

Doppelt hält besser

Digitale Sensoren mit Feuchtigkeits- und Temperaturmessung

Die Feuchte als Messgröße gewinnt aufgrund der fortschreitenden Automatisierung an Bedeutung. High-Tech-Sensoren, die kostengünstig in großen Stückzahlen hergestellt werden, messen sie einfach und genau.

Miniaturisierte Feuchte-/Temperatursensoren sind das Ergebnis hoher Integrationsdichte moderner Halbleiterprozesse und idealer Aufbau- und Verbindungstechnik. Der Einsatzbereich von Feuchte-/Temperatursensoren ist nicht auf einige wenige Anwendungen beschränkt. Die Sensoren können überall dort eingesetzt werden, wo man den Grad der Feuchte in Verbindung mit der Temperatur kennen und beeinflussen möchte.

Wirkungsprinzip

Kapazitive Sensoren basieren prinzipiell darauf, dass zwei Elektroden – parallele Metallplatten – einen elektrischen Kondensator bilden, dessen Kapazität C gemäß der nachfolgenden Gleichung gemessen werden kann. Für einen Kondensator mit Isoliermaterial zwischen den Platten gilt:

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A/d$$

mit ϵ_0 = elektrische Feldkonstante, ϵ_r = relative Permittivität, A = Kondensatorfläche und d = Abstand der Platten.

Durch einen externen Mikroprozessor kann der digitale Wert der Feuchtigkeit in den Wert der relativen Feuchtigkeit umgerechnet werden.

Die Permittivität $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ gibt die Durchlässigkeit eines Materials für elektrische Felder an. Je höher die Permittivität, desto mehr Energie kann in dem elektrischen Feld zwischen den Platten des Kondensators gespeichert werden. Die relative Permittivität ϵ_r eines Stoffes, der sich zwischen den Kondensatorplatten befindet, sagt also aus, um wie viel sich die Kapazität eines Kondensators mit

Isolator gegenüber einem Kondensator in Vakuum, beziehungsweise Luft, erhöht.

Die Permittivität ist keine Konstante, sondern kann sowohl frequenz-, als auch feuchtigkeitsabhängig sein. Wenn man beispielsweise ein hygroskopisches, isolierendes Material, wie ein Polymer, zwischen die beiden Platten eines Kondensators anbringt, ändert sich ϵ_r in Abhängigkeit von der absorbierten beziehungsweise desorbierten Feuchtigkeit, was eine Kapazitätsänderung zur Folge hat, die in der anschließenden Elektronik gemessen werden kann.

Zuzüglich zur kapazitiven Messzelle ist ein Messwertempfänger für die Temperatur vorhanden. Dieser ist in der Auswerteelektronik, der so genannten ASIC, in Form einer integrierten Bandgap-Schaltung realisiert. Man benötigt die Temperaturinformation, um die elektronische Temperaturkompensation im Sensor vornehmen zu können und profitiert zusätzlich von einem unabhängigen Temperatursensor.

Integration zweier Funktionen

Die Integration der Feuchtigkeitsmesszelle und des Temperatursensors auf demselben Silizium-Chip gewährleistet ein gutes Temperatur-Matching. Der langfristige, alterungsbedingte Messdrift des Doppelsensors auf MEMS-Basis HTU21X von Amsys beträgt weniger als 0,5 Prozent der relativen Luftfeuchte und nur 0,04 °C pro Jahr.

Durch diese hohe Langzeitstabilität, eine geringen Hysterese von ± 1 Prozent RH und einer nahezu linearen Kennlinie bietet der

Sensor optimale Eigenschaften für den Einsatz in den verschiedensten Anwendungen.

Der Sensor besitzt einen breiten Versorgungsspannungsbereich von 1,5 bis 3,6 V und einen geringen Stromverbrauch von 450 μ A, was insbesondere mobilen, batteriebetriebenen Geräten zugute kommt.

Jeder Sensor ist individuell kalibriert und kompensiert. Dadurch kann eine Genauigkeit von ± 3 Prozent RH im Feuchte-Messbereich von 20 bis 85 Prozent RH erreicht werden. Für Messungen im erweiterten Bereich von 5 bis 90 Prozent RH wird eine Genauigkeit von ± 5 Prozent RH angegeben. Prinzipiell ist der Sensor aber im gesamten Bereich von 0 bis 100 Prozent RH einsetzbar.

Die Sensoren der HTU21X-Serie sind für den erweiterten Temperaturbereich konzipiert, der mittels des Temperatursensors mit einer Genauigkeit von $\pm 0,3$ °C gemessen werden kann.

Beim HTU21D werden die digitalisierten Werte für Feuchte und Temperatur unabhängig voneinander im I²C-Format ausgegeben.

Beim HTU21P₁ mit PWM-Ausgang erhält man mit einer geeigneten Beschaltung ein industrielles Analogsignal für die Feuchte.

Die Sensoren der HTU21X-Serie sind in einem (Reflow-)lötbaren 3,0 x 3,0 x 0,9 mm³ DFN-Chipgehäuse – DFN steht für Dual Flat No Leads – montiert und werden mit und ohne Filterabdeckung angeboten.

Anwendungen in der Gebäudetechnik

Die Feuchtigkeit in hermetisch geschlossenen Häusern und in gedämmten Wohn- und

Arbeitsräumen, so genannten energieautarken Häusern, ist zu einem modernen Phänomen geworden, das Wohlempfinden, Arbeitseffizienz und Gesundheit erheblich beeinflusst. Zusammen mit der Raumtemperatur ergeben sich im RH/T-Diagramm jahreszeitabhängige Zonen, die nach der ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers) als Komfort-Zonen bezeichnet werden und als optimale Umgebungsbedingungen gelten.

Das individuelle Temperaturempfinden hängt nicht nur von der Umgebungstemperatur, sondern auch von der Feuchte ab. Je höher die Feuchte, desto wärmer empfindet man die Umgebung. Physiologisch liegt das daran, dass der Körper weniger Wasser verdunstet, also schwitzen kann und somit das menschliche Kühlsystem weniger effizient arbeitet.

Idealerweise müssten im menschlichen Aufenthaltsbereich sowohl Temperatur als auch Feuchte eingestellt und optimiert werden können. In den Planungen für künftige Smart Homes ist dies bereits vorgesehen. Die Komfortzonen in künftigen Gebäuden werden sich über Tablets und Smartphones individuell einstellen lassen.

Unter dem Aspekt der Energieeinsparung kann die Einstellbarkeit der beiden Parameter Temperatur und Feuchtigkeit von Nutzen sein. Wenn zum Beispiel die Feuchtigkeit in einem Raum niedrig ist, ist für das Wohlempfinden eine höhere Temperatur wünschenswert. Man würde also die Heizung auf eine höhere Temperatur regeln. Da in trockenen Wohnräumen die Feuchtigkeit mit geringem Energieaufwand erhöht werden kann, könnte mit erhöhter Feuchte eine positive Energiebilanz erzielt werden.

Mit der Kenntnis der Feuchtigkeit und der Temperatur lässt sich außerdem die Taupunkttemperatur $T_d = f(\text{RH})$ errechnen, die für Maßnahmen gegen Kondenswasserbildung und damit zur Vermeidung eines möglichen Schimmelbefalls in den Wohn- und Arbeitsräumen notwendig ist.

Anwendungen im KFZ-Innenraum

Wenn Scheiben im Automobil beschlagen sind, ist es oft zu spät, um beispielsweise per Gebläse die Sicht schnell wieder herzustellen. Es bleibt oft nur das Wischen mit der Hand, was die Konzentration auf den Straßenverkehr nicht unerheblich einschränkt.

Abhilfe kann in diesen Fällen eine Gebläseregelung schaffen, die auf der Berechnung der Taupunkttemperatur basiert und schon vor dem Beschlagen reagiert. In der Fahrzeugtechnik kann der HTU21X im Fahrzeuginneren zur Vermeidung von beschlagenen Scheiben eingesetzt werden. Für diese Anwendungen steht die Kfz-Version HTU21A zur Verfügung.

Falls sich die Fenstertemperatur des Fahrzeugs T_{ws} unterhalb der Taupunkttemperatur

T_d in Fensterumgebung befindet, setzt der Beschlag der Fenster ein. Je größer die Temperaturdifferenz zwischen Fenster und Innenraumluft, desto schneller das Beschlagen.

Anwendungen in der Haushaltstechnik

Optimierte Wasch- und Spülvorgänge sind heute in modernen Haushaltsgeräten eine Selbstverständlichkeit. Hier messen HTU21X-Sensoren die Feuchtigkeit der Wäsche und des Spülraums und bestimmen so den Grad der Trocknung, der heute auf das Wasch- und Spülgut abgestimmt wird um optimale Ergebnisse zu erzielen. Zusätzlich ist es möglich, den Taupunkt zu bestimmen, mit dessen Hilfe die Kondenswasserbildung in den Geräten verringert oder vermieden werden kann.

Anwendungen in Smartphones

In modernen Smartphones ermitteln Feuchtigkeits-/Temperatursensoren die Luftfeuchtigkeit und die Umgebungstemperatur am aktuellen Standort des Benutzers. Über eine App wird dem Benutzer dann angezeigt, wie weit die aktuellen Werte von den empfohlenen gesundheitsrelevanten Empfehlungen – den Komfortzonen – abweichen.

Anwendungen in der Medizintechnik

Ein wichtiger Einsatzbereich der Feuchte-/Temperatursensoren findet sich in der Medizintechnik, zum Beispiel in Inkubatoren, Schlafapnoe-Geräte und Anästhesie-Vorrichtungen. In diesen Geräten sind Befeuchter vorhanden, die für optimale Atemverhältnisse sorgen. Das Anfeuchten und Temperieren von Inspirationsgasen, wie beispielsweise Narkose-Gas, ist bei allen beatmeten Patienten notwendig, weil der Tubus und die Trachealkanüle die Klimatisierungsfunktion der oberen Atemwege ausschalten. Um dies auszugleichen, werden im Luftstrom des Patienten ständig die notwendigen Parameter gemessen. Dazu gehören bei den entsprechenden Anästhesie-Vorrichtungen insbesondere die Feuchtigkeit und die Temperatur.

Anwendungen zur Erhöhung der Gerätesicherheit

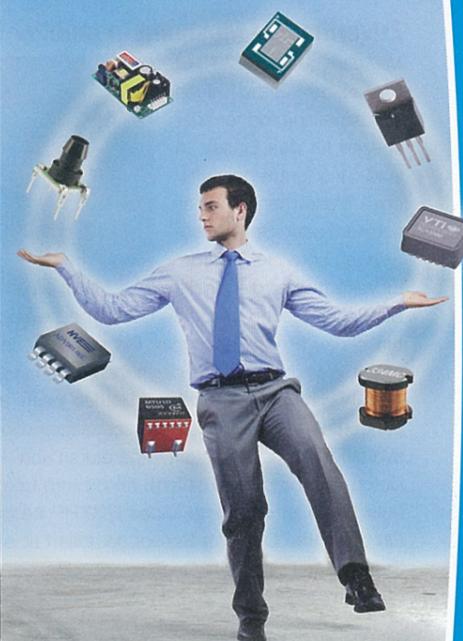
Besonders interessant sind die kombinierten Feuchte-/Temperatursensoren der Serie HTU21X für die Überwachung empfindlicher elektronischer Geräte, zum Beispiel in Schalt-schränken und Rechneranlagen. Auch hier ist es notwendig, eine Kondenswasserbildung zu vermeiden, die zum Ausfall der Geräte führen kann.

 **Sensor + Test**
Halle 1 · Stand 340

KONTAKT

Amsys GmbH & Co.KG, Mainz
Tel.: +49 6131 469 875 0 · www.amsys.de

Für Sensoren und Leistungselektronik...



... setzen wir alles in Bewegung

IS-LINE liefert
Rund-um-Betreuung
von Ihrer ersten Idee bis zu
Ihrem fertigen Produkt.


SENSOR + TEST 2016
Halle 5 / Stand 146

IS-LINE GmbH
Tel. 089/374 288 87-0
info@is-line.de

www.is-line.de