

Elektromagnetische Interferenz in Fahrzeugen **Thonauer Spezialist in Sachen EMV**

Autohersteller integrieren immer mehr Elektronik in ihren Fahrzeugen, angefangen von Motorsteuergeräten über adaptive Temporegler bis hin zu Fahrerinformationen und Unterhaltungssystemen. Der Anteil der durch die Elektronik verursachten Kosten eines Fahrzeugs erhöht sich jährlich. Die Kunden verlangen immer mehr Eigenschaften, die die Sicherheit der Fahrzeuge verbessern und die Leistung und das Gesamtfahrerlebnis steigern. Schätzungen gehen davon aus, dass die Elektronik in ca. 5-10 Jahren 25% bis 50% der Fahrzeugkosten ausmachen wird. Doch der Ausfall eines Autos aufgrund einer einzigen Komponente ist nicht akzeptabel.

Die bekanntesten elektronischen Defekte sind Störungen, die durch elektromagnetische Interferenz (EMI) verursacht werden. Durch den Einsatz von Komponenten, die unter die Kategorie EMI-Abschirmung fallen, kann dieses Risiko eingedämmt werden. EMI wird für die Autohersteller zu einem wichtigen Thema, denn die elektronischen Konfigurationen gestalten sich immer komplexer. Die bekanntesten umweltspezifischen Probleme sind u.a. Temperaturextreme (-40 bis +125°C), Vibrationen bis zu 3 G, Schockgrade bis zu 20 G, Feuchtigkeit, Salznebel und eine Umgebung mit korrodierenden Lösungen. Die Lösung für den EMI-Schutz im fertigen Produkt muss bereits in den ersten Design-Entwicklungsstufen integriert werden. Die Autohersteller arbeiten daher bei der Entwicklung von EMI-Schirmungen immer häufiger mit den Herstellern von EMI-Schirmungen zusammen und nutzen so das Fachwissen der EMI-Spezialisten.

Fahrzeugumgebung

Die zunehmende Verwendung von elektronischen Komponenten bedeutet, dass bisher weitgehend unbekannte Probleme, verursacht durch elektromagnetische Störungen und Empfindlichkeiten, auftauchen können. Diese können von einfachen Störungen, wie atmosphärische Störungen beim Radioempfang, bis zu schweren Problemen wie dem Verlust der Bremsfähigkeit des Antiblockiersystems reichen. EMI (elektromagnetische Interferenz) wird von jedem System erzeugt und kann die Funktionsweise von in der Nähe liegenden oder anderen verbundenen Systemen stören. EMI gehen von den eingebauten Mikroprozessoren und den schnellen Anregelzeiten ihrer digitalen Schaltkreise aus, die in den elektronischen Designs von Autos immer häufiger verwendet werden. Die Anzahl von empfindlichen Radioempfängern nimmt ebenfalls zu (z.B. MW/UKW, Satellit, GPS). Digitale Pulse setzen sich aus vielen Oberschwingungen zusammen, und ungewollte Strahlkörper wie Verbindungskabel, Leitungen und gedruckte Leiterplatten strahlen diese Frequenzen wiederum aus. Ein ebenso bedeutendes Problem ist die Interferenz oder die Empfindlichkeit, die durch extern erzeugte EMI, wie z.B. durch Mobilfunktürme oder Hochspannungsleitungen entsteht.

Als Automobildesigner muss man sich also sowohl mit internen als auch mit externen Quellen von EMI befassen und dabei von der schwierigsten Fahrzeugumgebung ausgehen.

Quellen von EMI

Eine Quelle für intern erzeugte EMI im elektrischen System des Fahrzeugs ist die Entstehung von instationären Pulsen, die durch die verschiedenen Relais, Spulen, die Zündanlage, die Spannungssenkung durch den Motorstart, den induktiven Ladungsrückschlag und den Generatorladungsablass entstehen.

Die Störquellen können von internen, ungewollten, wie z.B. stationierten Mobilfunk- oder Radiosendern, bis hin zu externen Quellen wie Starkstromleitungen oder Türmen von Radiostationen reichen.

Der Fahrer selbst und seine Interaktionen im Fahrzeuginneren erzeugen elektrostatische Entladung (ESD), eine weitere Quelle von EMI. ESD kann elektromagnetische Strahlenfelder verursachen, die in nahegelegene Elektronik koppeln oder die Energie direkt in eine Komponente leiten und dabei einen Schaden verursachen. Stärken von 15kV sind keine Ausnahme.

EMI Design-Techniken

Zu allen oben besprochenen Problemen gibt es, abhängig vom jeweiligen System, seinem Design und der Art der Störquelle, bevorzugte Lösungsmodelle. Manche Techniken sind jedoch nur für bestimmte Arten von Störungen oder Bereiche geeignet, und oftmals muss man mehr als ein Verfahren anwenden, um die erforderliche Höhe des EMI-Schutzes zu liefern. Die Techniken können auf einer oder mehreren Designebenen durchgeführt werden – integrierter Schaltkreis (IC), gedruckte Leiterplatte (PCB), Module und Gehäuse sowie auf der Verbindungsebene.

Integrierte Schaltungsebene

Die IC ist üblicherweise die häufigste Störquelle. Deshalb ist es sinnvoll, das Problem auch auf dieser Ebene „anzupacken“. Obwohl viele Chiphersteller versuchen, ihre Komponenten selbst schon störlicher zu gestalten, kann die Industrie es sich nicht leisten, auf diese Lösungen zu warten. Zudem arbeiten die Chipdesigner mit immer schnelleren Takten und Anregelzeiten, um eine bessere Leistung zu erhalten, so dass sich die EMI konstruktionsbedingt sogar noch weiter erhöht. Die Hersteller beginnen nur allmählich, Streuspektrum-Taktverfahren einzubauen und Erdungsplatten und interne Entstörungskondensatoren auf Chipebene hinzuzufügen, um den EMI-Aspekt des Chips zu verbessern. Aber es wird wohl noch einige Jahre dauern, bis ein Basissortiment an elektromagnetisch reduzierten Chips erhältlich ist. Abhängig von der Störfrequenz können zur Reduzierung von elektromagnetischen Feldern Absorber und zur Isolation von störenden ICs Metallabschirmungen (Board Level Shields) verwendet werden.

Gedruckte Leiterplatten

Bei richtiger Anwendung sind viele PCB-Designkontrollverfahren die kosteneffizientesten Mittel zur Lösung von EMI-Problemen. Die Techniken schließen Abschottung, Aufstapeln, die Verwendung von Isolations-Kontaktlöchern und Routings mit ein. Weitere Techniken, die zusätzliche Kosten für Komponenten zur Folge haben, beinhalten Hochfrequenz-Erdung der Platte und Filtertechniken. Es ist nochmals wichtig zu erwähnen, dass diese, wenn sie während der anfänglichen Entwicklungsphase integriert werden, eine minimale Auswirkung auf den Zeitplan und die Kosten haben.

Modul- oder Gehäuselevel

Gegenwärtig werden üblicherweise leitende Kunststoffe, Coatings oder Überzüge verwendet, um das Gehäusematerial abzuschirmen. Elektrisch leitende Polymere mit Nanomischungen, Keramik auf Aluminiumbasis und elektrisch leitende Polyphenylene sind einige Beispiele für neue Materialien. Mit den modernen Abschirmprodukten ist es jedoch nicht mehr zwingend erforderlich, das Gehäusematerial abzuschirmen, um seine Schirmung zu gewährleisten. Kosteneffektive Alternativen sind beispielsweise Schirmungen auf Leiterplattebene, leitenden Textilien und thermogeformte, leitende und überzogene Kunststoffe.

Dünne Metallplatten können mehr als einige hundert Dezibel Abschirmung erreichen. Dünne Schichten von leitenden Farbanstrichen oder Überzügen bieten typische Schirmungsgrade von bis zu 60 dB. Die endgültige Abschirmeffektivität wird in erster Linie durch das Ausströmen von EMI an Öffnungen, wie z.B. Nähten und anderen offenen Stellen bestimmt, weshalb die Verwendung von Dichtungen sehr wichtig ist. Welche Dichtungstypen dafür in Frage kommen, hängt von der Umgebung ab: Wenn Umweltdichtigkeit erforderlich ist, sollten elektrisch leitende Dichtungstypen oder elektrisch leitende Elastomere verwendet werden. Wenn Korrosion durch die Atmosphäre oder durch Lösungsmittel Probleme bereitet, können beispielsweise Silikon und Neopren als Elastomere eingesetzt werden.

Verbindungs-Level

Wenn man bei den EMI-Schirmungen das Gewicht und die Kosten betrachtet, sind Kabel besonders kritisch. Sie sind nach den Leiterplatten die wahrscheinlich häufigste Quelle von elektromagnetischer Strahlung. Wenn man die große Anzahl von Kabeln in einem Fahrzeug abschirmt, erhöhen sich zwangsläufig Gewicht und Herstellungskosten. Filteranschlüsse könnten dieses Problem beheben, sie sind jedoch ebenfalls teuer, und auch Ferrite zum Anklammern kosten zu viel, und man muss den Gewichtungsfaktor und das Schock- und Vibrationspotential berücksichtigen. Falls Filtern erforderlich ist, fügt man am besten die Filterkomponenten an den VO-Schnittstellen der Leiterplatten hinzu. Damit wird zudem eine gute Platzierungsmöglichkeit für Einschalt-Schutzvorrichtungen geschaffen.

Bildtexte:

1. Bild) Automotive_2.eps – EMI in Fahrzeugumgebung
2. Bild) Automotive_3.eps – EMI-sensitive Equipment im Fahrzeug
3. Bild) Automotive_4.eps – EMI/RFI-Abschirmung auf den verschiedenen Ebenen:
 - Modul-/ Gehäuseebene
 - Integrierter Schaltkreis
 - Gedruckte Leiterplatte
 - Verbindungsebene

Bei Rückfragen bitte:

THONAUER GmbH

Herr Peter Reiterer
Email: reiterer@thonauer.at
Hetzendorferstr. 191
A-1130 Wien

Tel. 803 61 55-0 Fax. Dw 44
www.thonauer.com