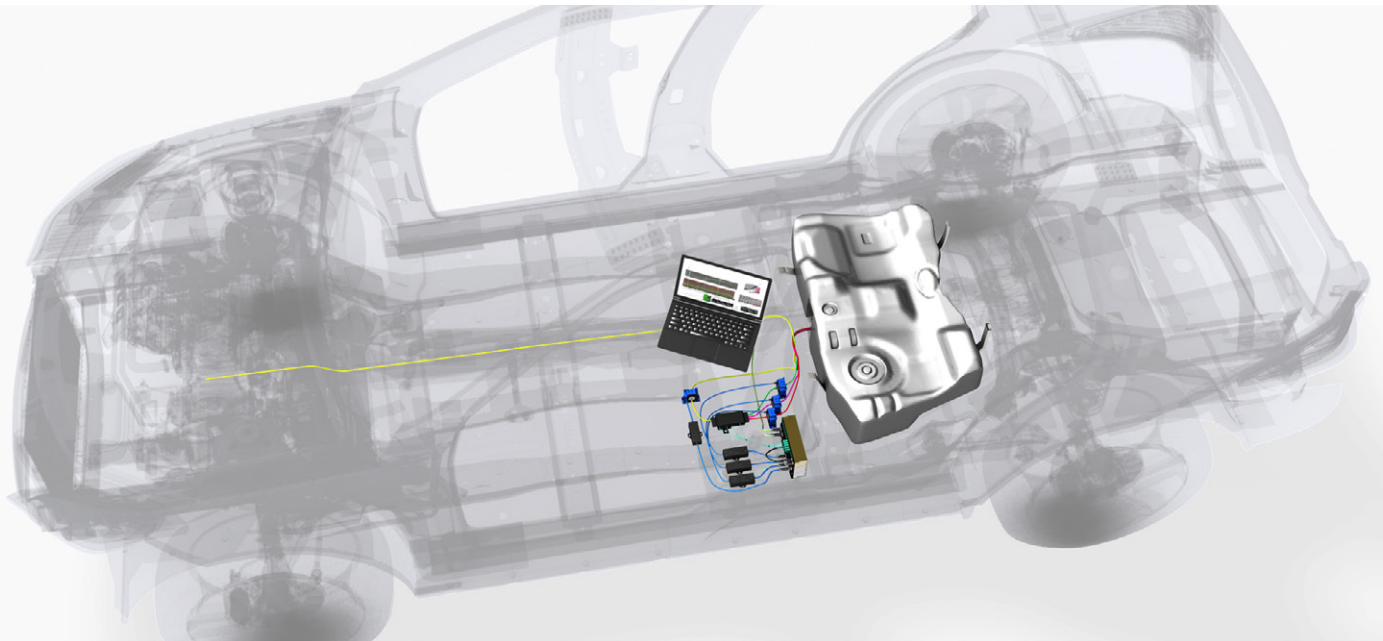


# Messtechnik für die Analyse hochdynamischer Ströme



## Strom- und Spannungsmessung

Um Kraftstoffverbräuche weiter zu minimieren, muss auch die Kraftstoffversorgung bedarfsgerecht geregelt werden. Die Aufzeichnung von Stromverläufen am Steuergerät der Kraftstoffpumpe über einen längeren Zeitraum soll verifizieren, ob dessen Sicherung richtig dimensioniert ist.



## Hintergrund

Die im Fahrzeug verbaute Diesel-Kraftstoffpumpe wird mit Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) betrieben. Die Ansteuerung erfolgt über das Kraftstoffpumpen-Steuergerät, das dafür ein pulsweitenmoduliertes Signal (PWM-Signal) mit einer Grundfrequenz von 16 kHz verwendet. Je nach Betriebsart können über den PWM-Ausgang Ströme von bis zu 25A fließen. Dabei wird in bestimmten Fällen (vor

allem im Winter bei kalten Temperaturen) die Sicherung ausgelöst. Um zu prüfen, ob das Steuergerät zu schwach abgesichert ist, müssen die tatsächlich auftretenden Stromverläufe am Eingang und Ausgang des Steuergeräts gemessen werden. Dazu sollen Testfahrten in unterschiedlichen Betriebs-situationen und unter verschiedenen klimatischen Bedingungen durchgeführt werden.



## Herausforderung

Der benötigte Strom für die Kraftstoffpumpe ist u.a. abhängig von der Viskosität des verwendeten Dieseldiesels. Nicht nur unterschiedliche Kraftstoffqualitäten und -zusammensetzungen können einen Einfluss auf die Fließeigenschaften des Kraftstoffs haben, sondern auch Umgebungs- und Kraftstofftemperatur. So kann die Erwärmung im Sommer dazu führen, dass der Kraftstoff dünnflüssiger wird, der Widerstand sinkt und die Pumpe schneller dreht. Wesentlich größere Auswirkungen hat das Versulzen des Dieseldiesels im Winter. Dabei flocken Paraffinpartikel im Kraftstoff aus und setzen sich am Kraftstofffilter ab. Die Kraftstoffpumpe muss eine höhere Leistung aufbringen, um die gleiche Menge Kraftstoff zu fördern. Es gilt also

herauszufinden, unter welchen Randbedingungen die Sicherung überlastet wird.

Gerade weil das nur selten passiert, ist es schwierig, das Phänomen nachzustellen. Die Charakteristik des PWM-Signals stellt dabei besondere Anforderungen an die Messtechnik. Um die realen Stromverläufe einschließlich temporärer Spitzenströme exakt bestimmen zu können, ist ein Oversampling mit Abtastfrequenzen im dreistelligen kHz-Bereich ratsam. Die Messdaten müssen synchron zueinander und zu internen Messdaten des Steuergeräts aufgezeichnet werden können.



## CSM Messtechniklösung

Die beschriebene Messaufgabe lässt sich mit einer Kombination aus einem Messmodul vom Typ **AD4 OG1000** und vier **LEM LF210-S/SP3 Sensorpaketen** lösen. Der Hall-Effekt-basierte Stromsensor des Sensorpakets bietet eine hohe Messgenauigkeit bei Nennströmen von max. 100A RMS. Die Grenzfrequenz für das Messsignal von 100kHz ist für das zu messende PWM-Signal mehr als ausreichend. So können auch kurzzeitige

Stromspitzen sicher erfasst werden. Das Steuergerät der Kraftstoffpumpe ist unterhalb des Fahrersitzes verbaut und gut zugänglich. Die vier dort verwendeten LEM Sensorpakete sind mit dem Messmodul AD4 OG1000 verbunden und messen jeweils eine der drei Phasen sowie zusätzlich die Versorgungsleitung des Steuergeräts.

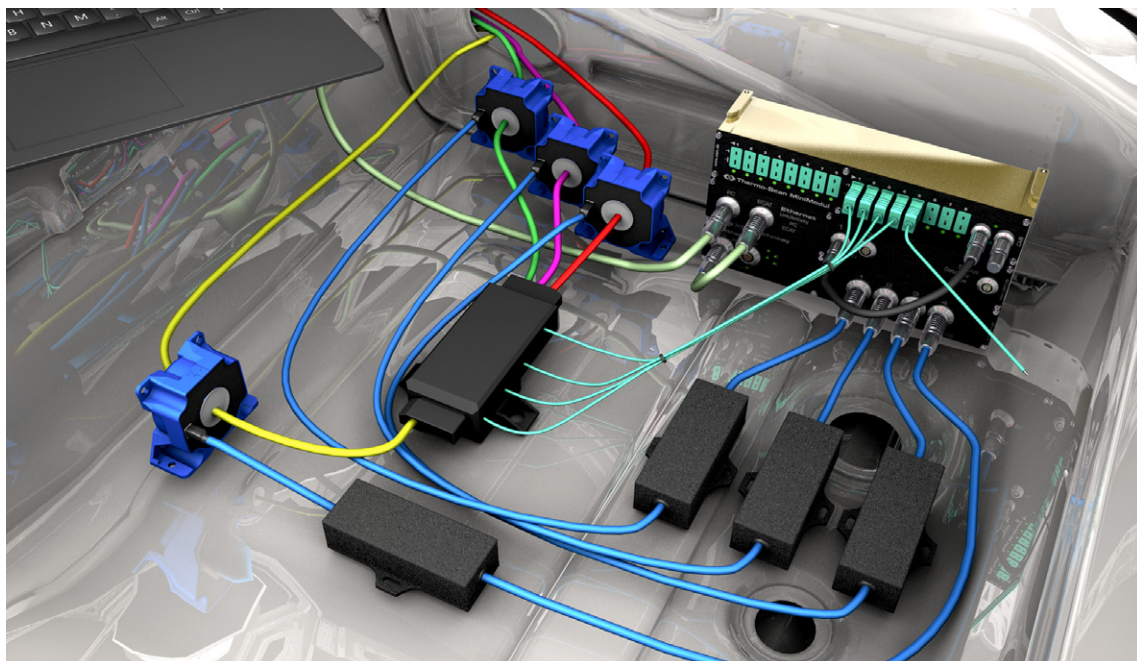
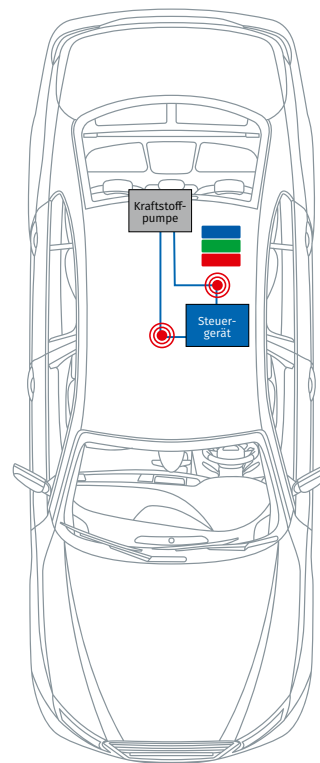


Abb. 1: Die LEM-Sensorkpakete messen die drei Phasen des Steuergeräts (grün, magenta, rot) sowie die Versorgungsleitung (gelb).

Das verbundene Messmodul bietet einen auf die LEM Sensorpakete abgestimmten Messbereich, Messdatenraten bis zu 1MHz und sorgt über die Distributed Clocks-Funktionalität für eine exakte Synchronisierung ( $\leq 1\mu\text{s}$ ) aller Messkanäle. Es sendet die synchronisierten Messdaten an einen CSM Protokollkonverter **XCP-Gateway pro**, an dem zusätzlich ein Temperatur-Messmodul vom **Typ TH16 pro** angeschlossen ist.

Dieses Modul misst neben der Innentemperatur des Fahrzeugs noch an mehreren Messpunkten die Oberflächentemperatur des Steuergeräts. Alle Messdaten werden dann an ein ETAS Interface ES595.1 übergeben, das zusätzlich Steuergerätedaten (Ströme, Tankfüllstand, etc.) aufzeichnet und an den Messrechner sendet, auf dem ETAS INCA in Verbindung mit dem CSM INCA AddOn ETH ausgeführt wird.

Das Messsystem konnte bereits sehr erfolgreich Testfahren während der Sommererprobung in Spanien absolvieren. Auch bei den Wintererprobungen in Schweden wird das System zum Einsatz kommen, denn der Kunde ist hochzufrieden: "Die Messgeräte erfüllen alles, was ich mir vorgestellt habe."



● Messstellen Sensorpakete  
■ ECAT AD Messmodul  
■ CAN TH Messmodul  
■ XCP-Gateway Protokollumsetzer



## Vorteile

Der beschriebene Aufbau mit schneller, EtherCAT®-basierter CSM Messtechnik ist über das XCP-Gateway pro voll kompatibel mit bestehender CAN-basierter Messtechnik. Der Kunde konnte so sein bereits vorhandenes Temperaturmessmodul problemlos in die Messkette integrieren; die Kombination von schneller und langsamer Messtechnik ist für ihn ein großer Vorteil. Auch die hier genutzte Möglichkeit, die Messdaten quasi zeitsynchron mit anderen in INCA eingebundenen Steuergeräten aufzuzeichnen, begeistert. Das komplette Messsystem wird mit nur einem einzigen Kabel mit dem Messrechner (Laptop) verbunden, was zusätzlichen Kabelsalat vermeidet.

Die Konfiguration und Inbetriebnahme der Messmodule über das CSM INCA AddOn ETH ist unkompliziert. Auch unerfahrene Anwender finden sich hier schnell zurecht. Im Testbetrieb ist es wichtig, dass die Messtechnik zuverlässig und störungsfrei funktioniert. Die CSM Messtechnik kann dieser Erwartung gerecht werden, wie der Kunde feststellt: "Leichter geht es fast nicht, denn ich konnte mich auf meine Arbeit konzentrieren und musste mich nicht um die Messtechnik kümmern!"



## Verwendete Produkte

### AD4 ECAT MM-Serie – Typ OG1000

Das Messmodul AD4 OG1000 ist optimal für genaueste Analysen von hochfrequenten Signalen mit Messdatenraten von bis zu 1 MHz pro Kanal geeignet. Es bietet eine hochgenaue, unipolare und kanalweise einstellbare Sensorversorgung von  $\pm 5$  bis  $\pm 15$  V DC für eine Vielzahl an Sensoren.



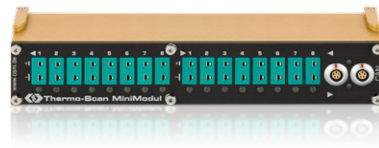
### XCP-Gateway-Serie

Die Protokollumsetzer der XCP-Gateway-Serie wurden speziell für die CSM EtherCAT®-Messmodule und für Messaufgaben mit vielen Messkanälen und hohen Messdatenraten entwickelt. Das XCP-Gateway ist in den Versionen „Basic“ und „pro“ erhältlich. Letztere verfügt über zwei CAN- Schnittstellen, über die CAN-basierte CSM Messmodule angeschlossen und in das Messdatenprotokoll XCP-on-Ethernet eingebunden werden können. Zudem können in der "pro"-Version Temperaturdaten aus den HV Breakout-Modulen direkt über EtherCAT® übertragen werden.



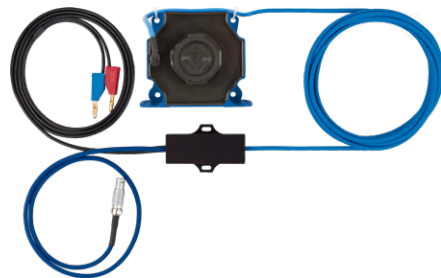
### THMM 16 pro

Das THMM 16 pro ermöglicht präzise dezentrale Temperaturmessungen mit Thermoelementen vom Typ K, J oder T. Dank der geringen Temperaturdrift liefert es sehr genaue Messergebnisse über den gesamten Betriebstemperaturbereich von  $-40$  °C bis  $+125$  °C.



### LEM-Sensorkpaket

Das LEM-Sensorkpaket ermöglicht eine schnelle und synchrone Strommessung. Mit diesem anschlussfertigen Sensorkpaket lassen sich in Verbindung mit den EtherCAT®-basierten AD4 ECAT Messmodulen hochdynamische Strommessungen (z. B. auch alle drei Phasen an einem Inverter) mit einer Grenzfrequenz von bis zu 200 kHz in einem Messbereich von bis zu  $\pm 1.250$  A durchführen.



Komplettlösungen aus einer Hand:

CSM stellt Ihnen umfangreiche Komplettpakete aus Messmodulen, Sensoren, Verbindungskabeln und Software zur Verfügung - zugeschnitten auf Ihre individuellen Bedürfnisse.

Weitere Informationen zu unseren Produkten erhalten Sie auf [www.csm.de](http://www.csm.de) oder per E-Mail unter [sales@csm.de](mailto:sales@csm.de).



**CSM GmbH Zentrale** (Deutschland)

Raiffeisenstraße 36 • 70794 Filderstadt  
☎ +49 711-77 96 40 ✉ sales@csm.de

**CSM Büro Südeuropa** (Frankreich, Italien)

Site d'Archamps  
178, rue des Frères Lumière • Immeuble Alliance – Entrée A  
74160 Archamps France  
☎ +33 450-95 86 44 ✉ info@csm-produits.fr

**CSM Products, Inc. USA** (USA, Kanada, Mexiko)

1920 Opdyke Court, Suite 200 • Auburn Hills, MI 48326  
☎ +1 248 836-4995 ✉ sales@csmproductsinc.com

**CSM** (RoW)

Vector Informatik (China, Japan, Korea, Indien, Großbritannien)  
ECM AB (Schweden)  
DATRON-TECHNOLOGY (Slowakei, Tschechien)  
Unsere Partner garantieren Ihnen eine weltweite  
Verfügbarkeit. Sprechen Sie uns einfach an.

Unser Unternehmen ist zertifiziert.



Alle erwähnten Marken- und Warenzeichen sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer.  
Irrtum und Änderungen jederzeit ohne Ankündigung vorbehalten.  
CANopen® und CiA® sind eingetragene Warenzeichen der Gemeinschaft CAN in Automation e.V.  
EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie, lizenziert durch die  
Beckhoff Automation GmbH, Deutschland.