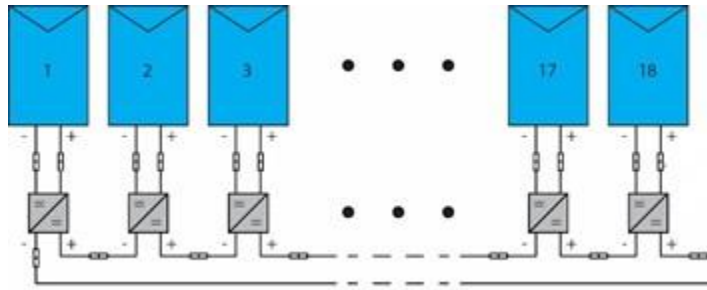


Nota técnica – Requisitos de fusíveis em arranjos FV em sistemas SolarEdge

Introdução

O projeto e a instalação de strings são significativamente diferentes em sistemas SolarEdge, em comparação com sistemas de inversores de string convencionais. Os módulos FV não são conectados em série diretamente. Cada módulo FV no arranjo é conectado à entrada de um otimizador de potência SolarEdge, e os cabos de saída do otimizador de potência são conectados uns aos outros em série.



Consequentemente, o comportamento dos sistemas SolarEdge em condições de falha é diferente de sistemas de inversores string convencionais.

Este documento compara os mecanismos de proteção contra sobrecorrente de ambos os sistemas e analisa as respostas dos sistemas a diferentes cenários de falha. Esta análise conclui que, para a maioria das instalações comuns¹, devem-se usar fusíveis nas séries FV com SolarEdge somente nos casos em que se instalam quatro ou mais strings.

Todos os equipamentos no segmento do inversor e dos otimizadores (conectores², cabos, seccionadores, etc.) devem ter classificação nominal de 36 A.

Ao conectarem-se as strings diretamente ao inversor, os fusíveis em uma polaridade são suficientes para proteger ambas as polaridades, conforme exige a norma HD 60364-7-712 cl. 712.432.101.

Requisitos dos fusíveis de strings

Segundo as normas IEC 62548 e US NEC-2017, Artigo 690.9, é preciso ter proteção contra sobrecorrente nas strings (fusíveis de série), quando uma eventual corrente reversa pode exceder a classificação nominal máxima do módulo FV. Segundo a norma EN 60269-6, um fusível de string deverá desconectar correntes que sejam 1,35 vez (IEC) ou 1,56 vez (US NEC) superiores à sua classificação nominal, dentro de uma hora. Isto é, os cabos e módulos devem suportar correntes até 35% (IEC) ou 56% (US NEC) superiores por uma hora. Em períodos mais curtos, podem ocorrer correntes maiores; isto é, os cabos e módulos são capazes de suportar correntes maiores por até uma hora.

Em sistemas SolarEdge, os módulos FV não são conectados diretamente ao inversor. Portanto, ao avaliar a necessidade de fusíveis de strings, o instalador deve considerar se uma eventual corrente reversa poderá afetar todos os componentes do sistema, tais quais módulos FV, otimizadores, stringbox, conectores, etc.

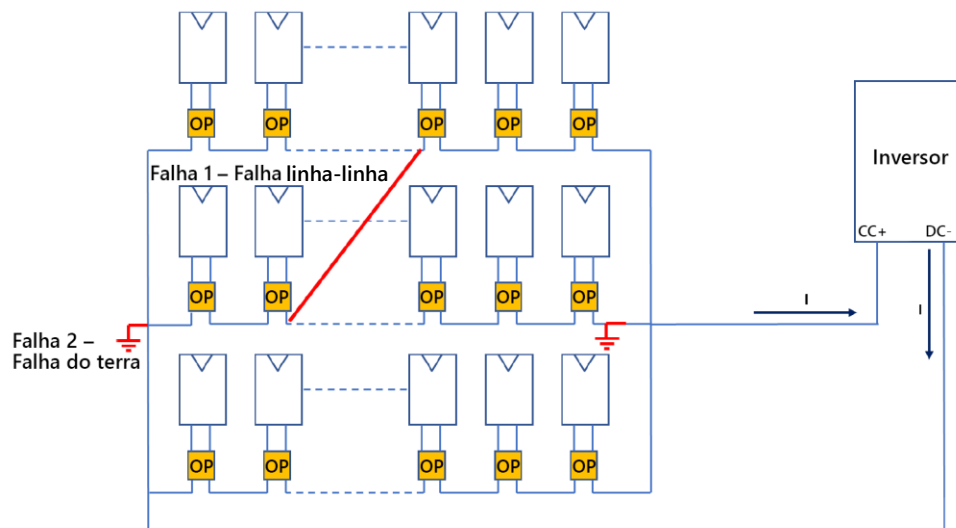
Cenários de falha

Para produzir uma corrente reversa em um sistema FV, uma string ou parte de uma string deve estar em curto-circuito. Isso pode ser resultado de duas falhas consecutivas a terra ou de uma falha linha-linha.

A imagem a seguir apresenta um esquemático de duas falhas de isolamento:

¹Exceto o uso do otimizador M1600

² [https://ec.staubli.com/AcroFiles/Catalogues/PV_Sol-Main-11014092_\(en\)_hi.pdf#page=12-13](https://ec.staubli.com/AcroFiles/Catalogues/PV_Sol-Main-11014092_(en)_hi.pdf#page=12-13)



Curtos-circuitos linha-terra

Sistemas de inversores de string

Em sistemas de inversores de string, uma falha a terra resultará em uma indicação de falha de isolamento no inversor, e inversores sem transformador vão se desconectar da rede; entretanto, a falha permanecerá. No caso de uma segunda falha de isolamento em outra parte do sistema CC (seja na mesma string, seja em uma string diferente), a string ou parte da string entrará em curto-circuito. Então, uma corrente reversa crítica, maior que a classificação nominal do fusível do módulo FV, poderá fluir através dos módulos FV. É preciso ter um dispositivo de proteção contra sobrecorrente, com uma classificação nominal de corrente menor que a classificação nominal máxima do módulo FV, para que se interrompa essa corrente reversa. No caso de uma corrente reversa menor que a classificação nominal do módulo, a corrente não será interrompida, e haverá o risco de incêndio no local de falha do terra. Do ponto de vista da norma, o risco é considerado baixo e, portanto, dispensa proteção.

Sistemas SolarEdge

Em sistemas SolarEdge, uma falha do terra provocará uma reação de falha do isolamento, levando a um desligamento do sistema. Além de o inversor ser desconectado, os otimizadores serão desligados e entrarão no modo de segurança, reduzindo a corrente da string a um nível seguro, de cerca de 0 A. Em caso de uma segunda falha, poderá haver cenários em que a corrente correrá momentaneamente. Quando houver três strings paralelas ou menos instaladas, o sistema SolarEdge sustentará a corrente resultante, e os otimizadores minimizarão as chances de a corrente reversa chegar aos módulos. Portanto, dispensa-se proteção adicional para as strings.

Curtos-circuitos linha-linha

Devido ao uso de cabos com núcleo único duplamente isolado, o risco de falhas linha-linha é baixo. Assim, para proteger os módulos FV contra os efeitos dos curtos-circuitos, a norma não exige dispositivos adicionais de proteção contra sobrecorrente (como fusíveis de séries). Apesar disso, é preciso considerar tais falhas.

Sistemas de inversores de string

Em sistemas de inversores de string, falhas linha-linha podem criar uma corrente reversa crítica. Para proteger os módulos FV, a proteção contra sobrecorrente da string é necessária quando a classificação nominal do módulo FV é insuficiente. Entretanto, mesmo com fusíveis de série, quando a corrente é inferior à classificação nominal do módulo, há uma corrente no local de falha, o que pode resultar em incêndio.

Sistemas SolarEdge

Os otimizadores de potência SolarEdge fornecem limitação interna de corrente. Graças à topologia dos otimizadores e ao controle das chaves, não é possível que uma corrente reversa chegue a um módulo FV. Os otimizadores limitam a corrente na entrada do módulo FV a no máximo 14 A (dependendo do modelo) e limitam a corrente no circuito de saída CC dos otimizadores a no máximo 18 A³. Os otimizadores de potência SolarEdge são certificados a fornecerem zero corrente de retroalimentação para o módulo FV e zero corrente de retroalimentação para o restante da string, isto é, a corrente da string pode fluir apenas em uma única direção. Portanto, não há o risco de correntes reversas nos módulos.

Na maioria dos casos, uma falha linha-linha afeta o controle de tensão fixa e leva imediatamente ao desligamento do sistema, inclusive o desligamento dos otimizadores, reduzindo assim a corrente da string a um nível seguro, de cerca de 0 A. Entretanto, se a dimensão dos cabos não for apropriada para conduzir uma corrente equivalente à corrente máxima, poderá ser necessário ter dispositivos de proteção contra sobrecorrente para proteger os cabos até que ocorra o desligamento.

Ao instalar três strings paralelas ou menos, nenhuma proteção contra sobrecorrente das strings será necessária, desde que os cabos sejam capazes de suportar uma possível corrente reversa por 15 segundos. Em contraste com os sistemas de inversores de string convencionais, devido aos otimizadores não há corrente após esse período, e não há risco de incêndio no local da falha em si.

Proteção contra sobrecarga

Sistemas de inversores de string

Em sistemas de inversores string, as correntes da string podem exceder os valores STC da folha de dados do módulo. Portanto, usa-se uma margem de segurança (por exemplo, 10%) para levar em conta irradiâncias maiores e outras condições ambientes que podem aumentar a corrente.

Sistemas SolarEdge

Nos sistemas SolarEdge, a corrente da string limita-se à corrente de saída máxima do otimizador, mesmo que a corrente do módulo aumente em razão das condições ambientes. Além disso, os otimizadores limitam a corrente na entrada do módulo FV. Portanto, não é preciso usar uma margem de segurança ao calcular a corrente máxima da string.

³Exceto o uso do otimizador M1600