Note technique - Tension de chaîne fixe SolarEdge, Concept d'opération

Le système SolarEdge maintient une tension de chaîne fixe indépendamment des caractéristiques de la chaîne et des conditions environnementales. Cette note d'application détaille le concept d'opération de la tension de chaîne fixe SolarEdge et ses avantages.

Concept d'opération

L'optimiseur de puissance SolarEdge est un convertisseur de puissance CC-CC connecté à chaque module par des câbles à sa boîte de jonction. Les optimiseurs de puissance, en utilisant une boucle de commande d'entrée, exécutent le MPPT par module et permettent la surveillance des performances de chaque module. Dans un processus indépendant, les optimiseurs de puissance permettent à l'onduleur de maintenir automatiquement une tension de chaîne fixe, à l'endroit optimal pour la conversion courant continu-courant alternatif par l'onduleur, indépendamment de la longueur de la chaîne et de la performance du module individuel.

Les principes de fonctionnement du système SolarEdge sont illustrés dans l'exemple suivant, qui examine le comportement d'un système dans des conditions variables.

L'exemple de système se compose de 10 modules 200W. Chaque module dispose d'un optimiseur de puissance, essentiellement un convertisseur buck-boost DC / DC avec un contrôleur MPPT. Les optimiseurs de puissance sont connectés en série pour former une chaîne; plusieurs chaînes peuvent être connectées en parallèle à la même entrée de l'onduleur SolarEdge. L'onduleur SolarEdge est une source de courant à étage unique - il adapte en permanence le courant qu'il tire du générateur photovoltaïque afin de maintenir constante la tension d'entrée.

L'optimiseur de puissance SolarEdge est très efficace, avec un rendement de conversion maximum de 98% sur une large gamme de conditions. Toutefois, par souci de simplicité de calcul, nous prenons dans ce calcul une hypothèse de 100% de rendement pour l'optimiseur de puissance.

Scénario 1 - Conditions idéales: Initialement, nous supposons que tous les modules sont exposés au plein ensoleillement, chacun délivrant 200W de puissance. La puissance de sortie de chaque module solaire est maintenue au point de puissance maximale du module par une boucle de commande d'entrée à l'intérieur de l'optimiseur de puissance correspondant. Cette boucle MPP prescrit à l'optimiseur de puissance un courant d'entrée **Iin** et une tension d'entrée **Vin** qui assurent le transfert de l'ensemble des 200W du module vers la chaine. Nous supposons une tension MPP pour chaque module (compte tenu de modules parfaitement adaptés à des fins de démonstration) de
Vmpp = 32V. Cela signifie que la tension d'entrée à l'optimiseur de puissance est de 32 V et le courant d'entrée est 200W/32V = 6,25. La tension d'entrée de l'onduleur est commandée par une boucle de contre-réaction séparée. Par souci de simplicité, dans cet exemple, l'onduleur nécessite 400V fixe. Comme il ya dix modules connectés en série, chacun offrant 200W, le courant de l'onduleur entrée est 2000W/400V = 5A. Ainsi, le courant de chaine circulant dans chacun des optimiseurs de puissance doit être 5A. Cela signifie que chaque optimiseur de puissance dans cet exemple fournit une tension de sortie de 40V = 200W/5A. Dans ce cas, les optimiseurs de puissance agissent en tant que convertisseurs CC-CC, convertissant la tension d'entrée 32V à la tension de sortie de 40V.

Les différents courants du système et des tensions dans ce cas sont illustrés dans la Figure 1.

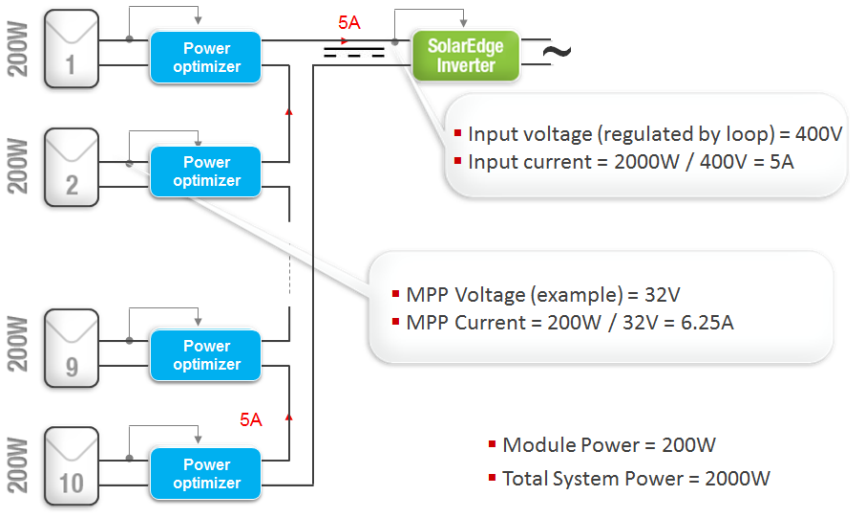

Figure 1: Fonctionnement dans des conditions idéales

Scénario 2 - ombrage partiel: Supposons par exemple que le module n ° 9 est ombragé et produit par conséquent seulement 40W de puissance. Les 9 autres modules ne sont pas ombragés et chacun produit encore 200W de puissance. L'optimiseur de puissance du module ombragé conserve le module à son point de puissance maximale, qui est maintenant réduit à cause de l'ombrage. En supposant un
Vmpp = 28V, le courant est 40W/28V = 1.43A. La puissance totale produite par la chaîne est maintenant 9x200W +40 W = 1840W. L'onduleur devant toujours maintenir une tension d'entrée de 400V, le courant de l'onduleur entrée sera désormais 1840W/400V = 4.6A. Cela signifie que le courant continu de la chaine doit être de 4.6A. Par conséquent, les optimiseurs de puissance des 9 modules non ombragés auront une tension de sortie de 200W/4.6A = 43.5V.

En revanche, l'optimiseur de puissance raccordé au module ombragé sortira 40W/4.6A = 8.7V. L'entrée de l'onduleur peut être obtenue en additionnant 9 modules fournissant 43.5V et 1 module fournissant 8.7V, soit 9x43.5V +8.7 V = 400 V, tel que requis par l'onduleur. Dans ce cas, chacun des 9 optimiseurs de puissance de production de 200W agissent essentiellement comme des convertisseurs amplifiants, convertissant la tension d'entrée de 32V à une tension de sortie de 43.5V, alors que l'optimiseur de puissance du module n ° 9 agit comme un convertisseur abaisseur, convertissant la tension d'entrée de 28V à une tension de sortie de 8.7V.

Les différents courants du système et des tensions dans ce cas sont illustrés dans la Figure 2.

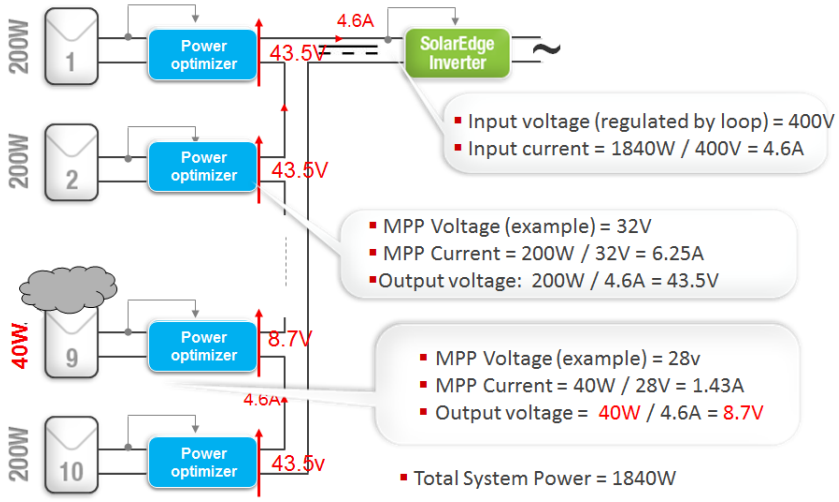

Figure 2: Fonctionnement avec ombrage partiel

Comme l'a montré l'exemple, chacun des modules fonctionne à son point de puissance maximale, indépendamment des conditions d'exploitation.

Une comparaison entre le fonctionnement du système dans ces deux cas peut être vue sur la Figure 3. Notez que les types de conversion
DC / DC sont automatiquement utilisés, en fonction des conditions environnementales.

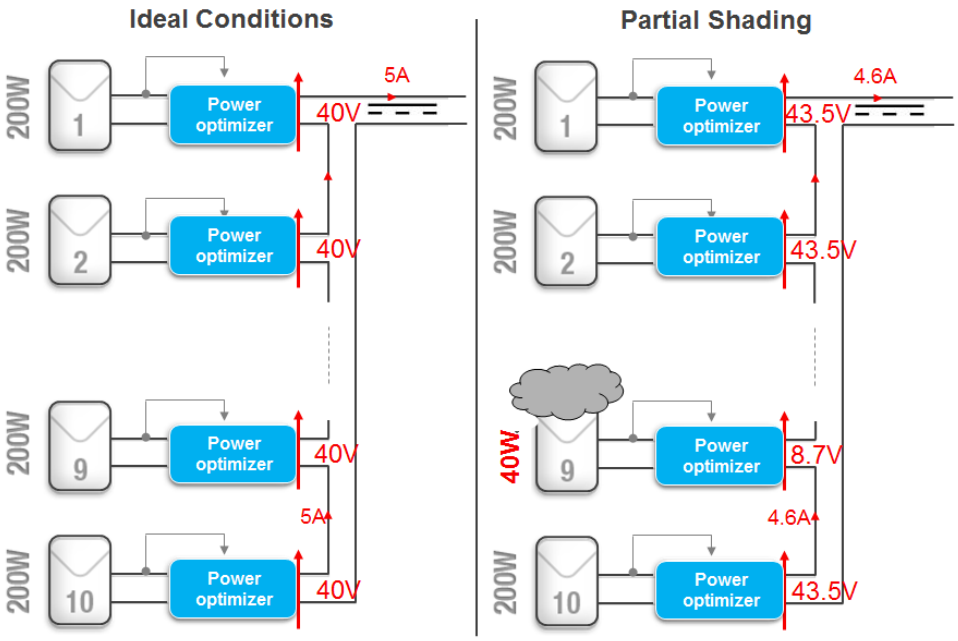

Figure 3: Comparaison de cas

Avantages de tension de chaîne fixe

La tension de chaîne fixe entretenue par les optimiseurs de puissance SolarEdge offre de multiples avantages:

- **Conception Flexible** – Des modules différents peuvent être connectés en série dans une chaîne. Le nombre de modules sur une chaîne unique ne dépend pas de la tension de sortie du module et donc une large plage de longueur de chaîne est autorisée.
- **Rendement élevé de l'onduleur et fiabilité** - les composants de l'onduleur SolarEdge fonctionnent à une tension fixe, fonctionnant à moindre stress. L'onduleur fonctionne toujours à une tension qui maintient le rendement de conversion CC à AC optimal, indépendamment de la longueur de chaîne ou des conditions environnementales.
- **Réduction des coûts d'installation** – Des chaines plus longues réduisent le nombre de composants BoS.
- **Indifférence aux changements de température** - la tension de chaîne fixe SolarEdge élimine complètement les contraintes de température qui limitent fortement la longueur de chaîne dans les systèmes traditionnels.
- **Amélioration de la sécurité** - tous les optimiseurs de puissance démarrent en mode de sécurité avec une "sortie de 1V " jusqu'à ce que les optimiseurs de puissance soient connectés à un onduleur SolarEdge en fonctionnement. En outre, dans le cas d'un arrêt du réseau électrique, l'onduleur débraye et automatiquement, tous les optimiseurs cessent immédiatement de produire de l'énergie et retournent à ce mode.