

Fachbereich Elektrotechnik und Technische Informatik
Department of Electrical Engineering and Computer Science

Studien- und Bachelorarbeit

Simon Jonathan Küppers

Geräteschutzschalter für Niederspannungsgleichstromnetze

Kurzfassung

Niederspannungsgleichstromnetze erfahren gerade im industriellen Kontext aufgrund vielversprechender Effizienzgewinne ein steigendes Interesse. Im Zuge dessen möchte die Firma Phoenix Contact ihr Portfolio im Bereich Geräteschutzschalter auf entsprechende Netze ausweiten. In derzeitigen thermomagnetischen *Circuit Breakern* tritt bei höheren angelegten Gleichspannungen jedoch im Schaltvorgang ein Lichtbogen auf, welcher einen weiteren Stromfluss ermöglicht und durch hohe Temperaturen den Schaltkontakt sowie die Umgebung gefährdet. In dieser Arbeit werden zwei Ansätze zur Lichtbogenlöschung bzw. Lichtbogenunterdrückung in thermomagnetischen Geräteschutzschaltern betrachtet.

Einerseits wird der Einsatz einer sog. Löschelektronik anhand von systematischen Messreihen bezüglich des Schaltvermögens im Überlast- bzw. Kurzschlussfall evaluiert und ausgewertet. Dazu wird etwa die Verwendung eines Prüfaufbaus zur Nachbildung des Geräteschutzschalters bewertet. Der zweite Ansatz ist das Parallelschalten einer RCD-Schaltung zum Schaltkontakt, auch Snubber genannt. Diese Schaltung wird in dieser Arbeit dimensioniert und mithilfe des Programms LTSpice simuliert, bevor passende Bauteile ausgewählt werden. Im Anschluss werden beide Ansätze bezüglich ihrer Tauglichkeit der Lichtbogenproblematik entgegenzuwirken, evaluiert.

Es kann festgestellt werden, dass die Löschelektronik nur in Kombination mit einer erhöhten Öffnungsweite der Kontakte im Geräteschutzschalter eine zuverlässige Lichtbogenlöschung durchführt. Der abschaltbare Strom beträgt bei anliegenden Spannungen zwischen 250V und 400V maximal 3A. Höhere Ströme führen hingegen zu (beständigen) Lichtbögen und Schäden am Geräteschutzschalter. Die Simulationsergebnisse der Snubber-Schaltung deuten auf ein zuverlässiges und lichtbogenfreies Abschalten im Geräteschutzschalter hin, sodass diese Schaltung in weiteren Untersuchungen erprobt und messtechnisch charakterisiert werden soll.

Abstract

Low-voltage direct current (LVDC) grids are experiencing increasing interest, particularly in an industrial context, due to promising efficiency gains. As a result, the company Phoenix Contact would like to expand its portfolio in the field of device circuit breakers (CBs) to include corresponding power grids. In current thermomagnetic CBs, however, an arc occurs during the switching process at higher applied direct voltages, which allows further current to flow and endangers the switching contact and the environment due to high temperatures. This thesis therefore looks at two approaches to arc quenching and suppression in thermomagnetic CBs.

On the one hand, the use of an electronic module for arc quenching is evaluated and assessed using systematic examinations with regard to the switching capacity in the event of an overload or short circuit. For this purpose, the use of a test setup to simulate the CB is evaluated. The second approach is to

connect an RCD circuit in parallel to the switching contact, which is also known as a snubber. This circuit is dimensioned in this thesis and simulated using the tool LTSpice before fitting components are selected. Both approaches are then evaluated in terms of their usability and feasibility to counteract the arcing problem.

It can be determined that the electronic module only quenches arcs in a reliable manner in combination with an increased opening width of the contacts in the CB. The current that can be switched off is a maximum of 3A for voltages between 250V and 400V. Higher currents, in both short circuit and overload, lead to (persistent) arcs and damage to the CB. The simulation results of the snubber circuit indicate reliable and arc-free switching in the device circuit breaker, so this circuit will be tested in further investigations and characterized using measurement technology.

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Uwe Meier

2. Prüfer: Dr.-Ing. Sebastian Gerke