

Aufbau und Inbetriebnahme eines Serienresonanz-Wechselrichters zur Erzeugung hochfrequenter Hochspannung im MHz-Bereich

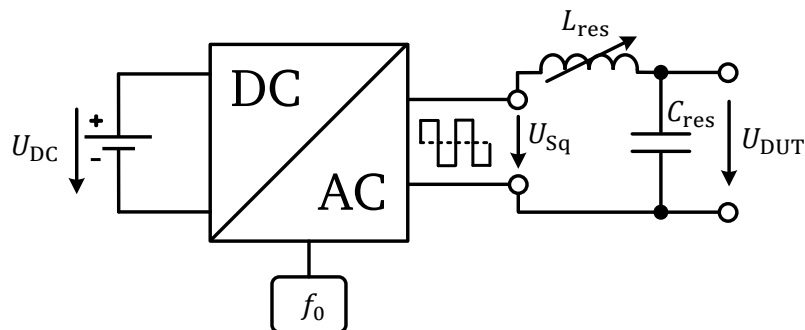


Abb. 1: Vereinfachtes Ersatzschaltbild eines Serienresonanz-Wechselrichters

Hintergrund und Motivation

Sowohl in der Hochspannungstechnik als auch in der Leistungselektronik steigen die Anforderungen an Isoliermaterialien zunehmend an. In der Leistungselektronik kann dieser Trend im Wesentlichen durch Wide-Bandgap-Halbleiter begründet werden. Diese erlauben sowohl größere Schaltfrequenzen als auch höhere Anstiegsgeschwindigkeiten, sowie höhere Leistungsdichten. Im Bereich der Hochspannungstechnik sind die zunehmenden Anforderungen auf den steigenden Anteil an leistungselektronischen Komponenten in den Stromnetzen zurückzuführen. Dies hängt bspw. mit der vermehrten Integration von erneuerbaren Energien zusammen. Als Folge dessen kommt es zu hochfrequenten Oberschwingungen im Stromnetz, welche zu einer Verzerrung der Spannungsform führen. Zusammenfassend ergibt sich somit sowohl für die Leistungselektronik als auch für die Hochspannungstechnik ein ähnlicher Trend. In beiden Bereichen wird eine kombinierte Beanspruchung aus steigenden Feldstärken und steigenden Frequenzen zu einem entscheidenden Bemessungskriterium für die Auslegung von Isoliersystemen.

Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass die in der Isolierung umgesetzten dielektrischen Verluste sowohl mit steigender Feldstärke als auch mit steigender Frequenz zunehmen, was eine Erwärmung der Materialien zur Folge hat. Dadurch steigt das Risiko eines thermischen Ungleichgewichts zwischen zu- und abgeführter Wärme (vgl. Abbildung 2). Dies führt zu einem so genannten „thermal runaway“, welcher letztlich zu einem Wärmedurchschlag und somit zu einem Versagen der Isolierung führen würde (vgl. Abbildung 3).

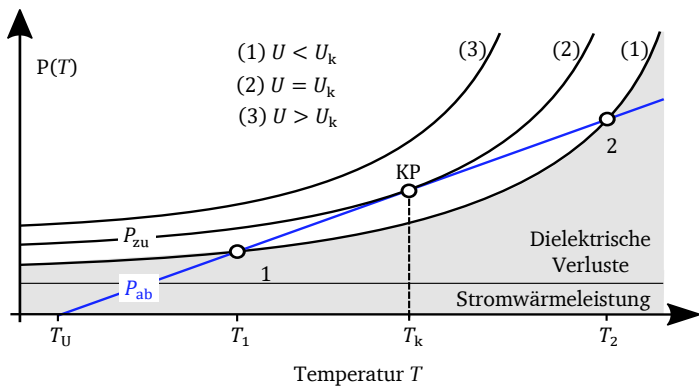


Abb.2: Bilanz aus zu- und abgeführter Wärme mit stabilem (1) und instabilem (2) Arbeitspunkt

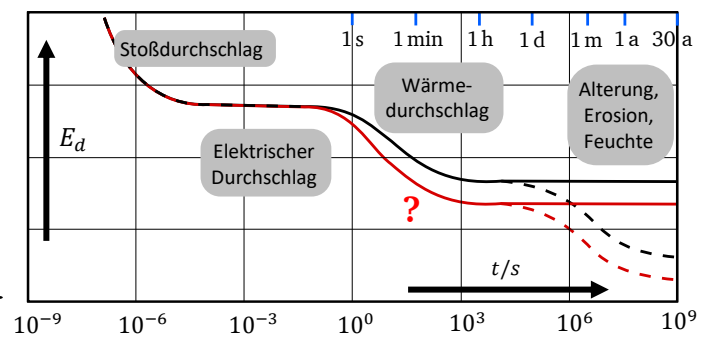


Abb.3: Schematische Lebensdauerkenlinie (schwarz), sowie ein potenzieller Verlauf bei Belastung mit hochfrequenter Hochspannung (rot)

Aus Untersuchungen mit hohen Feldstärken **oder** hohen Frequenzen ist der jeweilige Einfluss von Feldstärke, Frequenz und Temperatur auf die dielektrischen Kenngrößen eines Materials, wie bspw. die relative Permittivität, die Leitfähigkeit und der Verlustfaktor, bekannt. Aufgrund der komplexen Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Belastungsfaktoren und den dielektrischen Kenngrößen, kann der Einfluss einer **kombinierten Belastung mit hoher Feldstärke bei zeitgleich hoher Frequenz** anhand der früheren Untersuchungen nicht abgeschätzt werden.

Der im Rahmen dieser Arbeit aufgebaute Resonanz-Wechselrichter soll für die Ermittlung kritischer Feldstärken verschiedener Isolierstoffe in Abhängigkeit der Frequenz verwendet werden. In weiteren Schritten soll er um diverse Messsysteme zur Messung der dielektrischen Kenngrößen in Abhängigkeit verschieden hoher Feldstärken und Frequenzen erweitert werden.

Aufgabenstellung

Das Ziel der Arbeit ist die Auslegung, der Aufbau und die Inbetriebnahme eines Resonanz-Wechselrichters zur Untersuchung verschiedener fester Isolierstoffe. Zunächst sollte die Arbeit

mit einer Literaturrecherche starten, um sich die nötigen theoretischen Grundlagen zu erarbeiten. Darauf aufbauend den Versuchsstand, entsprechend des in Abbildung 1 dargestellten Konzeptes, zu planen und die elektrischen Komponenten rechnerisch und/oder anhand von Simulationen (bspw. mit PSpice, Matlab/Simulink o.Ä.) auszulegen. Dabei sollte auch eine Methode zur genauen Messung der hochfrequenten Spannung und des hochfrequenten Stromes im Fokus der Arbeit stehen. Je nach zeitlichem Rahmen (bzw. im Falle einer Masterarbeit) wären zusätzlich erste Untersuchungen in Hinblick auf die Ermittlung der Kipp- bzw. Durchschlagfeldstärke verschiedene fester Isolierstoffe in Abhängigkeit verschiedener Frequenzen von großem Interesse für diese Arbeit.

Voraussetzungen

- Interesse und Spaß an praktischen Aufgabenstellungen im Bereich der Leistungselektronik und Hochspannungstechnik
- Grundkenntnisse in der Planung und Auslegung elektronischer Schaltungen
- Motivation, sich das notwendige Hintergrundwissen selbstständig zu erarbeiten
- Fähigkeit zur Zusammenarbeit mit den wiss. Mitarbeitern und dem Werkstattpersonal

Zeitlicher Rahmen

Art: Bachelor- / Masterarbeit

Dauer: **Bachelor:** 3 Monate Vollzeit / 5 Monate Teilzeit | **Master:** 6 Monate Vollzeit

Beginn: Ab sofort

Kontakt

Bei Rückfragen oder Interesse an detaillierteren Informationen über das Thema können Sie mich gerne per E-Mail oder telefonisch kontaktieren.

Michael Kempf, M.Sc.

Gebäude S3|21 - Raum 410

Telefon: 06151 16-20445

E-Mail: michael.kempf@tu-darmstadt.de