



## Hochauflösender flüssigkeitsbasierter kapazitiver 360° Neigungssensor

### Das Unternehmen

2E mechatronic GmbH & Co. KG ist ein mittelständisches Unternehmen, das erfolgreich in den Bereichen Automotive, Industrieelektronik, Medizintechnik und Automatisierung tätig ist und zu den führenden Anbietern auf dem Gebiet der MID-Technologie zählt. Zur Produktpalette zählen neben DIN-Steckverbindern vor allem Präzisionsspritzgussgehäuse, z.B. für ESP® und Seitenairbagsensoren. Darüber hinaus wurden in den letzten Jahren im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte eigene Produktlinien entwickelt. Dazu gehören innovative miniaturisierte Strömungssensoren, LED und OLED-Leuchtelemente auf MID-Basis und modulare Mehrkanal-Mikroliterpumpen sowie hochgenaue kapazitive Neigungssensoren, die nachfolgend näher vorgestellt werden. Das Unternehmen ist zertifiziert nach ISO/TS 16949, ISO 9001:2008 sowie ISO 14001/2004.



*2E mechatronic GmbH & Co. KG*

### Funktionsprinzip

Neigungssensoren ermitteln allgemein den Lagewinkel eines Objekts bzgl. des Gravitationsfeldes der Erde.

Das Funktionsprinzip des fluidischen Neigungssensors beruht auf der Kapazitätsänderung einer neigungsabhängigen Differenzial-Kapazitäts-Anordnung. Durch zwei Gehäusehälften und eine Distanzscheibe wird eine zylindrische Kavität gebildet, die zur Hälfte mit einer dielektrischen Flüssigkeit gefüllt ist. An einer Stirnseite der zylindrischen Kavität sind zwei halbkreisförmige Elektroden, an der anderen Stirnseite eine kreisförmige Elektrode untergebracht. Abbildung 1 zeigt diesen Aufbau der Elektrodenanordnung und der in der Kavität stehenden Flüssigkeit schematisch.

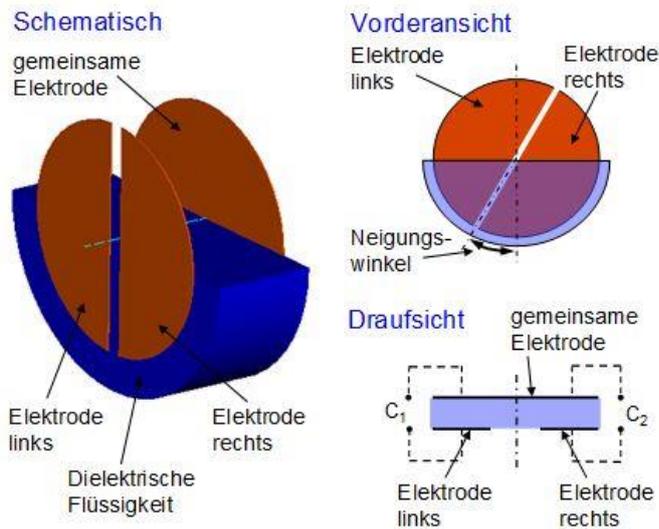


Abbildung 1: Schematische Elektrodenanordnung und Funktionsprinzip

Bei Neigung des Gehäuses d.h. der zylindrischen Kavität bezüglich der Horizontalen behält die dielektrische Flüssigkeit aufgrund der Gravitationskraft ihre Lage bei. Über die Elektrodenkonfiguration wird eine vom Neigungswinkel abhängige Differenzkapazität zwischen den Elektrodenpaaren gebildet, die von einer Elektronik erfasst und ausgewertet wird. Als Ausgangssignal gibt die Elektronik über einen I<sup>2</sup>C-Bus Digits aus, deren Inkrement über weite Bereiche des Messbereichs praktisch linear proportional zum Neigungswinkel um die sensitive Achse ist.

### Aufbau, Genauigkeit

Abbildung 3 zeigt einen aufgebauten Neigungssensor mit zwei zylindrischen Kavitäten, den sogenannten „360°-Doppelkammer-Neigungssensor“.



Abbildung 3: 360°-Doppelkammer-Neigungssensor

Durch den Einsatz von Leiterplatten kann bereits bei geringen Stückzahlen mit gut überschaubaren Kosten ein kundenspezifisches Sensordesign sowie ein Baukastensystem

umgesetzt werden. Beispielsweise kann die Boden-Leiterplatte bzw. die ganze Neigungssenzorzelle individuell auf die Bedürfnisse des Kunden hinsichtlich Baugröße und Sensorperformance abgestimmt werden.

Die Auflösung des Neigungssensors liegt bei unter  $0,01^\circ$ . Die Untersuchung und Auswertung des Temperaturganges der Sensorzelle von  $-15$  bis  $+70^\circ\text{C}$  ergab, dass für viele Anwendungen eine Kalibration der Sensorzelle bei Raumtemperatur ausreichend sein sollte. Da die Sensorzellen nur geringen Exemplarstreuungen unterliegt, kann der Temperaturgang rechnerisch mit verallgemeinerten Werten korrigiert werden. Unter Berücksichtigung der Temperatureffekte stößt der Neigungssensor damit in einen Genauigkeitsbereich von  $\pm 0,1^\circ$  vor. Der Neigungssensor zeigt sich sehr unempfindlich gegenüber Neigungen senkrecht zu seiner sensitiven Achse. Querneigungen kleiner  $\pm 30^\circ$  führen zu einem Winkelfehler von weniger als  $\pm 0,05^\circ$ , was den Sensor bzgl. einer leicht verkippten Montage gegenüber Beschleunigungssensor-basierten Systemen sehr gutmütig macht. Dynamische Messungen am Neigungssensor mit hohen Winkelgeschwindigkeiten und starkem abruptem Abbremsen zeigten, dass die Sensorzelle nach ca. 0,5 Sekunden ein nutzbares Ausgangssignal liefert. Dies ist für die Großzahl der Anwendungen, bei denen eine statische Messung erfolgt ausreichend.

### **Einsatzgebiete**

Mögliche Einsatzgebiete von Neigungssensoren sind z.B. der Automobilbau, der Sonderfahrzeugbau, die Automatisierungstechnik, die Konsumerelektronik, die Messtechnik, oder die Medizintechnik, um nur einige zu nennen. Beispielsweise wird an Kränen und Baggern der Neigungswinkel der Ausleger erfasst um das Umkippen der Maschinen zu verhindern oder diese zu automatisieren. Krankenbetten bzw. OP-Tische oder auch Werkzeugmaschinen werden über Neigungssensoren nivelliert. Bei Nachführsystemen für Solarmodule oder beim Monitoring von Windkraftanlagen kommen ebenfalls Neigungssensoren zum Einsatz.

Abbildung 4 zeigt den  $360^\circ$  Doppelkammer Neigungssensor im robusten Aluminiumgehäuse (IP67).



Abbildung 4: 360° Neigungssensor im Gehäuse

Für Tests steht Interessenten auch ein Evaluation-Kit 4 Wochen lang kostenlos zur Verfügung. Informationen über mögliche Varianten und digitale sowie analoge Schnittstellen können dem Produktfolder entnommen werden.

Der Sensor ist patentiert unter:

Deutsche Patentnummer: 50 2008 006 814.7

Europäische Patentnummer: 2158449

### **Hinweis auf aktuelle Veranstaltungen auf denen das Produkt präsentiert wird**

Vom 16.-19. November 2015 findet in Düsseldorf die Weltleitmesse Medica statt. Wir würden uns freuen, Sie als unsere Gäste am 2E Stand H19 in Halle 8a (Compamed) begrüßen zu dürfen. Gerne informieren wir Sie bei dieser Gelegenheit auch ausführlich über unseren 360° Neigungssensor.

Kontakt:

Stephan Huttenlocher, Produktmanager

Mail: [s-huttenlocher@2e-mechatronic.de](mailto:s-huttenlocher@2e-mechatronic.de); Tel. 07021-930126