



Energie

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

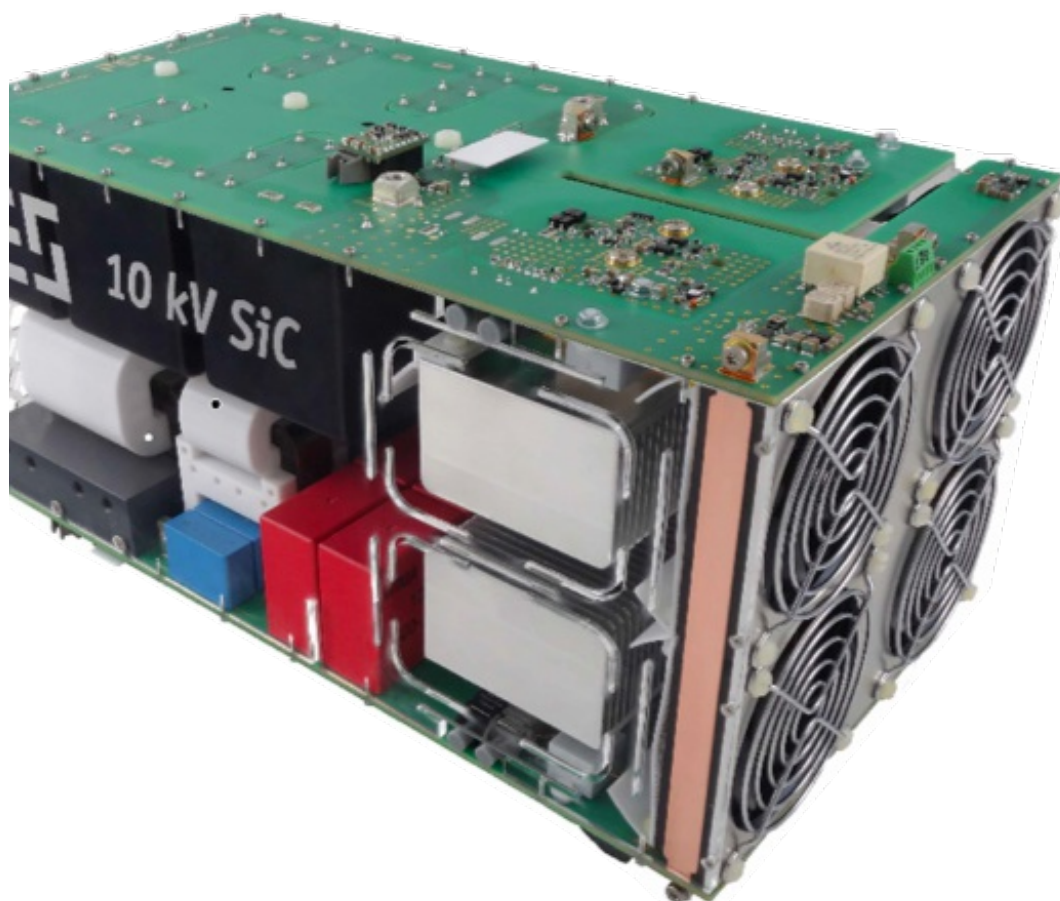
Projet

Démonstrateur de transformateur à composants SiC



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

Les dernières évolutions dans la technologie des transformateurs permettent d'optimiser l'alimentation en énergie grâce à des solutions intelligentes. Des chercheuses et chercheurs de l'EPF de Zurich ont mis au point un convertisseur de tension 7 kV-400 V extrêmement compact et hautement efficace, qui démontre le potentiel des nouveaux transformateurs électroniques de puissance.



Grâce à sa conception compacte et efficace, un transformateur électronique de puissance SST développé à l'EPF de Zurich donne un avant-goût de l'avenir de l'approvisionnement en énergie électrique. *Source : ETHZ*





En un coup d'œil

- Les transformateurs électroniques de puissance permettent une alimentation plus directe et plus efficace des systèmes particulièrement énergivores.
- Des chercheuses et chercheurs de l'EPF de Zurich ont développé un nouveau transformateur électronique de puissance, dédié à l'alimentation électrique des centres de calcul.
- Le transformateur de l'EPF est moitié moins grand que d'autres appareils comparables et transmet la puissance avec un rendement record de 98,1 %.

Dans le contexte de la protection du climat, l'électricité revêt une importance croissante. En effet, ce vecteur d'énergie sans carbone, produit à partir de sources renouvelables, est prédestiné à un approvisionnement énergétique dépourvu d'émissions de CO₂. D'une part, le recours accru aux énergies propres telles que l'éolien et le solaire donne naissance à de nombreux nouveaux producteurs d'énergie. D'autre part, l'électricité est utilisée pour des applications de plus en plus énergivores, comme les bornes de recharge des voitures électriques ou les centres de calcul. La transmission efficace de l'énergie électrique, ainsi que la conversion de fréquence et l'ajustement de la tension électrique gagneront par conséquent en importance à l'avenir.

Trajets raccourcis pour économiser de l'énergie

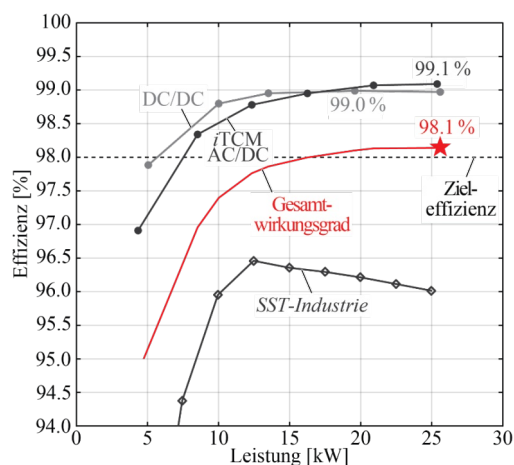
Pour de nombreux modes de consommation d'énergie électrique, la première étape consiste à convertir la tension alternative fournie par le réseau basse tension et par les prises de courant (230 ou 400 volts) en une tension continue utilisable par l'appareil à alimenter.

Une petite partie de l'énergie étant perdue sous forme de chaleur au cours de ce processus, il serait pertinent que les grandes installations soient directement alimentées à partir du réseau moyenne tension. Il s'agit du niveau de réseau immédiatement supérieur, qui assure la distribution primaire de l'énergie électrique et fonctionne avec des tensions alternatives de plusieurs kilovolts. La conversion directe de la tension alternative du réseau moyenne tension en une tension continue adaptée à l'appareil terminal permettrait d'éviter une étape de conversion et les pertes d'énergie associées. Des chercheuses et chercheurs de l'EPF de Zurich ont mis en œuvre ce concept à l'aide d'une technologie de semi-conducteurs récemment développée : les transformateurs SST (solid-state transformer) dotés de convertisseurs électroniques de puissance à base de carbure de silicium, qui permettent de modifier à volonté la tension et la fréquence, ainsi que d'assurer des fonctions de protection.

Les chercheurs se sont inspirés du cas d'un centre de données, un type de gros consommateur qui connaît une forte croissance. Ils ont mis au point un transformateur SST pouvant alimenter une armoire serveur unique de 25 kilowatts de puissance et convertir une tension alternative de 3,8 kilovolts en une tension continue de 400 volts. La conversion s'effectue en deux phases, dont la première génère une tension continue constante de 7 kilovolts et la seconde abaisse la tension à 400 volts en moyenne fréquence au moyen d'un circuit isolé.

Réduction maximum

Le système développé par les chercheuses et chercheurs de l'EPF révolutionne les procédés existants à plusieurs titres. Grâce à sa fréquence d'horloge élevée, il est extrêmement compact et atteint une densité de puissance deux fois plus élevée que celle des appareils développés dans le cadre de projets de recherche industriels. Par ailleurs, l'efficacité de la conversion de la tension est considérablement améliorée par la commutation dite douce des semi-conducteurs de puissance. Un pilotage approprié garantit l'absence de tension entre les transistors au moment de la mise en service et veille à ce que l'augmentation de la tension reste relativement lente lorsqu'un transistor est éteint. Entre autres grâce à l'efficacité de ce mode de fonctionnement, les chercheuses et chercheurs ont pu réduire de moitié les pertes d'énergie par rapport aux systèmes existants, ce qui a permis à la solution d'atteindre un rendement global record de 98,1 %.



Avec un rendement d'environ 99 % pour chacune des deux phases de conversion (deux courbes supérieures) et un rendement global d'au moins 98 % (courbe rouge), le transformateur de l'EPF fait nettement mieux que les équipements industriels comparables. Rothmund et al.

L'innovation comme facteur de succès

Ce formidable succès n'a été possible que grâce à une série d'autres innovations dans le développement des transformateurs SST. À titre d'exemple, les chercheuses et chercheurs ont développé de nouveaux concepts de commande et de protection, ainsi qu'une nouvelle méthode de mesure des pertes de commutation dans les transistors de puissance. Ces travaux fondamentaux ont permis de sélectionner l'architecture et la construction du circuit, mais aussi les paramètres de fonctionnement du système de façon à en optimiser le rendement et de déterminer très précisément l'efficacité du circuit. L'isolation des parties de l'appareil exposées à de hautes tensions a également été un défi technique. Les matériaux ordinaires ayant une conductivité thermique trop faible pour cette application, l'équipe a utilisé en guise d'isolant un silicone spécial et a développé une nouvelle méthode de calcul des pertes de moyenne fréquence dans les matériaux isolants.



Un petit appareil à gros potentiel

Grâce à ses performances d'exception, le transformateur électronique de puissance issu des laboratoires de l'EPF permettra un fonctionnement nettement plus efficace des centres de calcul. Ces recherches profiteront toutefois aussi à d'autres systèmes à forte consommation d'énergie électrique, tels que les bornes de recharge pour voitures électriques mentionnées précédemment. Mais avant tout, ce nouvel appareil met en évidence le potentiel de la technologie des transformateurs SST pour l'alimentation en énergie du futur.



Produkte aus diesem Projekt

- Smart transformer for the energy turnaround
Date de publication: 01.01.18
- Highly Efficient 10kV SiC-Based Solid-State Transformers
Date de publication: 01.01.18
- Smart All-SiC Solid-State Transformers
Date de publication: 01.01.18
- Design and Experimental Analysis of a 10 kV SiC MOSFET Based 50 kHz Soft-Switching Single-Phase 3.8 kV AC / 400 V DC Solid-State Transformer
Date de publication: 01.01.18

Team & Kontakt

Prof. Dr. Johann W. Kolar

Departement Informationstechnologie und Elektrotechnik, EPF Zürich

ETL H 22

Physikstrasse 3

8092 Zürich

+41 44 632 28 34

kolar@lem.ee.ethz.ch



Johann W. Kolar
Direction de projet



Daniel Rothmund



Thomas Guillod



Bortis Dominik

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