Energie
Programmes nationaux de recherche 70 et 71

Projet

Transformateurs SiC dans le réseau électrique

Plus de flexibilité pour le photovoltaïque grâce à de nouveaux transformateurs

Plus de flexibilité pour le photovoltaïque grâce à de nouveaux transformateurs

Afin de pouvoir injecter davantage de courant solaire dans le réseau électrique à l'avenir, des ajustements sont nécessaires pour faire face aux fluctuations de cette source d'énergie. Une possibilité consiste à mieux exploiter les restrictions de tension au sein du réseau de distribution, grâce à un nouveau type de transformateurs. Des chercheuses et chercheurs de la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse démontrent comment combiner les avantages des technologies de transformateur nouvelles et existantes.

Cette maisonnette bénéficiera-t-elle prochainement de nouvelles installations ? Une mise à niveau de la technologie des transformateurs serait une solution économique pour adapter le réseau électrique à la transition énergétique. *Source :* AdobeStock

En un coup d'œil

- Les réseaux électriques actuels ne sont pas en mesure d'intégrer un nombre illimité d'installations solaires, car leur production fluctuante est incompatible avec les restrictions de tension.
- Les nouveaux transformateurs électroniques de puissance peuvent rendre le réseau plus tolérant aux fluctuations de tension, mais au détriment de l'efficacité.
- Des transformateurs hybrides combinent la flexibilité de l'électronique de puissance avec l'efficacité et la fiabilité des transformateurs traditionnels.

Afin de concrétiser la vision d'un approvisionnement en énergie propre sans nucléaire, la Stratégie énergétique 2050 mise avant tout sur l'hydroélectricité et le photovoltaïque. En raison du caractère décentralisé et fluctuant de ce dernier, son développement à grande échelle est incompatible avec la configuration actuelle du réseau électrique. En effet, l'injection intermittente de grandes quantités de courant solaire pourrait saturer les lignes électriques. Des restrictions strictes s'appliquent en outre à la tension autorisée dans le réseau basse tension, c'est-à-dire la partie du réseau électrique à laquelle sont raccordées les prises de courant et les installations solaires. Dans de nombreux cas, c'est actuellement cette plage de tension qui limite le potentiel du photovoltaïque.

Les restrictions de tension du réseau basse tension sont liées aux transformateurs qui conditionnent le courant délivré aux prises domestiques. Éprouvés de longue date, les transformateurs traditionnels à bobines de cuivre et noyaux d'acier fonctionnent de manière extrêmement fiable et efficace. Ils peuvent cependant uniquement convertir le courant dans un rapport de tension fixe. C'est pourquoi, les spécifications de tension du niveau de réseau immédiatement supérieur, le réseau moyenne tension, ont également un effet restrictif sur le réseau basse tension.

Assouplir les contraintes

Une transmission de courant plus flexible serait possible grâce aux transformateurs électroniques de puissance. Ce nouveau type de transformateurs, basé sur des composants électroniques en carbure de silicium (SiC), peut modifier non seulement la tension mais aussi la fréquence et la phase du courant alternatif. Cela permettrait de mieux exploiter la plage des tensions autorisées voire de l'étendre, mais aussi de raccorder davantage d'installations solaires. Des chercheuses et chercheurs de l'Institut de génie électrique de la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW) ont calculé la quantité de photovoltaïque qui pourrait être ajoutée à un réseau de distribution grâce à la nouvelle technologie de transformateurs. Par ailleurs, ils ont étudié l'efficacité et la compatibilité environnementale des différents types de transformateurs en fonctionnement.

Pour leurs calculs, les chercheurs ont utilisé les flux d'électricité mesurés durant une année dans une zone d'approvisionnement suisse comptant plus de 100 transformateurs. Ils ont en outre examiné deux scénarios intégrant beaucoup plus d'énergie photovoltaïque : le premier scénario correspond à l'objectif de la Stratégie énergétique 2050, avec une puissance de courant solaire de 11 térawatts à l'échelle de la Suisse. Le second scénario, élaboré par l'association des professionnels de l'énergie solaire Swissolar, quantifie l'ensemble du potentiel photovoltaïque de Suisse et table sur 30 térawatts de courant solaire.

L’expansion au détriment de l’efficacité ?

Les conclusions de leurs travaux confirment les attentes vis-à-vis de la nouvelle technologie. Le remplacement des transformateurs entre les réseaux moyenne et basse tension suffirait presque à lui seul à absorber une quantité de photovoltaïque correspondant au scénario extrême de Swissolar dans la zone de réseau étudiée. Cette capacité serait donc plus que suffisante pour les objectifs de la Stratégie énergétique 2050. Cette solution impliquerait un coût relativement faible, puisqu’elle permettrait d’éviter le renforcement des lignes électriques.

Les calculs montrent cependant aussi que malgré leurs avantages, les transformateurs électroniques de puissance impliquent une perte d’efficacité considérable. Lors de la conversion du courant, les pertes d’énergie sont ainsi presque trois fois plus élevées qu’avec les transformateurs traditionnels. En raison des matériaux nocifs pour l’environnement qu’elle emploie, la nouvelle technologie affiche également un bilan mitigé sur le plan écologique.

L’étude ne se contente toutefois pas de conclure à un compromis entre efficacité et flexibilité. En effet, les chercheuses et chercheurs se sont aussi intéressés à une autre variante : le transformateur hybride, qui conjugue un transformateur traditionnel et un petit composant électronique de puissance. Ce système hybride offre un rapport de tension variable dans une certaine limite, mais s’avère presqu’aussi efficace qu’un transformateur classique.

Le beurre et l’argent du beurre

Malgré leur électronique de puissance moins généreusement dimensionnée, les transformateurs hybrides permettent de réaliser des scénarios photovoltaïques aussi ambitieux que la version standard. À condition toutefois de les faire interagir avec les installations solaires. En effet, les onduleurs qui convertissent le courant continu issu des modules solaires en courant alternatif doivent veiller à ce que l’intensité et la tension du courant n’oscillent pas de façon synchronisée mais avec un décalage de phase. Ceci réduit la différence de tension entre l’installation photovoltaïque et le transformateur réseau et garantit que la plage de tension admissible n’est pas dépassée. Un autre avantage des transformateurs hybrides est leur sécurité. En effet, en cas de défaillance de l’électronique de puissance, la partie traditionnelle à base de fer et de cuivre continue de fonctionner en toute fiabilité.

À la lumière des avantages susmentionnés, les chercheuses et chercheurs recommandent clairement les transformateurs hybrides. À l’instar des transformateurs électroniques de puissance, les transformateurs hybrides permettent un recours au photovoltaïque à grande échelle, et ce sans perte notable d’efficacité et de fiabilité.

Produkte aus diesem Projekt

- Solid-State Transformer Modeling for Analyzing its Application in Distribution Grids
  Date de publication: 01.01.18
- Potential of solid-state transformers for grid optimization in existing low-voltage grid environments
  Date de publication: 01.01.18
- Was können leistungselektronische Transformatoren in Niederspannungsnetzen bewirken ?
  Date de publication: 01.01.18
- Werden Trafos zukünftig zu Multifunktionstools ?
  Date de publication: 01.01.18

Team & Kontakt

Prof. Dr. Nicola Schulz
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
Hochschule für Technik
Klosterzelgstrasse 2
5210 Windisch

+41 56 202 75 73
nicola.schulz@fhnw.ch

Christoph Hunziker

Nicola Schulz
Direction de projet

Le contenu de ce site représente l'état des connaissances au 10.05.2019.