

Flexibel konfigurieren

➤ **Gemeinschaftsprojekt mit Volkswagen AG und Universität Paderborn**

➤ **Integriertes Hardware-in-the-Loop-System**

➤ **Test von Fahrwerkregelsystemen ESP und EPS**

In einem Gemeinschaftsprojekt der Volkswagen AG mit dem Lehrstuhl für Regelungstechnik und Mechatronik der Universität Paderborn wurde ein integratives Hardware-in-the-Loop-System entwickelt. Diese HIL-Umgebung besteht aus zwei unterlagerten, in sich geschlossenen HIL-Systemen, die separat oder als Gesamtsystem zur Funktionsabsicherung von vernetzten Fahrwerkregelsystemen zum Einsatz kommen. Zur Auslegung des HIL-Systems wurde der modellbasierte Ansatz angewendet. Das HIL-System lässt sich flexibel konfigurieren und eignet sich optimal für den Einsatz in der Automobilindustrie.

Hardware-in-the-Loop in der Automobilentwicklung

Nicht nur die Anzahl der Steuergeräte lässt die Komplexität der Elektronik im Fahrzeug permanent größer werden, sondern besonders die Vernetzung der Steuergeräte untereinander trägt erheblich dazu bei. Darum beschäftigt sich die Automobilindustrie intensiv damit, neue Entwicklungsprozesse und Testverfahren zu etablieren, die diese schnell wachsende Komplexität beherrschbar machen. Dabei spielt die Hardware-in-the-Loop-Simulation als eine bewährte Methode zum Testen der Steuergerätesoftware eine bedeutende Rolle. Der Lehrstuhl für Regelungstechnik und Mechatronik der Universität Paderborn hat gemeinsam mit der Volkswagen AG ein Hardware-in-the-Loop-System entwickelt, das es ermöglicht, die Regelfunktion von einzelnen oder vernetzten Steuergeräten zu testen und ebenso die Fahrzeugdynamik unter Echtzeitbedingungen weitgehend zu verifizieren.

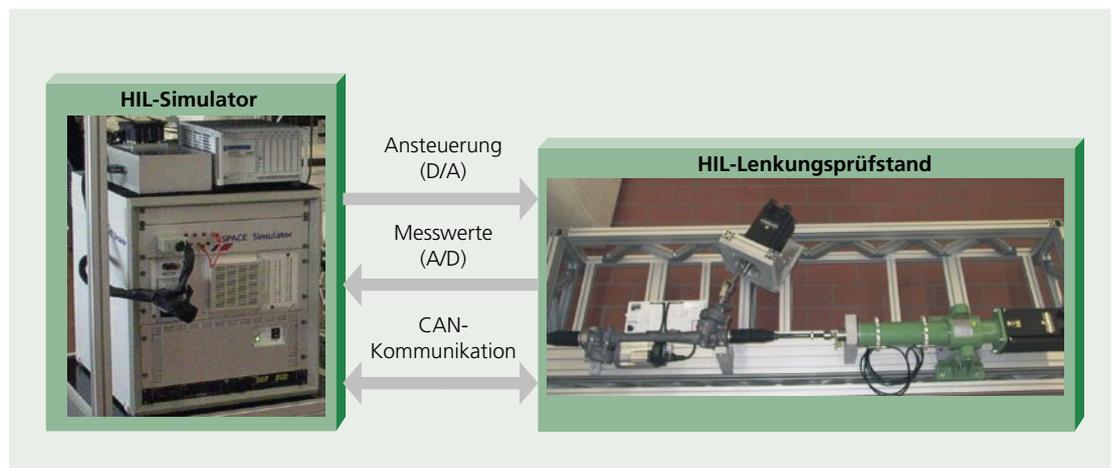
Ein HIL-System – verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten

Das hierarchisch angeordnete HIL-System ist konzipiert für die Absicherung von den Fahrwerkregelsystemen ESP (Elektronisches Stabilitätsprogramm) und EPS (Electric Power Steering – die elektromechanische Servolenkung bei VW-Fahrzeugen) und besteht aus den Teilsystemen:

- HIL-Simulator mit einem ESP-Steuergerät
- HIL-Komponentenprüfstand mit einem realen Lenkungsmodul und EPS-Steuergerät

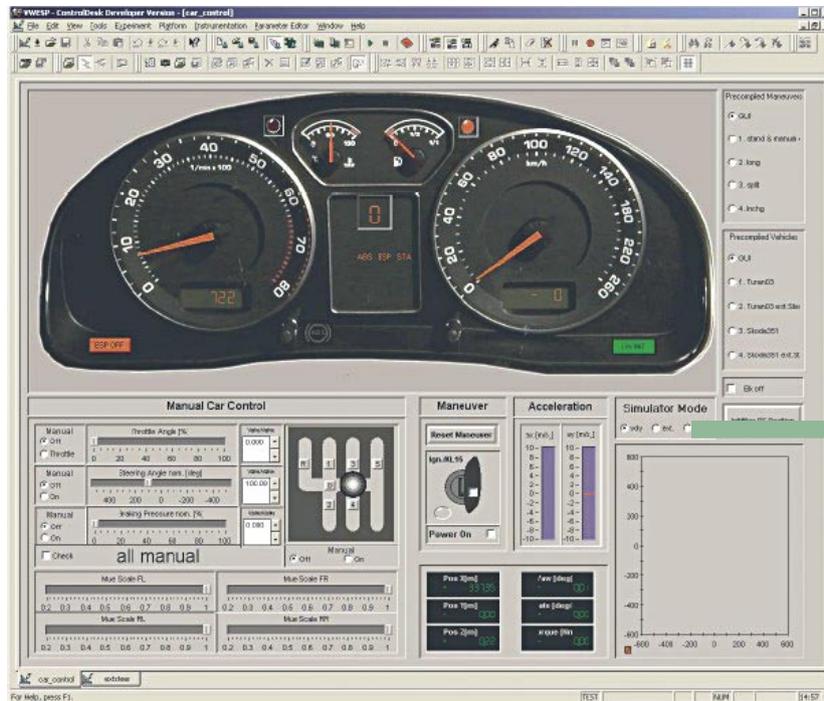
HIL-Simulator im Steuergeräteverbund

Die beiden Teilsysteme können separat betrieben und zu einem HIL-Gesamtsystem kombiniert werden. Das HIL-System mit vernetztem Steuergeräteverbund von ESP und EPS ermöglicht die Entwicklung und den Test des gesamten Steuergeräteverbundes. Dafür wurden die beiden HIL-Simulatoren und die jeweiligen Steuergeräte mit Hilfe des DS830 MultiLink Panel zu einem HIL-Gesamtsystem



▲ Das integrierte HIL-System mit Lenkungsprüfstand: reales Lenkungsmodul, EPS-Steuergerät, Aktuator, Sensor und Lenkmechanik.

zusammengeführt. Das gekoppelte HIL-System ermöglicht Untersuchungen, bei denen die Interaktion zwischen mehreren Steuergeräten eine große Rolle spielt. Ein Beispiel hierfür ist die Bordnetzuntersuchung, die auf die Absicherung möglicher Spannungseinbrüche bei gleichzeitigem Betrieb mehrerer Energieverbraucher im Fahrzeug abzielt. Hierbei werden Auswirkungen von Steuergerät, Leistungselektronik und elektrischen Motoren auf andere elektrische Geräte analysiert. Darüber hinaus kann die Plausibilität der CAN-Signale zwischen verschiedenen Steuergeräten bei diesem HIL-System verifiziert werden.



Set Mode

- ESP-Simulator
- EPS-Lenkprüfstand
- ESP+EPS

▲ Konfigurationsmöglichkeiten am Prüfstand: Mit Hilfe der Experiment-Software ControlDesk wurde diese Benutzeroberfläche erstellt. Neben der Erprobung ist hier auch die Überwachung der Messsignale und Betriebszustände gewährleistet.

Kombinierter HIL-Simulator mit Prüfstand

Neben der Vernetzung der Steuergeräte untereinander findet beim Testen auch vermehrt die Vernetzung von Steuergeräten mit einer realen Systemkomponente statt. Für die Erprobung und Validierung neuer Regelfunktionen lässt sich dann nicht nur das Steuergerät selbst als Hardware nutzen, sondern diese Konstellation bezieht auch die wesentlichen Fahrzeugkomponenten mit ein. In vielen Fällen werden diese Komponenten direkt vom Lieferanten geliefert, zum Beispiel das gesamte mechatronische Lenkungsmodul inklusive Lenkmechanik, Aktor, Regler und Sensor. Die Modellbildung solcher hoch komplexer Teilsysteme ist nämlich kaum durchführbar, weil viele Lieferanten ihr Know-how nicht offen legen. Somit ist es meist nicht möglich, diese Komponenten als Modellbestandteil der Software für den HIL-Simulator zu betrachten. Abhilfe schafft hier ein HIL-Prüfstand mit dem realen Komponentenmodul, das über definierte Schnittstellen mit anderen Teilsystemen und Steuergeräten kommuniziert.

Komfortable Bedienung der Echtzeithardware

Zur Applikation und Kommunikation mit dem HIL-System wurden über das Real-Time Interface (RTI) die Simulink®/

Stateflow®-Modelle schnell und automatisch auf die dSPACE-Echtzeithardware (DS1006 Processor Board) implementiert. Die Abbildung zeigt einen Teil der grafischen Benutzeroberfläche, die mit Hilfe der Experiment-Software ControlDesk erstellt wurde. Es besteht hier die Möglichkeit, im Set Mode mit einfacher Handhabung zwischen den drei Konfigurationsmöglichkeiten hin- und herzuschalten. Darüber hinaus lassen sich wichtige System- und Reglerparameter programmieren und mit den Betriebszuständen synchronisieren. Dadurch ist ein einfacher Online-Zugriff auf diese System- und Reglerparameter möglich. Eine interaktive Simulationsansteuerung mit den geeigneten Fahrmanövern (μ -Split, Spurwechsel etc.) wird gewährleistet.

Zusammenfassung

Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung eines integrativen Hardware-in-the-Loop-Systems, das es ermöglicht, die Regelfunktion von einzelnen oder vernetzten Steuergeräten abzusichern und ebenso die Fahrzeugdynamik unter Echtzeitbedingungen weitgehend zu verifizieren. Nur mit Hilfe der neuen Entwicklungsprozesse und Testverfahren lässt sich die rasant wachsende Komplexität aufgrund der Vernetzung und der hohen Anzahl der Steuergeräte in der Automobilindustrie beherrschbar machen.

Quelle: „Ein integriertes Hardware-in-the-Loop-System zur Funktionsabsicherung von vernetzten Fahrwerkregelsystemen“, Dr. Ing. X. Liu-Henke, Volkswagen AG; Dipl.-Ing. Vitalij Nachtigal, Universität Paderborn (VDI-Berichte Nr. 1931, 2006), Deutschland