

Fachartikel: Messen physikalischer Größen

Einer für alle

Vorverarbeitung und Digitalisierung von Sensorsignalen

Bei unzähligen Anwendungen in fast allen Bereichen der Technik ist es notwendig, Sensorsignale in verwertbare elektrische Signale umzuwandeln, die in Regelkreisen und Steuerungssystemen weiterverarbeitet oder zur Überwachung eingesetzt werden. Traditionell werden die Sensorsignale in der Signalkette Sensor, Instrumentenverstärker, A/D-Wandler, Prozessor verarbeitet, wobei die Signalübertragung vom entfernten Sensor zum weiterverarbeitenden System bisher meist analog (0-10V od. 4-20mA) erfolgt. Der hier vorgestellte Baustein SMT-UTI der Fa. Smartec B.V., Vertrieb HY-LINE Sensor-Tec, ermöglicht es, die Vorverarbeitung und Digitalisierung der Signale ohne externe Beschaltung direkt am Sensor zu erledigen.

Die wachsende Komplexität elektronischer Systeme bedingt, daß die Steuerungselektronik auf unterschiedlichsten Meßgrößen zugreifen muß. Diese Meßsignale, wie sie von Sensorelementen wie z.B. Thermoelementen, Dehnmeßstreifen, Widerstandsbrücken, Kapazitäten etc. erzeugt werden, können normalerweise nicht direkt verarbeitet werden. Die Sensorsignale müssen daher vor der Weiterverarbeitung aufbereitet, verstärkt und digitalisiert werden. Üblicherweise erfordert eine genaue Sensorsignalverarbeitung eine positive und negative Versorgungsspannung. Bei einer einzigen +5V oder gar nur 3,3V Versorgungsspannung sind dagegen einige neue Überlegungen bei der analogen Sensorsignalverarbeitung notwendig. Um nun für alle die verschiedenen Sensorelemente die optimale Auflösung zu erhalten, muß die Auswerteelektronik für jeden Sensor neu justiert und getestet werden. Dies ist ein erheblicher Aufwand, weshalb viele Anwender ihre "bewerteten" Sensorschaltungen verwenden, wissend das dies oft nicht die beste Lösung ist. Das universelle Sensorinterface IC (UTI) der Fa. Smartec bietet nun einen Ausweg. Das UTI ist ein komplettes Front-End IC für viele Arten von passiven Sensoren. Das UTI konvertiert das Low-Level Signal des Sensorelements in ein Mikrokontroller kompatibles Signal und für kontinuierlich eine automatische Kalibrierung des Offsets und der Verstärkung durch.

Das universelle Sensorinterface IC (UTI) ist ein Sensor-Signal-To-Time Konverter, der auf einen periodenmodulierten Oszillator basiert. Je nach dem Sensorsignal variiert die Oszillatorfrequenz zwischen 20kHz und 50kHz. Das Sensorelement kann ohne externe Beschaltung direkt an das UTI angeschlossen werden. Nur einige Arten von Sensoren benötigen ein Referenzelement. Das UTI unterstützt folgende Interfaceschaltungen:

- Widerstandsthermometer PT100, PT1000 etc.
- Kapazitive Sensoren 0-2pF, 0-12pF, variable Bereiche bis 300pF
- Thermistoren 1k Ω -25k Ω bei Raumtemperatur
- Widerstandsbrücken 250 Ω bis 10k Ω mit einer maximalen Abweichung von +/-4% oder +/-0,25%
- Potentiometer 1k Ω bis 50k Ω

Die Treibersignale für das Sensorelemente werden mit $\frac{1}{4}$ der Oszillatorfrequenz betrieben, um die niederfrequenten Störsignale zu verringern. Hierbei wird eine kontinuierliche Kalibrierung des Offsets und der Verstärkung durchgeführt.

Three-Signal Technik

Um eine hohe Genauigkeit und eine stabile Messung der Meßgröße zu erhalten, wird die Messung eines Referenzsignals und eines konstanten Teil (inklusive des Offsets) in exakt der gleichen Weise durchgeführt wie die Messung der Meßgröße während der zwei zusätzlichen Phasen. Dies nennt man die Three-Signal Technik.

Die Three-Signal Technik wird angewendet, um einen unbekanntem Offset und eine unbekanntem Verstärkung in einem linearem System zu eliminieren. Um diese Technik anzuwenden, benötigt man neben der Messung des Sensorsignals zwei zusätzliche Referenzsignale, die identisch wie das

Sensorsignal gewonnen werden. Setzt man voraus, daß das System eine lineare Übertragungsfunktion von

$$M_i = kE_i + M_{off} \quad (1)$$

ist, ergeben sich für die gemessenen drei Signale folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} M_{off} &= M_{off} \\ M_{ref} &= kE_{ref} + M_{off} \\ M_x &= kE_x + M_{off} \end{aligned} \quad (2)$$

Hieraus ergibt sich das Meßergebnis

$$M = \frac{M_x - M_{off}}{M_{ref} - M_{off}} = \frac{E_x}{E_{ref}} \quad (3)$$

Somit ist der Einfluß des unbekanntem Offsets M_{off} und der unbekanntem Verstärkung k des Meßsystems eliminiert, vorausgesetzt, das es sich um ein lineares System handelt.

Um ein funktionierendes System der Three-Signal Technik aufzubauen, muß ein entsprechender Speicher implementiert werden. Als wesentlich bessere und flexiblere Lösung eignet sich ein Mikrokontroller, der neben der Datenspeicherung und einiger Kalkulationen auch die Messung des periodenmodulieren Signals durchführen kann. Solch ein auf einem Mikrokontroller basierendes Sensor System, bestehend aus einem Sensoerelement, einem Signal Prozessor und einen Mikrokontroller, wird folgend beschrieben.

Die Applikationen

Autor:

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Kleye
Geschäftsführer

HY-LINE Sensor-Tec
Inselkammerstraße 10
D-82008 Unterhaching

Tel.: 089 / 614 503 30
Fax: 089 / 614 09 60

Email ch-kleye@hy-line.de