Disjuntor

Dimensionamento de disjuntores adequados

para inversores sob influências específicas das instalações fotovoltaicas

Conteúdo

A selecção do disjuntor correcto depende de diversos factores. Especialmente em sistemas fotovoltaicos, os efeitos resultantes de alguns factores são mais acentuados do que em instalações eléctricas normais.

Se esses factores não forem tidos em conta, aumenta o risco de o disjuntor disparar em condições de operação normais. Por este motivo, é importante dar especial atenção a estas influências. Só assim é possível garantir um funcionamento fiável do sistema fotovoltaico e a maior injecção possível na rede.

As páginas seguintes descrevem os factores que devem ser tidos em conta ao seleccionar um disjuntor, as influências especiais em sistemas fotovoltaicos e as consequências resultantes de um disjuntor mal dimensionado. No final é apresentada, sob a forma de tabela, uma vista geral da protecção máxima admissível dos inversores SMA Sunny Boy, Sunny Mini Central e Sunny Tripower.

1 Factores de influência na selecção do disjuntor adequado

1.1 Factores de influência gerais

Os pré-requisitos gerais para a selecção de um disjuntor são estabelecidos por normas e por disposições nacionais específicas.

Em seguida são identificados factores de influência gerais que têm de ser tidos em conta quando da selecção de um disjuntor adequado:

Influências sobre a capacidade do cabo em termos de transporte de corrente:

- **Tipo de cabo utilizado**

  A capacidade do cabo utilizado em termos transporte de corrente depende da secção, do material e do tipo de cabo (isolamento, número de condutores, etc.). Por isso, o disjuntor tem de limitar a corrente para que esta não seja excedida.

- **Temperatura ambiente do cabo**

  Uma temperatura ambiente elevada no cabo origina uma diminuição da capacidade de transporte de corrente.

- **Tipo de assentamento do cabo**

  Se o cabo for assentado, p. ex., em material isolante, a sua capacidade de transporte de corrente diminui. Quanto pior for a dissipação de calor do cabo, menor é a sua capacidade de transporte de corrente.

- **Acumulação de cabos**

  Se os cabos forem assentados muito juntos, aquecem-se mutuamente. O aquecimento dos cabos reduz a sua capacidade de transporte de corrente.

Outras influências sobre o dimensionamento:

- **Impedância da malha**

  A impedância da malha do cabo limita a corrente em caso de erro. Isto não pode exercer qualquer influência sobre o tempo de disparo do disjuntor.

- **Aquecimento mútuo de disjuntores**

  Se os disjuntores forem alinhados demasiado juntos, aquecem-se mutuamente. Se o aquecimento for demasiado, eles disparam mesmo abaixo da sua corrente nominal.

- **Temperatura ambiente do disjuntor**

  Um aumento da temperatura ambiente do disjuntor limita a dissipação de calor. Por conseguinte, o disjuntor dispara a uma corrente inferior à sua corrente nominal.

- **Selectividade**

  Fusíveis/disjuntores seguidos têm de estar conjugados de forma a evitar disparos inadvertidos de dispositivos de protecção localizados a montante.

- **Tipo de aparelho ligado**

  Conforme o comportamento de arranque do aparelho ligado, as características têm de ser diferentes para evitar disparos desnecessários.

1.2 Factores de influência específicos dos sistemas fotovoltaicos

Em sistemas fotovoltaicos, alguns dos factores de influência acima mencionados podem ter mais importância na selecção do disjuntor do que em instalações comuns.

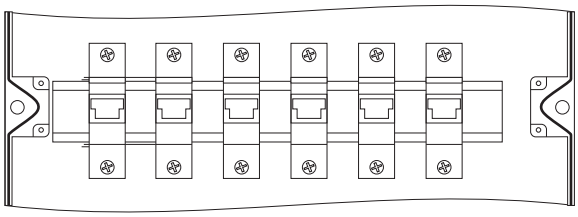
Em seguida, são referidos os factores de influência específicos de sistemas fotovoltaicos que têm de ser considerados na selecção de um disjuntor adequado:

- **Temperatura ambiente do cabo**

  Em sistemas fotovoltaicos é frequente o assentamento de cabos no exterior (sistemas em terrenos abertos, sistemas em telhados planos, etc.). Nesses locais, presume-se que a temperatura ambiente seja mais elevada do que dentro de edifícios. O aumento da temperatura ambiente reduz a capacidade de transporte de corrente.

- **Aquecimento mútuo de disjuntores**

  Em sistemas fotovoltaicos, também é frequente que a disjuntores adjacentes sejam ligados inversores que injectem simultaneamente a sua corrente máxima na rede (simultaneidade). Assim, os disjuntores aquecem mais rapidamente, o que pode resultar em disparos prematuros. De forma a garantir uma dissipação suficiente de calor e evitar disparos prematuros, é necessário que as distâncias entre cada um dos disjuntores sejam maiores.

  Para reduzir o aquecimento prejudicial, nos dados técnicos do disjuntor é especificado um factor de correcção. O factor de correcção pode ser, p. ex., 0,77 no caso de nove aparelhos alinhados. Assim, o disjuntor com corrente nominal de 50 A comporta-se como se a sua corrente nominal fosse 0,77 x 50 A = 38,5 A.

  Se esta corrente não for suficiente, pode utilizar-se, p. ex., um disjuntor com corrente nominal mais elevada. Nesse caso, é necessário ter em consideração que, consoante a situação (sem simultaneidade), o fusível também só reage quando atingida a sua corrente nominal. O cabo ligado tem também de possuir uma capacidade de transporte de corrente adequada ou tem de ser substituído por um cabo de maior secção.

  Outra possibilidade é aumentar a distância entre os disjuntores. Isto permite uma maior dissipação de calor e evita um disparo indesejado.

- **Temperatura ambiente do disjuntor**

  Devido à simultaneidade descrita anteriormente, o distribuidor em que está instalado o disjuntor pode aquecer mais do que é habitual em instalações comuns.

  Uma vez que as distribuições eléctricas em sistemas fotovoltaicos são frequentemente estabelecidas fora de edifícios, é necessário contar com temperaturas mais elevadas no distribuidor.

  Os dados relativos aos factores de redução desta influência são indicados nos dados técnicos do disjuntor.

- **Tipo de aparelho ligado**

  A característica aplicável ao respectivo inversor deve ser consultada no manual de instalação.
  As propriedades de seccionamento de carga de um disjuntor podem ser utilizadas para separar o inversor sob carga da rede.

  Um fusível roscado, p. ex., Diazed (sistema D) ou Neozed (sistema D0), não é seccionador de carga e, portanto, pode ser usado como protecção de cabo, mas **não** como dispositivo seccionador da carga.

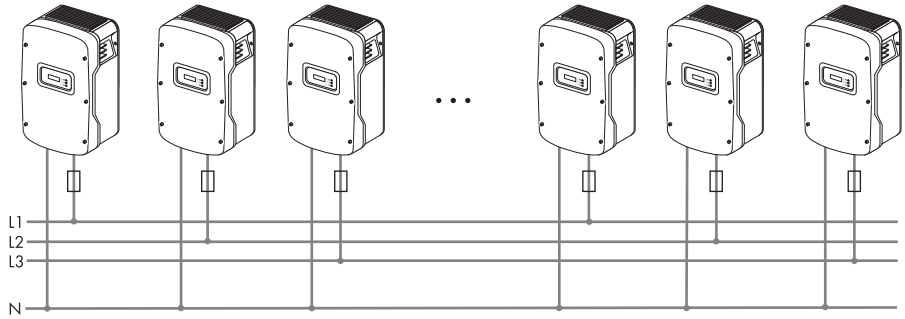
  O fusível pode danificar-se durante a separação sob carga ou a sua função pode ser prejudicada devido a desgaste dos contactos.

  Não é permitido ligar qualquer equipamento consumidor adicional entre o disjuntor e o inversor.

2 Exemplo de cálculo

Exemplo de dimensionamento térmico de um disjuntor num sistema fotovoltaico em modo de funcionamento paralelo em rede

Sistema fotovoltaico com nove inversores Sunny Mini Central 7000HV e três inversores por fase.



Dados técnicos necessários do Sunny Mini Central 7000HV:

- corrente máxima de saída = 31 A
- protecção máxima admissível do Sunny Mini Central = 50 A
- A selecção do cabo, o tipo de assentamento, as temperaturas ambiente e outras condições restringem a protecção máxima do cabo.

  Neste exemplo, parte-se do princípio de que o cabo seleccionado (6 mm²) ainda pode suportar uma corrente nominal de 32,2 A com o assentamento exemplificado.

Selecção dos disjuntores

- A corrente nominal máxima possível do cabo utilizado e a protecção máxima possível do Sunny Mini Central limitam a corrente nominal máxima possível dos disjuntores.

Exemplo de selecção térmica de um disjuntor de 40 A com a característica de disparo B, sem distância entre os disjuntores

- Neste exemplo são usados 40 A.
- Verifique ainda a aplicabilidade térmica dos disjuntores.

Factores de carga conforme os dados da ficha técnica:

- Redução devido a carga permanente > 1 h = 0,9
  (em sistemas fotovoltaicos são possíveis cargas permanentes durante mais do que uma hora)
- Redução devido ao alinhamento de nove disjuntores sem espaço entre eles = 0,77
  (se for utilizado apenas um disjuntor, o factor é = 1)
- Aumento da corrente nominal devido a temperaturas ambiente de 40°C no distribuidor = 1,07
  (resulta do dimensionamento dos disjuntores para 50°C)

Resultado:

A corrente de carga nominal do disjuntor é determinada do seguinte modo:
Ibn = 40 A x 0,9 x 0,77 x 1,07 = 29,7 A

Conclusão:

No presente caso, não pode utilizar o disjuntor seleccionado, uma vez que a corrente máxima admissível para um funcionamento sem perturbações é inferior à corrente máxima de saída do inversor utilizado.
Ele disparará durante o funcionamento nominal.

Solução 1:

Utilize um disjuntor de 50 A. Assim, a corrente máxima admissível será de 37,1 A
(Ibn = 50 A x 0,9 x 0,77 x 1,07 = 37,1 A) e o disjuntor **não** disparará durante o funcionamento nominal. Tenha em atenção que o cabo seleccionado de 6 mm² não pode ser usado nesta solução. É necessário utilizar um cabo com uma secção superior. A capacidade de corrente deste cabo tem de ser adequada à protecção seleccionada.

Solução 2:

Aumente a distância entre os disjuntores para 8 mm e utilize um disjuntor de 40 A. O factor de redução é, neste caso, 0,98 em vez de 0,77. Assim, a corrente máxima admissível é de 37,7 A
(Ibn = 40 A x 0,9 x 0,98 x 1,07 = 37,7 A) e o disjuntor **não** dispara durante o funcionamento nominal. Tenha em atenção que o cabo seleccionado de 6 mm² não pode ser usado nesta solução. A capacidade de corrente deste cabo tem de ser adequada à protecção seleccionada.

3 Protecção máxima admissível

É possível obter uma vista geral da protecção máxima admissível dos diversos inversores SMA na seguinte tabela:

Modelo do inversor	Protecção máxima (intensidade de corrente)
Sunny 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 / 110000TLRP-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