

Physikalisches Praktikum für Anfänger (Hauptfach) – Teil 2

Gruppe 3 – Physik mit dem Computer

3.2 Analog-Digital-Wandlung

1 Einführung

Physikalische Größen können in der Regel jeden beliebigen Wert annehmen. Man nennt solche Größen auch *analoge Größen*. Bei einer messtechnischen Erfassung wird die Auflösung zwangsläufig durch das verwendete Messgerät beschränkt. Üblicherweise geschieht dies durch das Runden beim Ablesen eines Wertes von dem Gerät. Die erzielbare Auflösung hängt dabei von den Eigenschaften des verwendeten Messgeräts ab. So kann z.B. eine Länge mit einer Mikrometerschraube sehr viel feiner erfasst werden als mit einem Lineal. Der Messwert wird dann im Ergebnis als Zahl, d.h. in *digitaler Form* notiert.

Um physikalische Messwerte mit einem Computer verarbeiten zu können, müssen sie diesem als Zahlen zur Verfügung gestellt werden. Im einfachsten Fall kann dies durch Eintippen der wie oben erfassten Messwerte durch den Experimentator erfolgen. Besser ist es natürlich, die Datenerfassung mit einem Gerät vorzunehmen, das die jeweilige physikalische Größe automatisch in einen Digitalwert umwandelt. Die moderne Technik bietet dies in Form von integrierten Schaltungen unter der Bezeichnung *Analog-Digital-Wandler* an. Ein solcher A/D-Wandler ist auch im UniMess-Interface eingebaut.

Bei der Analog-Digitalwandlung von Messwerten sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- Die physikalische Messgröße muss als elektrisches Signal vorliegen, um sie mit handelsüblichen A/D-Wandlern weiterzuverarbeiten. Soll eine nichtelektrische Größe gemessen werden, muss zunächst mit einem Sensor oder Messwandler eine Umwandlung in ein elektrisches Signal (z.B. eine Spannung oder einen Widerstand) erfolgen. Beispiele für solche Sensoren sind NTC-Widerstände zur Temperaturmessung und Fotodioden für die Messung von Licht.
- Der erforderliche Messbereich wird bei der Digitalisierung in eine endliche Anzahl von Stufen zerlegt. Die Messgröße wird also gequantelt. Die erreichbare Auflösung entspricht genau einer Stufe, d.h. Änderungen, die kleiner sind, können durch das Digitalsignal nicht mehr dargestellt werden. Da käufliche A/D-Wandler üblicherweise Binärzahlen ausgeben, ist die Anzahl der Stufen immer eine Zweierpotenz (z.B. 1024 oder 4096). Man gibt in den Datenblättern dieser ICs als Merkmal für die Auflösung meist nur die Anzahl der Bits an, die zur Darstellung dieser Zahlen erforderlich sind, d.h. ein 12-Bit-Wandler (wie im UniMess) kann 4096 Stufen unterscheiden.
- Eine weitere Quantelung erfolgt auf der Zeitachse. Da jeder A/D-Wandler eine gewisse Zeit benötigt, um den Digitalwert zu bestimmen (je nach Typ zwischen einigen Mikrosekunden und mehreren Sekunden), kann auch die Zeitabhängigkeit der Messgröße nur begrenzt aufgelöst werden. Bei sich schnell ändernden Signalen ist diese Problematik besonders zu beachten. Um ein periodisches Signal einer bestimmten Frequenz aus den Digitalwerten wieder rekonstruieren zu können, ist eine Abtastung bei der Digitalisierung mit mindestens der doppelten Frequenz erforderlich (*Abtasttheorem*). Je höher die Abtastfrequenz ist, um so besser kann das Originalsignal durch die Digitalwerte rekonstruiert werden (siehe dazu auch Versuch 3.7).

2 LabView-Programm

Um die Programmierung der Kommunikation mit dem UniMess-Interface über die serielle Schnittstelle zu vereinfachen, stehen in der Bibliothek „*UniMess Interface*“ vorgefertigte LabView-Komponenten für alle wichtigen Funktionen zur Verfügung. Für diesen Versuch werden die Komponenten *Init UniMess*, *Set ADW Channel* und *Read ADW 1x* benötigt. Sie beinhalten jeweils folgende Funktionen:

- Initialisierung: Wahl des verwendeten *COM-Ports* (Vorgabe = 1) und Einstellen der Baudrate auf den für die Kommunikation mit dem Interface benötigten Wert (Vorgabe = 38400)
- Kanalwahl: Auswahl des A/D-Eingangskanals (1 oder 2)
- Auslesen des A/D-Werts: Senden des Befehls zum Wandeln eines Messwerts (Befehl „A“), Verzögerung, Auslesen des Ergebnisses und Wandeln in eine Zahl (0 .. 4095).

Ähnlich wie im Versuch 1 ist ein bestimmter Zeitablauf zu beachten: Initialisierung, Auswahl des Eingangskanals und Auslesen der gewandelten Daten.

3 Versuchsaufbau

In diesem Versuch soll der A/D-Wandler des UniMess-Interfaces benutzt werden, um eine Spannung zu digitalisieren. Die Spannung wird über ein Potentiometer zugeführt, so dass verschiedene Werte einstellbar sind. Die Spannung am Eingang des UniMess wird gleichzeitig mit einem Digitalmultimeter kontrolliert.

Der zulässige Eingangsspannungsbereich des A/D-Wandlers reicht von -10 V bis +10 V. Er sollte möglichst nicht überschritten werden. Die zugehörigen Digitalwerte liegen im Bereich 0 ... 4095. Der Zusammenhang zwischen Spannung U und Digitalwert N ist linear:

$$U/V = m \cdot N + b. \quad (1)$$

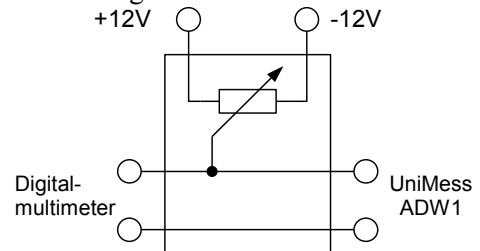


Abb. 1: Potentiometer

Aufgaben:

- 3.1 Stecken Sie das Potentiometer in die Buchsen des ADW1 am UniMess, und verbinden Sie die beiden oberen Klemmen mit den Hilfsspannungen -12 V bzw. +12 V (siehe auch Abb. 1). Schließen Sie an die anderen Klemmen das Digital-Multimeter (Messbereich 20V) an.
Achtung: Vermeiden Sie dabei Kurzschlüsse durch freiliegende Kabelenden.
- 3.2 Erstellen Sie ein Labview-Programm, das kontinuierlich die Werte des A/D-Wandlers ausliest und anzeigt. Drehen Sie am Potentiometer, und prüfen Sie die Funktion Ihres Programms.
- 3.3 Nehmen Sie für **mindestens sieben Punkte**, davon **zwei in der Nähe der beiden Endwerte** (z.B. 20 und 4080) und **einer bei Null**, die Digitalwerte auf. Messen Sie gleichzeitig die zugehörigen Spannungen mit dem Digitalmultimeter, und notieren alle Werte in einer Tabelle. Berechnen Sie daraus über eine lineare Regression die Koeffizienten m und b in Formel (1). Sie können dazu das auf Ihrem PC installierte Programm *DataPlot* benutzen. Die Messwerte sollten nur geringe Abweichungen von der Ausgleichsgeraden aufweisen. Legen Sie Ausdrucke der Messwertetabelle und des Regressionsdiagramms Ihrem Protokoll bei.
- 3.4 Ergänzen Sie Ihr LabView-Programm durch die so ermittelten Koeffizienten für die Umrechnungsformel (1), um eine Anzeige der Spannung in den üblichen physikalischen Einheiten (Volt) zu erhalten. Für die Umrechnung wird die LabView-Komponente *Formelknoten* aus der Funktionsgruppe *Strukturen* verwendet. Beachten Sie dabei, dass im *Formelknoten* der Punkt (und nicht das Komma) als Dezimaltrenner verwendet werden muss.
- 3.5 Überprüfen Sie durch einige Probemessungen die Funktion Ihrer Umrechnung und die Richtigkeit der ermittelten Koeffizienten m und b .