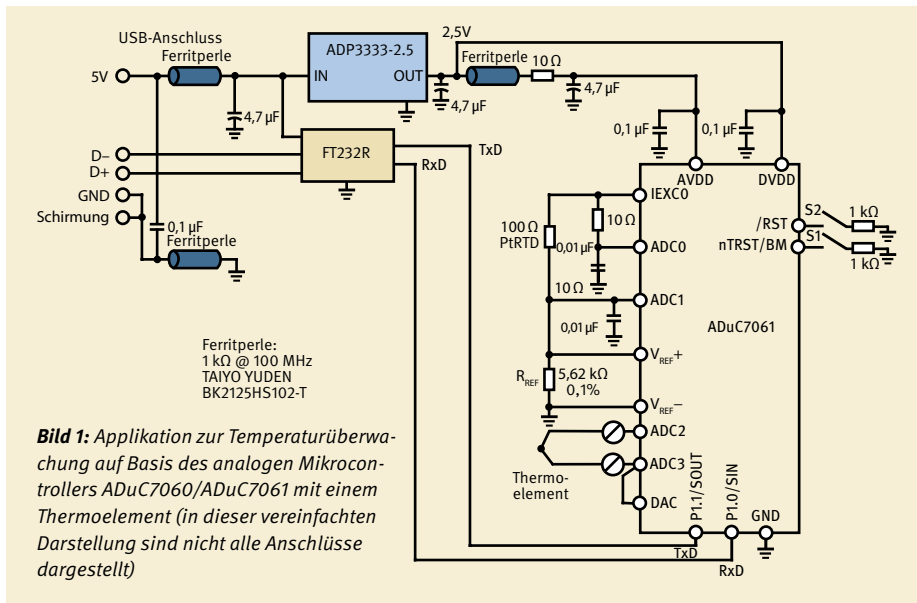


# Temperaturüberwachung mit Kaltstellen-Kompensation via USB

MICHAEL LOONEY, ALEXANDRU BUDA \*



**Bild 1:** Applikation zur Temperaturüberwachung auf Basis des analogen Mikrocontrollers ADuC7060/ADuC7061 mit einem Thermoelement (in dieser vereinfachten Darstellung sind nicht alle Anschlüsse dargestellt)

In der hier beschriebenen Schaltung wird der Precision-Analog-Mikrocontroller ADuC7060/ADuC7061 in einer Applikation zur präzisen Temperaturüberwachung mit einem Thermoelement eingesetzt. Im analogen Mikrocontroller sind zwei 24-Bit-Sigma-Delta-A/D-Wandler, zwei programmierbare Stromquellen, ein 14-Bit-DAC und eine 1,2-V-Referenz integriert. Ebenfalls vorhanden sind ein ARM7-Core mit 32 KByte Flash-Speicher, 4 KByte SRAM sowie verschiedene Peripheriefunktionen wie z.B. UART, Timer, SPI und PC-Schnittstellen.

Die in Bild 1 dargestellte Anwendung kombiniert den ADuC7060/ADuC7061 mit einem Thermoelement und einem PT100-Messfühler, der für die Kaltstellen-Kompensation verwendet wird. Als Abtastrate wird 100 Hz gewählt. Stellt man den eingangsseitigen PGA auf eine Verstärkung von 32 ein, erreicht der analoge Mikrocontroller eine rauschfreie Auflösung von mehr als 18 Bit.

Die Verstärkung im PGA des primären 24-Bit-Sigma-Delta-ADC wird per Software

eingestellt. Der primäre A/D-Wandler schaltet fortlaufend zwischen Thermoelement und PT100-Spannung um. Programmierbare Stromquellen sorgen für einen definierten Strom im Messfühler. Beide Stromquellen lassen sich in 200-µA-Schritten zwischen 0 und 2 mA programmieren. In diesem Beispiel wurde eine Stromstärke von 200 µA gewählt, um den durch Eigenerwärmung des PT100 entstehenden Fehler zu minimieren.

## Interne und externe Spannungsreferenz

Die interne Spannungsreferenz für den A/D-Wandler wird wegen der hohen Genauigkeit für die Messung der Thermoelement-Spannung genutzt. Zum Messen des PT100 wird eine ratiometrische Beschaltung der externen Spannungsreferenz gewählt, in der ein externer Referenzwiderstand an die Pins  $V_{REF+}$  und  $V_{REF-}$  angeschlossen ist. Der 14-Bit-D/A-Wandler wird benutzt, um die Gleichtaktspannung des Thermoelements auf 850 mV bezogen auf Masse einzustellen.

Der 16/32-Bit-ARM7-Core mit integriertem Flash-Speicher (32 KByte) und SRAM verarbeitet das Applikationsprogramm, das den A/D-Wandler konfiguriert und steuert, die

Wandlungsergebnisse des PT100 verarbeitet und die Kommunikation über das UART/USB-Interface abwickelt. Über den UART erfolgt die Kommunikation mit dem Host.

Zwei externe Schalter setzen den Baustein in den Flash-Boot-Mode. Wird S1 gedrückt und S2 gepulst, wechselt der analoge Mikrocontroller in den Boot-Mode. Im Boot-Mode kann der interne Flash-Speicher über das UART-Interface umprogrammiert werden.

## Thermoelement und 100-Ohm-Widerstandsthermometer

Sowohl das Thermoelement als auch der PT100-Messfühler liefern sehr schwache Signale, die mit einem PGA verstärkt werden müssen. Da der zweite A/D-Wandler im Controller keinen PGA hat, werden beide Signale an den primären ADC angeschlossen, der dazu – von der Software gesteuert – fortlaufend zwischen beiden Signalen umschaltet.

Das Typ-T-Thermoelement (Kupfer-Konstantan) hat einen Temperaturbereich von –200 bis 350°C und eine Empfindlichkeit von ca. 40 µV/K. Der A/D-Wandler im bipolaren Modus, kombiniert mit dem auf eine Verstärkung von 32 eingestellten PGA, kann somit den gesamten Temperaturbereich des Thermoelements abdecken.

Der PT100-Messfühler wird für die Kaltstellen-Kompensation verwendet. Eingesetzt wird ein Enercorp PCS 1.1503.1 im SMD-Gehäuse. Der Widerstandstempersensor besitzt einen Temperaturkoeffizienten von 0,385 Ω/K. Als Referenzwiderstand  $R_{REF}$  sollte ein Präzisionswiderstand mit 5,62 kΩ (±0,1 %) verwendet werden.

Die USB-Schnittstelle wird mit einem UART-zu-USB-Wandler implementiert. Ergänzend zu der in Bild 1 dargestellten Entkopplung sollte auch das USB-Kabel mit einer Ferritperle versehen sein, um den Störschutz zu verbessern. In der Schaltung werden Ferritperlen von Taiyo Yuden mit einer Impedanz von 1000 Ω (100 MHz) eingesetzt.

Den kompletten Schaltungstipp und weitere Bilder finden Sie via InfoClick. // KR

Analog Devices +49(0)89 769030  
InfoClick 2933866

\* Michael Looney, Alexandru Buda  
... arbeiten als Applikationsingenieure bei Analog Devices in Norwood/USA.