

Der Störung auf der Spur

EMV-Problemstellen lokalisieren und beseitigen

Peter Michak

Glaubt man manchen Veröffentlichungen, so werden elektronische Baugruppen nur auf ihre Störfestigkeit getestet, weil dies die Norm vorschreibt. Die Produktqualität und damit auch ihre Zuverlässigkeit werden nur als Nebeneffekte hingenommen. Es gibt auch diametral entgegengesetzte Ansichten, welche den Produktnutzen für den Kunden in den Vordergrund stellen. Damit der Entwickler diesen Nutzen durchsetzen kann, ist es für ihn im Vorfeld wichtiger, effektive Methoden zur Verbesserung der Störfestigkeit an zu wenden als später nach einem negativen Prüfungsergebnis unter Zwang nach zu bessern. Der folgende Beitrag erläutert, wie Entwickler von elektronischen Baugruppen im Vorfeld einer Störfestigkeitsprüfung planmäßig nach Schwachstellen suchen können, wie sie diese ermitteln und beseitigen können.

Folgendes Szenario war in der Zeit nach der Einführung der EMV-Normen normaler Alltag in der Industrie: Ausgangspunkt aller EMV-Aktivitäten war stets die nicht bestandene Störfestigkeitsprüfung, die nach entsprechenden Normen durchgeführt wurde. Danach beaufschlagt man die Baugruppe von außen mit Störgrößen und beobachtet diese, wobei aufgetretene Funktionsfehler erfasst wurden. Der Betrachter hatte dabei keine Möglichkeit, den genauen Ort der Beeinflussung im Prüfling und den Wirkmechanismus der Beeinflussung zu erkennen. Ohne diese Kenntnis war jedoch eine effektive Vorgehensweise zur Modifikation und beim Redesign später schwer möglich. Wie Störgrößen in den Prüfling unterschiedlich eingekoppelt werden, legen die Vorschriften fest:

▷ Nach EN61000-4-4 werden mit der Koppelzange oder per Netznachbildung kapazitiv Störströme über Leitungen in den Prüfling eingekoppelt. Mit diesen Störströmen sind starke

magnetische Felder verknüpft, die auf die Elektronik des Prüflings einwirken (**Bild 1**).

▷ Durch ESD-Entladungen auf Metallteile des Prüflings oder in der Nähe des Prüflings entsprechend EN61000-4-2 entstehen starke elektrische Felder zwischen z. B. dem Prüflingsgehäuse und der Elektronik. Diese Felder wirken auf Bauelemente und Leiterzüge ein und treiben wiederum Störströme an, die ihrerseits mit Magnetfeldern verbunden sind.

Heute weiß der Entwickler, dass der innere Aufbau des Prüflings die Intensität bestimmt, mit der Störgrößen bzw. deren magnetische und elektrische Felder bis zur Elektronik vordringen können. Werden über eine Netznachbildung Burst-Stromimpulse eingespeist, dann entscheiden Filter sowie die Gestaltung des GND-Systems (Masse) über Weg und Größe dieser Stromimpulse innerhalb des Prüflings.

Die mit diesen Strömen verknüpften Magnetfelder induzieren Spannungen im GND-System und im Leitungsnetz-

werk. Nur an ganz bestimmten Orten der Flachbaugruppe überlagern sich diese Spannungen mit dem Nutzsignal so, dass Funktionsfehler entstehen. Diese Schwachstellen werden von einem geschulten Entwickler mit entsprechenden Messwerkzeugen heute in hausinternen Vorprüfungen gefunden und beseitigt.

Praktisch erfolgt die Ermittlung und Beseitigung dieser Schwachstellen in drei Schritten:

1. Analyse der Funktionsfehler
2. Auffinden der Schwachstellen
3. Beseitigung der Schwachstellen

Analyse der Funktionsfehler

Voraussetzung für Untersuchungen innerhalb des Prüflings ist eine genaue Analyse der Funktionsfehler, die während Prüfungen auftreten. Dabei sind oft kleinste Details wichtig, so dass man auch diesen Details große Aufmerksamkeit widmen sollte. Meist handelt es sich dabei um statistische Aussagen als Antwort auf beispielsweise die folgenden Fragen: „Tritt ein Funktionsfehler ab einer bestimmten Störspannung sofort oder erst nach einer bestimmten Zeit auf?“ oder „Liegen z. B. zwischen einzelnen Fehlern wenige Sekunden oder viele Minuten?“ Bei der folgenden Suche nach den zugehörigen Schwachstellen werden möglicherweise mehrere Schwachstellen gefunden, die unterschiedliche Funktionsfehler erzeugen. Nur durch einen genauen Vergleich der Funktionsfehler können die für die Normprüfung kritischen Schwachstellen selektiert werden.

Bei dem folgenden Beispiel handelt es sich um eine typische Störfestigkeitsproblematik, die sich im Rahmen einer EMV-Optimierung beim Kunden vor Ort ergab. Der Gegenstand der Untersu-

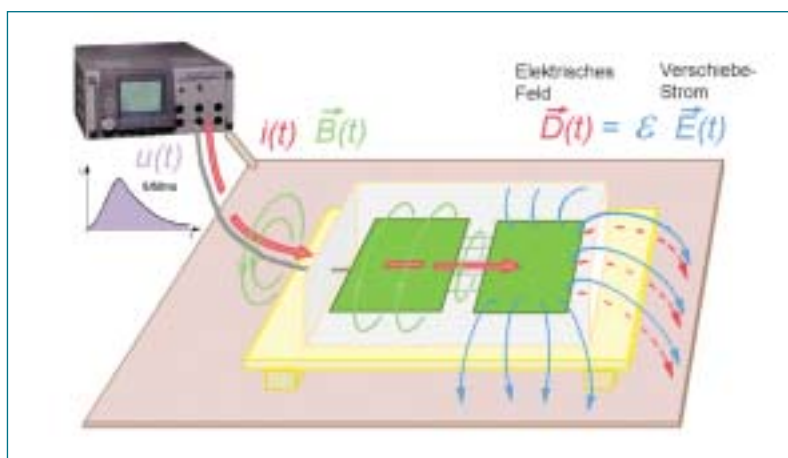


Bild 1: Elektrische und magnetische Felder im Prüfling bei der Burstprüfung

chung in diesem Beispiel war eine Steuerung mit Controller, Überwachungsbaustein, Treibern und Stromversorgung (siehe **Bild 2**).

Der Entwickler sah sich mit folgendem Problem konfrontiert: Bei einer Burst-Prüfung gemäß EN 61000-4-4 wurde bei Burst-Spannungen ab 1,7 kV ein Reset des Mikrocontrollers ausgelöst. Für das fehlerhafte Reset-Signal bei der Einspeisung eines Bursts sind hierbei verschiedene Ursachen denkbar:

- ▷ Direkte Beeinflussung des Mikrocontrollers und interne Reset-Auslösung
- ▷ Beeinflussung des Controllerbausteines und Ausbleiben der Watchdog-Impulse
- ▷ Beeinflussung des Überwachungs-ICs und Auslösen des definierten Resets von 140 ms
- ▷ Einkopplung von Burst-Impulsen in die Reset-Leitung.

Welche der möglichen Ursachen für die Ausfallerscheinung verantwortlich ist, konnte aus dem Ergebnis der Normprüfung nicht gewonnen werden. Im diesem Wissensstadium hat der Entwickler

zwei Möglichkeiten. Entweder er probiert die passende Gegenmaßnahme zu der jeweiligen bekannten möglichen Ursache aus oder er grenzt den Fehler durch weitere Messungen räumlich ein.

Auffinden der Schwachstellen

Die für Störbeeinflussung verantwortlichen magnetischen und elektrischen Felder lassen sich mit Sonden nachbilden, die kleine gebündelte Felder erzeugen. Ziel ist es hierbei, nur wenige Quadratmillimeter des Prüflings diesen Feldern aus zu setzen und die bei Normprüfungen aufgetretenen Funktionsfehler aus zu lösen. Gelingt dies an einer bestimmten Stelle, dann hat man eine Schwachstelle lokalisiert.

Dazu sind von Langer EMV sowohl Sonden zur Erzeugung von magnetischen Feldern als auch Sonden zur Generierung von elektrischen Feldern in verschiedenen Ausführungen verfügbar, die jeweils von einem Burst-Generator nach EN 61000-4-4 wie dem SGZ 21 gespeist werden können.

Die Sonde BS 04DB wird wie ein Schreibstift über die Flachbaugruppe geführt und erzeugt an ihrer Spitze einen magnetischen Feldstrahl mit zirka 5 mm Durchmesser. Trifft dieser Feldstrahl eine Schwachstelle, erzeugt der Prüfling Funktionsfehler (**Bild 3**). Durch einen genauen Vergleich dieses Funktionsfehlers mit dem Funktionsfehler aus der Normprüfung wird ermittelt, ob die gefunde-

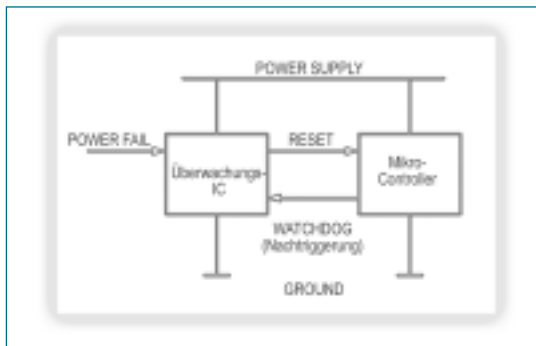


Bild 2: Reset-System der Beispiel-Baugruppe

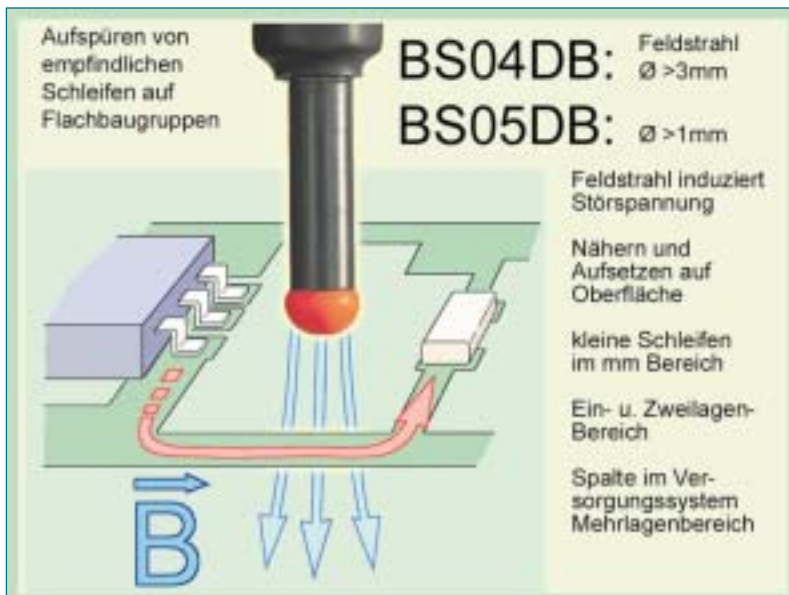


Bild 3: Feldbild der Sonde BS04DB

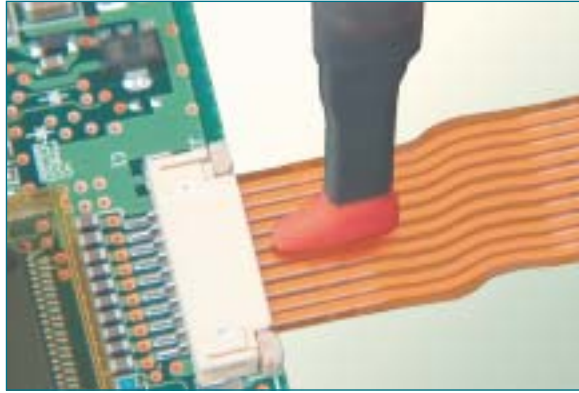


Bild 4: Handhabung der E-Feldsonde ES 05D



Bild 5: Handhabung der Magnetfeldsonde BS 04DK

ne oder eine andere noch nicht gefundene Schwachstelle bei der Normprüfung den Fehler auslöste. Als Kriterium für die Empfindlichkeit einer Schwachstelle kann sowohl die am Burst-Generator eingestellte Spannung als auch der Abstand zwischen Sonde und Flachbaugruppe dienen.

Diese Methode wurde auch bei dem oben erwähnten Beispiel angewendet. Der Entwickler setzt als erstes mit Hilfe der Magnetfeldsonde BS 04DB die Power-Fail-Leitung und dann die Reset-Leitung einem B-Magnetfeld aus. Die Magnetfeld-Impulse schließen sich um die Leitung und induzieren den gewünschten Störstrom. Während die Reset-Leitung den Magnetfeld-Impulsen ausgesetzt war, traten die gleichen Ausfallerscheinungen wie bei der Normprüfung auf. Erst jetzt weiß der Entwickler sicher, dass die schwache Reset-Leitung im Zusammenspiel mit dem Controller als Ursache für die Ausfallerscheinungen fungiert, so dass er zielsicher seine Gegenmaßnahmen einsetzen kann.

Schwachstellenbeseitigung

Ist eine Schwachstelle gefunden, kann der Entwickler unter Hinzunahme der

Informationen aus dem Schaltplan gezielt sein Design verändern und beispielsweise an den relevanten Stellen das GND-System verstärken, die Platzierung der Bauelemente ändern oder Filterkondensatoren einsetzen.

Anschließend ist wiederum eine genaue Analyse der Funktionsfehler erforderlich. Dabei wird festgestellt, ob der Prüfling nunmehr ausreichend störfest ist. Fällt er bei größerer Störspannung aus, dann reichen die Modifikationen nicht aus oder es existiert eine weitere Schwachstelle, die den gleichen Funktionsfehler generiert.

Zwei weitere Anwendungsbeispiele für die Sondendiagnostik bei der Suche von Schwachstellen in der Baugruppe sind die Einspeisung eines elektrischen Feldes in eine Leitung eines Flachbandkabels durch die Sonde ES 05D (Bild 4) und die Erzeugung eines lokalen kreisförmigen magnetischen Pulsfelds durch die Sonde BS 04DK (Bild 5). Durch den speziell geformten Kopf der Sonde BS 04DK kann das Pulsfeld das Steckerkabel umfassen und so per Induktion im Steckerkabel einen Störstromfluss erzeugen. Alle beschriebenen Varianten haben gegenüber der Normprüfung den Vorteil, dass der Störstrom selektiv

auf ausgewählten Strompfaden durch den Prüfling fließt und somit die empfindlichen Leitungen und Bauteile bewertbar werden.

Insgesamt ist zu sagen, dass ein Einsatz von Feldquellen (Sonde) eine planmäßige Vorgehensweise bei der Schwachstellensuche ermöglicht. Der Zeitaufwand zur Lösung von EMV-Problemen wird kalkulierbar, weil eine systematische und damit gründliche Magnet- oder E-Feld-Analyse die Wahrscheinlichkeit einer positiven Veränderung der Elektronik erhöht und ein Verirren des Entwicklers in fruchtlose Modifikationen verhindert. Diese beschriebene Strategie unterstützt die Schaltungsdimensionierung und die Gestaltung des Layouts der Elektronik effektiv, so dass der Entwickler in die Lage versetzt wird, eine Elektronik her zu stellen, welche den Anforderungen des Kunden in punkto Funktionalität und Zuverlässigkeit erfüllt.

Langer EMV Technik **340**

Peter Langer arbeitet im Marketing bei Langer EMV-Technik GmbH.