Energie
Programmes nationaux de recherche 70 et 71

Projet

Transformateur électronique "SwiSS" mettant en œuvre des composants SiC

Un nouveau transformateur pour le réseau électrique suisse du futur

Un nouveau transformateur pour le réseau électrique suisse du futur

À l'avenir, de nombreuses sources d'énergie renouvelables décentralisées, telles que l'éolien et le photovoltaïque, alimenteront le réseau en électricité. Pour protéger le réseau contre les surcharges et lui garantir une efficacité suffisante, de nouveaux transformateurs sont nécessaires.



Le réseau électrique de demain devra relever des défis inédits : l'injection fluctuante de courant produit à partir de sources d'énergie renouvelables rend notamment de nouveaux composants indispensables. *Source :* Pixabay

En un coup d'œil

- Les sources d’énergie renouvelables injectent de l’électricité dans le réseau de manière irrégulière.
- L’injection du courant produit par les systèmes photovoltaïques grâce à l’ensoleillement optimal de la mi-journée menace par exemple de déstabiliser le réseau électrique.
- De nouveaux transformateurs électroniques à base de carbure de silicium pourraient contribuer à résoudre ce problème.

Remplacer l’énergie nucléaire par de l’électricité renouvelable – voici comment on pourrait résumer la Stratégie énergétique 2050. Cet énoncé d’apparence simple a toutefois des répercussions sur ce qui est probablement la plus grande infrastructure de Suisse : le réseau électrique. La forte hausse du nombre de centrales photovoltaïques et éoliennes va bouleverser la dynamique du réseau électrique suisse. Alors qu’initialement quelques centrales électriques fournissaient toute l’énergie de façon centralisée, des centaines de milliers de petits producteurs injecteront à l’avenir de l’électricité dans le réseau.

Deux grands problèmes se posent de ce fait dans le réseau électrique. Tout d’abord, dans sa forme actuelle, le réseau risque une surcharge due à une surtension – en particulier à la mi-journée, lorsque le soleil est au zénith et que de nombreux systèmes photovoltaïques injectent leur excédent de production dans le réseau. Ensuite, les réseaux de distribution locaux actuels, par exemple dans les zones résidentielles, ne sont pas préparés à faire face aux importantes variations de tension provoquées par l’injection fluctuante de courant issu de sources d’énergie renouvelables.

Un petit composant chargé d'une grande mission

La solution à ces deux problèmes réside dans un composant bien spécifique : le transformateur, qui a pour mission de convertir les tensions élevées en tensions plus basses ou inversement. Au fil de son trajet entre les centrales électriques et les ménages, la tension est ainsi réduite plus d'un millier de fois : de 380 000 volts au départ jusqu'aux 230 volts requis pour faire fonctionner les bouilloires, sèche-cheveux et autres aspirateurs qui équipent nos foyers.

Aujourd'hui comme il y a 100 ans, les transformateurs sont composés de cuivre et de fer. Grâce à des bobines dotées d'un nombre d'enroulements différent, les transformateurs convertissent le courant électrique de haute en basse tension avec un rapport de tension fixe. Ces composants traditionnels et dépourvus de flexibilité ne sont pas en mesure de compenser les injections de courant fluctuantes des installations photovoltaïques et éoliennes, ce qui peut déstabiliser la tension sur le réseau électrique.

Pour relever ces défis, de nouveaux transformateurs plus flexibles sont indispensables. Bien sûr, ceux-ci doivent être au moins aussi efficaces et fiables que les modèles conventionnels.

Nouveaux matériaux, nouvelles possibilités

Des transformateurs plus flexibles sont possibles grâce à un pilotage électronique. Les matériaux les plus appropriés à cet effet sont les semi-conducteurs en carbure de silicium (SiC), car ils permettent d'atteindre un rendement élevé. Les transformateurs électroniques basés sur ce matériau encore peu étudié ont le potentiel de répondre aux exigences élevées de flexibilité, d'efficacité et de vitesse de commutation qu'imposera le réseau à l'avenir.

Afin de mettre au point des systèmes fiables, économes en énergie et rentables, il convient toutefois d'étudier et de caractériser en détail le nouveau matériau, son mode de fonctionnement et les procédés de fabrication industriels correspondants.

C'est l'objectif que s'était fixé le projet conjoint « Transformateur électronique SwiSS », dont les recherches se sont articulées autour de quatre aspects :

Sous-projet 1 : Principes fondamentaux liés aux matériaux.

Pour fabriquer des dispositifs semi-conducteurs de puissance efficaces et fiables à base de carbure de silicium, les propriétés du matériau – ainsi que les éventuelles difficultés liées à sa fabrication – doivent être parfaitement comprises. À cet effet, l'équipe du projet a eu recours aux équipements de grande envergure de l'Institut Paul Scherrer, tels que le synchrotron et le spectromètre à muons. Les chercheuses et chercheurs s'en sont servi pour analyser les couches de dioxyde de silicium obtenues par croissance thermique et l'interface entre le dioxyde de silicium et le carbure de silicium. Ils ont ainsi pu constater que les propriétés des oxydes obtenus dépendent fortement des propriétés de la surface originale du SiC.

Sous-projet 2 : Développement d'un système de refroidissement passif.

Les nouveaux composants d'électronique de puissance chauffent pendant le fonctionnement et doivent être refroidis. Un groupe de recherche de l'EPF de Lausanne a développé à cet effet un système de refroidissement efficace, qui ne nécessite ni ventilateurs ni pompes et ne consomme pas d'électricité. Pour y parvenir, les chercheurs ont eu recours au principe du thermosiphon, un système fermé avec d'un côté les composants d'électronique de puissance qui doivent être refroidis, et de l'autre côté l'air extérieur vers lequel la chaleur est évacuée. Un fluide frigorigène assure la dissipation de la chaleur d'un côté à l'autre.

Sous-projet 3 : Développement et réalisation d'un transformateur avec la nouvelle technologie du carbure de silicium.

Des chercheurs de l'EPF de Zurich ont développé et testé un prototype de transformateur à base de carbure de silicium. Le convertisseur CA/CC de 3800 volts à 400 volts atteint un rendement de 99 % à pleine charge et une densité de puissance de 3,8 kilowatts par litre (kW/L). Par rapport aux systèmes existants, les pertes sont réduites de moitié et le convertisseur est deux fois plus petit.

Sous-projet 4 : Étude de la possibilité d'utiliser des transformateurs à base de SiC sur le réseau électrique dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050.

Une équipe de chercheuses et de chercheurs de la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW) a notamment étudié l'impact de cette nouvelle technologie sur la stabilité globale du réseau et la durabilité écologique. Les résultats ont montré que les nouveaux transformateurs permettaient d'intégrer au réseau de distribution étudié des installations photovoltaïques dont la capacité de production totale dépasse même les objectifs de la Stratégie énergétique 2050 de la Suisse.

Le projet conjoint démontre que le nouveau matériau semi-conducteur qu'est le carbure de silicium a le potentiel d'améliorer l'efficacité des systèmes électroniques de puissance. Des recherches complémentaires demeurent toutefois nécessaires pour profiter pleinement de ce potentiel en termes d'efficacité et de fiabilité.

Produkte aus diesem Projekt

- Interdisziplinäre Forschung entang einer Wertschöpffungskette
  Date de publication: 01.01.18
- Oft keine, dann wieder viel zu viel Energie
  Date de publication: 01.01.18
- Die Energiewende steckt noch in den Kinderschuhen
  Date de publication: 01.01.18
- Werden Trafos künftig 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



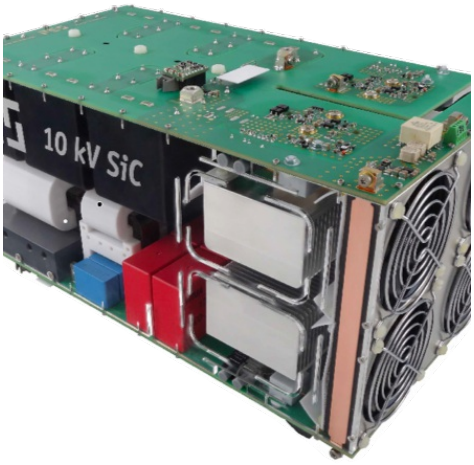
Nicola Schulz
Direction de projet

Projets joints,



Transformateur électronique à composants SiC

Un petit composant doté d’une grande responsabilité



Démonstrateur de transformateur à composants SiC

Utilisation plus efficace de l’énergie électrique grâce aux nouveaux transformateurs SST



Refroidissement des transformateurs à composants SiC

Système de refroidissement ingénieux pour l'électronique de puissance



Transformateurs SiC dans le réseau électrique

Plus de flexibilité pour le photovoltaïque grâce à de nouveaux transformateurs

Le contenu de ce site représente l’état des connaissances au 22.05.2019.