

# Regelungen für einen schwebenden Magneten

Signalverarbeitung / Prof. Dr. Josef Götte

Elektro- und Kommunikationstechnik

**Ein Permanent-Magnet wird mittels geregelter Elektromagnet-Kraft genau so stark angezogen, dass er in der Schwebelage verharrt oder vorgegeben Auslenkungsmustern nachfolgt. Weil das Schwebemagnet-System eine instabile, nichtlineare Regelstrecke ist, muss sie sowohl stabilisiert als auch geregelt werden. Wir untersuchen auf der Basis von digitalen Regelungen verschiedene Regelansätze, wie *gain-scheduling* basierend auf Kleinsignal-Linearisierung, *pole-placement* und *tracking-control* basierend auf *feedback-Linearisierung*, als auch einen Ansatz aus dem Gebiet der *robust controls*, den *sliding-mode*-Regler. Wir zeigen, dass mit einem *tracking-control* sehr gute Regelergebnisse möglich sind.**

Für unsere Diplomarbeit erhalten wir einen Prototyp des Magnetschwebesystems, wie es die Abbildung zeigt. In einer späteren ausgereiften Version kann das System zum Beispiel für das Präsentieren von Schmuck oder Ähnlichem in schwebendem Zustand eingesetzt werden. Dieses gegebene System arbeitet mit einem analogen PD-Regler, der auf die Stabilisierung des Schwebemagneten auf einen Arbeitspunkt ausgelegt ist. Wir haben nun das Ziel, auf digitaler Basis leistungsfähigere Regelungen zu realisieren, die zusätzlich Bewegungen des schwebenden Magneten ermöglichen. Als Entwicklungswerkzeug verwendet wird *Matlab/Simulink* zusammen mit der *real-time processing box DS1103* von *dSpace*.



In einem ersten Schritt modellieren wir das Schwebemagnetsystem (mathematische Beschreibung), um die Charakteristik besser kennen zu lernen; die dazu notwendigen Positionsmessungen führen wir optisch mit einer CCD-Kamera durch. Aufgrund des erstellten Modells konzipieren wir verschiedene Regler. Zuerst bauen wir den analogen Regler auf digitaler Basis nach. Das ermöglicht uns die *input/output*-Anpassung der digitalen Regler auf die Hardware und gibt uns zudem die Gewissheit, grundsätzlich mit einer Abtastfrequenz von 20 kHz arbeiten zu können. Wir entwerfen einen *gain-scheduling*-Regler, basierend auf Kleinsignal-Linearisierung des Modells, der uns in der Simulation sehr gute, auf der Hardware angewandte gute Ergebnisse liefert. Weiter erstellen wir auf Simulationsbasis in *Simulink* einen *pole-placement*-Regler, basierend auf dem *feedback*-linearisierten Modell des Schwebemagnet-Systems. Die Simulation zeigt dabei gute Ergebnisse, angewandt auf die Hardware, haben wir jedoch zur Zeit noch Schwierigkeiten, die Simulationsergebnisse zu bestätigen. Weiter entwickeln wir einen *tracking*-Regler, ebenfalls basierend auf dem *feedback*-linearisierten Modell und dürfen uns an einem ausgezeichneten Regelverhalten auf der Hardware freuen: Der Magnet kann einen Weg von über 10 mm in vertikaler Richtung mit sehr schnellen Frequenzen fahren. Schliesslich entwerfen wir in einem weiteren Ansatz einen *sliding-mode*-Regler, der direkt

auf die nichtlineare Regelstrecke angewandt werden kann. Dieser Regler gehört in die Kategorie *robust control* und ist in einem bestimmten Mass "unempfindlich" auf sich ändernde oder auf ungenau modellierte Eigenschaften der Regelstrecke, da er nicht nur das Modell selbst, sondern auch Modellierungsfehler in sein Regelverhalten mit einbezieht. Auch mit diesem Ansatz können auf Simulationsebene sehr gute Ergebnisse erreicht werden, angewandt in der Hardware bleiben noch Feinabgleiche vorzunehmen; zur Zeit ist er dem *tracking-control*-Ansatz noch unterlegen.



Berger Daniel  
1981

032 384 53 41  
078/852 27 55

D.Berger@gmx.ch