

Gegeben ist ein in *breve* simuliertes System, bestehend aus einem Servomotor an dessen Abtrieb ein physikalisches Pendel befestigt ist. Das Verhalten des Motors ist dem eines echten nachempfunden. Insbesondere spielen Reibung und Getriebeverformung eine wesentliche Rolle.

A - Neuronale Steuerung (5 Punkte)

Entwerfen Sie eine rein neuronale Steuerung, welche einen gegebenen Zielwinkel φ einregelt. Als Sensor steht Ihnen der aktuelle Ist-Winkel zur Verfügung. Die Winkelwerte sind aus dem Intervall $[-1, 1]$, was einem Winkelbereich von -150° bis $+150^\circ$ entspricht. 60° sind demnach toter Winkel. Der Sensor kann Ihnen dort keine Auskunft geben. Angesteuert wird nur das Drehmoment. Der Drehmomentbereich ist ebenfalls auf $[-1, 1]$ normiert. Optimieren Sie Ihren Regler, indem Sie den Energieverbrauch, das Nachschwingen und die Einstellzeit auf ein Minimum reduzieren. Belegen Sie die Funktionsfähigkeit Ihrer Steuerung durch angemessene Messdaten.

Hinweis: Nutzen sie für den Entwurf bereits bekannte neuronale Module und nehmen Sie sich einen Augenblick Zeit um das *breve manual* zu lesen.

B - Resonanz (5 Punkte)

Koppeln Sie das Motor-Pendel-System an ein Einzelneuron und stellen Sie die Gewichte so ein, dass Sie ein hin- und herschwingendes Pendel erhalten. Versuchen Sie mit so wenig Energie wie nötig das System zu maximalen Amplituden zu bewegen (Aufschwingen). Erstellen Sie eine Grafik, die den Zusammenhang zwischen der Frequenz und der Amplitude aufzeigt. Identifizieren Sie die sogenannte Eigenfrequenz des Pendels.