

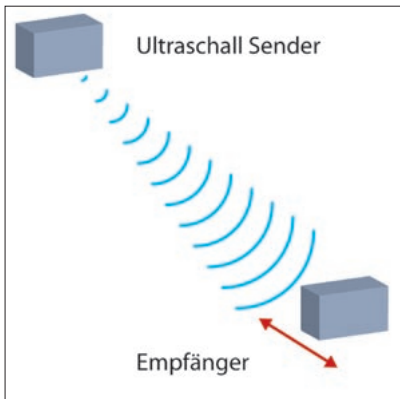


Pascal
Roos

Distanzänderungsmessung mittels Ultraschall

Ultraschall basierende Submillimeter-Detektion von Verschiebungen

Diplomand	Pascal Roos
Examinator	Prof. Dr. Guido Schuster
Experte	Gabriel Sidler, Eivycom GmbH, Uster ZH
Themengebiet	Digitale Signalverarbeitung
Projektpartner	Institut für Kommunikationssysteme ICOM, HSR, Rapperswil SG

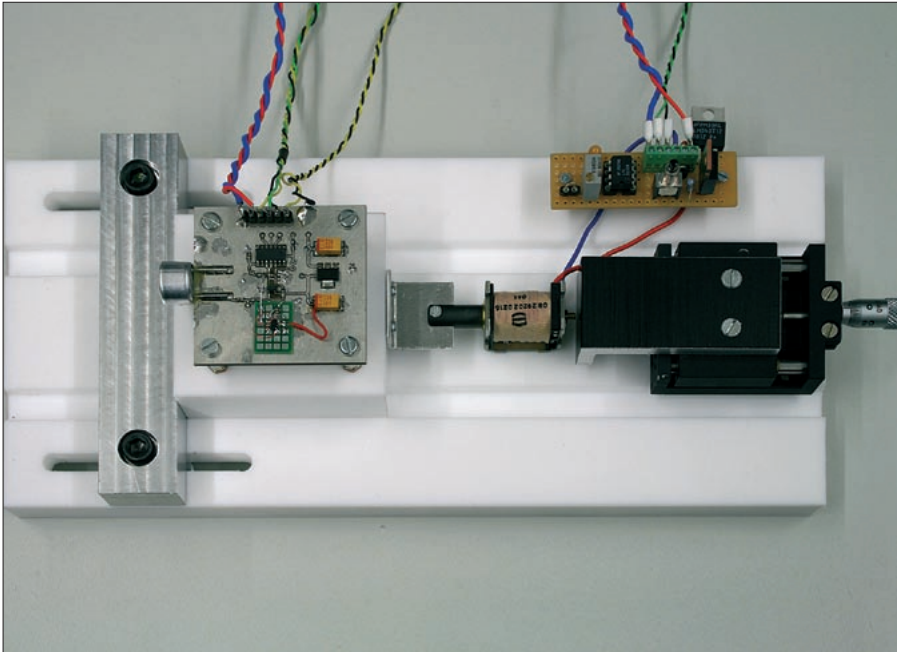


Gesamtsystem, schematisch dargestellt

Aufgabe: Ein Erdbeben macht sich oft noch vor dem eigentlichen Niedergang durch eine leichte Verschiebung des Hanges bemerkbar. Ziel dieser Diplomarbeit war es, ein System zu entwickeln, welches solche Bewegungen im Submillimeterbereich mittels Ultraschall erkennen kann. Durch die Phasenlage des Ultraschallsignals soll der Empfänger seine relative Abstandsänderung zum Sender bestimmen. Die technische Umsetzung soll vorwiegend durch Digitale Signalverarbeitung erfolgen und auf einem Mikrokontroller implementiert werden.

Vorgehen: Als Erstes wurde eine präzise mechanische Messeinrichtung gefertigt, welche es erlaubt, im Labor realistische und reproduzierbare Messungen durchzuführen. Der nächste Schritt war die Entwicklung einer Empfängerschaltung. Analyse der Messdaten und Ausarbeitung geeigneter Algorithmen erfolgten am PC mit Hilfe von Matlab. Das resultierende Verfahren wurde danach noch auf den CC2430-Mikrokontroller portiert.

Lösung: Aus der Phasenlage des Ultraschallsignals kann der Empfänger die Abstandsänderung zum Sender feststellen. Dazu werden Amplitude und



Messaufbau mit Empfangsverstärker und Steuerungselektronik

Phase des Signals mit einem Kalmanfilter vorausgeschätzt. Das Kalmanfilter trifft diese Vorhersage aufgrund der vorangegangenen Messwerte und eines mathematischen Modells des unbewegten Systems. Ändert sich der Abstand von Sender und Empfänger, wird die Differenz zwischen Messung und Vorhersage grösser und kann einfach detektiert werden. Ein grosser Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass ein Kalmanfilter auf eine rekursive Form gebracht werden kann und sich deshalb auch mit geringer Rechenleistung umsetzen lässt.