

使用したリファレンス・デバイス

ADF4351	フラクショナル N PLL IC、VCO 内蔵
ADL5385	直交変調器
ADP150	低ノイズ、3.3V 低ドロップアウト
ADP3334	低ノイズ、可変低ドロップアウト

Circuits from the Lab™
Reference Circuits
実用回路集

テスト済み回路設計集“Circuits from the Lab™”は共通の設計課題を対象とし、迅速で容易なシステム統合のために製作されました。さらに詳しい情報又は支援は <http://www.analog.com/jp/CN0311> をご覧ください。

LO 信号を 2 分周する変調器を用いた、低エラー・ベクトル・マグニチュード (EVM) の広帯域ダイレクト・コンバージョン・トランスミッタ

評価および設計サポート環境

回路評価ボード

ADF4351 評価用ボード (EVAL-ADF4351EB1Z)

ADL5385 評価用ボード (ADL5385-EVALZ)

設計と統合ファイル

回路図、レイアウト・ファイル、部品表

回路の機能とその利点

この回路は、広帯域ダイレクト・コンバージョン・トランスミッタのアナログ部 (アナログ・ベースバンド入力、アナログ RF 出力) に導入可能な完結回路です。広帯域の電圧制御発振器 (VCO) を内蔵した PLL を使用して、30MHz~2.2GHz の RF 周波数をサポートします。1 分周 (分周なし) の局部発振器 (LO) 段を使った変調器 (CN-0285 で説明) と異なり、LO の高調波フィルタリングは不要です。

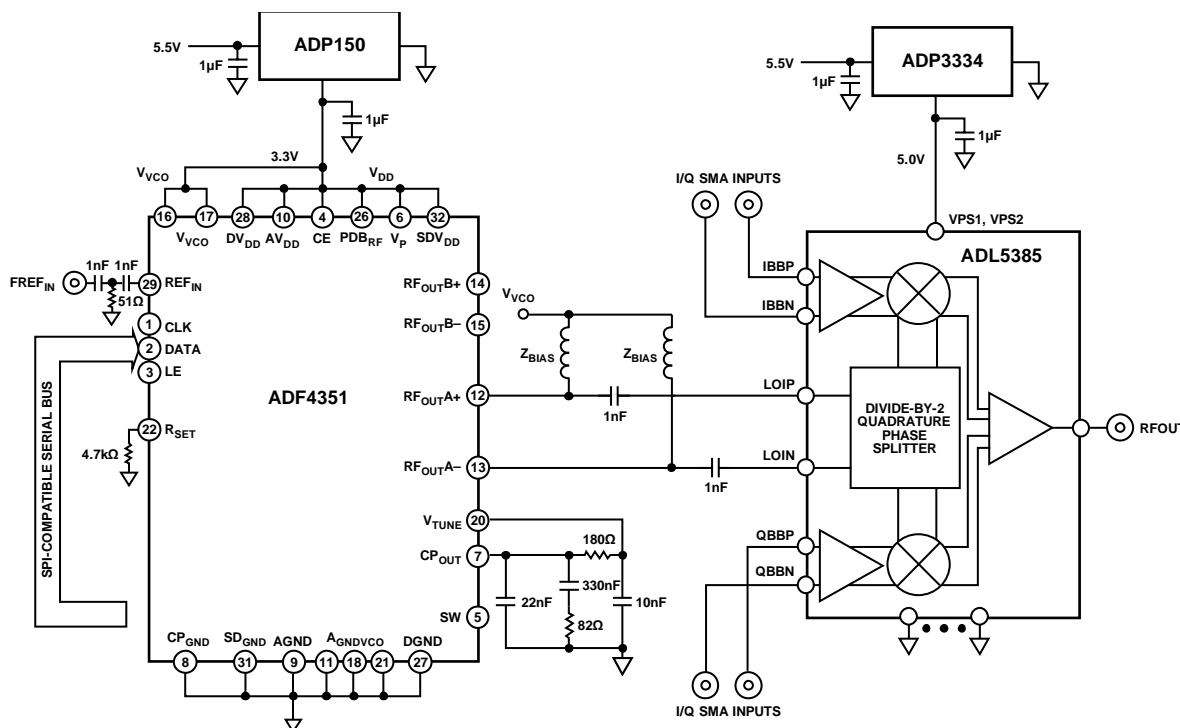


図 1. ダイレクト・コンバージョン・トランスミッタ (簡易回路図: 全接続の一部およびデカップリングは省略されています)

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。*日本語資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

最適な性能を実現するには、変調器の LO 入力に差動でドライブされることが必要です。ADF4351 は、差動の RF 出力を提供するので、適切な組み合わせとなります。この PLL と変調器のインターフェースは、全ての I/Q 変調器と 2×LO ベースの位相スプリッタを携えた I/Q 復調器に適用可能です。低ノイズの LDO を使用しているため、パワーマネージメント回路は位相ノイズと EVM に悪影響を与えません。このような部品の組み合わせによって、30 MHz～2.2 GHz の周波数範囲にわたり、業界最先端のダイレクト・コンバージョン・トランスミッタ性能を実現します。2.2GHz 以上の周波数に関しては、CN-0285 で説明しているように、1 分周の変調器を使用することをお勧めします。

回路説明

図 1 に示した回路では、フラクショナル N の PLL を完全集積化した ADF4351 と広帯域送信変調器 ADL5385 を使っています。ADF4351 は送信直交変調器 ADL5385 に LO (この LO は変調器の RF 出力周波数の 2 倍です) 信号を供給し、この変調器はアナログ I/Q 信号を RF 信号にアップ・コンバートします。これら 2 つのデバイスと一緒に使用することで、広帯域ベースバンド I/Q 信号を RF トランスミット信号に変換するソリューションを提供します。

ADF4351 は、最適な LO 位相ノイズ性能を得るため、超低ノイズの 3.3V レギュレータ ADP150 を電源としています。ADL5385 は 5V LDO (ADP3334) を電源としています。ADP150 (LDO) の出力電圧ノイズはわずか $9\mu\text{Vrms}$ (10Hz～100kHz の積分値) なので、VCO 位相ノイズを最適化し、VCO プッシングの影響 (電源除去と同等) を低減するのに役立っています。ADP150 (LDO) による ADF4351 への電源供給についての詳細は CN-0147 を参照してください。

ADL5385 は 2 分周のブロックを使って、直交 LO 信号を生成します。直交精度は、入力される LO 信号のデューティ・サイクル精度 (と内部分周フリップ・フロップのマッチング) に依存します。立ち上がり時間と立ち下がり時間のバランスが悪いと、ADF4351 の RF 出力に明らかな偶数次高調波が現れることがあります。変調器の LO 入力を差動でドライブする際、偶数次高調波をキャンセルすると、全体の直交信号生成が改善されます。“Wideband A/D Converter Front-End Design Considerations: When to Use a Double Transformer Configuration.” Rob Reeder and Ramya Ramachandran (アナログ・ダイアログ、40-07) を参照してください。

サイドバンド抑圧比性能は変調器の直交精度に依存するため、LO 入力ポートをシングルエンドでドライブするより差動でドライブしたほうが、より優れたサイドバンド抑圧比が得られます。VCO を内蔵した多くの競合 PLL 製品と比較した場合、ほとんどのデバイスはシングルエンド出力ですが、ADF4351 は差動の RF 出力を備えています。

ADF4351 の出力マッチング回路は Z_{BIAS} プルアップと、多少の電源ノードのデカップリング・コンデンサで構成されます。広帯域のマッチングを得るために、抵抗性負荷 ($Z_{\text{BIAS}} = 50\Omega$) を使用するか、あるいは Z_{BIAS} としてリアクティブ負荷と抵抗の並列回路を使用することを推奨します。後者では、選択したインダクタの値によって、わずかに高い出力電力が得られます。1GHz 以下で LO を動作させるには、19nH 以上の値のインダクタを使う必要があります。この回路での測定は、 $Z_{\text{BIAS}} = 50\Omega$ と 5dBm の出力電力設定を使って行われました。50Ω 抵抗を使ったこの設定では、フルバンドにわたる各出力では約 0dBm、差動では 3dBm となります。ADL5385 の LO 入力ドライブ・レベルの仕様は -10dBm～+5dBm なので、電流を節減して ADF4351 の出力電力を削減することが可能です。

RF 出力周波数対サイドバンド抑圧比のグラフを図 2 に示します。このグラフのテスト条件は下記の通りです：

- ベースバンド I/Q の振幅 = 500mV の DC バイアスと直交する 1.4 V p-p 差動サイン波
- ベースバンド I/Q の周波数 (f_{BB}) = 1MHz
- $\text{LO} = 2 \times \text{RF}_{\text{OUT}}$

テスト・セットアップの簡易図を図 3 に示します。標準の ADL5385 ボードでは差動の LO 入力ドライブができないため、ADL5385 評価用ボードを若干変更して使っています。

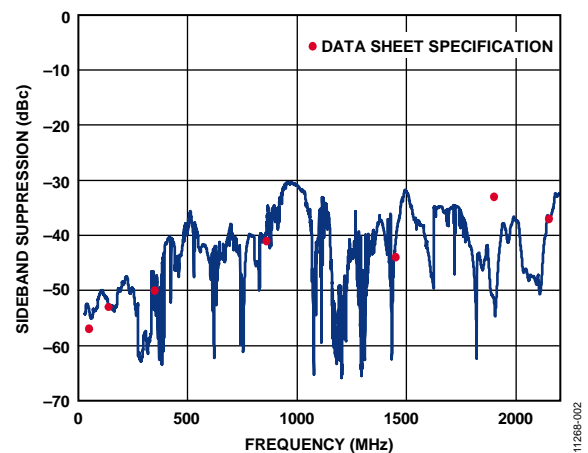


図 2. RF 出力周波数対サイドバンド抑圧比 (30 MHz～2,200 MHz)

この回路は、データシートの測定で使われた低ノイズ RF 信号発生器を使った ADL5385 のドライブと比べて、同等あるいはそれ以上のサイドバンド抑圧比性能を実現します。ADF4351 の差動 RF 出力を使用することで偶数次高調波をキャンセルし、変調器の直交精度を改善します。これはサイドバンド抑圧比性能と EVM に影響します。図 1 に示す回路では、シングル・キャリア W-CDMA のコンポジット EVM の測定値が 2% より良好です。よって、この回路は 30 MHz～2.2 GHz の周波数に対する低 EVM の広帯域ソリューションを提供します。2.2GHz 以上の周波数に関しては、CN-0285 で説明しているように、1 分周の変調器を使用することをお勧めします。

完全なデザイン・サポート・パッケージは

<http://www.analog.com/CN0311-DesignSupport> から入手できます。

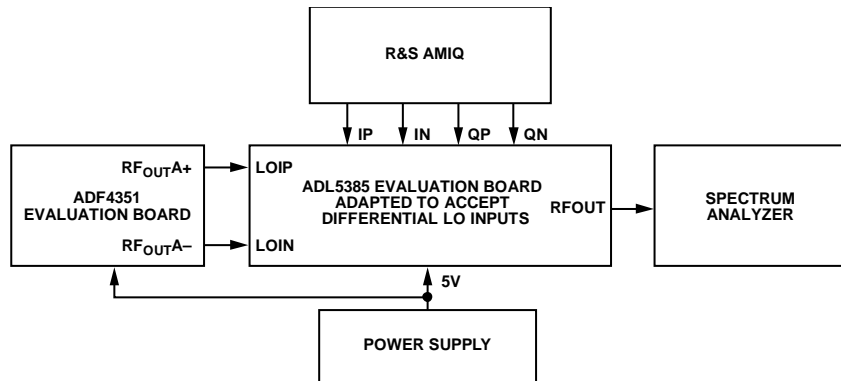


図 3. サイドバンド抑圧比測定テストのセットアップ (簡易図)

バリエーション回路

この回路ノートに記載されている PLL と変調器のインターフェースは、全ての I/Q 変調器と 2×LO ベースの位相スプリッタを携えた I/Q モジュレータに適用可能です。また、ADL5387 のような 2×LO ベースの I/Q 復調器にも応用可能です。

回路の評価とテスト

回路ノート CN-0311 は、記載されている回路の評価のために、EVAL-ADF4351EB1Z ボードと ADL5385-EVALZ ボードを使用しており、即座にセットアップおよび評価が可能です。EVAL-ADF4351EB1Z ボードは、標準の ADF4351 プログラミング・ソフトウェアを使っており、これは評価用ボードに添付されている CD に入っています。

必要な装置

以下の装置類が必要になります：

- USB ポート付き PC および Windows® XP、Windows Vista® または Windows® 7
- EVAL-ADF4351EB1Z 評価用ボード
- ADL5385-EVALZ 評価用ボード
- ADF4351 プログラミング・ソフトウェア
- 電源: 5 V~500 mA
- I-Q 信号源：Rohde & Schwarz の AMIQ など
- スペクトル・アナライザ

EVAL-ADF4351EB1Z 評価用ボードについては、UG-435 ユーザー・ガイドをご覧ください。また、ADF4351 のデータシート、ADL5385 のデータシートも参照してください。

評価開始にあたって

テスト・セットアップの回路図とブロック図については、CN-0311 で詳しく説明しています (図 1 と図 3 を参照)。UG-435 ユーザー・ガイドには、EVAL-ADF4351EB1Z 評価用ソフトウェアのインストール法および使用方法が説明されています。また、UG-435 には、ボードのセットアップ方法、ボードの回路図、レイアウト図および部品表も含まれています。ADL5385-EVALZ ボードの回路図、ブロック図、部品表およびレイアウト図、組み立て情報などは ADL5385 のデータシートに記載されています。デバイスの詳細情報については、ADF4351 と ADL5385 のデータシートを参照してください。

機能ブロック図

図 3 にテスト・セットアップの機能ブロック図を示します。

セットアップとテスト

各装置をセットアップした後、標準の RF テスト方法を使用して回路のサイドバンド抑圧比を測定してください。

さらに詳しい資料

CN0311 Design Support Package :

<http://www.analog.com/CN0311-DesignSupport>

ADIsimPLL Design Tool

ADIsimPower Design Tool

ADIsimRF Design Tool

AN-0996 Application Note : The Advantages of Using a Quadrature Digital Upconverter (QDUC) in Point-to-Point Microwave Transmit Systems. Analog Devices.

CN-0134 : Broadband Low EVM Direct Conversion Transmitter. Analog Devices.

CN-0147 : Using the ADP150 LDO Regulators to Power the ADF4350 PLL and VCO. Analog Devices.

AN-1039 Application Note : Correcting Imperfections in IQ Modulators to Improve RF Signal Fidelity. Analog Devices.

Analog Dialogue, 40-07 : “Wideband A/D Converter Front-End Design Considerations: When to Use a Double Transformer Configuration.”

データシートと評価ボード

ADF4351 データシート

ADF4351 評価ボード

ADL5385 データシート

ADL5385 評価ボード

ADP150 データシート

ADP3334 データシート

改訂履歴

12/12—Revision 0: 初版

「Circuits from the Lab/実用回路集」はアナログ・デバイセズ社製品専用に作られており、アナログ・デバイセズ社またはそのライセンスの供与者の知的所有物です。お客さまは製品設計で「Circuits from the Lab/実用回路集」を使用することはできますが、その回路例を利用もしくは適用したことにより、特許権またはその他の知的所有権のもとでの暗示的許可、またはその他の方法でのライセンスを許諾するものではありません。アナログ・デバイセズ社の提供する情報は正確でかつ信頼できるものであることを期しています。しかし、「Circuits from the Lab/実用回路集」は現状のまま、かつ商品性、非侵害性、特定目的との適合性の暗示的保証を含むがこれに限定されないいかなる種類の明示的、暗示的、法的な保証なしで供給されるものであり、アナログ・デバイセズ社はその利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許権もしくはその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。アナログ・デバイセズ社はいつでも予告なく「Circuits from the Lab/実用回路集」を変更する権利を留保しますが、それを行う義務はありません。商標および登録商標は各社の所有に属します。

©2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved. 商標および登録商標は各社の所有に属します。