

AUFGABE DER DIPLOMARBEIT
im Hauptstudium II

für: Herrn Adam Buck
gestellt von: Herrn Prof. Dr.-Ing. K. Solbach
Fakultät für Ingenieurwissenschaften - Hochfrequenztechnik

Thema: Verkopplungsmechanismen in integrierten Schaltungen für den Mobilfunk

Aufgabenstellung:

Im Rahmen der Einarbeitung werden das Konzept, Design und Layout eines GSM-Hochfrequenz Empfängers und Senders vermittelt. Der Fokus liegt hier auf Schaltungen im Rahmen eines aktuellen Projekts. Die Schaltungen sind in einer der weltweit modernsten CMOS Technologien, in C65 integriert. Es werden bereits bekannte Verkopplungsmechanismen erklärt, und anhand von Messungen im Labor verdeutlicht und das Verständnis vertieft. Die Messergebnisse werden mit der GSM-Spezifikation verglichen, und evtl. Verletzung der Spezifikation heraus gearbeitet. Im Fokus der weiteren Arbeit stehen Verkopplungen zwischen digitalen Schaltungen (Aggressor) und sensitiven Hochfrequenzschaltungen (Sensor).

1. Grundsätzlich wird bei Verkopplungsproblemen zwischen dem Aggressor, dem Verkopplungspfad und dem Sensor unterschieden. Im ersten Schritt dieser Diplomarbeit soll der Sensor behandelt werden. Besonders empfindlich bzgl. der Einkopplung von Störungen sind die Schaltungen des Senders (TX). Hierbei wird zwischen Sendern für GSM-GMSK und GSM-EDGE Signale unterschieden. Der Fokus der soll aber hier auf Schaltungen für GSM-GMSK liegen. Für den Sender soll hier die Empfindlichkeit gegenüber Einkopplungen über die Versorgungs-Spannung simuliert werden, hierbei sind die Amplituden-Modulation und die Phasenmodulation des Hochfrequenz (HF) – Signals zu unterscheiden. Beide Effekte sollen anhand der Simulationen charakterisiert und mit analytischen Berechnungen verglichen werden.
2. Zur Simulation der Verkopplungsmechanismen sind häufig parasitäre Effekte von Package und Substrat zu berücksichtigen.
 - Ein möglicher Pfad für Verkopplungen ist das gemeinsame Silizium Substrat. Über das gemeinsame Substrat sind Aggressor und Sensor resistiv verbunden. Das Substrat besteht aus einem zweischichtigen Aufbau, Substratmaterial unten und einer relativ niederohmigen aber dünnen Implantationsschicht darüber. Der Widerstand hängt von Dotierungsstärke und Schichtenprofil des Substrates ab. Ein höherer Widerstand zwischen beiden Schaltungen führt zu einer verbesserten Isolation und zu einer verbesserten Signalintegrität der sensitiven Schaltung.
Durch Isolationsring um aggressive und sensitive Schaltungen kann die Isolation verbessert werden. Hierzu bieten sich Ringe mit niedriger Dotierung, oder auch n-Wannen-Ringe an. Der Substrat-Widerstand wird an vorhandenen Chips vermessen. Ferner soll ein analytisches Verständnis mit einfachen Formeln aufgebaut werden, um den Einfluss von Dotierungsprofil und Distanz zweier Blöcke zu verstehen. Weiterhin sollen Möglichkeiten zur Optimierung der Isolation ausgearbeitet werden.
 - Verkopplungsprobleme können über das Versorgungs-Spannungs-System auftreten. Dieses schließt auch die Masse ein. Kritisch sind solche Stellen, an denen aggressive und sensitive Schaltungen über gemeinsame Spannungsregler, oder auch einfach nur gemeinsame Leitungen mit parasitären Widerständen und Induktivitäten versorgt werden. Dieses kann im Chip auftreten, vor allem jedoch im Package und auf dem Board. Eine Entkopplung einer gemeinsamen Versorgungs-Spannung lässt sich durch separate Spannungsregler für verschiedene Blöcke realisieren, sowie externe Stütz-Kapazitäten. Der Einfluss gemeinsamer parasitärer Widerstände und Induktivitäten ist auf die Verkopplung zu untersuchen. Ferner ist der Einfluss von Spannungsreglern und externen Stütz-Kapazitäten zu berücksichtigen.
3. Ursache der Verkopplungsprobleme sind häufig digitale Schaltungen welche mit einer Clock-Frequenz von z.B. 26MHz betrieben werden. Sämtliche digitale Schaltungen arbeiten synchron zu einem Referenztakt. Die Schaltungen erzeugen Signale mit steilen Schaltflanken, im Umschaltzeitpunkt werden ferner hohe Ströme aus dem Versorgungs-Spannungs-System gezogen. Beides kann Ursache für ein Verkopplungsproblem sein. Von Interesse sind hierbei zum einen die Spektral-Anteile bei der Clock-Frequenz als auch bei deren Vielfachen.
Anhand einfacher Test-Strukturen soll dies simuliert werden, und ein analytisches Verständnis für die verschiedenen Spektral-Anteile von Strom und Signal-Spektrum aufgebaut werden. Anhand dieser einfachen Test-Strukturen sollen auch Optimierungsstrategien entwickelt werden. Im nächsten Schritt werden dann die Optimierungsstrategien an reale Schaltungen angewendet und verifiziert.

Über das Thema ist am Ende der Arbeit im Fachgebiet ein Vortrag zu halten.