

Modular data transmission systems in GHz-range

Zielstellung

Mit der Einführung von neuen Übertragungsstandards für Frequenzen oberhalb von einem Gigahertz war es notwendig dafür auch Schaltungen und Systeme entwickeln, produzieren und charakterisieren zu können. Im Projektverbund mit dem Halbleiterhersteller X-FAB Semiconductor Foundries AG (Erfurt), der Technischen Universität Ilmenau, der Melexis GmbH (Erfurt) und der IMMS gGmbH waren bisher Realisierungen für Trägerfrequenzen bis 1 GHz möglich. Diese sollte 2006 bis 6 GHz erweitert werden.

Entwicklungsverlauf und Ergebnisse

Für die Entwicklung stand ein BiCMOS-Prozess mit 350 nm Strukturbreite zur Verfügung, in dem Komponenten für den Übertragungsstandard IEEE 802.15.4 (ZigBee- 2,4-GHz-Band) realisiert wurden. Als Betriebsparameter wurden ein Spannungsbereich von 2.3 V bis 3.6 V sowie ein Temperaturbereich von -40 °C bis 85 °C festgelegt.

Zunächst wurden grundlegende Komponenten, wie HF-

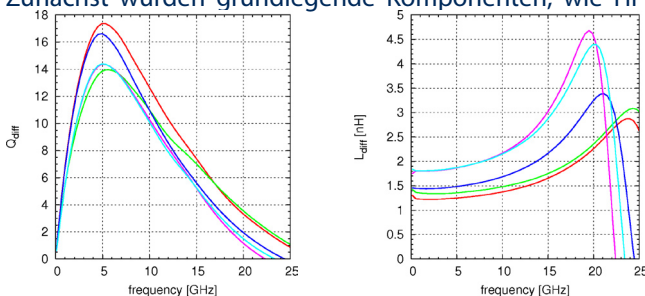


Abb. 1: Induktivität und Güte ausgewählter Spulen

Fig. 1: Inductance and quality of selected coils

taugliche Bond-Pad-Zellen, Bias-Zellen für Referenzspannungen und -ströme mit verschiedenen Temperatureigenschaften sowie ein Betriebsspannungsregler für eine stabile Spannungsversorgung mit 2.1 V bis 60 mA entworfen. Weiterhin wurden HF-Bauelemente entworfen. Dazu wurden Testfelder mit Spulen und Dioden- bzw. MOS-Varaktoren mit verschiedenen technologischen Eigenschaften prozessiert. Mit der anschließenden Charakterisierung wurde eine Auswahl von geeigneten Strukturen getroffen, um von ihnen Modelle für die Simulation zu entwickeln. In den Abbildungen 1 bis 2 werden ausgewählte Messergebnisse dargestellt.

Aufbauend auf den genannten Zellen und Bauelementen wurde eine PLL mit LC-VCO und Pulse-Swallow-Divider entworfen. Der VCO arbeitet bei der doppelten Ausgangsfrequenz, welche für den Vergleich im PFD (mit 0,5 MHz) geteilt wird.

Folgende Parameter wurden erreicht:

Objective

With the introduction of new transmission standards for frequencies above one gigahertz, it became necessary, to be able to develop, produce and characterize such systems. In the project association X-FAB Semiconductor Foundries, TU Ilmenau, Melexis and IMMS realizations for carrier frequencies up to 1 GHz were possible, which was to be extended to 6 GHz.

Course of developments and results

A BiCMOS-process with 350 nm structural width was available for development work, in which components for the transmission standard IEEE 802.15.4 (ZigBee- 2,4-GHz-band) were realized. As operating temperature a voltage range of 2.3 V to 3.6 V as well as a temperature range of -40 °C to 85 °C was determined.

At first fundamental components e.g. HF-compatible bond-pad-cells, bias-cells for reference voltages and flows with different temperature properties, as well as operating voltage regulators for a stable voltage supply with 2.1 V to 60 mA and HF-components were designed. In connection with that test fields with coils and diodes or MOS-varactors with various technological properties were processed. With the subsequent characterization a selection of suitable structures was made, in order to generate models for simulation. In the figures 1 to 2 selected measuring results are represented.

Based on the cells and components mentioned, a PLL with LC-VCO and pulse-swallow-divider was designed. The VCO works at double output frequency, which for comparison in PFD (with 0.5 MHz) is divided.

The following parameters were achieved:

- Current consumption of the VCO-Core 1,7 mA
- Mid frequency 4,9 GHz
- Tuning range 600 MHz
- Phase noise -112 dBc/Hz at an offset frequency of 5 MHz
- Layout area 0,27 mm²

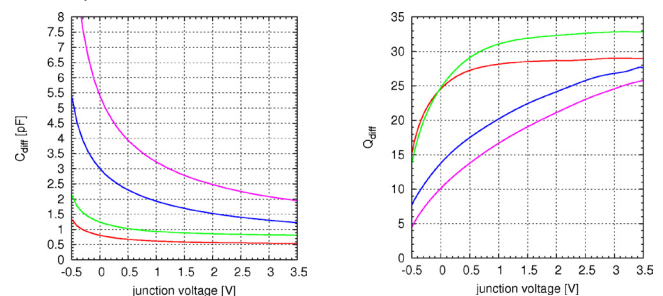


Abb. 2: Kapazität und Güte von Varaktoren bei 5 GHz

Fig. 2: capacity and quality of varactors at 5 GHz

- Stromverbrauch des VCO-Core: 1.7 mA
- Mittenfrequenz: 4,9 GHz
- Tuningbereich: 600 MHz
- Phasenrauschen: -112 dBc/Hz bei einer Offsetfrequenz von 5 MHz
- Layoutfläche: 0,27 mm²

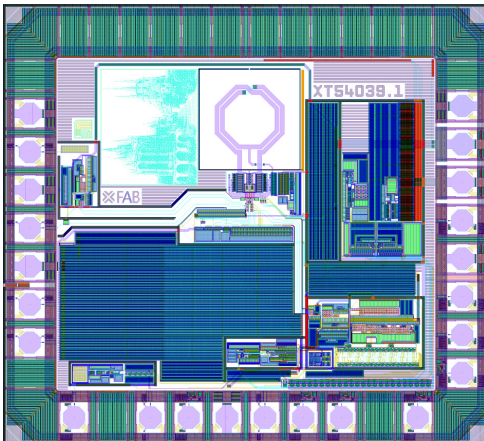


Abb. 3: PLL-Test-IC

Fig. 3:PLL-test-IC

Abweichend von dem eingangs genannten Übertragungsstandard wurden LNAs für GPS-Applikationen (L1-Band, 1,575 GHz) entwickelt. Für einen Vergleich wurden Bipolar- und CMOS-Versionen entworfen, welche in Tabelle 1 gegenübergestellt werden. Hier wurden Verstärkung und Noise Figure bei 1575 MHz ermittelt.

Parameter	CMOS 1	CMOS 2	Bipolar
Stromaufnahme [mA]	9.9	9.9	2.9
CP1dB [dBm]	-7,3	-7,3	-23,3
NF [dB]	0,9	1	1,3
S21 [dB]	15,9	15,3	15,6
S22 [dB]	-16,8	-15,4	-14,7

Tab. 1: Vergleich LNAs

Ausblick

Derzeit befinden sich noch Test-ICs in der Prozessierung. Diese werden im Jahre 2007 vollständig ausgemessen und charakterisiert.

Deviating from the transmission standard mentioned at the beginning, LNAs for GPS-applications (L1-band, 1.575 GHz) were developed. For a comparison bipolar and CMOS-versions were designed, which were compared in table 1. Here amplification and noise figure were determined at 1575 MHz.

parameter	CMOS 1	CMOS 2	bipolar
Current cons. [mA]	9.9	9.9	2.9
CP1dB [dBm]	-7,3	-7,3	-23,3
NF [dB]	0,9	1	1,3
S21 [dB]	15,9	15,3	15,6

Tab. 1: Comparison LNAs

parameter	CMOS 1	CMOS 2	bipolar
S22 [dB]	-16,8	-15,4	-14,7

Prospect

Currently there are still test-ICs in processing, which will be completely measured and characterized in the year of 2007.

Ansprechpartner / Contact:

Dipl.-Ing. (FH) André Richter
 Tel.: +49 (361) 663-2562
 E-Mail: andre.richter@imms.de