

Intelligenter Regler für ein 30 kV-Hochspannungsmodul

Diplomand



Damian Kuratli

Einleitung: Feinstaub, insbesondere Partikel mit einem Durchmesser kleiner als $10\ \mu\text{m}$, beeinträchtigen die Gesundheit von Menschen und Tieren und müssen daher aus Rauchgasen herausgefiltert werden. Der Einsatz des OekoTube der Firma OekoSolve bietet eine vielversprechende Lösung zur Verbesserung der Luftqualität und dient dem Schutz der Gesundheit. Er eignet sich für Wohnraumfeuerungen, wie Cheminée oder Kaminofen, die mit Pellets, Hackschnitzel oder Stückholz betrieben werden. Das Filtersystem nutzt den Corona-Effekt im Gasgemisch. Durch die Hochspannung zwischen Sprüh- und Niederschlagselektrode werden die Rauchpartikel ionisiert, im elektrischen Feld beschleunigt und setzen sich an der Zylinderwand ab. Durch die bevorzugte Verwendung der negativen Corona, charakterisiert durch das negative Potential der Gleichspannung an der Sprühelektrode, lassen sich höhere Spannungen und ein grösserer Stromfluss erzeugen. Dies steigert wiederum die Filterleistung. Motivation dieser Arbeit ist, trotz rauer Betriebsbedingungen mit Hilfe eines innovativen Konzepts die Hochspannungsregelung auf dessen Rippel und Lastsprungverhalten zu verbessern.

Problemstellung: Die zentrale Aufgabe dieses Projekts besteht darin, einen optimierten Spannungsregler zu entwickeln, der die Stabilität der Betriebsspannung gewährleistet. Alternativ soll eine Stromregelung oder Stromüberwachung erarbeitet werden. Die Modellierung und Simulation des Hochspannungskonverters ist Teil der Aufgabe und ermöglicht eine grundlegende Analyse der Systemcharakteristik. Basierend auf den Simulationsergebnissen wurden Hardwaretests durchgeführt, um das Verhalten des Systems zu untersuchen und einen Regelalgorithmus für einen Digitalen Signalprozessor (DSP) zu entwickeln.

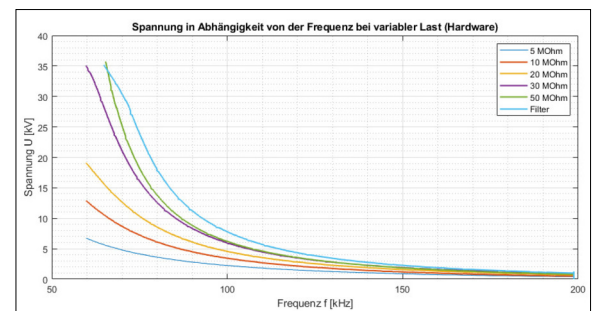
Ergebnis: Es stellte sich heraus, dass das Verhalten der Regelstrecke linearisiert werden muss, damit das System im gesamten Arbeitsbereich stabil und mit gleicher Regelgüte arbeitet. Die nichtlineare Kennlinie zwischen der Frequenz als Stellgrösse und der Spannung respektive dem Strom als Regelgrösse wurde ermittelt und zur Linearisierung mit ihrer Umkehrfunktion multipliziert. Aus der Analyse der Sprungantwort geht nun ein verzögerndes Verhalten erster Ordnung (PT_1) der Regelstrecke hervor, deren Zeitkonstante trotz wechselnder Last und unterschiedlichen Arbeitsbereichen sich nur unwesentlich ändert. Insbesondere die Ausregelzeit des Spannungsreglers konnte deutlich unter den festgelegten Richtwert gesenkt werden, wodurch eine schnellere Reaktion auf Laständerungen erreicht wurde. Die Integration einer Stromüberwachung ergänzt den Spannungsregler und ermöglicht eine Störungskorrektur innerhalb der vorgegebenen

Zeitspanne. Sowohl der Spannungsregler als auch die Stromüberwachung weisen einen geringen Rippel von nur wenigen Bits auf, was ihre Stabilisierung der Betriebsspannung respektive des Betriebsstroms unterstreicht und wodurch jetzt ein Betrieb mit einem konstanten elektrischen Feld ermöglicht wird.

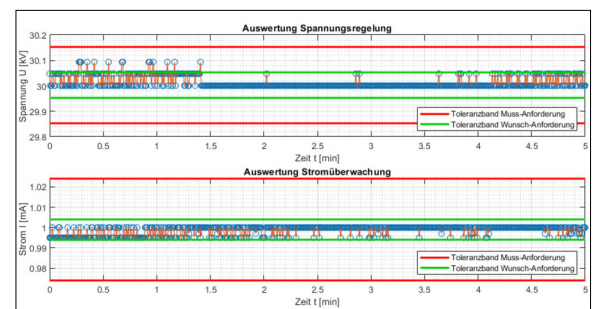
Aufbau des OekoTube-Inside Heizerschwaben Partikelabscheider



Spannung in Abhängigkeit von der Frequenz bei variabler Last Eigene Darstellung



Getrennte Auswertung der Spannungsregelung oder der Stromüberwachung bei einer Last von 30 MΩ Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Rainer
Pickhardt

Korreferent
Prof. Adrian Weitnauer

Themengebiet
Elektronik,
Ingenieurinformatik

Projektpartner
OekoSolve AG,
Schmelziweg 2, 8889
Mels, SG