

Renault F1 Team siegt mit neuem Controller

Renault F1 Team nutzt neues Elektroniksystem von Magneti Marelli

Steuereinheiten und dSPACE Simulator Full-Size parallel entworfen

Gleichzeitiges Testen an unterschiedlichen Standorten

Das Renault F1 Team ist bei der diesjährigen Formel-Eins-Saison sehr erfolgreich mit einem neuen Elektroniksystem gestartet. Der Grund: Das Team hatte sich in puncto Motor- und Chassissteuerung für eine leistungsfähigere Plattform entschieden. In einem Gemeinschaftsprojekt hat Magneti Marelli zusammen mit dem Renault F1 Team die Steuergeräte-Plattform Step 11 entwickelt, die Chassis- und Motorsteuerung in einem Bauteil vereint. Parallel zu dieser Entwicklung entwarf dSPACE einen Simulator, von dem zwei identische Ausführungen an den Renault F1-Technikzentren in Großbritannien und Frankreich aufgestellt wurden, um simultan zu testen.

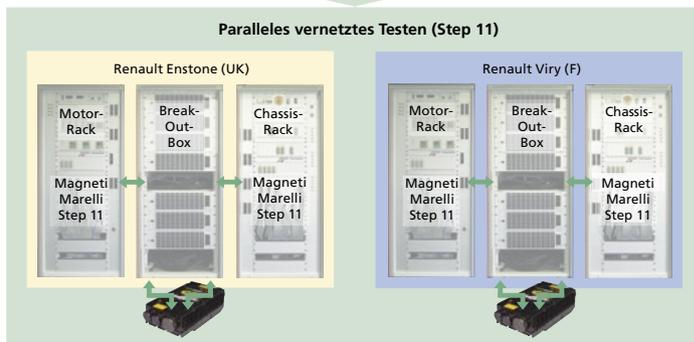
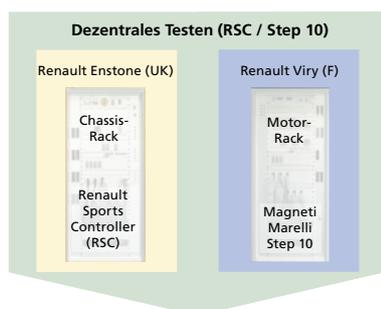
Renault gehört zu den wenigen Formel-Eins-Rennställen, die sowohl Chassis als auch Motor selbst entwickeln. Das Team im britischen Enstone ist für das Chassis verantwortlich. So hatten wir hier bisher das Chassis-Steuergerät mit dem entsprechenden dSPACE Simulator getestet. Das für den Motor zuständige Team in Viry-Châtillon, Frankreich, hatte mit zwei dSPACE-Motorsimulatoren das Elektroniksystem Step 10 von Magneti Marelli getestet. Letztes Jahr entschied sich das Renault F1 Team dann, die kombinierte Chassis- und Motorsteuereinheit Step 11 zu entwickeln. Physikalisch leichter, trägt es 25 Prozent zur gesamten Gewichtsreduzierung des neuen Autos bei und bringt uns damit auch in der Entwicklung weiter.

Der neue Rennwagen R25 ist mit Sicherheit der bestintegrierte Rennwagen, den das Team je entwickelt hat. Außerdem stehen uns jetzt eine vierfach höhere Prozessorkapazität und eine zehnfach größere Speicherleistung zur Verfügung als während der Saison 2004.

HIL-Test der neuen Steuereinheiten

Die Herausforderung bestand darin, ein Hardware-in-the-Loop (HIL)-System zu entwickeln, das die Chassis- und Motorfunktionen des Step 11 vernetzt testet. dSPACE erfüllte alle Anforderungen mit dem dSPACE Simulator Full-Size. Er besteht aus drei Racks: eins für den Motor, eins für das Chassis und ein Rack für die Break-out-Boxen (BOB), das auch das Steuergerät enthält. Durch das optionale BOB-Rack ist der direkte Zugriff auf jeden einzelnen Steuergeräte-Pin ohne Eingriff in die Simulatorverkabelung möglich. dSPACE Simulator Full-Size kann entweder mit dem verbundenen BOB-Rack betrieben werden oder mit dem direkt an Motor- oder Chassis-Rack angeschlossenen Step 11. Der Simulator ist an einen Bedien-PC angeschlossen, auf dem sowohl die Experiment-Software ControlDesk zur Steuerung der Echtzeit-Hardware und Fehlergenerierung läuft als auch ein Simulink-Modell als Basis für die Echtzeit-Anwendung. Zur Echtzeit-Hardware gehören vier DS1006 Processor Boards, die mit mehreren dSPACE-I/O-Karten verbunden sind. Die Kommunikation zwischen den Prozessoren wird über High-Speed-Gigalink-Module realisiert, die über eine optische Verbindung miteinander vernetzt sind. Mehrere Module für Signalkonditionierung, Lasten und Fehlergenerierung dienen als Schnittstelle zur I/O-Hardware für den Signalaustausch mit dem Steuergerät.

Statt dezentral wird nun vernetzt getestet: Magneti Marelli Step 11 auf identischen Simulator-Aufbauten in Enstone und Viry-Châtillon.

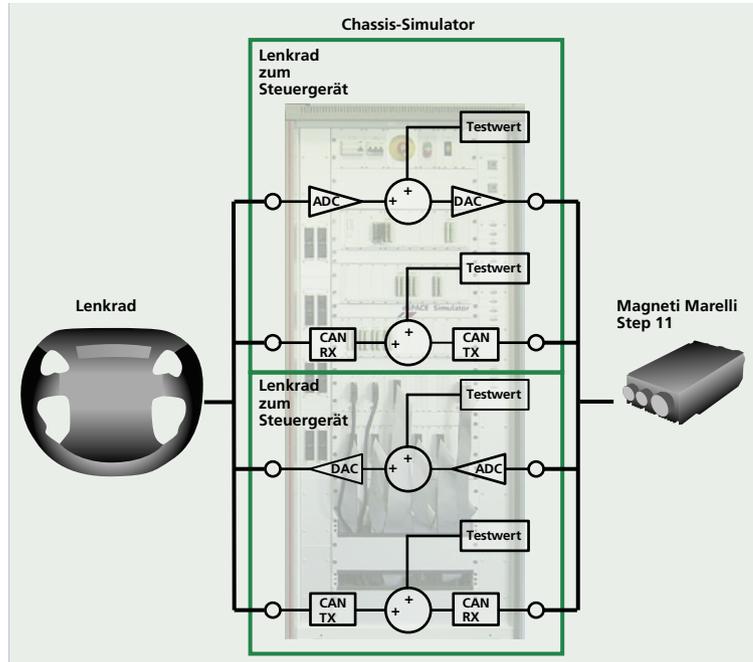


Zudem sind alle relevanten Fahrzeugkomponenten mit dem Simulator verbunden:

- Magneti Marelli Step 11
- Zwei Lambda-Module
- Vier Upright-Boxen
- Regulatorbox für Spannungsversorgung
- Lap-Trigger (Rundenzähler)
- Zusätzlich können ein echtes Lenkrad und Pedale angeschlossen werden.

Aufbau von dSPACE Simulator

Die Motor- und Chassis-Racks sind zum Testen der vernetzten Funktionen miteinander verbunden. Beide verfügen über sehr schnelle Modellkomponenten, mit unterschiedlichen Abtastraten berechnet, um der Modell-dynamik gerecht zu werden. Dabei beträgt die Schrittweite für einzelne Modellteile inklusive I/O lediglich 50 µs (20 kHz). Renault F1 und dSPACE definierten zusammen die gesamte Topologie und das Signal-Routing auf den einzelnen CPUs. Der Simulator verfügt über eine Fehlersimulationseinheit (FIU), die elektrische Fehler auf alle Steuergeräte-Eingänge und -Ausgänge schalten kann. Dazu kann am Bedien-PC das gewünschte Fehlerszenario, also Unterbrechung, Kurzschluss nach Masse oder Kurzschluss nach VBAT (Versorgungsspannung) manuell oder automatisiert eingestellt werden. Eine weitere FIU dient zum Schalten von Fehlern auf den Zündkanälen. Diese FIU ist dazu ausgelegt, Dauerkurzschlussströme zu führen. Zusätzlich ist der Simulator mit einer speziellen Sensorsimulation ausgestattet. Mit der Experiment-Software ControlDesk kann bei geeigneter Sensorskalierung jeder Sensorwert in seiner physikalischen Einheit eingestellt und überwacht werden. Zur Simulation der Sensoren sind spezialisierte Signalkonditionierungsmodule integriert, zum Beispiel Thermoelemente, lineare Lambda-Sonden und LVDT-Sensoren (Linear Variable Differential Transformer). Zum Simulator gehört ein vollständiges Lenkrad-Gateway für alle diskreten Signale und CAN-Signale. Die vom Lenkrad kommenden Signale werden vom Simulator aufgenommen, bei Bedarf



▲ Gateway-Betrieb am Beispiel eines F1-Lenkrads.

für die Fehlersimulation verfälscht und an das Steuergerät weitergegeben und umgekehrt. Zudem verfügt der Simulator über einen Rauschgenerator zur Erzeugung ungünstiger Umgebungsbedingungen. In ControlDesk kann jedes Sensorsignal zum Verrauschen ausgewählt werden. So kann sogar während der Laufzeit eine schlechte Verbindungstechnik wie ein nicht richtig verbundener Sensorstecker simuliert werden. Die hohen Anforderungen an die HIL-D/A-Kanäle bezüglich großer Genauigkeit und einem sehr geringen Signalrauschen wurden erfüllt. Das Rauschen auf den Signalkanälen konnte durch mehrere Maßnahmen wie Signaltopologie und Abschirmung auf ein Minimum reduziert werden.





▲ Der ControlDesk-Screenshot zeigt die Validierung des Zünd- und Einspritztimings.

Simultanes Testen an unterschiedlichen Standorten

Aufgrund der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Steuergeräte-Software – fast täglich gibt es neue Software-Releases – muss das Zusammenspiel sämtlicher Steuergeräte-Funktionen immer wieder neu getestet werden, bevor die Freigabe der Software für die Rennstrecke erteilt wird. dSPACE Simulator übernimmt hier die Steuergeräte-Funktionstests, die sowohl in der Software-Entwicklungsphase als auch von Rennen zu Rennen

durchgeführt werden. Die HiL-Tests der Motorfunktionalität, implementiert mit dem Simulator in Frankreich, können jetzt mit unserem Simulator vor Ort in Großbritannien verifiziert und reproduziert werden. Ändert das Team in Frankreich beispielsweise den Steuergeräte-Code bezüglich Zündung und Einspritzung, wird auch der Steuergeräte-Code in Großbritannien aktualisiert, so dass wir parallel testen können, ob er hinsichtlich der Chassis-Funktionalität richtig implementiert ist. Durch den konstanten Datenaustausch zwischen

Großbritannien und Frankreich ist es möglich, rund um die Uhr, 7 Tage die Woche, die gleichen Testergebnisse an beiden Standorten zu produzieren.

Hervorragende Zusammenarbeit mit dSPACE

Anfang Juni 2004 starteten wir das Simulatorprojekt mit dSPACE. Nur 4 Monate später wurde im September der erste Simulator nach Großbritannien geliefert, gefolgt vom zweiten im Oktober, bereitgestellt für das Renault F1 Team in Viry-Châtillon, Frankreich. Die Formel Eins ist ein sehr schnelllebiges Geschäft, daher war Flexibilität unerlässlich. Darüber hinaus liefen die Entwicklung des Elektroniksystems Step 11 und die des Simulators parallel. Zu Beginn des Simulatorentwurfs war nicht einmal ein Prototyp von Step 11 vorhanden. Dennoch waren die Reaktionszeiten von dSPACE auf neue Spezifikationen hinsichtlich Step 11 immer sehr kurz. Von Anfang an war dSPACE als kompetenter Entwicklungspartner fest in den Entwicklungsprozess bei dem Renault F1 Team eingebunden. Das herausragende Projektmanagement und der Engineering-Support von dSPACE waren für uns dabei sehr wertvoll.



▲ Zwillingsimulatoren von dSPACE: Renault F1 in Großbritannien und in Frankreich testen gleichzeitig neue Funktionen auf dem Elektroniksystem Step 11 von Magneti Marelli.



Tad Czapski
Vehicle Technology Director
Renault F1 Team
Großbritannien