

ESD-Tests auf System- und Komponentenebene

Warum Systemleveltests an Komponenten versagen

In der Elektronikindustrie und in den angeschlossenen, weiterverarbeitenden Industriezweigen ist der Schutz vor elektrostatischen Entladungen (ESD) ein omnipräsentes Thema. Weniger präsent ist die Unterscheidung zwischen dem ESD-Schutz und -Test auf System- bzw. Komponentenebene. Dieses Defizit führt zu Missverständnissen bzw. falschen Annahmen. Dies wird vor allem durch die Tatsache brisant, dass mittlerweile der Versuch von Systemproduzenten unternommen wird, die Aufgabe des System-ESD-Schutzes auf die Komponentenebene durchzureichen. In diesem Artikel werden die grundlegenden Unterschiede zwischen dem ESD-Test auf System- und auf Komponentenebene zusammengefasst und begründet, warum auf Grund der Aussage der ESD-Festigkeit von Komponenten keine Rückschlüsse auf die Festigkeit eines Systems gezogen werden können.

► Autor

Dipl.-Ing. MICHAEL MAYERHOFER
austriamicrosystems;
A-8141 Schloss Premstätten
Fon: +43/3136/500-5805
Fax: +43/3136/500-5755
michael.mayerhofer@austriamicrosystems.com

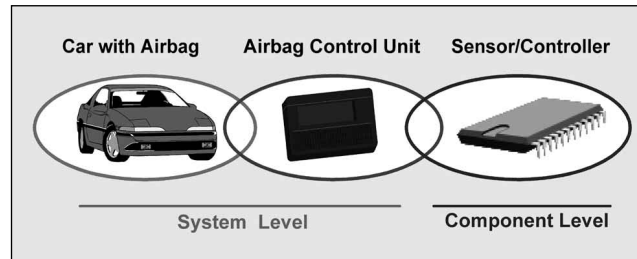


Abb. 1:
Supply Chain

ESD in der Elektronikindustrie

Durch eine verbesserte ESD-Festigkeit wird weder der Funktionsumfang der Produkte vergrößert, noch wird die Größe oder der Preis positiv beeinflusst. Eine erhöhte ESD-Festigkeit kann die Funktionalität durch parasitäre Effekte negativ beeinflussen. Zumeist steigt auch die Größe der Komponenten selbst bzw. die Anzahl der Komponenten in einem System durch eine Erhöhung des ESD-Schutzes und damit die Kosten. Von dieser Überlegung ausgehend müsste demnach gelten, dass eine so geringe ESD-Festigkeit als möglich gefordert sein müsste.

Aber: Wird eine gewisse Mindestfestigkeit unterschritten, wird der Punkt ‚ESD‘ plötzlich zum K.O.-Kriterium. Komponenten können nicht mehr produziert bzw. assembliert werden und auf Systemebene können Beeinträchtigungen der Funktionalität auftreten. Bei Systemen wie Airbags oder Bremsassistenten nehmen diese ‚Beeinträchtigungen‘ schnell sicherheitsrelevante Ausmaße an. Die Prämisse

müsste demnach lauten: ‚rauf mit der ESD-Festigkeit, so weit es geht‘. Da die Sicherheit (noch) mehr zählt, als der Preis von Systemen, ist dieser Ansatz – hohe ESD-Festigkeit – auch verbreitet zu finden. Ein weiterer Grund für hohe ESD-Werte kann auch der Marktdruck sein. Bei immer mehr standardisierten Produkten

werden ‚sekundäre‘ Merkmale wie ESD-Festigkeiten zum Differentiator. Studien und auch unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass ESD-Festigkeiten von deutlich über 1 kV auf Komponentenebene keine bzw. kaum eine Verbesserung gegenüber ESD-Werten um 1kV bringen. Überhöhte ESD-Werte stehen in keinem Verhältnis zu dem erforderlichen Aufwand der betrieben und dem Risiko das dabei eingegangen werden muss. Dennoch werden integrierte Schaltkreise entworfen, die 5 kV und mehr widerstehen können.

Parameter outsourcen

Ein Trend in der Industrie hängt erst auf den zweiten Blick mit dem Thema ESD zusammen: Das Auslagern von Spezifikationen bzw. Systemparametern an Zulieferproduzenten. In Abbildung 1 ist dieses ‚Outsourcen‘ anhand eines Airbag-Systems in einem Automobil erläutert. Der Autoproduzent muss seinem Endkunden gegenüber die Zuverlässigkeit seines Produktes, unter anderem auch der Airbags garantieren. Fehlauflösungen durch z.B. ein EMV-Ereignis sind nicht nur unangenehm und teuer, sondern können auch zu einer Gefahrensituation führen. Aus Kosten- und Kompatibilitätsgründen wird der Bereich ‚EMV bei Airbagsystemen‘ vom Autoproduzenten zum Airbag-Systemzulieferer verlagert: Das Airbagmodul muss so zuverlässig sein, dass es im Endsystem, dem Auto, zu keiner Beeinträchtigung durch EMV führt!

Der ‚neuere‘ Trend in der Halbleiterindustrie geht nun in die Richtung, dass der Systemzulieferer die EMV/ESD-Agenden an seinen Komponentenzulieferer auslagern möchte. Hier stößt diese Idee aber auf ihre natürliche Grenze, da der Bereich der ‚Systeme‘ verlassen wird und man sich auf der Komponentenebene befindet (Abbildung 1).

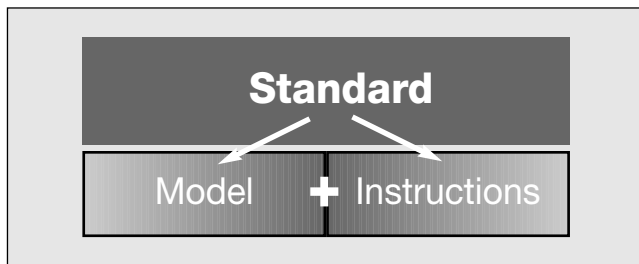


Abb.2:
Standard = Modell +
Anweisungen

ESD ≠ ESD

Sowohl Komponenten als auch Systeme müssen ESD-Anforderungen erfüllen.

Für unsere Zwecke genügen für die Definition eines Systems folgende Eigenschaften: Es handelt sich dabei meist um den Verbund mehrerer Komponenten, die über eine leitungsgebundene Schnittstelle mit der Außenwelt verbunden sind. Außerdem hat das System eine bestimmte Funktionalität innerhalb minimaler und maximaler Parameter zu erfüllen. Ein Beispiel dazu wäre eine Airbag-steuereinheit.

Eine Komponente hingegen kann für sich selbst gesehen, also unbeschaltet, keine Funktion erfüllen. Ob eine Komponente funktioniert oder nicht kann nur überprüft werden, in dem man elektrische Tests (Kurzschluss, Stromaufnahme, usw.) bzw. funktionale Tests in einem Testsystem durchführt.

ESD-Pass/Fail-Kriterien

Das Ziel von ESD-Tests auf Systemebene ist die Sicherstellung der Funktionalität innerhalb von Minimum-/Maximum-Parametern, trotz einer Beeinflussung durch ESD-Ereignisse. Das zu testende System selbst ist während des ESD-Tests in vollem Betrieb. Es kann auch zugelassen sein, dass das System zwar während der ESD-Beeinflussung gestört ist, im Anschluss daran aber wieder innerhalb der geforderten Parameter arbeitet. Der Fall, der jede Beeinflussung ausschließt, wird meist mit ‚Klasse A Testkriterium‘ bewertet, der zweite Fall mit ‚Klasse B Kriterium‘. Daneben gibt es noch weitere Abstufungen. Am Beispiel eines Airbags: Ein Airbagsystem sollte durch einen ESD-Puls nicht zum Auslösen gebracht werden. Das ist eine Forderung nach Klasse A. Klasse B würde in diesem Fall bedeuten, dass ein Airbag durch einen ESD-Puls zum Auslösen gebracht werden darf, das System aber nach dem ESD-Puls noch funktioniert.

Auf Komponentenebene gibt es im Prinzip nur ein Kriterium. Das Bauteil darf durch einen ESD-Puls nicht zerstört werden. Als Zerstörung gilt jede Abweichung der minimal/maximal Parameter laut dem zugehörigen Datenblatt. Eine Störung einer Funktionalität während des

Betriebes kann es hierbei nicht geben, da das Bauteil ohne erforderliche Beschaltung vorliegt. Der Forderung, durch einen ESD-Test der einzelnen Komponenten eine System-ESD-Festigkeit sicherzustellen, kann somit schon aufgrund der unterschiedlichen Pass/Fail-Kriterien nicht nachgekommen werden.

ESD-Standards und -Tests

Es existieren sowohl auf Systemebene als auch auf Komponentenebene spezielle ESD-Standards. Ein Standard besteht unabhängig von seiner Anwendung aus zwei Teilen: einem Modell und den zugehörigen Parametern bzw. den Testanweisungen (Abb. 2). Einer der bekanntesten ESD-Standards auf Systemebene ist der IEC(6)1000-4-2. Auf der Komponentenseite ist der am häufigsten anzutreffende der Military Standard 883, Method 3015.7.

Diese beiden Standards, und das ist sozusagen die ‚Falle‘ dabei, verwenden dasselbe Modell, das ‚Human Body Model‘ (HBM), allerdings mit jeweils anderen Parametern (Abb. 3). Dennoch sind diese beiden Standards in keiner Weise vergleichbar oder auch nur ineinander umrechenbar. Aufgrund der unterschiedlichen Parameter der Modelle, ergibt sich beim IEC-Standard bei 2 kV ESD-Spannung ein Spitzenstrom von über 6 Ampere bei einer Anstiegszeit von ca. 1 ns.

Beim ‚Mil.Std.‘ ergibt sich bei ebenfalls 2-kV-ESD-Spannung ein Spitzenstrom von ‚nur‘ 1,3 A mit einer Anstiegszeit des ESD-Pulses von ca. 10 ns. Bereits aus diesen Kennwerten heraus kann man leicht ersehen, dass die Anwendung von Systemlevelstandards auf Komponentenebene fatale Auswirkungen haben kann. Nicht gerade hilfreich ist in diesem Zusammenhang der Umstand, dass beide Standards in den Spezifikationen zumeist mit ‚HBM 2kV‘ abgekürzt werden.

Selbst wenn sowohl dem System- als auch dem Komponentenzulieferer die Existenz von unterschiedlichen Standards bekannt ist, gehen beide jeweils davon aus, dass ‚ihr‘ Standard spezifiziert ist, da ja beide Seiten ‚ihre‘ Abkürzung in der gleichen Spezifikation vorfinden. Es weichen aber nicht nur die Parameter der einzelnen Standards stark voneinander ab. Wie bereits erläutert wurde, sind Fehler

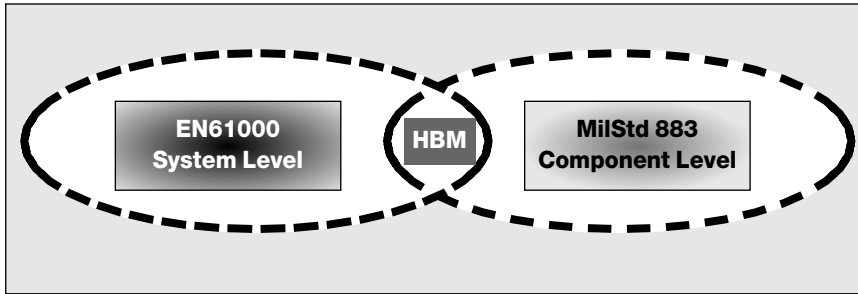


Abb. 3: 'HBM Trap'

beim System- bzw. Komponententest ebenfalls unterschiedlich. Der Systemtest evaluiert den Schutz auf ‚Störung‘ durch den ESD-Puls (Klasse A, Klasse B, usw.), wohingegen auf Komponentenebene der Schutz vor ‚Zerstörung‘ bzw. das ‚Überleben‘ das ausschlaggebende Kriterium darstellt. Dahingehend ist auch die Art der Anwendung der Standards definiert und die Realisierung des ESD-Schutzes ausgelegt.

Auf Systemebene werden Punkte die bei normaler Bedienung bzw. Wartung zugänglich sind, getestet bzw. es werden auch Pulse in geradete Metalplatten neben den zu testenden Systemen abgegeben, um Störungen z.B. durch

Einstrahlung abzutesten. Beim Komponententest werden, z.B. bei einem Integrierten Schaltkreis, im Wesentlichen sämtliche Pins bzw. Pincombinationen direkt auf Zerstörfestigkeit hin abgetestet. Der ESD-Schutz auf Komponentenebene ist somit auch dahingehend ausgelegt, den Puls in die Komponente hinein und wieder heraus zu leiten, ohne dabei einen Schaden zu verursachen. Die Philosophie auf Systemebene geht davon aus, die Störung von sensiblen Punkten generell fernzuhalten. Ein elektrisches Potential an einem Pin eines Mikrocontrollers während eines ESD-Tests ist auf Komponentenebene kein Problem, solange das Bauteil dadurch nicht zerstört wird. Im

Systemverbund, während des Betriebes, kann dieses unbeabsichtigte Potential die Funktion des Systems durchaus stören und somit zu einem Fehler führen. Ein System im Betrieb kann in der Regel ein beabsichtigtes Potential von einem unbeabsichtigtem nicht unterscheiden.

Keine höhere Systemfestigkeit durch höhere Komponentenfestigkeit

Die Idee, die sich aufdrängen mag, durch eine höhere Komponentenfestigkeit eine höhere Systemfestigkeit zu erreichen, ist (leider) aufgrund der bereits genannten Unterschiede nicht möglich. Systeme werden auf Störung, Komponenten auf Zerstörung hin abgetestet. Ob ein System nun gestört wird hängt nicht nur von den verwendeten Komponenten, sondern auch ganz allgemein vom Aufbau des Systems ab. Gut geschirmte Systeme bieten bei gleicher Komponentenwahl eine höhere Störfestigkeit als schlechter geschirmte Systeme.

Ein Beispiel aus der Praxis: In der Automotive-Industrie wird ein Integrierter Schaltkreis

aus dem Produktportfolio von austriamicrosystems eingesetzt der 1,5 kV ohne Schaden überstehen kann. Diese Festigkeit reicht für den Test, den Transport und das Assemblieren des Integrierten Schaltkreises vollkommen aus. Dieser Schaltkreis versieht in einem System seinen Dienst, welches 25 kV, gemessen nach ESD-Systemstandards, ohne Störung übersteht. Im Gegenzug dazu gibt es 3-kV-Schaltkreise, die in Systemen integriert sind, die bei bereits 8 kV (Systemlevel) nicht bestehen.

Ausblick

Stellvertretend für die Vielfalt der zukünftigen Herausforderungen von EMV auf System- und Komponentenebene im Allgemeinen und ESD im Speziellen, seien hier zwei Punkte angeführt:

► Systemtest auf Komponenten-Level

Große Industriekonzerne, hier speziell wieder die Automobilproduzenten, gehen gerne ihre eigenen Wege in Sachen Spezifikation und Standardisierung. Eine dieser neueren Entwicklungen auf dem Gebiet der ESD-Spezifikation ist die Festschreibung, den System-ESD-Test ,IEC61000-4-2‘ direkt auf Komponenten anzuwenden. Es muss also gegen den fünf-fachen Strom, verglichen mit dem Military Standard, in 1/10 der Zeit auf Komponentenebene geschützt werden, ohne dabei die Systemsicherheit vorhersagbar zu beeinflussen. Abgeschwächt wird dieser Test durch die fallweise Forderung nur Pins zu testen, die auch im System einen Kontakt zur Außenwelt darstellen. Ein Weg dies zu erreichen, wäre eine Multi-Die-Single-Package-Lösung. Ein spezieller, auf ESD-Festigkeit getrimmter Chip wird mit dem Produkt-Chip in einem gemeinsamen Package verarbeitet. Der ESD-Chip ,schleust‘ das Nutzsignal zum Produktchip durch, blockiert aber ESD-Pulse.

Dadurch kann der Produktchip weiterhin mit der ausreichend niederen ESD-Festigkeit auf Komponentenebene produziert und getestet werden, die Schnittstellenpins hingegen werden optimiert abgesichert.

► Ein-Komponenten-Systeme

Dabei besteht das gesamte ,System‘ nur aus einem einzelnen Baustein, teilweise sogar nur mit einer Zwei-Draht-Leitung versehen, die sowohl Versorgung, als auch Signalweg darstellt. Ein direkt auf diese Leitung abgegebener Puls nach Systemstandard stellt somit ebenfalls einen großen Stress für diese Komponenten dar. Auch hier bietet sich wieder eine Multi-Die-Lösung an. Ein weiterer EMV/ESD-Schutz kann z.B. auf Softwareebene durch ,intelligente‘ Übertragungsprotokolle erreicht werden. Da die ESD-Festigkeit auf Systemebene durch die Störfestigkeit des Systems definiert ist, kann man durch intelligente Protokolle auftretende Fehler erkennen und korrigieren. Ein aufgetretener, aber korrigierter Fehler ist kein Fehler mehr.

Die Grenzen zwischen Systemen und Komponenten verwischen. Die Anforderungen an EMV/ESD hingegen steigen weiter an. Um auch in Zukunft sichere aber auch günstige Systeme und Komponenten anbieten zu können, wird es notwendig sein, auch die ,Grenzen‘ zwischen den jeweiligen Produzenten bzw. Zulieferern aufzulösen, bzw. gemeinsame ESD-Wege zu beschreiten.

Beitrag als PDF im Internet:

