

高性能通信用 デジタル-アナログ コンバータ(DAC)

UMTS、CDMA、GSMシステムというマルチキャリアの時代になり、使用するDACに対し、非常に高いダイナミック性能が求められるようになりました。このようなDACに求められるのは、高い動作周波数が可能であることと、SFDRとIMD、SN比、ACPRに優れていることです。また、デジタルプリディストーションによってパワーアンプの非線形性を補正する機能も有用である場合があります。このような高速・高ダイナミック性能のDACは、次数の高い直交振幅変調方式(QAM)を使用する通信システムや、ダイレクトデジタル合成(DDS)を行うアプリケーションでも求められています。

最近の情報通信システムでは、非常に広い情報帯域がデジタル情報の交換に必要とされており、その実現のためにさまざまな変調方式やエンコーディングスキームが採用されています。そのようなスキームでは、トランスミッタの信号処理チェーンに高いダイナミック性能が要求されます。UMTSやcdma2000[®]、GSM/EDGEなどのアプリケーションも、信号ソースが1つの時代からマルチキャリアの時代に入りつつあり、高いダイナミック性能を必要とするようになってきました。

UMTSでは、トランスミッタ1台あたり、最大で4つのキャリアを使用します。GSM/EDGEとcdma2000では、トランスミッタ1台あたり、4つから8つのキャリアを使用する場合があります。このようなマルチキャリアを生成するためには、信号パスのダイナミックレンジを大幅に広げる必要があります。DACは、このように複雑な変調波形の発生器ですが、信号パスの性能を制限する要素となることが増えてきました。

UMTS基地局は、マルチキャリア信号を生成するものが増えてきました。つまり、十分なマージンでUMTS規格を満足することができるDACが必要になってきたのです。このようなアプリケーションではまた、信号のデジタルプリディストーションによって、パワーアンプの非線形性を補正することができるDACが便利です。この機能を実現するには、DACに求められる信号帯域幅が3倍から5倍になります。結局、UMTSキャリア4つ(最高100MHz)に必要な信号帯域幅を実現するためには、非常に高いサンプリングレートとアナログ出力周波数が必要です。MAX5888の更新速度が500Mspsとなっているのは、そのようなアプリケーションに対応するためです。

cdma2000は、Telecommunications Industry Associationの登録証明商標です。

MAX5888は前述の性能を提供し、最大4つのUMTSキャリアに必要なUMTS仕様を満足します。

高精度・広信号帯域のDACは、高次QAMによる情報通信システムにも使用されます。QAM256などの変調方式では、変調波形を高精度に生成するため、広いダイナミックレンジが必要とされます。

GSM/EDGEシステムの送信波形は、ダイナミック性能がさらに高いDACを必要とします。この方式におけるマルチキャリア信号の生成には、非常に高いSFDR、IMD、SN比が必要です。このような厳しいアプリケーションに対しては、業界トップクラスのSFDRとSN比、IMDを持つMAX5195が最適です。DDSアプリケーションにおける計装信号の生成も、DACに非常に高いダイナミック性能を要求します。このようなアプリケーションには、MAX588Xファミリ(MAX5886/MAX5887/MAX5888)とMAX5195が最適です。

MAX588XファミリとMAX5195のメリット

MAX588XファミリのDACは、ダイナミック性能が高く、低消費電力で、かつ、500Mspsという業界トップクラスのサンプリングレートを持っています。出力周波数が50MHz、サンプリングレートが400Mspsのとき、MAX5888のSFDRは67dBcを超えます。出力周波数、80MHzにおけるSN比(-155dB/Hz)と2トーンIMD(-72dBc)も優れています。動作条件は、サンプリングレートが500Msps、電源は3.3Vの単一電源、低消費電力(235mW)です。

デジタルデータはLVDSインタフェース経路で入力されますが、この方法には2つの長所があります。LVDSロジックファミリは500Mspsのデータレートを効果的にサポートする点と、また、デジタルインタフェースにおけるシステムレベルノイズの発生をデジタル信号の差動入力スイングによって抑えることができるという点です。これらは、ダイナミックレンジの広いシステムを設計する際の重要ポイントです。

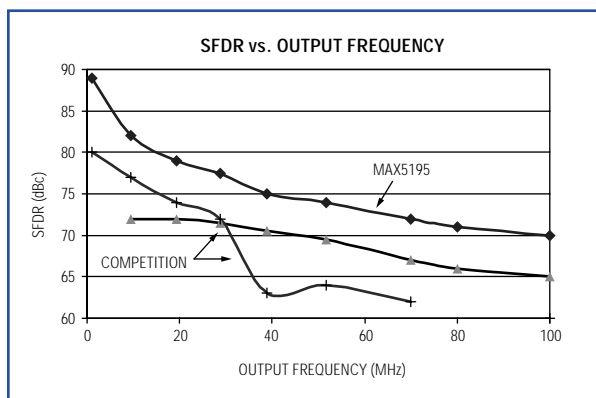


図1. 最も高い性能を持つ競合製品とMAX5195をさまざまな出力周波数における性能で比較したグラフです。

MAX588Xファミリよりもダイナミック性能が高いのは、新製品のMAX5195だけです。図1に示すように、MAX5195のダイナミック性能は、市場に供給されている製品の中で最高の性能を誇ります。図1に示したSFDR性能以外にも、SN比は-160dB/Hzで業界トップクラスで、2トーンIMDも出力周波数32MHzで87dBcと群を抜いています。この14ビットDACのデジタルインタフェースはLVPECLで、これがLVDSと同じように高速デジタルデータ通信に伴うシステムレベルノイズを低減します。

これらのDACはすべて小型QFNパッケージで提供されます。MAX588Xファミリは68ピン、MAX5195は48ピンです。QFNパッケージはリードがなく、小型(最小で7mm x 7mm)で、熱特性と電気特性に優れたパッケージです。エクスポーズドパッドを持つため、グランドインピーダンスが非常に低く、スプリアス信号を大幅に削減します。

その他のアプリケーション

このようなDACに他の用途はありますか。もう一度、デジタルプリディストーションを行うマルチキャリアUMTSアプリケーションについて検討してみましょう。このようなアプリケーションでは、100MHzという信号帯域幅で高いダイナミック性能が要求されます。スプリアス放射用UMTSマスクでは、測定帯域内(1MHz)におけるスプリアス積が-58dBc以下であることが求められます。図2に、シングルトーンが60MHz、サンプリングレートが300MSPsのときのスペクトル出力の例を示します。MAX5888のように100MHz帯域幅で

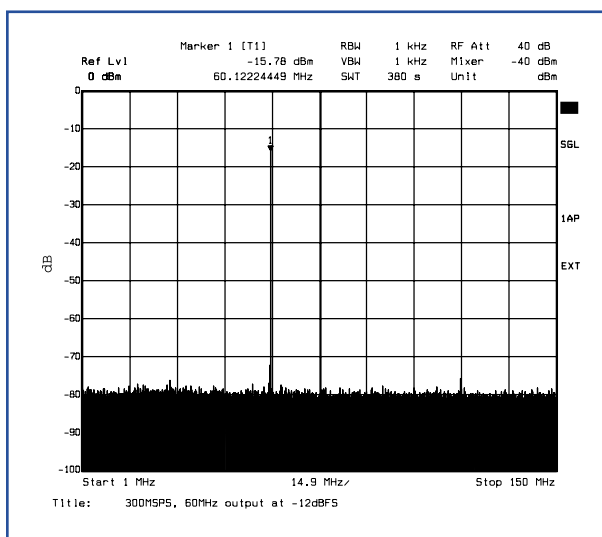


図2. 100MHzの帯域幅におけるMAX5888の典型的なSFDR (出力周波数: 60MHz)

十分なマージンを持っていれば(マスク条件より8dB以上も高い)、トランスミッタ信号チェーンのあらゆるところでマージンに余裕が生まれます。スペクトラム拡散信号にすればスプリアス出力がさらに低減され、要求仕様に対するマージンがさらに拡大します。

もう一つ重要な仕様が、隣接チャンネル電力比(ACPR)です。図3に、キャリア中心周波数が60MHzのシングルキャリアUMTSスペクトル応答を示します。図から、第一・第二隣接チャンネルに対するACPRマスクレベル(-45dBcと-50dBc)が、25dB以上という十分なマージンで満足されていることがわかります。

図4は、4キャリアのUMTSアプリケーションでMAX5888を使用したときのACPR性能を示したものです。このアプリケーションは、最も条件の厳しいACPR測定アプリケーションだと言えるでしょう。MAX5888は、このようなアプリケーションにおいて最も高い性能を持つデバイスですが、-45dBcと-50dBcというマスク条件に対し、20dBを超えるマージンを持ちます。

CDMAのキャリア生成でも、同様の性能が求められます。このアーキテクチャで特に重要な特性は、ACPRマスク条件を含むスプリアス放射マスクです。要求されるマスクレベルは、周波数帯域とトランスミッタの出力レベルによって異なります。図5に、IF中心周波数が30MHzのとき、8トーンが1MHz間隔に並んでいるケースを示します。トランスミッタ出力が40Wだとすると、各種帯域で最も厳しいマスクの組み合わせでスプリアス放射マスクレベルが-59dBcになります。これは正弦波テストシミュレーションとしてワーストケースですが、MAX5888はCDMAマスク条件に対し19dBのマージンを持っています。

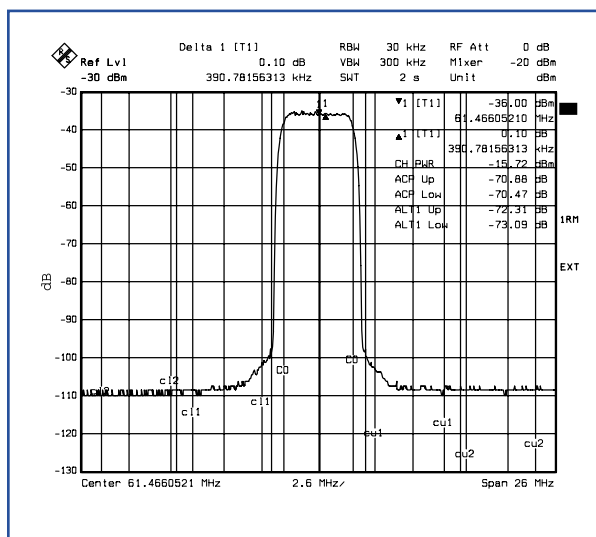


図3. MAX5888のUMTS ACPRスペクトル応答(キャリア中心周波数が61MHz、完全負荷のシングルキャリア)

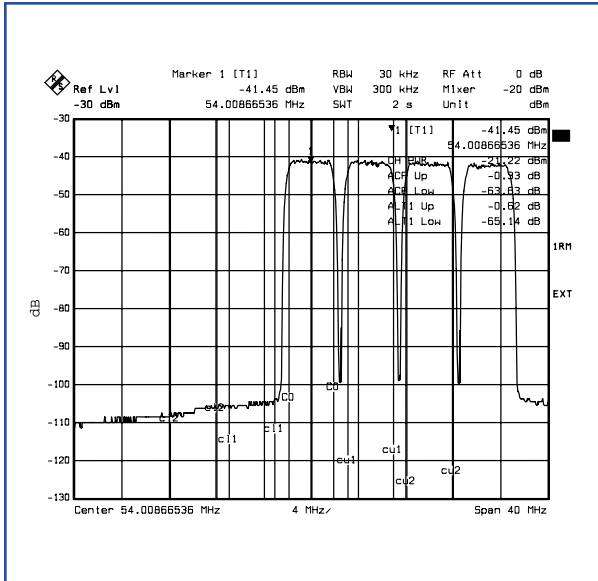


図4. MAX5888のUMTS ACPRスペクトル応答(キャリア中心周波数が61MHz、完全負荷の4キャリア)

ダイナミックレンジ条件については、現在普及している無線通信プロトコルのなかでGSM/EDGEをベースとしたアーキテクチャが最も厳しいものです。そのため、今まではDAC性能が不足し、マルチキャリアトランスミッタを実現することができませんでした。それを可能にしたのがMAX5195です。1MHz間隔に並んだ4つの正弦波トーンに対するMAX5195のIMD性能を図6に示します。各トーンのキャリアレベルが-18dBFSであるため、DACの出力波形で信号のクリッピングが発生しません。このスペクトル応答は、トーン中心周波数が48MHzで幅25MHzのウィンドウをカバーしています。

IMDマスクには-70dBcという制限がありますが、MAX5888なら8dBものマージンにより十分に満足できます。出力レベルを若干引き下げてやれば(フルスケールからほんの-15dB)、性能をさらに6dBも高めることができます。MAX5888はSN比も-160dB/Hzと業界トップクラスであり、要求の厳しいGSM/EDGEをベースとしたマルチキャリアアプリケーション用DACとして他の製品を凌駕する性能を誇ります。

まとめ

このように、マキシムが提供する2種類のDACによって、マルチキャリア信号生成の分野に新しい選択肢が生まれました。MAX5886/MAX5887/MAX5888ファミリは、

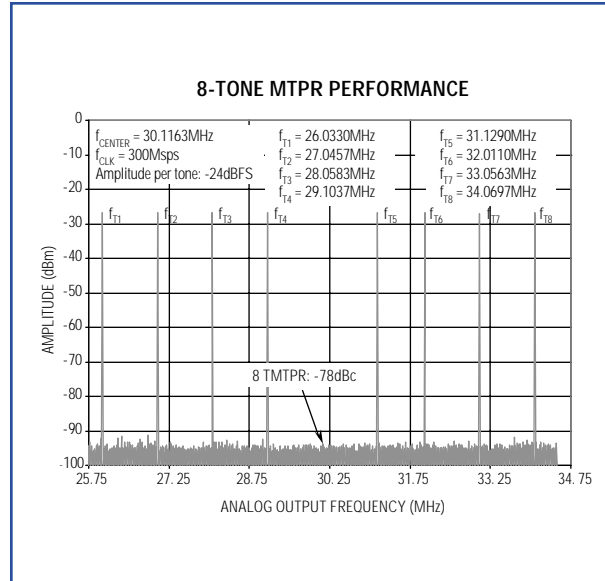


図5. MAX5888の8キャリア、テストベクトルスペクトル応答で、CDMAアプリケーションにおいて高いマルチトーンIMD性能を持つことがわかります。出力中心周波数は30MHzです。

高いダイナミック性能と低消費電力、低システムレベルノイズ動作という特長を併せ持ちます。一方、MAX5195は、最大260Mspsというサンプリングレートで最高のダイナミックレンジを持ち、マルチキャリアGSM生成を可能にします。

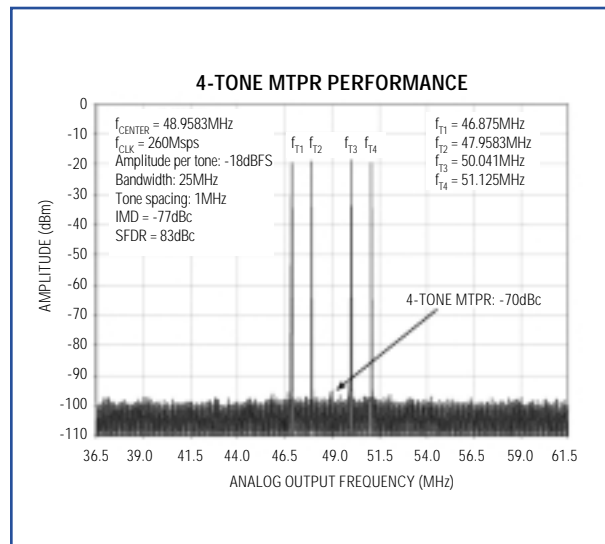


図6. MAX5195の4キャリア、テストベクトルスペクトル応答で、GSMアプリケーションにおけるマルチトーンIMD性能が優れていることがわかります。出力中心周波数は48MHzです。