

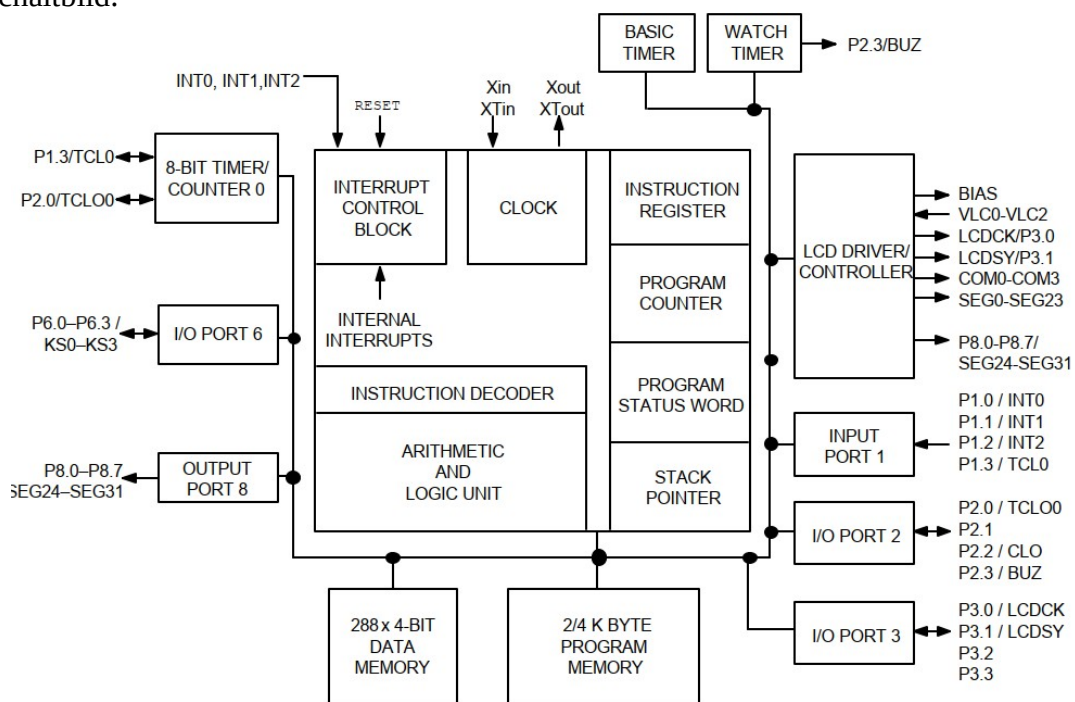
ADC – einmal anders...

Viele μC besitzen keinen internen Analog-/Digital-Umsetzer (μP schon gar nicht – warum?). Die Integration von Analogkomponenten in einer digitalen Umgebung ist aufwändiger und daher mit höheren Kosten verbunden. Typischerweise liegen die Kostenunterschiede für μC ohne/mit ADC im Bereich von einigen 10 Cent / Stück... das mag vielleicht wenig erscheinen; wenn man aber Module konzipiert, die hunderttausendfach / millionenfach verkauft werden, dann sieht das anders aus.

Temperaturmessmodule sind ein solcher Anwendungsfall. Als Sensor fungiert ein NTC, ein „einfacher“ μC erledigt den Rest (Linearisierung, Anzeige des Messwertes auf einem LCD oder Ausgabe per Schnittstelle). Da sich Temperaturen verhältnismäßig langsam ändern, eine Kennlinien-Linearisierung und die Umrechnung in $^{\circ}\text{C}$ / Fahrenheit mathematisch keine Herausforderungen sind, werden hier sehr einfache und kostengünstige μC eingesetzt. Getaktet werden diese in der Regel mit einem Quarz im Bereich von 100kHz ... wenige MHz – daraus resultiert ein sehr niedriger Stromverbrauch und der Betrieb mit einer Batterie ist somit über Jahre möglich.

Ein solcher μC , der zig-millionenfach für solch einfache Anwendungsfälle eingesetzt wurde, ist der KS57C2302/C2304 von Samsung. 4-bit CPU, 288x4-bit RAM, bis zu 4096x8 bit ROM, 8bit Timer/Counter, Watchdog-Timer, I/O Pins sowie eine Einheit für die direkte Ansteuerung von LCDs (mit bis zu 128 Segmenten) charakterisieren diesen Baustein.

Blockschaltbild:



Quelle: Datenblatt KS57C2302/C2304 / Samsung

Dieser Baustein wurde in einigen Produkten der Firma ELV eingesetzt – so auch beim „universellen Thermometer-Hygrometer-Modul UTH100“.

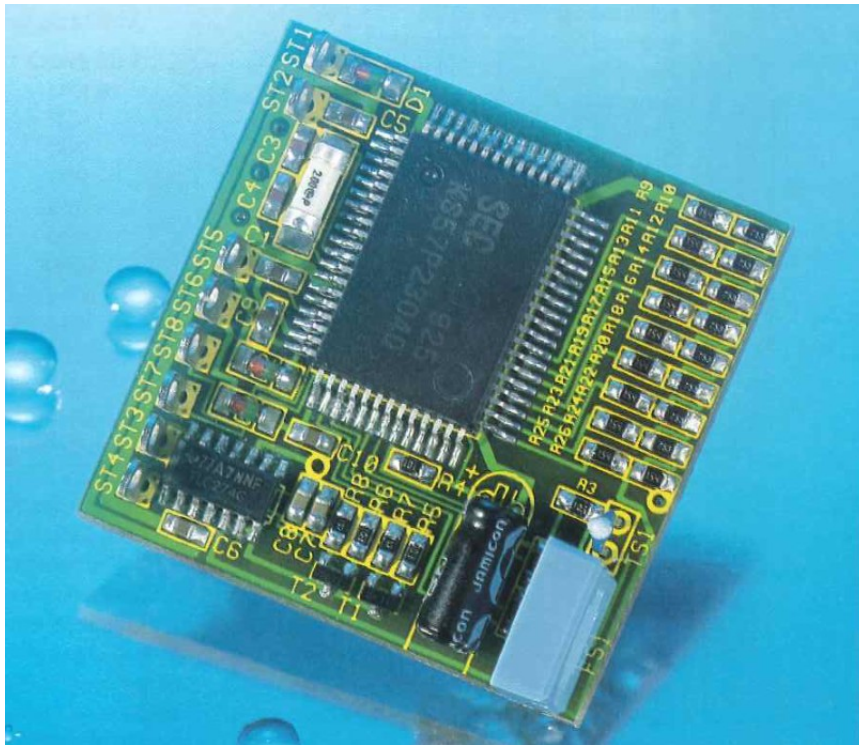


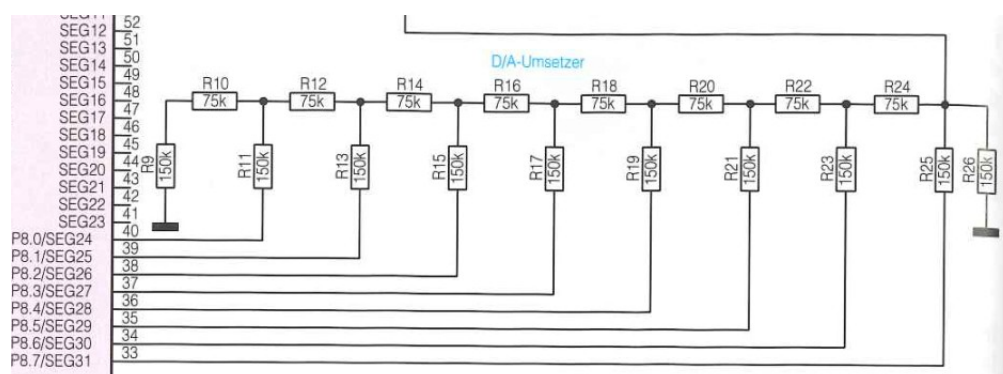
Abbildung: UTH100 - ELV

Auf diesem Modul befindet sich ein analoger Temperatur- und Feuchtigkeitssensor. Neben einer digitalen, seriellen Schnittstelle stellt dieses Modul auch 2 Analogausgänge zur Verfügung – wobei die Ausgangsspannungen direkt proportional zur Temperatur bzw. Luftfeuchtigkeit sind.

Der μC besitzt aber weder einen ADC noch einen DAC. Wie sieht nun die schaltungstechnische Realisierung aus?

Schaltplan-Auszug:

Die DA-Umsetzung erfolgt mittels 75k und 150k Widerständen in Form eines 8bit-R2R Netzwerkes:



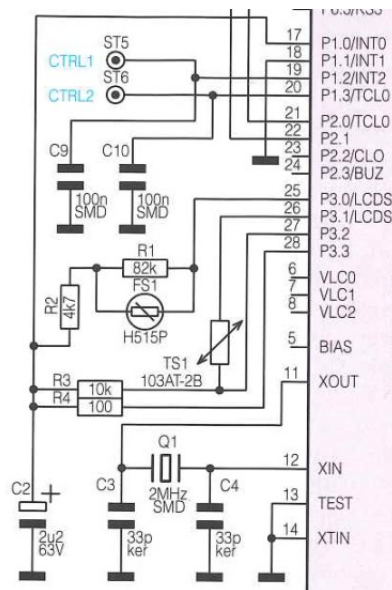
Für die AD-Umsetzung haben sich die Ingenieure etwas besonders einfallen lassen – Auszug aus der Schaltungsbeschreibung der Temperaturmessung:

Die Temperatur wird mit dem Sensor TS1 und der zugehörigen Messschaltung, die aus den Widerständen R3 und R4 und dem Elektrolytkondensator C2 besteht, erfasst. Am interruptfähigen Anschluss P1.0 liegt die Spannung des Kondensator C2 an. Die Ports P3.1, P3.2 und P3.3 werden

je nach Messphase als Ausgang oder in den hochohmigen Zustand konfiguriert. Der Ablauf eines Messzyklus sieht wie folgt aus:

Zu Beginn wird P3.3 auf LOW konfiguriert, um C2 über R4 vollständig zu entladen. Im Anschluss wird P3.2 auf HIGH konfiguriert; damit wird C2 über R3 aufgeladen. Die Zeit die verstreicht bis am Eingang P1.0 ein High-Pegel detektiert wird, wird gemessen. Dann erfolgt eine erneute Entladung von C2 über R4. Dann wird P3.1 auf HIGH gesetzt so dass C2 nun über die Serienschaltung (R3 + TS1) aufgeladen wird – die Zeit die verstreicht bis Eingang P1.0 einen HIGH-Pegel meldet, wird ebenfalls gemessen.

Aus den beiden ermittelten Zeitintervallen lässt sich der Sensorwiderstandswert (und damit der Temperaturwert) ermitteln.



Deine Aufgabenstellung:

Das Prinzip dieser „AD-Messung ohne internen Analog-Digital-Wandler“ ist mit dem PSoC sowie den Bauteilen Deines Bauteilkits nachzubauen / nachzuprogrammieren. Dabei können weitere Annahmen von Dir getroffen werden – verpflichtend ist jedoch:

- Suche im Internet nach dem Datenblatt des Temperatursensors TS1 und ermittle für den Temperaturbereich von -40°C ... $+80^{\circ}\text{C}$ den Widerstandsbereich des Sensors
- Zeichne 3 Ersatzschaltbilder für
 - Entladen von C2
 - Aufladen von C2 Messphase 1
 - Aufladen von C2 Messphase 2
 und stelle die formelmäßigen Zusammenhänge auf.

Nach welcher Zeit kann C2 als vollständig entladen betrachtet werden?

Wie sieht der formelmäßige Zusammenhang zwischen den zwei ermittelten Zeitspannen (Messphase 1 und Messphase 2) und dem Sensor-Widerstandswert aus?

Elkos besitzen eine relativ große Toleranz – inwiefern beeinflussen Bauteilwert-Abweichungen von C2 und R3 das Messergebnis?

Du kannst von einem idealen Ein- / Ausgangsverhalten ausgehen (d.h. Eingangspin hat einen Eingangswiderstand der ∞ ist, der Ausgang ist eine ideale Spannungsquelle mit 0V

bzw. 5V). Schau‘ bei Deinem Bauteilset nach, welchen Elektrolytkondensator Du hast bzw. welchen Du einsetzen kannst. Ermittle dementsprechend konkrete Parameterwerte für Deinen Quellcode.

- Baue den Messaufbau nach – anstelle des Temperatursensors verwende ohmsche Festwiderstände. Erstelle den (gut dokumentierten und strukturierten) Programmcode. Die „Zeitmessung“ soll mittels Schleife erfolgen – d.h. verwende KEINE Timer- und Interrupt-Komponenten (außer Du kennst Dich damit aus!). Der ermittelte Widerstandswert (eine Rückrechnung in einen Temperaturwert hat NICHT zu erfolgen) ist per UART auszugeben. Überlege Dir, welche Auflösung sinnvoll ist.

Erstelle für Dich selbst eine Projektdokumentation, drucke diese aus und lege diese zu Deiner Mitschrift; auf Aufforderung ist diese vorzulegen (Arbeitsnachweis).