

Auswerteschaltung für Feuchtesensor

Weiterentwicklung der Auswerteelektronik, Hardwareaufbau erstellen und Qualifizieren des Messsystems

Diplomand



Yves Rickli

Ausgangslage: Präzise Feuchte- und Temperatursensoren werden in verschiedenen Bereichen wie der Meteorologie, der Pharmazie oder der Lebensmittelindustrie benötigt. Der von Rotronic entwickelte Sensorfühler HC2A erfüllt diese Anforderungen. Da Rotronic an einer stetigen Verbesserung/Innovation seiner Produkte interessiert ist, soll in dieser Arbeit der erste Entwicklungsschritt für eine noch genauere, schnellere und stromsparendere Auswerteelektronik für den Sensorfühler HC2A gemacht werden. In einer früheren Semesterarbeit wurden verschiedene Ansätze zur kapazitiven Feuchtemessung untersucht und getestet. Die vorliegende Arbeit knüpft an die Ergebnisse dieser Semesterarbeit an. Im Einzelnen geht es darum, den Ansatz des Ladungsverstärkers für die kapazitive Feuchtemessung weiterzuentwickeln und einige der in der Vorarbeit identifizierten Probleme zu analysieren und zu beseitigen.

Vorgehen/Technologien: Mit den Erkenntnissen aus dem Vorprojekt wurde ein kapazitives Messsystem entwickelt. Es basiert auf dem Prinzip des Ladungsverstärkers. Dabei wird die zuerst angesammelte Ladung im Sensor HT-1, welcher eine Kapazität von $220 \text{ pF} \pm 50 \text{ pF}$ hat, integriert. Dieser Zyklus wiederholt sich laufend während der ganzen Messperiode. Es kann sowohl eine positive wie auch eine negative Ladung in den Sensor HT-1 geladen werden, jedoch nicht abwechselnd in der gleichen Messperiode. Um das Messsystem nicht unnötig zu belasten, wird die negative Grundladung des Sensors HT-1 mit einer zusätzlichen Kapazität in jedem Zyklus integriert. Dies hat zur Folge, dass nur der unbekannte variable Ladungsanteil des Sensors HT-1 auf die Integrationskapazität geladen wird. Damit steigt oder sinkt die Spannung am Integratorausgang. Der implementierte Sigma-Delta-Wandler entscheidet, ob im nächsten Zyklus eine definierte Ladung positiv oder negativ sein muss, um dem Trend des Integratorausgangs entgegenzuwirken und nicht an seinen Anschlag zu kommen. Mit der Anzahl Zyklen, in welchen der Sigma-Delta-Wandler während der Messperiode eine positive Ladung integriert, kann auf den Kapazitätswert des Sensors HT-1 geschlossen werden. Es kann dabei zwischen einem Sigma-Delta-Wandler erster Ordnung oder zweiter Ordnung gewählt werden. Zusammen mit der ebenfalls entwickelten resistiven Temperaturmessung kann daraus die relative Feuchte der Luft berechnet werden.

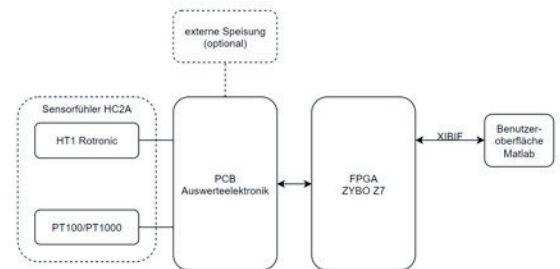
Ergebnis: Das im vorangegangenen Abschnitt erläuterte Messsystem wurde auf einem PCB implementiert. Die Elektronik auf dem PCB wird über ein Zybo Z7 FPGA Board gesteuert, das wiederum über eine Benutzeroberfläche auf dem Computer gesteuert

werden kann. Verschiedene Messungen haben gezeigt, dass mit dem entwickelten Messsystem eine Messauflösung von bis zu 19 Bit mit einer Standardabweichung von 1-2fF möglich ist. Zudem ist das Messsystem bis zu einer Sensorfrequenz von 100 kHz einsetzbar.

Der im Abschnitt Verfahren/Technik erwähnte Zyklus dauert somit 10 μs , bei Sensorfrequenz 100 kHz. Zusammen mit der oben genannten Messauflösung von 19 Bit gibt das entwickelte Messsystem spätestens alle fünf Sekunden einen neuen Messwert aus. Durch eine Erweiterung des Messsystems mit einem geeigneten Filter kann die Zeitspanne bis zum nächsten Messwert jedoch stark verkürzt werden.

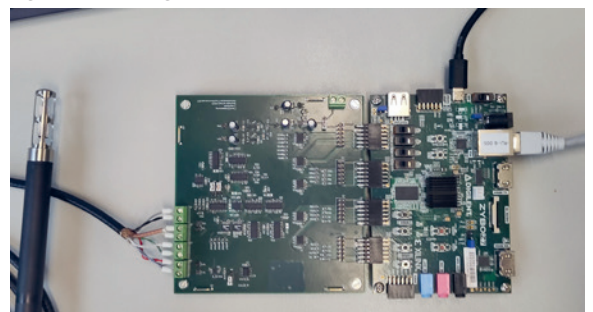
Übersicht Messsystem

Eigene Darstellung



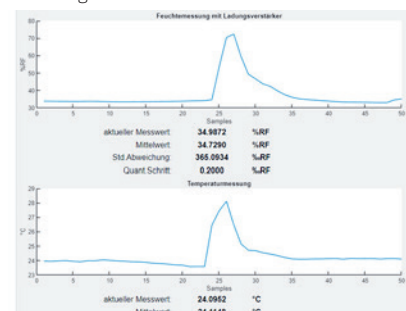
Entwickelte Hardware inklusiv Zybo Z7 FPGA Board und Sensorfühler HC2A

Eigene Darstellung



Physikalische Messwertanzeige der Benutzeroberfläche, Messung zeigt Messausschlag bei Anhauchen des Sensorfühlers

Eigene Darstellung



Referent
Prof. Guido Keel

Korreferent
Arthur Schwilch,
Gossau ZH, ZH

Themengebiet
Sensorik

Projektpartner
Rotronic AG,
Bassersdorf, ZH