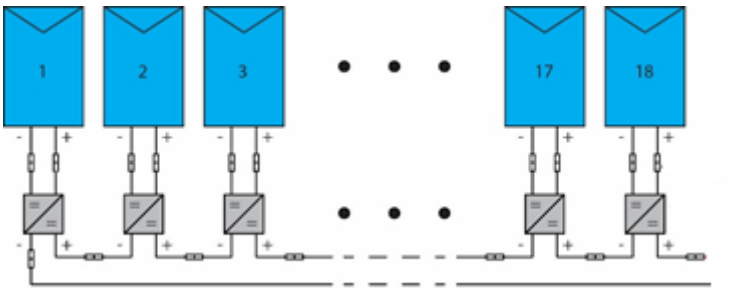
Notes techniques – Règlementation des fusibles DC dans les systèmes SolarEdge

Introduction

La conception et l'installation de chaîne sont techniquement différentes dans un système SolarEdge par rapport à un onduleur de chaîne traditionnelle. Les modules PV ne sont pas directement connectés en série. Chaque module PV dans le champ est connecté à l'entrée d'un optimiseur de puissance SolarEdge, et les câbles de sortie de l'optimiseur de puissance sont connectés les uns aux autres en série.



Par conséquent, le fonctionnement d'un système SolarEdge en cas de défaillance diffère de celui d'un système d'onduleur de chaîne traditionnelle.

Le présent document compare les mécanismes de protection contre les surintensités des deux systèmes et analyse les réponses des systèmes aux différents cas de défaillance. Il ressort de cette analyse que dans la plupart des installations courantes[1], les fusibles sur chaîne ne doivent être utilisés que dans les cas où au moins quatre chaînes sont installées.

Tous les équipements compris dans le segment onduleurs-optimiseurs (connecteurs[2], câbles, déconnecteurs, etc.) doivent avoir une valeur de 36A.

Lorsque les chaînes sont directement connectées à l'onduleur, les fusibles sur une seule polarité suffisent à protéger les deux polarités, conformément à la norme HD 60364-7-712 cl. 712.432.101.

Exigences de fusibles sur une chaîne DC d'optimiseurs

Selon la norme IEC 62548 et l'article 690.9 de la norme US NEC-2017, une protection contre les surintensités de chaîne (fusibles sur chaîne) est nécessaire si le courant inverse possible est plus élevé que la valeur du fusible du module PV. Selon la norme EN 60269-6, un fusible sur chaîne doit déconnecter dans l'heure un courant dont la valeur nominale est 1,35 x IEC)/1,56 x (US NEC), ce qui signifie que les câbles et les modules doivent tolérer des courants jusqu'à 35 % (IEC)/56 % (US NEC) plus élevés pendant une heure. Dans des délais plus courts, des courants plus élevés peuvent se produire, ce qui signifie que les câbles et les modules doivent être capables de supporter des courants encore plus élevés jusqu'à une heure.

Dans un système SolarEdge, les modules PV ne sont pas connectés directement à l'onduleur. Par conséquent, pour déterminer s'il est nécessaire d'utiliser les fusibles sur chaîne, l'installateur doit examiner si le courant inverse est susceptible d'affecter tous les composants du système, tels que les modules PV, les optimiseurs, la boîte de combinaison, etc.

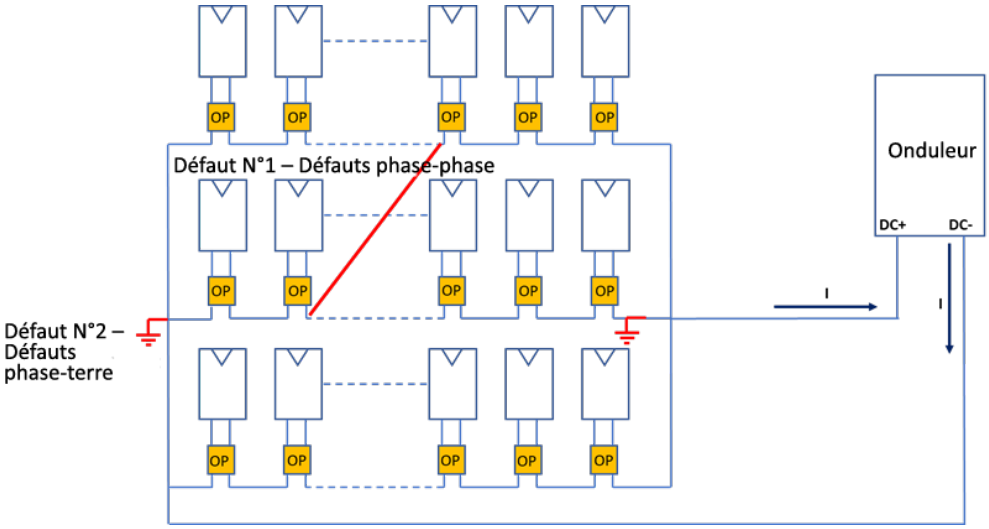
[1] En excluant l'utilisation de l'optimiseur M1600

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

Scénarios de défaut

Pour qu'un courant inverse soit créé dans un système PV, une chaîne ou une partie d'une chaîne doit être court-circuitée. Ceci peut être causé soit par deux défauts d'isolement (défaut phase-terre), soit par un défaut phase-phase.

Un schéma des deux scénarios de défauts d'isolement est représenté dans la figure ci-après :



Court-circuits en raison de défauts phase-terre (masse)

Système d'onduleur de chaîne

Dans les systèmes d'onduleur de chaîne, un défaut à la terre créera une indication de défaut d'isolement au niveau de l'onduleur et l'onduleur dépourvu de transformateur sera également débranché du réseau, toutefois le défaut demeure. Dans le cas d'un deuxième défaut d'isolement dans une autre partie du système DC (que ce soit sur la même chaîne ou bien sur une chaîne différente), la chaîne ou une partie de celle-ci est court-circuitée. Puis un courant inverse critique, supérieur à la valeur du fusible du module PV, peut circuler par les modules PV. Un dispositif de protection contre les surintensités sur la chaîne, avec une valeur de courant inférieure à la capacité maximale du fusible du module PV, est nécessaire pour interrompre ce courant. Dans le cas d'un courant inverse plus faible que la capacité du fusible du module, ce courant ne sera pas interrompu, et peut constituer un risque d'incendie à l'endroit du défaut à la terre. Du point de vue de la norme, ce risque est considéré comme faible et par conséquent une protection n'est pas nécessaire.

Les systèmes SolarEdge

Dans les systèmes SolarEdge, un défaut à la terre créera une réaction de défaut d'isolement conduisant à l'arrêt du système. Non seulement l'onduleur est déconnecté, mais les optimiseurs sont interrompus et passent en mode de sécurité, tout en réduisant le courant de la chaîne à un niveau sûr, aux alentours de 0A. Dans le cas d'un second défaut, il peut exister des scénarios où le courant circule momentanément. Dans le cas où trois chaînes parallèles ou moins sont installées, le système SolarEdge maintient le courant résultant, et les optimiseurs minimisent les risques que le courant inverse circule vers les modules. Par conséquent, aucune protection supplémentaire de la chaîne n'est nécessaire.

Court-circuits en raison de défauts phase-phase

En raison de l'utilisation de câbles monoconducteurs avec une double isolation, le risque de défauts phase-phase est faible. Par conséquent, pour protéger les modules PV contre les effets de court-circuits, aucun dispositif de protection supplémentaire contre la surintensité (à l'instar des fusibles sur chaîne) n'est requis par la norme. Néanmoins, ces défauts doivent être pris en considération.

Système d'onduleur de chaîne

Dans les systèmes d'onduleur de chaîne, un défaut phase-phase peut créer un courant inverse critique. Pour protéger les modules PV, une protection contre les surintensités sur chaîne est nécessaire si la capacité du fusible du module PV est insuffisante. Néanmoins, même avec des fusibles sur chaîne, lorsque le courant est plus faible que la capacité du fusible du module, il y a un courant à l'endroit du défaut, et il peut provoquer un incendie.

Les systèmes SolarEdge

Les optimiseurs de puissance SolarEdge fournissent une limitation de courant interne. En raison de la topologie de l'optimiseur et du contrôle des interrupteurs, aucun courant inverse ne peut circuler vers un module PV. La limite de courant des optimiseurs à l'entrée du module PV peut atteindre 14A (en fonction du modèle) et la limite de courant au niveau de la sortie de circuit DC de l'optimiseur peut atteindre 18A[3]. Les optimiseurs de puissance SolarEdge ont été certifiés pour ne fournir aucun courant de réalimentation (backfeed) au module PV, et également vers le reste de la chaîne, ce qui signifie que le courant de la chaîne ne peut circuler que dans une seule direction. Par conséquent, il n'y a aucun risque de courant inverse dans les modules.

Dans la plupart des cas, un défaut phase-phase affecte la régulation de tension fixe conduisant immédiatement à l'arrêt du système, y compris l'arrêt des optimiseurs, et la réduction du courant de la chaîne à un niveau sûr aux alentours de 0A. Toutefois si les câbles ne sont pas dimensionnés de manière à avoir les capacités de transport de courant appropriées pour le courant maximum, des dispositifs de protection contre les surintensités peuvent s'avérer nécessaires pour protéger les câbles jusqu'à ce que l'arrêt se produise.

Lors de l'installation de trois chaînes parallèles ou moins, aucune protection contre les surintensités sur chaîne n'est nécessaire si les câbles sont en mesure de résister à un courant inverse potentiel pendant 15 secondes. En comparaison avec les systèmes traditionnels d'onduleur de chaîne, il n'y a plus de courant après ce délai, et aucun risque d'incendie à l'endroit du défaut lui-même.

Protection de surcharge

Système d'onduleur de chaîne

Dans les systèmes d'onduleur de chaîne, les courants de chaîne peuvent être plus élevés que les valeurs STC dans la fiche technique du module. Par conséquent, une marge de sécurité est utilisée (par exemple de 10 %) afin de tenir compte de rayonnements plus élevés et d'autres conditions ambiantes susceptibles d'accroître le courant.

Les systèmes SolarEdge

Dans un système SolarEdge, le courant de chaîne est limité au courant de sortie maximum de l'optimiseur, même si le courant du module augmente en raison des conditions ambiantes. En outre, les optimiseurs limitent le courant à l'entrée du module PV. Par conséquent, aucune marge de sécurité n'est nécessaire lors du calcul du courant de chaîne maximum.

[3] En excluant l'utilisation de l'optimiseur M1600