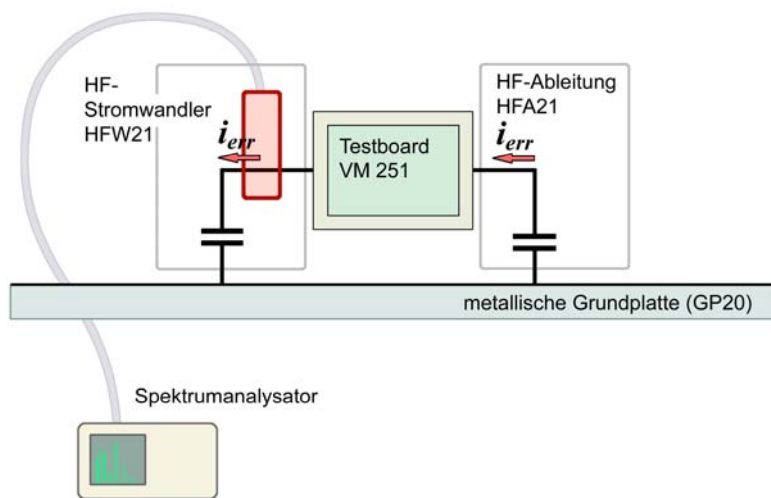


Versuche

Störaussendungsmodell
VM 251



Versuchsaufbau zur Messung der Störaussendung
des VM 251-Testboard mit ESA



Inhaltsverzeichnis

1	Vorbetrachtungen.....	3
2	Messen der Störaussendung mit Antenne.....	4
2.1	Messaufbau.....	4
3	Messen der Störaussendung mit ESA.....	6
3.1	Messaufbau.....	6
3.2	Messungen.....	6

1 Vorbetrachtungen

Es existieren verschiedene Möglichkeiten, um die Störaussendung des Testboard VM 251 zu untersuchen. Der Großteil der Störaussendung wird über folgenden Weg verursacht:

- HF-Strom/HF-Spannung auf dem Testboard vom Mikrocontroller 8051
- Erzeugung von magnetischen und elektrischen Wechselfeldern
- Anregung von Antennen auf dem Testboard über die Wechselfelder
- Aussendung elektromagnetischer Wellen

Die Störaussendung kann im Fernfeld oder im Nahfeld betrachtet werden. Im Fernfeld wird die Störaussendung als elektromagnetische Welle mit einer Antenne gemessen. Im Nahfeld wird die Störung mit Nahfeldsonden oder dem „Entwicklungssystem Störaussendung“ (ESA) erfasst. Die Erfassung im Nahfeld erfolgt über elektrisches und magnetisches Feld bzw. Spannung und Strom.

2 Messen der Störaussendung mit Antenne

2.1 Messaufbau

Bei der Untersuchung der Störaussendung des Testboards mit einer Antenne wird die vom Testboard abgestrahlte elektromagnetische Welle gemessen. Die Störaussendung erfolgt über die Stabantennen am Testboard. Über die Länge der Stabantennen werden die Resonanzfrequenzen der abgestrahlten elektromagnetischen Welle bestimmt. Die Resonanzfrequenzen berechnen sich für die Stabantennen (als Dipol) nach:

$$f = \frac{c}{\lambda} = n \cdot \frac{c}{2 \cdot l}$$

f ... Frequenz

λ ... Wellenlänge auf der Stabantenne

n = 1, 2, 3, ... (1 ⇒ 1. Resonanzstelle, halbe Wellenlänge, 2 ⇒ ganze Wellenlänge, usw.)

c ... Lichtgeschwindigkeit (≈ 300.000 $\frac{km}{s}$)

l ... Länge der Antenne

Für Strom- und Spannungsverlauf auf einem Dipol gilt des Weiteren:

An den Enden eines Dipols herrscht immer ein Stromminimum. Die Ladung auf Dipol ist um 90° phasenverschoben zum Strom.

Die Anregung der Stabantennen erfolgt über magnetisches oder elektrisches Feld. Das magnetische Feld erzeugt einen Verschiebestrom in der Antenne. Das elektrische Feld induziert eine Spannung über der Antenne. Aus dem Strom- und Spannungsverlauf auf einem Dipol ergibt sich damit:

Die halbe Wellenlänge wird über das magnetische Feld in der Mitte des Dipols erregt. Die halbe Wellenlänge wird über das elektrische Feld am Ende des Dipols erregt.

Für das Testboard ergibt sich daraus die Schlussfolgerung:

Mit beiden Stabantennen am Testboard wird die Störaussendung (mit der halben Wellenlänge) über das magnetische Feld (Strom) angeregt. Mit einer Stabantenne wird die Störaussendung über das elektrische Feld (Spannung) angeregt.

Die Störaussendung kann mit einer Antenne nach Abbildung 2.1 gemessen werden.

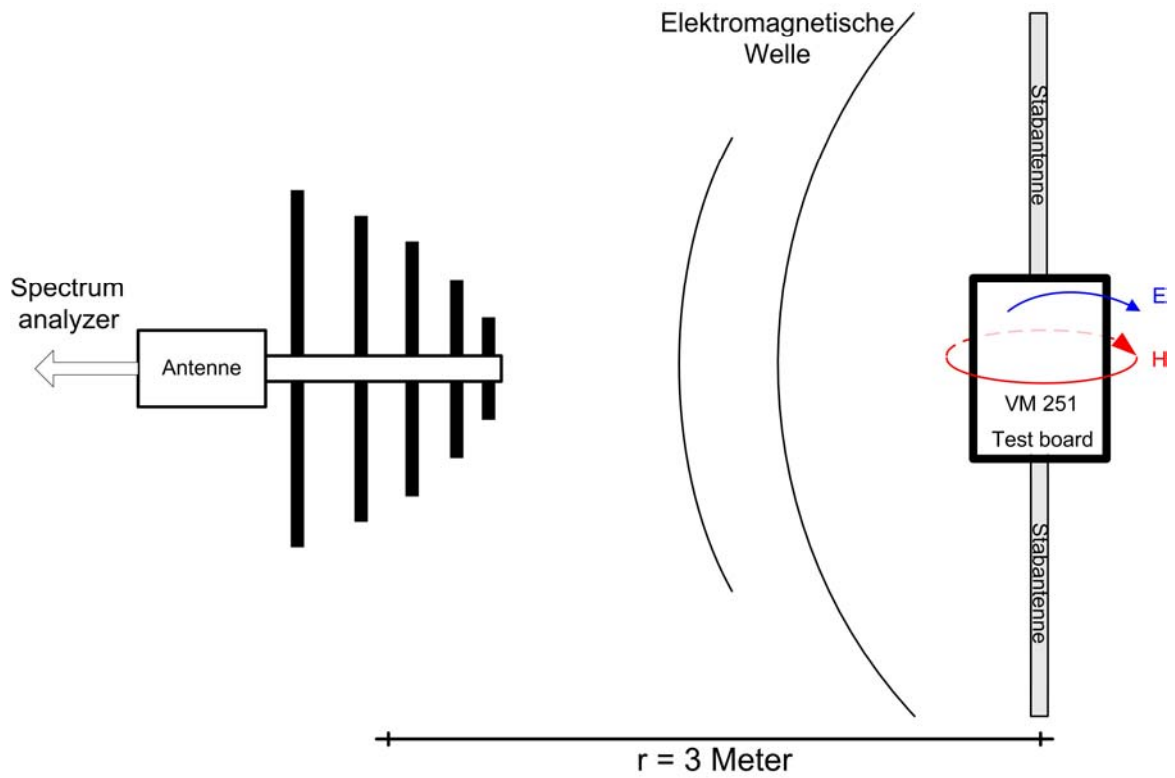


Abbildung 2.1: Messaufbau zur Untersuchung der Störaussendung mit Antenne

3 Messen der Störaussendung mit ESA

3.1 Messaufbau

Die Untersuchungen mit dem ESA soll die Störaussendung des Testboards veranschaulichen. Die Stärke der Nahfelder bestimmt auch die Störaussendung des Testboards im Fernfeld. Die Untersuchungen mit Antenne und ESA zeigen deshalb ähnliche Ergebnisse.

Der Messaufbau mit ESA ist in Abbildung 3.1 dargestellt. Die Störaussendung des Testboards wird mit Hilfe des HF-Stromwandler gemessen. Er misst den Erregerstrom für die Antennen. Die HF-Ableitung beeinflusst den Stromfluss auf dem Testboard. Bei Leerlauf am Ende entsteht eine Spannung zwischen Masse des Testboards und der Grundplatte. Bei Kurzschluss fließt mehr Strom über die Massen.

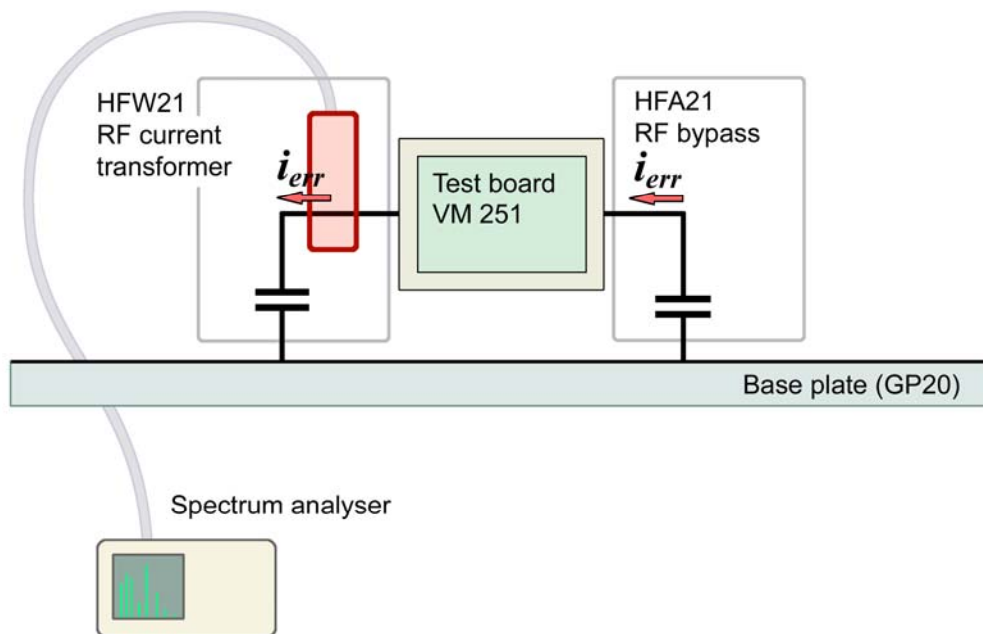


Abbildung 3.1: Messaufbau zur Untersuchung der Störaussendung mit ESA

3.2 Messungen

In den folgenden Messungen wird der Unterschied zwischen Störaussendung über Strom und Spannung bzw. magnetisches und elektrisches Feld veranschaulicht. Im Leerlauf (abgesteckter HFA21 oder geringe Kapazität) wird die Störaussendung über Spannung erregt. Es entsteht ein elektrisches Feld. Bei Kurzschluss erfolgt die Erregung über den Strom. Es entsteht ein magnetisches Feld.

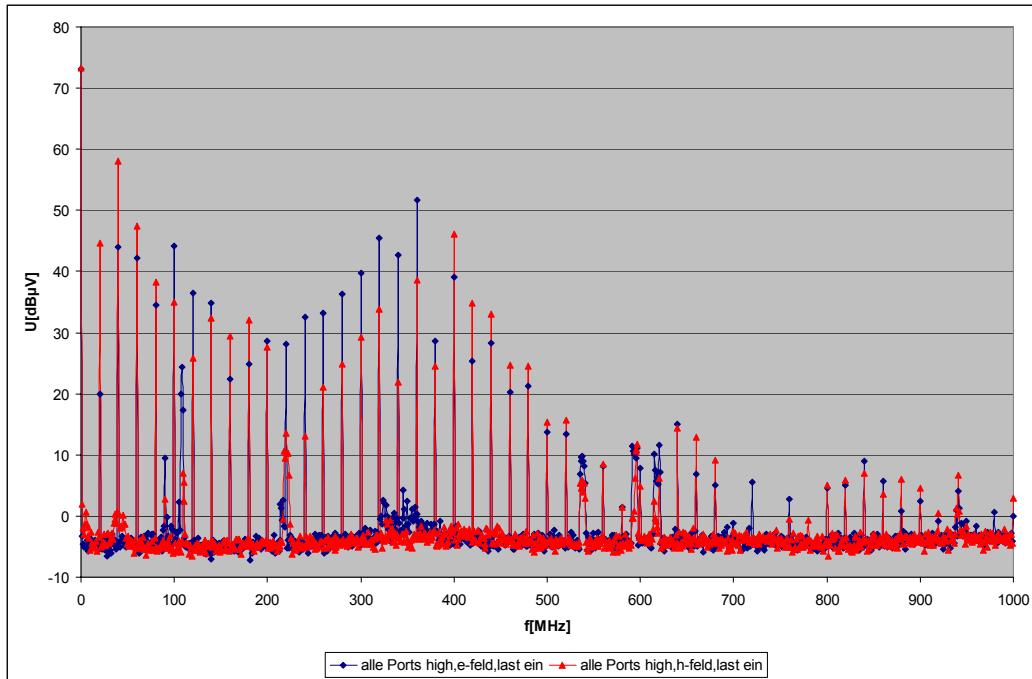


Abbildung 3.2: Auswirkung der HF-Ableitung auf die Störaussendung

Die blaue Kurve in Abbildung 3.2 zeigt die gemessene Störaussendung mit dem Spektrumanalysator bei Leerlauf (ohne HFA21). Die rote Kurve veranschaulicht die Störaussendung bei Kurzschluss.

Die blaue Kurve besitzt eine Resonanzfrequenz bei 360 MHz, welche durch die Leitungsinduktivität von der Antennenbuchse zum Stromwandler und der Kapazität zwischen Masse des Testboards und der Grundplatte GP 20 beeinflusst wird. Diese Resonanzstelle verschiebt sich bei Kurzschluss am Ende des Testboards von 360 MHz zu 400 MHz, da sich die Induktivität des Stromkreises durch den Kurzschluss verringert. Bei 20 MHz bis 80 MHz erhöht sich Störaussendung, da über den Kurzschluss mehr Strom durch das Testboard fließt.

In Abbildung 3.3 ist die Auswirkung der Last auf die Störaussendung dargestellt. Die orange Kurve zeigt die Störaussendung ohne Last. Die rote Kurve zeigt die Störaussendung mit Lastkondensator.

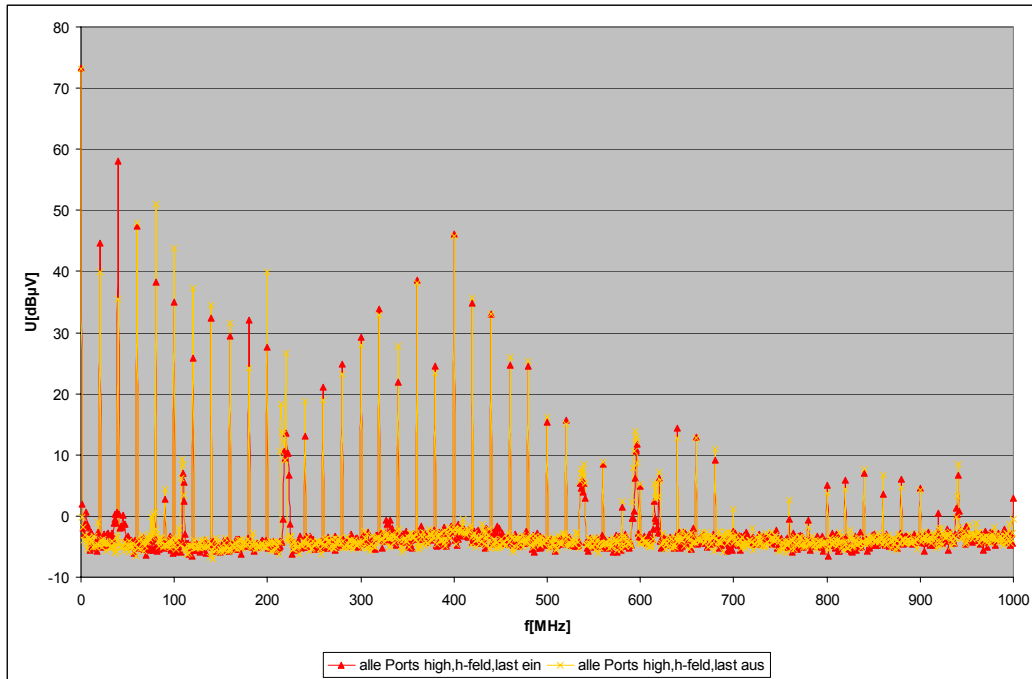


Abbildung 3.3: Auswirkung der Last auf die Störaussendung

Bei hohen Frequenzen ist die Wirkung der Last gering, da der induktive Widerstand der Leitung den Lastkondensator am Ende der Leitung entkoppelt. Bei niedrigeren Frequenzen (20 und 40 MHz) fließt dagegen mehr Strom durch den Lastkondensator.

Die grundlegenden Wege der Störaussendung über Strom und Spannung bzw. magnetisches und elektrische Feld wurden vorgestellt. Die Messungen zur Störaussendung können beliebig ausgebaut werden, z.B. mit dem Einsatz von Filtern an der Stromversorgung oder unter Nutzung der Vcc-Bridge.