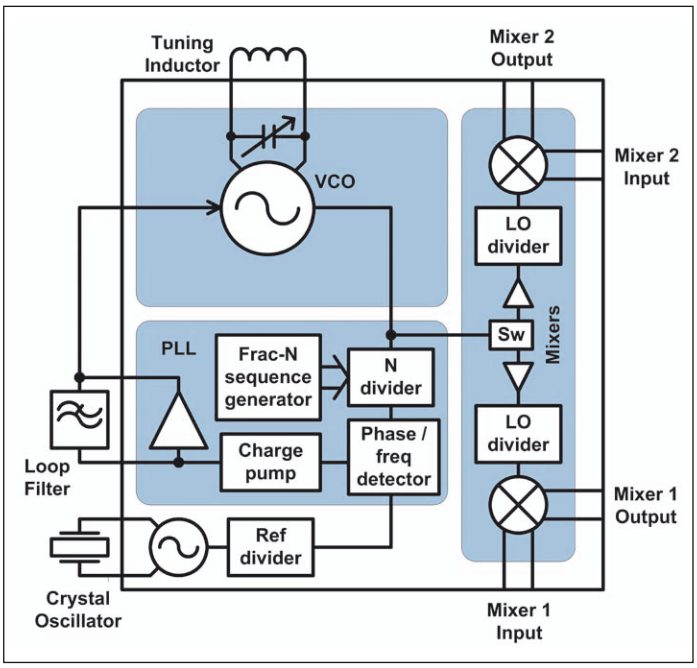
Hochintegrierter Low-Voltage-Frequenzkonverter



Frequenzerzeugung und Signalverarbeitung bilden das Herz vieler moderner Kommunikationssysteme. Dieser Applikationsbericht stellt den komplexen Baustein RF2056 vor und schildert, welche Ergebnisse sich damit bei nur 2,2 V Betriebsspannung erzielen lassen.

Als Grundbestandteile benötigt ein Frequenzkonverter einen geräuscharmen Lokaloszillator (LO) mit einer Phase-Locked Loop (phasenstarren Schleife) und einen Up- oder Down-Mischer. Exzellentes Synthesizer-Phasenrauschen, ein sauberes LO-Signal mit ausreichend geringem Spurious-Anteil und ein Mischer mit hohem IIP3 sind unverzichtbare Bestandteile für einen Hochleistungs-Konverter, der in der Lage ist, hochkomplexe Eingangssignale (mit verschiedenen Kanälen und Modulationsarten) exakt umzusetzen.

Low-Voltage-Betrieb

Das Design eines Frequenzkonverters für batteriebetriebene Applikationen beinhaltet die Extra-Herausforderung der Low-Voltage-Betriebsweise und eines geringen Stromverbrauchs, um eine möglichst lange Batterienutzung zu erreichen. Dieser Applikationsbericht beschreibt einen 2,2-V-Frequenzkonverter auf Basis des RF2056, vorgesehen für die Nutzung in batterieversorgten drahtlosen Geräten für Consumer und für professionelle Anwendung.

Quelle: Application Report AN120921, RF Micro Devices, RFMD: A Highly Integrated 2.2 V RF Frequency Converter with Flexible Tuning Range, www.rfmd.com
frei übersetzt von FS

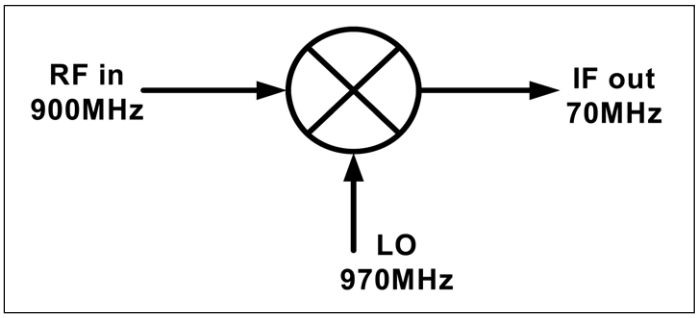


Bild 1: Grundschema des Set-Ups mit Frequenzen

Der RF2056 ist eine Variante der RF205x-Familie von integrierten konfigurierbaren Komponenten für VHF/UHF-Applikationen. Die normale Versorgungsspannung für den RF2056 ist 2,7 bis 3,6 V. Der Baustein enthält zwei Mischer, einen Fractional-N Synthesizer, einen Voltage-Controlled Oscillator (VCO) und einen Referenzoszillator. Der VCO kann durch eine externe Spule für einen bestimmten Frequenzbereich ausgelegt werden. Bei Nutzung der selben LO-Frequenz lässt sich ein Mixer für die Up-Conversion und der andere für die Down-Conversion einsetzen. Dies alles macht den RF2056 zu einem sehr kompakten Singlechip-Up/Down-Frequenzkonverter oder Bandshifter.

Der RF2056 arbeitet gut bis über 1 GHz mit Versorgungsspannungen bis herab zu 2,2 V. So eine kleine Spannung, verbunden mit geringem Strombedarf, bedeutet eine lange Nutzungsdauer der Batterie, und das ohne nennenswerte Einschränkung der Performance. Der VCO kann auf oder nahe der LO-Frequenz arbeiten, sodass LO-Teiler sich erübrigen, was minimalen Stromverbrauch bedeutet. Der Mischer-Arbeitspunkt lässt sich ebenfalls auf Low-Current Operation einstellen, allerdings auf Kosten der Linearität. An 2,2 V beträgt die gesamte Leistungsaufnahme von Synthesizer und einem Mixer typisch 105 mW, sodass sich der RF2056 bestens für Low-Power-Applikationen eignet.

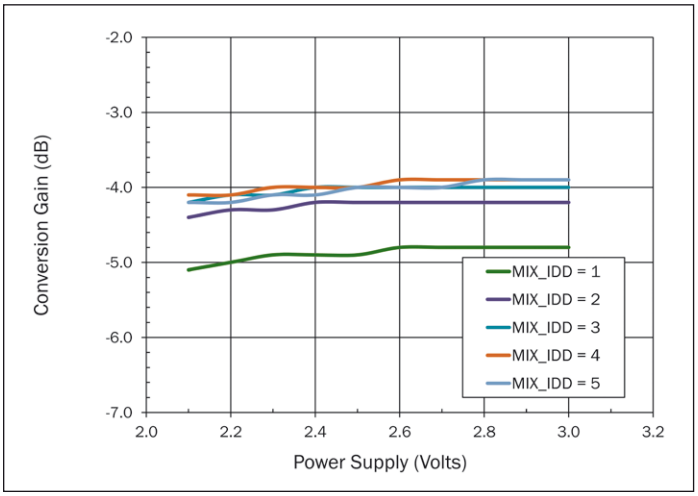


Bild 2: Mischverstärkung über dem Stromverbrauch bei 25 °C

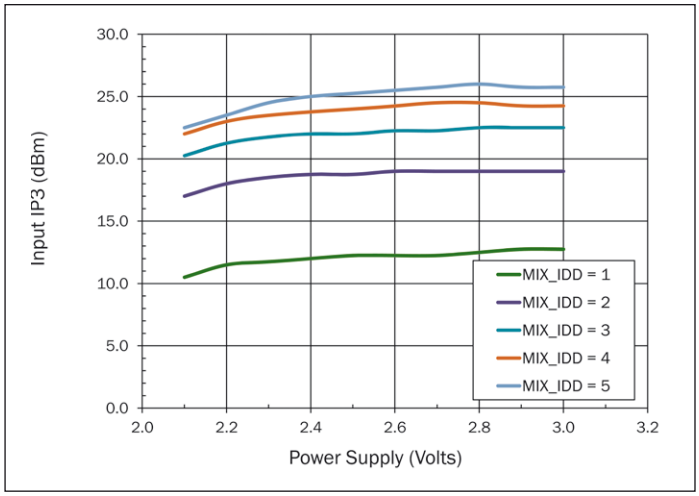


Bild 3: IP3 des Mischereingangs über dem Stromverbrauch bei 25 °C

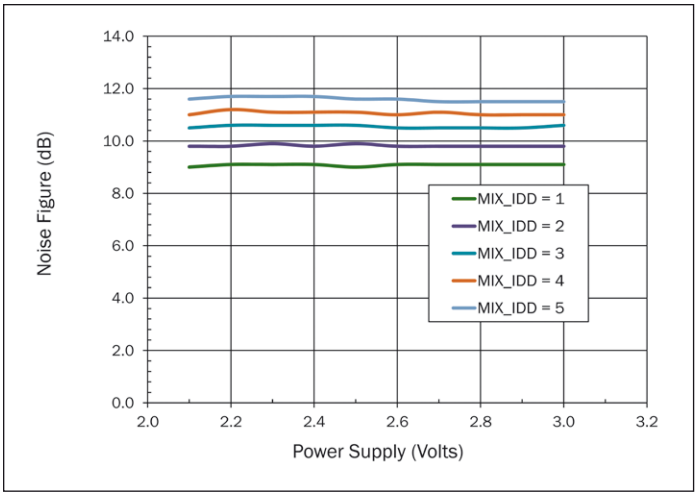


Bild 4: Mischer-Rauschmaß über dem Stromverbrauch bei 25 °C

RF2056 Set-Up

Die Messungen erfolgten mit den Frequenzen nach Bild 1. Das sind typische Werte für RF, IF und LO-Frequenz. Die meisten der Messungen konzentrierten sich auf die Performance bei geringster Mischer-Stromaufnahme. Ein Standard RF2056 Evaluation Board wurde genutzt, korrespondierend zu den Referenzangaben auf Seite 37 im Datenblatt.

Der UM232R USB to Serial Adaptor ist normalerweise für 3,3-V-Logik eingerichtet. Das Limit beim RF2056 ist Betriebsspannung + 0,3V, daher war der Logikpegel zu reduzieren. Das ist leicht über den Header J1 auf dem UM232R-Adapter möglich. Der ENBL-Serienwiderstand R21 wurde auf 22 kOhm gesenkt, um zu sichern, dass der Wert der ENBL-High nicht unter die logische Schwelle von 1,5 V fällt. Zwei VCO-Spulen von 3,3 nH (L3 und L4) wurden im Differential-VCO-Resonanzkreis genutzt. Diese legen den VCO-Frequenzbereich auf etwa 850 bis 1200 MHz fest, bei einer erforderlichen Mittenfrequenz von 970 MHz. Der Dämpfungswiderstand R20 wurde entfernt, da nicht erforderlich. Die AC-Kopplung erfolgte mit C23, 24, 29 und 30, deren Werte von 1 nF auf 100 pF mit Blick auf die HF bei 900 MHz gesenkt wurden.

Im Kasten und in den Bildern 2 bis 6 werden die wichtigsten Ergebnisse des Set-Ups vorgestellt.

Zusammengefasst

Der RF2056 kann mit Versorgungsspannungen bis herab zu 2,2 V bei nur geringer Einschränkung der typischen Performance arbeiten. Die Mischerverstärkung und die Linearität fallen nur leicht, der Eingangs-IP3 reduziert sich um 1 bis 2 dB gegenüber Betrieb mit 3 V. Das Phasenrauschen von Synthesizer und VCO wird nicht verschlechtert. Bei 2,1 V beginnt die Leistungsfähigkeit signifikant nachzulassen. Anwendung des Synthesizers und eines Mischer (enabled) bei 2,2 V bedeutet eine DC-Leistungsaufnahme von typisch 105 mW, dies bedeutet 30% weniger als bei 3 V. Mit zwei aktivierten Mischern (Vollduplex-Mode) beträgt die gesamte Leistungsaufnahme an 2,2 V etwa 130 mW. ◄

Typische Resultate an 2,2 V

Gesamtstrom (ein Mischer aktiviert): 47 mA
Gesamtstrom (zwei Mischer aktiviert): 58 mA
Mischverstärkung (inkl. Balun-Verlust): -5 dB
Mischereingang IP3: 11 dBm
Mischer-Rauschmaß: 9 dB
Synthesizer Integrated PN (1 K bis 40 M): <0,5° RMS

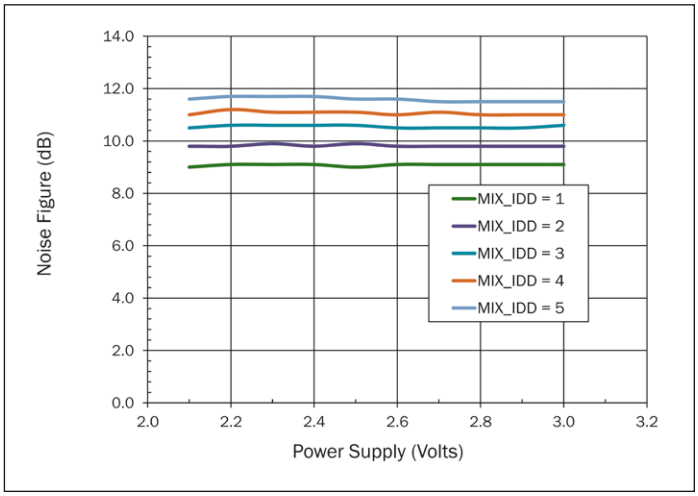


Bild 5: Mischer LO-Übersprechen bei 970 MHz über dem Stromverbrauch bei 25 °C

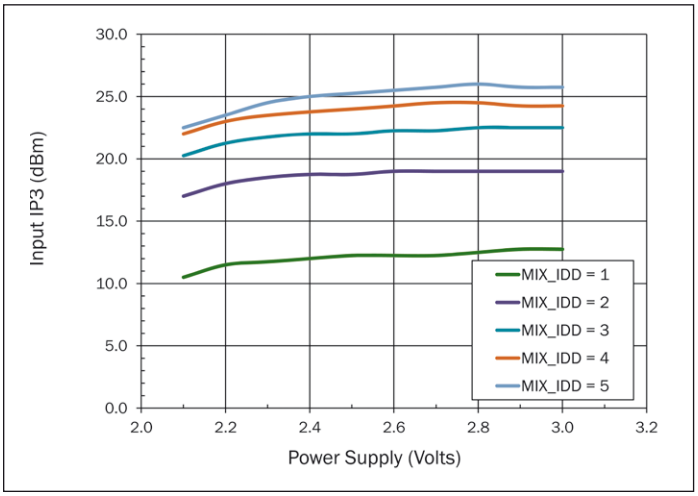


Bild 6: Phasenrauschen bei 970 MHz in einer Bandbreite von 1 kHz bis 40 MHz