

オシロスコープのゾーン・トリガ機能とは？



ゾーン・トリガ機能はオシロスコープに搭載されている機能で、従来のオシロスコープに搭載されているトリガ機能を補完するだけでなく、これまでに無いトリガを実現することが可能となる最新のトリガ・テクノロジーです。このテクノロジーは、従来のハードウェアによるトリガでは不可能であったイベントの切り分けを行うことができます。ここでは、オシロスコープのゾーン・トリガ機能に関する代表的な5つの質問に対してお答えします。

はじめに

電気回路の不具合に対する問題解決や原因究明に、広く使用される計測器がオシロスコープです。そして、特定の不具合波形の分離を可能にする、オシロスコープの主要な技術がトリガです。オシロスコープには、エッジ、グリッジ、パルス幅、そしてパターンなど、各種イベントの切り分け用にハードウェア・トリガ機能が標準搭載されています。一方で、従来から存在するこれらのハードウェア・トリガ機能は、稀にしか発生しない不具合波形を時間で分離するには最適ですが、それだけでは十分ではありません。例えば、オシロスコープの画面上に不具合波形が観測されていたとしても、通常のトリガ機能ではこうした波形を分離するのは非常に困難です。グラフィカル・トリガ、あるいはゾーン・トリガ機能として知られているテクノロジーは、こうした従来から存在するハードウェア・トリガ機能を補完するためのものです。この機能は、オシロスコープのユーザにとってトリガ設定に関してさらなる柔軟性をもたらしてくれます。以下の質問は、「ゾーン・トリガ機能を利用したい。」あるいは「各オシロスコープ・ベンダーが提供するゾーン・トリガ機能の評価を行いたい。」と考えているエンジニアにとって非常に役立つ情報となるでしょう。

1. ゾーン・トリガ機能とは？

ゾーン・トリガ機能を理解することで、それが効果的なケースと、効果的でないケースを区別できるようになります。では、ゾーン・トリガはどのようにして動作するのか？答えは非常にシンプルです。図1に示すように、1つ、あるいはそれ以上のゾーンをオシロスコープの画面上に図形として描きます。また、各ゾーンには、「波形が横切る」あるいは「波形が横切らない」というパラメータを設定できます。オシロスコープは波形を捕捉する毎に、メモリ内部の捕捉波形を見に行きます。仮に、捕捉した波形がゾーンの設定条件を満たさない場合は、オシロスコープはデータを無視します。結果として、ユーザが定義したゾーンの条件を満たす波形だけがオシロスコープの画面に表示されます。

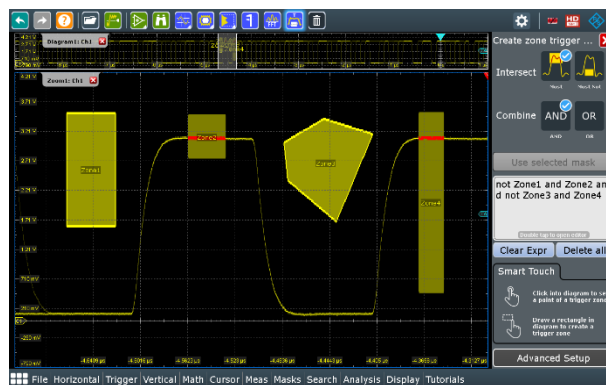


図1：この例では、デジタル・オシロスコープ R&S® RTO2000 のゾーン・トリガ機能を使用して、0, 1, 0, 1 パターンのみを分離して表示しています。

通常ゾーン・トリガは、例えばエッジ・トリガのように従来からハードウェア・ベース・トリガとして搭載されているトリガの、後段ステージにおいて設定されます。これにより、ユーザは、従来のトリガ機能によりイベント・タイプをできるだけ絞込み、その後ゾーン・トリガを使用することで、より特異性の高い信号を切り分けることが可能になります。

2. ゾーン・トリガを何故使用するのか？

ゾーン・トリガは、図形によりトリガ条件を設定できます。使い勝手の観点から言えば、従来からのハードウェア・トリガ条件を使用した場合と比較して、よりシンプルにトリガ条件を設定できます。さらに、ゾーン・トリガ機能は、従来のトリガでは分離することが不可能な特定の不具合信号やパターンを、簡単に分離できます。

例えば、DDR（ダブル・データ・レート）メモリの読み出し、および書き込みサイクルの波形は、ほんの僅かな差異しかありません。このため、読み出しと書き込みサイクルを分離することは、従来のオシロスコープのトリガ機能では不可能ですが、ゾーン・トリガ機能を使用すれば簡単に分離できます。ユーザは、読み出しと、書き込みサイクルで異なる波形の一部に小さな四角いゾーンを描き、その部分を「横切る」あるいは「横切らない」と設定するだけで、オシロスコープの画面には観測したいサイクルのみを表示できます。

ゾーン・トリガ機能は、非単調エッジを持つ信号の捕捉表示にも使用できます。さらに、ゾーン・トリガ機能は、クロックの周期毎にゾーンを描き、条件を指定することで、1と0の特定パターンを表示させることもできます。これ以外にも、ゾーン・トリガ機能は、シリアル・バス・パケットを図形により簡単に分離することができます。例えば、USBがデータ・パケットを送信する部分にゾーンを描き、データ・パケットのみを表示させることができます。

3. ゾーン・トリガ機能は、どのような波形に対して使用できるのか？

従来のオシロスコープが搭載しているハードウェア・トリガ機能は、アナログ・チャンネルまたはデジタル・チャンネルのどちらか一方のみに動作します。ゾーン・トリガ機能は、ポスト処理なので、技術的な観点から言えば、幅広い種類の波形に対して利用できます。最新のゾーン・トリガ機能は、演算波形に対しても使用できます。ユーザは、演算結果やFFT波形に対してゾーンを定義できます。この進歩は、ハードウェア・ベースのトリガ回路だけでなく、前世代のゾーン・トリガ技術では見られないユニークな機能を提供します。例えば、周波数領域において側波帯のスペクトラムが特定の電力レベルを超えた信号のみを分離するために、ゾーン・トリガ機能が使用できます。あるいは、電圧プローブおよび電圧プローブを使用して、乗算により時間領域で電力を求めている場合、ユーザは電力が所望の値よりも大きい場合にのみ、その波形をオシロスコープの画面に表示させることもできます。ゾーン・トリガ機能に使用できる波形に演算波形が加わることで、ゾーン・トリガ機能が非常にパワフルになり、図2と図3に示すような使い方が可能になります。



図 2: 最新のゾーン・トリガ機能はオシロスコープのチャンネル入力波形だけでなく、演算波形に対しても設定できます。この例では、R&S®RTO2000にシングル・エンド・パッシブ・プローブを2本接続し、USBのD- と D+ 信号の測定結果を画面上部に表示しています。上記2本のシングル・エンド信号を、演算機能を使用して差動信号として画面の下に表示しており、ゾーン・トリガ機能はこの演算波形に対して設定することができます。



図 3: この例では、ゾーン・トリガ機能をR&S®RTO2000の周波数領域 (FFT演算結果)のスペクトラム波形に対して設定しています。オシロスコープは、側波帯の電力レベルがある規定値を超えた場合にのみスペクトラム波形を捕捉して画面に表示しています。

さらに進んだ使い方としては、時間領域と周波数領域を組み合わせたゾーン・トリガによる不具合解析があります。これにより、例えば電源電圧を時間領域で測定し、その変動に伴うノイズを周波数領域で確認します。このときに、電圧レベルあるいは周波数レベルが規定値を超えた場合にのみトリガをかけてその現象を捕捉することで、より具体的な対策を打つことができるようになります。

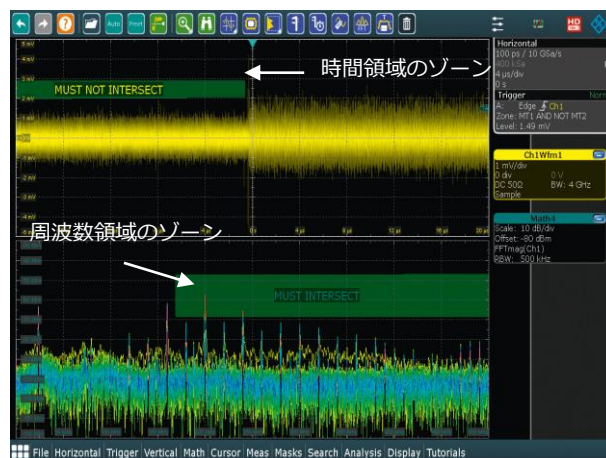


図 4: ゾーン・トリガ機能をR&S®RTO2000の時間領域および周波数領域 (FFT演算結果)の両方に設定することで、時間と周波数の両側面から現象を解析することができます。

4. 使用時の制限は？

どのような優れた技術にも制限があり、ゾーン・トリガ機能も例外ではありません。ゾーン・トリガ機能がポスト処理技術であることは既に述べていますが、これにより2つの望ましくない影響がもたらされます。1つ目は、ポスト処理がさらに追加されることにより、オシロスコープ全体の更新スピードが低下します。ゾーン・トリガ機能により、更新スピードが100分の1まで落ち込むことも珍しくありません。これにより、オシロスコープの操作性が犠牲になり、使いづらいと感ずることもあります。

2つ目の制限は、ポスト処理の追加によりオシロスコープのブラインド時間、つまりデータ捕捉が行えない時間がさらに長くなることです。ゾーン・トリガ機能の表示は、繰り返し信号の場合にのみ有効となります。ゾーン・トリガ機能の処理をするために必要な時間は、オシロスコープのメーカー、使用しているメモリの量、ゾーン・トリガのタイプ、あるいは対象となるソース（入力チャンネルか演算結果なのか）に大きく依存します。要するに、従来のハードウェア・トリガは稀にしか発生しない、あるいは非反復イベントの捕捉を確実に行う唯一の方法であり、ゾーン・トリガ機能はこうした使用には適していないということです。

5. メーカー毎のゾーン・トリガ機能の評価方法とは？

既存のオシロスコープあるいは新規購入予定のオシロスコープにゾーン・トリガ機能の追加を検討されているとしたら、比較検討する際にいくつかのポイントを押さえる必要があります。一般に、ゾーン・トリガ機能は数百メガヘルツ帯域かそれ以上で、十分な処理能力を有したオシロスコープに搭載されています。比較に際しては、検討しているメーカーのオシロスコープがゾーン・トリガ機能を搭載しているかどうかを最初に確認します。ゾーン・トリガ機能をサポートしているオシロスコープの場合、オシロスコープのデモ製品は評価用にオプションを有効化しているケースがほとんどです。ゾーン・トリガ機能を搭載している既存のオシロスコープに対しては、各オシロスコープのメーカーがお試しライセンスを提供しています。

メーカー間におけるゾーン・トリガ機能の1つの大きな違いは、「どの波形に対してゾーン・トリガが動作するのか？」ということです。全てのゾーン・トリガ機能は、アナログ・チャンネルからの入力波形をゾーン・トリガ機能のソースとして使用できるようになっています。一部のメーカーでは、ゾーン・トリガ機能を演算波形に対して使用することができます。一般に、演算波形は電源解析や差動信号の評価に使用されます。既存のハードウェア・トリガ機能では演算波形の結果に対してトリガをかけることができないため、演算波形に対してゾーン・トリガが使用できるようになることで、解析効率が飛躍的に向上する可能性があります。例えば、FFT演算波形に対してゾーン・トリガを設定できるかどうかの確認があります。オシロスコープのハードウェア・トリガ機能は時間領域の信号に対して設定できますが、周波数領域の信号に対しては設定できません。これに対してゾーン・トリガ機能は、周波数領域でトリガの設定ができる唯一のソリューションになります。

その他の違いとしては、ゾーン・トリガ機能を実行した時に要する時間になります。これは、特定のゾーン・トリガ機能の設定に対する波形更新レートを測定することで比較が可能となりますが、ゾーン・トリガ機能は、稀にしか発生しないイベントを見逃すことがあります。これに対して、ハードウェア・トリガ機能は、トリガ・イベントを確実に捕捉する唯一の方法です。このため、波形更新レートの低下に伴うデータの取りこぼしは、実はそれほど重要な比較ポイントではありません。むしろ、波形更新レートの低下に伴う操作性の低下や、波形の見え方が著しく損なわれることへの影響が大きいのです。

上記以外の比較項目は、オシロスコープのメーカーによって異なります。一部のメーカーはゾーンの形状として四角形のみが用意されており、他のメーカーでは任意のゾーンの図形を描画することができます。四角形は、ほとんどの場合において十分ですが、任意のゾーンはより詳細なイベントの切り分けに対して非常に有効です。そして、ゾーン・サイズ、形状、ソース、そしてタイプの変更を、どれだけ簡単に行えるのか？ゾーンの追加や削除のやりやすさを各オシロスコープで確認することが重要です。実際に使用してみると、ゾーンの追加や削除といった作業は、ユーザが購入前に想像していた以上に頻繁に行われるからです。

オシロスコープに搭載されている最先端のテクノロジーであるゾーン・トリガ機能は、従来のハードウェア・トリガを補完する機能であり、その利便性と有用性から非常に注目されている機能です。ゾーン・トリガ機能は継続的に改善され、従来のハードウェア・トリガ機能では分離することが困難であった不具合波形や特定のパターンを、いとも簡単に切り分けることが可能です。そして、最近のテクノロジーの進化により、演算波形やFFTによる周波数スペクトラム信号にゾーンの条件を適用する機能が含まれることで、その応用範囲が従来の電気・電子回路のデバッグから、EMIのノイズ評価などにも広がりつつあります。



R&S®RTO2000

主な仕様

周波数帯域	600 MHz / 1 / 2 / 3 / 4 GHz
入力チャンネル	2チャンネル / 4チャンネル (4 GHzモデルは4チャンネルのみ)
サンプリング・レート	10 G サンプル / 秒 20 G サンプル / 秒 (R&S®RTO2044で2チャンネル使用時)
メモリ長	2 チャンネル・モデル : 50 M / 100 M (オプションで最大1 / 2 G) 4 チャンネル・モデル : 50 M / 200 M (オプションで最大1 / 2 G)
垂直レンジ	50 Ω : 1 mV/div ~ 1 V/div, 1 M Ω : 1 mV/div ~ 10 V/div
タイムベース	25 ps/div ~ 50 s/div
波形更新レート	最高: 100,000 波形/秒
ディスプレイ	12.1インチ高品位TFTカラー液晶 静電容量式タッチ XGA (1280 × 800 ピクセル)
インタフェース	1 Gbps LAN、USB 3.1 × 2、USB 2.0 × 2、USB 3.1 デバイス × 1、GPIO (オプション) DVI / display port (ビデオ出力)、外部トリガ (入力 / 出力)
外形寸法 (W × H × D)	427 mm x 249 mm x 204 mm
質量	9.6 kg
ミックスド・シグナル機能 (R&S®RTO-B1)	
入力チャンネル / メモリ長	8 ロジック・チャンネル / 200 Mメモリ

オーダー情報 (2016年7月22日現在)

製品名	型番
本体	
デジタル・オシロスコープ : 600 MHz 帯域、2 / 4 チャンネル	R&S®RTO2002/04
デジタル・オシロスコープ : 1 GHz 帯域、2 / 4 チャンネル	R&S®RTO2012/14
デジタル・オシロスコープ : 2 GHz 帯域、2 / 4 チャンネル	R&S®RTO2022/24
デジタル・オシロスコープ : 3 GHz 帯域、2 / 4 チャンネル	R&S®RTO2032/34
デジタル・オシロスコープ : 4 GHz 帯域、4 チャンネル	R&S®RTO2044
付属品	
チャンネル数と同数の500 MHz パッシブ・プローブ (10:1)、アクセサリ・バッグ、クイックスタート・ガイド (CD-ROM 含む)、電源ケーブル	
ハードウェア・オプション	
オプション : ミックスド・シグナル解析 (16 チャンネル、5 G サンプル / 秒、200 M メモリ)	R&S®RTO-B1
OCXO 10 MHz	R&S®RTO-B4
GPIO インタフェース	R&S®RTO-B10
交換用SSD	R&S®RTO-B19
ソフトウェア・オプション	
オプション : IQ変調解析インタフェース	R&S®RTO-K11
オプション : ジッタ解析(自動測定, ソフトウェアCDR, トラッキング波形, 設定ウィザード付)	R&S®RTO-K12
オプション : HWクロック・データ・リカバリ, 最大5 Gbps, 1stおよび2nd オーダPLL対応	R&S®RTO-K13
オプション : 最大16bit 高分解能(HD)モード	R&S®RTO-K17
オプション : スペクトラム解析機能	R&S®RTO-K18
オプション : ゾーン・トリガ機能	R&S®RTO-K19
上記の解析機能以外にも、各種コンプライアンス試験や、シリアル・トリガおよびデコーディング機能をご用意しております。	

その他のオプション・アクセサリ・構成・価格などの詳細は営業までお問い合わせください



ROHDE & SCHWARZ

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

本社 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7-20-1 住友不動産西新宿ビル27階

URL : <http://www.rohde-schwarz.co.jp>

ご購入に関するお問い合わせ

TEL ☎ 0120-190-721 FAX : 03-5925-1290/1285 E-mail : Sales.Japan@rohde-schwarz.com

技術・仕様に関するお問い合わせ

TEL ☎ 0120-190-722 E-mail : Technical-Support.Japan@rohde-schwarz.com

修理・校正・サービスに関するお問い合わせ

TEL ☎ 0120-138-065 E-mail : service.rs.jp@rohde-schwarz.com

電話受付時間 9:00 ~ 18:00 (土・日・祝・弊社休業日を除く)

おことわりなしに記載内容の一部を変更させていただくことがあります。あらかじめご了承ください。

お問い合わせは