

# Messschaltung für einen kapazitiven Sensor

Für einen Pipettierroboter steht ein kapazitiver Drucksensor zur Verfügung, welcher kleinste Änderungen detektiert. Dafür wurde eine Messschaltung entwickelt, aufgebaut und analysiert.

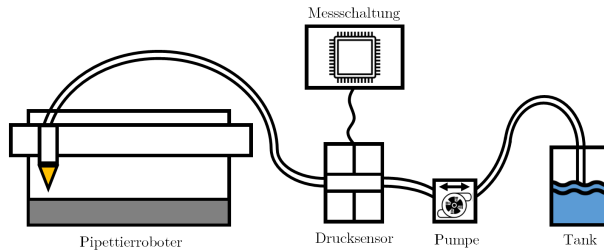


Abbildung 1: Systemaufbau  
Einsatz des Drucksensors im Gesamtsystem

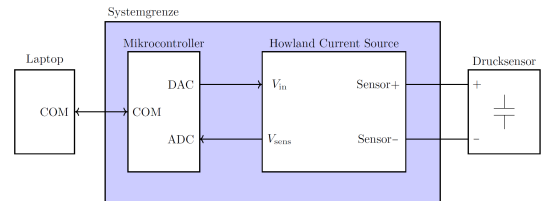


Abbildung 2: Blockschaltbild  
Prinzipieller Aufbau der Messschaltung

## Die Aufgabe

Die Firma Tecan hat einen kapazitiven Drucksensor entwickelt, welcher Druckänderungen während des Pipettiervorgangs misst. Der kapazitive Drucksensor ändert seine Kapazität abhängig vom Druck im Gesamtsystem. Die Aufgabe in diesem Projekt ist es, die entwickelte Messschaltung aufzubauen und die Möglichkeiten des Systems aufzuzeigen.

## Die Lösung

Das Prinzip der Kapazitätsmessung basiert auf einem Regelkreis. Durch periodisches Laden und Entladen der Kapazität können Änderungen erkannt werden. Der prinzipielle Auf-

bau der Messschaltung zeigt den Sensor angeschlossen an die Konstantstromquelle. Diese wird von einem Mikrocontroller angesteuert. Ausserdem misst er die Spannung über der Kapazität. Damit Nutzen die zeitlichen Verlauf des Sensorsignals betrachten können, empfängt ein Laptop die Daten des Mikrocontrollers via serieller Schnittstelle. Schlussendlich können die Daten mithilfe eines Python-Skripts angeschaut und analysiert werden.

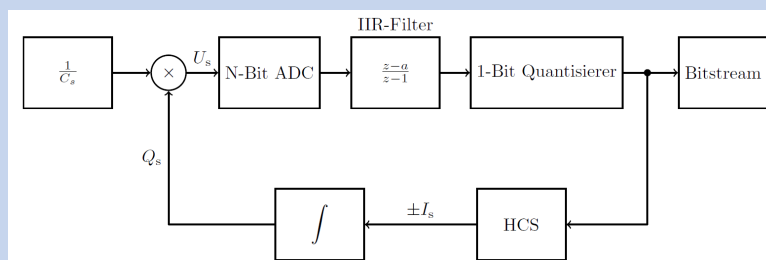
## Resultate

Zur Validierung der Schaltung wurde der Kapazitätswert des Sensors in einer ersten Messung manuell ver-

ändert. Dabei wurde mittels Pusten abwechselnd Überdruck und Unterdruck erzeugt. Die Kapazitätsänderungen bilden in diesem Fall die Druckänderungen qualitativ gut nach. Unbefriedigend hingegen ist das Verhalten bei einem konstanten Eingangssignal. Dabei ändert sich das Signal willkürlich, weshalb es nicht möglich ist diese Änderungen zu kompensieren. Das selbe Verhalten zeigt sich auch, wenn der Sensor am Pipettierroboter angeschlossen ist. Jedoch konnten hierbei keine Druckänderungen erkannt werden, da die Störungen zu gross sind. Das Prinzip der Messschaltung funktioniert, erwies sich aber in der Realität als stark störungsanfällig.

### Infobox

Die Abbildung zeigt den Aufbau der erweiterten Deltamodulation. Auf der linken Seite befindet sich der Sensor, welcher hier als Kehrwert der Sensorkapazität  $C_s$  beschrieben wird. Dabei handelt es sich um das Eingangssignal. Wird dies mit der sich in der Kapazität befindenden Ladung  $Q_s$  multipliziert, resultiert die Spannung  $U_s$ . Diese Spannung wird digitalisiert und gefiltert. Danach wird geprüft, ob der Ausgangswert des Filters eine definierte Schwelle über- oder unterschreitet. Durch den Feedbackpfad wird bei einem Überschreiten Ladung aus der Sensorkapazität genommen. Bei einem Unterschreiten der Schwelle wird der Sensorkapazität Ladung hinzugefügt. Die Ladung wird über die Howland Current Source gesteuert. Der Bitstream beinhaltet die Information des Über- und Unterschreiten des Schwellenwertes, wodurch Änderungen der Sensorkapazität detektiert werden können. Durch den Schwellenwertentscheid entsteht viel Quantisierungsrauschen, welches durch den IIR-Filter minimiert wird.



### Arbeitsgruppe:

Luca Krummenacher, Lukas von Däniken

### Auftraggeber:

Tecan AG

### Betreuer:

Prof. Dr. Hanspeter Schmid