



Linearer Weg-Sensor für hohe Beschleunigungen:

Leitplastik-Potentiometer im Crash-Test

Auch wenn in der Weg- und Winkelmesstechnik der Trend zu kontaktlosen Verfahren geht, sind Sensoren auf Potentiometerbasis wegen ihrer positiven Eigenschaften heute für viele Anwendungen noch immer ohne ernstzunehmende Konkurrenz und auch in Zukunft wird sich daran wenig ändern. Schließlich lassen sich vergleichbare Messgeschwindigkeiten, Linearitätswerte, Auflösungen, Hysteresewerte und Temperaturbereiche sonst nur mit deutlich höherem Aufwand erreichen. In einer Anwendung mit Crashtest-Dummys zeigen die vielseitigen „Potis“ jetzt wieder einmal ihre Stärken. Ein auf die Applikation angepasstes lineares Leitplastik-Potentiometer spielt hier eine Schlüsselrolle.

Crashtest-Dummys (Anthropomorphe Test Devices, kurz ATDs) sind lebensgroße Puppen, mit denen die Auswirkungen von Verkehrsunfällen auf menschliche Körper simuliert werden. Dazu sind sie mit zahlreichen Sensoren ausgerüstet, um die Belastungen während eines Crashtests so realitätsnah wie möglich zu messen. Mit dem S-Track hat ATD-LabTech jetzt eine neue Sensoreinheit entwickelt, die sich besonders gut zum Einbau in Brustkorb oder Bauch eignet und deutlich aussagekräftigere Messergebnisse verspricht als die heute meist üblichen teleskopartigen Infrarot- oder Seilzug-Lösungen. Der neuartige Sensor gleicht in Abmessung, Schwerpunkt und Gewicht exakt den bestehenden Systemen und ist somit einfach austauschbar, ohne die physikalischen Eigenschaften

des Dummys zu verändern. Auch seine Kalibrierung ist mit dem bereits vorhandenen Equipment einfach zu realisieren.

Scherenmechanik statt Teleskop

Das zum Patent angemeldete Messprinzip basiert auf einer sehr präzisen, reibungsarmen Scherenmechanik aus hochfestem, rostfreiem Werkzeugstahl, die beim Testaufprall eingefahren wird. Dabei wird die Hubbewegung mit einem Untersetzungsverhältnis von $i = 4,5$ absolut und linear auf ein potentiometrisches Sensorelement übertragen, das im vergleichsweise kleinen Sockelgehäuse der Sensoreinheit seinen Platz findet.

„Hierfür bekamen wir von Novotechnik genau die richtige Lösung“, freut sich Gerhard Pfeifer, geschäftsführender Gesellschafter bei ATD-LabTech, „denn andere Sensoren kamen für diesen Einsatz bei den hohen Geschwindigkeiten und unseren Linearitätsanforderungen von 0,25 % nicht infrage.“ Immerhin beträgt die Verfahrgeschwindigkeit 10 m/s auf einer Strecke von 90 mm und auf das Messelement wirken während der Tests Beschleunigungs- und Bremskräfte bis 500 g. Leitplastikpotentiometer kommen damit aufgrund ihres Funktionsprinzips (vgl. Technikkasten) problemlos zurecht.

Hohe Messrate – kein Problem

Da der Test nur etwa 150 ms dauert, müssen die Sensoren in der kurzen Zeit möglichst viele Messwerte liefern. „Hier kann das Potentiometer ebenfalls punkten“, erklärt Pfeifer. Denn dank der hohen Messfrequenz von 20 kHz stehen genügend Messdaten für sehr realitätsnahe Ergebnisse zur Verfügung. „Abgesehen davon, dass Lasersensoren für unsere Anwendung viel zu groß bauen, wären sie mit Grenzfrequenzen von etwa 3,5 kHz auch deutlich langsamer. Letzteres gilt beispielsweise auch für die meisten Hallsensoren“, so Pfeifer weiter. Potentiometrische Sensoren

können durch das analoge Messprinzip genauso oft abgetastet werden, wie es die auswertende Elektronik erlaubt.

Aber noch weitere „klassische“ Potentiometereigenschaften kommen der beschriebenen Anwendung zugute. So ist eine Linearisierung des Messsignales durch Elektronik oder Berechnungen überflüssig. Mit dem S-Track sind absolute Wegmessungen in nahezu unendlicher Auflösung realisierbar. Dabei lässt sich der Scheren-Sensor mit seinem 2D- oder 3D-Adapter nicht nur im Thorax nutzen, sondern z. B. auch für Abdomen-Messungen. Das rein potentiometrische Messprinzip hat außerdem eine geringe Stromaufnahme und kann schon ab 0,1 V Spannung betrieben werden.

Applikationsspezifisch und einbaufertig

Ein Leitplastikpotentiometer „von der Stange“ kam für die Anwendung allerdings nicht in Frage. Im umfangreichen Produktportfolio von Novotechnik fand sich jedoch eine geeignete Lösung, die sich im Hinblick auf den Einsatz im Scheren-Sensor modifizieren ließ. „Wir wurden von Anfang an von Novotechnik intensiv unterstützt, obwohl es nicht um große Stückzahlen geht,“ freut sich Pfeifer.

Ein Leitplastikpotentiometer besteht im Wesentlichen aus drei Komponenten: dem Widerstandselement, dem Schleifer und einem Mitnehmerelement für den Schleifer. Das Mitnehmerelement ist in diesem Fall mit der Scherenmechanik verbunden. Der Schleifer wird von ihr bewegt und verändert dadurch seine Position auf dem Widerstandselement. Das abgegriffene Potential ist dabei eine lineare Funktion des Ortes. Es ist damit wegproportional und wird beim S-Track als Analogsignal direkt weiterverarbeitet. Basis für die applikationsspezifische Potentiometerlösung bildet das translatorische Widerstandselement PTX 0025, das von Novotechnik in der gewünschten Länge gefertigt wird. Als Substratmaterial wird hochwertiges FR4 (FR = Flame Retardant) verwendet. Die Widerstandsbahn wird zur Linearisierung nach dem

Siebdruck mit einem Laser bearbeitet, sodass prinzipiell Linearitätswerte von 0,05 % und besser möglich sind.

Wichtig für zuverlässige Potentiometerfunktion ist natürlich auch der Schleifer, der das Messsignal abgreift. Deshalb bekommt ATD-LabTech das Schleiferelement einschließlich der Befestigungsmimik einbaufertig aus Ostfildern geliefert. „Eigentlich sollte der Schleifer eher Gleiter heißen,“ schmunzelt Pfeifer, „denn bei einer Lebenserwartung von über 100 Millionen Hüben, spielt der mechanische Verschleiß nicht nur bei unserem S-Track, sondern wohl auch in vielen anderen Anwendungen eine eher untergeordnete Rolle.“ Translatorische Widerstandselemente, wie in der beschriebenen Anwendung, sind immer dann ein erwägenswerter Lösungsansatz, wenn für einen gehäusten Wegaufnehmer nicht genügend Platz vorhanden ist. Ein typischer Einsatzbereich sind Stellantriebe. Da Leitplastikpotentiometer für die Weg- und Winkelerfassung in zahllosen Varianten angeboten werden, finden sich praktisch überall Einsatzbereiche für die schnellen, präzisen und obendrein auch noch preiswerten Sensoren, in der mobilen Automation ebenso wie im industriellen Maschinen- und Anlagenbau und eben speziell in der Mess- und Analysetechnik.

Technikkasten: Leitplastik-Potentiometer – Funktionsweise und Beschaltung

Ein Leitplastik-Potentiometer besteht im Wesentlichen aus drei Komponenten: dem Widerstandselement, dem Schleifer und dem Mitnehmerelement, welches den Schleifer bewegt. Dadurch verändert sich seine Position auf dem Widerstandselement. Das abgegriffene Potential ist dabei eine lineare Funktion des Ortes. Es ist weg- bzw. winkelproportional und kann als Analogsignal in vielen Fällen direkt weiterverarbeitet werden. Damit die in den Datenblättern angegebenen Werte für Linearität, Auflösung, Lebensdauer etc. auch tatsächlich erreicht werden, müssen Leitplastik-Potentiometer als Spannungsteiler ohne Schleiferlast arbeiten. Die Schleiferspannung wird dazu beispielsweise mit einem als Spannungsfolger geschalteten Operationsverstärker abgenommen. Dann

spielt auch der Übergangswiderstand am Schleifer keine Rolle. Außerdem haben Temperaturänderungen oder Feuchteinwirkungen aufgrund der potentiometrischen Messung so gut wie keinen Einfluss auf das Messergebnis.

Text: Dipl.-Ing. Stefan Sester, Leiter technischer Vertrieb bei Novotechnik und Ellen-Christine Reiff, M.A., Redaktionsbüro Stutensee