

## Aufgabenstellung:

Zum Filmen von Modellen wird ein fahrbares Rollstativ benötigt, das auch eine Schwenkbewegung der Kamera ermöglicht. Die Fahrlänge soll etwas mehr als 50cm betragen.

Der Antrieb soll über Motoren erfolgen, damit eine gleichmäßige, ruckfreie Beschleunigungs-, Verzögerungs-, Linear-Bewegung möglich ist.

Betriebsspannung 12V aus einem Li-Ionen-Akku, Bedienelement ein kleiner Joystick.

## Ausführung:

Als Antriebsmotoren wurden zwei GS-Getriebemotoren, 6V, 100mA,  $n_{\max} = 2U/\text{min}$ , verwendet. Für diese musste eine Ansteuerung von den Joystickpotentiometern ( $10k\Omega$ ) entworfen werden. Als Regelelement wurde ein OPV (nicht invertierende Schaltung) und als Steuerelement wurden zunächst Transistoren in einer Art Halbbrückenschaltung versucht.

In der rechten Schaltung ist der Schleifer des Potentiometers in der Mitte und ergibt die halbe Betriebsspannung. Diese wird dem OPV über einen Widerstand ( $8k\Omega$ ) zur invertierenden Schaltung (Verstärkung = 1) zugeführt.

Der nicht invertierende Eingang liegt ebenfalls auf der halben Betriebsspannung, die von zwei Widerständen ( $8k\Omega$ ) erzeugt wird. Dadurch ist am Ausgang ebenfalls die halbe Betriebsspannung zu messen. Mit dieser Spannung werden nun zwei Transistoren, NPN und PNP, beide in Kollektorgrundschriftung (Emitterfolger), über Dioden angesteuert.

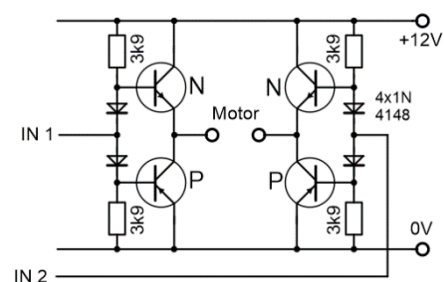
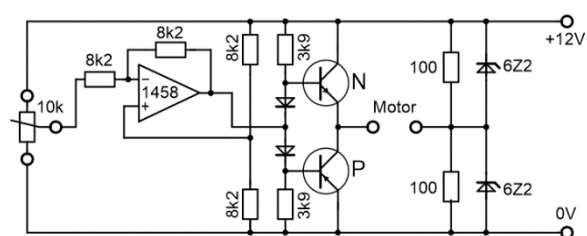
Diese Transistorkombination wird üblicher Weise bei NF-Verstärkern als [Gegentaktendstufe](#) bezeichnet. Am Ausgang liegt die halbe Betriebsspannung an und daran ist auch der GS-Motor angeschlossen. Der zweite Pol des Motors liegt auch an der halben Betriebsspannung, die durch zwei Widerstände und Zenerdioden stabil gehalten wird. Folge – der Motor liegt beidseitig auf 6V und dreht sich daher **nicht**.

Wird nun das Potentiometer des Joysticks aus der Mittellage nach „oben“, also zu einer höheren Spannung gedreht, sinkt (weil invertierende Schaltung) der Ausgang des OPV's auch aus seiner Mittelspannung. Dies wird weiter mit den Transistoren leitungsmäßig verstärkt und der Motor, der einseitig auf einer stabilisierten Spannung von 6V liegt, bekommt die Differenz der abgesunkenen Spannung und er **dreht sich**. Bei vollem beidseitigen Potentiometerausschlag bekommt der Motor eine Spannung von 2V bis 10V, was für den Motor eine Spannung von  $\pm 4V$  bedeutet (der zweite Pol des Motors liegt an 6V konstant). Durch die  $\pm$ Spannung sind beide Drehrichtungen, proportional zum Potentiometerausschlag gegeben.

Die Spannung von  $\pm 4V$  steuert den Motor nicht völlig aus und so wurde nach einer anderen Lösung gesucht und gefunden – die mit einer Vollbrückensteuerung, wie im rechten Bild zu sehen ist.

Mit den Eingängen IN 1 und IN 2 können Spannungen von  $\pm 8V$  für den Motor erreicht werden, siehe folgende Seite.

Getriebemotor-Steuerung für Rollstativ-V1

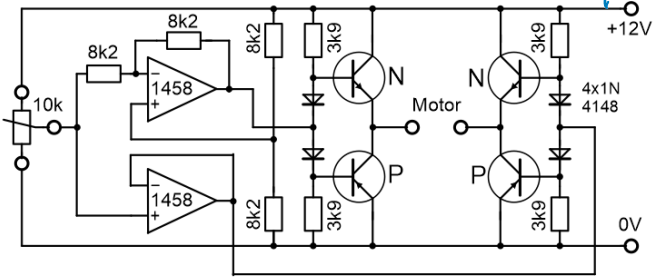


Nun sieht die komplette Schaltung wie rechts im Bild aus.

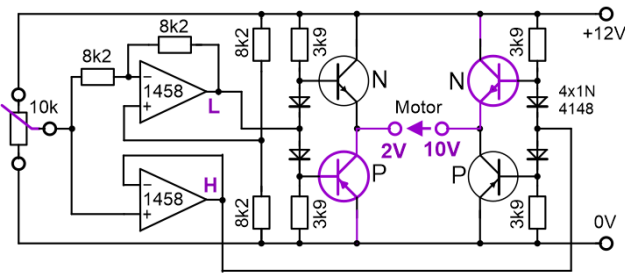
Die Spannung vom Schleifer des Potentiometers wird nun zusätzlich zu einem nicht invertierenden OPV (Verstärkung 1) geführt, dessen Ausgang die zweite, neue Transistor-Gegentaktstufe ansteuert.

Dies geschieht gegenphasig. Wird das Potentiometer des Joysticks aus seiner Mittellage wie in obiger Beschreibung gedreht, so sinkt die Ausgangsspannung am oberen OPV und am unteren OPV steigt die Spannung proportional der Drehung der Potentiometerwelle. Die Maxima und Minima sind in den beiden unteren Schaltungen dargestellt.

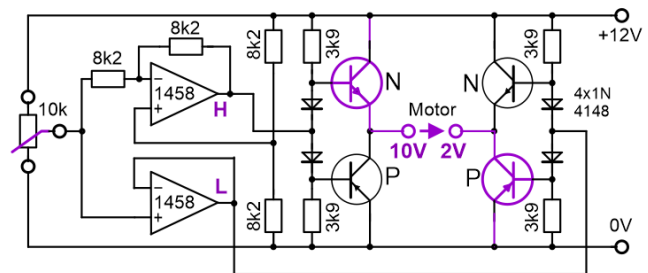
Getriebemotor-Steuerung für Rollstativ-V2 



Getriebemotor-Steuerung für Rollstativ, Schleifer oben



Getriebemotor-Steuerung für Rollstativ, Schleifer unten



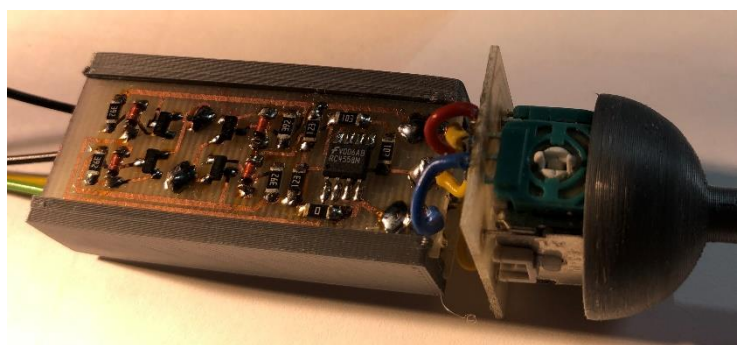
Alternativ zu der obigen Lösung wäre eine Steuerung über die PBM (Pulsweitenmodulation) denkbar, die aber auch die Transistorbrücke am Ausgang benötigen würde.

Ausführung:

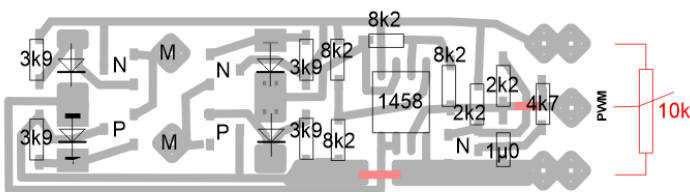


Links, der Joystick.

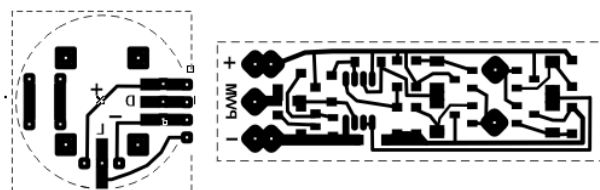
Rechts die fertigen SMD-Platinen mit Joystick und Bedienknebel.



Unten der Bestückungsplan und darunter das Layout.



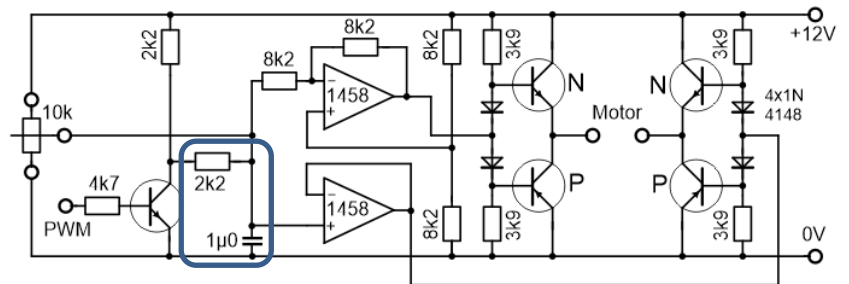
Rechts unten das fertige Bedienelement, bei dem in der X-Richtung der Stativwagen, in der Y-Richtung die Drehung des Statives gesteuert werden kann. Die Kunststoffteile wurden mit dem 3D-Drucker [Prusa MK3](https://www.pruusa.com/) hergestellt.



Wenn eine Videosequenz vorprogrammiert ablaufen soll, müssen die beiden Getriebemotoren von einem Prozessor, z.B. Arduino, angesteuert werden. Diese haben zwar analoge Ausgänge, die aber keine Gleichspannung wie das Potentiometer ausgeben, sondern gepulste Betriebsspannung (5V). Mit der Pulsbreite kann der Mittelwert bestimmt werden kann. Diese Puls-Weiten-Modulation (PWM) kann auch direkt beim Ansteuern von DC-Motoren oder Leuchtmitteln verwendet werden.

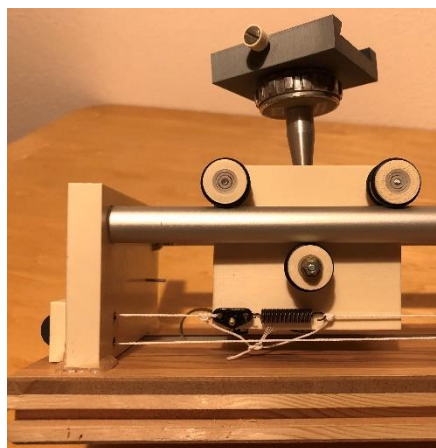
In der rechten Schaltung wird statt des Potentiometers (10k) die Transistor-schaltung benützt. Die PWM-Impulse des Prozessors steuern diesen voll an, sodass am Kollektor inverse Impulse entstehen. Diese werden mit dem RC-Glied, 2k2 und 1µF (blau umrandet)

Getriebemotor-Steuerung für Rollstativ-V3



integriert und ergeben einen Mittelwert am Kondensator. Bei symmetrischen Impulsen (50% Duty Circle) ist der Mittelwert die halbe Betriebsspannung ( $12V/2 = 6V$ ), was der Mittelstellung des Potentiometers entspricht.

Hier einige Bilder des Stativwagens auf zwei 1m langen Alurohren. Rechtes Bild - Drehantrieb des Statives.



In den unteren Bildern sind die Enden der Stativstrecke mit Antrieb, Umlenkung und Endschaltern zu sehen. Der Antrieb erfolgt über das große Seil Rad mit dem Getriebemotor.

An die Steckverbindung (im linken Bild noch provisorisch) kann entweder die Joysticksteuerung oder die Prozessorsteuerung angeschlossen werden.

Alle Kunststoffteile wurden mit dem 3D-Drucker [Prusa MK3](#) hergestellt.

