

# PTP和SyncE基础知识与Cisco IOS XR配置

## 目录

[简介](#)

[背景信息](#)

[相位/频率同步的重要性](#)

[网络时钟同步](#)

[频率同步](#)

[相位同步](#)

[时间同步](#)

[SyncE](#)

[SyncE的基本原理](#)

[以太网同步消息通道](#)

[带LAG的SyncE](#)

[PTPv2/1588v2](#)

[PTP的基本工作原理](#)

[PTP的工作](#)

[PTP域](#)

[消息交换模式](#)

[各种数据包类型](#)

[PTP设备类型](#)

[建立MasterClock-SlaveClock层次结构](#)

[配置文件](#)

[8275.1](#)

[8275.2](#)

[伺服算法](#)

[NCS 540上8275.1/8275.2的配置示例 \( 思科IOS XR \)](#)

[排除PTP故障](#)

[同步、通告、Delay Req和Delay Resp消息的数据包捕获示例](#)

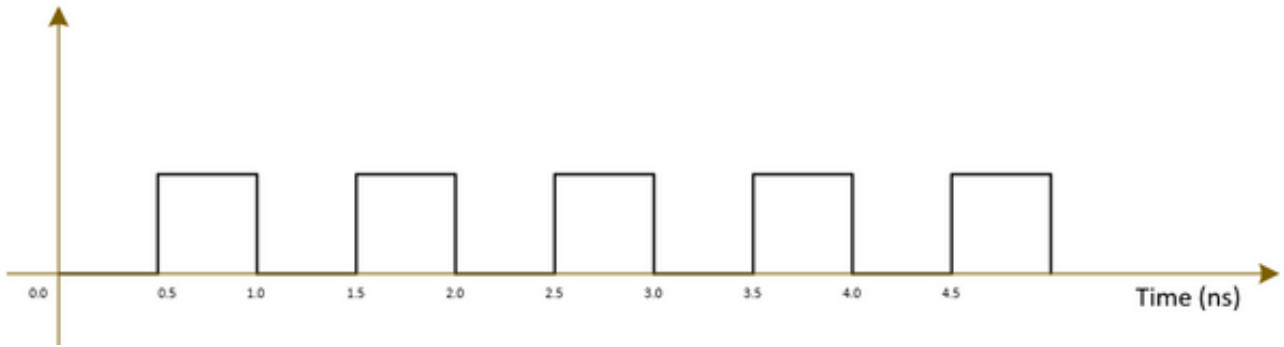
[相关信息](#)

## 简介

本文档介绍精确时间协议(PTP)和同步以太网(SyncE)在8275.1和8275.2电信配置文件中的Cisco IOS® XR设备的配置示例、示例和故障排除命令的工作。

## 背景信息

我们的时钟是墙上时钟或腕表，但是对于网络设备，它是交替0和1的周期信号，用于采样数据位。就像时钟中的秒数一样，时钟中的指针具有代表秒的角度移动，一对0和1代表T（时间周期 $T=1/\text{频率}$ ）。为了生成此时钟，网络设备使用的晶体振荡器的误差为 $\pm 100$  ppm（百万分比）。例如，频率为250 MHz和100 ppm的时钟在生成时钟信号时的频率范围为249.975 MHz至250.025 MHz。因此，理想情况下，时钟不是完全周期性的，但足以满足从接口采样数据信号的要求。

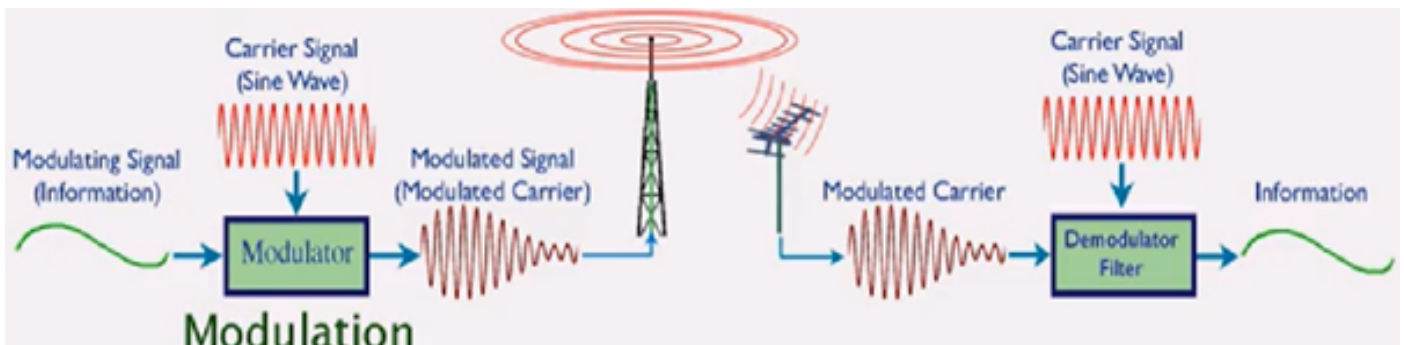


电信网络(3G/4G/5G)使用非常高质量(层)的时钟，所有基站(NodeB/eNodeB等)应尽可能以很小的错误/延迟(约 $1\mu\text{s}$ )与此时钟同步。

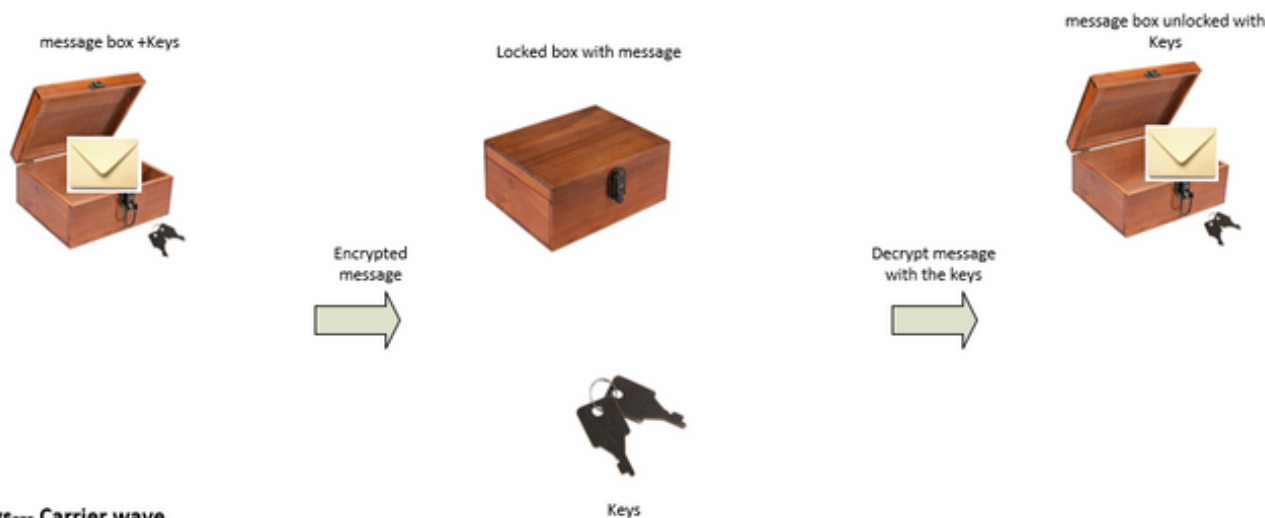
- 一种选择是在所有基站安装GPS，这种方法成本高，安全性低，因为GPS在卫星系统上运行。
- 第二种方法是使用现有网络设备(NE)随数据信号传输时钟信息。此选项非常经济高效，因为数据已经由NE传输，而使用NE进行时钟信号传输将使数据传输更便宜、更安全。但是，时钟质量可能不如之前的GPS选项好，并且会因NE中使用的配置文件/协议以及网络拥塞而有所不同。

### 相位/频率同步的重要性

在发射端用高频(载波信号)波调制的消息信号(例如语音信号)必须在接收端用在发射端的相同载波信号解调。如果载波的频率或相位发生任何变化/偏移，则消息信号将被损坏。但是，Rx载波和Tx载波之间总是期望有小的偏移。



比如，使用保险箱发送消息并用钥匙锁住它。如果有人想在保险箱中阅读邮件，则必须使用相同的密钥在接收方端解锁邮箱。如果复制密钥有任何失真/缺陷，则无法读取消息。



Keys--- Carrier wave

Message box--- Voice signal

If the key is bent or damaged the box may not open ( Similar to carrier waves frequency/phase offset)

We can send the keys to unlock the box by:

- Sending the keys over air-plane ( using GPS network analogy)
- Or sending the keys along with the box ( Using the existing network to transmit the clock signal which was used to transmit the data)

各种电信服务的可接受补偿为：

Application	Frequency		Phase		Note
	Backhaul	Air	Backhaul	Air	
LTE-FDD	±16 ppb	± 50 pbb	--	--	--
LTE-TDD	±16 ppb	± 50 pbb	±1.1µs ±4.1µs	±1.5µs ±5µs	< 3Km cell Radius > 3Km cell Radius
LTE-A / LTE-Pro	±50 pbb (Wide area) ±100 pbb (Local area) ±250 pbb (Home eNB)		≤ ±1.1µs	±1.5µs to 5µs	Depending on the application
LTE eMBMS	±16 ppb	± 50 pbb	≤ ±1.1µs	±1.5µs to 5µs	Inter-cell time difference

LTE-Advance	Type of Coordination	Phase	
		Backhaul	Air
eICIC	Enhanced inter-cell interference Coordination	≤ ±1.1µs	±1.5µs to 5µs
CoMP Moderate	UL coordinated scheduling	≤ ±1.1µs	±1.5µs to 5µs
	DL coordinated scheduling		
CoMP Tight	DL coordinated beamforming	≤ ±1.1µs	±1.5µs
	DL non-coherent joint transmission	≤ ±1.1µs	±1.5µs to 5µs
	UL Joint processing	≤ ±1.1µs	±1.5µs (±130ns)
	UL selection combining	≤ ±1.1µs	±1.5µs
MIMO	UL joint reception	≤ ±1.1µs	±1.5µs
	Tx diversity transmission at each Carrier frequency	65ns	±32.5ns

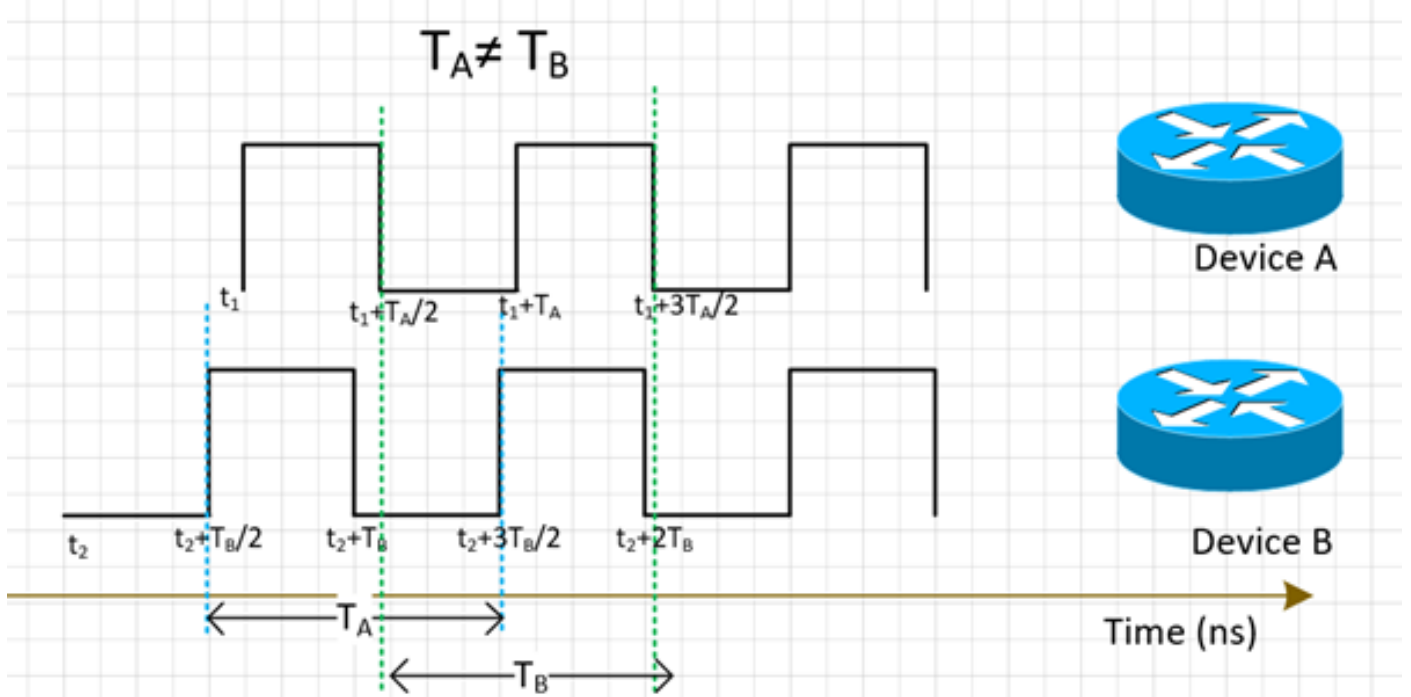
1 nano sec / sec =  $1 \times 10^{-9}$  (1 ppb)

## 网络时钟同步

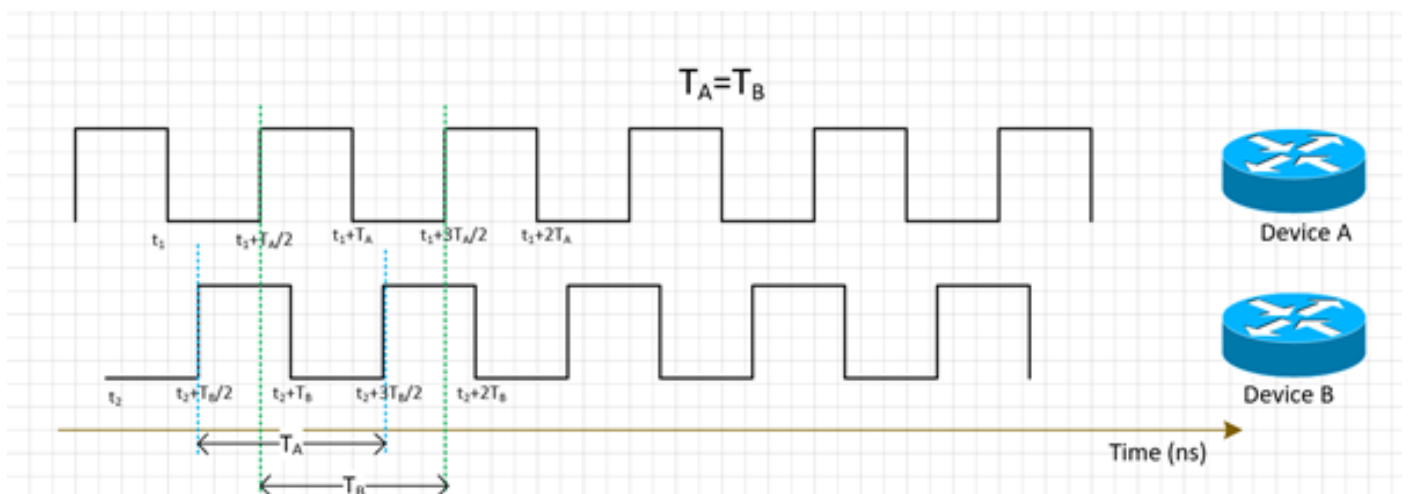
同步是指时钟与同一时间/相位和频率的对齐。

时钟同步可分为频率同步（实现= / =其中=也称为相同速率）、相位同步（同时）和时间同步（一天中的时间）。

### 频率同步



所有NE应将其时钟频率与源时钟（源于MasterClock）相匹配。



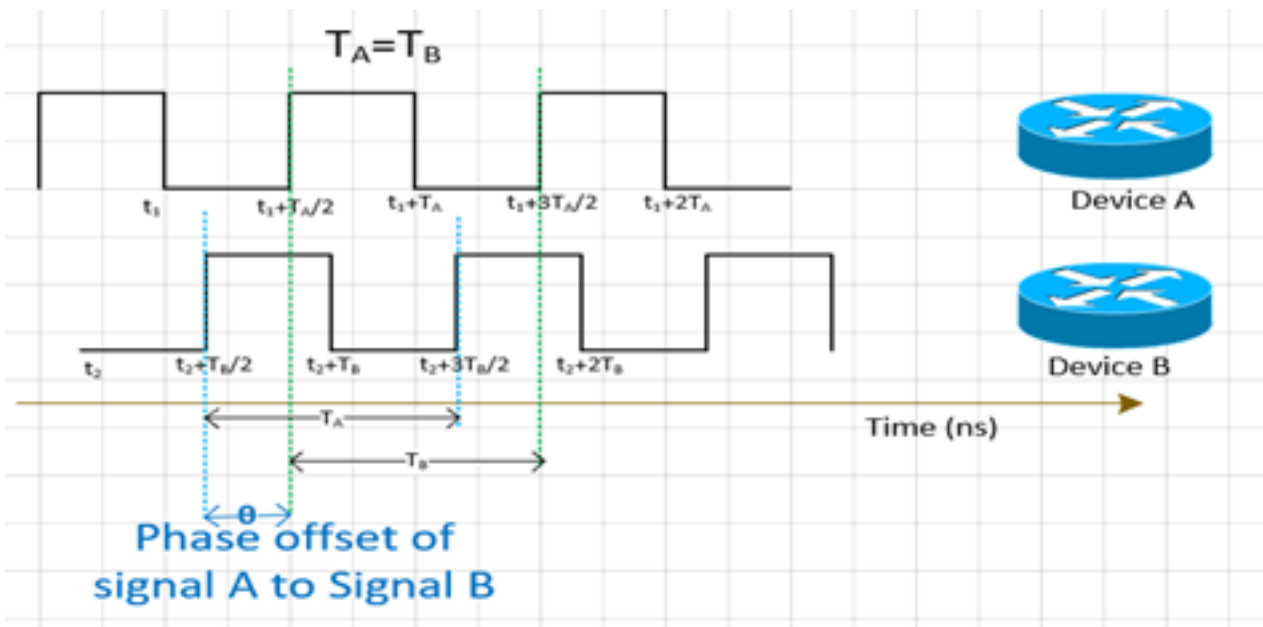
NE的频率同步可以通过SyncE或PTPv2实现，本节将进一步讨论。

SyncE用于从接口上接收的数据包（在物理层上工作）以及接口上接收的ESMC数据包（大约每秒一个数据包）中导出频率，该接口描述时钟的质量。因此，它不添加任何控制数据包，并且不受SyncE最佳方面的流量拥塞的影响。

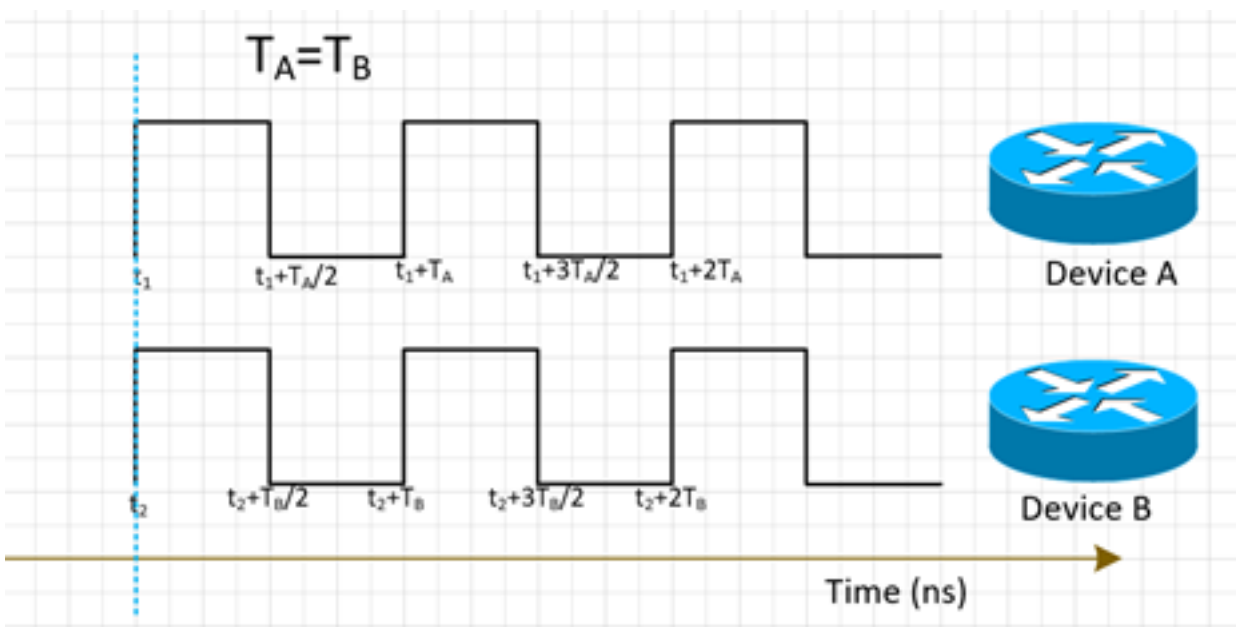
PTP在数据包上运行，因此会有控制数据包流，并且数据包会受到拥塞的影响，这会增加延迟。

## 相位同步

相位同步是关于这些时钟信号的对准。我们可以看到上述频率同步信号尚未对准，因此它们具有相位偏移。



PTPv2用于在网络中传输相位信息。



## 时间同步

时间同步（也称为“时间”）在所有NE中只具有相同的时间。即， $t_1 = t_2$ 。

NTP和PTP用于传输网络中的时间信息。虽然NTP提供毫秒精度，但PTP可提供最高亚微秒精度。

时间同步和相位同步通常在网络中使用同义，因为用于相位同步的PTP将实现时间同步。

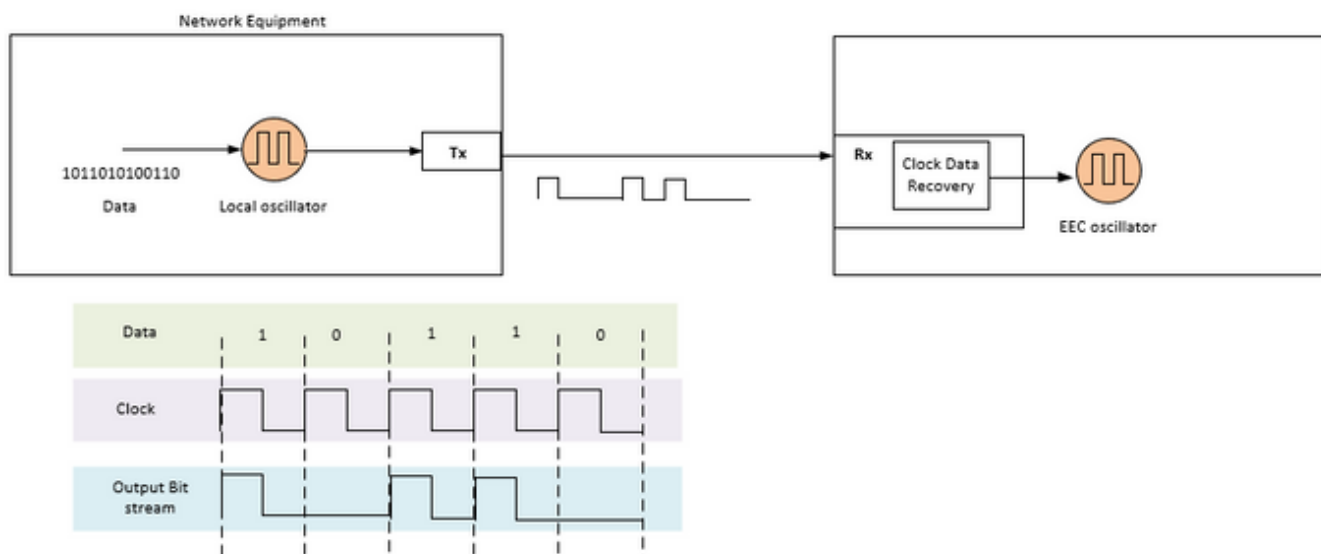
NTP现在不会成为我们讨论的一部分。

## SyncE

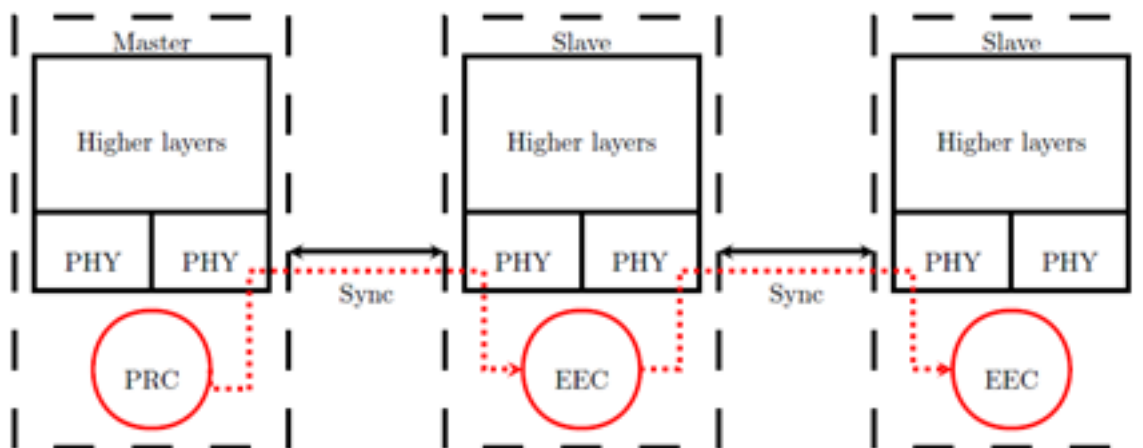
### SyncE的基本原理

SyncE的基本原理是从端口上接收的数据中提取时钟频率。

这里举例说明。数据信号由本地振荡器处理，输出数据从Tx端口发出。您可以观察到，在端口上传输的数据信号中存在时钟频率。SyncE的工作原理是对Rx端口上接收到的信号进行反向处理，得到传输的时钟的频率信息。



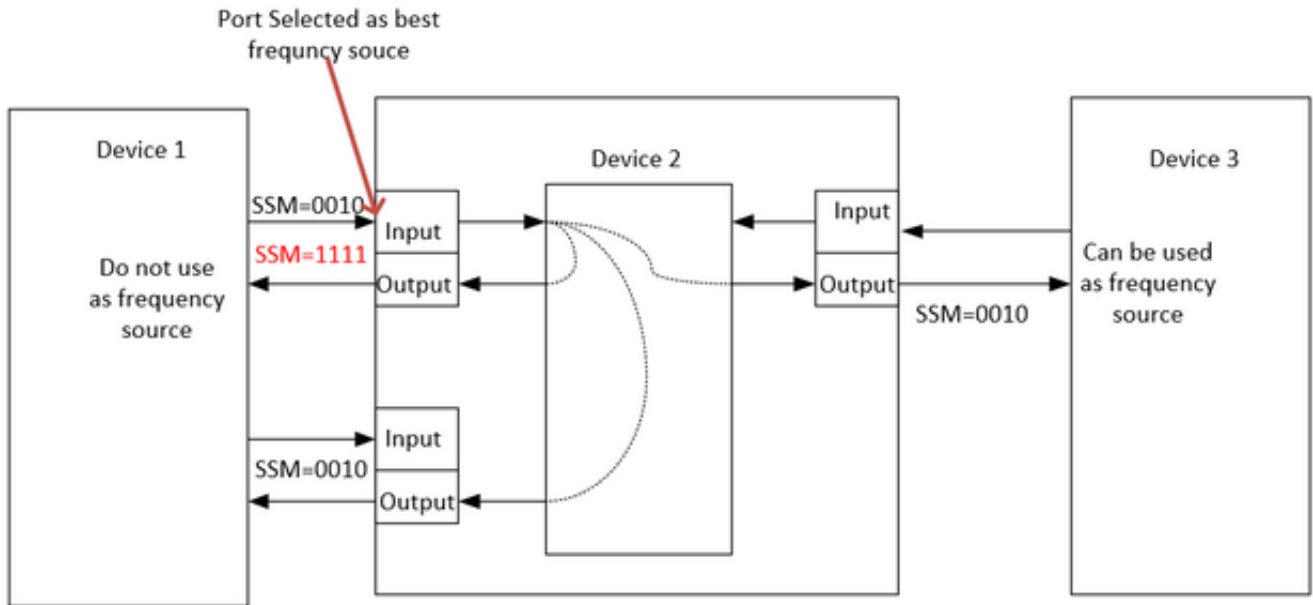
SyncE是ITU-T关于如何在网络中传输频率的建议。根据建议，该频率将从物理层中的比特流中恢复，如前所述。将在链中分配的时钟称为主参考时钟(PRC)，网络中的所有时钟都应跟踪到该时钟。要获取可跟踪时钟，需要根据SyncE建议使用同步以太网设备时钟(EEC)来实施主时钟和终端设备之间链路中的所有节点。恢复的时钟的性能不取决于网络负载，因为它不与任何特定数据包同步。





我们需要注意，如果设备是双宿主的，并且两个上游设备的信号源是PRC，则设备上从两个链路接收的QL是QL-PRC。因此，我们需要相应地确定链路的优先级，以便在跳数、链路等方面选择正确的上游设备。

在多个NE上同步MasterClock-SlaveClock时，为保护同步而使用多个可能的同步输入可能导致NE之间出现定时环路。为避免定时环路，NE应在NE方向插入DNU的SSM值，该NE时钟用作实际同步源。



## 带LAG的SyncE

SyncE在物理层工作，ESMC数据包也由以太网慢速协议承载。LAG是使用慢协议的另一项功能，LAG在ESMC之上运行。因此，LAG组中每个支持同步以太网的链路都需要处理ESMC消息。

还必须注意的是，由于可能产生计时环路，因此需要仔细考虑并行链路的使用。

理想情况下，在捆绑的单成员链路上运行它就足够了，但除此之外，操作人员需要配置多个支持以太网的同步端口。

## PTPv2/1588v2

IEEE 1588由电气和电子工程师协会(IEEE)在2002年定义为用于网络化测控系统的精密时钟同步协议(PTP)。它简称为精确时间协议(PTP)。

IEEE 1588v1适用于工业自动化、测试和测量领域。随着IP网络的发展和3G网络的普及，对时间同步的要求越来越高。为了满足这一需求，IEEE于2006年6月根据IEEE 1588v1起草了IEEE 1588v2,2007年修订了IEEE 1588v2，并于2008年底发布了IEEE 1588v2。

1588v2是一种时间同步协议，允许在设备之间实现高度精确的时间同步。它还用于实现设备之间的频率同步。

这种基于分组的同步机制通过分组交换的有效机制将亚微秒级的频率和相位同步与ToD分布能力相结合

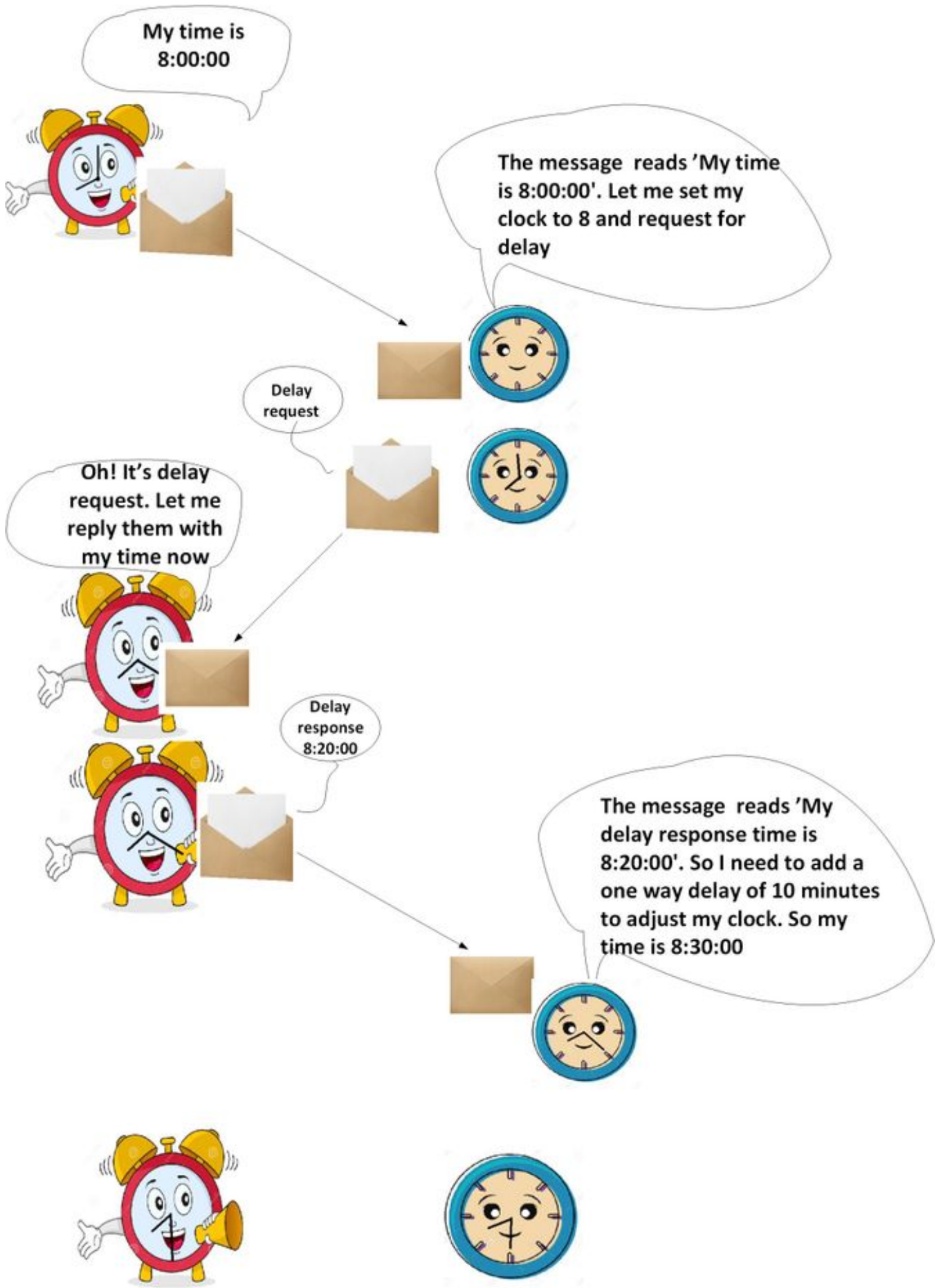
PTP的主要缺点也是其数据包性质，因为PTP使用的同步数据包在MasterClock和主机之间的网络中



转发，这些网络事件受所有网络事件的影响，如帧延迟（延迟）、帧延迟变化（数据包抖动）和帧丢失。即使采用对同步流应用高优先级的最佳实践，这些同步数据包仍会遇到拥塞以及可能的路由和转发问题，如顺序混乱和路由摆动。

## **PTP的基本工作原理**

在数据包中发送时间(hh:mm:ss)，利用数据包流往返时间来查找数据包传输的延迟，并通过调整半个往返延迟来纠正时钟时间。



PTP的工作

PTP使用分层MasterClock-SlaveClock体系结构进行时钟分配。

它指定系统中实时时钟如何彼此同步。这些时钟被组织到MasterClock-SlaveClock同步层次结构中，时钟位于层次结构的顶部，MasterClock决定整个系统的参考时间。通过交换PTP计时消息和从时钟实现同步，从时钟使用计时信息将其时钟调整到层次结构中它们的MasterClock的时间。

PTP设计时采用组播通信模型。PTP还支持单播通信模型，只要保留协议的行为即可。PTP假定“通告”消息由一个端口定期发送，并传送到通信路径中普通时钟或边界时钟的所有其他端口。如果通信路径包含两个以上端口，则假设通告消息以组播形式发送，或者通告信息使用单播消息复制到通信路径中的所有端口。PTP端口通过接收组播通告消息来发现通信路径中的其他端口。

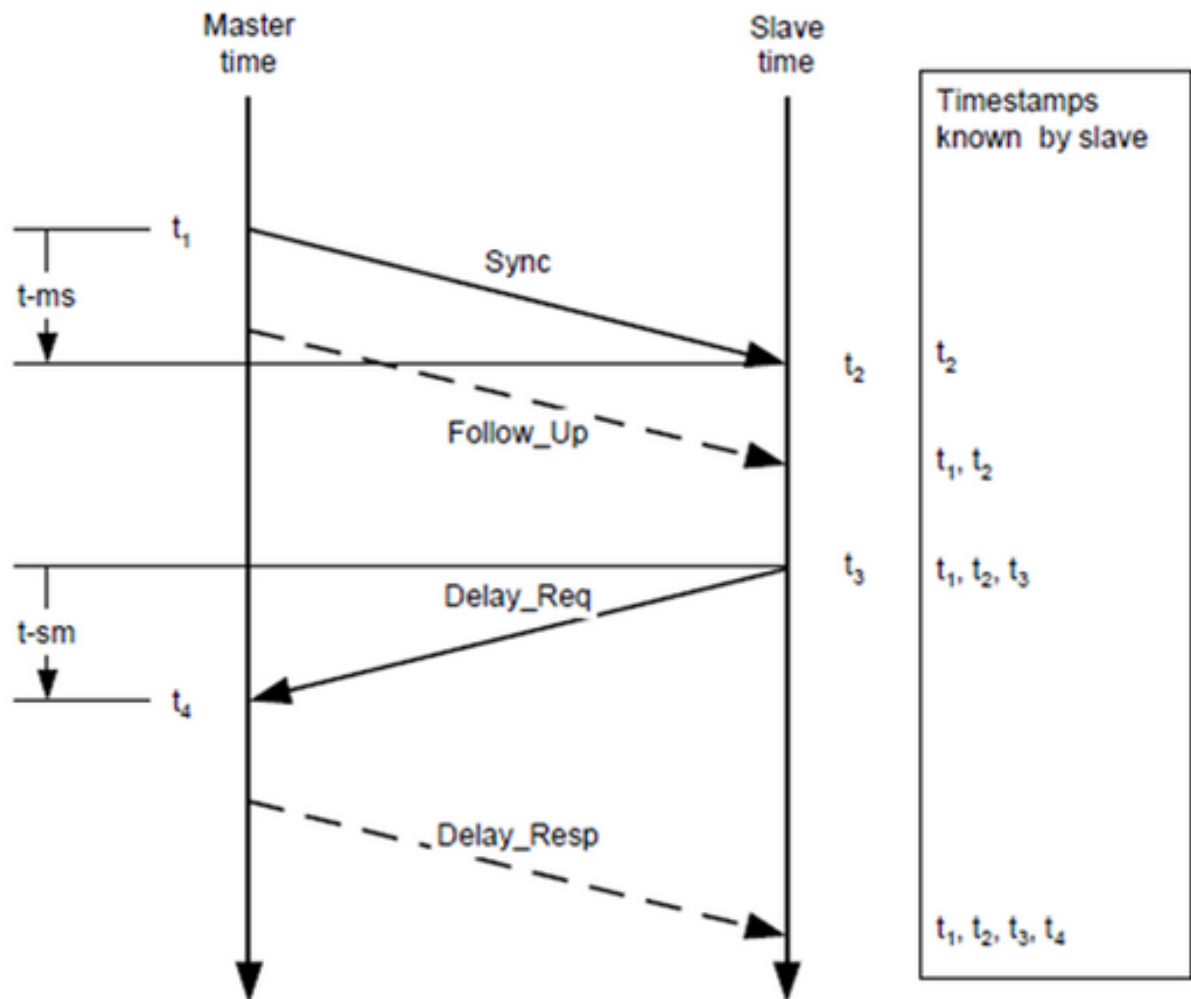
协议在称为域的逻辑范围内执行。所有PTP消息、数据集、状态机和所有其他PTP实体始终与特定域ID关联

协议定义事件和常规PTP消息。事件消息是定时消息，即，在传输和接收时都生成精确的时间戳（在设备的入口/出口点记录的时间，但不需要该消息传送时间 $t$ ）。一般消息不需要准确的时间戳。

## **PTP域**

域包括使用PTP协议相互通信的时钟的逻辑分组。

PTP域用于对管理实体内的网络进行分区。PTP消息和数据集与域关联，因此，PTP协议对不同域是独立的。

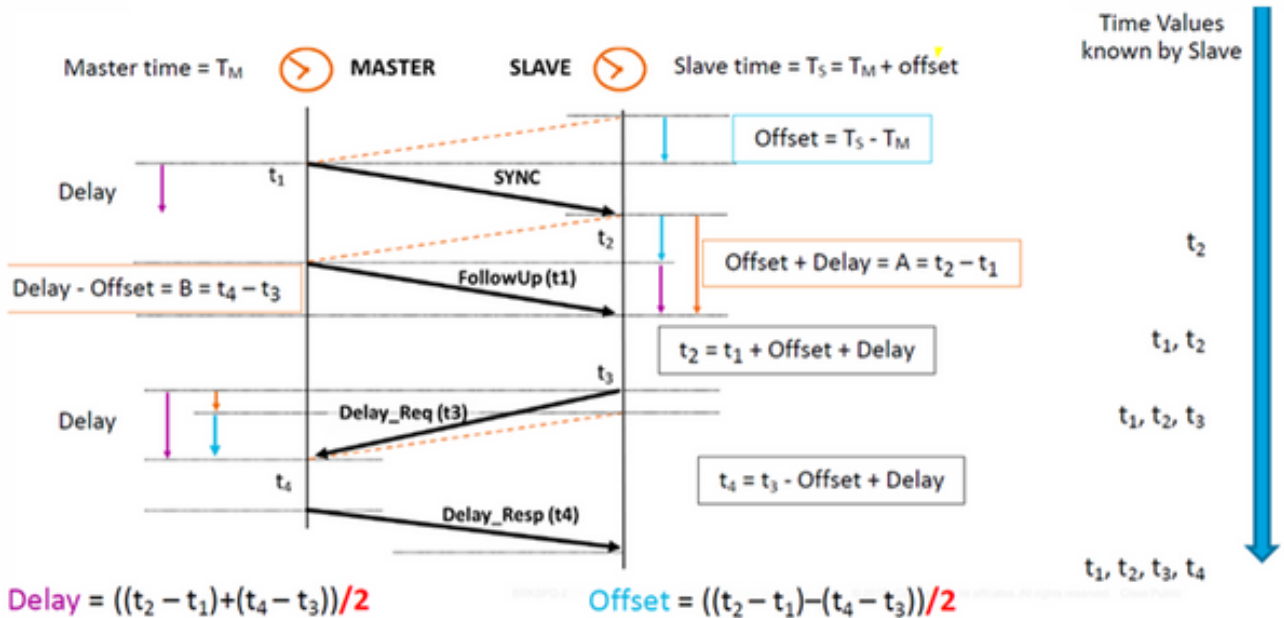


## 消息交换模式

1. MasterClock向SlaveClock发送同步消息，并记录发送该消息的时间。
2. SlaveClock接收同步消息并记录接收时间。
3. MasterClock通过以下方式将时间戳传送给SlaveClock: 在同步消息中嵌入时间戳。这需要某种硬件处理才能实现最高的精度和精度。在Follow\_Up消息中嵌入时间戳。
4. SlaveClock向MasterClock发送Delay\_Req消息，并记录发送该消息的时间。
5. 主时钟接收Delay\_Req消息并记录接收时间。
6. 主时钟通过将时间戳嵌入到Delay\_Resp消息中，将时间戳传送给从时钟。

事件消息所采用路径的不对称性会降低PTP时间准确性。具体地，时间偏移误差是不对称的1/2。

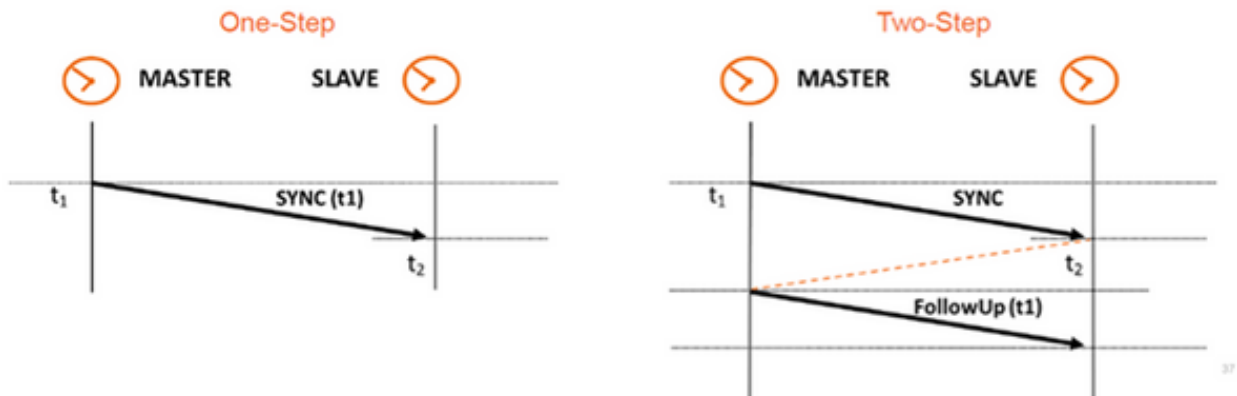
PTP无法检测不对称。但是，如果已知，PTP会纠正不对称。在物理层中，例如，通过传输介质不对称、通过网桥和路由器，以及在大型系统中，通过采用不同路由的事件消息通过的正向和反向路径通过网络。应配置系统，并选择组件，以尽量减少这些影响，而这些影响要由所需的计时精度指导。在距离只有几米的单个子网系统中，不对称通常不会考虑时间精度超过几十纳秒的问题。



### 各种数据包类型

事件消息集包括：

1. 同步 — 用于同步MasterClock和SlaveClock之间的时间。在两步中，同步消息不传送时间，但该时间在MasterClock上带有时间戳，并将在Follow\_Up消息中传送。在一步中，同步消息将传送时间。旧设备/硬件不支持在消息从端口传出时测量和携带出口时间点，因此两步是由于硬件限制。现在，硬件可以记录退出时间点并在同步消息内发送。一步向后兼容两步。



2. Delay\_Req - Delay\_Req消息是来自接收/从时钟节点的请求，它使用Delay\_Resp消息返回接收Delay\_Req消息的时间。它将用于计算SlaveClock和MasterClock之间的传输时间。此消息在SlaveClock上带有时间戳。
3. Pdelay\_Req - PTP端口将Pdelay\_Req消息传输到另一PTP端口，作为测量端口到端口传播时间的一部分，以确定它们之间链路上的延迟。P2P透明时钟使用它来计算每跳链路延迟。
4. Pdelay\_Resp - PTP端口响应Pdelay\_Req消息的接收而发送Pdelay\_Resp消息。

一组常规消息包括：

- 通告 — 此消息由最佳主时钟算法(BMCA)用于生成MasterClock-SlaveClock拓扑。它用于选择最佳MasterClock并将其保留在位。
- Follow\_Up — 此消息类型在两步模式下使用。它需要时间。(在MasterClock节点上同步退出时间)。

- Delay\_Resp — 用于计算从MasterClock到SlaveClock的传输时间。它在消息中传送时间 ( Delay\_Resp消息的退出时间 )。
- Pdelay\_Resp\_Follow\_Up — 这类似于Follow\_Up消息，但它由P2P透明时钟生成。
- 管理:不是我们讨论的一部分。
- 信令 — 用于时钟之间的通信，以用于所有其他目的。例如，信令消息可用于在主时钟与其从时钟之间协商单播消息的速率。

Sync、Delay\_Req、Follow\_Up和Delay\_Resp消息用于生成和传送使用延迟请求 — 响应机制同步普通时钟和边界时钟所需的定时信息。

Pdelay\_Req、Pdelay\_Resp和Pdelay\_Resp\_Follow\_Up消息用于测量实施对等延迟机制的两个时钟端口之间的链路延迟。链路延迟用于纠正由点对点透明时钟组成的系统中同步和跟进消息中的计时信息。

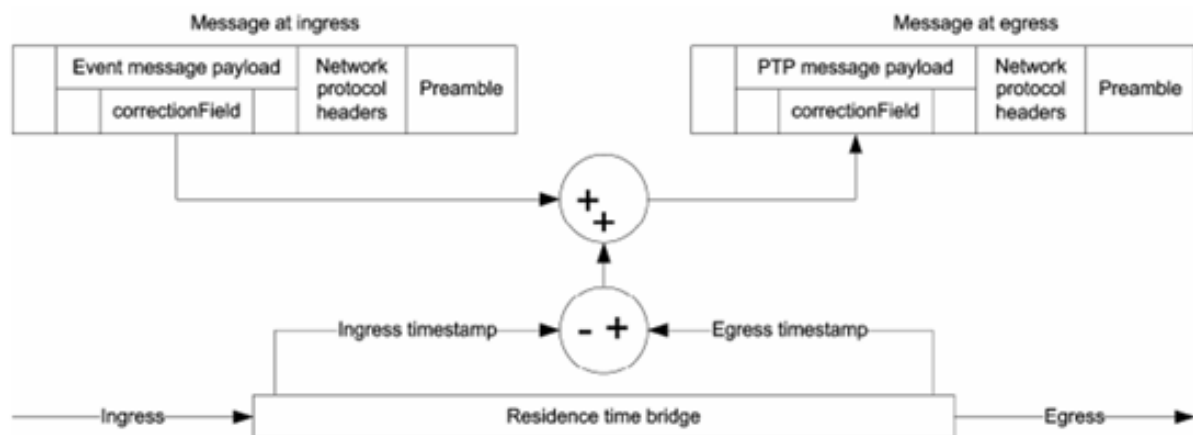
实施对等延迟机制的普通时钟和边界时钟可以使用测量到的链路延迟以及同步和跟进消息中的信息进行同步。通告消息用于建立同步层次结构。管理消息用于查询和更新由时钟维护的PTP数据集。这些消息还用于自定义PTP系统以及用于初始化和故障管理。管理消息在管理节点和时钟之间使用 ( 不属于我们讨论的范围 )。

信令消息用于时钟之间的通信以用于所有其他目的。例如，信令消息可用于在主时钟与其从时钟之间协商单播消息的速率。

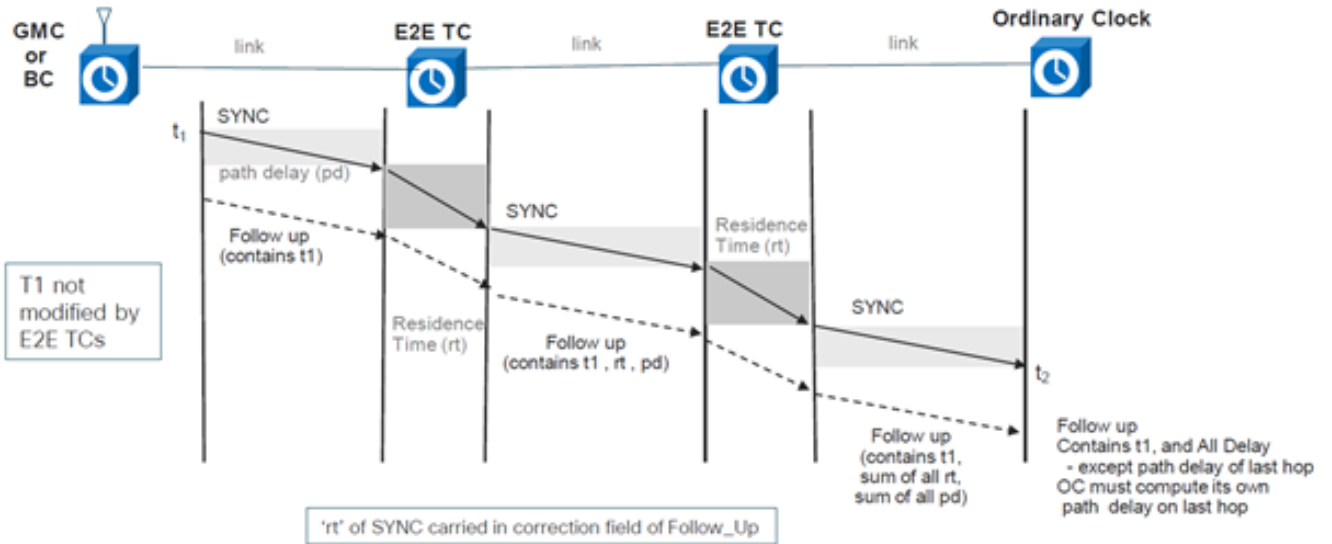
## PTP设备类型

PTP设备有五种基本类型，如下所示：

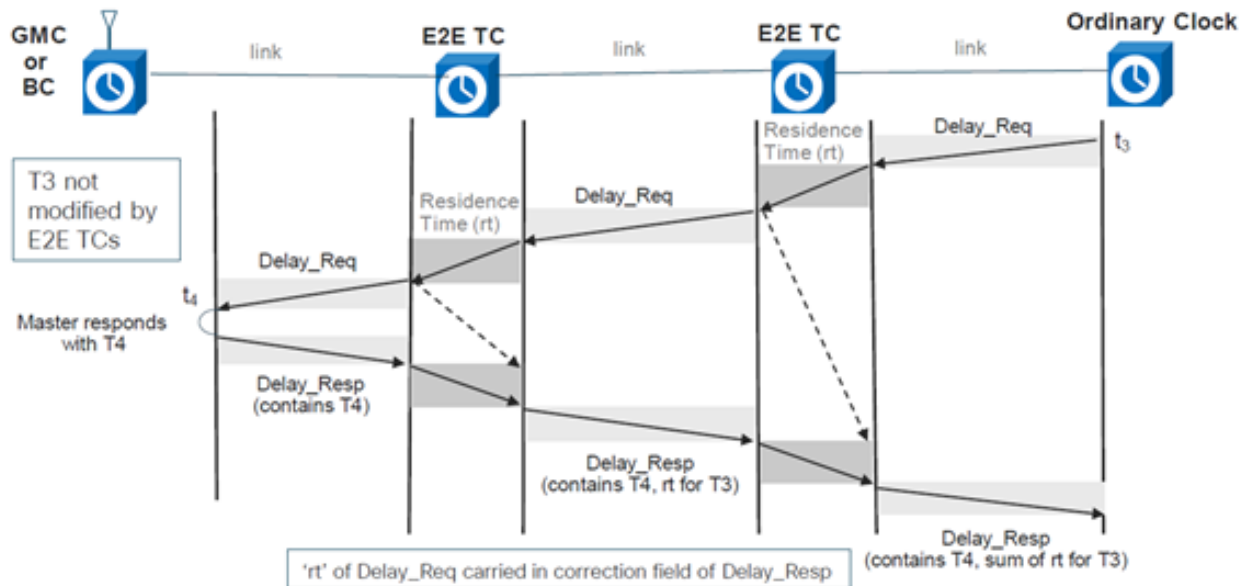
1. 普通时钟 — 只能是Grand MasterClock(GM)或SlaveClock。
2. 边界时钟 — 可以是SlaveClock和GM
3. 端到端透明时钟 — 端到端透明时钟转发所有消息，就像普通网桥、路由器或中继器一样。但是，对于PTP事件消息，驻留时间桥 ( 如下图所示 ) 测量PTP事件消息的驻留时间 ( 消息穿越透明时钟所花费的时间 )。这些驻留时间会累计到PTP事件消息或相关跟进消息的特殊字段 ( 更正字段 ) 中。此更正基于事件消息进入和离开透明时钟时生成的时间戳的差异。



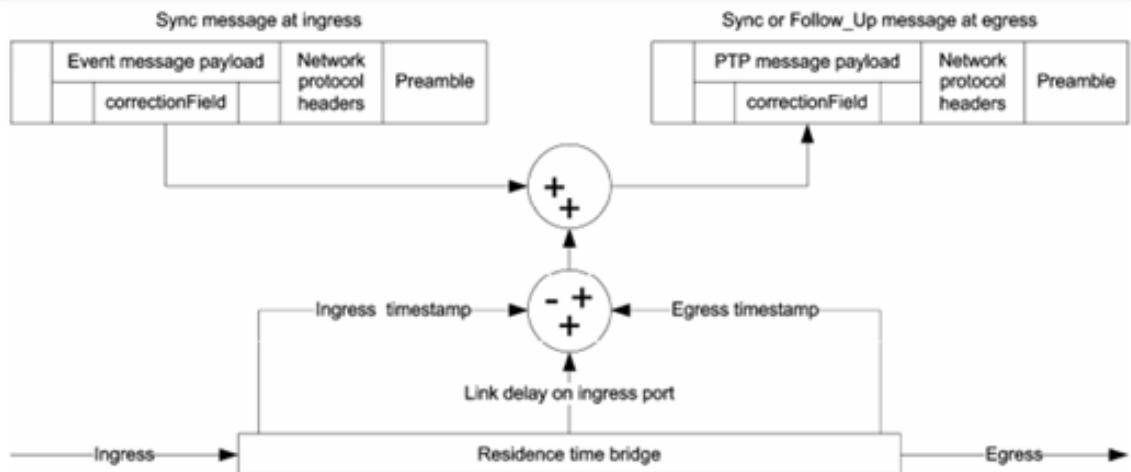
## End to End Sync Msg - 2 Step



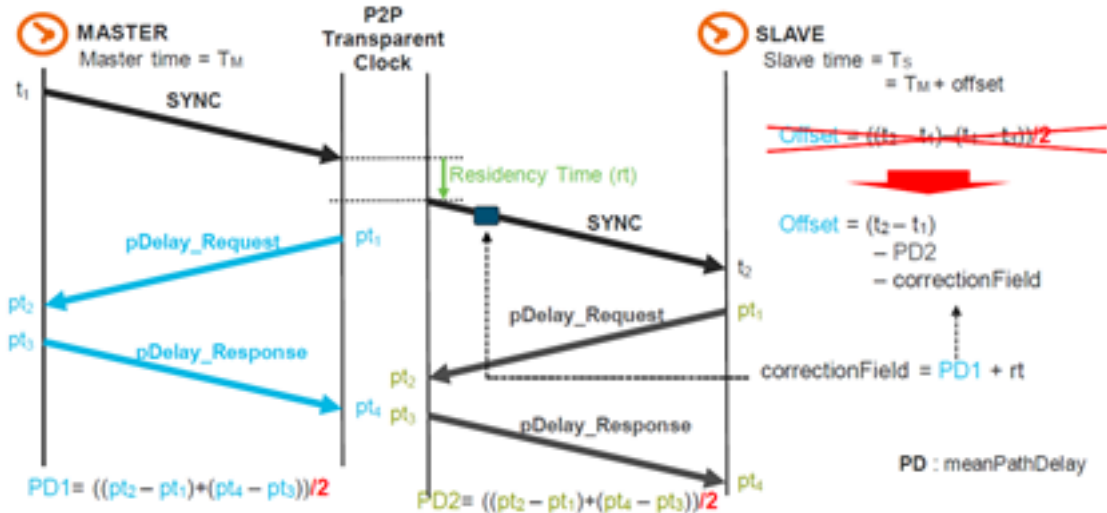
## End to End Delay\_Req and Delay\_Resp - 2 Step



4. 对等透明时钟 — 使用对等延迟机制 (生成自己的delay-req-resp数据包以计算对等链路延迟) 将驻留时间和链路传输延迟时间添加到ptp消息。



# Peer to Peer Transparent Clock – Sync and Delay



5. 管理节点 ( 不属于我们讨论的内容 )。

## 建立MasterClock-SlaveClock层次结构

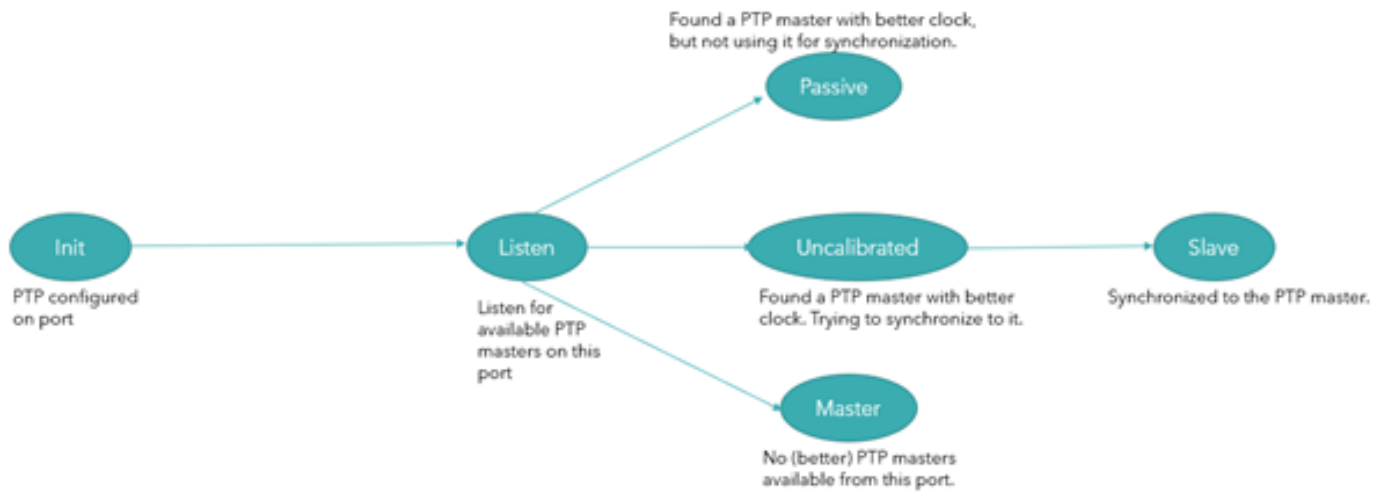
在域内，普通和边界时钟的每个端口执行协议状态机的独立副本。对于“状态决策事件”，每个端口检查端口上收到的所有通告消息的内容。使用最佳主时钟算法，分析通告消息内容以及与普通时钟或边界时钟相关联的数据集的内容以确定时钟的每个端口的状态。

## PTP状态机

普通和边界时钟的每个端口都维护PTP状态机的单独副本。此状态机定义端口的允许状态和状态之间的转换规则。确定主时钟 — 从时钟层次结构的主“状态决策事件”是接收通告消息和通告间隔（通告消息之间的间隔）的结束。确定MasterClock-SlaveClock层次结构的端口状态如下：

- INIT — 端口尚未准备好参与PTP。
- 侦听 — 端口准备好参与PTP时的第一种状态：端口侦听PTP主时钟（可配置）时间段
- PRE-MasterClock — 端口即将进入MasterClock状态。
- 主时钟 — 端口为任何侦听的从时钟/边界时钟提供时间戳。
- 未校准 — 端口从主时钟接收时间戳，但路由器的时钟尚未同步到该主时钟
- SLAVE — 端口从主时钟接收时间戳，并且路由器的时钟同步到该主时钟
- PASSIVE — 如果端口处于MasterClock状态，则端口知道比它通告的时钟更好的时钟，但该时钟没有停止工作





## 最佳主时钟算法

最佳的MasterClock算法比较描述两个时钟的数据，以确定哪些数据描述更好的时钟。此算法用于确定本地时钟端口接收的多个通告消息中描述的时钟是最佳时钟。它还用于确定新发现的时钟（外部MasterClock）是否优于本地时钟本身。描述外部MasterClock的数据包含在通告消息的grandMasterClock字段中。

数据集比较算法基于具有以下优先顺序的属性对比比较：

1. priority1 — 用户可配置的指定，指时钟属于从中选择MasterClock的一组有序时钟
2. clockClass — 定义时钟的TAI可跟踪性的属性
3. clockAccuracy — 定义时钟精度的属性
4. offsetScaledLogVariance — 定义时钟稳定性的属性
5. priority2 — 用户可配置的指定，在其它等效时钟之间提供更细粒度的排序
6. clockIdentity — 基于唯一标识符的平局

除此优先顺序外，当两个Announce消息反映相同的外部MasterClock时，还使用由本地时钟和外部MasterClock之间边界时钟数量测量的“距离”。距离在通告消息的stepsRemoved字段中指示。此情况可能发生在PTP系统中，PTP外的协议未删除循环路径。数据集比较算法明确选择两个时钟中的一个时钟为“更好”或“拓扑更好”。

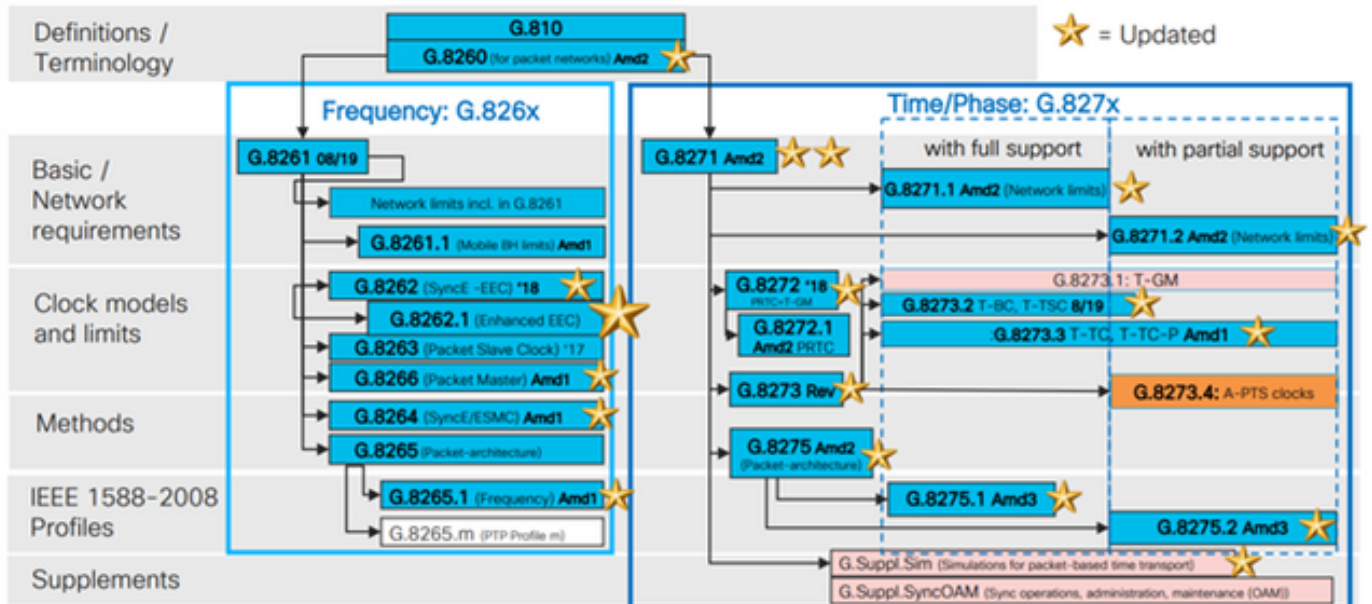
## 配置文件

PTP配置文件的用途是允许组织指定PTP的属性值和可选功能的特定选择，当使用相同的传输协议时，这些属性值和可选功能将实现工作间连接，并实现满足特定应用要求的性能。

PTP配置文件应定义：

- 最佳MasterClock算法选项
- 配置管理选项
- 路径延迟机制（对等延迟或延迟请求响应）
- 所有PTP可配置属性和数据集成员的范围和默认值
- 规定、允许或禁止的运输机制
- 所需、允许或禁止的节点类型
- 所需、允许或禁止的选项

为使用PTP的数据包网络定义的各种配置文件如下：



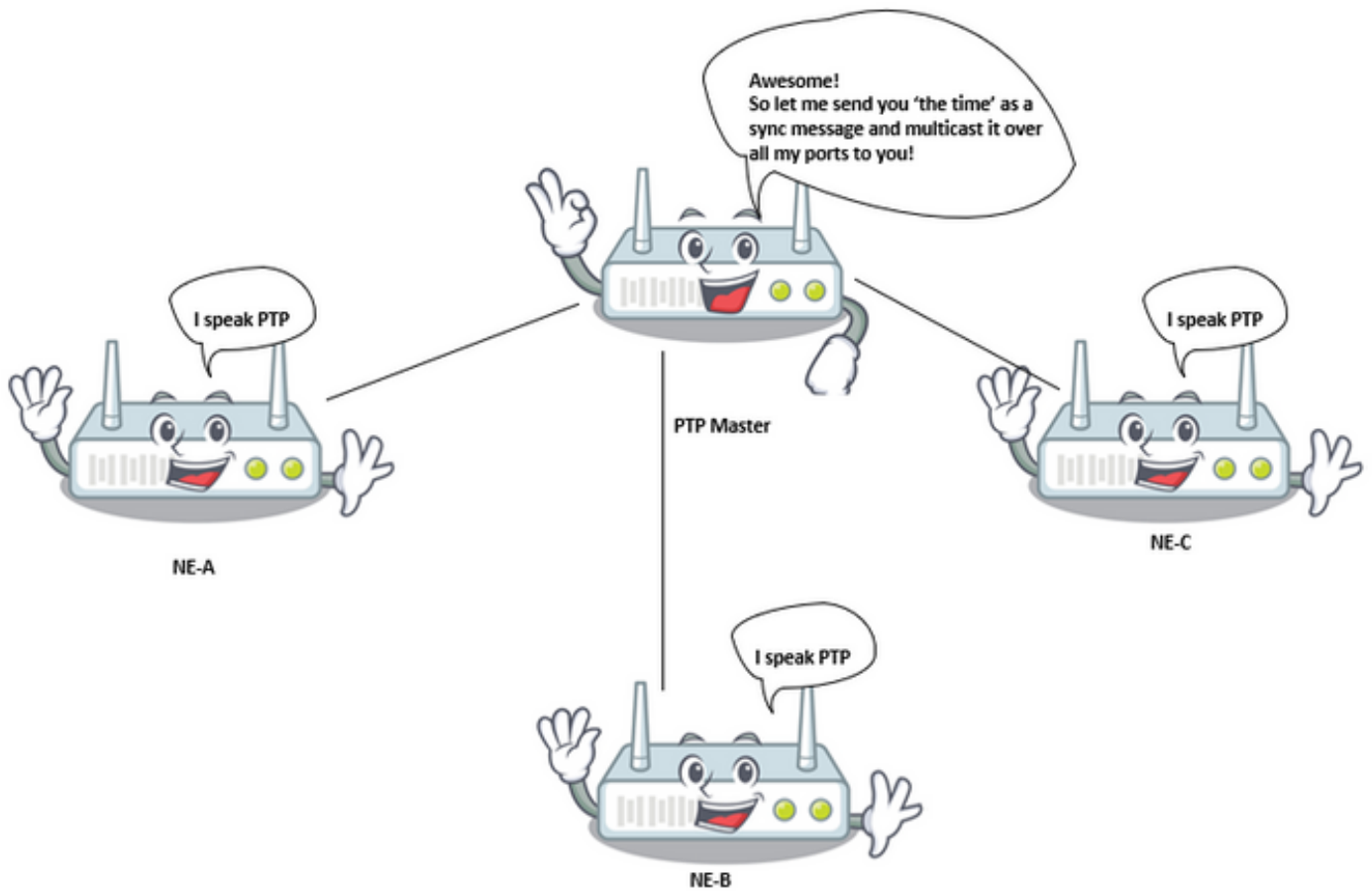
8265.x配置文件用于实现与PTP的频率同步。

8275.x使用PTP进行时间/相位同步。NCS5xx/55xx目前支持8265.1、8275.1、8275.2和8273.2。

8265.1以前用于3G/4G时钟同步，而8275.x现在用于5G，因为对5G网络的准确性的需求增加。

### 8275.1

本附件包含PTP电信的相位/时间分配简档，并提供来自网络的全时间支持。



### 同步模型：

G.8275.1配置文件采用逐跳同步模型。从服务器到客户端时钟路径中的每台网络设备将其本地时钟与上游设备同步，并提供与下游设备的同步

### 节点类型：

在此配置文件中，允许的节点类型是普通时钟、边界时钟和端到端透明时钟。

在此配置文件中，禁止的节点类型是点对点透明时钟。

### 域：

可以使用24到43的域ID。默认域ID为24

### Clock Mode:

允许一步时钟和两步时钟。时钟必须能够接收和处理从一步钟和两步钟传输的消息。传输消息时不需要时钟支持一步模式和两步模式。

需要、允许或禁止的传输机制

在此配置文件中，允许的传输机制为：

- IEEE 802.3/以太网和
- OTN

必须至少支持两种传输机制之一。对于通过IEEE 802.3/以太网传输，需要支持非转发组播地址01-80-C2-00-00-0E和转发组播地址01-1B-19-00-00-00，以符合此配置文件

### 单播/组播消息：

所有消息都使用两个组播地址(01-80-C2-00-00-0E/01-1B-19-00-00-00)之一进行组播发送。此版本的配置文件不允许单播模式。

### 最佳主时钟算法选项：

此配置文件使用备用BMCA。

从每个可用节点比较以下时钟参数（按顺序），以选择最佳主时钟：

表1. Telcom简档BMCA层次结构

参数	描述
第 1 优先级	不用于电信配置文件
时钟类	时钟可跟踪性的度量。 主时钟的频率/时间是否可追溯到GNSS参考（A、B比C好）
时钟精度	GM的时钟输出到主要参考的准确度如何？ 例如：精确到25纳秒以内。
偏移缩放的 日志方差 (OSLV)	时钟精度的测量。不同步到另一个源时，时钟输出会变化多少。
优先级 2	如果上述所有参数均匹配，则MasterClock节点上用户定义的优先级
本地端口优 先级	DUT上用户定义的每端口优先级
GM时钟标 识	GrandMasterClock的时钟ID用作断路器
删除的步骤	如果grandMasterClock可通过多个端口（A比B好）到达，则选择最短路径

### 路径延迟测量选项（延迟请求/延迟响应）：

此配置文件中使用延迟请求/延迟响应机制。此配置文件中不得使用对等延迟机制，必须使用delay\_req响应方法。

此PTP电信配置文件定义了一个备用BMCA，它允许使用两种主要方法来设置相位/时间同步网络的拓扑：

### 自动建立拓扑：

当将本建议中定义的localPriority属性配置为其默认值时，PTP拓扑由备用BMCA根据PTP时钟交换的通告消息自动建立。在此操作后，将建立具有到T-GM的最短路径的同步树。在此模式下，在故障事件和拓扑重新配置期间，将再次运行备用BMCA并生成新的同步树。此备用BMCA操作可确保无需手动干预或事先分析网络即不会创建计时环路。新PTP拓扑的收敛时间取决于网络大小和PTP参数的具体配置。

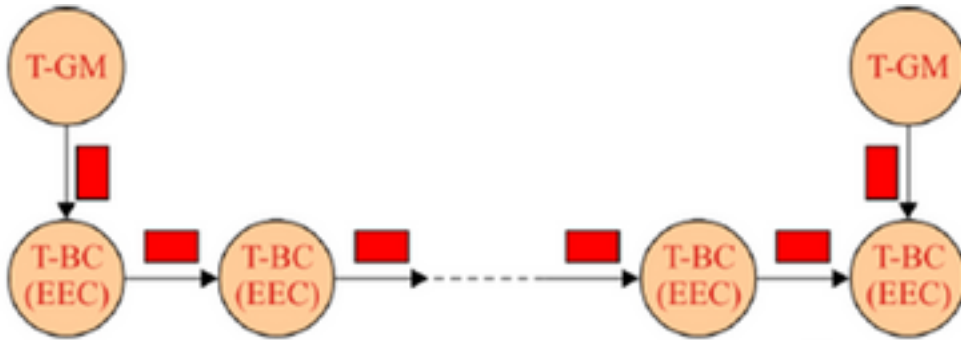
手动网络规划：使用本建议中定义的localPriority属性及其默认值不同，允许手动构建同步网络拓扑，其方式与同步数字层次(SDH)网络通常基于同步状态消息(SSM)运行类似。此选项允许根据系统配置的本地优先级完全控制故障事件和拓扑重新配置期间的操作。但是，在部署之前，需要仔细规划网络，以避免计时环路。

## 优先级2使用注意事项：

PTP属性priority2可在此配置文件中配置。在某些特殊情况下，使用priority2属性可以简化网络管理。本节介绍两个使用案例；其他可能的案例有待进一步研究。

### • 例 1.

运营商可以配置PTP属性priority2，使所有电信边界时钟(T-BC)可以跟踪到一个电信大主时钟(T-GM)，也可以同时跟踪到两个不同的T-GM。

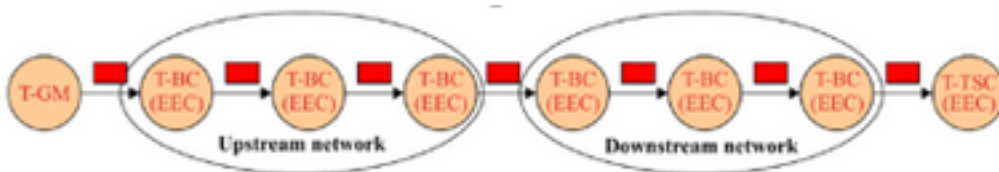


例如，在此图中，如果两个T-GM的所有其它PTP属性相同，并且两个T-GM配置有相同的优先级2值，则每个T-BC将选择具有最短路径的T-GM。如果两个T-GM配置了不同的优先级2值，所有T-BC将与优先级值最小的T-GM同步。

### • 案例 2.

运营商可以配置PTP属性priority2，以在T-GM发生故障时防止上游网络的T-BC与下游网络的T-BC同步。

例如，在图中，如果所有T-BC的所有其它PTP属性相同，并且所有T-BC的PTP属性优先级2都配置了相同的值，则当T-GM发生故障时，上游网络中的T-BC可以与下游网络中的T-BC同步，取决于所有T-BC的clockIdentity值。如果上游网络中的T-BC被配置为比下游网络中的T-BC小的优先级2值，则当T-GM发生故障时，下游网络中的T-BC将与上游网络中的T-BC同步。



## 链路聚合上的操作：

当通过链路聚合(LAG)连接两个嵌入符合此配置文件的PTP时钟的设备时，应直接访问每个物理链路以传输PTP消息，绕过LAG。该方法防止当正向和反向路径通过属于LAG的不同链路传送时可能存在的潜在不对称。

## 选择PTP以太网组播目标地址的注意事项：

当使用PTP映射时，此PTP配置文件支持非转发组播地址01-80-C2-00-00-0E和转发组播地址01-1B-19-00-00-00。

要使用的以太网组播地址取决于运营商策略；下文提供了进一步的考虑。

与T-BC或T-TC的PTP端口关联的第2层桥接功能不应转发任何目的MAC地址为01-1B-19-00-00-00的帧；这可以通过在过滤数据库中正确调配此组播地址来实现。

- 选项1 — 使用非转发组播地址01-80-C2-00-00-0E。

一些网络操作员认为，PTP消息绝不能通过PTP不知情的网络设备转发。

使用非转发组播地址01-80-C2-00-00-0E可保证大多数时间都有此属性（某些旧式以太网设备存在例外）。

因此，在网络设备配置错误（例如，如果PTP感知网络设备中未启用PTP功能）的情况下，使用此组播地址可防止同步分布不正确，因为PTP消息将被PTP不知情的网络设备阻止。

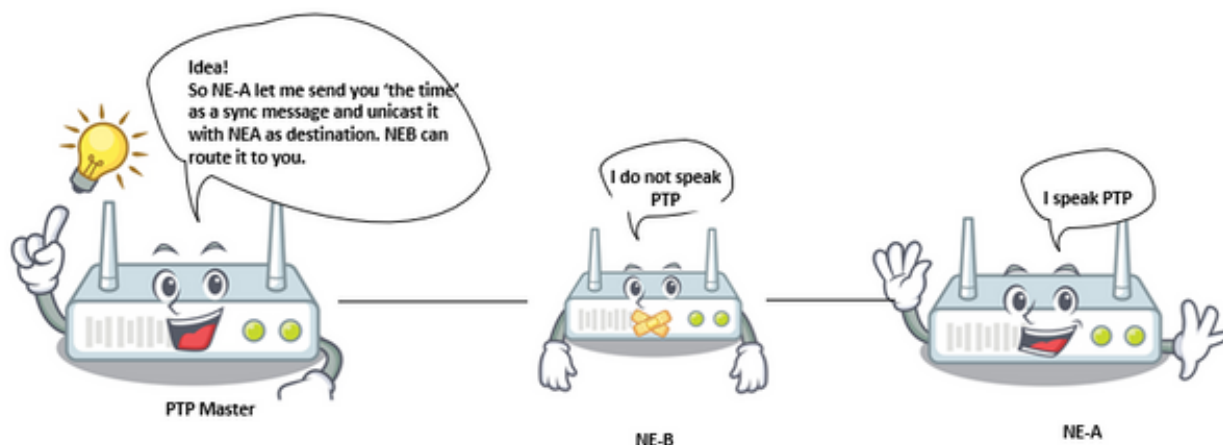
- 选项2 — 使用可转发组播地址01-1B-19-00-00-00。

一些网络操作员认为使用可转发组播地址更灵活，在某些设备误配置为非PTP节点时，最好转发PTP消息以保持同步链路运行，尽管存在性能降低的潜在风险。网络管理系统(NMS)将轻松发现配置错误并发送警报。

但是，可以通过在每个以太网设备的过滤数据库中正确调配此组播地址来阻止PTP消息。

## 8275.2

此建议定义了另一个PTP配置文件，允许从网络分配部分计时支持(PTS)的阶段和时间（即，无需在网络中运行每台设备ptp）。8275.2与8275.1的主要区别在于它在IPv4单播上运行，而不是网络中的所有节点都需要运行PTP。



### 传输机制：

在此配置文件中，所需的传输机制是UDP/IPv4。

### 单播消息：

所有消息都以单播方式发送。

在此电信配置文件中，单播协商是默认启用的。

SlaveClock将按照单播消息协商过程启动会话。

### 域：

可以使用44到63之间的域ID。默认域ID为44。

### 最佳主时钟算法选项：

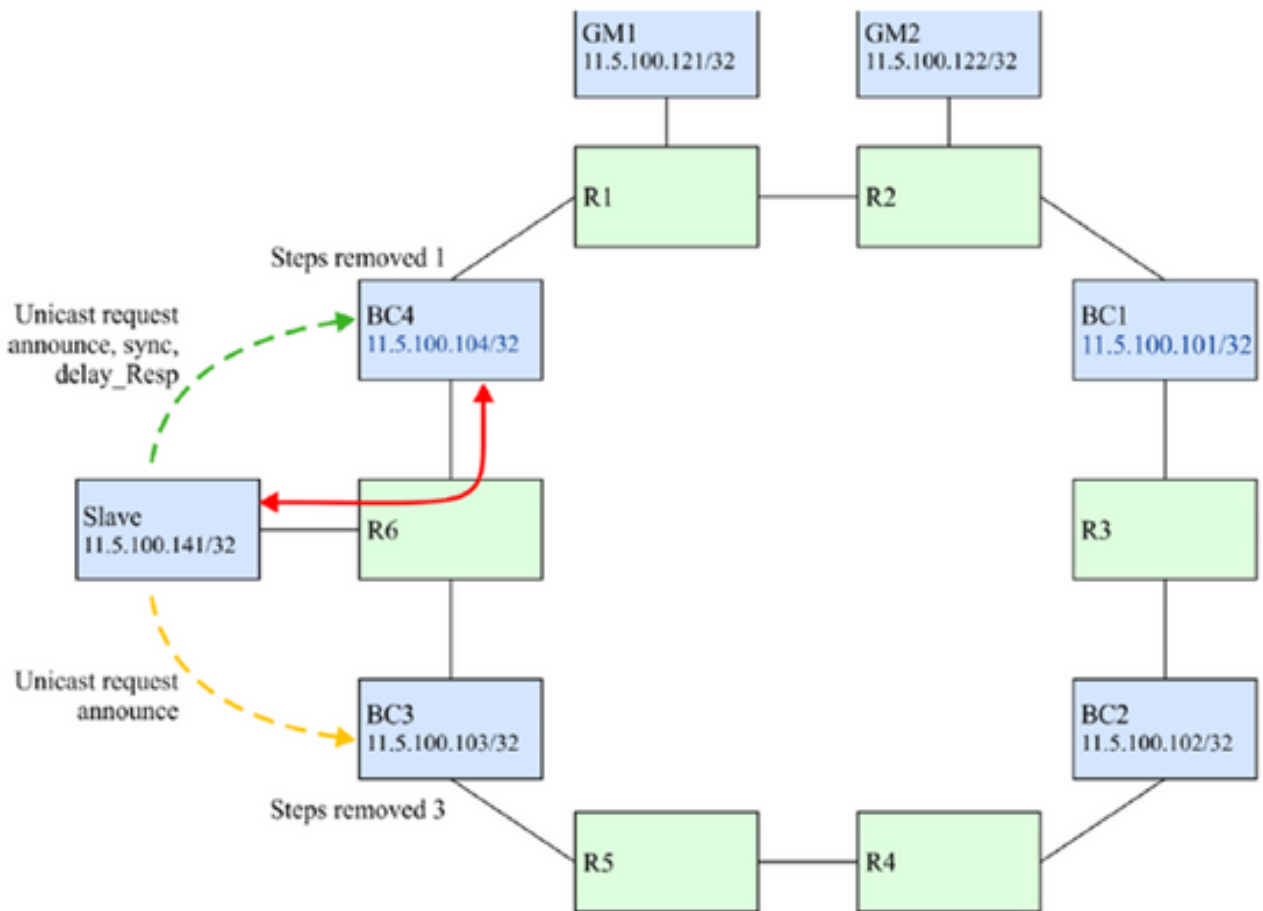
此配置文件使用备用BMCA。

属性IPath延迟测量选项（延迟请求/延迟响应）、自动拓扑建立和使用优先级2的注意事项与电信配置文件8275.1相同

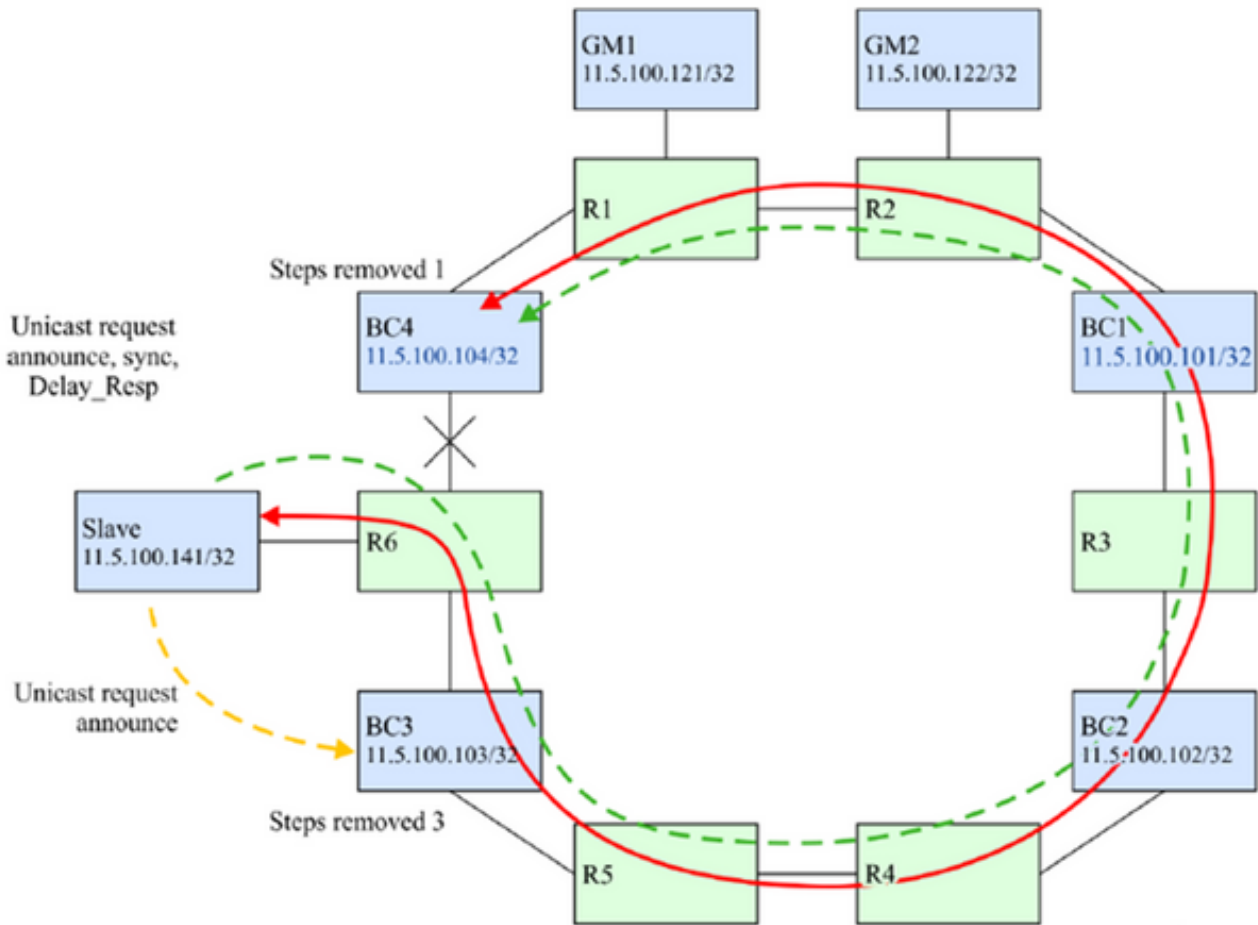
### 环拓扑中PTP over IP传输的注意事项：

在IP传输层上使用PTP消息时，需要考虑第3层协议的某些方面。PTP层使用目的IP地址将消息传送到IP层。然后，IP层确保消息通过IP传输网络从源节点到目的地址的某条路径传送到目的地。IP层包括动态路由协议，可根据IP路由器之间的可用链路调整网络路径。可能是，IP传输层采用的路径可能不是同步规划器“预期”的路径。在IP传输层应用一些限制来控制PTP消息的次优路径可能会有益。在环拓扑中，这种情况很可能发生。

以下图所示的拓扑为例，SlaveClock配置为从BC3和BC4请求单播服务。在收到来自BC3和BC4的通告消息后，SlaveClock将运行BMCA，并根据步骤（删除的BC4值为1）与步骤删除的BC3值3。SlaveClock随后会请求BC4的同步消息。



如果BC4和R6之间的连接中断（请参阅下图），则BC4无法通过预期路径到达。但是，仍然可以到达它，因为路由协议将通过在环上路由IP数据包来保持连接。BC4保留为父时钟，因为BMCA仍认为它更好。



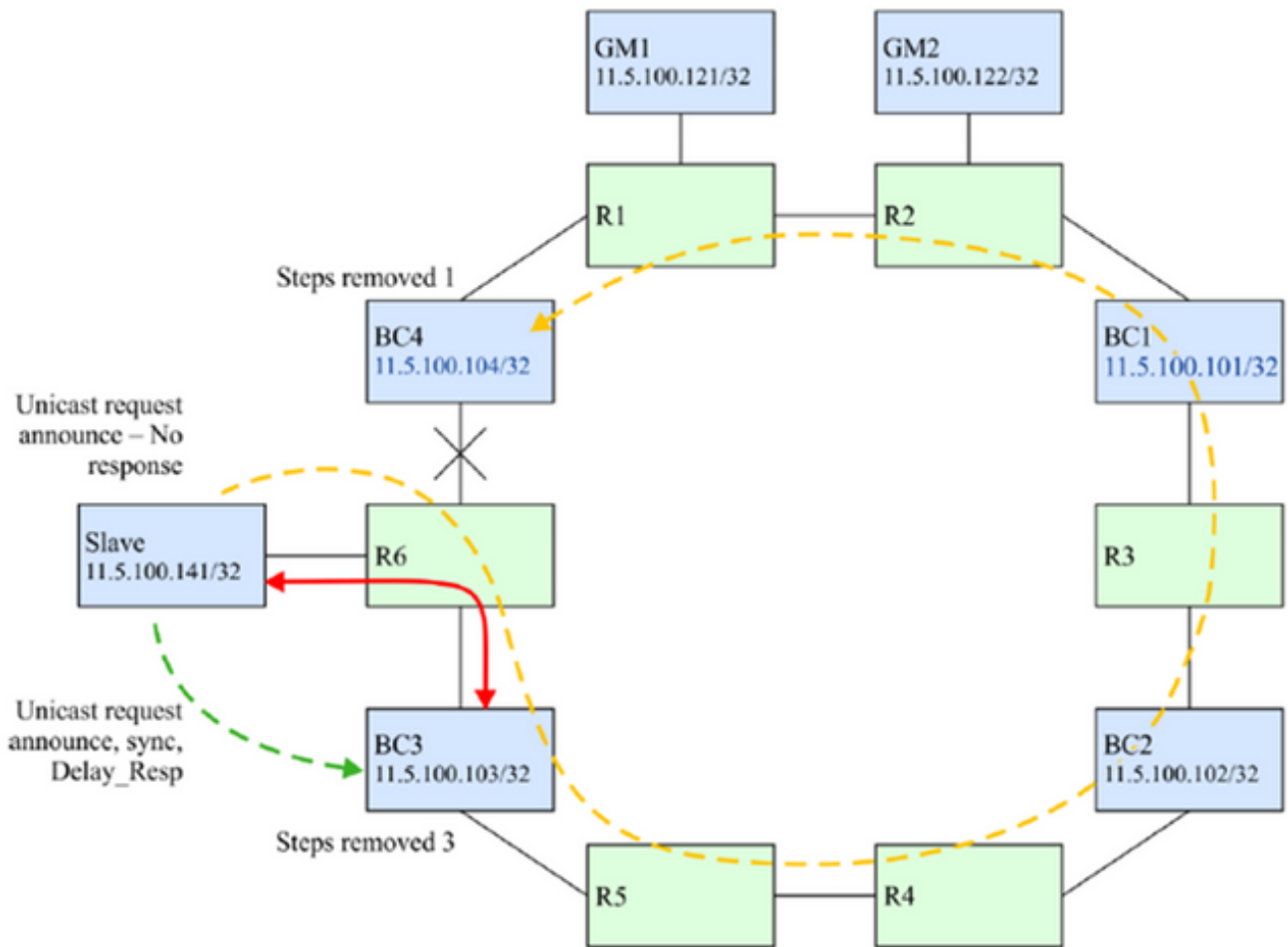
最可能的操作是SlaveClock应切换到BC3以获得更好的性能。

可采用一些技术来确保在上述故障场景中，SlaveClock将选择BC3作为其父时钟。如果BC4的PTP IP消息环绕环顺时针转换，则它们基于阻止从BC4到SlaveClock的PTP IP消息。该解决方案仅基于阻止PTP消息，而不基于可能使用相同IP地址的其他协议的消息。

选项1.唯一IP地址和静态路由：

在某些部署模式中，可以为单独使用PTP分配唯一的IP地址。这样，就允许使用静态路由来控制节点之间PTP流的方向。配置BC4，使用到达11.x.x.141（从时钟）的唯一路径是BC4和R6之间的链路。此外，可以配置R6，使得用于到达11.y.y.104(BC4)的唯一路径是R6和BC之间的链路4.如果R6和BC4之间的链路发生故障，则没有路由可用于获取11.x.x.141和11.y.y.104之间的IP数据包，因此SlaveClock不会收到Announces from BC4，而BMCA将选择BC3作为父时钟。请参阅此映像。

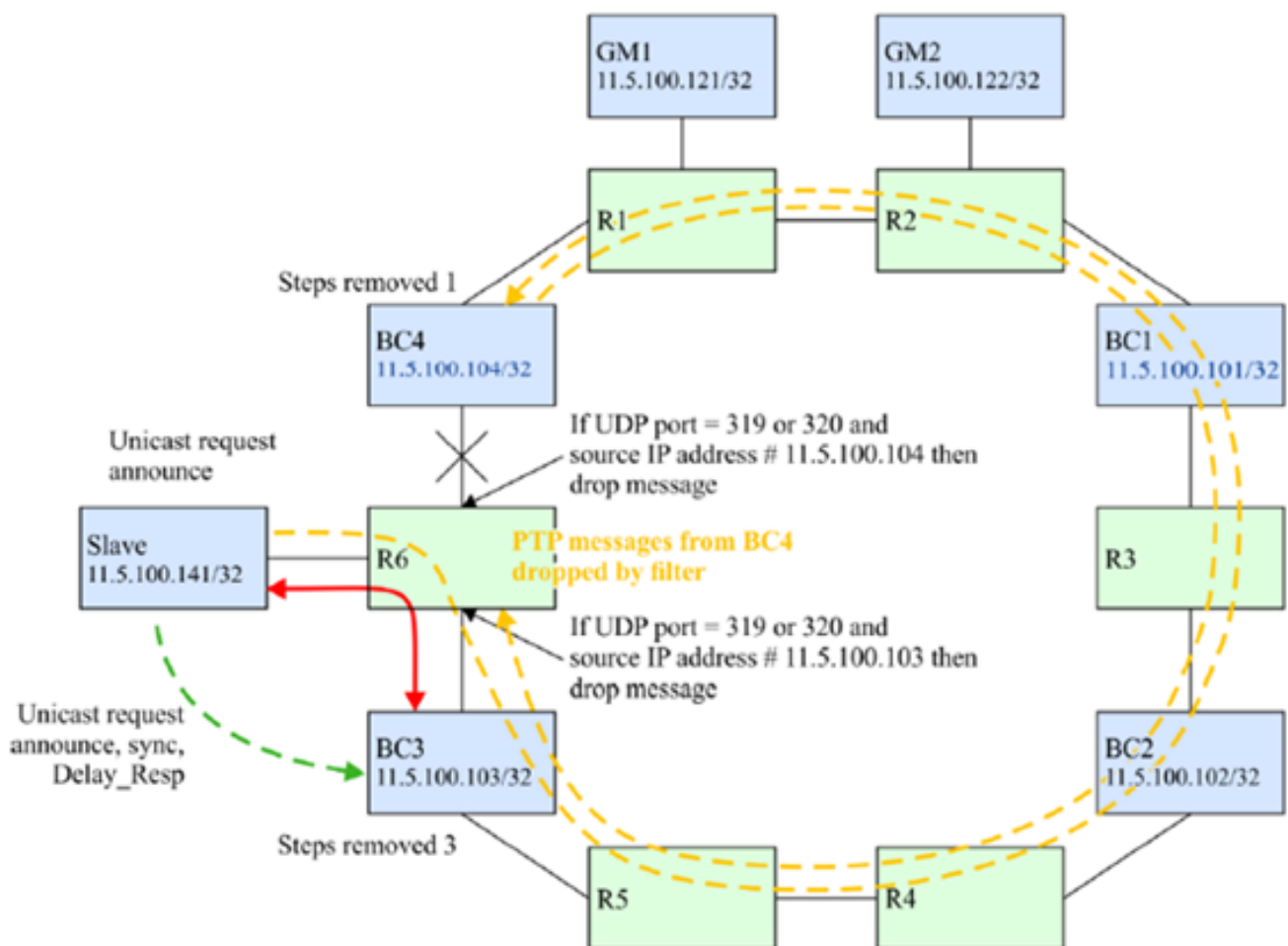
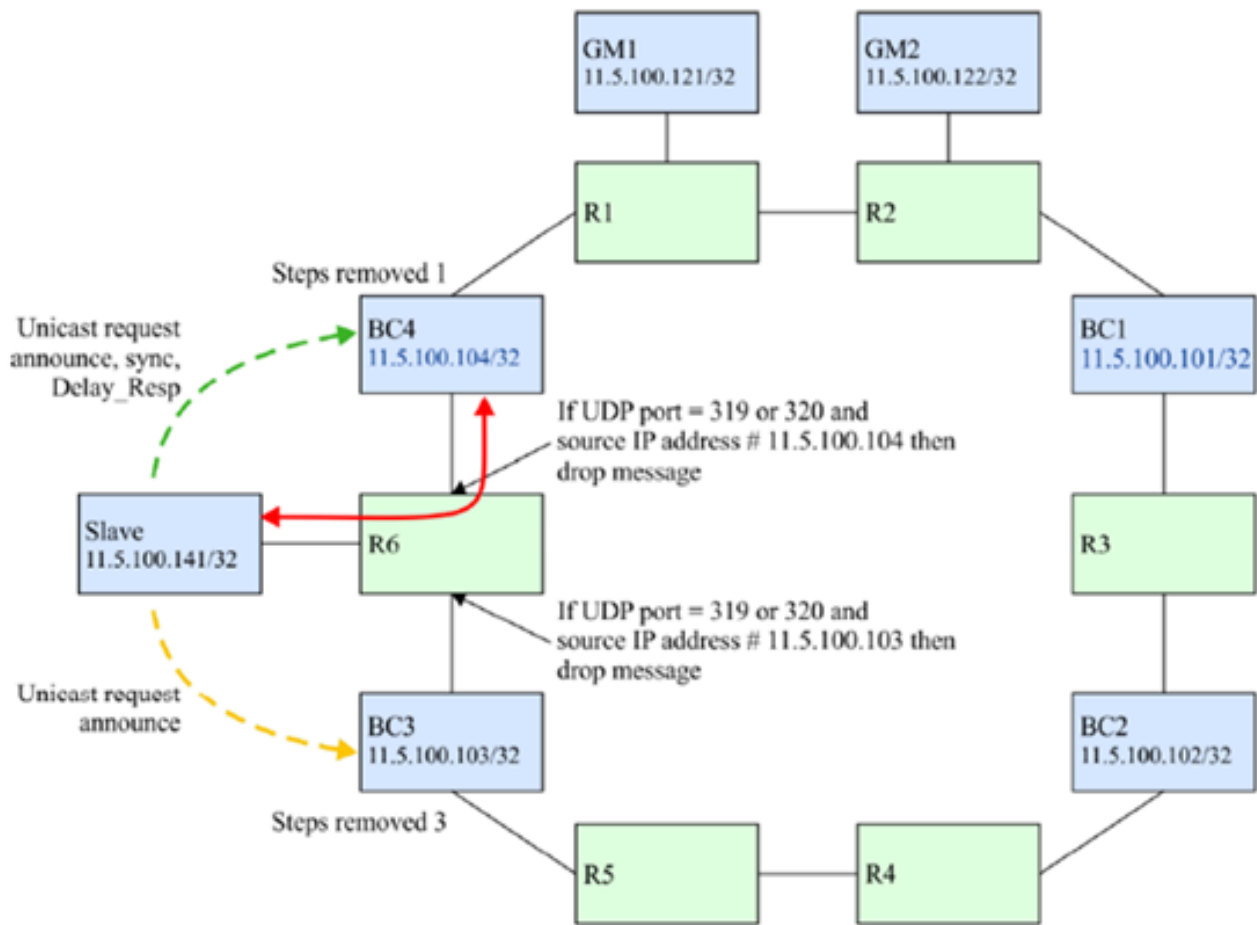




## 选项2. IP过滤器

所有路由器都支持某种级别的IP过滤。过滤器可用于保护路由器的控制平面免受有害消息的影响。在本例中，它们可用于控制路由接口子集上PTP消息的接受。

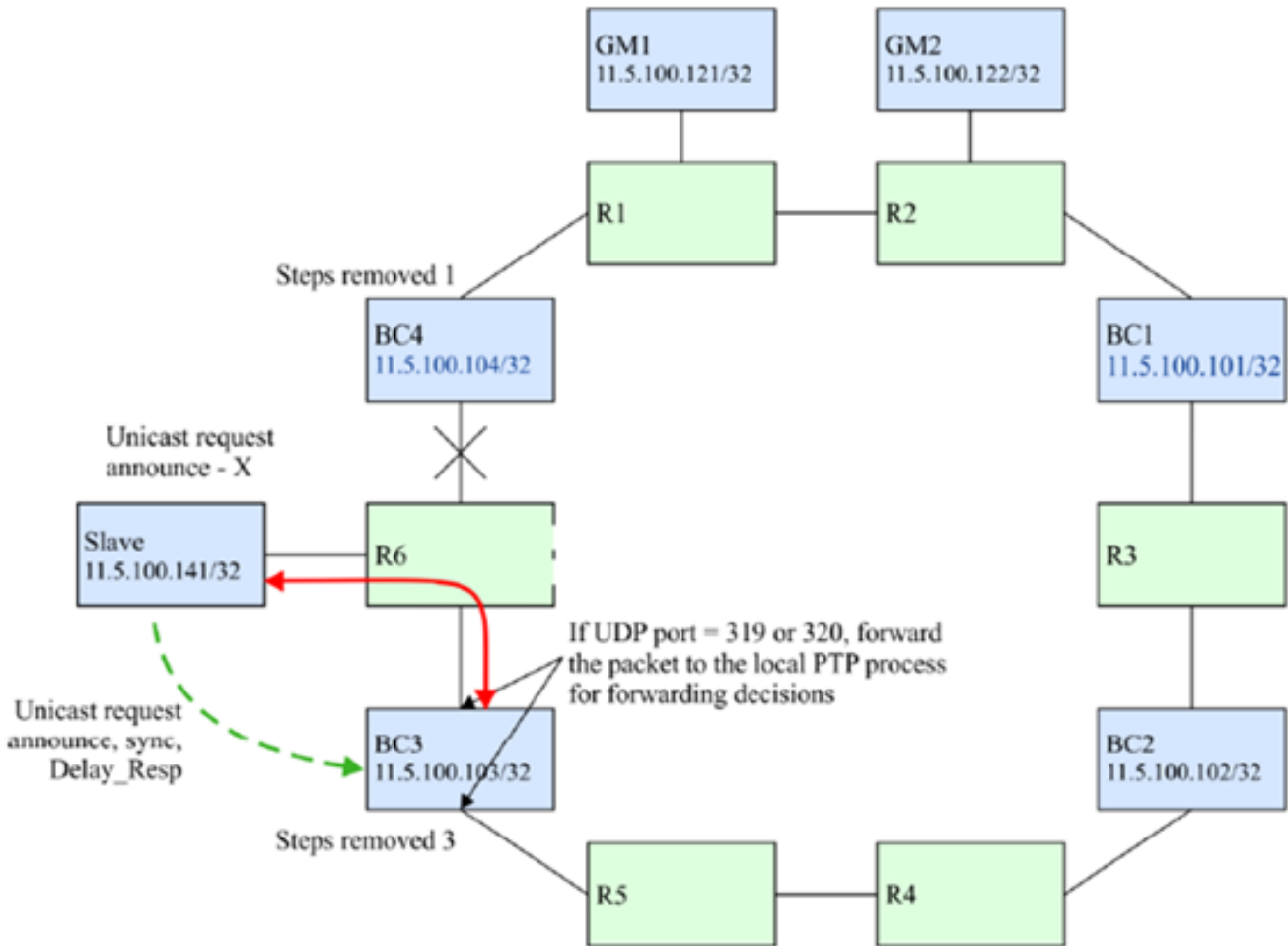
在这种情况下，R6将配置为保护SlaveClock免受采用错误路由的PTP消息的影响。在面向BC3的R6接口上，如果源地址与BC3上PTP进程的地址匹配，则可以应用过滤器仅允许发往UDP端口319或320的消息。从BC4接收的来自该接口的任何消息都将被丢弃。请参阅此映像。



选项3. BC处理所有PTP消息

BC可以终止BC使用的任何域的任何端口中收到的所有PTP消息。然后，可以根据PTP进程本身内的决策丢弃或转发PTP消息。如果PTP消息的目标地址不是BC拥有的地址，则选择丢弃该消息，或者将其传送到转发引擎，以将其转发到目标。如果PTP消息的域与BC不同，则可能使用后一种情况。在后一种情况下，包含BC的网元还可以更新任何转发事件消息的校正字段以补偿PTP消息的提取和处理，即支持这些消息的透明时钟功能。如果路由器支持基于策略的IP数据包路由，则可以从IP平面完成消息提取。

本示例如下图所示。



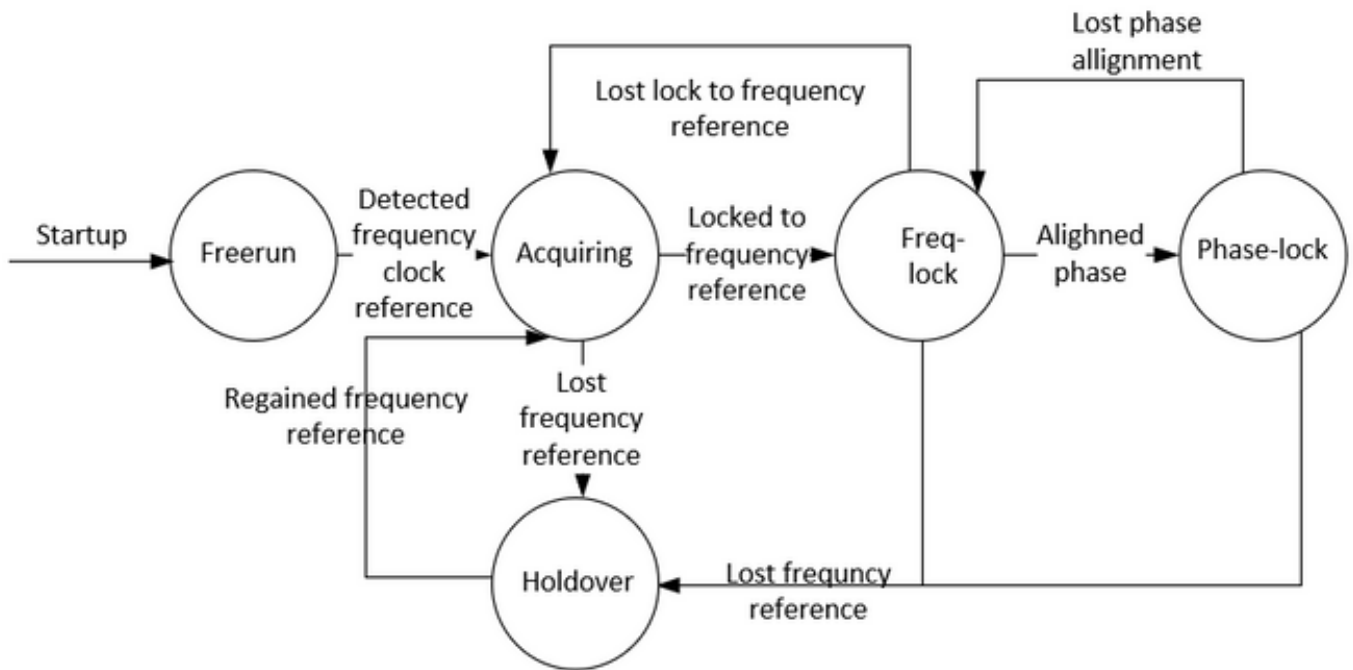
选项4.使用IP传输的生存时间(TTL)机制：

PTP节点可能会发送PTP数据包，其中IP/Transport报头的TTL字段设置为到达其具有PTP合同的对等PTP端口所需的最小路由跳数。在MasterClock和SlaveClock之间通常不知道路由器的PTP不知道的网络中，如果PTP不知道的路由器数量大于PTP消息的TTL值，则PTP消息将被PTP不知道的路由器之一丢弃。这可用于限制相邻路由器之间PTP数据包所经过的IP跳数，并避免通过不需要的较长路径进行通信。

此行为可能是按PTP端口或按PTP时钟，并且特定于实施。假设在这种环拓扑中，IP路由将确保到PTP MasterClock的较短路径被视为比环上的较长路径更好的路由。

例如，如果SlaveClock有直连的MasterClock，也可以通过较长路径到达，则它可以使用TTL值1确保PTP数据包仅通过直连路径到达MasterClock，而不是通过环周的较长路径到达。

## 伺服算法



模式说明：

- 自由运行模式：

PTP时钟从未同步到时间源，并且未在同步到时间源的过程中。

- 获取模式：

PTP时钟正在同步到时间源。此模式的持续时间和功能特定于实施。实施时不需要此模式。

- 频率/锁相模式：

相位锁定 — PTP时钟与时间源相位同步，并在内部可接受的精度范围内。

频率锁定 — 时钟与时间源同步频率，并且在内部可接受的精度范围内。

由于与[IEEE 1588]中定义的PTP端口状态相关，如果有PTP端口处于SLAVE状态，则时钟处于锁定模式。

- 保留模式：

PTP时钟不再同步到时间源，并且使用在先前同步或其他信息源仍然可用时获得的信息来保持性能在所需规格内，或者无法保持性能在所需规格内。该节点可以仅仅依靠其自身的设施来保持，或者可以使用类似于从网络输入的频率来实现时间和/或相位的保持。

### NCS 540上8275.1/8275.2的配置示例（思科IOS XR）

路由器允许为频率和时间(ToD)选择不同的源。频率选择可以在路由器可用的任何频率源之间，例如BITS、GPS、SyncE或IEEE 1588 PTP。ToD选择在为频率选择的源和PTP之间（如果可用）（ToD选择来自GPS、DTI或PTP）。这称为混合模式，其中物理频率源（BITS或SyncE）用于提供频率同步，而PTP用于提供ToD同步。

在部署8275.1时，可在网络中同时使用SyncE（用于频率传输）和ptp（相位/时间传输），以实现更高的精度（称为混合模式，是自7.3.x版起NCS唯一支持的模式）

本地优先级属性不在通告消息中传输。如果要比较的数据集的所有其他先前属性相等，则此属性在数据集比较算法中用作连接器

8275.1 :

	边界时钟配置	解释
	pt 时钟域 24 配置文件g.8275.1 clock-type T-BC ! 配置文件T-BC-MasterClock 组播目标地址以太网01-80-C2-00-00-0E 传输以太网 端口状态MasterClock-only 同步频率16 通告频率8 delay-request frequency 16 ! 配置文件T-BC-SLAVE 组播目标地址以太网01-80-C2-00-00-0E 传输以太网 端口状态SlaveClock-only 同步频率16 通告频率8 delay-request frequency 16 ! ! interface TenGigE0/0/0/18 pt 配置文件T-BC-MasterClock  local-priority 120  ! ! interface TenGigE0/0/0/19 pt 配置文件T-BC-SLAVE local-priority 130 ! ! 频率同步 quality itu-t选项1 日志选择更改 ! SyncE interface TenGigE0/0/0/19 频率同步 选择输入 第 15 优先级 等待恢复0	Profile 8275.1与时钟角色一起使用，作为T-BC电信边界时钟  定义ptp端口的角色。 正在使用非转发组播地址（可选） 以太网传输正在使用 要使用的端口状态仅为MasterClock 同步数据包将以每秒数据包数的频率发送 通告数据包将以每秒数据包数的频率发送 Delay_Req数据包将以每秒数据包数的频率发送  定义ptp端口的角色。 正在使用非转发组播地址（可选） 以太网传输正在使用 要使用的端口状态仅为SlaveClock 同步数据包将以每秒数据包数的频率发送 通告数据包将以每秒数据包数的频率发送 Delay_Req数据包将以每秒数据包数的频率发送  主时钟接口。连接到下游SlaveClock的端口 为此端口启用的PTP 在此ptp端口下调用用户定义的角色 localPriority属性，在数据集比较算法中用作连接器，如果要比较的数据集的所有其他先前属性相等  从时钟接口。连接到上游MasterClock的端口 为此端口启用的PTP 在此ptp端口下调用用户定义的角色  全球支持 收到的时钟QL与itu-t选项1相同  从时钟接口。连接到上游MasterClock的端口 在接口上启用syncE SyncE的SlaveClock状态的接口 具有本地意义。 通过更改时钟源的优先级来管理时钟选择 路由器在时钟选择中包含新活动的同步以太网

钟源之前等待的时间。默认值为 300 秒

```
!
interface TenGigE0/0/0/18
  频率同步
  等待恢复0
```

主时钟接口。连接到下游SlaveClock的端口。在接口上启用syncE。路由器在时钟选择中包含新活动的同步以大于钟源之前等待的时间。默认值为 300 秒

### GrandMasterClock

解释  
全局启用PTP

```
配置
pt
  时钟
  域 24
  配置文件g.8275.1 clock-type T-GM
```

Profile 8275.1正与时钟角色一起使用，用作GM电信大MasterClock

```
!
  配置文件T-MasterClock
  组播目标地址以太网01-80-C2-00-00-0E
  传输以太网
  端口状态MasterClock-only
  同步频率16
  通告频率8
  delay-request frequency 16
```

定义ptp端口的角色。正在使用非转发组播地址（可选）以太网传输正在使用要使用的端口状态仅为MasterClock同步数据包将以每秒数据包数的频率发送通告数据包将以每秒数据包数的频率发送Delay\_Req数据包将以每秒数据包数的频率

pt

```
!
!
interface TenGigE0/0/0/18
  pt
  配置文件T-MasterClock
```

主时钟接口。连接到下游SlaveClock的端口。为此端口启用的PTP。在此ptp端口下调用用户定义的角色localPriority属性，在数据集比较算法中用作路由器，如果要比较的数据集的所有其他先前属等

```
local-priority 120
```

```
!
!
!
  频率同步
  quality itu-t选项1
```

全球支持  
配置ITU-T质量级别(QL)选项。ITU-T选项1  
默认选项  
启用日志

SyncE

```
!
interface TenGigE0/0/0/18
  频率同步
  等待恢复0
```

主时钟接口。连接到下游SlaveClock的端口。在接口上启用syncE。路由器在时钟选择中包含新活动的同步以大于钟源之前等待的时间。默认值为 300 秒

### 从时钟

解释  
全局启用PTP

```
配置
pt
  时钟
  域 24
  配置文件g.8275.1 clock-type T-TSC
```

配置文件8275.1与时钟角色一起使用，用作TSC电信SlaveClock

pt

```
!
  配置文件T-SLAVE
  组播目标地址以太网01-80-C2-00-00-0E
  传输以太网
  端口状态SlaveClock-only
  同步频率16
```

定义ptp端口的角色。正在使用非转发组播地址（可选）以太网传输正在使用要使用的端口状态仅为SlaveClock同步数据包将以每秒数据包数的频率发送

	<pre> 通告频率8 delay-request frequency 16 ! ! interface TenGigE0/0/0/19 pt 配置文件T-SLAVE  local-priority 120  ! ! ! 频率同步  quality itu-t选项1  日志选择更改 ! interface TenGigE0/0/0/19 频率同步 选择输入  第 15 优先级  等待恢复0  ! </pre>	<p>通告数据包将以每秒数据包数的频率发送 Delay_Req数据包将以每秒数据包数的频率发送</p> <p>从时钟接口。连接到上游MasterClock的端 为此端口启用的PTP 在此ptp端口下调用用户定义的角色 localPriority属性，在数据集比较算法中用作 器，如果要比较的数据集的所有其他先前属 等</p> <p>全球支持 配置ITU-T质量级别(QL)选项。ITU-T选项1 默认选项 启用日志</p> <p>从时钟接口。连接到上游MasterClock的端 在接口上启用syncE SyncE的SlaveClock状态的接口 具有本地意义。 通过更改时钟源的优先级来管理时钟选择 路由器在时钟选择中包含新活动的同步以大 钟源之前等待的时间。默认值为 300 秒</p>
SyncE		

## 8275.2 :

	<pre> 边界时钟 配置 pt 时钟 域 44  配置文件g.8275.2 clock-type T-BC  ! 配置文件T-BC-MasterClock 组播目标地址以太网01-80-C2-00-00-0E transport ipv4 端口状态MasterClock-only 同步频率16 通告频率8 delay-request frequency 16 ! 配置文件T-BC-SLAVE 组播目标地址以太网01-80-C2-00-00-0E transport ipv4 端口状态SlaveClock-only 同步频率16 通告频率8 delay-request frequency 16 ! ! </pre>	<p>解释</p> <p>Profile 8275.2正与时钟角色一起使用，以成 BC电信边界时钟</p> <p>定义ptp端口的角色。 正在使用非转发组播地址（可选） 以太网传输正在使用 要使用的端口状态仅为MasterClock 同步数据包将以每秒数据包数的频率发送 通告数据包将以每秒数据包数的频率发送 Delay_Req数据包将以每秒数据包数的频率发</p> <p>定义ptp端口的角色。 正在使用非转发组播地址（可选） 以太网传输正在使用 要使用的端口状态仅为SlaveClock 同步数据包将以每秒数据包数的频率发送 通告数据包将以每秒数据包数的频率发送 Delay_Req数据包将以每秒数据包数的频率发</p>
pt		

	<pre>interface TenGigE0/0/0/18 pt 配置文件T-BC-MasterClock local-priority 120 ! !</pre>	<p>主时钟接口。连接到下游SlaveClock的端口 为此端口启用的PTP 在此ptp端口下调用用户定义的角色 localPriority属性，在数据集比较算法中用作 器，如果要比较的数据集的所有其他先前属性</p>
	<pre>interface TenGigE0/0/0/19 ip address 10.0.0.1 255.255.255.252 pt 配置文件T-BC-SLAVE local-priority 130 MasterClock ipv4 10.0.0.2 255.255.255.252 !</pre>	<p>从时钟接口。连接到上游MasterClock的端口 为此端口启用的PTP 在此ptp端口下调用用户定义的角色 明确提及MasterClock ip</p>
	<pre><b>GrandMasterClock</b> 配置 pt 时钟 域 44</pre>	<p>解释 全局启用PTP</p>
pt	<pre>配置文件g.8275.2 clock-type T-GM ! 配置文件T-MasterClock 组播目标地址以太网01-80-C2-00-00-0E transport ipv4 端口状态MasterClock-only 同步频率16 通告频率8 delay-request frequency 16 ! !</pre>	<p>Profile 8275.1正与时钟角色一起使用，用作 GM电信大MasterClock 定义ptp端口的角色。 正在使用非转发组播地址（可选） 以太网传输正在使用 要使用的端口状态仅为MasterClock 同步数据包将以每秒数据包数的频率发送 通告数据包将以每秒数据包数的频率发送 Delay_Req数据包将以每秒数据包数的频率发送</p>
	<pre>interface TenGigE0/0/0/18 pt 配置文件T-MasterClock local-priority 120 ! !</pre>	<p>主时钟接口。连接到下游SlaveClock的端口 为此端口启用的PTP 在此ptp端口下调用用户定义的角色 localPriority属性，在数据集比较算法中用作 器，如果要比较的数据集的所有其他先前属性</p>
	<pre><b>从时钟</b> 配置 pt 时钟 域 44</pre>	<p>解释 全局启用PTP</p>
pt	<pre>配置文件g.8275.2 clock-type T-TSC ! 配置文件T-SLAVE 组播目标地址以太网01-80-C2-00-00-0E transport ipv4 端口状态SlaveClock-only 同步频率16 通告频率8 delay-request frequency 16</pre>	<p>配置文件8275.1与时钟角色一起使用，用作 TSC电信SlaveClock 定义ptp端口的角色。 正在使用非转发组播地址（可选） 以太网传输正在使用 要使用的端口状态仅为SlaveClock 同步数据包将以每秒数据包数的频率发送 通告数据包将以每秒数据包数的频率发送 Delay_Req数据包将以每秒数据包数的频率发送</p>



```

!
!
interface TenGigE0/0/0/19
ip address 10.0.0.1 255.255.255.252
pt
配置文件T-SLAVE

local-priority 120

MasterClock ipv4 10.0.0.2 255.255.255.252
!
!
!
```

从时钟接口。连接到上游MasterClock的端口

为此端口启用的PTP  
 在此ptp端口下调用用户定义的角色  
 localPriority属性，在数据集比较算法中用作  
 器，如果要比较的数据集的所有其他先前属性  
 明确提到MasterClock ip

如果接口上没有收到ESMC数据包，或者端口末端未配置SyncE，但仍希望启用syncE。可以通过静态定义接口上的QL值并禁用SSM来执行此操作。

```

频率同步
quality itu-t选项1
日志选择更改
!
interface TenGigE0/0/0/19
频率同步
ssm disable
质量接收确切的itu-t选项1 PRC
选择输入
第 15 优先级
等待恢复0
!
```

要将混合模式与8275.2结合使用，请在接口下使用“physical-layer-frequency”。这为频率启用SyncE，为相位启用ptp。

要启用具有8275.2“物理层频率”的混合模式，必须在全局ptp下配置。

```

pt
时钟
域 44
配置文件g.8275.2 clock-
type T-BC
!
profile 82752
transport ipv4
同步频率16
通告频率8
delay-request frequency
16
!
物理层频率
日志
伺服事件
!
!
```

拓扑8275.1示例：



## 设备A:

```

ptp

clock

domain 24

profile g.8275.1 clock-type T-BC

!

profile T-BC-SLAVE

multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E

transport ethernet

port state SlaveClock-only

sync frequency 16

announce frequency 8

delay-request frequency 16

!

profile T-BC-MasterClock

multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E

transport ethernet

port state MasterClock-only

sync frequency 16

announce frequency 8

delay-request frequency 16

!

!

frequency synchronization

quality itu-t option 1

log selection changes

!

interface TenGigE0/0/0/23

```

```
description ***to PTP GM***
```

```
ptp
```

```
profile T-BC-SLAVE
```

```
!
```

```
frequency synchronization
```

```
selection input
```

```
priority 10
```

```
wait-to-restore 0
```

```
!
```

```
!
```

```
interface TenGigE0/0/0/19
```

```
ptp
```

```
profile T-BC-MasterClock
```

```
!
```

```
frequency synchronization
```

```
wait-to-restore 0
```

```
!
```

```
!
```

```
设备B:
```

```
ptp
```

```
clock
```

```
domain 24
```

```
profile g.8275.1 clock-type T-BC
```

```
!
```

```
profile T-BC-SLAVE
```

```
multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E
```

```
transport ethernet
```

```
port state SlaveClock-only
```

```
sync frequency 16
```

```
announce frequency 8
```

```

delay-request frequency 16

!

profile T-BC-MasterClock

multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E

transport ethernet

port state MasterClock-only

sync frequency 16

announce frequency 8

delay-request frequency 16

!

!

interface TenGigE0/0/0/23

ptp

profile T-BC-MasterClock

!

!

interface TenGigE0/0/0/19

ptp

profile T-BC-SLAVE

!

frequency synchronization

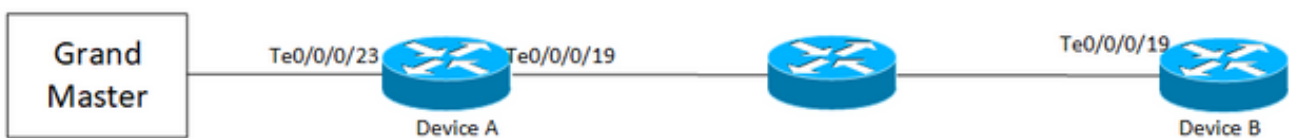
selection input

!

!

```

拓扑8275.2示例：



设备A:

```

ptp

clock

```

```
domain 44

profile g.8275.2 clock-type T-BC

!

profile T-BC-SLAVE

multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E

transport ipv4

port state SlaveClock-only

sync frequency 16

clock operation one-step

announce frequency 8

delay-request frequency 16

!

profile T-BC-MasterClock

multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E

transport ipv4

port state MasterClock-only

sync frequency 16

announce frequency 8

delay-request frequency 16

!

!

frequency synchronization

quality itu-t option 1

log selection changes

!

interface TenGigE0/0/0/23

description ***to PTP GM***

ptp

profile T-BC-SLAVE

!

frequency synchronization

selection input
```

```
priority 10

wait-to-restore 0

!

!

interface TenGigE0/0/0/19

ip address 10.0.0.1 255.255.255.252

ptp

profile T-BC-MasterClock

MasterClock ipv4 10.0.0.2 255.255.255.252

!

frequency synchronization

wait-to-restore 0

!
```

设备B:

```
ptp

clock

domain 44

profile g.8275.2 clock-type T-BC

!

profile T-BC-SLAVE

multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E

transport ipv4

port state SlaveClock-only

sync frequency 16

announce frequency 8

delay-request frequency 16

!

profile T-BC-MasterClock

multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E

transport ipv4
```

```
port state MasterClock-only

sync frequency 16

announce frequency 8

delay-request frequency 16

!

!

interface TenGigE0/0/0/19

mtu 9216

ptp

profile T-BC-SLAVE

!

frequency synchronization

selection input

!

!
```

## 排除PTP故障

一些show命令并描述其输出。

```
RP/0/RP0/CPU0:j5001c4-6z#sh ptp platform servo
Tue Jun 29 08:02:51.970 UTC
Servo status: Running
Servo stat index: 2
Device status: PHASE_LOCKED
Servo Mode: Hybrid
Servo log level: 0
Phase Alignment Accuracy: 0 ns
Sync timestamp updated: 5780050
Sync timestamp discarded: 0
Delay timestamp updated: 6693341
Delay timestamp discarded: 0
Previous Received Timestamp T1: 1624946625.272847833 T2: 1624946625.272847825
T3: 1624946625.285688027 T4: 1624946625.285688025
Last Received Timestamp T1: 1624946625.342261887 T2: 1624946625.342261885 T3:
1624946625.347733951 T4: 1624946625.347733954
Offset from master: -0 secs, 2 nsecs
mean path delay : 0 secs, 0 nsecs
setTime():1 stepTime():5 adjustFreq():3319914
Last setTime: 1624467058.000000000 flag:0 Last stepTime:-148800 Last adjustFreq
:-1552404
```

1. 伺服算法末尾的“伺服”状态必须为“锁相”。可以查看伺服状态流的。如果伺服模式是混合模式，则还必须处理SyncE流，因为Phase lock仅在Freq\_Lock后发生。如果PTP运行设备是普通的MasterClock，则上述输出可能无效，因为伺服算法将不运行，并且它不必从另一个MasterClock源同步相位/频率。

除非偏移量在可接受范围内，否则设备状态不会进入锁定状态。也请检查“从MasterClock偏移”。

设备状态:

自由运行/保留：未锁定到任何时钟源。

FREQ\_LOCKED:频率已同步到MasterClock

PHASE\_LOCKED:频率和相位都同步到MasterClock

伺服模式：

混合：使用SyncE进行频率同步。PTP仅用于阶段同步。

默认:使用PTP同步频率和相位

伺服算法b/w SlaveClock和MasterClock观察到的时差。

从PTP数据包提取的时间戳的计数器。应该会持续增加。

从PTP数据包提取的最后一个T1/T2/T3/T4时间戳(sec.nanosec)。应该彼此接近并均匀增加。

T1/T4:由MasterClock、T2/T3发送：在SlaveClock计算

基于PTP时间戳计算的偏移量。

伺服器执行粗(setTime、stepTime)和精(adjustFreq)调整，使其与MasterClock对齐。

```
RP/0/RP0/CPU0:j5001c4-6z#sh ptp interfaces bri
Fri Jun 25 12:12:28.996 UTC
Intf      Port      PTP State      Encap      Line State      Mechanism
Name      Number
-----
Te0/0/0/19      1      Master      Ethernet    up      1-step DRRM
Te0/0/0/23      2      Slave      Ethernet    up      1-step DRRM
```

3.show ptp interfaces brief显示输出端口状态。它应为MasterClock/SlaveClock状态。

```
RP/0/RP0/CPU0:j5001c4-6z#
RP/0/RP0/CPU0:j5001c4-6z#sh ptp packet-counters te0/0/0/23
Fri Jun 25 12:10:31.972 UTC
Packets      Sent      Received      Dropped
-----
Announce      0      586971      0
Sync          0      1173856      87
Follow-Up     0      0      0
Delay-Req     1358826      0      0
Delay-Resp    0      1358826      0
Pdelay-Req   0      0      0
Pdelay-Resp  0      0      0
Pdelay-Resp-Follow-Up 0 0 0
Signaling     0      0      0
Management   0      0      0
Other         0      0      0
-----
TOTAL         1358826      3119653      87
```



4. PTP丢弃的数据包必须显著低。

```
show ptp packet-counters TenGigE 0/0/0/12
```

<i>Packets</i>	<i>Sent</i>	<i>Received</i>	<i>Dropped</i>
<i>Announce</i>	3	1402276	0
<i>Sync</i>	5	2804406	168*
<i>Follow-Up</i>	0	0	0
<i>Delay-Req</i>	2804410	0	0
<i>Delay-Resp</i>	0	2804408	0
<i>Signaling</i>	0	0	0
<i>Management</i>	0	0	0
<i>Other</i>	0	0	12
	-----	-----	-----
<i>TOTAL</i>	2804418	7011090	180

\* Some packet drops are expected during initial creation of the session

5.检查丢包原因：

```
show ptp packet-counters location 0/0/cpu0
```

Drop Reason	Drop Count
-----	
Not ready for packets	12
Wrong domain number	751
Packet too short	0
Local packet received, same port number	0
Local packet received, higher port number	0
Local packet received, lower port number	0
No timestamp received with packet	0
Zero timestamp received with packet	0
Invalid TLVs received in packet	0
Packet not for us	0
...	
No offload session	0
PTP packet type not supported	0
Clock class below minimum	10760
...	
	-----
<i>TOTAL</i>	<i>11523</i>

```
show ptp trace non-packet last 100 location 0/0/cpu0
```

```
Jul 31 05:03:10.643 ptp/ma/det 0/0/CPU0 t5534 [FSM] TenGigE0/0/0/12: Master:  
New foreign-master entry for address Ethernet 008a.9691.3830
```

```
Jul 31 05:03:10.643 ptp/ma/ung 0/0/CPU0 t5534 [FSM] TenGigE0/0/0/12: Master:  
Dropping Announce message with clock class 7 lower than in clock class 6
```

```
Jul 31 05:03:10.643 ptp/ma/det 0/0/CPU0 t5534 [FSM] TenGigE0/0/0/12: Master:  
Foreign-master entry for address Ethernet 008a.9691.3830 deleted
```

```
Jul 31 04:36:10.086 ptp/ma/ung 0/0/CPU0 t5534 [FSM] TenGigE0/0/0/12: Master:  
Dropping PTP messages for a different clock domain 25. Our domain is 24
```

```
Jul 31 04:36:10.210 ptp/ma/ung 0/0/CPU0 t5534 [FSM] TenGigE0/0/0/12: Master:  
Dropping PTP messages for a different clock domain 25. Our domain is 24
```

6.数据包未到达PTP。



数据包是否到达NPU?

```
NCS (DNX) platforms: show controllers npu stats traps-all instance all location 0/0/CPU0 | inc  
1588
```

```
RxTrap1588          0    71    0x47          32040    7148566  
0
```

```
ASR9000 platform: show controller np counters <np> location 0/0/cpu0 | inc PTP
```

Check for **PTP\_ETHERNET** / **PTP\_IPV4** counters

Packet drops at NPU (not specific to PTP)

```
NCS (DNX) platforms: show controllers fia diagshell <np> "diag counters g" location 0/0/cpu0
```

Shows Rx/TX path statistics along with any drops happening in the NPU

```
ASR9000 platform: show drops all location <LC>
```

检查SPP上的丢包：

```
show spp node-counters location 0/0/cpu0
```

```
# Check for any drop-counters incrementing
```

```
NCS (DNX) platforms: show spp trace platform common error last 20 location 0/0/cpu0
```

```
Dec 10 02:29:38.322 spp/fretta/err 0/0/CPU0 t2902 FRETТА SPP classify RX:
Failed in dpa_punt_mapper; ssp: 0x1e, inlif: 0x2000, rif: 0x11;
trap_code:FLP_IEEE_1588_PREFIX punt_reason:PTP-PKT pkt_type:L2_LOCALSWITCH rc:
'ixdb' detected the 'fatal' condition 'Not found in database': No such file or directory
```

ASR9000 platforms:

SPP punt path is simpler in ASR9000 with no risk of a lookup failure.

Drops not expected during packet classification.

7. **show ptp packet-counters <interface-id>**显示数据包流。确保syncàDelay\_ReqàDelay\_Resp后跟 (如果是2步时钟, 则后跟)。

```
RP/0/RP0/CPU0:j5001c2-8z#sh frequency synchronization interfaces brief
Tue Jun 29 08:15:06.954 UTC
Flags: > - Up                D - Down                S - Assigned for selection
        d - SSM Disabled      x - Peer timed out     i - Init state
        s - Output squelched

Fl  Interface                QLrcv  QLuse  Pri  QLsnd  Output driven by
-----
>S  TenGigE0/0/0/24          PRC    PRC    100  DNU    TenGigE0/0/0/24
>   TenGigE0/0/0/25          DNU    n/a    100  PRC    TenGigE0/0/0/24
```

8. 检查所选接口的标志(S)。

9. 检查收到的QL。在所选接口上, QLsnd将为DNU, 以防止环路。要更改接口首选项, 可以更改优先级属性 (默认为100)。

10. 确保“由输出驱动”是选举的SyncE接口。

```
RP/0/RP0/CPU0:j5001c2-8z#sh ptp foreign-masters brief
Tue Jun 29 08:19:28.897 UTC
M=Multicast, X=Mixed-mode, Q=Qualified, D=QL-DNU,
GM=Grandmaster, LA=PTSF_lossAnnounce, LS=PTSF_lossSync
Interface                Transport Address                Cfg-Pri  Pri1  State
-----
Te0/0/0/24                Ethernet b08b.d088.f617            None     128   M, Q, GM
RP/0/RP0/CPU0:j5001c2-8z#
```

11. **show ptp foreign-MasterClocks brief**输出是参与BMCA以成为MasterClocks的ptp设备的列表。检查相应的标志, 以查看所选的MasterClock。您可以通过**show ptp packet-counters <interface-id>**看到从这些端口收到的通告消息。具有最佳属性的设备将赢得BMCA。如果多个端口具有相同属性, 则本地优先级将成为最后一个决定性因素。但是, PTP也可以自动建立拓扑, 而不使用本地优先级。

12. Ptp不选择预期的MasterClock(BMCA)。

检查远程节点通告的时钟:

```
show ptp foreign-MasterClocks

Interface TenGigE0/9/0/2 (PTP port number 1)

IPv4, Address X.X.X.X, Unicast

Configured priority: None (128)
```

Configured clock class: None  
Configured delay asymmetry: None  
Announce granted: every 16 seconds, 1000 seconds  
Sync granted: every 16 seconds, 1000 seconds  
Delay-resp granted: 64 per-second, 1000 seconds  
Qualified for 4 hours, 50 minutes, 6 seconds  
Clock ID: 1

Received clock properties:  
Domain: 44, Priority1: 128, Priority2: 128, Class: 6  
Accuracy: 0x21, Offset scaled log variance: 0x4e5d  
Steps-removed: 1, Time source: Atomic, Timescale: PTP  
Frequency-traceable, Time-traceable  
Current UTC offset: 38 seconds (valid)

Parent properties:

Clock ID: 1

Port number: 1

### 限定和选定主时钟列表 :

show ptp foreign-MasterClocks brief

M=Multicast,X=Mixed-mode,Q=Qualified,D=QL-DNU,

GM=GrandMasterClock,LA=PTSF\_lossAnnounce,LS=PTSF\_lossSync

Interface	Transport Address	Cfg-Pri	Pri1	State
Te0/0/0/12	Ethernet 008a.9691.3830	None	128	M,Q,GM

### 检查在MasterClock上通告的时钟 :

show ptp advertised-clock

Clock ID: 8a96fffe9138d8

Clock properties:

Domain: 24, Priority1: 128, Priority2: 128, Class: 6

Accuracy: 0xfe, Offset scaled log variance: 0xffff

Time Source: Internal (configured, overrides Internal)

Timescale: PTP (configured, overrides PTP)

No frequency or time traceability

Current UTC offset: 0 seconds

### 13. Ptp不与MasterClock同步：

- Intended PTP MasterClock selected.
- PTP session established
- But not able to synchronize with the MasterClock

show ptp interface brief

Intf	Port	Port	Line		
Name	Number	State	Encap	State	Mechanism
-----					
Te0/0/0/12	1	Uncalibrated	Ethernet	up	1-step DRRM

OR occasional PTP flap in the field

Jul 31 09:29:43.114 UTC: ptp\_ctrlr[1086]: %PLATFORM-PTP-6-SERVO\_EVENTS : PTP Servo state transition from state PHASE\_LOCKED to state HOLDOVER

Jul 31 09:30:23.116 UTC: ptp\_ctrlr[1086]: %PLATFORM-PTP-6-SERVO\_EVENTS : PTP Servo state transition from state HOLDOVER to state FREQ\_LOCKED

ul 31 09:35:28.134 UTC: ptp\_ctrlr[1086]: %PLATFORM-PTP-6-SERVO\_EVENTS : PTP Servo state transition from state FREQ\_LOCKED to state PHASE\_LOCKED

### 14.检查PTP是否因丢包而发生抖动：

show ptp trace last 100 location 0/rp0/cpu0

Aug 1 02:35:01.616 ptp/ctrlr/det 0/RP0/CPU0 t18625 [BMC] Removed clock 0x8a96fffe9138d8 (Ethernet 008a.9691.3830) from node 0/0/CPU0(0x0) from BMC list

Aug 1 02:35:01.616 ptp/ctrlr/det 0/RP0/CPU0 t18625 [BMC] Updated checkpoint record for clock 0x8a96fffe9138d8 (Ethernet 008a.9691.3830) from node 0/0/CPU0(0x0): Checkpoint ID 0x40002f60

Aug 1 02:35:01.616 ptp/ctrlr/det 0/RP0/CPU0 t18625 [BMC] Inserted clock 0x8a96fffe9138d8 (Ethernet 008a.9691.3830) from node 0/0/CPU0(0x0) into BMC list at position 0

Aug 1 02:35:46.035 ptp/ctrlr/sum 0/RP0/CPU0 t18625 [Comms] Received BMC message from node 0/0/CPU0. Comms is active

Aug 1 02:35:46.035 ptp/ctrlr/det 0/RP0/CPU0 t18625 [BMC] Removed clock 0x8a96fffe9138d8 (Ethernet 008a.9691.3830) from node 0/0/CPU0(0x0) from BMC list

Aug 1 02:35:46.035 ptp/ctrlr/det 0/RP0/CPU0 t18625 [BMC] GrandMasterClock removed, local clock better than foreign MasterClock(s)

Aug 1 02:35:46.035 ptp/ctrlr/sum 0/RP0/CPU0 t18625 [Leap Seconds] GrandMasterClock lost

Aug 1 02:35:46.035 ptp/ctrlr/sum 0/RP0/CPU0 t18625 [Platform] Stopping servo

Aug 1 02:35:46.035 ptp/ctrlr/det 0/RP0/CPU0 t18625 [BMC] BMC servo stopped, BMC servo not

synced

Aug 1 02:35:46.035 ptp/ctrlr/det 0/RP0/CPU0 t18625 [Comms] Started grandMasterClock message damping timer

Aug 1 02:35:46.035 ptp/ctrlr/sum 0/RP0/CPU0 t18625 [Platform] Sending SlaveClock update to platform. No grandMasterClock available

Aug 1 02:35:46.059 ptp/ctrlr/det 0/RP0/CPU0 t18625 [BMC] Received clock update from the platform. Clock active, not using PTP for frequency, using PTP for time. Current local clock is not a primary ref, sync state is 'Sync' and QL is 'Opt-I/PRC'

### 15.检查show ptp configuration-errors的输出，以查找任何配置错误。

```

RP/0/RSP0/CPU0:R5_ASR9910_R20#show ptp configuration-errors
Tue Jul 13 03:58:15.108 UTC
* Interface HundredGigE0/7/0/4: Profile 'g82752_master_v4' is not globally configured, but is referenced by the interface configuration.
* Interface HundredGigE0/7/0/4: Announce interval is not compatible with G.8275.2 profile.
RP/0/RSP0/CPU0:R5_ASR9910_R20#show run int hun0/7/0/4
Tue Jul 13 04:00:34.192 UTC
interface HundredGigE0/7/0/4
 ptp
  profile g82752_master_v4
  transport ipv4
  port state master-only
  local-priority 200
  unicast-grant invalid-request deny
!
ipv4 address 22.20.30.20 255.255.255.254
frequency synchronization
priority 1
wait-to-restore 0
time-of-day-priority 25
quality transmit exact itu-t option 1 PRC
!
RP/0/RSP0/CPU0:R5_ASR9910_R20#

```

### 同步、通告、Delay\_Req和Delay\_Resp消息的数据包捕获示例

Packet No.	Source	Destination	Protocol	Length	Message
1	0.000000	b0:8b:d0:88:c2:1b	LLDP_Multicast	PTPv2	82 Announce Message
2	0.000000	b0:8b:d0:88:c2:1b	LLDP_Multicast	PTPv2	64 Sync Message
3	0.000000	b0:8b:d0:88:c2:1b	LLDP_Multicast	PTPv2	64 Sync Message

```

> Ethernet II, Src: b0:8b:d0:88:c2:1b (b0:8b:d0:88:c2:1b), Dst: LLDP_Multicast (01:80:c2:00:00:0e)
v Precision Time Protocol (IEEE1588)
  > 0000 .... = transportSpecific: 0x0
    .... 1011 = messageId: Announce Message (0xb)
    .... 0010 = versionPTP: 2
  messageLength: 64
  subdomainNumber: 24
  > flags: 0x0008
  > correction: 0.000000 nanoseconds
  ClockIdentity: 0xb08bd0fffe88c200
  SourcePortID: 3
  sequenceId: 1912
  control: Other Message (5)
  logMessagePeriod: -3
  originTimestamp (seconds): 0
  originTimestamp (nanoseconds): 0
  originCurrentUTCOffset: 0
  priority1: 128
  grandmasterClockClass: 248
  grandmasterClockAccuracy: Accuracy Unknown (0xfe)
  grandmasterClockVariance: 65535
  priority2: 128
  grandmasterClockIdentity: 0xb08bd0fffe88c200
  localStepsRemoved: 0
  TimeSource: OTHER (0x90)

```

通告消息(8275.1)的捕获显示所传输时钟的特征：

Time	Source	Destination	Protocol	Length	Message
2 0.000000	b0:8b:d0:88:c2:1b	LLDP_Multicast	PTPv2	64	Sync Message
3 0.000000	b0:8b:d0:88:c2:1b	LLDP_Multicast	PTPv2	64	Sync Message

```
> Frame 2: 64 bytes on wire (512 bits), 64 bytes captured (512 bits)
> Ethernet II, Src: b0:8b:d0:88:c2:1b (b0:8b:d0:88:c2:1b), Dst: LLDP_Multicast (01:80:c2:00:00:0e)
v Precision Time Protocol (IEEE1588)
  > 0000 .... = transportSpecific: 0x0
    .... 0000 = messageId: Sync Message (0x0)
    .... 0010 = versionPTP: 2
    messageLength: 44
    subdomainNumber: 24
  > flags: 0x0000
  > correction: 38207.000015 nanoseconds
    ClockIdentity: 0xb08bd0fffe88c200
    SourcePortID: 3
    sequenceId: 3824
    control: Sync Message (0)
    logMessagePeriod: -4
    originTimestamp (seconds): 4227491
    originTimestamp (nanoseconds): 940187672
```

同步消息的捕获显示时间戳生成（一步）。

Time	Source	Destination	Protocol	Length	Message
5 0.000000	b0:8b:d0:88:c2:1b	LLDP_Multicast	PTPv2	64	Sync Message
6 0.000000	WandelGo_94:1a:11	LLDP_Multicast	PTPv2	64	Delay_Req Message
7 0.000000	b0:8b:d0:88:c2:1b	LLDP_Multicast	PTPv2	72	Delay_Resp Message

```
> Frame 6: 64 bytes on wire (512 bits), 64 bytes captured (512 bits)
> Ethernet II, Src: WandelGo_94:1a:11 (00:80:16:94:1a:11), Dst: LLDP_Multicast (01:80:c2:00:00:0e)
v Precision Time Protocol (IEEE1588)
  > 0000 .... = transportSpecific: 0x0
    .... 0001 = messageId: Delay_Req Message (0x1)
    .... 0010 = versionPTP: 2
    messageLength: 44
    subdomainNumber: 24
  > flags: 0x0000
  > correction: 0.000000 nanoseconds
    ClockIdentity: 0x008016fffe941a11
    SourcePortID: 1
    sequenceId: 11184
    control: Delay_Req Message (1)
    logMessagePeriod: 127
    originTimestamp (seconds): 0
    originTimestamp (nanoseconds): 0
```



5	0.000000	b0:8b:d0:88:c2:1b	LLDP_Multicast	PTPv2	64	Sync Message
6	0.000000	WandelGo_94:1a:11	LLDP_Multicast	PTPv2	64	Delay_Req Message
7	0.000000	b0:8b:d0:88:c2:1b	LLDP_Multicast	PTPv2	72	Delay_Resp Message

```

> Frame 7: 72 bytes on wire (576 bits), 72 bytes captured (576 bits)
> Ethernet II, Src: b0:8b:d0:88:c2:1b (b0:8b:d0:88:c2:1b), Dst: LLDP_Multicast (01:80:c2:00:00:0e)
v Precision Time Protocol (IEEE1588)
  > 0000 .... = transportSpecific: 0x0
    .... 1001 = messageId: Delay_Resp Message (0x9)
    .... 0010 = versionPTP: 2
    messageLength: 54
    subdomainNumber: 24
  > flags: 0x0000
  > correction: 0.000000 nanoseconds
    ClockIdentity: 0xb08bd0fffe88c200
    SourcePortID: 3
    sequenceId: 11184
    control: Delay_Resp Message (3)
    logMessagePeriod: -4
    receiveTimestamp (seconds): 4227492
    receiveTimestamp (nanoseconds): 74646273
    requestingSourcePortIdentity: 0x008016fffe941a11
    requestingSourcePortId: 1

```

## 相关信息

- <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.8275.1/en>
- <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.8275.2/en>
- 1588v2的IEEE标准
- [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/asr9000/software/asr9k\\_r5-3/sysman/configuration/guide/b-sysman-cg-53xasr9k/b-sysman-cg-53xasr9k\\_chapter\\_01100.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/asr9000/software/asr9k_r5-3/sysman/configuration/guide/b-sysman-cg-53xasr9k/b-sysman-cg-53xasr9k_chapter_01100.html)
- [技术支持和文档 - Cisco Systems](#)