

DCLab

Konzeptionierung und Aufbau eines modularen, flexibel steuerbaren Hochleistungsprüfkreises für Hochstromtests an Komponenten für zukünftige Gleichstromnetze

Mit dem zunehmenden Einsatz der Gleichstromtechnik in der Hoch- und Mittelspannungsebene geht ein verstärkter Bedarf bei der Entwicklung von Betriebsmitteln zur Gewährleistung der Funktionalität der DC-Systeme (DC – Direct Current) im Normalbetrieb und im Fehlerfall einher. Dazu zählen unter anderem DC-Schaltgeräte, fehlerstrombegrenzende Betriebsmittel, Trennschalter, Teilkomponenten von Umrichtern oder Messtechnik zur Sicherstellung der Fehlerdetektion und der selektiven Fehlerbehandlung. Die experimentelle Untersuchung dieser DC-Technologien stellt zudem neue Anforderungen an die Prüftechnik, die durch konventionelle Prüftechnik, wie sie z.B. für Schaltgeräte der Wechselstromtechnik eingesetzt wird, nicht erfüllt werden. Es wird daher ein neuartiger Prüfstand entwickelt, der die Durchführung von Prüfungen für Komponenten der DC-Technik ermöglicht. Der Prüfstand besteht dabei aus einem Hochleistungs- und einem Hochstromprüfkreis.

Kenndaten des Prüfkreises

Mit dem Hochleistungskreis können Fehlerströme in DC-Systemen nachgebildet werden, die durch einen Nennstrom vor Fehlereintritt von bis zu $I_N = 5 \text{ kA}$ charakterisiert sind. Die maximale Fehlerstromamplitude in einem Punkt-zu-Punkt-System kann bis zu $I_{k,max} = 30 \text{ kA}$ betragen und ist abhängig von der Netzkonfiguration und der Fehlerkonfiguration. Zum Zeitpunkt des Fehlereintritts treten weiterhin hohe Flankensteilheiten von $di/dt > 2 \text{ A}/\mu\text{s}$ auf. Je nach Fehlerbehandlung kann der Fehlerstrom innerhalb von $\Delta t = 50 \text{ ms}$ unterbrochen werden. Diese charakteristischen Werte dienen dabei als Grundlage für die Auslegung des Hochleistungsprüfkreises. Der Hochstromprüfkreis ermöglicht die Durchführung von Langzeitprüfungen. Die Hochstromquelle kann dabei einen Dauerstrom von bis zu $I_N = 5 \text{ kA}$ bereitstellen. Somit können Komponenten auch Lebensdauerprüfungen bzw. Alterungstests unterzogen werden.

Der Hochleistungsprüfkreis wird als modularer Tiefsetzsteller ausgeführt. Insgesamt werden 120 Kondensatoren über eine Regelkreisinduktivität entladen. Jeder Kondensator ist dabei mit einem Halbleitermodul ausgestattet. Die Kombination aus beiden Bauelementen wird als Zelle bezeichnet. Die Zellen sind in zwei Stufen mit jeweils 60 parallelen Einheiten verschaltet. Mit den Halbleitern kann der Entladestrom durch das Control and Measurement System (CMS) auf Basis einer Pulsweitenmodulation (PWM) entsprechend des geforderten Prüfstroms geregelt werden. Als Regelungsvorgabe können dabei beispielsweise mathematische Funktionen oder Simulationsergebnisse aus Netzberechnungen verwendet werden.

Voruntersuchungen sind erforderlich

Da das Konzept des modularen Tiefsetzstellers für Ströme bis zu $I_{k,max} = 30 \text{ kA}$ bisher nicht erprobt ist, werden zunächst Voruntersuchungen durchgeführt. Diese umfassen die Entwicklung eines Simulationsmodells zur Überprüfung des Prüfkreisconzepts und zur Festlegung der Prüfkreisparameter. Anschließend erfolgt eine Validierung anhand realer Bauelemente. Dabei werden Niederspannungsbaulemente verwendet, um die parallele und serielle Verschaltung der Kondensatoren und Halbleiter zu prüfen. Anschließend werden verschiedene Halbleiterbauelemente für Hochleistungsanwendungen untersucht, um

geeignete Halbleitertypen und –modelle für den Prüfkreisbau auszuwählen und mögliche Problemstellungen beim späteren Laboraufbau zu identifizieren.

Auf Basis der Ergebnisse aus den Voruntersuchungen wird für das Design der Zellen ein Ansatz mit sogenannten Choppermodulen verwendet. Diese vereinen den IGBT und die Diode innerhalb eines Gehäuses. Dadurch lässt sich ein sehr kompakter Aufbau des Hochleistungsprüfkreises realisieren.

Projektinformationen



Partner

- Institut für Hochspannungstechnik



Facts

- Förderkennzeichen: 03ET7548

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages