LTE-A Release-12 formt neue eNodeB-Senderarchitektur:

Teil 2: Die analoge Integrations-Herausforderung

Teil 1 dieses Applikationsberichtes erschien in der HF-Praxis Ausgabe 7-2016

Das „3. Generations-Partnerschafts-Projekt“ (3GPP) arbeitet am Release 12 (Rel-12) des LTE-Advanced-Standards. 3 GPP Rel-12 bringt viele Verbesserungen der 4G-Funk-Zugriffstechnologie, einschließlich Breitband-Trägeraggregation, mehrschichtiges räumliches Multiplexing und hoch entwickelte Antennenkonfigurationen.

Die Verbesserungen der Rel-12 sind eine Herausforderung an die Entwickler, mehr HF-Senderkanäle zu integrieren, was kleinere Hochleistungs-eNodeB-Basisstationen mit geringerem Energieverbrauch ermöglichen würde. Fortschritte bei der HF-Analog-Integration und neue Funkgeräte-Architekturen können Ingenieuren dabei helfen, die Notwendigkeit zu weitergehender Integration erfolgreich zu bewältigen

Dieser Anwendungsbericht befasst sich mit den neuesten Entwicklungen im 4GE-LTE-Zellularstandard und den Auswirkungen der Release 12 auf eNodeB-Hochfrequenz-Sender und zeigt, wie sich mit analoger Integration die Design-Herausforderungen lösen lassen, die sich aus den jüngsten 4G-Entwicklungen ergeben.

Merkmale von Release 12, wie z.B. Breitband-Downlink-Träger-Aggregation, räumliches (MIMO) Downlink-Multiplexen und Aktive Antennen-Systeme (AAS) mit eingebetteter HF sind erhebliche Design-Herausforderungen für die eNodeB-Geräte der nächsten Generation. Vorgestellt wird u.a. eine Lösung zur direkten Bit-zu-HF-Umsetzung, die Ingenieuren die Konzeption alternativer Sender-Architekturen ermöglicht. Die neue HF-Digital/Analog-Wandler(RF-DAC)-Technologie ebnet damit den Weg zu einer innovativen Ein-Chip-Breitband-Senderlösung. Dieser Beitrag erläutert Anwendungen des RF-DAC auf Systemebene und macht die Integrationsvorteile deutlich, die er für das Design von eNodeB-Geräten bietet.

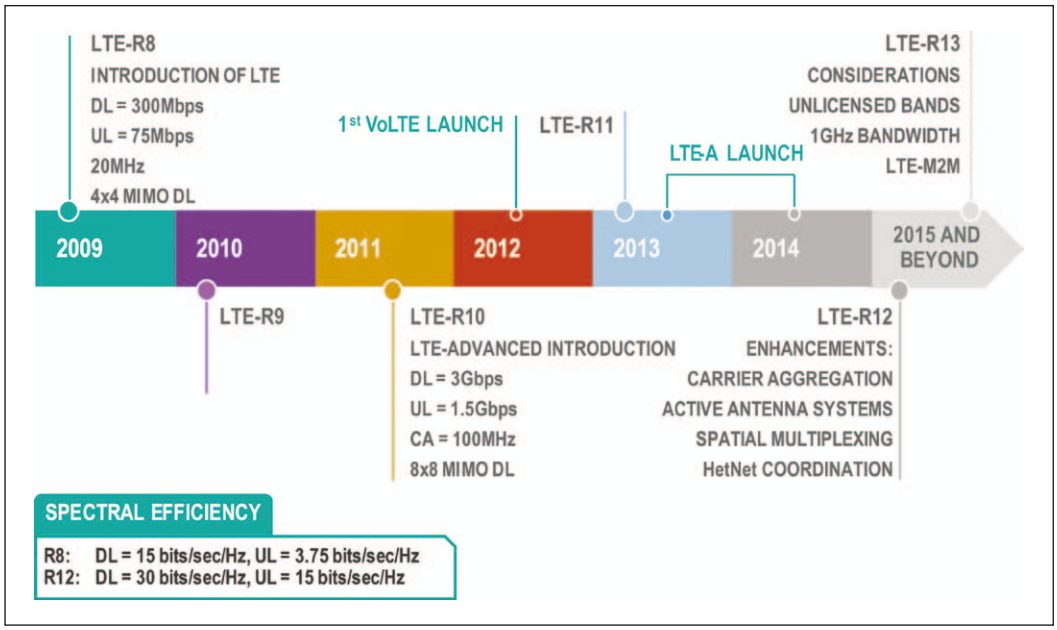

Bild 1: Die Zeitachse der LTE-Freigaben zeigt die evolutionären Fortschritte in der Funk-Zugriffstechnologie

Einige Hintergrundinformationen zu LTE und LTE-A Rel-12

LTE wird als die am schnellsten wachsende mobile Breitbandtechnologie angesehen, die auf dem Weg zum weltweit meistverwendeten zellularen Standard ist. Die Popularität von LTE ergibt sich aus der großen spektralen Effizienz, den hohen Spitzen-Datenraten, dem mit niedriger Latenzzeit arbeitenden, IP-basierten Netzwerk und der evolutionären Roadmap. Dabei ist LTE aber noch kein „echter“ 4G-Service, sondern gilt technisch noch als 3.9 G.

Der „wahre 4G“-Funk-Kommunikationsstandard, bekannt als „International Mobile, Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced), muss die Bedingungen erfüllen, die durch den „International Telecommunications Union Radio Sector“ (ITU-R) festgelegt wurden. IMT-Advanced definiert 4G als einen Service, der Spitzen-Datenraten

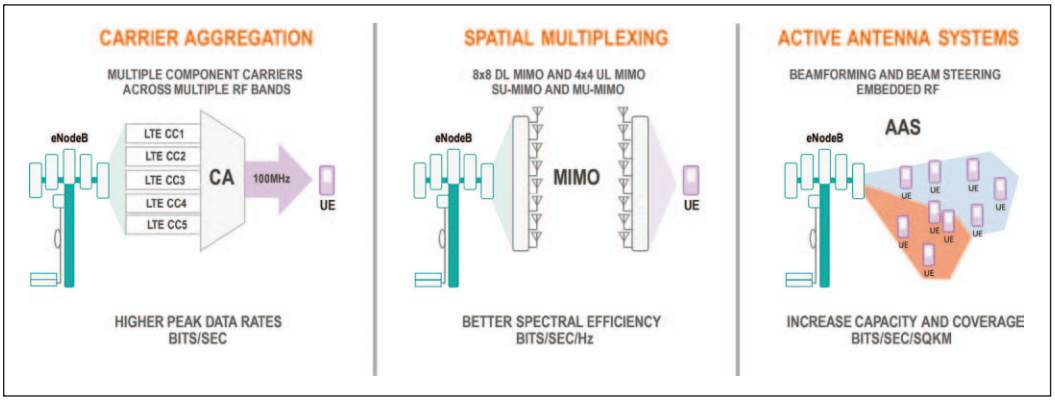

Bild 2: Merkmale und Nutzen von Release-12-Arbeitsbereichen

Damian Anzaldo
Principal Member of Technical Staff
Field Applications
Application Note 606
Maxim Integrated Products
www.maximintegrated.com

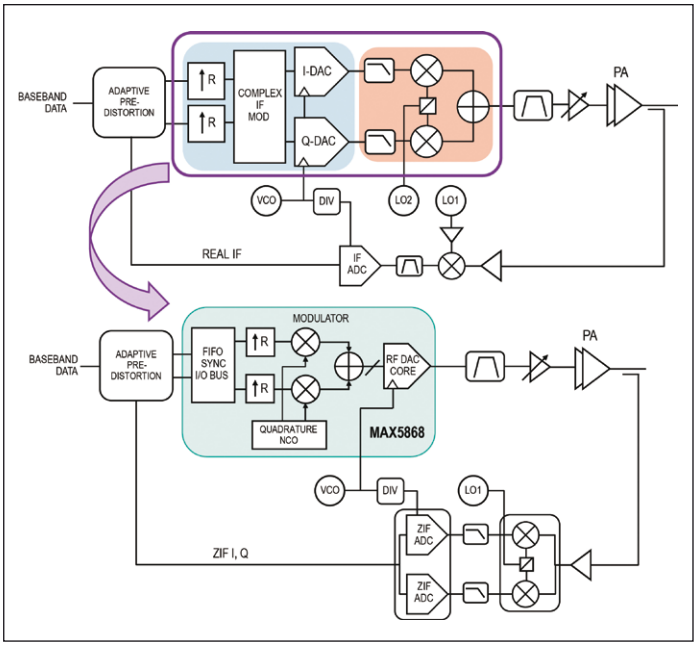

Bild 3: Dieses Block-Diagramm zeigt die HF-Senderarchitektur, die sich von einer herkömmlichen, komplexen ZF-Struktur (oben) zu einer Ein-Chip-RF-DAC-Lösung entwickelt hat (MAX5868, unten)

von 100 Mbps für User mit hoher Mobilität und Höchst-Datenraten von 1 Gbps für Kunden mit niedriger Mobilität vorsieht. Um mit der IMT-Advanced-Vision übereinzustimmen, hat 3GPP viele Verbesserungen eingeführt, seit der Anfangs-Standard LTE Rel-8 im Jahre 2008 veröffentlicht wurde.

Mit Rel-10 führte das 3GPP „LTE-Advanced“ als „echten 4G“-Service ein, um die IMT-Advanced-Anforderungen zu erfüllen oder zu übertreffen. Bild 1 veranschaulicht die LTE-Entwicklungszeitachse, aus der man ersehen kann, dass die theoretischen Spitzen-Downlink- (DL) und Uplink-Datenraten (UL) um über 10x und 20x angestiegen sind, also von DL= 300 Mbps/UL=75 Mbps in Rel-8 auf DL=3 Gbps/UL= 1,5 Gbps in Rel-10. Die bisherige außerordentliche Zunahme der Höchstdatenraten ist zum Teil auf Breitband-Carrier-Aggregation zurückzuführen, unterstützt durch räumliches Multilayer-Multiplexing, das in Rel-10 eingeführt wurde und jetzt ein wichtiger Teil der Verbesserungen in Rel-12 ist.

Die Erweiterungen der Rel-12 haben einen deutlichen Einfluss darauf, wie moderne NodeB-Radios (eNodeB) konzipiert sind.

Einige der wichtigen Bereiche der Rel-12 schließen neue Kombinationen der Träger-Aggregation, Verbesserungen des räumlichen Multiplexens mit Downlink-MIMO und HF-Anforderungen aktiver Antennen-Systeme (AAS) ein. Bild 2 fasst einige Bereiche der Rel-12 mit jeweiligen Merkmalen und Nutzen zusammen. Die Verbesserungen in Rel-12 bringen dem LTE-Ökosystem viele Vorteile, zusätzlich aber auch neue Herausforderungen im Hinblick auf ein neues Radio-Design und neue Architektur.

Die Herausforderung zur HF-Sender-Integration in Makro-Basisstationen

In 4G-Makrozellen-Basisstationen kann die Verwendung von Downlink-MIMO mit räumlichem Multilayer-Multiplexing oder die Entwicklung von Aktiven Antennen-Systemen mit eingebetteter HF die Sender-Kanaldichte bis zu einem Faktor von acht oder sechzehn erhöhen, im Vergleich zu 2G/3G-Basisstationen. Durch die Verwendung mehrspaltiger 3D-Antennengruppen kann sich die Anzahl der Funkkanäle in naher Zukunft möglicherweise bis auf 32 oder mehr pro Sektor erhöhen. Der Trend zur Erhöhung der eNodeB-Kanal-Dichte ist für frequenzagile Breitbandsender erforderlich. Eine allgemein einsetzbare Hardware-eNodeB-Plattform muss den LTE-Bandbereich von 450 MHz bis zu 2,2 GHz mit einer Roadmap für Band-7/Band-41-Abdeckung und bis zu 100 MHz Carrier-Aggregations-Bandbreite unterstützen. Offensichtlich ist die Verwendung einer neuen Technologie erforderlich, um die Integration von mehrkanaligen, leistungsstarken Sendern in platzbeschränkten, kosten-sensiblen Anwendungen wie Remote-Radio-Einheiten, integrierten Antennen-Systemen und herkömmlichen Basis-Transceiver-Stationen zu erleichtern.

Die HF-DAC-Sender-Lösung

Direkte Bit-zu-HF-Konvertierung mit einem Hochgeschwindigkeits-HF-DAC ist der für eNode-Sender zur Lösung der meisten Design-Probleme erforderliche Technologiesprung. Der RF-DAC verwendet direkte digitale Synthese, so dass sich die Aufgaben und Funktionen des Quadratur-Modulators, des agilen Lokal-Oszillators und der analogen Filter in die digitale Domain verschieben lassen (Bild 3). Dies nützt die Tatsache aus, dass sich bei digitalen Prozessen - besser als bei analogen – Forderungen nach geringerer Leistungsaufnahme, höherer Geschwindigkeit, kleinerer Die-Fläche und niedrigeren Kosten erfüllen lassen.

Die HF-DAC-Technologie schlägt die Brücke vom digitalen zum analogen Bereich in einem System. Ein HF-DAC wird allgemein als Mixed-Signal-Bauelement bezeichnet, das in mehrfachen Nyquist-Zonen mit Umwandlungsraten von über 1.5 Gsps arbeitet, um direkte Bit-zu-RF-Signal-Synthese durchzuführen.

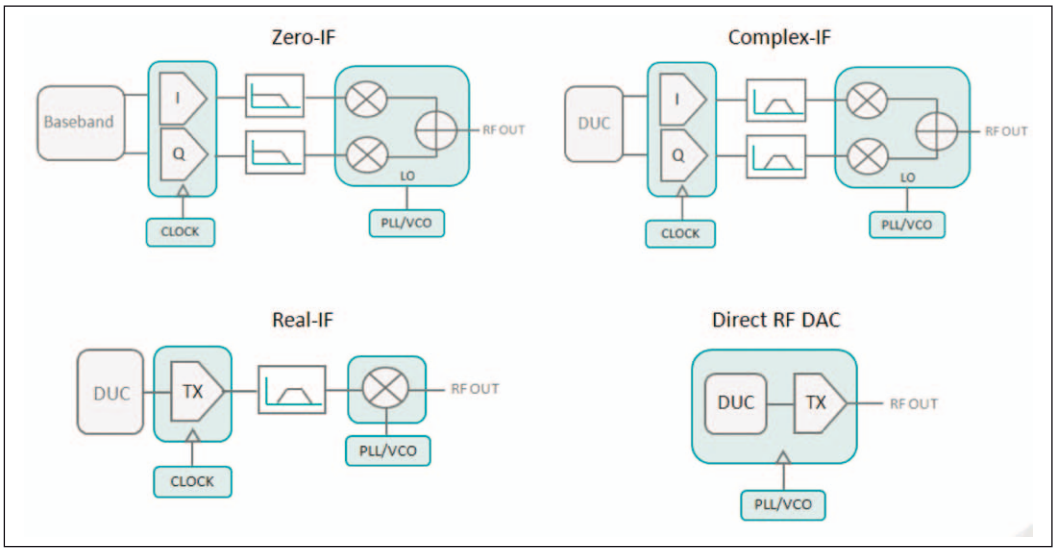

Bild 4: Optionen für die HF-Senderarchitektur

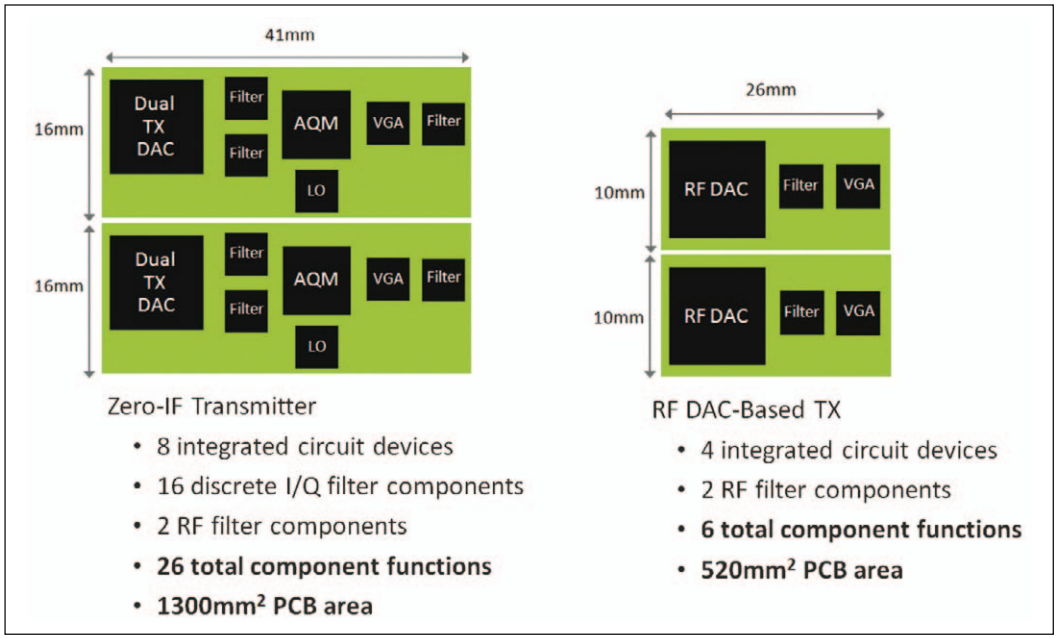

Bild 5: Ein Vergleich der benötigten Platinenfläche eines 2 x MIMO-Null-ZF-Senders und einem HF-DAC-Sender mit dem MAX5868. Die Abkürzungen bedeuten: AQM = analoger Quadraturmodulator; LO = lokaler Oszillator (PLL/VCO-Synthesizer); VGA = Stufe mit variabler Verstärkung; I/Q-Filter = mehrpolig. Das Diagramm ist nicht maßstabsgerecht

Ein HF DAC synthetisiert Ausgangssignale bis mindestens 500 MHz Signal-Bandbreite, bei Trägerfrequenzen von 2,0 GHz oder höher.

Vorteile des HF-DAC-Senders

Verglichen mit herkömmlichen HF-Senderarchitekturen (Bild 4) wie Null-ZF (Zero IF), komplexer und realer ZF benötigt die RF-DAC-Lösung nur eine kleinere Leiterplattenfläche (PCB) und weniger Komponenten. Sie begnügt sich mit geringerer Betriebsleistung und hat ein ausgezeichnetes dynamisches Verhalten.

Im Hinblick auf die HF-Leistung bietet der HF-DAC bedeutende Vorteile gegenüber anderen Topologien. Die digitale Aufwärtskonvertierung (DUC) mit in der DDS implementierter digitaler Filterung eliminiert Verstärkungs-Phasenfehler und erzielt perfekte Trägerunterdrückung ohne LO-Übersprechen. Das Ergebnis ist eine ausgezeichnete EVM-Performance, auch wenn höherwertige Modulation wie QAM64 übertragen wird. Der Quadratur-NCO macht den HF DAC zu einem frequenzbeweglichen Sender, der über das gesamte Spektrum der LTE-Bänder abgestimmt werden kann. Da der HF DAC breitbandig und frequenzagil ist und hohe Dynamikwerte aufweist, kann ein einziges Bauelement Multicarrier-, Multiband- und Multistandard-Signale einschließlich GSM, WDMA und LTE synthetisieren. Jetzt können Designer ein vollständig digitales, Software-definiertes Funkgerät verwirklichen und übereinstimmende Hardware auf vielen eNodeB-Funkplattformen einsetzen.

Ein anderer Nutzen der Direktkonvertierungs-RF-DAC-Technologie ist, dass sie den Einsatz eines preiswerteren digitalen Vorverzerrungs-Monitorempfängers (DPD) ermöglicht. Makrozellen-Basisstationen nutzen DPD-Techniken zur Linearisierung von HF-Endverstärkern (PA). Das erfordert einen Empfangskanal zur Überwachung des PA-Ausgangssignals (Bild 3). Der Beobachtungsempfänger erkennt PA-Verzerrungen sofort und arbeitet mit einem Vorverzerrer (Predistorter) zusammen, um die entstehenden Intermodulations- und Nachbarkanalstörungen zu kompensieren. Typisch erfordert die DPD-Bandbreitenerweiterung, dass die Bandbreite des DPD-Überwachungsempfängers fünfmal so groß wie die Datenbandbreite sein muss. In Anwendungen mit 100-MHz-CA-Applikationen (CA = Carrier Aggregation) bedeutet dies, dass die DPD-Bandbreite mindestens 500

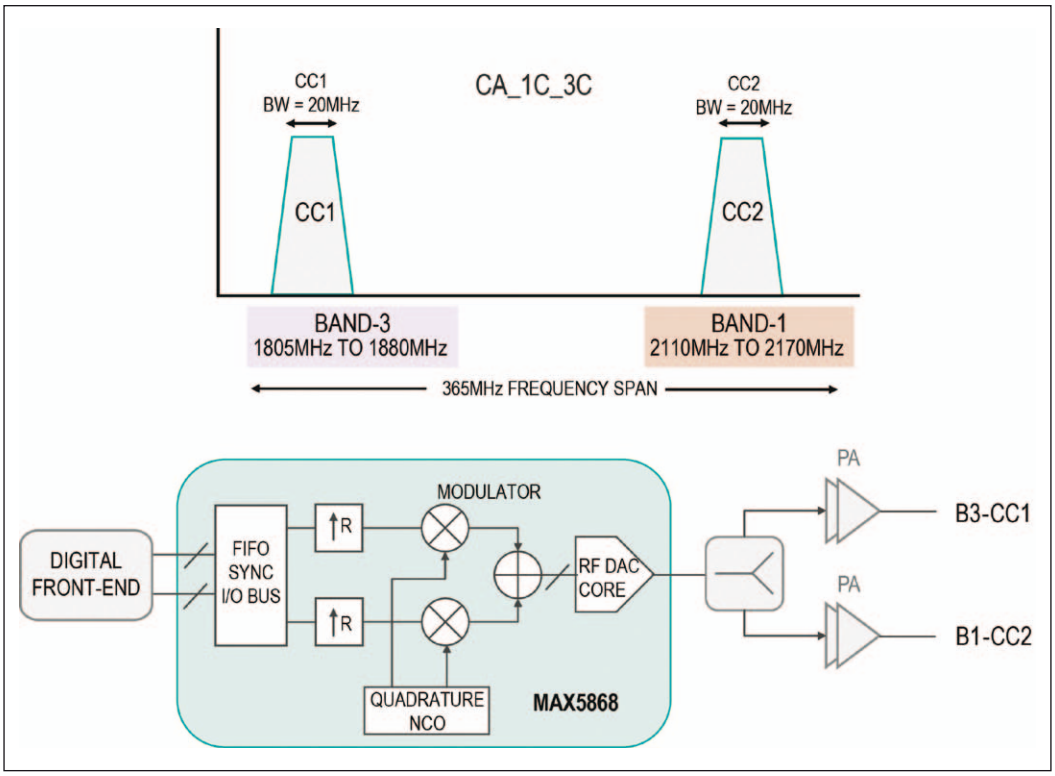

Bild 6 : Ein Träger-Aggregations-Szenario, in dem der MAX5868 HF-DAC gleichzeitig zwei 20-MHz-Teilträger mit 365 MHz Abstand synthetisiert

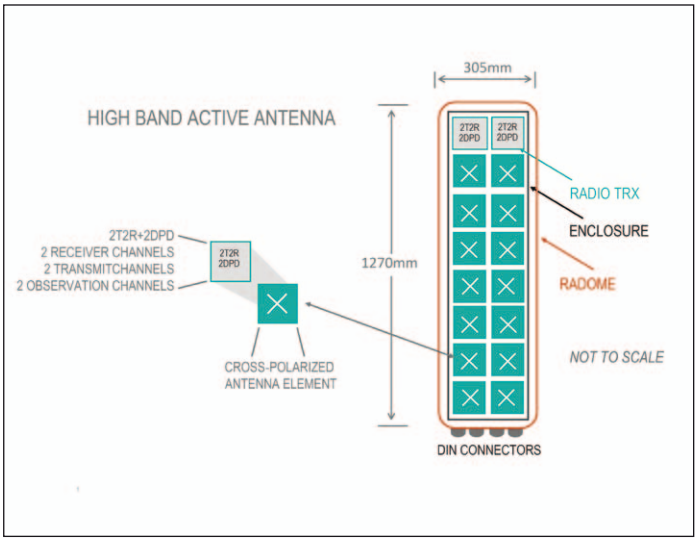

Bild 7: Das Diagramm zeigt die Maße eines aktiven Antennensystems (AAS), das aus einem Array von 16 kreuzpolarisierten Antennenelementen besteht

MHz betragen muss. Der Beobachtungsempfänger darf dem beobachteten Signal auch keine eigenen Störungen hinzufügen, weil sie nicht von den Signal-Beeinträchtigungen im Haupt-TX-Pfad unterschieden werden können. Infolgedessen muss der DPD-Beobachtungspfad ausgezeichnete Linearität aufweisen, was Kosten und höhere Schaltungskomplexität verursacht. Wenn andererseits der Haupt-TX-Pfad nur geringfügig beeinträchtigt ist, können die DPD-Pfadbeeinträchtigungen korrigiert werden.

Wie bereits erwähnt, bewirkt der RF-DAC keinerlei Verstärkungs- oder Phasenfehler, was zu vernachlässigbaren Beeinträchtigungen des TX-Pfades führt. Deshalb kann ein preiswerter und einfacherer DPD-Empfänger, wie z.B. ein Null-ZF-Empfänger (ZIF) eingesetzt werden. Es gibt drei Gründe, warum die ZIF-Architektur preiswerter ist:

(1) Quadraturdemodulation benötigt nur einen Zweikanal-High-Speed-DAC mit niedrigerer Umwandlungsrate und Basisband-Sampling, da sie nur die Hälfte der DPD-Erweiterung digitalisieren muss.

(2) Da der ADC nur Basisbandsignale sampelt, erfordert er keinen Pico- oder Femto-Sekunden-Apertur-Jitter.

(3) Die Basisband-I/Q-Antialias-Filter sind preiswerter- und einfacher im Design, verglichen mit ZF- oder HF-Filtern. Insgesamt verringert der RF-DAC-Sender die Anforderungen an den Signalpfad des DPD-Empfängers, wodurch Systemkosten und Entwurfskomplexität verringert werden.

RF-DAC in MIMO-Anwendungen

LTE Rel-8 begründetet den Support für 2x2-MIMO in den Anwender-Gerätekategorien (UE) 2 bis 4. Die UE-Kategorie gibt die Eignung der Benutzereinheit für das Erreichen einer bestimmten Datenrate an. Rel-8 führte auch 4x4 MIMO ein, um eine spektrale Downlink-Effizienz von 15 Bits/s/Hz zu realisieren und eine Spitzendatenrate von 300 Mbps zu liefern. Rel-10 erweiterte dies mit 8x8 MIMO, um die Effizienz auf 30 Bits/s/Hz bei 3 Gbps zu steigern. Rel-12 stellt weitere Verbesserungen für MIMO-Antennendesigns vor.

Die Verwendung von MIMO kann als eNodeB-Sender-Kanalmultiplikator angesehen werden. Beachten Sie auch, dass 8x8-MIMO die doppelte Funkkanaldichte gegenüber 4x4-MIMO aufweist und die vierfache von 2x2-MIMO. Dies kann man als „MIMO-Multiplikatoreffekt“ bezeichnen. In dem Maße, wie sich 4G-Netze entwickeln, um mehrfache Antennenkonfigurationen zu unterstützen, multipliziert sich auch die Anzahl der MIMO-Senderkanäle. Der MIMO-Multiplikator macht die Schaltungsgröße jetzt zu einem kritischen Designfaktor für eNodeB-Sender.

Bild 5 vergleicht den Leiterplattenbedarf eines typischen Null-ZF-Senders mit einem HF-DAC-Sender in einer 2 x 2-MIMO-Anwendung. Die HF-DAC-Anwendung ist erheblich kleiner; sie benötigt gewöhnlich 60% weniger Boardfläche

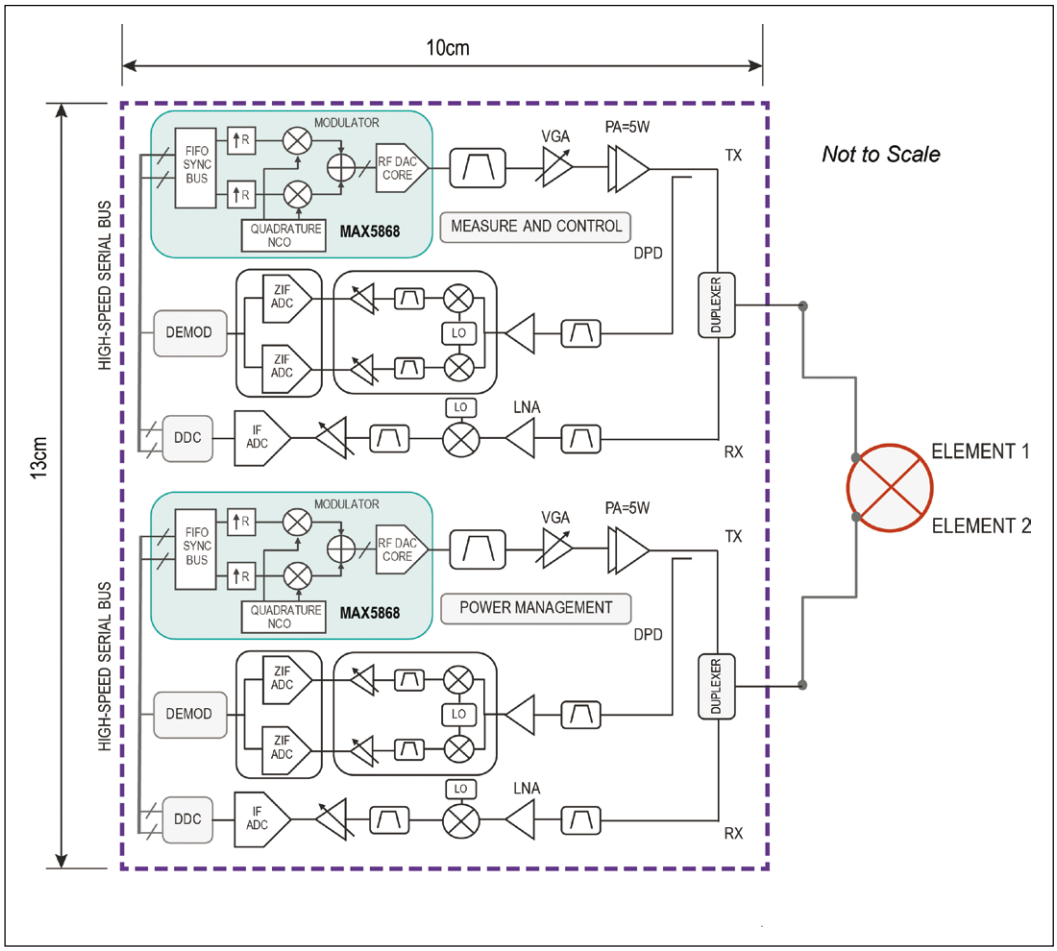

Bild 8: Jeder AAS-Radiotransceiver (2T2R+2DPD) darf ungefähr 130 Quadratzentimeter auf der Leiterplatte belegen

und verringert gleichzeitig die Komponenten-Anzahl um 75%. Der HF-DAC ermöglicht Designern die Erhöhung der Sender-Kanaldichte, ohne dabei die Boardfläche zu vergrößern. Die geringere Komponentenanzahl reduziert außerdem die Materialkosten und die Lagergröße. Dadurch werden auch weniger Verbindungen zwischen den ICs benötigt, was wiederum das PCB-Layout erleichtert, die Möglichkeit für potentielle Fehler herabsetzt und die Time-to-market verkürzt.

Wie bereits erläutert und in Bild 5 veranschaulicht, sind die RF-DAC-Vorteile in einer 2x2-MIMO-Anwendung eindrucksvoll. Der „MIMO-Multiplikatoreffekt“ in einer 8x8-MIMO-Applikation verdeutlicht die beträchtlichen Vorteile der RF-DAC-Architektur. Ein RF-DAC-Sender muss nicht angepasst sein, um diese PCB-Flächenreduzierung zu errichen, was ihn zur idealen MIMO-Senderlösung für eNodeB-Anwendungen macht.

HF DAC für Downlink-Träger-Aggregation

Ein einzelner HF-DAC-Sender kann fünf 20-MHz-Teilträger in einem Band oder über mehrere Bänder verteilt synthetisieren, wobei er entweder Intraband- oder Interband-CA unterstützt. Bild 6 zeigt ein 40-MHz-Interband-Rel-12 CA-Szenario, in dem der HF DAC zwei Teilträger mit 20 MHz synthetisiert, einen in Band 1 (2110 MHz bis 2170 MHz) und den anderen in Band 3 (1805 MHz bis 1880 MHz). In dieser CA-Anwendung synthetisiert der HF-DAC gleichzeitig Teilträger beliebig innerhalb der Band-1- (60 MHz) und Band-3-Bereiche (75 MHz). Da der HF DAC ultrabreitbandig ist, überspannt sein HF-Ausgangssignalbereich das gesamte 365-MHz-Interband von 1805 MHz bis 2170 MHz.

Herkömmliche Architekturen, wie die zuvor beschriebenen (d.h., ZIF, komplexe und reale IF), können dieses Breitbandleistung nicht mit einem einzelnen Sender erreichen. Zum Beispiel benötigt ein herkömmlicher Schmalband-Sender, der das nicht zusammenhängende Interband-CA-Szenario von Bild 6 unterstützen soll, zwei komplette HF-Signalpfade. Jeder Signalweg enthält mehrere RF-ICs mit der erforderlichen Filterung, wobei jeder Signalweg einem individuellen Komponententräger (CC1 und CC2) zugeordnet ist. Das führt zur Verdopplung der benötigten Bauelementen und der größere PCB-Fläche. Noch aufwändiger im Design sind Lösungen mit einem konventionellen Real-IF-Breitbandsender.

Bei Downlink-CA-Applikationen bietet ein Breitband-DAC-Sender folgende wichtigen System-Ebenen-Vorteile:

- LTE-Band-Abdeckung bis zu 2,2 GHz
- erheblich weniger ICs, keine analogen IF- oder Basisband-Filter
- ein Footprint, der den kleinstmöglichen PCB-Bereich belegt.

Entwurfs-Beispiel

Das nachfolgende Fallstudienbeispiel stellt eine typische

Technische Informationen zum MAX5868

Der MAX5868 ist ein interpolierender und modulierender 16-Bit/5-Gsps-Hochleistungs-HF DAC. Er kann direkt Signale mit Bandbreiten von DC bis 500 MHz bis zu Frequenzen größer als 2 GHz synthetisieren. Das Bauelement ist für Kabel- und DVB-Anwendungen optimiert und erfüllt spektrale Maskenanforderungen für eine große Reihe von Kommunikationsstandards, einschließlich EPoC, DVB-T, DVB-T2, DVB-C2, ISDB-T und DOCSIS 3.0/3.1.

Auf dem Chip des MAX5868 sind ein Interpolationsfilter, ein digitaler Quadraturmodulator, ein numerisch kontrollierter Oszillator (NCO) und ein 14-Bit-RF-DAC-Kern integriert. Die benutzerkonfigurierbaren linearen 4x, 5x, 6x, 8x, 10x, 12x, 16x, 20x oder 24x Phaseninterpolationsfilter reduzieren die von einen FPGA/ASIC benötigte Eingabedatenbandbreite. Der NCO erlaubt völlig agile Modulation des Eingangs-Basisbandsignals für direkte HF-Synthese.

Der MAX5868 enthält eine quellensynchrone, parallele 16-Bit-LVDS-Dateneingabe-Schnittstelle. Die Eingangs-Basisband-I- und Q-Signale werden an einem für doppelte Taktrate von bis zu 1240 Gwps (620 Mwps für I und Q jeweils) konfigurierten parallelen Eingangs-Port zeitlich ineinander verschachtelt. Der Baustein akzeptiert Daten im Wort- (16 Bit), Byte- (8 Bit) oder Nibble-Modus (4 Bit). Die Eingangsdaten werden an dem mit den Daten gelieferten Datentakt ausgerichtet. Ein Eingangs-FIFO entkoppelt das Timing des Eingangsinterfaces von der DAC-Update-Clock-Domain. Außerdem sind ein Paritätseingang und ein Parity-Flag-Interruptausgang vorhanden, um die Datenintegrität sicherzustellen.

Der MAX5868 Takteingang hat ein flexibles Taktinterface und akzeptiert ein differentielles Sinus- oder Rechteck-Clocksignal. Der Baustein liefert einen geteilten Referenztakt, um Synchronisation mit dem FPGA/ASIC zu ermöglichen, das seinen Eingang ansteuert. Zusätzlich stehen spezielle Eingangs- und Ausgangssignale für die Synchronisierung mehrerer Bausteine zur Verfügung.

Das IC verwendet eine differentielle Stromsteuerungsarchitektur und kann ein 0-dBm-Ausgangssignal an einer Last von 50 Ohm liefern. Beim Betrieb an Versorgungsspannungen zwischen 1 und 1,5 V verbraucht der Baustein 1,5 W bei 5 Gsps. Er wird in einem kompakten, 144-poligen CSBGA-Gehäuse geliefert und ist für den erweiterten Temperaturbereich von -40 °C bis +85 °C spezifiziert.

Weitere technische Merkmale

- Direkte RF-Synthese für die Datenübertragung
  - 4,96 Gsps DAC-Ausgangs-Aktualisierungsrate
  - Hochleistungs-14-Bit-RF-DAC-Kern
  - Digitaler Quadraturmodulator und NCO mit 1 Hz, 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz Auflösung
  - 4x, 5x, 6x, 8x, 10x, 12x, 16x, 20x, 24x Interpolation
  - 16-Bit 1240 Mwps DDR paralleler LVDS Datenbus
- Hochflexibel und konfigurierbar
  - Datenbus mit Wort-, Byte- und Nibble-Modus
  - Referenz-Taktausgang für FPGA Schnittstelle
  - Mehrfache DAC-Synchronisation
  - SPI-Schnittstelle für die Konfiguration des ICs
- Low Power, kompakte Abmessungen
  - 1,5 W bei fCLK = 5 Gsps
  - 10 mm x 10 mm, 144-Pin- CSBGA

Anwendungen

- DVB
- Downstream-DOCSIS-CMTS-Modulatoren
- DVB-T/DVB-T2/DVB-C2/ISDB-T-Modulatoren
- Ethernet PON über Koax

RF-DAC-Senderanwendung in einem AAS-Design vor. Wie bereits erläutert ordnen AAS mit eingebetteter HF jedem kreuzpolarisierten Antennenelement einen Transceiver zu. Ein zweispaltiges Array mit 16 nebeneinander angeordneten, kreuzpolarisierten Elementen enthält insgesamt 16 Zweikanal-HF-Transceiver (2T2R) mit DPD (2DPD) wie Bild 7 zeigt.

Der TX-Signalweg in jedem Transceiver hat seine eigene HF-PA mit typisch 5 W, sodass das Array eine Gesamtausgangsleistung von 80 W erreicht. Eine High-Band-Antenne misst 305 mm (W) x 1270 mm (L) x 178 mm (d). Der verfügbare Bereich für die Elektronik innerhalb der Antenne ist kleiner als 2062 Quadratzentimeter. Jeder der 16 benötigten Transceiver (einschließlich Energiemanagement, allen Mess- und Kontrollfunktionen sowie HF-Duplexern), darf daher nur eine PCB-Fläche von ungefähr 130 Quadratzentimetern belegen (Bild 8).

Das bedeutet praktisch, dass ein kompletter eNodeB 2T2R+2DPD-Transceiver auf die halbe Größe eines typischen Schuhkartons schrumpfen muss. Um diese Größenreduktion zu überwinden, ist kompakte HF-Integration ein Schlüssel-Designparameter bei zukünftigen Aktiven Antennen Systemen. Außerdem wird in AAS-Anwendungen die Leistungsaufnahme und die Wärmeableitung kritisch, da die Anzahl der HF-Transceiverkanäle sehr groß ist. die Antenneneinheiten nur passiv gekühlt werden und das System u.U. hohen Außentemperaturen ausgesetzt ist.

Ein RF-DAC-Sender benötigt ca. 1 W weniger Leistung als herkömmliche Architekturen. Da die Antenne 32 Senderkanäle hat, ergibt sich damit insgesamt eine Einsparung von 32 W pro AAS. Diese Einsparung und die verringerte Wärmeableitung ist in mastmontierten Outdoor-AAS-Installationen wichtig, wo kompakte Größe und hohe Zuverlässigkeit kritisch sind. Bei AAS-Anwendungen erbringt der RF-DAC-Sender bedeutende Energieeinsparungen und Größenreduzierungen, liefert aber trotzdem alle vorher beschriebenen Vorteile auf Systemebene.

Schlussfolgerung

In den folgenden fünf Jahren wird ein exponentieller Anstieg des Volumens des mobilen Datenverkehrs und der Zahl der mobilen Breitbandnutzer erwartet. Neue bandbreitenhungrige bewegliche Dienste wie Multimediaübertragungen, HD-Video und Filesharing werden dann nach noch höheren Spitzen-Datenraten verlangen. Aber das verfügbare zelluläre Spektrum ist eine wertvolle und begrenzte Ressource, die effizient verwendet werden muss.

Um langfristige Rentabilität zu sichern, werden daher die Investitionen der Service Provider vor allem im Bereich LTE-Advanced erfolgen. Die Zugriffstechnologien, die in 3GPP Rel-12 umrissen werden, sprechen die Höchstdatenraten, die Spektrumnutzung und die Netz-Leistungsfähigkeit an, die Provider benötigen, um den mobilen 4G-Breitbandbedarf abzudecken. Breitband-CA, AAS mit eingebetteter HF und Downlink-MIMO höherer Ordnung stellen neue Integrationsherausforderungen für eNodeB-Designer dar.

Analoge HF-Integration

ist unerlässlich, um die Herausforderungen der Radiointegration in 4G-Basisstationen zu überwinden. Der neue RF-DAC-Sender mit Direktkonvertierung ist eine völlig neue Technologie, die sich grundsätzlich von den herkömmlichen Lösungen unterscheidet. Verglichen mit bisherigen HF-Sendern, verringert ein RF DAC, wie der MAX5868, Systemkosten und -komplexität, belegt weniger PCB-Fläche, verbraucht eine geringere Energie und liefert Ultra-Breitband-Leistung mit LTE-Bandabdeckung bis zu 2,2 GHz. ◄