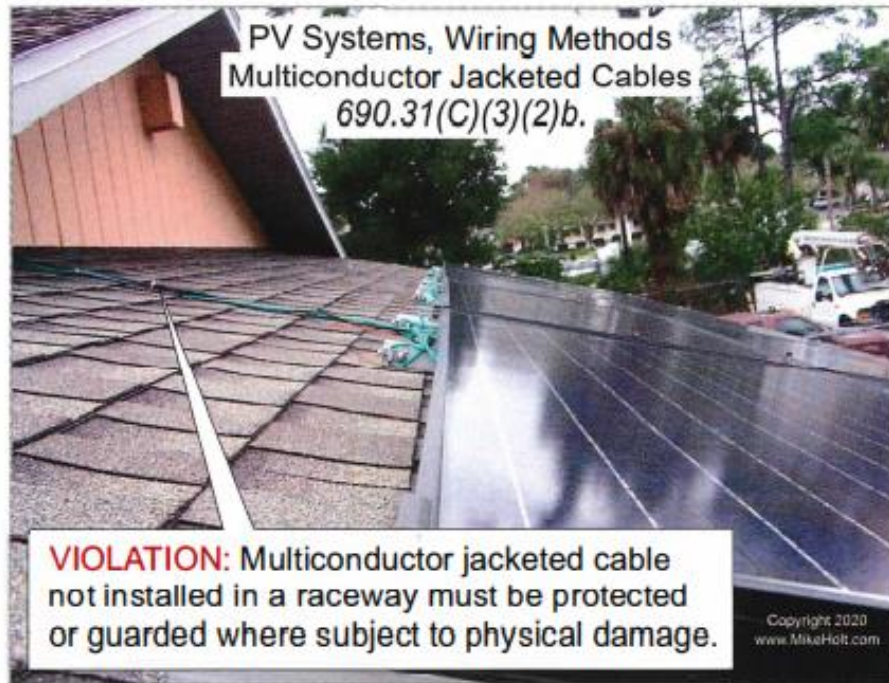
690.31(C)(1)

Generalidades. Debe permitirse usar cables de un solo conductor del tipo USE-2 y cables de un solo conductor listados e identificados como cables fotovoltaicos (FV) en lugares exteriores expuestos de circuitos de una fuente FV para las interconexiones de los módulos fotovoltaicos dentro del arreglo FV. El cable FV se debe instalar de acuerdo con 338.10(B)(4)(b) y 334.30.



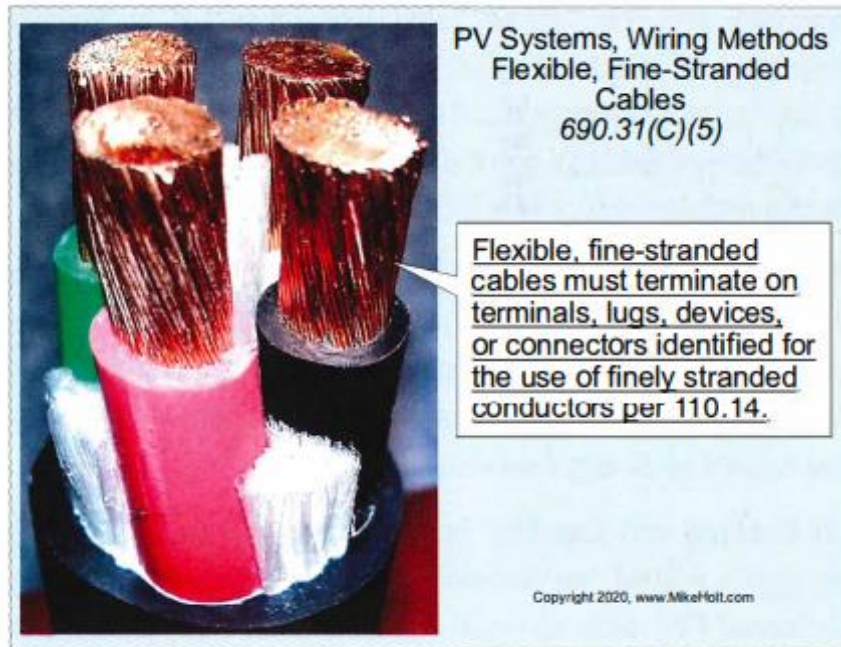
►Figure 690-67

690.31(C)(2) ***Bandeja portacables.** Deben permitirse circuitos de una fuente fotovoltaica y circuitos fotovoltaicos de salida que utilicen cables de un solo conductor listados e identificados como cables fotovoltaicos (FV) de todos los calibres, con o sin marca/valor nominal de una bandeja portacables, en bandejas portacables instaladas en lugares exteriores, siempre que los cables estén sostenidos a intervalos que no excedan de 300 mm (12 pulgadas) y fijado de manera segura a intervalos que no excedan de 1.4 (4-1/2 pies).*



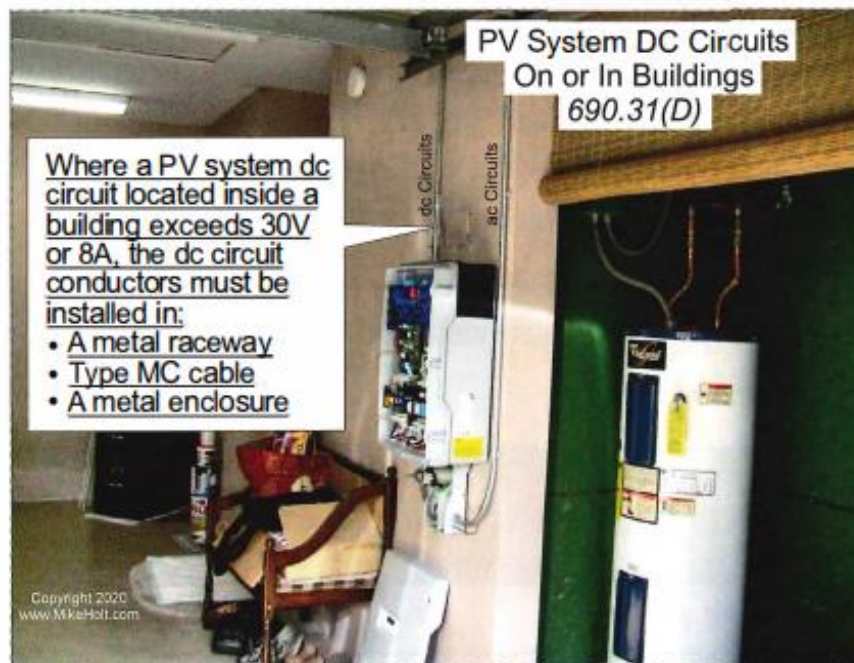
► Figure 690-69

Table 690.31(C)(4) Minimum PV Wire Strands for Moving Parts of Tracking PV Arrays	
PV Wire AWG	Minimum Strands
18	17
16–10	19
8–4	49
2	130
1 AWG–1,000 MCM	259

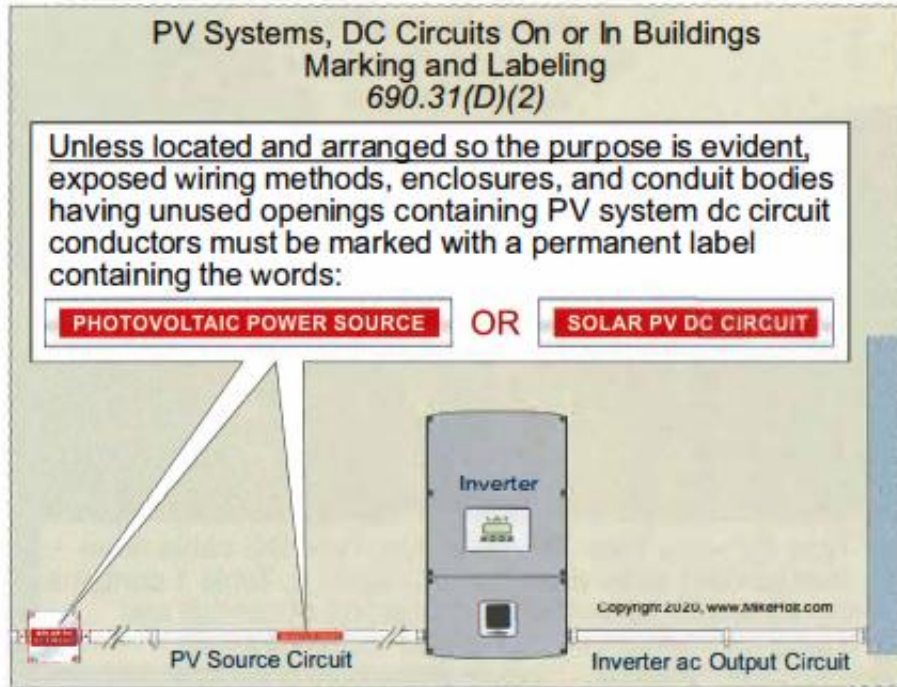


► Figure 690-70

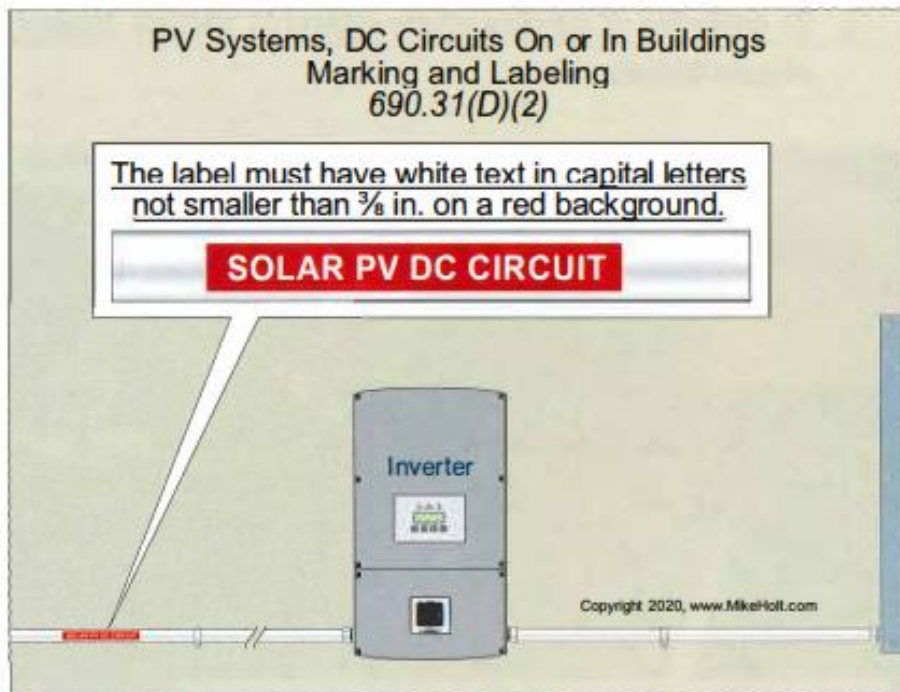
690.31(D) **Cable Multiconductor.** *Deben permitirse ensambles de cables multiconductores con chaqueta listados e identificados para la aplicación en lugares exteriores. El cable debe estar fijado en intervalos que no excedan de 1.8 m (6 pies).*



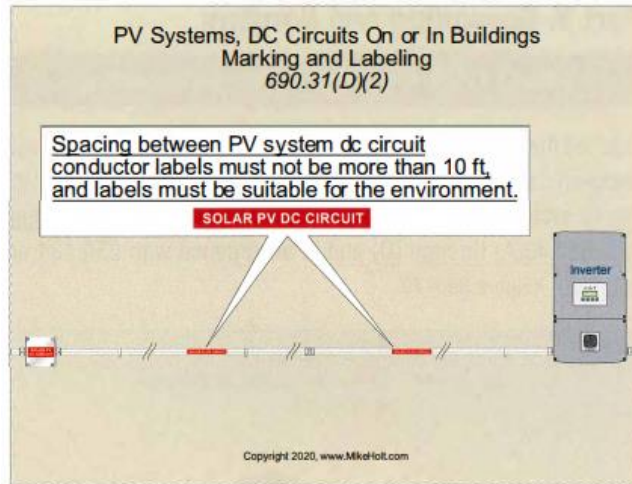
► Figure 690-71



► Figure 690-72



► Figure 690-73



► Figure 690-74

Tenga en cuenta:

690.31(E)

690.31(F)

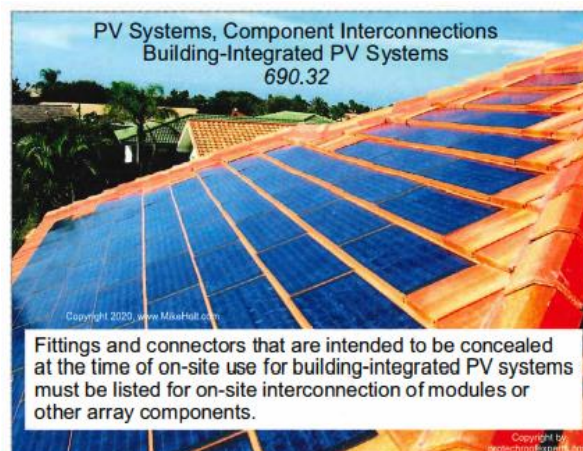
690.31(G),(1), (2), (3)&(4)

690.31(H)

690.31(I)

690.32 Component Interconnections

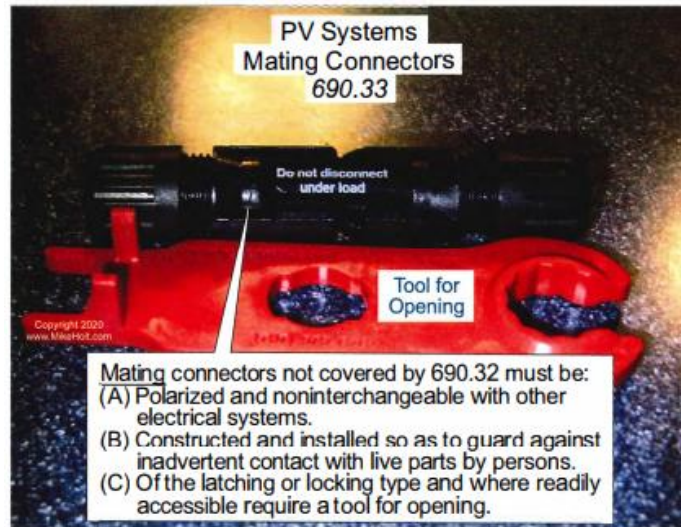
690.32 Interconexiones de los Componentes. Los accesorios y conectores previstos para quedar ocultos durante el ensamble “in-situ”, cuando estuviesen listados para tal fin, podrán realizar la interconexión de los módulos u otros componentes de arreglo. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de cableado utilizado, en cuanto a aislamiento, aumento de temperatura y resistencia a la corriente de falla y deben ser capaces de resistir los efectos del medioambiente observados durante su utilización.



► Figure 690-75

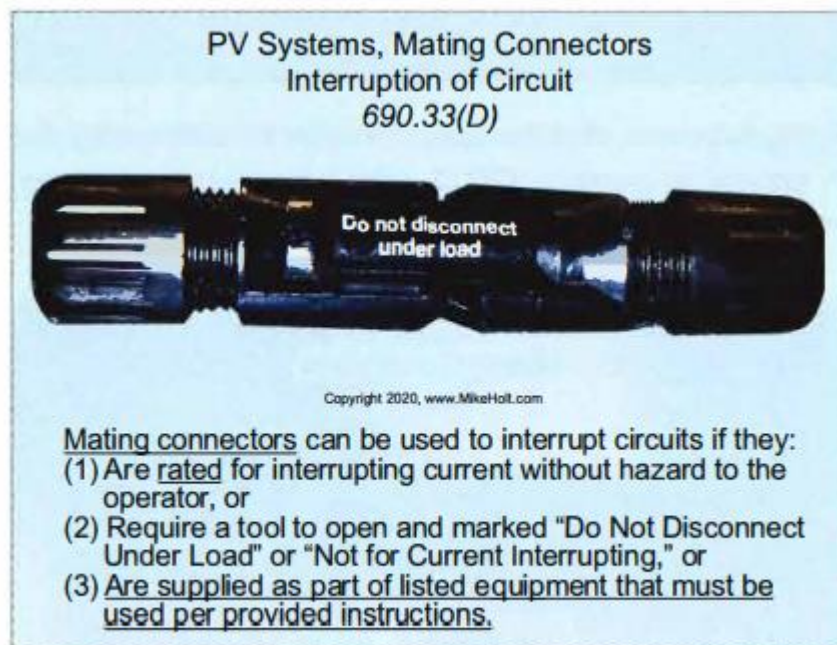
690.33 Connectors (Mating)

690.33 **Conectores.** Los conectores que no sean los cubiertos en 690.32 deben cumplir lo especificado en 690.33(A) hasta (E).



► Figure 690-76

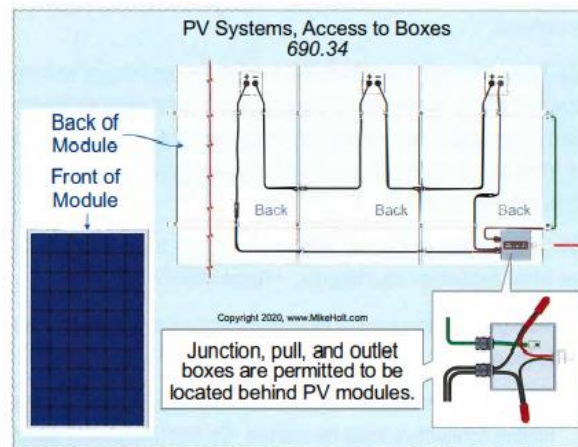
690.33(D) **Elemento de puesta a tierra.** El elemento de puesta a tierra debe ser el primero en establecer el contacto con el conector correspondiente y el último en interrumpir.



► Figure 690-77

690.34 Access to Boxes

690.34 ***Acceso a las Cajas.** Las cajas de conexiones, de paso y de salida ubicadas detrás de los módulos o paneles se deben instalar de modo que el cableado que contengan se pueda hacer accesible directamente o desplazando un(os) módulo(s) o panel(es) asegurados con sujetadores desmontables y conectados mediante un sistema de cableado flexible.*

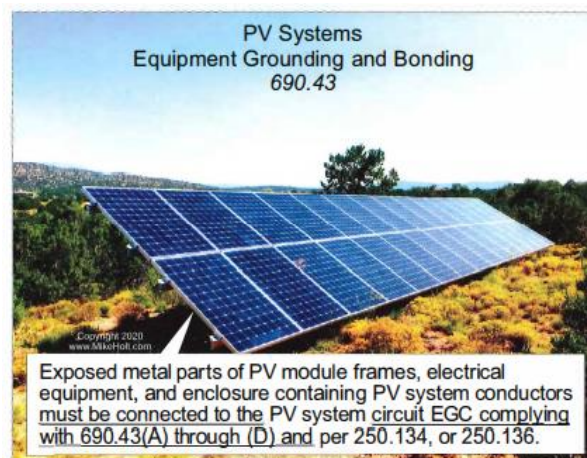


► Figure 690-78

Part V. Grounding and Bonding

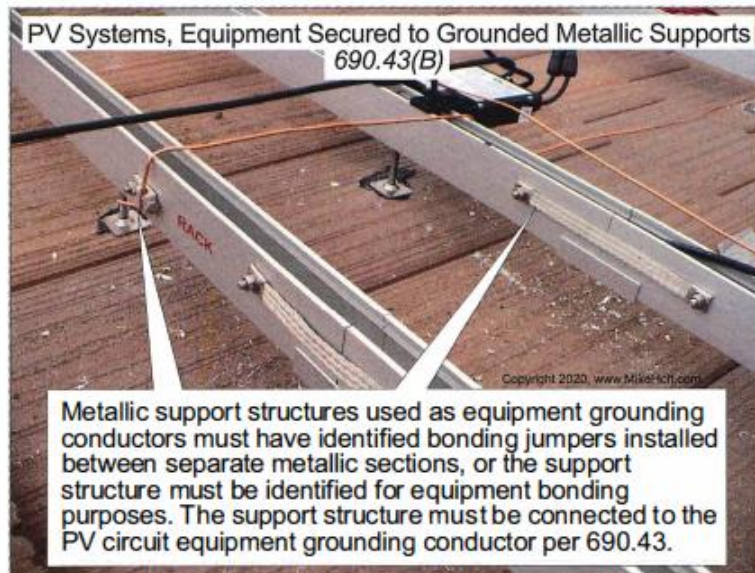
690.43 Equipment Grounding and Bonding

690.43 ***Puesta a tierra y unión de equipos.** Los dispositivos listados, etiquetados e identificados para unir y poner a tierra las partes metálicas de los sistemas FV deben permitirse para unir el equipo a los soportes metálicos. Las estructuras de soporte metálicas deben tener puentes de unión identificados conectando las secciones metálicas separadas, o deben identificarse para la unión de equipos y conectarse al conductor de puesta a tierra de los equipos.*



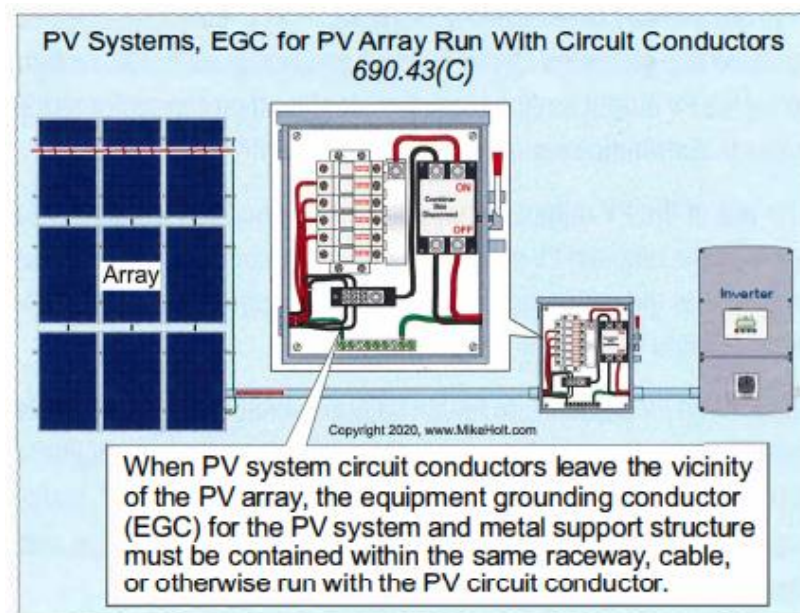
► Figure 690-79

690.43(B) Equipo sujetado a soportes metálicos puestos a tierra. Los dispositivos listados, etiquetados e identificados para unir y poner a tierra las partes metálicas de los sistemas FV deben permitirse para unir el equipo a los soportes metálicos. Las estructuras de soporte metálicas deben tener puentes de unión identificados conectando las secciones metálicas separadas, o deberán identificarse para la unión de equipos y conectarse al conductor de puesta a tierra de los equipos.



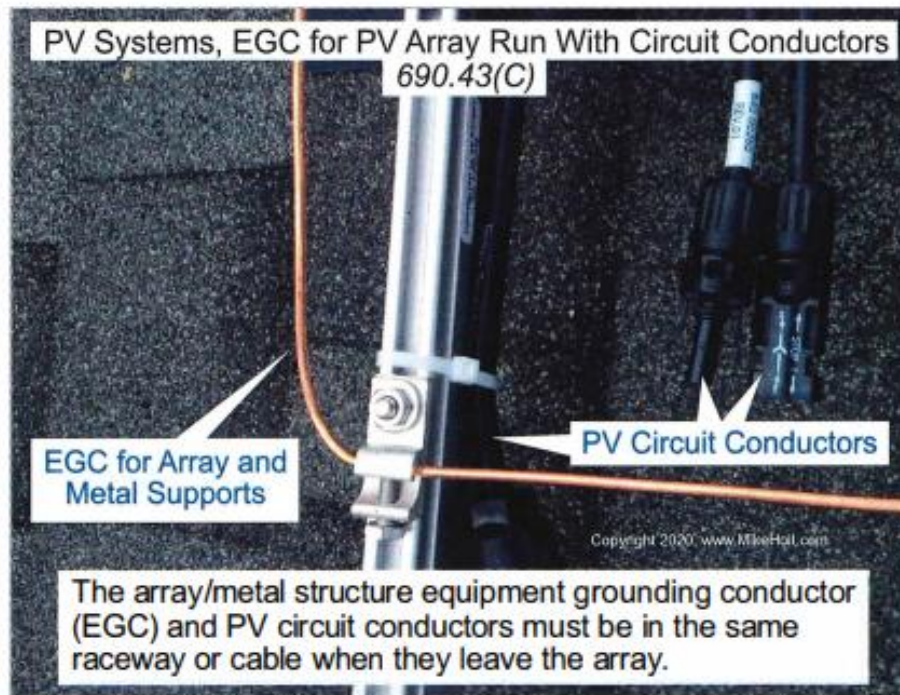
► Figure 690-80

690.43(C) Con Conductores de Circuito. Los conductores de puesta a tierra de equipos para arreglos FV y estructuras de soporte (si se instalan) deben estar dentro de la misma canalización, cable, o de otro manera tendidos con los conductores del circuito del arreglo FV cuando tales conductores salgan de la cercanía del arreglo fotovoltaico.

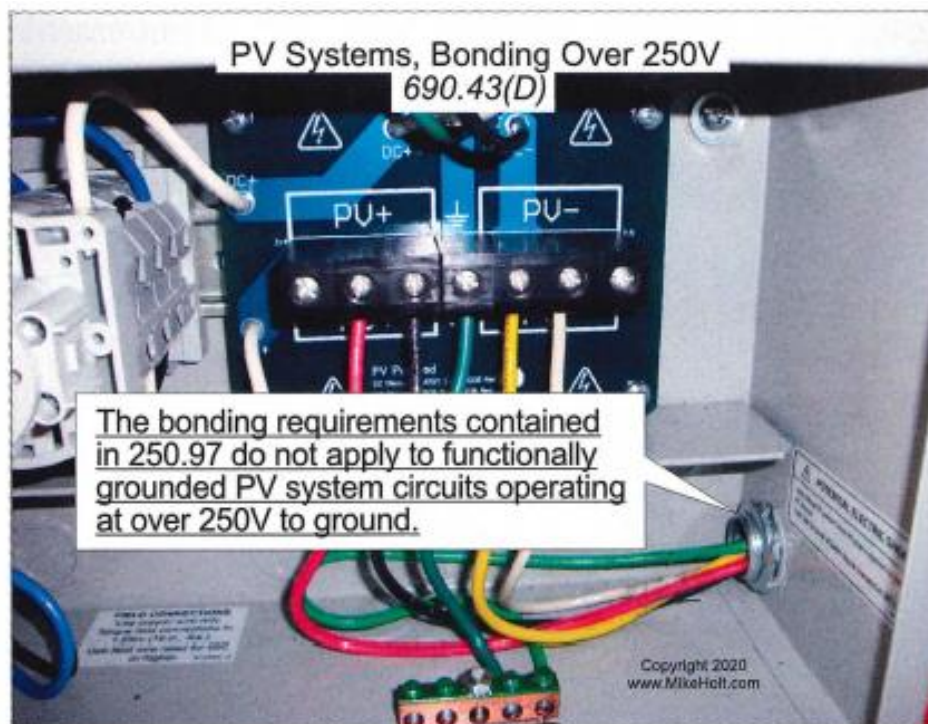


► Figure 690-81

Observe los siguientes Figuras.



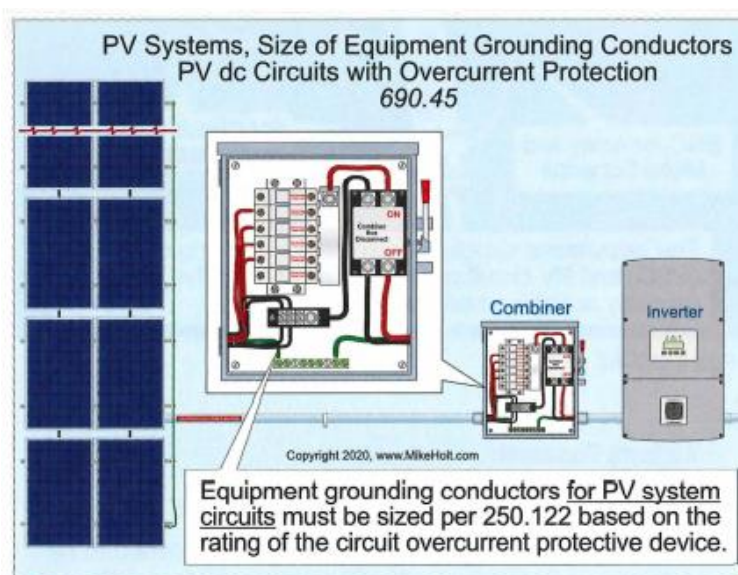
► Figure 690-82



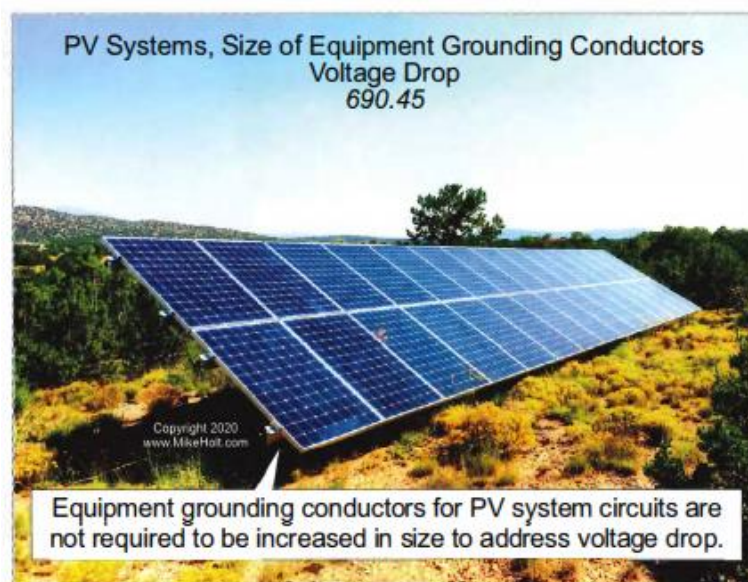
► Figure 690-83

690.45 Size of Equipment Grounding Conductors

690.45 *Calibre de los conductores de puesta a tierra de equipos.* Los conductores de puesta a tierra de equipos para circuitos de una fuente FV y circuitos FV de salida se deben dimensionar de acuerdo con lo establecido en 250.122. Cuando se aplique la Tabla 250.122, donde no se use un dispositivo de protección contra sobrecorriente en el circuito, se debe usar un presunto dispositivo contra sobrecorriente con valores nominales acordes a lo establecido en 690.9(B). No debe requerirse un aumento del calibre de los conductores de puesta a tierra de equipos para responder a las consideraciones de caída de tensión. Un conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser de un calibre menor de 14 AWG.



► Figure 690-84



► Figure 690-85

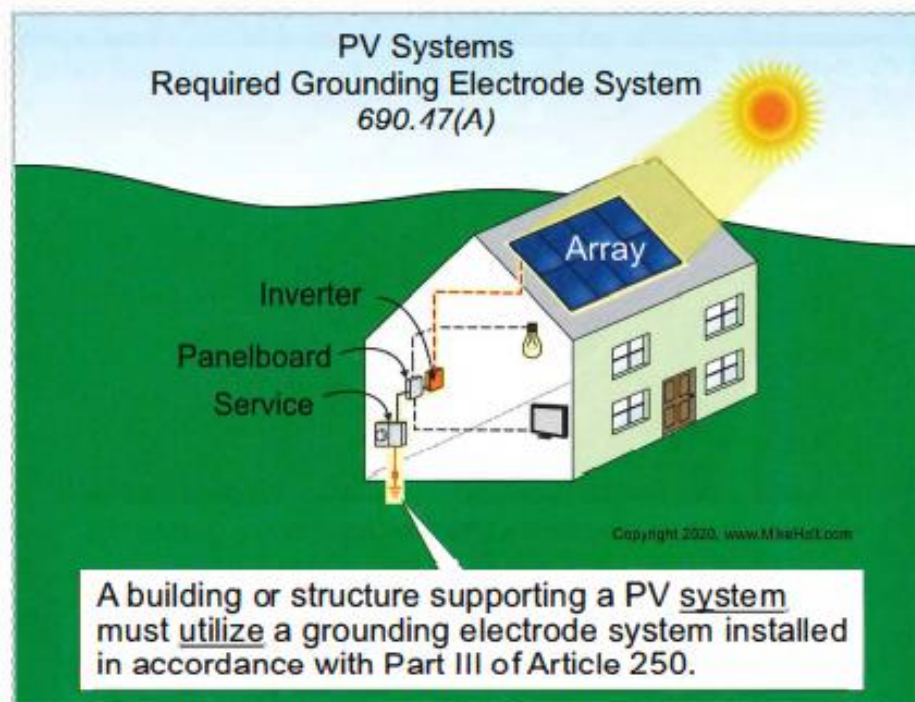
690.47 Grounding Electrode System

690.47 Sistema del electrodo de puesta a tierra.

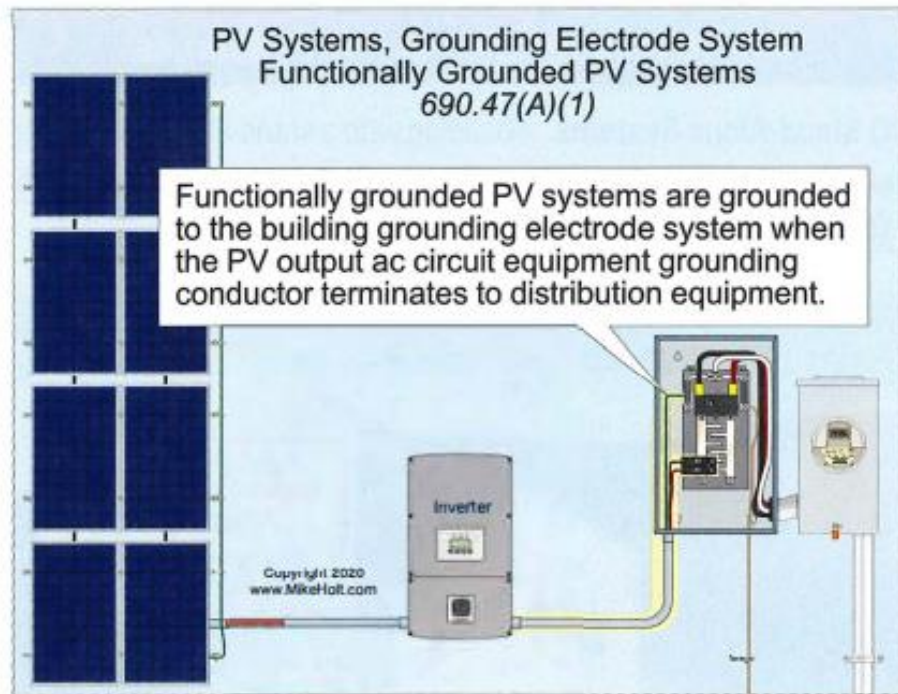
(A) Edificios o estructuras que soportan un arreglo FV. Un edificio o estructura que soporte un arreglo FV debe tener instalado un sistema de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con la Parte III del Artículo 250.

Los conductores de puesta a tierra de los equipos de del arreglo FV deben conectarse al sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura que soporta el arreglo FV de acuerdo con la Parte VII del Artículo 250. Esta conexión se debe realizar además de cualquier otro de los requisitos para conductores de puesta a tierra de los equipos de 690.43(C). Los conductores de puesta a tierra del equipo del arreglo FV deben dimensionarse de acuerdo con 690.45.

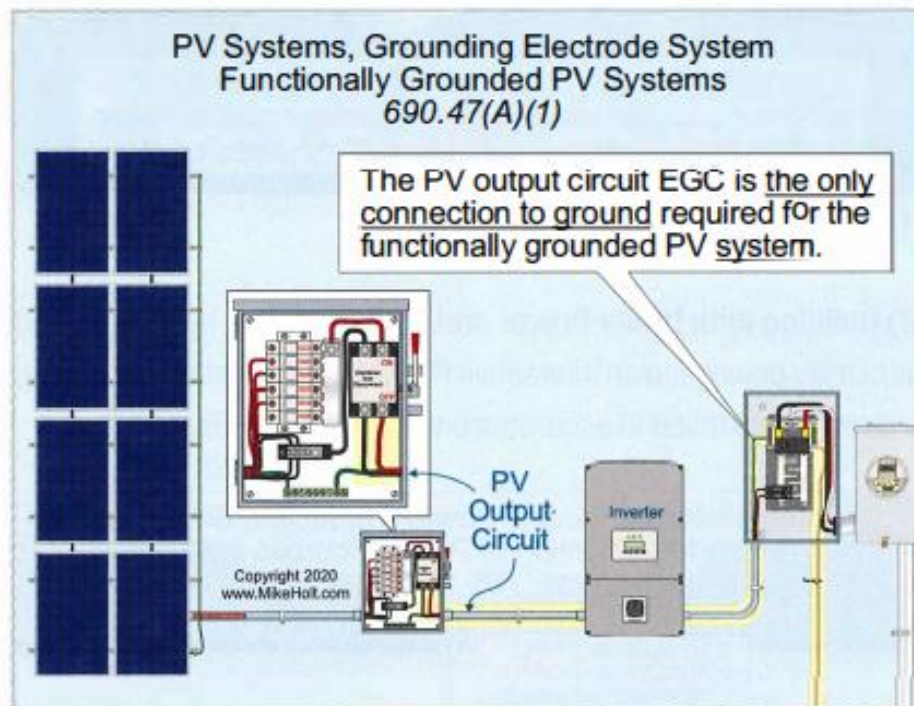
Para los sistemas fotovoltaicos que no están sólidamente puestos a tierra, se debe permitir que el conductor de puesta a tierra de los equipos para la salida del sistema FV, conectado al equipo de distribución asociado, sea la conexión a tierra para la protección contra fallas a tierra y la puesta a tierra para equipos del arreglo FV. Para sistemas fotovoltaicos puestos sólidamente a tierra, como se permite en 690.41(A)(5), el conductor de tierra debe conectarse al sistema de electrodo a tierra por medio de un conductor de electrodo de puesta a tierra dimensionado de acuerdo con 250.166.



► Figure 690-86

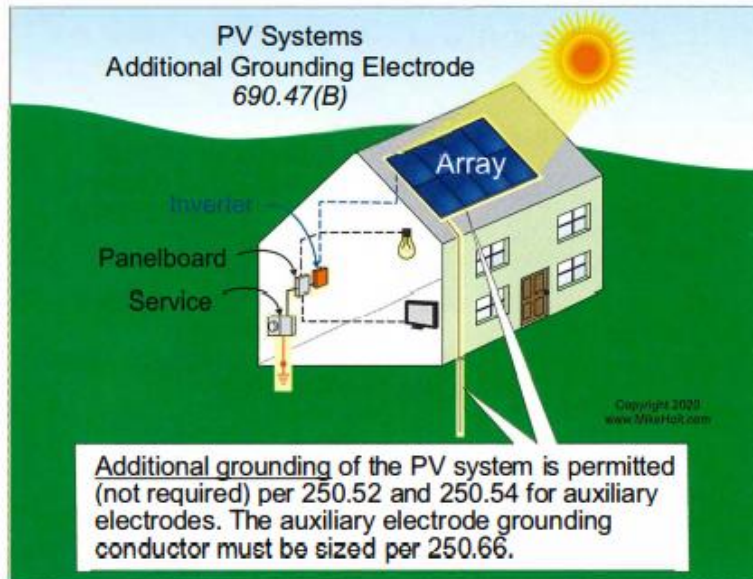


► Figure 690-87

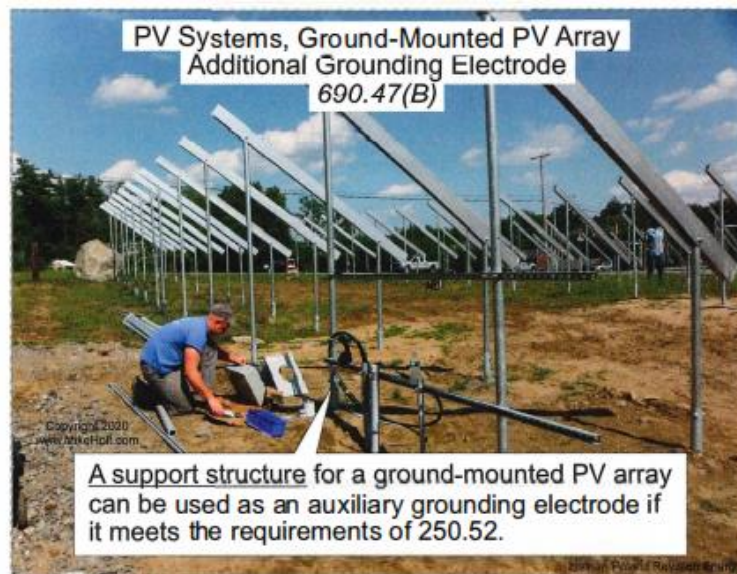


► Figure 690-88

690.47(B) ***Electrodos auxiliares adicionales para puesta a tierra de arreglos.** Debe permitirse instalar electrodos de puesta a tierra conforme a lo establecido en 250.52 y 250.54 en el lugar de los arreglos fotovoltaicos (FV) montados en techos. Se debe permitir conectar los electrodos directamente a la estructura o armazón(es) de los arreglos. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo con lo establecido en 250. Debe permitirse que la estructura de un arreglo FV montado sobre el terreno sea considerada como un electrodo de puesta a tierra si cumple con los requisitos de 250.52. Debe permitirse que los arreglos FV montados en techos utilicen el armazón metálico de un edificio o estructura, si se cumplen los requisitos de 250.52(A)(2).*



► Figure 690-89

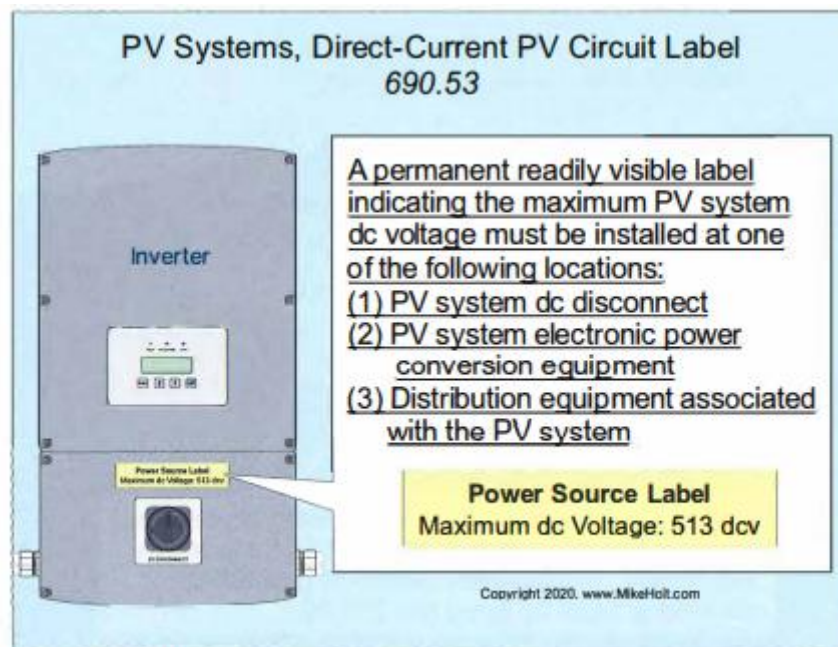


► Figure 690-90

Part VI. Markings and Labels

690.53 Direct-Current PV Circuit Label

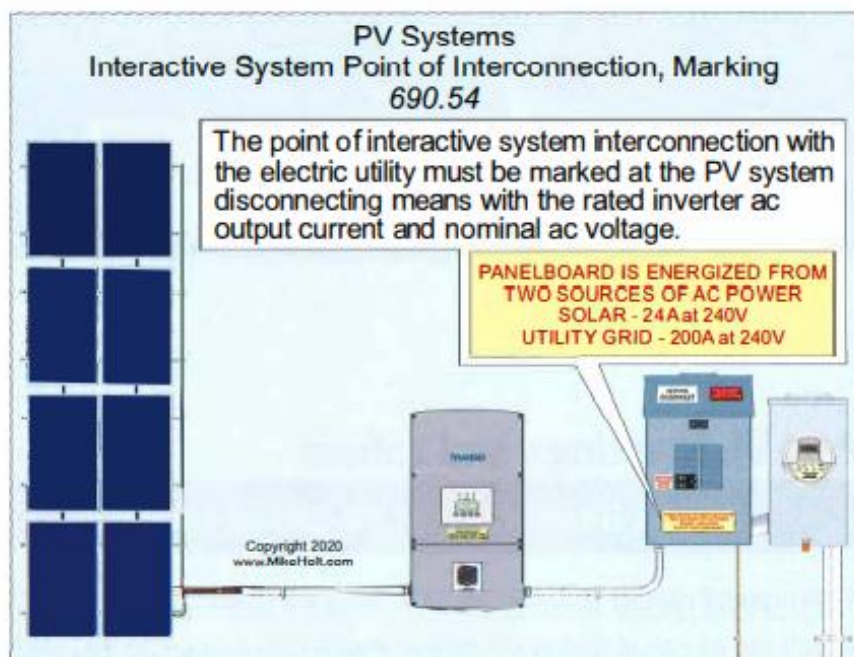
690.53 *Fuente de alimentación fotovoltaica de Corriente Continua.* El instalador debe colocar, en el medio de desconexión FV, una etiqueta permanente para la fuente de alimentación FV que incluya la información descrita en los numerales (1) a (3) y cada medio de desconexión de equipo requerida en 690.15. Donde el medio de desconexión tenga más de una fuente de alimentación FV, los valores de 690.53(1) a (3) deben especificarse para cada fuente. (1) Tensión máxima. Nota Informativa a (1): Ver 690.7(A) para la tensión. (2) Corriente máxima de circuito. Nota Informativa a (2): Ver 690.8 sobre el cálculo de la corriente máxima de circuito. (3) Corriente nominal máxima de salida del convertidor de c.c. a c.c. de carga (si está instalado).



► Figure 690-91

690.54 Interactive System Point of Interconnection

690.54 *Punto de interconexión del Sistema Interactivo.* Todos los puntos de interconexión del sistema o sistemas interactivos con otras fuentes deben marcarse en una ubicación accesible en el medio de desconexión como una fuente de alimentación y con la corriente nominal de salida de c.a. y la tensión nominal de funcionamiento de c.a.



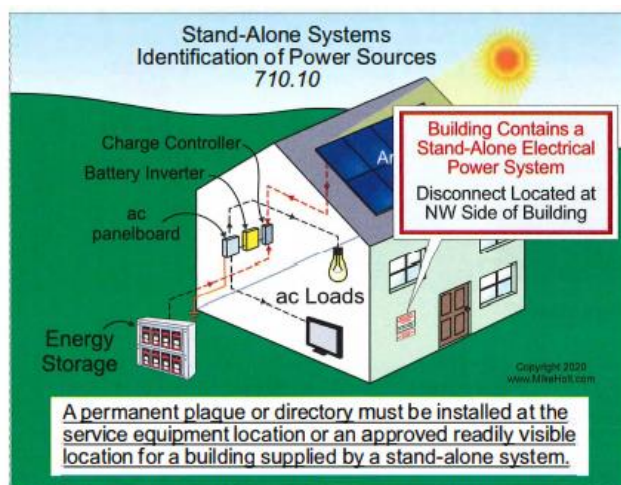
► Figure 690-92

690.56 Identification of Power Sources

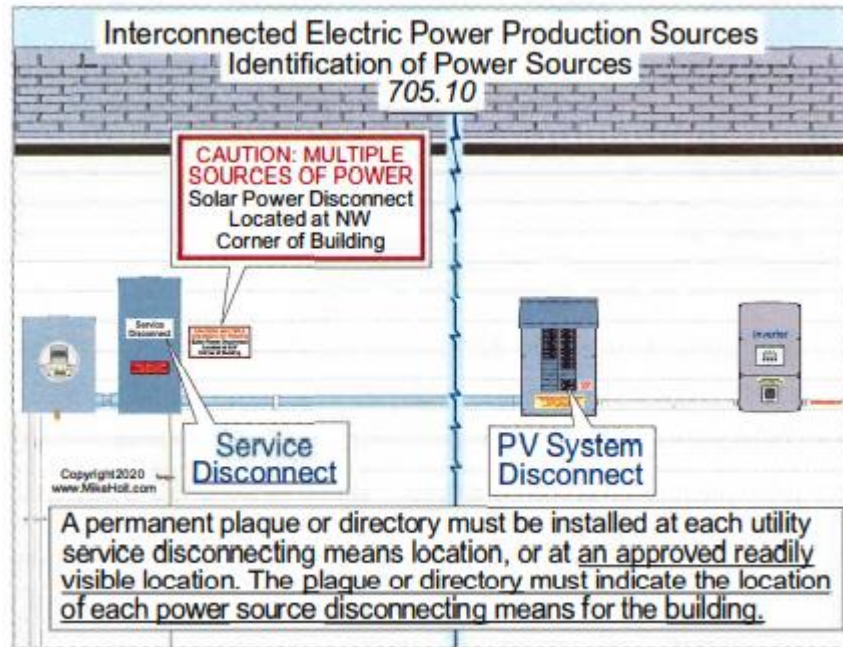
690.56

Identificación de las Fuentes de Energía.

(A) **Instalaciones con sistemas autónomos.** Toda estructura o edificio con un sistema de alimentación fotovoltaica que no esté conectado a una fuente de acometida de una compañía de electricidad y sea un sistema autónomo debe tener una placa o un directorio permanente instalado en el exterior del edificio o de la estructura, en un lugar fácilmente visible. La placa o el directorio deben indicar la ubicación del medio de desconexión del sistema y que la estructura contiene un sistema de energía eléctrica autónomo.

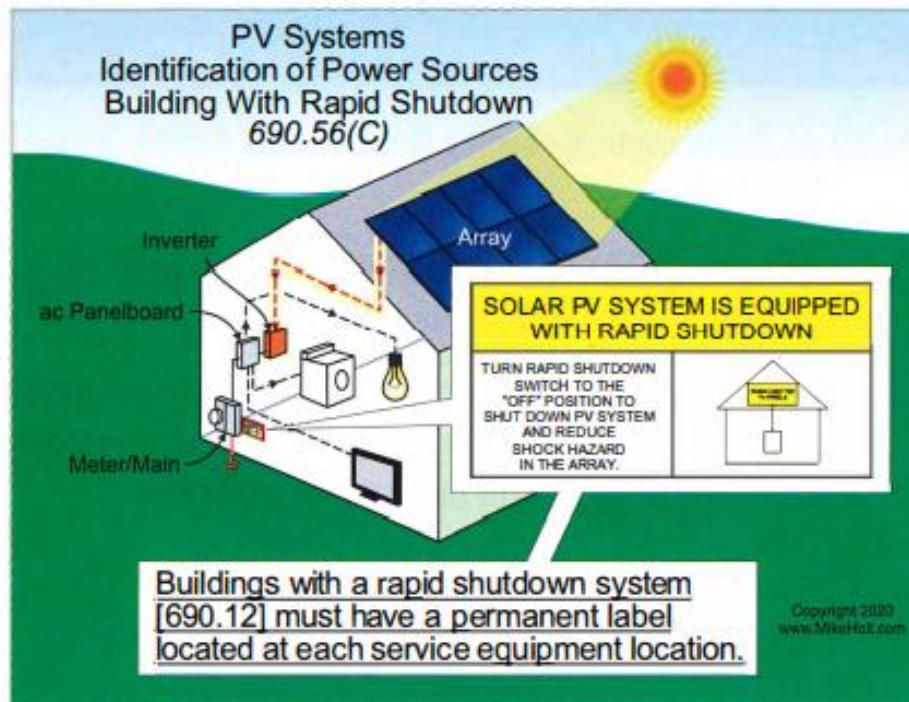


► Figure 690-93



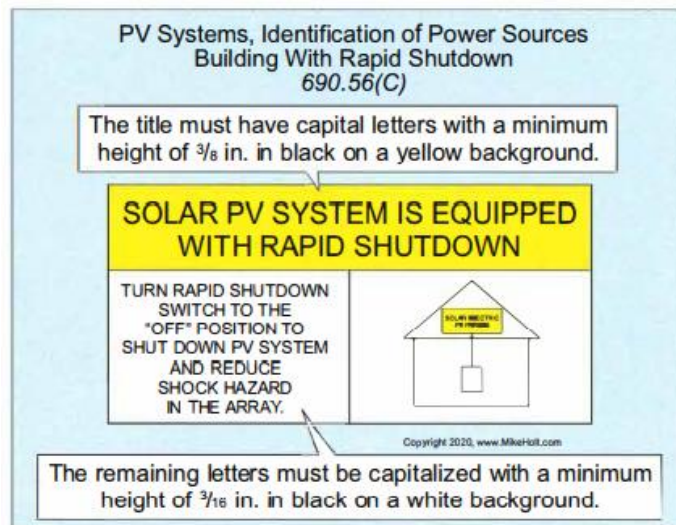
► Figure 690-94

690.56(C) *Edificios con parada sistemática rápida.* Los edificios con sistemas FV deben tener etiquetas permanentes como se describen en 690.56(C)(1) hasta (C)(3).



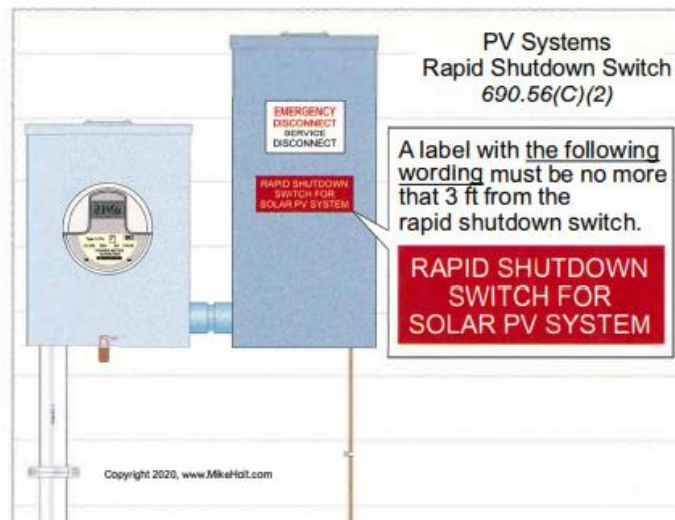
► Figure 690-95

**SOLAR PV SYSTEM IS EQUIPPED WITH RAPID SHUTDOWN
TURN RAPID SHUTDOWN SWITCH TO THE "OFF"
POSITION TO SHUT DOWN PV SYSTEM AND
REDUCE SHOCK HAZARD IN THE ARRAY**



►Figure 690-96

690.56(C)(2) *Edificios con más de un tipo de parada rápida.* Para los edificios que tienen sistemas fotovoltaicos con ambos tipos de parada rápida o un sistema fotovoltaico con un tipo de parada rápida y un sistema fotovoltaico sin parada rápida, un diagrama detallado de la vista en planta del techo se deberá proporcionar mostrando cada sistema fotovoltaico diferente y una línea de puntos alrededor de las áreas que permanecen energizadas después de accionar el interruptor de parada rápida.



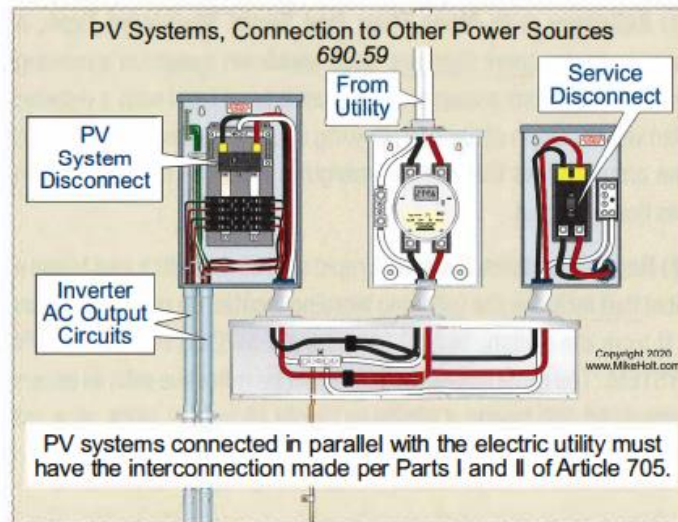
►Figure 690-97

Part VII. Connections to Other Sources

690.59 Connection to Other Power Sources

Parte VII. Conexión a otras Fuentes de Energía

690.59 *Conexión a otras fuentes.* Los sistemas FV conectados a otras fuentes deben ser instalados de acuerdo con la Partes I y II del Artículo 705.



►Figure 690-98

Part VIII. Energy Storage Systems

690.71 Energy Storage Systems

Parte VIII. Sistemas de Almacenamiento de Energía.

690.71 *Generalidades.* El sistema de almacenamiento de energía conectado a un sistema FV debe instalarse de conformidad con el Artículo 706.

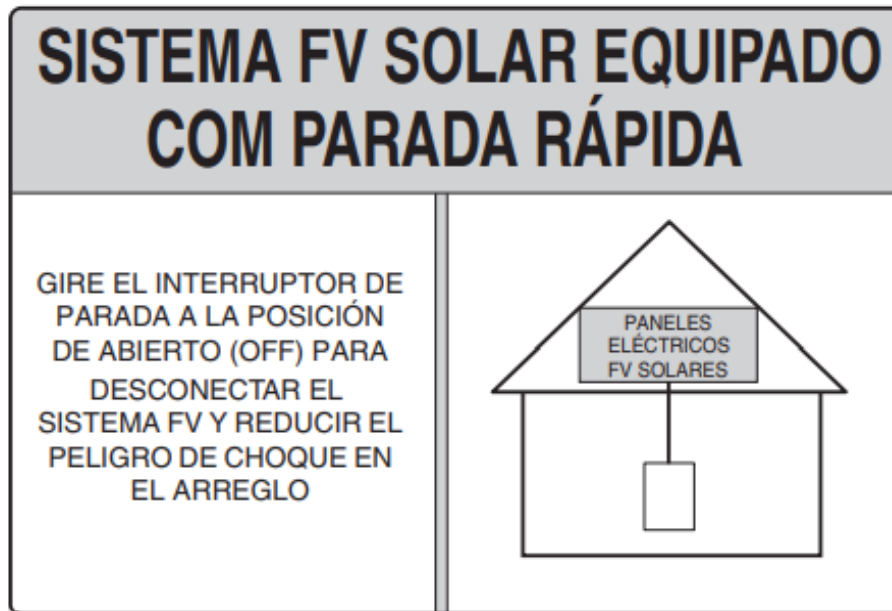


Figura 690.56(C)(1)(a) Etiqueta para sistemas FV que desconectan el arreglo y los conductores que salen del arreglo.

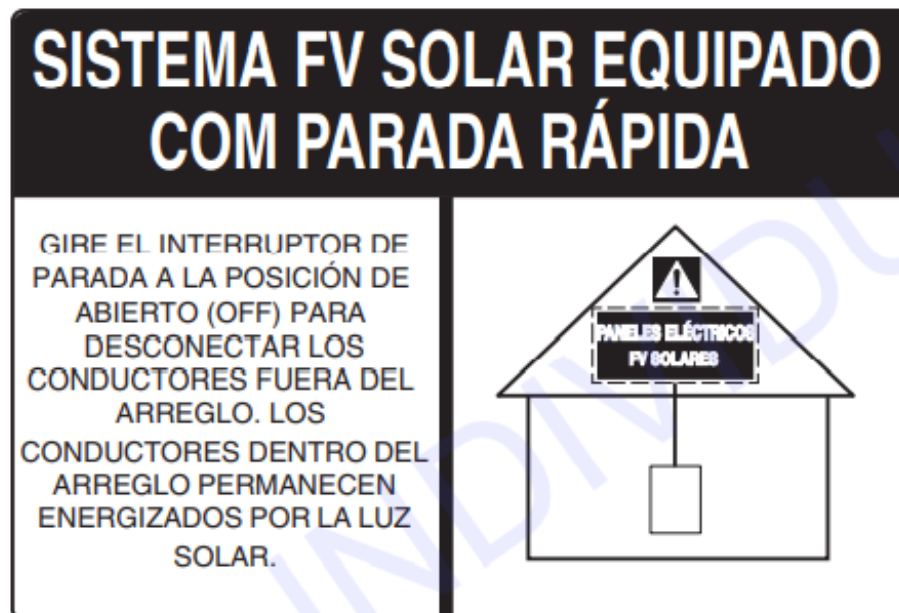


Figura 690.56(C)(1)(b) Etiqueta para sistemas FV que desconectan únicamente los conductores que salen del arreglo.

end of the epigraph

Clase #8:

Objetivos & Temas:

1. *Artículo 695. Fire Pump.*
2. *Alcance, Definición de los Métodos permitidos por el Artículo 695.*
3. *Sección 695.3. Fuentes de Potencias para los “Electrical Motor-Driven Fire Pumps por el Artículo 695.*
4. *Sección 695.4. Fuente Ininterrumpida de Potencia.*
5. *Sección 695.5. Transformadores.*
6. *Sección 695.10. Lista de Equipos.*
7. *Sección 695.12. Ubicación de Equipos.*
8. *Sección 695.14. Métodos permitidos para el Cableado de Control.*



ARTÍCULO 695 Bombas contra incendios

ARTICLE 695 FIRE PUMPS

Introduction to Article 695—Fire Pumps

The general philosophy behind most *Code* requirements is to provide circuit overcurrent protection that will shut equipment down before allowing the supply conductors to overheat and become damaged from overload. Article 695 departs from this philosophy. The idea is that the fire pump motor must keep running no matter what! Since it supplies water to a facility's fire protection piping, which in turn supplies water to the sprinkler system and fire hoses, it is better to sacrifice the fire pump rather than the entire structure. This article contains many requirements to make certain an uninterrupted supply of water is maintained.

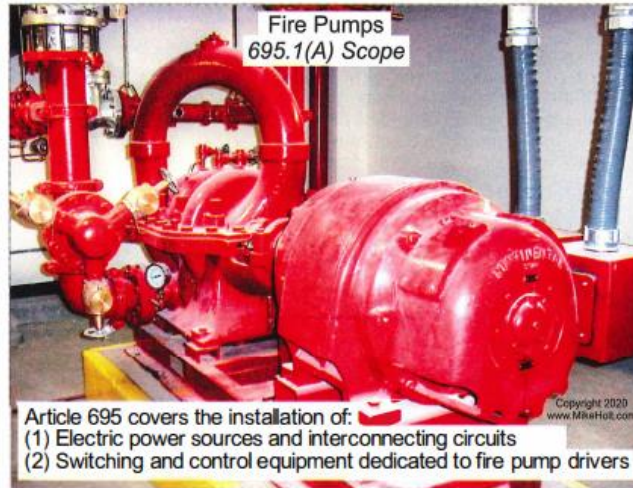
Some of these requirements are obvious. For example, locate the pump where its exposure to fire is minimized, which is usually in a separate space with fire-rated construction. It is important that the source of power is maintained for both the fire pump and its jockey (pressure maintenance) pump. Also, fire pump wiring must remain independent of all other wiring. Some of the requirements of Article 695 seem wrong at first glance, until you remember why that fire pump is there in the first place. For example, the disconnect must be designed to be lockable in the closed position. You would normally expect it to be lockable in the open position because other articles require that for the safety of maintenance personnel. But the fire pump runs to ensure the safety of an entire facility and everyone within. For the same reason, fire pump power circuits cannot have automatic overcurrent protection against overloads.

Remember, the fire pump must be kept in service, even if doing so damages or destroys the pump. It is better to sacrifice the fire pump than to save it and lose the facility. The intent of this article is to allow enough time for building occupants to escape and (if possible) to save the facility.

695.1 Scope

695.1 Alcance.

Nota Informativa: El texto que va seguido de una referencia entre corchetes ha sido extraído de **NFPA 20-2013**, Norma para la Instalación de bombas Estacionarias de Protección contra Incendios. Únicamente se han hecho cambios editoriales al texto extraído para hacerlo consistente con este Código.



►Figure 695-1



EXHIBIT 695.1 An electric motor specifically listed for fire pump service. (Courtesy of Liberty Mutual Insurance)

(A) **Cubrimiento.** Este artículo trata de la instalación de:

(1) Las fuentes de alimentación eléctrica y circuitos de interconexión.

(2) Los equipos de desconexión y control dedicados a accionadores de bombas contra incendios.

(B) **Temas que no cubre.** Este artículo no cubre:

(1) El desempeño, mantenimiento y pruebas de aceptación de los sistemas de bombas contra incendios ni del cableado interno de los componentes del sistema.

(2) La instalación de bombas de mantenimiento de la presión (jockey o de compensación). Nota Informativa: Sobre instalación de bombas de mantenimiento de la presión (jockey o de compensación) alimentadas por el circuito de bombas contra incendio u otra fuente, ver Artículo 430.

(3) Equipos de transferencia en la dirección ascendente de los interruptores de transferencia de bombas contra incendio.

695.2 Definiciones:

Circuitos de control externo tolerantes a las fallas (Fault Tolerant External Control Circuits). Aquellos circuitos de control que o entran o salen del envoltorio del controlador de la bomba contra incendios, que si se rompen, desconectan o ponen en cortocircuito no evitarán que el controlador arranque la bomba contra incendios desde los otros medios internos o externos y pueden hacer que el controlador arranque la bomba bajo estas condiciones.

Generador de reserva en el sitio (On-Site Standby Generator). Instalación que genera energía eléctrica en el sitio como alimentación alternativa de energía eléctrica. Difiere de una instalación de generación de energía en el sitio en que no genera energía constantemente.

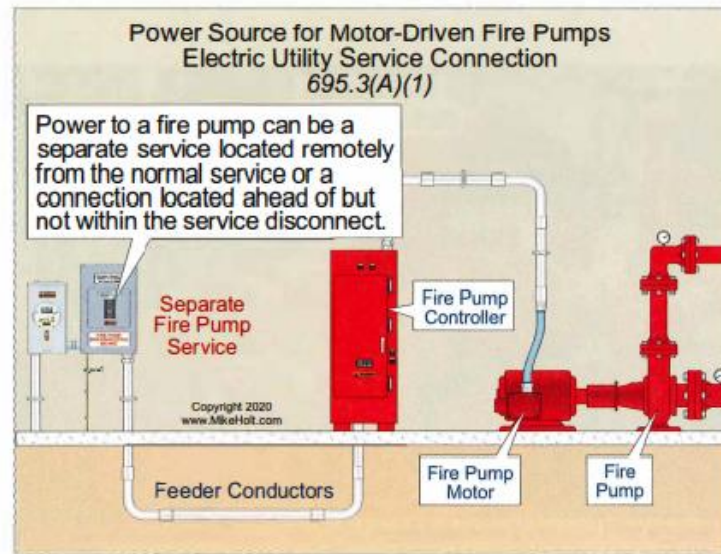
Instalación de generación de energía en el sitio (On-Site Power Production Facility). Alimentación normal de energía eléctrica para el sitio que se espera esté generando energía constantemente.

695.3 Electric Power Source(s)

695.3 **Fuente(s) de alimentación para motores eléctricos de accionamiento de las Bombas Contra incendios.** Los motores eléctricos de accionamiento de las bombas contra incendios deben tener una fuente confiable de alimentación.

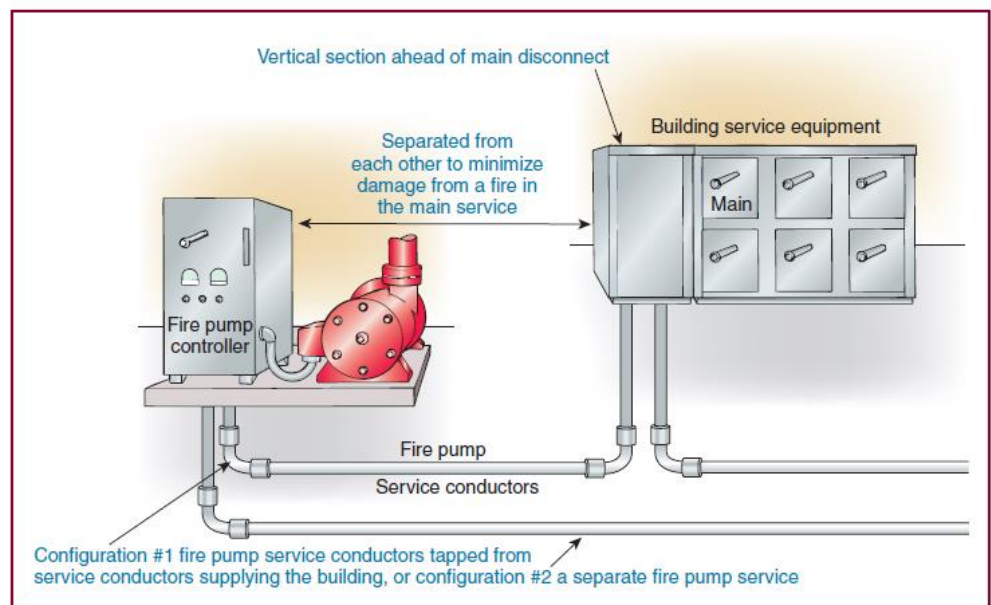
(A) **Fuentes individuales.** La fuente de alimentación para un motor eléctrico de accionamiento de una bomba contra incendios debe ser una o más de las enumeradas a continuación, siempre que sea confiable y capaz de conducir indefinidamente la suma de las corrientes de rotor bloqueado del motor o motores de la bomba contra incendios y del motor o motores de la bomba de mantenimiento de presión, al igual que la corriente de plena carga del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios, al estar conectados a dicha fuente de alimentación.

(1) **Conexión a la acometida de la compañía de electricidad.** Debe permitirse que una bomba contra incendio sea alimentada por acometida separada o desde una conexión ubicada adelante y no dentro del mismo gabinete, envoltorio o sección vertical del tablero de potencia o sección vertical del tablero de distribución como medio de desconexión de la acometida. La conexión debe estar ubicada y dispuesta de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños por incendios dentro del establecimiento y por la exposición a los riesgos. Una derivación antes del medio de desconexión de la acometida debe cumplir con lo establecido en 230.82(5). El equipo de acometida debe cumplir con los requisitos de etiquetado de 230.2 y con los requisitos de ubicación de 230.72(B). [20:9.2.2(1)].



► Figure 695-2

EXHIBIT 695.2 Two permitted configurations for connecting to an electric utility-supplied service.



695.3(A)(2) Instalación de Generación de Energía Eléctrica en el sitio. Debe permitirse que una bomba contra incendios se alimente de una instalación de generación de energía eléctrica en el sitio.

Dicha instalación debe estar ubicada y protegida de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños por incendios. [20:9.2.2(3)].

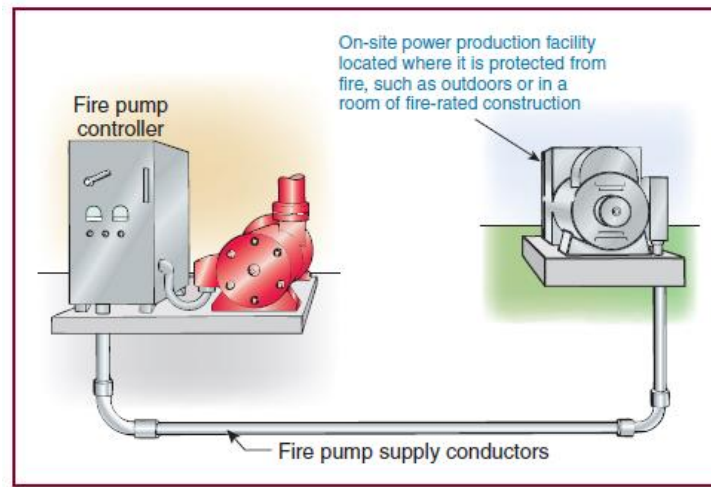


EXHIBIT 695.3 On-site power production facility as a power source for a fire pump installation.

695.3(B) **Fuentes múltiples.**

695.3(B)(1) & (2).

695(C)(3) **Coordinación Selectiva.** El (los) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente en cada medio de desconexión se debe(n) coordinar selectivamente con cualquier otro dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de la alimentación.

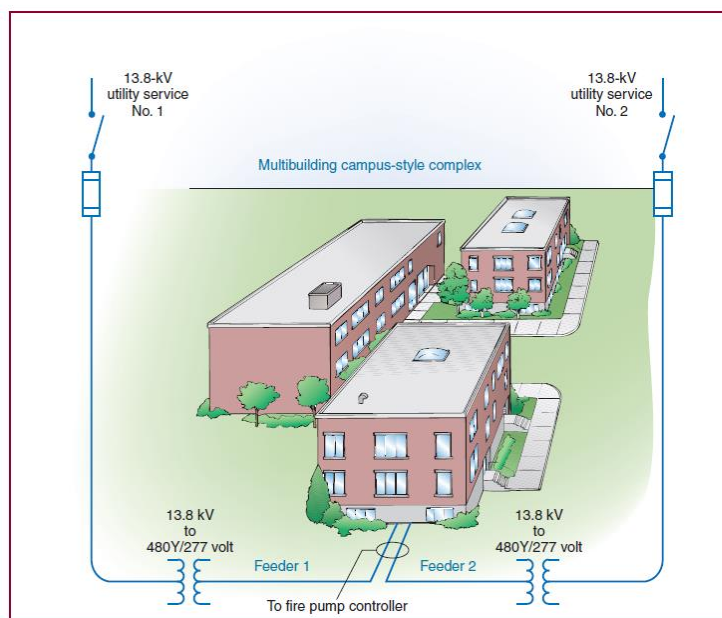


EXHIBIT 695.4 Multiple feeder sources for campus-style application.

695.3(D) **Generador de reserva en el sitio como fuente alterna.**

695.3(F), (G), (H) e (I), (con todos sus números si los tienen). *Transferencia de Energía.*

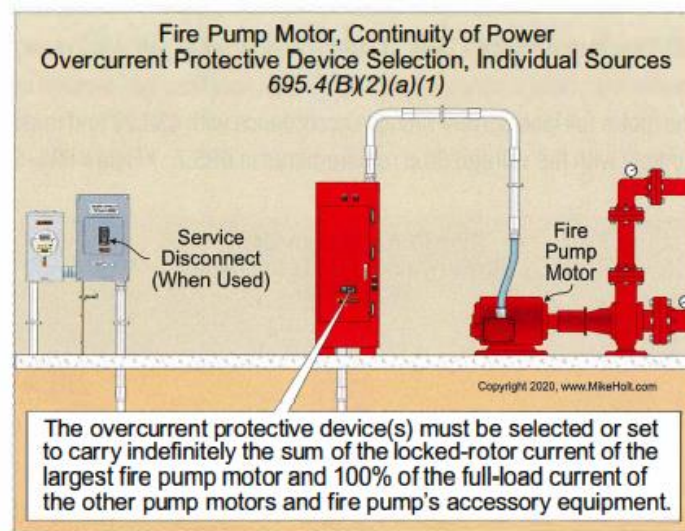
695.4 Continuity of Power

695.4 *Continuidad de la alimentación.* Los circuitos que alimentan los motores eléctricos de accionamiento de las bombas contra incendios deben supervisarse a fin de evitar una desconexión inadvertida, de acuerdo con 695.4(A) o (B).

695.4(A) *Conexión Directa.* Los conductores de alimentación deben conectar directamente la fuente de alimentación a un controlador de bombas contra incendio listado, a una combinación listada de controlador de bombas contra incendio e interruptor de transferencia de energía o a un interruptor de transferencia de energía de bombas contra incendio listado.

(B) *Conexión a través de los medios de desconexión y dispositivo de sobrecorriente.*

(2) *Selección de dispositivos contra sobrecorriente.*



► Figure 695-3

► Fire Pump Overcurrent Size Example

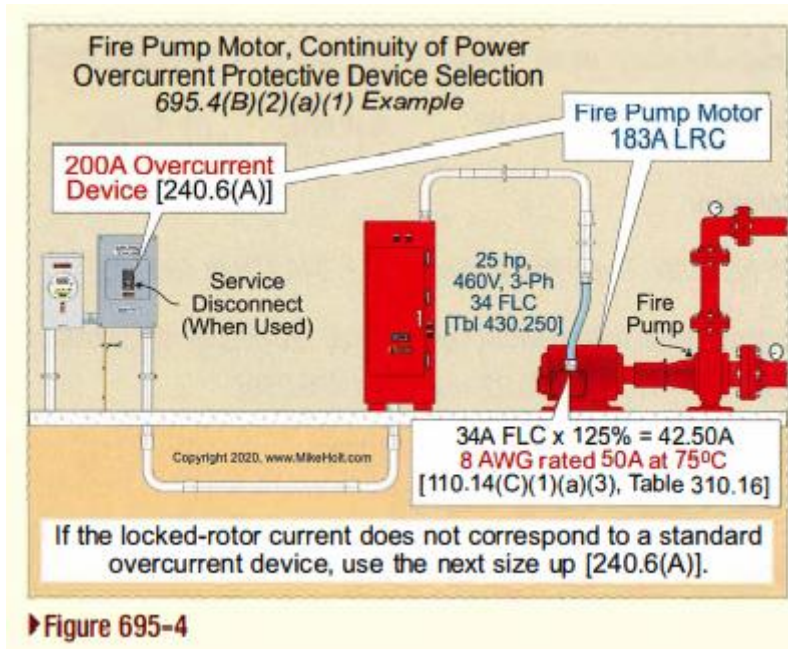
Question: What size overcurrent protective device and conductor is required for a 25 hp, 460V, three-phase fire pump motor that has a locked-rotor current rating of 183A? ► Figure 695-4

(a) 100A, 8 AWG

(b) 200A, 8 AWG

(c) 400A, 8 AWG

(d) 450A, 8 AWG



Solution:

Locked-Rotor Current = 183A

Protection Size = 200A [240.6(A) and 695.4(B)(2)(a)(1)]

Determine the branch-circuit conductor at 125 percent of the motor's FLC [Table 310.16, 430.22, and Table 430.250].

Branch-Circuit Conductor = 34A x 125%

Branch-Circuit Conductor = 42.50A

Use an 8 AWG conductor rated 50A at 75°C [110.14(C)(1)(a)(3) and Table 310.16].

Answer: (b) 200A, 8 AWG

(3) Medio de desconexión. El medio de desconexión que es único para las cargas de la bomba contra incendios, debe cumplir con los literales (a) hasta (e).

(a) Características y ubicación – Fuente normal de alimentación. Los medios de desconexión para la fuente normal de alimentación deben cumplir con todas las condiciones siguientes: [20:9.2.3.1]

(1) Estar identificado como adecuado para emplearse como equipo de acometida.

(2) **Puede ser bloqueado en posición cerrada.** La disposición para el bloqueo o la incorporación de un cierre en los medios de desconexión debe instalarse en el interruptor o interruptor automático que se utilice como el medio de desconexión y debe mantenerse sin cambios con o sin el cierre instalado.

(3) No estar ubicado dentro del mismo envoltorio, panel de distribución, tablero de distribución, tablero de potencia o centro de control de motores, con o sin barra colectora común, que alimenta cargas que no sean para la bomba contra incendios.

(4) Estar ubicado lo suficientemente lejos de otro edificio u otro medio de desconexión de la alimentación de la bomba contra incendio, de modo que sea improbable la operación inadvertida simultánea.

695.4(b), (c), (d), (e)(1),(2),(3) & (4).

695.5 Transformers

695.5 Transformadores. Cuando la tensión del sistema o de la acometida es diferente de la tensión de utilización del motor de la bomba contra incendios, debe permitirse instalar transformadores protegidos por medios de desconexión y dispositivos de protección contra sobrecorriente entre la alimentación del sistema y el controlador de la bomba contra incendios, de acuerdo con 695.5(A) y (B) o (C). Debe permitirse que únicamente los transformadores que cubre 695.5(C) alimenten cargas no asociadas directamente con el sistema de la bomba contra incendios.

(A) **Dimensionamiento.** Cuando un transformador alimente un motor eléctrico de accionamiento de una bomba contra incendios, el valor nominal de corriente debe ser como mínimo del 125 por ciento de la suma de las cargas del(los) motor(es) de la bomba contra incendios y la del(los) motor(es) de la(s) bomba(s) de mantenimiento de la presión y del 100 por ciento de los equipos accesorios asociados con la bomba contra incendios, alimentados por el transformador.

(B) **Protección contra sobrecorriente.** El(los) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente del primario se debe seleccionar o ajustar para conducir de forma indefinida la suma de la corriente de rotor bloqueado del(los) motor(es) de la bomba contra incendios, la del(los) motor(es) de la bomba para mantenimiento de la presión y la corriente de plena carga de los equipos accesorios asociados a la bomba contra incendios que estén conectados al mismo circuito de alimentación. No debe permitirse protección contra sobrecorriente del secundario. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos diferentes de los de protección contra sobrecorriente en el circuito o circuitos del motor de la bomba contra incendios.

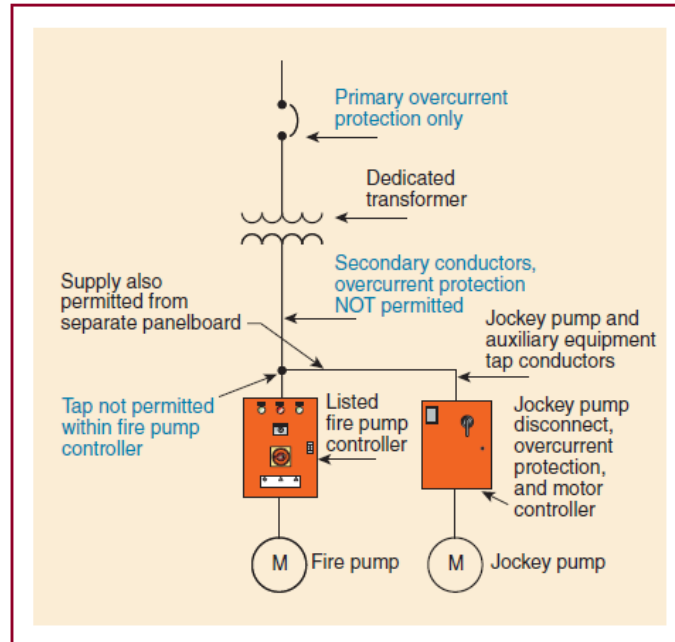


EXHIBIT 695.5 Overcurrent protection for a transformer supplying a fire pump and associated equipment. The device must be capable of carrying LRCs of fire pump motor and jockey pump motor indefinitely.

(C) Fuentes de alimentación. Cuando se proporciona una fuente de alimentación de acuerdo con 695.3(C), debe permitirse que los transformadores que alimentan el sistema de la bomba contra incendios también alimenten otras cargas. Todas las demás cargas deben calcularse de acuerdo con el Artículo 220, incluyendo los factores de demanda, según sea aplicable.

(1) Dimensionamiento. Los transformadores deben tener un valor nominal de mínimo el 125 por ciento de la suma de: las cargas del motor o motores de la(s) bomba(s) contra incendios y las cargas del(los) motor(es) de la(s) bomba(s) de mantenimiento de la presión y del 100 por ciento de la carga restante alimentada por el transformador.

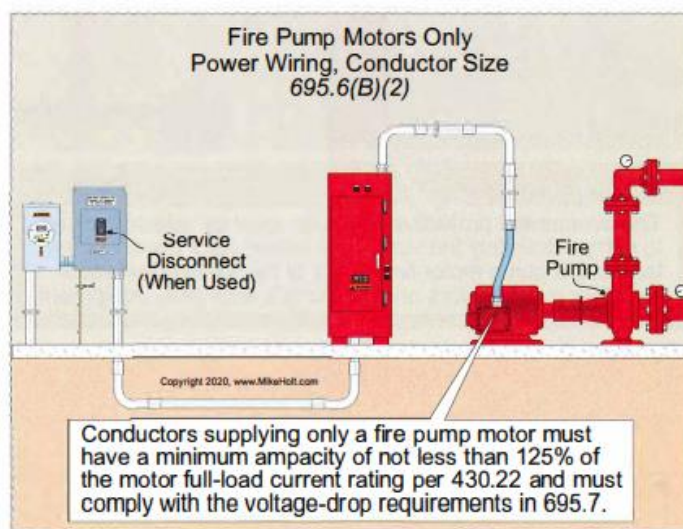
(2) Protección contra sobrecorriente. Se deben coordinar el tamaño del transformador, el calibre del alimentador y el (los) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente, de modo que la protección contra sobrecorriente se suministre para el transformador de acuerdo con lo establecido en 450.3, para el alimentador de acuerdo con 215.3 y sea tal que el dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente se seleccionen o se ajusten para conducir indefinidamente la suma de las corrientes de rotor bloqueado del motor o motores de la bomba contra incendios y la del motor o motores de la bomba para mantenimiento de la presión, la corriente de plena carga del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios y el 100 por ciento de las cargas restantes alimentadas por el transformador. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos diferentes de los de protección contra sobrecorriente en el circuito o circuitos del motor de la bomba contra incendios.

695.6 Power Wiring

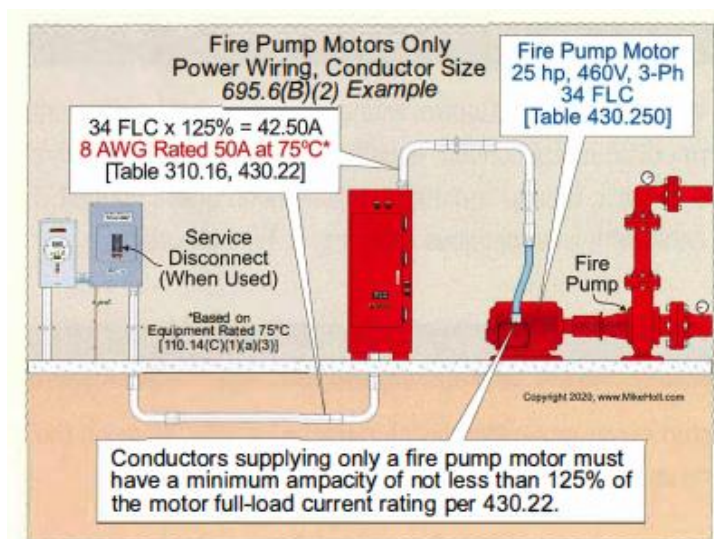
695.6 *Cableado de fuerza.* Los métodos de cableado y los circuitos de potencia deben cumplir con los requisitos de 695.6(A) hasta (J) y estar de acuerdo con lo permitido en 230.90(A), Excepción No. 4; Sección 230.94, Excepción No. 4; Sección 240.13; 230.208; 240.4(A); y 430.31.

(B) *Calibre del conductor.*

(2) *Únicamente Motores de Bombas contra incendios.* Los conductores que alimentan únicamente el motor o motores de una bomba contra incendios deben tener una ampacidad mínima de acuerdo con 430.22 y deben cumplir con los requisitos de caída de tensión de 695.7



►Figure 695-5



►Figure 695-6

(C) Protección contra la sobrecarga. Los circuitos de potencia no deben tener protección automática contra las sobrecargas. A excepción de lo contenido en 695.5(C)(2) para la protección de los primarios de los transformadores, los conductores alimentadores del circuito ramal deben protegerse únicamente contra cortocircuito. Cuando se realice una derivación para alimentar una bomba contra incendios, el cableado se debe tratar como conductores de acometida de acuerdo con 230.6. No se deben aplicar las restricciones aplicables de distancia ni de calibre de 240.21.

(D) Cableado de Bombas. Todo el alambrado que va desde los controladores hasta los motores de la bomba contra incendio debe estar en conduit metalico rigido, conduit metalico intermedio, conduit flexible hermetico a los liquidos y conduit no metalico flexible hermetico a los liquidos, cable del tipo MC listado con una cubierta impermeable o cable tipo MI. Las conexiones eléctricas en las cajas de los terminales de motores deben hacerse con un medio de conexión listado. Para este fin, no debe permitirse el uso de conectores de cables de tipo retorcidos, de perforación del aislamiento ni soldados.

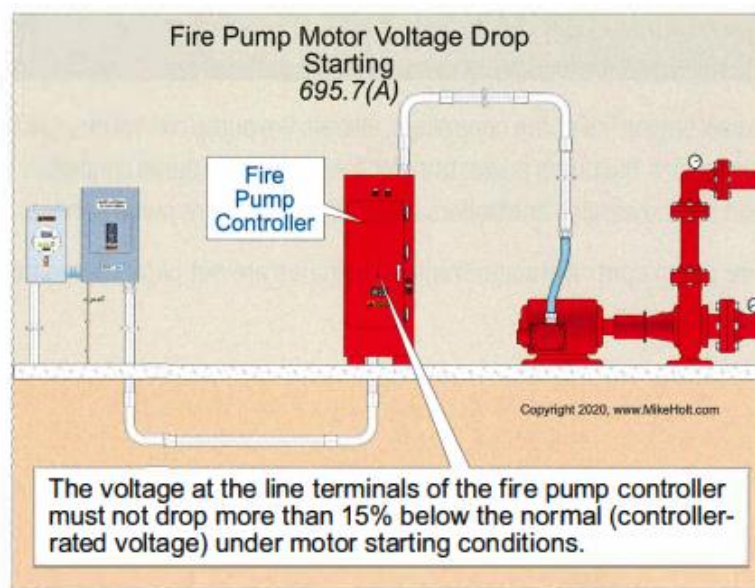
Ver:

695.6 (E), (F), (G), (H), (1), (2), (3), (I), (1), (2), (3), (4), (5), (6), (J), (1), (2), (3) & (4).

695.7 Voltage Drop

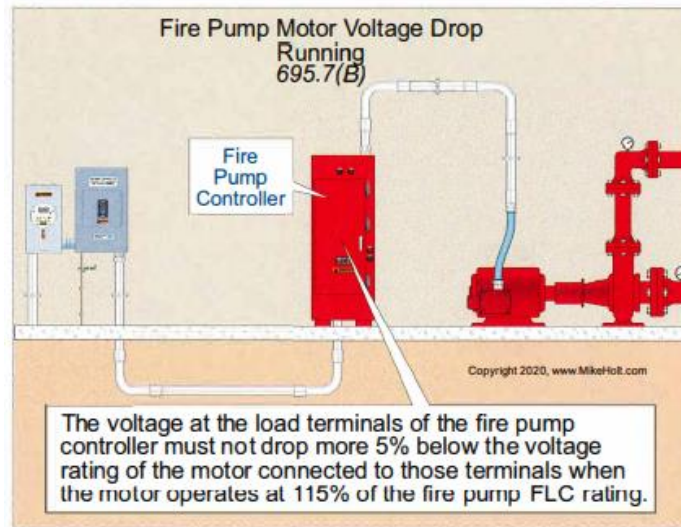
695.7 Caída de Tensión.

695.7(A) Arranque. La tensión en los terminales de línea del controlador de la bomba contra incendios no debe caer más del 15 por ciento por debajo de lo normal (tensión nominal del controlador) bajo condiciones de arranque del motor.



►Figure 695-7

695.7(B) **Funcionamiento.** La tensión en los terminales de cargadel controlador de bombas contra incendio no debe caer más del 5 por ciento por debajo de la tensión nominal del motor conec tado a esos terminales, cuando el motor esté funcionando al 115 por ciento de su valor nominal de corriente de plena carga del motor



►Figure 695-8

695.10 **Equipo Listado.** Los controladores de bombas contra incendios de motor diesel y los controladores eléctricos para bombas contra incendios, los motores eléctricos, los interruptores de transferencia de alimentación de las bombas contra incendios, los controladores de bombas de espuma y los controladores de servicio limitado deben estar listados para servicio con la bomba contra incendios. [20:9.5.1.1., 10.1.2.1, 12.1.3.1].

695.12 **Ubicación de los Equipos.**



EXHIBIT 695.6 Listed fire pump controller and power transfer switch.

695.12(A), (B), (C), (D), (E) & (F).

695.14 Control Wiring

695.14 *Cableado de Control.*

(A) *Fallas de los circuitos de control.*

(B) *Funcionamiento de sensores.*

(C) *Dispositivos remotos.*

(D) *Cableado de control del motor de accionamiento.*

(E) *Métodos de cableado de control de la bomba eléctrica contra incendios.*

(F) *Métodos de cableado de control del generador.*

695.15 Surge Protection

695.15 ***Protección contra sobretensiones.** Se debe instalar un dispositivo de protección contra sobretensiones en el controlador de la bomba contra incendios.*

end of the epigraph & the Class

Clase #9:

Objetivos & Temas:

1. *Artículo 700. Emergency Systems.*
2. *Sección 700.3. Test & Maintenance.*
3. *Sección 700.4. Capacidad de un Sistema de Emergencia.*
4. *Sección 700.6. Señalizaciones.*
5. *Sección 700.30. Accesibilidad.*
6. *Sección 700.31. GFCI.*
7. *Artículo 701. Requerimientos Legales para el cableado de las Fuentes de Alimentación de Potencia para los Circuitos de los “Standby Sign Systems”.*
8. *Artículo 705. Dimensionamiento & Corriente para los circuitos de interconexión de los “Electric Power”.*



ARTÍCULO 700 Sistemas de emergencia

ARTICLE 700 EMERGENCY SYSTEMS

Introduction to Article 700—Emergency Systems

Emergency systems are often required as a condition of an operating permit for a given facility. According to NFPA 101, *Life Safety Code*, emergency power systems are generally installed where artificial illumination is required for safe exiting and for panic control in buildings subject to occupancy by large numbers of people such as high-rise buildings, jails, sports arenas, schools, health care facilities, and similar structures.

The authority having jurisdiction makes the determination as to whether such a system is necessary for a given facility and what it must entail. Sometimes an emergency system simply provides power for exit lighting and exit signs upon loss of the main power or in the case of fire. Its purpose is not to provide power for normal business operations, but rather to provide lighting and controls essential for human life safety.

The general goal is to keep the emergency operation as reliable as possible. The emergency system must be able to supply all emergency loads simultaneously. When the emergency supply also supplies power for other nonemergency loads, the emergency loads take priority over the others, and those other loads must be subject to automatic load pickup and load shedding to support the emergency loads if the emergency system does not have adequate capacity and rating for all loads simultaneously.

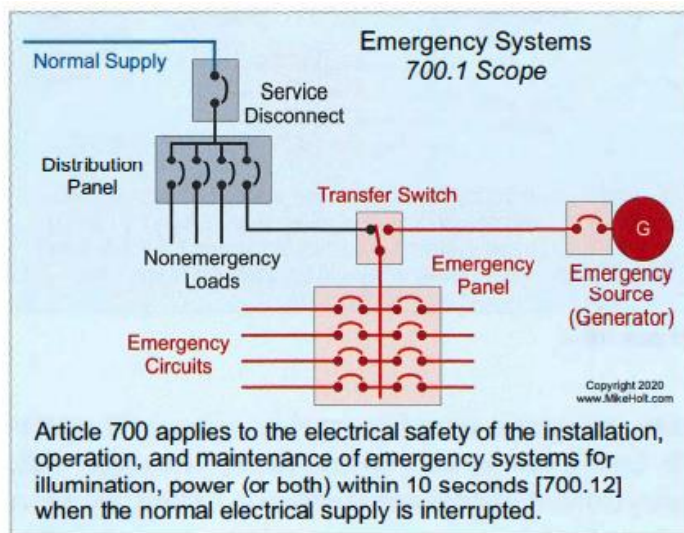
As you study Article 700, keep in mind that emergency systems are essentially lifelines for people. The entire article is based on keeping those lifelines from breaking.

Part I. General

700.1 Scope

Parte I. Generalidades.

700.1 Alcance. Este artículo se aplica a la seguridad eléctrica de la instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de emergencia consistentes en circuitos y equipos proyectados para alimentar, distribuir y controlar la electricidad para la iluminación, fuerza o ambos, en las instalaciones que lo requieran cuando se interrumpe el sistema o el suministro eléctrico normal de dichas instalaciones.



►Figure 700-1

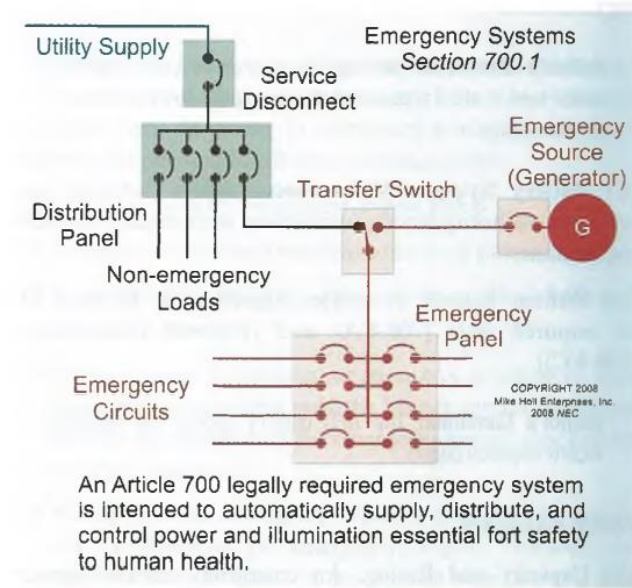


Figure 700-1

700.2 Definitions

700.2 Definiciones.

Interruptor de transferencia de iluminación de emergencia del circuito ramal (Branch Circuit Emergency Lighting Transfer Switch). Un dispositivo conectado en el lado de la carga de un dispositivo de protección contra sobrecorriente de un circuito derivado, que transfiere solo cargas de iluminación de emergencia desde la alimentación normal a la alimentación de emergencia.

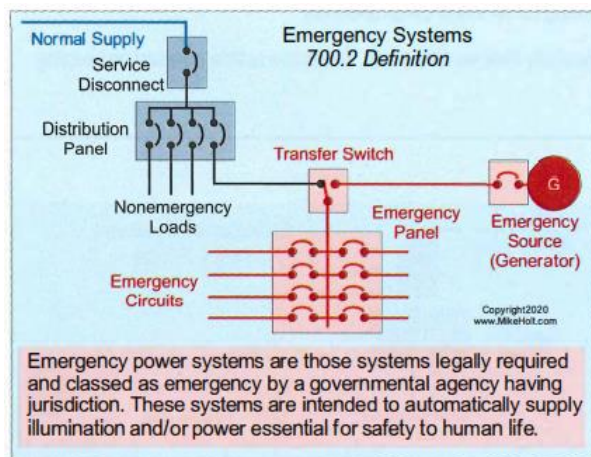
Nota Informativa: Consulte ANSI/UL 1008, Equipos de Interruptores de Transferencia, para obtener información sobre interruptores de transferencia de iluminación de emergencia de circuitos ramales.

Luminaria, directamente controlada (Luminaire, Directly Controlled). Una luminaria de emergencia que tiene una entrada de control para una función integral de atenuación o conmutación que, ante la pérdida de potencia normal, acciona la luminaria a la iluminación total. **Nota Informativa:** Consulte ANSI/UL 924, Iluminación de Emergencia y Equipos de Energía, para obtener información sobre luminarias controladas directamente.

Relé, control automático de carga (Relay, Automatic Load Control). Dispositivo utilizado para configurar equipos de iluminación de emergencia normalmente atenuados o normalmente apagados en los niveles de iluminación de plena potencia en caso de una pérdida de la alimentación normal mediante la derivación de los controles de atenuación/conmutación y para regresar el equipo de iluminación de emergencia a la condición normal cuando el dispositivo percibe que se ha restablecido la alimentación normal.

Nota Informativa: Ver ANSI/UL 924, Iluminación de Emergencia y Equipos de Energía, para conocer los requisitos sobre relés de control automático de carga.

Sistemas de Emergencia (Emergency Systems). Son aquellos sistemas legalmente exigidos y clasificados como de emergencia por las autoridades municipales, estatales, federales o por otros códigos o por cualquier organismo gubernamental con jurisdicción. Estos sistemas están proyectados para alimentar automáticamente energía eléctrica a sistemas de iluminación, de fuerza o ambos, en las áreas y en los equipos que se designan en caso de que falle la alimentación normal o en caso de que falle un componente del sistema proyectado para alimentar, distribuir y controlar la iluminación y la energía esenciales para la seguridad de las personas.



►Figure 700-2

700.3 Tests and Maintenance

700.3 Pruebas y Mantenimiento.

- (A) **Dirigir o presenciar las pruebas.** La autoridad competente debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.
- (B) **Pruebas periódicas.** Los sistemas de emergencia se deben probar periódicamente, sobre un cronograma aceptado por la autoridad competente, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.
- (C) **Mantenimiento.** El equipo del sistema de emergencia debe mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las normas de la industria.
- (D) **Registro escrito.** Se debe llevar un registro escrito de todas las pruebas y mantenimientos de los sistemas de emergencia.
- (E) **Pruebas bajo Carga.** Se deben instalar medios para probar todos los sistemas de fuerza y de iluminación de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.
- (F) **Fuente de energía temporal para mantenimiento o reparación de la fuente de energía alternativa.** Si el sistema de emergencia se basa en una única fuente de energía alternativa, que se desactivará para mantenimiento o reparación, el sistema de emergencia debe incluir medios de conmutación permanentes para conectar una fuente de energía alternativa portátil o temporal, que estará disponible durante la duración del mantenimiento o reparación. Los medios de conmutación permanentes para conectar una fuente de energía alternativa portátil o temporal deben cumplir con lo siguiente:
- (1) La conexión a la fuente de alimentación alternativa portátil o temporal no debe requerir la modificación del cableado permanente del sistema.
 - (2) La transferencia de energía entre la fuente de energía normal y la fuente de energía de emergencia se debe realizar de acuerdo con 700.12.
 - (3) El punto de conexión para la fuente alternativa portátil o temporal se debe marcar con la rotación de fase y los requisitos de unión del sistema.
 - (4) El enclavamiento mecánico o eléctrico debe evitar la interconexión accidental de fuentes de energía.
 - (5) Los medios de conmutación incluirán un punto de contacto que anunciará en una ubicación remota del generador o en otro sistema de monitoreo de la instalación indicando que la fuente de emergencia permanente está desconectada del sistema de emergencia. Se debe permitir utilizar la interrupción manual para cambiar de la fuente de alimentación permanente a la fuente de alimentación alternativa portátil o temporal y utilizar los medios de conmutación para la conexión de un banco de carga.

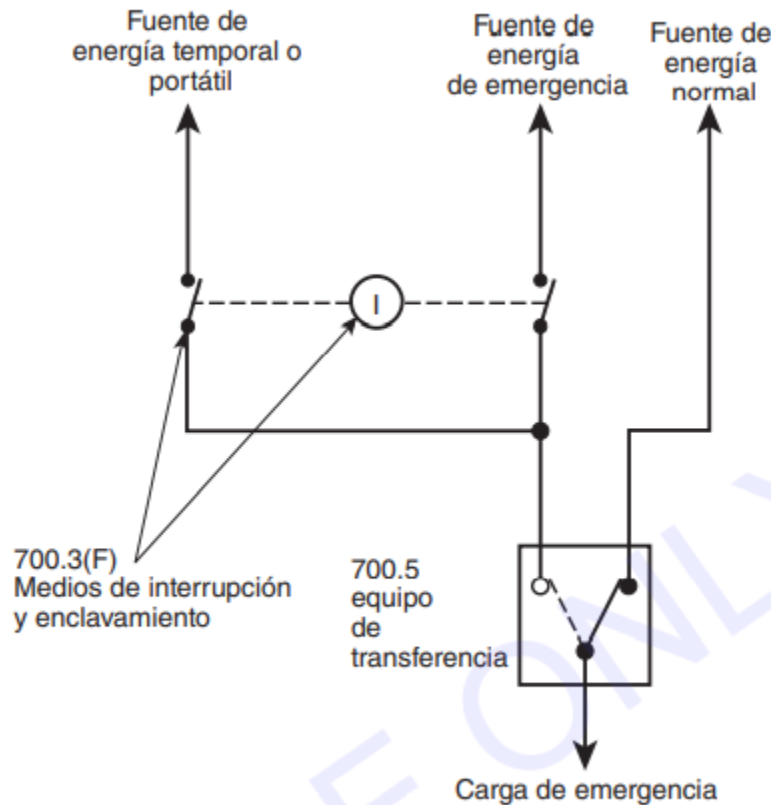


Figura 700.3(F)

700.4 Capacity and Rating

700.4 Capacidad & Rango.

(A) Capacidad y valor nominal. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y el valor nominal adecuado para todas las cargas que funcionarán simultáneamente. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

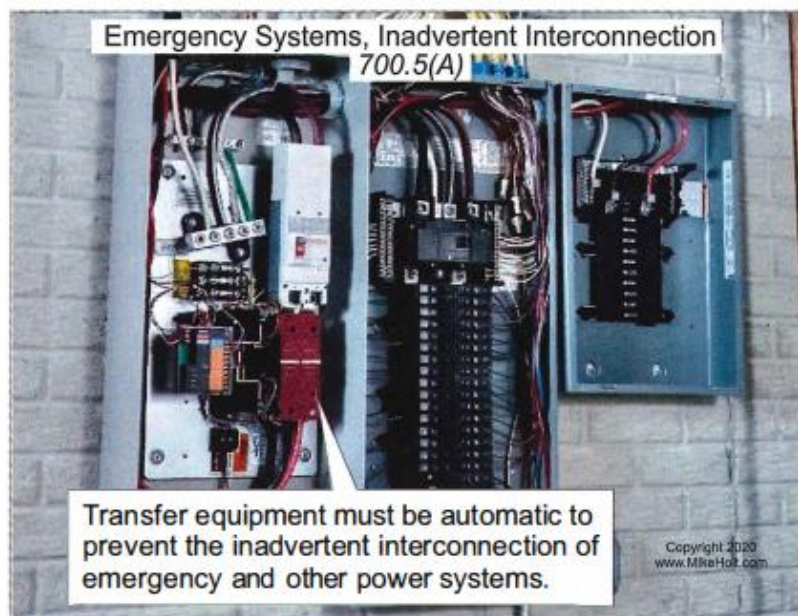
(B) Distribución selectiva de carga, desconexión de carga y reducción de picos de carga. Debe permitirse que la fuente alternativa de alimentación alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente exigidos y sistemas de reserva opcionales cuando la fuente tenga la capacidad adecuada o cuando se proporcione distribución selectiva de carga y tirar carga automáticamente, de la forma necesaria para garantizar alimentación adecuada para (1) los circuitos de emergencia, (2) los circuitos de reserva legalmente exigidos, (3) los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad. Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, debe permitirse utilizar la fuente alternativa de alimentación para la reducción de los picos de carga.

Para efectos de satisfacer los requisitos de prueba de acuerdo con 700.3(B), debe permitirse la operación de reducción de picos de carga, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones de 700.3.

700.5 Transfer Equipment

700.5 **Equipo de Transferencia.**

(A) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores de transferencia, debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado por la autoridad competente. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al realizar cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir su funcionamiento en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.



► Figure 700-3

(B) Seccionadores de desviación. Debe permitirse un medio para conectar en desviación y separar el equipo de transferencia. Si se emplean seccionadores de desviación, se debe evitar la operación accidental en paralelo.

(C) Interruptores de Transferencia Automática (Transfer-Switch). Los interruptores de transferencia automática deben funcionar eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática, deben estar listados para su uso en sistemas de emergencia.

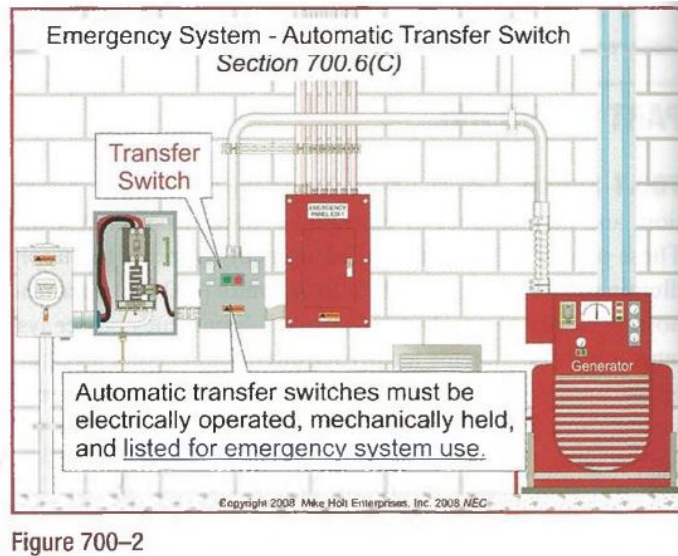
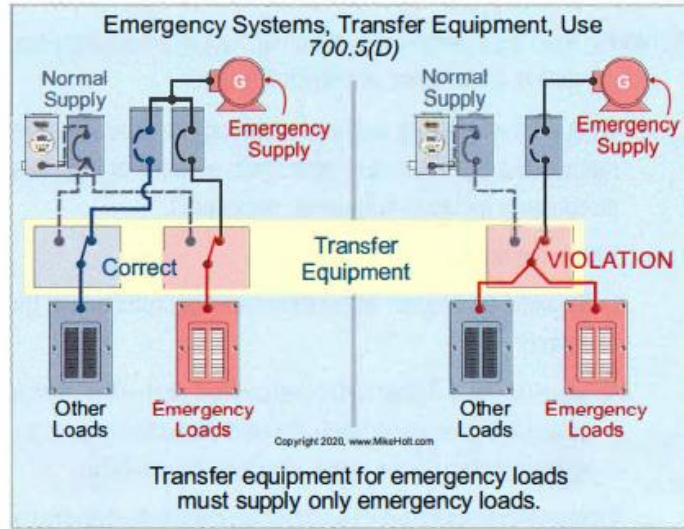


Figure 700-2

(D) *Uso.* El equipo de transferencia debe alimentar solo cargas de emergencia.



EXHIBIT 700.1 An emergency system transfer switch. (Courtesy of the International Association of Electrical Inspectors)



► Figure 700-4

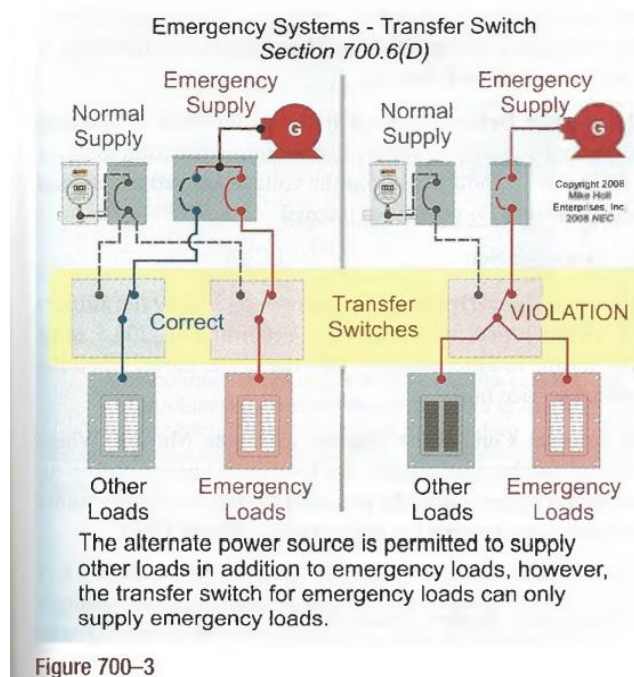


Figure 700-3

700.6 **Señalización.** Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los propósitos descritos en 700.6(A) hasta (D).

- (A) **Fallo.** Para indicar un mal funcionamiento de la fuente de emergencia.
- (B) **Conducción de Carga.** Para indicar que la batería está alimentando la carga.
- (C) **No funciona.** Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

(D) Falla a tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella puestos a tierra sólidamente de más de 150 volts a tierra y con dispositivos de protección de circuito para corriente nominal de 1000 amperes o más. El sensor para los dispositivos de señalización de fallas a tierra debe estar ubicado en el medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia o delante de él y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser para la corriente de falla a tierra de 1200 amperes. Se deben ubicar en o lo más cerca posible del sensor, las instrucciones sobre las acciones a realizar en caso de producirse una falla a tierra.

Para los sistemas con múltiples fuentes de emergencia conectadas a una barra paralela, se debe permitir que el sensor de falla a tierra se encuentre en una ubicación alternativa.

700.7 Signs

700.7 Señales.

(A) Fuentes de Emergencia. En el equipo de entrada de la acometida se debe colocar una señal que indique el tipo y la ubicación de cada una de las fuentes para la alimentación de emergencia del sitio. Excepción: No debe requerirse instalar señales en los equipos unitarios individuales, como se indica en 700.12(F).

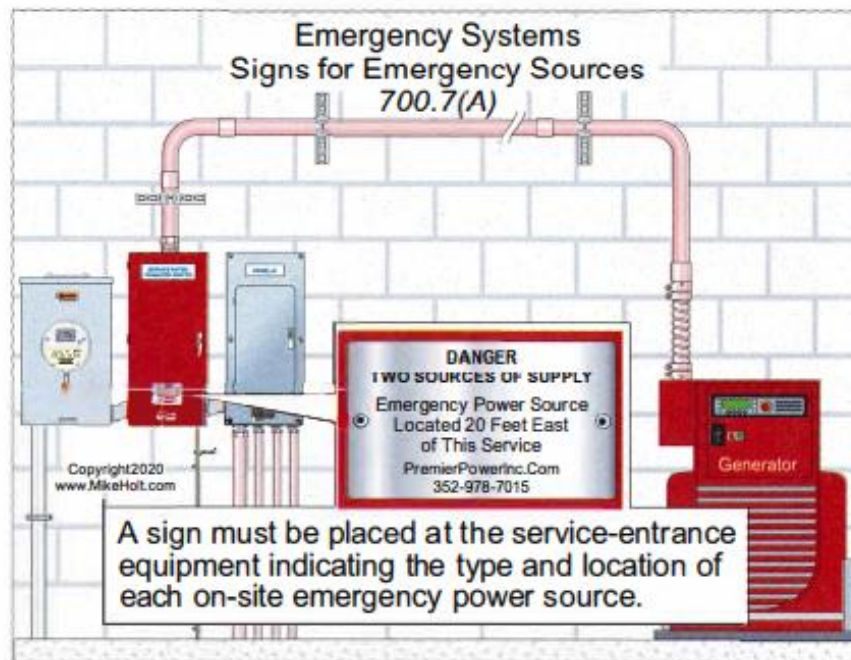


Figure 700-5

(B) **Puesta a tierra.** Cuando la remoción de la conexión de puesta a tierra o de unión del equipo de la fuente de alimentación normal interrumpa la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra con el conductor puesto a tierra de la(s) fuente(s) alterna(s) de alimentación, se debe instalar una señal de advertencia en el equipo de la fuente de alimentación normal estableciendo lo siguiente:

ADVERTENCIA

EXISTE PELIGRO DE CHOQUE ELÉCTRICO SI SE

RETIRA LA CONEXIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA

A TIERRA O DEL PUENTE

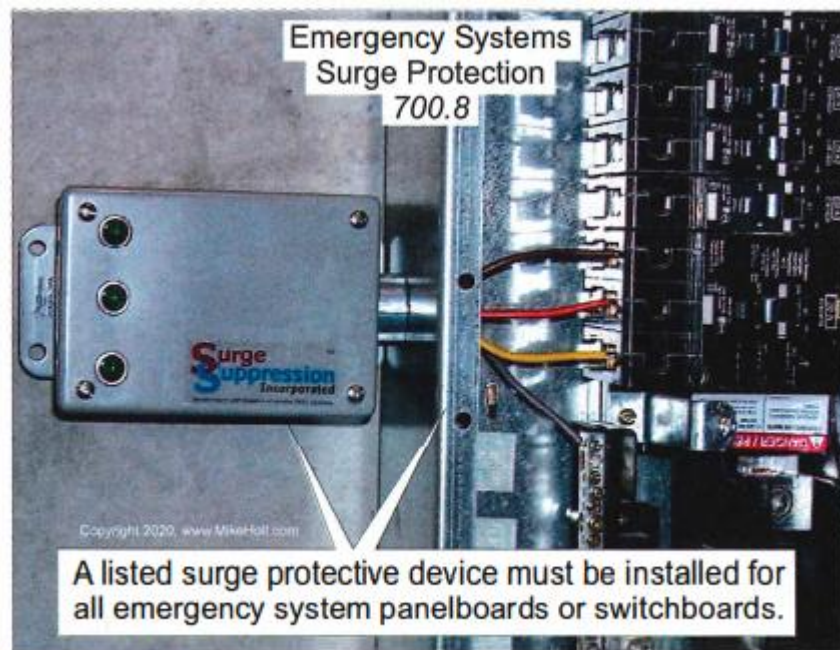
DE UNIÓN DE ESTE EQUIPO MIENTRAS LA/S

FUENTE(S) ALTERNA(S) ESTÉ(N) ENERGIZADA(S)

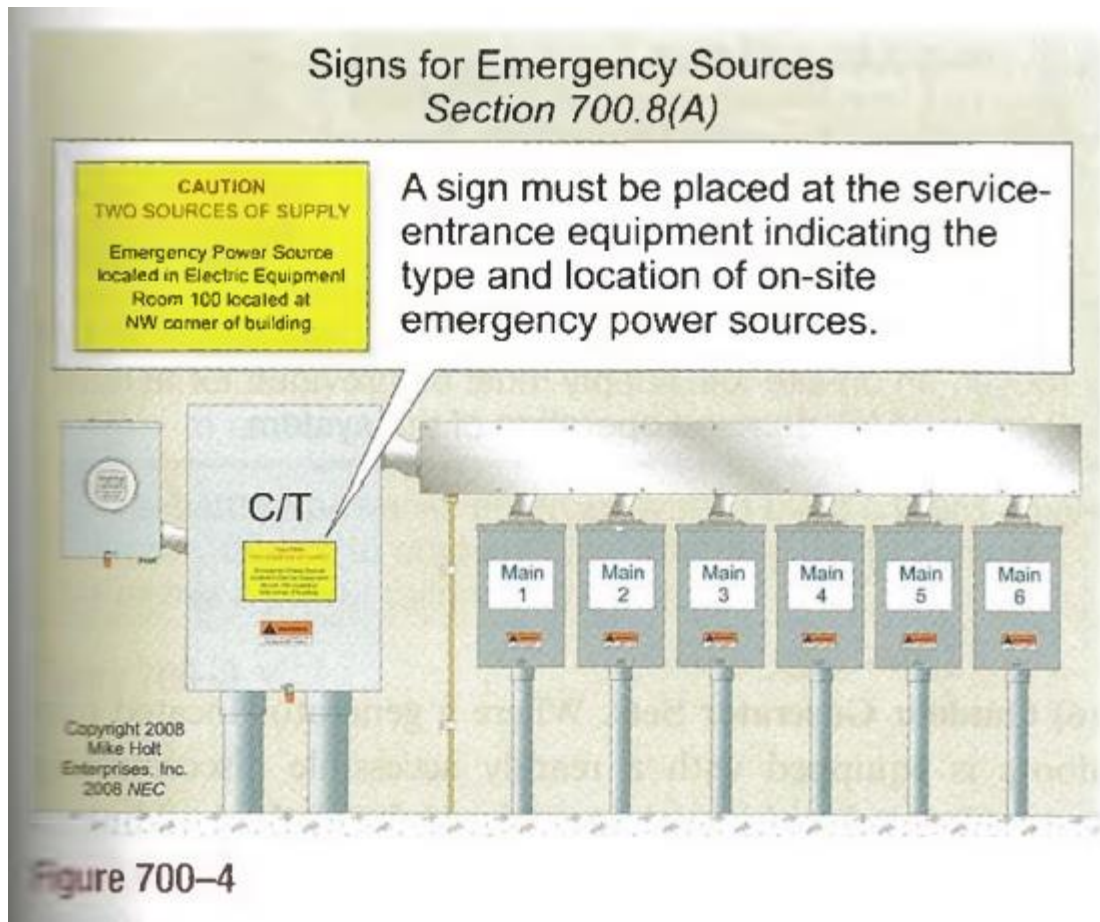
Las señales o etiquetas de advertencia deben cumplir con lo establecido en 110.21(B).

700.8 Surge Protection

700.8 **Protección contra sobretensión.** Debe instalarse un “SPD” en o sobre todos los tableros de distribución y paneles de distribución de los sistemas de emergencia.



►Figure 700-6



Part II. Circuit Wiring

700.10 Wiring

Parte II. Cableado de Circuitos.

700.10 Cableado del Sistema de Emergencia.

(A) Identificación. Todas las cajas y envoltentes de los circuitos de emergencia (incluyendo los interruptores de transferencia, generadores y paneles de potencia) deben estar marcados de forma permanente de modo que sean fácilmente identificados como un componente de sistema o circuito de emergencia mediante los siguientes métodos:

(B) Cableado (Wiring). Debe permitirse que el cableado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde la misma fuente esté en la misma canalización, cable, caja o gabinete. El cableado que se extiende desde una fuente de emergencia o desde un dispositivo de protección contra sobrecorriente de una fuente de emergencia hasta las cargas del sistema de emergencia debe mantenerse totalmente independiente de todos los otros cableados y equipos, a menos que esté permitido de otro modo en 700.10(B)(1) hasta (5):

Ver & Estudiar los siguientes Art.:

(B)(1), (2), (3), (4), (5), (a), (b), (c), & (d).

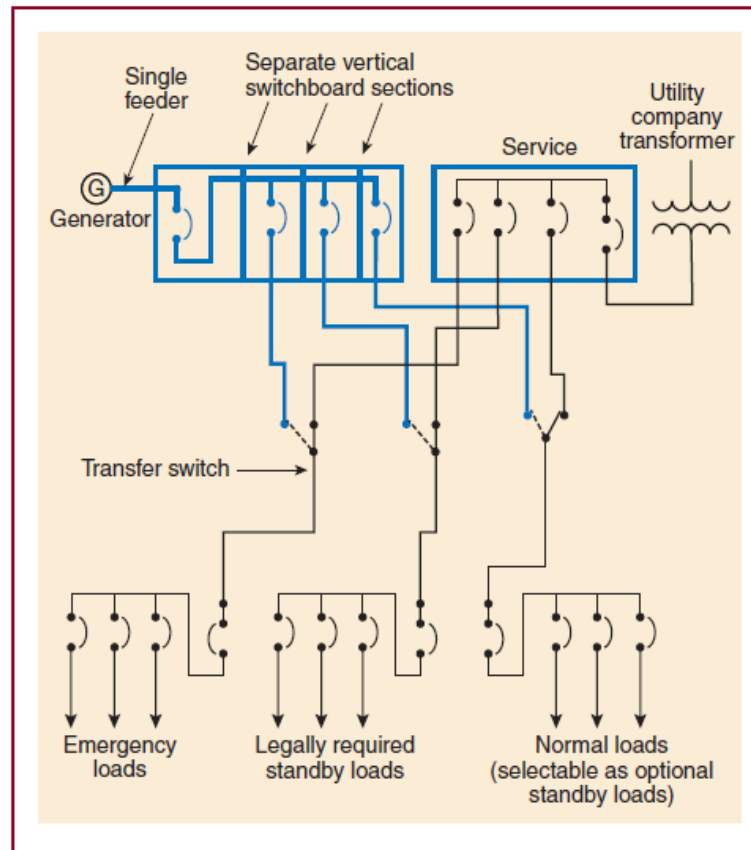


EXHIBIT 700.2 Illustration of a single feeder that supplies separate vertical sections of the switchboard.

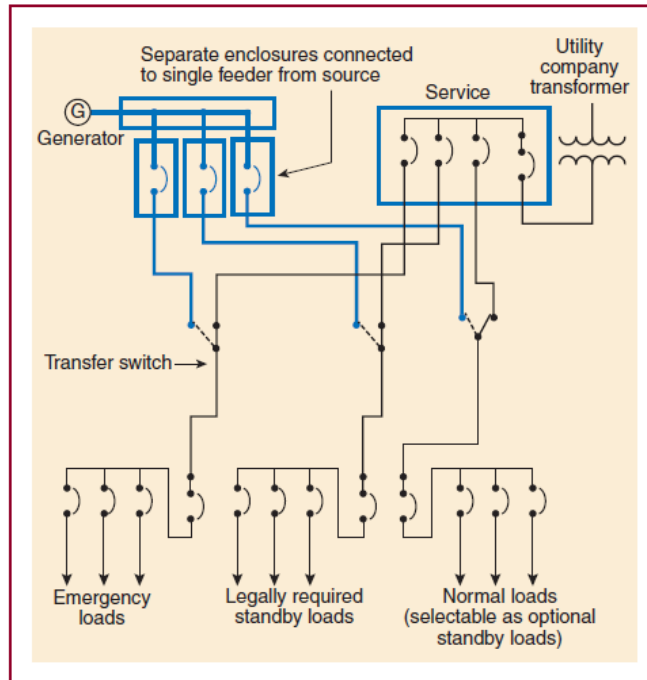


EXHIBIT 700.3 Illustration of a single feeder that supplies multiple transfer switches.

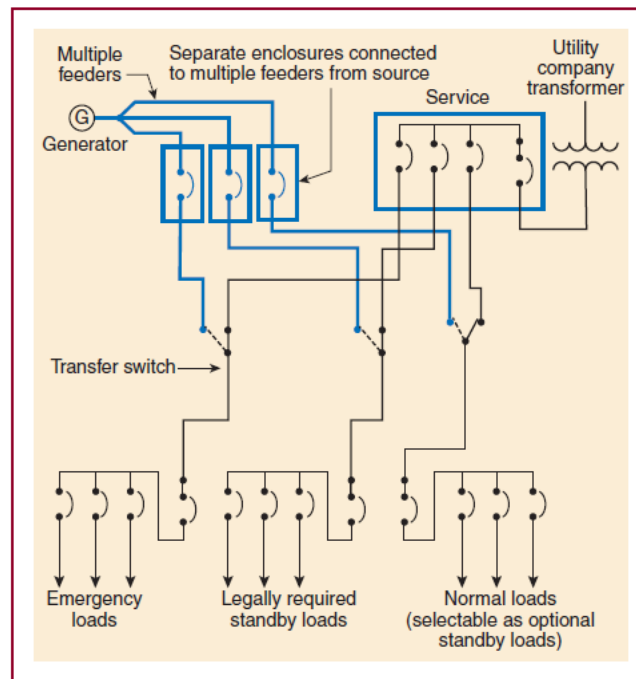


EXHIBIT 700.4 Illustration of a generator that supplies multiple feeders at its terminals.

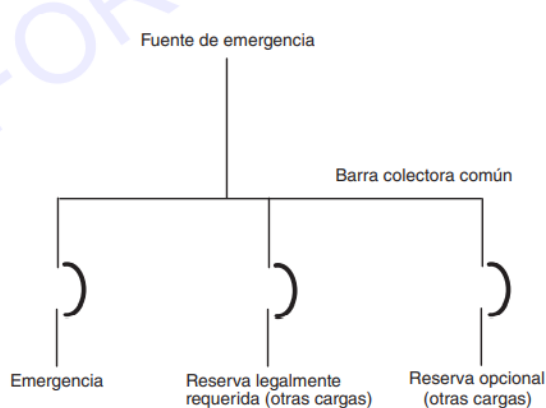


Figura 700.10(B)(5)(b)(1) Alimentadores simples o múltiples sin protección contra sobrecorriente

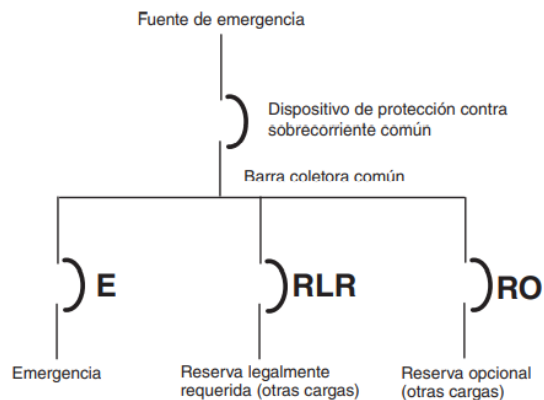


Figura 700.10(B)(5)(b)(2) Alimentadores simples o múltiples con protección contra sobrecorriente

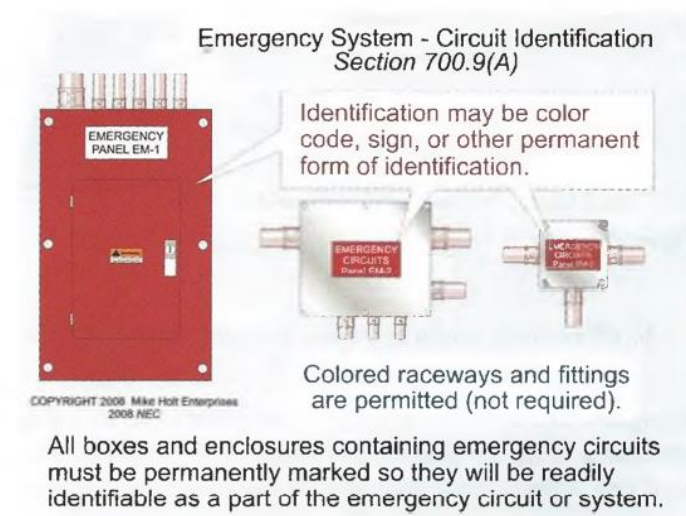


Figure 700-5

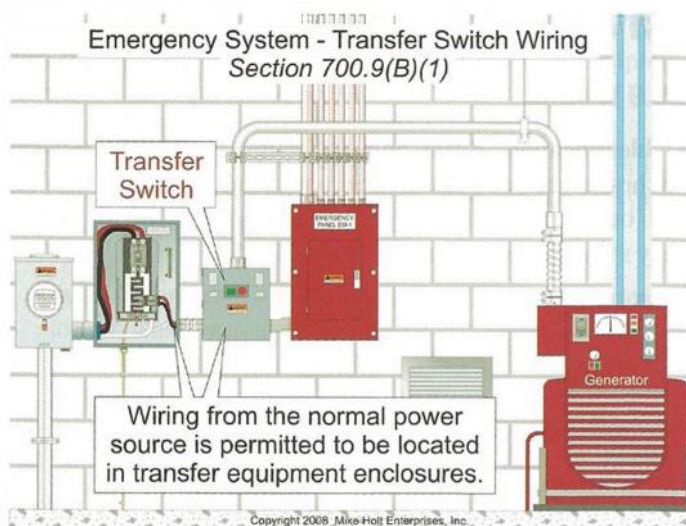


Figure 700-6

Revisar además:

710.10 (C), (D), (1), (2) & (3).

Parte III. Fuentes de Alimentación.

700.12 Requisitos Generales. El suministro de corriente debe ser tal que, si falla el suministro normal al edificio o grupo de edificios involucradas o dentro de ellos, la alimentación de emergencia de fuerza la iluminación de emergencia o ambos, deben estar disponibles dentro del tiempo exigido para esas aplicaciones, pero no debe demorar más de 10 segundos. El sistema de alimentación para propósitos de emergencia, además de las acometidas normales al edificio y de cumplir los requisitos generales de esta Sección, debe ser uno o más de los tipos de sistemas descritos en 700.12(A) hasta (E). Los equipos unitarios, de acuerdo con 700.12(F) deben cumplir las especificaciones de este artículo que les sean aplicables.

Al seleccionar una fuente de alimentación de emergencia, hay que tener en cuenta el tipo de ocupación y el tipo de servicio que se debe prestar, por ejemplo, si es de corta duración, como la evacuación de los espectadores de un teatro o de larga duración, como suministrar energía e iluminación de emergencia durante un periodo indefinido de tiempo de falla de la corriente, debido a una avería producida dentro o fuera del edificio.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos, debidas a inundaciones, incendios, congelamiento o vandalismo.

Los equipos de las fuentes de alimentación, tal como se describen en 700.12(A) hasta (E) deben estar instalados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de extinción de incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.) o en espacios con una clasificación nominal de resistencia al fuego de una hora, cuando estén ubicados en los siguientes lugares:

- (1) Ocupaciones de reuniones para más de 1000 personas.
- (2) Edificios de más de 23 m (75 pies) de altura con cualquiera de las siguientes clases de ocupaciones: para reuniones, educación, residencia, centros de detención y correccionales, comercio, y negocios.
- (3) Ocupación para el cuidado de la salud donde las personas no son capaces de valerse por sí mismas.
- (4) Ocupación para fines educativos con más de 300 ocupantes.

Ver & estudiar las secciones:

700.12 (A), (B), (C), (D), (E) & (F), con sus números y sus subíndices, si los tiene.

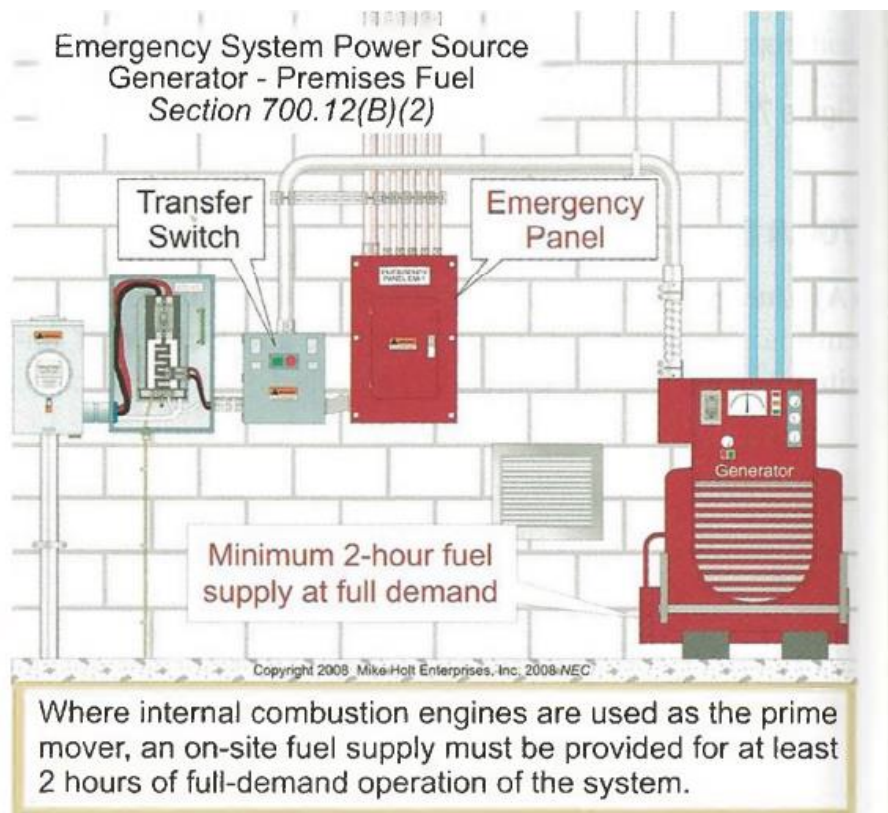


Figure 700-7

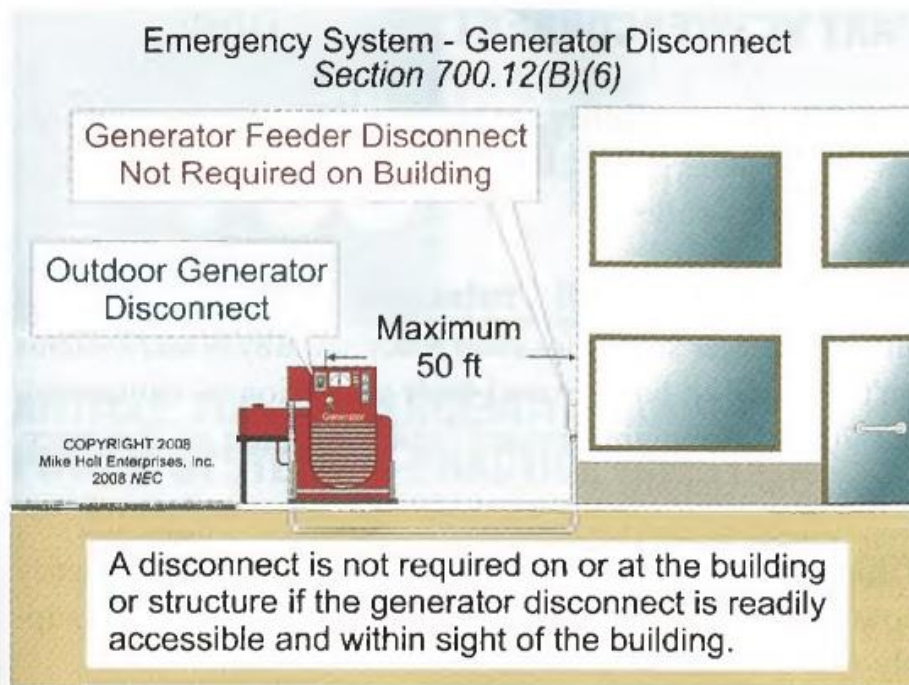
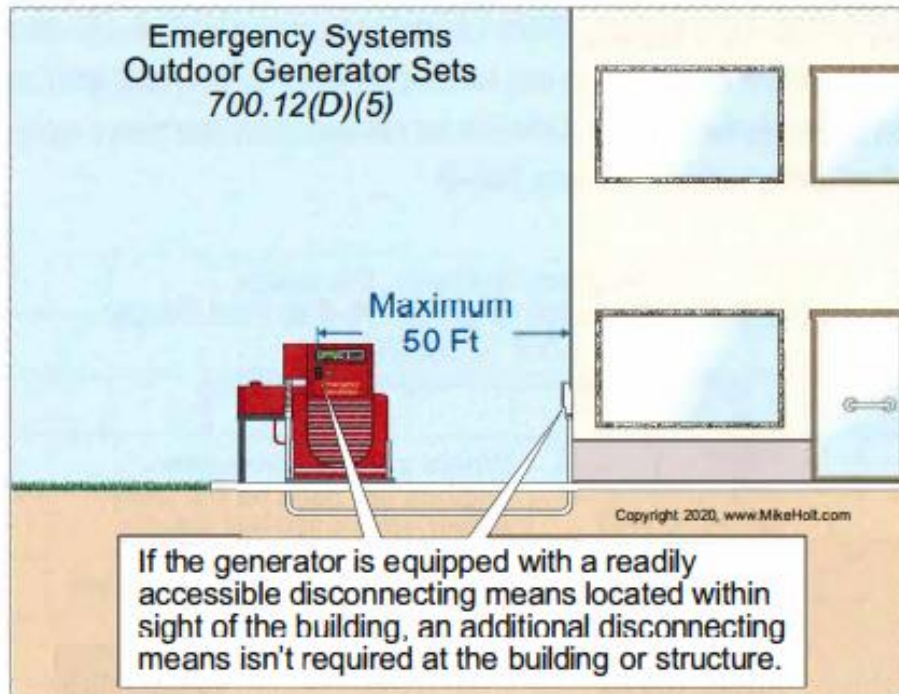
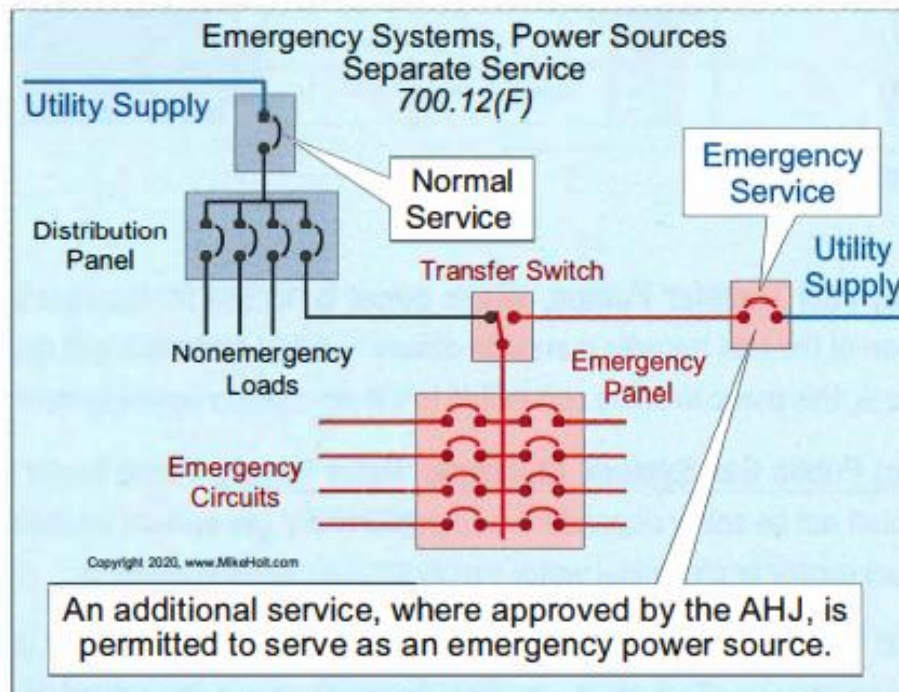


Figure 700-8



► Figure 700-10



► Figure 700-11

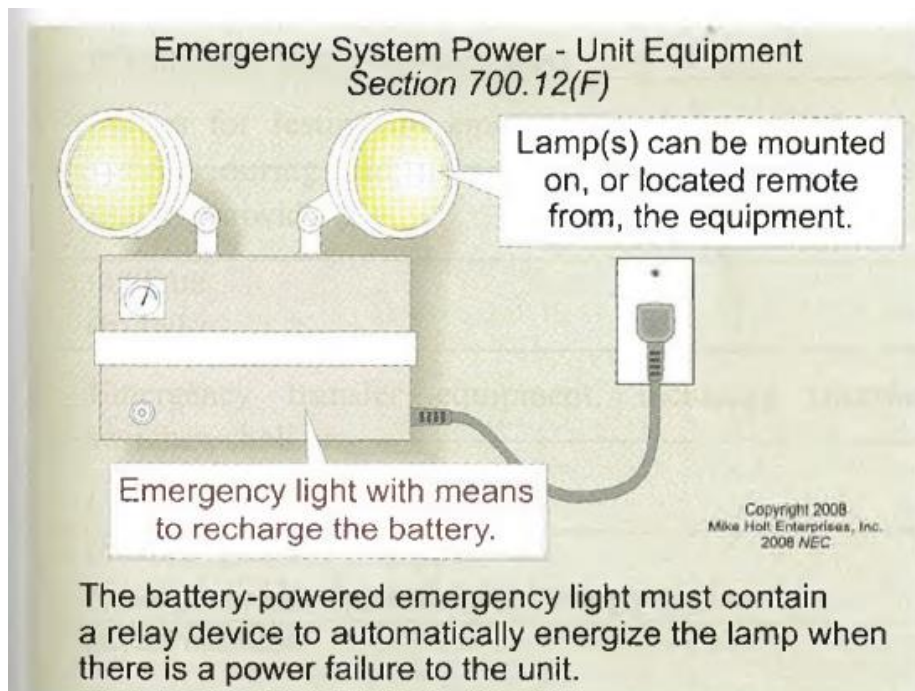


Figure 700-9

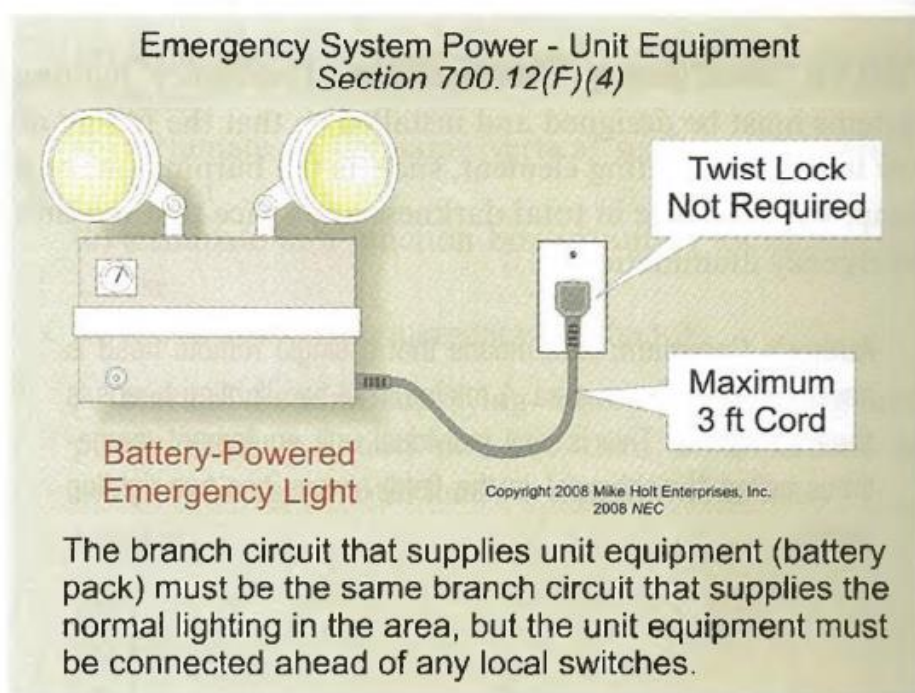
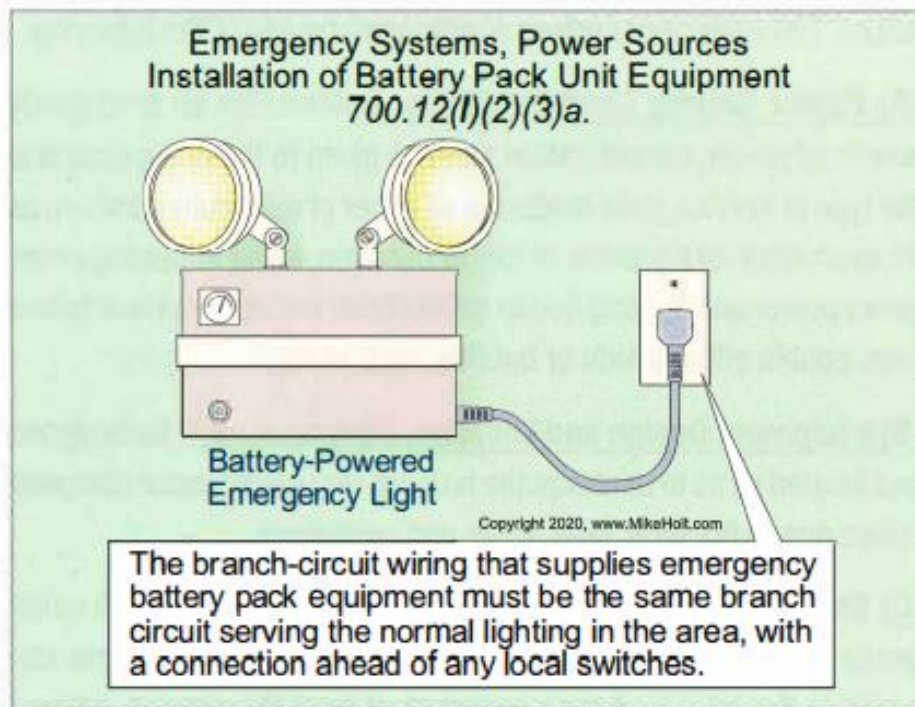


Figure 700-10



►Figure 700-12

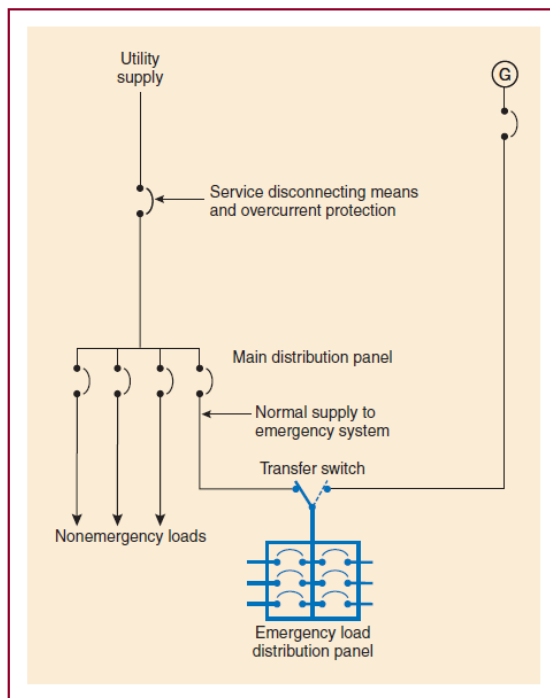


EXHIBIT 700.5 Emergency load arranged to be supplied from a generator, as permitted by 700.12(B).

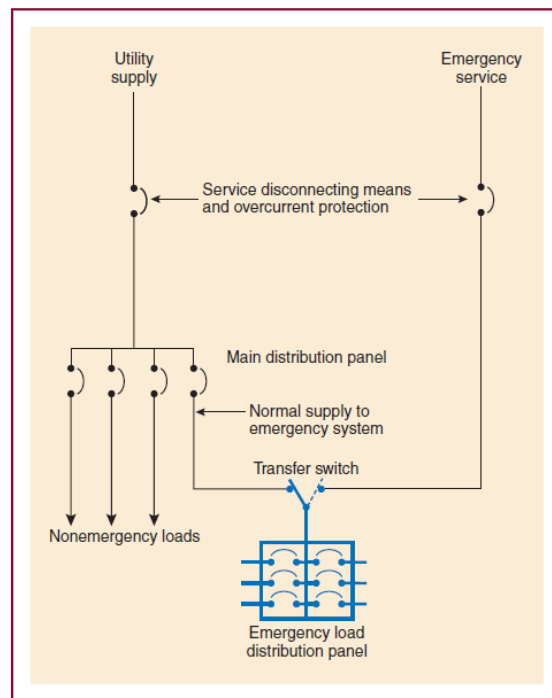


EXHIBIT 700.6 Emergency load arranged to be supplied from two widely separated services, as permitted by 700.12(D).

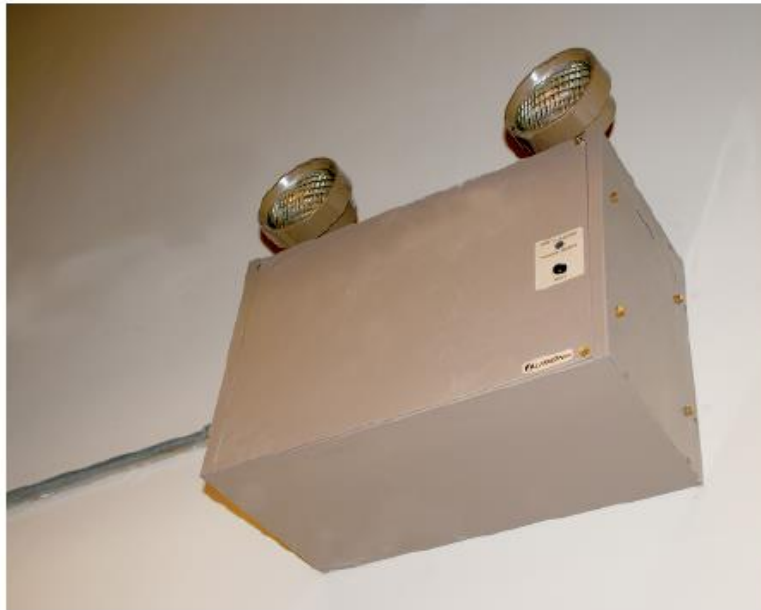


EXHIBIT 700.8 Self-contained, fully automatic unit equipment for operating emergency lighting located on the unit or for remotely located exit signs or lighting heads. (Courtesy of the International Association of Electrical Inspectors)



EXHIBIT 700.7 Alternate source of power in a heated and secure enclosure that is located in an area not subject to flooding. (Courtesy of the International Association of Electrical Inspectors)

Part IV. Emergency System Circuits for Lighting and Power

700.15 Loads on Emergency Branch Circuits

Parte IV. Circuitos de Sistemas de Emergencia para Iluminación y Fuerza.

700.15 Cargas en Circuitos Ramales de Emergencia. Los circuitos de iluminación de emergencia no deben alimentar otros electrodomésticos ni lámparas diferentes a los especificados como exigidos para el uso de emergencia.

700.16 Emergency Illumination

700.16 Iluminación de Emergencia. La iluminación de emergencia debe incluir los medios para la iluminación de las salidas, las luces indicadoras de las salidas y todas las demás luminarias especificadas como necesarias para proporcionar la iluminación exigida.



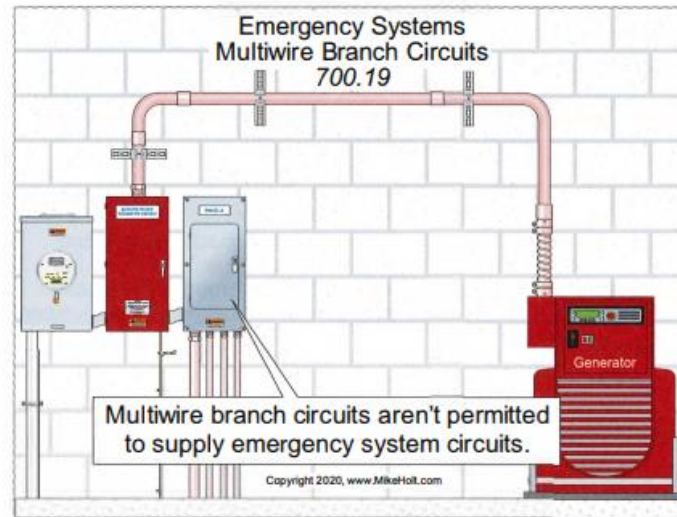
► Figure 700-13



► Figure 700-14

700.19 Multiwire Branch Circuits

700.19 Circuitos Ramales Multifilares. El circuito ramal que alimenta los circuitos de alimentación de emergencia y de potencia no deben ser parte de un circuito ramal multifilar.



►Figure 700-15

700.23 Sistemas de Reguladores de Intensidad y de Relés. Debe permitirse utilizar como dispositivo de control para energizar circuitos de iluminación de emergencia un sistema de regulación de intensidad o de relés que contenga más de un regulador o relé y que esté listado para uso en sistemas de emergencia. Ante la falla de la potencia normal, debe permitirse que el sistema de regulación de intensidad o de relés energice de manera selectiva únicamente aquellos circuitos ramales exigidos para proporcionar la iluminación mínima de emergencia. Todos los circuitos ramales alimentados por el gabinete del sistema de regulación de intensidad o de relés deben cumplir con los métodos de cableado del Artículo 700.

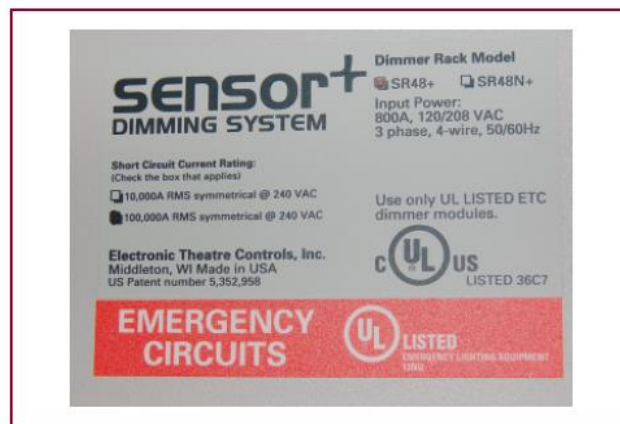


EXHIBIT 700.9 An example of a label for a dimmer system that is listed for emergency system use. (Courtesy of Electronic Theatre Controls, Inc.)

Part VI. Overcurrent Protection

700.30 Accessibility

Parte VI. Protección Contra Sobrecorriente.

700.30 Accesibilidad. *El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal en circuitos de emergencia debe ser accesible únicamente a personas autorizadas.*

700.31 Protección de equipos contra fallas a tierra. *No debe requerirse que la fuente alternativa de los sistemas de emergencia proporcione protección contra fallas a tierra para los sistemas con medios de desconexión automáticos. La indicación de falla a tierra en la fuente de emergencia debe ser provista de acuerdo con lo establecido en 700.6(D) si no se brinda protección contra fallas a tierra para los equipos con medios de desconexión automáticos.*

700.32 Selective Coordination

700.32 Coordinación selectiva. *Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los sistemas de emergencia deben estar coordinados de manera selectiva con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de alimentación. La coordinación selectiva debe ser hecha por un ingeniero profesional certificado u otra persona calificada, comprometida principalmente con el diseño, instalación o mantenimiento de sistemas eléctricos. La selección debe ser documentada y debe estar disponible para todas aquellas personas autorizadas para el diseño, instalación, inspección, mantenimiento y funcionamiento del sistema.*

end of the epigraph



ARTICLE 701 Legally Required Standby Systems

ARTÍCULO 701 Sistemas de reserva legalmente exigidos

ARTICLE 701

LEGALLY REQUIRED STANDBY SYSTEMS

Introduction to Article 701—Legally Required Standby Systems

In the hierarchy of electrical systems, Article 700 Emergency Systems receives top priority. Taking the number two spot is Legally Required Standby Systems, which fall under Article 701. Legally required standby systems must supply standby power in 60 seconds or less after a power loss. Some examples of required standby circuits are those supplying fire command center power and lighting, ventilation and automatic fire detection, and egress elevators.

Article 700 basically applies to systems or equipment required to protect people who are in an emergency and trying to get out, while Article 701 addresses systems or equipment needed to help people responding to the emergency.

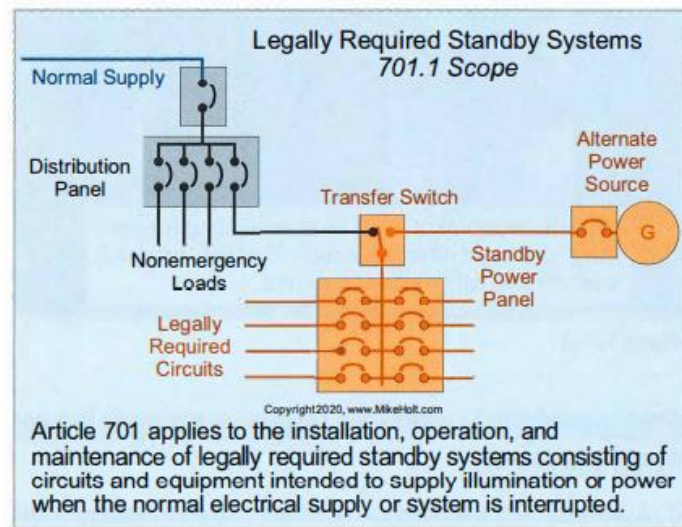
Part I. General

701.1 Scope

Parte I. Generalidades.

701.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente exigidos, consistentes en circuitos y equipos proyectados para alimentar, distribuir y controlar la electricidad para las instalaciones exigidas de iluminación, fuerza o ambas, cuando se interrumpe la alimentación o el sistema eléctrico normal.

Los sistemas que cubre este artículo constan únicamente de aquellos sistemas que están instalados permanentemente en su totalidad, incluida la fuente de alimentación.

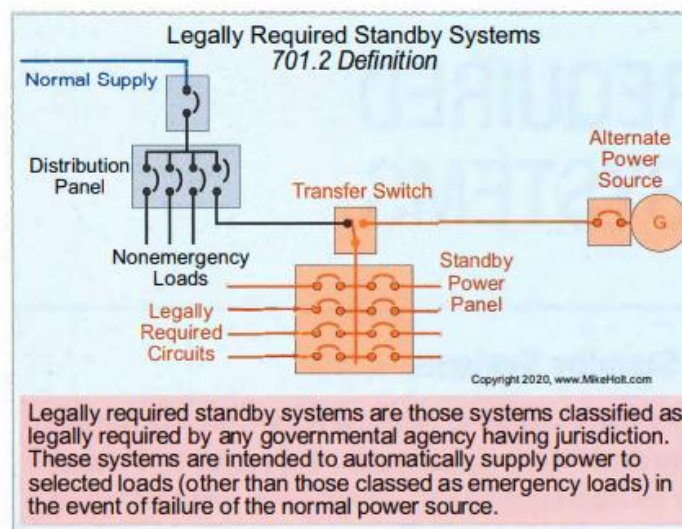


►Figure 701-1

701.2 Definition

701.2 Definición.

Sistemas de reserva legalmente exigidos (Legally Required Standby Systems). Sistemas exigidos y así clasificados como de reserva legalmente exigidos por las Leyes Municipales, estatales, departamentales o por otros códigos o por cualquier organismo gubernamental con jurisdicción. Estos sistemas están proyectados para suministrar automáticamente alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como Sistemas de Emergencia) en el evento de una falla de la fuente normal de alimentación.



►Figure 701-2

701.3 Tests and Maintenance

701.3 Pruebas y mantenimiento.

- (A) **Dirigir o presenciar las pruebas.** La autoridad competente debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas completos, una vez instalados.
- (B) **Pruebas periódicas.** Los sistemas de reserva legalmente exigidos se deben probar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad competente, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.
- (C) **Mantenimiento.** El equipo de sistema de reserva legalmente requerido debe ser mantenido de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las normas industriales.
- (D) **Registro escrito.** Se debe mantener un registro escrito de todas las pruebas y del mantenimiento.
- (E) **Pruebas bajo carga.** Se deben instalar medios que permitan probar bajo carga todos los sistemas de reserva legalmente exigidos

701.4 Capacity and Rating

701.4 Capacidad y Valor Nominal. Un sistema de reserva legalmente exigido debe tener la capacidad y el valor nominal adecuados para la alimentación de todo el equipo proyectado para funcionar simultáneamente. Los equipos de los sistemas de reserva legalmente exigidos deben poder soportar la máxima corriente de falla disponible en sus terminales. Debe permitirse que la fuente alternativa de reserva legalmente exigida alimente tanto a los sistemas de reserva legalmente exigidos como a las cargas de sistemas de reserva opcionales, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando la fuente alternativa tenga la capacidad adecuada para manejar todas las cargas conectadas.
- (2) Cuando se proporcione una distribución selectiva auto- mática de carga y desconexión de carga, para asegurar la alimentación adecuada de los circuitos de reserva legalmente exigidos.

701.5 Transfer Equipment

701.5 Equipo de Transferencia.

(A) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para usarlo como equipo de reserva y aprobado por la autoridad competente. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de reserva al hacer cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir su funcionamiento en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

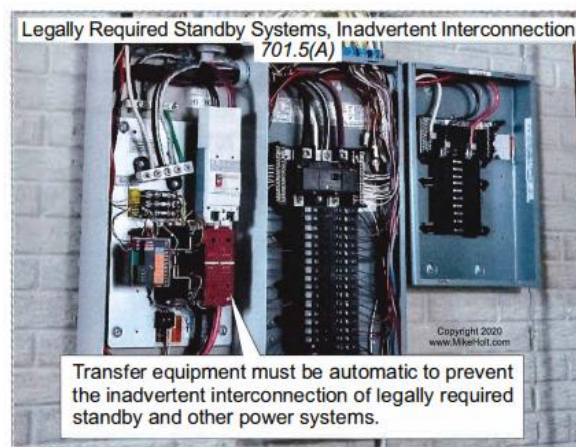


Figure 701-3

701.6 Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los propósitos descritos en 701.6(A), (B), (C) y (D)

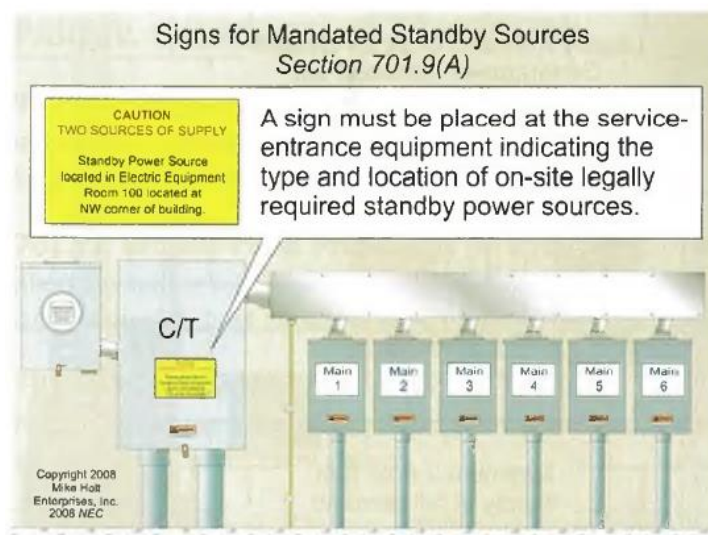
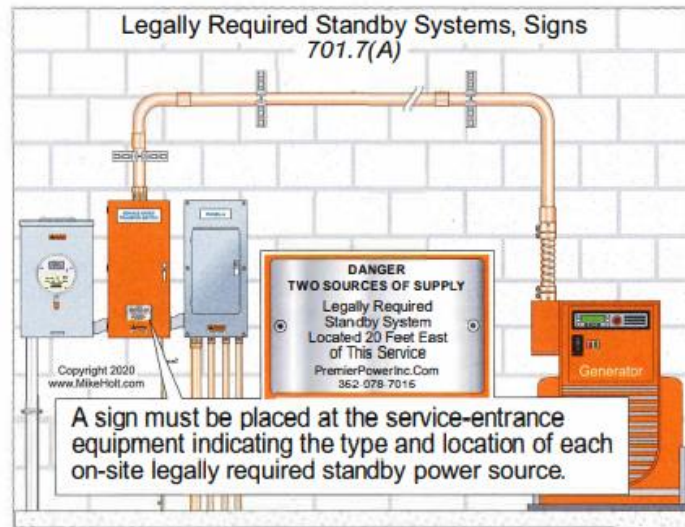


Figure 701-1

701.7 Signs

701.7 Señales.

(A) **Reserva Obligatoria.** En la entrada de la acometida se debe poner una señal que indique el tipo y la ubicación de cada fuente de alimentación de reserva en sitio legalmente exigida.



►Figure 701-4

Part II. Circuit Wiring

701.10 Wiring

Parte II. Cableado del Circuito.

701.10 **Cableado de los sistemas de reserva legalmente exigidos.** Debe permitirse que el cableado de los sistemas de reserva legalmente exigidos ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes, junto con otro cableado general.

Part III. Sources of Power

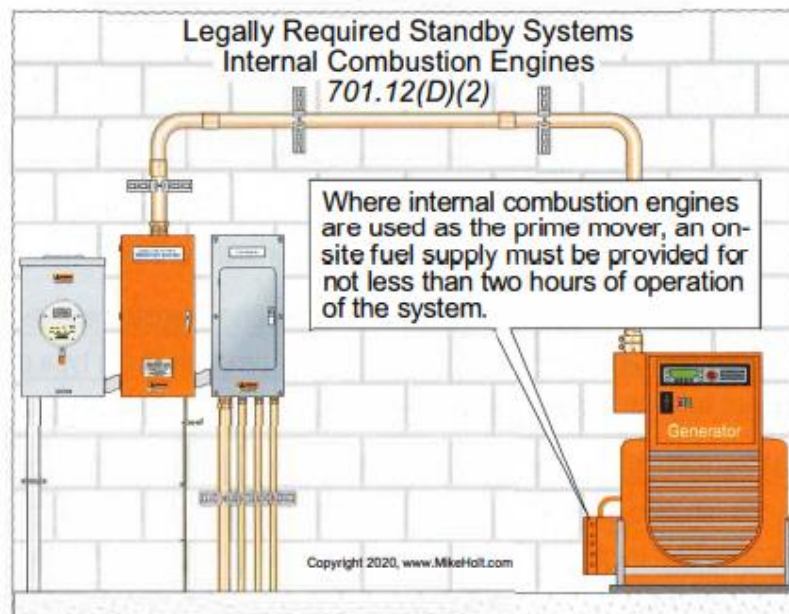
701.12 General Requirements

Parte III. Fuentes de Alimentación.

701.12 **Requisitos Generales.** El suministro eléctrico debe ser tal que, en el caso de falla de la alimentación normal al edificio o grupo de edificios involucrados o dentro de ellos, la alimentación de

reserva legalmente exigida estará disponible dentro del tiempo exigido para la aplicación, pero que no pase de 60 segundos. El sistema de alimentación para propósitos de reserva legalmente exigida, además de las acometidas normales del edificio, debe permitirse que conste de uno o más de los sistemas que se describen en 701.12(A) hasta (F). Los equipos unitarios de acuerdo con 701.12(G) deben cumplir con los requisitos aplicables de este artículo.

Revise y Estudie los Art: 701.12(A), (B), (C), (D), (E), (F) & (G), con sus números si los tienen.



►Figure 701-5

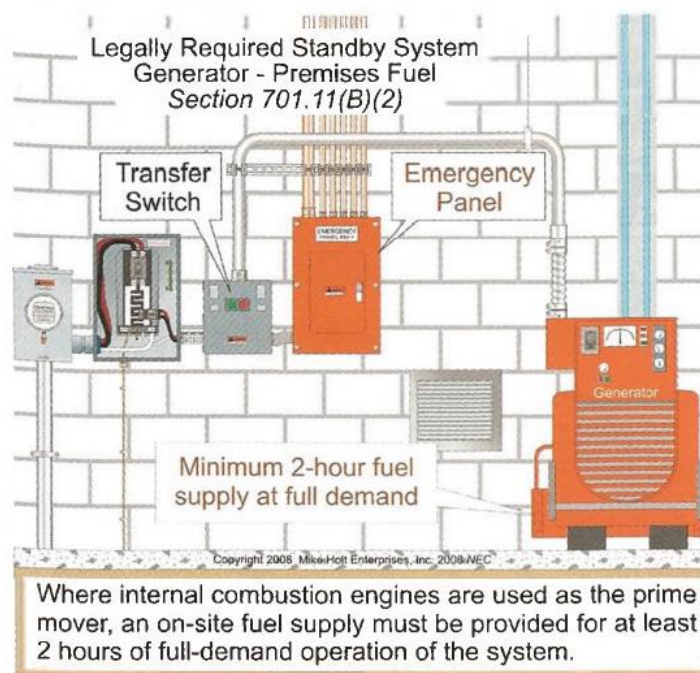
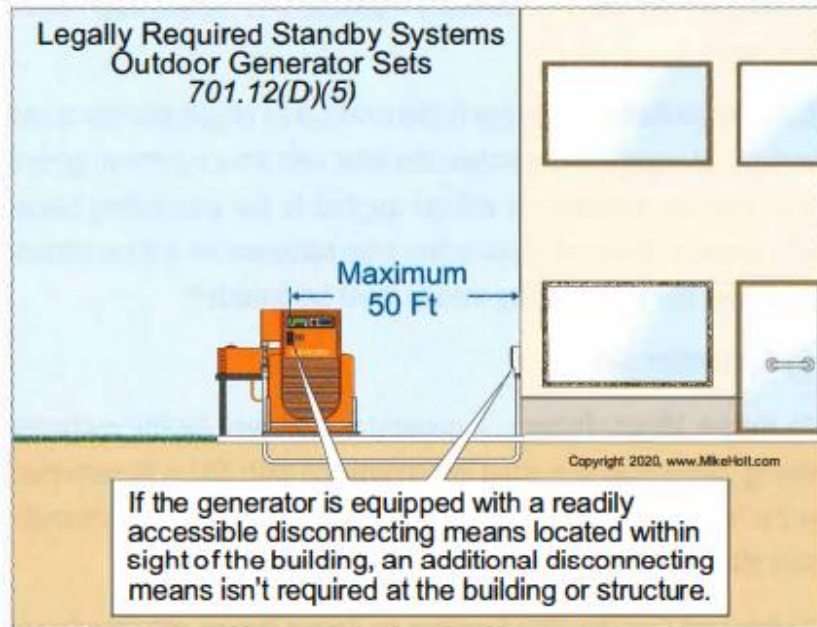


Figure 701-2



►Figure 701-6

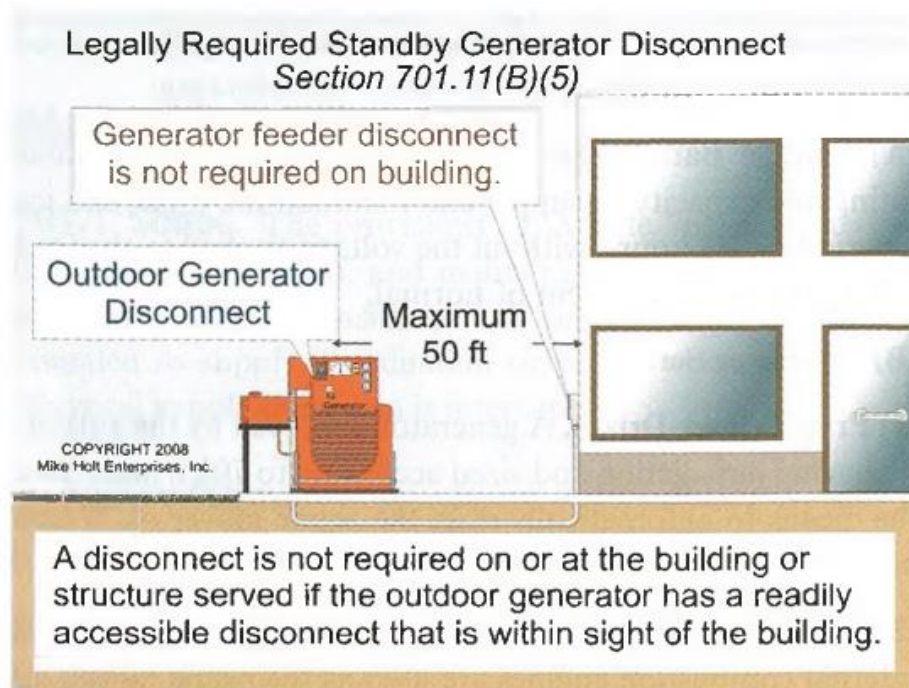
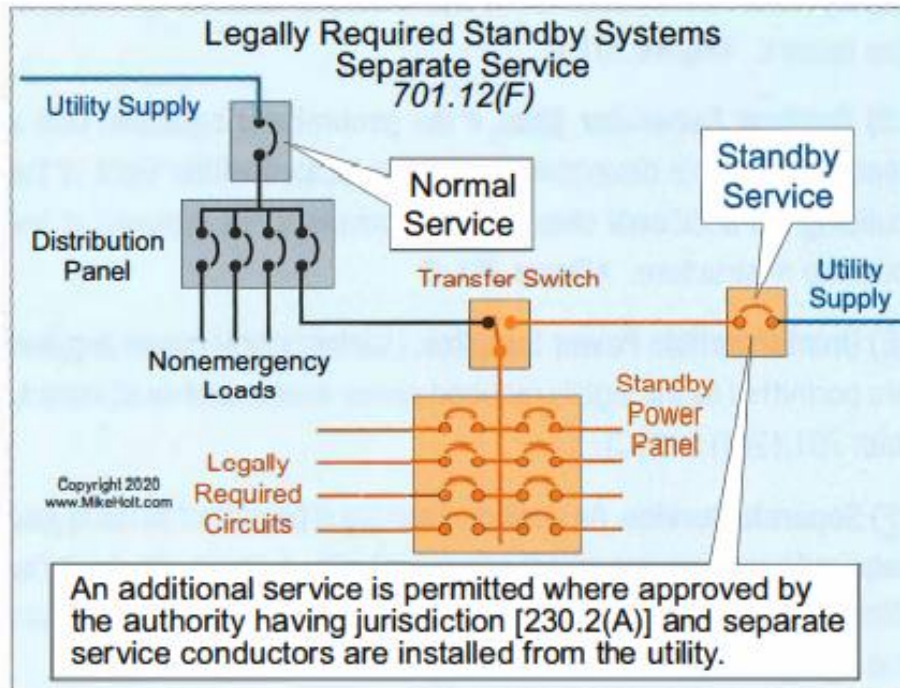
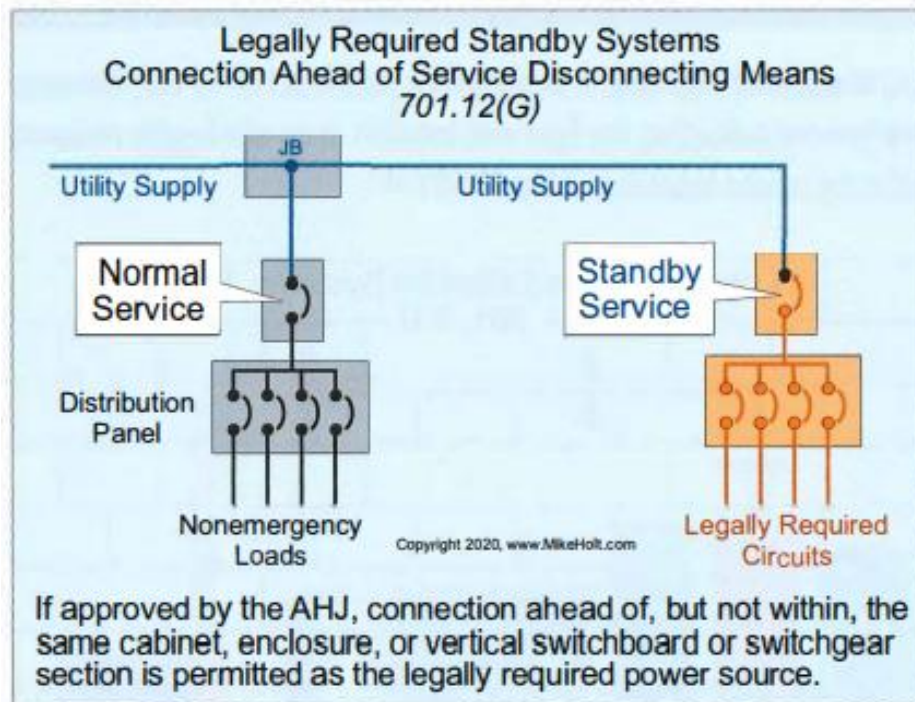


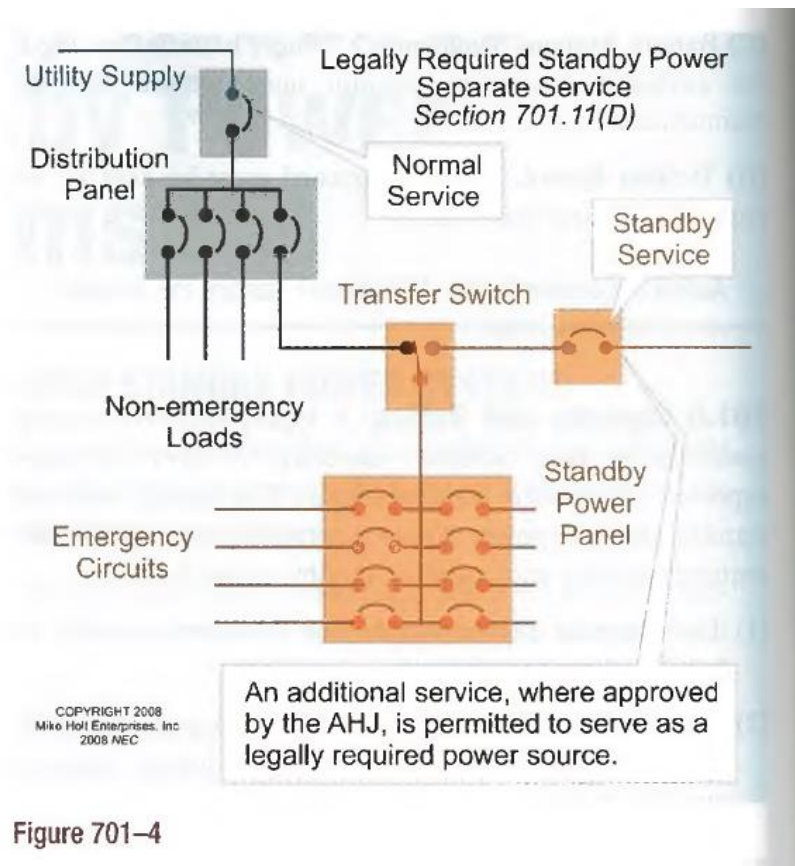
Figure 701-3



►Figure 701-7



►Figure 701-8



Parte IV. Protección Contra Sobrecorriente.

701.25 Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos ramales en circuitos de reserva legalmente exigidos deben ser accesibles sólo a personas autorizadas.

701.27 Coordinación Selectiva. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los sistemas de reserva legalmente requeridos deben estar coordinados de manera selectiva con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de alimentación.

La coordinación selectiva debe ser hecha por un ingeniero profesional certificado u otra persona calificada, comprometida principalmente con el diseño, instalación o mantenimiento de sistemas eléctricos. La selección debe ser documentada y debe estar disponible para todas aquellas personas autorizadas para el diseño, instalación, inspección, mantenimiento y funcionamiento del sistema

end of the epigraph



ARTICLE 705 Interconnected Electric Power Production Sources

ARTÍCULO 705

Fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas

ARTICLE 705

INTERCONNECTED ELECTRIC POWER PRODUCTION SOURCES

Introduction to Article 705—Interconnected Electric Power Production Sources

Anytime there is more than one source of power supplying a building, safety concerns arise. In cases where a source such as a generator is used strictly for backup power, Articles 700, 701, or 702 require transfer switches and other safety measures to be implemented. When interconnected electrical power production sources, such as wind powered generators, solar PV systems, or fuel cells are connected in parallel with utility power, there is no transfer switch. In fact, there will often be multiple sources of electrical supply connected simultaneously.

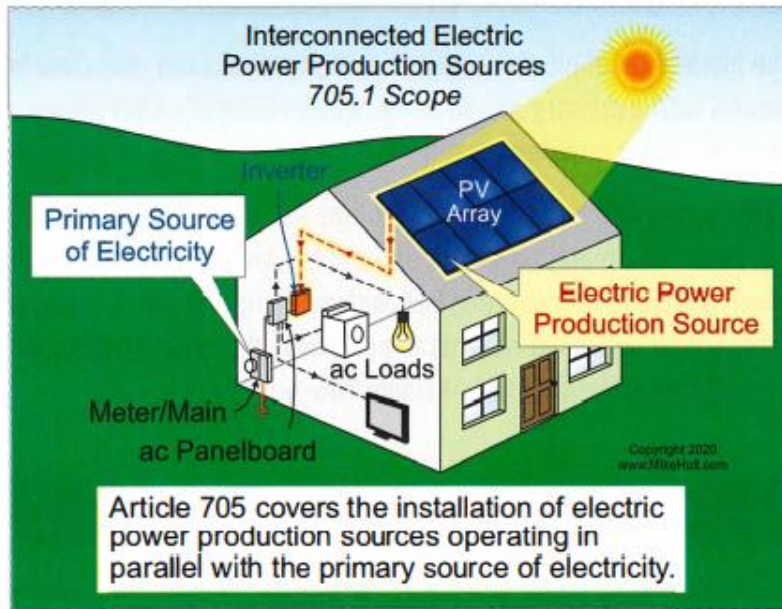
Article 705 covers the requirements for the interconnection of electric power sources that operate in parallel with a primary source. The primary source is typically the electric utility power source, but it can be an on-site source.

Part I. General

705.1 Scope

Parte I. Generalidades.

705.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación de una o más Fuentes de Generación de energía eléctrica que operan en paralelo con una o varias fuentes primarias de electricidad.

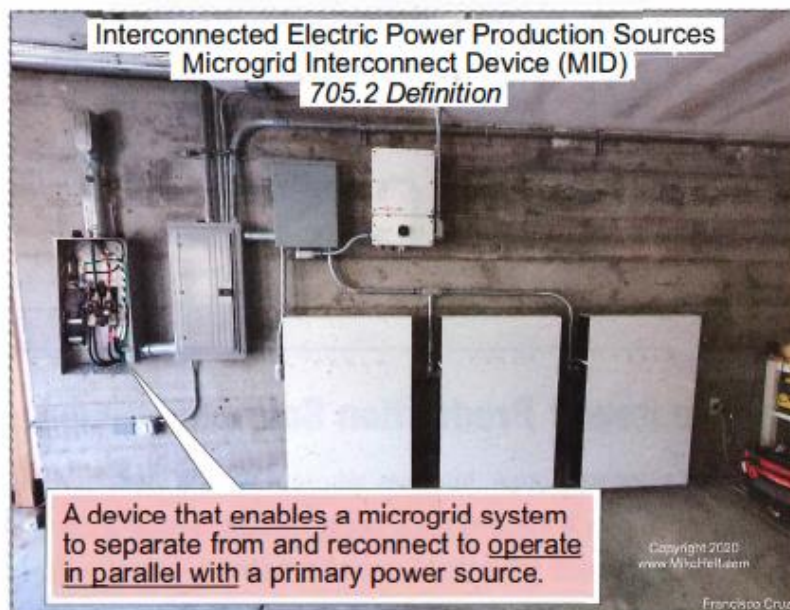


► Figure 705-1

705.2 Definiciones.

Circuito de salida del Inversor Interactivo (Interactive Inverter Output Circuit). Conductores entre el inversor interactivo y el equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, como por ejemplo una compañía de electricidad, para la red de generación y distribución de energía eléctrica.

Dispositivo de Interconexión de Microrred (MID) [Microgrid Interconnect Device (MID)]. Dispositivo que permite a un sistema de microrred separarse y reconectarse a una fuente de potencia primaria.



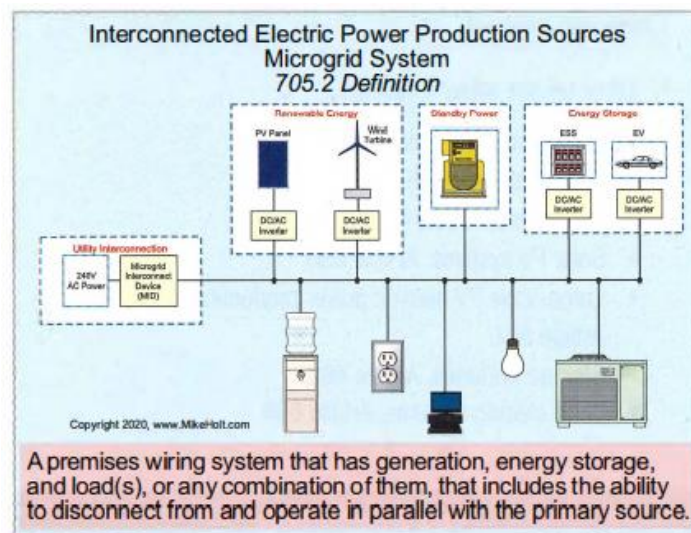
► Figure 705-2

Equipos de generación de energía (Power Production Equipment). La fuente de generación de energía y todos los equipos de distribución asociados a ésta, que generan electricidad desde una fuente de alimentación diferente a la de la compañía que suministra el servicio.

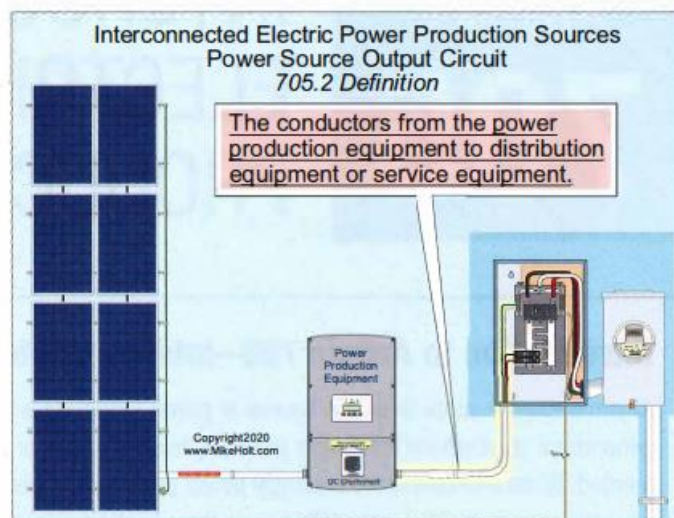
Nota Informativa: Ejemplos de los equipos de generación de energía incluyen artículos tales como generadores, sistemas solares fotovoltaicos y sistemas de celdas de combustible.

Inversor Multimodo. Equipo con las capacidades del inversor interactivo de la compañía de electricidad y del inversor autónomo.

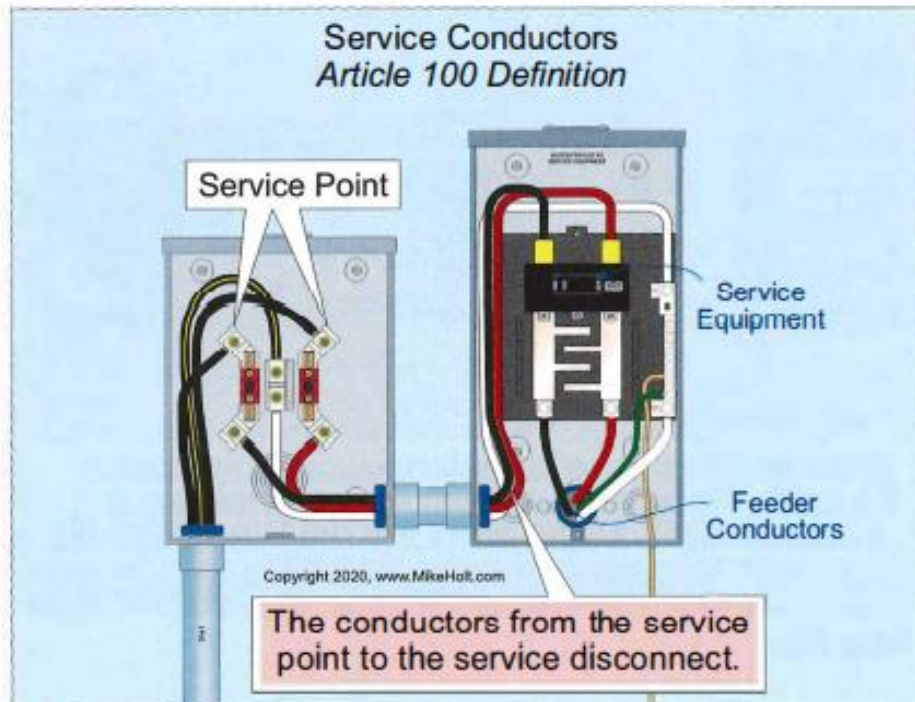
Sistema de Microrred (Microgrid System). Sistema de cableado de los establecimientos que tiene generación, almacenamiento de energía y carga(s), o alguna combinación de éstas que incluye la capacidad de desconectarse y ponerse en paralelo con la fuente primaria.



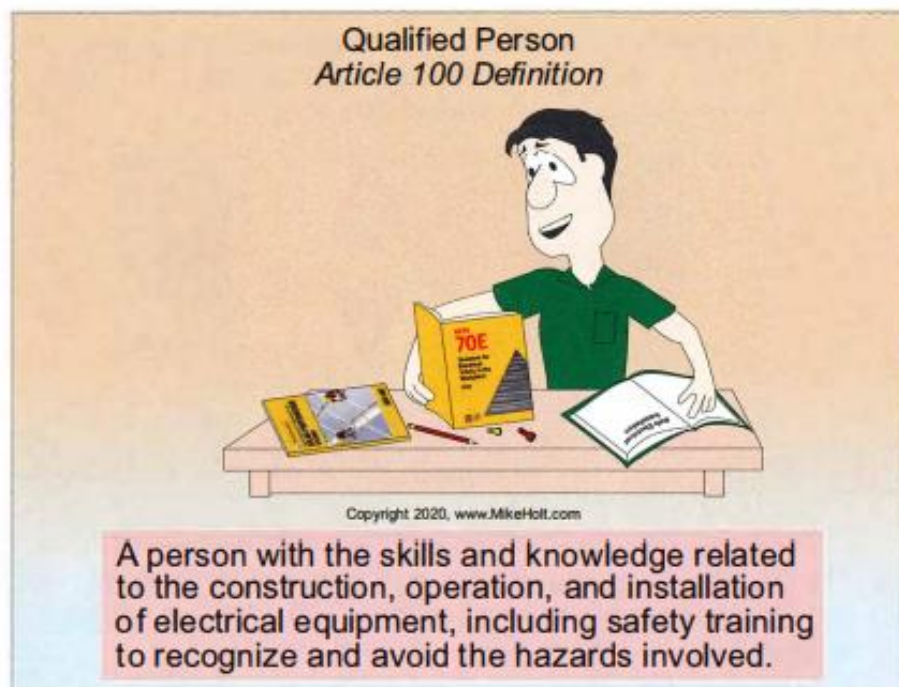
► Figure 705-3



► Figure 705-4



► Figure 705-9



► Figure 705-5

Tabla 705.3 Otros artículos

Equipo/Sistema	Artículo
Generadores	445
Sistema solares fotovoltaicos	690
Sistema de celdas de combustible	692
Sistemas eléctricos eólicos	694
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de reserva legalmente requeridos	701
Sistemas de reserva opcionales	702
Sistemas de almacenamiento de energía	706
Sistemas autónomos	710
Microrredes de c.c.	712

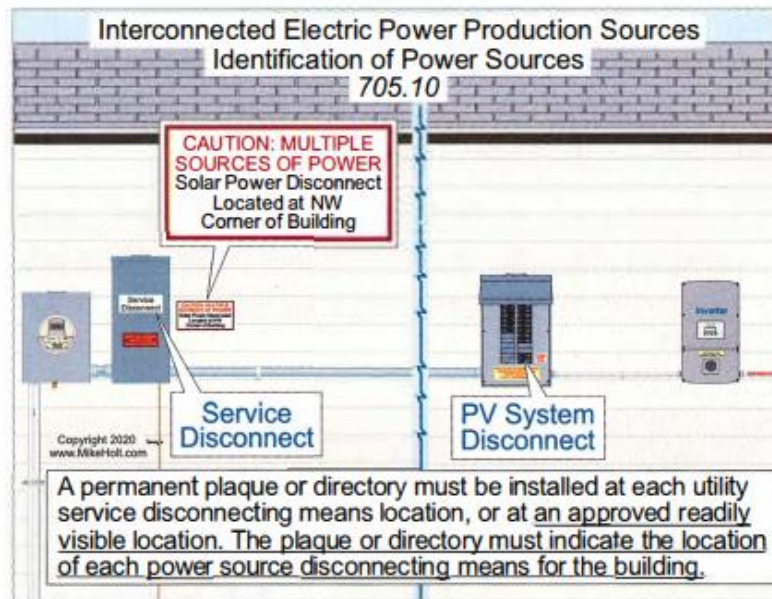
705.6 Equipment Approval

705.6 **Aprobación del Equipo.** *Todo equipo debe estar aprobado para el uso proyectado. Los inversores interactivos para interconexión con equipo interactivo de sistemas, destinados a operar en paralelo con el sistema de energía eléctrica incluyendo, pero no limitados a, inversores interactivos, generadores de motor, equipo de almacenamiento de energía y turbinas eólicas deben estar listados y/o marcados para el servicio de interconexión previsto.*

705.8 System Installation

705.8 **Instalación del Sistema.** *La instalación de una o más “Fuentes de Generación de Energía” que funcionan en paralelo con una(s) fuente(s) primaria(s) de electricidad debe ser realizada únicamente por personal calificado.*

705.10 Identification of Power Sources

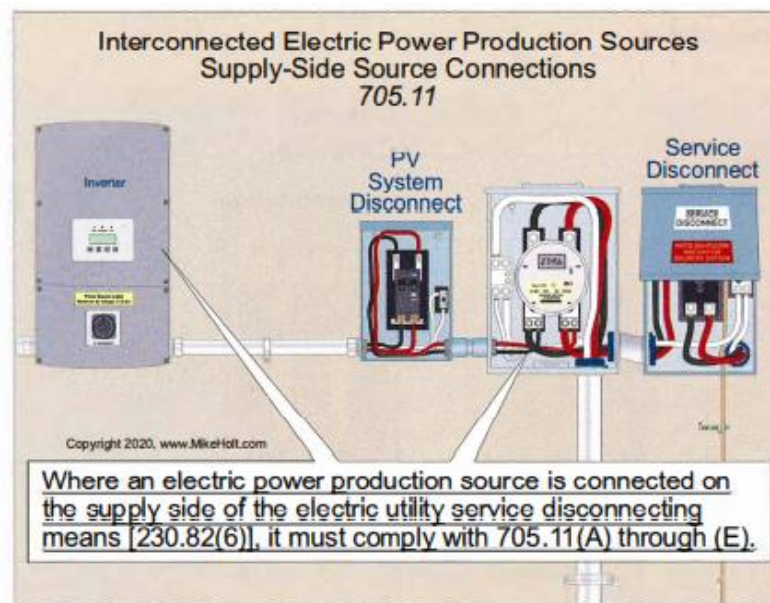


► Figure 705-6

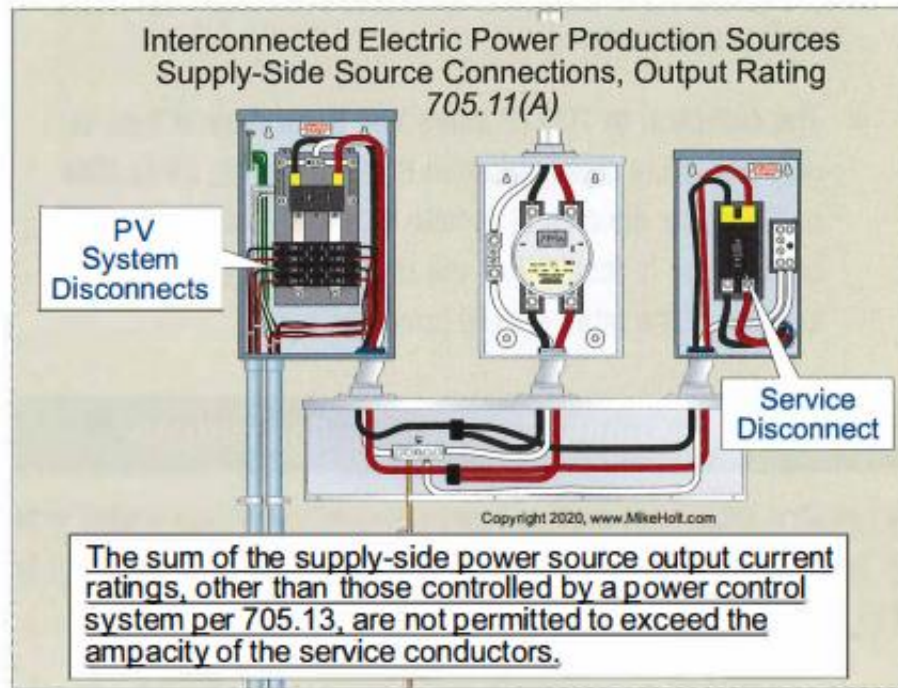
705.11 Supply-Side Source Connections

705.11 *Conexiones del lado de Suministro, como fuente de Energía Eléctrica.*

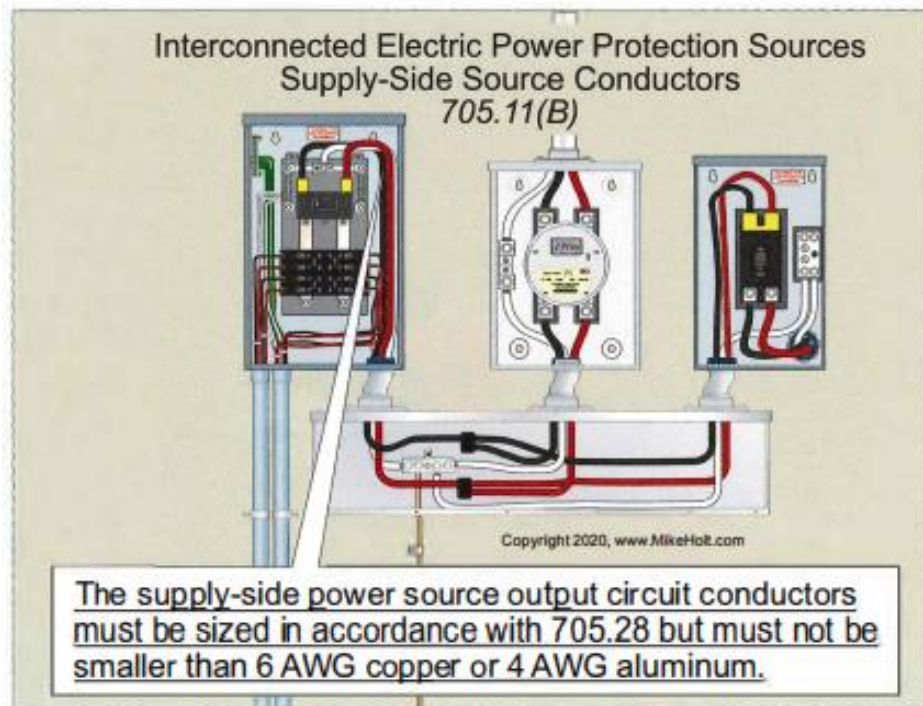
En el MH-2020, se deben observar estas figuras, que a continuación se exponen:



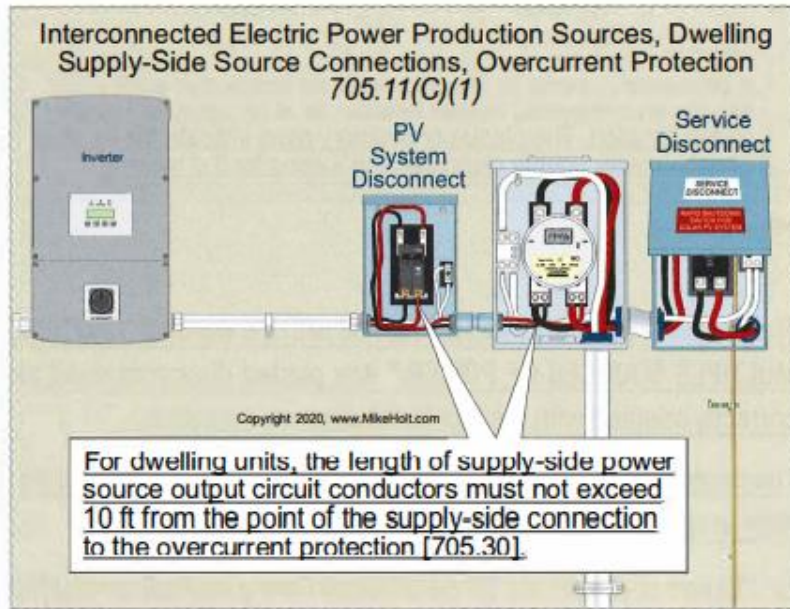
► Figure 705-7



► Figure 705-8



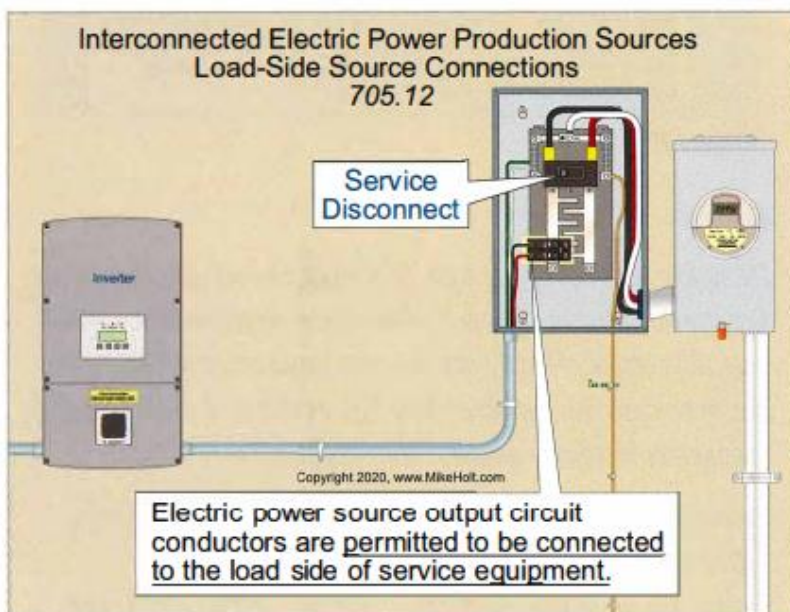
► Figure 705-10



►Figure 705-11

705.12 Load-Side Source Connections

705.12 *Punto de Conexión.* La salida de una fuente de generación de energía eléctrica interconectada se debe conectar tal como se especifica en 705.12(A) o (B).



►Figure 705-12

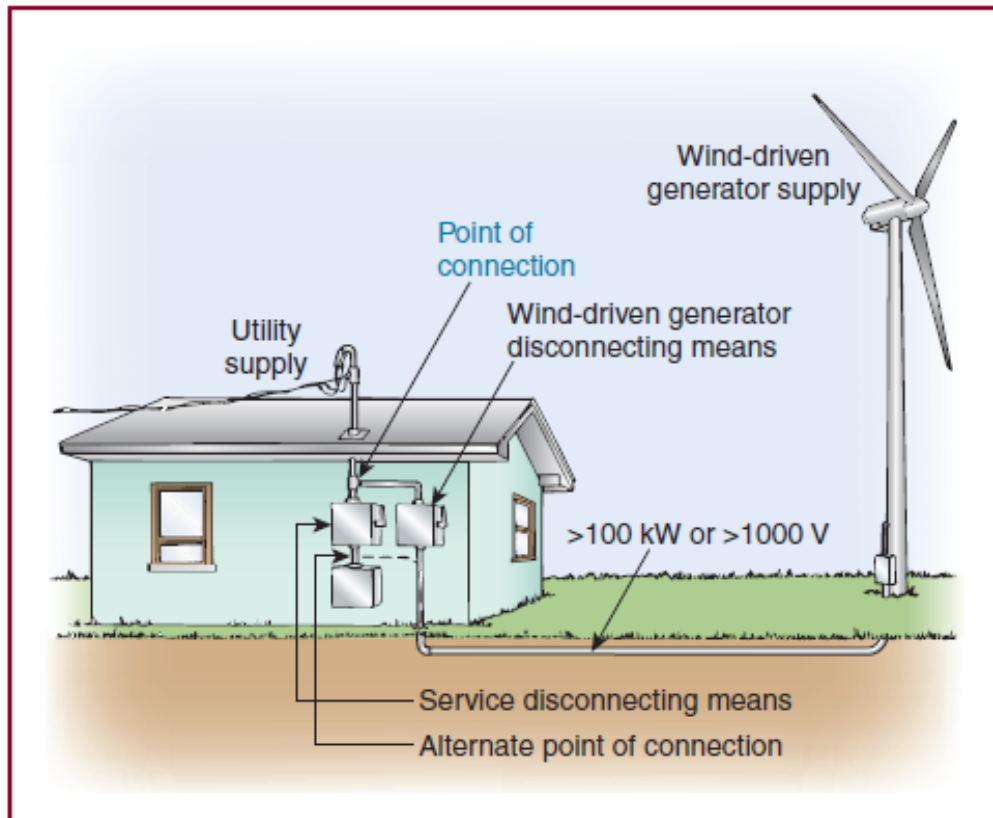
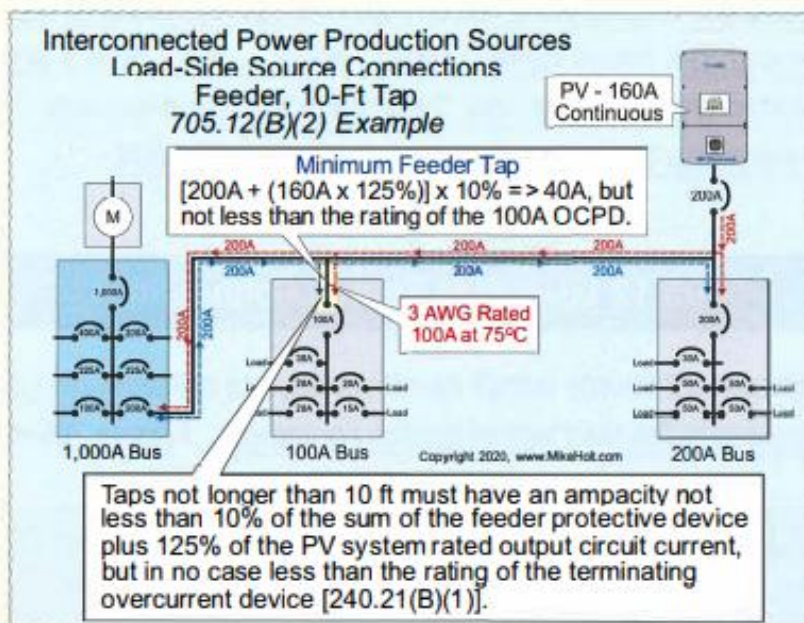


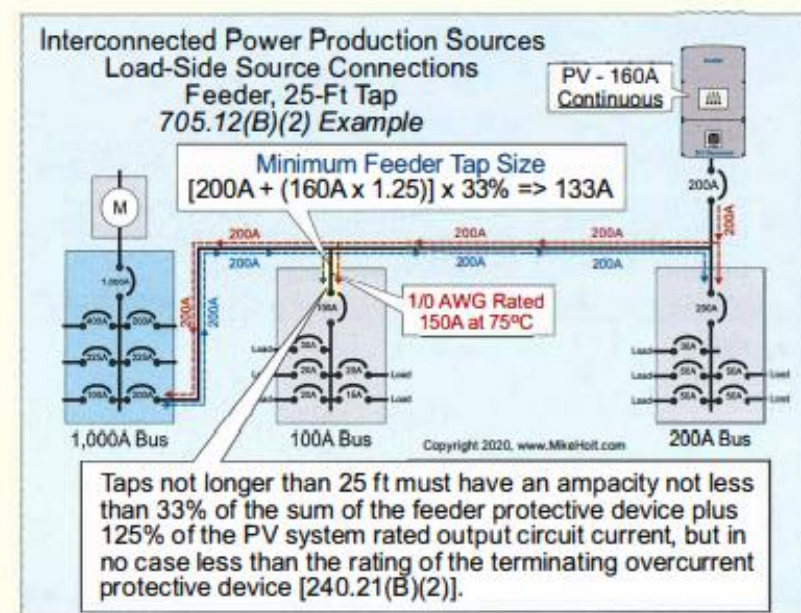
EXHIBIT 705.1 The points of interconnection permitted by 705.12(A), (B), and (C).

(A) Lado de la Alimentación. Debe permitirse que una fuente de generación de energía eléctrica esté conectada al lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida, tal como se permite en 230.82(6). La suma de los valores nominales de todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente conectados a las fuentes de generación de energía no debe exceder el valor nominal de la acometida.

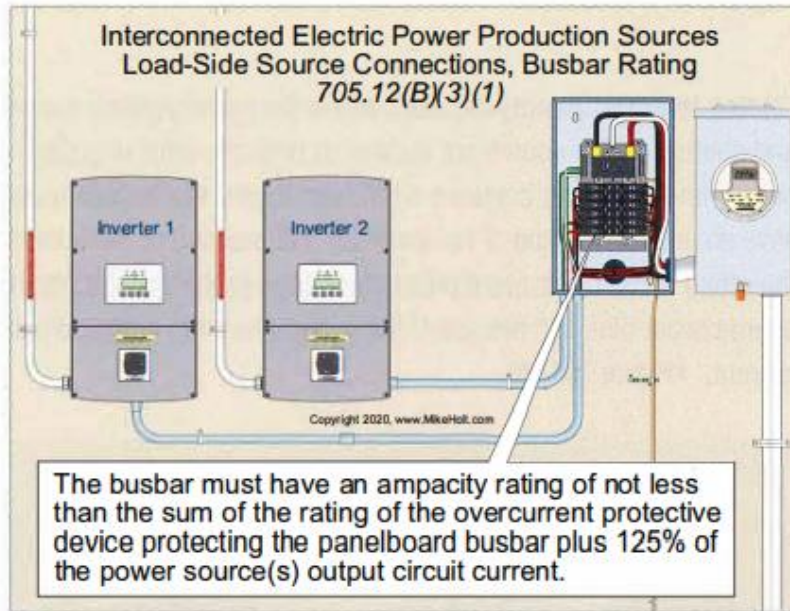
(B) Lado de la Carga. Debe permitirse que la salida de una fuente de potencia eléctrica interconectada sea conectada al lado de la carga del medio de desconexión de la acometida de la(s) otra(s) fuente(s) en cualquier equipo de distribución de los establecimientos. Donde el equipo de distribución, incluidos los tableros de potencia, tableros de distribución o paneles de distribución, esté alimentado simultáneamente por una o varias fuentes primarias de electricidad y una o más fuentes de potencia, y donde este equipo de distribución sea capaz de alimentar múltiples circuitos ramales o alimentadores o ambos, las disposiciones para la interconexión de otras fuentes de potencia deben cumplir con 705.12(B)(1) hasta (B)(5). (Vea todos estos artículos por el Libro de texto).



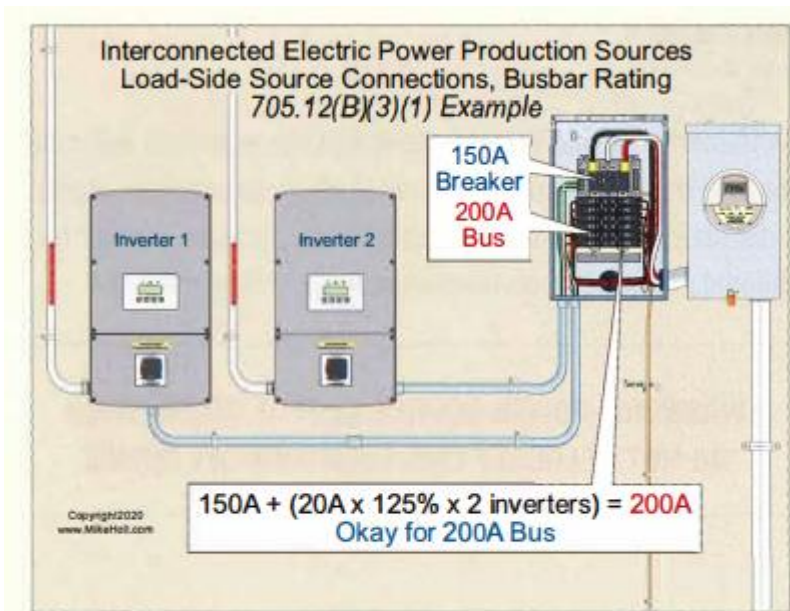
► Figure 705-16



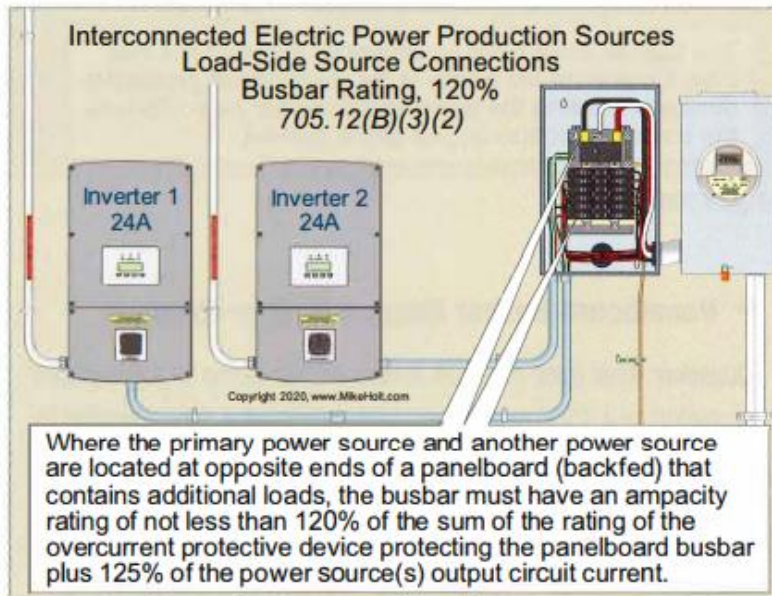
► Figure 705-17



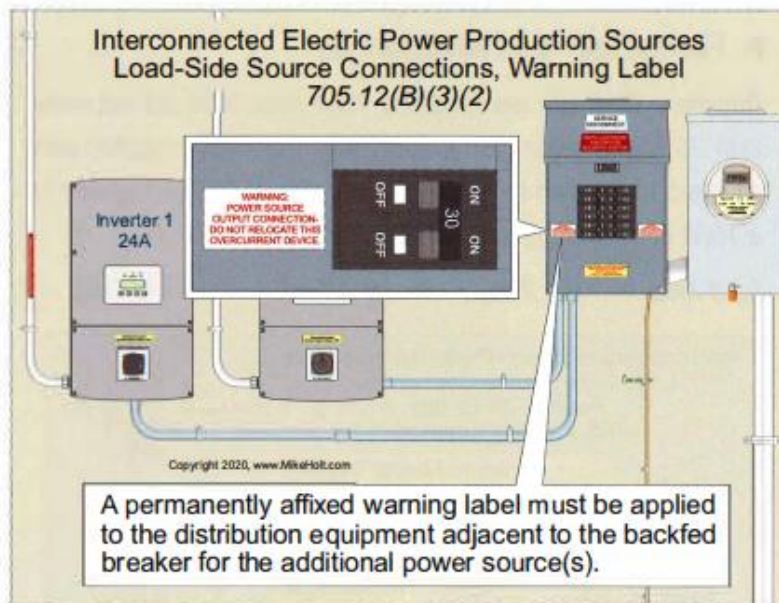
►Figure 705-18



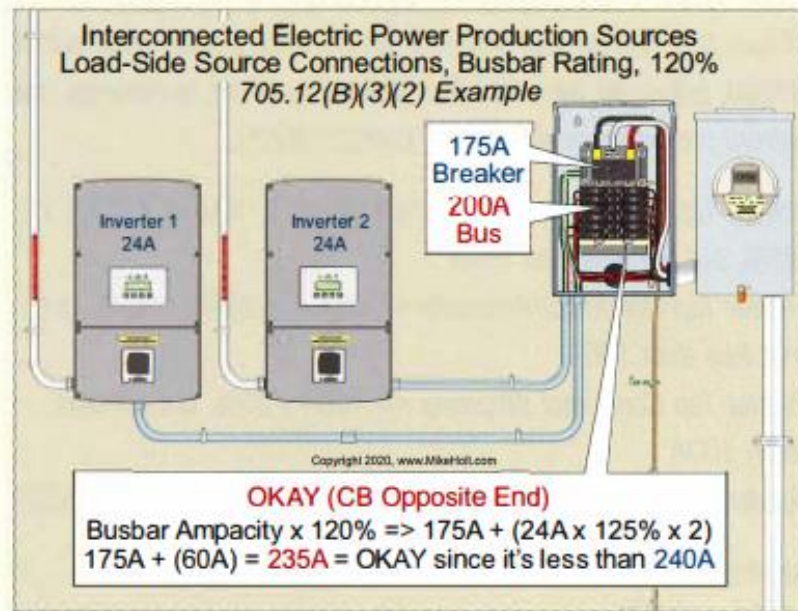
►Figure 705-19



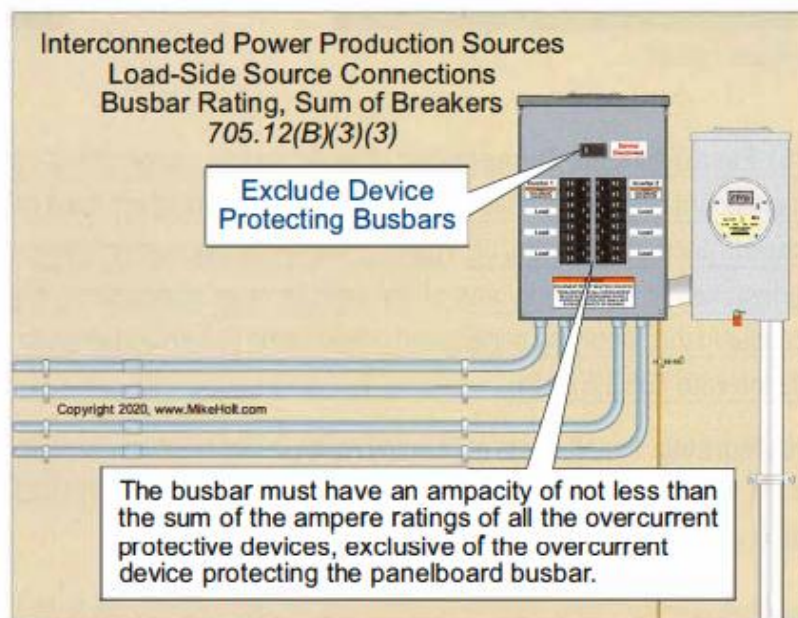
► Figure 705-20



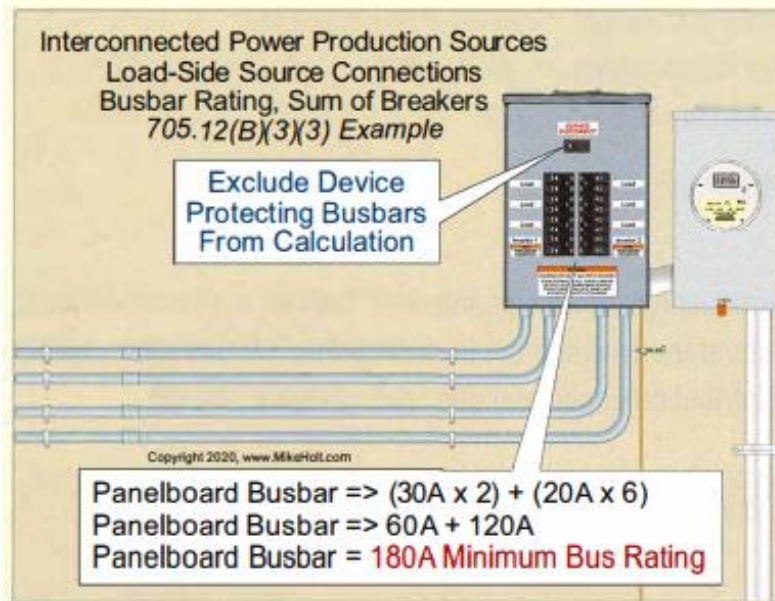
► Figure 705-21



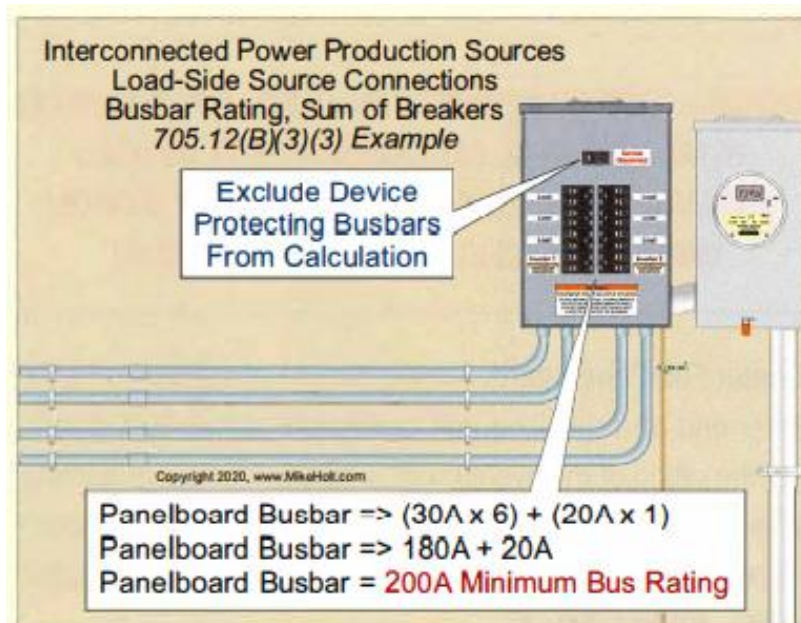
► Figure 705-22



► Figure 705-23

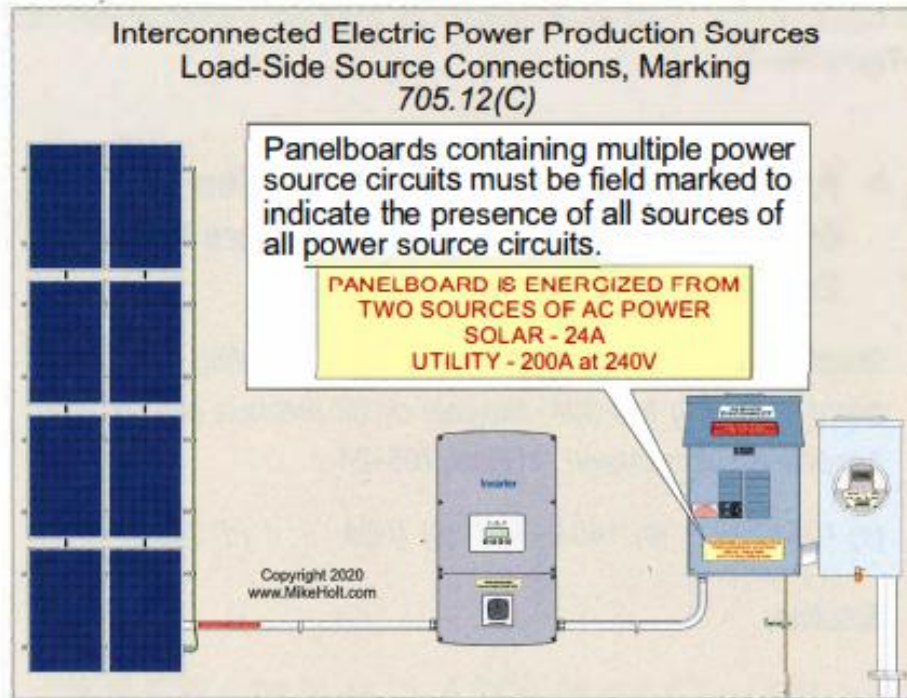


►Figure 705-24

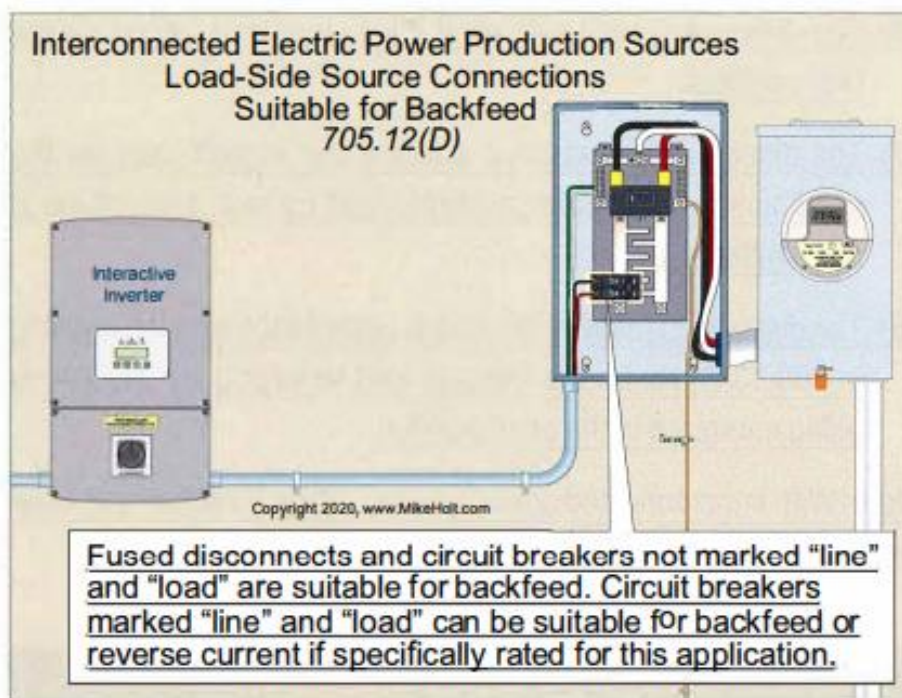


►Figure 705-25

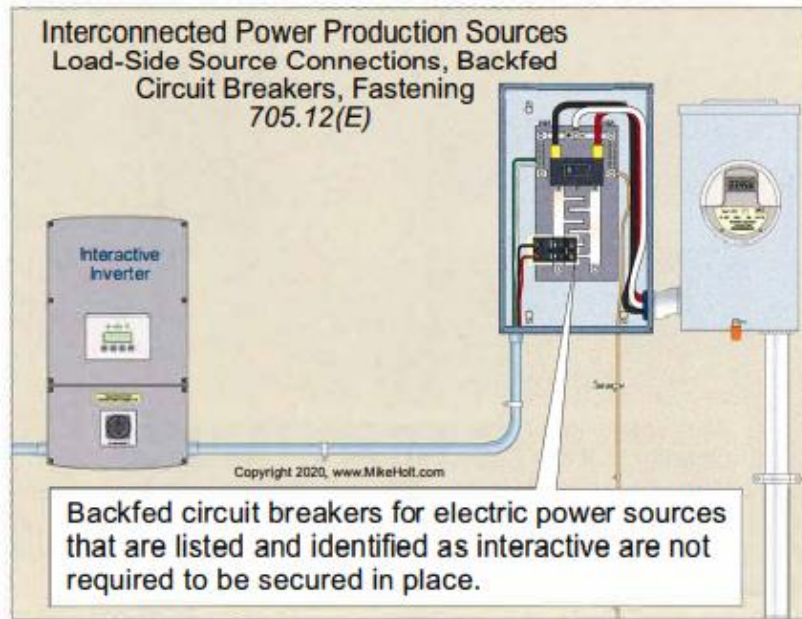
Adicionalmente Ver:



► Figure 705-28



► Figure 705-29



► Figure 705-30

705.14 *Características de la salida.* La salida de un Generador u otra fuente de generación de energía eléctrica que funcione en paralelo con un sistema de suministro de energía eléctrica, deben tener tensión, forma de onda y frecuencia compatibles con el sistema al cual se conecta.

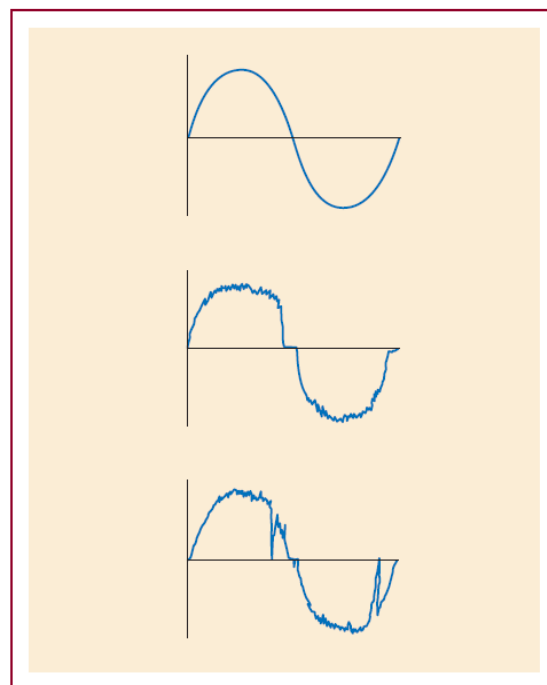


EXHIBIT 705.2 Typical output wave shapes: (top) with rotating generator and system wave shape normally encountered with motor, lighting, and heating loads; (middle) with inverter source; and (bottom) with variable speed drive, rectifier, and uninterruptible power to supply loads.

705.16 Interrupting and Short-Circuit Current Rating

705.16 Valor nominal de corriente de Corto Circuito y de Interrupción. Para los valores nominales de interrupción y de corriente de cortocircuito del equipo en sistemas interactivos, se debe tener en cuenta la contribución de las corrientes de falla de todas las fuentes de alimentación interconectadas.

705.20 Disconnect

705.20 Medios de desconexión de las fuentes. Se deben instalar medios que permitan desconectar todos los conductores no puestos a tierra de una o varias fuentes de generación de energía eléctrica de todos los demás conductores.

705.21 Medios de desconexión de los equipos. Se deben instalar medios que permitan desconectar los equipos de generación de energía, tales como inversores interactivos o transformadores asociados con una fuente de generación de energía, de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de alimentación. No debe requerirse que los equipos proyectados para operarse y mantenerse como parte integral de una fuente de generación de más de 1000 volts tengan un medio de desconexión.

705.22 Dispositivo de desconexión. El medio de desconexión de los conductores no puestos a tierra debe ser uno o varios interruptores o interruptores automáticos, manuales o de operación eléctrica que cumplan con lo siguiente:

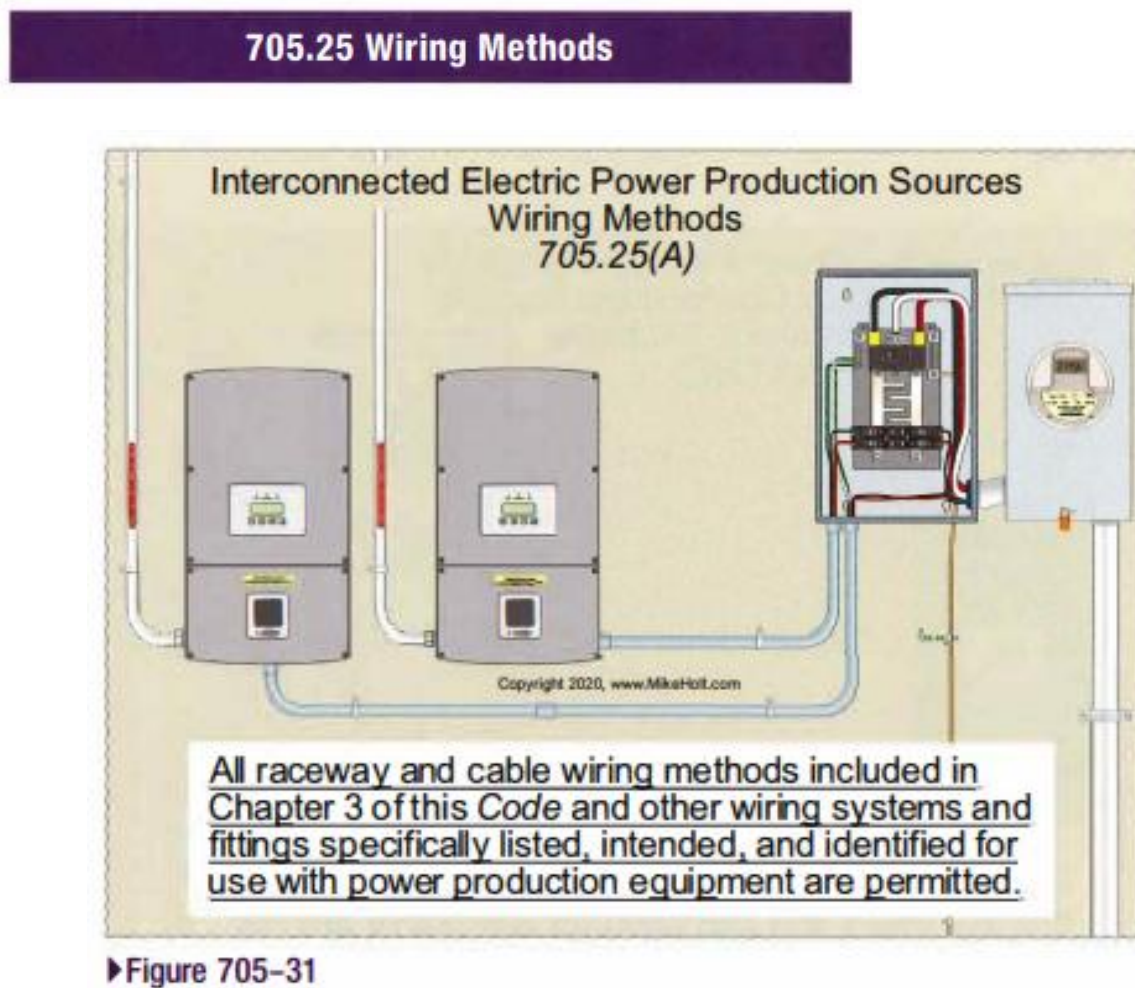
- (1) Estar ubicados donde sean fácilmente accesibles.
- (2) Ser operables desde el exterior, sin que el operador se exponga a entrar en contacto con partes vivas y si son de operación eléctrica, ser de un tipo que se abra manualmente si se produjera una falla en la alimentación.
- (3) Tener una indicación clara cuando están en posición de abierto (off) o cerrado (on).
- (4) Tener valores nominales suficientes para la corriente máxima del circuito, la corriente de cortocircuito disponible, y la tensión disponible en los terminales.
- (5) Donde los terminales de línea y carga son tienen la capacidad de energizarse en la posición abierta, estar marcadas de acuerdo con la advertencia de 690.13(B).

Nota Informativa: En los sistemas de generación en paralelo puede haber equipos que probablemente sean energizados desde las dos direcciones, como los interruptores de cuchilla y los fusibles. Ver 240.40.

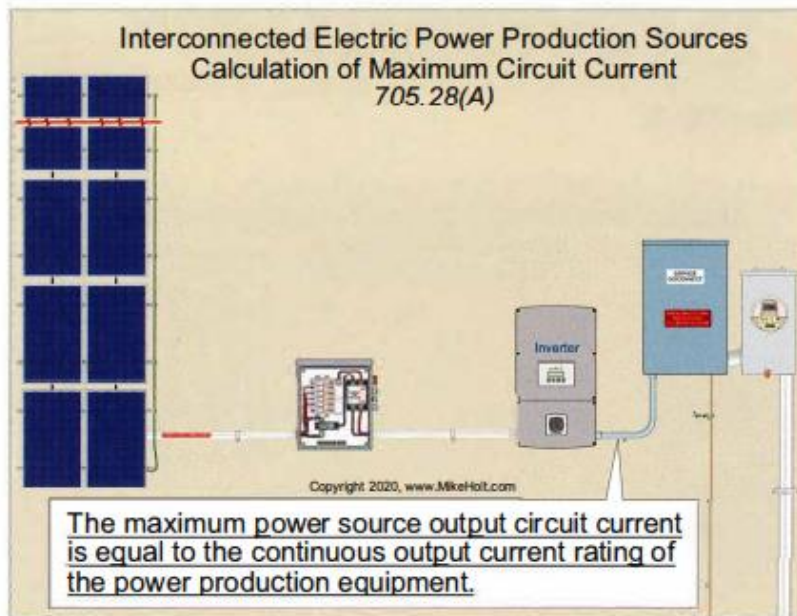
- (6) Desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra del circuito.
- (7) Poderse bloquear en la posición de abierto (off) de acuerdo con 110.25.

705.23 Medio de desconexión del Sistema Interactivo. Debe proveerse un medio fácilmente accesible para desconectar el sistema interactivo de todos los sistemas de cableado incluyendo los sistemas de alimentación, sistemas de almacenamiento de energía, y equipo de utilización y su cableado asociado en el establecimiento.

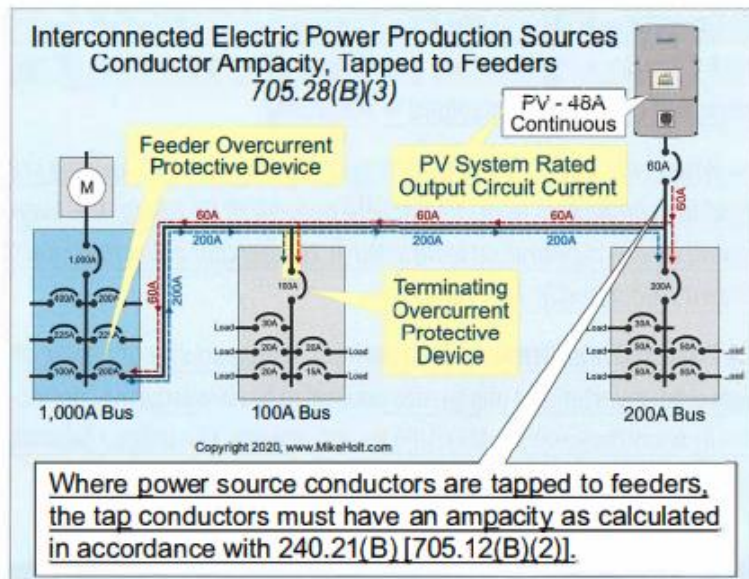
Ver del MH-2020:



705.28 Circuit Sizing and Current



► Figure 705-32

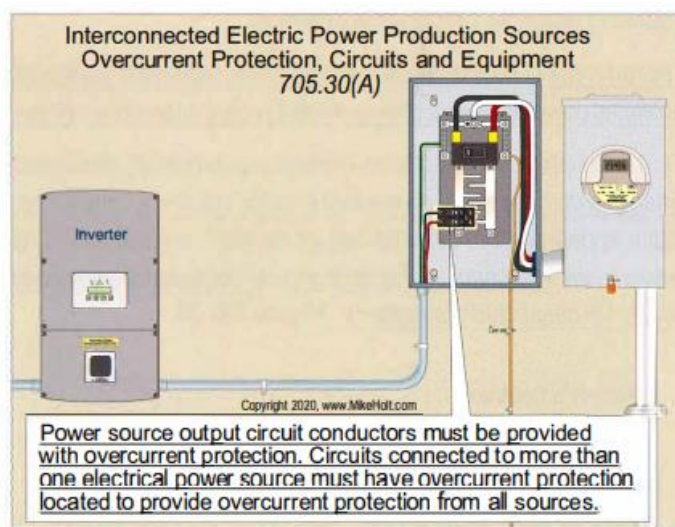


► Figure 705-33

705.30 Overcurrent Protection

705.30 ***Protección contra sobrecorriente.*** Los conductores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en el Artículo 240. Los equipos y conductores conectados a más de una fuente de alimentación eléctrica deben tener un número suficiente de dispositivos de protección contra sobrecorriente, ubicados de modo que brinden protección desde todas las fuentes.

(A) ***Sistemas Solares Fotovoltaicos.*** Los sistemas solares fotovoltaicos deben protegerse según lo que establece el Artículo 690.



►Figure 705-34

(B) ***Transformadores.*** La protección contra sobrecorriente para un transformador con a una fuente o fuentes en cada lado se debe proporcionar de acuerdo con 450.3, considerando primero uno de los lados del transformador y después el otro lado como el primario.

(C) ***Sistemas de Celdas de Combustible.*** Los sistemas de celdas de combustible deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 692.

(D) ***Inversores interactivos.*** Los inversores interactivos deben estar protegidos de acuerdo con 705.65.

(E) ***Generadores.*** Los Generadores deben estar protegidos de acuerdo con 705.130.

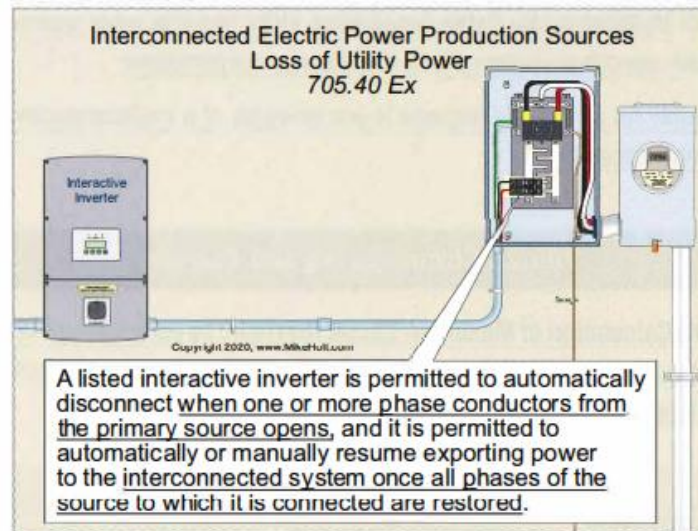
705.31 ***Ubicación de la Protección contra Sobrecorriente.*** La protección contra sobrecorriente para los conductores de fuentes de generación de energía eléctrica, conectados al lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida de conformidad con lo establecido en 705.12(A), debe estar situada dentro de los 3 m (10 pies) del punto donde los conductores de la fuente de generación de energía eléctrica se conectan con la acometida.

705.32 Ground-Fault Protection

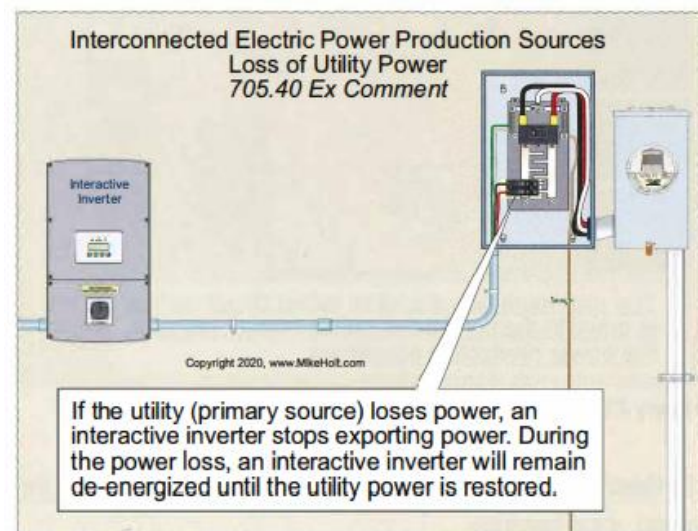
705.32 ***Protección contra Fallas a Tierra.** Cuando se utilice protección contra fallas a tierra, la salida de un sistema interactivo debe conectarse del lado de la alimentación de esa protección.*

705.40 Loss of Utility Power

705.40 ***Pérdida de la Fuente Primaria.** Si se pierde la fuente primaria, la fuente de generación de energía eléctrica se debe desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria y no se deben volver a conectar hasta que se restablezca el suministro de la fuente primaria.*



►Figure 705-35



►Figure 705-36

Part II. Microgrid Systems

705.50 System Operation

705.50 **Puesta a tierra.** Las Fuentes de Generación de Energía Eléctrica interconectadas se deben poner a tierra según lo que establece el Artículo 250.

A) **Cálculo de la corriente máxima del circuito.** La corriente máxima para el circuito específico se debe calcular de acuerdo con 705.60(A)(1) y (A)(2).

(1) **Corrientes de circuitos de entrada de inversores.** La corriente máxima debe ser la corriente de entrada nominal máxima del inversor.

(2) **Corriente del circuito de salida del inversor.** La máxima corriente debe ser la corriente nominal permanente de salida del inversor.

(B) **Ampacidad y Corriente Nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente.** Las corrientes del sistema del inversor se deben considerar como permanentes. Se deben dimensionar los conductores del circuito y los dispositivos de protección contra sobrecorriente para transportar no menos del 125 por ciento de las corrientes máximas, tal y como se calcula en 705.60(A). Debe permitirse el valor nominal o el ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de acuerdo con 240.4(B) y (C).

end of the epigraph & Class

Clase #10: (Review & Quiz No.2)

1. *Review de los conceptos estudiados durante la semana.*
2. *Review Checklists & Articles.*
3. *Quiz No.2.*

end of the Week-2 & Block

VII. Activities:

1. *Conferencias.*
2. *Workshops.*

VIII. Evaluations:

- a) *HomeWork ----- 10%*
- b) *Quiz.1 ----- 20%*
- c) *Quiz 2 ----- 20%*
- d) *Final Test ----- 50%*

IX. Grading Scale:

<u>Letter</u> <u>Grade</u>	<u>Percentages</u> <u>Equivalents</u>	<u>Point Value:</u>
<i>A (Excelente) -----</i>	<i>90 – 100 -----</i>	<i>3.50 to 4.0</i>
<i>B (Good) -----</i>	<i>80 - 89 -----</i>	<i>3.0 to 3.49</i>
<i>C (Average) -----</i>	<i>70 – 79 -----</i>	<i>2.0 to 2.99</i>
<i>D (Passing bellow Satisfactory) -----</i>	<i>65 – 69 -----</i>	<i>1.0 to 1.99</i>
<i>F (Failing) -----</i>	<i>0 - 64 -----</i>	<i>0.0</i>
<i>W (Withdrawal).</i>		

Satisfactory Progress is defined as 70 % (Percent point)

X. Textbooks & Resources.

National Electrical Code Published in the last version.



*Realizado por el: Ing. Fidel Fernández Torrén.
Profesor del Instituto: “South Florida Institute of Technology”.
Año: 2022.*