

**Universität  
Rostock**



Traditio et Innovatio

# Mechanismen und Ursachen von Stromfehlverteilungen zwischen parallelen Hochvolt-IGBT

**Dissertation**

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

der Fakultät für Informatik und Elektrotechnik  
der Universität Rostock

vorgelegt von

M.Sc. Robin Werner geb. Schrader

geb.am 30. April 1991 in Nienburg/Weser

Rostock, 2020

# Kurzfassung

Zwischen parallelen IGBT treten Stromfehlverteilungen auf. Diese Fehlverteilungen haben einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Parallelschaltung. In dieser Arbeit werden für verschiedene Situation Mechanismen beschrieben, die zu Stromfehlverteilungen führen. Die betrachteten Situationen sind der Durchlass bei statischem und veränderlichem Laststrom, das Ein- sowie Ausschalten der Halbleiter, die Kurzschlussfälle I und II und das Abschalten eines Kurzschlussstroms. Für diese Situationen werden, neben der detaillierten Beschreibung der Mechanismen, untersucht, wodurch diese ausgelöst werden. Dabei werden asymmetrische Gate- sowie Laststrompfade, Unterschiede in den Halbleitereigenschaften, Temperaturunterschiede und die gegenseitige Beeinflussung von Fehlverteilungen in den verschiedenen Situationen als Ursachen analysiert. Diese Ursachen werden auf die Vorgänge im Halbleiter hin untersucht, die zu den Unterschieden im Verhalten der Halbleiter führen. Außerdem werden mögliche Selektionskriterien für die Auswahl von IGBT zur Parallelschaltung auf deren Wirksamkeit hin untersucht. Des Weiteren wird erläutert, welche Einflüsse eine gemeinsame Hilfsemittterverbindung und Gatestromdrosseln auf die Fehlverteilungen während des Ein- und Ausschaltens haben.

# Abstract

Current imbalances occur between paralleled IGBTs. Those imbalances affect the performance of the parallel operation. This thesis describes mechanisms which lead to such imbalances for different situations. The considered situations are ON-state with static and varying load currents, the turn-ON and -OFF of the semiconductors, short circuit types I and II and the turn-OFF of short circuit currents. In addition to the mechanisms which lead to current imbalances in those situations, their causes are described. The analysed causes are differences in gate- and load-current-paths, parameter deviations of the semiconductors, differences in temperature and the mutual influence of current imbalances in different situations. Those causes are analysed regarding the processes inside the IGBT, which lead to variations of their behaviour. Further, different promising selection criteria are investigated whether they are applicable to limit current imbalances. Moreover, the influences of a common auxiliary emitter connection and differential-mode-chokes in the gate-current-paths on dynamic current imbalances are explained.