



ASSIC

AUSTRIAN SMART SYSTEMS INTEGRATION RESEARCH CENTER

ASSIC

Austrian Smart Systems Integration Research Center

Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies

Programmlinie: K1-Zentren

COMET Unterprojekt, Dauer und Art des Projektes:

New MEMS Sensors for Harsh Environment, 07/2015 – 12/2018, strat.

Leistungsstarke Analytik für die Geschwindigkeitsmesstechnik

Eine integrierte Fahrzeugelektronik zur Verbesserung von Fahrkomfort und -sicherheit hängt stark von den Sensormessungen des Kraftfahrzeugs ab. Ein typisches Beispiel sind Raddrehzahlsensoren, die die Drehzahl einzelner Räder erfassen, um das Antiblockiersystem (ABS) und elektronische Stabilitätsprogramm (ESP) mit zuverlässigen Daten zu versorgen. CTR hat eine innovative analytische Lösung für magnetische Raddrehzahlsensoren entwickelt, die den Einfluss von in solchen Systemen entstehenden Wirbelströmen beschreibt. Den Formeln lässt sich ein neuer Ansatz zur Unterdrückung von Wirbelstromeinflüssen entnehmen, der die Entwicklung von verzerrungsfreien Sensoren mit höheren Auflösungen ermöglicht.



Hintergrund: Magnetische Drehzahlsensoren

Raddrehzahlsensoren messen die Winkelgeschwindigkeit von Rotationsachsen. In der Automobilindustrie werden sie verwendet, um für das Antiblockiersystem (ABS), die Antriebs-schlupfregelung (ASR) und das elektronische Stabilitätsprogramm (ESP) Daten in die intelligente Fahrzeugelektronik einzuspeisen. Neue Ansätze konzentrieren sich auf die Gewinnung von mehr Informationen über das Geschwindigkeitssignal, wie z.B. Reifendruck und -abnutzung, Straßenbedingungen und andere Informationen, die der Verbesserung von Fahr-sicherheit, -komfort und -dynamik dienen. Eine Vielzahl dieser Anwendungen profitiert von hohen Auflösungen und sind von großer Bedeutung für die Fahrgastsicherheit, welche eine hohe Zuverlässigkeit des Sensorsystems voraussetzt. Daher diese Studie.

Die gebräuchlichsten Geschwindigkeitssensoren basieren auf Magnetsensoren und kommen bereits seit Jahrzehnten in Kraftfahrzeugen zum Einsatz. Abb. 1 zeigt eine so-

genannte Back-Bias-Umsetzung. Diese weist ein ferromagnetisches Zahnrad auf, welches auf der Rotationsachse angebracht ist. Ein Dauermagnet daneben erzeugt das Feld, und zwischen diesen beiden befindet sich ein Magnetsensor. Wenn sich das Zahnrad dreht, erfasst der Sensor die Magnetfeldmodulation, wodurch die Winkelgeschwindigkeit bestimmt werden kann.

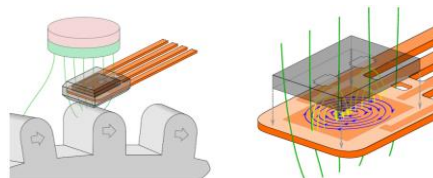


Abb. 1: Magnetisches Raddrehzahlsensorsystem und Wirbelstromeinfluss.

Eine derartige Umsetzung weist sämtliche Vorteile eines Magnetsensorsystems auf, wie z.B. berührungslose und somit verschleißfreie Bedienung, geringe Kosten, Temperatur- und Schmutzunempfindlichkeit und niedrigen Strombedarf – alles höchst gefragte Eigenschaften für Industrieanwendungen.

Allerdings sind moderne Sensorchips auf metallischen Leadframes angebracht. Durch Platzieren des Sensors in das oszillierende Magnetfeld entstehen im leitfähigen Leadframe Wirbelströme und verzerren das Magnetfeld und somit die Messungen des Sensorsystems. In vorangegangenen FEM-Simulationen wurde gezeigt, dass diese Wirkung für Frequenzen über 10 kHz für hochmoderne Magnetsensoren nicht vernachlässigt werden darf. Derartige Frequenzen werden in Anwendungen schnell erreicht, so dass dieser Effekt im Detail erforscht und Methoden zur Unterdrückung oder zum Ausgleich gefunden werden müssen.

Analytische Lösung

Zeitabhängige Magnetfelder erzeugen eine elektrische Spannung gemäß dem Faradayschen Induktionsgesetz. Wenn diese Felder ein leitendes Medium durchdringen folgen die Elektronen des Mediums der Spannung – ein Stromfluss wird generiert. Dieser sogenannte Wirbelstrom erzeugt wiederum ein Magnetfeld, welches nach der Lenz'schen Regel dem ursprünglichen Feld entgegenwirkt, so dass dieses dann unterdrückt wird, siehe Abb. 1.

Dieses Verhalten wird durch eine Differentialgleichung beschrieben, die auf der entsprechenden Systemgeometrie zu lösen ist, welche Magnetgröße, Form und Magnetisierung, die detaillierte Beschreibung des Zahnrads sowie Sensorchips und Leadframes beinhaltet. Die absoluten Wirbelstromeinflüsse hängen stark von der Geometrie ab.

Die Lösung zeigt jedoch, dass es einen engen Zusammenhang zwischen den Wirbelstromeinflüssen und zwei kritischen Verhältnissen gibt, die nicht von der Systemgeometrie abhängen, sondern die Eindringtiefe, die Leadframedicke sowie die räumliche Ausdehnung des Feldes betreffen, siehe Abb. 2. Diese wesentlichen Einflüsse konnten isoliert und es konnten allgemeine Aussagen über Wirbelströme in Drehzahlsensorsystemen getroffen werden, die dann durch FEM-Simulationen bestätigt wurden.

Rätselhafter Effekt

Bei der Arbeit an der Lösung wurde ein seltsamer Effekt beobachtet. Es schien, als könne der

Wirbelstromeinfluss selbst bei hohen Frequenzen, wenn eine maximale Verzerrung zu erwarten ist, durch Annähern des Sensorelements an den Leadframe unterdrückt werden. Die Gleichungen hatten denn auch vorhergesagt, dass die Verzerrung exakt auf der Oberfläche des Leadframes verschwinden würde. Zunächst dachte man, einen solchen Effekt könne es nicht geben und es müsse sich um ein sogenanntes Artefakt handeln, ein in der Ableitung verwendeter Überbleibsel einer mathematischen Näherung. Anschließend wurde in der FEM-Simulation jedoch gezeigt, dass der Effekt reproduziert werden konnte und daher physikalischer Art sein muss.

Ogleich er zu diesem Zeitpunkt noch nicht vollständig verstanden ist, impliziert der Effekt jedoch, dass Sensorelemente in einem Magnetsensor von Wirbelstromeinflüssen auf dem Leadframe abgeschirmt werden können, indem man sie so nah wie möglich an den Letzteren annähert, anstatt sie von ihm zu entfernen.

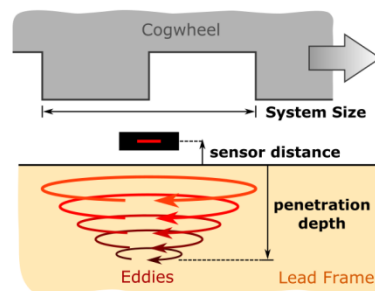


Abb. 2: Abbildung der drei kritischen Parameter, die allen auf einem Leadframe basierenden magnetischen Drehzahlsensorsystemen eigen sind.

[Cogwheel - Zahnrad; System size - Systemgröße; Sensor distance - Sensorabstand; Eddies - Wirbel; Penetration depth - Eindringtiefe; Lead frame - Leadframe]

Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden anschließend in drei Fachzeitschriften veröffentlicht. Für die Arbeit spricht, dass ein Artikel als Titelblatt der Zeitschrift IEEE Magnetic Transactions gewählt wurde. In Zukunft gilt es nun, den durch die analytische Methode zutage getretenen rätselhaften Effekt besser zu verstehen und den Formalismus auf Frequenzen im mittleren Bereich auszuweiten.

Kontakt und Informationen

K1-Zentrum ASSIC

CTR Carinthian Tech Research AG

Europastraße 12, 9524 Villach

T +43 (0) 4242-56300-0

E info@ctr.at, www.ctr.at

Projektkoordinator

Dr. Michael Ortner

Weitere Informationen über COMET – Competence Centers for Excellent Technologies: www.ffg.at/comet

Diese Erfolgsgeschichte wurde vom Konsortialleiter/Centermanagement zur Veröffentlichung auf der Webseite von FFG zur Verfügung gestellt. FFG ist nicht für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der wiedergegebenen Informationen verantwortlich.