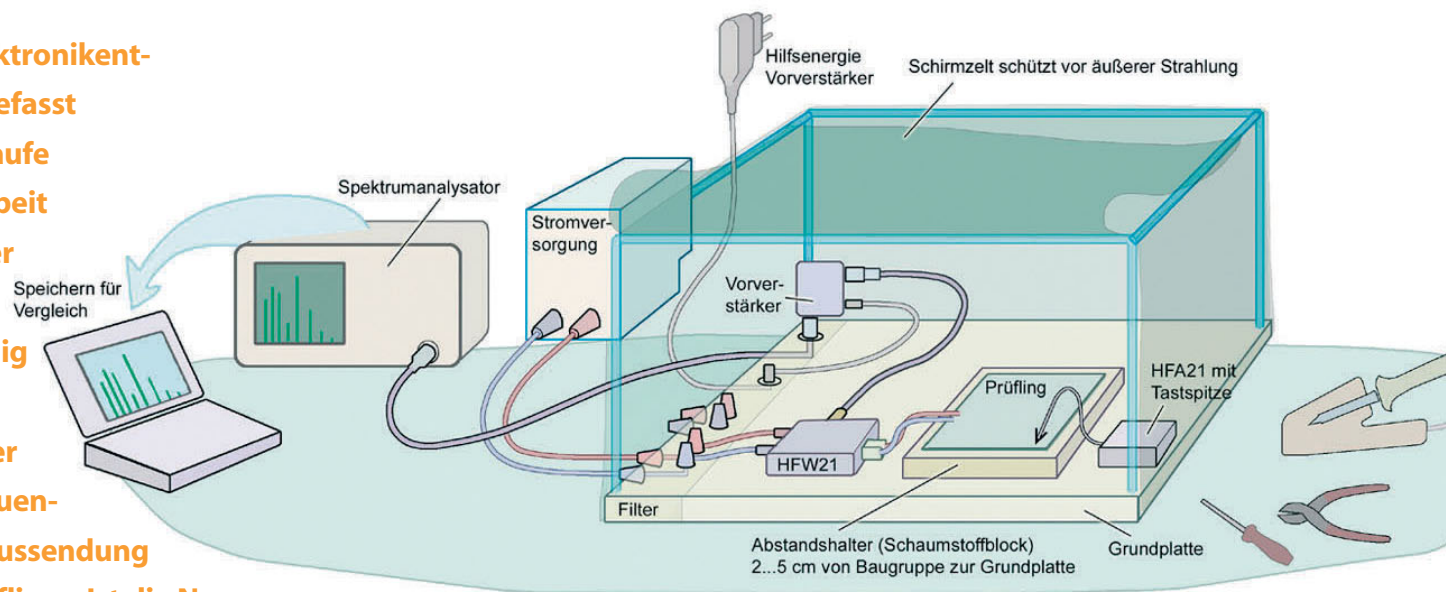


Direkte Störungs-Messung am Entwickler-Arbeitsplatz

Einfache und problemlose Reduzierung von Störemissionen in der Leiterplattenebene ohne aufwändige Messeinrichtungen

Jeder Elektronikentwickler befasst sich im Laufe seiner Arbeit mehr oder minder unfreiwillig mit dem Thema der hochfrequenten Störaussendung eines Prüflings. Ist die Norm-

messung mit dem Prüfling nicht bestanden, beginnt eine Suche nach der verantwortlichen Störquelle in der Elektronikbaugruppe, die meist mehrere Modifikationen des Prüflings und Kontrollmessungen im Fernfeld beinhaltet. Wesentlich weniger aufwändig und teuer ist eine entwicklungsbegleitende Suche nach Störquellen direkt am Arbeitsplatz des Entwicklers. PETER MICHAČ



PETER MICHAČ ist Marketing- und Vertriebsleiter entwicklungsbegleitende EMV-Messtechnik bei Langer EMV-Technik

KONTAKT
T +497351/430093-0
michak@langer-emv.de

Eine Elektronikbaugruppe allein oder ein Leiterzug wird noch keine Störstrahlung aussenden. Baugruppen und Leiterzüge speisen aber sehr wohl HF-Nahfelder und -Ströme in angeschlossenen Kabel ein und regen damit diese zur Aussendung an. Über elektrische oder magnetische Verkopplungen (also im Nahfeld) erfolgt somit eine „Selbstanregung“ des gesamten metallischen Systems bestehend aus der Flachbaugruppe und den angeschlossenen Kabeln bzw. den in unmittelbarer Nähe befindlichen Metallteilen wie Schirmbleche und Gehäuse.

Das metallische System in seiner Gesamtheit wirkt als Antenne und wird von der Elektronik angeregt. Somit kann der „HF-Erregerstrom“

der Elektronik, welcher die Antenne (Kabel und Metallteile) speist, näherungsweise als ein Maß für die Störaussendung des Prüflings herangezogen werden.

Der Störquelle auf der Spur

Wird eine Aussendungsmessung unter den üblichen Messbedingungen durchgeführt – z. B. im Freifeld mit Messantenne und Messempfänger – und überschreitet ein Entwicklungsmuster dabei die in der Norm festgelegten Grenzwerte in einer oder mehreren Frequenzen, sind Modifikationen am Prüfling zwingend notwendig. Die gewonnenen Messwerte dienen dabei als Referenz für nachfolgende Vergleichs-

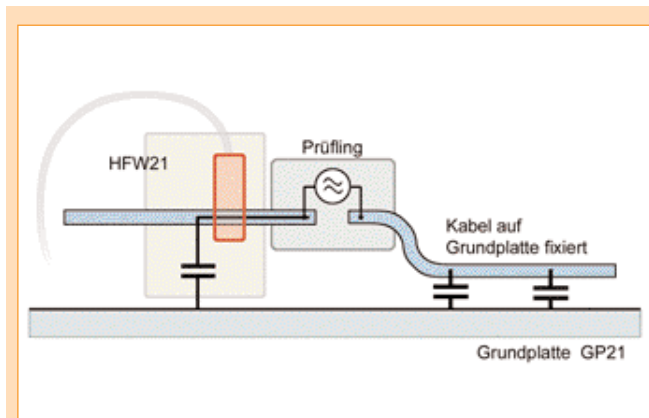


Abb. 1:
Messprinzip für Prüflinge mit
zwei Kabeln

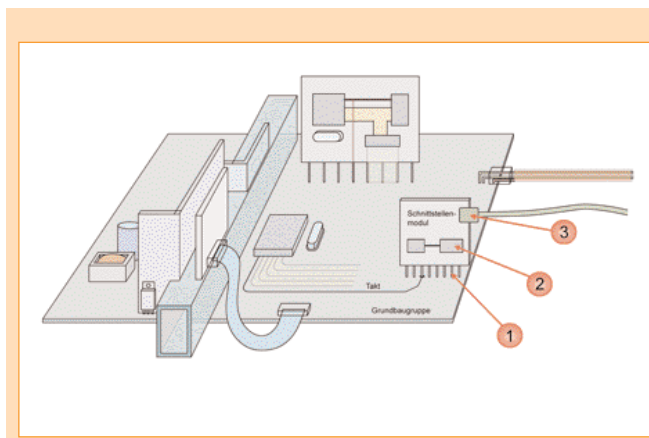


Abb. 2:
Mögliche Störquellen des
Schnittstellenmoduls einer
komplexen Baugruppe

messungen. Bei einer Vergleichsmessung der Elektronik kommt es darauf an, einen Messaufbau festzulegen, welcher den physikalischen Verhältnissen der späteren Arbeitsumgebung sehr nahe kommt. Am eigenen Arbeitsplatz wird hierzu ein kleinräumiger Messaufbau organisiert, mit dem alle HF-Ströme des Prüflings gemessen werden. Befinden sich die kritischen Frequenzen in einem Bereich mit erhöhter Fremdstörung (z.B. Radiofrequenzen), dann wird der Prüfling vor dieser Störung durch ein Schirmzelt mit einer Dämpfung von über 40 dB im Frequenzbereich zwischen 80 und 650 MHz geschützt. Die leitungsgebundenen Zuführungen wie Stromversorgung und Messkabel werden HF-mäßig mit Filterpaketen und bei Notwendigkeit mit zusätzlichen Ferriten gedämpft. Innerhalb des geschirmten Messaufbaus werden HF-Ströme vom Schirmzelt und vom Prüfling auf eine metallische Grundplatte bezogen. Damit ist ein abgeschirmter kleinräumiger Messaufbau für die entwicklungsbegleitende Messung der HF-Erregerströme des Prüflings am Arbeitsplatz möglich.

Messwerteabgleich und Kontrollmessung

In einem ersten Schritt wird dann eine Vergleichsmessung durchgeführt und dokumentiert. Zur Bestätigung der Tauglichkeit des Messaufbaus werden die Messergebnisse zunächst mit den Messergebnissen der Fernfeld-

messung verglichen. Zwar werden die beiden Messergebnisse mehr oder weniger deutlich voneinander abweichen, wichtig ist hier jedoch nur, dass die kritischen Frequenzen aus der Fernfeldmessung in dem hier gewählten Messaufbau wieder gefunden werden und auf dieser Basis die Störquellen und Auskoppelwege nachgewiesen werden können.

Im nächsten Schritt werden mit Magnet- bzw. E-Feldsonden die ICs, Leitungsverbindungen und Steckverbinder abgetastet. Durch die genaue Analyse der Frequenzanteile und der Orientierung der Nahfelder lassen sich häufig deren Zusammenhänge mit den Erregerströmen erkennen. Zur Messung der Nahfelder mit Sonden muss die Vorderseite der Schirmung geöffnet werden. Natürlich ist in diesem Fall die Schirmwirkung deutlich geringer als im geschlossenen Zustand. Die Nahfelder des Prüflings sind jedoch meist wesentlich stärker als die aus der Umgebung einkoppelnden Felder, so dass dennoch erfolgreich gemessen werden kann. Bei diesen Messungen wird die Stärke des Feldes bei einer bestimmten Frequenz bzw. innerhalb eines bestimmten Frequenzbereiches und bei Magnetfeldmessungen die Richtung der magnetischen Feldlinien durch Drehen der Magnetfeldsonde bewertet. Als HF-Quellen kommen in Frage:

- ▶ elektrische Felder oberhalb von Bauelementen wie z.B. Prozessoren
- ▶ elektrische Felder an geschalteten Leitungen und Bussystemen ▶

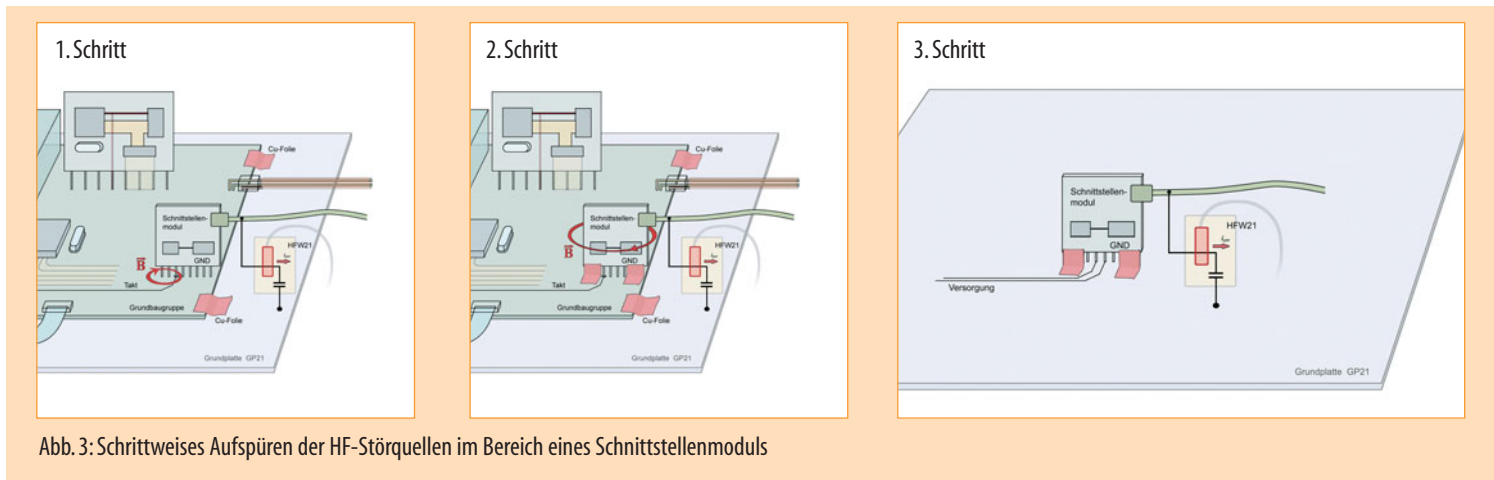


Abb. 3: Schrittweises Aufspüren der HF-Störquellen im Bereich eines Schnittstellenmoduls

- ▶ Magnetfelder an geschalteten Daten- und Taktleitungen
- ▶ Magnetfelder an Stromversorgungen.

Sind die HF Quellen gefunden, wird an Ort und Stelle auf der Leiterplatte durch Auflöten von Bauteilen oder Umlegen von Leitungen die Charakteristik des Prüflings verändert und das Ergebnis sofort durch Messung der Erregerströme mit dem HF-Stromwandler bei geschlossenem Schirmzelt auf eine Verringerung hin bewertet. Bei weitergehenden Untersuchungen wechseln Messungen mit HF-Stromwandler und Nahfeldsonden einander ab. Neben Prüflingen mit einen oder zwei Kabelanschlüssen sind auch Untersuchungen von komplexen Prüflingen möglich. Hierbei werden sich zunächst verschiedene Effekte von verschiedenen HF-Quellen innerhalb des Prüflings überlagern und bei einzelnen Frequenzen zu einer Verstärkung oder zu einer teilweisen Auslöschung der HF-Felder führen. Besonders bei komplexen Prüflingen, die aus mehreren Baugruppen bestehen, ist es für eine effektive Ursachenfor-

schung daher wichtig, den Prüfling in möglichst überschaubare Teile zu zerlegen und einzelne Baugruppen separat zu behandeln. Der in Abbildung 2 dargestellte Prüfling besitzt mehrere potentielle Quellen zur Störaussendung. In diesem Beispiel sei jedoch nur das auf die Grundbaugruppe aufgesteckte Schnittstellenmodul betrachtet. Hier sind zunächst die drei Bereiche Steckverbinder zwischen Grundbaugruppe und Schnittstellenmodul, Prozessor mit Speicherbaustein und die vom Schnittstellenmodul erzeugten Datenströme, die in das angeschlossene Kabel eingespeist werden als HF-Quellen denkbar. Diese drei HF-Quellen werden nun nacheinander behandelt. Es sind dazu Messanordnungen notwendig, die jeweils anderen HF-Quellen und die HF-Quellen der Grundbaugruppen weitestgehend ausblenden.

Schritt 1

Grundbaugruppe und Schnittstellenmodul sind über Daten- und Steuerleitungen mitein-

ander verbunden. Diese Leitungen sind im Bereich der GND-Systeme der Grundbaugruppe und des Schnittstellenmoduls gut geschützt. Im Bereich des Steckverbinders verlaufen sie jedoch frei im Raum. Die hochfrequenten Anteile der über diese Leitungen geführten Signale erzeugen HF-Magnetfelder, die sich frei im Raum ausbreiten können und zu Spannungsdifferenzen zwischen dem GND-Potenzial der Grundbaugruppe und dem GND des Schnittstellenmoduls führen können. Diese Spannungsdifferenzen treiben HF-Ströme in das an das Schnittstellenmodul angeschlossene Kabel und können so zur Aussendung führen.

Für die Messung wird nun ein COM-Anschluss des Stromwandlers kurz mit dem GND des Schnittstellenmoduls verbunden. Die im Steckverbinderbereich erzeugte Spannungsdifferenz führt zu einem Ausgleichsstrom durch den Stromwandler und über dessen kapazitive Verbindung zur Grundplatte zurück zu GND der Grundbaugruppe. Dieser Ausgleichsstrom wird mit dem Stromwandler gemessen und ist ein Maß für den Anteil des Steckverbinderbereiches

an der Störaussendung des gesamten Prüflings. Die Wirkung von Modifikationen wie z.B. Filterung oder Änderung der Steckerbelegung sind direkt messbar.

Schritt 2

Die Elektronik auf dem Schnittstellenmodul erzeugt Ströme im GND-System des Schnittstellenmoduls, die einen Spannungsabfall zwischen den Anschlusspunkten der beiden Steckverbinder hervorrufen können. Diese Spannungsdifferenz wird über das Datenkabel ausgekoppelt und führt zur Störaussendung. Für die Messung bleibt die Grundbaugruppe mit der Grundplatte verbunden. Der verbliebene Anteil des Steckverbinders zwischen Schnittstellenmodul und Grundbaugruppe wird durch mehrere großflächige GND-Verbindungen zwischen beiden GND-Flächen entscheidend reduziert. Unmittelbar vom GND-Anschluss des Schnittstellensteckers erfolgt der Spannungsabgriff über ein kurzes Messkabel zu einem COM-Anschluß des Stromwandlers. Die Modifikationen unmittelbar auf dem Schnittstellenmodul können so bewertet werden.

Schritt 3

Eine weitere Vermutung legt nahe, dass der Schnittstellentreiber in die Signaladern des Datenkabels einen HF-Strom einspeist, der über die Kabelkapazität Signalader/Schirm auf den Schirm gekoppelt wird und zum GND des Schnittstellenmoduls zurückfließt. Im Bereich des Schirmanschlusses erzeugt dieser Strom eine Spannungsdifferenz zwischen Schirm und GND, die zu Störaussendung führt. Die Messung erfolgt mit unverändertem Aufbau. Lediglich der Stromwandler wird jetzt direkt an den Schirm des nun angesteckten Datenkabels angeschlossen und damit der gesuchte Spannungsabfall erfasst.

Nachteilig an diesem Aufbau ist, dass die noch verbliebenen Spannungsdifferenzen aus den Bereichen Grundbaugruppe, Steckverbinder und GND des Schnittstellenmoduls ebenfalls gemessen werden. Wenn es funktionell möglich ist, sollte deshalb das Schnittstellenmodul zunächst separat ohne Grundbaugruppe betrieben werden. Natürlich wird sich das Verhalten des Moduls damit vom normalen Betrieb unterscheiden. Wenn jedoch die Taktversorgung sicher gestellt werden kann und der Prozessor arbeitet, sind Relativmessungen der z.B. vom Prozessor erzeugten Ströme und Felder möglich. Modifikationen vom GND- und Versorgungssystem lassen sich damit sehr gut bewerten.

Fazit

Dem Elektronikentwickler steht mit dieser einfachen Anordnung ein Verfahren zur Verfügung, mit dem er direkt an seinem Arbeitsplatz die Störaussendung einer komplexen Baugruppe auch ohne zwischenzeitliche Fernfeldmessungen qualitativ beurteilen kann. In Sekundenschnelle kann so zwischen Messung und Modifikation gewechselt und damit ein enormer Zeit- und Kostenvorteil erzielt werden. ■

Weiterführende Infos auf www.duv24.net

