



## Interruttore automatico

**Dimensionamento degli interruttori di protezione di linea adeguati per inverter sotto effetti FV specifici**

### 1 Introduzione

La scelta dell'interruttore automatico corretto dipende da diversi fattori, alcuni dei quali, specialmente nel settore fotovoltaico, hanno un'influenza maggiore rispetto a quanto avvenga negli impianti elettrici convenzionali. Se non si considerano tali fattori aumenta il pericolo che l'interruttore automatico scatti anche in condizioni di funzionamento normali. Pertanto è importante tenerne conto poiché è l'unico modo per assicurarsi un funzionamento affidabile dell'impianto fotovoltaico e la massima immissione possibile.

Nelle pagine seguenti sono descritti i fattori che devono essere considerati nella scelta di un interruttore automatico, la loro incidenza specifica sugli impianti fotovoltaici e le conseguenze dell'errato dimensionamento di un interruttore automatico. In conclusione è fornita una tabella riassuntiva della protezione massima consentita per gli inverter SMA Sunny Boy, Sunny Mini Central e Sunny Tripower.

## 2 Fattori di influenza per la scelta dell'interruttore automatico adatto

### 2.1 Fattori generali

I requisiti generali per la scelta di un interruttore automatico sono definiti da norme e specifiche disposizioni nazionali. Di seguito sono elencati alcuni fattori di influenza generali che devono essere presi in considerazione per la scelta di un interruttore automatico adatto.

#### Effetti sulla portata di corrente della linea:

- **Tipo di linea impiegata**

La portata di corrente della linea impiegata dipende dalla sezione, dal materiale e dal tipo della linea stessa (isolamento, numero dei conduttori ecc.). L'interruttore automatico deve pertanto limitare la corrente in maniera da non superarla.

- **Temperatura ambiente presso la linea**

Una temperatura ambiente elevata presso la linea comporta una riduzione della portata di corrente.

- **Tipo di posa della linea**

Se ad esempio la linea è posata all'interno di materiale isolante, la sua portata di corrente si riduce. Quanto più ridotta è la dissipazione del calore da parte della linea verso l'esterno, tanto minore è la sua portata di corrente.

- **Accumulo di linee**

Se le linee vengono posate a stretto contatto si scaldano a vicenda. Il riscaldamento delle linee riduce la portata di corrente.

#### Altri effetti sul dimensionamento:

- **Impedenza di loop**

L'impedenza di loop della linea limita la corrente in caso di errore. Ciò non deve influire in alcun modo sui tempi di reazione dell'interruttore automatico.

- **Riscaldamento reciproco degli interruttori automatici**

Se gli interruttori automatici vengono installati eccessivamente vicini gli uni agli altri, si scaldano a vicenda. In caso di eccessiva sollecitazione termica scattano già al di sotto della corrente nominale.

- **Temperatura ambiente presso l'interruttore automatico**

La temperatura ambiente elevata presso l'interruttore automatico comporta una minore dissipazione del calore. Ciò fa sì che l'interruttore automatico scatti a una corrente inferiore alla sua corrente nominale.

- **Selettività**

Fusibili e interruttori automatici installati in serie devono essere compatibili al fine di evitare lo scatto intempestivo dei dispositivi di protezione installati a monte.

- **Tipo di apparecchio collegato**

A seconda del comportamento dell'apparecchio collegato durante il proprio avvio, è necessario impiegare diverse caratteristiche al fine di evitare scatti intempestivi.

### 2.2 Fattori specifici per impianti fotovoltaici

Negli impianti fotovoltaici alcuni dei fattori citati in precedenza possono avere un'influenza maggiore del solito per la scelta dell'interruttore automatico. Di seguito sono elencati i fattori di influenza specifici per il fotovoltaico che devono essere presi in considerazione per la scelta di un interruttore automatico adatto.

### Effetti sulla portata di corrente della linea:

- **Temperatura ambiente presso la linea**

Negli impianti fotovoltaici le linee vengono spesso posate all'esterno (impianti in campo aperto, su tetto piatto ecc.). In tali ubicazioni si può supporre una temperatura ambiente più elevata rispetto agli impianti installati all'interno di edifici. L'aumento della temperatura ambiente riduce la portata di corrente.

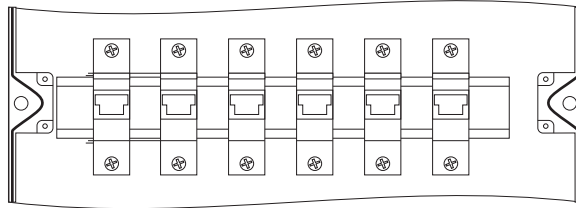
- **Riscaldamento reciproco degli interruttori automatici**

Negli impianti fotovoltaici, a interruttori automatici adiacenti vengono spesso collegati inverter che raggiungono nello stesso momento i valori massimi di immissione in rete (contemporaneità). Ciò comporta un più rapido riscaldamento degli interruttori automatici, che può causare uno scatto anticipato. Al fine di garantire una sufficiente dissipazione del calore ed evitare lo scatto anticipato è necessario rispettare distanze maggiori fra i singoli interruttori automatici.

Per gli adeguamenti in considerazione della sollecitazione termica è indicato nei dati tecnici dell'interruttore automatico un corrispondente fattore di correzione. Quest'ultimo può ad es. essere pari a 0,77 in caso di 9 apparecchi in serie. L'interruttore automatico con una corrente nominale di 50 A si comporta quindi come se la sua corrente nominale fosse di 38,5 A ( $0,77 \times 50$  A).

Qualora tale corrente non sia sufficiente si può ad es. ricorrere a un interruttore automatico con una corrente nominale superiore. In questo caso bisogna tenere presente che a seconda della situazione (in caso di non contemporaneità) la protezione potrebbe scattare anche solo alla propria corrente nominale. La linea ad essa collegata deve pertanto possedere un'adeguata portata di corrente o essere sostituita da una linea di sezione maggiore.

Un'ulteriore possibilità consiste nell'aumentare la distanza fra gli interruttori automatici. In questo modo è possibile ottenere una maggiore dissipazione del calore ed evitare lo scatto intempestivo.



- **Temperatura ambiente presso l'interruttore automatico**

Qualora si verifichi la sopra descritta contemporaneità, il quadro in cui è installato l'interruttore automatico può riscaldarsi più rapidamente di quanto avvenga di consueto negli impianti tradizionali. Siccome i quadri di distribuzione degli impianti FV sono spesso realizzati all'esterno degli edifici, al loro interno vanno ipotizzate temperature più elevate.

Le indicazioni sui corrispondenti fattori di riduzione sono reperibili nei dati tecnici dell'interruttore automatico.

- **Tipo di apparecchio collegato**

La corretta caratteristica dell'inverter in questione può essere dedotta dalle relative istruzioni per l'installazione. Le caratteristiche di sezionamento di un interruttore automatico possono spesso essere sfruttate per staccare l'inverter sotto carico dalla rete pubblica.

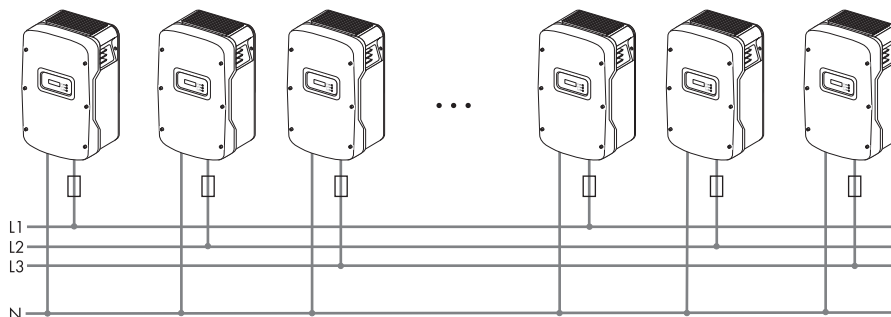
Un fusibile a vite, ad es. DIAZED o NEOZED, non ha caratteristiche di sezionamento e può pertanto essere impiegato come protezione della linea, ma **non** come sezionatore di carico.

In caso di scollegamento sotto carico, il fusibile può venire danneggiato oppure le sue funzioni potrebbero essere pregiudicate da consumo da contatto. Non è consentito collegare utilizzatori aggiuntivi tra interruttore automatico e inverter.

### 3 Esempio di calcolo

#### Esempio per il dimensionamento termico di un interruttore automatico in un impianto fotovoltaico con funzionamento in parallelo alla rete

Impianto fotovoltaico con 9 inverter Sunny Mini Central 7000HV e 3 inverter per conduttore esterno



Dati tecnici necessari di Sunny Mini Central 7000HV:

- Corrente d'uscita massima = 31 A
- Massima protezione consentita di Sunny Mini Central = 50 A
- La scelta della linea, del metodo di posa e delle temperature ambiente, così come altre condizioni marginali, limitano la protezione massima della linea stessa.

In questo esempio, si è ipotizzato che la linea scelta (6 mm<sup>2</sup>) per la posa possa portare una corrente nominale di 32,2 A.

#### Scelta degli interruttori automatici:

##### Esempio per la scelta sotto il profilo termico di un interruttore automatico da 40 A con caratteristica di scatto B senza distanza tra gli interruttori automatici.

- La corrente nominale massima possibile della linea utilizzata e la protezione massima possibile di Sunny Mini Central limitano la corrente nominale massima degli interruttori automatici.
- Nel nostro esempio supponiamo 40 A.
- Verificare anche l'idoneità termica degli interruttori automatici.

#### Fattori di carico in base alle indicazioni nei dati tecnici:

- Riduzione per carico continuo > 1 h = 0,9  
Nella tecnica fotovoltaica sono possibili carichi continui superiori a 1 ora.
- Riduzione per collegamento in serie di 9 interruttori automatici non distanziati = 0,77  
Se si utilizza un solo interruttore di protezione di linea il fattore è 1
- Aumento della corrente nominale per temperature ambiente di 40 °C nel quadro = 1,07  
Risulta dal dimensionamento dell'interruttore di protezione di linea a 50 °C

#### Risultato:

La corrente di carico nominale dell'interruttore automatico si ottiene con il seguente calcolo:

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

#### Conclusione:

Nel caso in esame l'interruttore automatico scelto non può essere utilizzato in quanto la portata di corrente massima per un funzionamento regolare è inferiore alla corrente d'uscita massima dell'inverter impiegato. **L'interruttore automatico non scatterebbe in condizioni di funzionamento nominale.**

**Soluzione 1:**

Impiegare un interruttore automatico da 50 A. In tal modo la portata di corrente massima sarebbe di 37,1 A ( $I_{bn} = 50 \text{ A} \times 0,9 \times 0,77 \times 1,07 = 37,1 \text{ A}$ ) e l'interruttore automatico non scatterebbe in condizioni di funzionamento nominale. Tenere presente che la linea da 6 mm<sup>2</sup> scelta **non** può essere impiegata per questa soluzione. Deve essere utilizzata una linea di sezione maggiore, La relativa portata di corrente deve essere adatta alla protezione scelta.

**Soluzione 2:**

Aumentare la distanza fra gli interruttori automatici a 8 mm e utilizzarne uno da 40 A. Il fattore di riduzione sarebbe in tal caso di 0,98 invece di 0,77. In tal modo la portata di corrente massima sarebbe di 37,7 A ( $I_{bn} = 40 \text{ A} \times 0,9 \times 0,98 \times 1,07 = 37,7 \text{ A}$ ) e l'interruttore automatico **non** scatterebbe in condizioni di funzionamento nominale. Tenere presente che la linea da 6 mm<sup>2</sup> scelta non può essere impiegata per questa soluzione. La relativa portata di corrente deve essere adatta alla protezione scelta.

## 4 Protezione massima consentita

La seguente tabella riassume i valori della protezione massima consentita per i diversi inverter SMA.

Tipo di inverter	Protezione massima (intensità di corrente)
SBS2.5-1VL-10	16 A
SB1.5-1VL-40 / SB2.0-1VL-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
SB3.0-1AV-40 / SB3.6-1AV-40 / SB4.0-1AV-40 / SB5.0-1AV-40	32 A
SB3.0-1AV-41 / SB3.6-1AV-41 / SB4.0-1AV-41 / SB5.0-1AV-41 / SB6.0-1AV-41	32 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

Tipo di inverter	Protezione massima (intensità di corrente)
STP3.0-3AV-40 / STP4.0-3AV-40 / STP5.0-3AV-40 / STP6.0-3AV-40	32 A
STP 5000TL-20 / 6000TL-20 / 7000TL-20 / 8000TL-20 / 9000TL-20 / 10000TL-20 / 12000TL-20	32 A
STP8.0-3AV-40 / STP10.0-3AV-40	32 A
STP 8000TL-10 / 10000TL-10 / 12000TL-10 / 15000TL-10 / 17000TL-10	50 A
STP 15000TLEE-10 / 20000TLEE-10	50 A
STP 15000TL-30 / 20000TL-30 / 25000TL-30	50 A
STP 50-40	100 A
STP 50-41	100 A
STP 60-10	125 A
SHP 75-10	160 A