



## 1 Introducción

La selección del disyuntor adecuado depende de distintos factores. En el caso de las plantas fotovoltaicas, algunos factores influyen en mayor medida que en las instalaciones eléctricas convencionales. Si no se tienen en cuenta estos factores, aumenta el riesgo de que el disyuntor se dispare en condiciones operativas normales. Por esta razón es importante tener en cuenta especialmente estas influencias. Solo de esta manera se garantiza un funcionamiento fiable de la planta fotovoltaica y una máxima inyección a red.

En las siguientes páginas se describen los factores que se deben tener en cuenta al elegir un disyuntor, las influencias especiales en plantas fotovoltaicas y las consecuencias que pueden resultar de un disyuntor mal dimensionado. Al final del documento, un resumen en forma de tabla presenta la protección máxima admisible de los inversores de SMA Sunny Boy, Sunny Mini Central y Sunny Tripower.

## 2 Factores que influyen en la elección de un disyuntor adecuado

### 2.1 Factores de influencia generales

Las condiciones generales para la elección de un disyuntor vienen establecidas por normativas y disposiciones nacionales. A continuación se mencionan factores de influencia generales que deben tenerse en cuenta al elegir un disyuntor adecuado:

#### Influencias que inciden sobre la corriente admisible del cable:

- **Tipo de cable utilizado**

La corriente admisible del cable depende de su sección, del material y del tipo de cable (aislamiento, número de conductores, etc.). Por este motivo, el disyuntor debe limitar la corriente en la medida necesaria para que ésta no pueda ser sobrepasada.

- **Temperatura ambiente junto al cable**

Un aumento de la temperatura ambiente junto al cable reduce la corriente admisible.

- **Tipo de tendido del cable**

Si, por ejemplo, el cable se tiende sobre material aislante, su corriente admisible se reduce. Cuanto peor sea la disipación de calor del cable hacia el exterior, más baja será su corriente admisible.

- **Acumulación de cables**

Si los cables se tienden unos cerca de otros, estos se calientan mutuamente. Debido al calentamiento de los cables la corriente admisible se reduce.

#### Otras influencias que inciden sobre el dimensionado:

- **Impedancia de bucle**

La impedancia de bucle del cable limita la corriente en caso de fallo. Esto no debe afectar a los tiempos de activación del disyuntor.

- **Calentamiento mutuo entre disyuntores**

Si los disyuntores se instalan colocados unos muy cerca de otros, se calentarán mutuamente. Si la merma debida al calor es muy grande, los disyuntores ya se disparan por debajo de su corriente nominal.

- **Temperatura ambiente junto al disyuntor**

Si aumenta la temperatura ambiente junto al disyuntor, la disipación de calor se reduce. Esto provoca que el disyuntor se dispare con una corriente inferior a su corriente nominal.

- **Selectividad**

Fusibles o disyuntores montados en serie deben estar sincronizados unos con otros para evitar disparos involuntarios de dispositivos de protección antepuestos.

- **Modelo conectado**

Según el comportamiento de arranque del equipo conectado, se deben aplicar diferentes características para evitar disparos erróneos.

### 2.2 Factores de influencia específicos de plantas fotovoltaicas

En plantas fotovoltaicas algunos factores anteriormente mencionados pueden tener una influencia mayor de lo habitual sobre la elección del disyuntor. A continuación se mencionan factores de influencia específicos de las plantas fotovoltaicas que deben tenerse en cuenta al elegir un disyuntor adecuado:

### Influencias que inciden sobre la corriente admisible del cable:

- **Temperatura ambiente junto al cable**

En las plantas fotovoltaicas, se tienden a menudo cables en exteriores (plantas en campo abierto, plantas sobre tejados planos, etc.). Cabe suponer que en esas circunstancias la temperatura ambiente es mayor que en plantas montadas en edificios. Debido al aumento de la temperatura ambiente la corriente admisible se reduce.

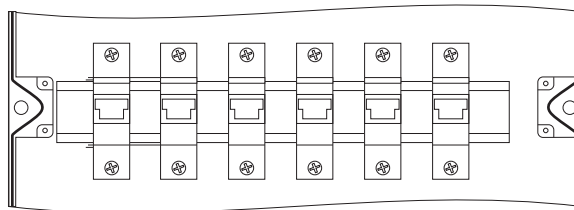
- **Calentamiento mutuo entre disyuntores**

En plantas fotovoltaicas, junto a disyuntores próximos, a menudo también se conectan inversores que inyectan su corriente máxima al mismo tiempo (simultaneidad). Como consecuencia, los disyuntores se calientan más rápido y puede producirse una activación anticipada. Para garantizar una disipación de calor suficiente y evitar una activación anticipada, debe mantenerse una mayor distancia entre los distintos disyuntores.

Para las reducciones por las mermas debidas al calentamiento se indica un factor de corrección en los datos técnicos del disyuntor. Por ejemplo, en una fila de nueve equipos, el factor de corrección es 0,77. El disyuntor con una corriente nominal de 50 A se comportará como si su corriente nominal fuese  $0,77 \times 50 \text{ A} = 38,5 \text{ A}$ .

Si esta corriente no fuera suficiente, se puede utilizar, por ejemplo, un disyuntor con una corriente nominal mayor. En este caso se debe tener en cuenta que dependiendo de la situación (sin simultaneidad) el fusible se activará con su corriente nominal. El cable que va conectado debe poseer también una corriente admisible adecuada o ser sustituido por un cable de mayor sección.

Otra posibilidad consiste en aumentar la distancia entre los disyuntores. De este modo, se puede disipar más calor y evitar así un disparo involuntario.



- **Temperatura ambiente junto al disyuntor**

Por la simultaneidad anteriormente descrita, el cuadro de distribución donde va instalado el disyuntor puede calentarse más de lo normal que en instalaciones habituales. Dado que con frecuencia los cuadros de distribución eléctrica de las plantas fotovoltaicas se montan en el exterior de edificios, hay que contar con temperaturas más altas en el cuadro.

En los datos técnicos del disyuntor pueden encontrarse indicaciones sobre los factores de reducción para esta influencia.

- **Modelo conectado**

Encontrará la característica aplicable a cada inversor en las instrucciones de instalación. El disyuntor posee las características de un seccionador de carga, para desconectar el inversor de la red estando bajo carga.

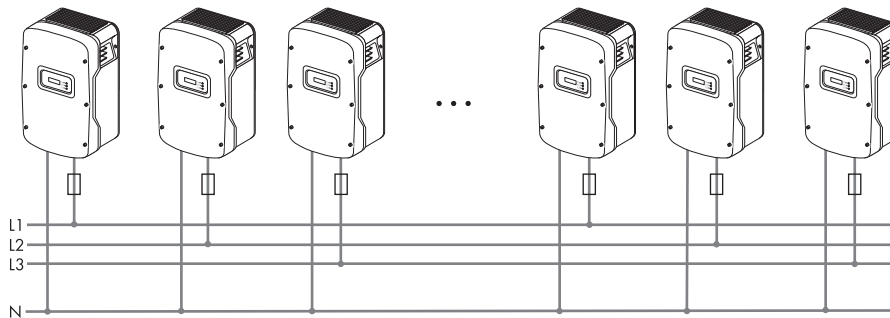
Un fusible tipo botella, p. ej., un sistema D (Diazed) o D0 (Neoazed), no posee las características de un seccionador de carga, por lo que puede utilizarse como disyuntor pero **no** debe emplearse como dispositivo interruptor-seccionador de carga.

Al seccionarse la potencia bajo carga, el fusible puede ser destruido o ver mermada su función por quemadura de los contactos. No deben conectarse equipos consumidores adicionales entre el disyuntor y el inversor.

### 3 Ejemplo de cálculo

#### Ejemplo de una disposición térmica de un disyuntor en una planta fotovoltaica en funcionamiento simultáneo de la red

Planta fotovoltaica con nueve inversores Sunny Mini Central 7000HV y y tres inversores por fase



Necesitará estos datos técnicos del Sunny Mini Central 7000HV:

- Corriente de salida máxima = 31 A
- Protección máxima admisible del Sunny Mini Central = 50 A
- La protección máxima del cable varía según las circunstancias, entre otras cosas, según el tipo de cable, el tipo de tendido y la temperatura ambiente.

En nuestro ejemplo asumimos que con este tipo de tendido el cable elegido (6 mm<sup>2</sup>) puede soportar aún una corriente nominal de 32,2 A.

#### Elección de los disyuntores

##### Ejemplo de elección térmica de un disyuntor de 40 A con característica de disparo B sin separación entre los disyuntores

- Tanto la corriente nominal máxima del tipo de cable empleado como la protección máxima posible del Sunny Mini Central limitan la corriente nominal máxima de los disyuntores.
- En nuestro ejemplo se suponen 40 A.
- Compruebe también la funcionalidad térmica de los disyuntores.

##### Factores de carga según la ficha de datos:

- Reducción por carga continua > 1 h = 0,9  
La energía fotovoltaica permite cargas continuas de más de una hora.
- Reducción por conexión en serie de nueve disyuntores sin separación entre ellos = 0,77  
Si se usa un solo interruptor automático el factor de conversión es 1.
- Aumento de la corriente nominal debido a una temperatura ambiente de 40 °C en el cuadro de distribución = 1,07  
Resultado de la disposición de los interruptores automáticos a 50°C.

##### Resultado:

La corriente de carga nominal del disyuntor se obtiene aplicando la fórmula:

$$I_{bn} = 40 \text{ A} \times 0,9 \times 0,77 \times 1,07 = 29,7 \text{ A}$$

##### Conclusión:

En el caso citado no deberá emplearse el disyuntor elegido, ya que su corriente admisible máxima necesaria para un funcionamiento correcto es inferior a la corriente de salida máxima del inversor empleado. **El disyuntor se disparará en funcionamiento nominal.**

**Solución núm. 1:**

Utilice un disyuntor de 50 A. Así, la corriente admisible máxima sería de 37,1 A ( $I_{bn} = 50 \text{ A} \times 0,9 \times 0,77 \times 1,07 = 37,1 \text{ A}$ ) y el disyuntor no se disparará en funcionamiento nominal. Tenga en cuenta que el cable elegido de 6 mm<sup>2</sup> **no** puede utilizarse en esta solución. Se debe emplear un cable con una sección mayor. La corriente admisible de este cable debe ser adecuada para la protección elegida.

**Solución núm. 2:**

Aumente la distancia entre los disyuntores a 8 mm y utilice un disyuntor de 40 A. Así, el factor de reducción sería 0,98 en lugar de 0,77 y la corriente admisible máxima sería de 37,7 A ( $I_{bn} = 40 \text{ A} \times 0,9 \times 0,98 \times 1,07 = 37,7 \text{ A}$ ) y el disyuntor **no** se disparará en funcionamiento nominal. Tenga en cuenta que el cable elegido de 6 mm<sup>2</sup> no puede utilizarse en esta solución. La corriente admisible de este cable debe ser adecuada para la protección elegida.

## 4 Protección máxima admisible

Esta tabla ofrece un resumen de la protección máxima admisible de los distintos inversores de SMA:

Modelo de inversor	Protección máxima (intensidad de la corriente)
SBS2.5-1VL-10	16 A
SB1.5-1VL-40 / SB2.5-1VL-40	16 A
MULTIGATE-10	16 A
SB 1200 / 1700	16 A
SB 1300TL-10 / 1600TL-10 / 2100TL	16 A
SB 2500 / 3000	16 A
SB 2500TLST-21 / 3000TLST-21	32 A
SB 2000HF-30 / 2500HF-30 / 3000HF-30	25 A
SB 3300TL HC	32 A
SB 3300 / 3800	25 A
SB 3000TL-20 / 4000TL-20 / 5000TL-20	32 A
SB 3000TL-21 / 3600TL-21 / 4000TL-21 / 5000TL-21 / 6000TL-21	32 A
SB 3600SE-10 / 5000SE-10	32 A
SMC 4600A / 5000A / 6000A	40 A
SMC 7000HV	50 A
SMC 6000TL / 7000TL / 8000TL	50 A
SMC 9000TL-10 / 10000TL-10 / 11000TL-10	80 A
SMC 9000TLRP-10 / 10000TLRP-10 / 11000TLRP-10	80 A
STP 5000TL-20 / 6000TL-20 / 7000TL-20 / 8000TL-20 / 9000TL-20 / 10000TL-20 / 12000TL-20	32 A
STP 8000TL-10 / 10000TL-10 / 12000TL-10 / 15000TL-10 / 17000TL-10	50 A
STP 15000TLEE-10 / 20000TLEE-10	50 A
STP 20000TL-30 / 25000TL-30	50 A