Implementierung eines HF-Senders mit direkter Umsetzung

Mit dem HF-D/A-Wandler MAX5879 lässt sich einfacher als zuvor ein HF-Sender mit direkter Umsetzung realisieren. Diese Architektur verringert nicht nur die Anzahl der erforderlichen Komponenten sondern reduziert außerdem die Verlustleistung.

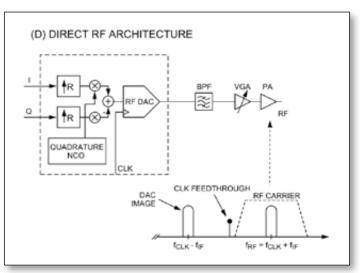


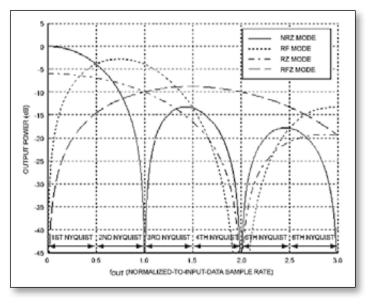
Bild 1: Architektur eines direkten HF-Senders

breiten bis zu 1 GHz und erzeugt wenig Nebenwellen.

Bei einem direkten HF-Sender, dessen Architektur Bild 1 zeigt, ist der Quadratur-Demodulator im digitalen Bereich implementiert und der LO wird durch einen NCO ersetzt. Dadurch ergibt sich eine nahezu perfekte Symmetrie in den I- und Q-Pfaden mit nur sehr geringem LO-Übersprechen. Das Ausgangssignal des digitalen Modulators ist somit ein digitaler HF-Träger, der anschließend einem sehr schnellen DAC zugeführt wird. Bei der Umsetzung wird auch ein Alias-Image am Ausgang des DAC generiert, das den gleichen Fre-

Direkter HF-Sender

Die Senderarchitekturen haben sich in den letzten Jahre ständig weiterentwickelt. Die neueste Architektur-Variante führt die Basisband-I/Q-Signale einem Hochleistungs-D/A-Wandler zu, der eine direkte Umsetzung in den gewünschten HF-Bereich vornimmt. Dieses Direct-to-RF-Verfahren hat zwar auch seine eigenen Probleme, aber es ebnet den Weg für echte Software-Defined Sender. Die entscheidende Komponente zur Realisierung dieser Architektur ist ein geeigneter HF-DAC, wie der 14-Bit/2.3-Gsps MAX5879 von Maxim. Der DAC bietet ein sehr niedriges Rausachen für Band-



Bikld 2: Wählbarer Frequenzgang des MAX5879 DAC

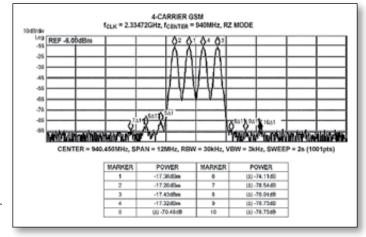


Bild 3: 4-Träger-GSM-Leistung bei 940 und MHz und 2,3 GSPS

Unter auszugsweiser Verwendung der Application Note 5317 von Maxim Ajay Kuckreja Principal Member Technical Staff Product Definition

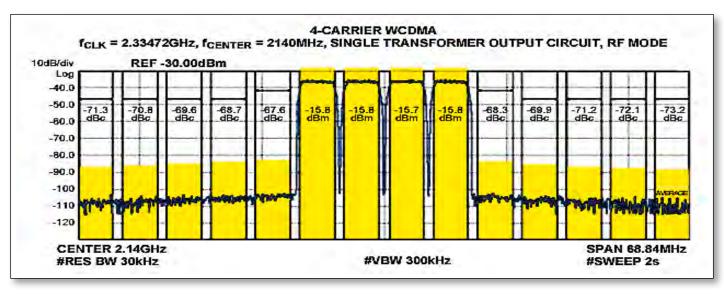


Bild 4: 4-Träger-WCDMA-Leistung bei 2140 MHz und 2,3 Gsps

quenzabstand zur Taktfrequenz hat. Das DAC-Ausgangssignal durchläuft anschließend einen Bandpass, um den HF-Träger auszufiltern und wird dann einem variablen Verstärker (VGA) zugeführt.

Es ist offensichtlich, dass die direkte HF-Architektur die wenigsten aktiven Komponenten benötigt. Da die analogen Quadraturmodulatoren und der LO durch digitale Varianten in einem FPGA oder ASIC ersetzt werden können, eliminiert die direkte HF-Architektur die I- und Q-Symmetriefehler und das LO-Überkoppeln.

Da der DAC zudem normalerweise bei viel höheren Abtastraten betrieben wird, ist es einfacher, sehr breitbandige Signale zu implementieren, wobei die erforderlichen Selek-

tionsmaßnahmen überschaubar bleiben. Ein DAC mit sehr hoher Leistung ist somit ein wesentlicher Bestandteil der direkten HF-Architektur, damit sie eine brauchbare Alternative zu herkömmlichen Sendern bietet. Dieser DAC ist erforderlich, um HF-Träger auf Frequenzen bis 2 GHz oder mehr zur erzeugen. Ein solcher High-Performance-DAC, der dazu in der Lage ist, ist der MAX5879, ein 14-Bit-2.3-Gsps-RF DAC mit mehr als 2 GHz Ausgangs-Bandbreite. Er zeichnet sich durch ein gutes Rauschverhalten auf und erzeugt nur wenig Nebenwellen erzeugt. Sein Frequenzgang (Bild 2) kann durch eine Änderung seines Impulsverhaltens modifiziert werden.

Der MAX5879 erreicht mehr als 74 dB Intermodulationsabstand für ein 4-Träger-GSM-Signal bei 940 MHz (Bild 3), eine Nachbarkanaldämpfung von 67 dB für ein 4-Träger-WCDMA-Signal bei 2,1 GHz (Bild 4) und 65 dB ACLR mit einem 2-Träger- LTE-Signal auf 2,6 GHz (Bild 5). Mit dieser Leistung kann der DAC für die direkte digitale Synthese einer Vielzahl von digital modulierten Signalen verwendet werden und kann als gemeinsame Hardware-Plattform für Multistandard- und Multiband-, Wireless-Basisstations-Sender dienen.

Der MAX5879 DAC kann auch mehrere Träger gleichzeitig in einer Nyquist-Zone übertragen. Diese Fähigkeit wird jetzt allgemein in nachgelagerten Kabel-TV-Sendern, genutzt, wo mehrere OAM-modulierte Signale im 50-MHz- bis 1000-MHz-Band übertragen werden müssen. Bei dieser Anwendung erreichen direkte HF-Sender die 20- bis 30-fache Trägerdichte im Vergleich zu den anderen Sender-Architekturen. Weil zudem ein einzelner, direkter Breitband-HF-Sender mehrere Sender ersetzen kann, ergibt sich dadurch bei neuen Designs eine drastische Reduzierung sowohl der Verlustleistung als auch der Fläche im Kabel-TV-Kopfende.

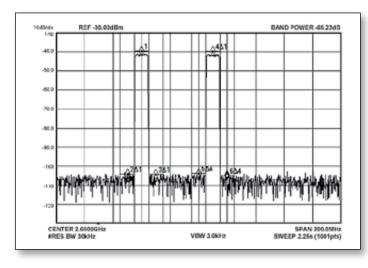


Bild 5: 2-Träger-LTE-Leistung bei 2650 MHz und 2,3 Gsps



Kompetenz in HF

Antennenverteiler, Subsysteme, Phasenschieber Matrix-Systeme, aktive Filter, LWL-Übertragungen Beratung, Entwicklung und Herstellung

Tel: 09070 / 916 25 Fax 09070 / 916 24 E-mail: a.reichensperger@t-online.de

hf-praxis 11/2012 45