



## Methodology for Electromagnetic Transient Analysis and Control of High Power Electronics System

Based on power-pulse-level control strategy for significant and reliable enhancement of power conversion

## Méthodologie pour l'Analyse des Transitoires Électromagnétiques et le Contrôle du Système Électronique de Haute Puissance

Basée sur la stratégie de contrôle du niveau d'impulsion de puissance pour une amélioration significative et fiable de la conversion de puissance

### Introduction

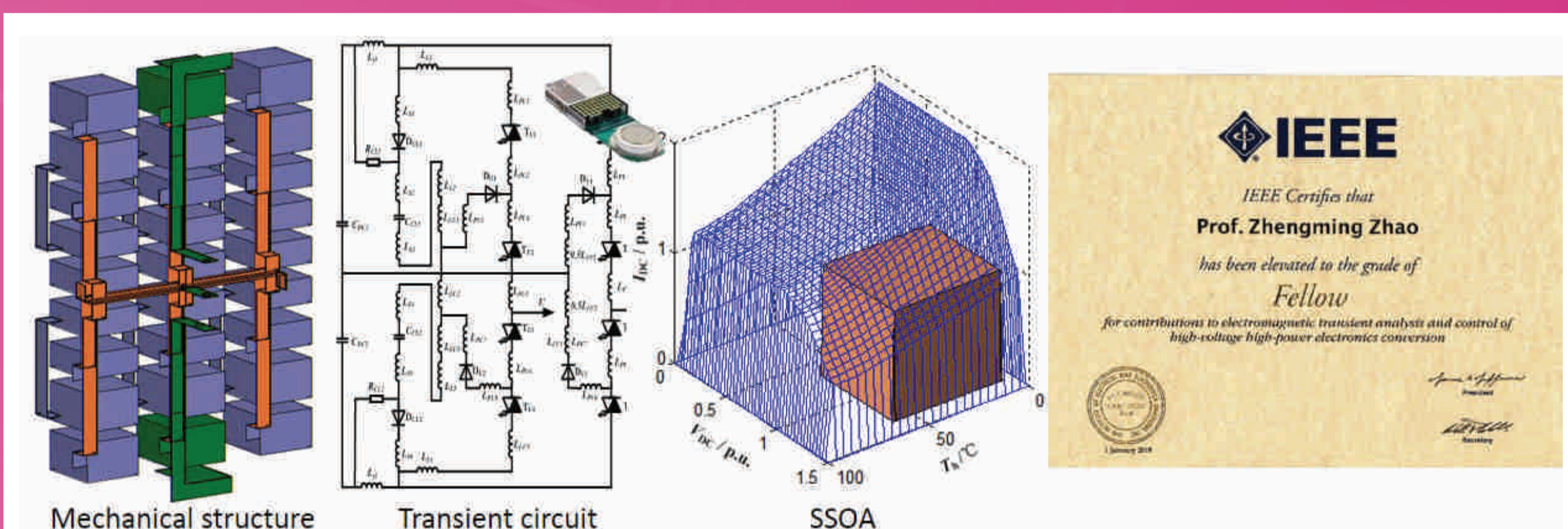
A methodology for in-depth electromagnetic transient analysis and control, based on stray parameters of current commutation loop (CCL), systematic safe operating area (SSOA) model and power pulse active control (PPAC) strategy, can effectively address the challenges faced by conventional analysis methods based on ideal models of devices, topologies and strategies. The proposed methodology can be applied in various high power electronics systems, and aims to enhance the conversion capability and the reliability of high power electronic systems applied in energy internet and modern power traction.

This technology has been used to produce high-voltage and high-power converters and PV grid-connected inverters in national and international industries, which generated economical value up to hundreds million US dollars.

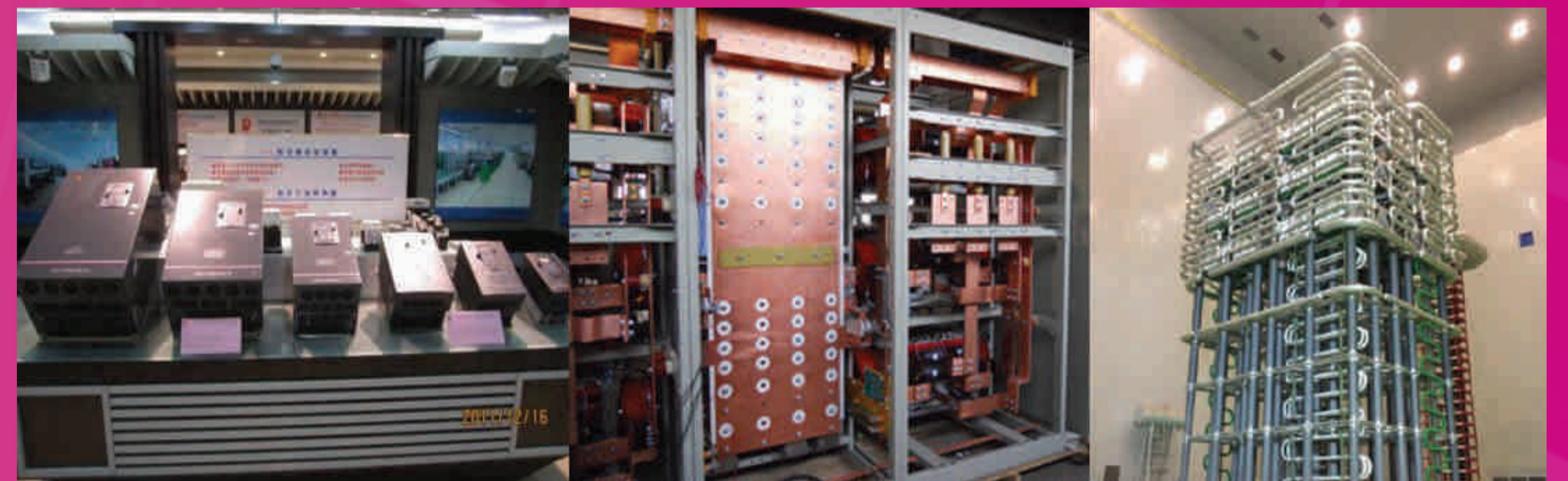
### Introduction

Une méthodologie d'analyse et de contrôle des transitoires électromagnétiques en profondeur, basée sur les paramètres de boucle de commutation de courant (CCL), de modèle de zone d'exploitation sûre systématique (SSOA) et la stratégie de contrôle actif d'impulsion de puissance (PPAC) peuvent répondre efficacement aux défis rencontrés par les méthodes d'analyse conventionnelles basées sur des modèles idéaux de dispositifs, de topologies et de stratégies. La méthodologie proposée peut être appliquée dans divers systèmes électroniques de haute puissance, et vise à améliorer la capacité de conversion et la fiabilité des systèmes électroniques de haute puissance utilisés dans l'énergie internet et la traction électrique moderne.

Cette technologie a été utilisée pour produire des convertisseurs de haute tension et de haute puissance et des onduleurs connectés au réseau PV dans des industries nationales et internationales, qui ont généré une valeur économique pouvant atteindre des centaines de millions de dollars américains.



*Methodology for electromagnetic transient analysis and control, for which Prof. Zhao was elevated to IEEE Fellow in Dec 2017*



*Applications in renewable power generation (created a top-five global solar EPC company), electric traction inverter (increased 50% power potential of 10MW level), power grid (Largest VSC-HVDC system up to 2015), etc.*

### Special Features and Advantages

- Device level of safe operating area is raised to system level, signal-level pulse-modulation algorithm is extended to main circuit pulse-level control strategy. As a result, the power conversion capability of power electronics system can be significantly improved under the same systematic reliability

### Applications

- Can be used in high power converters in areas of power system, renewable power generation, electric traction, energy-saving motor
- Collaboration with Tsing Co. Ltd. to develop electric energy routers for power system in energy internet applications

### Caractéristiques Particulières et Avantages

- Le niveau de fonctionnement de la zone de sécurité est élevé au niveau du système, l'algorithme de modulation d'impulsions au niveau du signal est étendu à la stratégie de contrôle du niveau d'impulsion du circuit principal. En conséquence, la capacité de conversion de puissance du système électronique de puissance peut être considérablement améliorée avec la même fiabilité systématique

### Applications

- Peut être utilisé dans les convertisseurs de haute puissance dans les domaines du système d'alimentation, de la production d'énergie renouvelable, de la traction électrique, du moteur à économie d'énergie
- Collaboration avec la société Tsing Co. Ltd. pour développer des routeurs d'énergie électrique pour le système d'alimentation dans les applications internet utilisées dans le domaine de l'énergie

### Awards

Best Paper Award, 20th International Conference on Electrical Machines and Systems (2017)

### Intellectual Property

PRC Patent: ZL201210497020.5, ZL201110294039.5, ZL201210466965.0, ZL201110170549.1, ZL201210475860.1

### Principal Investigators

Prof. Zhengming ZHAO, Dr. Liqiang YUAN, Dr. Kainan CHEN, Dr. Kai LI, Dr. Ting LU, Dr. Chunpeng ZHANG  
Department of Electrical Engineering  
Tsinghua University  
E-mail: zhaozm@tsinghua.edu.cn