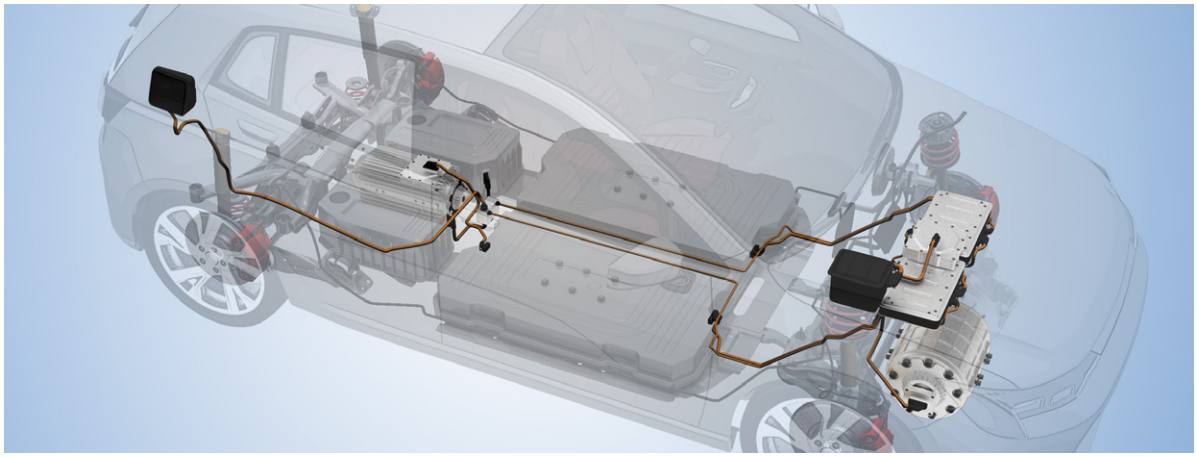
Schnelle Erfassung von Spannungs- und Stromverläufen an E-Maschinen

HV Strom- und Spannungsmessung

Die schnelle Erfassung und Analyse von Spannungs- und Stromverläufen ist eine oft wiederkehrende Anwendung bei der Entwicklung des elektrischen Antriebsstrangs, um mögliche Störungen wie Überschwingen zu erkennen. In diesem Anwendungsbeispiel wird ein realer Messaufbau beschrieben, bei dem Spannungen und Ströme von einer dreiphasigen, induktiv fremderregten Synchronmaschine mit HV Breakout-Modulen von CSM aufgenommen werden. Alle Grafiken zeigen am Prüfstand gemessene Daten mit 1 µs Zeitauflösung.



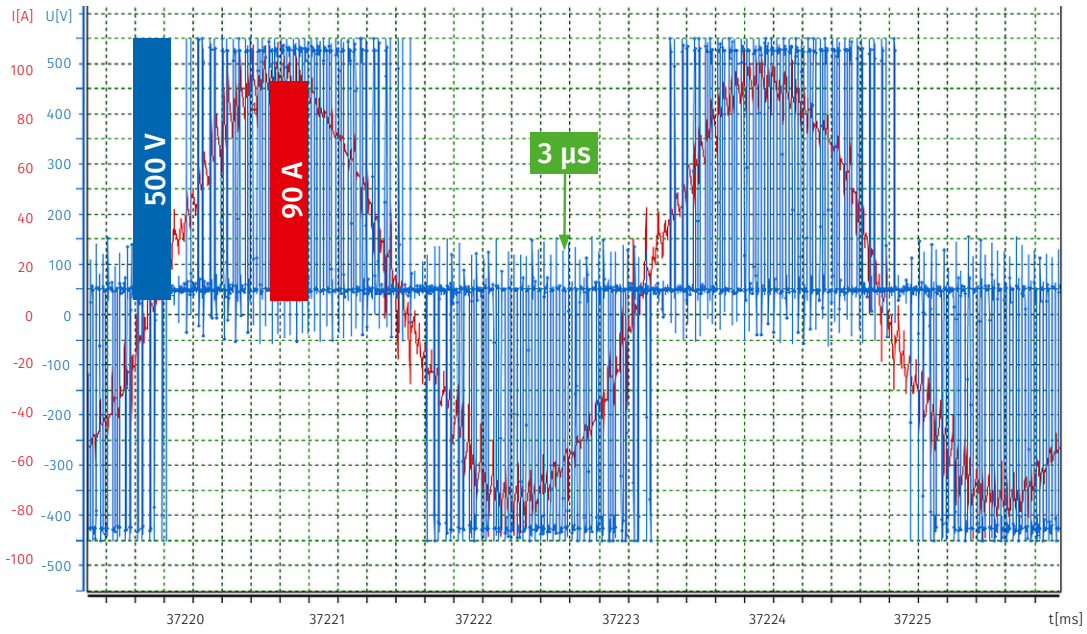


Abb. 1: Spannungs- und Stromverläufe einer Phase der dreiphasigen E-Maschine (bei 4500 U/min und 37 Nm)

Hintergrund

In jede Phase der dreiphasigen Synchronmaschine mit einer Nennleistung von 43 kW wurden hochvoltsichere Shunts in Form von CSM HV Breakout Modulen (HV BM) eingebaut (siehe Abb. 2). Die zu messenden Ströme lagen dabei im Bereich bis zu ±90 A. Außerdem wurden die drei Außenleiterspannungen gemessen. Die Batteriespannung lag bei 480 V. Der Motor wurde am Prüfstand durch Variation der Drehzahl und des abgenommenen Drehmoments verschiedenen Lastsituationen ausgesetzt.

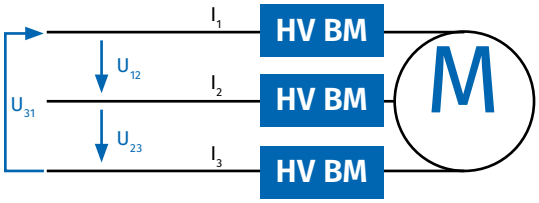


Abb. 2: Applikation der HV BM an der E-Maschine

Herausforderung

Der Inverter arbeitet mit einer Grundfrequenz von 24 kHz (41,6 µs), sodass eine zeitliche Auflösung der Messwerte im Mikrosekundenbereich nötig ist, um die kurzen PWM-Spannungspulse bei kleinen Lasten korrekt zu erfassen.

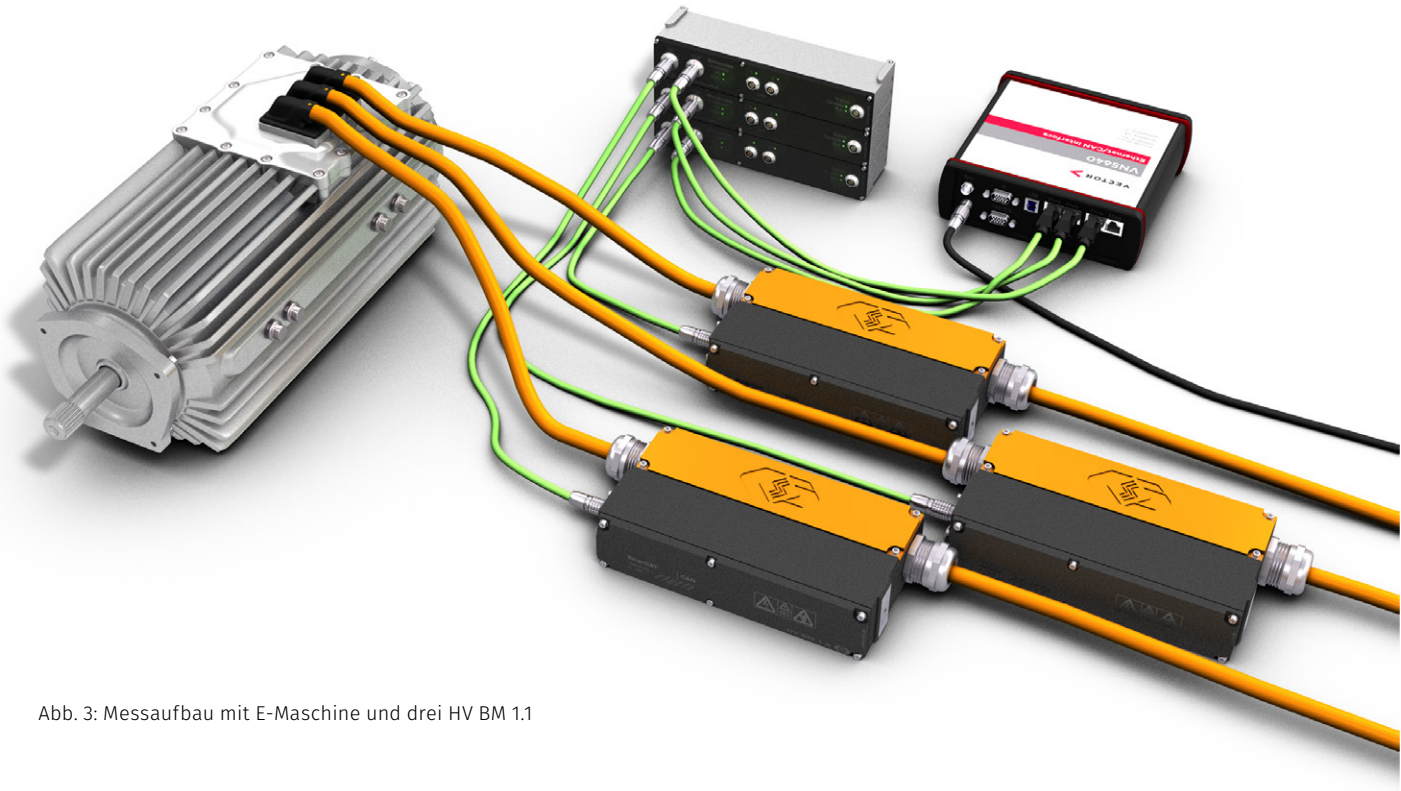


Abb. 3: Messaufbau mit E-Maschine und drei HV BM 1.1

CSM Messtechniklösung

Abb. 4 zeigt exemplarisch für eine Phase, dass die hohe zeitliche Auflösung der CSM HV BM von 1 µs die exakte Erfassung von sowohl Strom als auch Spannung erlaubt. Für die Datenaufzeichnung wurde CANape von Vector Informatik GmbH verwendet, denn CANape erlaubt die synchrone Erfassung der über XCP on Ethernet eingehenden Messdaten von über 16 MS/s (Mega-Samples pro Sekunde).

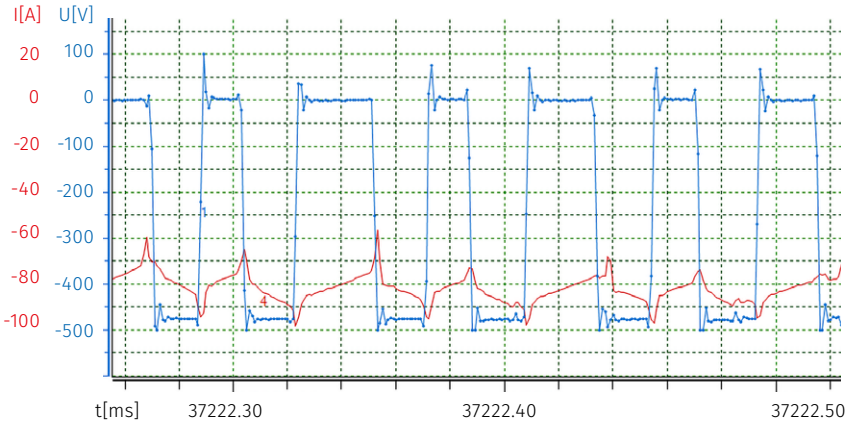


Abb. 4: Detailansicht der Spannungspulse einer Phase (bei 4500 U/min und 37 Nm)

In Abb. 5 sind die drei Außenleiterspannungen und die drei Leiterströme der E-Maschine dargestellt, die jeweils mit 1 MHz Abtastrate aufgenommen wurden. Die zeitliche Synchronisation der verschiedenen Messstellen liegt im Mikrosekundenbereich und kann sowohl über Hardware als auch über PTP (Precision Time Protocol, IEEE 1588) erfolgen, sodass Analysen der Wirkungsgrade oder Leistungsberechnungen mit hoher Genauigkeit vorgenommen werden können.

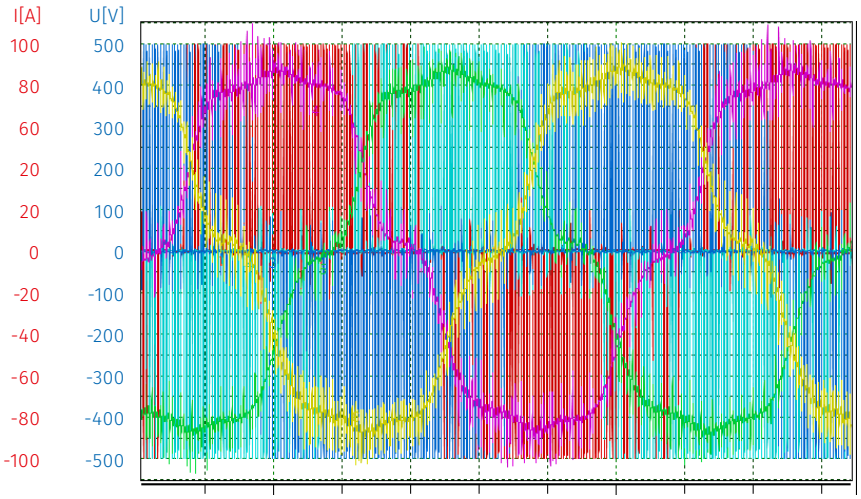


Abb. 5: Strom- und Spannungsverläufe aller drei Phasen (bei 2000 U/min und 37 Nm)

Erst die hohe zeitliche Auflösung von 1 µs der Messdaten und exzellente Synchronisation im Mikrosekundenbereich der sechs Messungen mit den drei HV BM von CSM erlauben die detaillierte Bestätigung von tatsächlichen, hochgenau gemessenen Werten mit Modellen, die bei der Entwicklung des Antriebsstrangs verwendet werden (siehe Abb. 6). Ebenso können mit diesem Messsystem unerwünschte Effekte oder Fehler detektiert werden.

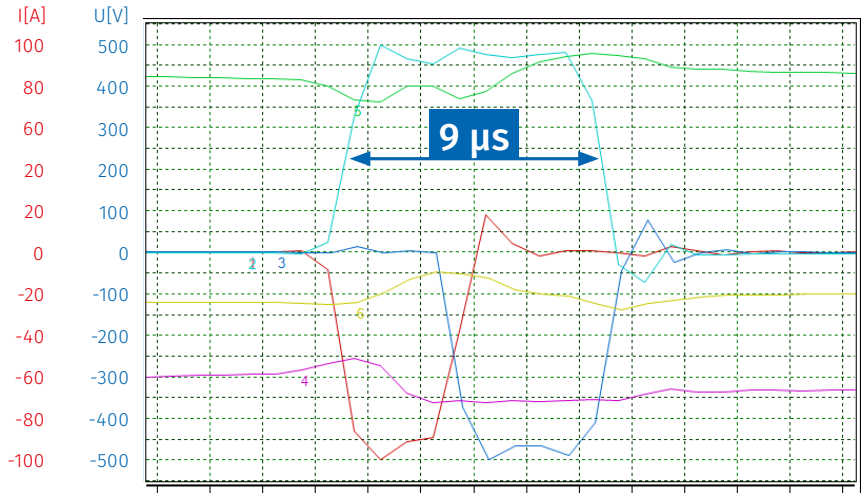


Abb. 6: Detailansicht der drei PWM-Spannungsverläufe und drei Leiterströme (bei 2000 U/min und 37 Nm)

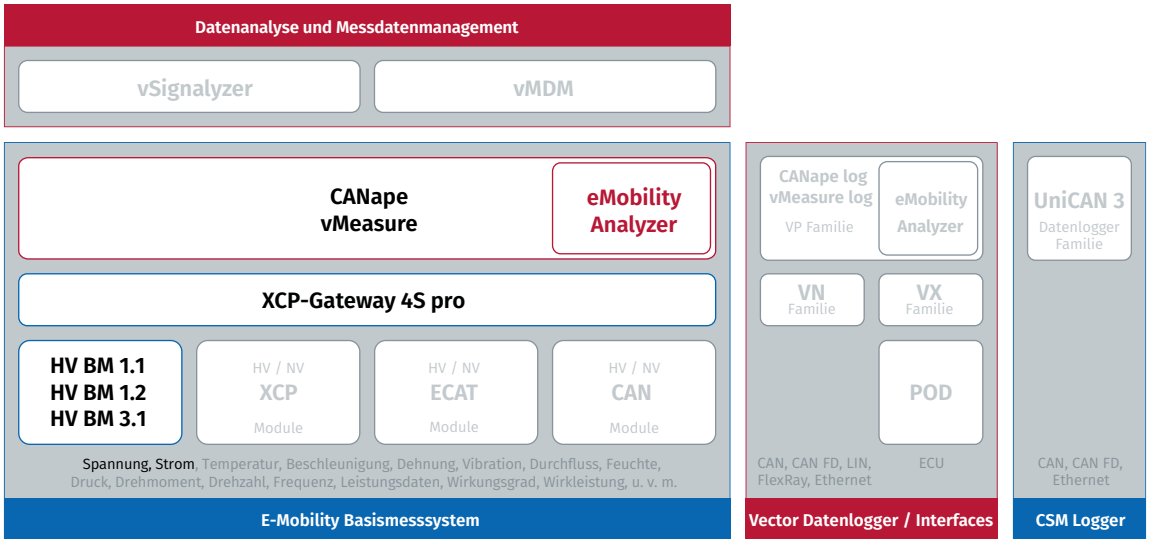


Abb. 7: Die schnelle Erfassung von Spannungs- und Stromverläufen an E-Maschinen in der Systematik des Vector CSM E-Mobility-Messsystems

Vorteile

Die HV Breakout-Module (HV BM) von CSM wurden speziell für sichere Messanwendungen an HV-spannungsführenden Kabeln konzipiert. Strom und Spannung werden im HV BM synchron erfasst, und die Momentanleistung kann bei Bedarf in Echtzeit im Modul berechnet werden. Das HV BM gibt die Messdaten (U, I, P) mit einer maximalen Datenrate von bis zu 1 MHz (1 µs) über die EtherCAT®-Schnittstelle aus, sodass die Anforderung nach der zeitlichen Auflösung im Mikrosekundenbereich erfüllt ist. Durch Wahl eines geeigneten Messshunts für die Strommessung und mit den einstellbaren Messbereichen von Spannung und Strom kann das HV BM optimal für die Messaufgabe konfiguriert werden. Die Genauigkeiten der Strom- und Spannungsmessung sind mit den HV BM besser als 0,2 %. Dank XCP-Gateway Protokollumsetzer können die EtherCAT®-basierten HV BM über das Messdatenprotokoll XCP-on-Ethernet mit dem angeschlossenen Rechner kommunizieren, auf dem die Datenerfassungssoftware – in diesem Fall Vector CANape – läuft.

Verwendete Produkte

HV Breakout-Modul – Typ 1.1 | 1.2

Die HV Breakout-Module (BM) Typ 1.1 und Typ 1.2 wurden speziell für einphasige Messanwendungen an HV-Spannung führenden Kabeln konzipiert. Strom und Spannung werden gemessen und die Momentanleistung wird online im Modul berechnet.

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

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.

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
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.

Unser Unternehmen ist zertifiziert.

ISO 9001, ISO 14001
Zertifiziertes Integriertes Managementsystem für Qualität und Umwelt
www.tuev-sued.de/ms-zert

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-K-15214-01-00

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.

Copyright © 2022 CSM Computer-Systeme-Messtechnik GmbH

Schnelle_Erfassung_an_E-Maschinen_UC_0200_DEU
14.11.2022