

## AD-Wandlung mit dem Arduino Nano

Unter AD-Wandlung versteht man das Messen von Spannungen mit einem Mikrocontroller. Der Arduino nano ordnet jeder Spannung von 0 V bis 5 V einen Wert von 0 bis 1023 zu. Die Spannungen werden beim Arduino nano an Port C gemessen. Das sind die Arduino-Pins A0 bis A7.

Das Messen der Spannung erfolgt über den Befehl:

```
analogRead(Pin);    → z.B.    int sensor = analogRead(A6);    // A6 ≡ ADC6
                    oder      int sensor = analogRead(14);    // 14 ≡ ADC0
```

### Praktische Programmieraufgaben zur AD-Wandlung

#### Aufgabe AD.1:

Lesen Sie die AD-Wandlungswerte des Potentiometers  $R_{P6}$  ein und geben Sie die Werte über den seriellen Monitor aus. Geben Sie anschließend die Werte auf dem OLED-Display aus.

Lassen Sie LEDs an Port B oder D beim Erreichen bestimmter Werte leuchten.

**Hinweis:** map-Befehl in der FS

#### Aufgabe AD.2:

Das Drehen am Potentiometer  $R_{P7}$  soll eine einzelne LED an Port D leuchten lassen. Die leuchtende LED wandert also mit dem Drehen des Potis nach links und rechts.

#### Aufgabe AD.3:

Das Drehen am Potentiometer  $R_{P7}$  soll von einer bis zu acht LEDs an Port D leuchten lassen.

**Erweiterung:** In Mittelposition des Potentiometers sind alle LEDs an Port D aus. Das Drehen nach links bzw. rechts schaltet nach links und rechts die LEDs ein.

#### Aufgabe AD.4:

Eine einzelne LED soll an Port D immer von links nach rechts und zurück laufen.

Ein Potentiometer soll die Geschwindigkeit vorgeben.

#### Aufgabe AD.5:

Wenn der Taster S0 gedrückt wird, dann kann mit dem Potentiometer  $R_{P6}$  die Helligkeit der grünen LED eingestellt werden. Wenn der Taster S1 gedrückt wird, dann kann mit dem Potentiometer  $R_{P6}$  die Helligkeit der roten LED eingestellt werden.

**Hinweis:** Pulsweitenmodulation ist Voraussetzung für diese Aufgabe.

#### Aufgabe AD.6:

Ein Potentiometer steuert die Position einer blinkenden LED am Port D. Das andere Potentiometer steuert die Blinkfrequenz.

## Rechnen zur AD-Wandlung mit dem Arduino Nano

Für das Rechnen zur AD-Wandlung gilt die nachfolgend dargestellte aus dem Datenblatt entnommene Formel zur Berechnung des ADC-Werts. Diese Formel ist ähnlich in der schulinternen Formelsammlung zum nano-Board aufgeführt.

### 28.7. ADC Conversion Result

After the conversion is complete (ADCSRA.ADIF is set), the conversion result can be found in the ADC Result Registers (ADCL, ADCH).

For single ended conversion, the result is

$$\text{ADC} = \frac{V_{\text{IN}} \cdot 1024}{V_{\text{REF}}}$$

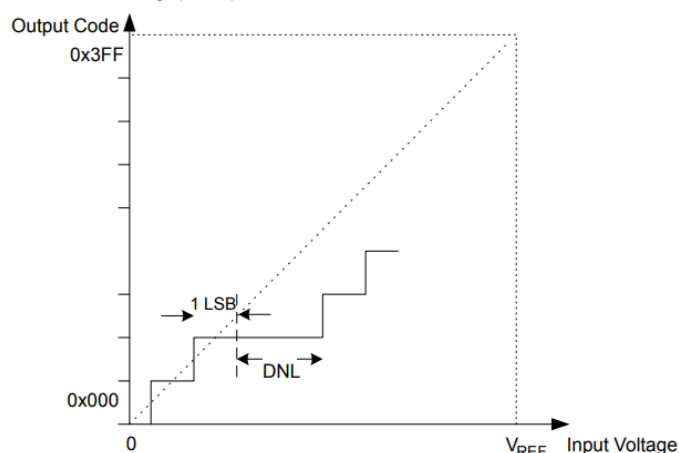
where  $V_{\text{IN}}$  is the voltage on the selected input pin, and  $V_{\text{REF}}$  the selected voltage reference (see also descriptions of ADMUX.REFSn and ADMUX.MUX). 0x000 represents analog ground, and 0x3FF represents the selected reference voltage minus one LSB.

Atmel

Atmel ATmega328/P [DATASHEET] 315

Atmel-42735A-ATmega328/P\_Datasheet\_Complete-06/2016

Figure 28-13. Differential Non-linearity (DNL)



- Quantization Error: Due to the quantization of the input voltage into a finite number of codes, a range of input voltages (1 LSB wide) will code to the same value. Always  $\pm 0.5$  LSB.
- Absolute accuracy: The maximum deviation of an actual (unadjusted) transition compared to an ideal transition for any code. This is the compound effect of offset, gain error, differential error, non-linearity, and quantization error. Ideal value:  $\pm 0.5$  LSB.

Quelle: <https://www.e-lab.de/downloads/DOCs/mega328P.pdf> (vom 25.05.2020)

### Rechnen zur AD-Wandlung:

- Welche Spannung erwarten Sie am zu wandelnden Pin, wenn die AD-Wandlung das Ergebnis 455 liefert. Begründen Sie, warum der Wert über 255 liegen darf.
- Welchen AD-Wert erwarten Sie, wenn die zu messende Spannung  $U = 3,252$  V beträgt.
- Berechnen Sie die Spannung am Messpin, wenn 860 das Ergebnis der AD-Wandlung ist.
- Welchen Wert erwarten Sie im Ergebnis-Register der AD-Wandlung, wenn die anliegende Spannung  $U = 0,205$  V beträgt.

### Aufgabe AD.Klausurvorbereitung:

Erstellen Sie ein Programm, dass Folgendes realisiert:

- Nach dem Drücken auf Taster S1 blinken die LEDs an PORT D der Reihe nach von links nach rechts. Anschließend sind alle LEDs wieder aus.
- Mit dem Drehen an RP7 lassen sich die LEDs an Port D immer weiter andrehen. Bei Linksanschlag sind alle LEDs aus. Je weiter man nach rechts dreht, desto mehr LEDs gehen an. Bei Rechtsanschlag sind alle LEDs an.

### Aufgabe AD.Programmiervergnügen:

- a) Zwei LEDs an Port D laufen immer seitwärts.  
Wenn das Potentiometer R<sub>P7</sub> in Mittelposition ist, dann stehen die beiden LEDs ruhig. Das Drehen nach links lässt sie immer schneller nicht links laufen. Das Drehen nach rechts lässt sie immer schneller nicht rechts laufen. Hier ist die Nutzung eines Arrays hilfreich.
- b) Wie a), aber die „Geschwindigkeit“ wird erst mit dem Druck auf Taster S1 übernommen.

## Schnupperkurs Englisch

Auszug aus dem Datenblatt von Atmel zum ATmega32

The ADC is enabled by setting the ADC Enable bit, ADEN in ADCSRA. Voltage reference and input channel selections will not go into effect until ADEN is set. The ADC does not consume power when ADEN is cleared, so it is recommended to switch off the ADC before entering power saving sleep modes.

The ADC generates a 10-bit result which is presented in the ADC Data Registers, ADCH and ADCL. By default, the result is presented right adjusted, but can optionally be presented left adjusted by setting the ADLAR bit in ADMUX.

If the result is left adjusted and no more than 8-bit precision is required, it is sufficient to read ADCH. Otherwise, ADCL must be read first, then ADCH, to ensure that the content of the Data Registers belongs to the same conversion. Once ADCL is read, ADC access to Data Registers is blocked. This means that if ADCL has been read, and a conversion completes before ADCH is read, neither register is updated and the result from the conversion is lost. When ADCH is read, ADC access to the ADCH and ADCL Registers is re-enabled.

The ADC has its own interrupt which can be triggered when a conversion completes. When ADC access to the Data Registers is prohibited between reading of ADCH and ADCL, the interrupt will trigger even if the result is lost.

### Aufgaben:

Lesen Sie den Text und markieren Sie unbekannte Wörter.

Notieren Sie kurze deutschsprachige Texte, die Teile des Inhalts wiedergeben.