

Kurzfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Entwurf, der Optimierung und Charakterisierung von GaN-HEMT-Leistungsverstärkern für Mobilfunkanwendungen. Der Fokus liegt hierbei auf steuerbaren Transformationsnetzwerken auf Basis elektronisch anpassbarer Barium-Strontium-Titanat (BST)-Varaktoren. Dabei konnte die Leistungsverträglichkeit jener BST-Varaktoren bis zu 50 W gesteigert werden, verbunden mit einer guten Linearität und geringen Temperaturabhängigkeit. Dies zielte darauf, den Wirkungsgrad von Leistungsverstärkern bei Leistungen deutlich unterhalb der Sättigung zu verbessern. Die so entwickelten steuerbaren Transformationsnetzwerke sind für gehäuseintegrierte Transistormodule optimiert. Auf diese Weise lassen sich platzsparende und äußerst flexibel einsetzbare Komponenten für Hochfrequenzanwendungen realisieren. Die Transistormodule erreichen einen hohen Wirkungsgrad von bis zu 72% PAE in der Sättigung. Sie verbessern zudem die PAE bei reduzierter Leistung um mehrere Prozentpunkte gegenüber statisch angepassten Transistoren.

Darüber hinaus sind sie über der Frequenz im S-Band nicht nur gut steuerbar, sondern lassen sich auch durch Änderung der Steuerspannung auf optimalen Wirkungsgrad oder Linearität bei verschiedenen Leistungspegeln anpassen. Auch hybride Verstärker werden vorgestellt, in denen diskret aufgebaute Varaktoren verbaut sind. Dank der verwendeten Modulatoren, für welche ebenfalls GaN-Transistoren und Dioden genutzt werden, bieten die Verstärker das Potenzial zur Lastmodulation. Dadurch steigt die Effizienz beim Betrieb mit modulierten Signalen. Für LTE-äquivalente Signale lässt sich die mittlere PAE um mehrere Prozentpunkte erhöhen, ohne die Linearität in einem System mit Vorverzerrung zu belasten.

Abstract

This thesis discusses the development, optimization and characterization of Gallium nitride power amplifiers for mobile communication, with the focus on tuneable passive circuits based on barium strontium titanate. Electronically tuneable varactors are introduced since high saturation efficiency is not sufficient for an efficient amplification of modulated signals. Also the efficiency at lower power levels must be improved, which is possible by load tuning. With significantly improved power handling capability of up to 50 W as well as good linearity and low temperature dependency Barium Strontium titanate components were identified as a promising candidate for this work. Such varactors are used to show improved efficiency below saturation power level. The developed tuneable matching networks are optimized for packaged transistor modules. Thus, compact and flexible components for several RF-applications are available. Such modules reach power added efficiency values of up to 72 % at saturation and improve efficiency at lower power levels by several percentage points compared with fixed matching networks.

Furthermore, these tuneable networks can adapt the power amplifiers behavior for the whole S-band and other optimization goals such as linearity can be chosen for any power level. Also, discrete packaged tuneable varactors are used to show improved hybrid power amplifiers. Gallium nitride diodes and transistors as switches for a modulator are used to prove the concept of load modulation for efficiency improvement of modulated wideband signals. Also, in case of LTE-equivalent signals, several percentage points PAE improvement, without significant degradation of the linearity after predistortion, are shown.