Systemsimulation bei der Entwicklung von Sensoren

Das perfekte Mess-Ergebnis

Bei der Entwicklung von Sensoren gilt es speziell für OEM-Zulieferer als ein entscheidender Wettbewerbsvorteil, wenn sie in der Lage sind, die Entwicklung weitestgehend zu virtualisieren, um die Kosten möglichst gering zu halten. Denn in der Angebotsphase wird der größte Teil der Entwicklungsarbeit geleistet, jedoch ist zu diesem Zeitpunkt die Bestellung und damit die Finanzierung der Entwicklungsarbeit nicht garantiert.

Darüber hinaus können sich die vorgegebenen Randbedingungen jederzeit ändern. Daraus resultiert die Anpassung verschiedener Komponenten bis hin zum gesamten Systemdesign. Diese Anpassungen müssen zielgerichtet und mit minimalem Zusatzaufwand integrierbar sein. Auch führen neue Applikationen wie Fahrerassistenzsysteme für autonomes Fahren (ADAS – Advanced Driver Assistence Systems) zu strengeren Anforderungen bezüglich der Auflösung beziehungsweise der Robustheit von Sensoren unter schwankenden Betriebsbedingungen. All diese Herausforderungen will die Firma Bourns Sensors mit einem neu implementierten Workflow meistern.

Bei Bourns Sensors ist die numerische Simulation einzelner Komponenten auf Feldebene bereits seit langem ein gut etablierter Standard, der wertvolle Informationen zum Detailverhalten liefert. Die Abbildung des dynamischen Komplettverhaltens der entwickelten Sensoren ist auf diese Weise allerdings nicht realisierbar. Denn zum einen würde die verfügbare Rechenleistung selbst auf sehr potenter Hardware nicht in einer vertretbaren Simulationszeit zu einem Ergebnis führen und zum anderen wäre die Integration der Embedded Software für die Signalauswertung schwer realisierbar.

Einen guten Ausweg bietet hier die Systemsimulation, die eine Kombination verschiedener Modelltypen erlaubt. Für eine gute Durchgängigkeit im Entwicklungsprozess sorgt die Modellordnungsreduktion durch die Kondensation bereits existierenden 3D-Feldmodelle auf Komponentenebene. Dabei ist die Detailtiefe der resultierenden Verhaltensmodelle frei wählbar, womit eine hervorragende Skalierung von Simulationsgeschwindigkeit und Realitätstreue einhergeht. Zusätzlich lässt sich die Integration und Abstimmung der Auswertealgorithmen in ANSYS Simplorer spielend leicht realisieren.

Ein Lenkwinkelsensor für den ADAS-Einsatz

Exemplarisch für andere Anwendungen wurde der neue Entwicklungsworkflow für einen Lenkwinkelsensor für Fahrerassistenzsysteme implementiert (Bild 1). Der Winkeleinschlag der Lenksäule wird hier auf ein zentrales Zahnrad übertragen, dessen Rotation sich wiederum auf zwei kleinere Zahnräder mit unterschiedlicher Über-

Bilder: Bourns Sensors GmbH; shutterstock.com/Sergey Nivens

Bild 1: Aufbau eines Lenkwinkelsensors.

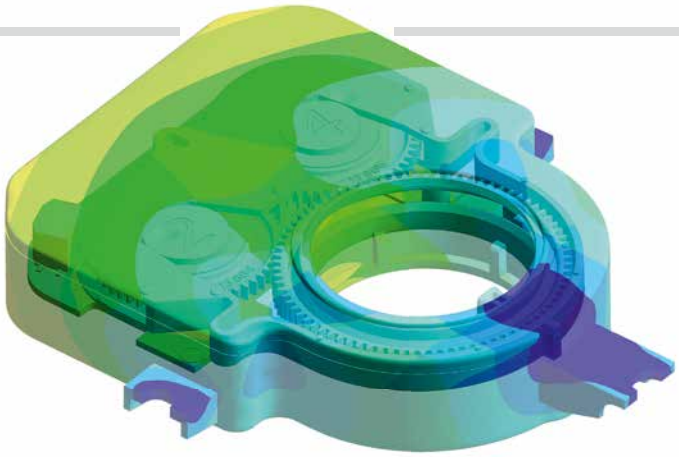

Bild 3: 3D-Feldsimulation der thermisch induzierten Deformation.

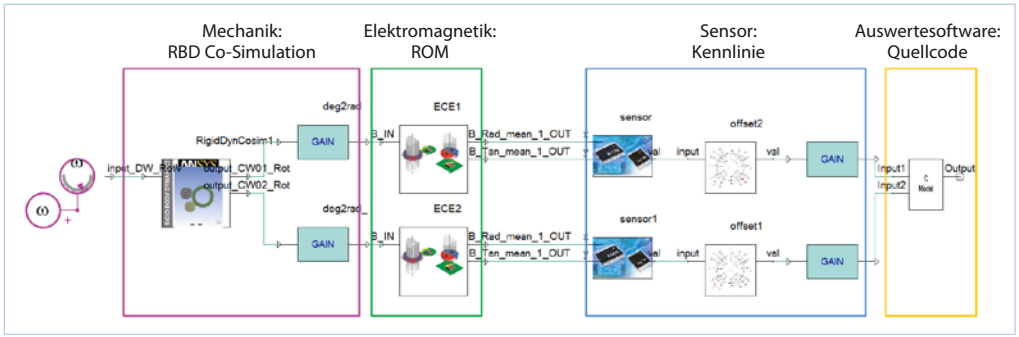

Bild 2: Systemmodell des Lenkwinkelsensors.

setzung überträgt, auf denen zwei Hartferrit-Magnete befestigt sind. Die Bestimmung der Ausrichtung der Magnete erfolgt beispielsweise mit zwei anisotropen magnetoresistiven (AMR) Sensoren. Durch die unterschiedliche Übersetzung der beiden Zahnräder ist der absolute Lenkwinkel mit dem Noniusprinzip über mehrere Rotationen hinweg detektierbar.

Die Linearität und Reproduzierbarkeit dieses Sensoraufbaus wird durch verschiedene Umgebungsgrößen sowie Fertigungstoleranzen beeinflusst. Zu nennen wären hier beispielsweise die mechanische Verformung des Gehäuses durch externe mechanische Lasten sowie Temperaturgradienten, die natürlich zu einer Relativverschiebung der Permanentmagnete und AMRs führt. Der von Bourns patentierte Spannrahmen zur Lagerung der beiden Satellitenräder verringert zwar die Hysterese, sorgt aber auch für Lagetoleranzen, die hier mitberücksichtigt wurden.

Die Abbildung der Zahnräder erfolgt über eine Co-Simulation mit dem RBD-Modul (Rigid Body Dynamics). Dabei werden zu jedem Simulationszeitschritt die Daten zwischen Simplorer und dem RBD-Modul ausgetauscht (Bild 2). In der Simulation mit dem RBD-Modul können die Zahnräder über Superelemente als deformierbare Körper abgebildet und der Schlupf zwischen den Zahnrädern mitberücksichtigt werden. Die resultierende Lage- und Winkelinforma-tion der Permanentmagnete ist dann die Eingangsgröße für die Verhaltensmodelle der elektromagnetischen Komponente. Die verwendeten ECE-Modelle wurden hier durch Variation der Rotation und Lage relativ zu der Position des AMRs und durch Aufzeichnen der magnetischen Flussdichte an der Position des AMRs mit ANSYS Maxwell erzeugt.

Da das Übersprechen zwischen den beiden AMRs sehr gering ist, kann die Aufteilung in zwei separate ECE-Modelle (Equivalent Circuit Extraction) erfolgen. Die in den ECE-Modellen ermittelte magnetische Flussdichte stellt das Eingangssignal für die AMR-Sensorrepresentation in Form einer Kennlinie dar. Die beiden Sensorsignale werden dann miteinander verknüpft. Der C-Quellcode der Auswertesoftware wurde direkt in Simplorer integriert. Auf diese Weise ist auf Systemebene zunächst die Kennlinie unter idealen Bedingungen abbildbar. Darüber hinaus lassen sich jedoch auch Einflussgrößen durch schwankende Umgebungsbedingungen und Fertigungsprozesse illustrieren.

Der Nutzen des virtuellen Prototypen

Mittels systematischer Variation von konstruktiven Parametern, Materialalternativen und Betriebsbedingungen liefert der virtuelle Prototyp (Bild 3) des Lenkwinkelsensors bereits in einem Entwicklungsstadium weit vor dem Aufbau des ersten Prototyps wertvolle Informationen zu Sensoreigenschaften wie Linearität und Reproduzierbarkeit im Anwendungsfall. Der Einfluss von fertigungsbedingten Limitationen kann ebenso beleuchtet werden wie ein möglicher Einsatz alternativer Zukaufkomponenten. Das Sensordesign lässt sich damit hinsichtlich einer Vielzahl von Kriterien anpassen und optimieren. Die Signalqualität kann ebenso wie Fertigungskosten und Robustheit als Bewertungsmaßstab dienen, wobei eine Gewichtung und Kombination der Kriterien es erlaubt, für jede Anwendung den perfekt konfigurierten Sensor zu finden.

Die Kombination verschiedener Verhaltensmodelle aus 3D-Feldsimulationen mit Elementen zur Repräsentation von Software in einem durchgängigen und systematischen Workflow ermöglicht es Bourns, die Herausforderungen, die sich durch Anwendungen wie Fahrerassistenzsysteme ergeben, gezielt und effizient zu meistern.

BOURNS®
Automotive Division

InfoUnternehmen
Bourns Sensors GmbH
www.bourns.com/de

InfoAnsprechpartner | Bourns
Dipl.-Ing. Christoph Cohn
christoph.cohn@bourns.com

InfoAnsprechpartner | CADFEM
Dr.-Ing. Hanna Baumgartl
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-120
hbaumgartl@cadfem.de