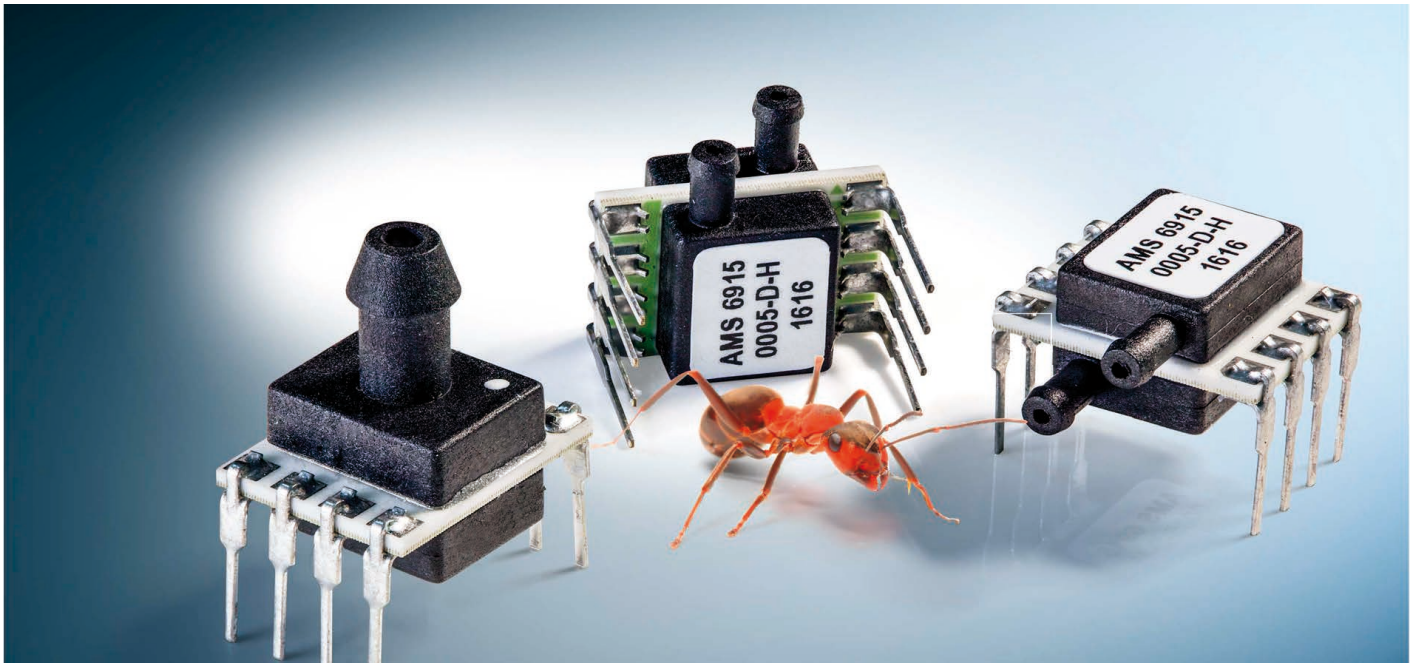
Gesunder Schlaf dank Drucksensoren



Viele Erkrankte wissen nicht, dass sie unter dieser Krankheit leiden. Dennoch ist Schlafapnoe eine häufige Erkrankung, die zahlreiche Menschen auf der ganzen Welt betrifft. Durch moderne Medizintechnik ist eine Therapie jedoch unkompliziert auch daheim möglich. Dabei spielt unauffällig im Hintergrund arbeitende moderne, miniaturisierte Druckmesstechnik die entscheidende Rolle, um das Leben Betroffener zu verbessern und gleichzeitig die Kosten für das Gesundheitssystem zu minimieren.

Schlafapnoe

Man unterscheidet zwischen zwei Formen der Schlafapnoe: der zentralen und der obstruktiven. Die zentrale Schlafapnoe (ZSA) wird durch eine Störung im zentralen Nervensystem verursacht, bei der die Atemmuskulatur von Brust und Zwerchfell nicht richtig arbeitet. Bei der obstruktiven Schlafapnoe (OSA), der weitaus verbreiteteren und kritischeren Form, kommt es nachts zu gefährlichen Atemaussetzern, die meist durch verengte Atemwege oder durch Blockade der Atemwege aufgrund von Ermüdung der Rachenmuskulatur (häufig bei älteren Menschen) hervorgerufen werden. Diese Aussetzer dauern in der Regel etwa 20 bis 30 Sekunden. Bei schweren Formen (obstruktive Apnoe) können sie jedoch mitunter auch minutenlang andauern.

Menschen, die unter dieser Krankheit leiden, atmen im Schlaf nicht gleichmäßig durch. Ihre Atmung setzt nachts etliche Male aus, so dass der Sauerstoffgehalt im Blut sinkt. Das Gehirn und die Organe werden dadurch nicht mehr mit genügend Sauerstoff versorgt. Der Körper reagiert daraufhin mit einer Weckreaktion, falls es gefährlich wird. Der Betroffene wird wach und holt meist unter lautem Schnarchen Luft.

Wenn dies auftritt, leidet der Patient am Tage über typische Symptome wie Müdigkeit, Leistungsmangel usw. Diese Störung wird üblicherweise erst spät diagnostiziert, da sie während eines normalen Arztbesuchs nicht nachweisbar ist und höchstens vom schlafenden Partner des Patienten bemerkt wird. Man kann davon ausgehen, dass eine unbehandelte Schlafapnoe die Wahrscheinlichkeit für Bluthochdruck, Herzinfarkt, Herzversagen und Herzrhythmusstörungen erheblich erhöhen kann.

Continuous Positive Airway Pressure

Abhilfe schafft ein Gerät, das als CPAP (Continuous Positive Air-

Bild 1: Patient mit CPAP-Maske gegen Schlafapnoe

Autor:
Stefan Falk, Produktmanager
AMSYS GmbH & Co.KG
info@amsys.de
www.amsys.de

way Pressure) bekannt ist. Dieses Gerät wird über eine Gesichtsmaske (Bild 1) mit dem Patienten verbunden, um während des Schlafs Luft mit einem leichten Überdruck zu liefern. Wie in Bild 2 gezeigt, funktioniert diese Vorrichtung als kontrollierte Atemunterstützung mit definiertem Luftstrom, Lufttemperatur und Luftfeuchte.

Drucksensoren in CPAP-Geräten

Bild 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines CPAP Gerätes. Es gibt drei Funktionen in diesem Gerät, zu deren Messung Drucksensoren eingesetzt werden können:

- Flowmeter – zur Kontrolle und Regelung der Luftmenge
- Drucksensor – zur Messung des relativen Drucks im Gerät
- Füllstandsensor – zur Messung der Füllhöhe im Wassertank

Um den positiven Luftstrom im CPAP-Gerät zum Patienten zu messen, verwendet man einen Drucksensor, der im Luftkanal den Differenzdruck über eine Blende messen kann. Der Differenzdruck hängt im Wesentlichen von der Blendengeometrie ab und ist ein Maß für die Luftmenge (Volumenstrom).

Zur Bestimmung des Luftkanalinnendruckes wird ein Relativdrucksensor eingesetzt, der den Innendruck (leichter Überdruck) relativ zum Umgebungsdruck bestimmt (typischerweise < 50 mbar). Letztlich kann mit einem Relativdrucksensor auch der hydrostatische Druck im Wasserbehälter (< 25 mbar) gemessen werden, wodurch der Füllstand kontrolliert werden kann. Da auch in der Medizintechnik die Forderung nach höherer Leistungsfähigkeit bei reduzierten Abmessungen der Geräte besteht und sich noch verstärken wird, ist die Miniaturisierung eine wesentliche Forderung für die neuen Sensorgenerationen.

Miniaturisierung bei gleichzeitig besseren Spezifikationen ist ein Merkmal der AMS 6915 Drucksensoren, die als Nachfolger der bewährten AMS 5915 Baureihe abermals verkleinert wurden. Beide werden für die genannten Funktionen in medizinischen Geräten vielfach eingesetzt und sollen hier als Beispiel für die Klasse moderner OEM-Drucksensoren dienen.

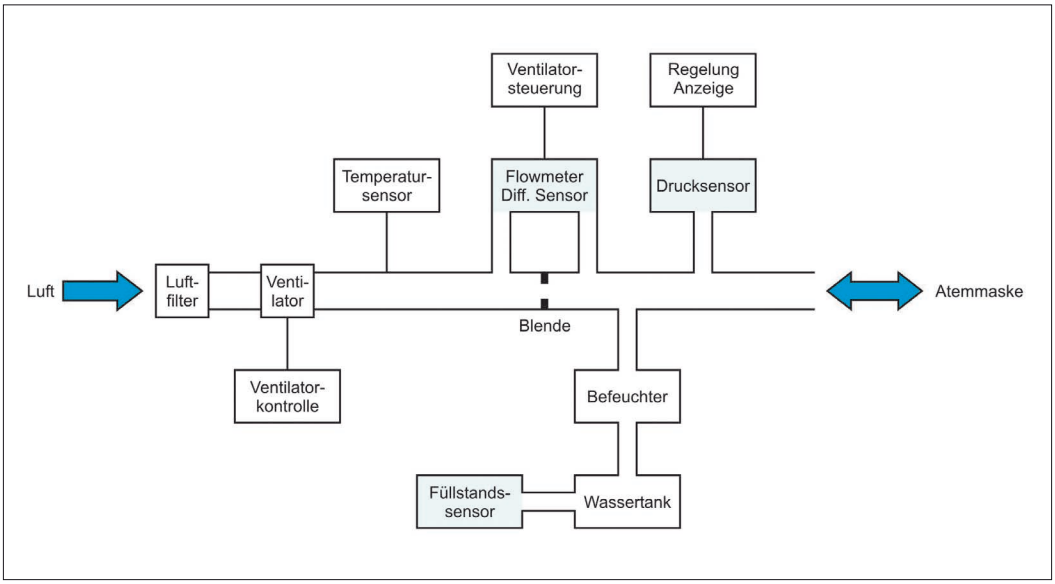


Bild 2: Funktionsweise eines CPAP-Geräts: Die Atmung des Patienten wird durch einen geregelten Überdruck befeuchteter Atemluft unterstützt und der Durchfluss gemessen und geregelt

Aufbau und Charakteristika von OEM-Drucksensoren

In Medizinprodukten kommen üblicherweise einlötbare Drucksensoren zum Einsatz, die ein direkt verwertbares Drucksignal liefern, sei es analog oder digital. Da die Auswertung heutzutage nahezu immer über einen integrierten Mikrocontroller erfolgt, setzt sich der digitale Signalausgang in Form eines I²C-Signals mehr und mehr durch.

Diese temperaturkompensierten und bereits ab Werk vollständig kalibrierten Drucksensoren bestehen aus zwei Halbleiterbausteinen, einem MEMS (mikroelektromechanischem Sensor) und einem ASIC (Anwendungsspezifisches IC), die auf einer keramischen Trägerplatine montiert werden. Bild 3 verdeutlicht die Verschaltung der Funktionselemente im Blockdiagramm.

MEMS-Siliziumchip mit biegsamer Membran

Die Basis eines jeden Drucksensors ist der nackte MEMS-Siliziumchip mit der biegsamen Membran. Neuentwicklungen bei den Siliziummesszellen ermöglichen erst deren fortschreitende Miniaturisierung, was sich nicht nur in den Abmessungen des Sensors, sondern auch in seinen Kosten niederschlägt. In den Siliziumkristall einlegiert sind die piezoresistiven Widerstände, die zu einer Wheatstone-Messbrücke verschaltet sind. Das Ausgangssignal einer solchen Messbrücke beträgt üblicherweise nur ca. 100 mV bei voller Auslenkung und bedarf daher eines Verstärkers. Zudem ist es stark temperaturabhängig, sollte also temperaturkompensiert und für höhere Genauigkeit auch kalibriert werden.

Bei den dafür üblicherweise eingesetzten ASICs (anwendungsspezifische Schaltkreise) handelt es sich um ein CMOS-IC, in dem der elektronische Abgleich des Sensors (Kalibration, Kompensation und Linearisierung) durchgeführt wird. Es besteht im Fall des AMS 6915 aus einem Instrumentenverstärker, einem 14 bit AD-Wandler, einem EEPROM, dem Prozessor und einer Ausgangsstufe (Bild 3). Im EEPROM werden die Korrekturkoeffizienten, der im Mainzer Werk ermittelten Kalibrationsdaten, abgelegt. Dabei wird die Änderung des Messbrückensignals nicht nur in Abhängigkeit des Drucks, sondern auch der Temperatur bestimmt und mit einem Kalibrationsnormal abgeglichen. Mit Hilfe der Korrekturparameter aus dem EEPROM werden die jeweiligen Messwerte durch einen gespeicherten Algorithmus mit der zusätzlich aufgenommenen Temperatur verrechnet, so dass nach jedem Zyklus (0,5 ms) ein aktualisierter Druck- und Temperaturwert am Ausgang im I²C Format bereitsteht.

OEM-Drucksensor für die Medizintechnik: Der AMS 6915

Die miniaturisierten OEM-Sensoren vom Typ AMS 6915 haben

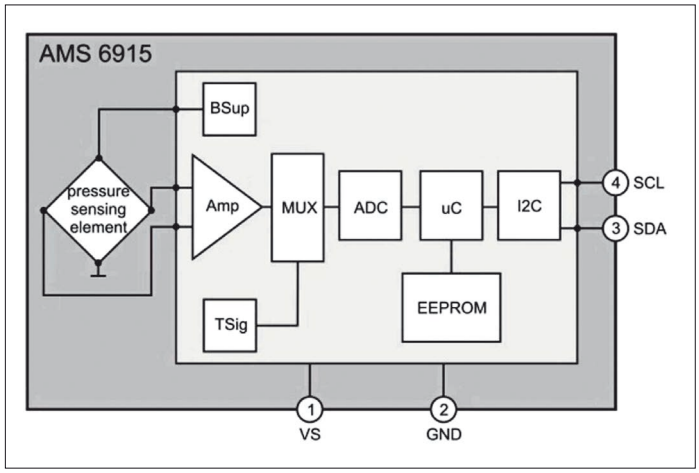


Bild 3: Blockschaltbild der meisten OEM-Drucksensoren mit Messbrücke links und ASIC rechts (hellgrau)

ein Auflösungsvermögen von 14 bit und zeichnen sich durch einen bemerkenswert kleinen Gesamtfehler von ±1,0 %FS (> 100 mbar) bei einem Arbeitstemperaturbereich von -25 bis 85 °C aus. Dieser geringe Wert für einen Sensor im Kunststoffgehäuse ist der Keramikplatine zu verdanken, die zudem für eine überlegene mechanische Stabilität sorgt. Selbst größere Bauformen erreichen oft nur geringere Genauigkeiten, die oftmals nur bei einer festen Temperatur oder ohne den überwiegenden Offset angegeben werden.

Absolut-, Differenz- und Relativdruck

Die in Deutschland gefertigten Sensoren sind für alle Druckarten erhältlich: Absolut-, Differenz- und Relativdruck. Neben den flach bauenden Varianten mit seitlichem Druckanschluss (Ø außen = 2,0 mm) ist letztere Version auch mit einem robusten Druckanschluss von Ø außen= 3,8 mm erhältlich. Damit ist der AMS 6915 für die rauen Bedingungen in der Produktion bestens gewappnet.

Die klassische DIL-Bauweise bringt Stabilitätsvorteile bei Scherkräften, sowohl bei harten Schläuchen als auch in der Produktion beim Aufstecken insbesondere der seitlichen Schlauchanschlüsse. Damit liefert der AMS 6915 die Zuverlässigkeit, die gerade in kritischen Anwendungen unabdingbar ist. Optional sind die Sensoren jedoch auch mit SMD-Kontakten erhältlich.

Volle Abdeckung im Nieder- und Mitteldruckbereich

Mit Maximaldrücken von 5 mbar bis 1000 mbar sowie einer speziell für barometrische Anwendungen kalibrierten Version für 700…1200 mbar Absolutdruck werden alle Anforderungen im Nieder- und Mitteldruckbereich abgedeckt. Die Differenzdruckvariante ist zudem auch in einer bidirektionalen Version lieferbar, mit der sowohl Unter- als auch Überdruck gemessen werden kann. Der Temperaturbereich erstreckt sich von -25 bis 85 °C, was auch dem Abgleichbereich entspricht. Das heißt, die Sensoren werden in diesem Temperaturbereich gemessen und kalibriert, kompensiert und linearisiert. Zudem sind kundenspezifische Anpassungen wie andere Druckbereiche bereits ab mittleren Volumina darstellbar.

Unterschiedliche Varianten

Die Sensoren sind in Varianten mit einer Versorgungsspannung von 3,3 V oder 5 V erhältlich, die Stromaufnahme beträgt unter 5 mA. Die Kommunikation mit den AMS 6915 Drucksensoren erfolgt über eine normale I²C-Schnittstelle oder alternativ (AMS 6916) über die Ausgabe einer Analogspannung und ist somit für den Einbau in elektronische Systeme bestens geeignet.

Ergänzend wird unter der Bezeichnung Starter Kit AMS 6915 ein USB-Interface für die Drucksensoren angeboten. Dieses Interface ist einerseits zur schnellen Erstinbetriebnahme der Sensoren, zur individuellen Adressierung und andererseits zur direkten Druck-/Temperaturmessung gedacht. Ohne zusätzliche Komponenten ermöglicht das Interface per PC den Druck und die Temperatur in physikalischen Einheiten und in digitalen Werten auszulesen. Die Sensoren können mittels eines ZIF-Sockels auf das Interface aufgesetzt werden und so zur Selektion leicht ausgetauscht werden.

Elektronische Medizin aus Mainz

Durch den Einsatz moderner OEM-Sensoren wie dem in Mainz gefertigten AMS 6915 trägt man den hohen Anforderungen der Medizintechnik Rechnung. Neben Atemgeräten werden diese Sensoren auch in den in letzter Zeit vermehrt zum Einsatz kommenden Luftfiltern zur Filter- und Durchsatzüberwachung verwendet. Moderne MEMS-Technologie und der Fortschritt in der Mikroelektronik ermöglichen hervorragende Werte in Auflösung, Genauigkeit und Stabilität auf kleinstem Raum. Dabei sind die Sensoren dank verschiedener Schnittstellen und Prototypingwerkzeugen einfach integrierbar. ◄

Portfolio an Temperatursensoren erweitert

Heilind kooperiert mit TEWA Temperature Sensors und baut seine Präsenz auf dem Sensormarkt aus

Durch die Kooperation wird das Angebot um NTC-Thermistoren und Temperatursensoren erweitert. Heilind Electronics hat eine neue Partnerschaft mit TEWA, einem führenden Hersteller von NTC-Thermistoren und Temperatursonden, bekannt gegeben.

Temperaturmessung im Verbraucher- und Industriesegment

Die TEWA-Temperatursensorenreihe ergänzt das bestehende Sensorportfolio von Heilind um eine breite Palette von Standard- und kundenspezifischen auf NTC-, PTC-, RTD-, TC- und anderen Sensorelementen basierenden Temperatursensoren. Diese Geräte können zur Temperaturmessung im Verbraucher- und Industriesegment verwendet werden, insbesondere bei Anwendungen, die stabile Arbeitstemperaturen zwischen 80 °C und 1000 °C erfordern. NTC-Thermistoren zeichnen sich durch hervorragende Wärmesensitivität, zahlreiche physikalische und elektrische Konfigurationsoptionen sowie mechanische und elektrische Robustheit aus. Dies macht sie zu den vielseitigsten Sensoren für kritische Temperaturerfassungs- und Steuerungsanwendungen.

Die zahlreichen Einsatzbereiche von TEWA-Sensoren umfassen HLK-Produkte, Kessel, Kühlungsanwendungen, die Automobilindustrie, Apparaturen, Kommunikation und Biomedizin.

Heilind Electronics wird das komplette TEWA-Produktportfolio von Temperatursensoren und Thermistoren anbieten.

► *Heilind Electronics GmbH*
www.heilind.de