

直交変調された通信信号の解析

通信測定は、M5i.33xx-x16 シリーズ デジタイザを使用できるもう 1 つのアプリケーション分野です。ほとんどの通信システムは、データを効率的にエンコードするために、さまざまな直交変調方式を使用します。図 2 は、8PSK 変調された 1 GHz キャリアの解析結果を示しています。



図 2: 8PSK 信号によって変調された 1 GHz キャリア直交位相の時間およびスペクトル解析。左上のトレースは、取得された 8PSK 信号です。右側のトレースは、そのトレースの水平方向のズームです。左下のトレースは信号のスペクトルを示し、右側にはその拡大図が表示されています。取得された 20 us 長の 8PSK 信号が、SBench 6 ディスプレイの左上のトレースに表示されます。そのトレースの下には、信号の周波数スペクトルが表示されます。スペクトルは、変調エンベロープを持つ 1 GHz の搬送波周波数にピークを示しています。3 GHz の搬送波の 3 次高調波が目に見えて、搬送波のピークから約 36 dB 減衰します。下部中央のトレースは、スペクトルの拡大図を示しています。カーソルは、搬送波周波数に最も近い変調側波帯のオフセットを測定します。左側の情報パネルに表示されているカーソルの読み取り値は、側波帯オフセットを搬送波周波数から 160 MHz として読み取れます。フィルタリングされていないパルス波形の変調エンベロープは、 $\sin(x)/x$ の形状になります。8PSK 信号は、帯域幅 20 MHz の raised root cosine filter でローパス フィルター処理されています。これは、右下のトレースの拡大スペクトル ビューに示されています。カーソルはフィルターの公称帯域幅を測定します。20 MHz カットオフを超える周波数は変調信号スペクトルから除去されるため、側波帯は搬送波とサンプリング ノイズの 20 MHz 以内のみ現れます。

上部中央のトレースは、取得された時間信号の拡大図です。リップルはデータ変調によるものです。2 つの隣接する狭いピーク間の間隔から、40 MBaud のデータ レートが分かります。変調側

波帯間の 160 MHz の間隔は、データレートの 4 倍、つまり 160 MHz での追加のサンプリング プロセスを示しています。右上のトレースにある 8PSK 信号の高度に拡大されたビューを見ると、フェーズ ブレーク間の信号の粒度がわかります。カーソルは位相ブレーク間の時間を測定するように設定されており、それは 6.2 ns、つまり 160 MHz であることがわかります。したがって、40 MBaud 変調は 20 MHz に帯域制限され、ブロードキャスト前に 160 MHz で再度サンプリングされます。

取得された RF キャリアは、独自のベクトル信号解析ソフトウェアを使用して SBench 6 の外部で復調され、その後、結果として得られる同相成分と直交成分が追加の分析と表示のために SBench 6 に再インポートされます。図 3 に結果の例を示します。

I コンポーネントは左上のトレースに示され、Q コンポーネントは I コンポーネントの下に示されま

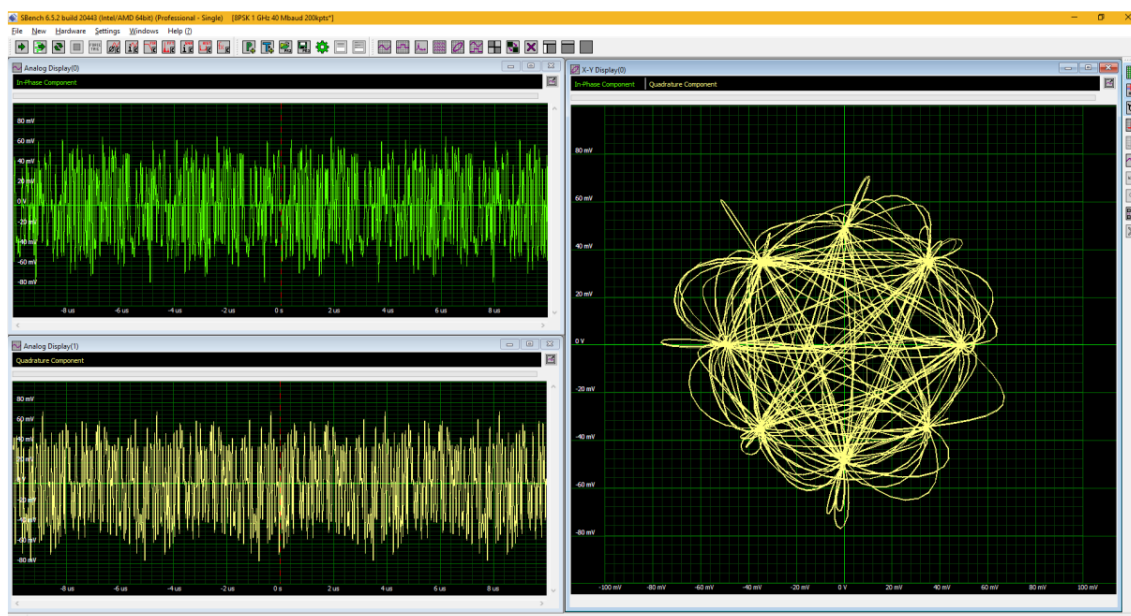


図 3: 復調信号の同相 (I) 成分と直角位相 (Q) 成分。I 信号と Q 信号をクロスプロットすると、状態遷移図または軌跡図が得られます。

8PSK 信号は、シンボルごとに 3 ビットをエンコードして、シンボルごとに 8 つの可能なデータ値を生成します。I 値と Q 値は、位相と振幅の情報に変換されます。これらの各状態の位相と振幅値は、I 信号と Q 信号のプロット、いわゆるコンスタレーション ダイアグラムで示すことができます。状態遷移または軌跡図 (右側のトレース内) は、データ状態間の遷移パスを示します。各軌跡は、8 つのデータ状態のいずれかで開始および終了します。データ状態は、0、45、90、135、180、225、270、および 315 度の 8 つの位相で発生します。状態遷移図は、8PSK 信号生成を評価する簡単な方法を提供します。基礎となるコンスタレーションの非対称性と歪みは、信号生成におけるエラーを示します。