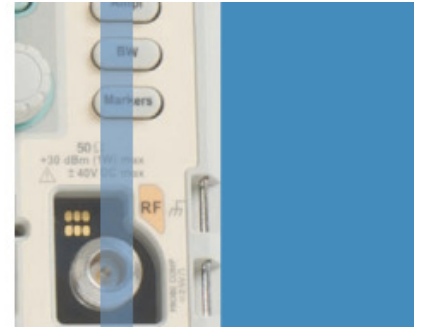
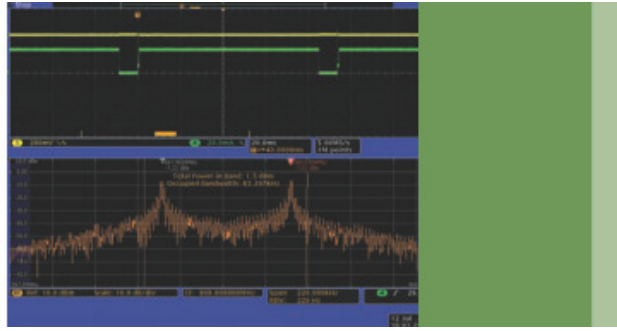
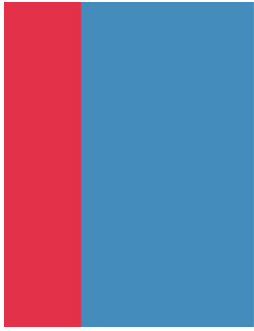




無線機能を搭載した組込みシステムにおけるノイズ源の特定

MDO4000 シリーズ アプリケーション・ノート

はじめに

無線チップまたはモジュールを一般的な組込みシステムに統合する場合、設計エンジニアはノイズ、スプリアス信号を特定してこれを除去しなければなりません。考えられる発生源としては、スイッチング電源、システムの他の部品からのデジタル・ノイズ、外部の発生源があります。

ノイズでもう一つ注意しなければならないことは無線に

よる干渉であり、他の無線と干渉せず、無線規制に適合することも必要になります。

このアプリケーション・ノートでは、MDO4000 シリーズ・ミックスド・ドメイン・オシロスコープを使用したノイズ源の特定方法について説明します。

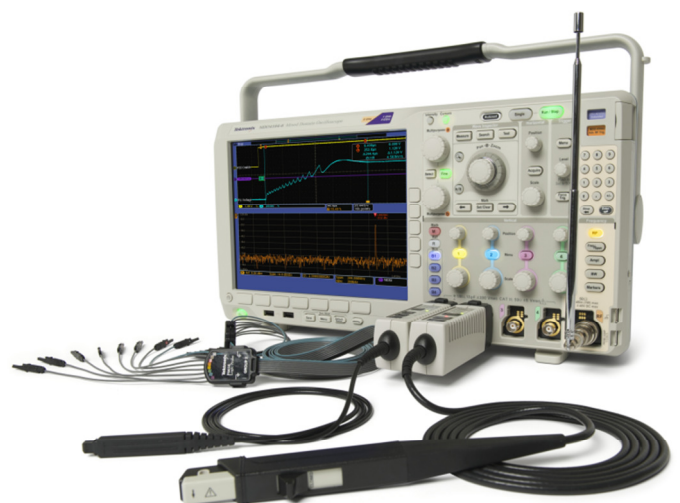




図 1. Tektronix MDO4000 シリーズ・ミックスド・ドメイン・オシロスコープおよび マイクロチップ無線テスト・ボード・モジュール.

無線システムの統合で重要となるノイズ源の特定

無線機能を組み込みシステムに追加する場合、統合においていくつかの問題点があります。特にバッテリー駆動のシステムの場合、低コストで高効率を実現するためにスイッチング・レギュレータが使用されます。電源の大きさも問題になります。無線チップ／モジュールのハードウ

エア回路やソフトウェアの設定によっては、伝送信号の品質に影響を及ぼすことがあります。セットアップ、フィルタが適切でないと、他の無線システムに干渉を与えたり、規格に適合できないことになります。

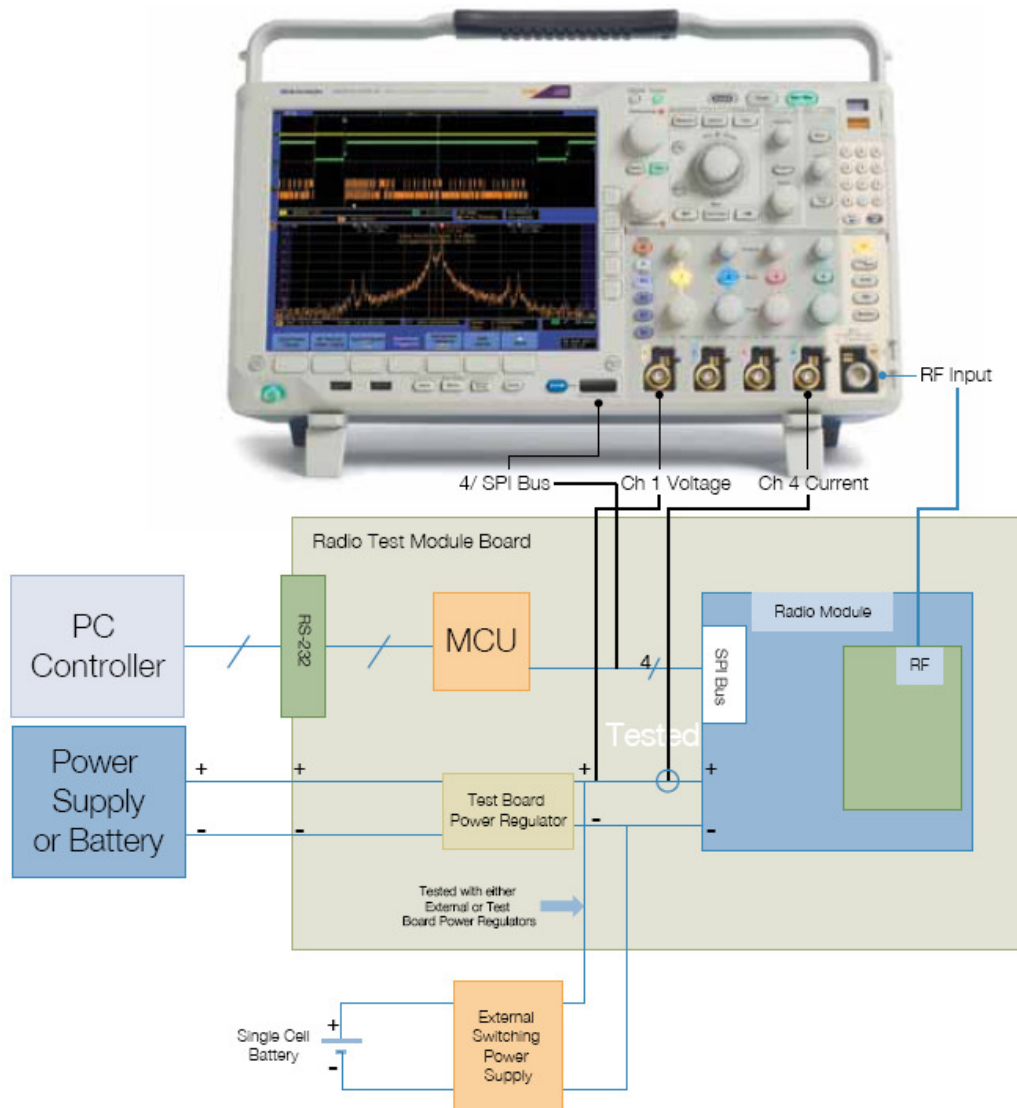


図 2. 被試験デバイス (Microchip 社製 MRF89XA 868MHz 無線モジュール) と MDO4000 シリーズ・ミックスド・ドメイン・オシロスコープをテスト接続

ノイズ源調査のためのテスト設定

このアプリケーションの例 (図 2) では、Microchip Technologies 社の MRF89XAM8A モジュールと、それにのった MRF89XA IC を使用します。この IC は汎用性が高く、受信電力消費が非常に小さいのが特長です。スイッチング電源の影響をみるために、Microchip MCP1640 ブースト・レギュレータを使用します。このテストでは 868MHz で説明しますが、北米の 915MHz バンドでは少し違った部品が必要になります。測定は、MDO4000 シリーズ・ミックスド・ドメイン・オシロスコープ

を使用して行います。MDO4000 シリーズは、最高 1GHz までの 4 つのアナログ信号、16 のデジタル波形、最高 6GHz の RF スペクトラム信号を同時に表示するという、ユニークな機能を持っています。また、最大 4 つのデコードされたシリアル/パラレル・バスが表示できます。これらすべての信号は時間相関がとれているため、RF の時間、周波数ドメインにおける制御信号とアナログ信号の影響を確認することができます。

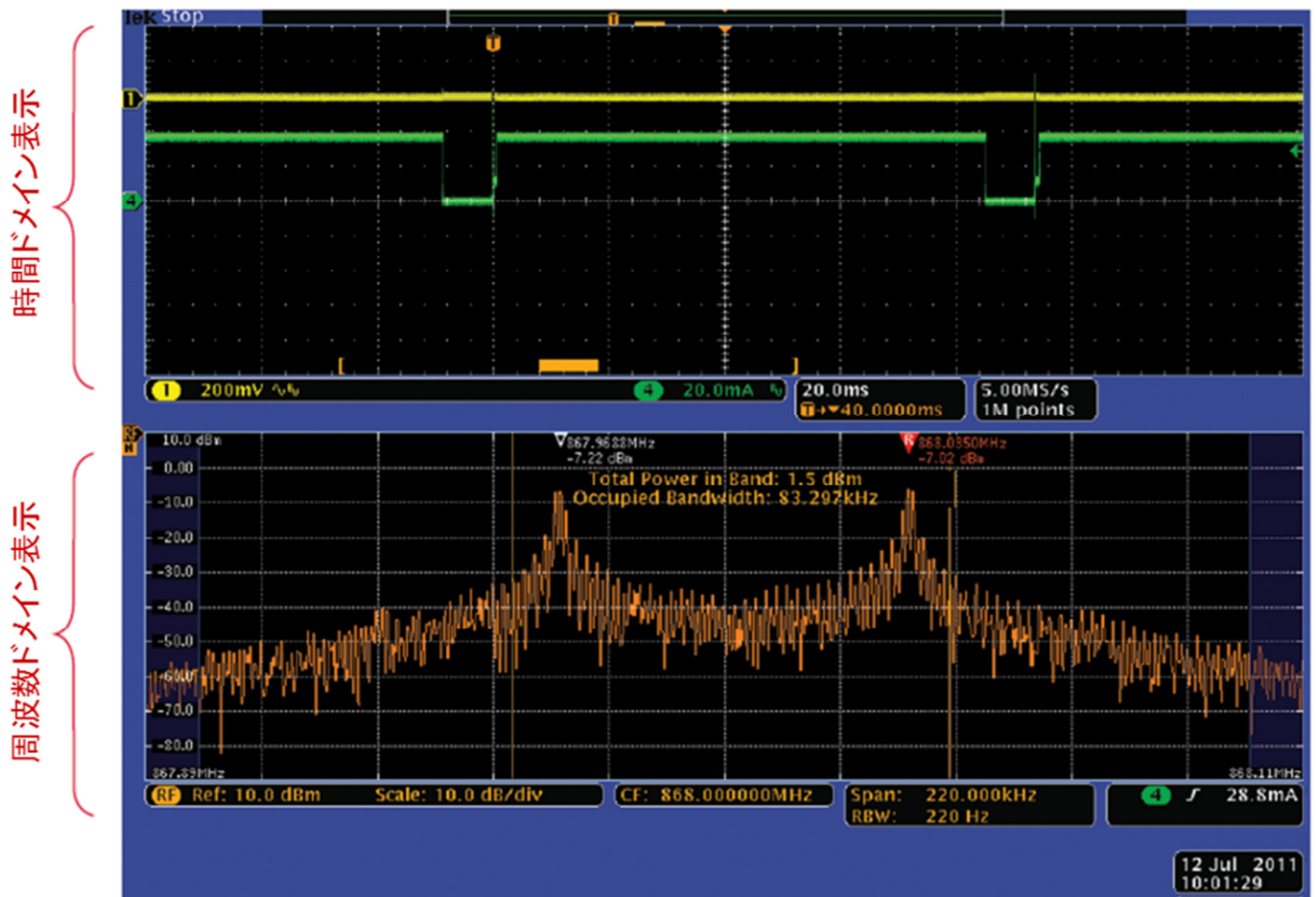


図 3. 時間ドメインと周波数ドメインを 1 つの画面で表示

時間ドメインと周波数ドメインの信号表示

図 3 の例では、中心周波数 868MHz、2kbps というデータ・レートの高い FSK 変調の無線スペクトラムを測定しています。

下半分に表示されているのは RF 信号の周波数ドメインでの表示であり、この例では無線トランスミッタの出力になります。一方、上半分には従来のオシロスコープによる時間ドメイン表示がされています。

周波数ドメインに表示されているスペクトラムは、時間ドメインにある「スペクトラム・タイム」と呼ばれる短いオレンジ色のバーで示される時間のものです。

MDO4000 シリーズは、独自のアーキテクチャにより、デジタル、アナログ、RF といったすべての入力を、時間相関をとって取込むことができます。

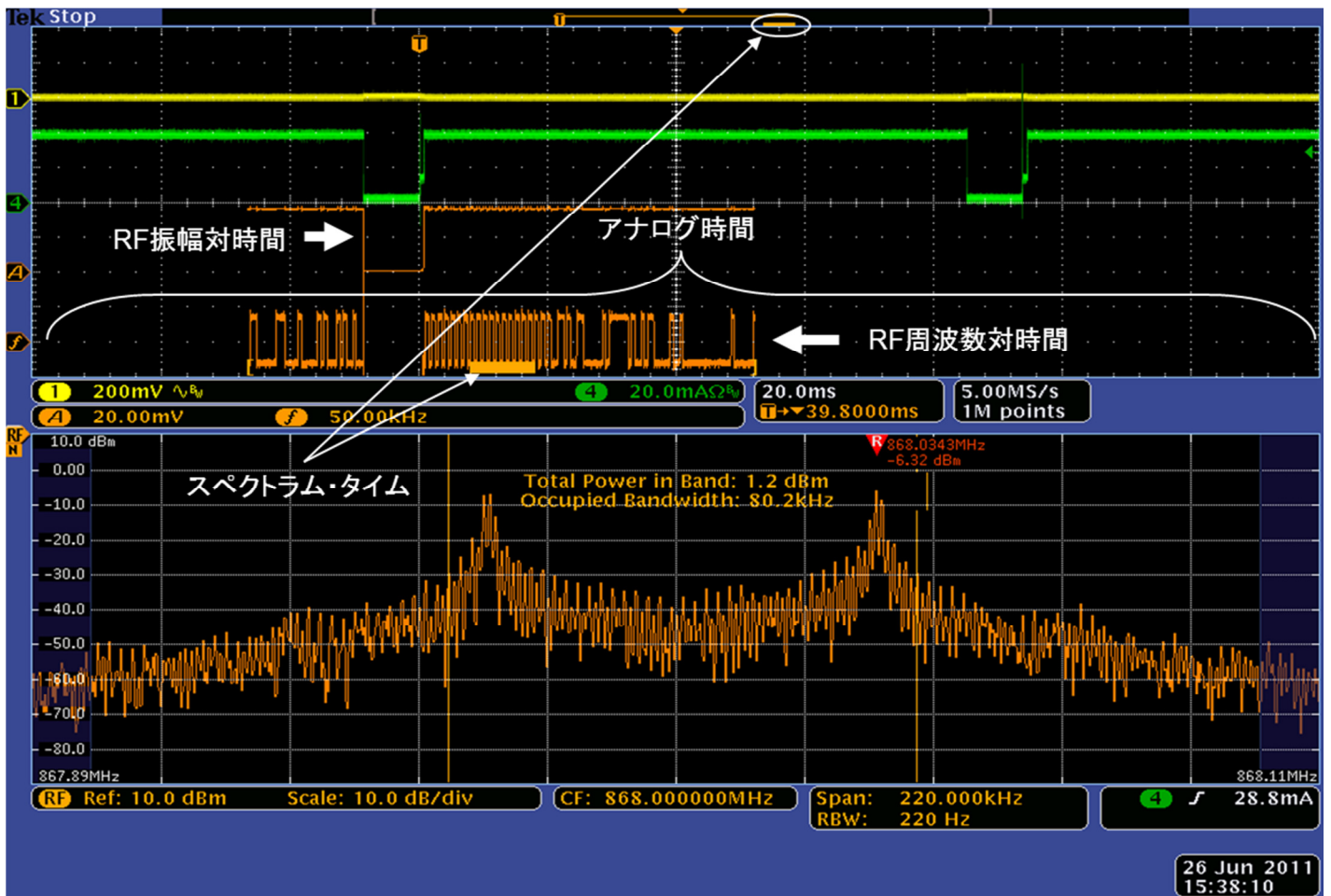


図 4. 占有帯域幅、トータル・パワーの測定値は、クリーンな実験室の電源を使用、プリアンブル・パケットのいくつかのシンボルで値を表示

スペクトラム・タイムと占有帯域幅、パワーの測定

MDO4000 シリーズでは、このスペクトラム・タイムが移動でき、RF スペクトラムが時間に対してどのように変化するかを確認することができます。スペクトラム・タイムを移動することで、パケットのプリアンブルのいくつかのシンボルで伝送される信号のスペクトラムを観測するこ

とができます。FSK 変調では、RF 信号の一つの周波数しか同時にオンできないため、プリアンブルを長い時間取込むことで占有帯域幅、トータル・パワーを測定します。

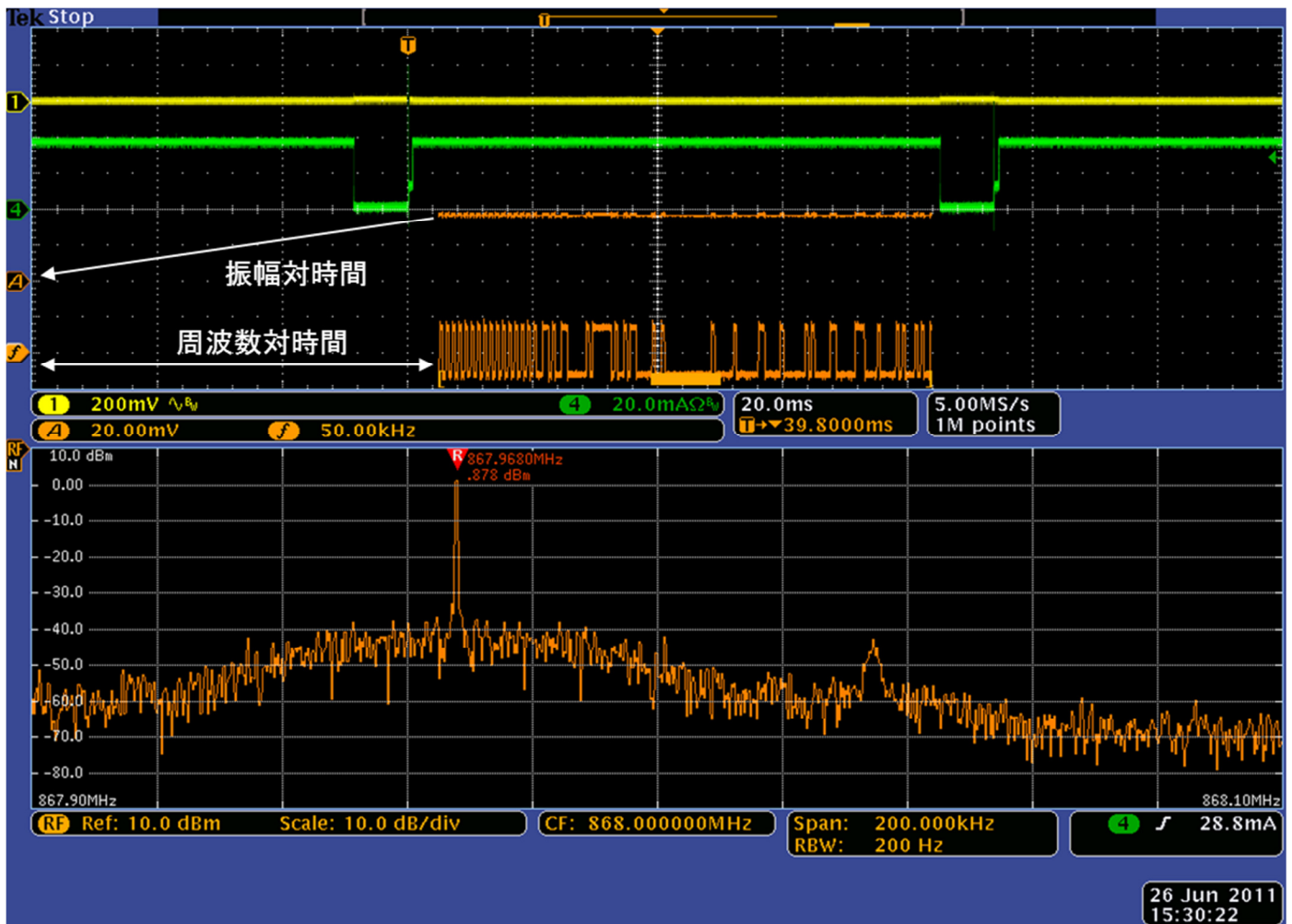


図 5. パケット・データにおけるスペクトラム。周波数対時間トレースは、“スペクトラム・タイム”表示が、低い周波数の Tx がオンタイムであることを示している

パケット・データにおけるスペクトラム

無線のパケット伝送を観測しやすくするため、MDO4000 シリーズでは、時間ドメイン波形に加えて RF 対時間の波形が表示されます。図 14 上段左側の A のマークの付いたオレンジ色の波形は RF 瞬時振幅対時間、f のマークが付いたオレンジ色の波形は、中心周波数に対する瞬時 RF 周波数対時間になります。

図 4 は、クリーンな電源を使用した場合の通常のラン

スミッタ性能を示しています。

緑の波形 (Ch4) は、モジュールに流れる電流を示しています。

黄色の波形 (Ch1) は、モジュール電源の AC リップルを示しています。

取込んだスペクトラム・タイムにおけるほとんどのエネルギーは、低い周波数であることがわかります。

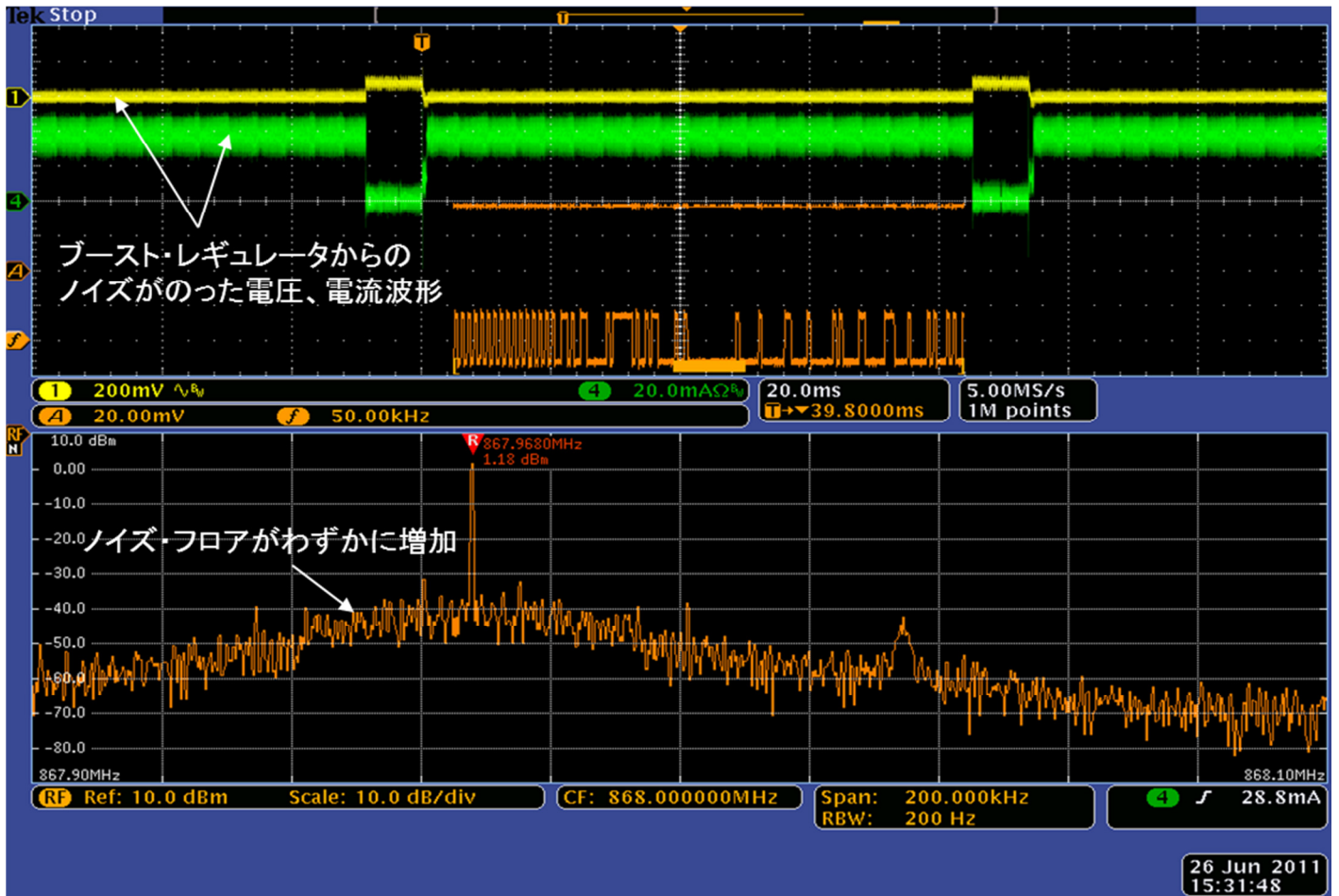


図 6. スイッチング電源からの電源供給の様子の測定とスペクトラムの測定

スペクトラムとスイッチング電源

図 6 は、図 5 と同じ RF 信号が表示されていますが、ブースト・タイプのスイッチング電源がモジュールに電源供給しています。電流、電圧波形にノイズがのっていることがはっきりとわかります。ノイズによって、このトランスミッタからのデータを受信する、レシーバの信号の S/N 比が低下するため、無線システムの有効レンジが狭くなります。

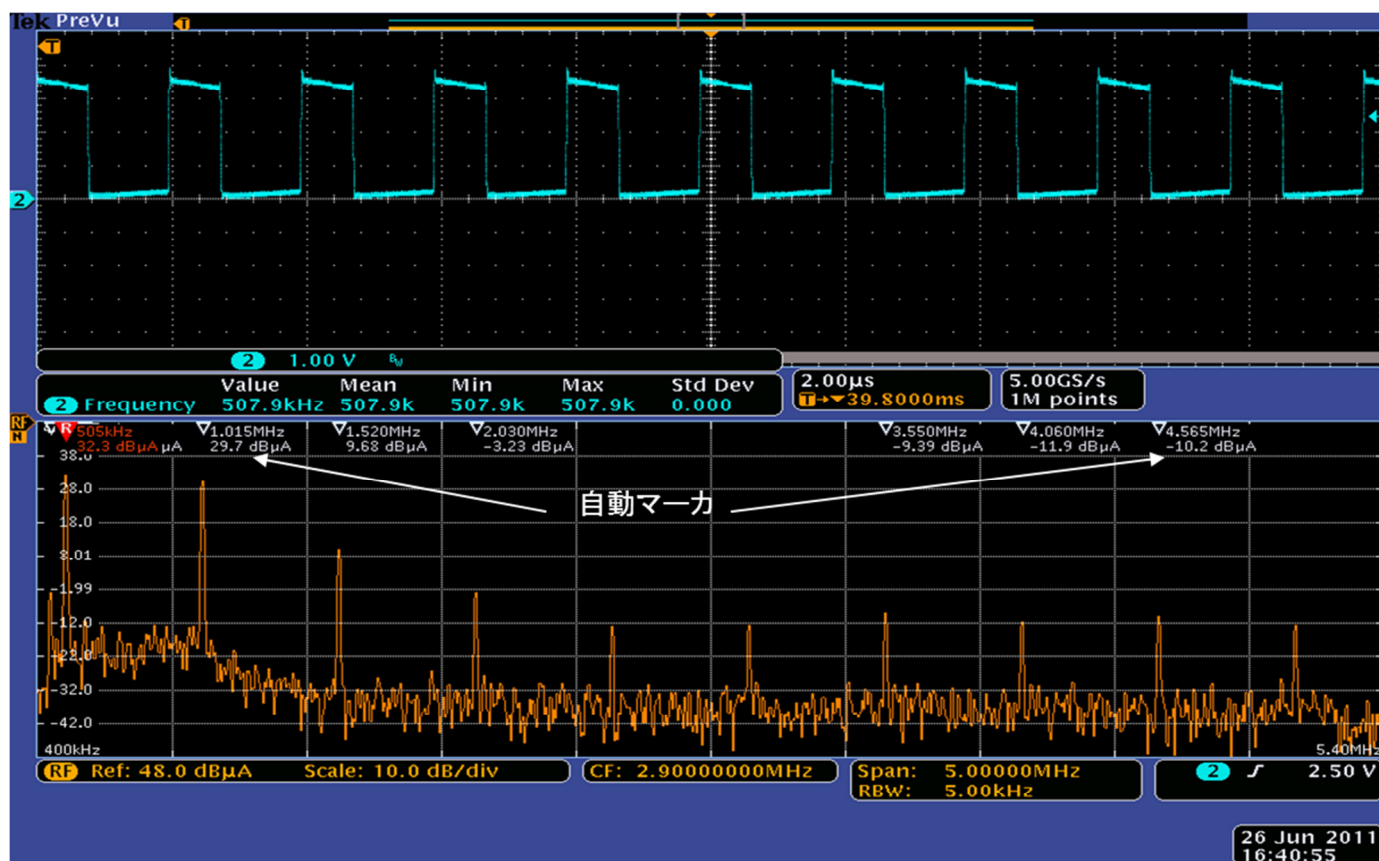


図 7. パワーサプライからのスイッチング・ノイズがダミー負荷にかかっている様子

スイッチング電源のノイズ

図 7 は、電源からのノイズを市販の EMI 電流プローブで測定した例です。この例では、スイッチャからのノイズを測定しています。

MDO4000 シリーズには自動マーカ機能があり、電源からの大きな 7 つの信号放射の周波数と振幅を表示しています。赤いリファレンス・マーカは、常に最も大きな値を示します。

上の波形は、MCP1640 IC のスイッチング・トランジスタのものです。自動測定機能により、RF マーカ測定におけるスイッチング周波数を示しています。

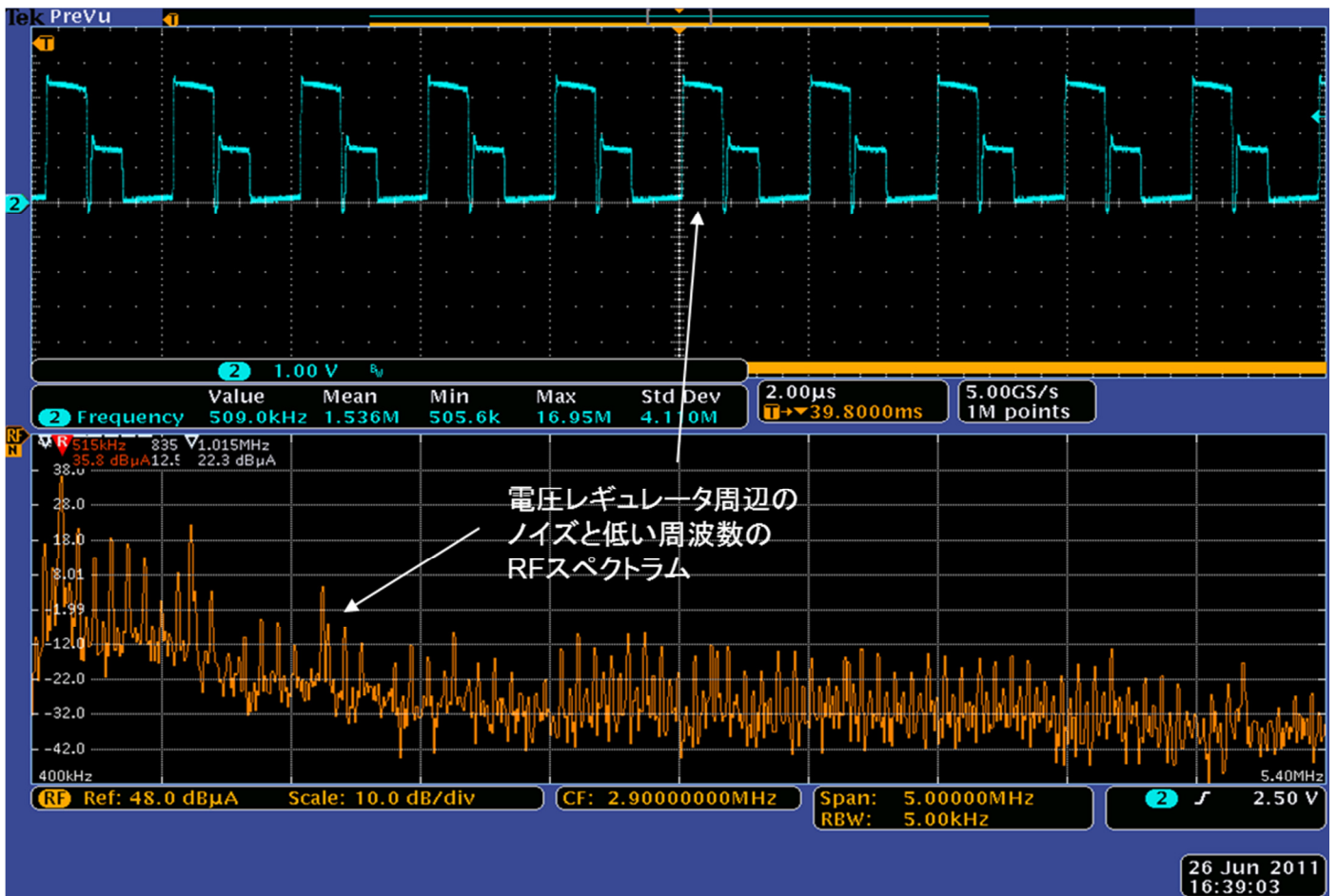


図 8. ブースト・コンバータを使った場合の電源と RF ボードのノイズ。

電源とデジタル・ノイズ

図 8 の例では、RF ボードに電源が供給されています。シンプルな導線がプローブとなって、電源ノイズとマイクロコントローラ・テスト・ボードからのデジタル・ノイズを拾っています。

MDO4000 シリーズは、1 回の掃引で非常に広い周波数を、優れた応答時間と分解能によってカバーします。この例では、400kHz から 5.4MHz までをカバーしています。

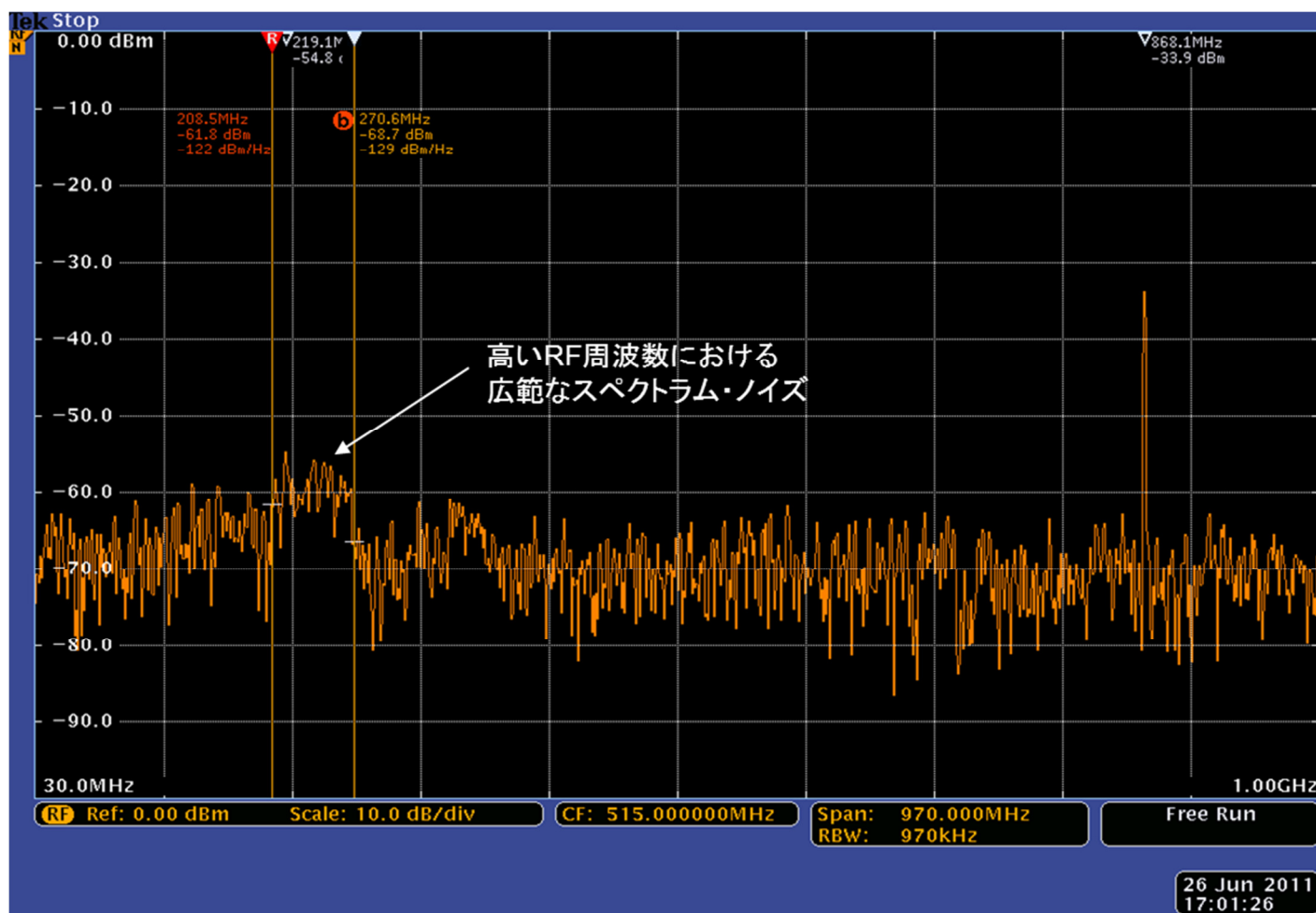


図 9. ブースト・コンバータを使った時のデジタルボードからのボード・スペクトラム・ノイズを測定

広範囲なスペクトラム・ノイズ

図 9 の画面は、220MHz レンジの大きなノイズを捉えています。自動マーカは、868MHz の伝送信号と不要な高いレベルの信号を示しています。

マニュアル・マーカを使用して、高いレベル・ノイズの周波数レンジとノイズ密度を測定しています。

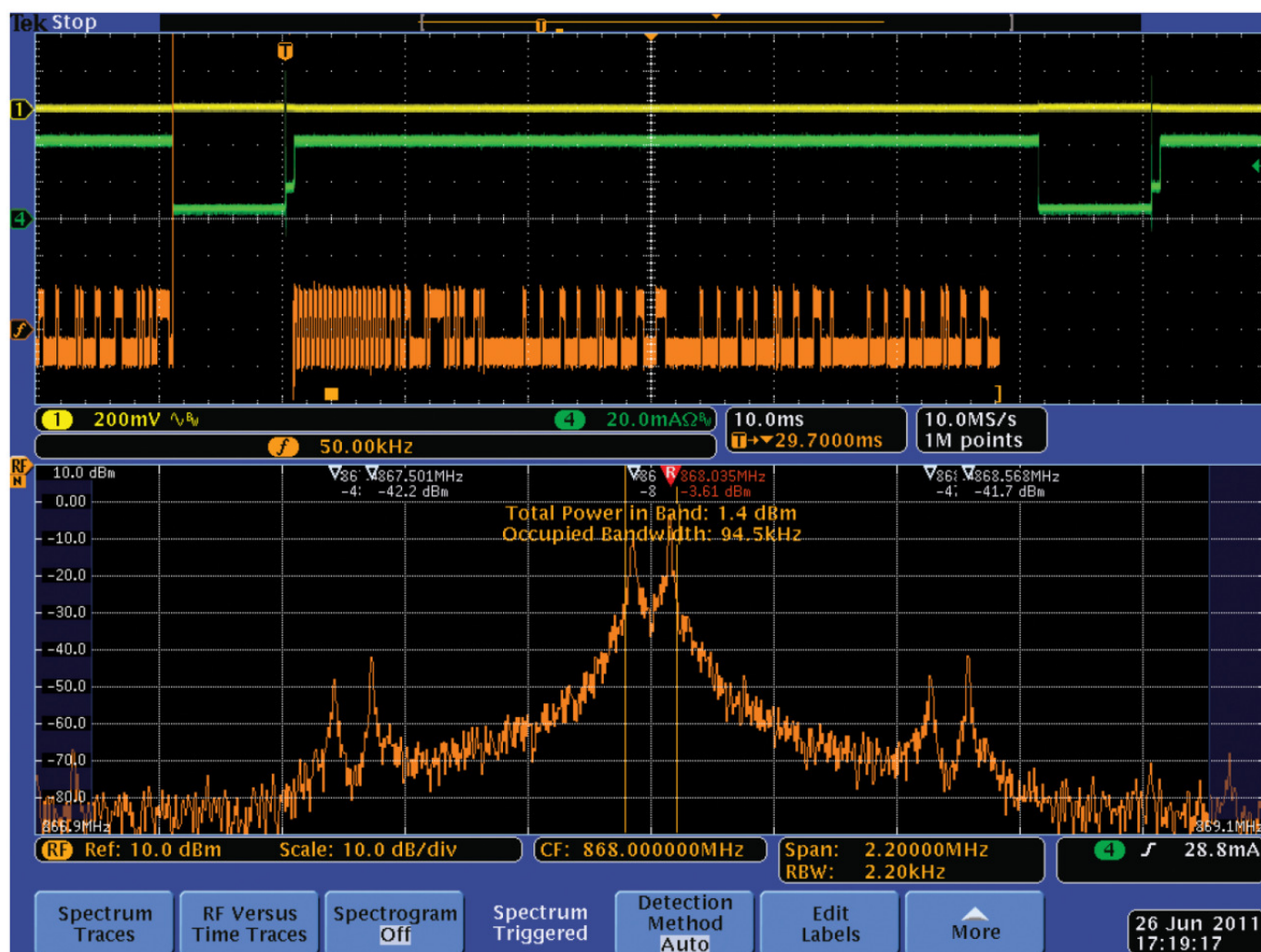


図 10. 基本波と基本波付近のチャネル外スプリアス信号の測定例

チャネル外のノイズ

無線システムを組み込みシステムに追加する場合、無線で発生するノイズ、システムの他の部品による干渉、または無線信号の規制不適合などの問題も考えられます。

図 10 の測定では、スプリアスが隣の周波数に入り込んでいます。基本波の両サイド 500kHz 付近にスプリアス信号がありますが、基本波よりも 40dB 低いため、許容範囲に入っています。

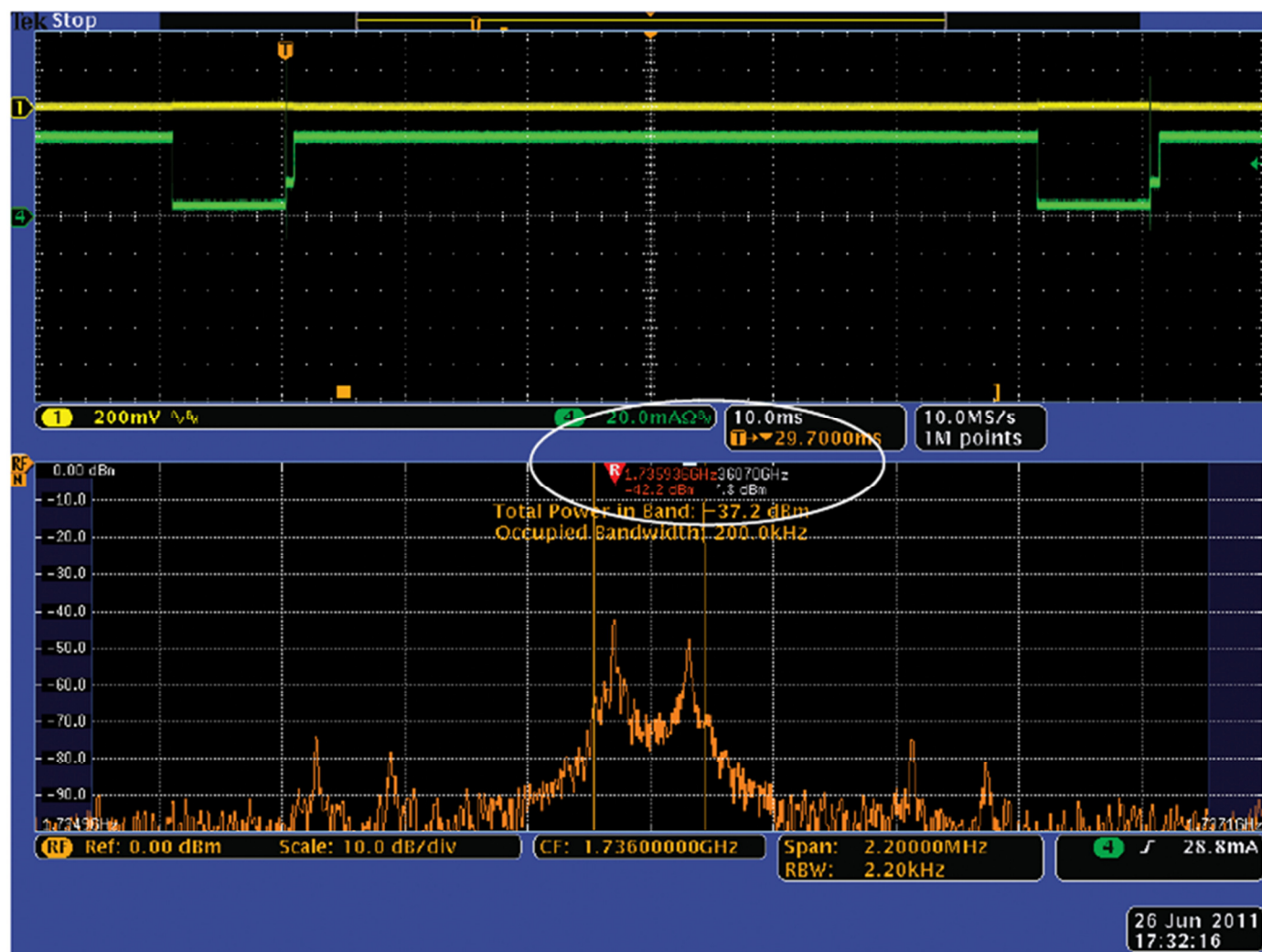


図 11. 図 10 の 2 次高調波におけるスペクトラム

2 次高調波のスペクトラム

規制に適合するためには、高調波は基本波信号よりも大幅に下回っている必要があります。

MDO では、2 次高調波の周波数、パワー、帯域幅が観測できます。

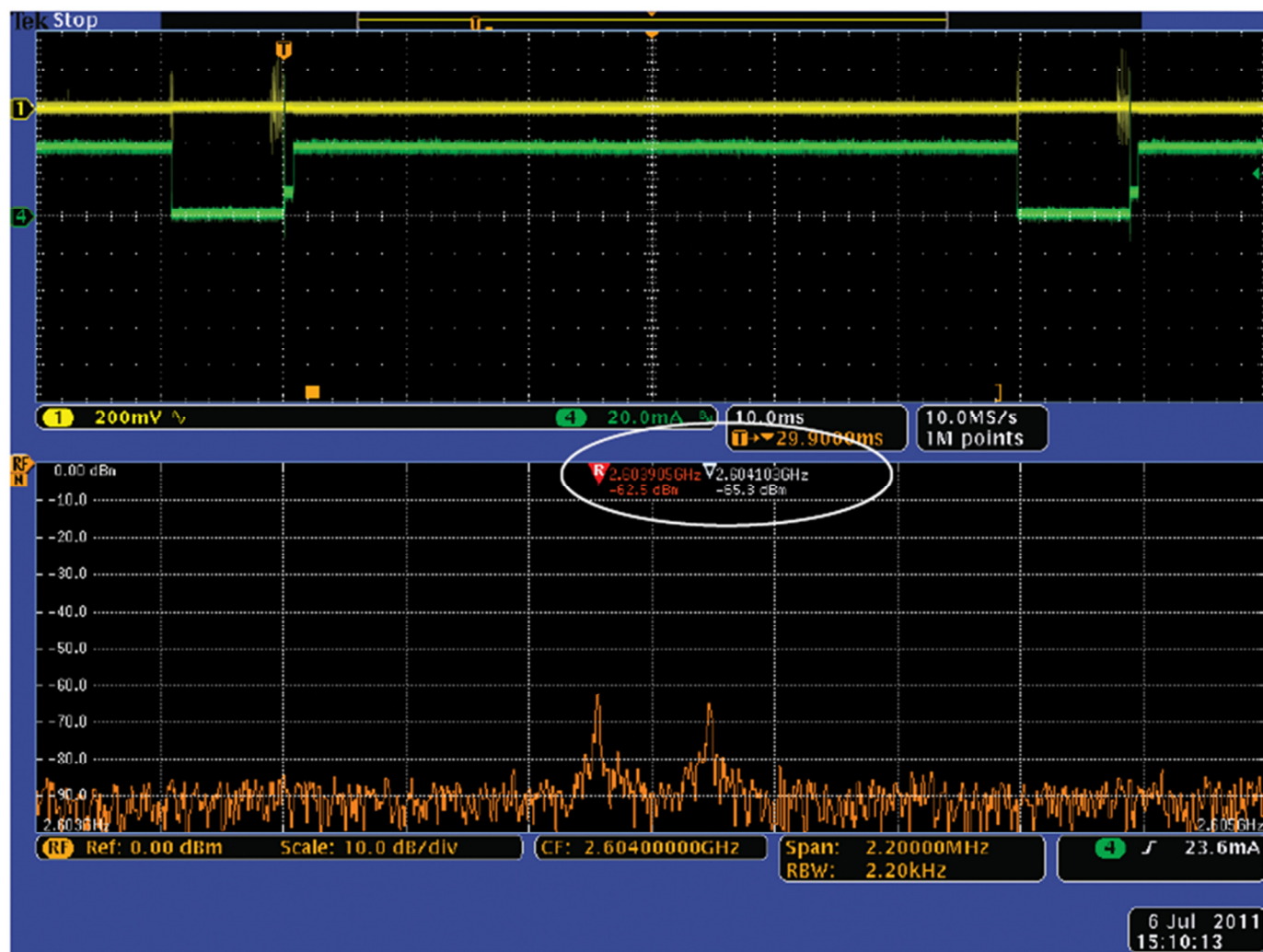


図 12. 図 10 の 3 次高調波におけるスペクトラム

3 次高調波のスペクトラム

図 12 の画面は、無線システムで最もやっかいな問題となる 3 次高調波を捉えたものです。しかし、この周波数では、キャリアに比べてノイズ・パワーは約 -60dBc と非常に小さくなっていることがわかります。

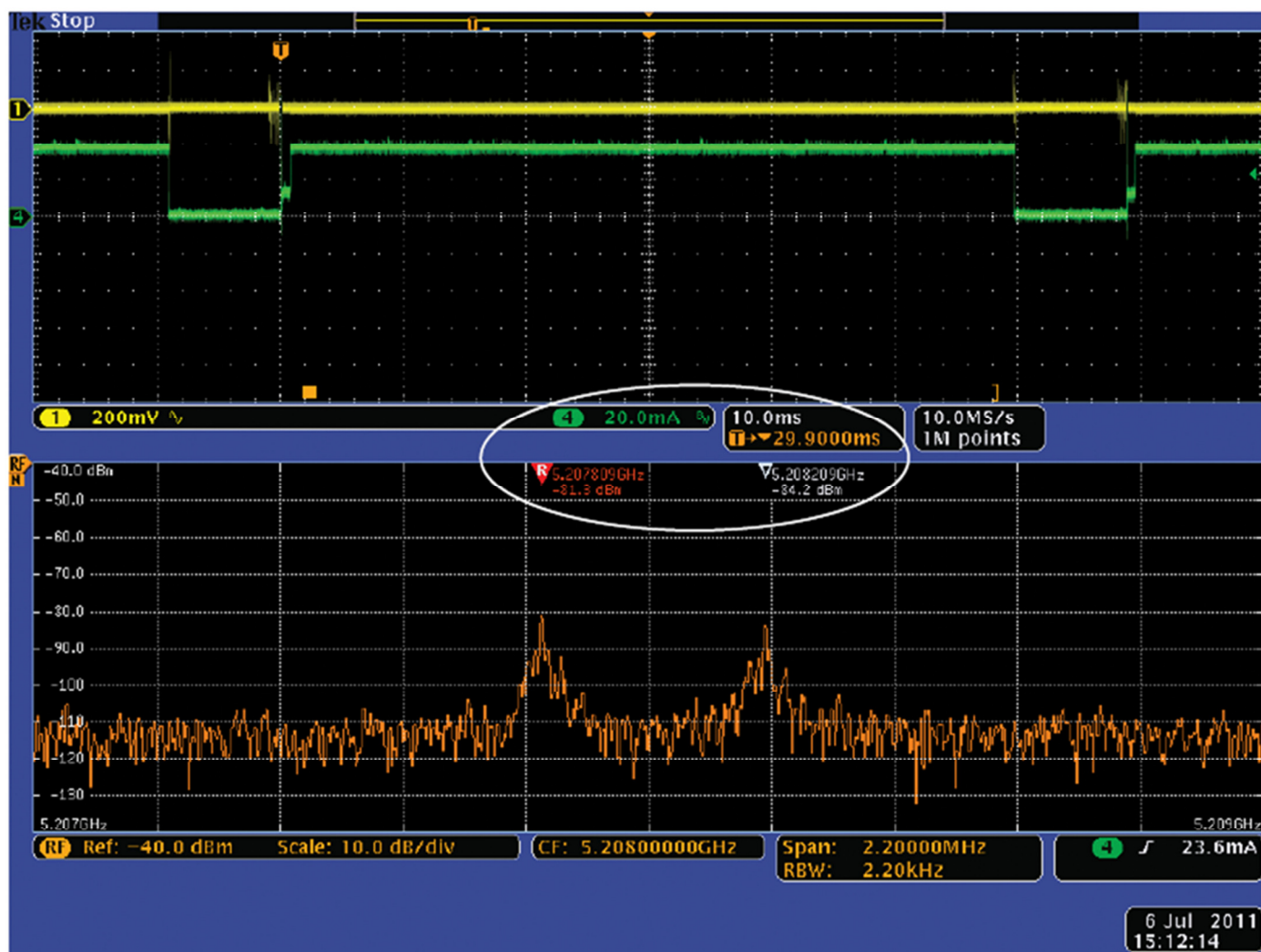


図 13. 図 10 の 6 次高調波におけるスペクトラム。マーカーによる信号のピーク値の値が -80 dBm を示している。

6 次高調波のスペクトラム

MDO4000 シリーズは、最高 6GHz の周波数帯域をカバーしているため、図 10 を基本波とするスペクトラムのバンドにおいて、最高 6 次までの高調波を測定することができます。この周波数では、2 つの白いマーカーが示すように -80dBm 以下という非常に小さな不要輻射になっています。

リファレンス・レベルは、この低レベルの信号を捉えるために下げられています。

まとめ

無線システム統合におけるノイズ問題には、数多くの原因が考えられます。

電源のノイズは、トランスミッタ出力に影響したり、あるいはレシーバ感度、他の回路に影響を及ぼしたりすることがあります。

トランスミッタの出力ノイズはリモート・レシーバにおける受信障害の原因となるため、規制に対しても適合しなければなりません。

テクトロニクス社の MDO4000 シリーズ・ミックスド・ドメイン・オシロスコープは、これらの測定に最適な、強力で革新的なツールです

Tektronix お問い合わせ先：

日本
お客様コールセンター
0120-441-046

地域拠点

米国 1-800-426-2200
中南米 52-55-54247900
東南アジア諸国／豪州 65-6356-3900
中国 86-10-6235-1230
インド 91-80-42922600
欧州／中近東／北アフリカ 41-52-675-3777
他 30 カ国
Updated 9 October 2009

詳細について

当社は、最先端テクノロジーに携わるエンジニアのために、資料を用意しています。当社ホームページ (www.tektronix.com/ja) をご参照ください。



TEKTRONIXおよびTEKは、Tektronix, Inc.の登録商標です。Microsoft、Windowsは、米国Microsoft Corporationの登録商標です。Dolbyは、米国Dolby Laboratories, Inc.の登録商標です。記載された商品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

Tektronix®

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階
ヨシロ
テクトロニクス お客様コールセンター TEL: 0120-441-046
電話受付時間 / 9:00~12:00・13:00~19:00 (土・日・祝・弊社休業日を除く)

www.tektronix.com/ja

■ 記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

© Tektronix 2012年1月 48Z-26920-0