

Aufgabenblatt 6 Termine: KW 23, KW 25

Gruppe	
Name(n)	Matrikelnummer(n)

Häufig sind die in eingebetteten Systemen verarbeiteten Signale **analoger, kontinuierlicher** Natur. Besonders häufig ist dieses dann der Fall, wenn es sich um Signale externer Komponenten (z.B. Sensoren) handelt. Um analoge Signale innerhalb eines digitalen Systems verarbeiten zu können ist eine Analog-Digital-Wandlung (de.wikipedia.org/wiki/Analog-Digital-Umsetzer) durch Abtastung/Quantisierung notwendig. Ihre Aufgabe ist es einen analog kommunizierenden Sensor (**Joystick**) an Ihr System anzubinden und die akquirierten Daten sinnvoll aufzubereiten.

Der Ihnen zur Verfügung gestellte analoge Joystick ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Funktion des Joysticks basiert auf der Verwendung von zwei **Drehpotentiometern** (de.wikipedia.org/wiki/Potentiometer). Zusätzlich verfügt der Joystick über eine Taster-Funktion (Ausgang Sel).

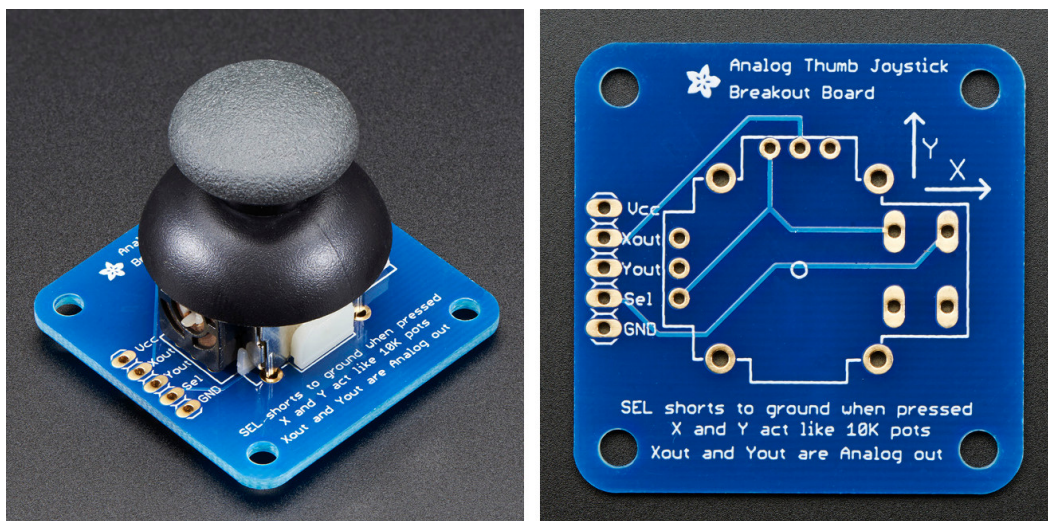
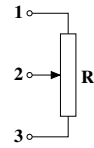


Abbildung 1: 2-Achsen Joystick basierend auf zwei Drehpotentiometern.

Beachten Sie: Die Ausgänge beider Achsen des Joysticks sind **analog!** Das Signal, welches am Ausgang für die X- bzw. Y-Achse anliegt, ist nicht auf die den Logikpegeln LOW und HIGH entsprechenden Spannungshöhen beschränkt. Die messbare Spannung variiert in Abhängigkeit von der Stellung des Drehpotentiometers. Die Anschlüsse 1 u. 3 der Potentiometer des Joysticks sind mit Gnd bzw. Vcc verbunden und der Schleifer (Anschluss 2) ist als Xout bzw. Yout direkt herausgeführt. Welche Maximal- und welche Minimalspannung gegenüber Gnd erwarten sie an Xout bzw. Yout.



Benutzen Sie deshalb die **analogen Eingänge** des Mikrocontrollers (beginnend mit dem Buchstaben „A“, z.B. A0) für den korrekten Anschluss des Joysticks. Verwenden Sie in Ihrem Programm folgende Funktion zur Abtastung der analogen Eingänge:

* `analogRead(<pin>)`

→ `analogRead`



Abbildung 2: Micro-Servo mit einem Arbeitsbereich von 180 Grad.

Ein häufig im Zusammenhang mit eingebetteten Systemen eingesetzter Aktor ist der **Servo-Motor**. Servo-Motoren unterschiedlicher Leistungsklassen ermöglichen die Realisierung vieler unterschiedlicher Anwendungen (z.B. Roboter-Manipulator mit mehreren Freiheitsgraden). Der Ihnen zur Verfügung gestellte Servo-Motor ist in [Abbildung 2](#) dargestellt. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte dem [Datenblatt](#).

Die Ansteuerung eines Servo-Motors basiert auf der **Pulsweitenmodulation**¹, wobei jedoch nur ein sehr kleiner Bereich des Tastverhältnisses verwendet wird. Ausschlaggebend ist die Pulsdauer des positiven Pulses. Die meisten Servo-Motoren lassen sich nach folgendem Schema ansteuern:

Pulsdauer [ms]	Winkelstellung [Grad]
1,0	0
1,5	90
2,0	180

¹vergl. Aufgabe 2

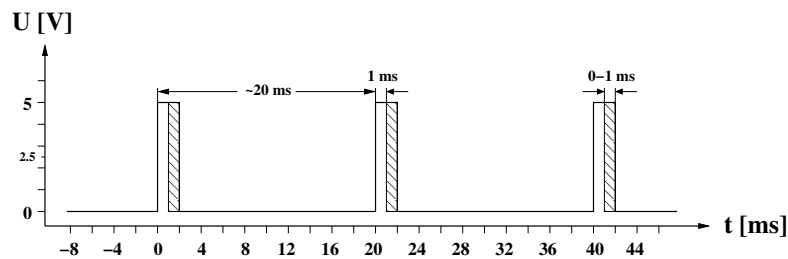


Abbildung 3: Standard PWM-Signal einer Servoschnittstelle.

Das Arduino Framework macht Ihnen die Ansteuerung von Servo-Motoren einfach. Betrachten Sie die Dokumentation der Bibliothek `Servo` und verschaffen Sie sich einen Überblick über den zur Verfügung stehenden Umfang an Funktionen. Den Funktionsumfang der Servo Bibliothek müssen Sie explizit über `#include <Servo.h>` in Ihrem Quellcode einbinden.

Eine funktionsfähige Lösung der Aufgaben lässt sich mit folgenden grundlegenden Funktionen der Bibliothek umsetzen:

```
* <servo>.attach(<pin>)           → Servo.attach
* <servo>.write(<angle>)          → Servo.write
```

Für die Bearbeitung der Aufgaben werden Ihnen zwei Servo-Motoren zur Verfügung gestellt. Diese sind Bestandteil einer **Pan-Tilt Unit (PTU)**: einer mechanischen Einheit in der die Rotationsachsen beider Servo-Motoren orthogonal zueinander positioniert sind (mit konstruktionsbedingten Offsets). Die PTU ist in Abbildung 4 dargestellt.

Die **beiden Freiheitsgrade** der PTU ermöglichen Ihnen, die montierte Plattform zu **schwenken** und zu **kippen/neigen**.



Abbildung 4: Mini Pan-Tilt Unit (PTU) basierend auf zwei Servo-Motoren.

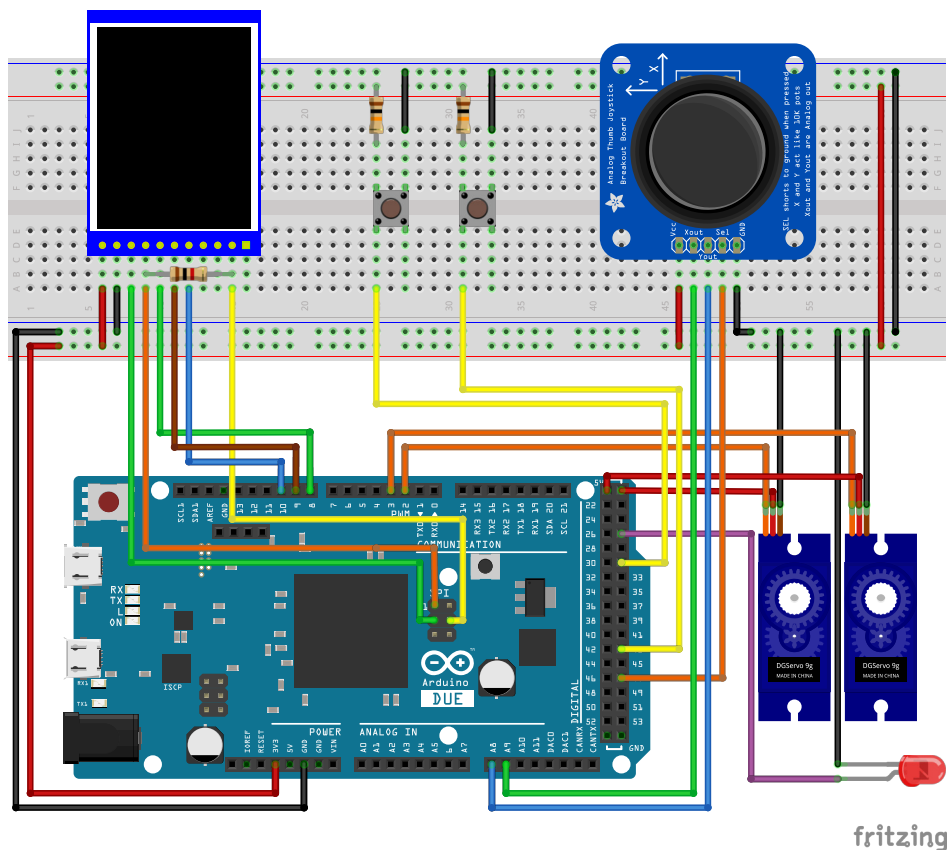


Abbildung 5: Vorschlag für die Verdrahtung des Versuchsaufbaus.

Zur Lösung der folgenden Aufgaben sollten Sie die Schaltung gemäß Abbildung 5 aufbauen. Beachten Sie bei der Verdrahtung des Versuchsaufbaus folgende Hinweise:

- Die in der Abbildung dargestellte rote LED ist ein Platzhalter für die auf der PTU montierte Laser-Diode. Die Laser-Diode besitzt eine rote (VCC, 3,3 V) und eine schwarze (GND) Anschlussleitung.
- Schließen Sie die beiden Servo-Motoren jeweils an VCC (5,0 V, rot) und GND (braun) an. Die verbleibende Anschlussleitung (orange) ist für das eigentliche Steuersignal.
- Verbinden Sie den Joystick mit VCC (3,3 V) und GND. Beachten Sie, dass die Ausgänge Xout und Yout **analog** sind. Verbinden Sie diese mit analogen Anschlusspins des Arduino Due.
- Schließen Sie die beiden Taster, den Joystick-Taster (Ausgang Se1) sowie das LC-Display nach bereits bekanntem Schema an.

ACHTUNG: Seien Sie bitte vorsichtig bei der Verwendung der Laser-Diode. Achten Sie beim Testen Ihrer Lösung darauf die Laser-Diode unter keinen Umständen in die Augen Ihrer Kommilitonen zu richten!

Aufgabe 6.1

Implementieren Sie zunächst ein Programm, das es Ihnen ermöglicht, die Höhe der Spannung zwischen Xout bzw. Yout und GND zu bestimmen. Geben Sie die Spannung in Volt [V] bei Veränderung über den seriellen Monitor der Arduino IDE aus.

Ermitteln Sie für die beiden Endlagen und die Mittellage der Drehpotentiometer beider Achsen des Joysticks die Spannungswerte in Volt [V].

Aufgabe 6.2

Diskutieren Sie Ansätze zur Steuerung der Servo-Motoren mittels des Joysticks im Hinblick auf mögliche Anwendungsszenarien und vergegenwärtigen Sie sich, weshalb die in Aufgabe 6.3 vorgeschlagene Methode dort gewählt wurde. Implementieren Sie die von Ihnen favorisierte Methode. Verwenden Sie dabei die **X-Achse** des Joysticks zum **Schwenken** und die **Y-Achse** des Joysticks zum **Kippen/Neigen**.

Aufgabe 6.3

Benutzen Sie Ihren bisherigen Quellcode zum Entprellen von Tastern und zur Ansteuerung des LC-Displays. Entwerfen Sie ein Programm, das folgenden Funktionsumfang aufweist:

- Implementieren Sie die Steuerung der Pan-Tilt Unit mit Hilfe des Joysticks. Verändern Sie die Geschwindigkeit der Rotation adaptiv zum Ausschlag des jeweiligen Drehpotentiometers des Joysticks.
- Verwenden Sie einen der Taster zum Ein-/Ausschalten der auf der Plattform der PTU befestigten Laser-Diode.
- Verwenden Sie den Joystick-Taster zur Speicherung des aktuellen Gelenkwinkelpaares der PTU in einer von Ihnen gewählten Datenstruktur, die ein späteres Iterieren über alle Gelenkwinkelpaare in der Reihenfolge der Aufzeichnung ermöglicht.
- Benutzen Sie den zweiten Taster, um bei Betätigung in einen Wiedergabe-Modus zu wechseln, in dem Sie (vom Hardware-Timer gesteuert) zwischen den aufgezeichneten Winkelpaaren **linear interpolieren** und die PTU entsprechend ansteuern. Jede erneute Betätigung des Wiedergabe-Tasters soll die Wiedergabe erneut starten.
- Experimentieren Sie in Bezug auf die Wiedergabegeschwindigkeit; versuchen Sie dabei die Trajektorie zwischen den Gelenkwinkelpaaren möglichst flüssig abzufahren.
- Implementieren Sie ein Löschen aller aufgezeichneten Gelenkwinkelpaare durch gleichzeitige Betätigung des Wiedergabe-Tasters und des Joystick-Tasters.
- Benutzen Sie das LC-Display, um den aktuellen Zustand (Aufnahme/Wiedergabe, aktuelle Gelenkwinkelstellung) sowie den aktuellen Füllstand der von Ihnen verwendeten Datenstruktur für die Gelenkwinkelpaare auszugeben.

Validieren Sie Ihr Programm, indem Sie den Umriss einer durch die Übungsgruppenbetreuer an der Wand angebrachten Figur mit der Projektion der Laser-Diode abfahren.