

Schaltverhalten der Reihenschaltung zweier Vakuumschaltstrecken in einem Gefäß

Alexander Horn

Tag der mündlichen Prüfung: 26.06.2009

1. Prüfer: Prof. Manfred Lindmayer

2. Prüfer: Prof. Ernst Gockenbach

Vorsitzender: Prof. Michael Kurrat

In dieser Arbeit wird die Möglichkeit untersucht, mit Vakuumleistungsschaltern in Spannungsebenen vorzudringen, die bisher den SF₆-Schaltern vorbehalten waren. Dabei werden die Vorgänge beim Ausschalten in Vakuumlöschkammern untersucht, in denen in einem Vakuumsystem zwei in Reihe geschaltete Unterbrechungsstrecken angeordnet sind. Im Vergleich zu einer einfachunterbrechenden Schaltstrecke lässt die Doppelunterbrechung aufgrund der stark degressiven Spannungsfestigkeits-Kennlinie bei entsprechenden Kontaktabständen die Beherrschung höherer Spannungen beim Ausschalten und damit höhere Schaltleistung erwarten.

Zunächst wird in den einleitenden Kapiteln ein kurzer Überblick über die wichtigsten physikalischen Grundlagen gegeben, die das Schalten im Vakuum beeinflussen.

Anschließend wird die verwendete Versuchsanlage und Messtechnik beschrieben. Ein Schwerpunkt stellt dabei die Beschreibung der verwendeten Schaltkammern dar.

Die weiteren Kapitel befassen sich mit den durchgeführten Versuchen. Es erfolgten Versuche, bei denen die Aufteilung der Bogenspannung, das Verhalten während der Hochstromphase und das Schaltverhalten der Versuchsanordnung intensiv untersucht wurden. Zusätzlich wurde auch die Spannungsfestigkeit der Versuchsanordnung experimentell bestimmt.

Während der Hochstromphase werden die Bogen-Erscheinungsformen experimentell ermittelt. Dabei interessiert insbesondere die Frage, ob und unter welchen Bedingungen zwei getrennte Lichtbögen existieren. Während der Nachstrom- und Wiederfestigungsphase werden vor allem die Nachstromverläufe, die Spannungsaufteilung auf die beiden Schaltstrecken, sowie die Löschgrenzen im Vergleich zu einer einfachunterbrechenden Schaltstrecke intensiv betrachtet. Die Experimente werden unter Zugrundelegung von Nachstrom- und Wiederzündmechanismen aus der Literatur gedeutet und interpretiert.

Switching behavior of the series connection of two switching gaps in one tube in vacuum

Presently there is a wide interest to study the extension of the vacuum switching principle towards higher voltages. This work studies the behavior of two vacuum arc gaps in series within the same vacuum vessel. The aim is to develop a high voltage vacuum circuit-breaker.

The first chapters give a summary of the theoretic basics and the history of circuit breaker.

The next chapter describes the equipment and the techniques of measurement.

The arrangement investigated uses a common center shield for both gaps, yielding unsymmetrical conditions in the high-current as well as in the post-arc phase.

The experiments and results are presented in chapter 4. The Switching experiments were carried out with single- and double-break interruption with arc currents from 2.5 to 40 kA RMS. The polarity and the voltage level of the TRV were varied. The experimental vacuum interrupter used a common shield for both gaps, yielding unsymmetries during arcing and around current zero as well.

Investigations with only one gap show that the post-arc current is higher when the shield is post-arc cathode, because this current is determined by the growth of a space-charge sheath in front of the cathode. Consequently, in a double-break arrangement, where the post-arc current is the same for both gaps, the voltage distribution is uneven in the sense that during the post-

arc current flow the gap with the cathodic shield takes up a lower portion of the total TRV. Despite the uneven voltage distribution the breaking capacity of a double-break arrangement more than doubles in comparison with that of a single break. In case of the breakdown of the first gap the other gap often takes over the complete TRV temporarily, without final failure of both gaps.