

## Für Flexray-Netzwerke

# Die EMV-Prüfung rückt ins Zentrum der Fahrzeugtests

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) hat sich zum Schlüsselgebiet der Prüfung von Bussystemen entwickelt. Mit steigender Anzahl der Steuergeräte im Fahrzeug und steigender Anzahl der Funkdienste dreht sich alles um die Frage: wie können all die Geräte trotz stärkster Hochfrequenzeinstrahlung zuverlässig miteinander arbeiten?

Es kann dem Steuergeräteentwickler nicht erspart werden, sein EMV-Design entsprechend zu gestalten und opti-

Fahrzeugs geschaffen und auch beim oder im Auto verwendet werden.

Wenn Teile der Komfortelektronik, die der Anwender selbst als nicht betriebsnotwendig erachtet, sporadisches Fehlverhalten zeigen, kratzt das

bereits sehr am Image des Autoherstellers.

zu gehen, fordern Autohersteller Einstrahllimits mit immer höherer Feldstärke, heute mit bis zu 200V/m bereits fünffach höher, als einem Menschen zugemutet werden darf. Nur das Auto muss ein Vielfaches des Fahrers aushalten. Dieses Ausweiten der Limits gilt auch für den geforderten Frequenzbereich. War im Jahr 2000 bei 1GHz Schluss, wird heute bis 3GHz und mehr geprüft.

## Problemzone Heckscheibe

Ähnlich verhält es sich mit der umgekehrte Richtung: galt es früher, keine hohen Pegel in die Fahrzeugumgebung entkommen zu lassen und traf die Nahentstörung lediglich die Zündanlage, damit das Autoradio mit UKW-Mono-Empfang zufriedenstellend funktionierte, hat sich auch hier das Bild gewandelt. Nicht nur Handy, Bluetooth, Betriebsfunk und weitere Funkdienste etwa für Behördenfahrzeuge kamen hinzu. Mittlerweile ist die Autoantenne ans andere Ende des Fahrzeugs in die Heckscheibe gewandert. Dort, wo die dritte Heckleuchte mit serieller Datenkommunikation und gepulsten LEDs im wahrsten Sinne des Worts hineinfunkt. In skandinavischen Ländern etwa reichen aufgrund der günstigen Topologie UKW-Sender weit über 100 km. Das Antennensignal ist dann aber so schwach, dass die erlaubte Störeinkopplung aller Steuergeräte auf das Antennensignal nur noch  $-6 \text{ dB}\mu\text{V}$  ist. Also ein halbes Microvolt. Wenn man weiß, dass etwa bei einem Commonrail-Dieselmotor die Einspritzventile mehrmals pro Arbeitstakt extrem schnell angesteuert werden müssen, und das jeweils mit An-

mieren, was gelegentlich mit unerwartetem Zusatzaufwand und Redesigns verknüpft ist. Aber wenigstens die Hilfsmittel dazu sollten ihm das Arbeiten erleichtern und nicht zusätzlich erschweren.

## Die Herausforderung

Es ist nahezu nicht vorhersagbar, welcher EMV-Einkopplung das Auto künftig ausgesetzt sein wird, welche starken Funkdienste während der Lebensdauer des

Aber unter gar keinen Umständen darf es Ausfälle geben, die zu Personenschäden führen. Deswegen gelten für alle Teile des Antriebsstrangs, Lenkung, Airbag u. dergl. noch höhere EMV-Anforderungen als für den Rest des Fahrzeugs. Nur, wie legt man da richtig die Limits fest? Normen helfen nur teilweise weiter. Immerhin geht es da um Vorhersagen für die heute nicht einmal noch angedachten Funkdienste der nächsten 20 Jahre. Aus dieser Unsicherheit heraus, einfach, um auf Nummer sicher

### AUTOR



Wolfgang Dittrich ist Steuergeräteentwickler mit Schwerpunkt EMV-gerechtes Design und Senior Hardware Engineer bei TT-Tech Automotive in Wien

zugsleistungspulsen in der Größenordnung von etwa 1kW, dann ist klar, das ist keine leichte Aufgabe.

### Wie wird geprüft?

Nun, bei Fahrzeugen mit 50 und mehr Steuergeräten ist klar, dass eine Abnahmeprüfung am Komplettfahrzeug am Ende des Entwicklungszyklus nicht reicht. Bereits an den ersten B-Muster-Steuergeräten muss eine Komponentenprüfung mit teilweise noch höheren Limits als im Fahrzeug erfolgen. Da dies eingestrahlt selbst bei einer Antenne in nur 3m Entfernung bereits Sendeleistungen von 1kW und mehr erfordern würde, wird statt dessen gerne eine induktiv gekoppelte Methode gewählt, mit der die Hochfrequenz direkt in die Kabel einspeist wird (BCI – bulk current injection). Bei all diesen Messungen befindet sich der Prüfling im abgeschirmten Messraum. Seine Beschaltung, soweit möglich, ist auch im Messraum. Allfällige Schnittstellen, wie andere Geräte, mit denen der Prüfling betriebsmäßig kommunizieren muss, werden durch aufwändige Filter nach außen zum Bedienstand geführt. Allerdings erlauben die Kabinendurchführungsfilter gerade einmal Bitraten bis max. 10kBit/s. Selbst der Low-Speed-CAN im Karosseriebereich mit 125 kBit/s ließe sich damit nicht betreiben. Daher sind in EMV-Labors CAN-Umsetzer im Einsatz, meist kleine aus dem Vollen gefräste und dutzendfach hochfrequenzdicht verschraubte Aluminiumblöcke, welche die elektrische Verbindung auftrennen und die Signalübertragung mit Lichtleitern durch die Kabinenwand hindurch ermöglichen. Diese Art der Signalübertragung verhindert jegliche Hochfrequenzübertragung in die Messhalle hinein oder aus der Halle heraus.



Bild 1: TTX-Optical Link ist bereits seit 2007 bei Kunden aus der Automobilindustrie im Einsatz. (Bilder: TTTech)

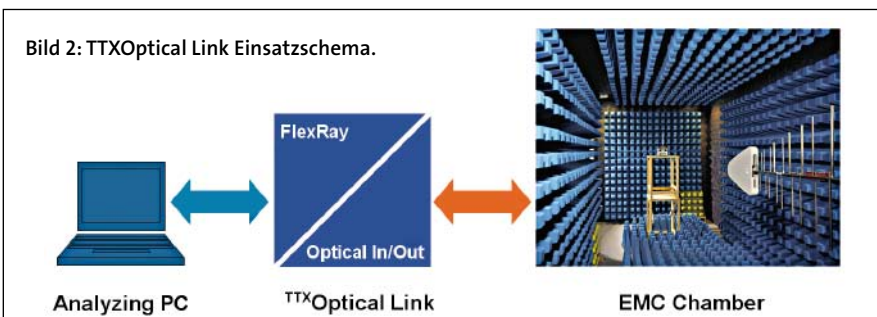
Diese Geräte müssen durch entsprechend aufwändiges Design noch höhere Pegel aushalten als die Prüflinge, sei es gestrahlt oder leitungsgekoppelt (BCI). Damit man bei CAN-Ausfall sicher sein kann, der Prüfling ist unzureichend und nicht das Laborequipment hat versagt. Das Gleiche gilt bezüglich Abstrahlung. Der CAN-Umsetzer darf nur Störungen in der Größenordnung des Hallen-/Messemfüngerrauschens oder darunter produzieren. Schließlich will man ja die Abstrahlung des Steuergeräts im Normalbetrieb messen, und nicht die der Zusatzeinrichtungen, die man in die Messhalle reingestellt hat. Da sich die Störabstrahlungen aller Steuergeräte im Fahrzeug summieren, sind auch die erlaubten Abstrahlpegel für ein einzelnes Steuergeräte extrem niedrig. Aus diesem Grund sind die Umsetzer batteriebetrieben, um nur ja keine Störspannung durch die Stromversorgung zu erhalten oder gar über die Stromzuleitung selbst abzustrahlen. Nachdem ein Messtag 8 Stunden dauert, muss die Batterie auch mindestens so lange ohne Aufladung durchhalten. Gleichzeitig dürfen all diese Maßnahmen keine signifikante Auswirkung auf den eigentlichen Zweck, die CAN-Übertragung, haben, also besonders auf das CAN-Bittiming. Bei 500 kBit/s, die übliche Übertragungsrate im Powertrain-CAN gar keine leichte Aufgabe. Immerhin muss eine Beeinflussung

der Bitlänge unter 200 ns oder 10% der Bitzeit bleiben. Und das trotz doppelter Umsetzung (elektrisch – optisch – elektrisch) und mit Einwirkung von EMV-Feldstärken bis über 200V/m.

### Besonderheiten bei FlexRay

Nun, wo FlexRay zunehmend zum Einsatz kommt, war klar, ein optischer Link für FlexRay muss her. TTTech Automotive, eine auf die Entwicklung von FlexRay-Lösungen spezialisierte Tochter von TT-Tech, hat dafür den TTXOptical Link (Bild 1) entwickelt. Die Aufgabenstellung war leicht zu definieren: gleiche Anforderungen und gleiche Lichtleiter wie bei CAN-Übertragung, gleiche (prozentuelle) Anforderungen an Bitlängenbeeinflussung. In der Praxis ist das schon ein wenig schwerer: FlexRay kennt im Gegensatz zu CAN, wo es nur dominant und rezessiv gibt, drei unterschiedliche Pegelzustände. Es ist also eine zusätzliche Signalverarbeitung, die das korrekt interpretiert, nötig. Auch ist die Übertragungsfrequenz ungleich höher: bei 10 Mbit/s sind 10% einer Bitzeit gerade einmal 10 ns. Für einen doppelten Umsetzer ist eine Bitverzerrung (asymmetric delay) von < 10 ns auch ohne EMV eine sehr strenge Anforderung. Dies erfordert extrem schnelle Signalverarbeitung. Schnell bedeutet leider auch mehr hoch- und höchstfrequente Anteile, die bei nicht optimalem Design auch abgestrahlt werden können. Das Abstrahllimit unwesentlich über dem Empfängerrauschen lässt sich nur mehr durch mehrschalige Schirmung erreichen. Das hat aber den Vorteil, dass das Gerät äußerlich optisch ansprechender gestaltet werden kann. Der dadurch etwas größere Bauraum erlaubt auch den Einbau eines größeren Akkus, der 24 Stunden Dauerbetrieb gewährleistet. Ein integrierter Tiefentladeschutz bewahrt das Gerät vor Schäden, wenn nach einem zermürbenden Messtag auf das Abschalten vergessen wurde. Dank Schnellladegerät ist es nach zwei Stunden wieder voll betriebsbereit. Da komplette Entlade-/Ladezyklen betriebsbedingt so gut wie nie möglich sind, wird eine Akkutechno- ▶

Bild 2: TTXOptical Link Einsatzschema.



logie genutzt, die dagegen unempfindlich ist. TTXOptical Link ist bereits seit 2007 bei Kunden aus der Automobilindustrie im Einsatz. Es sind dies Fahrzeug- und Steuergerätehersteller in Europa, Asien und Australien.

Das Gerät ermöglicht die bidirektionale optische Übertragung von FlexRay-Signalen bei minimalen Auswirkungen auf das Zeitverhalten der Daten in den FlexRay-Signalen (**Bild 2**). Kurzum: ein neues Hochleistungssystem zur EMV-Prüfung von FlexRay-Netzwerken. Dabei dient TTXOptical Link zur elektrischen Entkoppelung der FlexRay-Bussignale für die EMV-Prüfung. Das kompakte Gerät konvertiert elektrische FlexRay-Signale in optische und umgekehrt und überträgt sie mittels

Glasfaserkabel. Daher ermöglicht das Gerät den ungehinderten Zugriff auf die FlexRay-Signale mit den gängigen Analyserwerkzeugen.

Die hohe Robustheit gegenüber EMV-Einstrahlung bietet ausreichend Reserven für die Anforderungen der Zukunft: 400V/m bis 1GHz, 600V/m mit Radarpulsen im Frequenzbereich 2,7 ... 4 GHz.

### Schlussbemerkung

In modernen Fahrzeugen sind Steuergeräte gekoppelt über Datenbusse im Verbund tätig. Ohne den Datenbus, gleichsam der Lebensader, sind sie nicht oder nur extrem eingeschränkt funktionsfähig. Dies gilt besonders für Fahrwerk-, Antriebs- und Assistenzsysteme, wo FlexRay künftig

eingesetzt wird. Zahlreiche sicherheitskritische Funktionen, die für die Sicherheit des Fahrzeugs relevant sind, hängen davon ab. Im komplexen Prozess der Fahrzeugentwicklung sind die Tests der Bussysteme daher zum fixen Bestandteil geworden – und die Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) hat sich zu einem Schlüsselgebiet der Fahrzeugtests entwickelt. Für einen sicheren Betrieb trotz hochfrequenter Beanspruchung, ein Autoleben lang. (sb)

	<b>infoDIRECT</b>	<b>419ei0310</b>
	<b>Link zu TTXOptical Link</b>	
<a href="http://www.elektronik-industrie.de">www.elektronik-industrie.de</a>		