Hardware-in-the-Loop in der Entwicklung von Steuerungen

Bosch „µLC Test System“ Kompakt-HiL vereinfacht Test-Simulation im Automobil-Bereich

Bild 1: Bosch µLC Test System, © Bosch, Hintergrund/Car by Tayeb MEZAHDIA from Pixabay

Produktzyklen in der Automobilindustrie werden immer kürzer - und somit auch die Entwicklungszeiten für einzelne Fahrzeugkomponenten. Dabei kann das Testen von manchen dieser Komponenten, speziell zum Beispiel von Steuerungen, sehr komplex und zeitaufwändig sein. Mit dem Hardware-in-the-Loop-Verfahren (kurz HiL oder HitL) steht dem Entwickler eine Methode zur Verfügung, bei der für die Realisierung und den damit verbundenen Tests einer solchen Steuerung das zu steuernde Objekt simuliert wird. Konsistent, unter gleichbleibenden Bedingungen, frei von möglichen Gefahren und eventuell sogar schon bevor das zu steuernde Objekt überhaupt real verfügbar ist.

Das HiL-Verfahren

Beim Prinzip Hardware-in-the-Loop (HiL) werden elektronische Steuerungen, die getestet werden müssen, nicht sofort auf das reale System „losgelassen“. Vielmehr wird für den Test der Steuerung das reale System mit einem HiL-System nachgebildet und simuliert. Solche HiL-Systeme werden sehr häufig bei Entwicklungen im Automobil-Bereich eingesetzt. Hier kann zum Beispiel das Auto (bzw. ein Teil des Autos, wie der Motor) für den Test einer Kfz-Motorsteuerung mit einem HiL-System simuliert werden (Bild 2).

Der HiL-Simulator

muss dazu einerseits die entsprechenden analogen und digitalen Ein- und Ausgänge („I/O“) und Schnittstellen bieten, mit denen er als „Ersatz“ für die reale Umgebung an die Steuerung angeschlossen werden kann. Andererseits muss das HiL-System in der Software über mathematische Algorithmen verfügen, die das Verhalten des Fahrzeugs, Motors etc. in der Realität in Echtzeit nachbilden und diese Ein-/Ausgänge entsprechend bedienen (häufig verwendet: MATLAB und Simulink). Zusammengefasst ist der HiL-Simulator also ein Rechnersystem, das das Verhalten einer Umgebung simuliert, indem es über Schnittstellen und I/O-Kanäle Daten empfängt und liefert, wie es die Sensoren und Aktoren in der realen Umgebung tun würden. Damit entsteht eine Regelschleife, die „Loop“.

Entwicklungszeit verkürzen

Das Verfahren wird häufig bereits während der Entwicklung eingesetzt, denn es verkürzt im optimalen Fall die Entwicklungszeit und spart somit Kosten. Dank der konsistenten, gleichbleibenden Testumgebung, die ein HiL-System darstellt, kann die Beseitigung eines Fehlers sicher nachgewiesen werden. Gerade bei Neuentwicklungen kommt es außerdem vor, dass für die Entwicklung der Steuerung das real zu steuernde Objekt noch gar nicht zur Verfügung steht. Hier bieten HiL-Systeme eine ideale Grundlage und sparen Zeit. Besonders häufig wiederkehrende Abläufe lassen sich besonders gut simulieren. Natür-

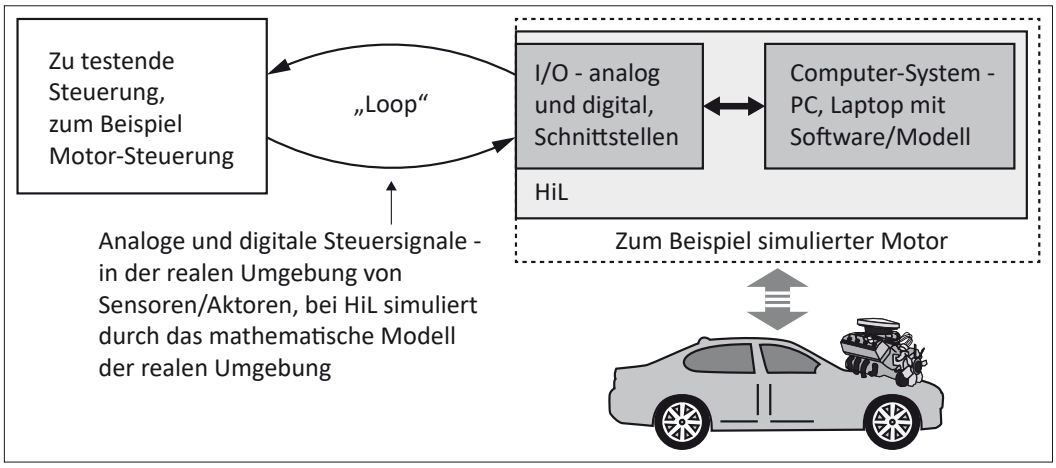

Bild 2: Prinzipielle Struktur eines HiL-Systems, © Meilhaus Electronic

Quelle: Meilhaus Electronic, mit Unterlagen der Bosch Engineering GmbH/ Bosch Motorsport

Meilhaus Electronic www.meilhaus.de

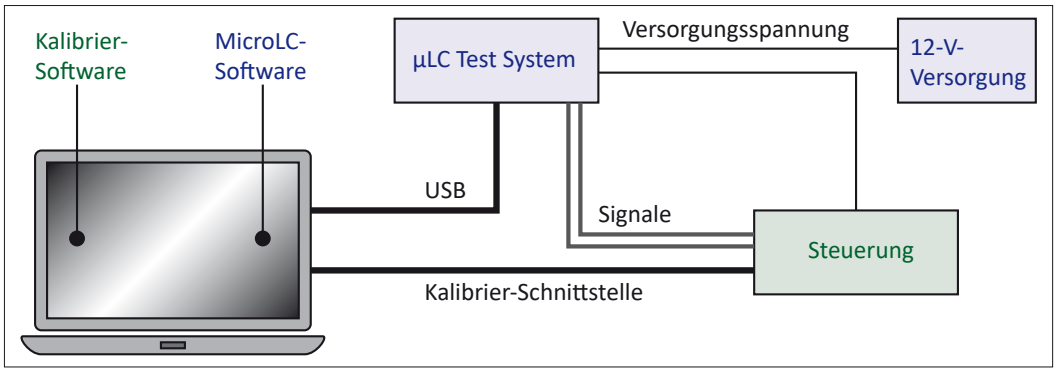

Bild 3: µLC Test System Prinzip, © Meilhaus Electronic

lich kann eine Simulation die Realität aber nicht bis ins letzte Detail abbilden. Tests am realen System sind also nach wie vor zusätzlich erforderlich.

HiL-Testaufbau mit dem Bosch µLC Test System

Das Hardware-Modul des Bosch µLC Test System (Bild 3) bildet im Wesentlichen den I/O-Teil des HiL, wobei es den PC zusätzlich entlastet, indem auch einige der Steuerprozesse direkt im Gerät ablaufen. Prinzipiell muss das Modul jedoch für den Betrieb mit einem PC/Laptop verbunden sein (Anschluss über USB). Über seine Schnittstellen und I/O-Kanäle wird das µLC Test System mit der zu testenden Steuereinheit verbunden und bildet so die „Loop". Das Bosch µLC Test System unterstützt die im Automobil-Bereich gängigen Schnittstellen CAN/CAN-FD, LIN und SENT. Hinzu kommen 12 Analog-Ausgänge (8x 10 bit/4x 12 bit, 0…5 V/5 mA) und 6 Analog-Eingänge (12 bit, 0…40 V). Zum Steuern von Schaltvorgängen stehen 6 Digital-Ausgänge und 2 Relais-Kanäle zur Verfügung. Ergänzt werden diese Kanäle durch 2 PWM-Ein- und 4 PWM-Ausgänge (Pulse Width Modulation/Pulsbreitenmodulation). Speziell für den Automotive-Einsatz sind mit dem µLC Test System Drehzahl- Drosselklappen- und Zylinderdruck-Simulationen möglich.

Aufgaben des Rechners

Der PC/Laptop hat drei Aufgaben: Er kalibriert über entsprechende Software das zu testende System und er nutzt die Bosch MircoLC Software zur Bedienung des µLC Test Systems. Zudem stellt er das Modell der simulierten Umgebung zur Verfügung.

Das Bosch µLC Test System (Bild 4) bietet einige wesentliche Vorteile: Es ist sehr kompakt und platzsparend. Per USB ist es sehr einfach an beliebige PC/Laptops anzuschließen und auch mobil und flexibel einsetzbar. Es bietet für viele gängige Automotive-Anwendungen sehr praxisorientiert eine ausreichende Anzahl an I/O- und Schnittstellenkanälen bei einem sehr guten Preis-Leistungsverhältnis. So generiert es schnell und einfach typische Motorsignale. Dabei wird es von einer intuitiven Software (Bild 5) in der gewohnten Windows-Umgebung unterstützt.

In der Praxis

Ein Anwendungsbeispiel des Bosch µLC Test Systems ist die Vorbereitung eines Inbetriebnahme-Datensatzes für einen 22l V12-Motor. Dazu wurde eine Anwendung erstellt, die es erlaubt, 12 Injektoren entsprechend der vom Motorenhersteller vorgegebenen Zündfolge mit einem Motorsteuergerät zu betreiben. Mit dem µLC Test System wurde zum Beispiel ein Datensatz erarbeitet, mit dem die Freigabe von verschiedenen Einspritzmustern, Sensoren und Aktuatoren getestet und appliziert werden können. So soll ein möglichst weit vorbereiteter Datensatz für die Inbetriebnahme beim Endkunden entstehen.

Die Firma Bosch setzt das µLC Test System weltweit in vielen Unternehmensbereichen intern auch selbst ein. Im Bereich der Bosch Motorsport ist es zum Beispiel in mehreren Szenarien im Einsatz: Auf dem Labortisch zum Beispiel wird das Modul mit seinen Anschlüssen über die Bananenbuchsen für kleine, temporäre Testaufbauten verwendet. Dabei wird es manuell gesteuert oder es lässt automatisiert über entsprechende Lua Skripte beispielsweise Drehzahlrampen ablaufen. Weiterhin wird es eingesetzt als Signalgenerierungsgerät für den festverkabelten Systemverbundtest, bei dem das Zusammenspiel mehrerer Steuergeräte überprüft wird. Dabei wird das µLC Test System über die API von einem LabVIEW-Programm ferngesteuert und ein Rennen simuliert, mit Daten wie dem Verlauf von Drehzahl, Pedalwert, sonstigen Sensoren inklusive Boxenstopp und Übertragung der Steuergerätedaten an einen Boxenrechner. ◀

Bild 4: µLC Test System Beispielaufbau, © Bosch

Bild 5: MicroLC Software zum µLC Test System, © Bosch