

Umgebungstemperatursensor mit Stromausgang

CHAU TRAN *

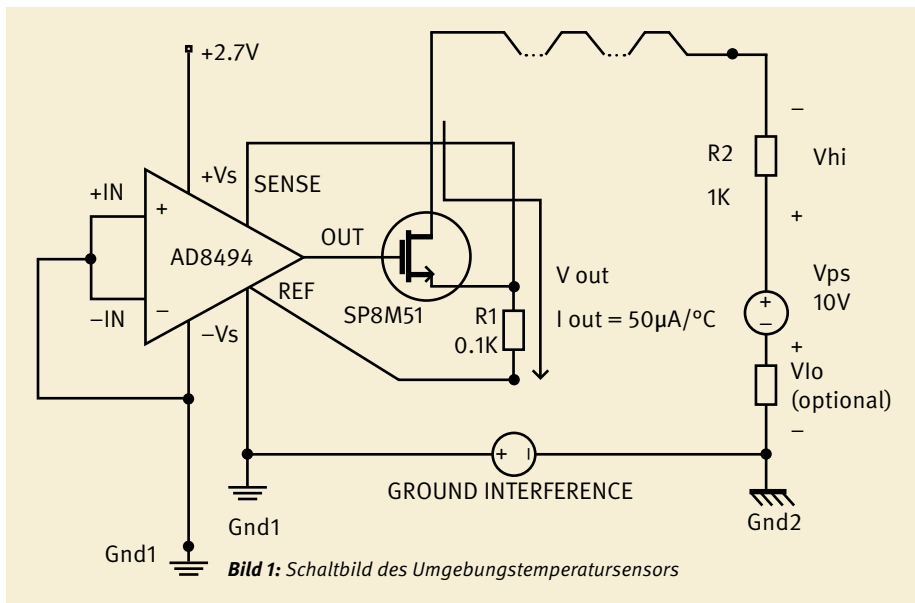


Bild 1: Schaltbild des Umgebungstemperatursensors

Kernstück der in Bild 1 gezeigten Schaltung ist der Thermoelement-Verstärker AD8494, der als eigenständiges Thermometer mit einer Ausgangsempfindlichkeit von 5 mV/°C arbeitet. Legt man beide Eingänge des Bausteins an Masse, wird die Thermoelement-Sensorfunktion außer Betrieb gesetzt und der Chip gibt eine Spannung aus, die proportional zur Temperatur des im Chip integrierten Sensors ist (TA). Diese Ausgangsspannung wird präzise in einen Strom umgewandelt und anschließend mit dem MOSFET und den Präzisionswiderständen R1 und R2 mit einem vorgegebenen Verstärkungsfaktor wieder in eine Spannung umgesetzt.

$$V_{\text{out}} = TA \times 5 \text{ mV/K}; V_{\text{hi}} \text{ (oder } V_{\text{lo}}) = V_{\text{out}} \times R2/R1; V_{\text{hi}} = 5 \text{ mV/K} \times (R2/R1) \times TA$$

Der Ausgangsstrom kann in dieser Schaltung entweder high-side oder low-side gemessen werden. Interferenzen zwischen der Masse des Sensors und der Masse der angesteuerten Last führen zu keinem Fehler am Systemausgang. Überdies reicht eine einzige

Leitung aus, um das Messsystem mit einem in größerer Entfernung platzierten Sensor zu verbinden.

Die Widerstände von R1 und R2 können so gewählt werden, dass sich bei den verfügbaren Versorgungsspannungen der größtmögliche Ausgangsbereich einstellt. Durch den MOSFET lässt sich ein größerer Strom treiben womit größere Distanzen zwischen Sensor und Schaltung möglich werden.

Ein weiteres Thema ist die Anpassung der Empfindlichkeit des Systems an den für die jeweilige Anwendung gewünschten Temperaturbereich. Wenn beispielsweise bei 25 °C eine Ausgangsspannung von 2,5 V anliegen soll, muss die Systemverstärkung $R2/R1 = 2,5 \text{ V} / (25 \text{ °C} \times 5 \text{ mV/K}) = 20$ betragen. Die Versorgungsspannung V_{ps} ist dabei so hoch zu wählen, dass Temperaturen bis zum Maximalwert von 125 °C abgedeckt werden (entspricht einer Ausgangsspannung von 12,5 V).

Zum Messen von Temperaturen unter dem Gefrierpunkt muss das Potenzial am REF-Pin des Sensors verschoben werden, damit die Ausgangsspannung unter V_{ref} sinken kann, oder man verwendet eine bipolare Versorgungsspannung. Ist der Ausgangsstrom bipolar, sollte man außerdem über die Verwen-

dung des MOSFET nachdenken. Als Temperatursensor mit unipolarer Versorgungsspannung deckt die in Bild 1 gezeigte Schaltung einen Messbereich von 0 bis 125 °C ab und erreicht dabei eine Genauigkeit von 50 μA/°C ($R1 = 100 \text{ } \Omega$).

Bei einem Lastwiderstand von 1 kΩ ist die Übertragungsfunktion des Systems 50 mV/°C ($V_{\text{hi}} = 50 \text{ mV/°C} \times TA$). Die meisten Sensoren, deren Ausgangsstrom proportional zur absoluten Temperatur (PTAT) ist, geben beim absoluten Temperaturnullpunkt von 0 K (273,15 °C) einen Strom von 0 A aus. Somit bleibt ein Großteil ihres Ausgangsbereichs, nämlich der von -273,15 bis -55 °C (0 K bis 218,15 K), ungenutzt.

Die hier vorgestellte Schaltung dagegen nutzt den gesamten Ausgangsbereich von 0 V bis $+V_{\text{s}} - 0,1 \text{ V}$ und liefert bei 0 °C einen Ausgangsstrom von 0 μA. Die Schaltung wird direkt von einer unipolaren Versorgungsspannung von 2,7 V gespeist und der Referenz-Pin ist direkt mit GND verbunden.

Es können also positive Temperaturen von 0 bis 125 °C gemessen werden. Um die Eigenerwärmung zu minimieren, wird der Sensor in der Regel mit einer Stromstärke von 180 μA angesteuert.

Anstatt also den Laststrom direkt durch den Sensor fließen zu lassen, übernimmt ein externer Transistor diesen hohen Strom, was die Eigenerwärmung weiter minimiert und dem System die korrekte Anzeige der Umgebungstemperatur ermöglicht.

Die Schaltung lässt sich in industriellen Systemen, die einen großen Gleichtaktspannungsbereich am Eingang erfordern, mit Versorgungsspannungen bis 36 V betreiben.

Der Nullpunktfehler des Sensors von maximal $\pm 3 \text{ °C}$ lässt sich mithilfe eines Trimpotenzimeters, das mit R2 in Reihe geschaltet wird, heraus kalibrieren. Zur Messung eines größeren Temperaturbereichs kann zwischen die beiden Eingänge ein Thermoelement geschaltet werden. Zusätzlich muss eine Rückleitung für die Bias-Ströme geschaffen werden. // KR

Analog Devices +49(0)89 769030
InfoClick 3080137

* Chau Tran
... arbeitet als Applikationsingenieur bei Analog Devices in Norwood, USA.