

„Es muss einen besseren Weg geben.“ – Das ist der Leitgedanke von Tula Technology. Die innovative Ingenieurgesellschaft hat eine Herausforderung der Motorkonzeption erfolgreich gelöst, mit der sich die Automobilindustrie schon seit Jahrzehnten auseinandersetzt: Wie erreicht man das Abschalten einzelner Zylinder im Motor? Die kreativen Köpfe bei Tula haben einen softwarebasierten Ansatz entwickelt, der anspruchsvolle digitale Signalverarbeitung, Algorithmen und ausgereifte Antriebsstrangregelungen kombiniert. Diese Lösung entscheidet automatisch, wann ein einzelner Zylinder deaktiviert (Pause) oder aktiviert (Zündung) wird, um das angeforderte Drehmoment bereitzustellen. Der Name dieser Technik? – Dynamic Skip Fire (DSF®).

Dynamic Skip Fire

Mit DSF schaltet die Motorsteuerung automatisch einzelne Zylinder an oder ab, um die notwendige Leistung so effizient wie möglich zu erreichen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Methoden der Zylinderabschaltung zünden die DSF-Algorithmen alle oder keinen Zylinder im kurzen Abstand. Dieser Prozess senkt den Kraftstoffverbrauch durch erheblich reduzierte Pumpverluste, effizientere Verbrennung und verbessertes Katalysatormanagement beim Abbremsen. Die DSF-Technik bietet dem Fahrer die Antriebsleistung, die er benötigt, aber betreibt den Motor dabei mit optimalem Wirkungsgrad. Die Lösung senkt den Kraftstoffverbrauch und den CO₂-Ausstoß um 10-15 %. General Motors (GM) hat diese Technik zur Kraftstoffeinsparung für sich entdeckt. Der Auto-

mobilerhersteller hat neben weiteren Unternehmen wie Delphi, Sequoia Capital, Khosla Ventures und Sigma Partners in Tula investiert. Zudem gehört Delphi zu den strategischen Tier-1-Partnern von Tula.

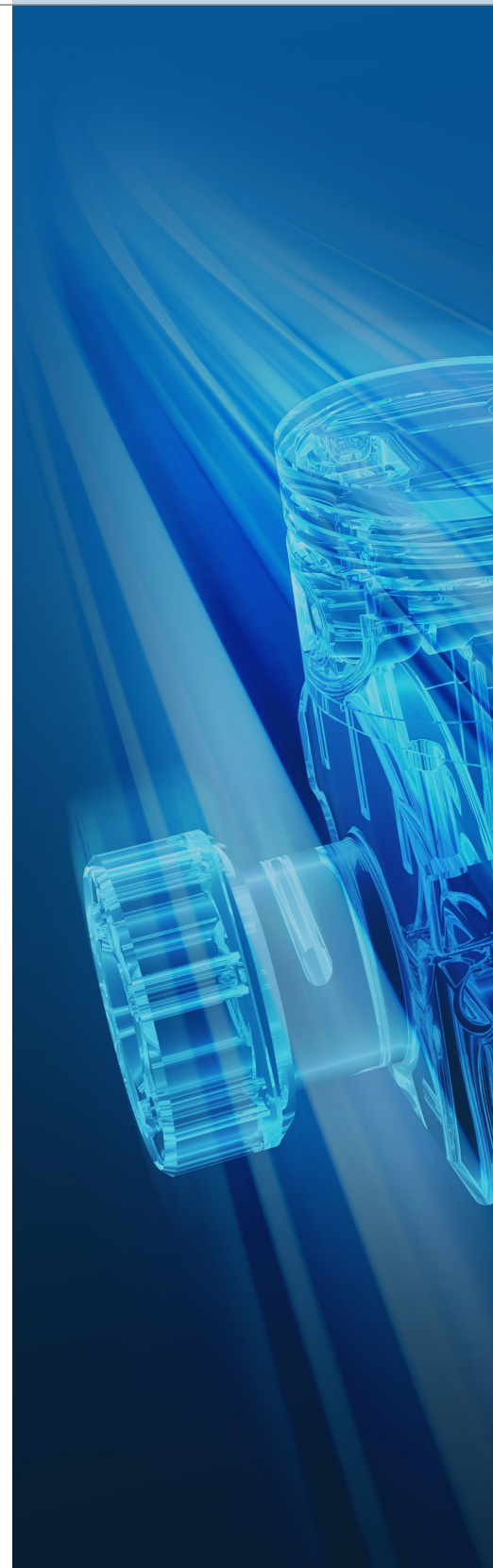
Automatisierte Tests

Tula arbeitet seit 2008, dem Gründungsjahr des Unternehmens mit Sitz im kalifornischen San Jose, an der DSF-Technik. Seitdem hat das Unternehmen 52 Patente angemeldet, weitere 70 stehen derzeit aus. Im Jahr 2009 hat Tula sich erstmals an dSPACE gewendet, als das Unternehmen auf der Suche nach Optionen für eingebettete Software-Entwicklung und den Test von Steuergeräten war. Heute steht Tula eine automatisierte Testplattform aus mehreren dSPACE Werkzeugen zur Verfügung: MicroAutoBox II für Rapid Control Prototyping, RapidPro für Signalkonditionierung, ein Hardware-in-the-Loop (HIL)-System zum Simulieren und Testen von Motoren, ControlDesk zur Steuerung der Testdurchführung, SystemDesk für die Architektur- und Systemmodellierung und AutomationDesk zum Schreiben und Aktualisieren von standardisierten Tests sowie zum Aufzeichnen und Teilen von Testdaten. Um die automatisierten Testmöglichkeiten weiter auszubauen, setzt Tula nun auf eine virtuelle Absicherungsumgebung und hat sein Labor um dSPACE VEOS erweitert, eine Simulationsplattform für die virtuelle Absicherung.

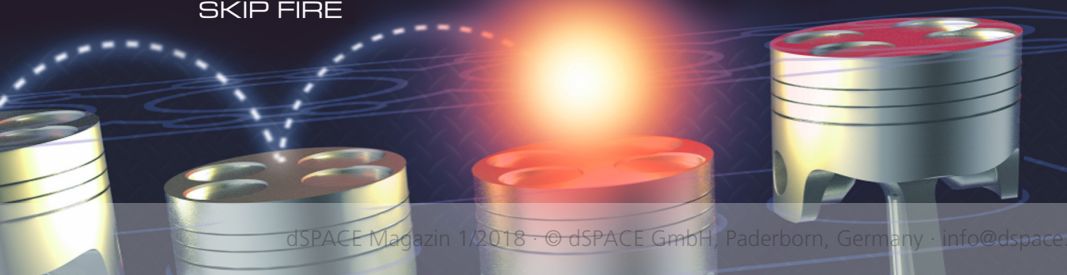
Schneller Absichern und früher Fehlerbeheben

Die Verifikations- und Absicherungsphase schneller abschließen und Fehler

>>



DSF
DYNAMIC
SKIP FIRE



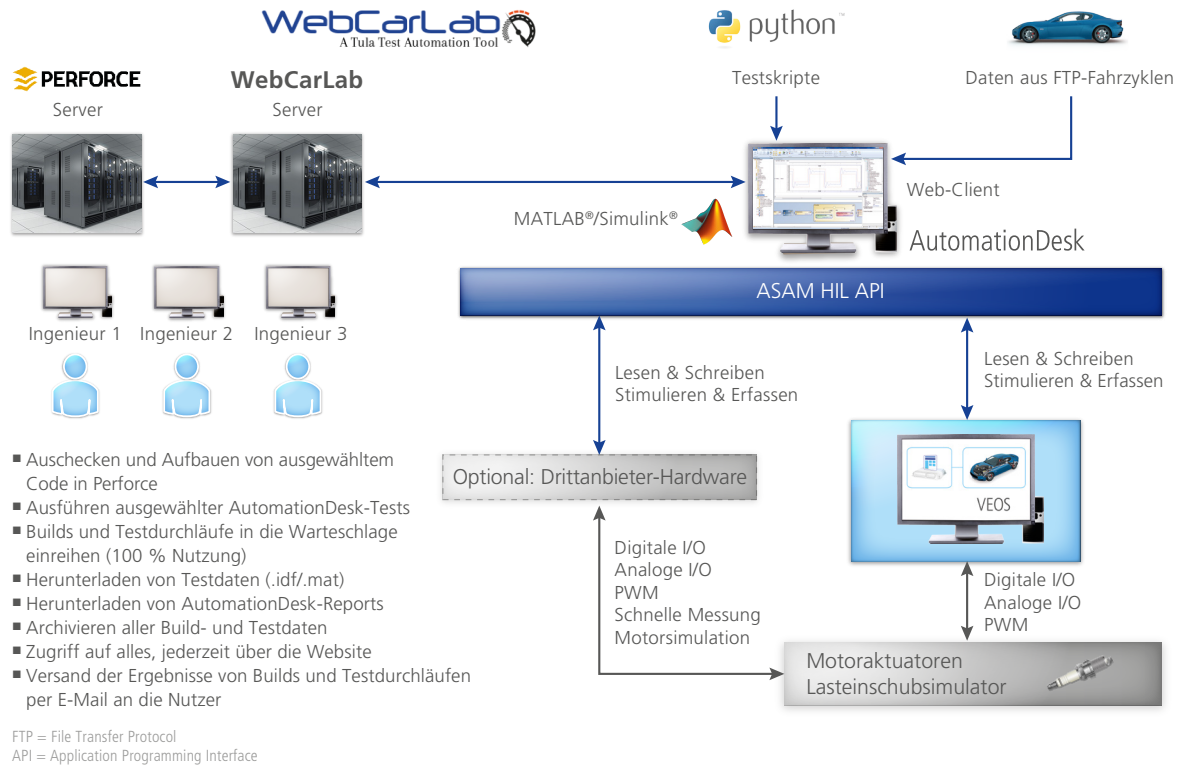


Doppelt so schnell mit virtueller
Absicherung und Verifikation

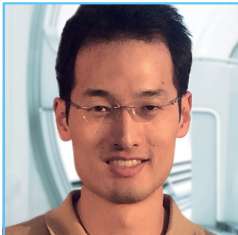
Motoren

schneller absichern

Lassen sich Tests schneller durchführen ohne die physikalische Hardware? Tula, ein Technologieunternehmen im Silicon Valley, halbiert die Zeit für Verifikation und Absicherung durch die Einführung einer virtuellen Testumgebung.



In der neuen Infrastruktur zum Absichern und Verifizieren werden der komplette Code und alle Testskripte über dSPACE AutomationDesk organisiert und mit Hilfe der PC-basierten Simulationsplattform dSPACE VEOS ausgeführt.



„Wir haben festgestellt, dass es im Allgemeinen schneller ist, die Software früh im Prozess nur mit dem PC und VEOS abzusichern.“

Alfred Wong, Software-Entwickler für eingebettete Systeme, Tula Technology, Inc

früher im Software-Lebenszyklus finden: Das sind zwei der Ziele, die Tula im vergangenen Jahr ins Visier nahm. In diesem Zuge setzte sich das Unternehmen mit der virtuellen Absicherung auseinander. Alfred Wong, Tula-Ingenieur für eingebettete Software und Systeme, erklärt, dass der Absicherungsprozess von Software-Updates aufgrund mehrfacher Abhängigkeiten sehr zeitintensiv war. Nicht nur deshalb machte sich das Unternehmen auf die Suche nach einer besseren Alternative. Hinzu kam, dass mehrere Projekte mit unterschiedlichen Hardware- und zeitlichen Begrenzungen abgewickelt werden müssen, da der

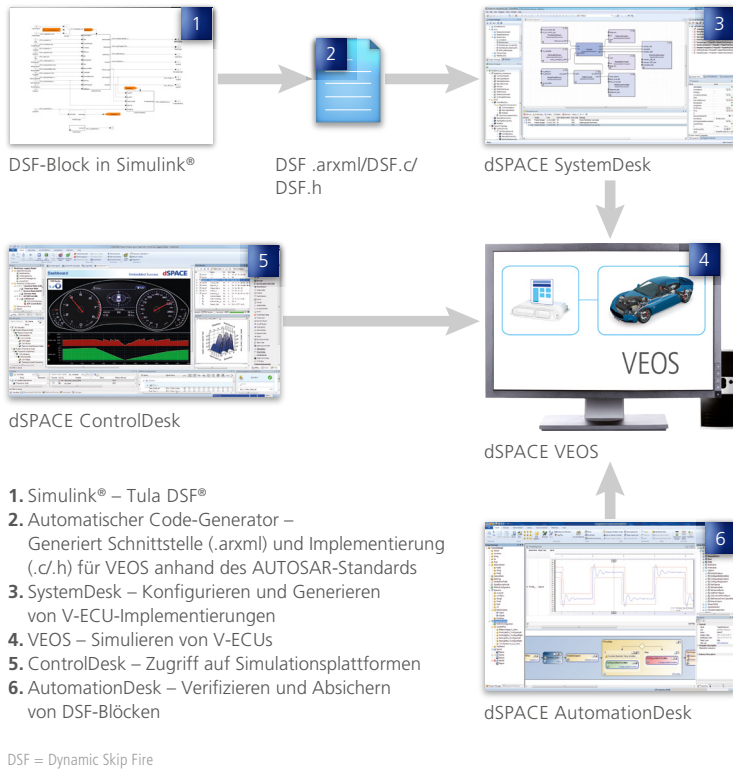
HIL-Prüfstand von mehreren Teammitgliedern genutzt wird. Mit der Einrichtung einer virtuellen Absicherungsumgebung verfolgt Tula mehrere Ziele:

- Wiederverwenden bestehender Tests, die mit AutomationDesk entwickelt wurden
- Absichern von Verifikationsaufgaben in einem virtuellen Aufbau ohne physikalische Hardware
- Reduzieren von Kosten und Wartungszeit

Vorteile der dSPACE Werkzeugkette

Tula entschied sich für die dSPACE Werkzeugkette zur virtuellen Absi-

cherung, da sie alle Aufgabenbereiche abdeckt. Eine der Schlüsselkomponenten dieser Lösung ist die Simulationsplattform dSPACE VEOS. Die Software wird auf einem Standard-PC ausgeführt und bietet Ingenieuren zahlreiche Möglichkeiten für die Entwicklung neuer Funktionen sowie für die Absicherung, die Verifikation und den Test von Steuergeräte-Software in einer komplett virtuellen Umgebung. Mit der Plattform für die virtuelle Absicherung kann Tula diese Ziele mit eindrucksvollen Ergebnissen erreichen. Der Zeitaufwand für Verifikations- und Absicherungsaufgaben konnte um mehr als die Hälfte reduziert werden.



Typischer Prozess für die V-ECU-Generierung mit den Tula-DSF-Funktionen. Diese werden anschließend zu Testzwecken auf VEOS simuliert.

Der Großteil dieser Zeiteinsparung war laut Tula erst dadurch möglich, dass die Tests in einer virtuellen Umgebung ohne physikalische Hardware durchgeführt werden konnten.

Virtuelle Absicherung eines Simulink-Blocks

Tula setzt die virtuelle Absicherung für die DSF (Dynamic Skip Fire)-Technik ein. Genauer gesagt für den Simulink-Block des DSF-Algorithmus. Der generierte DSF-Algorithmus wird über einen FTP-Zyklus auf einem virtuellen Steuergerät ausgeführt und dient als Eingang; die Ausgänge werden aufgezeichnet. Anschließend vergleicht Tula die aufgezeichneten Ausgänge (Software-in-the-Loop) mit den erwarteten Ausgängen (Model-in-the-Loop), um zu bestätigen, dass die Anforderungen erfüllt wurden. „Virtuelle Absicherung spart uns Zeit, findet Fehler früher im Software-Lebenszyklus und entlastet unseren HIL-Prüfstand“, so Wong. „Dieses Vorgehen stärkt das Vertrauen in

unsere Software, und das vor dem Einsatz auf dem Prüfstand oder im Fahrzeug.“

Steile Lernkurve

Tula durchlief beim Einrichten seiner virtuellen Absicherungsplattform eine spürbare Lernkurve. Zu den gemeinsamen Herausforderungen gehörten das Importieren eigener Software in die virtuelle Umgebung, das Erstellen physikalischer Modelle für Hardware-Komponenten und das Testen mit denselben initialen Default-Werten. Tula erstellte die Eingangsgrößen mit dem Signalgenerator, die andernfalls aus den Hardware-Komponenten hätten generiert werden müssen. Sie setzten die initialen Werte auf die Werks-einstellungen zurück und warteten, bis die Software stabil lief, bevor die Stimulussignale eingespeist wurden. Weiter führt Wong aus, dass die virtuelle Absicherung nicht die MicroAuto-Box II für das Funktionsprototyping ersetzt, sondern den Prozess ergänzt, da sie die Zeit am HIL-Simulator redu-

Virtuelle Absicherung bei Tula

Die Umgebung für virtuelle Absicherung bei Tula besteht aus folgenden Komponenten:

- SystemDesk zum Modellieren von Architekturen und Systemen sowie zum Generieren von virtuellen Steuergeräten (V-ECUs)
- VEOS zum Simulieren von V-ECUs
- MicroAutoBox II für Rapid Control Prototyping
- RapidPro für Signalkonditionierung
- Hardware-in-the-Loop (HIL)-System zum Simulieren und Testen von Motoren
- ControlDesk zum Steuern von Experimenten
- AutomationDesk zum Schreiben und Aktualisieren von Standardtests sowie zum Aufzeichnen und Teilen von Testdaten

ziert. „Wir setzen die virtuelle Absicherung an unserem Entwicklungs-PC ein, um funktionale Anforderungen schon früh im Software-Lebenszyklus abzusichern“, so Wong. „Sie ist nicht so kostspielig wie physikalische Hardware, die dann wiederum für andere Aufgaben genutzt werden kann.“ Tula plant, die virtuelle Absicherung auch im nächsten Kundenprojekt einzusetzen. ■

Mit freundlicher Genehmigung von Tula Technology, Inc.

