

1 Allgemeine Definition

Bei der Pulsweitenmodulation wird die Ein- und Ausschaltzeit eines Rechtecksignals bei fester Grundfrequenz variiert. Dieses Verhältnis bezeichnet man dabei als Tastverhältnis (engl.: Duty Cycle). Das Tastverhältnis wird dabei meistens in Prozent angegeben. Zur Veranschaulichung dient die folgende Grafik.

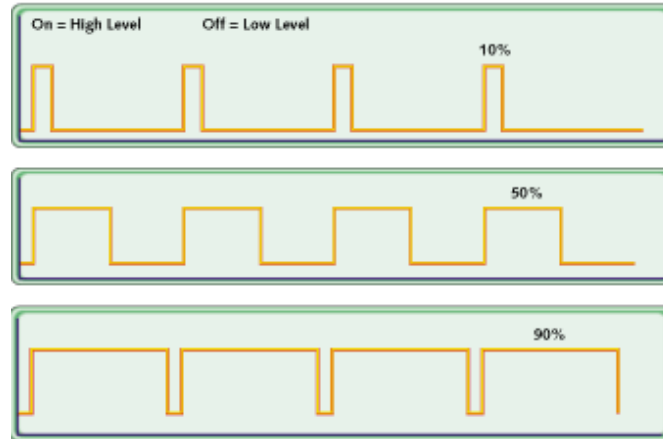


Abbildung 1: verschiedene Tastverhältnisse

2 Funktionsweise

Die Pulsweitenmodulation ist daher nichts anderes als ein schneller Ein- und Ausschaltvorgang. Erklärt man das am Beispiel einer Leuchtdiode, könnte man annehmen, dass die LED flackern würde. Durch eine ausreichend hohe Trägerfrequenz wird die Trägheit der Augen überwunden und die LED erscheint bei kleiner werdendem Tastverhältnis dunkler. Um die Spannung zu ermitteln, bildet man mit (1) einen Mittelwert über der Zeit.

$$U_m = U_{aus} + (U_{ein} - U_{aus}) \cdot \frac{t_{ein}}{t_{aus} + t_{ein}} \quad (1)$$

3 Einsatzgebiete

- Steuerungstechnik
 - Motoransteuerung
 - Dimmen von Leuchtdioden
- Leistungselektronik
 - Gleichstromsteller
 - Frequenzumrichter
 - Heizelemente
- Nachrichtentechnik
- Umsetzung von Audio-Signalen
 - Analog-Digital-Umsetzung
 - Digital-Analog-Umsetzung

4 Analog-Digital-Umsetzung

Die Analog-Digital-Umsetzung funktioniert nach folgendem Prinzip. Das analoge Eingangssignal wird zusammen mit einer erzeugten Dreiecks- oder Sägezahnspannung auf zwei Komparatoreingänge geschaltet und miteinander verglichen. Dabei entsteht bei einem Sinus-Signal ein PWM-Verlauf wie in Abbildung 2. Je nach Größe des Eingangssignals ändert sich das Tastverhältnis des PWM-Signals.

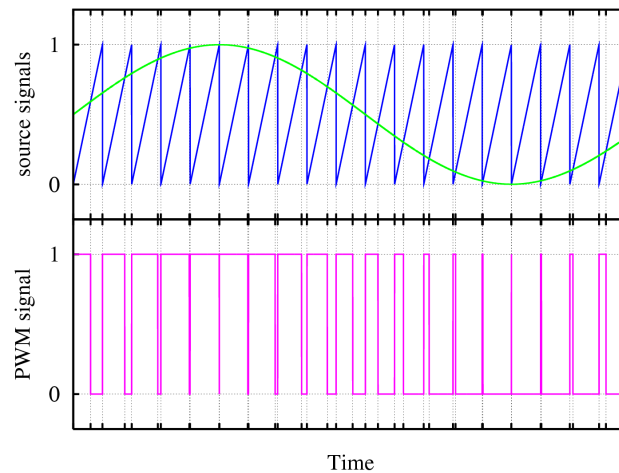


Abbildung 2: PWM durch Vergleich einer Sinuswelle mit einer Sägezahnspannung

Möchte man Gleichspannungen umwandeln, dann bleibt das Tastverhältnis immer gleich.

5 Digital-Analog-Umsetzung

Die Digital-Analog-Umsetzung funktioniert nach dem Prinzip, dass der Mittelwert des PWM-Signals gebildet wird und dadurch eine analoge Größe erzeugt wird. Zur Erzeugung dieses Mittelwertes werden Tiefpassfilter verwendet. Dabei ist es wichtig, darauf zu achten, dass die Trägerfrequenz um ein Vielfaches größer ist, als die Frequenz des analogen Signals (gute Näherung: $f_{PWM} = 10 \cdot f_{analog}$). Eine zweite Möglichkeit ist es, die Filterordnung zu erhöhen. Im Audibereich sind Filter 3. oder 4. Ordnung Standard.

6 Quellen

- (1) Ohm & Lüke – Signalübertragung, 10. Auflage (ISBN: 978-3-540-69256-0)
- (2) Karl-Dirk Kammeyer – Nachrichtenübertragung, 3. Auflage (ISBN: 3-519-26142-1)
- (3) <http://www.mikrocontroller.net/articles/Pulsweitenmodulation>
- (4) <http://projektlabor.ee.tu-berlin.de/miniprojekte/licht.php?style=1>
- (5) <http://www.netrino.com/Embedded-Systems/How-To/PWM-Pulse-Width-Modulation>
- (6) <http://sound.westhost.com/articles/pwm.htm>
- (7) <http://www.atwillys.de/imp/projekte/pwm430/index.htm>