



Roman
Obrist



Zeljko
Tanasic

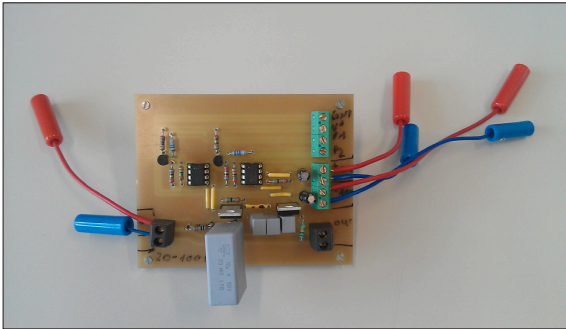


Martin
Rüegg

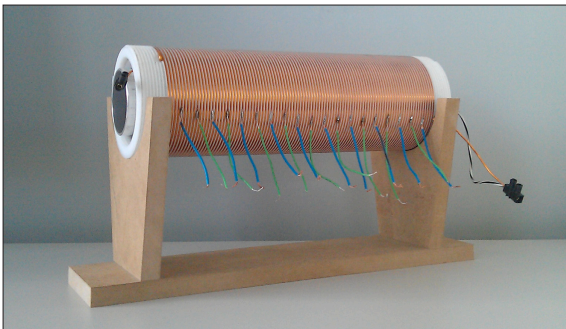
Diplomanden	Roman Obrist, Zeljko Tanasic, Martin Rüegg
Examinatoren	Prof. Dr. Jasmin Smajic, Prof. Dr. Heiner Prechtel
Experte	Thorsten Steinmetz, ABB Schweiz AG, Dättwil AG
Themengebiet	Leistungselektronik
Projektpartner	ABB Schweiz AG, Dättwil AG

Modellierung und Messung der dynamischen Spannungsverteilung über einer Spule

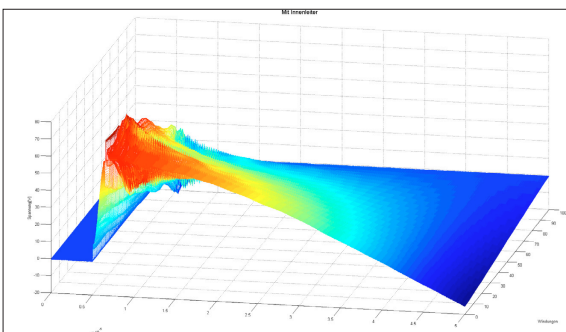
Für die Untersuchungen von Blitzstossspannungen



Impulsgenerator



Modellwicklung eines Transformators



Resultierende Spannungsverteilung über der Wicklung

Ausgangslage: Um die Isolationsfestigkeit der Trafowicklungen zu prüfen, sind neben der maximal zulässigen Betriebsspannung auch kurzzeitig wirkende Überspannungen von grosser Bedeutung. Diese werden auch Blitzstossspannungen genannt. Deren Verlauf ist nach IEC 60060 standardisiert. Die Stirnzeit beträgt $1,2 \mu\text{s}$ und die Rückenhalbwertzeit $50 \mu\text{s}$. Die problematische Spannungsverteilung kann als linear betrachtet werden. Um die Verteilung der Blitzstossspannung über die Wicklung des Transformators zu verstehen, theoretisch zu modellieren und experimentell zu verifizieren, muss das System nicht unbedingt mit den standardisierten Werten getestet werden. Im Hinblick auf Sicherheit und Kosten einer Untersuchung sind kleinere Blitzstossspannungen für solche validierungsorientierten Messungen viel besser geeignet.

Ziel der Arbeit: Um die Blitzstossspannung zu generieren, muss ein Impulsgenerator entwickelt werden. Der Maximalwert der Spannung soll zwischen 10 und 100 V liegen. Im ersten Schritt muss ein PSPICE-Modell erzeugt werden, um eventuelle Probleme zu erkennen und frühzeitig zu eliminieren. Am Schluss wird ein Prototyp erstellt und anschliessend getestet. Anhand einer Modelltrafowicklung sollen die transienten Vorgänge nach dem Einwirken des BIL-Impulses gemessen und ausgewertet werden. Ausserdem ist ein theoretisches Modell zu entwickeln, welches im Frequenzbereich des $1,2\text{-}\mu\text{s}/50\text{-}\mu\text{s}$ -Blitzstossimpulses gültig ist. Die kapazitiven und induktiven Kopplungen spielen beim Modellaufbau eine wichtige Rolle.

Ergebnis: Die Elemente des Impulsgenerators wurden mithilfe der Hochfrequenzmesstechnik analysiert. Anschliessend wurde das Modell des Generators in PSPICE mit den gemessenen parasitären Elementen ergänzt und simuliert. Ein Prototyp wurde erstellt und getestet. Die Messergebnisse haben gezeigt, dass der Spannungsverlauf über den Windungen am Anfang stark nichtlinear verläuft. Nach einigen Mikrosekunden stellt sich aber bereits eine lineare Verteilung ein. Ausserdem wurde im Frequenzbereich eine hohe Übereinstimmung der Resonanzfrequenzen zwischen Simulation und Messung erreicht. Die Abweichung beträgt maximal 5%. Die Simulationen haben zusätzlich gezeigt, dass die induktiven Kopplungsfaktoren einen wesentlichen Einfluss auf die Resonanzfrequenzen haben. Durch die elektromagnetische Feldsimulation in Infolytica konnte das Ersatzschaltbild um weitere Parameter ergänzt werden.