

Magnetfeld zur EMV-Störfestigkeitsprüfung

Energietechnik / Prof. Dr. Kurt Lehmann

Experte: Dr. Thomas Aschwanden

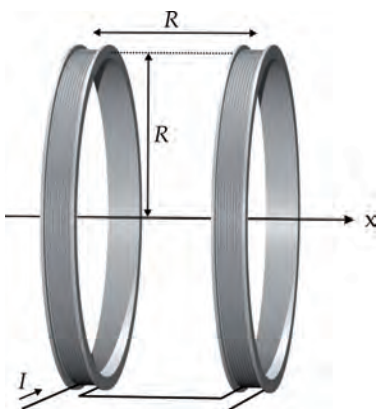
In der heutigen Zeit besteht die Nachfrage nach einer Alternative zu Serien-/Typennummern, Barcodes etc. Eine Möglichkeit sind sog. RFID-Systeme (radio-frequency identification, dt. Identifizierung mit elektromagnetischen Wellen), da diese elektronisch ausgelesen werden können.

Es stellt sich die zentrale Frage der Störfestigkeit. Deshalb wird der existierende Stossstromgenerator im Hochspannungslabor mit einer Helmholtz-Spule erweitert, um EMV-Tests an RFID-Systemen durchführen zu können. Speziell an dieser Spule ist, dass das Magnetfeld im Innern nahezu homogen ist.



Beat Kölliker

Als Helmholtz-Spule bezeichnet man eine besondere Spulenanordnung, die auf den deutschen Physiker Hermann von Helmholtz zurückgeht: zwei kurze Spulen mit grossem Radius R werden im Abstand R auf gleicher Achse parallel aufgestellt und gleichsinnig vom selben Strom durchflossen. Das Feld jeder einzelnen Spule ist zwar inhomogen. Durch die Überlagerung beider Felder ergibt sich zwischen beiden Spulen nahe der Spulenchse ein Bereich mit weitgehend homogenem Magnetfeld, welcher für Experimente frei zugänglich ist. Das Ziel war, im homogenen Bereich der Spule eine Flussdichte von zwei Tesla zu erreichen.



Dabei sollte der Raum im Innern der Spule möglichst gross und gut zugänglich sein. Zuerst wurden durch Berechnungen und Simulationen die Spulenparameter ermittelt. Danach wurde die Spule

gebaut, geprüft und die erreichte Flussdichte verifiziert.

Simulation

Zunächst wurde der ganze Aufbau mit Micro-Cap 9 simuliert. Dazu musste das detaillierte Schema (diskrete Elemente als auch alle Streugrößen) des Stossstromkreises in die Simulation integriert werden. Formeln, welche für die Dimensionierung der Spule benötigt wurden, mussten ermittelt, geprüft und anschliessend in die Simulation mit einbezogen werden. Gesucht war ein Aufbau, bei dem der Radius, die Windungszahl und der Leiterquerschnitt ideal aufeinander abgestimmt sind, um die gewünschte Flussdichte zu erreichen. Die Schwierigkeit bestand darin, dass mit zunehmender Windungszahl einerseits die Induktivität steigt, was der Flussdichte zu Gute kommt, andererseits den durch die Spule fliessenden Strom und damit auch die Flussdichte re-

duziert. Besondere Beachtung verlangten die durch den hohen Strom entstehenden Kräfte zwischen den Windungen und zwischen den beiden Teilspulen.

Es zeigte sich, dass die Flussdichte in Funktion der Windungszahl bei konstantem Radius erst stark ansteigt, danach in einen flachen Verlauf übergeht.

Umsetzung

Nach der erfolgreichen Dimensionierung folgte der Bau der Helmholtz-Spule. Als erstes wurde vorwiegend aus Hartpapier das Gerüst gebaut, anschliessend konnte das Kabel aufgewickelt werden. Nach dem Bau wurde die Spule in den Stossstromgenerator eingesetzt und mittels Stromstössen auf Stabilität und Spannungsfestigkeit hin geprüft. Die Flussdichte wurde mittels einer kleinen, selber gebauten Pickupspule innerhalb und ausserhalb der Helmholtz-Spule ausgemessen und verifiziert.

