



Stephan Käppeli

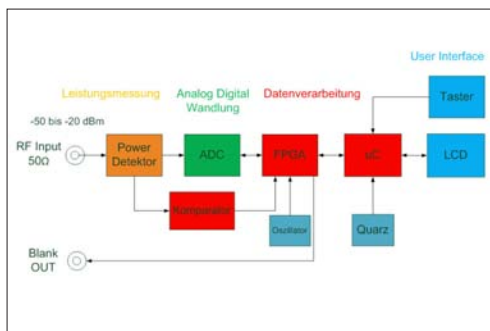


Marco Suter

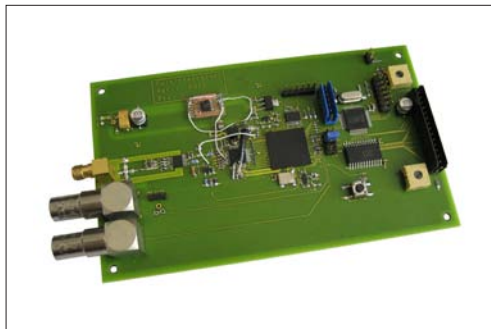
Diplomanden	Stephan Käppeli, Marco Suter
Examinator	Prof. Dr. Paul Zbinden
Experte	Dr. Robert Reutemann, Miromico AG, Zürich
Themengebiet	Mikroelektronik
Projektpartner	ETH Zürich

Pulsintegrator

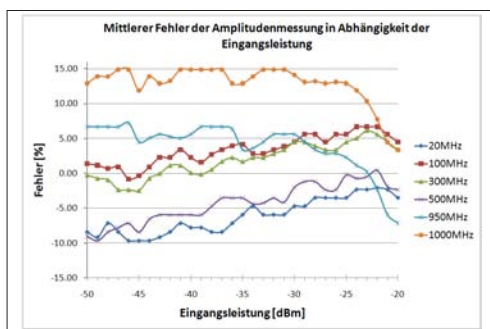
26 Für NMR-Spektrometer



Blockschaltbild



Pulsintegrator



Ausgangslage: Das Institut für Physikalische Chemie der ETH Zürich setzt zur Untersuchung von Materialien und biologischen Systemen nuklearmagnetische Resonanzspektrometer (NMR-Spektrometer) ein. Die NMR-Spektrometer pulsen Spulen, welche um eine Materialprobe angeordnet sind, mit hochfrequenten Signalen. Dadurch können die Eigenschaften der Materialien erforscht werden. Um die Probenköpfe und die Proben vor Überlast zu schützen, werden heute Pulsbegrenzer eingesetzt. Diese gewichten jeden Puls mit der Maximalleistung, welche in das System eingespiessen werden kann. Dies unabhängig davon, wie gross die effektive Leistung des Pulses ist. Wird beim Pulsbegrenzer ein maximales Puls-Pause-Verhältnis überschritten, erfolgt die Auslösung eines Alarms und das System wird abgeschaltet. Um die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit zu erhöhen, soll eine neue Version des Pulsbegrenzers entwickelt werden. Dabei werden die effektiven Leistungen der hochfrequenten Pulse mit einbezogen. Zudem soll auch die Energie im System betrachtet werden. Um diese zu berechnen, integriert man die Leistung über die Zeit.

Vorgehen: Die Leistung des Eingangssignals in einem Leistungsbereich von -50 bis -20 dBm und einem Frequenzbereich von 20 MHz bis 1 GHz wird mit einem Power-Detektor gemessen. Dieser liefert eine DC-Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Eingangssignalleistung. Die analoge Ausgangsspannung wird digital gewandelt und einem FPGA übertragen, welches die aktuelle Signalleistung bestimmen kann. Die Systemenergie wird aus der aktuellen Leistung und einer zusätzlichen Zeitmessung der Pulse berechnet. Über ein Benutzerinterface erfolgen die Eingabe der Maximalwerte sowie die Anzeige der momentanen Leistung und der Systemenergie.

Ergebnis: Der Pulsintegrator misst die Leistung der Pulse und berechnet die Gesamtenergie im System korrekt. Bei einer Überschreitung eines Maximalwertes wird ein Alarm ausgelöst und die Pulsung der Proben wird gestoppt. Die Zeitmessung der Pulse hat im Worst Case eine Abweichung von 385 ns. Aufgrund einer Frequenzabhängigkeit des Power-Detektors kann in einem Frequenzbereich von 20 MHz bis 950 MHz die Eingangsamplitude mit einem mittleren Fehler von $\pm 10\%$ bestimmt werden. Bei einer Eingangsfrequenz von 1 GHz steigt der Fehler auf 15% an.