



AMS 5105 - OEM-Drucksensor mit einem analogen und zwei binären Schaltausgängen

In der Messtechnik unterscheidet man prinzipiell zwischen Messwertaufnehmer (Sensoren) mit linearem oder mit binärem Ausgang. Dies gilt auch für die Druckmesstechnik. Trotz zahlreichen möglichen Anwendungen wird aber eine Kombination von beiden nur selten angeboten.

Wie ein Sensor mit einem analogen, linearen Ausgang und mit zwei binären realisiert wurde und welche Vorteile diese Kombination für den Anwender hat, erläutert AMSYS am Beispiel des piezoresistiven OEM-Drucksensors AMS 5105.

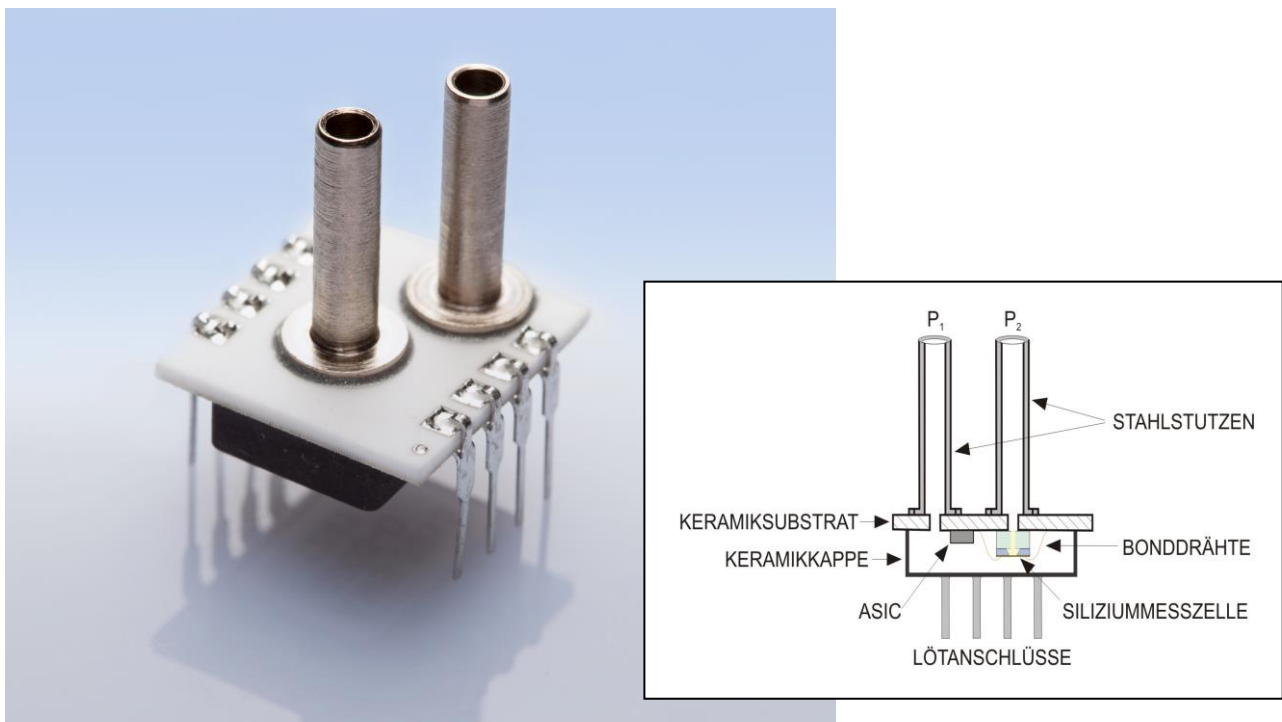


Abbildung 1: Druckschalter AMS 5105, Seitenansicht und schematischer Querschnitt
(zum Größenvergleich: Keramiksubstrat hat die Abmessungen 15,2 x 15,2 mm²)

Beschreibung AMS 5105

Bei der AMS 5105-Serie [\[1\]](#) handelt es sich um OEM-Drucksensoren mit zwei Schaltausgängen und einem linearen Spannungsausgang. Die verschiedenen Varianten ermöglichen die Absolutdruck-/ Differenzdruck- und die bidirektional-differenzielle Druckmessung über einen weiten Druckbereich (5 mbar bis 7 bar). Alle diese OEM-Sensoren werden bei der Herstellung individuell kalibriert, linearisiert und für den Temperaturbereich von -25 bis 85 °C temperaturkompensiert. Hohe Messgenauigkeit und gute Langzeitstabilität sind das Ergebnis hochwertiger piezoresistiver Silizium-Messelemente in Kombination mit einem State-of-the-Art CMOS-ASIC.

AMSYS GmbH & Co.KG
An der Fahrt 4
D-55124 Mainz

Tel.: +49 6131 469 875 0
Fax: +49 6131 469 875 66
Email: info@amsys.de
Internet: www.amsys.de
Stand: Dezember 2015



AMS 5105 - OEM-Drucksensor mit einem analogen und zwei binären Schaltausgängen

Ein 15,2 x 15,2 mm² Keramikträger mit Dual-In-Line Lötpins und ein Keramikgehäuse verleihen dem AMS 5105 hohe mechanische Stabilität und robuste Handhabbarkeit.

Der AMS 5105 ist für Anwendungen konzipiert, bei denen die Sensoren auf eine Konfiguration (Schaltfunktion, Schaltpunkt, Hysterese, Schaltverzögerung usw.) eingestellt werden und während ihrer Betriebszeit nicht mehr verändert werden müssen. Sie finden dann als Druckschalter Verwendung, die keinen Prozessor benötigen oder bei denen die Leistungsfähigkeit eines Prozessors auf der Systemebene für andere Aufgaben genutzt werden muss. Der AMS 5105 wird vom Hersteller vorprogrammiert, kann aber auch vom Benutzer mit Hilfe eines Starterkits individuell eingestellt werden[2].

Sie sind besonders unter sicherheitstechnischen Aspekten für Anwendungen geeignet, die direkt (ohne zwischengeschaltete Datenverarbeitung) auf eine Druckänderung reagieren müssen (z.B. Notabschaltung) oder Anwendungen, die eine reduzierte Anzahl an Bauteilen erfordern.

Funktionsprinzip

Die eigentliche Druckmessung findet in der piezoresistiven Silizium-Druckmesszelle des AMS 5105 statt. Dort wird der zu messende Druck in ein differentielles, druckproportionales, analoges Spannungssignal gewandelt. Anschließend wird dieses Spannungssignal im nachfolgenden ASIC (siehe *Abbildung 2*) verstärkt und über einen Multiplexer zum ADC weitergeleitet. Hier findet die Umwandlung in einen 14 bit Digitalwert statt.

Um standardisierte Ausgangswerte zu erhalten, werden die digitalisierten Signale in dem nachfolgenden µC-Block während der Herstellung elektronisch abgeglichen (kalibriert, linearisiert und kompensiert).

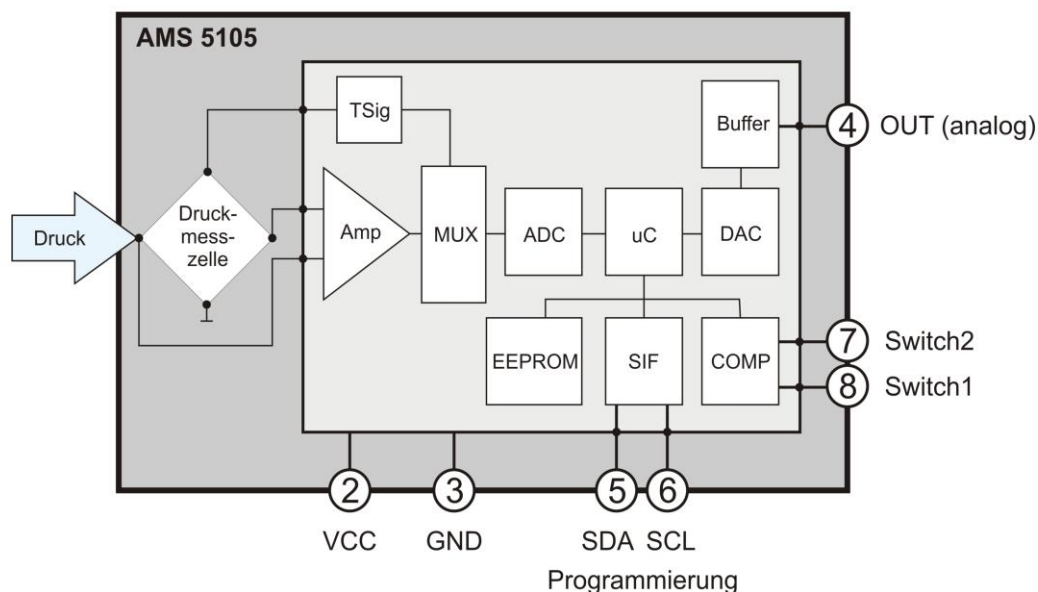


Abbildung 2: Schaltungsprinzip AMS 5105



AMS 5105 - OEM-Drucksensor mit einem analogen und zwei binären Schaltausgängen

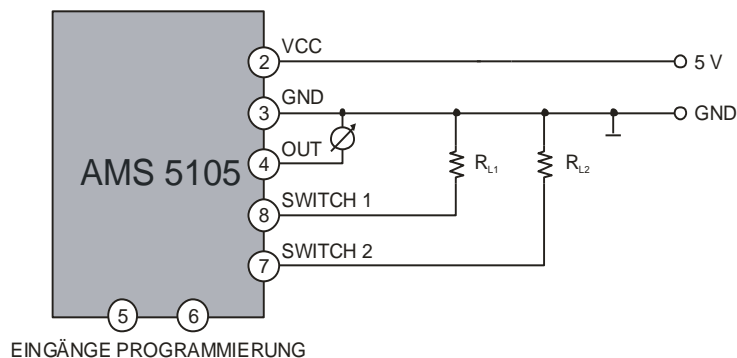
Zum Abgleich ermittelt man bei verschiedenen Drücken und Temperaturen für jeden einzelnen Sensor Korrekturkoeffizienten, die im EEPROM gespeichert werden. Im Mikroprozessor-Block des ASICs läuft ein zyklisches Programm ab, das auf Basis der jeweils digitalisierten Druck- und Temperaturwerte und der Korrekturkoeffizienten das korrigierte und normierte, digitale Drucksignal errechnet. Die so berechneten Digitalwerte werden in das Ausgangsregister geschrieben und zyklisch aktualisiert (typ. alle 0,5 ms bei 14 bit ADC-Auflösung).

Der digitale Druckwert wird mit Hilfe eines internen DAC gewandelt (11 bit) und kann als ratiometrischer Spannungswert (0,5 – 4,5 V) ausgelesen werden.

Die SIF Einheit (Serielles Interface) dient zur Programmierung des ASICs und der Ausgangsparameter im I²C Format.

Binäre Schaltausgänge

Unter binären Signalen versteht man zweiwertige Signale. Das heißt, es gibt nur zwei Signalzustände. Auf eine entsprechende elektronische Schaltung übertragen bedeutet dies, es gibt nur den gesperrten oder den durchgeschalteten Ausgang. Man hat also einen elektronischen Schalter.



Der AMS 5105 hat neben dem linearen Ausgang $U_{OUT} = 0,5 - 4,5 \text{ V}$ für den Druck zwei binäre Ausgänge Switch1 und Switch2 mit den logischen Pegeln :
Low: 0 - 10 % V_{CC} und
High: 90 - 100 % V_{CC} .

Abbildung 3: Schaltungsprinzip Ausgänge AMS 5105

Im Digitalteil der Signalverarbeitung muss ein entsprechender Wert mit dem Starter-Kit [3] als Schaltwert programmiert werden. Bei Erreichen dieses Wertes schaltet der Ausgang von low auf high oder umgekehrt. Die beiden Ausgänge sind sink- und sourcefähig (max. 4 mA). Bei geeigneter Anordnung der Lastwiderstände lassen sich beide Ausgänge als Stromausgänge realisieren.

Da das ASIC die Möglichkeit bietet, an einem Ausgang (Switch1 und/oder Switch 2) zwei Schaltpunkte zu programmieren, können auch Zweipunktschalter (Window-mode) realisiert werden.



AMS 5105 - OEM-Drucksensor mit einem analogen und zwei binären Schaltausgängen

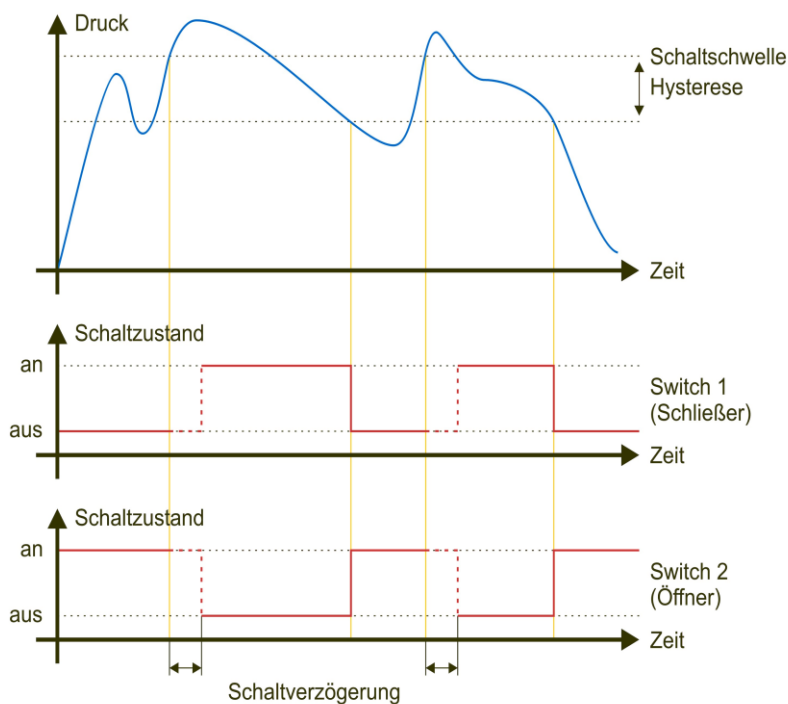


Abbildung 4: Beispiele für Schalterfunktionen

Schaltfunktionen der jeweiligen Ausgänge können sein:

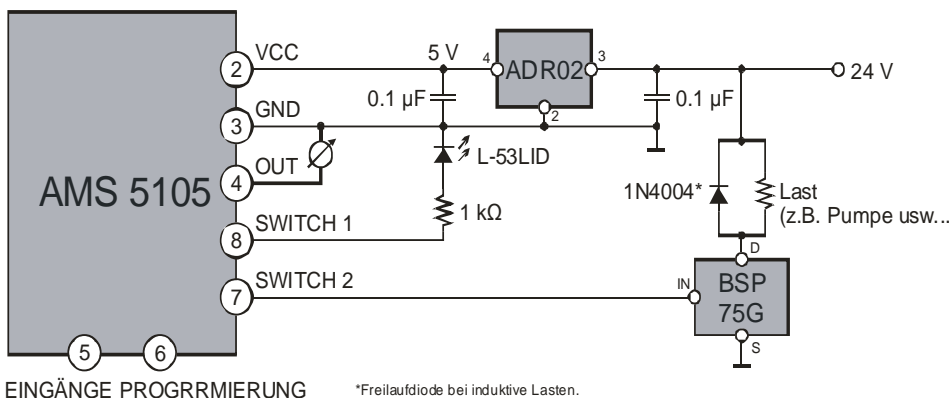
- Schaltausgang deaktiviert
- Low-Side Schalter
- High Side Schalter
- Zweipunktschalter

Diese sind per Software über eine I²C-Schnittstelle vom Benutzer individuell konfigurierbar (Siehe Starter-Kit AMS 5105) oder können bei der Herstellung voreingestellt werden. Als Systemparameter sind Schaltfunktion, Hysterese Schwellenschwelle, und Schaltverzögerungszeit (Abbildung 4) in einem weiten Bereich programmierbar.

Alle erwähnten Einstellmöglichkeiten sind unabhängig für beide Ausgänge einstellbar.

Bei Anwendungen, bei denen ein geringer Schaltstrom an den binären Ausgängen gefordert wird (max. 4 mA z.B. für LED-Anzeige), kann man wahlweise an jedem Ausgang die Funktion Öffner, Schließer und/oder Zweipunktschalter direkt realisieren. Insbesondere kann so mit dem einen Ausgang auch der Schaltzustand des anderen angezeigt werden (z.B. mit einer Diodenbeschaltung).

Sind größere Schaltströme (z.B. Ansteuerung eines DC-Motors) oder ist das Schalten höherer Betriebsspannungen erforderlich, so ist eine externe Leistungsstufe hinzuzufügen (z.B. ein intelligenter Low-Side Power-FET PROFET BSP75G [4] (Abbildung 5) oder ein High-Side Power-FET ISP452 [5] (Abbildung 6). Mit der Benutzung von integrierten Schaltern lassen sich insbesondere industrielle Druckwächter herstellen, die sich durch eine Vielzahl von Schutzfunktionen auszeichnen.



Beispielbeschaltungen:

Bei dem BSP75G handelt es sich um einen vertikalen N-Kanal-Fet Switch für Low-Side Anwendungen.

Abbildung 5: Schaltplan mit einer Low-Side Ausgangsstufe



AMS 5105 - OEM-Drucksensor mit einem analogen und zwei binären Schaltausgängen

Integrierte Schutzfunktionen sind: Kurzschluss- und Eingangsschutz, Überlast-, Überspannung- und Übertemperaturschutz mit Hysterese. Weiterhin besteht eine interne Strombegrenzung und eine Unterspannungsabschaltung mit Restart und ein ESD-Schutz.

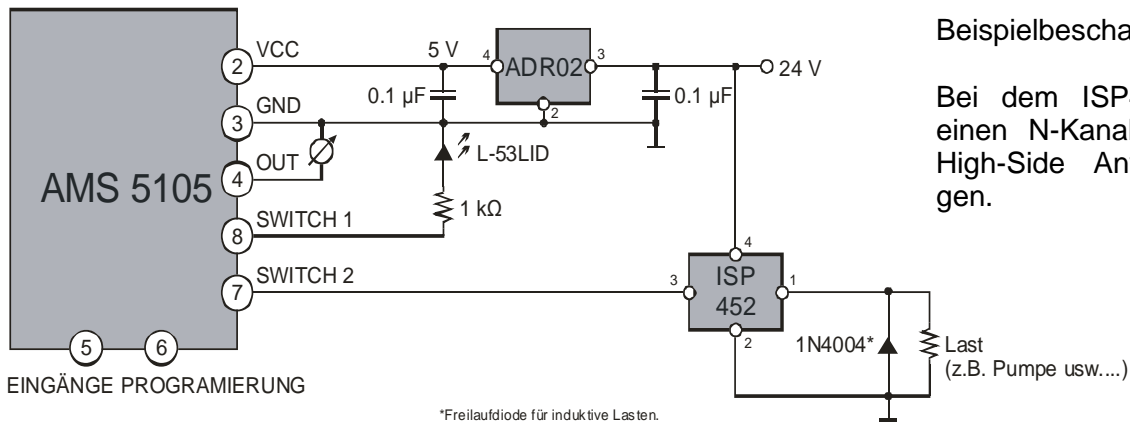
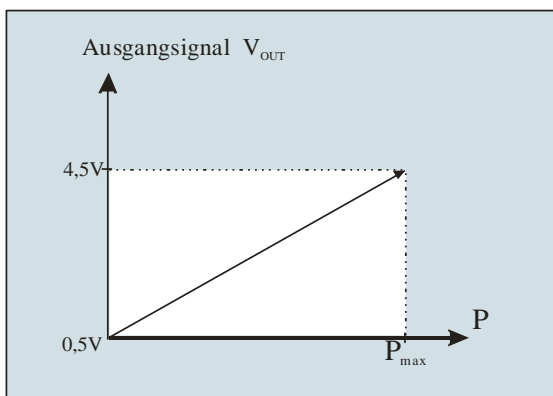


Abbildung 6: Schaltplan mit einer High-Side Ausgangsstufe

Ratiometrisches analoges Ausgangssignal

Für piezoresistive Messzellen, wie sie z.B. im AMS 5105 verwendet werden, gilt in erster Näherung:

$$V_{OUT} = S \cdot P \cdot V_S \text{ mit: } S = \text{Sensitivität, } P = \text{wirkendem Druck und } V_S = \text{Versorgungsspannung.}$$



Man sieht, dass das Ausgangssignal einer piezoresistiven Silizium-Messzelle V_{out} direkt von der Versorgungsspannung V_S abhängig ist. Das heißt, dass sich das Signal der Messzelle synchron zur Änderung der Spannungsversorgung verhält, was man als Ratiometrie bezeichnet. Dieses Verhalten findet sich auch in dem Ausgangssignal des AMS 5105 von 0,5 – 4,5 V.

Die Ratiometrie gilt aber nur für die analogen Ausgänge.

Abbildung 7: Kalibriertes analoges Ausgangssignal des AMS 5105

Dieses Analogsignal hat unter dem Sicherheitsaspekt den Vorteil einer inhärenten Fehlerdiagnose. Wenn das Signal schon ohne Druck 0 V beträgt, weiß man, dass keine Versorgungsspannung (Kabelbruch) anliegt.



AMS 5105 - OEM-Drucksensor mit einem analogen und zwei binären Schaltausgängen

Wenn das Signal bei minimalem Druck zwischen 0 und 0,5 V liegt, handelt es sich um einen Defekt im ASIC oder um eine Fehlkalibration. Wenn sich das Ausgangssignal bei max. Druck zwischen 4,5 V und 5 V befindet, muss eine Fehlkalibration vorliegen. Wenn das Signal 5 Volt beträgt, muss mit einem Kurzschluss nach V_{cc} gerechnet werden.

So lassen sich anhand des Analogsignals bereits grobe Fehler analysieren, die man am Digitalsignal auf Anrieb nicht erkennen kann.

Anwendungen - Kombination von linearen und binären Ausgängen

Mit den AMS 5105 lassen sich einerseits z.B. einfache Druckschalter (Öffner und/oder Schließer) mit Zustandskontrolle oder Druckanzeige und andererseits auch z.B. antivalente/ambivalente Schaltsysteme mit Druckkontrolle realisieren.

Prinzipiell liegt der Vorteil der Kombination linearer Analog-Ausgang und binäre Schaltausgänge in der Möglichkeit in einer industriellen Anlage, in der druckabhängig geschaltet werden muss, den Druckzustand über das analoge Signal direkt zu kontrollieren.

Wenn in einer solchen Anlage z.B. durch einen Fehler im Schaltsystem nicht ordnungsgemäß geschaltet wird, kann mit Kenntnis des eingestellten Schaltpunktes (z.B. 50% max. Druck) am entsprechenden analogen Ausgangssignal ($\frac{1}{2}$ Full Scale-Anzeige) das Fehlverhalten schon visuell erkannt werden. Dies ist insbesondere bei sicherheitsrelevanten Anwendungen von Bedeutung.

Ein weiteres Beispiel: Wenn bei einer Schaltanwendung der Druck vor Erreichen des Schaltpunktes gesteuert werden soll z.B. Verringerung der Druckänderungsgeschwindigkeit, so kann diese Forderung auf der Grundlage des Analogsignals realisiert werden.

Oder ein anderes Beispiel: Da man am Schaltzustand eines Zweipunktschalters nicht erkennen kann, in welchem Bereich man sich auf der Druckkennlinie befindet, kann am Analogausgang die entsprechende Information abgelesen werden.

Dies sind nur einige Beispiele, die im industriellen Umfeld immer wieder Anwendung finden und mit dem AMS 5105 realisiert werden können.

Zusammenfassung

Der AMS 5105, in dem ein linearer, analoger Ausgang und zwei binäre Schaltausgänge kombiniert sind, ist für Stand-alone-Anwendungen ohne zusätzlichen Mikroprozessor gedacht. Alle Schaltfunktionen sind entweder durch den Benutzer oder durch den Hersteller programmierbar, so dass keine digitale Zusatzelektronik zur Realisierung von Druckkontrollsystemen (z.B. direkte Ansteuerung eines Relais mit Schaltkontrolle) benötigt wird. Durch die parallelen Ausgänge können ohne Zusatzbeschaltung Druckschalter mit Eigenkontrolle aufgebaut werden.



AMS 5105 - OEM-Drucksensor mit einem analogen und zwei binären Schaltausgängen

Die OEM-Sensoren der Serie AMS 5105 gibt es für alle Druckmessungen (für Absolutdruck-, Relativdruck-, Differenzdruck- sowie für bidirektionale differenzielle Druckmessungen). Sie sind in den verschiedenen Versionen im Druckbereich von 0 - 5 mbar bis 0 - 7 bar einsetzbar.

Niedrigstdruckbereich differentiell und bidirektional differentiell: 0-5 und 0-10; ± 5 und ± 10 mbar

Niederdruckbereiche differentiell / relativ und bidirektional differentiell: 0-20; 0-50 und 0-100 mbar; ± 20 ; ± 50 und ± 100 mbar

Standarddruckbereiche differentiell / relativ: 0-200; 0-350; 0-1000; 0-2000; 0-4000 und 0-7000mbar; ± 200 ; ± 350 und ± 1000 mbar

Standarddruckbereiche absolut: 0-1000 und 0-2000 mbar

Druckbereich barometrisch (absolut): 700-1200 mbar

Die Sensoren sind kalibriert und im Temperaturbereich von $-25 \dots 85^\circ\text{C}$ kompensiert und werden mit Keramikträger (15,2x15,2 mm²) in einem kompakten Dual-In-Line Package (DIP) zur Leiterplattenmontage geliefert. Der elektrische Anschluss erfolgt über die DIP-Lötpins, der Druckanschluss über zwei vertikale metallische Stützen. Kundenspezifische Anpassungen sind möglich.

Weiterführende Informationen

- [1] Produktinformationen und Datenblatt AMS 5105: <http://www.amsys.de/produkte/drucksensoren/ams5105-drucksensor-mit-schaltausgaengen/>
- [2] Anwendungsnotiz Drucksensoren: <http://www.amsys.de/downloads/notes/AMS5812-Differentielle-und-bidirektional-differentielle-Drucksensoren-510d.pdf>
- [3] Starter-Kit AMS 5105: <http://www.amsys.de/produkte/drucksensoren-zubehoer/starter-kit-fuer-druckschalter-ams-5105/>
- [4] Datenblatt BSP75G: <http://www.diodes.com/files/datasheets/BSP75G.pdf>
- [5] Datenblatt ISP452: <http://www.infineon.com>

Kontakt

AMSYS GmbH & Co. KG
An der Fahrt 4
55124 Mainz
Deutschland

Telefon: +49 (0) 6131/469 875 0
Telefax: +49 (0) 6131/469 875 66
E-Mail: info@amsys.de
Internet: <http://www.amsys.de>