

Elektrostatische Ladung

ein schockierendes Phänomen

Die elektrostatische Ladung ist eine Erscheinung, die schon manchem IC den frühen Tod bescherte. Hier einige praxisnahe Tipps für ein langes IC-Leben und die Gründe, weshalb sich Elefanten von empfindlichen elektronischen Bauelementen fern halten sollten.



990064-51

Über die statische Elektrizität kursieren immer noch Gerüchte, die an das Verhältnis der Menschen zur ersten (Dampf-)Eisenbahn im 19. Jahrhundert erinnern. Sogar gestandene Naturwissenschaftler waren damals der Ansicht, dass der menschliche Körper bei Geschwindigkeiten von 100 km/h und mehr zu Auflösungserscheinungen neigen müsste. Inzwischen ist die Wissenschaft eines Besseren belehrt. Es kommt nicht auf die Geschwindigkeit an, sondern auf die Änderung der Geschwindigkeit. Wenn man mit 100 km/h geradeaus im Auto fährt, ist das sicher nichts Besonderes. Fährt man mit 100 km/h gegen eine Mauer, dann passiert einiges, denn die Geschwindigkeit wird abrupt von 100 km/h auf Null reduziert...

Mit der Elektrizität verhält es sich sehr ähnlich. Jeder hat schon einmal statische Elektrizität zu spüren bekommen, als er über einen Teppichboden aus Synthesefasern ging. Die Aufladung findet allmählich und unbemerkt statt. Erst wenn man die Türklinke berührt

oder einem Besucher die Hand gibt, der auf ein anderes Potential aufgeladen ist, springt buchstäblich der Funke über. Dabei wird schlagartig Ladung abgebaut, ein unangenehmes Kribbeln an der Berührstelle ist die Folge. Ursache des Kribbelns ist aber nicht die Spannungsdifferenz, sondern der Stromstoß, der infolge der Spannungsdifferenz fließt. Den Entladestrom kann man reduzieren, wenn man den ersten Kontakt zur Türklinke oder zur Besucherhand über einen 10-k- oder 100-k-Widerstand herstellt. Der Strom ist dann so gering, dass garantiert nichts kribbelt, der Potentialausgleich dauert nur etwas länger.

EMPFINDLICHKEITEN

Halbleiter-Bauelemente sind noch wesentlich empfindlicher als Menschen. Was beim Menschen nur unangenehm kribbelt, kann bei ihnen leicht zur irreparablen Beschädigung und damit zum frühen Tod führen. Teuer erworbene ICs haben dann nur noch Schrottwert, der Ärger ist vor-

programmiert.

Nun hat die Wissenschaft herausgefunden, dass Potentiale an Halbleiter-Bauelementen in der Größenordnung von 1000 V noch nicht zu ihrer Zerstörung führen, solange die Umgebung auf gleichem oder ähnlichem Potential liegt, also keine oder nur eine geringe Potentialdifferenz vorhanden ist. Stark unterschiedliche Potentiale können dagegen den spontanen Durchschlag IC-interner Isolationsschichten zur Folge haben, oder es fließt ein so hoher Ausgleichsstrom, dass ein Teil des Chip buchstäblich wegschmilzt.

Mit dieser Erkenntnis im Hintergrund lassen sich Verhaltensregeln für den sicheren Umgang mit Halbleiter-Bauelementen aufstellen. Die für die Praxis wichtigste Regel besagt, dass die Potentiale zwischen Mensch und Chip auf ungefährliche Weise ausgeglichen werden müssen, bevor die Hand das Bauelement berührt.

Ein Beispiel: Für den PC wird im Computer-Shop ein neues Speichermodul erworben. Die Hülle, in die das Modul

verpackt ist, hat ein unbekanntes elektrostatisches Potential. Da die Hülle aus leitfähiger Kunststoff-Folie besteht, ist die Potentialdifferenz zwischen Verpackung und Modul ausgeglichen. Zu Hause angekommen liegt das verpackte, in der Jackentasche transportierte Modul höchstwahrscheinlich auf anderem Potential als die Hand, die dort hineingreift. Der Potentialausgleich muss dadurch herbeigeführt werden, dass man die Verpackung fest anfasst. Erst jetzt kann das Modul ohne Risiko aus der Hülle genommen werden. Da die Potentiale ausgeglichen sind, darf das Modul jetzt ohne Risiko fest angefasst werden. Das ist sogar empfehlenswert, denn infolge der leitenden Verbindung zwischen Hand und Modul kann sich keine neue Potentialdifferenz aufbauen. Es ist also besser, das Modul mit den Fingern fest anzufassen, als vorsichtig mit einer isolierten Zange oder Pinzette aus der Verpackung zu ziehen!

Der nächste Schritt ist der Einbau in den PC. Auch das PC-Gehäuse und PC-Masse liegen auf unbekanntem Potential. Deshalb muss nun mit der anderen Hand (nicht mit dem Modul!) das PC-Gehäuse dort berührt werden, wo eine leitende Verbindung möglich ist. Eine Kunststoff-Leiste oder eine lackierte Gehäusewand ist natürlich nicht geeignet. Da der menschliche Körper als Leiter wirkt, gleicht sich die Potentialdifferenz zwischen Computer und Modul aus. Während eine Hand die leitende Verbindung zum Computer aufrechterhält, kann die andere Hand das Modul in die Fassung setzen.

MUTTER ERDE?

Nun fragt sich mancher Praktiker, ob es nicht besser sei, das Modul zuerst mit Erde in Kontakt zu bringen. Die Erde ist neutral, so dass dann eigentlich nichts passieren dürfte. Dazu ist bildhaft folgendes zu sagen:

Unter dem Eiffelturm kann man sich genau so wohl fühlen wie auf seiner obersten Plattform, es sei denn, man fällt von dort hinunter. Auf das IC übertragen bedeutet dies, dass es dem IC gleichgültig ist, auf welchem Potential es liegt, - solange das Potential konstant bleibt. Wenn sicher ist, dass sowohl der Computer als auch das verpackte Modul auf Erdpotential liegen, sind Maßnahmen zum Potentialausgleich unnötig. Erdpotential ist also nicht zwingend notwendig, es kann aber die Handhabung vereinfachen.

MENSCH UND ELEFANT

Wie stark darf der elektrostatische Schock sein, den ein durchschnittliches IC vertragen kann? Diese Frage lässt sich zwar nicht exakt, aber doch ungefähr beantworten.

Den Halbleiter-Herstellern war nicht verborgen geblieben, dass viele ihrer



Kunden unvorsichtige und nachlässige Menschen sind. Trotz aller Warnhinweise wurden in früheren Zeiten viele ICs schon dadurch beschädigt, dass man beim Transport allzu sorglos mit ihnen umging. Deshalb sind heute in praktisch alle empfindlichen Halbleiter-Bauelemente Sicherheitsvorkehrungen integriert, die Beschädigungen durch "mittlere" elektrostatische Ladungen des menschlichen Körpers verhindern. Als Beispiel seien die Logik-ICs der HC(T)-Familie genannt: Diese ICs können immerhin Potentialdifferenzen bis 2000 V (!) schadlos überstehen.

Mit guter Näherung kann man davon ausgehen, dass der menschliche Körper gegenüber seiner Umgebung eine Kapazität von etwa 100...150 pF besitzt. Dieser "Kondensator" wird bei der

Berührung des ICs entladen. Ein Elefant kann wegen seiner Größe und Masse ein Vielfaches der Ladungsmenge in seinem "Körper-Kondensator" speichern. Würde der Elefant unter den gleichen Bedingungen das IC anfassen, dann hat das IC kaum eine Überlebenschance. Auch wenn sich der menschliche Körper auf wesentlich mehr als 2000 V auflädt, ist dem IC der Garaus so gut wie sicher. Die IC-internen Schutzmaßnahmen sind in der Regel so ausgelegt, dass sie Ströme von mehreren hundert Milliampere für die Dauer von einigen Mikrosekunden verkraften. Die Praxis hat gezeigt, dass das in nahezu allen Fällen ausreicht.

(990064)gd

