

B. Requisitos para los circuitos

690-7. Tensión máxima.

En un circuito de fuente fotovoltaica de corriente continua, o un circuito de salida, la tensión máxima del sistema fotovoltaico para ese circuito se debe calcular como la suma de la tensión de circuito abierto de los módulos fotovoltaicos conectados en serie, corregido para la más baja temperatura ambiente esperada. Para módulos de silicio cristalino y multicristalino, se debe multiplicar la tensión nominal de circuito abierto por el factor de corrección proporcionado en la Tabla 690-7. Esta tensión se debe usar para determinar la tensión nominal de cables, desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otros equipos. Cuando la temperatura ambiente esperada más baja esté por debajo de -40°C , o cuando se emplean módulos fotovoltaicos diferentes a los de silicio cristalino o multicristalino, se debe realizar el ajuste de la tensión del sistema de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Cuando los coeficientes de temperatura para la tensión de circuito abierto se suministran en las instrucciones para módulos fotovoltaicos, éstos se deben utilizar para calcular la tensión máxima del sistema fotovoltaico tal como lo exige 110-3(b) en lugar de usar la Tabla 690-7.

b) Circuitos de utilización de corriente continua. La tensión de los circuitos de utilización de corriente continua debe ser de acuerdo con 210-6.

c) Circuitos de fuentes y de salida fotovoltaica. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, se permitirá que los circuitos de fuente fotovoltaica y los circuitos de salida, que no incluyan portalámparas, contactos o accesorios, tengan una tensión máxima del sistema fotovoltaico de hasta 600 volts. Otras instalaciones con una tensión máxima del sistema fotovoltaico superior a 600 volts deben cumplir con el Artículo 690, Parte I.

d) Circuitos de más de 150 volts a tierra. En las viviendas unifamiliares y bifamiliares, las partes vivas de los circuitos de fuentes fotovoltaicas y los circuitos fotovoltaicos de salida de más de 150 volts a tierra, deben ser accesibles únicamente a personas calificadas, mientras estén energizados.

Nota Informativa: Para la protección de partes vivas véase 110-27. Para tensión a tierra y entre conductores, véase 210-6.

e) Circuitos de fuentes bipolares y de salida. Para circuitos de 2 hilos conectados a sistemas bipolares, la tensión máxima del sistema debe ser la mayor tensión entre los conductores del circuito de 2 hilos si aplican todas las condiciones siguientes:

- (1) Un conductor de cada circuito de un subarreglo bipolar está sólidamente puesto a tierra

Excepción: La operación de dispositivos (operación anormal) de fallas a tierra o por falla de arco, son permitidos para interrumpir esta conexión a tierra, cuando el arreglo bipolar completo se convierte en dos arreglos distintos, separados uno del otro y del equipo de utilización.

- (2) Cada circuito esté conectado a un subarreglo separado.
- (3) El equipo esté marcado claramente con una etiqueta que indique:

ADVERTENCIA

ARREGLO FOTOVOLTAICO BIPOLAR

LA DESCONEXION DE LOS CONDUCTORES DEL NEUTRO O LOS PUESTOS A TIERRA PUEDE OCASIONAR

UNA SOBRETENSION EN EL ARREGLO O EN EL INVERSOR Tabla 690-7.- Factores de corrección de la tensión para módulos de silicio cristalino y multicristalino

**Factores de corrección para temperaturas ambiente menores a
25 °C (Se multiplica el tensión nominal de circuito abierto por el
factor de corrección aplicable que se muestra a continuación)**

Temperatura ambiente (°C)	Factor
-36 a -40	1.02
19 a 15	1.04
14 a 10	1.06
9 a 5	1.08
4 a 0	1.10
-1 a -5	1.12
-6 a -10	1.14
24 a 20	1.16
-11 a -15	1.18
-16 a -20	1.20
-21 a -25	1.21
-26 a -30	1.23

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 (1) hasta (4) siguientes.

NOTA: Cuando se aplican los requisitos de (a)(1) y (b)(1), el factor de multiplicación resultante es del 156 por ciento.

1) Corrientes del circuito de la fuente fotovoltaica. La corriente máxima debe ser la suma de la corriente de cortocircuito de los módulos en paralelo, multiplicado por el 125 por ciento.

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 el inciso (1) anterior.

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

4) Corriente del circuito de entrada de un inversor autónomo. La corriente máxima debe ser la corriente permanente de entrada del inversor autónomo, cuando el inversor esté produciendo su potencia nominal a la tensión más baja de entrada.

b) Ampacidad y valor nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Se considerarán como constantes las corrientes de los sistemas fotovoltaicos.

1) Dispositivos de Sobrecorriente. Donde son requeridos, los dispositivos de sobrecorriente deben ser seleccionados como es requerido en (a) hasta (d) siguientes:

a. Conducir no menos del 125 por ciento de la corriente máxima calculada en 690-8 (a).

Excepción: Se permitirá usar al 100 por ciento de su valor nominal, en los circuitos que contengan un ensamble con los dispositivos de protección contra sobrecorriente integrados y que estén etiquetados para funcionamiento continuo al 100 por ciento de su valor nominal.

b. Los límites de temperatura en las terminales deben estar de acuerdo con 110-3 (b) y 110-14 (c).

c. Cuando se operen a temperaturas mayores que 40 °C se deben de aplicar los factores de corrección de temperatura del fabricante.

d. Se permite que el valor nominal o de ajuste de los dispositivos de sobrecorriente estén de acuerdo con 240-4 (b), (c) y (d).

2) Ampacidad del Conductor. Los conductores del circuito deben ser seleccionados para conducir cuando menos, la mayor corriente determinada en (a) o (b) siguientes.

a. 125 por ciento de las corrientes máximas calculadas en 690-8 (a) sin ningún factor adicional de corrección por las condiciones de uso.

b. Las máximas corrientes calculadas en 690-8 (a) después que las condiciones de uso han sido aplicadas.

c. Cuando se requiera, el conductor seleccionado debe ser protegido por un dispositivo de sobrecorriente, después de la aplicación de las condiciones de uso.

c) Sistemas con múltiples tensiones de corriente continua. Para una fuente fotovoltaica de potencia, que tiene circuitos de múltiples tensiones de salida y que usa un conductor común de retorno, la ampacidad de dicho conductor no debe ser menor a la suma de las corrientes nominales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida

d) Dimensionamiento de los conductores de interconexión del módulo. Cuando un dispositivo de sobrecorriente es utilizado para proteger un conjunto de dos o más circuitos de módulos conectados en paralelo, la ampacidad de cada uno de los conductores de interconexión del módulo no deberán ser menor a la suma del valor nominal de los fusibles individuales, más el 125 por ciento de la corriente de cortocircuito de los otros módulos conectados en paralelo.

690-9. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipos. El circuito de una fuente fotovoltaica, el circuito fotovoltaico de salida, el circuito de salida del inversor y los conductores del circuito de la batería de acumuladores y los equipos, deben estar protegidos según establece el Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente de suministro eléctrico deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente instalados de modo que brinden esa protección desde todas las fuentes.

Excepción. No será requerido un dispositivo de sobrecorriente para módulos fotovoltaicos o conductores del circuito de fuentes fotovoltaicas seleccionados de acuerdo con 690-8(b), cuando una de las siguientes condiciones aplica:

a. No existen fuentes externas tales como circuitos de una fuente conectados en paralelo, baterías o retroalimentación desde inversores.

b. Las corrientes de corto circuito de todas las fuentes no exceden la ampacidad de los conductores, o el máximo tamaño del dispositivo de protección contra sobrecorriente especificado en la placa de datos del módulo fotovoltaico.

NOTA: Para establecer si todos los conductores y módulos están debidamente protegidos contra sobrecorriente desde todas las fuentes, se debe tener en cuenta la posible retroalimentación de corriente desde cualquier fuente de alimentación, incluyendo la alimentación a través de un inversor en el circuito fotovoltaico salida y los circuitos de las fuentes fotovoltaicas.

b) Transformadores de potencia. Un transformador con una o varias fuentes conectadas en cada lado, se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 450-3, considerando primero uno de los lados del transformador como el primario y después el otro lado.

Excepción: Un transformador de potencia con una corriente nominal en el lado que está conectado a la salida del inversor interactivo con el suministrador, no menor que la corriente de salida nominal continua del inversor, se permite sin protección de sobrecorriente del inversor.

c) Circuitos de una fuente fotovoltaica. Se permitirá que los dispositivos contra sobrecorriente de los circuitos derivados o de los dispositivos contra sobrecorriente tipo complementario, proporcionen protección contra sobrecorriente en los circuitos de la fuente fotovoltaica. Los dispositivos de sobrecorriente deben ser accesibles, pero no se exigirá que sean fácilmente accesibles.

Los valores normalizados de los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente permitidos en esta sección se deben dar en incrementos de un ampere, empezando en 1 ampere y hasta 15 amperes inclusive. Los valores normales superiores a 15 amperes para los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente se deben basar en los valores normales especificados en la sección 240-6(a).

d) Valores nominales de corriente continua. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, ya sean fusibles o interruptores automáticos, que se utilicen en cualquier parte de corriente continua de un sistema fotovoltaico de potencia, deben estar etiquetados para su uso en circuitos de corriente continua y deben tener los valores nominales adecuados de tensión, corriente y capacidad interruptiva.

e) Protección de sobrecorriente en serie. En circuitos de fuentes fotovoltaicas, un solo dispositivo de protección por sobrecorriente será permitido para proteger los módulos fotovoltaicos y los conductores de interconexión.

690-10. Sistemas autónomos. El sistema de alambrado de los inmuebles debe ser adecuado para cumplir con los requisitos de esta NOM para una instalación similar conectada a una acometida. El alambrado del lado de la alimentación del medio de desconexión del edificio o estructura debe cumplir con esta NOM, con excepción de lo que se modifica de (a) hasta (e) siguientes.

a) Salida del inversor. Se permitirá que la salida de corriente alterna de un inversor autónomo suministre alimentación de corriente alterna al medio de desconexión del edificio o estructura a niveles de corriente menores a la carga calculada para ese desconectador. El valor nominal de salida del inversor o el de una fuente de energía alterna debe ser igual o mayor a la carga requerida por el equipo de utilización individual más grande conectado al sistema. Las cargas calculadas de alumbrado general no se deben considerar con una carga individual.

b) Dimensionamiento y protección. Los conductores del circuito entre la salida del inversor y el medio de desconexión del edificio o estructura deben estar dimensionados con base en el valor nominal de salida del inversor. Estos conductores deben protegerse de sobrecorrientes de acuerdo con el Artículo 240. Dicha protección debe ubicarse en la salida del inversor.

c) Una sola alimentación de 120 volts. Se permitirá que la salida del inversor de un sistema solar fotovoltaico autónomo suministre 120 volts a un equipo de acometida monofásico, de 3 hilos, de 120/240 volts, o tableros de distribución cuando no hay salidas de 240 volts y cuando no existan circuitos derivados multifilares. En todas las instalaciones, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado a la salida del inversor debe ser menor que el valor nominal de la barra conductora del neutro en el equipo de acometida. Este equipo debe estar marcado con la siguiente leyenda, o equivalente:

ADVERTENCIA ALIMENTACION INDIVIDUAL

DE 120 VOLTS.

NO CONECTAR CIRCUITOS DERIVADOS MULTIFILARES

d) Requerimiento de almacenamiento de energía o de sistema de alimentación de respaldo. No se requerirá almacenamiento de energía ni sistemas de alimentación de respaldo.

e) Interruptores automáticos para retroalimentación. Los interruptores automáticos para retroalimentación del tipo enchufable, conectados a la salida de un inversor autónomo, en sistemas autónomos o sistemas interactivos con el suministrador, deben estar sujetos de acuerdo con 408-36(d). Los interruptores automáticos que estén marcados "línea" y "carga", no deben ser empleados cuando haya retroalimentación.

690-11. Protección de falla por arco (Corriente continua). Los sistemas fotovoltaicos con circuitos de fuentes de corriente continua, circuitos de salida de corriente continua o ambos, encima o penetrando a un edificio, operando con tensión máxima de sistema fotovoltaico de 80 volts o mayor, deben estar protegidos por un interruptor (corriente continua) de falla por arco, aprobado, tipo fotovoltaico u otros componentes del sistema que provean una protección equivalente. Los medios de protección fotovoltaicos por falla de arco, deben de cumplir con los siguientes requerimientos:

- (1) El sistema debe detectar e interrumpir fallas por arco resultantes de una falla en la continuidad esperada de un conductor, conexión, módulo u otro componente del sistema, en los circuitos de fuentes fotovoltaicas y circuitos de salida.
- (2) El sistema debe desactivar o desconectar a uno de los siguientes:
 - a. Inversores o controladores de carga conectados al circuito con falla cuando la falla sea detectada.
 - b. Componentes del sistema dentro del circuito donde se produce el arco
- (3) El sistema requiere que el equipo desactivado o desconectado sea manualmente restablecido.
- (4) El sistema debe tener un indicador que suministre una señal visual de que el interruptor del circuito ha operado. Esta indicación no debe restablecerse automáticamente.

