



USB-PD TDMP

トリガ/デコード

計測・グラフ

物理層テスト

USB-PD TDMP 取扱説明書

© 2022 Teledyne LeCroy, Inc. All rights reserved.

ユーザーは自身の内部教育目的の為にのみテレダイン・レクロイの資料をコピーまたは頒布する事が出来ます。Teledyne LeCroy の出版物の転売や無許可の複製は固く禁じられています。

Teledyne LeCroy はテレダイン・レクロイ社の商標です。他の製品名またはブランド名は各社によって申請された登録商標です。この資料の内容は以前のどの版よりも優先されます。仕様は予告無く変更される場合があります。

2022 年 11 月

usb-pd-tdmp-im-eng_01nov22.pdf

内容

| | |
|------------------------------------|-----------|
| USB-PD TD および TDMP 概要 | 1 |
| シリアルデコード | 2 |
| デコード操作の流れ | 3 |
| デコードの設定 | 3 |
| レベルとヒステリシスの設定 | 7 |
| デコードの失敗 | 8 |
| Serial Decode ダイアログ | 8 |
| 波形注釈の読み方 | 9 |
| シリアルデコード結果テーブル | 10 |
| デコード波形の検索 | 16 |
| シーケンスモードでのデコード | 17 |
| デコーダーのパフォーマンス改善 | 18 |
| シリアルトリガ | 19 |
| 要件 | 19 |
| 制約事項 | 19 |
| USB-PD トリガセットアップ | 19 |
| トリガとデコードの連携 | 21 |
| トリガとあわせてデコードを使用する | 21 |
| トリガデータの保存 | 22 |
| 計測/グラフ | 23 |
| シリアルデータ計測パラメータ | 23 |
| 計測パラメータ値のグラフ化 | 24 |
| Measure/Graph Setup ダイアログ | 24 |
| 計測値のフィルタリング | 25 |
| USB-PD 物理層テスト | 27 |
| テストの構成 | 27 |
| USB-PD アイダイアグラム | 28 |
| Appendix A:デコードの自動化 | 30 |
| デコードの構成 | 30 |
| 結果テーブルへのアクセス | 30 |
| 結果テーブルの構造を読む | 30 |
| 結果テーブルの変更 | 32 |

このマニュアルについて

本マニュアルでは、テレダイン・レクロイ製オシロスコープのシリアルデータトリガ/デコード (TD) ソフトウェアオプションを使用するための基本的な手順を説明しています。シリアルデータの物理層の仕様や、オプションがインストールされているオシロスコープの使い方を基本的に理解していることを前提としています。このマニュアルでは、本製品に固有の機能のみを説明しています。

この画像の一部は、オシロスコープのディスプレイに表示されているものと完全に一致しない場合があります—または、別の規格からの例を示している場合があります—しかしながら機能的には同じですのでご安心ください。製品固有の例外は本文に記載されています。

記載されている機能の中には、最新版の MAUI® ソフトウェアでしか利用できないものもあります。最新のソフトウェアは、teledynelecroy.com の **サポート>ソフトウェア・ダウンロード** からダウンロードすることができます。

USB-PD TD および TDMP 概要

テレサイン・レクロイの USB-PD オプションは、お使いのオシロスコープで測定した物理波形から USB パワーデリバリの情報を展開するためのソフトウェアアルゴリズムを適用します。抽出された情報は、実際の物理層の波形の上に色分けされて表示され、メッセージと他の物理層のイベントとの関係を素早く、直感的に理解することができます。

トリガおよびデコード(-TD)オプションにより、シリアルデータストリームから指定したメッセージフレーム、データパターン、またはエラーを検出してオシロスコープの捕捉をトリガすることができるようになります。さまざまなレベルでの条件付きフィルタにより、単一のメッセージまたは一致するデータの範囲にトリガを絞り込むことができます。

-TDMP オプションは、シリアルデータ解析用に設計された計測パラメータのセットと、規格で定義された物理層テストを追加します。物理層のテストはデコーダーの結果に基づいており、デコードと一緒に見ることができます。計測/グラフ機能の利用方法については[計測/グラフ](#)のセクションをご覧ください。アイダイアグラムと物理層計測パラメータについては [USB-PD 物理層テスト](#) を参照してください。



メモ:他の -DME または -TDME オプションをインストールした場合、デコードを開くと Measure/Graph ダイアログと Eye Diagram 作成ダイアログが表示されます。それらはグレーアウトされて表示される場合もあればそうでない場合もあります。このプロトコルの TDMP オプションのインストールによって明示的にサポートされていない限り、その機能が正しく動作することを保証するものではありません。



メモ:物理層テストを持つ DMP/TDMP オプションは、多くの場合、解析メニューの PHY テストにより多くのアイダイアグラムの選択肢があります。

シリアルデコード

ここで説明した方法はテレサイン・レクロイのすべてのシリアルデコードで採用されていますが、クロックが埋め込まれている信号とクロックとデータが別々になっている信号では若干の違いがあります。

ビットレベル デコード

最初のソフトウェアアルゴリズムは、デフォルトまたはユーザー指定の垂直しきい値レベルに基づいて、エンベデッドクロックを調べます。クロック信号が抽出されると、アルゴリズムはトラフィックを調べて、データビットが High か Low かを判断します。デフォルトの High と Low のレベルは、オシロスコープで捕捉した信号の振幅の測定値から自動的に決定されます。また、ユーザーが手動で設定することもできます。このアルゴリズムは、シリアルデータ信号の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジにインテリジェントにヒステリシスを適用し、データビットのデコードに影響するエッジの揺らぎやリングの可能性を最小限に抑えます。



メモ: デコードアルゴリズムは垂直レベルを使用するクロック抽出ソフトウェアアルゴリズムに基づいていますが、返される結果は、サンプリングポイント ベースのデコードを使用する従来のプロトコルアナライザの結果と同じです。

ロジックデコード

個々のデータビット値を決定した後、別のアルゴリズムが、基になるデータビットをプロトコル固有の論理グループ（ヘッダ/ID、アドレスラベル、データ長コード、データ、CRC、パリティビット、スタートビット、ストップビット、デリミタ、アイドルセグメントなど）にデコードします。

メッセージデコード

最後に、別のアルゴリズムで、注釈付きのカラーオーバーレイをデコードされた波形に適用して、信号の遷移をマーキングします。デコードされたメッセージデータは、グリッドの下に表形式で表示されます。1 回のシリアルデータメッセージ捕捉から数千回の捕捉まで、捕捉期間中のデータを表示するために様々な短縮表記が利用されています。最長捕捉の場合、最も重要な情報のみが強調表示されますが、最短捕捉の場合、すべての情報が完全なメッセージフレーム追加の強調表示とともに表示されます。

ユーザー操作

このソフトウェアの様々なユーザー操作は、アルゴリズムの順序を反映しています。以下に従ってください：

- Serial Data および Decode Setup ダイアログを使用して、4 つのデコードパネルの 1 つにプロトコル/エンコード方式、入力ソース、およびクロックソース（必要な場合）を割り当てます。
- 指定したプロトコル/エンコード方式に必要な残りのダイアログの設定を完了します。
- デコードを解析するために、デコードされた波形、結果テーブル、計測パラメータを操作します。

デコード操作の流れ

効果的なデコードのために、以下の流れに従うことを推奨します：

1. 使用可能な最低レベルのデコードモードに設定します、ただしまだ有効化はしません。
2. 少なくとも 1 つの完全な送信信号が画面の中央に配置され、両サイドに余裕のあるアイドリングセグメントが表示されている状態で捕捉を行います。



メモ：必要な捕捉設定の詳細については、[デコードの失敗](#)を参照してください。

3. 捕捉を停止し、デコードを有効化します。捕捉済の波形で動作します。
4. さまざまなデコードツールを使用して、遷移が正しくデコードされていることを確認します。必要に応じてデコードの設定を調整し、満足のいくデコードを実現してください。
5. 現在のモードで正しくデコードできるようになったら、5～8 回の送信を少しずつ捕捉し、より高いレベルのモードでデコーダーを動作させます。
6. 最後に目的の長さの捕捉でデコードを実行します。

デコードが正常に機能していることを確認したら、基本的な信号特性が変わらない限り、このセットアップとチューニングプロセスを繰り返す必要はありません。必要に応じてデコードを無効/有効にすることができます。

デコードの設定

Decode Setup ダイアログとプロトコルに関連するサブダイアログを使って事前にデコードを設定しておくことが出来ます。各デコードは異なるプロトコルとデータソースを使用したり、設定を変えて使用したりすることができ、異なる信号を比較したり、複数の視点から同じ信号を表示する事のできる最大限の柔軟性を提供します。

1. **フロントパネルのシリアルデコードボタン**（ご使用のオシロスコープで利用可能な場合）を押すか、オシロスコープのメニューバーから **Analysis > Serial Decode** を選択します。
2. シリアルデコードダイアログで、デコーダー番号の横の **On** をチェックして、デコーダーを有効にします。この操作はいつでも可能ですが、デコーダーを有効にする前に、捕捉を行い、波形をバッファに入れておくことを推奨します。
3. 行の最後にある **Setup** ボタンをクリックすると、Decode Setup ダイアログが開きます。



メモ：完全な設定は、Decode Setup からしかできません。

4. 入力チャンネル（ソース）を入力し、デコードする**プロトコル**を選択します。この選択は、表示される他のフィールドに影響を与えます。



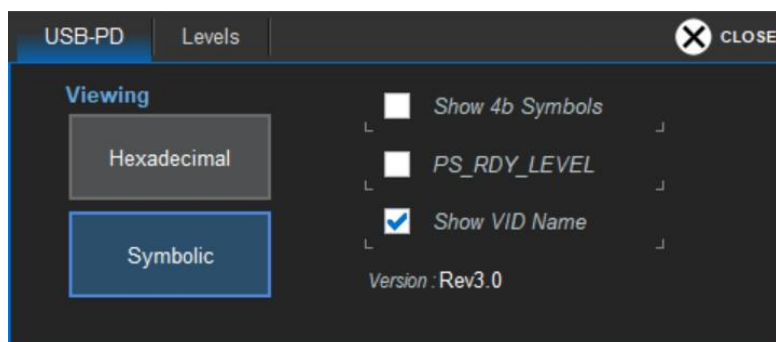
メモ：サブダイアログの選択（シングルエンドまたは差動プロービングなど）によって、Decode Setup ダイアログに表示される入力フィールドが変わる場合があります。

5. Decode Setup 設定ダイアログの右側にあるサブダイアログ（下記参照）で、デコードレベルの設定をおこないます。

USB-PD デコードの設定

Protocol USB-PD を選択すると、これらのサブダイアログが表示されます。

USB-PD サブダイアログ



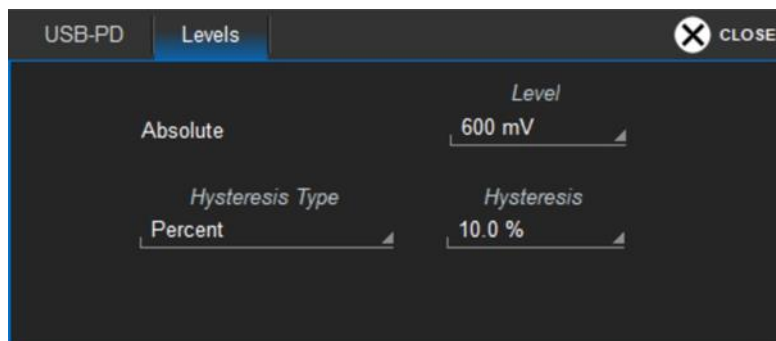
デコードされたデータを **16 進数**または**シンボリック**形式で表示するかどうかを選択します。シンボリックを選択すると、結果テーブルの Data 列が 1 列から Object 列と Bit Description 列の 2 列に変わり、16 進数データのシンボリックデコードが表示される。

必要に応じて **4b シンボルを表示**するかどうかを選択します。

VBUS @ PS_RDY を測定する場合は **PS_RDY_LEVEL** を選択します。これをチェックする場合は、メインの Decode Setup ダイアログで **VBUS** の入力チャンネルを必ず指定してください。

デコーダーの注釈に **VID 名を表示**するかどうかを選択します。

Levels サブダイアログ



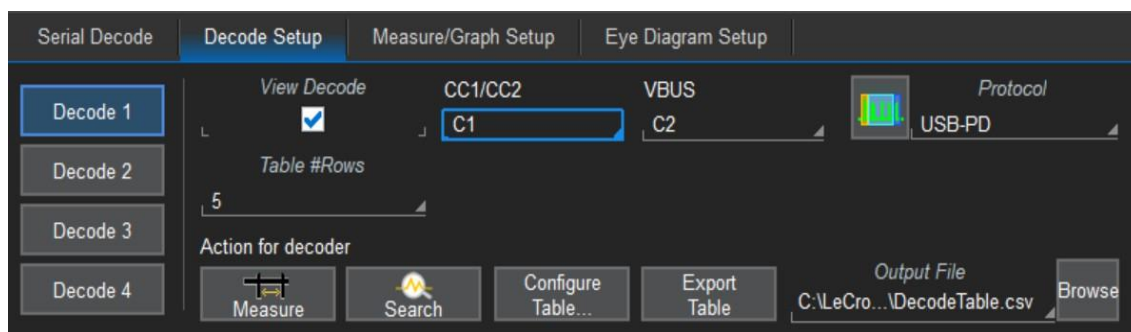
High-Low 閾値**レベル**をパーセント振幅または絶対電圧で入力します。誤判定を防ぐための**ヒステリシス**を設定することもできます。

VBUS@PS_RDY の測定

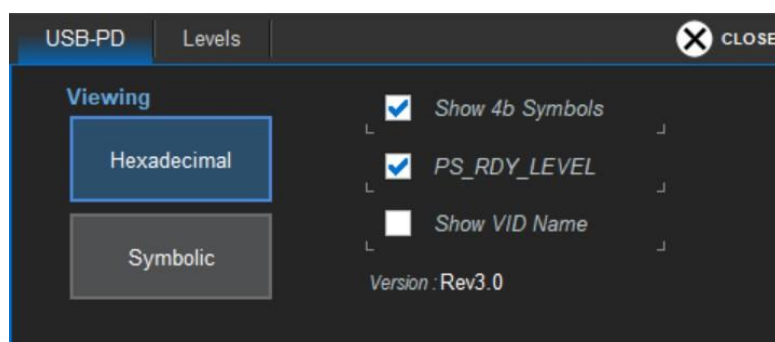
USB-PD 仕様によると、PS_RDY メッセージは、電源が所望の動作状態に達したことを示すために、ソース（またはパワーロールスワップシーケンスまたはファーストロールスワップシーケンス中に新しいシンクと新しいソースの両方）によって送信されなければなりません。

以下の手順に従って、VBUS @ PS_RDY 測定を行うためにデコーダーをセットアップしてください。

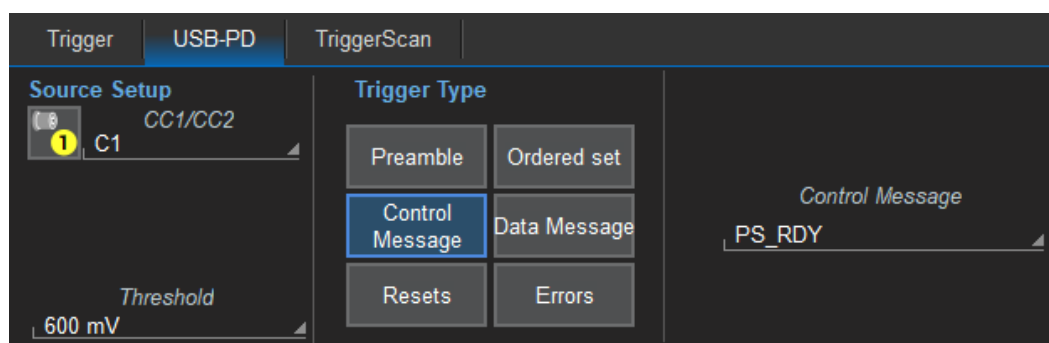
1. CC を 1 つめのチャンネル、VBUS を 2 つめのチャンネルでプロービングします。この例では、CC は C1、VBUS は C2 であり、デコード設定ダイアログの対応するフィールドに入力されています。



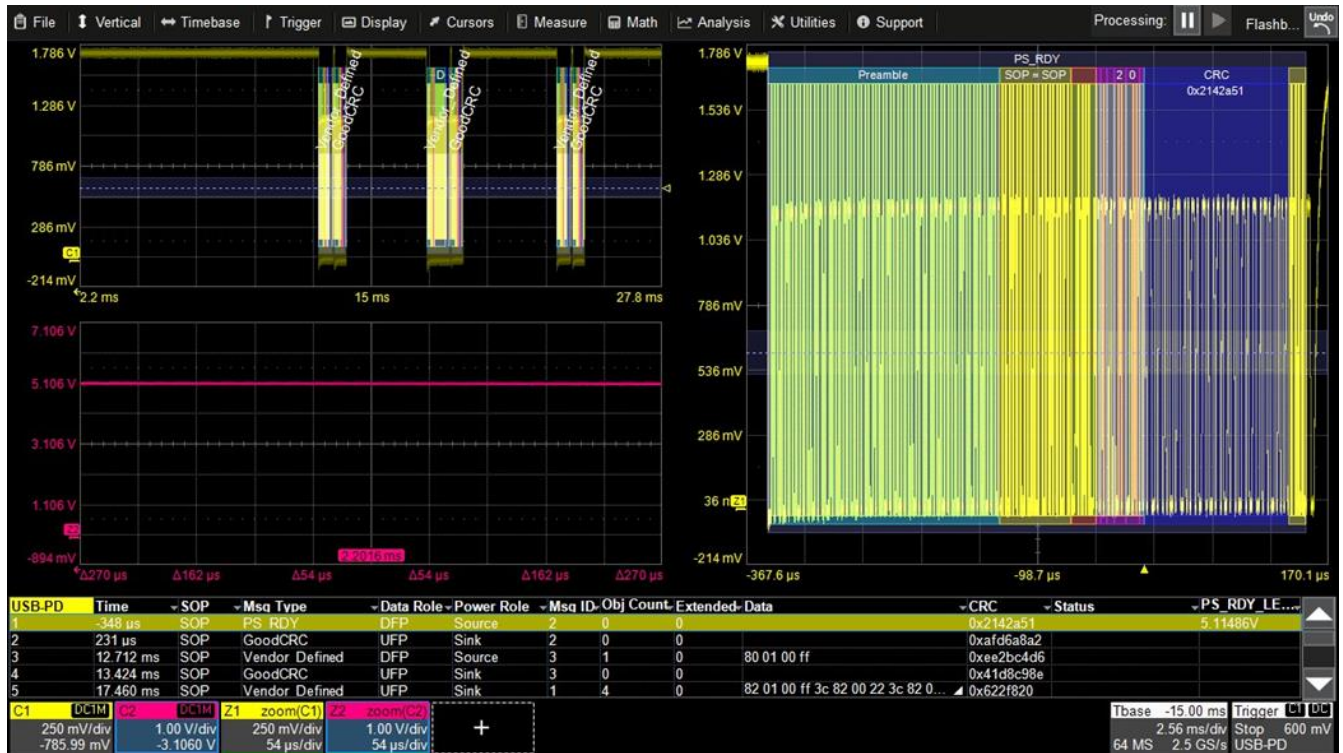
2. USB-PD サブダイアログで、PS_RDY_LEVEL チェックボックスを選択します。



3. オプションで、トリガダイアログから PS_RDY メッセージを選択してトリガすることもできます。この場合、オシロスコープは USB-PD ストリームの最初の PS_RDY でトリガをかけ、デコーダーの結果テーブルの最上位に配置します。



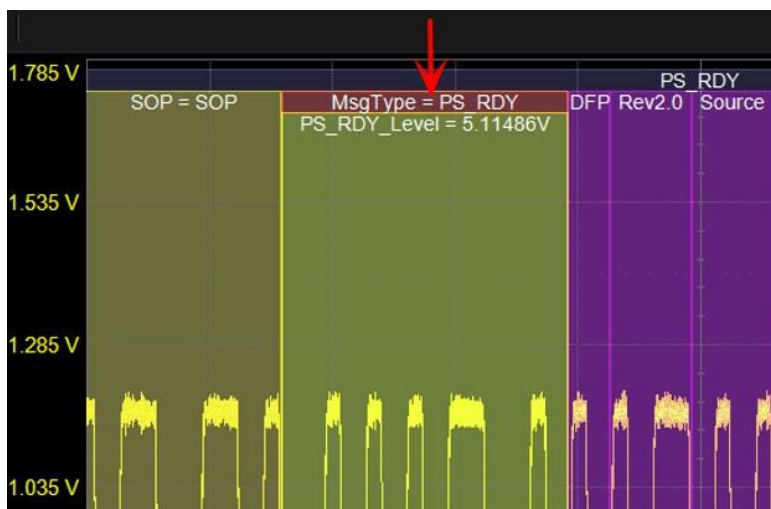
捕捉後、オシロスコープには以下のようなデコードが表示されます：



CC1/CC2 チャンネルでデコードされた PS_RDY の各インスタンスについて、VBUS チャンネルの測定電圧がデコーダー結果テーブルの PS_RDY_LEVEL 列に記録されます：

| USB-PD | Time | SOP | Msg Type | Data Role | Power Role | Msg ID | Obj Count | Extended-Data | CRC | Status | PS_RDY LE... |
|--------|-----------|-----|----------------|-----------|------------|--------|-----------|---------------|------------------------------------|------------|--------------|
| 1 | -348 μs | SOP | PS_RDY | DFP | Source | 2 | 0 | 0 | 0x2142a51 | | 5.11486V |
| 2 | 231 μs | SOP | GoodCRC | UFP | Sink | 2 | 0 | 0 | 0xafd6a8a2 | | |
| 3 | 12.712 ms | SOP | Vendor Defined | DFP | Source | 3 | 1 | 0 | 80 01 00 ff | 0xee2bc4d6 | |
| 4 | 13.424 ms | SOP | GoodCRC | UFP | Sink | 3 | 0 | 0 | 0x41d8c98e | | |
| 5 | 17.460 ms | SOP | Vendor Defined | UFP | Sink | 1 | 4 | 0 | 82 01 00 ff 3c 82 00 22 3c 82 0... | 0x622f820 | |

VBUS @ PS_RDY 電圧は、トレースを展開すると、波形上の MsgType = PS_RDY フィールドの注釈にも表示されます。



レベルとヒステリシスの設定

Level はビット遷移の論理レベルを表し、物理的な **Low** と **High** の区別に相当します。レベルは通常、波形振幅の 50% に設定されますが、絶対電圧（波形 0 レベルを基準）として設定できる場合もあります。

パーセントモードはソフトウェアが最適な閾値を即座に決定するため、設定が容易ですが、場合によっては絶対値モードに切り替えた方が有利な場合もあります。

- 劣悪な信号では、パーセントモードが失敗し、不正確なデコードにつながる可能性があります。
- ノイズの多い信号や DC 成分が変化する信号
- 非常に長い捕捉で、パーセントモードが計算負荷を増加させる場合

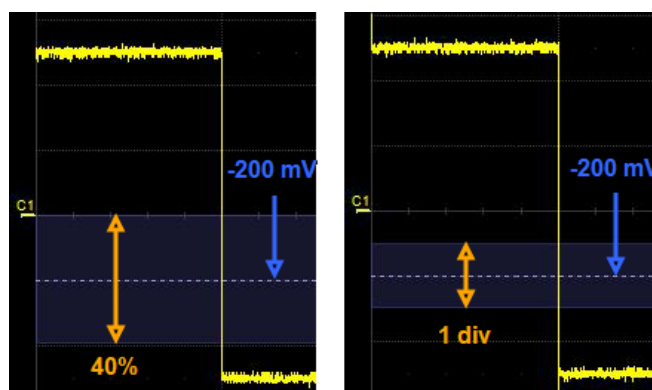
トランジションレベルは、オシロスコープグリッドを横切る点線の水平線として表示されます。最初のデコードでエラーフレームが多数あることが示された場合、**Level** が妥当な値に設定されていることを確認してください。

オプションの**ヒステリシス**設定は、計測閾値レベルの上下に幅を設定し、この幅の中のノイズやその他の摂動を計測することを抑制します。

レベル線の周りにある青いマーカーは、ヒステリシスバンドの領域を示しています。プロトコルによって、**ヒステリシスのタイプ**は、パーセント振幅、垂直グリッド分割、または絶対電圧レベルになります。

ヒステリシスを設定する際は、以下の点に注意してください：

- ヒステリシスは、無視したい最大ノイズスパイクより大きくなければなりません。
- 使用可能な最大のヒステリシス値は、レベルから波形の最も近い極値までの距離より小さくなくてはなりません。



ヒステリシスを全波形振幅の 40% に設定（左）、
ヒステリシスを絶対-200mV レベル設定を中心に 1 グリッド division に設定（右）



メモ: 通常、レベルとヒステリシスは異なるモードで設定できます。いくつかのプロトコルでは、レベルまたはヒステリシスを設定する選択肢は 1 つしかありません。

デコードの失敗

特に、3つの条件によってデコードが失敗する場合があります。その場合、通常のメッセージバーではなく、サマリ結果テーブルの最初の行に失敗のメッセージが表示されます。上記の場合、不正確なデータを表示しないために、デコードは行われません。それらに応じて捕捉設定を調整し、デコードを再度有効にします。

すべてのデコードは、**振幅が小さすぎないか**テストします。ADCの全範囲に対して信号の振幅が小さすぎる場合、“Decrease V/Div”というメッセージが表示されます。デコードを可能にするために必要な振幅は、通常垂直1divisionです。

デコードにユーザー定義のビットレートが指定出来る場合（通常、これらは専用のクロック/ストローブラインを使用しないプロトコルです）、次の2つの条件もテストされます：

- **Under sampled:** ビットレート（BR）の設定またはクロック周波数に基づいて信号を適切に解決するにはサンプリングレート（SR）が不十分な場合、“Under Sampled”というメッセージが表示されます。SR：BR比の最小値は4：1です。可能であれば、少し高いSR：BR比を使用し、シリアルデータアナログ信号の変動やその他の異常も表示する場合は、さらに高いSR：BR比を使用することをお勧めします。
- **Too short acquisition:** もし捕捉ウィンドウが意味のあるデコード結果を得るのに短すぎる場合、“Too Short Acquisition”というメッセージが表示されます。必要な最小ビット数はプロトコルごとに異なりますが、通常は5～50です。
- **Poor signal quality:** 高速シリアルデータ信号をプロービングする際に、注意が必要です（通常、高帯域の差動プローブを使用します）。伝送路損失、反射、プローブの負荷などにより、信号が劣化します。プローブ負荷の影響や反射を最小限にするために、高速シリアルリンクの終端付近でプロービングすることをお勧めします。信号伝送路の損失が大きい場合は、SDAIIIソフトウェアのCTLE/DFEイコライザーを使用して、デコードする信号の品質を向上させることができます。



メモ: いくつかの条件が存在する可能性があります。テーブルには最初の関連メッセージのみが表示されます。引き続きエラーが発生する場合は、他の設定を調整してみてください。

Serial Decode ダイアログ

Decode Setup ダイアログでデコードの設定を行った後、[Decode Setup ダイアログ](#)を使って入力チャンネル（ソース）の変更をデコードのオン/オフを素早く行うことができます。プロトコルを変更する場合、そのプロトコルで最後に設定された設定が再開されます。

Decode nと同じ行で、**On**をチェックしてデコードを有効にします。有効な捕捉があった場合、[結果テーブル](#)と[注釈付き波形](#)が表示されます。

デコードをオフにするには、個別にOnチェックボックスのチェックを外します。あるいは**Turn All Off**をタッチします。



ヒント: デコードの確認をしたい場合は、シングル捕捉を行い停止した後、デコードを有効にしてバッファされた捕捉に適用するのが最良です。シリアルデータの計測パラメータ値を蓄積したりグラフ化したりしたい場合は、デコードを連続捕捉で動作させた方が良いでしょう。

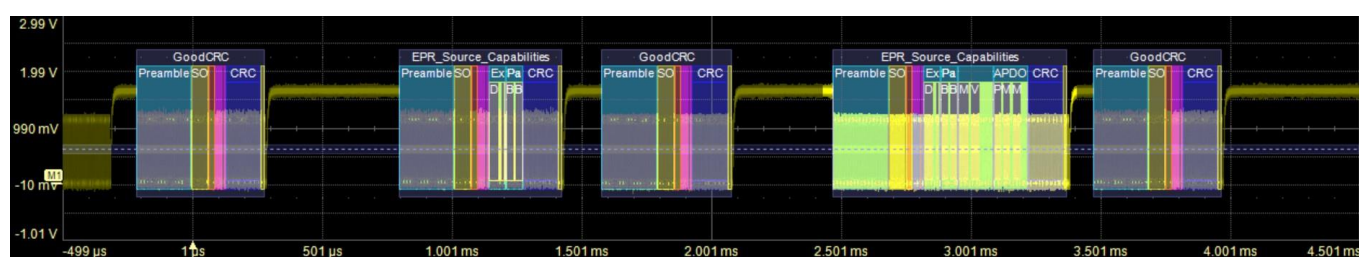
波形注釈の読み方

デコードを有効にすると、波形が注釈付きでオシロスコープのディスプレイに表示され、プロトコルのデコードと物理層の関係をすばやく確認できます。カラーオーバーレイは、ソース信号の重要なビットシーケンスをマークします：Header/ID, Address, Labels, Data Length Codes, Data, CRC, Parity Bits, Start Bits, Stop Bits, Delimiters, Idle segments 他注釈はプロトコルあるいはエンコード方法にあわせてカスタマイズが可能です。

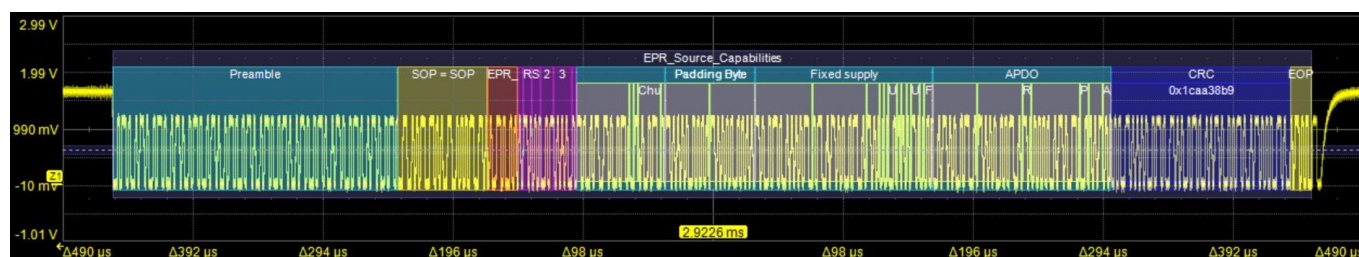
注釈に表示される情報の量は、オーバーレイ領域の横幅の影響を受けます。この横幅は、トレースの倍率（スケール）と捕捉の長さによって決まります。テーブル中の行をクリックしてデコードされたトレースの一部をズームすると、詳細な注釈が表示されます。

| 注釈 | オーバーレイ色(1) | テキスト(2) |
|----------------|---------------------|---|
| パケット | ネイビーブルー（他のフィールドの後ろ） | <メッセージ種類> |
| 4b ビット | 黄色（他のフィールドの上） | 1 0 |
| プリアンプル | アクアブルー | プリアンプル |
| パケットの開始/終了 | タン | SOP EOP |
| メッセージ種類 | ブリックレッド | <メッセージ種類> |
| 制御コード | 紫 | <メッセージ ID> <オブジェクト数> <拡張> |
| ペイロードデータ | アクアブルー | データ = <バイト> (16進数) <オブジェクトタイプ> = <ビットの説明> (シンボリック) |
| CRC (サイクル冗長検査) | ロイヤルブルー | CRC = <16 進値> |
| プロトコルエラー | ブライトレッド（他のフィールドの後ろ） | <エラー種類> |

1. オーバーレイが重なって色の見え方が変わることがあります。
2. <>の中の文字は変化します。表示される文字の量はズーム比によって変わります。



デコード初期状態この解像度では、オーバーレイは読みにくい。



単一インデックスのズームでは注釈の詳細を表示

シリアルデコード結果テーブル

デコードを **On** か **View Decode** かを選択した状態で、そのプロトコルで有効な捕捉がデコードされると、グリッドの下にデコードの結果をまとめたテーブルが表示されます。この結果テーブルは、波形注釈を判読するにはバーストが多すぎる場合でも、最新の捕捉中にデコードされたデータのビューを提供します。



ヒント: デコーダーが機能するためには、結果テーブルを表示する必要はありません。パラメータ計測などの下流工程でデコードを使用することを目的としている場合、テーブルを非表示にすることでパフォーマンスを向上させることができます。

テーブル行

テーブルの各行は、捕捉中に見つかったデータのインデックスを順番に番号付けして表します。厳密にこれが何を表すかは、プロトコルとデコードを構成するときにデータストリームを”パッケージ化”する方法によって異なります。

複数のデコードを一度に実行すると、インデックス行がサマリテーブルに結合され、捕捉時間に従って並べられます。**Protocol** 列は、そのインデックスが付けられた入力ソースと一致する配色になります。



ヒント: インターリーブされたサマリテーブルは、最も一般的なデコード（例えば、両方が 16 進法をサポートしているが、一方だけがシンボリックをサポートしている場合は 16 進法）をデフォルトとします。

テーブルに表示される行数は一度に変更できます。デフォルトは 5 行です。

テーブルを上下にスワイプするか、右端のスクロールバーを使用してテーブルを操作します。テーブル行を操作してデコードを表示する方法の詳細については、[結果テーブルの使用](#)を参照してください。

テーブル列

デコードがひとつだけ有効になっている場合、結果テーブルにはデコードのプロトコル固有の詳細が表示されます。この**詳細な結果テーブル**は、選択した列のみを表示するようにカスタマイズできます。2 つのデコードからの結果を組み合わせた**サマリ結果テーブル**には、常にこれらの列が表示されます。

| 列 | 抽出または計算されたデータ |
|---------|-------------------------------|
| Index | テーブル中の行番号 |
| 時間 | 捕捉開始からメッセージの開始までの経過時間 |
| プロトコル | デコードしているプロトコル |
| Message | メッセージ識別子ビット |
| データ | データペイロード |
| CRC | CRC(巡回冗長検査)シーケンスビット |
| Status | デコードメッセージ; 内容はプロトコルによって変わります。 |

| Index | Time | Protocol | Message | Data | CRC |
|-------|------------|----------|----------------|---|------------|
| ▶ 134 | 937.562 ms | DPAux | Reply | 0x01 | |
| ▶ 135 | 937.752 ms | DPAux | Request | | |
| ▶ 136 | 937.829 ms | DPAux | Reply | 0x12 0x14 0x82 0x41 0x01 0x1d 0x01 0x81 0x00 0x00 0x04 0x00 0x7f 0x00 0x00 0x03 | |
| ▶ 137 | 937.841 ms | USB-PD | Vendor Defined | 20 41 35 a0 | 0x4d4b871d |
| ▶ 138 | 938.014 ms | DPAux | Request | | |
| ▶ 139 | 938.089 ms | DPAux | Reply | 0x00 | |

1 つのテーブルに結合された 2 つのデコード結果を含むサマリ結果テーブルの例

サマリ結果テーブルからインデックス番号を選択すると、そのインデックスの詳細な結果がその下にドロップイン表示されます。

| Index | Time | Protocol | Message | Data | CRC | Status |
|-------|------------|----------|-------------------------|---|---|---|
| ▷ 134 | 937.562 ms | DP-AUX | Reply | 0x01 | | |
| ▷ 135 | 937.752 ms | DP-AUX | Request | | | |
| ▷ 136 | 937.829 ms | DP-AUX | Reply | 0x12 0x14 0x82 0x41 0x01 0x1d 0x01 0x81 0x00 0x00 0x04 0x00 0x7f 0x00 0x00 0x03 | | |
| ▲ 137 | 937.841 ms | USB-PD | Vendor Defined | 20 41 35 a0 | 0x4d4b871d | |
| | | SOP | Msg Type Vendor Defined | Data Role DFP Power Role Sink | Msg ID 1 Obj Count 1 Extended 0 Object Structured VDM | Bits Description Command = Enter Mode Reserved = 0 Command Type = REQ Object Position = 2 VDO |
| | | | | | CRC 0x4d4b871d | Status |

詳細なドロップイン結果テーブルを示すサマリ結果テーブルの例



メモ: DP-AUX を USB-PD と一緒にデコードするには、DP-AUX D/DME と USB-PD D/DME の両方のオプションキーが必要です。

結果テーブルデータのエクスポート

詳細結果テーブルのデータを .CSV ファイルに手動でエクスポートできます：

1. フロントパネルの **Serial Decode ボタン**を押すか、**Analysis > Serial Decode** を選択して、**Decode Setup タブ**を開きます。
2. 必要に応じて、**Browse** をタッチし、新しい**ファイル名**と出力フォルダを入力します。
3. **Export Table** ボタンをタッチします。

エクスポートファイルはデフォルトで D:\Applications\<protocol>フォルダに作成されますが、オシロスコープの他のフォルダまたはホスト USB ポートに接続された外部ドライブを選択できます。新しいファイル名を入力しない限り、データは最後に保存されたエクスポートファイルを上書きします。



メモ: 表示されている行と列のみがエクスポートされます。サマリテーブルがエクスポートされると、結合されたファイルは D:\Applications\Serial Decode に保存されます。各デコードの個別のファイルは、D:\Applications\<protocol>に保存されます。

テーブルの保存機能は、各捕捉トリガで表形式のデータファイルを自動的に作成します。データが失われるように、ファイル名の数字は自動的にカウントアップされます。オシロスコープのメニューバーから **File > Save Table** を選択し、ソースとして **Decodex** を選択します。この抽出されたデータは、USB-PD 詳細結果テーブルに表示されます。

| 列 | 抽出または計算されたデータ |
|-------------|--|
| Index(常に表示) | 結果テーブル中の行番号 |
| Time | 捕捉開始からメッセージの開始までの経過時間 |
| SOP | パケットスタート点インジケータ |
| Msg Type | メッセージタイプ (Source Capabilities、Request、Accept、GoodCRC、PS_RDY など) |
| Data Role | パケットが DFP(Downstream facing port)からのものか、UFP(Upstream facing port)からのものか |
| Power Role | パケットがソースデバイスからのものかシンクデバイスからのものか |
| Msg ID | メッセージの発信元が保持するカウンターの番号。電源投入時またはソフトリセット時にゼロに初期化され、メッセージの受信に成功するとインクリメントされる (GoodCRC メッセージの受信によって示されます)。 |
| Obj Count | メッセージヘッダの Number of Data Objects フィールドの値で、USB-PD トランザクションでメッセージヘッダに続くパワーデータオブジェクト (PDO) の数を定義します。 |

| 列 | 抽出または計算されたデータ |
|------------------|--|
| Extended | Extended Message Header のデータブロック数。単一の Message として、あるいは一連の Chunk として送信されるデータサイズのデータブロックを含む Extended Message をサポートするために使用されます。 |
| Data | 4 バイトの 16 進数ペイロード。16 進数デコード時に表示されます。 |
| Object | オブジェクトタイプ。シンボリックデコードの場合、データの代わりに表示されます。 |
| Bits Description | ペイロードのシンボリックデコード。シンボリックデコードの場合、データの代わりに表示されます。 |
| CRC | CRC(巡回冗長検査)16 進コード |
| Status | Get_Status メッセージに応答して送信されるステータスメッセージ。ステータスメッセージは、ポートがそのポートパートナーにソースまたはシンクの現在のステータスを通知することを可能にします。 |
| PS_RDY_LEVEL | PS_RDY_LEVEL をデコードする際の VBUS 電圧レベル |

| USB-PD | Time | SOP | Msq Type | Data Role | Power Role | Msq ID | Obj Count | Extended | Object | Bits Description | CRC |
|--------|------------|-----|----------------|-----------|------------|--------|-----------|----------|----------------|--|------------|
| 21 | 181.686 ms | SOP | Vendor Defined | DFP | Source | 7 | 1 | 0 | Structured VDM | Command = Discover SVIDs Reserved = 0 Command Type = REQ Object Position = 000b Reserved = 0 Structured VDM Version = Version 1.0 VDM Type = Structured VDM SVID = 0xff00 | 0xccee20f9 |
| 22 | 182.421 ms | SOP | GoodCRC | UFP | Sink | 7 | 0 | 0 | | | 0x4f0341bc |

典型的な USB-PD のシンボリックデコードによる詳細結果テーブルのセクション

結果テーブルの使用

デコードされたシリアルデータを表示するだけでなく、結果テーブルは捕捉の観察に役立ちます。

ズーム&サーチ

テーブルの任意のセルをタッチすると、インデックスに対応する波形の部分を中心としたズームが開きます。Zn ダイアログが開き、ズームを再スケーリングしたり、捕捉を[検索](#)したりすることができます。これは、捕捉中の関心あるイベントに移動する簡便な方法です。



ヒント: サマリテーブルでインデックスとプロトコル以外のデータセルをタップしてズームします。

ソース波形のズーム領域と同様に、ズーム領域に対応するテーブルの行がハイライトされます。ハイライト色は、関連するズームを反映しています (Z1: 黄色、Z2: ピンクなど)。ズームスケールを調整すると、ハイライトされた領域がテーブルの複数の行に拡大するか、色が薄くなりしてそのインデックスの一部のみがズームに表示されることを示す場合があります。

複数のデコードが動作している場合、それぞれのデコードのズームを一度に開くことができます。この場合、サマリテーブルの複数の行がハイライトされ、どのインデックスがズームで表示されるかがわかります。これらのハイライトは、どの列が各デコードに対応しているかを示すために、異なる色で表示されます。



メモ: ズーム番号は、デコード番号に関連付けられなくなりました。ソフトウェアは数字を一致させようとしますが、できない場合は、まだオンになっていない次のズームを使用します。

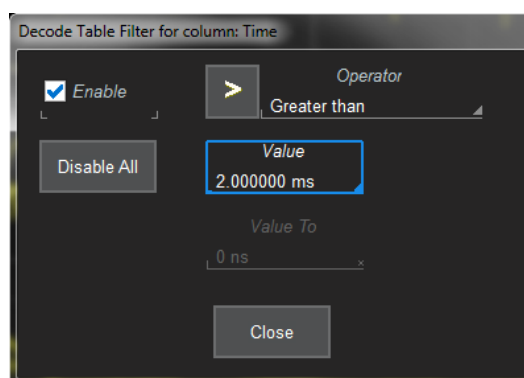
| Index | Time | Protocol | Message | Data | CRC |
|-------|------------|----------|----------------|---|------------|
| ▷ 134 | 937.562 ms | DPAux | Replv | 0x01 | |
| ▷ 135 | 937.752 ms | DPAux | Request | | |
| ▷ 136 | 937.829 ms | DPAux | Replv | 0x12 0x14 0x82 0x41 0x01 0x1d 0x01 0x81 0x00 0x00 0x04 0x00 0x7f 0x00 0x00 0x03 | |
| ▷ 137 | 937.841 ms | USB-PD | Vendor Defined | 20 41 35 a0 | 0x4d4b871d |
| ▷ 138 | 938.014 ms | DPAux | Request | | |
| ▷ 139 | 938.089 ms | DPAux | Replv | 0x00 | |

両方のインデックスがハイライトされたマルチデコードサマリテーブルの例

結果のフィルタリング

ヘッダセルにドロップダウン矢印があるデータの列はフィルタできます: **Time**

ヘッダセルをタッチして、Decode Table Filter ダイアログを開きます。



フィルタの **Operator** を選択し、フィルタ条件を満たす**値**を入力します。

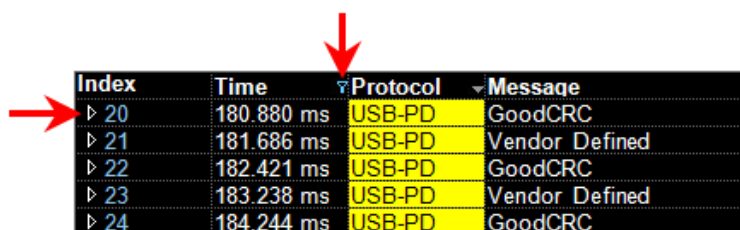
| 演算子 | データタイプ | 返り値 |
|---|-----------|---|
| =, ≠ | 数値またはテキスト | 完全一致のみ |
| >, ≥, <, ≤ | 数値 | 演算子を満たすすべてのデータ |
| In Range, Out Range | 数値 | リミット範囲内/範囲外のすべてのデータ |
| Equals Any (on List), Does Not Equal Any (on List) | 文字 | リスト上のすべての値と完全に一致する/一致しないすべてのデータ。値のコンマ区切りリストを入力します。コンマの前後にスペースを入れないでください。ただし、文字列内にはスペースを含むことができます。 |
| Contains, Does Not Contain | 文字 | 文字列を含むまたは含まないすべてのデータ |



メモ: 演算子を選択すると、ダイアログには、そのデータ列の値に入力できる形式が表示されます。数値が一致と見なされるには、結果の許容誤差が 0.01% 以内でなければなりません。文字列内のスペースを含め、テキスト値は大文字と小文字が区別されます。

Enable を選択して列フィルタをオンにします。フィルタをオフにするには、選択を解除します。**Disable All** ボタンを使用して、複数のフィルタをすばやくオフ出来ます。フィルタ設定は、変更されるまでそのまま残り、その後のデコードで再度有効にできます。

フィルタ処理されたデータ列には、ヘッダセルに漏斗アイコン（Excel と同様）がつき、インデックス番号が色付けされます。



| Index | Time | Protocol | Message |
|-------|------------|----------|----------------|
| ▷ 20 | 180.880 ms | USB-PD | GoodCRC |
| ▷ 21 | 181.686 ms | USB-PD | Vendor Defined |
| ▷ 22 | 182.421 ms | USB-PD | GoodCRC |
| ▷ 23 | 183.238 ms | USB-PD | Vendor Defined |
| ▷ 24 | 184.244 ms | USB-PD | GoodCRC |

フィルタされたデコードテーブルの例

サマリテーブルでは、Time、Protocol、および Status 列のみをフィルタリングできます。

単一のデコードテーブルにフィルタを適用すると、フィルタされた結果に対応する波形の部分にのみ注釈が適用されるため、それらの結果がどこで発生したかをすばやく確認できます。サマリテーブルがフィルタリングされても、注釈は影響を受けません。

詳細表示

サマリテーブルを表示しているときに、最初の列の**インデックス番号**をタッチして、そのレコードの詳細なデコードをドロップインします。インデックスセルをもう一度タッチすると詳細を非表示に出来ます。

セルに表示できるよりも多くのデータがある場合、セルの右下隅に白い三角形のマークが付けられます。これをタッチすると、完全なデコードを示すポップアップが開きます。



ナビゲート

単一のデコードテーブルで、**Index 列ヘッダ**（テーブルの一番左上のセル）をタッチして、Decode Setup ダイアログを開きます。これは、初期調整中にデコードを調整する場合に特に役立ちます。

サマリテーブルの場合、Index 列のヘッダセルは **Serial Decode** ダイアログを開きます。このダイアログでは、すべてのデコードを有効/無効にできます。**Protocol** セルをタッチして、そのデータのインデックスを生成したデコードの **Decode Setup** ダイアログを開きます。

結果テーブルのカスタマイズ

Decode Setup ダイアログの **Table # Rows** 設定を変更して、結果テーブルのサイズをカスタマイズできます。特に、計測パラメータがオンになっている場合は、テーブル行を増やすほど、グリッド上の波形表示が圧縮されることに注意してください。

結果テーブルの列の数を必要な列のみに減らすと、パフォーマンスが向上する場合があります。データをエクスポートする予定がある場合にも特に役立ちます。

1. **Decode Setup** タブで **Configure Table** ボタンをタッチします。
2. **View Columns** ポップアップダイアログで、表示する列をマークし、削除する列をクリアします。選択した列のみがオシロスコープのディスプレイに表示されます。



メモ: 設定されたデコードに関連しない行は表示されません。

初期設定表示に戻るには、**Default** をタッチします。

3. 終了したら、**Close** ボタンをタッチします。

一部のデコードでは、**View Columns** ポップアップを使用して、**Bit Rate Tolerance** の割合を設定することもできます。設定した許容値は、テーブルに示されているビットレートを赤で色付けすることにより、許容値を超えたメッセージ（ユーザー定義のビットレート+許容値外のメッセージ）にフラグを立てるために使用されます。

結果テーブルデータのエクスポート

詳細結果テーブルのデータを .CSV ファイルに手動でエクスポートできます：

1. フロントパネルの **Serial Decode ボタン**を押すか、**Analysis > Serial Decode** を選択して、**Decode Setup** タブを開きます。
2. 必要に応じて、**Browse** をタッチし、新しい**ファイル名**と出力フォルダを入力します。
3. **Export Table** ボタンをタッチします。

エクスポートファイルはデフォルトで **D:\Applications\<protocol>** フォルダに作成されますが、オシロスコープの他のフォルダまたはホスト USB ポートに接続された外部ドライブを選択できます。新しいファイル名を入力しない限り、データは最後に保存されたエクスポートファイルを上書きします。



メモ: 表示されている行と列のみがエクスポートされます。サマリテーブルがエクスポートされると、結合されたファイルは **D:\Applications\Serial Decode** に保存されます。各デコードの個別のファイルは、**D:\Applications\<protocol>** に保存されます。

テーブルの保存機能は、各捕捉トリガで表形式のデータファイルを自動的に作成します。データが失われるように、ファイル名の数字は自動的にカウントアップされます。オシロスコープのメニューバーから **File > Save Table** を選択し、ソースとして **Decodex** を選択します。

デコード波形の検索

Decode Setup ダイアログにある Action ツールバーの **Search ボタン** をタッチすると、デコードソーストレースの中心の 10 : 1 ズームが作成され、Search サブダイアログが開きます。

同様に、結果テーブルの**任意のセル**をタッチすると、ズームが作成され Search が開きますが、インデックスに対応する波形のその部分（および 若干の余白）だけが開きます。



ヒント: サマリテーブルモードでは、Index と Protocol 以外のセルをタッチしてズームを作成します。

基本的な検索

Search サブダイアログで、**検索する**データ要素のタイプを選択します(**Search for** 欄)。これらの基本的な条件はプロトコルによって異なりますが、通常、詳細デコード結果テーブルに表示されるデータの列に対応しています。

オプション：

- **Use Value** をオンにし、**値**を入力してその列で検索します。値を入力しない場合、検索は捕捉で見つかったそのタイプの次のデータ要素の先頭に移動します。
- ズーム表示する該当データ部分の余白を水平 division のパーセントで **Left/Right Pad** に入力します。
- **Show Frame** をチェックすると、オーバーレイ上にイベントが見つかったフレームが表示されます。

検索条件を入力したら、**Prev** ボタンと **Next** ボタンを使用して、テーブル内の一致するデータに移動します、それと同時に対応する波形の部分にズームも移動します。

タッチスクリーンのメッセージバーには、一致するデータが見つかったテーブルの行と列に関する詳細が表示されます。



Idx = 15 (decimal) found at Row 55 Column 0 going Left

高機能検索

Advanced Search では、ブール AND / OR ロジックを使用して最大 3 つの異なる検索を組み合わせることで、より、複雑な条件を作成できます。Advanced ダイアログで、**Col(umns) to Search 1-3** と検索する **値** を選択し、基本的な検索と同じように検索し、それらの間の関係を表す **Operator** を選択します。

シーケンスモードでのデコード

シーケンスモード捕捉にデコードを適用することができます。この場合、結果テーブルのインデックス番号の後に、インデックスが見つかったセグメントと、そのセグメント内のサンプルの番号が続きます：
index (segment-sample)。



メモ:一部のプロトコルでは、シリアルトリガはシーケンスモードの捕捉をサポートしていませんが、別のトリガタイプを使用した捕捉をデコードすることはできます。

| CAN Std | Time | Format | ID | IDE | RTR | DLC | Data |
|-----------|------------|--------|-------|-----|-----|-----|-------|
| 2 (2-1) | 9.72882 ms | Std | 0x400 | 0 | 0 | 2 | 6a 6b |
| 3 (3-1) | 19.7527 ms | Std | 0x400 | 0 | 0 | 2 | 6a 6b |
| 4 (4-1) | 30.2558 ms | Std | 0x400 | 0 | 0 | 2 | 6a 6b |
| 5 (5-1) | 40.1663 ms | Std | 0x400 | 0 | 0 | 2 | 6a 6b |
| 6 (6-1) | 49.8284 ms | Std | 0x400 | 0 | 0 | 2 | 6a 6b |
| 7 (7-1) | 59.8595 ms | Std | 0x400 | 0 | 0 | 2 | 6a 6b |
| 8 (8-1) | 69.8913 ms | Std | 0x400 | 0 | 0 | 2 | 6a 6b |
| 9 (9-1) | 80.4032 ms | Std | 0x400 | 0 | 0 | 2 | 6a 6b |
| 10 (10-1) | 89.9384 ms | Std | 0x400 | 0 | 0 | 2 | 6a 6b |
| 11 (11-1) | 99.9688 ms | Std | 0x400 | 0 | 0 | 2 | 6a 6b |

シーケンスモード捕捉のフィルタされた結果テーブルの例

上記の例では、各セグメントは ID 0x400 の発生時にトリガされました。ID 0x400 はセグメントごとに 1 回しか発生しなかったため、セグメントごとに 1 つのサンプルしかありません。シーケンス捕捉で各インデックスに表示される時間は、最初のセグメントのトリガからサンプルセグメントの開始までの絶対時間です。

それ以外の場合、結果は他の種類の捕捉と同じであり、ズーム、フィルタリング、検索、またはナビゲートに使用できます。シーケンスモード・テーブルがフィルタされると、フィルタされた結果に対応するセグメントとサンプルのみに波形注釈が表示されます。



メモ:波形注釈は、シーケンス表示モードが隣接している場合にのみ表示できます。シーケンスモードのサマリテーブルがフィルタ処理される場合、注釈そのまま、結果テーブルデータのみにフィルタが適用されます。

シーケンスモード捕捉では複数のデコードを実行できますが、サマリテーブルでは、各デコードに最初のセグメント、2 番目のセグメントなどがあり、それぞれに任意の数のサンプルがある場合があります。サマリテーブルと同様に、サンプルは実際の捕捉時間に従って交互に配置され、インデックスが付けられます。そのため、1 つのデコードの (3-2) を別のデコードの (1-1) の前に見つけることもあります。Protocol 列をフィルタ処理すれば、1 つのデコードのみの順次結果を表示出来ます。

デコーダーのパフォーマンス改善

デジタルオシロスコープは、“時間ウィンドウ”を繰り返しキャプチャします。キャプチャの狭間で、オシロスコープはその前の捕捉を処理しています。

以下の提案は、デコードのパフォーマンスを向上させ、テレダイン・レクロイ製オシロスコープのロングメモリをより有効に活用できるようにします。

可能であれば、**シーケンスモードの捕捉をデコード**します。シーケンスモードを使用すると、長時間にわたって多くの短い捕捉を行うことが出来ます。それにより波形メモリを興味あるイベントに割り当てることが出来ます。



メモ:一部のプロトコルでは、シリアルトリガはシーケンスモードの捕捉をサポートしていませんが、別のトリガタイプを使用した捕捉をデコードすることはできます。

複数のオシロスコープチャンネルを使用した並列テスト—それぞれ異なるデータまたはクロック入力ソースを使用する最大 4 つのデコードを同時に実行出来ます。このアプローチは、マルチチャンネルの捕捉が並行して行われるため、統計的に興味深いものです。処理はシリアル化されますが、各入力のデコードに必要な追加時間は 20% だけであり、生産検証テストなどの全体的な時間を短縮できます。

オーバーサンプリングをやめる—多すぎるサンプリング点は処理を遅くします。

Display ではなく、Optimize for Analysis に設定する—オシロスコープには、CPU 時間の割り当て方法を制御する設定（Utilities > Preference Setup > Preferences）があります。画面表示するのではなく、他のシステム（自動テスト装置など）にエクスポートするためのデータの迅速な処理に主に関心がある場合は、Optimize For: 設定を Analysis に切り替えると役立ちます。

テーブル内の列数を減らす—表示される結果テーブルの行と列のみがエクスポートされます。エクスポート時間は変換されるデータ量に比例するため、データをエクスポートする場合は、テーブルを必須列のみに減らすことをお勧めします。

シリアルトリガ

"T"オプションは、デコードに加えて、高度なシリアルデータトリガ機能を備えています。シリアルデータトリガは、オシロスコープの捕捉システムのハードウェア内に直接実装されています。シリアルデータトリガは、データストリームをリアルタイムで精査し、ユーザー定義のシリアルデータ条件を"リアルタイム"に認識します。希望するパターンが認識されると、オシロスコープは、機器の捕捉設定で設定された通りに、すべての入力信号をリアルタイムで捕捉します。これにより、トリガされた信号だけでなく、付随するデータストリームやアナログ信号のデコードと解析が可能になります。



メモ: トリガシステムとデコードシステムは独立していますが、ユーザーインターフェースやアーキテクチャではシームレスに連携しています。そのため、シリアルトリガを使用しても捕捉をデコードすることなく、また、シリアルトリガを使用せずに行った捕捉をデコードすることも可能です。

要件

シリアルトリガオプションを利用するには、適切なハードウェア（サポートにお問い合わせください）、インストールされたオプションキー、および最新のファームウェアリリースが必要です。

制約事項

シリアルトリガは、一度に1つのプロトコルのみで動作します。そのため、"ID=0x456 の CAN フレームに続いて、0xEBC の LIN パケットがあったときにトリガする"といった条件を表現することはできません。

USB-PD トリガ セットアップ

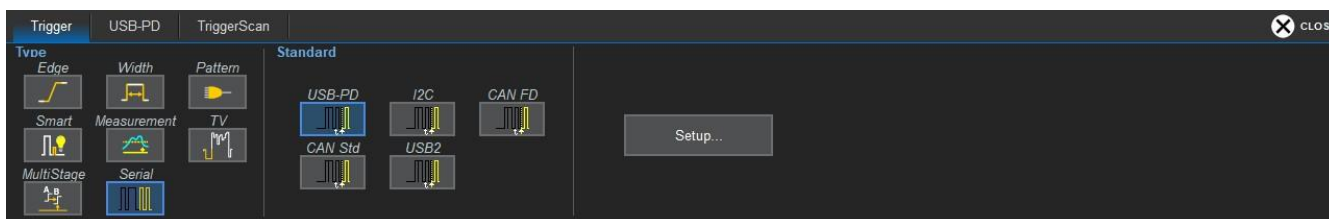
USB-PD TDME で利用可能なトリガタイプは、USB コンプライアンス障害のデバッグを可能にするテラダイン・レクロイ製 Voyager Power Delivery Compliance Tester で見られるものと同等です。

USB-PD トリガを使用する代わりに、Voyager のトリガアウト機能を使ってオシロスコープをクロストリガすることができます。

Serial Trigger ダイアログにアクセスするには：

- トリガディスクリプタボックスをタッチするか、メニューバーから **Trigger > Trigger Setup** を選択します。
- Type 欄の **Serial** ボタンと Standard 欄の **USB-PD** ボタンをタッチします。

次に、左から右に向かって、USB-PD ダイアログで必要な項目を選択します。

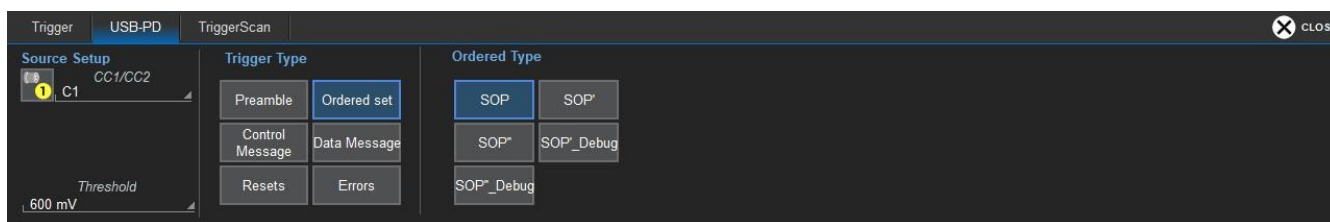


ソース設定

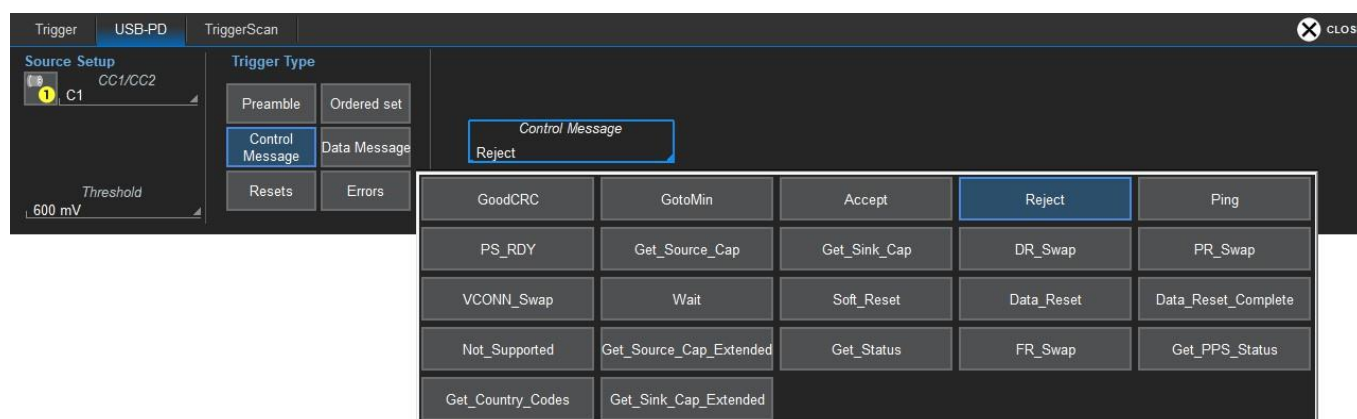
CC1/CC2 入力チャンネルと閾値を入力します。

トリガタイプ

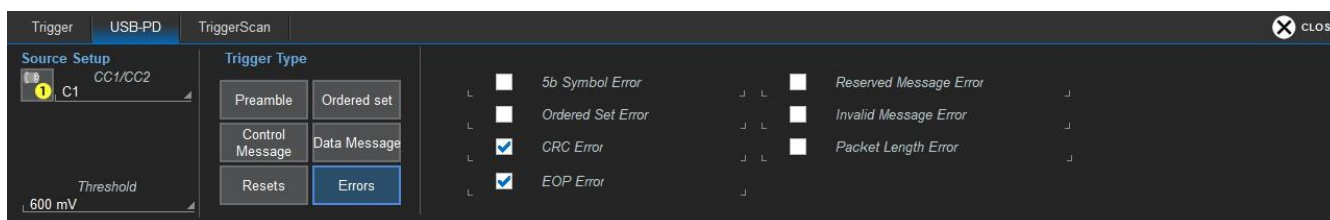
希望する**トリガタイプ**とサブタイプを選択するだけで、オシロスコープは、データストリームの中で、次に一致する事象を見つけるとトリガします。



コントロールメッセージトリガの場合、フィールド内をクリックすると利用可能なメッセージタイプが全て表示されます。



エラートリガでは、トリガを起動するエラーの種類ごとにチェックボックスをオンにします。選択出来る数に制限はありません。



トリガとデコードの連携

シリアルトリガを設定するには、Serial Decode ダイアログの **Link to Trigger** ("On") ボックスをチェックして、デコードにリンクさせるのが簡便です。トリガとデコードを連動させることで、信号のデコードに使用する値（特にビットレート）と全く同じ値でトリガを設定することができ、シリアルトリガ設定ダイアログで値を再入力する手間を省くことができます。

デコードとトリガはそれぞれ別の制御を行っていますが、リンクがアクティブな場合、デコードのビットレートの変更は直ちにトリガに伝わり、その逆も同様になります。

トリガとあわせてデコードを使用する

テレダイン・レクロイのトリガ/デコード オプションの大きな特徴は、デコード機能をトリガに統合したことです。デコードされたデータ自体には興味がない場合でも、デコードされた波形を使うことで、トリガの理解やチューニングに役立ちます。

ストップ&ルック

反復するトリガを使ったデコードは、非常に動的なものになります。捕捉を停止し、[Search](#) などのデコードツールや TriggerScan などのオシロスコープツールを使って、波形を検査し、対象となるイベントを探します。一時停止中のトレースをタッチ&ドラッグすると、トリガ前後の時間が表示されます。

グリッドの最適化

最初のデコードは非常に圧縮されていて読めないかもしれません。以下をお試してください：

- デコードのソースチャネルのゲイン設定 (V/Div) を小さくすることで、トレースの高さを大きくすることができます。これにより、トレースは利用可能なグリッドの多くを占めることになります。
- ディスプレイの設定を変更して、不要なグリッドをオフにします。オートグリッド機能は、使用していないグリッドを自動的に閉じる機能です。多くのオシロスコープでは、手動でトレースを移動させてグリッドを統合することができます。
- セットアップダイアログを閉じます。

ズームを使う

デフォルトのトリガポイントはゼロ（中央）で、グリッドの下部には入力チャネルと同じ色の小さな三角形が表示されています。トリガポイント周辺の小さな領域を拡大します。ズームは自動的に画面の幅に合わせて新しいグリッドに展開されます。これにより、指定したビットでトリガが発生していることを確認することができます。

トレースをトリガポイントの左または右にドラッグしすぎると、メッセージのデコードがグリッドから消えてしまうことがあります。興味のある部分のズームを作成することで、デコードの紛失を防ぐことができます。ズームトレースは、ドラッグしても消えず、より詳細に表示されます。

トリガデータの保存

メッセージのデコードと結果テーブルは動的なもので、新しいトリガイイベントがある限り変化し続けます。長時間の捕捉には多くのトリガイイベントがあり、また反復的な波形もあるため、捕捉を停止しない限り、実際に画面上で結果を読むことは（不可能ではないにしても）難しいでしょう。**オートセーブ**機能を使えば、トリガと同時にデータを保存することができます。

- **AutoSave Waveform** は、トリガごとに波形をコピーした.trc ファイルを作成します。これらのファイルは、後で見るためにオシロスコープに読み込むことができます。**File > Save Waveform** を選択し、**Auto Save** の設定を **Wrap**（ドライブがいっぱいになると上書きする）または **Fill**（ドライブがいっぱいになると停止する）にします。ファイルは **D:Waveforms** に保存されます。
- **AutoSave Table** は、各トリガポイントで結果テーブルデータの.csv ファイルを作成します。**File > Save Table** を選択し、**Auto Save** 設定を **Wrap** または **Fill** にします。ファイルの保存先は **D:Tables** になります。



メモ: トリガが頻繁に発生すると、最終的にストレージスペースが足りなくなる可能性があります。機器に残っているファイルが上書きされても良い場合にのみ **Wrap** を選択してください。Fill を選択した場合、定期的にファイルをディレクトリから削除または移動することを考慮してください。

計測/グラフ

計測/グラフ パッケージ（"ME"または"MP"オプションに含まれる）をインストールすると、オシロスコープの標準的な計測機能に加えて、シリアルデータ解析用に設計された一連の計測パラメータとプロットが追加されます。デコードの波形表示やテーブル形式の表示のまま、計測パラメータを素早く適用できます。



メモ: この機能は、デコードされたプロトコルの "ME" または "MP" オプションがインストールされている場合にのみ正しく機能しますが、他のプロトコルの計測/グラフオプションがインストールされている場合にもダイアログが表示されます。

シリアルデータ計測パラメータ

シリアルデータストリームをデバッグするために設計されたこれらの計測パラメータは、デコードされた波形に適用することができます。計測パラメータ値はグリッドの下にテーブルに表示されます（他の計測パラメータと同様）。それらはデコードされたデータを表示する[結果テーブル](#)とは別の表示です。オシロスコープの計測パラメータ スロットの数だけ、計測パラメータを設定することができます。



メモ: 計測パラメータ値は、Measure Setup メニューの Serial Decode サブメニューに表示されますが、名称が若干異なる場合があります。例えば、CAN のサブメニューでは、Message to Value ではなく、CAN to Value 計測パラメータがある、などです。計測パラメータとしては同じです。

| 計測パラメータ | フィルタ | 説明 |
|----------------------------|------------------|---|
| シリアルコード化されたデータをアナログ波形として表示 | | Message to Value パラメータとグラフの簡単な設定。埋め込まれたデジタルデータをデジタル・アナログ (Digital-to-Analog Conversion) 変換し、アナログ波形として表示します。 |
| Message to Value | ID, Value | デコードされたデータから計測パラメータの位置として指定された部分を抽出し、オプションで値の変換を実行します。データは、ID やデータフィールドの位置によって選択されます。 |
| Message to Analog | ID, Data, Analog | 条件を満たした最初のメッセージの開始から、アナログ信号の閾値を超えるまでの時間を計算します。メッセージ条件がアナログ条件よりも先行する場合、測定は行われません。 |
| Message to Message | ID, Data | 条件を満たす最初のメッセージの開始から、条件を満たす次のメッセージの開始までの時間を計算します。 |
| Time at Message | ID, Data | 条件を満たす各メッセージのトリガから開始までの時間を計算します。 |
| Analog to Message | ID, Data, Analog | アナログ信号のしきい値を超えてから、条件を満たした最初のメッセージが始まるまでの時間を計算します。メッセージ条件がアナログ条件よりも先行する場合、測定は行われません。 |
| Delta Messages | ID, Data | デコードされた 1 つのライン上の 2 つのメッセージの時間差を計算します。 |
| Bus Load | ID, Data | バス上の選択されたメッセージの負荷を計算します (パーセンテージ)。 |
| Message Bitrate | ID, Data | デコードされたストリーム内の選択されたメッセージのビットレートを計算します。 |
| Number of Messages | ID, Data | 条件を満たすデコードのメッセージ総数を計算します。 |

計測パラメータ値のグラフ化

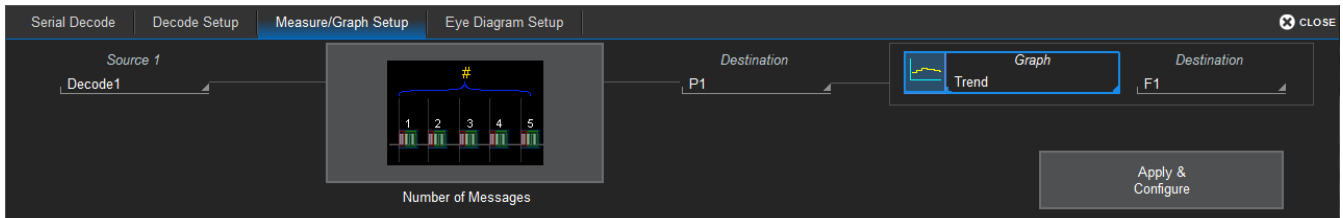
計測/グラフパッケージには、計測パラメータ値を簡単にプロットする方法が含まれています：

- **Histogram** – 統計的に有意な間隔あるいはビンに入るデータポイントの数をプロットします。バーの高さは、データポイントが各間隔/ビンに入る頻度に関連しています。ヒストグラムは、パラメータの分布を理解し、過度の変動をデバッグするのに役立ちます。
- **Trend** – あるパラメータの時間的変化をプロットしたもの。グラフの縦軸はパラメータの値、横軸は値を捕捉した順番になっています。トレンドデータは捕捉を繰り返して蓄積することができます。チャートレコーダー的な表示です。
- **Track** – 1回の捕捉に対する時間相関のある値のプロット。トラックは時間的に同期しており、新たに捕捉するごとにクリアされます。トラックは、データ値をプロットして対応するアナログ信号と比較したり、タイミングの変化を観察したりするのに使われます。長時間の捕捉でトラックプロットされたパラメータにより、そのパラメータの変調に関する情報を得ることができます。

計測パラメータ値をグラフ化するには、パラメータ設定時に **Measure/Graph** ダイアログからプロットタイプを選択するだけです。すべてのプロットは演算トレースであり、デコードと並行して別のグリッドに開きます。

Measure/Graph Setup ダイアログ

Measure/Graph Setup ダイアログを使って、デコードされた波形に適用するパラメータを選択し、同時に結果をグラフ化します。



1. 適用する **計測パラメータ**と、それを割り当てる(**Destination**)計測パラメータスロット (Pn) を選択します。
2. **Source 1** でアクティブなデコードがあらかじめ選択されており、計測パラメータがデコードの結果に適用されることを示しています。必要に応じて変更してください。計測パラメータが必要とする場合は、適切な **Source 2** (比較用のアナログ波形など) も選択します。
3. 必要に応じて：
 - **Graph** をタッチして、プロットタイプを選択します。また、プロットする先の(**Destination**)演算スロット (Fn) を選択します。
 - **Apply & Configure** をタッチして、フィルタやゲート、その他の設定を計測パラメータに設定します。

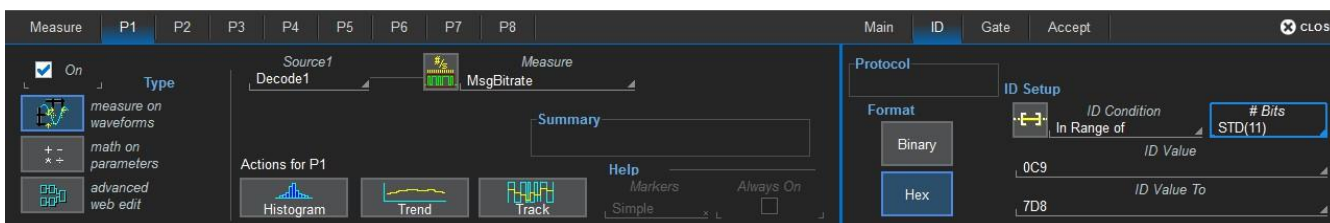
計測値のフィルタリング

特定のシリアルデコード計測値をフィルタして、特定の ID や特定のデータパターンの結果のみを含めることができます。すべての計測パラメータと同様に、ゲートを設定して、捕捉の特定の時間セグメントに対応するグリッドの水平範囲に計測を制限することができます。

Measure/Graph Setup ダイアログで計測パラメータを作成した後、**Apply&Configure** をタッチします。タッチスクリーンのディスプレイは、選択したパラメータの標準的な計測パラメータ設定ダイアログに切り替わります。Pn ダイアログの隣に表示される右側のサブダイアログで、フィルタ条件を設定します。

ID フィルタ

このフィルタは、特定の ID 値を持つフレーム/パケットのみに計測パラメータを制限します。このダイアログの設定は、プロトコルによって変わることがあります。



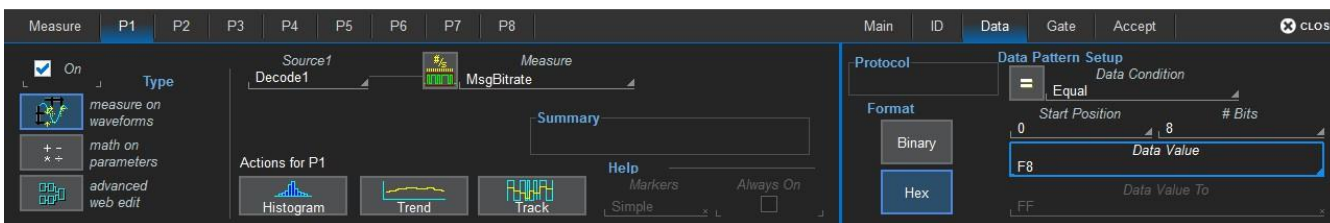
1. Main サブダイアログで、**Filter by ID** または **ID + Data** を選択します。
2. **ID サブダイアログ**では、ID を **Binary** または **Hex** 形式で入力することを選択します。
3. フィールドが表示される場合は、フレーム ID を定義するために使用する **# Bits** を選択します。(これにより、ID Value のフィールド長が変更されます)。
4. **ID Condition** および **ID Value** コントロールを使用して、測定に含める ID を記述した条件文を作成します。値の範囲を設定する場合は、**ID Value To** も入力します。



ヒント: 設定値入力ポップアップでは、矢印キーを使ってカーソルの位置を決め、Back ボタンで前の文字を消去し (Backspace に相当)、Clear ですべての文字を消去します。

データフィルタ

これによりフィルタ条件に合致する抽出データを含むフレームのみに計測パラメータの適用が制限されます。Main サブダイアログで **ID+Data** を選択すると、フレーム ID フィルタと組み合わせることができます。



す。

上記と同じ手順で、計測に含める **Data Value(s)**を記述した条件を作成します。"X"は、値が重要でないあらゆるポジションでワイルドカード ("Don't Care") として使用します。

必要に応じて、パターン検索を開始するデータフィールドバイト内の **Start Position** と、データパターン内の **# Bits** を入力します。残りのデータフィールドの位置には "X" が自動入力されます。



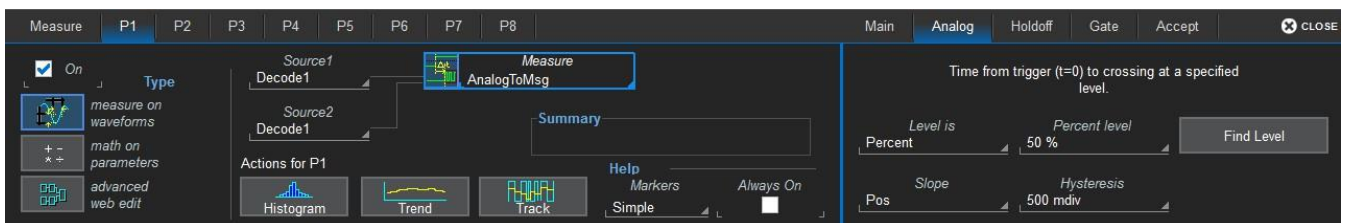
メモ:MsgtoMsg 計測パラメータでは、データ条件は 2 回入力されます：最初に開始メッセージ、次に終了メッセージです。この計測パラメータでは、各セットの条件にマッチするものが見つかるまでの時間を計算します。

アナログ設定

AnalogToMsg および MsgToAnalog の測定では、クロスレベルとスロープを使用して、計測基準として使用するアナログ波形のイベントを定義することができます。

Level は、デコードと同様に、振幅に対する %（デフォルト）で設定できるほか、**Level Is** を **Absolute** に変更することで、絶対的な電圧レベルとして設定することもできます。また、**Find Level** を使って、レベルを **Top-Base** の平均振幅に自動設定することもできます。

また、**Slope** と **Hysteresis** の選択も可能です。ヒステリシス幅はミリ division で指定します。これら操作の詳細については、[レベルとヒステリシスの設定](#)を参照してください。



USB-PD 物理層テスト

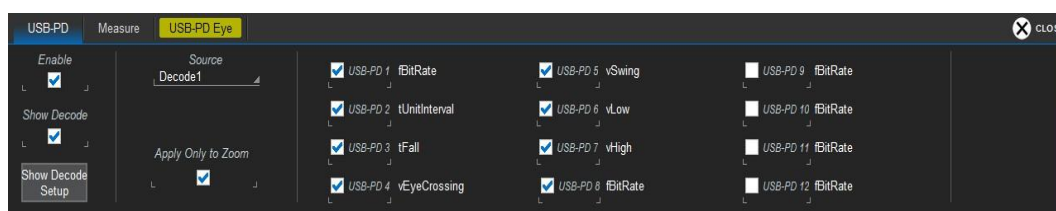
USB-PD TDMP オプションを使用すると USB-PD 規格で定義された送信側 (Tx) 物理層テストを波形デコードと同時に実行できます。これにより、コンプライアンステストの前にデバッグするのに役立つ信号パフォーマンスの確認をすることが出来ます。テストはすべてのカテゴリー（電気、タイミング、スルーレートなど）で利用可能です。

USB-PD 物理層テストにアクセスするには、メニューバーから **Analysis > USB-PD** を選択します。

テストの構成

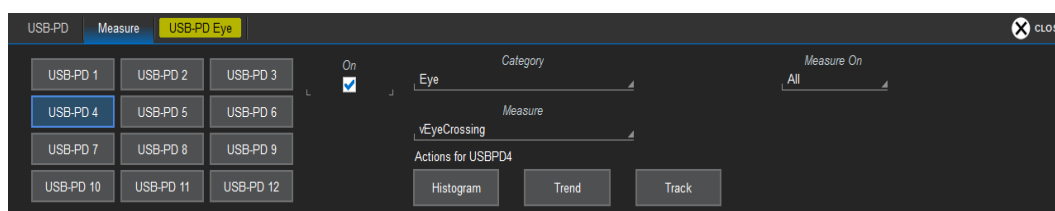
各カテゴリ（BMC 共通パラメータ、BMC トランスミッタなど）の規格コンFORMANCEテストから選択し、信号に合わせて設定します。

1. USB-PD ダイアログで、**Enable** をチェックし、デコードする **Source** を選択します。



2. デコードされたソース波形とテーブルを PHY 測定値と同時に表示したい場合は、**Show Decode** をチェックします。
3. ズームされた領域（例えば、デコーダーテーブルの 1 つのインデックス）だけに測定をゲートするには、**Apply Only to Zoom** にチェックを入れます。
4. Measure ダイアログを開き、テスト番号 (USB-PDn)、テストする **Category**、計測パラメータ (**Measure**) を選択し、測定に必要なその他の設定を行います。

テーブルに追加するには、**On** にチェックが入っていることを確認してください。



5. すべてのバースト／イベントを測定 **On** にするか、1 つのバースト／イベントを測定するかを選択します（オプションは測定によって変わります）。

ひとつのバーストの場合、バーストの**インデックス**番号を入力します。これは、USB-PD デコーダーの結果テーブル上で関連付けられた番号です

6. Measure ダイアログの Histogram、Track、および Trend ボタンを使用して、テスト計測値を別のグリッドにすばやくプロットします。

USB-PD ダイアログの各チェックボックス (USB-PD n) をクリアまたはマークすることで、あらかじめ設定されたテストを素早く無効/有効にすることができます。

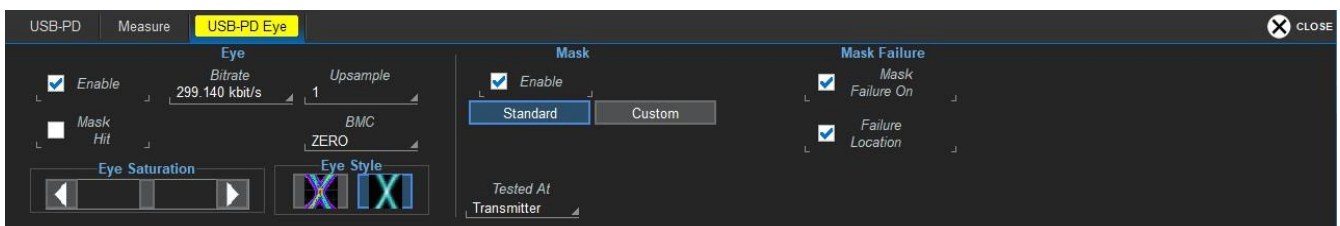
まだデコーダーのセットアップを完了していない場合は、USB-PD ダイアログの **Show Decode Setup** をクリックし、ソースデコーダーの設定を行ってください。すべてのテストは、デコードされた波形の結果に対して実行されます。使用される入力デコーダーで定義されます。



ヒント: デコーダー設定のために PHY テストダイアログを終了した場合、USB-PD 計測値テーブルの左端のセルをタッチして、物理層テストに戻ることができます。

USB-PD アイダイアグラム

アイダイアグラムは、Zero、One、または Both BMC を使用して生成できます。



アイ表示の生成


デコーダーソース信号のアイダイアグラムを生成するには：


1. USB-PD Eye ダイアログで、**Enable** をチェックし、信号の **Bit Rate** を入力します。
2. **Upsample factor** は、Eye パターンを構成するサンプル点数を増加させます。ギャップを埋めるにはこの数を 1 から増やします。



メモ: ギャップは、サンプリングレートがビットレートの倍数に非常に近い場合に発生する可能性があります。その場合、波形のサンプリング点はユニットインターバル全体を埋め尽くしません。ギャップは、十分な数の UI をサンプリングしない短いレコード長を使用する場合にも発生する可能性があります。

3. **Eye Style** では、カラーグラデーションまたはアナログパーシスタンスのいずれかを選択します：

カラーグレードパーシスタンス  では、ピクセルの相対頻度と選択した Eye の飽和設定に基づいて、ピクセルに配色します。カラーパレットの範囲は紫から赤になります。

アナログパーシスタンス  の場合アナログオシロスコープで見られる相対強度を模倣した色を使用します。

4. **Eye Saturation** スライダーで、カラーグレードまたは強度を調整します。左にスライドすると、飽和に達するために必要なしきい値が下がります。

アイマスクテスト

アイマスクテストをオンにするには：

1. マスクの下の **Enable** をチェックします。
2. **Standard** マスク定義を使用するか、**Custom** マスクをアップロードするかを選択します。
3. カスタムマスクを使用する場合は、**Browse** をクリックして**マスクファイル**を選択します。
4. アイをテストする場所(**Tested At 欄**)で、トランスミッタまたはレシーバを選択します。
5. **Mask Hit** をチェックして、マスク抵触の数を標準の計測値テーブル(PHY の計測値テーブルではない)に追加します。

マスク抵触箇所をアイダイアグラムに示すには：

- **Mask Failure Onto** をチェックすると、アイダイアグラムがマスク領域に抵触する場所に赤いマーカを表示します。
- **Failure Location** をチェックすると、抵触するサンプルポイントのトラックを生成します。



デコードされた USB-PD データの PHY 測定とアイマスクテスト

Appendix A:デコードの自動化

他のすべてのオシロスコープ設定と同様に、結果テーブルの設定やエクスポートなどのデコーダー機能は、COM Automation を使用してリモートで設定できます。



メモ:ここでは、CAN FD のデコードを例にしていますが、すべてのデコードの結果テーブルは同じオートメーション構造を持っています。

デコードの構成

デコーダー制御変数(CVAR)へのオブジェクトパスは以下の通りです：

```
app.SerialDecode.Decoden
```

ここで、n はデコードの番号で、1～4 です。関連するすべてのデコードオブジェクトは、この下に続きます。オブジェクト階層全体を表示するには、MAUI Browser ユーティリティ（オシロスコープのデスクトップにインストール）を使用します。

結果テーブルへのアクセス

デコードの Result Table は、一部のセルに二次テーブルが入れ子になっている複雑なマトリックスです。テーブルのデータは、Automation オブジェクトを使ってアクセスできます：

```
app.SerialDecode.Decoden.out.Result.cellvalue(RowA, ColA)(RowB, ColB)
```

Where:

n:= 1 to 4

RowA:= 0 to K (0=Row Index Number)

ColA:= 0 to L (0=Column Header)

RowB:= 0=MeasuredValue, 1=StartTime, 2=StopTime

ColB:= 0 to M

テーブルへのアクセスを複雑にしているのは、結果テーブルに表示されるセルには、シンプルセルとテーブルセルという 2 つのタイプがあり、アクセス方法が微妙に異なること、また、常に非表示になっているカラムがあるにもかかわらず、クエリ時にはカラムにカウントされることです。

結果テーブルの構造を読む

データにアクセスするためには、まず、デコード結果テーブルの行数と列数を確認し、読みたいデータの列に使われているセルタイプを確認する必要があります。

そのために、デフォルトでオシロスコープにインストールされる、**ExampleTableSerialDecode.vbs** というスクリプトを用意しました：C:\LeCroy\XStream\Scripts\Automation\ExampleTableSerialDecode.vbs.



ヒント:このスクリプトは、独自のリモートコントロールプログラムのベースとして使用することもできますし、デコードのテーブルデータを読み取るためにそのまま使用することもできます。

デコードテーブルが入力された状態で、オシロスコープ（オシロスコープにリモート接続している場合は PC）からスクリプトを実行します。このスクリプトでは、カンマ区切りのファイル

ExampleTableSerialDecode.txt が生成されるので、これを Excel などの表計算ソフトに取り込んでテーブルの構造を表示することができます。

[illegible]

ExampleTableSerialDecode.txt をインポートした後のスプレッドシートの例

インポートされたファイルの最初の 2 行には、テーブルの行と列の合計数が表示されます。この例では、8 行と 34 列です。これは、*RowA* キーと *ColA* キーの範囲を示しています。

インポートされたファイルの 3 行目には、**Result Table** のカラムヘッダ (0) が表示され、それ以降の行 (1-*n*) には、個々のレコード (フレームやメッセージなど、デコードをどのようにパケット化したかによって異なる) が表示されます。

左端の 0 から数えて (Row Index Number)、アクセスしたいデータの列を探します。これがスクリプトの *ColA* キーになります。



メモ: インポートしたファイルのセルの番号・文字と、Result Table の行・列を混同しないようにしてください。

隠された列（ユーザーが隠したのか、ソフトウェアが隠したのかに関わらず）も数える必要があるので、上記の例では、PRIO は 3 列目、ID は 4 列目にします。つまり、レコード 6 の ID にアクセスしたい場合、クエリの第 1 引数は次のようになります：**(6,4)**

各列の中で、シンプルセルには、テーブルの指定された位置に表示される 1 つの値が含まれています。上の例では、0 列目から 2 列目までがシンプルセルです。シンプルセルの VBS のアクセス構文：

```
vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.cellvalue(RowA,ColA)'
```

しかし、結果テーブルの多くのセルはテーブルセルタイプであり、複数の "B" 列と常に 3 つの "B" 行を含む入れ子になったテーブルであり、カラムキーと組み合わせることで、それぞれが測定の異なるコンポーネントを返します：(0,Col/B) = MeasuredValue, (1,Col/B) = StartTime, (2,Col/B) = StopTime これらのセルは、セミコロ

ンで区切られた値のリストで識別できます。リストの最初の 3 つの値は *Col0*、2 番目の 3 つの値は *Col1*、といった具合です。

テーブルセルにアクセスするには、(*RowB*,*ColB*) 引数を、A "ロケータ" に続く 2 つ目の括弧で囲みます：

```
vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.cellvalue(RowA,ColA)(RowB, ColB)'
```

上の画像では表示されていませんが、ID 列と IDE 列には、それぞれ 1 列 3 行の入れ子になったテーブルがあります。このような列から値を読み取るためには、"ロケータ"の後に引数(0,0)を追加します：それぞれ (*RowA*,4),(0,0) and (*RowA*,6),(0,0) となります。

Data 列 (*RowA*,12) は、値のリストが長いことからわかるように、複数列、3 行の入れ子になった表を含んでいるため、読み方が複雑になります。各レコードの完全な Data 列の値にアクセスするには、すべての *ColB* をスクリプトで呼び出す必要があります。

例えば、以下がデコード結果だった場合：

| CAN FD | Time | Format | ID | IDE | FDF | BRS | ESI | RTR | DLC | Data |
|--------|------------|--------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
| 1 | -7.4822 ms | FD | 0x01f | 0 | 1 | 1 | 0 | | 6 | ae 8f a0 a3 00 06 |
| 2 | -4.5915 ms | FD | 0x0be | 0 | 1 | 1 | 0 | | 8 | 00 00 00 00 00 00 00 00 |
| 3 | -4.4762 ms | FD | 0x266 | 0 | 1 | 1 | 0 | | 6 | 00 00 00 00 00 00 |
| 4 | -4.3729 ms | FD | 0x02c | 0 | 1 | 1 | 0 | | 8 | 00 00 00 00 00 00 00 00 |
| 5 | -27.74 μs | Std | 0x145 | 0 | 0 | | | 0 | 8 | 45 50 80 00 00 00 00 00 |
| 6 | 2.58442 ms | FD | 0x01f | 0 | 1 | 1 | 0 | | 6 | 80 48 61 44 00 06 |
| 7 | 5.35321 ms | FD | 0x02c | 0 | 1 | 1 | 0 | | 8 | 00 00 00 00 00 00 00 00 |

次の表は、デコード結果テーブルからデータを読み取るために、リモートコントロールプログラムに追加する VBS クエリの例です。

| リモートクエリ | 戻り値 | クエリで得られるもの |
|--|---------------------------|---|
| vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.rows' | 8 | テーブル行数 (ヘッダ行 0 を含む) |
| vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.cellvalue(6,0)' vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.cellvalue(6,1)' vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.cellvalue(6,2)' | 6 2.58442...E-03 FD | 行 6 の最初の 3 列の値: 列 6 行 0 のインデックス番号 列 6 行 2 のフォーマット |
| vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.cellvalue(6,12)(0,0)' | 128 | 行 6 列 12 の B 列のデータ値 |
| vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.cellvalue(6,12)(1,0)' | 2.62461...E-03 | 列 6 行 12 の行 0 データの開始時間 (非表示) |
| vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.cellvalue(6,12)(2,0)' | 2.62911...E-03 | 列 6 行 12 の行 0 データの停止時間 |
| vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.cellvalue(6,12)(0,1)' | 72 | 列 6 行 12 の行 1 のデータ値 |
| vbs? 'return=app.SerialDecode.Decode1.out.Result.cellvalue(6,12)(1,1)' | 2.62911...E-03 | 列 6 行 12 の行 1 のデータの開始時間 (非表示) |

結果テーブルの変更

CVAR app.SerialDecode.Decode1.out.Result.ColumnState には、すべてのテーブル列と現在の状態 (表示=on、非表示=off) のパイプ区切りリストが含まれています。例：

```
app.SerialDecode.Decode1.out.Result.ColumnState = "Idx=On|Time=On|Data=On|..."
```

テーブル列を非表示または表示する場合は、リストから列を削除するのではなく、状態をオンからオフに、またはその逆に変更する完全な文字列を送信します。



700 Chestnut Ridge Road
Chestnut Ridge, NY 10977
USA

teledynelecroy.com