

Automatisierte Absicherung Steuergerät für Hybridantriebe

Wer neue elektrische Antriebe entwickelt, muss die Antriebskomponenten, leistungselektronischen Bauteile und Ladetechnik frühzeitig umfassend testen. Zu prüfen sind dabei Funktion, Integration und Sicherheit. Siemens E-Car Powertrain Systems hat gemeinsam mit Tracetronic für die komplexe Architektur des Antriebsstrangs eines Hybridfahrzeuges ein neues Testkonzept entwickelt und setzt es fortan erfolgreich ein.

Autoren: Verena Jung, Matthias Friedrich, Jan Georges

KEYWORDS

Absicherung / Generisches Testkonzept / HEV

Um Steuergeräte für einen hybriden Antriebsstrang abzusichern, sind Tests der Sicherheitsmechanismen von entscheidender Bedeutung. Diese Sicherheitsmechanismen müssen den Fahrzeugzustand konsequent überwachen. Dazu plausibilisieren Fehlermonitore kontinuierlich die Signale im Fahrzeug und melden dem Gesamtsystem alle Fehler, die sie erkennen. Ein konkreter Anwendungsfall wäre zum Beispiel die Temperaturüberwachung der Leistungselektronik.

IN DER KOMPLEXITÄTSFALLE

Die Schwierigkeit besteht darin, eine Vielzahl von Fehlermonitoren effizient abzusichern, die komplexe Parameter- und Signalkombinationen aufweisen. Die Fehlermonitore müssen stets korrekt arbeiten und Fehlerzustände im Fahrzeug jederzeit erkennen. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, konzentrierte sich die Zusammen-





Bei der Absicherung von Steuergeräten laufen eine Menge an Einzeltests. Statt die Checks für jeden Fehlermonitore einzeln zu entwickeln und dabei alle Kombinationen an Parametern und Signalen zu bedenken, haben Tracetronic und Siemens ein generisches Konzept ausgearbeitet, mit dem sich neue Tests sehr viel leichter erstellen lassen.

Testautomatisierung Von der Bibliothek bis zum Bericht

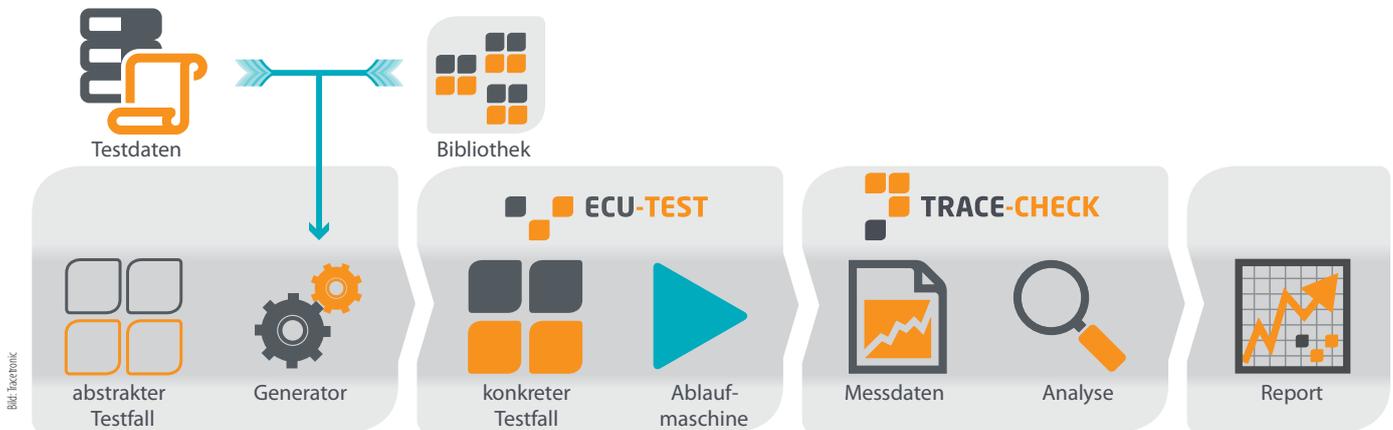


Bild: Tracetronic

Bild 1: Dank des Zusammenspiels von ECU-Test, Datenbank und Trace-Check erzeugen Anwender aus generischen Modellen konkrete Testfälle und werten diese automatisiert aus.

arbeit zwischen Siemens E-Car Powertrain Systems und Tracetronic darauf, eine einheitliche Darstellung des Verhaltens der Fehlermonitore zu erarbeiten und auf dieser Basis ein generisches Testkonzept zu entwickeln. Der Fokus lag auf:

- / Test einer großen Anzahl von Fehlermonitoren mit unterschiedlicher Stimulation und Reaktion.
- / Abdeckung aller Fehlerzustände und -übergänge für alle Fehlermonitore.
- / Einfache Erweiterbarkeit und Wartbarkeit.

Bild 2: Siemens und Volvo entwickeln beim C 30 Electric die elektrische Antriebstechnik, Leistungselektronik und Lade-technik gemeinsam.

Beide Partner haben das Testkonzept mit der Testautomatisierungssoftware ECU-Test an einem Hardware-in-the-Loop-Prüfstand (HiL) umgesetzt. Eine weitere Herausforderung bestand darin, möglichst

viele Fehler in einer kurzen Projektlaufzeit aufzudecken. Wichtige Voraussetzungen hierfür sind eine hundertprozentige Testabdeckung aller Anforderungen der Fehlermonitore sowie ein hoher Automatisierungsgrad der Testfalldurchführung.

GENERISCHE TESTABLÄUFE

Mit ECU-Test lassen sich Testfälle spezifizieren, implementieren und dokumentieren, außerdem kümmert sich das Programm um Ausführung und Auswertung. Für die Testfallerstellung gibt es eine grafische Oberfläche. Testfallbeschreibungen haben eine generische Form, um die Tests über mehrere Entwicklungsphasen hinweg wiederzuverwenden.

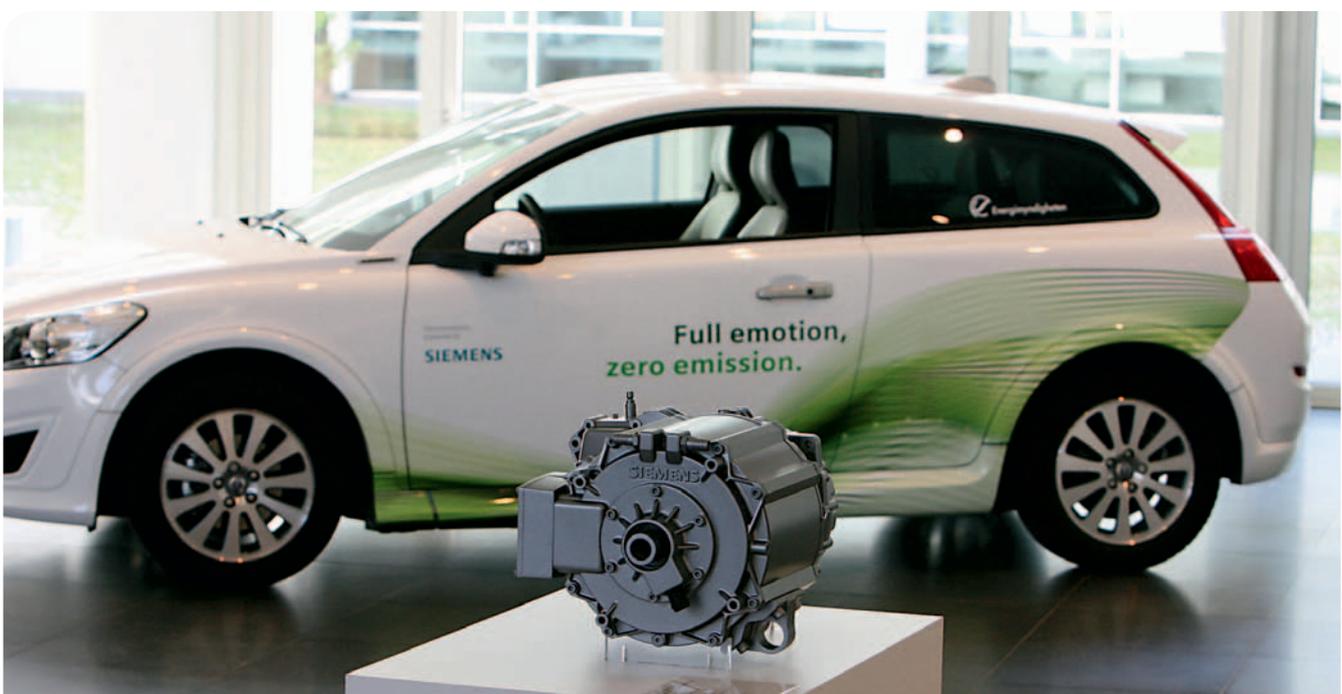
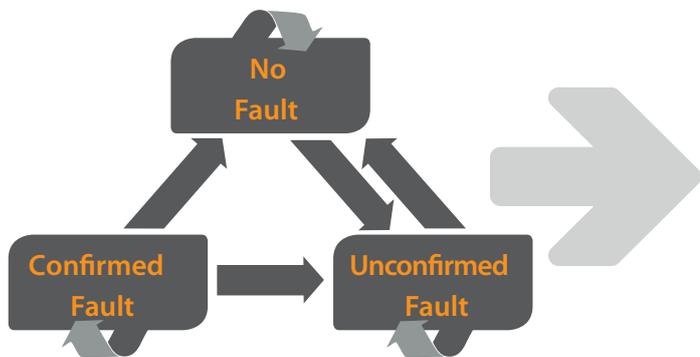


Bild: Siemens

Abstrakte Testfälle Zustände und Transitionen



ECU-TEST Packages

- 10_NoFault_to_NoFault
- 20_NoFault_to_UnConfFault
- 30_UnConfFault_to_UnConfFault
- 40_UnConfFault_to_NoFault
- 50_UnConfFault_to_ConfFault
- 60_ConfFault_to_ConfFault
- 70_ConfFault_to_NoFault

Bild 3: Zustandsgraph für abstrakte Testfälle in ECU-Test. Mit diesen Zuständen und Transitionen ist es möglich, für alle Fehlermonitore eines Hybridantriebs generische Testabläufe zu entwickeln.

Siemens und Tracetrone konnten in ihrer Anforderungsanalyse zeigen, dass alle Fehlermonitore ein ähnliches Grundverhalten aufweisen. Hierfür erarbeitete Tracetrone einen allgemeingültigen Zustandsgraph (Bild 3). Basierend auf den hier definierten Zuständen und Transitionen ist es möglich, für alle Fehlermonitore einen generischen Testablauf auszuarbeiten, statt für jeden Monitor einen eigenen Ablauf zu definieren.

Den generischen Testablauf beschreiben Anwender in ECU-Test als einen abstrakten Testfall. Durch das Mapping- und Parameterkonzept der Software lassen sich diese abstrakten Testfälle mit Testdaten konkretisieren. Diese Aufteilung stellt eine klare Trennung

zwischen Testablauf und Testdaten sicher. Die Testdaten beinhalten unterschiedliche Parameter- und Signalkombinationen der vielen Fehlermonitore und werden in einer von Tracetrone aufgesetzten relationalen Datenbank verwaltet. Ein konkreter Testfall sichert somit einen spezifischen Fehlermonitor ab.

BIBLIOTHEKEN NUTZEN

Um Testfallerstellung leichter erstellen zu können, implementierten die Ingenieure eine Stimulations- und Reaktionsbibliothek. Stimuli verändern das Testobjekt, um das Gesamtsystem gezielt in spezielle Zustände zu versetzen. Die Reaktionsbausteine hingegen bewerten den aktuellen Systemzustand

E-Mobility

METRAHIT | H+E CAR

Elektrische Sicherheitsanforderungen nach UN ECE R100

- ▲ Einzigartiges 3 in 1 Handmessgerät: Isolationsmessgerät, Milliohmometer und Digital-Multimeter
- ▲ Überprüfung der Hochvoltsicherheit von Hybrid- und Elektrofahrzeugen nach UN ECE R100
- ▲ Überprüfung des Potenzialausgleichs durch zuverlässige Milliohmometer mit 4-Leiteranschluss und Kelvin Sonden



Der GOSSEN Konstanter

SYSKON | P-SERIE

Hochgenaue DC Stromversorgungen und Lasten

- ▲ Extrem kurze Einstellzeiten ab 1 ms – geeignet für schnelle Prüfpulse
- ▲ Rechnersteuerbarkeit über verschiedene Schnittstellen – geeignet für automatisierte Prüfstände
- ▲ Kostenlose Software – einfache Programmierung, Import/Export von Sequenzen
- ▲ U/I Weitbereichskennlinie – ersetzt bis zu 3 herkömmliche Geräte



GMC-I Messtechnik GmbH
Südwestpark 15 ■ 90449 Nürnberg ■ Germany
Fon: +49 911 8602-111 ■ Fax: +49 911 8602-777
www.gossenmetrawatt.com ■ info@gossenmetrawatt.com

WEITERE INFOS



GOSSEN METRAWATT

„Siemens E-Car Powertrain Systems hat gemeinsam mit Tracetronic für die komplexe Fahrzeugarchitektur (Antriebsstrang) eines Hybridfahrzeuges ein neues Testkonzept entwickelt und erfolgreich eingesetzt.“

Dipl.-Ing. Peter Barth, Entwicklung
Siemens E-Car Powertrain Systems.



Bild 4: Siemens hat eine Lösung entwickelt, um im Elektroauto Motor und Inverter in einem Gehäuse zu integrieren.

nach vorgegebenen Kriterien (zum Beispiel „ist die Kupplung im Fehlerfall geöffnet“). Mögliche Stimuli sind zum Beispiel:

- / Drehmomente der Elektromaschine aufprägen.
- / Temperaturgrenzen der Leistungselektronik manipulieren.
- / Phasenstromgrenzen der Elektromaschine vorgeben.

Mithilfe dieser Bibliotheken können Anwender die abstrakten Testfälle anreichern. Hierfür verknüpft ein speziell entwickelter Generator die abstrakten Testfälle mit den Testdaten aus der relationalen Datenbank mit den geforderten Bibliotheksbausteinen. Im Ergebnis sind die konkreten Testfälle für die zu prüfenden Fehlermonitore in ECU-Test in wenigen Sekunden generiert.

Für die Testdurchführung stimuliert und manipuliert die in ECU-Test arbeitende Ablaufmaschine

automatisch über den HiL-Prüfstand das Testobjekt. Dadurch werden die Fehlermonitore ausgelöst und die Reaktionen des Testobjektes am HiL aufgezeichnet. Die erzeugten Messdateien beinhalten hoch abgetastete Signale, die in zeitkritischer Beziehung zueinander analysiert werden müssen. Die Software Trace-Check kann diese sicherheitskritischen Signalbeziehungen im Detail automatisiert kontrollieren und validieren, um bereits kleinste Abweichungen von Signalverläufen aufzudecken (Bild 1).

AUSWERTUNG

Die Testauswertung erfolgt implizit nach jeder Durchführung eines konkreten Testfalls. Alle angewendeten Stimulationen und die dazugehörigen Signalauswertungen speichert ECU-Test in einer Reportdatei, die der Ingenieur im Report-Viewer betrachten kann. Mit verschiedenen Filtereinstel-

Über die Firma und ihre Produkte Tracetronic, ECU-Test und Trace-Check

Lösungen, Dienstleistungen und Softwareprodukte zur **Entwicklung** und **Validierung** komplexer eingebetteter Systeme sind das Kerngeschäft von Tracetronic. Mit seinen **interdisziplinären Teams** aus Ingenieuren, Mathematikern und Informatikern unterstützt Tracetronic Kunden der internationalen Automobil- und Zulieferindustrie im gesamten Hardware- und Softwareentwicklungsprozess von der Erhebung der **Anforderungen** über die **Systemanalyse** bis hin zur Implementierung und Durchführung von **Tests**. Dabei setzt das Unternehmen auf neueste Technologien und Methoden sowie eigene Softwareprodukte wie ECU-Test oder Trace-Check.

ECU-Test: Als integriertes Testautomatisierungswerkzeug zur Spezifikation, Implementierung, Ausführung und Dokumentation von Testfällen dient ECU-Test der Absicherung komplexer technischer Produkte durch Regressionstests. Die Software unterstützt eine breite Palette von Testwerkzeugen und kann in jeglichen Testumgebungen (MiL, SiL, HiL, Fahrzeug) ar-

beiten. Sie zeichnet sich neben der hohen Wiederverwendbarkeit der Testfälle durch eine intuitive grafische Bedienoberfläche aus. Durch die Parametrierung, Strukturierung und generische Testbeschreibung sind die erzeugten Testfälle weitestgehend unabhängig von der spezifischen Testumgebungshardware/-software und somit in hohem Maße wiederverwendbar. ECU-Test bietet eine einheitliche und effektive Automatisierung der gesamten Testumgebung.

Trace-Check: Als leistungsstarkes Werkzeug zur automatischen Auswertung und Validierung aufgezeichneter Messdaten können selbst komplexe Anforderungen mit Trace-Check effizient und wiederverwendbar formalisiert werden. Im MiL-, SiL-, HiL-Betrieb oder auf Testfahrten gewonnene Messaufzeichnungen können mit dem Softwarewerkzeug analysiert werden. Dadurch kann der Prüflingenieur komplexe Echtzeitzusammenhänge identifizieren und sporadische Fehler aufdecken.

lungen und Ansichten ist der Testablauf nachvollziehbar und Abweichungen sind einfach und schnell analysierbar.

Ein von Tracetric implementierter Reportgenerator kann auch manuelle Nachtests kundenspezifisch dokumentieren. Ein weiterer Reportgenerator stellt die Traceability (Nachvollziehbarkeit) zum Testmanagement sicher. Wichtig hierbei ist, dass die Verknüpfung zwischen Requirement (Systemanforderungen) und Testergebnissen gewährleistet ist.

BENEFIT

Das generische Testkonzept ermöglicht Siemens E-Car Powertrain Systems eine umfangreiche und effiziente Absicherung der Fehlermonitore. Durch die strikte Trennung von Testdaten und Testablauf erfolgt die Testfallerstellung unabhängig von der Testdatenpflege. So lassen sich die vielen Fehlermonitore wartungsarm absichern und die Testfälle erweitern, etwa wenn sich die getestete Software oder die Systemanforderungen ändern.

Beim eigentlichen Test der Fehlermonitore stimuliert ECU-Test das Testobjekt, während Trace-Check

die aufgezeichneten relevanten Signale vollautomatisch analysiert. Die Entkopplung von Stimulation und Analyse ermöglicht eine zeitsparende parallele Bearbeitung und Durchführung der Testfälle. Am Prüfstand erfolgen ausschließlich Stimulation und Aufzeichnung. Die Auswertung kann nachgelagert und unabhängig vom HiL-Prüfstand geschehen, was die Nutzungsdauer des HiLs deutlich verringert und freie Kapazitäten für andere Aufgaben schafft.

Bereits anhand des Standardreports haben die Ingenieure erste Abweichungen aufgedeckt, wodurch sie die Softwarequalität des Steuergerätes frühzeitig verbessern konnten. Die automatische Weiterleitung der Testergebnisse an das Siemens-Testmanagement ermöglicht zudem stets einen aktuellen Überblick über den Testfortschritt und die Softwarequalität. Die automatische Generierung gewährleistet auch, dass alle konkreten Testfälle dokumentiert sind. Dies ist für manuelle Nachtests in verschiedenen Testumgebungen wie HiL oder Fahrzeug wichtig. Siemens E-Car Powertrain Systems konnte durch das neue Testkonzept von Tracetric beträchtliche Ressourcen und Kapazitäten einsparen. (lei) //

Autoren

Verena Jung
Siemens E-Car
Powertrain Systems.

Matthias Friedrich
Tracetric.

Jan Georges
Tracetric.



ÜBER 1 MILLION AUTOS STARTEN BEREITS HIERMIT ...



Maxwell verwendet hochreinen, aktivierten Kohlenstoff in seinen branchenführenden Ultrakondensatoren. Diese sind schnelle, kompakte Energiespeicher mit hohem Wirkungsgrad und hoher Leistungsdichte.

Sie werden zur Bordnetzstabilisierung, als Backup-Speicher, für die aktive Fahrwerksregelung und zur Bremsenergie-Rückgewinnung eingesetzt.

Weltweit sind sie in über 1 Millionen Fahrzeugen als Schlüsselkomponente im Start-Stopp System zu finden.

Maxwells **DuraBlue™ Technologie** erfüllt die höchsten Schock- und Vibrationsanforderungen – ideal für die wachsende Zahl von leistungshungrigen Anwendungen in den Transport-Märkten.

maxwell.com

Maxwell
TECHNOLOGIES
Enabling Energy's Future™