

Impulsgenerator für Massenspektrometer

Hochspannungs- und Hochstromtechnik / Betreuer: Prof. Dr. Kurt Lehmann

Experte: Walter Hanselmann, Microlink R&D

Projektpartner: Werner Hirschi, Montena EMC SA, Rossens / Jürg Jost, Phys. Inst., Universität Bern

Diese Master-Thesis baut auf den Projektarbeiten 1 und 2 auf, die während des ersten Jahres des Master-Studiums abgeschlossen wurden. Ziel ist es, einen Impulsgenerator zu entwickeln, der sehr steifflankige Pulse mit relativ langer Dauer erzeugen kann wie man sie bei Massenspektrometern zur Analyse von Gasen benötigt. In der Projektarbeit 1 wurden Topologie und Bauteile evaluiert, in der Projektarbeit 2 wurde ein erster Prototyp realisiert und allfällige Probleme lokalisiert.

In der Masterarbeit wurde ein Laborprototyp (Typ 2), entwickelt und getestet. Mit diesem Generator ist es möglich, Impulse mit einer Anstiegszeit von 1.8ns bei einer Speisespannung von 800V zu realisieren. Dieser Impulsgenerator hat eine Ausgangsimpedanz von 50Ω und ist auch für 50Ω Lasten optimiert worden. Aufgrund dieser Leistungsanpassung liegt an der Last nur die halbe Speisespannung daher 400V an, welche bei 50Ω eine Peak-Leistung von 3.2 kW ergeben. Der Impulsgenerator ist in der Lage, Repetitionsfrequenzen von bis zu 1.6MHz und maximale Pulsbreiten von bis zu einigen μ s zu generieren.

Ein limitierender Faktor für die Anstiegszeit der Impulse ist die Induktivität des Gehäuses, speziell die Anschlüsse wie auch die Bonddrähte des MOSFETs. Aus

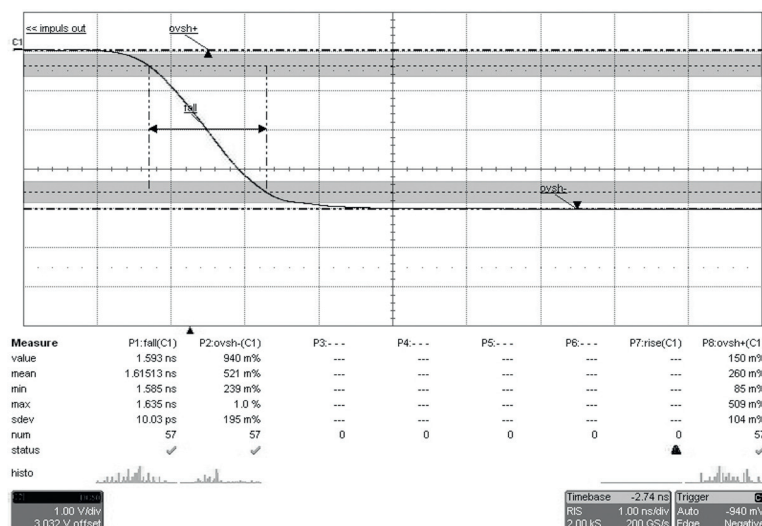
diesem Grunde wurde versucht, im Impulsgenerator (Typ 3) diese ungewünschten Induktivitäten zu reduzieren, indem der MOSFET ohne Gehäuse als Die, also der Siliziumkristall, direkt auf die Platine montiert wurde. Es konnte gezeigt werden, dass solch ein Aufbau realisierbar ist. Durch diesen niederinduktiven Aufbau konnte die Anstiegszeit verringert werden. Das Gate des MOSFETs lässt sich dadurch auch deutlich besser kontrollieren, da entsprechende Oszillationen stark reduziert sind. Der Impulsgenerator (Typ 3) weist eine Anstiegszeit von 1.6ns bei einer Speisespannung von 800V auf und ist somit rund 10% schneller. Weil jedoch keine Dies beim Hersteller bezogen werden können, müssen handelsübliche MOSFETs gekauft und die Dies aufwändig extrahiert werden.

Um den Nachteil der halben Spannung bei Leistungsanpassung zu eliminieren, wurden zwei geerdete Impulsgeneratoren in Serie geschaltet. Für diese Serienschaltung musste ein neues Impedanzkonzept erarbeitet werden, ausserdem musste die entsprechende Hardware für die Addierung zweier Impulse entwickelt und ausgemessen werden. Es ist gelungen, einen Impuls an einer 50Ω Last mit einer Anstiegszeit von 2.2ns und einer Amplitude von 500V zu realisieren, was einer Peak-Leistung von 5 kW entspricht. Impulse mit einer Amplitude von 800V und einer Flankenanstiegszeit von 2.7 ns an einer 50Ω Last sind möglich, wurden aber nicht verifiziert, da entsprechende Dämpfungsglieder nicht verfügbar sind.

Diese Master-Thesis bildet das Konzept und die Grundlage für einen Impulsgenerator, der im Auftrag des Physikalischen Institutes der Universität Bern von der Firma Montena EMC SA in Rossens entwickelt wird. Er wird in einem Massenspektrometer eingebaut, der im Rahmen einer Weltraummission, die 2013 von Indien aus startet, und einer zweiten Mission, die 2014 von Russland aus startet. Beide Missionen führen zum Mond.



Andreas Nentwig



Frontanstieg des Impulsgenerators (Typ 3) an einer 50Ω Last, 1.6 ns (10-90%), 100 V/div (Abschwächung 100:1), 1 ns/div