

Hochvolt-Leistungsmessung

Wirkungsgradmessung am Hochvolt-Antriebsstrang

Der elektrische Antriebsstrang muss in vielen Entwicklungsphasen von modernen Elektrofahrzeugen getestet und geprüft werden: Zur Validierung von neuen Gesamtkomponenten wie E-Achsen von externen Anbietern, zum Test von Entwicklungsständen und Teilkomponenten, zur Qualitätsprüfung oder für Performance- und Benchmark-Tests. Im folgenden Beispiel wird gezeigt, wie der Wirkungsgrad des Antriebsstranges online mit dem Vector CSM E-Mobility-Messsystem berechnet wird.

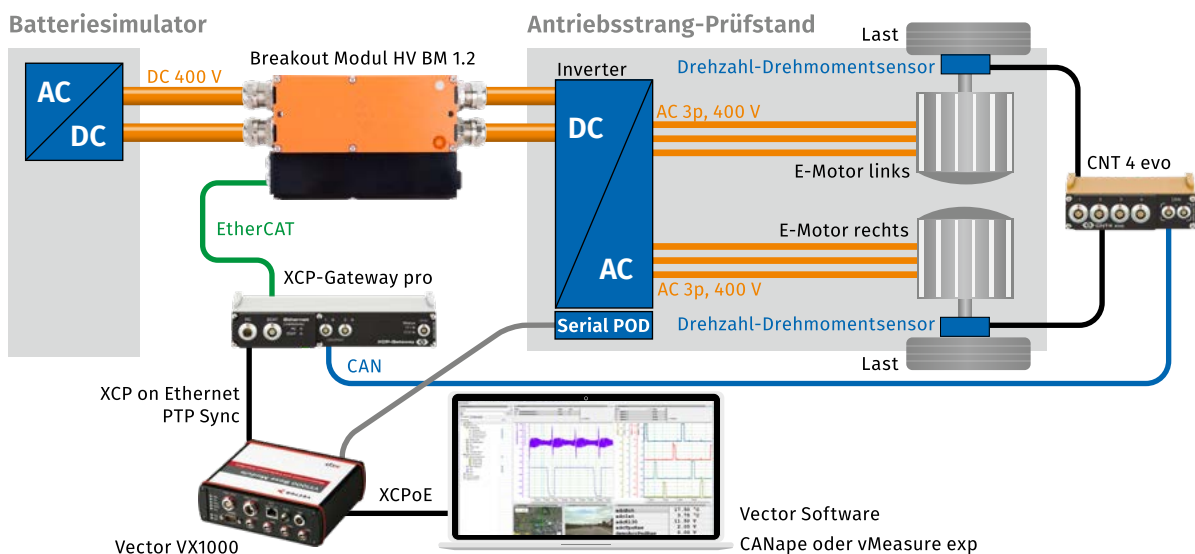


Abb. 1: Vector CSM E-Mobility-Messsystem zur Wirkungsgradmessung an einem Antriebsstrang. Der eMobilityAnalyzer zur Leistungsanalyse ist integraler Bestandteil der Vector Software CANape und vMeasure exp.

Hintergrund

Moderne Antriebsstränge sind vollintegriert, wodurch Leitungen zwischen den einzelnen Komponenten für gesonderte Messungen oft nicht mehr zugänglich sind. Lediglich am DC-Hochvolt-Batterieanschluss können noch Messungen vorgenommen werden. Aus diesem Grund hat sich die Messung des Gesamtwirkungsgrades zur Systemoptimierung für viele Tests durchgesetzt. Dabei muss nur das Verhältnis von mechanischer Ausgangsleistung zur

elektrischen Eingangsleistung gemessen werden. Für die Bestimmung des Wirkungsgradkennfeldes werden Lastpunkte angefahren, an denen die Leistungsmessung erfolgt. Die Kennfelder geben Aufschluss über die Auswirkungen von Softwareänderungen, neuen Komponenten oder Funktionsentwicklungen auf den Gesamtwirkungsgrad. Damit wird verifiziert ob Optimierungsziele erreicht sind.



Die Herausforderung

Die elektrische Antriebseinheit besteht im Beispiel (Abbildung 1) aus zwei dreiphasigen Achsmotoren an einem sechsphasigen Inverter. Die Herausforderungen dieser Messaufgabe liegen einerseits in der Messung der elektrischen Leistung in den Hochvolt-Leitungen zwischen Batteriesimulator und Inverter. Andererseits an der Erfassung der abgegebenen mechanischen Leistung an den Motorwellen. Hier muss die Erfassung der Drehzahl-Drehmoment-Sensordaten möglichst nahe an

der Messstelle erfolgen, um EMV-Störungen zu vermeiden. Durch die verteilte Messung der elektrischen und mechanischen Leistung muss sich das Messsystem demnach für dezentrale Messungen eignen. Das Zusammenspiel von Stellgrößen zur Parameterwahl des Antriebs, der synchronisierten Erfassung von Messwerten und der Echtzeitberechnung von Leistungswerten ist eine grundlegende Herausforderung bei der Prüfstandplanung.

Vector-CSM-Messtechniklösung

Die Lösung ist das Vector CSM E-Mobility-Messsystem: Eine abgestimmte Messkette aus HV-sicheren Breakout-Modulen, CAN Mini Modulen, ECU-Messtechnik und dem Software-Tool vMeasure exp oder CANape.

Die elektrische Eingangsleistung wird zwischen Batteriesimulator und Inverter mit einem HV Breakout-Modul (BM) 1.2 bestimmt. Das Modul misst Spannung und Strom von 50 bis 800 A an großen Verbrauchern, die mit getrennten Kabeln für HV+ und HV- versorgt werden, mit einer hohen Abtastrate von 1 MHz. Die Abtastwerte von Strom und Spannung werden über EtherCAT zur Leistungsberechnung ausgegeben.

Die HV+ und HV- Kabel werden entweder über Kabelverschraubungen sicher in das gekapselte Gehäuse geführt und angeschlossen (HV BM 1.2) oder direkt über ein PowerLok-Stecksystem mit dem Breakout-Modul verbunden (HV BM1.2 C). Die HV BM 1.2 C eignet sich besonders für den schnellen Wechsel, z. B. wenn nacheinander unterschiedliche E-Achsen auf dem Prüfstand getestet werden.

Die Messwerte der Drehzahl-Drehmomentsensoren für die mechanische Leistung werden über ein CAN MiniModul CNT4 evo erfasst.

Beide Messmodule werden über ein XCP-Gateway verbunden, das die EtherCAT- und CAN-Signale in XCP-on-Ethernet umwandelt.

Die Analyse der elektrischen und mechanischen Leistung sowie die Wirkungsgradberechnung erfolgt mit der Vector Software vMeasure exp oder CANape. Mit der eMobilityAnalyzer Funktionsbibliothek können vielkanalig Leistungsanalysen in Echtzeit durchgeführt werden.

Interne Messgrößen des Antriebssystems von der Leistungselektronik und des Elektromotors werden über die Vector-Schnittstelle VX1000 erfasst. Hierdurch können die internen Mess- und Stellgrößen des Prüflings mit den gemessenen Leistungswerten direkt korreliert werden. Alle Messdaten werden über das „Precision Time Protocol“ (PTP) synchronisiert.

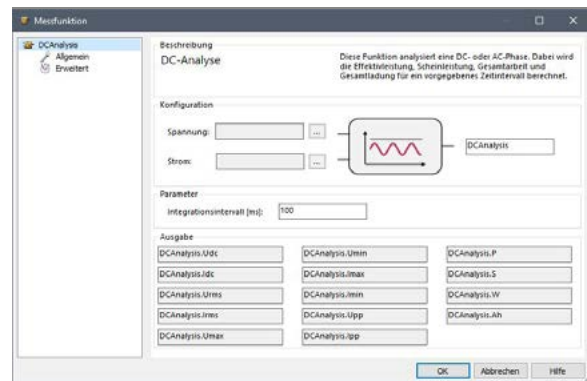


Abb. 2: Die DC Analysis Funktion zur Leistungsanalyse an einer DC Leitung. Die Eingangsgrößen sind die Abtastwerte des HV Breakout-Moduls 1.2 von Strom und Spannung. Über ein vorgegebenes Integrationsintervall werden die Effektivleistung, Scheinleistung, die Gesamtarbeit und die Gesamtladung berechnet.

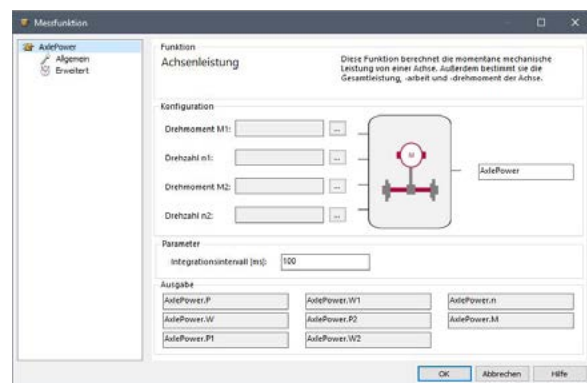


Abb. 3: Die Funktion Achsenleistung berechnet die momentanen mechanischen Leistungen aus den Signalen der beiden Drehzahl-Drehmomentsensoren an den Achsseiten und die Gesamtleistung der Achse.

Vorteile



Die aufeinander abgestimmte CSM- und Vector Messtechnik gestattet einen einfachen, dezentralen Messaufbau. Ein Messrack mit Leistungsanalytoren, Stromwandersystem und Transientenrecorder und den dazu notwendigen langen Messleitungen ist nicht mehr notwendig. Dadurch wird die Messkette verkürzt, die Qualität der Messung erhöht und die Komplexität des Messaufbaus ist wesentlich vereinfacht.

Durch die Messungen mit einem Breakout-Modul direkt in den Hochvolt-führenden Leitungen werden zusätzliche Schutzmaßnahmen und Fehlerquellen durch lange Versorgungsleitungen zum Beispiel für Stromwandler vermieden.

Wie alle Messmodule von CSM sind die Breakout-Module klein, robust und für die direkte Montage im Fahrzeug und Prüfstand ausgelegt. CSM liefert auf Anfrage Breakout-Module mit vormontierten HV-Leitungen, Steckern und Buchsen. Schnelle Messungen an Erprobungsträgern, die nur kurzfristig zur Verfügung stehen, lassen sich so einfach durchführen.

Mit den präzisen Messdaten der CSM-Messmodule berechnet der eMobilityAnalyzer die aktuell umgesetzte elektrische und mechanische Leistung sowie den Wirkungsgrad in Echtzeit mit höchster

Genauigkeit. Damit kann die Antriebsstrang-Performance genau analysiert werden.

Die Parametrisierung des Prüflings und die Erfassung von Messdaten erfolgt nur noch mit einem System. Die komplexe Anbindung von unterschiedlichen Messgeräten an das Automatisierungssystem des Prüfstandes entfällt.

Die Erweiterung mit zusätzlicher Sensorik, zum Beispiel für die Hochvolt-sichere Messung von Temperaturen im Inverter ist mit CSM HV MiniModulen nahe am Prüfling einfach umzusetzen.

Der exakt gleiche Messaufbau kann auch für Messungen unter realen Bedingungen auf der Straße eingesetzt werden. Damit werden erstmalig auch exakte Leistungsmessungen online während der Fahrt möglich. So können auf dem Prüfstand gewonnene Daten auch im Testfahrzeug auf der Straße überprüft werden.

Verwendete Produkte

HV Breakout-Modul - Typ 1.2

Das HV Breakout-Modul (BM) Typ 1.2 wurde für einphasige Messungen von Strom, Spannung und Leistung konzipiert. Es ist ideal geeignet für die Messung an großen Verbrauchern wie Elektromotoren, die mit separaten Kabeln für HV+ und HV- ausgestattet sind.

Das HV Breakout-Modul 1.2 ist in zwei Versionen zum Anschluss über Kabelverschraubungen oder PL500 Stecksystem (HV BM 1.2C) verfügbar.



CNT4 evo

Das CNT4 evo ist ein hochpräzises Messmodul für die Messung von Frequenzen bis 300 kHz, zur Ermittlung von Tastverhältnissen, zur Ermittlung von Perioden- und Pulsdauer sowie Ereignis-, Auf- und Abwärtszählung. Drehzahlen können direkt im Modul erfasst und als Wert auf den CAN-Bus ausgegeben werden. Zudem kann der Zeitversatz zwischen benachbarten Kanälen gemessen werden.



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.



Als Zubehör wurden in diesem Beispiel das ECAT-Interface-Kabel K420.1, das ECAT-Verbindungskabel K400.1 und das CAN-Verbindungskabel K70 verwendet.

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 oder per E-Mail unter 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.