

APLICACIONES DEL CODIGO ELECTRICO - NEC Y ANALISIS DE CAMBIOS

“PUESTA A TIERRA DE SISTEMAS ELECTRICOS”

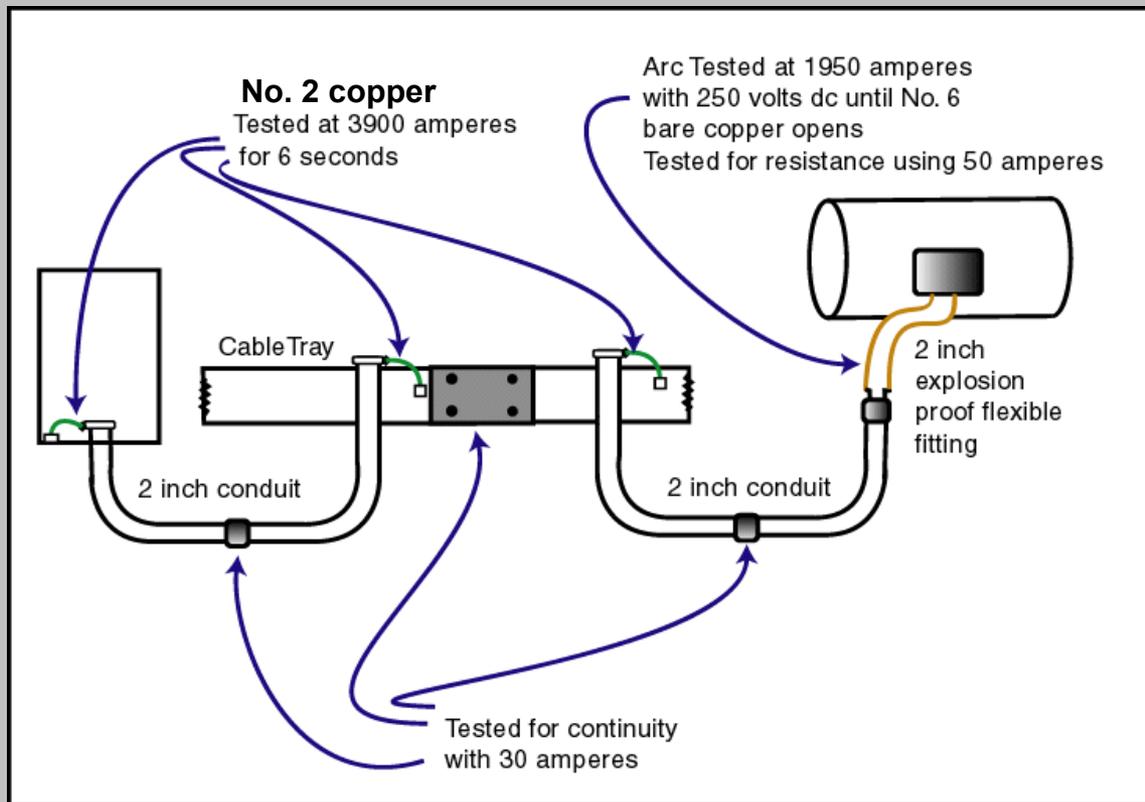
Preparado por: GUILLERMO E. LASSO

ING. ELECTROMECHANICO

DIPLOMADO EN GERENCIA DE PROYECTOS - PMI

Artículo 250: Título cambia a “Grounding and Bonding”

- Este cambio describe de manera más exacta este. Artículo 250 contiene reglas para ambos.



Esta figura ilustra
cuatro UL® pruebas de
bonding para:

**UL® 514B: Accesorios
para cajas eléctricas,**

**UL® 467: Puesta a
tierra y conexiones
eléctricas permanentes
para equipos,**

**UL 886: Cajillas y
accesorios utilizados
en lugares peligrosos,
y**

**Resultados de pruebas
reconocidas por UL en
bandejas para cables
eléctricos.**

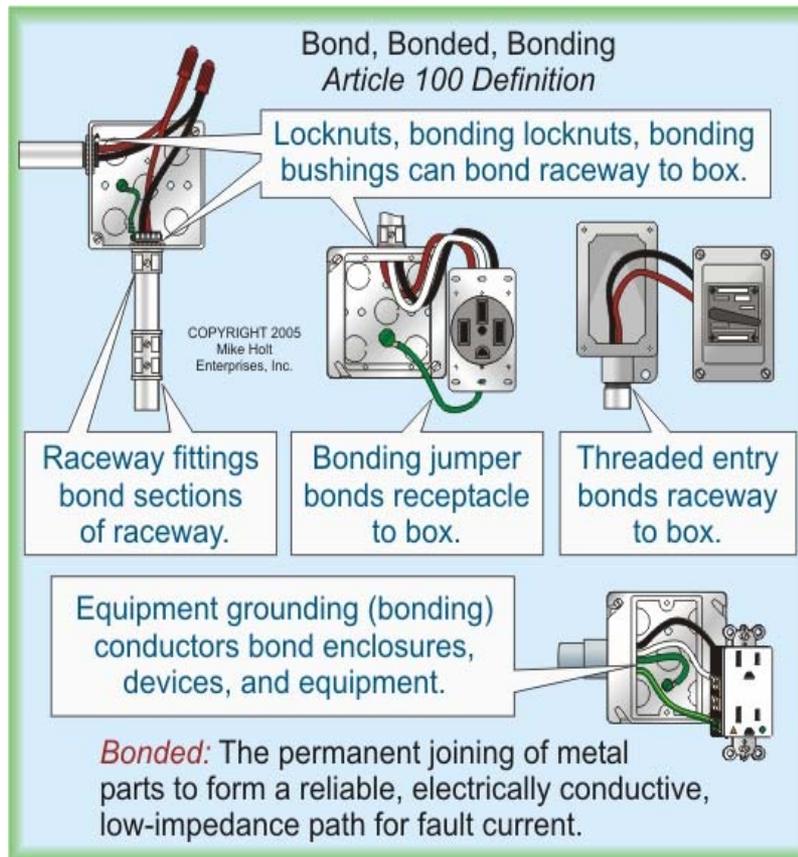
Preparado por:

GUILLERMO E. LASSO

250.2 Definiciones

¿Por qué es tan difícil de entender la conexión a tierra en los circuitos eléctricos? Una de las causas principales es que desconocemos la definición de muchos de los términos importantes. Antes de avanzar en el tema, revisemos algunas importantes definiciones contenidas en los Artículos 100 y 250.

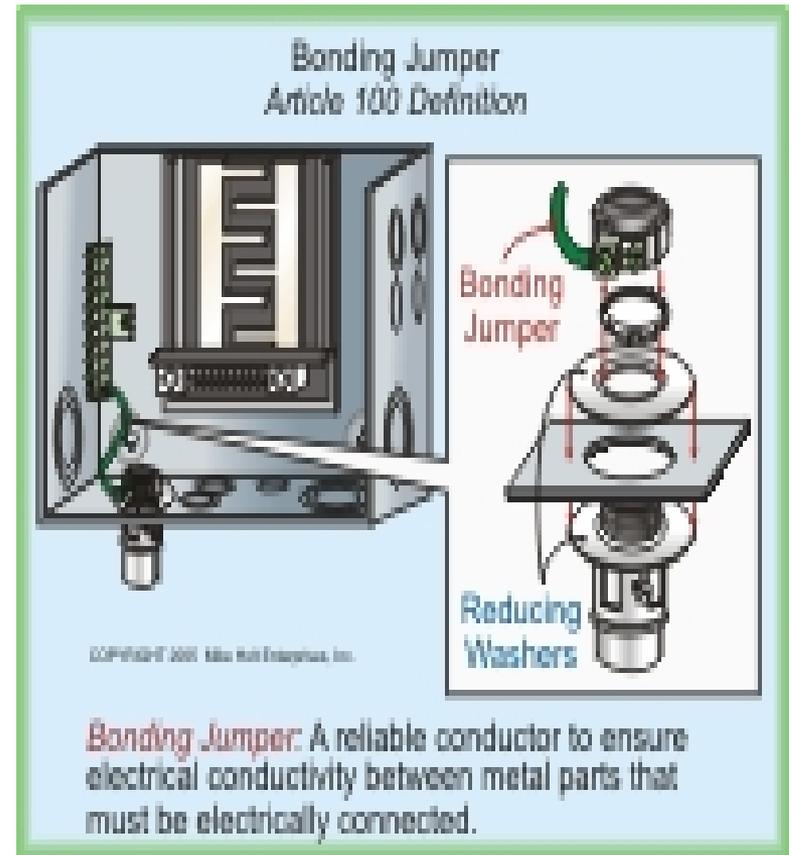
250.2 Definiciones



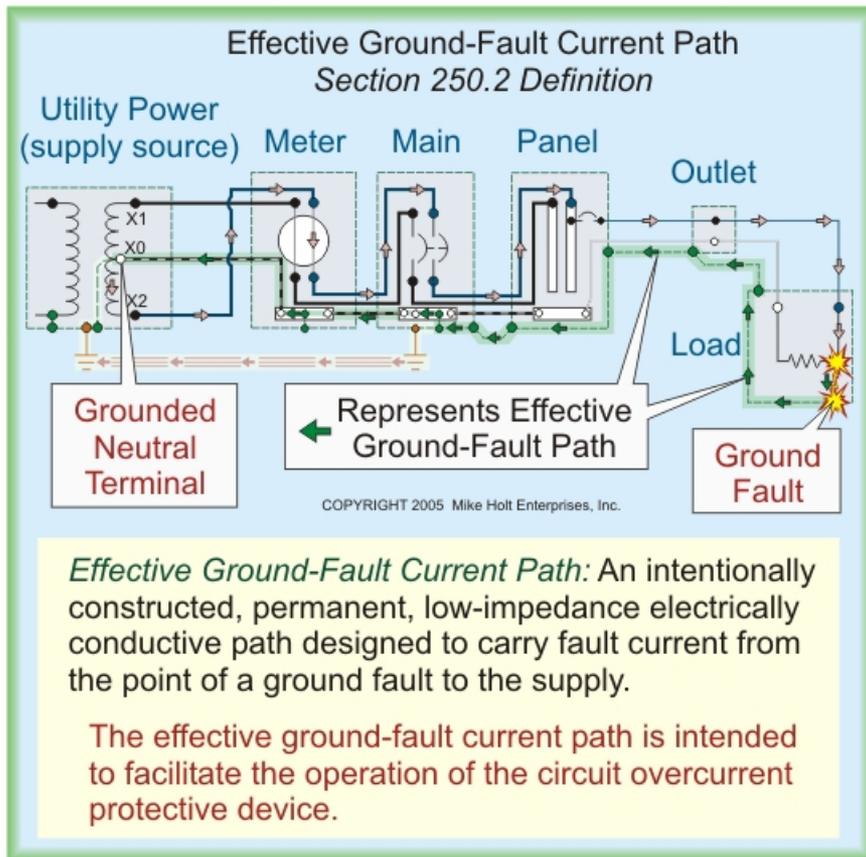
- **Bonding [100]:** unión permanente de partes metálicas, para crear una ruta eléctricamente conductora, que tenga la capacidad de conducir de manera segura cualquier corriente de falla que pueda ocurrir.

250.2 Definiciones

- **Bonding Jumper [100]:** Conductor dimensionado apropiadamente de acuerdo con el Artículo 250, que asegure una conductividad eléctrica permanente entre las partes metálicas de una instalación eléctrica.



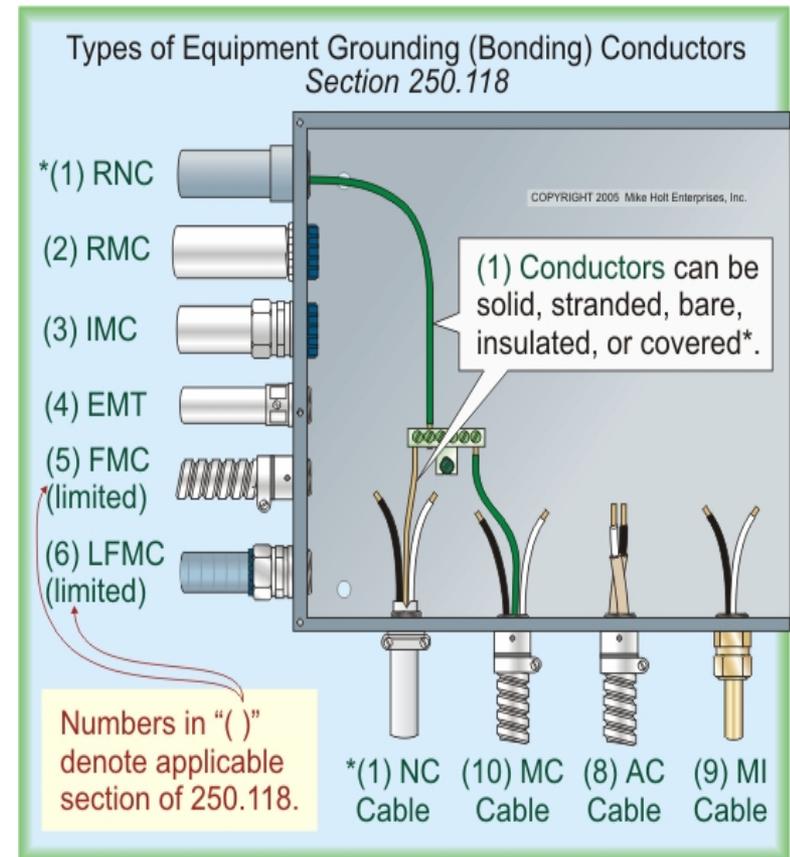
250.2 Definiciones



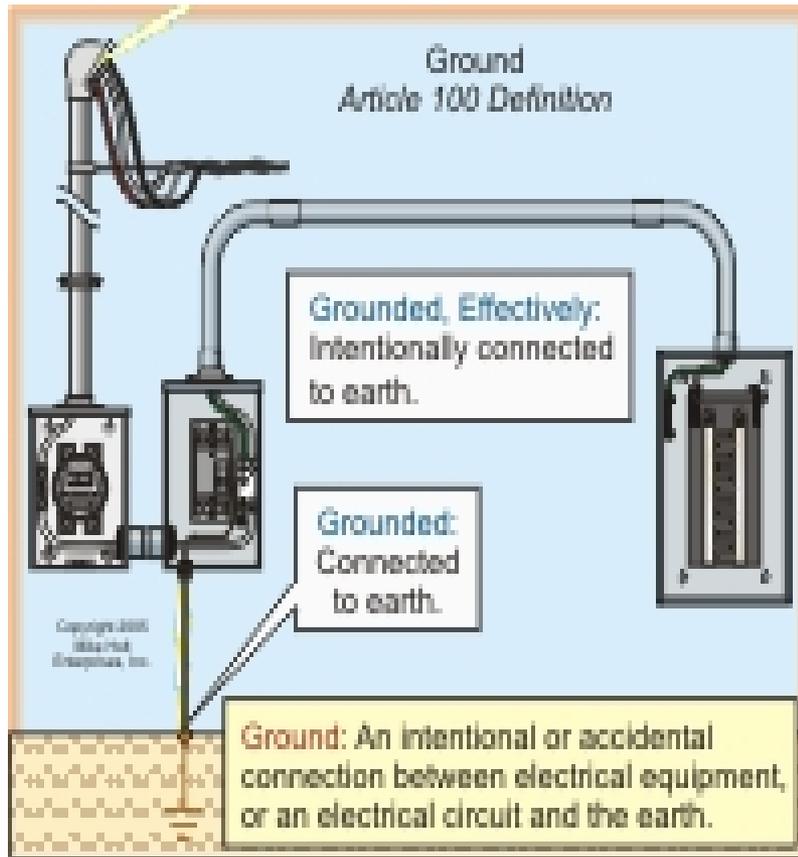
- **Effective Ground-Fault Current Path [250.2]:** Ruta conductiva permanente de baja impedancia, construida intencionalmente, y diseñada para conducir la corriente de falla desde el punto en el que ocurra la falla a tierra, de un sistema de alambrado, hasta la fuente de suministro eléctrico.

250.2 Definiciones

- **Equipment Grounding Conductor [100]:** Ruta, de baja impedancia para la corriente de falla, utilizada para unir partes metálicas de equipos eléctricos, diversos medios para conducir alambres eléctricos y encerramientos, a la ruta efectiva para la corriente de falla a tierra, en el equipo de servicio o a la fuente del sistema derivado separadamente



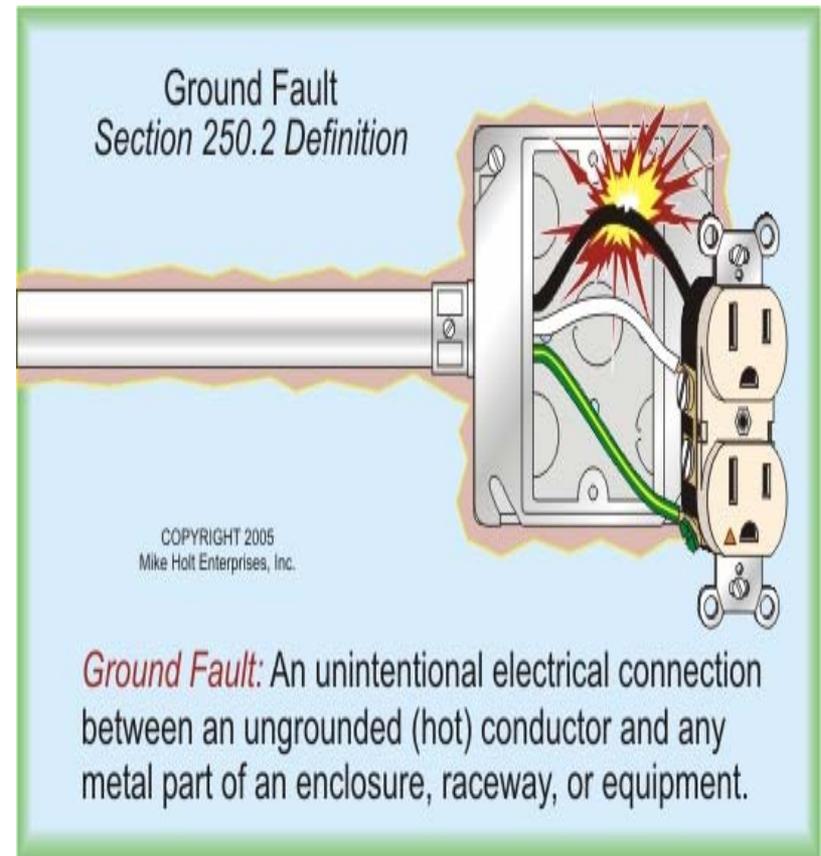
250.2 Definiciones



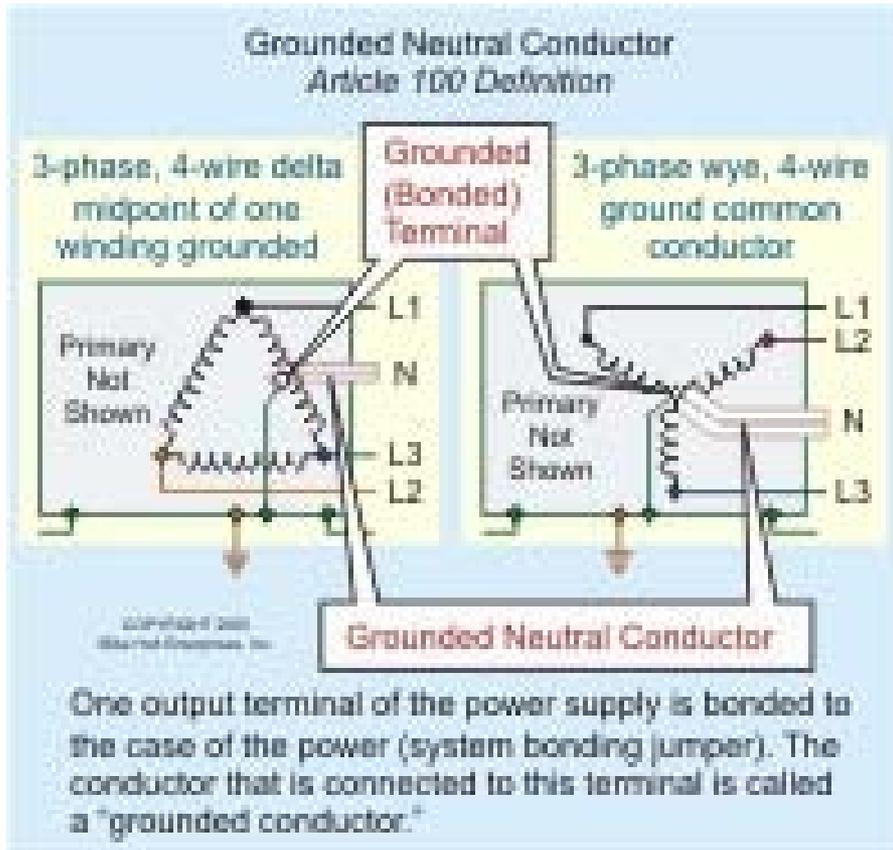
- **Ground (Earth) [100]:** Tierra o un cuerpo conductor que está conectado a tierra.

250.2 Definiciones

- **Ground Fault [100]:** Conexión no intencional entre un conductor no conectado a tierra (caliente) y cualquier parte metálica de equipos, encerramientos o diversos medios para conducir alambres eléctricos.



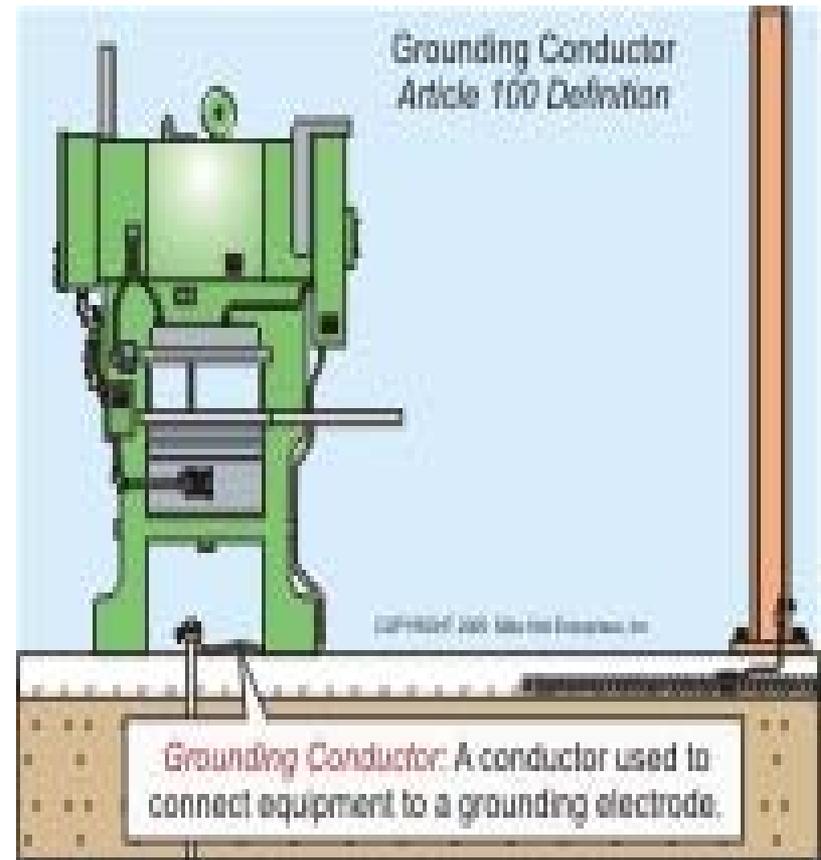
250.2 Definiciones



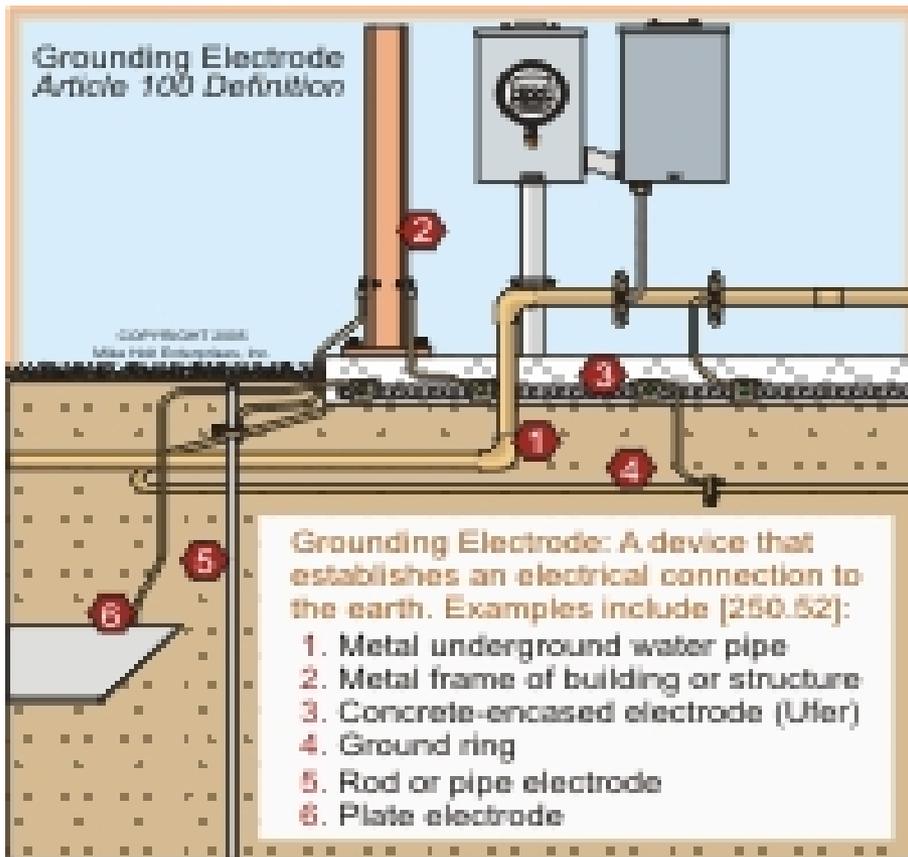
- **Grounded Neutral Conductor [100]:** Conductor conectado al terminal que está intencionalmente conectado a tierra.

250.2 Definiciones

- **Grounding (Earthing) Conductor [100]:** Conductor que conecta un equipo o circuitos eléctricos a tierra, a través de un electrodo de tierra.



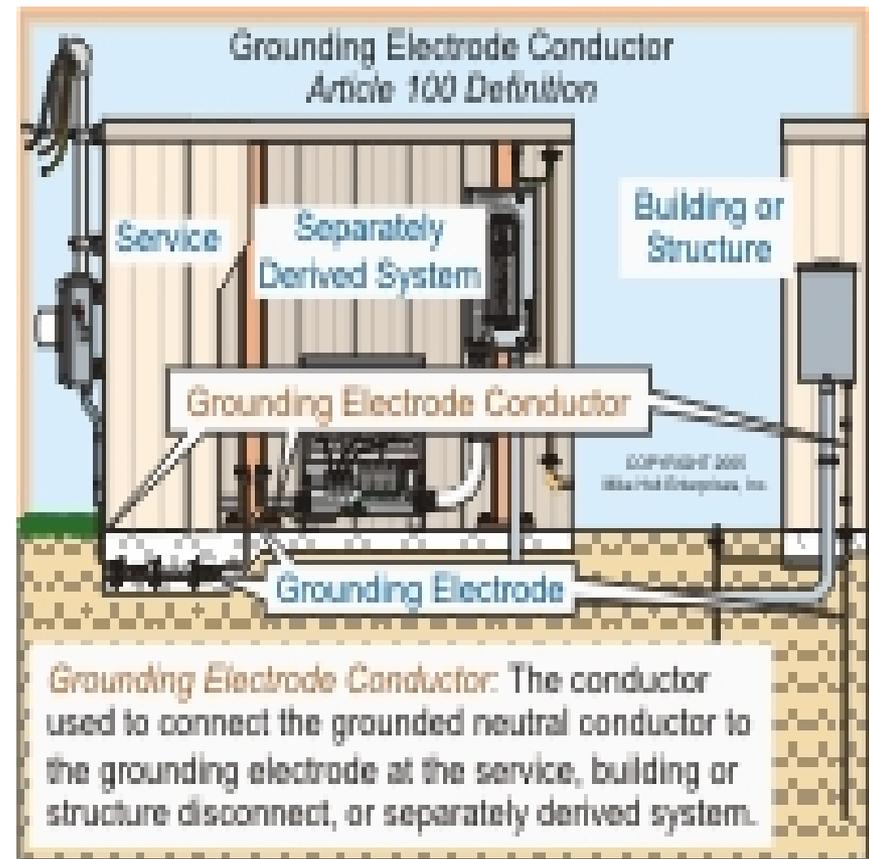
250.2 Definiciones



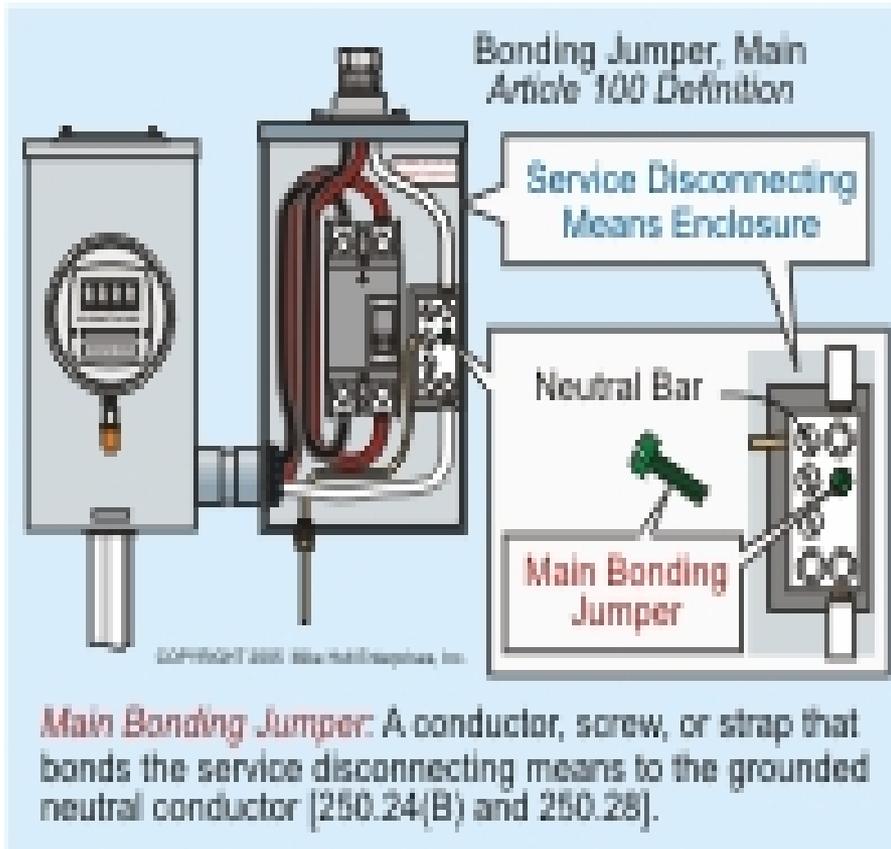
- **Grounding (Earthing) Electrode [100]:** Dispositivo o electrodo que establece una conexión eléctrica a la tierra.

250.2 Definiciones

- **Grounding Electrode (Earth) Conductor [100]:** Conductor que conecta el neutral puesto a tierra con el electrodo de tierra, en el equipo de servicio, el interruptor principal o en el sistema derivado separadamente.

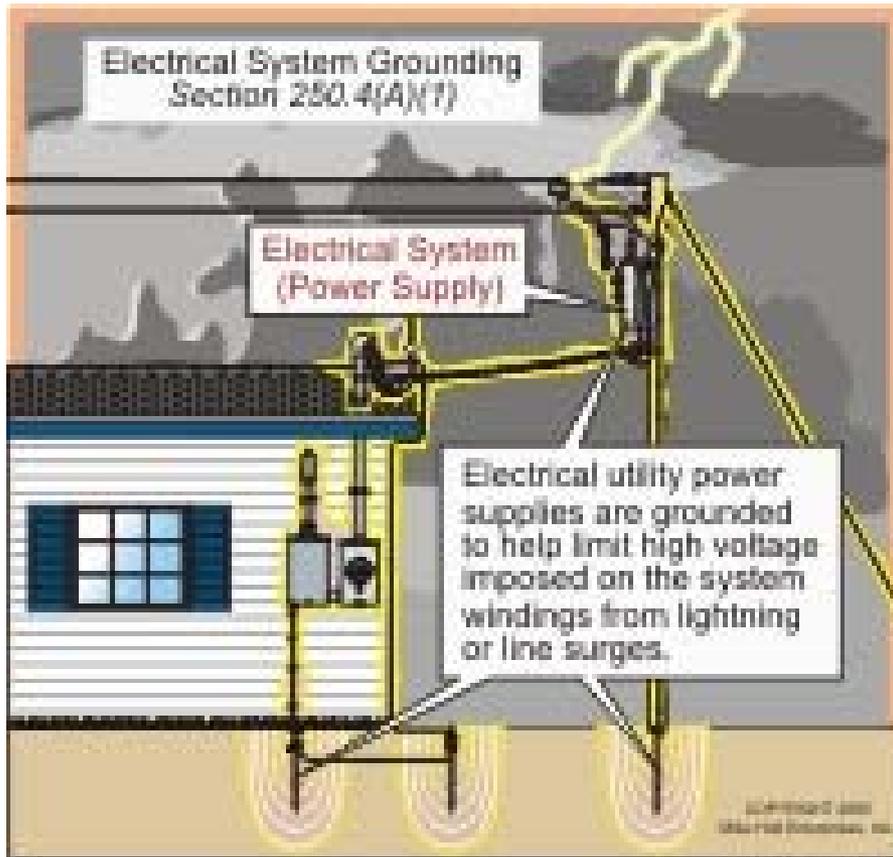


250.2 Definiciones



- **Main Bonding Jumper [100]:** Conductor, tornillo, o pieza de metal que une el conductor de conexión a tierra, en el equipo de servicio, al neutral puesto a tierra.

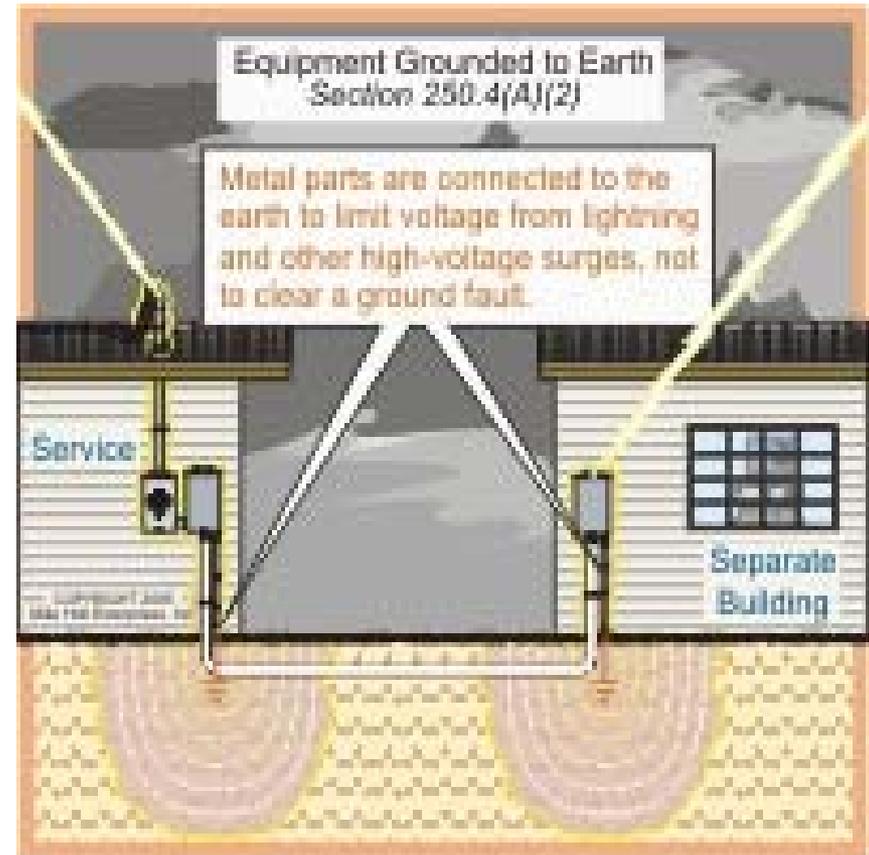
250.4(A)(1) Conectando los Sistemas Eléctricos a Tierra.



- Los embobinados de alto voltaje se conectan a tierra, para limitar el alto voltaje producto de las descargas atmosféricas, contactos no intencionales con líneas de mayor voltaje o sobre tensiones en las líneas eléctricas.

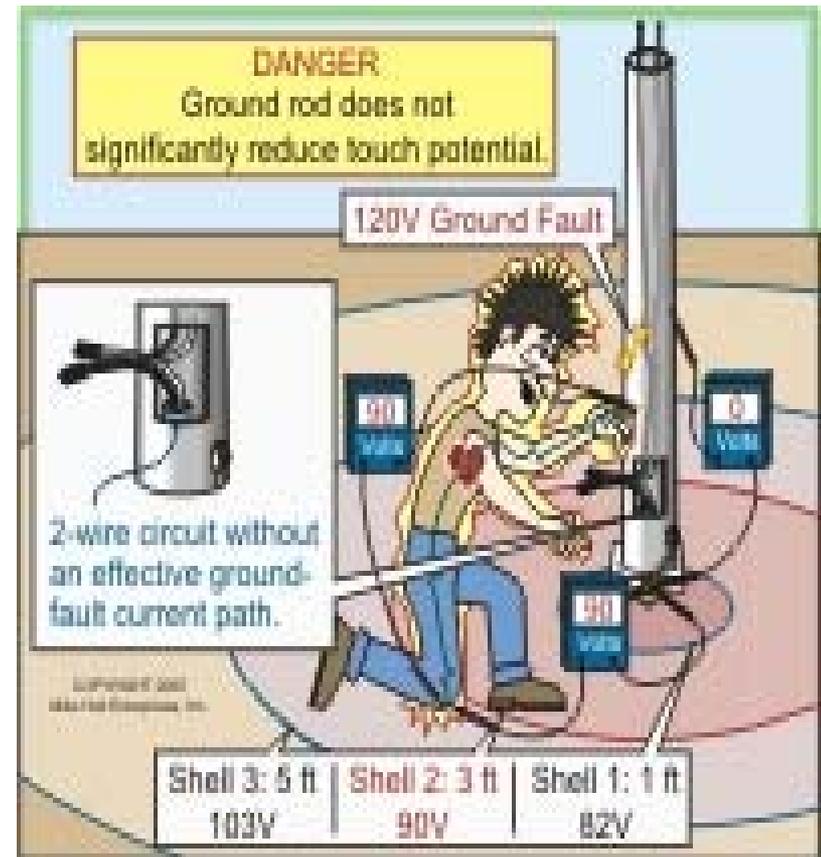
250.4(A)(2) Conectando los Equipos Eléctricos a Tierra

- Partes metálicas de equipos eléctricos deben ser conectadas a tierra para limitar el voltaje ocasionado por las descargas atmosféricas y otras fuentes de sobretensiones y no para despejar una falla a tierra.

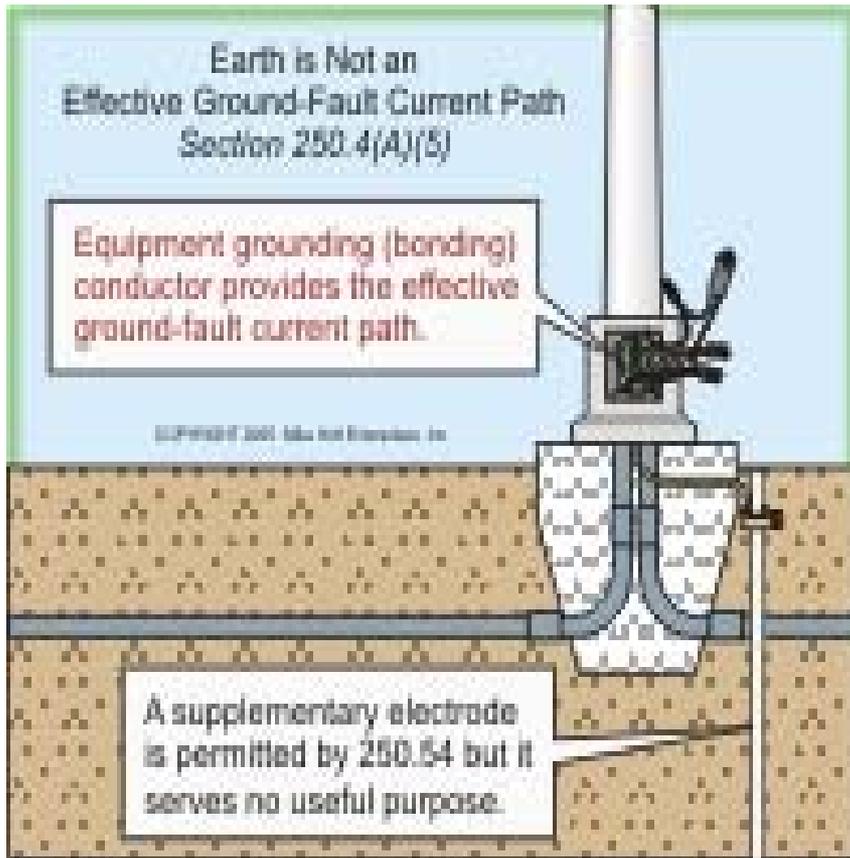


250.4(A)(5) Ruta Efectiva de la Corriente de Falla a Tierra

- **Voltaje de toque (IEEE)**
“Diferencia de potencial entre una estructura metálica y un punto en la tierra situado a 3 pies de la estructura”.
- El electrodo no reduce de forma significativa el voltaje de toque



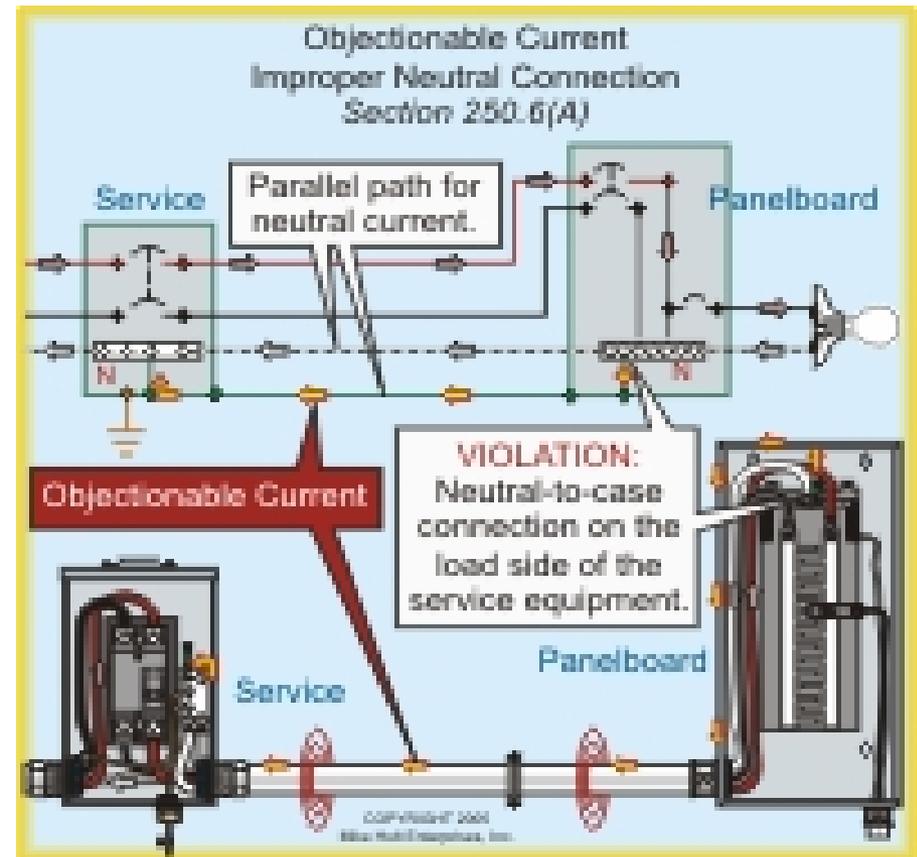
250.4(A)(5) Ruta Efectiva de la Corriente de Falla a Tierra



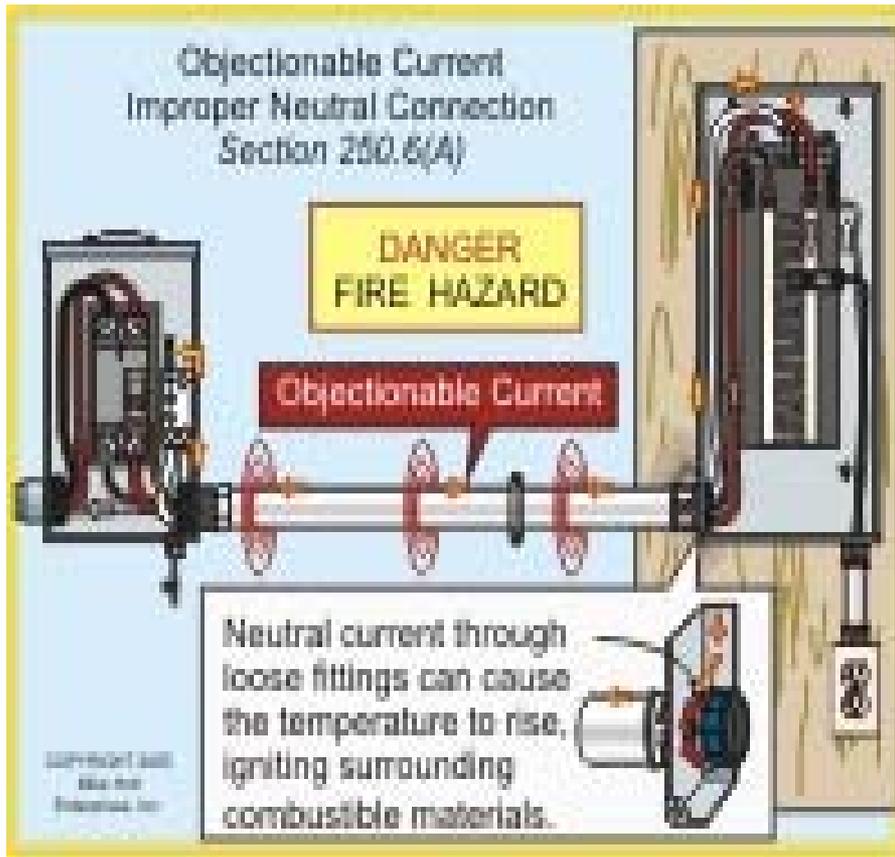
- El conductor que conecta el equipo a tierra suministra la ruta efectiva de la corriente de falla a tierra.
- La práctica común de instalar un electrodo de tierra junto a un poste de metal que soporta una luminaria, no juega un propósito útil.

250.6(A) Previniendo Corrientes no Deseadas

- Corrientes no deseadas recorrerán las partes metálicas cuando el neutral conectado a tierra, es a su vez conectado a la la caja metálica del panel de distribución, el cual no forma parte del equipo de servicio.



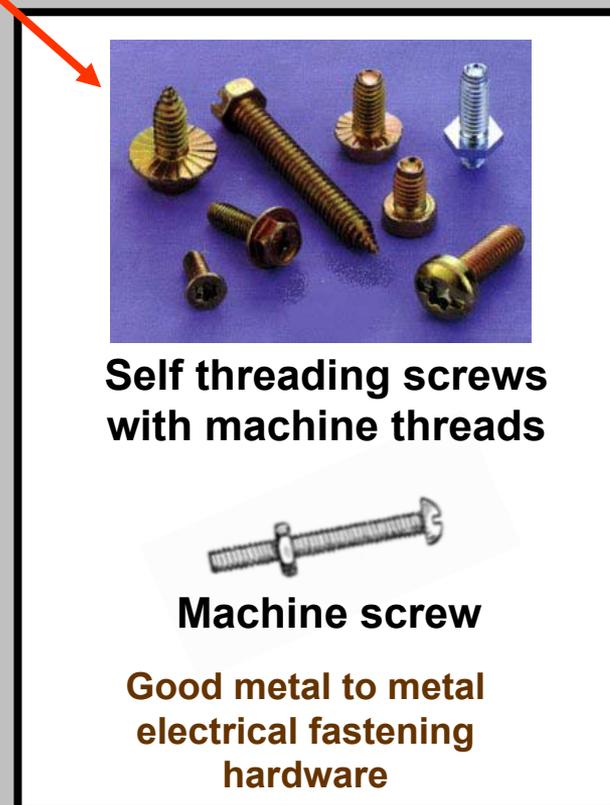
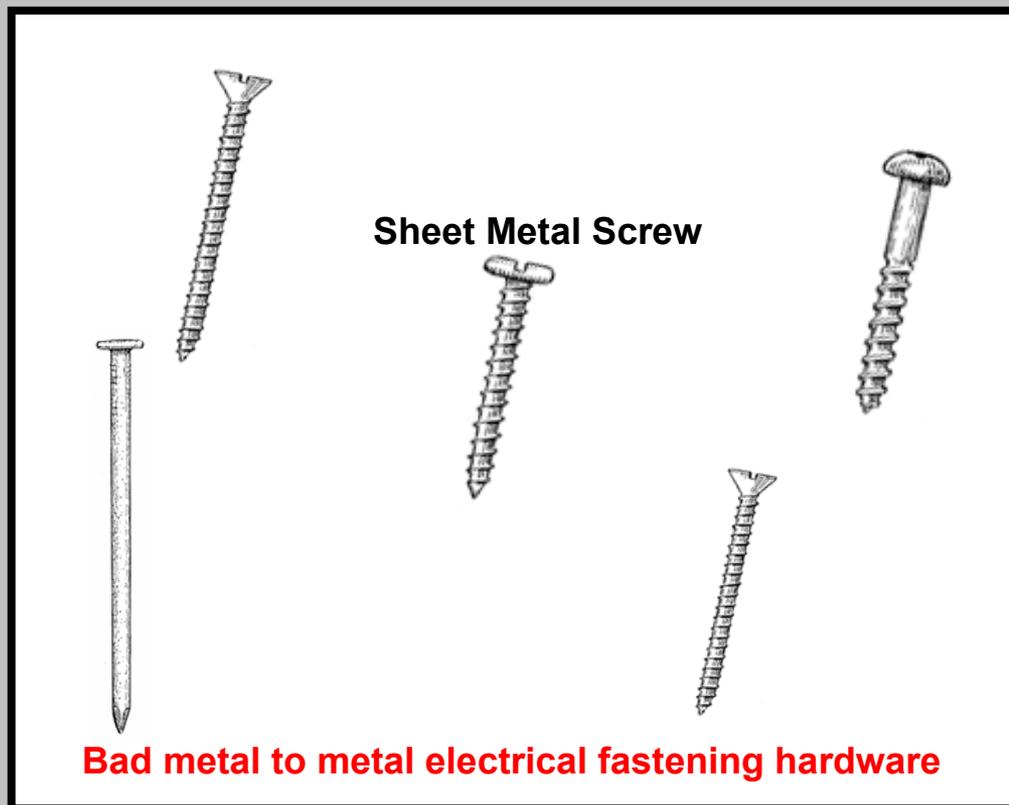
250.6(A) Previniendo Corrientes no Deseadas



- Corrientes del neutral pasando a través de accesorios flojos podrán elevar la temperatura de los componentes metálicos, incendiando los materiales inflamables que existan en los alrededores

250.8 Tornillos de “Sheet Metal” no son aceptados para conectar conectores o dispositivos varios a tierra

- Muchos electricistas saben que no pueden obtener conexiones metálicas sólidas con estos tipos de tornillos. El metal utilizado para las cajillas eléctricas y encerramientos metálicos es muy grueso. Conexiones realizadas con tornillos auto-roscables son aceptables.



250.34 Generadores Portátiles y montados en Vehículos

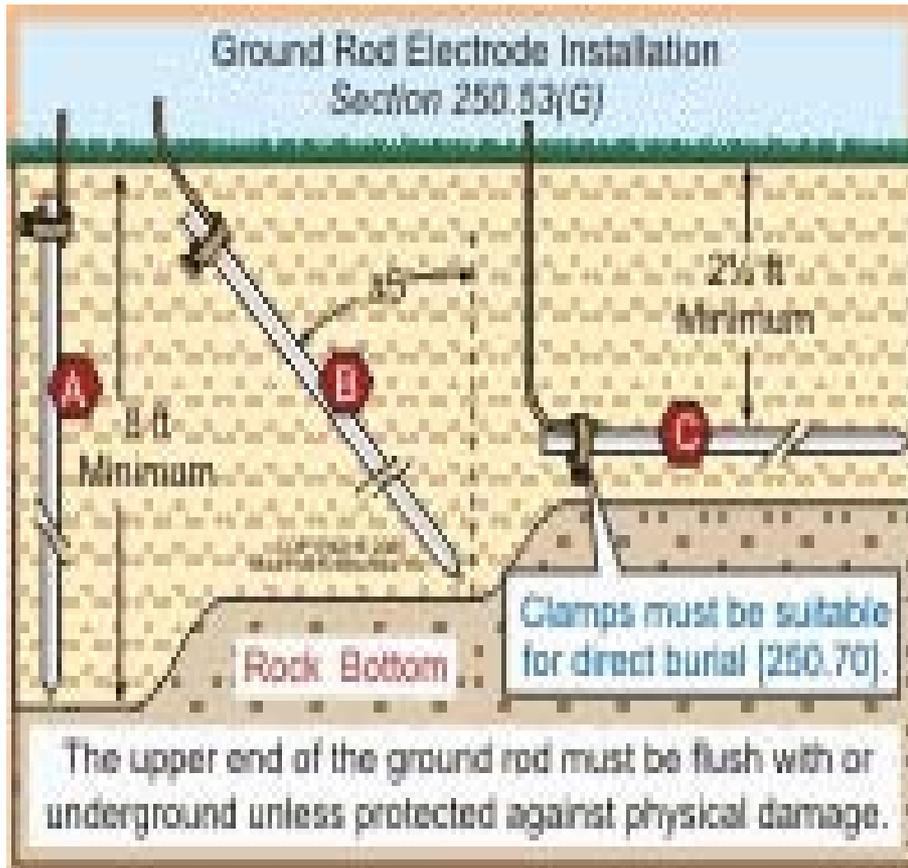
- La condición de conectar la carrocería a una varilla de tierra fue eliminada.

No es necesario conectar la estructura metálica de los generadores portátiles montados en vehículos, a una varilla de tierra si se cumplen algunas condiciones.



Una condición para los generadores portátiles montados en vehículos, es que la estructura metálica de los generadores deberá ser conectada eléctricamente al **chasis del vehículo**.

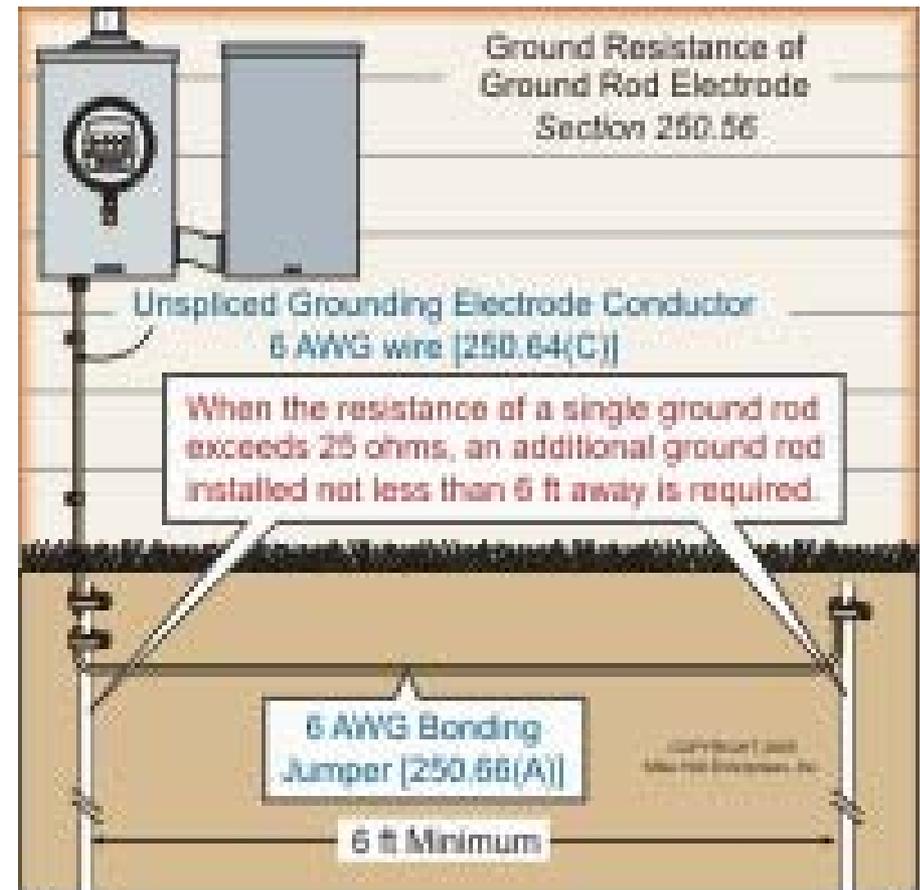
250.53(G) Instalación de la Varilla de tierra



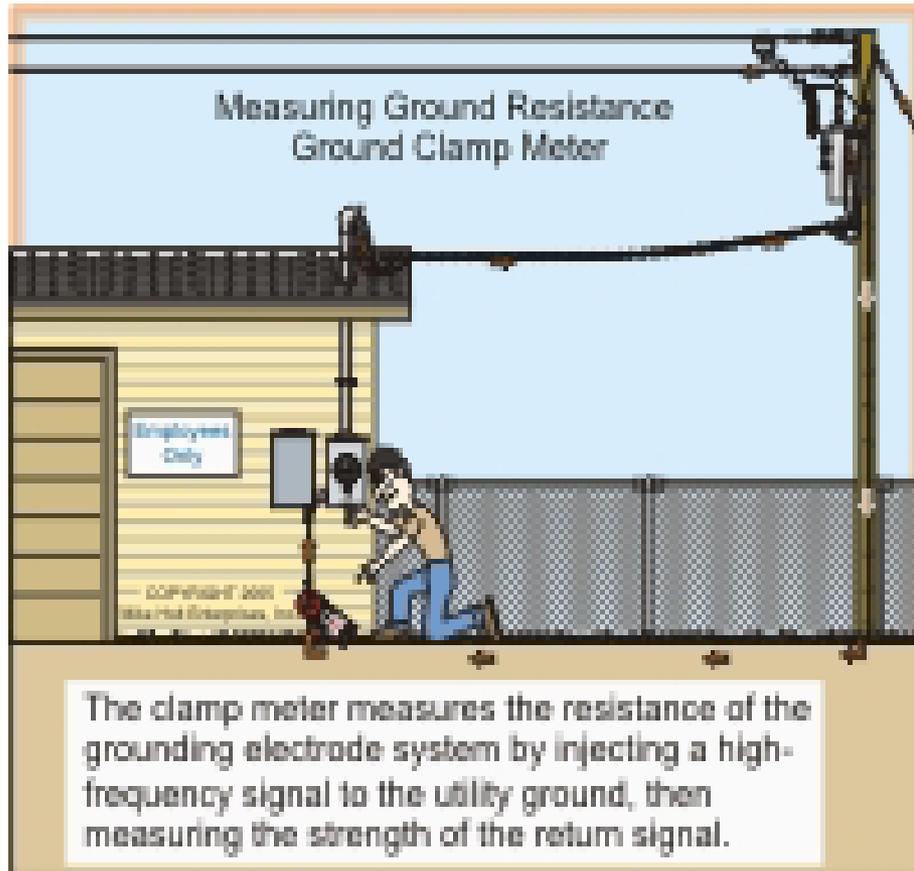
- La parte superior de la varilla de tierra deberá estar a nivel del terreno, a no ser que el conector este protegido contra daños físicos como está especificado en el artículo 250.10.

250.56 Valor de resistencia de la Varilla de Tierra

- No más de dos varillas de tierra son requeridas; aunque la resistencia total de las dos varillas paralelas, sea mayor de los 25 ohmios.



Midiendo la Resistencia a Tierra



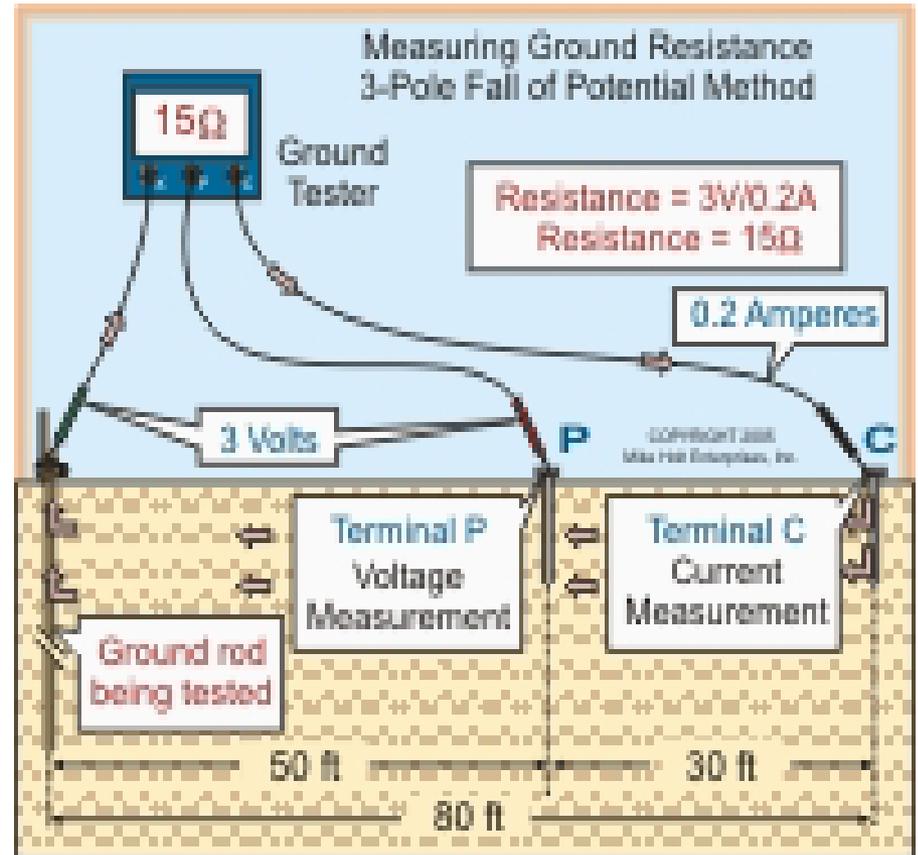
- El medidor de pinza mide la resistencia del sistema de tierra, inyectando una señal de alta frecuencia al sistema de tierra de la compañía de utilidad, entonces medirá la fuerza de la señal de retorno.

Midiendo la Resistencia a Tierra

- El medidor de caída de voltaje de tres puntos, determina la resistencia a tierra utilizando la Ley de Ohm: $R = V/I$
- V (Voltaje) = 3V
 I (Corriente) = 0.2A

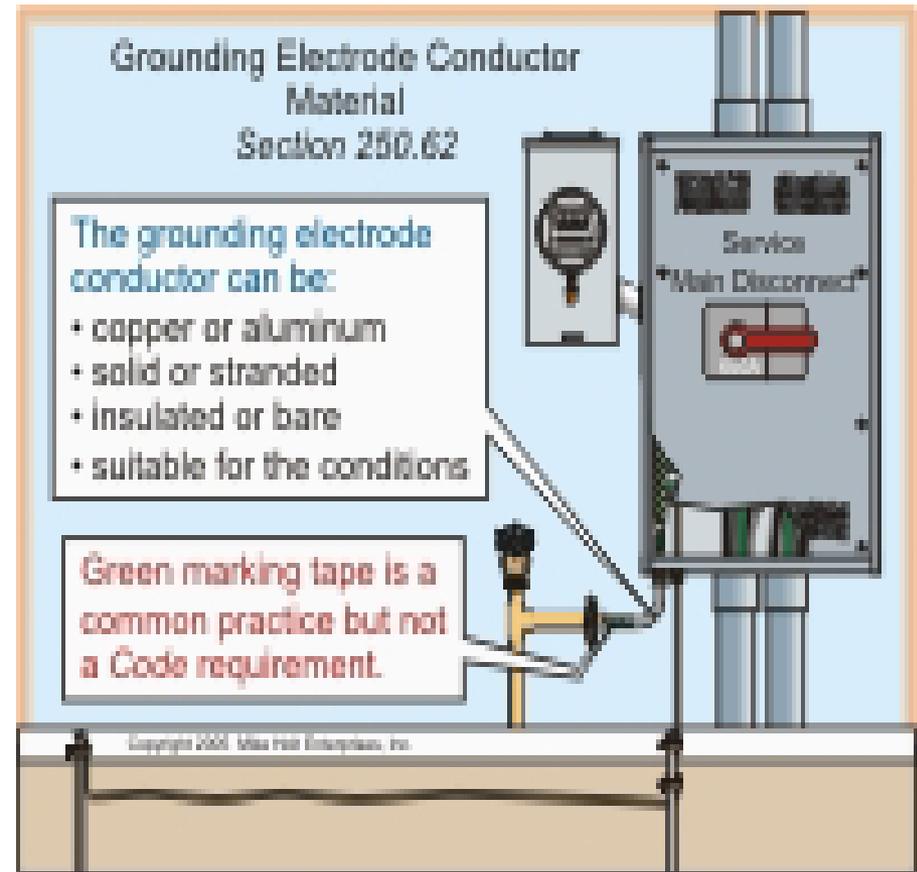
$$\text{Resistencia} = 3V/0.2A$$

$$\text{Resistencia} = 15 \text{ ohmios}$$



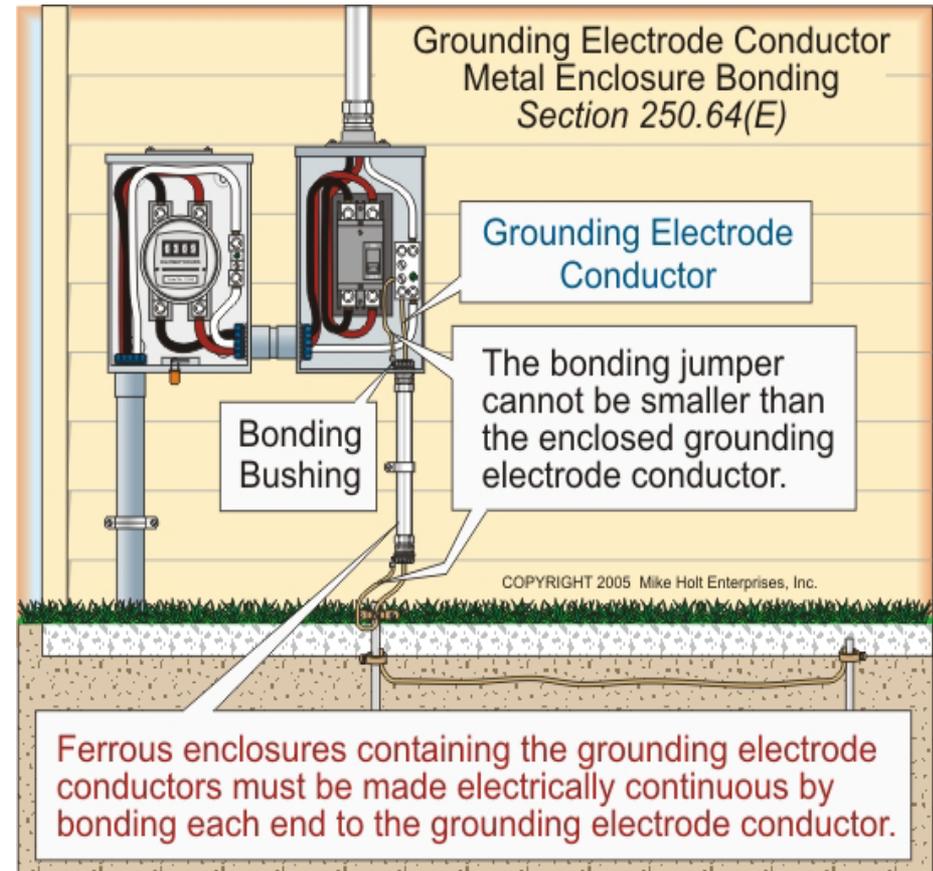
250.62 Material del Conductor a la Varilla de Tierra

- Cobre o aluminio
- Sólido o con hebras
- Aislado o desnudo.
- Apropiado para las condiciones
- Identificación con aislante color verde es práctica común, pero no requisito del NEC

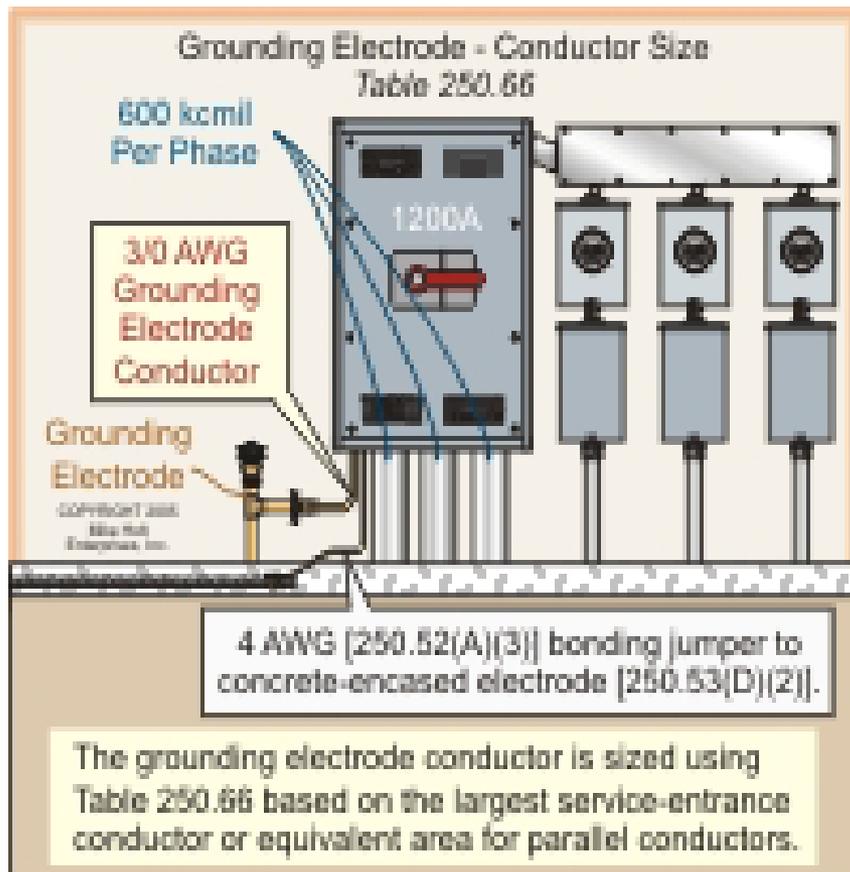


250.64(E) Conductor a la varilla de tierra en tubo de metal

- Tuberías de origen ferroso conteniendo el conductor a la varilla de tierra, deberá tener cada extremo de la tubería conectado eléctricamente al conductor en mención.



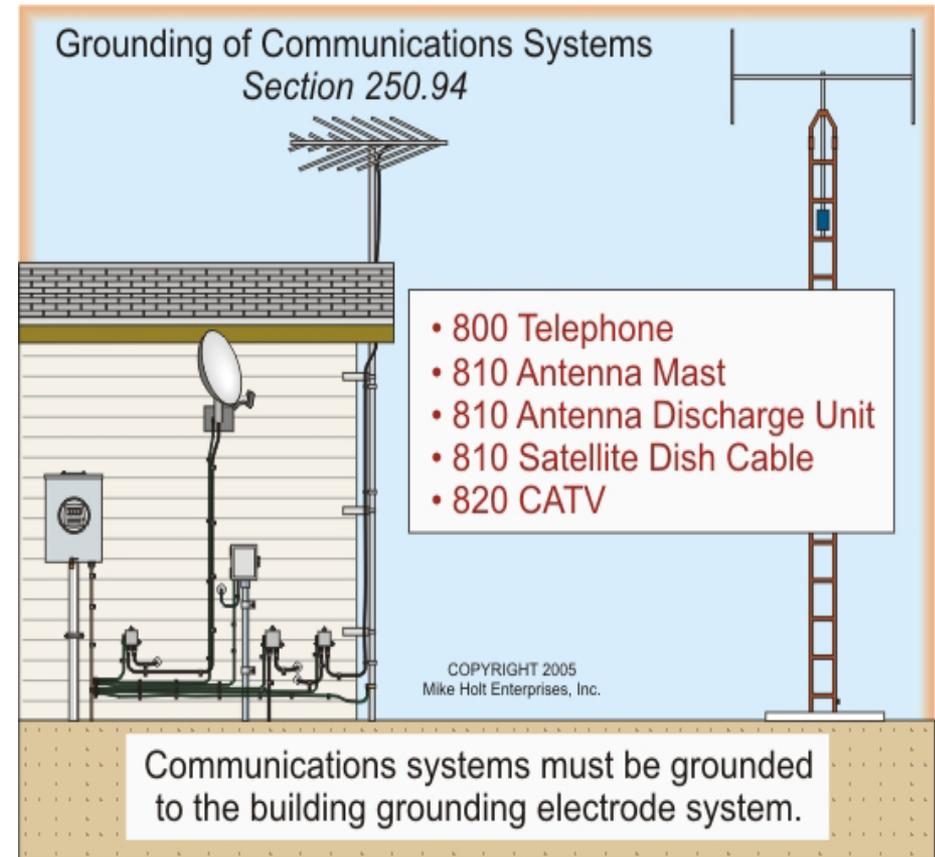
250.66 Tamaño del Conductor a la Varilla de tierra



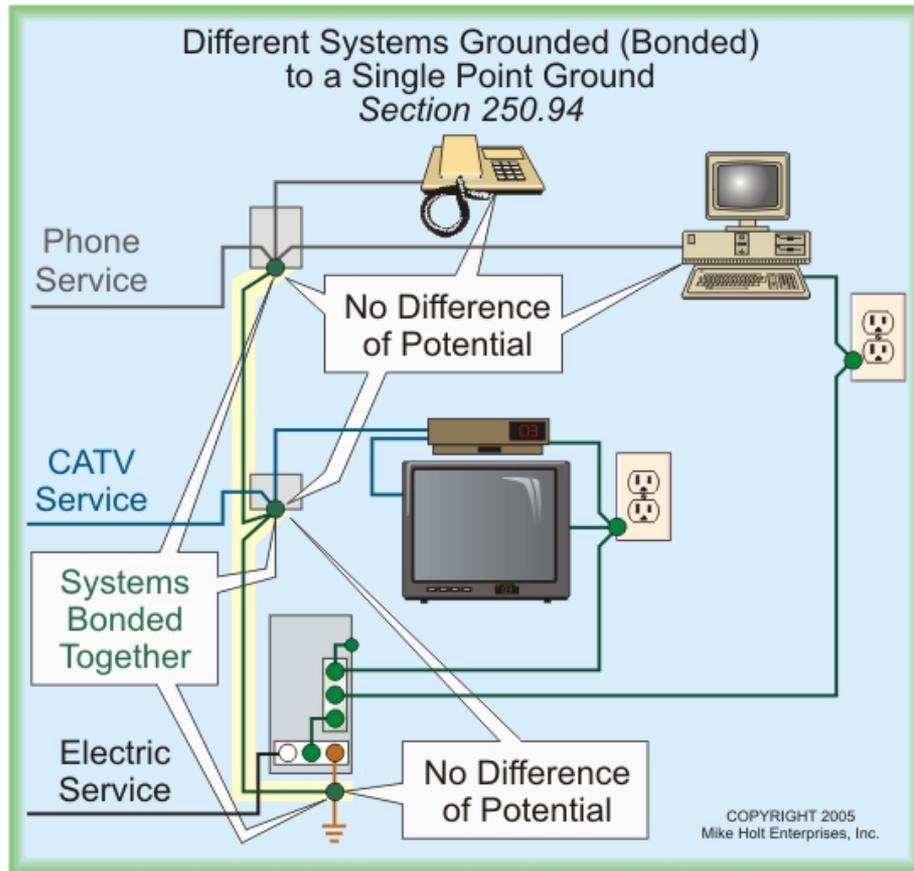
- En el lado del equipo del servicio, el tamaño del conductor a la varilla de tierra estará basado en el mayor conductor del servicio de entrada y será dimensionado de acuerdo a la Tabla 250-66

250.94 Conexión a Tierra en los Sistemas de Comunicaciones

- Todos los sistemas de Comunicación deberán estar interconectados al sistema de conexión a tierra del edificio.
- Deberán estar conectados eléctricamente entre sí.

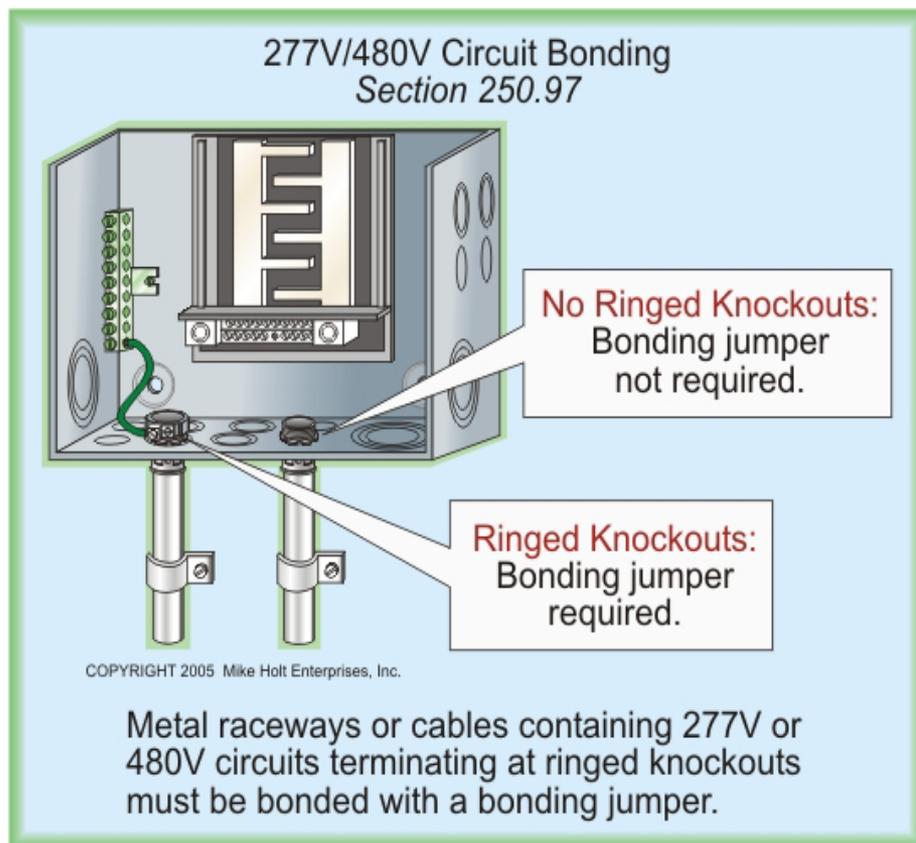


250.94 Conexión a Tierra en los Sistemas de Comunicaciones



- La interconexión eléctrica de todos los sistemas de comunicaciones en un punto en común, minimiza la posibilidad de daños a los diversos sistemas, producto de diferencias de potencial entre ellos.

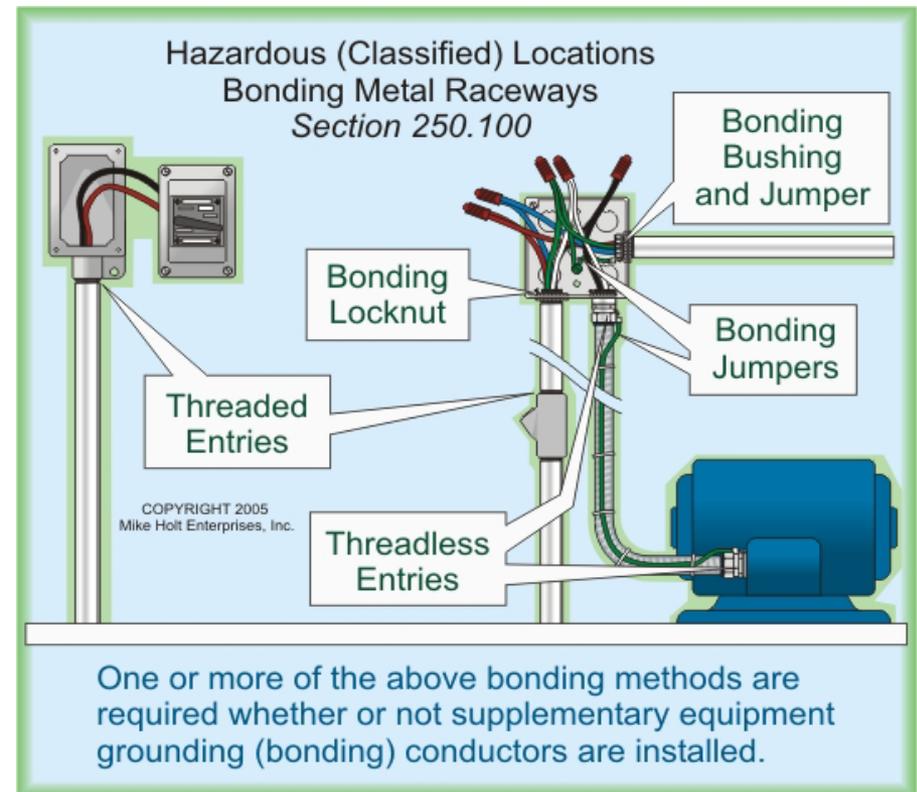
250.97 Conexión eléctrica permanente en sistemas 277V/480V



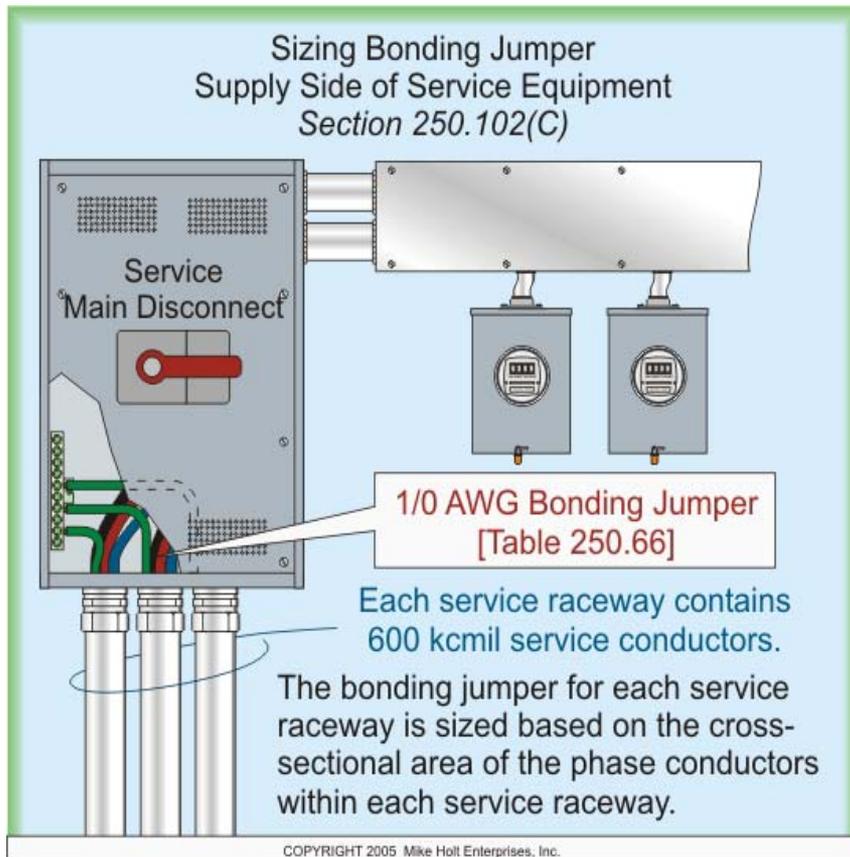
- Algunos “knockouts” no están aprobados para soportar el calor generado al ocurrir una falla a tierra en 277 voltios, ya que en ella se generan cinco veces mas calor que el generado en una falla a tierra en 120 voltios.

250.100 Conexiones eléctricas permanentes en lugares clasificados como peligrosos

- Entradas roscadas
- Entradas sin rosca con conexiones eléctricas permanentes.
- “Locknuts” especiales
- “Bushings” especiales



250.102 Tamaño de la conexión eléctrica permanente (Alimentación)



- ¿Qué tamaño de la conexión eléctrica permanente será necesario para un conducto de metal llevando conductores 600 MCM?

- a) 1 AWG
- b) 1/0 AWG
- c) 2/0 AWG
- d) 3/0 AWG

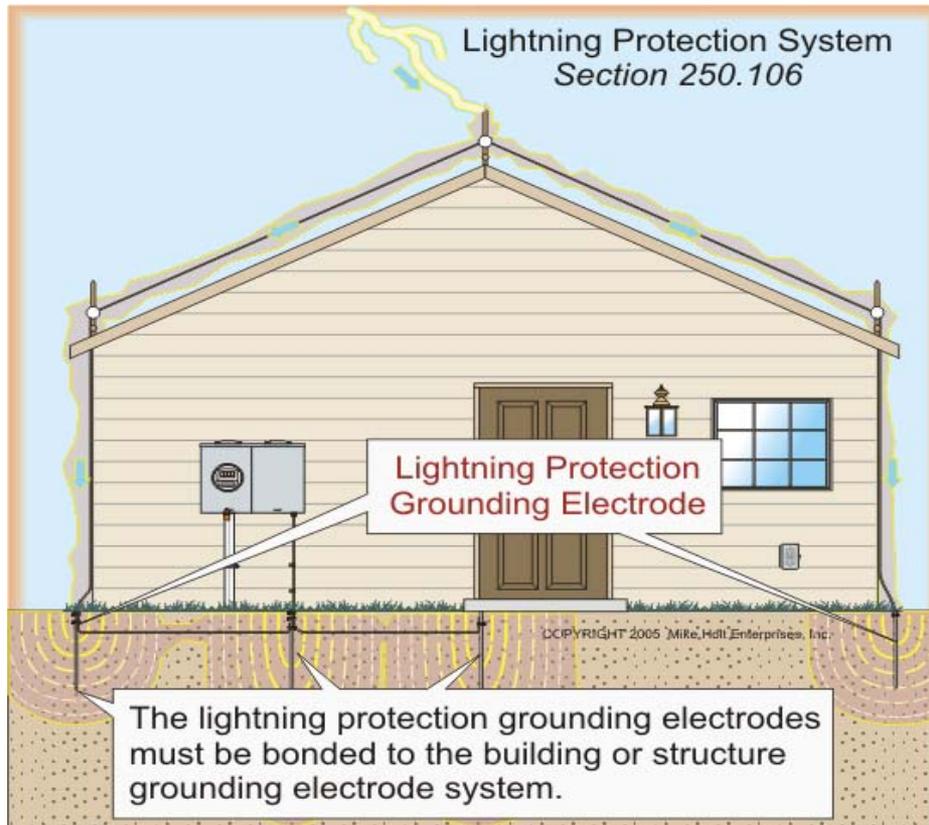
b) 1/0 AWG, Tabla 250.66

250.102 Tamaño de la conexión eléctrica permanente (Carga)

- ¿Qué tamaño de la conexión eléctrica permanente será necesario para un conducto de metal donde los conductores del circuito están protegidos por un interruptor de 1,200 A?
 - a) 1 AWG
 - b) 1/0 AWG
 - c) 2/0 AWG
 - d) 3/0 AWG
- d) 3/0 AWG, Tabla 250.122



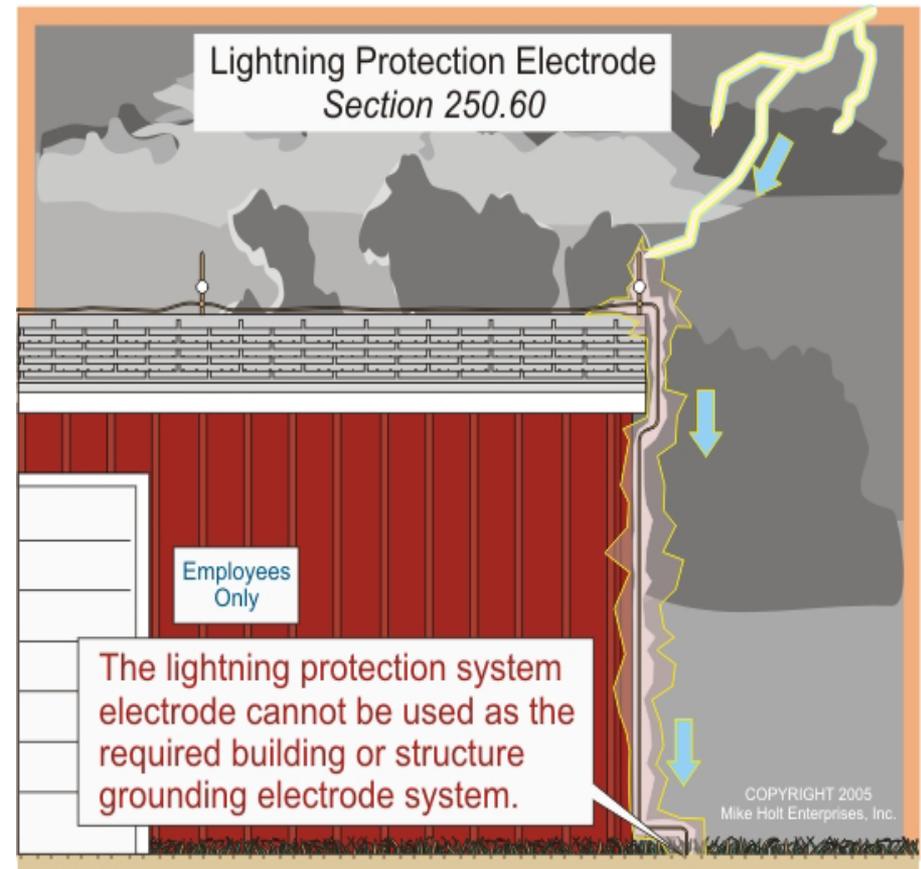
250.106 Sistemas de Protección para Descargas Atmosféricas



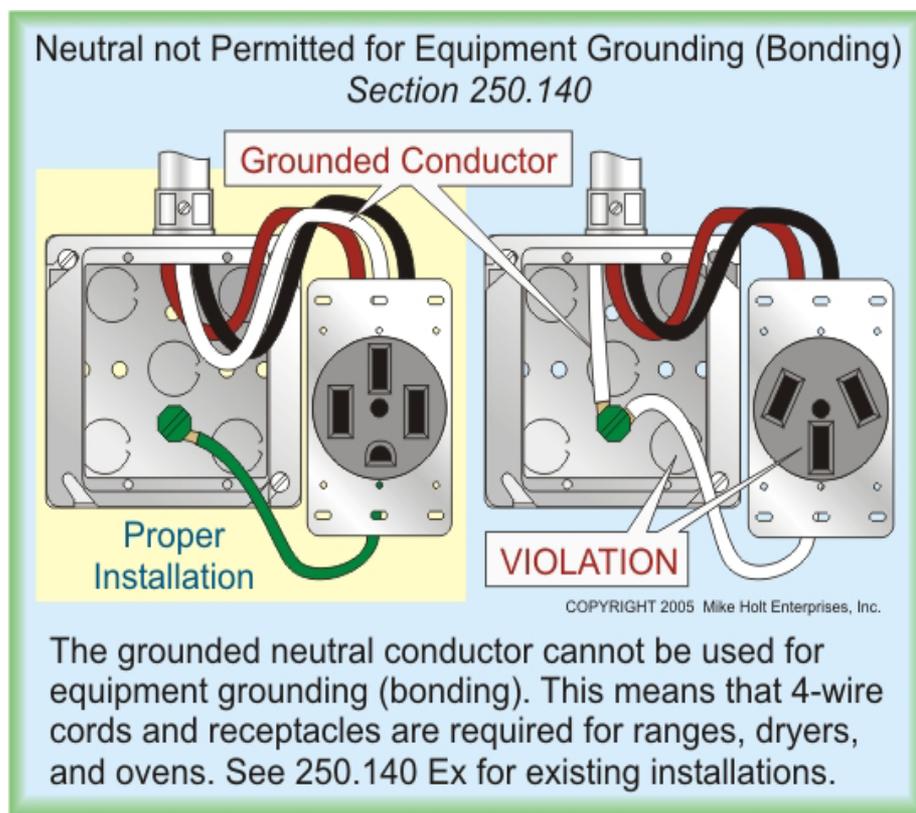
- El sistema de protección para descargas atmosféricas deberá estar conectado de manera eléctricamente permanente al sistema de conexión a tierra del edificio.

250.106 Sistemas de Protección para Descargas Atmosféricas

- La varilla de conexión a tierra del Sistema de Protección para descargas atmosféricas no deberá ser usado como el sistema de conexión a tierra del edificio.



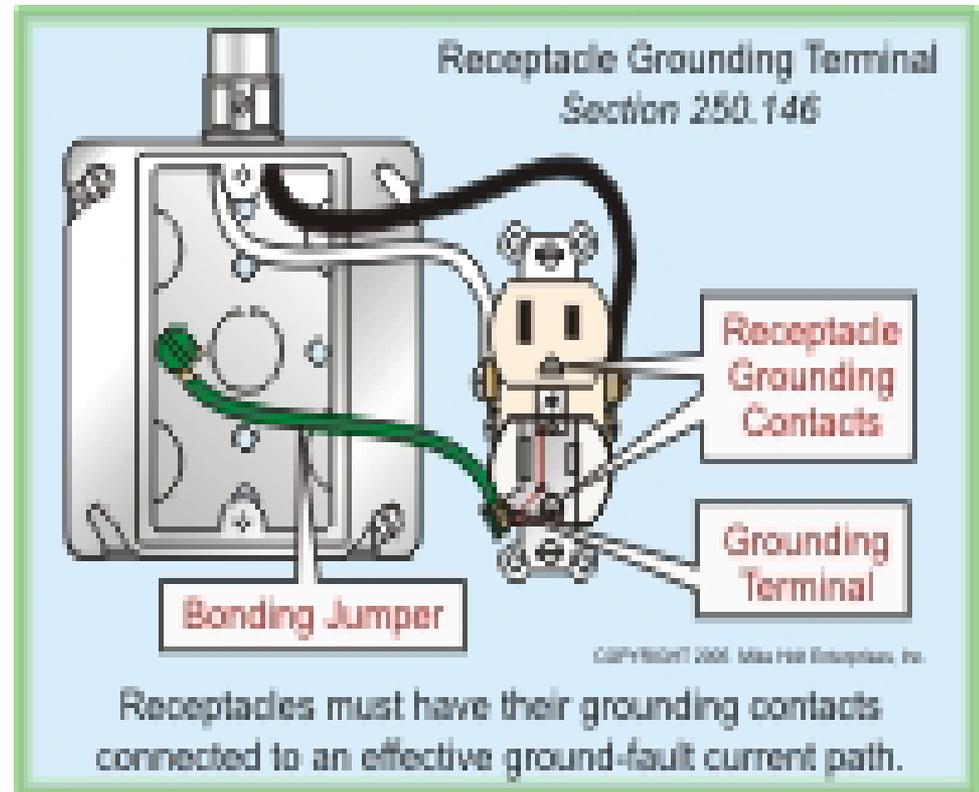
250.140 Conexión a Tierra en Hornos, Estufas, y Secadoras de ropa



- Extensiones y tomacorrientes de 4 conductores son necesarias para hornos, secadoras y estufas.
- Excepción para instalaciones existentes

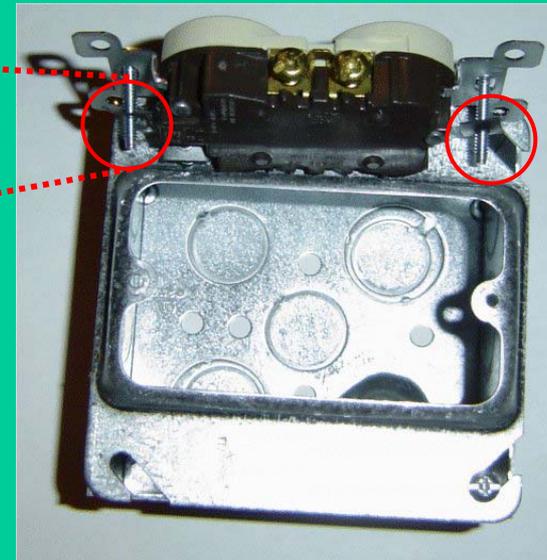
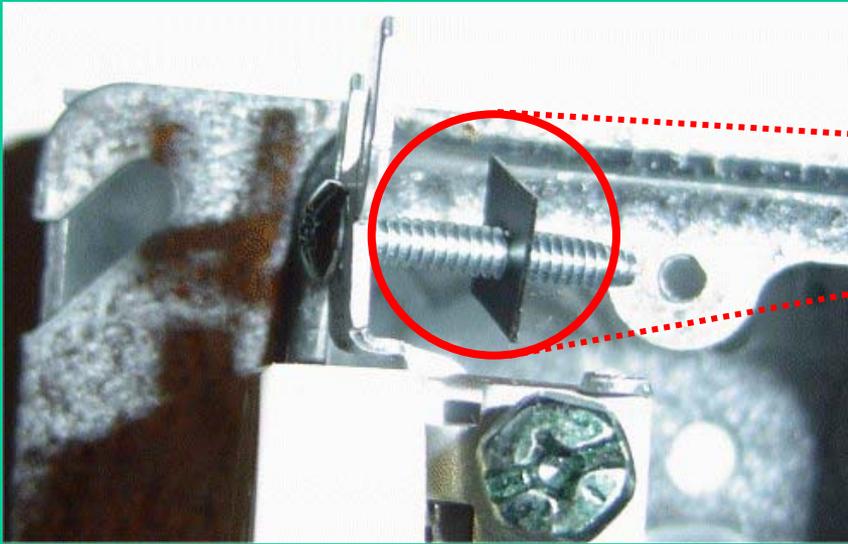
250.146 Conexión del terminal de tierra de un tomacorriente a su cajilla

- Los tomacorrientes deberán tener sus terminales de tierra conectados a una vía efectiva, que pueda descargar en caso de ocurrir, la corriente de falla a tierra.



250.146(A) Conexión a tierra entre una cajilla montada en superficie y un dispositivo eléctrico.

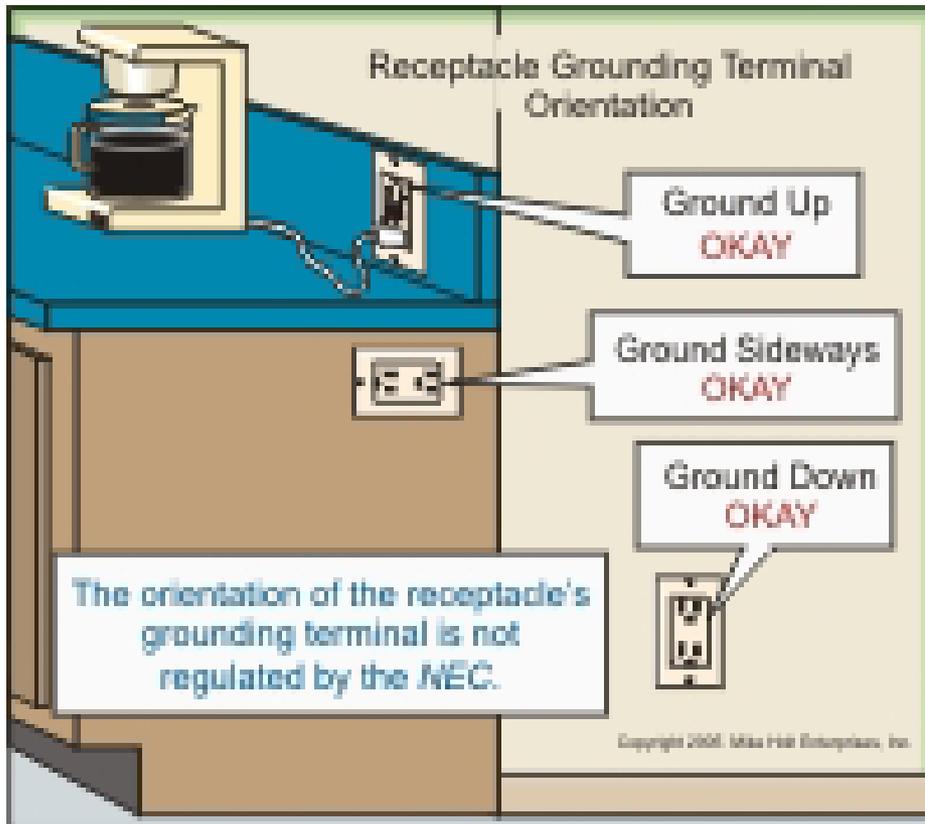
- Es necesario remover por lo menos una de las arandelas aislantes, para obtener un buen contacto entre las superficies metálicas.



When there are no grounding contact yoke on a device, no bonding jumper, and where screws are to be used as sole grounding means one insulating washer shall be removed.

Surface mounted grounded metal box

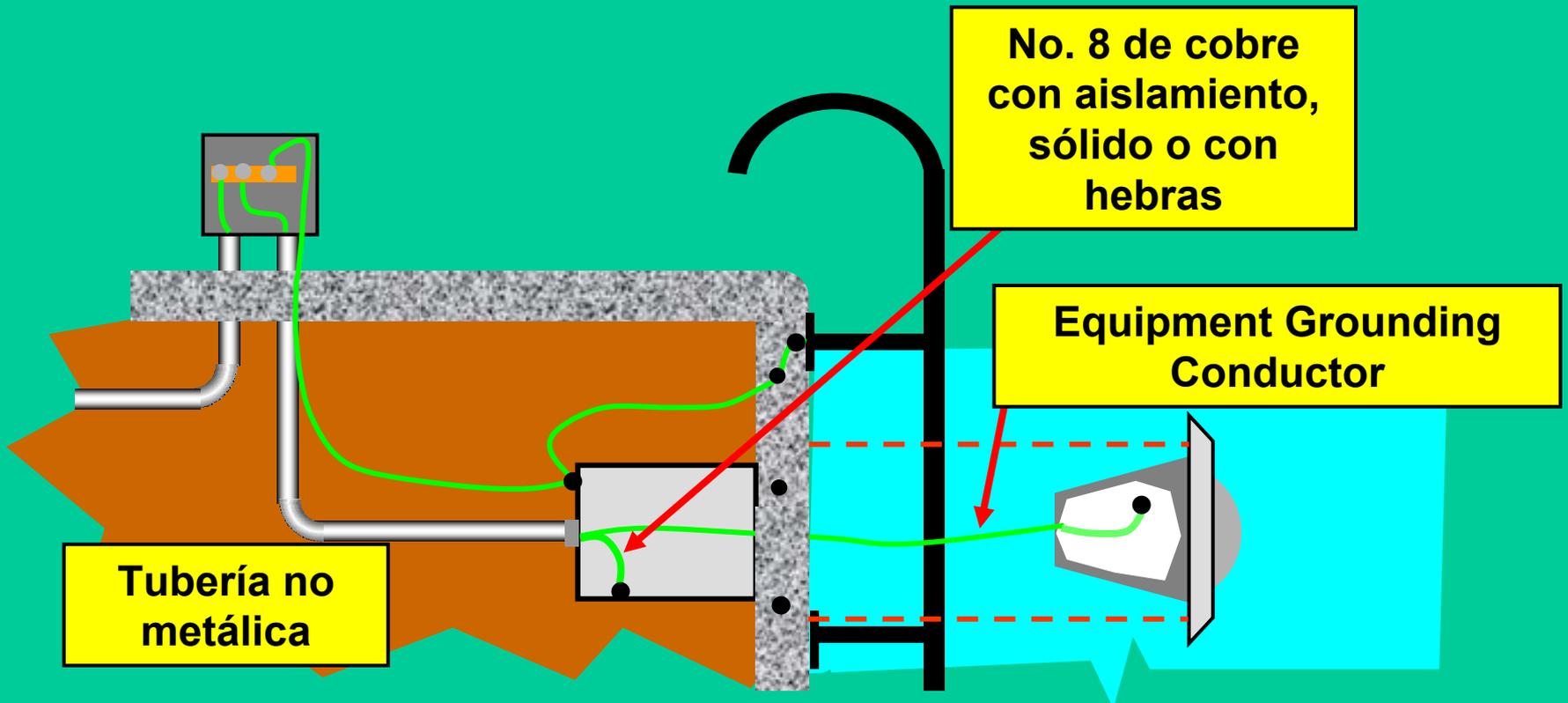
250.146 Conexión del terminal de tierra de un tomacorriente a su cajilla.



- El NEC no regula la posición del terminal de tierra del tomacorriente; puede estar arriba, abajo o de lado.
- Todas las propuestas para reglamentar la posición de instalación de un tomacorriente, han sido rechazadas.

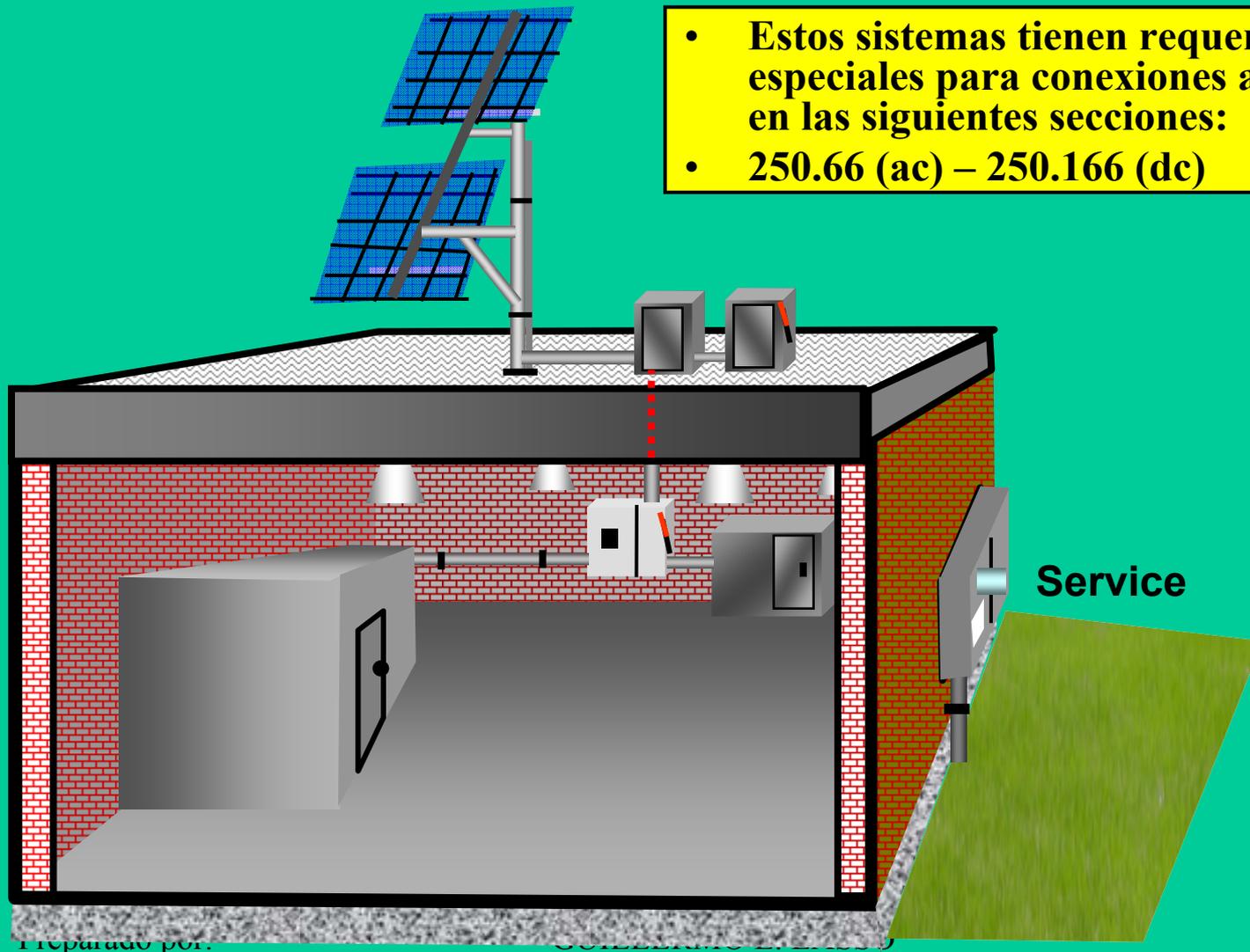
680.23(B)(2)(b) Luminarias Instaladas Bajo el Nivel de Agua

- El término “equipment grounding conductor” fue cambiado a “bonding jumper.”



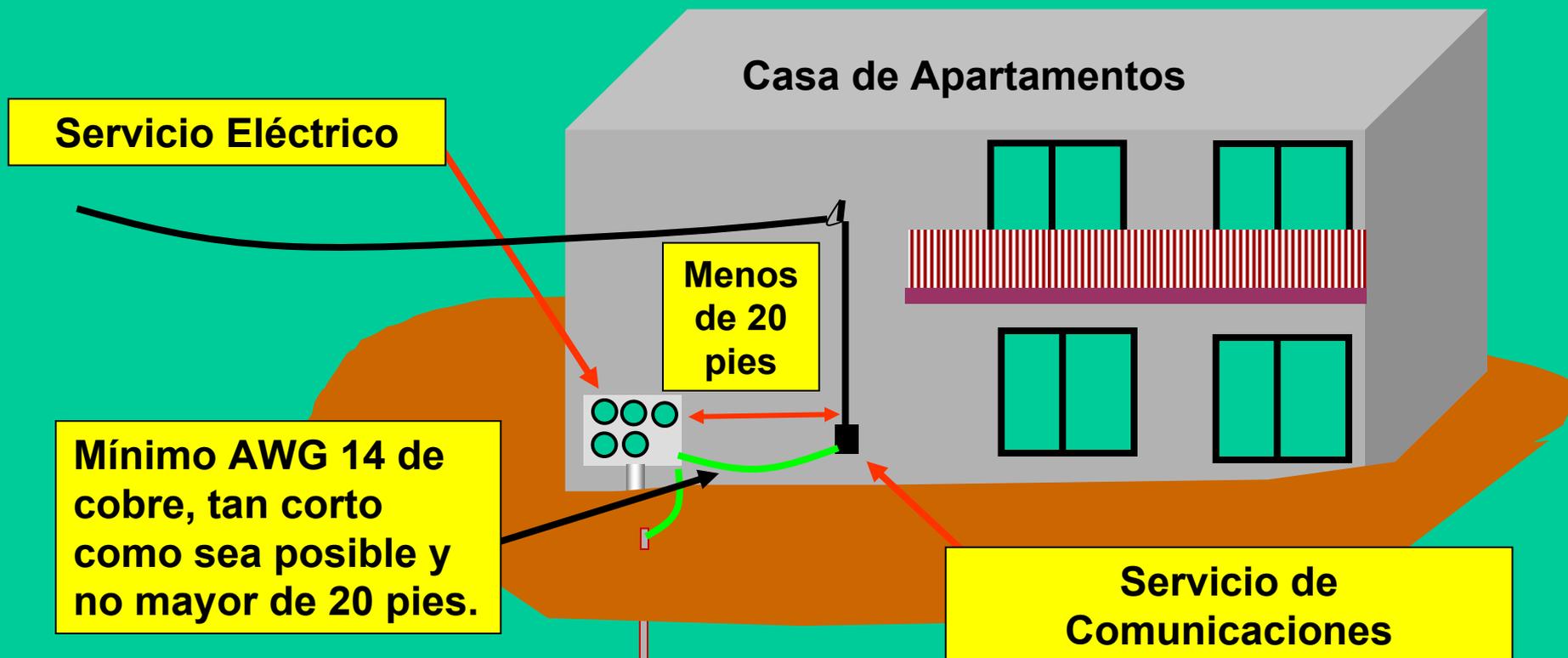
690.47(C) Sistema de conexión a tierra para los Sistemas con dualidad de Corrientes (AC – DC)

- Estos sistemas tienen requerimientos especiales para conexiones a tierra en las siguientes secciones:
- 250.66 (ac) – 250.166 (dc)



800.100(A)(4), 820.100(A)(4), 830.100(A)(4) Conexión a Tierra en Circuitos de Comunicación

- FPN Explica que las mismas limitaciones en la longitud, aplicadas a casas de apartamentos y edificios comerciales, ayudaría a reducir los voltajes que puedan desarrollarse entre la alimentación eléctrica de un edificio y el sistema de comunicaciones, durante la ocurrencia de fenómenos atmosféricos.



REFERENCIAS

- Manual De Inspecciones Eléctricas – US ARMY CORPS OF ENGINEERS.
- IEEE Std. 142-1991 “Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power systems”, Green Book.
- Mike Holt NEC® Online Continuing Education; www.mikeholt.com
- Online Continuing Education for Electricians; www.electrician2.com
- National Electrical Code – 2005 (NFPA – 70)