

Puesta a Tierra para Sistemas Solares Fotovoltaicos

Conceptos Básicos

Earth



Ground



Land



Conceptos Básicos

Grounding



Landing



Conceptos Básicos

Definiciones secciones 100 y 690 NTC2050 2017

Puesto a tierra, sólidamente.
(grounding, solidly).

Conectado a tierra sin insertar ninguna resistencia ni dispositivo de impedancia.

Conductor del electrodo de
puesta a tierra
(grounding electrode
conductor).

Conductor utilizado para conectar el conductor puesto a tierra del sistema o el equipo al electrodo de puesta a tierra o a un punto en el sistema del electrodo de puesta a tierra.

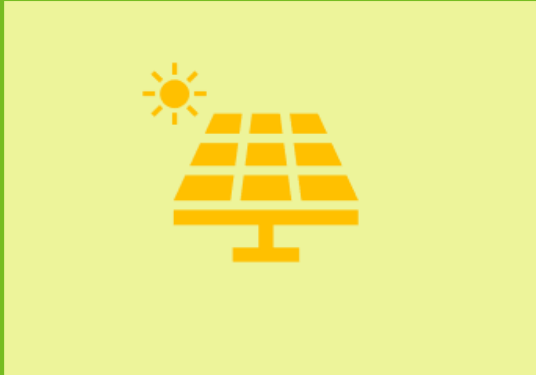
Conductor puesto a tierra
(grounded conductor).

Conductor de un sistema o de un circuito puesto a tierra intencionalmente

Falla a tierra
(ground fault).

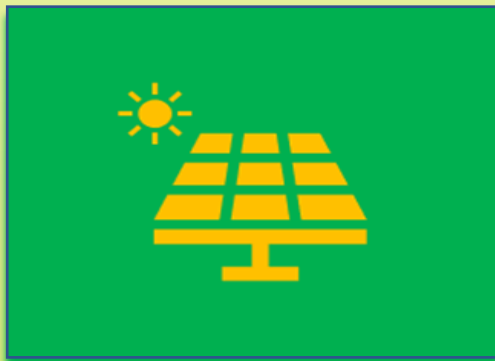
Conexión eléctricamente conductora, no intencional entre un conductor no puesto a tierra de un circuito eléctrico y los conductores normalmente no portadores de corriente, encerramientos metálicos, canalizaciones metálicas, equipos metálicos o la tierra.

- **690-2. Definiciones.**



Arreglo fotovoltaico bipolar (bipolar photovoltaic array).

Arreglo fotovoltaico de corriente continua que tiene dos salidas, cada una con polaridad opuesta con respecto a un punto común de referencia o una derivación central.



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.

Definiciones secciones 100 y 690 NTC2050 2017

- **690-2. Definiciones.**

Sistema FV puesto a tierra funcional (functional grounded FV system).



Sistema FV que tiene una referencia eléctrica a tierra que no está puesto a tierra de manera sólida.

NOTA INFORMATIVA Con frecuencia, un sistema FV puesto a tierra funcional se conecta a tierra por medio de un fusible, interruptor automático, dispositivo de resistencia, circuito de C.A. puesto a tierra no aislado o medios electrónicos que hacen parte de un sistema de protección contra fallas de puesta a tierra . Los conductores en estos sistemas que por lo general están en potencial de tierra pueden tener tensión a tierra durante condiciones de falla.

Datos eléctricos generales		
Grado de rendimiento máx.	95,9 %	96,0 %
Grado de rendimiento europ.	95,3 %	95,4 %
Consumo propio: Desconexión nocturna	0,4 W	0,4 W
Concepto de circuito	con separación galvánica, transformador de alta frecuencia	con separación galvánica, transformador de alta frecuencia
Certificaciones	vista general: consultar página web/zona de descargas	vista general: consultar página web/zona de descargas
Datos eléctricos generales		
Grado de rendimiento máx.	96,6 %	96,5 %
Grado de rendimiento europ.	95,8 %	95,9 %
Consumo propio: Desconexión nocturna	0 W	0 W
Concepto de circuito	Automático, sin transformador	Automático, sin transformador
Certificaciones	consultar página web	consultar página web

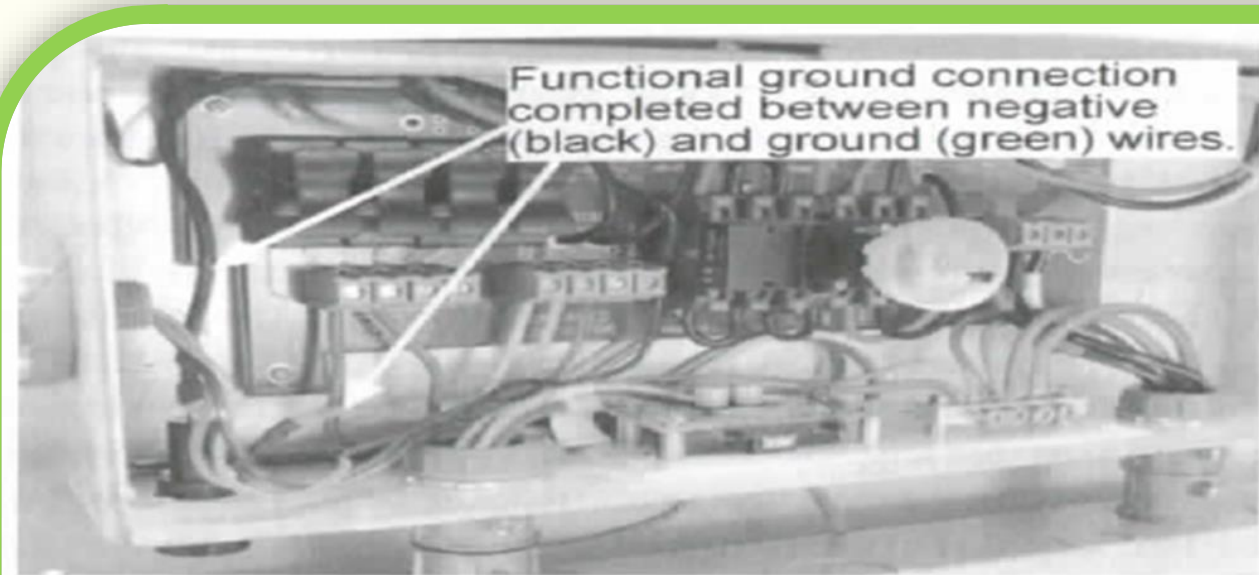
TIERRA FUNCIONAL INVERSOR TX

Ground-Fault Protection
690.5

PV systems must have ground-fault protection to reduce fire hazards.



Copyright 2011, www.MikeHolt.com

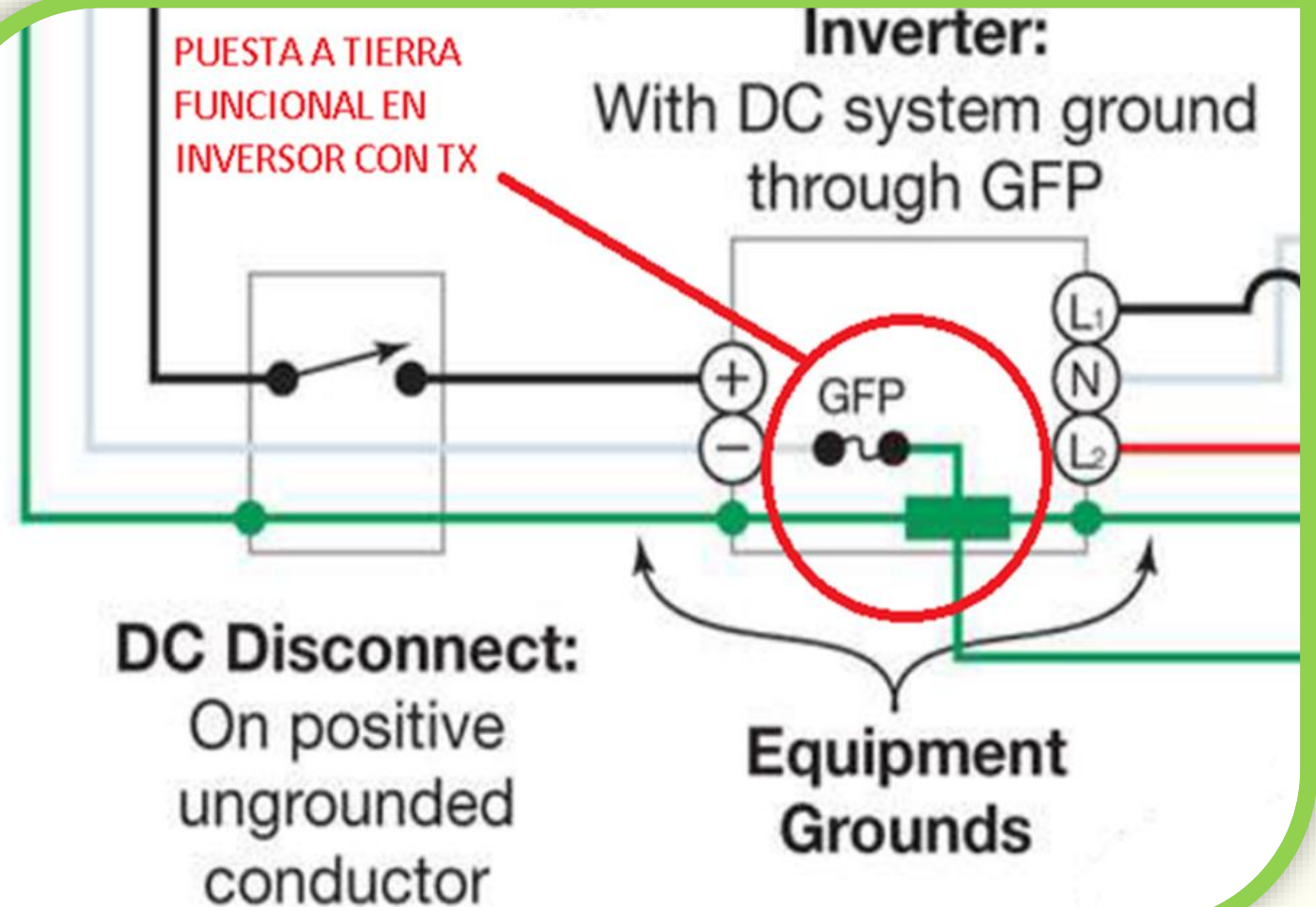


Functional ground connection completed between negative (black) and ground (green) wires.

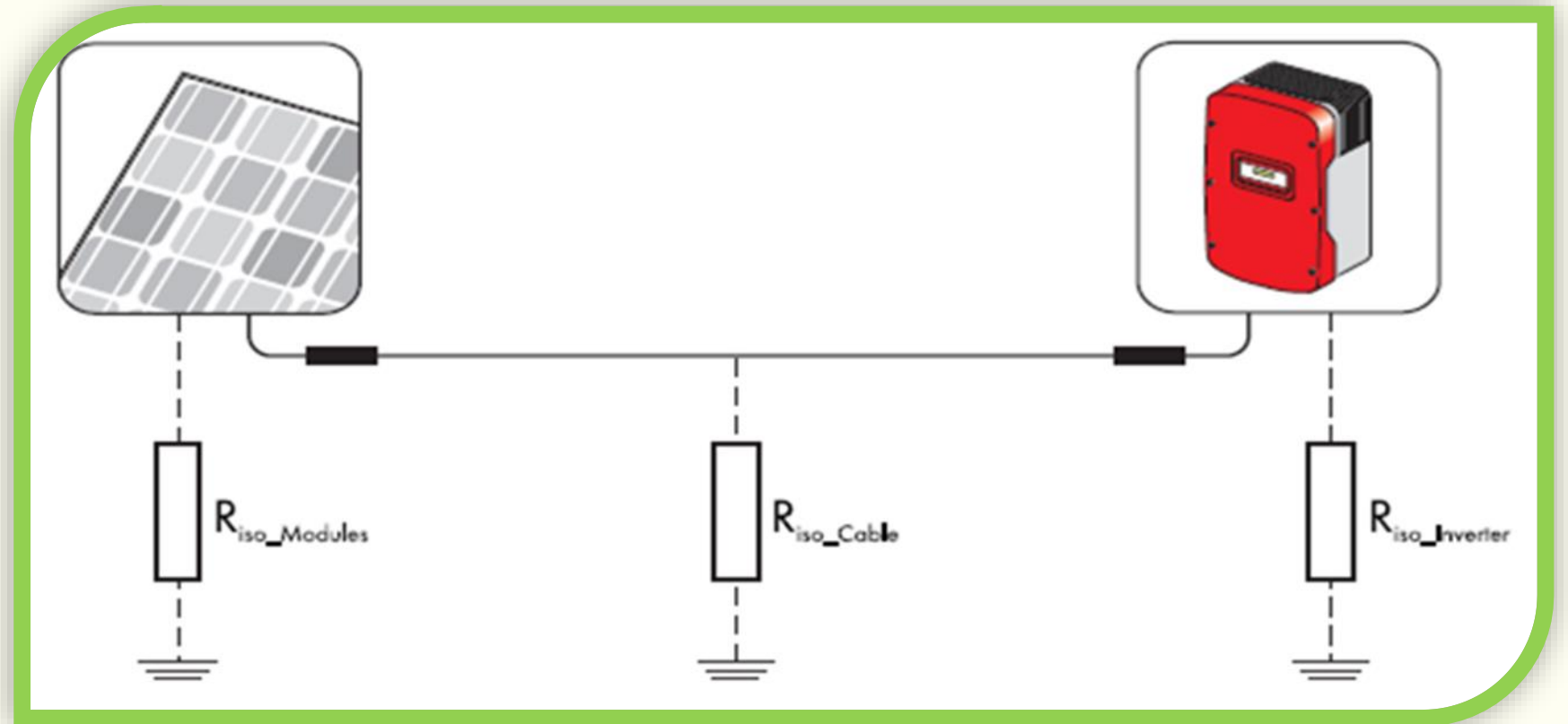
Fig. 690-2. The black cylinder at the lower left is a fuseholder containing a small fuse (likely 0.5 or 1.0 amp.) inserted between the negative vertical (black) wire and the system grounding connection wire (green) leaving the fuseholder skirt at a 30 deg. angle upwards to the right. Note that some of the negative array conductors entering from below use white insulation. This wire color was permitted at the time the photo was taken, but now violates 690.31(B)(1). Courtesy, Solar Design Associates, Inc.

TIERRA FUNCIONAL INVERSOR TX

TIERRA FUNCIONAL INVERSOR TX



TIERRA FUNCIONAL INVERSOR TL



RISO: INSULATION RESISTANCE

RCMU: RESIDUAL CURRENT MONITOR UNIT

ACLARACIÓN

GFCI ≠ GFD

“La detección e interrupción de fallas a tierra para las porciones de corriente continua de los sistemas fotovoltaicos no debe confundirse con los requisitos para la protección de los circuitos de corriente alterna GFCI definidos en el artículo 100. Un GFCI está destinado a la protección del personal en sistemas de CA monofásicos. El GFCI de CA funciona para abrir el conductor sin conexión a tierra cuando se detecta una corriente de fallo de 5 miliamperios. Por el contrario, los dispositivos que cumplen con el requisito de 690.5 están destinados a evitar incendios en los circuitos fotovoltaicos de corriente continua debido a fallos a tierra.”

Conceptos básicos NTC2050 1ra actualización Sección 690

- **690-5. Detección e interrupción de fallas a tierra.**

Los conjuntos fotovoltaicos montados en el tejado de las viviendas deben tener protección contra fallas a tierra para reducir el riesgo de incendio. El circuito de protección contra fallas a tierra debe ser capaz de detectar una falla a tierra, abrir el circuito y desactivar el conjunto.

Nota: Este numeral se retira de la segunda actualización de la NTC 2050

690.41 (Antes 690.5)

Los arreglos FV de C.C. deben estar provistos de protección contra fallas a tierra C.C. que cumpla los requisitos de las secciones 690.41 (B) y (2) a fin de reducir los peligros de incendio.

690.41(B)

Detección de falla a tierra. El dispositivo o sistema protector contra fallas a tierra debe detectar fallas a tierra en los conductores y componentes portadores de corriente C.C. de arreglo FV, incluido cualquier conductor aterrizado, y debe estar apta para proveer protección contra falla a tierra FV.

690.41 (2)

Aislamiento de circuitos con fallas. Los circuitos con fallas deben aislarse mediante uno de los siguientes métodos

EXCEPCIÓN

Se deben permitir, sin protección contra falla a tierra, cuando estén aterrizados de forma sólida, arreglos FV con máximo dos circuitos de fuente FV y con todos los circuitos C.C. del sistema FV no sobre ni dentro de edificios.

Los conductores portadores de corriente del circuito con falla deben desconectarse automáticamente.

El inversor o controlador de carga alimentado por el circuito con falla debe dejar de alimentar potencia a circuitos de salida y aislar los circuitos de C.C. del sistema FV de la referencia de tierra en un sistema puesto a tierra funcional.

Conceptos Básicos

UL1741

31 DC Ground Fault Detector/Interrupter

31.1 Inverters or charge controllers with direct photovoltaic inputs from a grounded photovoltaic array or arrays shall be provided with a ground-fault detector/interrupter (GFDI). The GFDI shall be capable of detecting a ground fault, providing an indication of the fault, interrupting the flow of fault current, and either isolating the faulted array section or disabling the inverter to cease the export of power. The GFDI shall comply with 31.2 – 31.6 and Sections 53 – 56.

Exception No. 1: AC modules are not required to be provided with a GFDI.

Exception No. 2: Inverters or charge controllers without GFDI devices may be used when the unit includes markings in accordance with 66.4(S).

- **690.42 Punto de conexión de la puesta a tierra del sistema.**

Los sistemas con un dispositivo de protección contra fallas a tierra, de acuerdo con la sección 690.41 (B), deben tener cualquier conexión del conductor portador de corriente con la tierra hecha por el dispositivo de protección contra fallas a tierra. Para sistemas FV a tierra de manera sólida, la conexión de puesta a tierra del circuito C.C. debe realizarse en un punto único en el circuito de salida FV.

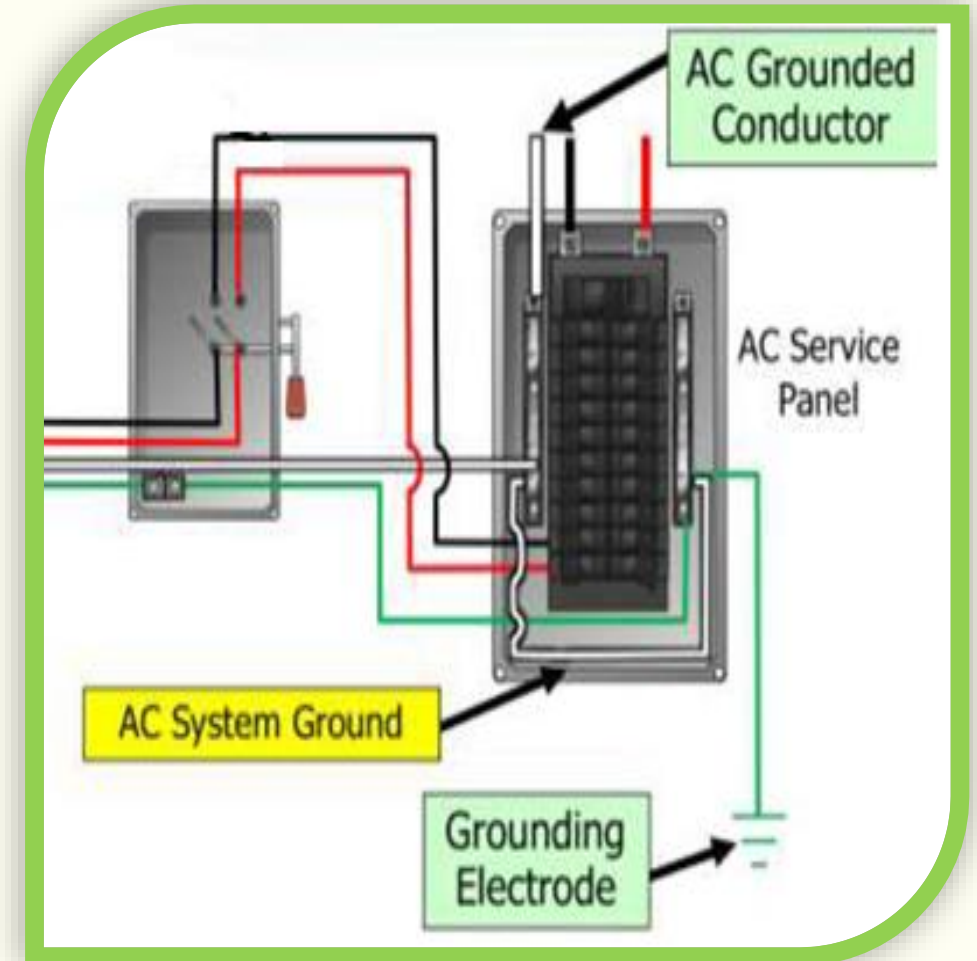
- **690.43 Puesta a tierra y conexión equipotencial de equipos.**

Las partes metálicas no portadoras de corriente expuestas de estructuras de módulo FV, equipos eléctricos y encerramientos de conductores de sistema FV deben ponerse a tierra de acuerdo con la sección 250.134 o 250.136 (A), sin importar la tensión. Los conductores y dispositivos de puesta a tierra de equipos deben cumplir las secciones 690.43 (A) a (C), como se describe a continuación:

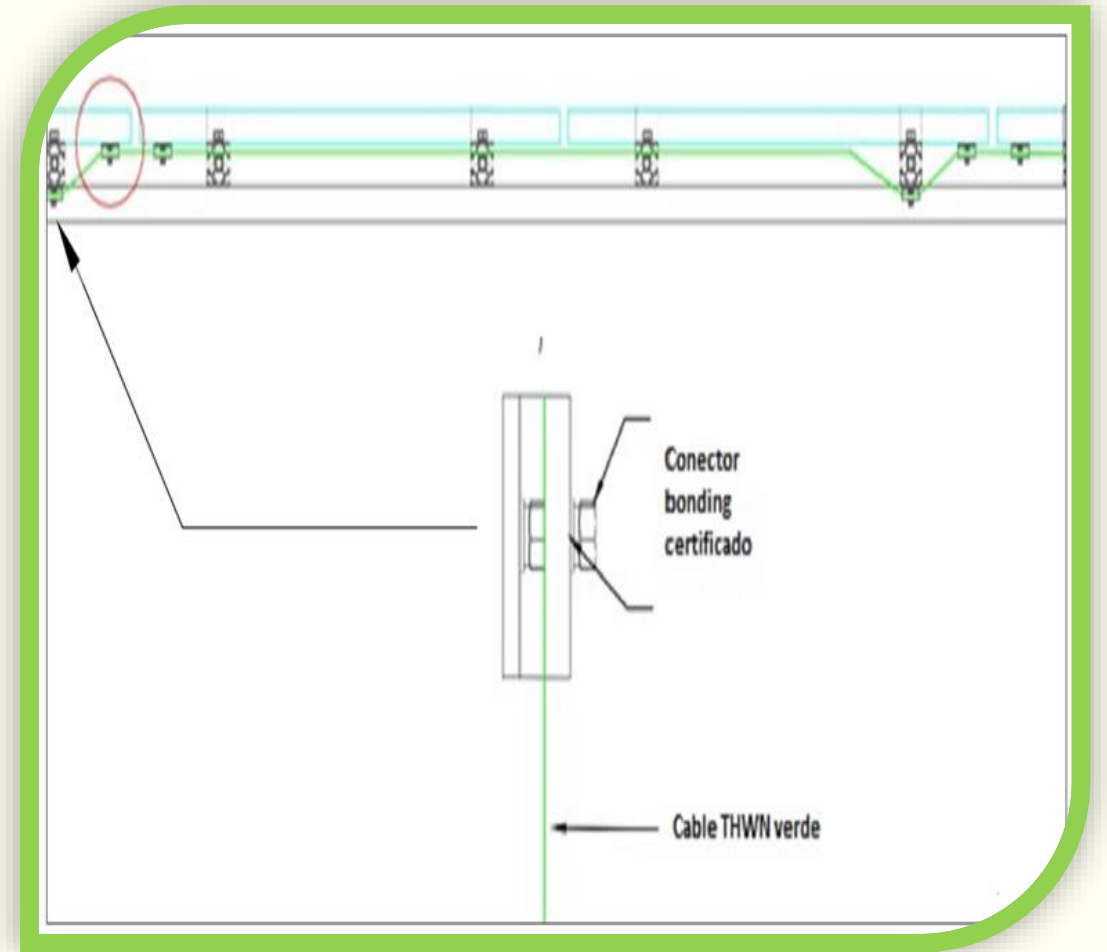
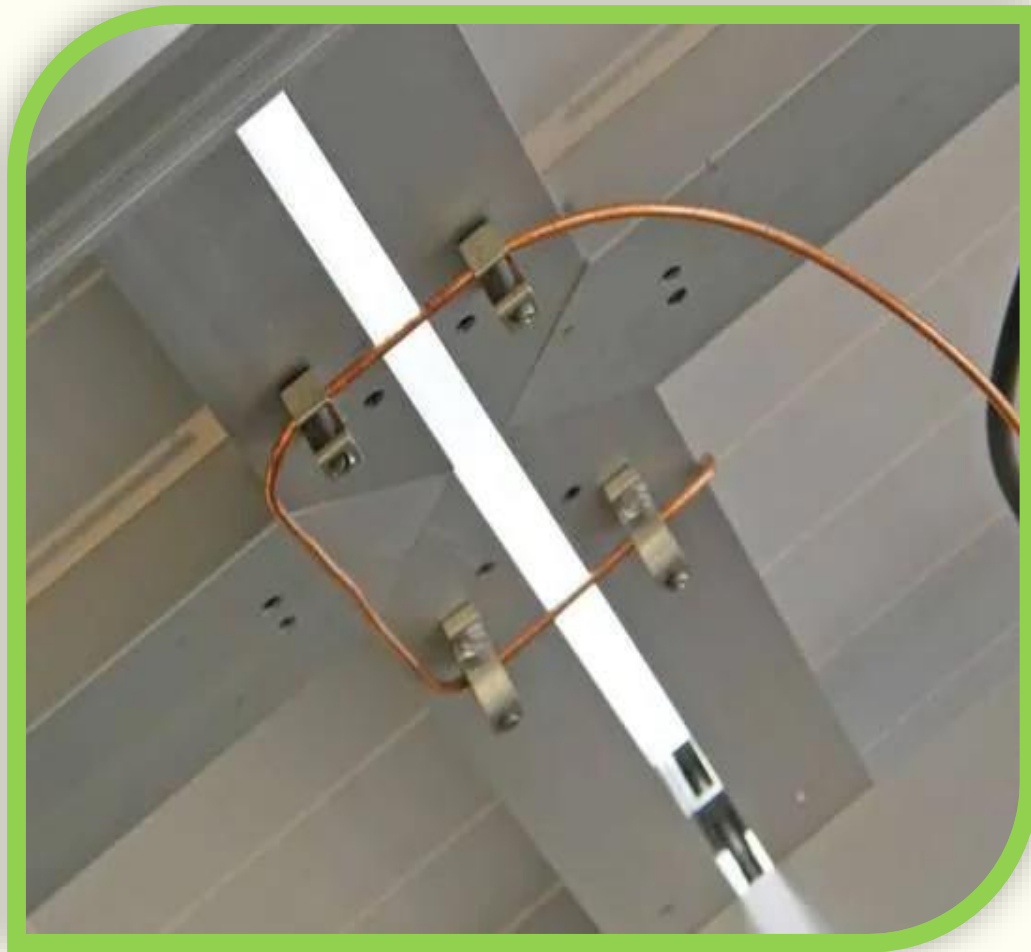
(A) Sistemas y dispositivos de montaje de módulo fotovoltaico.

(B) Equipos asegurados a soportes metálicos aterrizados.

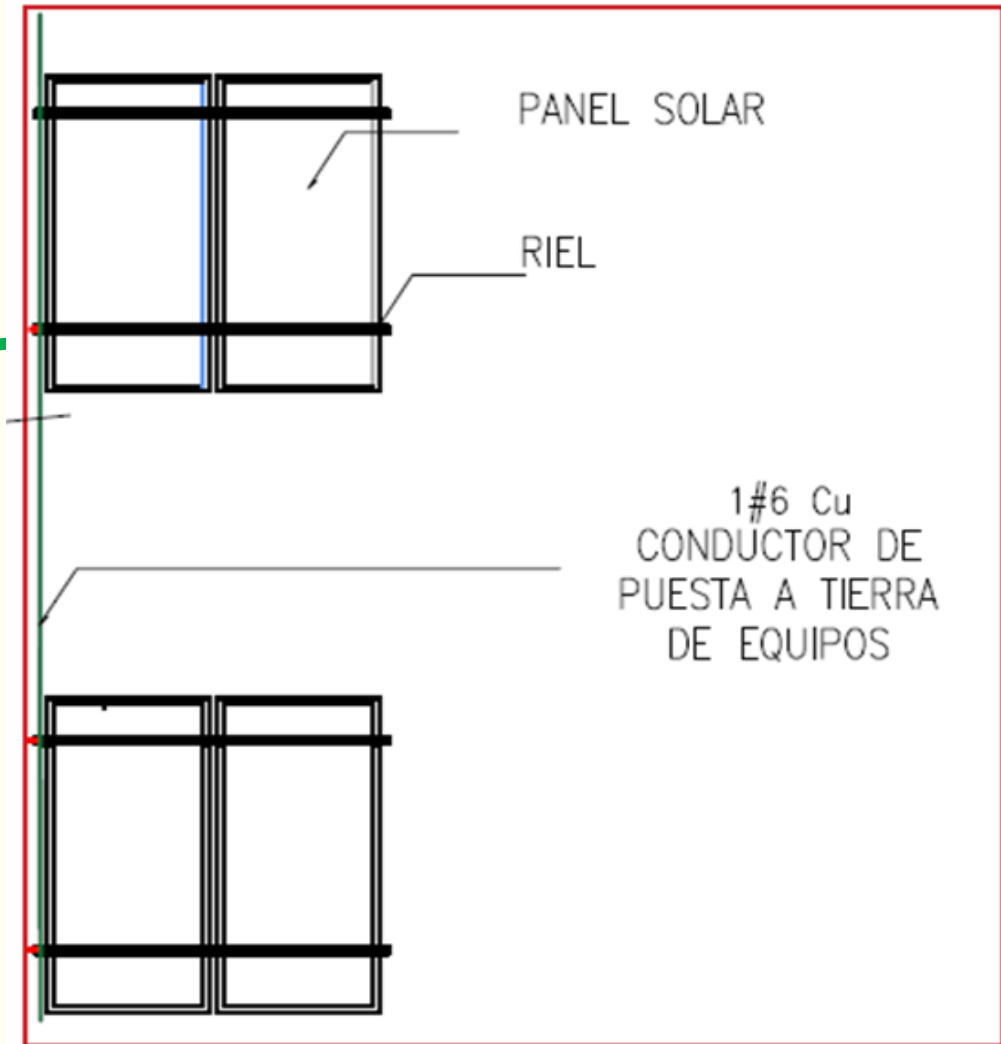
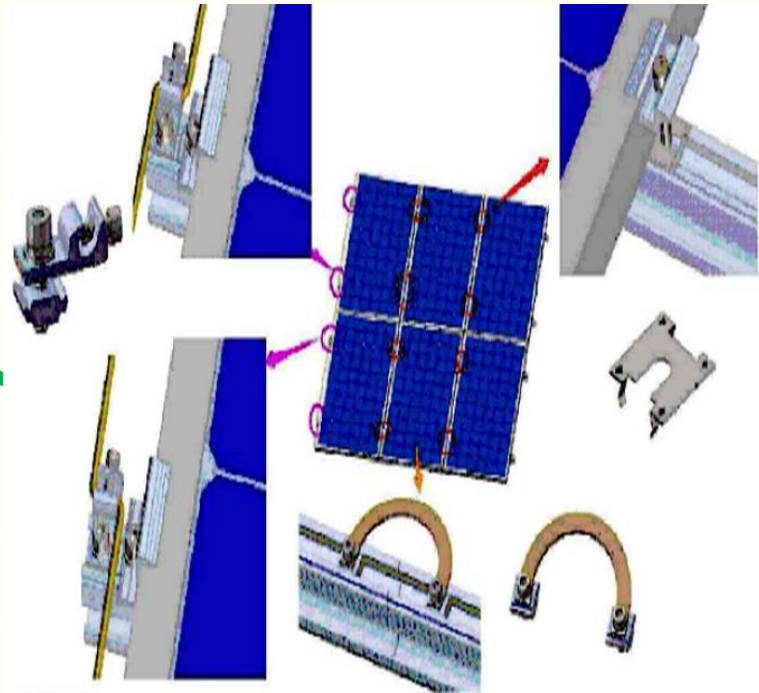
(C) Con conductores de circuito.



TIERRAS PARA ESTRUCTURAS SIN UL2703



TIERRAS PARA ESTRUCTURAS CON UL2703



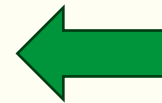
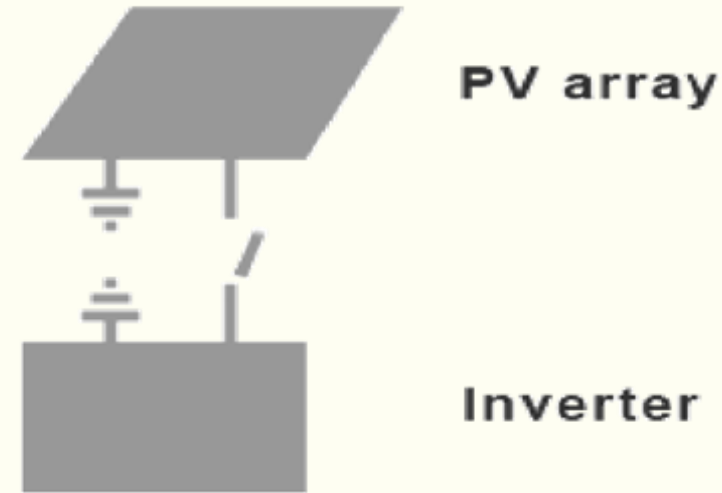
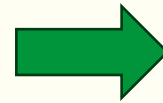
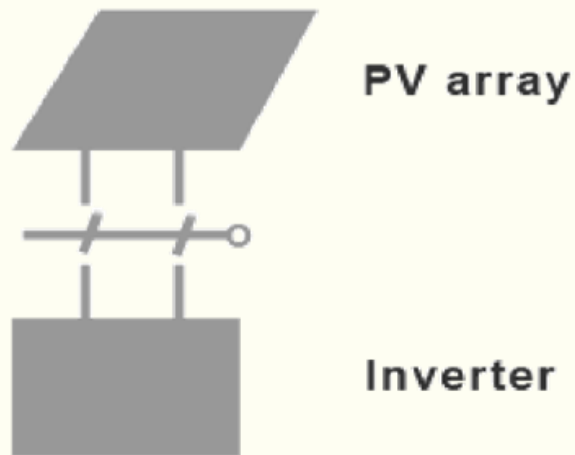


PAR GALVÁNICO SEGÚN ASTM

	Oro	Inoxidable 18/8	Plata	Níquel	Cobre	Latón	Estaño	Plomo	Acero 25 % Ni	Duraluminio	Fundición	Cuproaluminio	Aluminio	Acero	Alumag	Cadmio	Hierro	Cromo	Aluzinc	Zinc	Magnesio
Oro		100	220	300	440	470	670	710	800	810	820	870	960	965	970	970	975	1070	1095	1270	1820
Inoxidable 18/8	100		100	180	320	350	550	590	680	690	700	750	840	845	850	850	855	950	975	1150	1700
Plata	220	100		80	220	250	450	490	580	590	600	650	740	745	750	750	755	850	875	1050	1600
Níquel	300	180	80		140	170	370	410	500	510	520	570	660	665	670	670	675	770	795	970	1520
Cobre	440	320	220	140		30	230	270	360	370	380	430	520	525	530	530	535	630	655	830	1380
Latón	470	350	250	170	30		200	240	330	340	350	400	490	495	500	500	505	600	625	800	1350
Estaño	670	550	450	370	230	200		40	130	140	150	200	290	295	300	300	305	400	425	600	1150
Plomo	710	590	490	410	270	240	40		90	100	110	160	250	255	260	260	265	360	385	560	1110
Acero 25% Ni	800	680	580	500	360	330	130	90		10	20	70	160	165	170	170	175	270	295	470	1020
Duraluminio	810	690	590	510	370	340	140	100	10		10	60	150	155	160	160	165	260	285	460	1010
Fundición	820	700	600	520	380	350	150	110	20	10		50	140	145	150	150	155	250	275	450	1000
Cuproaluminio	870	750	650	570	430	400	200	160	70	60	50		90	95	100	100	105	200	225	400	950
Aluminio	960	840	740	660	520	490	290	250	160	150	140	90		5	10	10	15	110	135	310	860
Acero	965	845	745	665	525	495	295	255	165	155	145	95	5		5	5	10	105	130	305	855
Alumag	970	850	750	670	530	500	300	260	170	160	150	100	10	5		0	5	100	125	300	850
Cadmio	970	850	750	670	530	500	300	260	170	160	150	100	10	5	0		5	100	125	300	850
Hierro	975	855	755	675	535	505	305	265	175	165	155	105	15	10	5	5		95	120	295	845
Cromo	1070	950	850	770	630	600	400	360	270	260	250	200	110	105	100	100	95		25	200	750
Aluzinc	1095	975	875	795	655	625	425	385	295	285	275	225	135	130	125	125	120	25		175	725
Zinc	1270	1150	1050	970	800	735	600	560	470	460	450	400	310	305	300	300	295	200	175		550
Magnesio	1820	1700	1600	1520	1380	1350	1150	1110	1020	1010	1000	950	860	855	850	850	845	750	725	550	

MEDIOS DE DESCONEXIÓN

Desconexión unipolar: Se utiliza cuando uno de los polos se encuentra referenciado a tierra, típico cuando se utiliza inversores con transformador.



Desconexión bipolar: se utiliza para sistemas flotantes, típico cuando se utiliza inversores sin transformador.

Para desconectar un circuito en corriente directa, siempre hace falta utilizar el mismo número de contactos, sin importar si la desconexión es unipolar o bipolar.



COLORES DC NEC- IEC

COLORES DC RETIE

Sistema c.c.	Con conductor medio		Sin conductor medio	
	TN-S	TN-C y T-T	TN-S	TN-C y T-T
Conductor positivo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Conductor negativo	Azul	Azul	Blanco	Blanco
Conductor medio	Blanco	Blanco	No aplica	No aplica
Tierra de protección	Verde o Verde/Amarillo	No aplica	Verde o Verde/Amarillo	No aplica

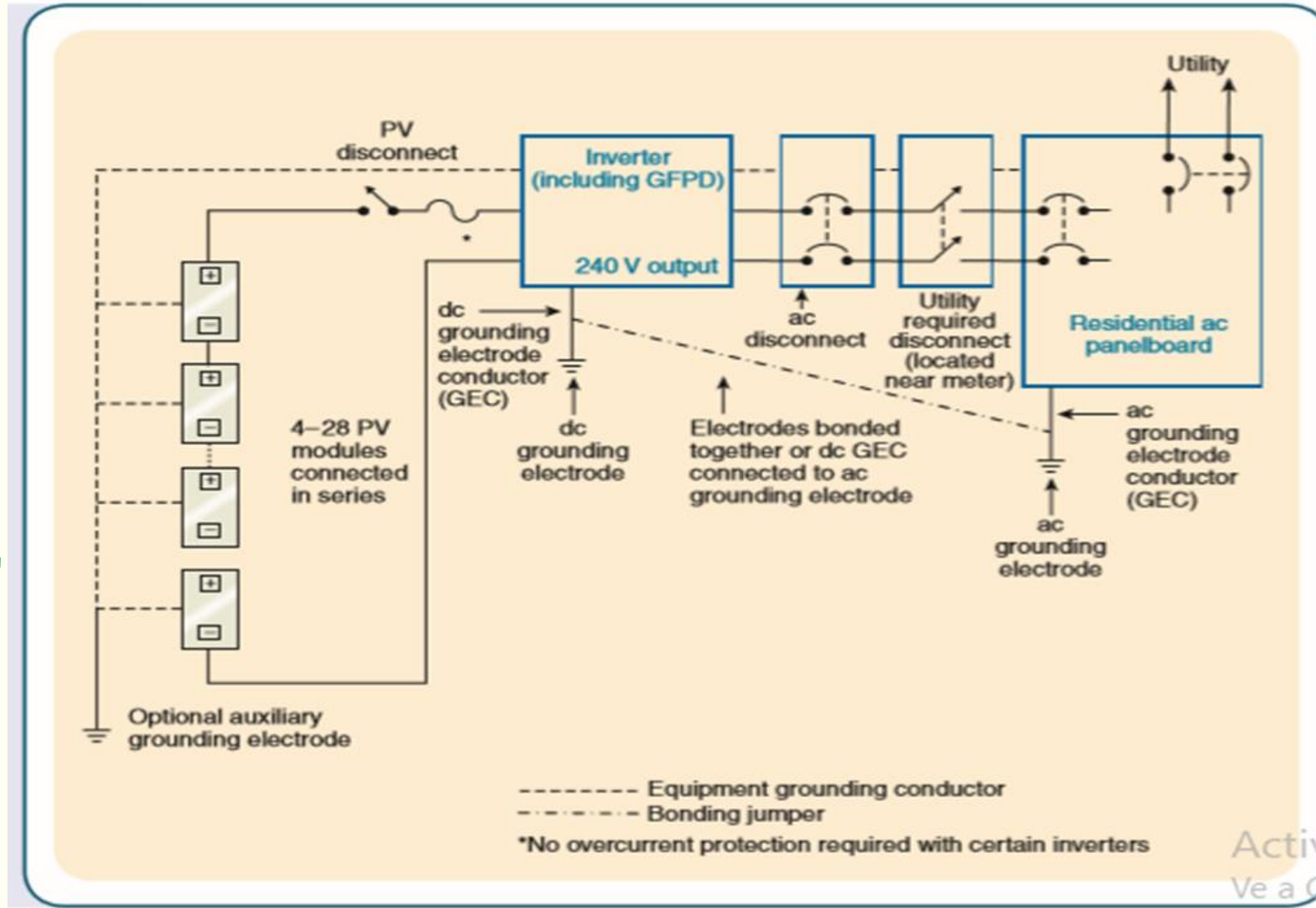
Tabla 6.6. Código de colores para conductores c.c. ⁶

690.41 Puesta a tierra del sistema.

(A) Configuraciones de puesta a tierra de sistema FV. Se deben emplear una o más de las siguientes configuraciones de puesta a tierra del sistema:

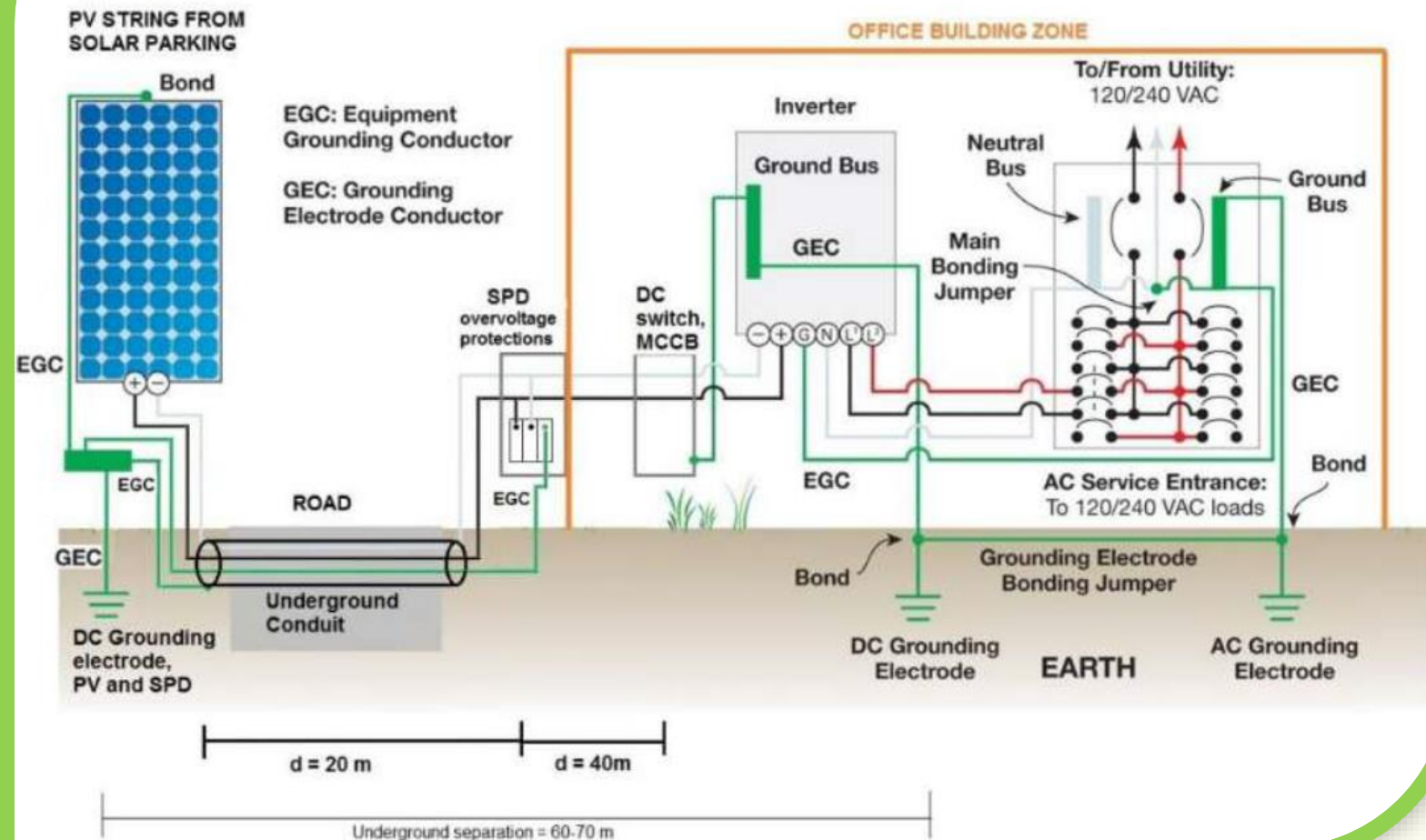
- (1)** Arreglos FV bifilares con un conductor funcional aterrizado.
- (2)** Arreglos FV bipolares de acuerdo con la sección 690.7(C) con una referencia a tierra funcional (derivación central).
- (3)** Arreglos FV no aislados desde el circuito de salida del inversor puesto a tierra.
- (4)** Arreglos FV sin poner a tierra.
- (5)** Arreglos FV aterrizados de forma sólida, según se permite en la Excepción de la sección 690.41 (B).
- (6)** Los sistemas FV que emplean otros métodos que llevan a cabo protección de sistema equivalente, de acuerdo con la sección 250.4 (A) con equipo identificado para el uso.

690.41 (A) (1) Arreglos FV bifilares con un conductor funcional aterrizado.

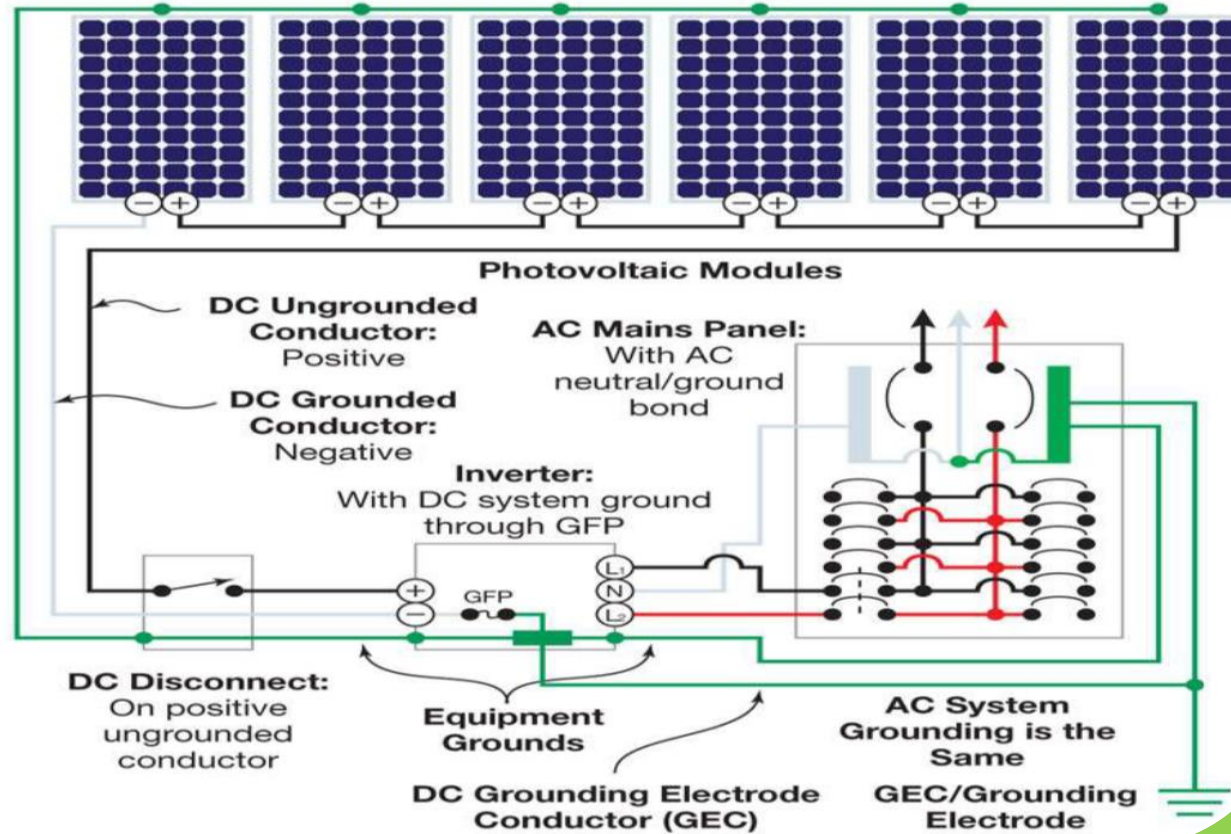


690.41 (A) (1) Arreglos FV bifilares con un conductor funcional aterrizado.

Option 1: New, Separate DC Grounding Electrode

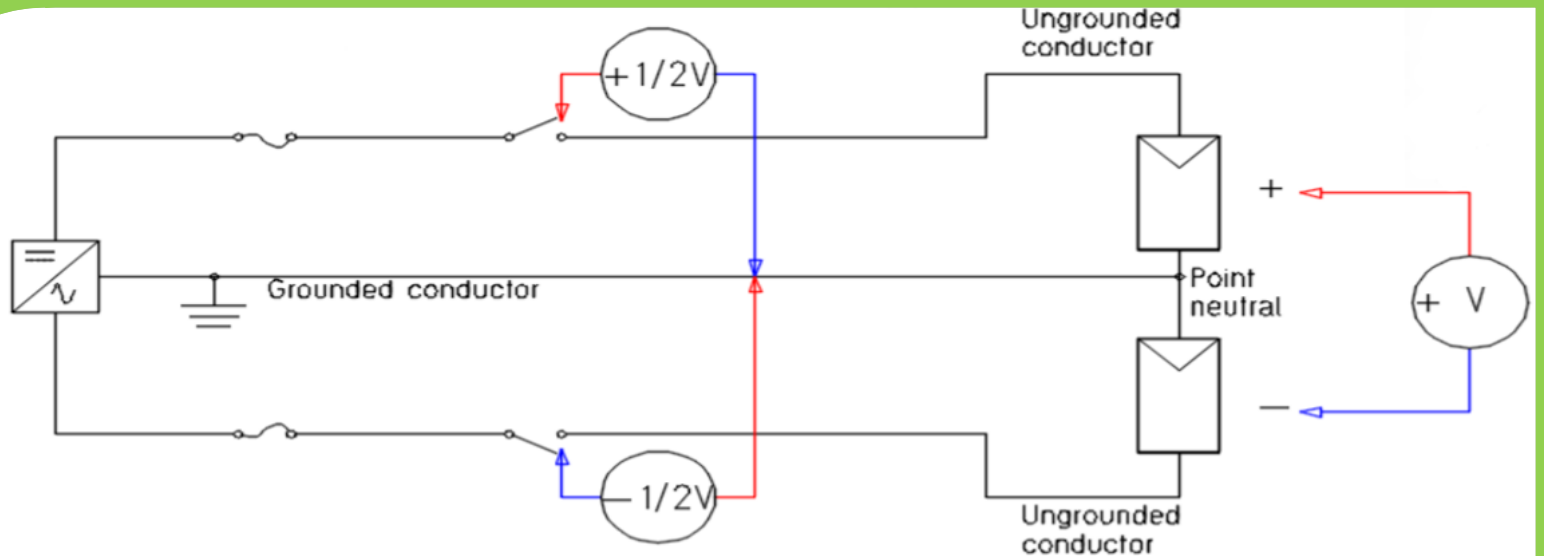


Negative-Grounded DC System

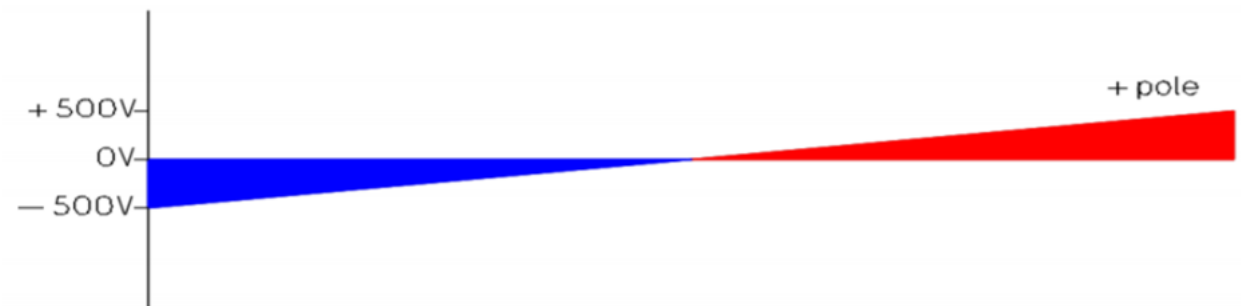


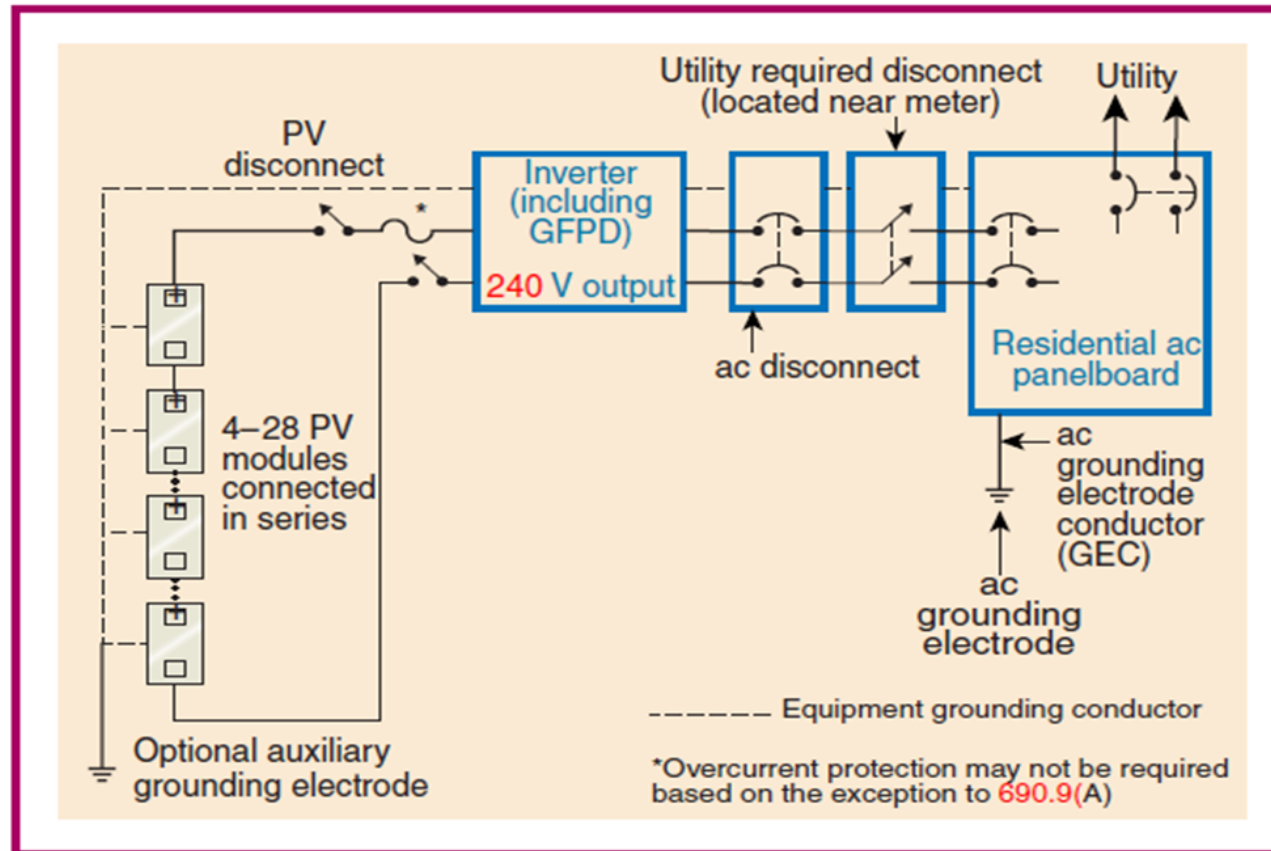
690.41 (A) (1) Arreglos FV bifilares con un conductor funcional aterrizado.

690.41 (A) (2) Arreglos FV bipolares de acuerdo con la sección 690.7(C) con una referencia a tierra funcional (derivación central).



voltage potencial relative to earth



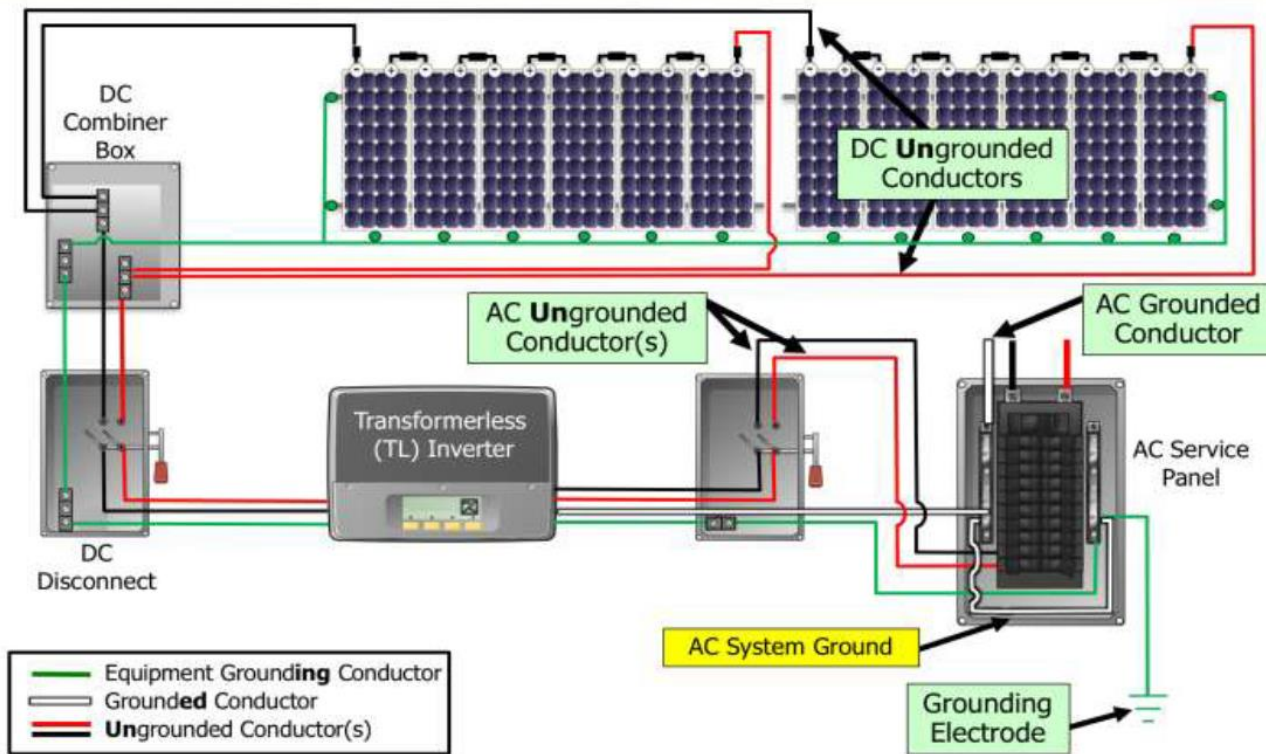


690.41 (A)(3) Arreglos FV no aislados desde el circuito de salida del inversor puesto a tierra.

EXHIBIT 690.6 Simplified circuit schematic of a rooftop grid-connected system.

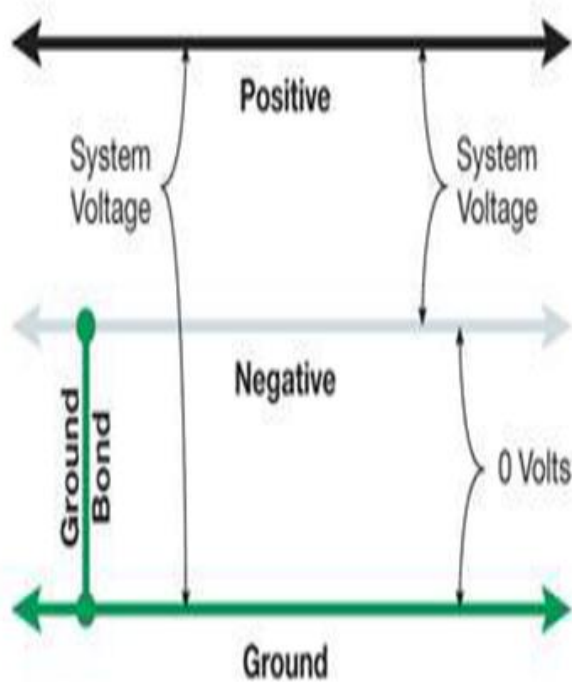
690.41 (A)(3) Arreglos FV no aislados desde el circuito de salida del inversor puesto a tierra.

UNGROUNDED DC / GROUNDED AC

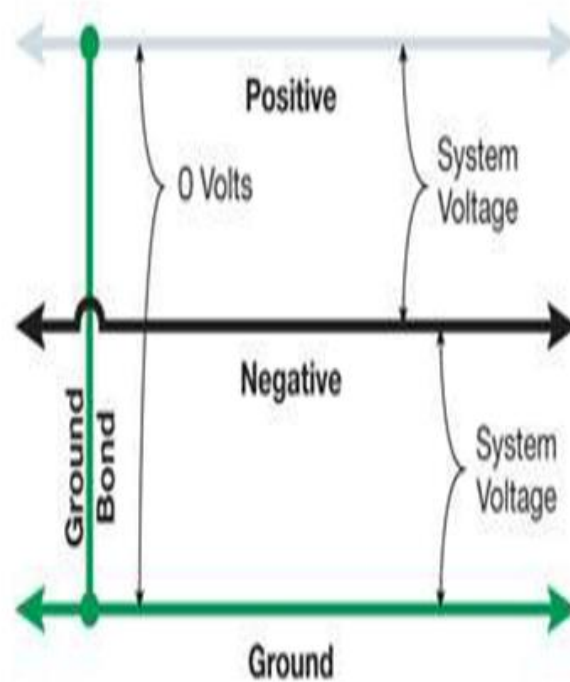


Fuente: SEI

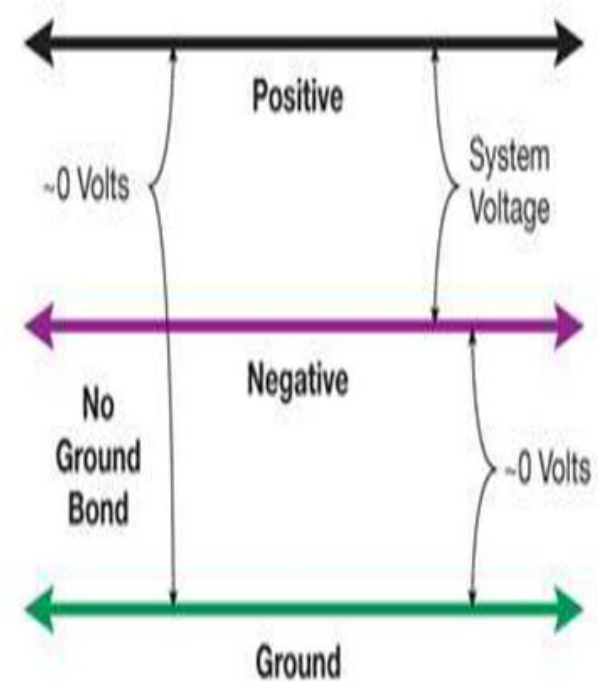
Negative DC System Ground



Positive DC System Ground



Ungrounded DC System



CONCLUSIONES

- INTRODUCCIÓN DEL CONCEPTO “TIERRA FUNCIONAL” EN LA NORMA.
- CONFUSIÓN EN EL CONCEPTO DE PROTECCIÓN CONTRA FALLA A TIERRA EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.
- LA TECNOLOGÍA AVANZA MÁS RÁPIDO QUE LA LEGISLACIÓN: DETALLES COMO EL COLOR BLANCO EN CORRIENTE CONTINUA Y EQUIPOS INVERSORES TX TIENDEN A DESAPARECER.
- ERROR EN EL CÓDIGO DE COLORES DEL RETIE PARA CORRIENTE CONTINUA: PENDIENTE DE CONSULTAR Y RESOLVER.
- SE DEBE REVISAR EL TIPO DE TECNOLOGÍA DE LOS EQUIPOS A INSTALAR PARA PODER DISEÑAR Y CONSTRUIR EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ADECUADO.

¡GRACIAS!



Maikol Meza Charris
Ingeniero eléctrico
Canal Youtube: @resustentable

AMARANZERO
CONTACTO COMERCIAL
A NIVEL NACIONAL
+57 314 4009878