



Markus Riche

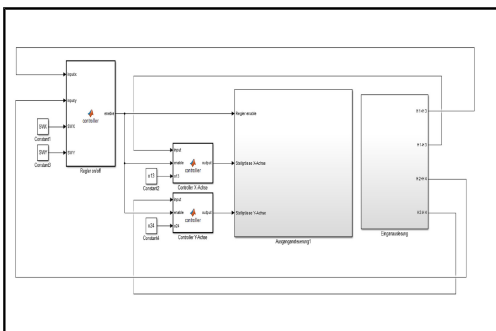
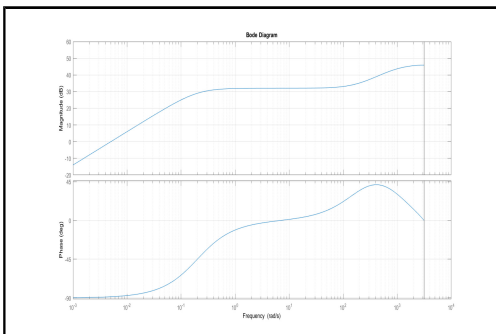
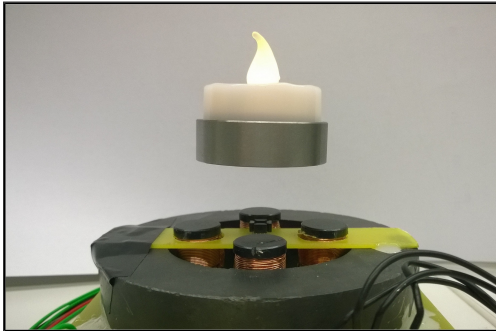


Fredy Stoller

Studenten/-innen	Markus Riche, Fredy Stoller
Dozenten/-innen	Prof. Dr. Markus Kottmann
Co-Betreuer/-innen	Bruno Vollenweider
Themengebiet	Regelungstechnik

Magnetische Levitation mit adaptivem Regler

Erarbeitung eines Kleinmodells



Einleitung: Magnetische Phänomene faszinieren die Menschen und bilden immer wieder die Grundlage für phantasievolle Ideen, wie diese Kräfte genutzt werden könnten. Das Erreichen von Levitationszuständen mit Hilfe von Permanentmagneten ist so eine Idee, welche schon vielfach bei der Umsetzung scheiterte. Bereits um 1840 wurde die Unmöglichkeit dieses Unterfangens mathematisch bewiesen. Dennoch lassen sich magnetische Kräfte nutzen, um unter Hinzunahme einer aktiven Regelung stabile Levitationszustände zu erreichen. Anwendung findet sich zum Beispiel bei Magnetlagern oder Magnetschwebbahnen. Diese Studienarbeit zielt darauf ab, einen Levitationszustand mittels einer aktiven Regelung umzusetzen und zu veranschaulichen. Dazu soll ein Scheibenmagnet über einem Ringmagneten schweben gelassen werden. Dies erfordert die Regelung von zwei instabilen Freiheitsgraden. Zur Stabilisierung soll ein Regler entworfen und implementiert werden, der sich durch ein adaptives Verhalten auszeichnet. Weiter gilt es, den Aufbau möglichst kompakt und leistungsarm zu halten.

Vorgehen: Zuerst wurde anhand eines bereits bestehenden Testaufbaus ein neuer, optimierter Aufbau erstellt, wobei es die Aktorik und Sensorik zu überdenken galt. Nachdem die Stell- und Sensorsignale korrekt verknüpft waren, konnte die Regelstrecke analysiert und ein erster Reglerentwurf in Angriff genommen werden. Nach geglückter Stabilisierung des Regelkreises wurden verschiedene Anpassungen vorgenommen. So wurde zum Beispiel mit unterschiedlichen Schwebekörpern experimentiert. Auch die Regelung konnte bezüglich Energieeffizienz optimiert werden. Im Rahmen einer kompakten Umsetzung galt es schliesslich, verschiedene Bauteile zu ersetzen, Konzepte zu überarbeiten und den Regler durch wenige Codezeilen zu beschreiben, um ihn auf einem Microcontroller implementieren zu können.

Ergebnis: Zur aktiven Regelung wurden über ein PWM-Signal Spulen angesprochen, mit deren Magnetfeld Einfluss auf die Position des Schwebekörpers genommen werden konnte. Die Positionsänderung wurde mittels Hallsensoren erfasst und digitalisiert. Zur Stabilisierung des Regelkreises genügte der Einsatz eines einfachen PDT1-Reglers. Damit das System auch bei kleinen, konstanten Positionsabweichungen energieeffizient betrieben werden kann, wurde dem PDT1-Glied ein DT1-Glied vorgeschaltet, welches diesen konstanten Anteil unterdrückt. Schliesslich wurde der Regler auf einem Microcontroller der MSP430-Familie implementiert und der Aufbau mit einer geregelten Versorgungsspannung von 3.3V betrieben.