

Sensorpotentiometer sorgen für sichere Kurvenfahrt:

Segway Human Transporter – ein Fahrzeug mit Spaßfaktor

Es gibt viele Einsatzbereiche, in denen Weg- und Winkelsensoren auf Potentiometerbasis eine ernstzunehmende Alternative zu kontaktlosen Sensoren sind. Schließlich erreichen andere Systeme nur mit einem hohen technischen Aufwand vergleichbare Messgeschwindigkeiten, Linearitätswerte, Auflösung, Hysteresewerte und Temperaturbereiche. Leitplastik-Potentiometer sind sehr genau und überzeugen durch ein konkurrenzlos günstiges Preis-/Leistungsverhältnis sowie eine hohe Betriebssicherheit. Selbst "normale" Katalogprodukte stellen in eher anspruchsvollen Einsatzfällen ihre Zuverlässigkeit unter Beweis, wie das folgende Anwendungsbeispiel zeigt.

Der Segway Human Transporter (HT) ist ein einachsiger, selbststabilisierender Roller, der auf dem besten Weg ist, als Fahrzeug mit hohem Spaßfaktor viele Fans zu gewinnen. In Deutschland läuft zurzeit das Zulassungsverfahren für den Einsatz im öffentlichen Verkehrsraum. Zukünftig werden die flinken und wendigen Fortbewegungsmittel dann sicherlich nicht mehr nur in Messehallen, auf Golfplätzen oder in Parks zu sehen sein, sondern sich mehr und mehr in unser Straßenbild integrieren. Kondition ist nicht vonnöten, da die Roller elektrisch angetrieben werden, und auch koordinativ dürften gesunde Menschen keineswegs überfordert sein. Das Fahrzeug hält sich selbst und den Fahrer im Gleichgewicht; gebremst, beschleunigt und gelenkt wird durch Gewichtsverlagerung bzw. durch Neigung des Körpers.

Dynamische Stabilisierung

Dieses Fahrverhalten verdankt der Roller einer dynamischen Stabilisierung, die im Prinzip genauso funktioniert wie der Gleichgewichtssinn des Menschen. Die Aufgaben von Innenohr, Augen, Muskeln und Gehirn werden beim Human Transporter ersetzt durch Gyroskope (die auch zur Anzeige des künstlichen Horizonts in Flugzeugen verwendet werden), Neigungs- und Winkelsensoren, Hochgeschwindigkeitsprozessoren sowie leistungsstarke bürstenlose Servomotoren als Antriebe für die Räder. Für die Stabilisierung wird ständig der Schwerpunkt des Fahrers ermittelt, die gewonnenen Daten werden verarbeitet und die Fahrt automatisch entsprechend angepasst. Für die Antriebe bedeutet dies, dass sie bis zu 1000mal pro Sekunde mit aktuellen Sollwerten versorgt werden.

Das Fahrzeug reagiert damit auf jede Veränderung der Körperposition des Fahrers. Vor- und Rückwärtsfahrt wird durch Gewichtsverlagerung nach vorne und hinten gesteuert, bei senkrechtem Körperstand bleibt die Geschwindigkeit konstant bzw. der Roller bleibt im Stillstand. Für Kurvenfahrten genügt beim neuesten Modell ein leichtes Kippen der Lenkstange nach rechts oder links. Das alles entspricht einer intuitiven und natürlichen Art sich fortzubewegen, ist also für den Fahrer einfach zu bewältigen.

Das gilt jedoch nicht für die Regelungs- und Steuerungstechnik. Hier stellt das nichtlineare und instabile System hohe Anforderungen. Zahlreiche Sensorsignale müssen verarbeitet und zueinander in Beziehung gesetzt werden, z.B. beim Kurvenfahren: Dazu müssen die Messwerte der Neigungssensoren, die die Stellung der Standplattform erfassen, mit dem Winkelsignal verglichen werden, das Aufschluss über die Stellung der Lenkstange gibt. Nur dann kann die Steuerungselektronik unterscheiden, ob eine Kurvenfahrt beabsichtigt ist oder der Fahrer sich in unebenem Gelände bewegt.

Sensorpotentiometer erfasst die Stellung der Lenkstange

Die Stellung der Lenkstange wird beim neuesten Modell des Segway Human Transporter mit einem Leitplastikpotentiometer ermittelt, das direkt auf der Achse der Lenkstange oberhalb des Lagerblocks montiert ist. Der kostengünstige Winkelsensor im Kunststoffgehäuse aus dem Novotechnik-Programm ist speziell für den Einsatz in industriellen und automotiven Serienanwendungen ausgelegt. Für den Einsatz im Segway HT wurde der Sensor redundant ausgelegt; im gleichen Bauraum sind zwei komplette Systeme mit einem Messbereich von jeweils 0° bis 140° integriert.

Das Sensorpotentiometer SP28 liefert absolute, analoge, drehwinkelproportionale Ausgangssignale, die von der Segway-HT-Steuerungselektronik direkt weiterverarbeitet werden können. Der Drehwinkel der Lenkstange wird ständig mit den Messsignalen der Neigungssensoren verglichen. Bei einer entsprechenden Differenz wird die Kurvenfahrt eingeleitet. Das Potentiometer arbeitet dabei mit einer Auflösung von $<0,01^\circ$ und einer Wiederholgenauigkeit von $0,03^\circ$. Die Linearität wird mit $\pm 0,3\%$ angegeben. Aber auch darüber hinaus hat der mit einem Durchmesser von nur 28 mm sehr kompakte Winkelaufnehmer Einiges zu bieten:

Robust, langlebig und einfach zu montieren

So beeinträchtigen die im mobilen Einsatz eher rauen Umgebungsbedingungen die Funktion des Potentiometers nicht und auch im harten Außeninsatz erreicht es ohne Weiteres eine Lebensdauer von mehr als 50 Millionen Bewegungen. Die unabhängig federnden Mehrfingerschleifer aus Edelmetall, die den Messwert auf der Widerstandsbahn abgreifen, sorgen auch bei starken Vibrationen für einen sicheren Kontakt. Der zulässige Temperaturbereich liegt zwischen -40° und $+100^\circ$; bei sommerlicher Hitze funktioniert der Winkelsensor also genauso zuverlässig wie bei arktischen Temperaturen. Auch beim Gehäuse wurde auf Stabilität großer Wert gelegt: Es besteht - ebenso wie die integrierte Lagerung -

aus hochwertigem und temperaturbeständigem Kunststoff. Die Anforderungen der Schutzart IP65 sind erfüllt. Der Winkelsensor ist also vollkommen staubdicht und gegen Strahlwasser geschützt. Einer Ausfahrt bei Regenwetter steht somit nichts im Wege. Auch die geringe Stromaufnahme (weniger als 1 mA) kommt den Anforderungen von Mobil-Anwendungen entgegen. Der Winkelsensor belastet die Akkus des Segway HT kaum.

Sowohl mechanisch als auch elektrisch lässt sich das Potentiometer gut in die Applikation integrieren: Befestigungslaschen mit Langlöchern erleichtern den Anbau und ermöglichen eine einfache mechanische Justierung. Durch die Steckkupplung geht die Montage nicht nur zügig vonstatten, sondern sie garantiert auch eine spielfreie Kopplung. Der elektrische Anschluss ist wahlweise über Litzen oder einen konfektionierten Stecker möglich. Der große Adernquerschnitt ermöglicht darüber hinaus auch den Anschluss mit Schraubklemmen. Mit der Anwendung im Segway HT haben Winkelaufnehmer auf Potentiometerbasis damit wieder einmal bewiesen, dass es nach wie vor Einsatzgebiete gibt, in denen sie praktisch ohne ernstzunehmende Konkurrenz sind.

Text: Dipl. Ing. (FH) Holger Höger, Produktmanager Novotechnik und Ellen-Christine Reiff, M.A., Redaktions Büro Stutensee