



Roland Krzikalla (Autor)
**Beeinflussung und Schutz von elektronischen
Bauelementen auf PCB-Ebene unter
Berücksichtigung extremer elektromagnetischer
Störungen**

Roland Krzikalla

**Beeinflussung und Schutz von
elektronischen Bauelementen auf PCB-
Ebene unter Berücksichtigung extremer
elektromagnetischer Störungen**



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/940>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Stand der Forschung	2
1.2	Einordnung und Aufbau der Arbeit	3
2	UWB-Signale als Quellen elektromagnetischer Störungen	5
2.1	Definition ultra breitbandiger Signale im Frequenzbereich	5
2.2	Weiterführende Definition von UWB-Pulsen im Zeitbereich	8
2.3	Anwendungsbeispiele der UWB-Technik	10
2.3.1	Kommunikationstechnik	10
2.3.2	Radartechnik	10
2.3.3	Medizintechnik	10
2.3.4	Absichtlich hervorgerufene elektromagnetische Störungen	11
2.4	Abschätzung des Gefahrenpotentials durch UWB-Störungen	11
2.4.1	Elektronische Gesamtsysteme und Anwendungen	11
2.4.2	Mikrocontroller und Mikrocontroller-Platinen	13
2.4.3	Baugruppen und integrierte Schaltkreise	14
2.4.4	Fazit	15
3	Beschreibung von eingekoppelten UWB-Störungen auf PCB-Ebene	16
3.1	Koppelmechanismen in komplexe elektronische Systeme	16
3.1.1	Feldeinkopplungen in ein geschirmtes elektronisches System	16
3.1.2	Leitungseinkopplungen durch Feldexpositionen	18
3.2	Ausbreitung von UWB-Störungen auf PCB-Leitungen	19
3.2.1	Dämpfung und Dispersion	20
3.2.2	Einfluss von Leitungsdiskontinuitäten	23
3.2.3	Kopplung	24
3.2.4	Zusammenfassung der Leitungsparameter	26
3.3	Theoretische Beschreibung von eingekoppelten UWB-Störungen	26
4	Simulation und Messung eingekoppelter UWB-Störungen innerhalb komplexer Systeme	30
4.1	Systembeschreibung	30
4.2	Bestimmung der Schirmdämpfung	32
4.2.1	Simulation der Schirmdämpfung mithilfe der Momentenmethode	32
4.2.2	Modellbeschreibung des Testsystems	34
4.2.3	Simulationsergebnisse	36
4.2.4	Zusammenfassung der Schirmdämpfungsbestimmungen	40
4.3	Analyse von eingekoppelten UWB-Störungen auf PCB-Ebene	40
4.3.1	Testaufbau zur Vermessung von UWB-Störsignalen auf PCB-Leitungen	40
4.3.2	Simulation und Messung von UWB-Störsignalen auf PCB-Leitungen	42
4.4	Fazit	45

5	Nachbildung von eingekoppelten UWB-Pulsen auf PCB-Ebene	46
5.1	Anforderungen an UWB-Testsignale	46
5.2	UWB-Pulserzeugung durch Spektralformung breitbandiger Quellen	47
5.2.1	Breitbandige Signalerzeugung durch schnelle Avalanche-Transistoren.....	48
5.2.2	Spektralformung durch pulsformende Netzwerke	55
5.3	UWB-Pulserzeugung durch konstruktiven Spektralaufbau.....	62
5.3.1	Verfahren zum konstruktiven Spektralaufbau.....	62
5.3.2	Umsetzung des Verfahrens.....	66
5.4	Zusammenfassung und Bewertung der leitungsgebundenen Pulsnachbildungen	76
6	Schutzkonzepte gegen extreme elektromagnetische Störungen.....	77
6.1	Messaufbau zur Ermittlung des transienten Ansprechverhaltens von Schutzelementen gegen eingekoppelte UWB-Pulse.....	78
6.2	Verhalten von Schutzelementen bei eingekoppelten UWB-Pulsen	79
6.3	Systematische Beschreibung der Schutzwirkung von Schutzkomponenten	86
6.3.1	Definition der Schutzparameter eines Systems	86
6.3.2	Theoretische Beschreibung der Schutzwirkung von Schutzelementen.....	88
6.4	Zusammenfassung für den Entwurf angepasster Schutzkonzepte.....	91
7	Nachweis der Wirksamkeit von Schutzkonzepten	92
7.1	Systembeschreibung	92
7.2	Ermittlung der Effektschwellen eines USB-Übertragungssystems	94
7.3	Erstellung eines Schutzkonzeptes.....	96
7.4	Ermittlung der Wirksamkeit des erstellten Schutzkonzeptes	98
7.5	Ergebnisse und Bewertung	99
8	Zusammenfassung.....	100
9	Literaturverzeichnis.....	102
10	Anhang	109
10.1	Simulationsergebnisse der Schirmdämpfungsbestimmung	109
10.2	Messungen von Nachbildungen eingekoppelter UWB-Pulse	111