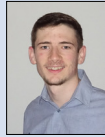


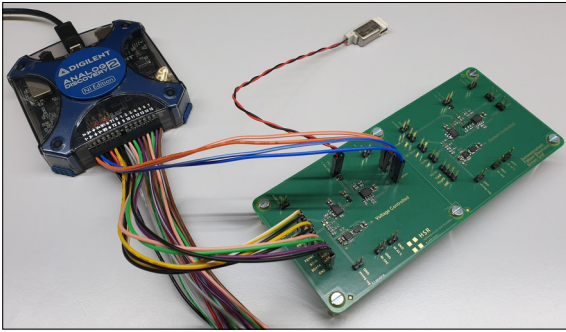
Fabian Silvan Bissmann



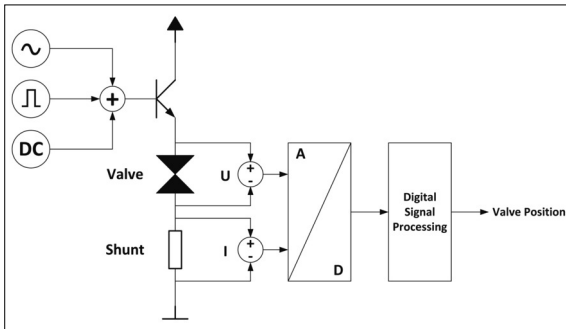
Simon Graf

Studenten	Fabian Silvan Bissmann, Simon Graf
Examinatoren	Prof. Dr. Paul Zbinden, Roman Willi
Themengebiet	Mikroelektronik
Projektpartner	Tecan Schweiz AG, CH-8708 Männedorf, ZH

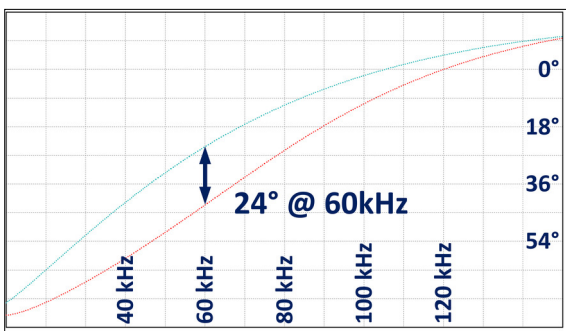
Positionsmessung des Stössels in einem Ventil



Entwickelte Leiterplatte mit externer Ansteuerung und Auswertung
Eigene Darstellung



Blockschaltbild des kompletten Aufbaus inkl. Auswertung
Eigene Darstellung



Simulierte Messsignalphasendifferenz (U zu I) zwischen geschlossenem (rot) und offenem (blau) Ventil
Eigene Darstellung

Ausgangslage: Die Firma Tecan Schweiz AG ist ein weltweit tätiger Hersteller von Laborgeräten und Liquid-Handling-Robotern. Solche Laborgeräte und Roboter werden in modernen Labors der Pharmazie, Forensik und der klinischen Diagnostik eingesetzt. Eine Technologie, die dabei zum Einsatz kommt, ist das Pipettieren von Flüssigkeiten mittels Über- und Unterdruck. Die Solenoid-Ventile (Magnetventile) in den Druckkanälen steuern den Druck und somit das pipettierte Flüssigkeitsvolumen. Die Solenoid-Ventile werden mittels Pulsweitenmodulation (PWM) gesteuert (Steuersignal). Solche Solenoid-Ventile weisen verschiedene nicht ideale Eigenschaften auf (z. B. Produktionstoleranzen welche Einfluss auf die Kraft der Rückstellfeder haben, temperaturbedingte Änderung der Spuleneigenschaften etc.), welche direkten Einfluss auf die Genauigkeit des pipettierten Volumens haben.

Ziel der Arbeit: Im Rahmen dieser Arbeit soll geklärt werden, ob die Position des Ventilstössels anhand der elektrischen Eigenschaften der Ventilschule gemessen werden kann. Aus dieser Messung erhofft man, Rückschlüsse auf das tatsächlich pipettierte Volumen ziehen zu können. Die Hauptanforderung besteht darin, eine Hardware zu entwickeln, welche im herkömmlichen PWM-Betrieb des Magnetventils die Position messen kann. Dies kann mittels Überlagerung eines Messsignals auf dieses PWM-Steuersignal geschehen. Die Auswertung der Messdaten soll folgendes zeigen:

- Zustand des Ventils (offen/geschlossen)
- Ein- und Ausschaltzeit des Ventils (Genauigkeit +/- 50 μ s)
- Position des Ventils (Auflösung > = 4 Bits)

Optional sollen die Auswirkungen externer Einflüsse wie angelegter Druck, Temperatur, Magnetfelder etc. untersucht werden.

Ergebnis: Mithilfe von SPICE-Simulationen und Probeaufbauten wurde eine Schaltung entwickelt, welche einen DC-Offset und ein Sinussignal auf das PWM-Steuersignal überlagert. Die Schaltung ermöglicht zudem die Messung der Spannungs- und Stromsignale, die durch die Position des Ventilstössels verändert werden. Diese Signale werden mittels eines externen AD-Wandlers (Analog/Digital-Wandler) aufgezeichnet. Das anfänglich überlagerte Sinussignal wird anschliessend auf einem Computer mittels Goertzel-Algorithmus aus dem Strom- und Spannungsdatensatz extrahiert und ausgewertet. Durch die Veränderung der Stösselposition ändern sich die Phasen und Amplituden der einzelnen Sinussignale. Diese Änderungen können einer eindeutigen Position des Ventilstössels zugeordnet werden, womit für die drei Punkte im Abschnitt «Ziel der Arbeit» folgende Genauigkeiten erreicht werden:

- Der Zustand des Ventils kann eindeutig detektiert werden
- Aufgrund fehlender Referenzmessung kann lediglich eine geschätzte Genauigkeit von +/- 40 μ s angegeben werden
- Eine Positionsmessung konnte aus Zeitgründen nicht abschliessend erarbeitet werden

Externe Einflüsse wurden aus zeitlichen Gründen nicht untersucht.

Diese Arbeit hat gezeigt, dass eine Bestimmung der Stösselposition in einem Solenoid-Ventil über das Steuersignal möglich ist. Weitere Untersuchungen sind nötig, da Teile der oben aufgeführten Punkte nicht abgeschlossen wurden. Somit stellt diese Arbeit eine gute Grundlage für weiterführende Analysen dar.