

Messungen an strombegrenzenden Schaltkammern zum Vergleich mit Simulationen

Erik Marzahn

Tag der mündlichen Prüfung: 17.08.2007

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer
2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Ernst Gockenbach

Zur Optimierung des Entwicklungsprozesses von Niederspannungsschaltgeräten wurden in den letzten Jahre Simulationswerkzeuge entwickelt, die die komplexen Prozesse, die sich beim Abschalten eines Kurzschlussstromes im Inneren eines strombegrenzenden Schaltgerätes abspielt, nachbilden. Neben den elektrischen und mechanischen Vorgängen ist das Verhalten des Schaltlichtbogens von besonderem Interesse. Der Schaltlichtbogen entsteht beim Öffnen der Kontakte, er wandert von der Zündstelle ab, verlängert sich und teilt sich an den ferromagnetischen Löschblechen auf. Die Wechselwirkungen zwischen Kammergeometrie, Wärmetransport, Gasströmung, Stromfluss und magnetischen Kräften sind in einem dreidimensionalen Simulationsmodell integriert. Zur Überprüfung der Simulationsergebnisse werden Messungen an strombegrenzenden Schaltkammern benötigt. Aus dem Vergleich von Messungen und Simulationen lassen sich Rückschlüsse auf die Richtigkeit der Simulationen schließen, es können Fehler erkannt und fehlende Parameter ermittelt werden.

Die hier vorgestellte Arbeit beschäftigt sich mit Messungen an Schaltkammern sowohl mit parallelen als auch divergierenden Laufschiene. Die Kammergröße orientiert sich an der Größe von Leitungsschutzschaltern oder kleinen Motorschutzschaltern und entspricht den stark vereinfachten, simulierten Kammern. Es wurden die Einflüsse des Kammervolumens, Öffnungen in der Verdämmung und des prospektiven Stromes untersucht. In die Schaltkammern wurden Löschbleche, Löschbarrieren und ferromagnetische Materialien integriert. Ausgewertet wurden die Positionen der Fußpunkte, die Form des Lichtbogens, die Lichtbogenspannung, der Druck am Boden der Schaltkammer, der Strom durch ein Löschblech und die elektrischen Potentiale im Plasma.

Die Messungen werden mit bereits erstellten Simulationen verglichen. Übereinstimmungen, aber auch Unterschiede und deren mögliche Ursachen werden in der Arbeit aufgezeigt.

Measurements at current limiting arc chutes for comparison with simulations

For optimizing the design process of low voltage switchgears simulation tools were developed in the last years. These tools want to simulate the complex processes inside switchgear during switching off a short circuit current. In addition to the electrical and mechanical processes the main interest is the behavior of the switching arc. An arc is originated when the switchgear releases and the contacts open. The arc moves from the contact points to the arc runners. He will be elongated and finally divided into several arcs at the splitter blades. The interactions of the chamber geometry, the heat transfer, the current flow and the magnetic forces were integrated in a three-dimensional simulation model.

There is a need for measurement results of the switching behavior of current limiting switching chambers. These results can be compared with the simulations and the accuracy of the calculations can be revealed. Errors can be detected and missing parameters can be investigated.

This thesis reports on measurement data obtained with experiments on arc chambers with parallel as well as divergent arc runners. The size of the chambers matches to short circuit breakers or small motor overload switches and corresponds to the simplified chambers of the

simulations. The influences of the chamber geometries, vents in the chamber and the amperage were investigated. Splitter blades, insulating barriers and ferromagnetic materials were inserted.

The positions of the root points, the shape of the arc, the arc voltage, the pressure at the bottom of the chamber, the current through a splitter plate and electrical potentials in the plasma were analyzed.

The measurement results were compared with simulations. In addition to the accordance's discrepancies and their possible causes were described.