

Elektromagnetische Verträglichkeit prüfen

Umfassende EMV-Tests von Hochvolt-Elektroantrieben

Die Antriebe von Elektroautos verfügen über hohe Betriebsspannungen. Letztere beeinflussen deutlich das Verhalten der Elektronikkomponenten und Hochvoltkabel auf elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) negativ. Der EMV-Spezialist Mooser EMC Technik GmbH bietet spezielle Messverfahren und Messkabinen, mit deren Hilfe elektromagnetische Störungen sicher detektiert und beseitigt werden können.

Jakob Mooser

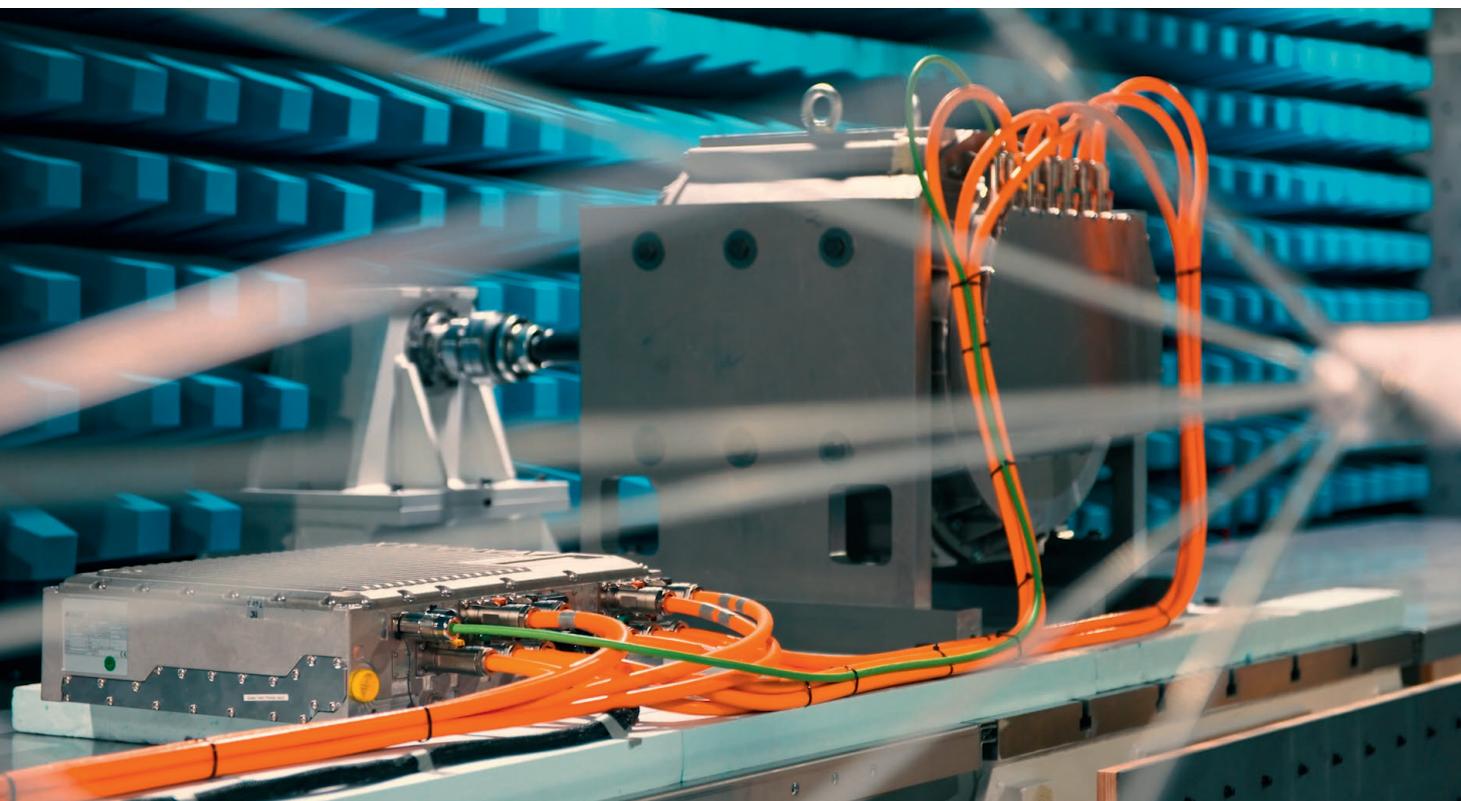


Bild 1: Typischer Messaufbau für eine Hochvolt-Applikation. © Mooser

Hochvolt-Antriebe in batterieelektrischen Fahrzeugen operieren aktuell meist mit einer Spannung von etwa 400 V. Zunehmend nutzen moderne Elektrofahrzeuge aber auch eine Spannung von 800 V. Der wesentliche Vorteil der höheren Spannung besteht darin, dass für die gleiche elektrische Leistung eine geringere Stromstärke erforder-

lich ist. So werden höhere Fahr- und Ladeleistungen leichter realisiert, denn hohe Ströme lassen sich nur schwer handhaben. Weitere Vorteile bei einer hohen Betriebsspannung sind dünnere Kabel mit geringerer Leiterquerschnittsfläche, was Material, Gewicht, Kühlung (Energie), Komplexität und Kosten spart.

Neben unmittelbaren Antriebskomponenten wie Batterien, E-Motoren, Invertern oder Brennstoffzellen sind im Fahrzeug noch weitere Systeme an das Hochvolt-Bordnetz angeschlossen. Etwa die elektrisch unterstützte Lenkung, elektrische Heizer und Lüfter, die Klimaanlage, DC/DC-Spannungswandler, Onboard-Ladegeräte oder auch



Bild 2: Erfahrene Ingenieure, die eine Hochvolt-Sicherheitsschulung absolviert haben, betreuen die Messvorgänge. © Mooser

kontaktlose Energie-Übertragungssysteme.

Hochvolt-Systeme haben aber einen gravierenden Nachteil: Sie senden wesentlich höhere elektrische Störungen aus und erzeugen stärkere Magnetfelder als Systeme mit niedriger Spannung. Die Störfelder können sowohl Menschen in ihrer Nähe beeinflussen, als auch im Automobil andere elektronische Systeme empfindlich beeinträchtigen, etwa zur Fahrerassistenz oder für das automatisierte Fahren, die elektrisch unterstützte Lenkung und den Radio- und Telefonempfang.

Pionier bei Testverfahren und Messkabinen

Deshalb ist es wichtig, dass Hochvolt-Systeme besonders konstruiert und geschirmt werden, damit elektromagnetische Störungen nicht in die Umgebung austreten. Schon vor etwa 15 Jahren haben sich die Ingenieure von Mooser Gedanken gemacht, wie elektrische Antriebe mit hoher Leistung und hoher Betriebsspannung zu testen sind. Ein Ergebnis dieser Überlegungen war 2008 die erste eCHAMBER, ein neues Prüfstandskonzept speziell für Hochvolt-Elektroantriebe und elektrisch angetriebene Nebenaggregate, das diese Störungen zuverlässig und gründlich aufspürt. Die aktuell elf eCHAMBER haben im Mooser-Labor und in Kundenhand – zum Beispiel in China und Südkorea – bei vielen Komponenten- und Antriebsstrangs-Tests ihre Leistungsfähigkeit bereits unter Beweis gestellt. Der Prüfstand setzt Maßstäbe durch

Antriebskonzept, Messmethoden und Messpräzision. In ihm werden EMV-Tests an E-Motoren, Invertern, Getrieben, Kupplungen, Hybridgetrieben, Abtriebswellen und Achsen durchgeführt. Diese Komponenten lassen sich einzeln oder im Verbund bei variablen Drehzahlen und Drehmomenten auf EMV-Aspekte testen. Eine installierte Antriebs- und Bremsleistung von bis zu 250 kW, Spannungen von maximal 1000V und Stromstärken von bis zu 500 A erfüllen die Erwartungen der Anwender. Damit werden Antriebsstränge bis zu 500 kW Spitzenleistung untersucht. Für E-Antriebe in Omnibussen und Trucks wurde eine eCHAMBER mit noch größeren Abmessungen (Prüflinge bis 1000 kg) entwickelt.

Auch die Batterie für den elektrischen Antrieb prüft Mooser in vielen Details. Alle Messungen sind im Lade- und Entladezustand der Batterie zu bewerten, außerdem muss der Messaufbau realitätsnah sein, damit die Ergebnisse wie im Fahrzeug zustande kommen. Dafür wird in den Messkabinen die fahrzeugspezifische Umgebung der Batterie simuliert.

Messverfahren und Prüfnormen

Mooser nutzt zur EMV-Bestimmung bei Hochvolt-Systemen unterschiedliche Messverfahren, die überwiegend in international gültigen Regelwerken beschrieben und anerkannt, oder von den Automobilherstellern selbst definiert worden sind. Einige Messverfahren hat das Unternehmen selbst entwickelt. Sehr große Bedeutung haben inzwischen Messungen von hochfrequenten Störungen auf Motorwellen sowie für die Kopplung von hochfrequenten Inverter-Störungen durch den Motor und durch das mechanische Getriebe bis in die Achsen erlangt. Mooser kann diese Störungen vom Inverter durch den Motor und das Getriebe sogar ohne physischen Inverter simulieren. Das spart viel Entwicklungsaufwand und Zeit und verbessert die Güte der EMV-Maßnahmen schon in einem sehr frühen Entwicklungsstadium entscheidend. Außerdem werden in den Mooser-Messkabinen Kopplungen von Hochvolt- in Niedervolt-Elektroarchitekturen untersucht, die entweder durch physischen Kontakt oder in Form eines Strahlenfeldes wei-



Bild 3: Im Temperaturschrank für Hochvolt-Komponenten sind elektrische Tests von -45 bis + 185 °C möglich. © Mooser

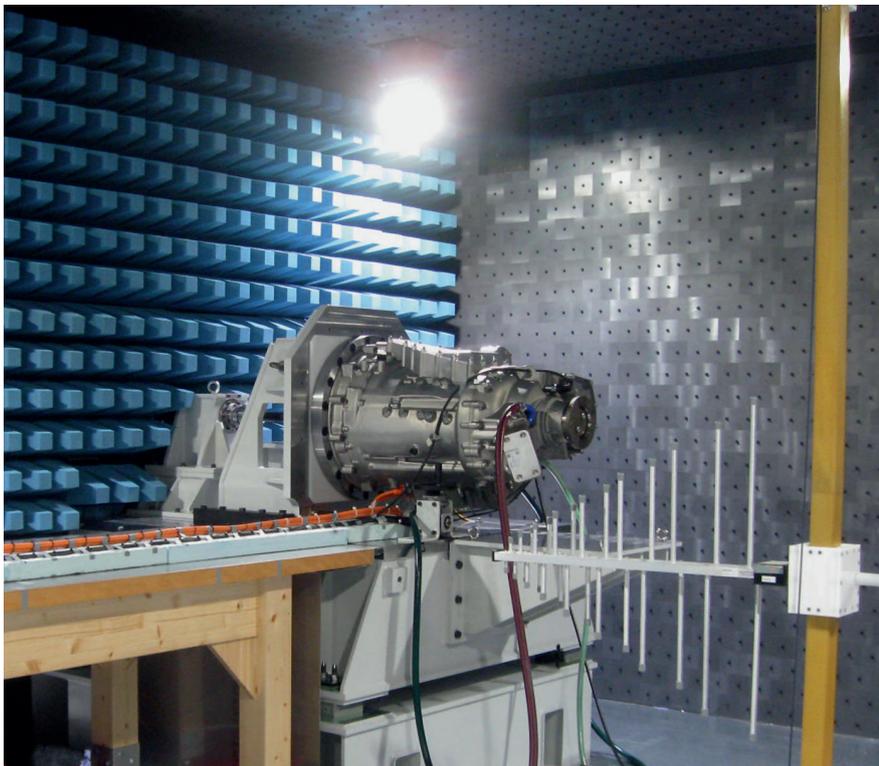


Bild 4: Hochvolt-Messung an einem Nutzfahrzeug-Getriebe in der eCHAMBER. © Mooser

tergeleitet werden.

Genaueres Messen beginnt mit der Prüfplanung und Prüfvorbereitung sowie einem Aufbau, der die Bedingungen des Systems möglichst realitätsnah nachbildet. Ein fehlerhafter Prüfaufbau kann ohne weiteres zu Fehlergebnissen von 20 bis 30 dB führen.

Bei der Testplanung profitieren die Mooser-Ingenieure von der jahrzehntelangen Mitarbeit in nationalen und internationalen Normengremien. Die Initiative für die Hochvolt-Normen CISPR 25–4 und ISO/TS 7637–4 wurde durch Mooser angeregt und stark beeinflusst. Mit der Entwicklung der eCHAMBER hat Mooser 2008 auch die Normung initiiert, ebenso die Normung für die Chamber-Validierung nach der Langdrahtmethode. Die meisten Grundlagenmessungen für all diese Normen sind im eigenen Labor in Ludwigsburg durchgeführt worden.

Messkabinen mit moderner Ausstattung

Die Messtechnik von Mooser umfasst am Standort Ludwigsburg vier E-Chamber und zehn weitere Absorberkabinen. Jede E-Chamber und jede Absorberkabine verfügen über eine komplette EMV-Messtechnik mit Leistungsverstär-

ker für hohe Feldstärken und eine Flüssigkeitskühlung für die Prüflinge. Am Standort Egling südlich von München betreibt Mooser zwei weitere Absorberkabinen für Hochvolt-Messungen und

INFO

Messnormen und Verfahren, die Mooser bei EMV-Tests an Hochvolt-Systemen anwendet:

- ISO/TS 7637–4
- CISPR 25 für Kopplungen von Hochvolt- in Niedervolt-Elektroarchitekturen sowie für die Störaussendung von Komponenten und Fahrzeugen.
- LV123, LV 124, VDA 320 und OEM-Spezifikationen für Spannungswelligkeit, Spannungsdynamik und Spannungsübergänge.
- ICNIRP für die Überprüfung von Personenschutzwerten.
- FFT-Tests (Fast-Fourier-Technik)
- ISO 11452–8 für technische Magnetfelder Störfestigkeit.
- OEM-Spezifikationen, Mil 461 G und VG 95373 für technische Magnetfelder Störaussendung.

zwei Absorberkabinen für normale CISPR/ISO-Messungen. Jede dieser Kabinen ist nach der CISPR25–4 Langdrahtmethode und dem Chambervalidierungs-Verfahren qualifiziert.

Ergänzend verfügt Mooser über einen Messplatz mit Temperaturschrank für elektrische Tests an Hochvolt-Komponenten. Dort sind elektrische Tests wie etwa Micro Cuts, Restwechselspannung oder Ground Shift möglich. Der Schrank hat ein Volumen von 1 m³ und realisiert Temperaturen von minus 45 bis plus 185 °C. Eine solche Einrichtung gibt derzeit kein zweites Mal in einem EMV-Labor. Sowohl am Standort Egling, als auch in Ludwigsburg wird der Anteil an Hochvolt-Tests durch den Zuwachs an Elektromobilität in Zukunft stark zunehmen.

Jeder Kunde, der seine Hochvolt-Komponenten bei Mooser auf EMV testen lässt, kann sich auf ein umfassendes Leistungs- und Qualitätsversprechen verlassen. So verfügt Mooser über ein umfassendes und modernes Messequipment für jede Aufgabenstellung bezüglich Hochvolt-Applikationen in Straßenfahrzeugen. Aber nicht nur dort: auch für Hochvolttests für Schienenfahrzeuge, für Flugzeuge und für Militärtechnik hat die Messtechnik von Mooser ihre Leistungsfähigkeit bereits unter Beweis gestellt.

Bedient wird die Technik von erfahrenen Ingenieuren, die teilweise jahrzehntelange Erfahrung mit EMV-Aspekten und Hochvolt-Technik haben. Für jedes Projekt ist ein Mooser-Ingenieur als vom Anfang bis zum Ende verantwortlicher Ansprechpartner definiert. Er und viele weitere Mitarbeiter verfügen über eine spezielle Hochvolt-Sicherheitsschulung, denn Arbeitssicherheit wird bei Mooser großgeschrieben. ■

Jakob Mooser GmbH
Mooser EMC Technik GmbH
www.mooser-consulting.de



Jakob Mooser ist geschäftsführender Gesellschafter der Jakob Mooser GmbH und der Mooser EMC Technik. © Mooser