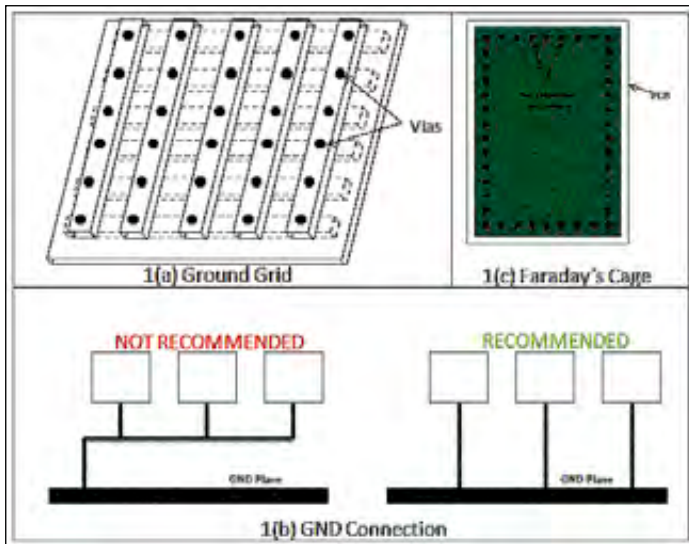


EMV-Probleme schon beim Leiterplattendesign vermeiden



Angesichts der zunehmenden Nachfrage nach Hochgeschwindigkeitsschaltungen steht man beim Design von Leiterplatten (PCB) immer größeren Herausforderungen gegenüber. Neben dem eigentlichen Design der Logikschaltung auf der Platine müssen die Entwickler weitere Aspekte in ihre Überlegungen miteinbeziehen, die sich auf die Schaltung auswirken. Dazu gehören Leistungsaufnahme, PCB-Größe, Umgebungsrauschen und EMV.

Der folgende Leitfaden enthält Hinweise, wie Hardware-Entwickler EMV-Probleme bereits in der Entwicklungsphase der Leiterplatte vermeiden und ein System ohne EMV-Funktionsstörungen erhalten.

Der Schutz vor EMV-Problemen beginnt beim Erdungssystem. Es braucht einen geringen induktiven Widerstand. Wer die Massefläche auf einer Leiterplatte maximiert, senkt damit die Induktivität der Masse innerhalb

des Systems und verringert die elektromagnetischen Emissionen sowie das Übersprechen.

Signale können mit verschiedenen Methoden an Masse angeschlossen sein. Bei einer schlechten Platinenkonstruktion sind die Komponenten willkürlich an verteilte Massepunkte angeschlossen. Das führt zu einem hohen induktiven Widerstand der Masse und verursacht unweigerlich EMV-Probleme.

Viel besser ist eine komplette Massefläche: Diese sorgt für die geringste Impedanz, wenn der Strom wieder zu seiner Quelle zurückfließt. Eine Massefläche erfordert jedoch ein eigenen Platinen-Layer, was bei zweilagigen Leiterplatten unter Umständen nicht machbar ist. In diesem Fall empfehlen sich Erdungsgitter (Bild 1(a)). Die Induktivität der Masse hängt dann vom Abstand zwischen den einzelnen Gitternetzen ab.

Eine große Rolle spielt auch die Art, wie ein Signal zur Systemerde zurückkehrt. Wenn es einen längeren Weg nimmt, erzeugt das Signal eine Erdschleife, die eine Antenne bildet und Energie abstrahlt. Deshalb sollte jede Leiterbahn, die Strom zurück zur Quelle transportiert, den kürzesten Weg nehmen und sie muss

direkt zur Massefläche laufen. Es ist nicht ratsam, zuerst alle einzelnen Massen miteinander zu verbinden und diese dann an die Massefläche anzuschließen. Das vergrößert die Stromschleife sowie die Wahrscheinlichkeit des sogenannten „Ground Bouncing“ (induktives Übersprechen von Masse zu Masse). Bild 1(b) zeigt die empfohlene Vorgehensweise beim Anschließen der Komponenten an die Massefläche.

Ein Faradaykäfig ist eine weitere gute Möglichkeit, um EMV-Probleme zu verringern. Hierzu muss die Masse an die komplette Peripherie der Leiterplatte angeheftet sein und außerhalb dieser Begrenzung darf kein Signal verlaufen (Bild 1(c)). Dieser Mechanismus begrenzt die Emissionen und Interferenzen von und zur Platine innerhalb und außerhalb des Käfigs.

Für ein Design ohne EMV-Probleme müssen die Komponenten auf der Platine entsprechend ihrer Funktionalität gruppiert sein, zum Beispiel analog, digital, Stromversorgung, Schaltkreise mit langsamer oder hoher Übertragungsgeschwindigkeit. Die Leiterbahnen einer jeden Gruppe sollten nur in dem ihnen zugewiesenen Bereich verlaufen. Muss ein Signal von einem Subsystem in ein anderes gelangen, sollte man am Übergang einen Filter einsetzen.

Auch die korrekte Anordnung der Leiterplattenlagen ist aus EMV-Sicht bedeutend. Falls mehr als zwei Lagen zum Einsatz kommen, sollte eine komplette Lage als Massefläche dienen. Bei einer Leiterplatte mit vier Lagen sollte die Lage unter der Massefläche als Stromversorgungsebene fungieren (Bild 2(a) zeigt eine solche Anordnung). Dabei muss der Entwickler sorgfältig darauf achten, dass sich die Massefläche stets zwischen den Leiterbahnen für Hochfrequenzsignale und der Stromversorgungsebene befindet.

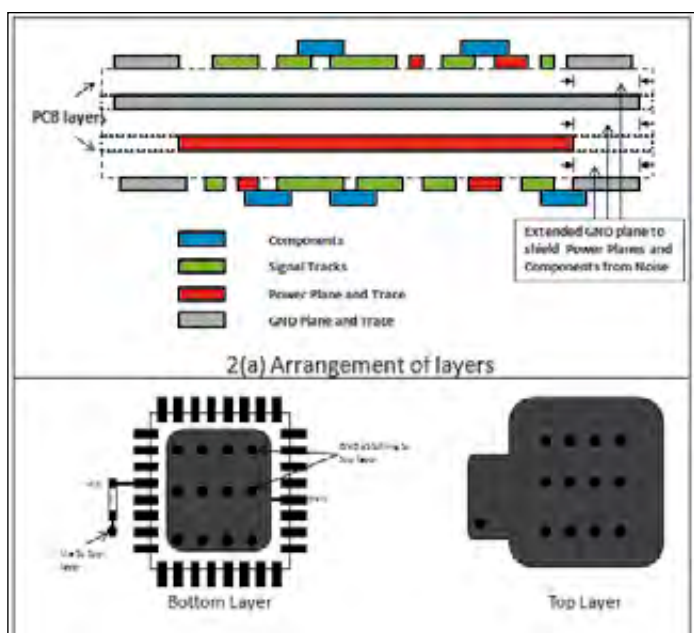
Bei Leiterplatten mit nur zwei Lagen, auf denen keine der Lagen komplett als Massefläche dienen kann, sollte man auf Erdungsgitter zurückgreifen. Falls keine separate Stromversorgungsebene genutzt wird, sollten die Erdungsleiterbahnen parallel zu den Stromleiterbahnen verlaufen, um die Stromversorgung nicht zu beeinträchtigen.

Bei digitalen Schaltkreisen muss der Entwickler Taktgebern und anderen Hochgeschwindigkeitssignalen besondere Aufmerksamkeit schenken. Leiterbahnen, die solche Signale miteinander verbinden, sollten so kurz wie möglich sein und an die Massefläche angrenzen, um die Strahlung und das Übersprechen zu kontrollieren. Bei solchen Signalen sollten die Ingenieure auf Durchkontaktierungen verzichten und die Leiterbahnen nicht an der Platinen-Kante oder in der Nähe von Anschlüssen verlaufen lassen. Diese Signale müssen außerdem von der Stromversorgungsebene ferngehalten werden, denn sie können auch dort stören. Bei Leiterbahnen für einen Oszillator sollte - abgesehen von der Erdungsleiterbahn - keine andere Leiterbahn parallel oder unter dem Oszillator und seinen Leiterbahnen verlaufen. Der Quarz sollte sich ebenfalls in der unmittelbaren Nähe der entsprechenden Chips befinden.

Rückstrom folgt stets dem Pfad mit dem geringsten Blindwiderstand. Daher sollten sich Erdungsleiterbahnen, die Rückstrom führen, dicht bei der Leiterbahn befinden, die das zugehörige Signal transportiert, um die Stromschleife so kurz wie möglich zu halten.

Leiterbahnen mit Differenzsignalen sollten dicht nebeneinander verlaufen, um den Vorteil der Aufhebung des Magnetfelds mit größtmöglicher Effizienz zu nutzen. Leiterbahnen, die Taktgebersignale von einer Signalquelle

Autoren:
Ashish Kumar und
Pushkek Madaan
Cypress
www.cypress.com



zu einem Gerät transportieren, brauchen übereinstimmende Terminierungen. Wenn ein Impedanzunterschied besteht, wird ein Teil des Signals reflektiert. Wenn man beim Umgang mit diesem reflektierten Signal nicht die nötige Sorgfalt walten lässt, werden enorme Energiemengen abgestrahlt. Es gibt viele effiziente Terminierungen, einschließlich Abschlüssen an der Quelle oder am Endstück oder einer sogenannten AC-Terminierung, also einem Leitungsabschluss mit kapazitiver Kopplung.

Leiterbahnen für analoge Signale sollten sich nicht in der Nähe von Hochgeschwindigkeits- oder Schaltsignalen befinden und sie müssen immer mit einem Erdungssignal geschützt sein. Es sollte stets ein Tiefpassfilter verwendet werden, um eingekoppelte Hochfrequenzgeräusche von umliegenden analogen Leiterbahnen zu beseitigen. Außerdem ist es wichtig, dass analoge und digitale Subsysteme nicht dieselbe Massefläche benutzen. Jegliches Rauschen an der Stromversorgung neigt dazu, die Funktionsfähigkeit eines gerade im Betrieb befindlichen Geräts zu beeinträchtigen. Meist sind solche Störungen hochfrequent, weshalb ein Entkopplungskondensator benötigt wird, um dieses Rauschen herauszufiltern. Der schafft in Richtung Masse einen niederohmigen Pfad für

Hochfrequenzstrom auf der Stromversorgungsebene. Der Pfad, dem der Strom auf dem Weg zur Masse folgt, bildet allerdings eine Erdschleife. Dieser Pfad sollte auf der kleinstmöglichen Stufe gehalten werden, indem in unmittelbarer Nähe des integrierten Schaltkreises ein Entkopplungskondensator platziert wird (siehe Bild 2(b)). Eine große Erdschleife verstärkt die Strahlung und kann eine potenzielle Quelle für EMV-Störungen sein. Der Blindwiderstand eines idealen Kondensators geht mit steigender Frequenz gegen null. Allerdings ist ein solcher idealer Kondensator nicht auf dem Markt verfügbar. Außerdem sorgen der Anschlussdraht und das IC-Gehäuse für einen zusätzlichen induktiven Widerstand. Um den Entkopplungseffekt zu verbessern, eignen sich Mehrfachkondensatoren mit einer niedrigen ESL (äquivalente Reiheninduktivität).

Die meisten EMV-Probleme stammen von Kabeln, die digitale Signale transportieren und wie eine Antenne wirken. Idealerweise fließt Strom in ein Kabel hinein und verlässt dieses am anderen Ende wieder. Tatsächlich wird jedoch durch parasitäre Kapazität und Induktivität Strahlung erzeugt. Verdrehte Doppelleitungen helfen, die Kopplung gering zu halten: Eventuell erzeugte Magnetfel-

der heben sich auf. Bei Flachbandkabel müssen Mehrfachrückleitungen verfügbar sein. Hochfrequenzsignale brauchen geschirmte Kabel, bei denen die Abschirmung sowohl am Anfang als auch am Ende des Kabels mit der Masse verbunden ist.

Darüber hinaus kann es zwischen zwei beliebigen Leiterbahnen zu einem Übersprecheffekt kommen, der von der gegenseitigen Induktivität und Kapazität abhängt und proportional zum Abstand der beiden Leiterbahnen, der Flankensteilheit und der Impedanz der Leiterbahnen ist. In digitalen Systemen ist das induktive Übersprechen typischerweise stärker als das kapazitive Übersprechen. Die gegenseitige Induktivität kann man verringern, indem man den Abstand zwischen den Leiterbahnen vergrößert oder den Abstand zur Massefläche verkleinert.

Letztlich ist Abschirmen keine elektrische Lösung, sondern ein mechanischer Ansatz zur Bekämpfung von EMV-Problemen. Metallgehäuse (leitfähige und/oder magnetische Materialien) verhindern, dass elektromagnetische Störaustrahlungen aus dem System entweichen. Eine Abschirmung kann das gesamte System oder einen Teil davon schützen. Eine Abschirmung kann man sich vorstellen wie einen geschlossenen, leitfähigen und geerdeten Behälter, der die Größe der Rahmenantennen wirksam verringert, indem er einen Teil ihrer Strahlung absorbiert und reflektiert.

Die Abschirmung wirkt wie eine Trennwand zwischen zwei Bereichen: Sie vermindert die elektromagnetische Energie, die ein Bereich in Richtung des anderen abstrahlt. Das betrifft sowohl die E-Feld- als auch die H-Feldkomponente der Strahlungswelle.

Wainwright Instruments GmbH

HF-Filter • Mikrowellen-Filter • Diplexer • Multiplexer

Seit nun 33 Jahren entwickeln und fertigen wir in Deutschland HF & Mikrowellenfilter.
Auf unserer Webseite finden Sie tausende Standarddesigns mit ausführlichen Spezifikationen und Preisen.
Wir liefern direkt an unsere Kunden und haben keinen Mindestauftragswert.

Tiefpässe für 50 W in kleiner Bauform
12.7 mm breit, 13.2 mm hoch, die Länge variiert mit der Grenzfrequenz

Beispiel:
WLK12.5/21G-10SS-50W
Länge des Beispielfilters: 65 mm

Grenzfrequenz:
zwischen 8 und 15 GHz

Einfügedämpfung:
1.0 dB max, 0.5 dB typ.

Sperrband:
60 dB bis 21 GHz

Returnloss:
14 dB

Steckverbinder:
SMA-female

Weitere Angaben und ein Angebot zu diesem Filter senden wir Ihnen auf Anfrage gerne zu.

Selbstverständlich erstellen wir Ihnen auch Angebote über andere Filter, die Ihren Bedürfnissen genau angepasst sind.

RoHS
Unsere Filter entsprechen den gültigen RoHS-Richtlinien

TÜV
AUSTRIA ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001

PIM-Testing

www.wainwright-filters.com

Graf-Rasso-Str. 1
82346 Andechs - Rothenfeld
Germany

Tel.: +49 (0) 8152-9182-30
Fax: +49 (0) 8152-9182-55
E-Mail: info@wainwright-filters.com