

Temperaturmessung mit dem PIC-Evalboard (von Michael Hofmann)

Einleitung

Es gibt viele verschiedene Anwendungsmöglichkeiten für eine Temperaturmessung. So kann man z.B. die Temperatur an einem Kühlkörper messen und beim Überschreiten eines Schwellwertes einen Lüfter schalten lassen.

In dem beschriebenen Beispiel wird die Temperatur mit einem KTY81 Temperatursensor gemessen und auf dem Display dargestellt. Die Schaltung kann so konstruiert werden, dass sie direkt mit dem PIC-Evalboard verbunden werden kann. Dadurch ist keine zusätzliche Spannungsversorgung nötig. Den fertigen Aufbau sieht man in Bild 1 und 2. Der Schaltplan für das PIC-Evalboard kann von der Seite www.edmh.de herunter geladen werden und eine genaue Schaltungsbeschreibung für das Entwicklungsboard findet man in dem Buch „Mikrocontroller für Einsteiger“ von Michael Hofmann

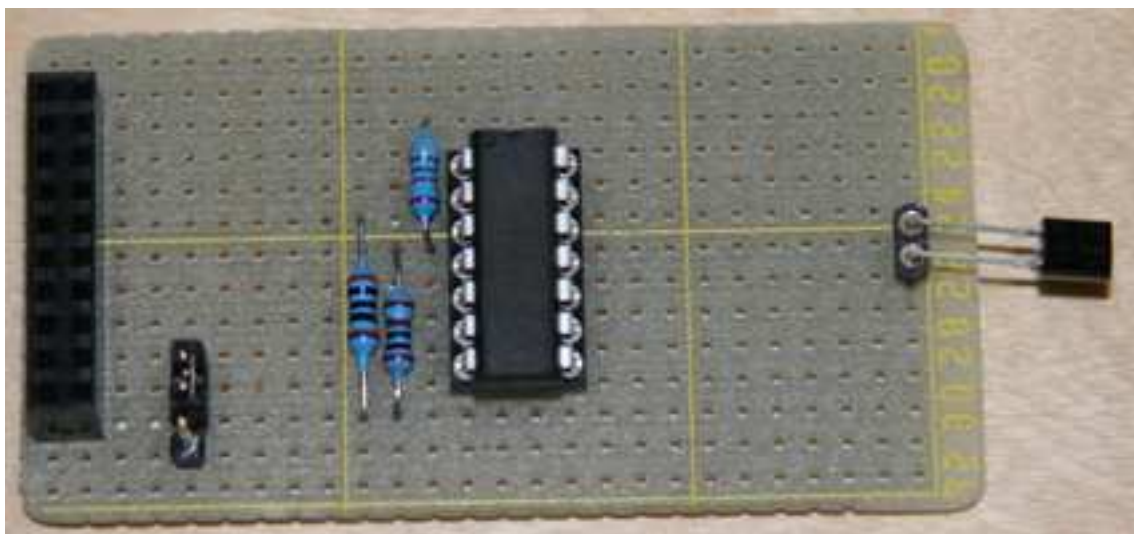


Bild 1: Temperatursensor mit Operationsverstärker

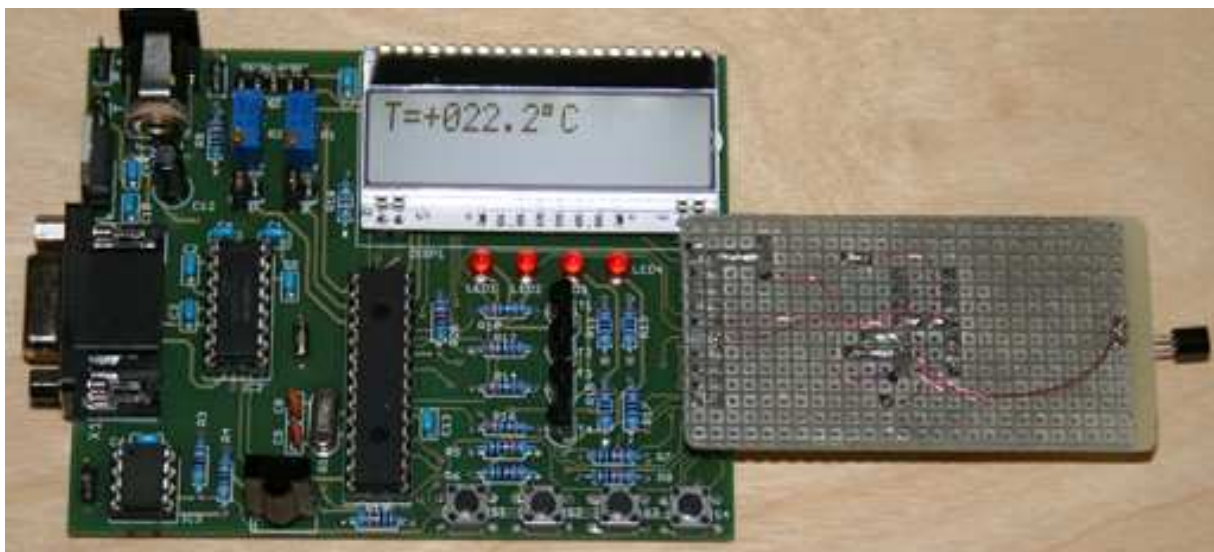


Bild 2: Anschluss des Temperatursensors an das PIC-Evalboard

Beim Anschluss der Schaltung an das Entwicklungsboard, muss man darauf achten, dass der Jumper J2 nicht gesetzt ist, da sonst der Trimmer R1 ebenfalls mit dem Eingang AN0 verbunden ist und es dadurch zu falschen Messergebnissen kommt.

Hardware

Der Temperatursensor KTY81 ist sehr gebräuchlich und relativ günstig zu erhalten. Er hat einen Temperaturbereich von -55°C bis $+150^{\circ}\text{C}$. Allerdings wird die Genauigkeit im oberen Temperaturbereich immer schlechter. Der Temperatursensor ist nicht für präzise Temperaturmessungen geeignet, da die Toleranz in einem großen Bereich zwischen ± 1 -2°C liegt. Er ist aber vollkommen ausreichend um zum Beispiel die Innentemperatur eines Gerätes zu überwachen. Für höhere Genauigkeiten sollte man einen anderen Temperatursensor wählen und die Widerstände in der Schaltung entsprechend anpassen.

Um den Temperatursensor KTY81 optimal zu betreiben sollte der Widerstand bei einem Strom von 1 mA bestimmt werden. Da sich der Widerstand des Temperatursensors mit der Temperatur ändert, muss der Messstrom geregelt werden. Dazu verwendet man am Besten einen Operationsverstärker. Die Schaltung ist in Bild 3 dargestellt.

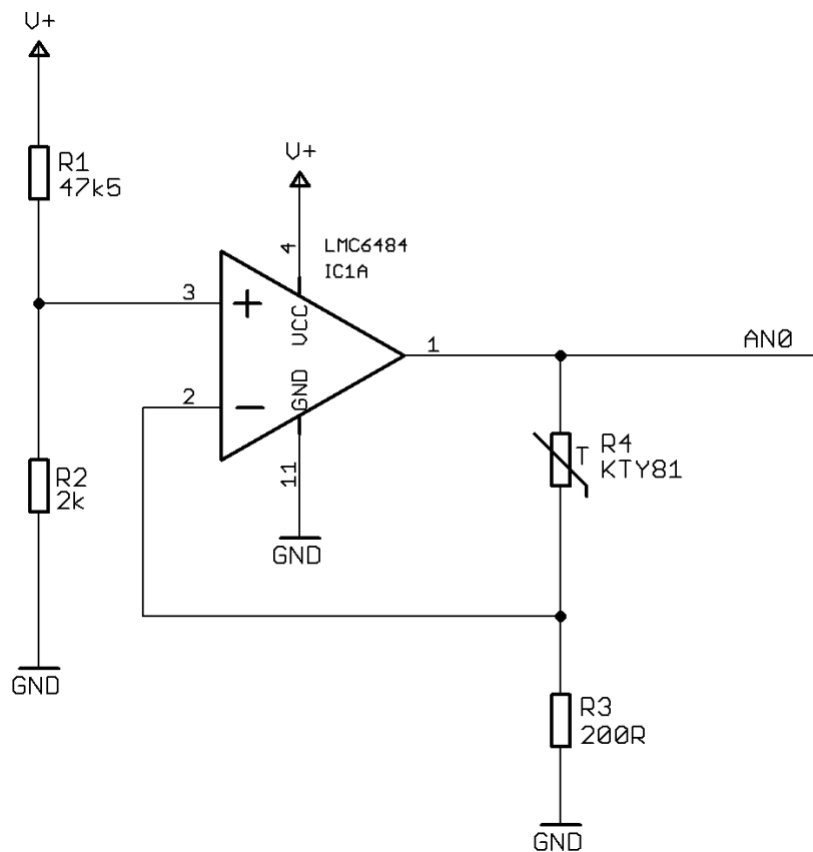


Bild 3: Schaltung mit Operationsverstärker und Temperatursensor KTY81

Die Schaltung wird über das PIC-Entwicklungsboard mit $V_+ = 5\text{V}$ versorgt. Über die Widerstände R1 und R2 wird ein Spannungsabfall von ca. 200 mV am nicht-invertierenden Eingang des OP-Amps erzeugt. Diese Spannung fällt auch über dem Widerstand R3 ab. Der dadurch resultierende Strom durch R3 beträgt demnach 1 mA. Sieht man den Operationsverstärker als ideal an, fließt kein Strom in den invertierenden Eingang und der Strom durch den Temperatursensor ist ebenfalls 1 mA. Der Strom kann auch mit folgender Formel berechnet werden:

$$I_{R4} = \frac{U_{R2}}{R_3}$$

Formel 1: Berechnung des Stromes durch den Temperatursensor

Da der Strom durch den Temperatursensor konstant gehalten wird, muss sich die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers ändern. Die Ausgangsspannung ändert sich linear mit dem Widerstand und kann über den analogen Eingang (AN0) des Mikrocontrollers gemessen und ausgewertet werden.

Um den Bereich des Temperatursensors möglichst gut auszunutzen, sollte man darauf achten das der Operationsverstärker Rail-to-Rail Ausgänge hat. Dadurch kann der Ausgang sehr nahe an die Betriebsspannung angesteuert werden. Der LMC6484 ist ein solcher Typ. Wird ein kleinerer Temperaturbereich benötigt, ist eventuell auch ein anderer Typ (z.B. LM324) ausreichend.

Da sich der Widerstand des Temperatursensors mit der Temperatur ändert, kann man die resultierende Ausgangsspannung wie folgt berechnen:

Widerstand bei -55°C = 980 Ohm

Widerstand bei $+150^{\circ}\text{C}$ = 4280 Ohm

$$U_A = I_{R4} \cdot (R_3 + R_4)$$

Formel 2: Berechnung der Ausgangsspannung

$$U_{Amin} = 1\text{mA} \cdot (200\Omega + 980\Omega) = 1,18\text{V}$$

$$U_{Amax} = 1\text{mA} \cdot (200\Omega + 4280\Omega) = 4,48\text{V}$$

Dadurch ergibt sich ein Aussteuerbereich von $4,48\text{ V} - 1,18\text{ V} = 3,3\text{ V}$. Bei einer Auflösung von 10 bit des AD-Wandlers im PIC ergibt sich bei einer Referenzspannung von 5 V eine Auflösung von 4,88 mV/LSB. Es werden daher für den gesamten Temperaturbereich (-55°C bis $+150^{\circ}\text{C}$) ca. 676 LSB's benötigt ($3,3\text{ V} / 4,88\text{ mV/LSB}$). Die Temperatureauflösung kann nun wie folgt berechnet werden:

$$\text{Auflösung} = \frac{\Delta T}{\text{Anzahl LSB}} = \frac{150^{\circ}\text{C} - (-55^{\circ}\text{C})}{676\text{LSB}} = 0,3 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{LSB}}$$

Der Wert von $0,3^{\circ}\text{C/LSB}$ kann nun für die Berechnung der Temperatur im Mikrocontroller verwendet werden.