

# Fischertechnik und PWM

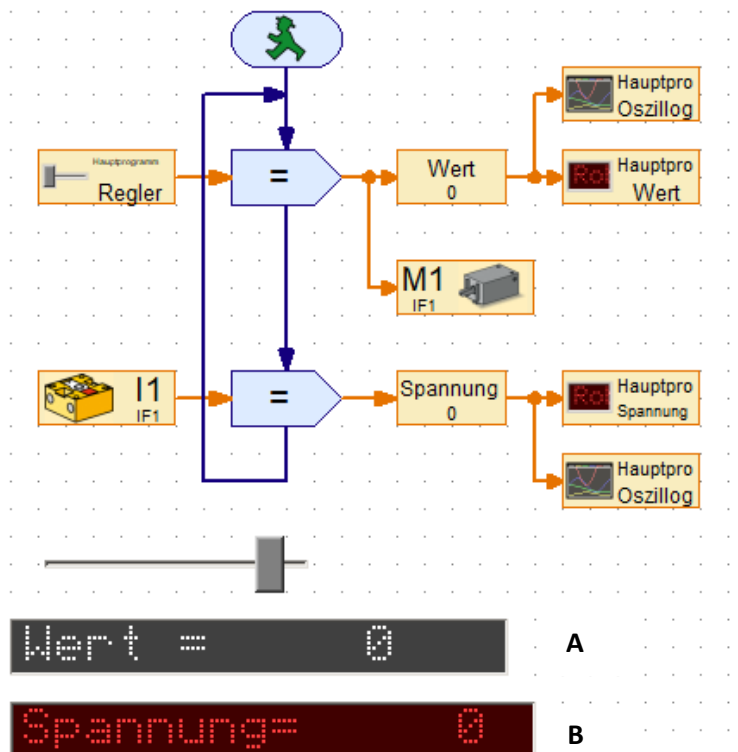
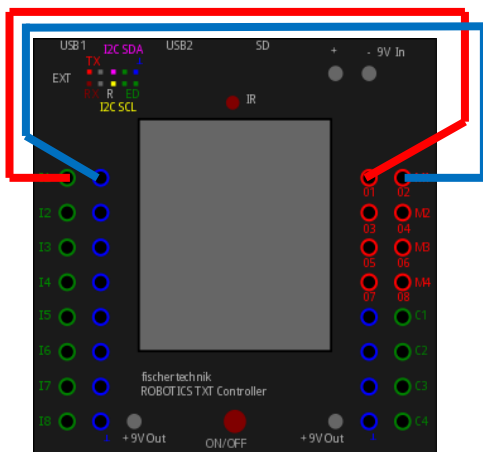
Angeregt vom einem Artikel von Stefan Brunner \*1, soll hier ein kurzer Überblick über die grundlegende Funktionsweise der PWM-Technik gegeben werden, die an zwei Stellen im ft-Controller eine Rolle spielen, ohne dass sich die meisten davon bewusst sind.

## Motoren und Lampen

Die Fischertechnik ROBO Controller haben acht Ausgänge, die von Leistungs-MOSFETs gesteuert werden. Die Spannung entspricht in etwa der Eingangsspannung von 8,4 V.

Die Anschlüsse sind dabei mit 200 Hz PWM-gesteuert (Pulsweitenmodulation). Diese Steuerung entspricht im Ergebnis einer Änderung des Spannungspegels, um die Geschwindigkeit bei Motoren oder die Helligkeit der Lampen zu steuern. Bei Änderungen der Spannungswerte mit einem Poti kann die überschüssige Energie nicht genutzt werden, sondern wird in Wärme umgesetzt. Ein PWM-Regler hingegen ändert nicht den Spannungspegel, sondern schaltet diese sehr schnell an und aus. Entscheidend ist dabei das Tastverhältnis, also das Verhältnis zwischen der Zeit, in der die Stromquelle ein- und ausgeschaltet wird. So ist bei einem Tastverhältnis von 100% die Stromquelle permanent eingeschaltet und bei 0% die ganze Zeit ausgeschaltet.

## Versuchsaufbau



Um die PWM-Signale im Vergleich darzustellen, wird zum einen der direkte Ausgang als Spannungswert (A) gemessen und oszilloskopiert. Durch Rückführung des Motorausgangs 1 auf den Eingang 1 (10V) wird zum anderen die Spannung (B) in Form eines PWM-Signals oszilloskopiert.

Als Oszilloskope wurden einmal das in ROBO Pro enthaltene virtuelle Gerät benutzt, wobei die gelbe Linie für den gemessene Wert am Ausgang (A) steht und die grüne Anzeige in etwa das gemessene PWM-Signal darstellt. Für die besserer Erkennbarkeit der PWM-Signale wurde zusätzlich noch das Oszilloskop DSO 152 (\*2) eingesetzt.

## Aufnahmen der Oszilloskope

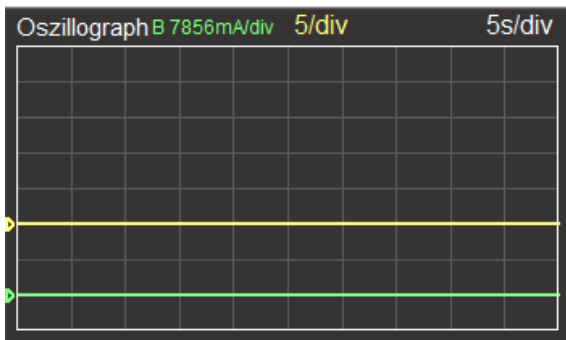
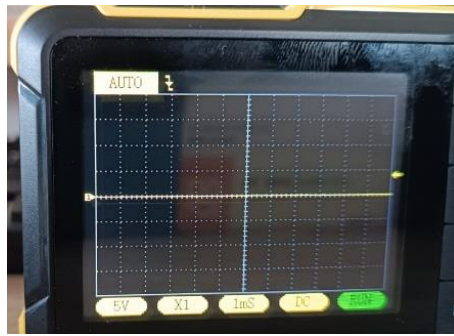


Bild für Regler Einstellung 0



Genau 0 Volt

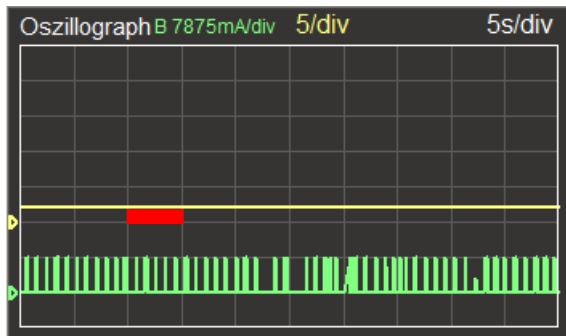


Bild für Regler Einstellung 2



Ca. 1,4 Volt

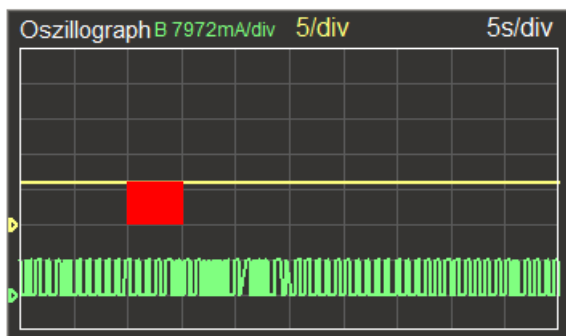


Bild für Regler Einstellung 6



Ca. 4,7 Volt

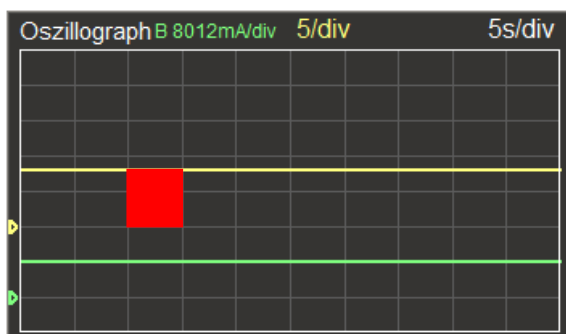


Bild für Regler Einstellung 8



Ca. 8,4 Volt

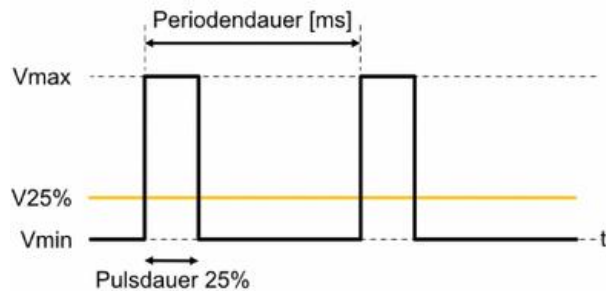
(Der rote Bereich zeigt den aktuellen Spannungswert ab der Nulllinie.)

## Berechnung der Spannung

Um die Spannung rechnerisch zu ermitteln sind 2 Werte von Bedeutung:

**Periodendauer:** Sie ist die Zeit zwischen zwei identischen Punkten auf zwei aufeinander folgenden Schwingungszügen einer periodischen Wellenbewegung. \*3

**Pulsdauer (Pulsbreite):** Sie bezieht sich auf die Zeit eines Pulses, von der ansteigenden bis zur fallenden Pulsflanke. \*3

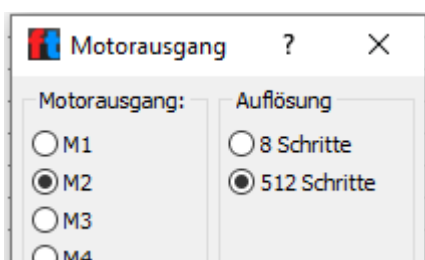


Als erste Berechnungsgrundlage wird der Tastgrad benötigt. Er gibt das Verhältnis der Pulsdauer zur Periodendauer an. Im Beispiel beträgt das Verhältnis 1 zu 4, was nun 25% oder 0,25 entspricht.	$\text{Tastgrad} = \frac{\text{Pulsdauer}}{\text{Periodendauer}}$
Das arithmetische Mittel ( $U_m$ ) errechnet sich dann aus der Spannung mal dem Tastgrad. In unserem Fall also $8,4 \text{ mal } 0,25 = 2,1 \text{ V}$ .	$U_m = U_{\text{max}} * \text{Tastgrad}$
Es gibt dann noch die Effektivspannung. ( $U_{\text{Eff}}$ ) Dabei wird die Wurzel vom Tastgrad zur Berechnung eingesetzt. Die Wurzel von 0,25 ist 0,5. Also $8,4 \text{ mal } 0,5 = 4,2 \text{ V}$ .	$U_{\text{Eff}} = U_{\text{max}} * \sqrt{\text{Tastgrad}}$

## Besonderheit



In diesem Bild werden die gemessenen Werte als Diagramm dargestellt.



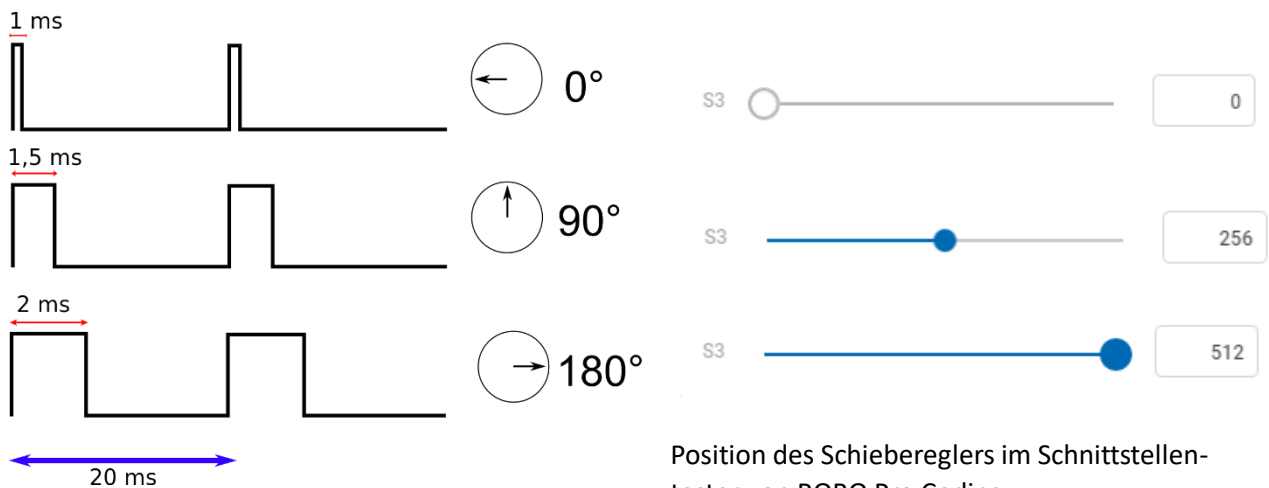
Dabei ist zu erkennen, dass die Einschaltdauer recht schnell abfällt. Die Kurve ist also nicht linear. Damit ist es möglich, einen Motor im langsamen Bereich feiner zu steuern. Ein Motor unter Last benötigt jedoch viel mehr Energie und beginnt eventuell erst bei Stufe 6 zu drehen. Deshalb gibt es die Möglichkeit, die Stufen für den FT-Controller auf 512 umzustellen.

## Servomotoren

Servomotoren werden bei Fischertechnik hauptsächlich zur Lenksteuerung eingesetzt. Zuerst bei den Control Sets von 2008 und 2022 und nun auch im TXT 4.0 Controller. Aber es gab auch schon die Möglichkeit Servomotoren über den I<sup>2</sup>C-Bus anzusteuern (\*4) Als Beispiel seien hier der Servo-Driver PCA9685 und der Mini-I<sup>2</sup>C-Servo-Adapter von Peter Habermehl genannt.



Der Servomotor verfügt über eine Elektronik, die das Signal interpretiert und die Stellung des Motors dem Signal anpasst. Das Signal wird ebenfalls über Pulsweitenmodulation erzeugt und hat eine Frequenz von 50Hz. Die Pulslänge bleibt immer dieselbe, 20 ms. Der Positive Impuls hingegen wird zwischen 1ms und 2ms moduliert.



Position des Schieberegler im Schnittstellentester von ROBO Pro Coding

## Eigene PWM-Signal erstellen



Für wenig Geld (ca. 5 €) kann man an bekannter Stelle einen PWM-Generator erwerben, um eigene Experimente durchzuführen. Die Abbildung zeigt den Signal Generator PWM pulse Frequency Duty Cycle Adjustable LCD Module 3.3V-30 Gx.

\*1 <http://stefanbrunner.com/fischertechnik-tx-outputs/>

\*2 <https://www.amazon.de/Tragbares-Hand-Oszilloskop-Anf%C3%A4nger-Oszilloskop-Oszilloskop-Transistor-Tester/dp/BOC777BNJS>

\*3 <https://www.itwissen.info/>

\*4 <http://chobe.info/dokus/I2C.pdf>