

R-PHYネットワークのPTP設計推奨事項

内容

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[背景](#)

[Precision Time Protocol\(PTP\)](#)

[概要](#)

[プロトコル](#)

[マスターおよびスレーブのタイムスタンプ交換プロセス](#)

[グランドマスタークロック](#)

[スレーブクロック](#)

[境界クロック](#)

[クロッククラス](#)

[クロック状態](#)

[PTPドメイン](#)

[PTPプロファイル](#)

[基本メッセージの定義](#)

[要件](#)

[コンフィギュレーション](#)

[ASR900でのPTPマスタークロック](#)

[ステップ1: ローカル内部発振器の設定](#)

[手順2:ASR900でPTPをマスターとして設定する](#)

[確認](#)

[cBR-8のスレーブクロック](#)

[確認](#)

[制約事項](#)

[G.8275.2プロファイル](#)

[RPDのスレーブクロック](#)

[確認](#)

[ASR900の境界クロック](#)

[SNMPによるモニタ](#)

[トラブルシューティング](#)

[PTPマスター\(ASR900\)のトラブルシューティング](#)

[PTPスレーブ\(cBR-8\)のトラブルシューティング](#)

[DTIおよびPTP](#)

[クロック遅延とオフセット](#)

[PTPスレーブ\(RPD\)のトラブルシューティング](#)

[関連情報](#)

概要

このドキュメントでは、cBR-8およびRemote PHY(R-PHY)ネットワークのケーブルネットワークで使用されるプレジジョンタイムプロトコル(PTP)について説明します。目標は、cBR-8およびRPHYの展開でプロトコルをグローバルに理解することです。

前提条件

要件

次の項目に関する知識があることが推奨されます。

- R-PHY
- cBR-8 Converged Cable Access Platform(CCAP)。

使用するコンポーネント

このドキュメントの情報は、次のソフトウェアとハードウェアのバージョンに基づいています。

- cBR-8は16.6.1リリース以降を実行します。
- Cisco 1x2 Remote PHY Device(RPD)

ヒント：詳細は、[Cisco 1x2 RPDのシスコ](#)の記事を参照してください。

このドキュメントの情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されました。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、初期（デフォルト）設定の状態から起動しています。本稼働中のネットワークでは、各コマンドによって起こる可能性がある影響を十分確認してください。

背景

アップストリームチャンネルで送信するタイムスロット（ミニスロット）をモデムに付与するために、CCAPはアップストリーム帯域幅割り当てマップ(MAP)メッセージを使用してアップストリームのミニスロット割り当てをマッピングします。これらのMAPメッセージはダウンストリームで送信され、すべてのモデムで受信されます。

モデムは、これらのメッセージを参照して、どのミニスロットがどのモデムに割り当てられ、どのミニスロットがコンテンションベースのアクティビティ用であるかを判別します。モデムは、それに割り当てられたミニスロット（または帯域幅要求やその他のステーションメンテナンスを行う場合はコンテンションスロット）上のトラフィックのみを送信します。

CCAPからのMAPメッセージには、約2ミリ秒(ms)の時間が割り当てられます。低遅延DOCSIS(LLD)には、この値を2ミリ秒未満に減らすオプションがあります。

重複を避けるために、CCAPと各モデムが同じ時間の概念を持つことが重要です。

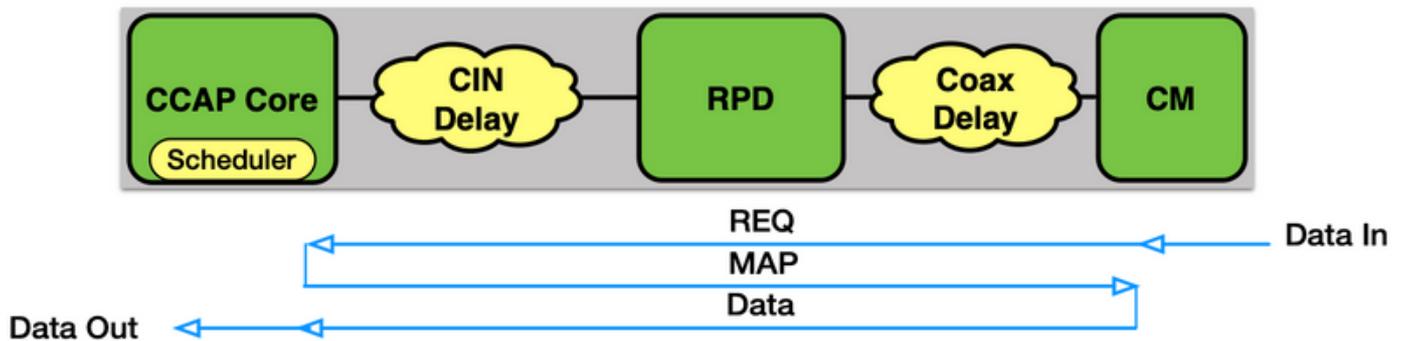
CCAPは、要求の後にタイムスロットがモデムに迅速に割り当てられないことを確認し、モデムがMAPメッセージを受信して処理する時間がなく、そのミニスロットを使用する機会を失う必要があります。

この状況を回避するために、CCAPはMAPアダプタイズタイマーを使用します。このタイマーは

、MAPアドバタイズタイマーよりも後の時点までモデムのトラフィックをスケジュールしません。

アップストリームスケジューリングに必要なDOCSISのタイミング要素は、R-PHYにまだ存在します。RPDをCCAPにリンクするために、IPベースのコンバインドインターコネクトネットワーク(CIN)が使用され、ケーブルアクセス専用または他のアプリケーションで共有できます。

CCAPコアは、アップストリームのスケジューリングとMAPメッセージの生成を処理します。ただし、ダウンストリーム信号とアップストリーム信号はRPDで物理的に発信および終端するようになったため、RPDはCCAPコアと同じ概念の時間を持つ必要があります。



[Remote DOCSIS Timing Interface Specification \(R-DTI\)](#)は、このタイミングがどのように行われるかを詳しく説明するCableLabsの仕様です。イーサネットベースのネットワークでは、このタイミングを実現するためにPTPが使用されます。

シスコからの現在の実装では、cBR-8とRPDの両方がスレーブデバイスとしてPTPマスタークロックに作用します。

Precision Time Protocol(PTP)

概要

PTPは、スレーブクロックがマスタークロックからのタイムオフセット（クロック間の時間差）と、2つのクロック間の伝送ネットワークでの伝搬遅延を決定することを可能にする。

マスターデバイスとスレーブデバイスは、これらの値を決定するアルゴリズムを実行する前に、タイムスタンプを含むメッセージを交換します。

この計算の式は、2つのクロック間の対称接続を前提としています。

警告： R-PHYのDOCSIS問題の主な原因の1つは、クロックの不安定性につながる非対称PTPリンクによって作成されます。

イーサネットパッシブ光ネットワーク(EPON)などの非対称接続は、CINとして使用するためにR-DTI仕様に記載されていますが、現在シスコではサポートされていない別のタイミング方式に依存しています。

RPDはCIN経由でマスタークロックに到達する必要があります。cBR-8は、スーパーバイザの物理インターフェイスカード(PIC)のワイドエリアネットワーク(WAN)インターフェイスまたはケーブルラインカードのデジタルPIC(DPIC)インターフェイスを介してマスタークロックにアクセス

できます(DPICオプションは16.8.1リリースで追加されました)。マスタークロックにアクセスするためにRPDがcBR-8を通過しないことを推奨します。

RPDとcBR-8は、現在のソフトウェアではスレーブクロックとしてのみ機能できますが、cBR-8ロードマップでは、グランドマスターおよび境界クロックとしてサポートが追加されています。

注：cBR-8がタイミングにPTPを使用するように設定されると、すべてのラインカードはこのクロックに依存し、RF PICを備えたラインカードも依存します。

つまり、PTPクロックの安定性の問題は、シャーシ内でカードの組み合わせを使用する場合、統合CCAP(I-CCAP)ラインカード上のモデムであっても、シャーシ上のすべてのモデムに影響を与えます。

プロトコル

PTPは、IEEE標準1588-2008で定義されています。

1588-2008 - [Precision Clock Synchronization Protocol for a Networked Measurement and Control SystemsのIEEE規格](#)。

注：ドキュメントに完全にアクセスするには、登録ユーザが必要です。

PTPを使用すると、ネットワークを介して時間と周波数を分散できます。

- 時刻 (同期) : ネットワーク内のデバイス間の時間を同期します。
- 頻度 (同期) : 周波数を同期します。

PTPでは、マルチキャストまたはユニキャストと、ポートUDP 319 (イベント用) およびUDP 320 (一般的な場合) メッセージが使用されます

CMTS実装では、PTPはIPv4ユニキャストを使用します。

このプロトコルは、ネットワークを介してグランドマスタークロックとクライアントデバイスの間にマスター/スレーブ関係を作成します。PTPがネットワーク内に分散するクロックを選択する方法は、Best Master Clock Algorithm(BCMA)と呼ばれるアルゴリズムを使用することです。

アルゴリズムは、次のプロパティを持つネットワークの最適なクロックを決定します。

- 識別子(デバイスのMACアドレスから構成される番号。通常はEUI-64形式 (xxxx:xxFF:FExx:xxxx)のようになります)。
- これは、
- clockAccuracy:クロックの精度を決定します。値が小さいほど (精度が高くなります)。

Value (hex) Specification

00-1F Reserved

20 The time is accurate to within 25 ns

21 The time is accurate to within 100 ns

22 The time is accurate to within 250 ns

23 The time is accurate to within 1 μ s

24 The time is accurate to within 2.5 μ s

25 The time is accurate to within 10 μ s
26 The time is accurate to within 25 μ s
27 The time is accurate to within 100 μ s
28 The time is accurate to within 250 μ s
29 The time is accurate to within 1 ms
2A The time is accurate to within 2.5 ms
2B The time is accurate to within 10 ms
2C The time is accurate to within 25 ms
2D The time is accurate to within 100 ms
2E The time is accurate to within 250 ms
2F The time is accurate to within 1 s
30 The time is accurate to within 10 s
31 The time is accurate to >10 s
32-7F Reserved
80-FD For use by alternate PTP profiles
FE Unknown
FF Reserved

- clockClass:GrandMasterクロックによって分散された時間と周波数の追跡可能性を反映します。クロッククラスは、次のようにIEEE 1588-2008仕様で定義されています。
clockClass (10進数) 仕様

0 Reserved to enable compatibility with future versions.
1-5 Reserved.
6 Shall designate a clock that is synchronized to a primary reference time source. The timescale distributed shall be PTP. A clockClass 6 clock shall not be a slave to another clock in the domain.
7 Shall designate a clock that has previously been designated as clockClass 6 but that has lost the ability to synchronize to a primary reference time source and is in holdover mode and within holdover specifications. The timescale distributed shall be PTP. A clockClass 7 clock shall not be a slave to another clock in the domain.
8 Reserved.
9-10 Reserved to enable compatibility with future versions.
11-12 Reserved.
13 Shall designate a clock that is synchronized to an application-specific source of time. The timescale distributed shall be ARB. A clockClass 13 clock shall not be a slave to another clock in the domain.
14 Shall designate a clock that has previously been designated as clockClass 13 but that has lost the ability to synchronize to an application-specific source of time and is in holdover mode and within holdover specifications. The timescale distributed shall be ARB. A clockClass 14 clock shall not be a slave to another clock in the domain.
15-51 Reserved.
52 Degradation alternative A for a clock of clockClass 7 that is not within holdover specification. A clock of clockClass 52 shall not be a slave to another clock in the domain.
53-57 Reserved.
58 Degradation alternative A for a clock of clockClass 14 that is not within holdover specification. A clock of clockClass 58 shall not be a slave to another clock in the domain.
59-67 Reserved.
68-122 For use by alternate PTP profiles.
123-127 Reserved.
128-132 Reserved.
133-170 For use by alternate PTP profiles.
171-186 Reserved.
187 Degradation alternative B for a clock of clockClass 7 that is not within holdover specification. A clock of clockClass 187 may be a slave to another clock in the domain.
188-192 Reserved.
193 Degradation alternative B for a clock of clockClass 14 that is not within holdover specification. A clock of clockClass 193 may be a slave to another clock in the domain.
194-215 Reserved.
216-232 For use by alternate PTP profiles.
233-247 Reserved.
248 Default. This clockClass shall be used if none of the other clockClass definitions apply.

249-250 Reserved.

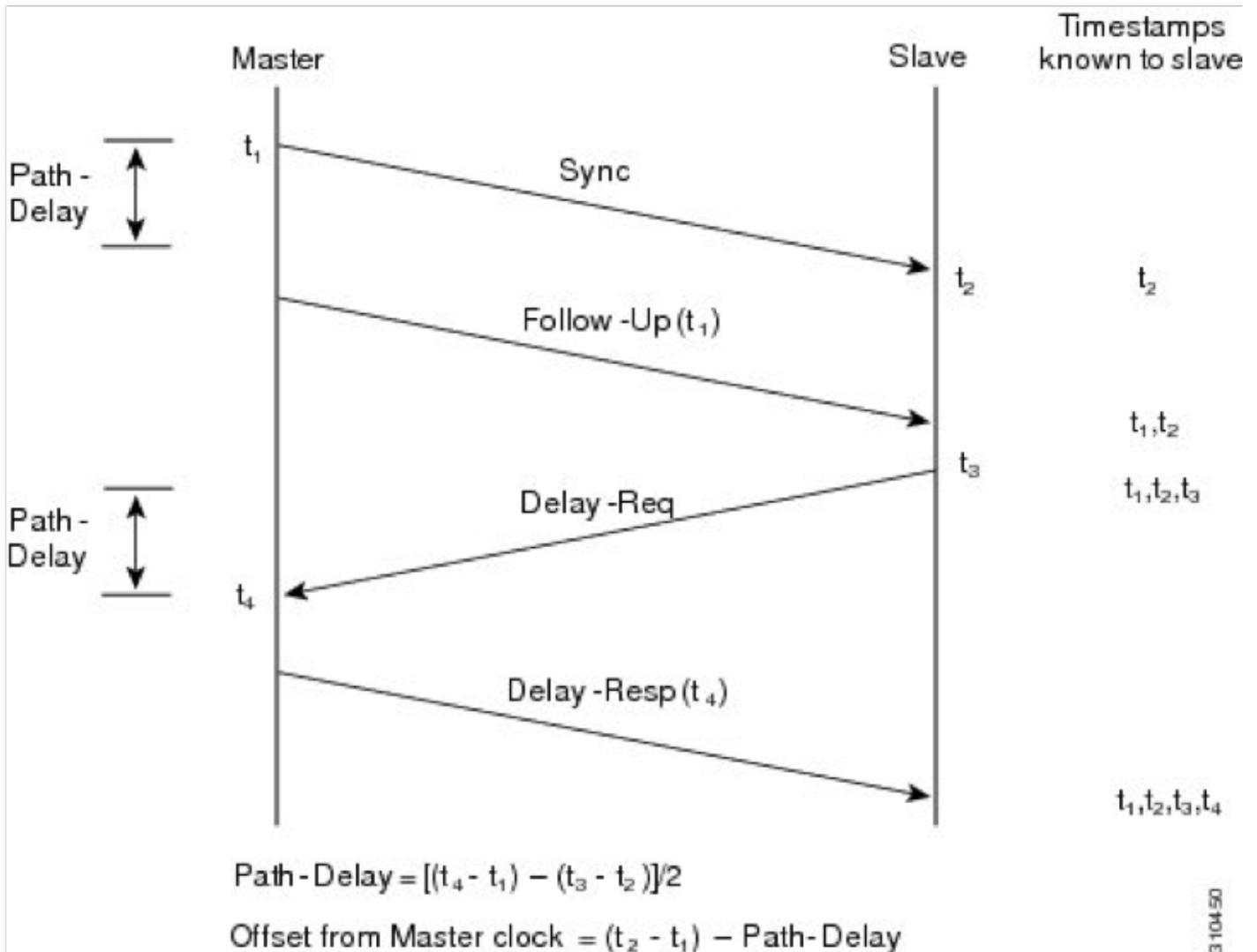
251 Reserved for version 1 compatibility; see Clause 18.

252-254 Reserved.

255 Shall be the clockClass of a slave-only clock; see 9.2.2.

- 優先度：管理上の割り当て値(0 ~ 255)
- 分散 - クロックの推定安定性

マスターおよびスレーブのタイムスタンプ交換プロセス



- マスターはSyncメッセージをスレーブに送信し、送信された時刻(t1)を記録します。
- スレーブはSyncメッセージを受信し、受信時刻(t2)を記録します。
- マスターはタイムスタンプt1をスレーブに送ります。タイムスタンプt1をFollow_Upメッセージに埋め込みます。
- スレーブはマスターにDelay_Reqメッセージを送信し、その送信時刻(t3)を記録します。
- マスターはDelay_Reqメッセージを受信し、受信時間(t4)を記録します。
- マスターはタイムスタンプt4をスレーブに送ります。Delay_Respメッセージに埋め込まれます。

このプロセスは、小さなオフセット変更の迅速な適応を保証するために、1秒あたり数回繰り返されます (通常、1秒あたり16 ~ 32回)。

グラントマスタークロック

GrandMasterは、同期（時間）および同期情報をスレーブに交換するために、グランドマスターとのセッションを確立したスレーブと通信します。GrandMasterは、理論上はGPSアンテナを介してPRTC（プライム基準時計）に接続する必要があります。これは、GrandMasterが故障し、他のGrandMasterが引き継ぐ場合、両方が同じ時間基準を使用するため、継続します。PRTCを使用しない場合は、GrandMasterクロックに障害が発生すると、スレーブが時間基準を変更するため、CMTSシナリオではモデムがオフラインになります。

スレーブクロック

スレーブがGrandMasterクロックへの接続を開始します。スレーブとマスターの両方が、ネゴシエーションを開始するために設定とクロック設定を交換します。この場合、cBR-8とRPDは両方とも外部PTP GrandMasterのスレーブです。

警告：現在のcBR-8導入(16.10.1d以降)では、PTPスレーブとしてcBR-8のみがサポートされています。将来、PTP境界またはPTPマスターが表示される場合があります。

境界クロック

境界クロックは2つのネットワークセグメントを同期します。セグメント1のグランドマスター(GM)クロックのスレーブとして機能し、セグメント2のGMクロックとして機能します。境界のないクロックは「通常のクロック」と呼ばれます。

クロッククラス

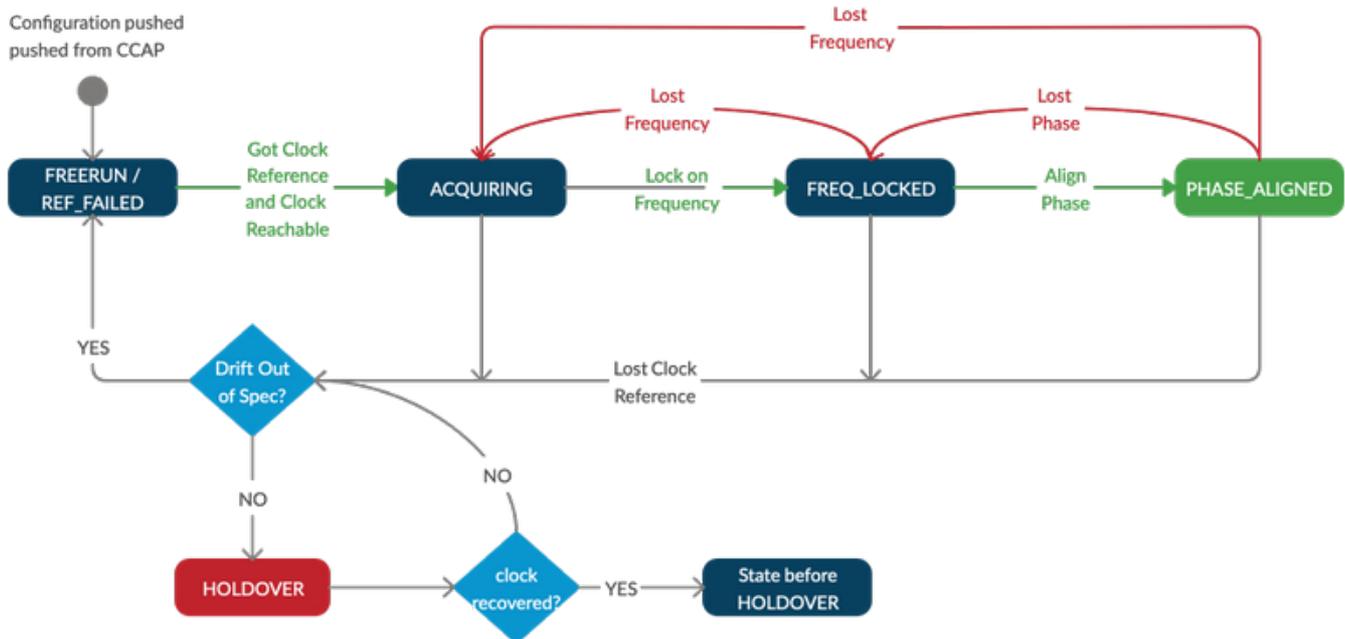
クロッククラスは、複数のクロックを持つネットワーク内で、どのクロックが最も正確であるかを調べるためにネゴシエーション中に使用される値の1つです。

クロッククラスはIEEE 1588-2008で定義されています。

クロック状態

- FREERUN: リモートGMに接続されていないため、ローカルオシレータを使用します。
- ホールドオーバー： リモートGMへの接続が失われ、回復を試み、前のクロックを維持しようとしています。HOLDOVER状態の間に、クロックはドリフトを開始することができ、仕様外にドリフトすると、FREERUNモードに戻ります。
- 取得： GMとのネゴシエーションを開始し、GMとメッセージを交換して、ネットワークによって引き起こされる遅延を判別し、GMクロックとの同期を試みます。
- FREQ_LOCKED: スレーブデバイスは、周波数に関してマスターにロックされますが、位相が一致していません。
- PHASE_ALIGNED: 周波数と位相に関してマスターにロックされます。

RPDの状態マシン：



注：RPHYの導入では、サポートされている仕様のHOLDOVER期間は10時間です（つまり、cBR-8またはRPDまたはその両方がHOLDOVER状態である場合）。この間、モデムはオンラインのままになります。10時間のHOLDOVERが終了すると、内部発振器のクロック品質は保証されず、モデムはcBR-8、RPD、またはその両方のクロックが仕様外に流れているためにオフラインで停止する可能性があります。

PTPドメイン

PTPドメインは、相互に通信するデバイスのグループを識別する番号です。スレーブとマスターのデバイスが互いに同期するには、同じPTPドメイン内にある必要があります。ドメイン0はデフォルトのドメインで、ドメイン1-2-3は仕様ごとに予約されています。その他のドメイン番号は4～255です。

G.8275.2などの一部のPTPバリエーションでは、PTPドメインが44～63の範囲内である必要があります。したがって、このバリエーションを使用しない場合は、ユーザとデバイスの両方が混乱する可能性があるため、この範囲のPTPドメインを回避します。

PTPプロファイル

PTPプロファイルはIEEE標準1588-2008で導入され、さまざまなアプリケーションの要件を満たすように選択できる一連の設定オプションで構成されています。PTPを異なるシナリオに適合させるために、個別のプロファイルを定義できます。

一般的なPTPプロファイルの例を次に示します。

- Telecom-2008プロファイル：G.8265.1仕様の前に使用される汎用プロファイル。このプロファイルはドメイン番号0～4を使用します。このプロファイルはcBR-8とRPDでサポートされていますが、G.8275.2はこのプロファイルよりも障害に対する復元力を高めることを強く推奨します。

- [G.8265.1：周波数同期用プレジジョンタイムプロトコル通信プロファイル](#)

このプロファイルは、テレコムネットワーク上でのみ周波数同期を必要とするアプリケーション用です。フェーズの調整や1日の時間はカバーされません。

この使用例は、中間ノードがPTPサポートを提供しないネットワーク内のPTPマスターおよびスレーブ用です。

注：このプロファイルは、cBR-8およびRPDを使用するDOCSIS環境ではサポートされていません

[- G.8275.1：フェーズ/時刻同期のためのプレジジョンタイムプロトコル通信プロファイルとネットワークからのフルタイミングのサポート](#)

このプロファイルは、フェーズおよび/または時刻の同期が必要な通信ネットワーク（4Gセルラーネットワーク、RPDネットワークなど）の時間とフェーズの正確な同期を必要とするシステムで使用されます。

このプロファイルにより、各ネットワークデバイスはPTPプロトコルに参加します。境界クロックは、PTP GrandmasterとPTP Slaveの間のチェーン内の各ノードで使用されるため、ネットワークを介した時間誤差蓄積が減少します。

[- G.8275.2：ネットワークから部分的なタイミングをサポートし、時間/位相同期のためのプレジジョンタイムプロトコル通信プロファイル](#)

このプロファイルは、ネットワークからの部分的なタイミングサポートに基づいています。つまり、PTPドメインのノードを直接接続する必要はありません。

G.8275.1と同様に、時間とフェーズの正確な同期を必要とするシステムで使用されますが、既存のネットワーク上で時間とフェーズの同期を実行できます。必要に応じて境界クロックを使用して、ネットワーク全体の時間信号を調整します。

ASR900プラットフォーム向けG.8275.1およびG.8275.2に関する追加情報は、次のリンクから入手できます。[タイミングと同期コンフィギュレーションガイド、Cisco IOS XE Everest 16.5.1 \(Cisco ASR 900シリーズ\)](#)

基本メッセージの定義

- Sync、Follow_up、Delay_req、Delay_respは、ネットワーク上のスレーブに時刻情報を伝達するために境界クロックと通常のクロックによって使用されるメッセージです。
- Announceメッセージは、スレーブとマスターの両方によって交換され、Best Master Clock Algorithm (CLOCK；ベストマスタークロックアルゴリズム)を使用してネットワーク内のベストクロックを識別します（詳細メカニズムについては、IEEE仕様の画像26、27、28を8を参照）。
- シグナリングメッセージは、時間の重要でない情報に使用されます。

要件

実稼働ネットワークでcBR-8およびR-PHYにPTPを正しく導入するには、次の要件を満たす必要があります。

- PTPプロファイルG.8275.2を使用します。これにより、パス内の一部のネットワーク要素でPTPがサポートされていない場合でも、PTPが正常に動作します
- Equal-Cost Multi-Path(ECMP)、ロードバランシング、非対称パスなし：PTPでは、マスターからスレーブへの遅延およびその逆の遅延は常に等しく、500マイクロ秒(μ s)以内であると想定されます
- delay-reqおよびsync間隔を値-4または-5で設定します（詳細については、「設定」の章を参照）。-4 (-3, ...)より大きい値は、小さなオフセット変更を検出するのに十分な精度を提供し

ない可能性があります。-5より小さい値(-6、...)は、ネットワーク使用率に大きな影響を与えますが、署名精度の向上には影響しません。

- RPDのPTPパケットがcBR-8を通過しないようにする
- IPネットワークのジッタを最小限に抑えます (最大1ミリ秒)。適切なPTP QoSをすべてのルータに適用する必要があります。cBR-8およびRPDは、DiffServコードポイント(DSCP)46(Express Forwarding - EF)でマークされたすべてのPTPパケットを送信します。PTP Grand Masterクロックも同じDSCP値でパケットをマーキングします。
- PTP Grand Masterクロックは、実稼働ネットワークで使用するために、GPSと同期し、クロッククラス6を報告する必要があります。ラボのセットアップは、スタンドアロンのFreerunning PTP Grand Master (クロッククラス58) で動作します。
- PTP Grand Masterクロックのクロック精度は100ナノ秒である必要があります。
- 2つのPTP Grand Masterクロックが使用されている場合は、GPSを使用してクロック間の時刻を同期する必要があります。両方のPTP Grand Masterのクロックは500マイクロ秒(μ s)以内である必要があります

注：RPDソフトウェアの旧リリースでは、DSCP値47を使用する場合があります。新しいリリースでは、CMTS値に合わせて、RPDでDSCP値46(EF)を使用します

コンフィギュレーション

このセクションでは、Cisco ASR900ルータのPTPマスタークロック、cBR-8自体とRPDの両方のcBR-8のスレーブクロック、およびASR900の境界クロックの設定方法について説明します。

ASR900でのPTPマスタークロック

PTPプロトコルのソフトウェアベースの実装は、Linux上でptpdと呼ばれます。ただし、ソフトウェアベースであるため、cBR-8とRPDが動作するのに十分な精度が提供されないため、モデムがオンラインにならず、PTP同期も発生しません。さらに、PTPd Linuxの実装では、精度を高めるためにNICによるハードウェアタイムスタンプが必要です。つまり、ハードウェアのタイムスタンプをサポートしていない仮想マシン(VM)またはNICを使用している場合、PTPdがLinux上でまったく起動しないことがあります。

使用中のASR900のモデルに応じて、GPSアンテナが搭載されているかどうかは異なります。ASR900にGPSアンテナがない場合は、PRTCはありませんが、ローカルPRTC (内部発振器) を使用してASR900をGrandmasterとして実行することはできます。これは、このASR900に障害が発生し、他のASR900が引き継いだ場合、両方のクロックが実際に同期していないため、cBR-8とRPDで時間基準が失われることを意味します。

ステップ1：ローカル内部発振器の設定

```
network-clock source quality-level QL-PRC tx
network-clock synchronization automatic
network-clock synchronization mode QL-enabled
network-clock synchronization squelch-threshold QL-PRC
network-clock quality-level tx QL-PRC ptp domain 0
network-clock input-source 1 External R0 10m
```

手順2:ASR900でPTPをマスターとして設定する

```
ptp clock ordinary domain 0 <<< DOMAIN 0 or DOMAIN 44 for G.8275.2
clock-port MASTER master [profile g8275.2] <<< EITHER DEFAULT OR G.8275.2 PROFILE
sync interval -4
sync one-step
transport ipv4 unicast interface Lo1588 negotiation <<< IPV4 UNICAST MODE, SOURCING PACKETS FROM
Lo1588 interface

interface Loopback1588
ip address 15.88.15.88 255.255.255.255
end
```

注：ソースとして設定されているローカル発振器またはGPSがない場合、PTPモードマスターは使用できません。

デフォルトのプロファイルではなく、ご使用の環境でG.8275.2プロファイルを使用する場合は、クロックポート設定で指定する必要があります (cBR-8のG.8275.2プロファイル設定の場合は、次のセクションを参照してください)。G.8275.2プロファイル)。

IOS-XEでG.8265.1プロファイルの設定が許可されている場合でも、これはcBR-8およびRPDを使用するDOCSIS環境ではサポートされていないことに注意してください。

ASR900のG.8275.2プロファイルの詳細については、次のガイドを参照してください。[タイミン](#)
[グと同期コンフィギュレーションガイド、Cisco IOS XE Everest 16.5.1 \(Cisco ASR 900シ](#)
[リーズ\)](#)

確認

この項では、設定が正しく機能していることを検証するために使用できる情報を提供します。

```
ASR900#show ptp clock running
```

```
PTP Ordinary Clock [Domain 0]

State Ports Pkts sent Pkts rcvd Redundancy Mode
FREQ_LOCKED 1 86307034 36108234 Hot standby

PORT SUMMARY
PTP Master
Name Tx Mode Role Transport State Sessions Port Addr
MASTER unicast master Lo1588 Master 1 -
```

注：内部発振器の最初の設定では、安定する前に発振器をウォームアップする必要があります。したがって、PTPの状態がFREQ_LOCKEDになるまでに時間がかかることがあります。これには最大 35 分かかかることがあります。

```
ASR900#show ptp clock dataset parent
```

```
CLOCK [Ordinary Clock, domain 0]

Parent Clock Identity: 0x34:6F:90:FF:FE:C1:66:3F
Parent Port Number: 0
Parent Stats: No
```

Observed Parent Offset (log variance): 0
Observed Parent Clock Phase Change Rate: 0

Grandmaster Clock:
Identity: 0x34:6F:90:FF:FE:C1:66:3F
Priority1: 128
Priority2: 128
Clock Quality:
Class: 58
Accuracy: Within 1s
Offset (log variance): 52592

```
ASR900#show platform software ptpd stat stream 0
LOCK STATUS : FREERUN
SYNC Packet Stats
Time elapsed since last packet: 0.0
Configured Interval : 0, Acting Interval 0
Tx packets : 5577, Rx Packets : 0
Last Seq Number : 5577, Error Packets : 0
Delay Req Packet Stats
Time elapsed since last packet: 0.0
Configured Interval : 0, Acting Interval : 0
Tx packets : 0, Rx Packets : 5353
Last Seq Number : 0, Error Packets : 0
Delay Response Packet Stats
Time elapsed since last packet: 0.0
Configured Interval : 0, Acting Interval : 0
Tx packets : 5353, Rx Packets : 0
Last Seq Number : 0, Error Packets : 0
Announce Packet Stats
Time elapsed since last packet: 0.0
Configured Interval : 0, Acting Interval : 0
Tx packets : 1904, Rx Packets : 0
Last Seq Number 1904 Error Packets 0
Signalling Packet Stats
Time elapsed since last packet: 0.0
Configured Interval : 0, Acting Interval : 0
Tx packets : 1, Rx Packets : 1
Last Seq Number : 1, Error Packets : 0
Current Data Set
Offset from master : +0.0
Mean Path Delay : +0.0
Forward Path Delay : +0.0
Reverse Path Delay : +0.0
Steps Removed 0
General Stats about this stream
Packet rate : 0, Packet Delta (ns) : 0
Clock Stream handle : 0, Index : 0
Oper State : 0, Sub oper State : 6
Log mean sync Interval : 0, log mean delay req int : 0
```

注：デフォルトでは、ASR900の内部発振器はクラス58を報告します。サードパーティ製のGMクロックを使用している場合は、GPSと同期されていれば、クロッククラス6も表示できます

cBR-8のスレーブクロック

cBR-8はRPDに対するCCAPコアとして機能するため、自身と関連するRPDの両方のPTP設定を担当します。

cBR-8はプロファイルを使用して、このPTP情報をRPDに取得します。また、設定可能なPTPに

は複数のオプションがあります。

- クロック同期を迅速に行うには、cBR-8のサーボトラッキングタイプをR-DTIに設定する必要があります。
- cBR-8は、ユーザ定義のループバックアドレスをPTPパケットの送信元として使用します。ループバックインターフェイスに到達するためのマスタークロックの適切なルーティングがあることを確認します。ループバックアドレスから送信されたパケットを使用してマスタークロックにpingを実行できない場合、PTPは動作しません。
- G.8275.2 TelecomプロファイルはIPv4およびIPv6をサポートするため推奨され、CINの中間スイッチングデバイスはPTPを認識する必要はありません。
- PTPドメイン番号はユーザが選択しますが、cBR-8とRPDで同じである必要があります。

PTPパケットは、CINのプライオリティとして、RPDとcBR-8の両方によってより高いQoSでマークされます。DSCP値46/EFは、デフォルトで両方で使用されます。

```
ptp clock ordinary domain 0
servo tracking-type R-DTI
clock-port TOMASTER slave
announce interval -3
announce timeout 10
delay-req interval -4 <<< RECOMMENDED VALUE
sync interval -4 <<< RECOMMENDED VALUE
transport ipv4 unicast interface Lol1588 negotiation <<< IPV4 UNICAST PACKETS SOURCED FROM THE
Lol1588 interface
clock source 15.88.15.88 <<< THIS IS YOUR PTP MASTER
clock source 15.88.2.8 1 <<< THIS IS THE ALTERNATE MASTER FOR PTP REDUNDANCY (OPTIONAL)
```

この例では、clock-portがデフォルトのPTPプロファイルを使用するように設定されています。G.8275.2プロファイル設定については、次のセクションを参照してください。G.8275.2プロファイル。

注：同期および遅延要求間隔の推奨値は、-4(16pps)または-5(32pps)です。-4(-3,...)より大きい値は使用しないことをお勧めします。アナウンス間隔は、0(0,-1,-2,-3)以下の任意の間隔に設定できます。

PTP冗長構成では、マスターが到達不能になると、cBR-8は代替ソースに切り替わり、マスターが再び使用可能になると、すぐにcBR-8はマスターソースに戻ります。

確認

次のコマンドを使用して、状態がPHASE_ALIGNEDであり、送受信されたパケットのカウンタが増加していることを確認します。

```
cBR-8#show ptp clock running domain 0
```

```
PTP Ordinary Clock [Domain 0]

State Ports Pkts sent Pkts rcvd Redundancy Mode
PHASE_ALIGNED 1 462249 1104590 Hot standby

PORT SUMMARY
```

```
PTP Master
Name Tx Mode Role Transport State Sessions Port Addr
TOMASTER unicast slave Lol1588 Slave 1 15.88.15.88
```

SESSION INFORMATION

```
TOMASTER [Lol1588] [Sessions 1]
Peer addr Pkts in Pkts out In Errs Out Errs
15.88.15.88 1104590 462249 0 0
```

制約事項

- 現時点では、cBR-8はMPLS経由のPTPをサポートしていないため、PTPパケットにMPLSタグが付けられている場合、クロックは同期しません。この機能をサポートする拡張要求があり、次のリンクで最終的な更新を行うことができます。[CSCvj02809](#)
- PTPプロファイルは、デフォルトのプロファイルを使用するか（これまでどおり）、次のセクションで説明するようにG.8275.2プロファイル（推奨）を指定できます。IOS-XEでG.8265.1プロファイルの設定が許可されている場合でも、これはcBR-8およびRPDを使用するDOCSIS環境ではサポートされていないことに注意してください。

G.8275.2プロファイル

cBR-8スレーブのG.8275.2プロファイルは、次のように1つのGMソースを使用して設定できます。

```
ptp clock ordinary domain 44
servo tracking-type R-DTI
clock-port TOMASTER slave profile g8275.2 <<<<<<<<<<
announce interval -3
announce timeout 10
delay-req interval -4
sync interval -4 transport ipv4 unicast interface Lol1588 negotiation clock source 15.88.15.88
```

注：PTPソースが直接接続されておらず、その間に複数のホップがある場合は、G.8275.2プロファイルを使用することを推奨します

前述したように、PTP境界はcBR-8ではまだサポートされていません。ただし、2つのGMソースを持つcBR-8スレーブでG.8275.2プロファイルを設定する場合は、次のように境界ドメイン定義を使用する必要があります。

```
ptp clock boundary domain 44
servo tracking-type R-DTI
clock-port slavel profile g8275.2
<...>
transport ipv4 unicast interface Lol1588 negotiation
clock source 15.88.15.88 <<< THIS IS YOUR PTP MASTER
clock-port slave2 profile g8275.2
<...>
transport ipv4 unicast interface Lol1588 negotiation
clock source 15.88.2.8 <<< THIS IS THE ALTERNATE MASTER FOR PTP REDUNDANCY
```

注：boundaryキーワードにもかかわらず、cBR-8は通常のクロックとして動作します。この境界設定は、次の特定のケースでのみ使用できます。cBR-8スレーブのg8275.2プロファイルを使用して、2つのGMを使用する冗長PTP設定。

RPDのスレーブクロック

これはRPDの設定ですが、cBR-8はRemote Phy Deviceをプロビジョニングするため、cBR-8自体で入力する必要があります。

```
ptp r-dti 1
[profile G.8275.2] <-- ONLY IF SPECIFIED IN THE cBR-8 PTP CONFIGURATION
ptp-domain 0
clock-port 1
clock source ip 15.88.15.88 <-- THIS IS YOUR PTP MASTER
clock source ip 15.88.2.8 alternate <-- THIS IS THE ALTERNATE MASTER FOR PTP REDUNDANCY
(OPTIONAL)
sync interval -4
announce interval -3
```

注意： ptpドメイン番号は、PTPマスターで設定されているものと同じである必要があります。

注意： コマンド `ethernet <index>` が `clock-port <number>` で設定されていない場合は、デフォルトのイーサネットインデックスは設定されているclock-port番号と等しくなります。これはRPDの物理ポートにマッピングされます (ethernet 1はvbh0にマッピングされ、ethernet 2はvbh1にマッピングされます)。この設定がRPDで使用されている物理ポートと一致しない場合、クロックと同期しません。

注： 同期とアナウンスの間隔は、log2スケールで指定します。

Value	Log calculation	Value in seconds
-5	2^{-5}	1/32s
-4	2^{-4}	1/16s
-3	2^{-3}	1/8s
-2	2^{-2}	1/4s
-1	2^{-1}	1/2s
0	2^0	1s
1	2^1	2s
2	2^2	4s
3	2^3	8s
4	2^4	16s
5	2^5	32s

確認

RPDコンソールから発行された次のコマンドを使用して、PTPステータスを確認できます。PTPステータスはPHASE_LOCKおよびSUB_SYNCである必要があります。同期、遅延要求および遅延応答のカウンタは増加する必要があります。

```
# ssh 10.6.17.9 -l admin
```

```

R-PHY>ena
R-PHY#show ptp clock 0 state
apr state : PHASE_LOCK <<<
clock state : SUB_SYNC <<<
current tod : 1506419132 Tue Sep 26 09:45:32 2017
active stream : 0
==stream 0 :
port id : 0
master ip : 15.88.15.88
stream state : PHASE_LOCK <<< Stream state must be PHASE_LOCK
Master offset : 1212 <<< Master offset (in ns) must be as close to 0 as possible
Path delay : -81553
Forward delay : -80341 <<< Forward delay and reverse delay must be within 500us of each other
Reverse delay : -77791 <<< Forward delay and reverse delay must be within 500us of each other
Freq offset : -86279
1Hz offset : -615

```

```
R-PHY#show ptp clock 0 statistics
```

```
<output omitted>
```

streamId	msgType	rx	rxProcessed	lost	tx	
0	SYNC	8585001	8584995	0	0	<<<<<<
0	DELAY REQUEST	0	0	0	8585000	<<<<<<
0	P-DELAY REQUEST	0	0	0	0	
0	P-DELAY RESPONSE	0	0	0	0	
0	FOLLOW UP	0	0	0	0	
0	DELAY RESPONSE	8584998	8584998	5	0	<<<<<<
0	P-DELAY FOLLOWUP	0	0	0	0	
0	ANNOUNCE	536571	536571	0	0	
0	SIGNALING	5593	5593	0	5591	
0	MANAGEMENT	0	0	0	0	
TOTAL		17712163	17712157	5	8590591	

注 : PHASE_LOCKは、すべてが動作する場合の正しい状態です。他の状態とその定義については、「クロック状態」の項を参照してください。

警告 : PTPマスターとRPD間のネットワーク遅延が大きく変化する (5ミリ秒を超える変化) RPDのクロック安定性に問題があります。RPDがfreerunタイミングにフォールバックする場合があります、モデムがオフラインになるなど、複数の問題が発生する可能性があります。RPDリリースV6.7以降では、大きなジッタ packets をフィルタリングして遅延しきい値を調整し、PTPの安定性を向上させます。

ASR900の境界クロック

マスタークロックに障害が発生したり、到達不能になった場合に備えて、cBR-8およびRPDの代替マスターとして境界クロックを設定するとします。この境界クロックは、冗長性のために異なるマスターソースを使用します(この例では15.88.200.8)。このシナリオでのマスタークロックの設定は、前述の設定と異なるものではないので、このセクションでは省略します。

```

ptp clock boundary domain 0
clock-port TO-MASTER slave
sync interval -5
transport ipv4 unicast interface Lo2008 negotiation
clock source 15.88.200.8 <<< THE PTP MASTER (Different from PTP master described above)
clock source 15.88.20.8 1 <<< AN ALTERNATE MASTER USED FOR REDUNDANCY (OPTIONAL)
clock-port TO-SLAVE master
transport ipv4 unicast interface Lo1588 negotiation

```

```
interface Loopback1588
 ip address 15.88.2.9 255.255.255.255
end
```

SNMPによるモニタ

SNMPを使用してASR900およびcBR-8のptpセッションの数を監視するには、次のコマンドを使用します。

オブジェクト – cPtpClockPortNumOfAssociatedPorts

OID:1.3.6.1.4.1.9.9.760.1.2.7.1.10

トラブルシューティング

このセクションでは、設定のトラブルシューティングに役立つ情報を提供します。

PTPマスター(ASR900)のトラブルシューティング

マスターで最も重要なことは、PTPにクロッキング用のネットワーククロックソース(GPSアンテナ (推奨) またはローカルオシレータを備えていることです。

ネットワーククロックソースが期待どおりに動作することを確認するには、次のコマンドを使用できます。

```
ASR900#show network-clocks synchronization
Symbols: En - Enable, Dis - Disable, Adis - Admin Disable
NA - Not Applicable
* - Synchronization source selected
# - Synchronization source force selected
& - Synchronization source manually switched
```

```
Automatic selection process : Enable
Equipment Clock : 2048 (EEC-Option1)
Clock Mode : QL-Enable
ESMC : Enabled
SSM Option : 1
T0 : Internal
Hold-off (global) : 300 ms
Wait-to-restore (global) : 300 sec
Tsm Delay : 180 ms
Revertive : No
```

Nominated Interfaces

```
Interface SigType Mode/QL Prio QL_IN ESMC Tx ESMC Rx
*Internal NA NA/Dis 251 QL-SEC NA NA <<<<<<
External R0 10M NA/Dis 1 QL-FAILED NA NA
Gi0/2/5 NA Sync/En 1 QL-FAILED QL-PRC -
```

PTPスレーブ(cBR-8)のトラブルシューティング

cBR-8をスレーブとして使用する場合は、PTPマスターに接続するSUP DPICインターフェイスのみをサポートしているため (現時点では)、PTPがこれらのインターフェイスを介して機能しない可能性があるため、Gig0インターフェイスまたはRPHY PICインターフェイスを使用しません

注：詳細については、『[Cisco Remote PHY Device Software Configuration Guide](#)』を参照してください。

初期PTPネゴシエーション中に、cBR-8がクロックを調整してPTPマスターのクロックに合わせるのに最大35分かかることがあります。その間、クロックはcBR-8でACQUITISING状態になります。

```
cBR-8#show ptp clock running
```

```
PTP Ordinary Clock [Domain 0]
```

```
State Ports Pkts sent Pkts rcvd Redundancy Mode
```

```
ACQUIRING 1 687 1995 Hot standby
```

```
PORT SUMMARY
```

```
PTP Master
```

```
Name Tx Mode Role Transport State Sessions Port Addr
```

```
TOMASTER unicast slave Lo1588 Uncalibrated 1 15.88.15.88
```

ACQUITTING状態が35分以上続く場合、PTPマスタークロックが非常に正確ではなく、dBRが正常に取得できない原因を示している可能性があります。これは、PTPdを搭載したLinuxサーバで発生する可能性があります。

DOCSISの問題をトラブルシューティングする前に、cBR-8とRPDの両方のPTPクロックがマスターと位相同期する必要があります。この状態とパケットの数を表示できるさまざまなコマンドがあります。次の出力で、同期、遅延要求、および遅延応答のパケット増分を確認します。

```
cBR-8#show platform software ptpd stat stream 0
```

```
LOCK STATUS : PHASE LOCKED <<<<<<< must be PHASE LOCKED
```

```
SYNC Packet Stats
```

```
Time elapsed since last packet: 0.0
```

```
Configured Interval : -5, Acting Interval -5
```

```
Tx packets : 0, Rx Packets : 24074045
```

```
<<<<<<< Rx Packets must increase
```

```
Last Seq Number : 42454, Error Packets : 0
```

```
<<<<<<< Last Seq Number must increase
```

```
Delay Req Packet Stats
```

```
Time elapsed since last packet: 0.0
```

```
Configured Interval : 0, Acting Interval : -5
```

```
Tx packets : 24077289, Rx Packets : 0
```

```
<<<<<<< Tx Packets must increase
```

```
Last Seq Number : 0, Error Packets : 0
```

```
Delay Response Packet Stats
```

```
Time elapsed since last packet: 0.0
```

```
Configured Interval : -5, Acting Interval : -5
```

```
Tx packets : 0, Rx Packets : 23983049
```

```
<<<<<<< Rx Packets must increase
```

```
Last Seq Number : 31420, Error Packets : 0
```

```
<<<<<<< Last Seq Number must increase
```

```
Announce Packet Stats
```

```
Time elapsed since last packet: 0.0
```

```
Configured Interval : -3, Acting Interval : -3
```

```
Tx packets : 0, Rx Packets : 6030915
```

```
<<<<<<< Rx Packets must increase
```

```
Last Seq Number 44276 Error Packets 0
```

```
<<<<<<< Last Seq Number must increase
```

```
Signalling Packet Stats
```

```
Time elapsed since last packet: 0.0
```

```
Configured Interval : 0, Acting Interval : 0
```

```
Tx packets : 9944, Rx Packets : 9521
```

```
<<<<<<< Tx Packets and Rx Packets must
```

increase

Last Seq Number : 0, Error Packets : 0

<output omitted>

ストリーム番号は、SESSION INFORMATIONセクションのshow ptp clock running domain 0コマンドで確認できます。リストされている最初のセッションはストリーム0で、2番目のセッションはストリーム1です。

一部のカウンタが増加しない場合は、ネットワークの問題が発生する可能性があるため、パケット損失をチェックすることをお勧めします。

DTIおよびPTP

cBR-8でPTPを設定するには、ケーブルクロックDTIをディセーブルにする必要があります。ディセーブルにしないと、次のメッセージが表示されます。

```
%[PTP]: NetSync source already configured. PTP slave configuration not allowed.
```

また、同じシャーシに挿入される最終的なI-CMTSラインカードも、PTPクロッキングに依存します。したがって、PTP GMクロックが停止すると、I-CMTSラインカードの背後にあるモデムにも影響を与える可能性があります。

クロック遅延とオフセット

マスタークロックからのオフセット、およびマスターパスとリバースパスへの転送パスの遅延を確認するには、このコマンドを使用して、[Current Data Set]セクションでフィルタリングします。

マスターからのオフセットは可能な限り0に近い必要があり、転送パス遅延はリバースパス遅延と可能な限り等しい必要があります。

問題のある状態でキャプチャされた不正な値と比較して、適切な値を持つ例を次に示します。

----- GOOD -----

```
cBR-8#show platform software ptpd stat stream 0 | s Current Data Set
Current Data Set
Offset from master : -0.000000313
Mean Path Delay : +0.000025042
Forward Path Delay : +0.000024729
Reverse Path Delay : +0.000024660
```

----- NOT GOOD -----

```
cBR-8#show platform software ptpd stat stream 0 | s Current Data Set
Current Data Set
Offset from master : +0.002812485
Mean Path Delay : +0.000022503
Forward Path Delay : +0.002834302
Reverse Path Delay : -0.002789295
```

値は秒で表され（つまり、最も有意でない数字は最も右の数字はナノ秒）、マスターからのオフセットは平均パス遅延から前方パス遅延を引いた値として計算されます。

平均パス遅延は、順方向と逆方向の平均として計算されます。（転送パス遅延+リバースパス遅延）/2

理想的な世界では、転送パス遅延はリバースパス遅延と等しく、どちらも平均パス遅延と等しくなるため、マスターからのオフセットは0になります。

転送パスとリバースパスの間の非対称に応じて、マスターからの負のオフセット（リバースパス遅延が転送パス遅延よりも大きい場合）または正のオフセット（リバースパス遅延が転送パス遅延よりも小さい場合）を設定できます。

オフセット値が大きすぎたり、値が大きく変動する場合は、ジッタの問題か、正確でないグランドマスタークロックである可能性があります。

ジッタが大きいほど、RPDまたはcBR-8がPHASE_ALIGNED状態になるまでに時間がかかり、HOLDOVER状態からの回復に時間がかかります。

複数のパスの設定はジッタに大きく影響します（一部の packets はパスAを使用し、一部の packets は異なる遅延のパスBをジッタとして認識されるため）。したがって、PTPトラフィックでは単一のパスを使用する必要があります。

PTPスレーブ(RPD)のトラブルシューティング

RPDでは、すべての対象コマンドがshow ptp umbrellaの下にあります。

```
R-PHY#show ptp clock 0 state
```

```
apr state : PHASE_LOCK
clock state : SUB_SYNC
current tod : 1506426304 Tue Sep 26 11:45:04 2017
active stream : 0
==stream 0 :
port id : 0
master ip : 15.88.15.88
stream state : PHASE_LOCK
Master offset : 6010
Path delay : -78442
Forward delay : -72432
Reverse delay : -81353
Freq offset : -86206
1Hz offset : -830
```

```
R-PHY#show ptp clock 0 statistics
```

```
AprState 6 :
2@0-00:14:54.347 3@0-00:14:15.945 2@0-00:06:24.766
1@0-00:06:15.128 0@0-00:03:59.982 4@0-00:03:40.782
ClockState 5 :
5@0-00:06:49.252 4@0-00:06:46.863 3@0-00:06:43.016
2@0-00:06:25.017 1@0-00:06:24.728
BstPktStrm 3 :
0@0-00:14:45.560 4294967295@0-00:14:07.272 0@0-00:06:15.160
StepTime 1 :
406874666@0-00:05:46.080
AdjustTime 99 :
427@0-02:05:11.705 -414@0-02:04:10.705 -396@0-02:03:09.705
145@0-02:02:08.705 -157@0-02:00:06.705 327@0-01:58:04.705
-195@0-01:57:03.705 -46@0-01:56:02.705 744@0-01:55:01.705
streamId msgType rx rxProcessed lost tx
0 SYNC 246417 246417 4294770689 0
0 DELAY REQUEST 0 0 0 118272
0 P-DELAY REQUEST 0 0 0 0
0 P-DELAY RESPONSE 0 0 0 0
0 FOLLOW UP 0 0 0 0
```

```
0 DELAY RESPONSE 117165 117165 4294902867 0
0 P-DELAY FOLLOWUP 0 0 0 0
0 ANNOUNCE 82185 82184 4294901761 0
0 SIGNALING 78 78 0 78
0 MANAGEMENT 0 0 0 0
TOTAL 445845 445844 12884575317 118350
```

R-PHY#**show ptp clock 0 config**

```
Domain/Mode : 0/OC_SLAVE
Priority 1/2/local : 128/255/128
Profile : 001b19000100-000000 E2E
Total Ports/Streams : 1 /1
--PTP Port 1, Enet Port 1 ----
Port local Address :10.6.17.9
Unicast Duration :300 Sync Interval : -5
Announce Interval : -3 Timeout : 11
Delay-Req Intreval : -4 Pdelay-req : -4
Priority local :128 COS: 6 DSCP: 47
==Stream 0 : Port 1 Master IP: 15.88.15.88
```

注：RPDのパフォーマンスのトラブルシューティング手順の詳細については、「RPD DOCSISスループットパフォーマンスの問題のトラブルシューティング」を参照してください

関連情報

- [Precision Time Protocol – ウィキペディア](#)
- [1588-2008：ネットワーク測定および制御システム用プレジジョンクロック同期プロトコルのIEEE標準](#)
- [G.8265.1：周波数同期用プレジジョンタイムプロトコル通信プロファイル](#)
- [G.8275.1：フェーズ/時刻同期のためのプレジジョンタイムプロトコル通信プロファイルとネットワークからのフルタイミングサポート](#)
- [G.8275.2：ネットワークからの部分的なタイミングのサポートを使用した時間/フェーズ同期のためのプレジジョンタイムプロトコル通信プロファイル](#)
- [タイミングと同期コンフィギュレーションガイド、Cisco IOS XE Everest 16.5.1 \(Cisco ASR 900シリーズ\)](#)
- [Cisco 1x2 RPDソフトウェア1.1用Cisco Remote PHYデバイスソフトウェアコンフィギュレーションガイド](#)
- [RPD DOCSISスループットパフォーマンス問題のトラブルシューティング](#)