

Pressemitteilung nov180, 08/2012



Technologie und Aufbautechnik

Potentiometrische Sensorik im Fokus

Für die Weg- und Winkelerfassung in Industrie- und Kraftfahrzeugtechnik sind hochwertige Lösungen gefragt, die nicht nur im Hinblick auf Auflösung und Genauigkeit überzeugen, sondern auch im Preis. Obwohl kontaktlose Verfahren heute im Trend liegen, zeigt die Praxis jedoch, dass Leitplastikpotentiometer vermutlich einen größeren Marktanteil haben, als alle anderen alternativen Techniken zusammen. Oft wird das Argument der Zuverlässigkeit ins Feld geführt, um einer kontaktlosen Sensorik gegenüber der potentiometrischen Lösung den Vorrang zu geben. Dank ausgereifter Technologie erreichen jedoch potentiometrische Weg- und Winkelaufnehmer - z.B. bei Drosselklappenanwendungen in der Automobiltechnik - eine Zuverlässigkeit, die mit kontaktlosen Verfahren noch nie erreicht wurde (Intro). Feldrückläuferquoten von 0 ppm sind schließlich konkurrenzlos und sicherlich ein guter Grund sich mit Potentiometertechnik auch in Zukunft zu beschäftigen.

Erste Potentiometer wurden bereits zu Beginn des 20. Jahrhundert patentiert und hergestellt. Damals lag der Schwerpunkt der Anwendung weniger auf der Sensorikseite; diese Bauelemente wurden zur manuellen Leistungssteuerung eingesetzt, z.B. bei Motoren oder Beleuchtung. Heute sind solche Drahtpotentiometer nach wie vor auf dem Markt, wobei auch der Schwerpunkt der Anwendungen

jetzt bei der Leistungselektronik liegt. Als Sensor- oder Einstellpotentiometer erfreuen sich vor allem auch so genannte Wendepotentiometer großer Beliebtheit. Der Vorteil dieser Technologie liegt darin, dass mit geringem Aufwand bis $n = 30$ Umdrehungen realisieren lassen, d.h. es kann ein Winkelbereich von $n \times 360^\circ$ erfasst werden. Dazu wird der Widerstandsdraht auf einen linearen Kunststoffträger oder einen isolierten Kupferdraht gewickelt, der dann als zylinderförmige Spirale (Helix) in ein Gehäuse eingebaut wird (Bild 1).

Cermet- oder Polymerschicht-Systeme

Heutige Sensor-Potentiometer sind meist planare Systeme auf Dickschicht-Cermet- oder -Polymerbasis. Die Cermet-Technologie wird heute hauptsächlich noch für Tankfüllstandsensoren (Fuel Card) eingesetzt. Die Sensoren sind dabei direkt dem Kraftstoff wie Diesel, Benzin oder Äthanol ausgesetzt. Polymerschichtsysteme eignen sich für diesen speziellen Anwendungsbereich nicht, haben jedoch ansonsten gravierende Vorteile. Denn mit modernen Epoxid- und Polyesterharzen in Verbindung mit Spezialrußen bis hin zu Carbon-Nanotubes (CNT) können heute sehr leistungsfähige und kostengünstige Sensoren aufgebaut werden. Im Siebdruckverfahren, mit Arbeitsflächen von 300 mm x 1200 mm lassen sich dann im so genannten Mehrfachnutzen bis zu 200 Sensoren pro Druckvorgang herstellen (Bild 2).

Schichtaufbau, Linearisierung und Schleifersystem

Als Substratmaterial verwendet der Sensorikspezialist Novotechnik für seine Präzisionspotentiometer heute ausschließlich hochwertiges FR4 Material (FR=Flameretardant). Die Qualität 4 beschreibt die Komponenten Epoxidharz und Glasfasergewebe. Die notwendigen Leiterbahnen können entweder als Standard Kupferkaschierung oder per Siebdruck mit Leitsilber ausgeführt werden. Die Einbrenntemperaturen bei solchen Polymerschichtsystemen liegen üblicherweise bei 220°C . Allerdings sind bei der Herstellung verfahrensbedingt Schwankungen bei der Schichtdicke nicht vermeidbar. Mehr als eine Schichtdickengenauigkeit von $2 \mu\text{m}$ ist selbst mit modernsten Siebdruckmaschinen nicht zu schaffen. Bei Präzisionspotentiometern sind solche Schwankungen allerdings nicht tolerierbar. Die Widerstandsbahn wird deshalb nachträglich mit einem Laser bearbeitet und das Potentiometer so linearisiert. Auf diese Weise erreichen die Sensoren dann ohne Weiteres Linearitätswerte von $0,05 \%$ und besser.

Wichtig für eine zuverlässige Potentiometerfunktion ist natürlich auch der Schleifer, der das Messsignal abgreift. Hier gibt es unterschiedliche Ausführungen: den so genannten Kratzschleifer und den Kufenschleifer mit einer V- oder kalottenförmigen Geometrie. Für Präzisionspotentiometer hat sich der Kratzschleifer durchgesetzt, der als Stanzschleifer (4 Finger) oder als Drahtschleifer (4 x 3 Drähte) ausgeführt sein kann. Gegenüber einem Kufenschleifer bietet er einige Vorteile: So bleibt die Auflagefläche über die Lebensdauer gleich. Es ist kein Aufschwimmen auf Abriebmaterial zu befürchten und die Kontaktposition aller Finger bleibt über die Lebensdauer identisch. Kamen früher einfache Legierungen wie Neusilber oder Kupferberyllium als Schleifermaterial zum Einsatz werden heute fast ausschließlich Edelmetalllegierungen (Au, Pt, Pd, Ag) wie Paliney 6 oder 7 eingesetzt. Diese Legierungen zeigen auch bei schwierigen Umweltbedingungen ein sehr gutes Kontaktverhalten (Bild 3) und garantieren eine hohe Lebensdauer von bis 100 Mio. Zyklen.

Folienpotentiometer

Eine weitere, sehr interessante Variante des Potentiometers ist das Folienpotentiometer. Bei dem Folienpotentiometer wird der herkömmliche Schleifer durch eine Folie ersetzt (Bild 4). Ein Pin erzeugt den Kontakt mit der Leiterbahn. Ansonsten erlaubt die Aufbautechnik mit FR4-Substraten Standardverfahren der Potentiometertechnik einzusetzen. Durch bewährte Siebdruckmischungen werden hohe Lebensdauerdaten (bis 25 Mio. Zyklen) erreicht. Mit einem nachfolgenden Linearisierungsschritt wird die sehr gute Linearität über die gesamte Lebensdauer realisiert (typischerweise +/- 0,4 % bei z. B. 50 mm Nutzlänge, bzw. +/- 0,3 % bei 500 mm). Die Folienpotentiometer sind hermetisch dicht, erfüllen die Anforderungen der Schutzart IP67 und eignen sich für Umgebungstemperaturen bis max. +125 °C.

Neben linearen Ausführungen sind auch hier rotative Systeme herstellbar. Außerdem gibt es magnetisch betätigte Folienpotentiometer. Hier wird ein Permanentmagnet unterhalb des Folienpotentiometers geführt, so wird der elastische ferromagnetische Folienstapel von dem magnetischen Feld angezogen. Dadurch wird die biegeelastische Kollektorfolie des Folienpotentiometers in Kontakt mit der Widerstandsbahn gebracht. Abhängig von der Anzahl der Metallfolien sowie der Feldstärke des Betätigungsmagneten lassen sich Arbeitsabstände bis zu 10 mm realisieren. Dadurch ist auch ein transmissiver Betrieb möglich, d.h. zwi-

schen Magnet und Sensor darf sich ein nichtmagnetisches Material, z.B. Alu-Gehäusewand eines Zylinders, befinden.

Anwendungen quer durch alle Branchen

Aufgrund ihres ausgesprochen guten Preis-/Leistungsverhältnisses sind potentiometrische Weg- und Winkelsensoren sowohl in automotiven Anwendungen als auch im industriellen Bereich weit verbreitet. Zu den typischen Anwendungsbe-
reichen gehört z.B. die bereits eingangs erwähnte Istwert-Erfassung am Drosselklappensteller moderner PKWs (Bild 5). Weitere typische automotiv Anwendungen sind Stellsysteme für PKW- und LKW-Sitze, Fensterheber, Cabriovertdecke oder Spiegelsysteme. Auch im industriellen Umfeld sind potentiometrische Sensoren oft ohne ernstzunehmende Konkurrenz, denn vergleichbare Messgeschwindigkeiten, Linearitätswerte, Auflösungen, Hysteresewerte und Temperaturbereiche sind sonst nur mit deutlich höherem Aufwand zu erreichen (Bild 6 und 7). Zu den typischen Einsatzbereichen zählen beispielsweise Stellantriebe, Robotersteuerungen, Ventilpositionierung, die Stellung von Pneumatik- und Hydraulikzylindern, Tür- und Torantriebe, Werkzeugmaschinen, Kunststoffspritzmaschinen, Förder- und Hubfahrzeuge, Verpackungsmaschinen, Hydraulikpressen, die elektrohydraulische Hebezeug- und Fördertechnik, Druckmaschinen, Steinformmaschinen und Ultraschallschweißmaschinen. Auch in der Medizintechnik, der Luft- und Raumfahrt oder im Schiffsbau und bei mobilen Arbeitsmaschinen sind potentiometrische Weg- und Winkelaufnehmer meist das Mittel der Wahl, da die Sensoren auch in technikfeindlicher Umgebung zuverlässig ihre Dienste verrichten.

Intro: Mehr als 50 Millionen dieser Potentiometer wurden in den letzten Jahren als Ist-Wertgeber in Drosselklappensteller verbaut. Es gab bisher keinen einzigen Felddausfall. (Foto: Novotechnik)

Bild 1 Wendelpotentiometer (Foto: Novotechnik)

Bild 2 Mehrfachnutzen mit 4 x 5 Winkelpotentiometern (Foto: Novotechnik)

Bild 3 Ein gedämpftes Schleifersystem sorgt auch bei hoher Schwingbelastung für ein gutes Kontaktverhalten. Das Bild zeigt Kollektorbahn (a), Widerstandsbahn (b), Schleifer (c), Dämpfungsmasse (d) und die Linearisierung (f) (Foto: Novotechnik)

- Bild 4 Ersetzt man das klassische Schleifersystem durch eine Kollektorfolie (a), die mit einem mechanischen Stift (b) gegen die Widerstandsbahn gedrückt wird, erhält man auch hier ein weg- bzw. winkelproportionales Ausgangssignal. (Foto: Novotechnik)
- Bild 5 Drosselklappenmodul (Sensordeckel und Komplettbauteil) (Foto: Novotechnik)
- Bild 6 Lineare Potentiometer für industrielle Anwendungen (Foto: Novotechnik)
- Bild 7 Robuste Industriepotentiometer in unterschiedlichen Bauformen (Foto: Novotechnik)

Kastentext: Über Novotechnik

Seit über 65 Jahren ist Novotechnik mit Stammsitz im schwäbischen Ostfildern wegweisend in der Weiterentwicklung der Messtechnik. Inzwischen arbeiten allein in Deutschland über 200 Mitarbeiter an Spitzenleistungen. Das Ergebnis sind leistungsstarke Weg- und Winkelsensoren, die weltweit aus Fertigung, Steuer- und Messtechnik oder aus dem Automobil nicht mehr wegzudenken sind. Die breitgefächerte Produktpalette umfasst Weg- und Winkelsensoren unterschiedlicher Funktionsprinzipien, spezielle Lösungen für den Automotive-Bereich sowie Messwertumformer und Messgeräte. Das deckt praktisch alle denkbaren Aufgabenstellungen ab und für spezielle Anwendungsbedürfnisse werden Lösungen maßgeschneidert.

Text: Dipl.-Ing. Ernst Halder (Bild 8), Geschäftsführer Technik bei der Firma Novotechnik, und Ellen-Christine Reiff, M.A., Redaktionsbüro Stutensee (Bild 9)

Verwendung honorarfrei, Leseranfragen bitte direkt an Novotechnik
Anschläge (nov180, ohne Bildunterschriften und Kastentext): ca.7.800
Anschläge Kastentext „Über Novotechnik“: ca. 700
Bilder bitte anfordern über peiler@novotechnik.de