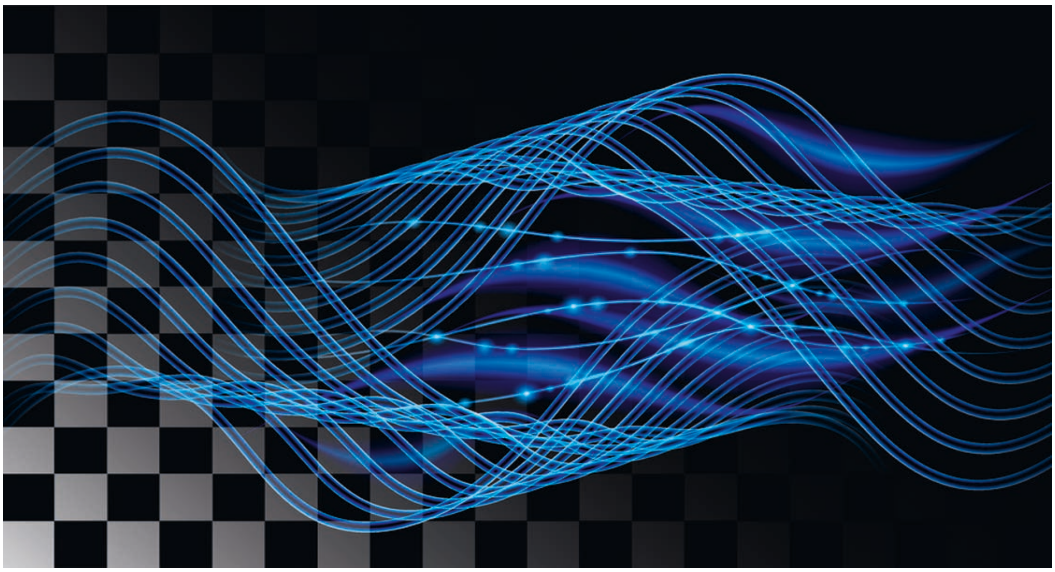
EMV und Sicherheit:

Gefahren und Risiken durch richtiges Design vermeiden

Zuverlässigkeit, Risiko und Sicherheit gehen auch Hand in Hand, wenn wir die Auswirkungen elektromagnetischer Störungen auf elektronische Systeme diskutieren.



Diese Probleme werden noch verschärft, wenn wir mit kritischen Systemen arbeiten, die im Transportwesen, im Gesundheitswesen, in der Energieerzeugung und in anderen wichtigen Bereichen eingesetzt werden.

EMI, EMS und EMC

Wenn wir uns mit Leiterplatten-Design und elektronischen Systemen beschäftigen, versuchen wir ständig, Methoden zur Beseitigung elektromagnetischer Störungen (EMI, I = Interference) zu finden. Bei EMI handelt es sich um störende elektromagnetische Energie, die von einem Gerät zu einem anderen oder von einer Anlage zu einer anderen übertragen wird. Bei der Arbeit mit elektronischen Systemen wenden wir die Grundsätze der elektromagnetischen Verträglichkeit an und suchen nach Bereichen, die anfällig für EMI zu sein scheinen.

Handys, Schweißgeräte, Motoren und andere Geräte erzeugen EMI. Auf der Ebene der Geräte gehören zu den EMI-Quellen Mikrocontroller, Mikroprozessoren, Sender, elektromechanische Relais und Schaltnetzteile. Am Beispiel von Mikrocontrollern zeigt sich, dass Taktschaltungen innerhalb des Controllers breitbandiges Rauschen erzeugen, das harmonische Störungen im Bereich von bis zu 300 MHz enthält. EMI koppelt sich über Leiter, abgestrahlte elektrische Felder und Magnetfelder in eine Schaltung ein.

Im Gegensatz dazu stellt die elektromagnetische Empfindlichkeit (EMS, S = Suspectibility, Sensibility) den Grad der Leistungsimmunität gegen elektronische Entladungen (ESD, D = Discharge), elektrische Interferenzen, durch Blitzschlag verursachte Überspannungen, elektromagnetische Wellen und schnelle elektrische Transienten (EFT) dar.

ANSI definiert elektromagnetische Verträglichkeit (EMC, C = Compatibility) als „die Fähigkeit elektrischer und elektronischer Systeme, Ausrüstungen und Geräte, in einer bestimmten elektromagnetischen Umgebung innerhalb einer definierten Sicherheitsspanne zu funktionieren, ohne dass sie durch elektromagnetische Störungen in unannehmbarer Weise beeinträchtigt werden.“ (ANSI C64.14-1992).

EMI- und EMV-Normen

Elektromagnetische Störungen können ein System daran hindern, kritische Funktionen auszuführen. Ein durch EMI verursachtes Problem in einem medizinischen Gerät kann den Austausch von biomedizinischen Informationen unterbrechen oder dem Personal fehlerhafte Berichte über den Zustand eines Patienten liefern. Die Anfälligkeit medizinischer Geräte für EMI reicht von den Auswirkungen von RFID auf medizinische Geräte bis hin zur elektromagnetischen Verträglichkeit von Hörgeräten, elektrischen Rollstühlen und motorisierten Rollern.

Das Ausmaß des EMI-Problems und die Auswirkungen auf Verbraucher-, Industrie- und Militäranwendungen werden durch das breite Spektrum an EMI- und EMV-Normen deutlich. Behörden wie die Federal Communications Commission (FCC), die International Standards Organization (ISO), die International Electrotechnical Commission (IEC), das American National Standards Institute (ANSI), das Center for Devices and Radiological Health (CDRH) und viele andere Behörden haben Normen für EMI- und EMV-Anforderungen aufgestellt.

Diese Normen umfassen Konstruktionsanforderungen, Emissions- und Störfestigkeitsprüfungen. So zeigt beispielsweise die IEC 61508, dass die Konstruktionsanforderungen Informationen über die erforderlichen

Quelle:
EMI and Safety: Hazards, Risks, and Designing to Avoid Them, Cadence PCB Solutions

übersetzt von FS

Art der Emissions- oder Störfestigkeitsprüfung	Beschreibung der Emissions- oder Störfestigkeitsprüfung
geleitete Emission	Frequenzbereich zwischen 0,15 und 30 MHz, um die Energie zu ermitteln, die durch einen Draht oder ein Verbindungskabel übertragen wird
gestrahlte Emission	Frequenzen von 30 MHz bis 1 GHz, die durch ein Medium als elektronisches Feld übertragen werden
Leitungsgebundene Immunität/Empfindlichkeit	Fähigkeit eines Produkts, elektromagnetischer Energie in einem Frequenzbereich von 0,15 bis 100 MHz zu widerstehen, die durch externe Kabel, Netzkabel, Eingangs-/Ausgangsverbindungen oder das Gehäuse eindringt
gestrahlte Immunität/Empfindlichkeit	Fähigkeit eines Produkts, elektromagnetischer Energie im Frequenzbereich von 80 MHz zu widerstehen, die durch die Luft dringt
schnelle elektrische Transienten (Bursts)	simuliert Störungen, die an den Kontakten von AC-Netzschaltern oder Relaiskontakten aufgrund von induktiver Energie entstehen
Netzfrequenz-Magnetfeld-Immunität	simuliert die Wirkung von Magnetfeldern auf ein Produkt, das sich in der Nähe von Leistungstransformatoren befindet

EMI-Werte enthalten müssen. Die Norm geht noch weiter, indem sie Techniken und Maßnahmen zur Beherrschung systematischer Ausfälle aufzeigt. Ein weiteres Beispiel ist die Norm IEC 60601-1-2, die die allgemeinen Anforderungen an die Sicherheit von medizinischen Geräten und die elektromagnetische Verträglichkeit behandelt.

Bei der Emissionsprüfung werden Geräte auf die Menge und die Art der erzeugten Störungen geprüft. Normen zur Messung der Störfestigkeit – wie die in IEC 1000-4-4 und IEC 1000-4-3 aufgeführten – setzen Geräte verschiedenen Störfrequenzen aus und messen die Fähigkeit des Geräts, Störungen durch schnelle Transienten und abgestrahlte elektromagnetische Felder zu tolerieren. In Tabelle 1 werden verschiedene Emissions- und Störfestigkeitstests beschrieben.

Identifizierung von EMI-Gefahren und -Risiken

Seit Anfang der 1990er Jahre hat die zunehmende Komplexität von Komponenten und Systemen in Verbindung mit dem Versuch, Kosten zu sparen, dazu geführt, dass die Rauschspanne für elektronische Geräte um 3 dB erhöht wurde. Analoge Schaltungen haben eine Sicherheitsmarge, die dem Signal/Rausch-Verhältnis der Geräte entspricht. Während digitale Schaltungen eine größere Sicherheitsspanne haben, schrumpft die Spanne aufgrund der Niederspannungslogik und der Auswirkungen eines Fehlers auf digitale Anwendungen. Wenn EMI das präzise Schalten in einem digitalen Schaltkreis unterbricht, kann ein System zum Stillstand kommen oder nicht funktionieren. Mit Geräten, die mit höheren Bandbreiten arbeiten, steigen sowohl die Rauschemissionen als auch die Anfälligkeit der Schaltungen.

Die Kombination aus Normen und bewährten Entwurfspraktiken hat den Zweck, die Risiken bei zunehmender Komplexität zu verringern. Da EMI kritische Anwendungen beeinträchtigen kann, umfassen Risikobewertungen auch Gefahrenbewertungen und Bewertungen der Gefahrenwahrscheinlichkeit. Wir definieren Gefahren als alles, was Schaden anrichten kann, und betrachten dann den Grad und die Schwere des Schadens. Bei der Risikobetrachtung erkennen wir, dass nicht alle Gefahren den gleichen Schaden verursachen, und bestimmen dann die Wahrscheinlichkeit, dass der Schaden eintritt.

Die Gefährdungs- und Risikobewertung umfasst die Umgebung, die Konstruktion und die Anwendung eines Systems. Bei der Entwicklung von Schaltungen und der Auswahl von Komponenten wirken sich elektromagnetische Störungen auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Schäden aus. Beim Entwurf eines Schaltkreises müssen Sie erkennen, wie Sie EMI beseitigen oder abschwächen können, um ein geringeres Risiko zu erreichen. Das Erkennen potenzieller Sicherheitsrisiken und -anforderungen zusammen mit den Risiken von EMI fließt in den Prozess der Entwicklung und Herstellung der Schaltung und des Produkts ein.

Auch elektrische Gefahren sind bei der Schaltungsentwicklung zu berücksichtigen. Verwenden Sie daher bewährte Entwurfspraktiken zur Vermeidung von EMI! Ihr Leiterplatten-Design sollte das Ziel haben, eine hervorragende Signalintegrität zu erreichen. Dieses Ziel bietet sich auch für den Aufbau einer Schaltung an, die EMI abweist und eine gute elektromagnetische Verträglichkeit aufweist.

Um EMV zu erreichen, muss das gesamte Produkt untersucht werden, von der Leiterplatte über die Stromversorgungen bis hin zu den Kabeln und Gehäusen. Ihr Entwurf sollte die Kompatibilität zwischen digitalen und analogen Schaltungen sicherstellen, das Layout sorgfältig gestalten und die Notwendigkeit einer guten Erdung und Abschirmung berücksichtigen.

EMV-gerechtes Design beinhaltet die Reduzierung von Strahlungsemissionen und die Erhöhung der Strahlungsimmunität durch sehr niederohmige Rückleitungen mit einem durchgängigen Erdungsplan und das Hinzufügen von Schutzschaltungen für Eingangs-/Ausgangs- und Leistungssignale.

Die Signalintegrität wird dadurch erreicht, dass der Störpegel deutlich unter dem Signalpegel liegt. Bei digitalen Schaltungen sollte der Rauschabstand im Millivolt-Bereich liegen. Um noch einen Schritt weiterzugehen, müssen Sie die EMI-Emissionspegel im Mikrovolt- und Mikroampere-Bereich halten. Um diese EMV-Ziele zu erreichen, müssen Hochgeschwindigkeitssignale die richtigen Abschlüsse haben. Sie können Differenzsignale verwenden, um die Emissionen zu reduzieren, und Entkopplungskondensatoren an den Stromversorgungs-Pins, um das Rauschen aus der Stromversorgung (analog oder Schaltrauschen) zu verringern.

Darüber hinaus müssen Ihre Schaltungsentwürfe die Impedanz kontrollieren. Sie können die Impedanzkontrolle durch Quellenabschlüsse für langsamere Signale und durch einen kontinuierlichen Rückweg von Ebene zu Ebene aufrechterhalten. Verwenden Sie einen Entkopplungskondensator, wenn Ihr Signal eine geteilte Ebene kreuzt. Identifizieren Sie beim Entwurf Ihres PCB Layouts kritische Leiterbahnen, die anfällig für EMI werden können. Zu diesen Leiterbahnen gehören Leitungen, die in die Leiterplatte eintreten oder sie verlassen, Leitungen, die Hochgeschwindigkeits-Takt- und Dateninformationen übertragen, analoge Eingangsleitungen und digitale Leitungen.

Beispielsweise der Allegro PCB Editor von Cadence ermöglicht alle Design-Regelprüfungen und das Layout-Management,um Ihr Design sicher zur Produktion zu bringen. ◄