

PTP和SyncE與Cisco IOS XR配置的基礎知識

目錄

[簡介](#)

[背景資訊](#)

[相位/頻率同步的重要性](#)

[網路時鐘同步](#)

[頻率同步](#)

[相位同步](#)

[時間同步](#)

[SyncE](#)

[SyncE的基本原理](#)

[乙太網路同步訊息通道](#)

[SyncE與LAG](#)

[PTPv2/1588v2](#)

[PTP的基本工作原理](#)

[PTP的工作](#)

[PTP域](#)

[報文交換模式](#)

[各種封包型別](#)

[PTP裝置型別](#)

[建立MasterClock/-Clock層次結構](#)

[配置檔案](#)

[8275.1](#)

[8275.2](#)

[伺服演算法](#)

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

[PTP故障排除](#)

[同步、通告、Delay Req和Delay Resp消息的資料包捕獲示例](#)

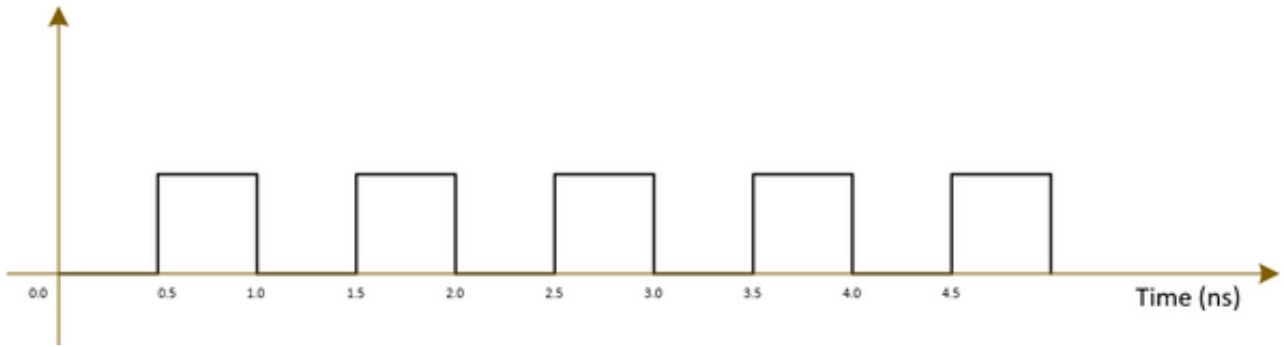
[相關資訊](#)

簡介

本檔案介紹Precision時間通訊協定(PTP)和同步乙太網路(SyncE)的工作，並介紹8275.1和8275.2電信設定檔中Cisco IOS® XR裝置的組態範例、範例和疑難排解指令。

背景資訊

對於我們來說，時鐘是壁時鐘或手錶，但對於網路裝置來說，它是交替使用0和1的週期訊號，用於取樣資料位。就像時鐘中的秒針有表示秒的角運動，一對0和1表示T (時段 $T=1/\text{頻率}$)。為了生成此時鐘，網路裝置使用誤差為 ± 100 ppm (百萬分之一) 的晶體振盪器。例如，頻率為250 MHz和100 ppm的時鐘在生成時鐘訊號時將具有249.975 MHz至250.025 MHz的頻率範圍。)因此，在理想情況下，時鐘不是完全週期性的，而是足夠用於從介面取樣資料訊號的要求。

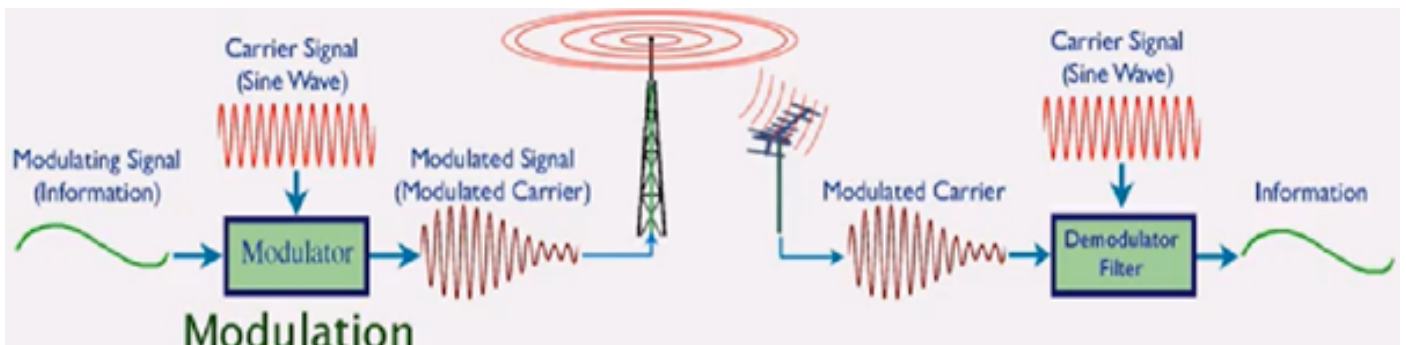


電信網路(3G/4G/5G)使用非常高品質的 (層級) 時鐘，並且所有基站 (NodeB/eNodeB等) 應儘可能以最小的錯誤/延遲 (大約1微秒) 同步到此時鐘。

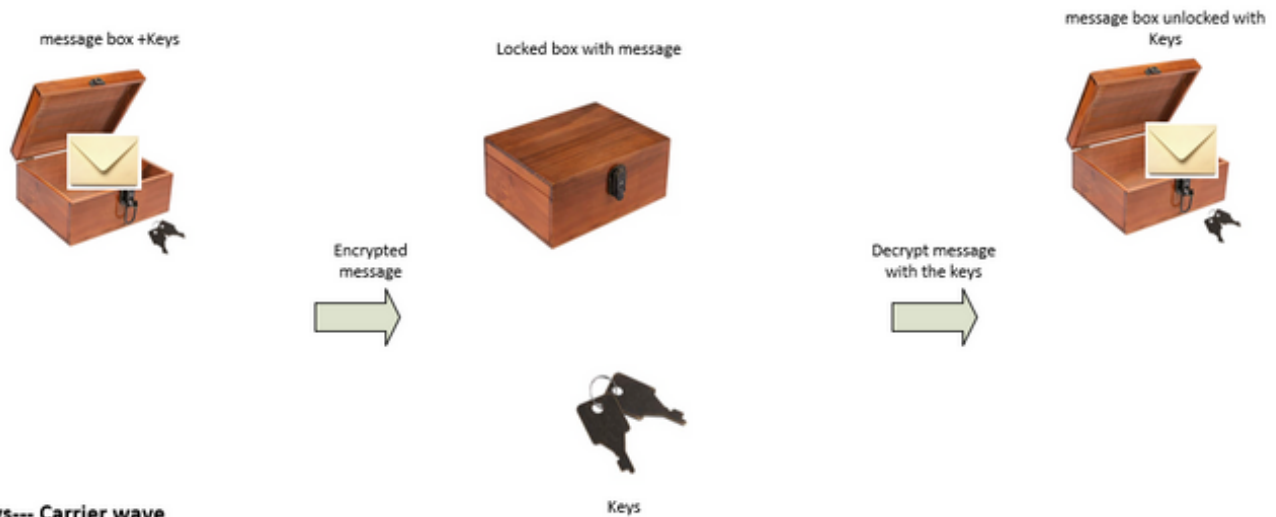
- 一個選擇是在所有基站安裝全球定位系統，因為全球定位系統在衛星系統上工作，成本很高，安全性較低。
- 第二個選項是使用現有網路裝置(NE)傳輸時鐘資訊以及資料訊號。這個選擇非常具有成本效益，因為資料已經由NE傳輸，使用NE傳輸時鐘訊號將使其更便宜和更安全。但是，時鐘品質可能不如早期的GPS選項好，並且會因NE使用的配置檔案/協定以及網路中的擁塞而有所不同。

相位/頻率同步的重要性

在傳送端用高頻 (載波訊號) 波調製的消息訊號 (例如語音訊號) 必須在接收端用在傳送端使用的同一載波訊號解調。如果在接收機處發生載波的頻率或相位的任何變化/偏移，消息訊號將被破壞。然而，總是期望在Rx載波和Tx載波之間產生小偏移。



一個類比是使用安全盒傳送消息並用金鑰將其鎖定。如果任何人想要讀取安全盒中的資訊，則必須使用相同的金鑰在接收端解鎖該盒。如果副本金鑰有任何扭曲/缺陷，則無法讀取消息。



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)

各種電信服務的可接受抵消包括：

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

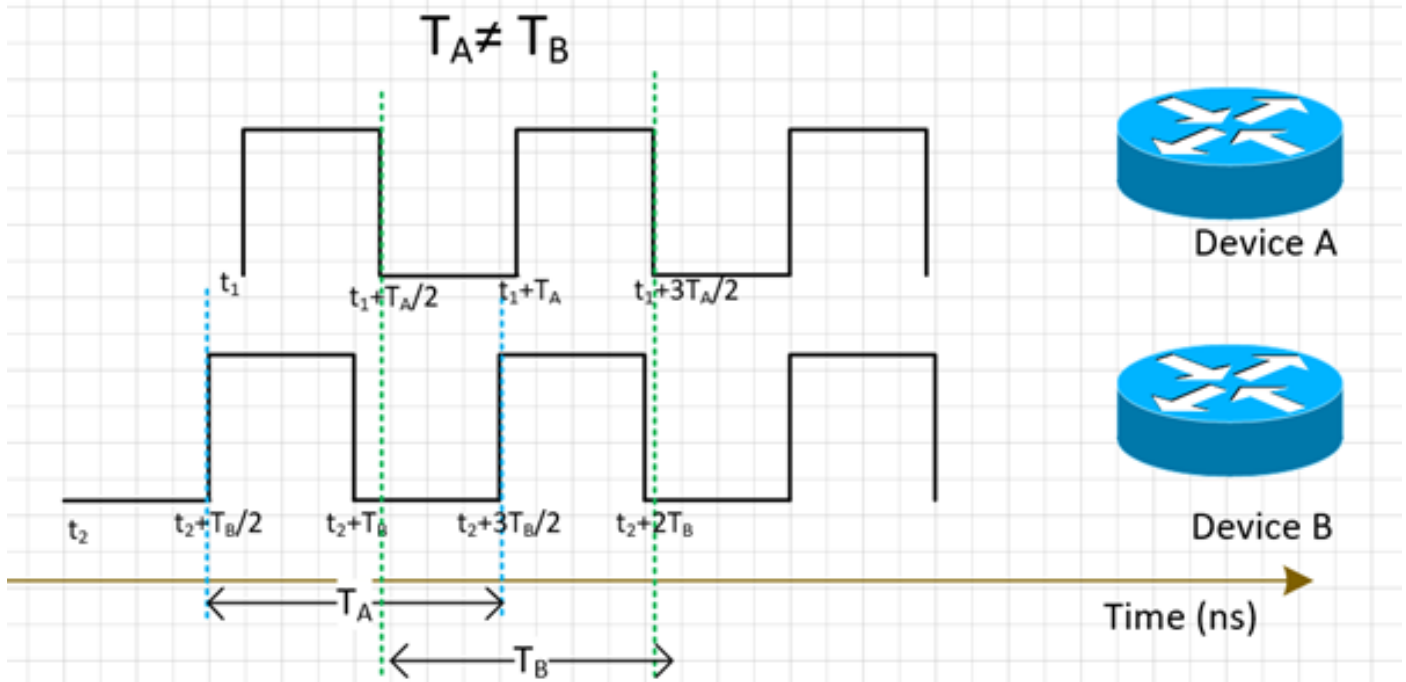
1 nano sec / sec = 1×10^{-9} (1 ppb)

網路時鐘同步

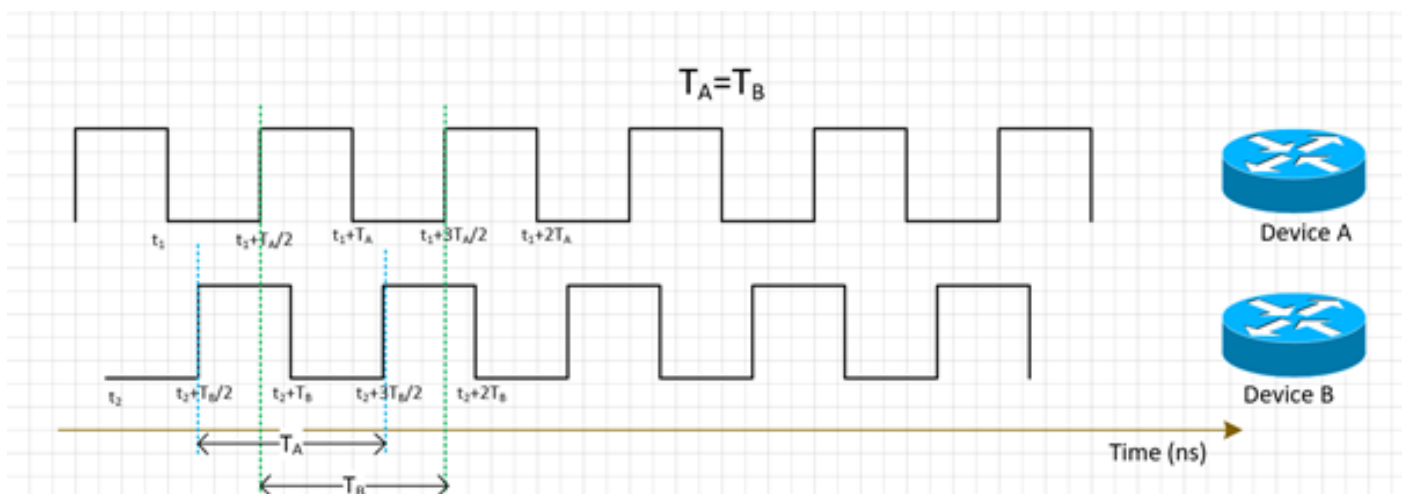
同步是將時鐘對齊到相同時間/相位和頻率。

時鐘同步可分為頻率同步 (實現 = / = 其中 = 也稱為相同速率)、相位同步 (同一時間) 和時間同步 (一天中的時間)。

頻率同步



所有NE應將其時鐘的頻率與源時鐘（從主時鐘派生）匹配。



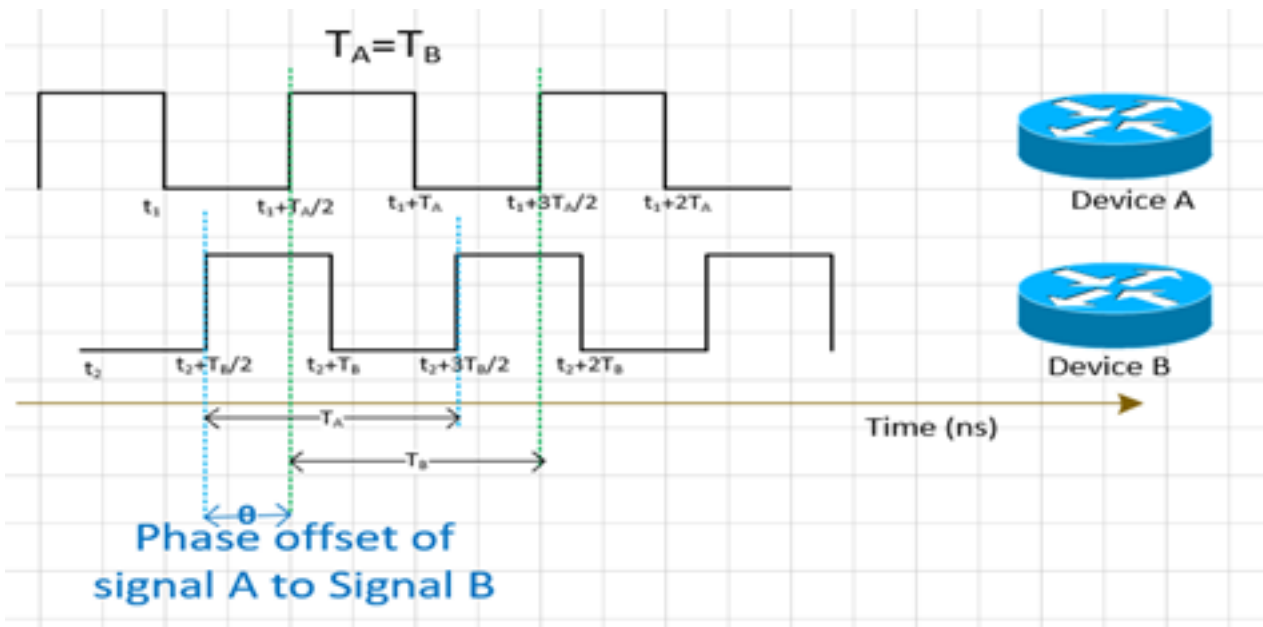
NE的頻率同步可以通過SyncE或PTPv2來實現，本節將進一步討論。

SyncE的工作是從介面上接收的資料包（在物理層工作）以及介面上接收的ESMC資料包（大約每秒一個資料包）得出頻率，該頻率描述了時鐘的品質。因此，它不會新增任何控制資料包，也不會受流量擁塞影響，流量擁塞是SyncE的最佳方面。

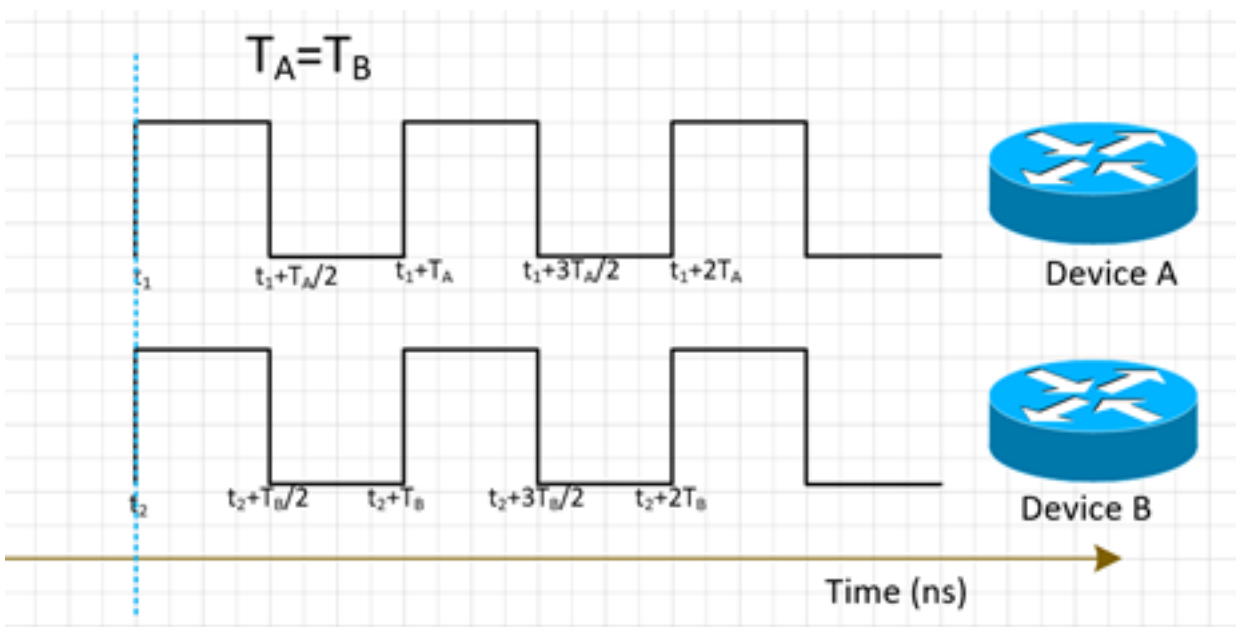
PTP運行在資料包上，因此將會有一個控制資料包流，資料包將受到擁塞的影響，從而增加延遲。

相位同步

相位同步是關於這些時鐘訊號的對齊。可以看到，上述頻率同步訊號尚未對齊，因此它們具有相位偏移。



PTPv2用於在網路中傳送相位資訊。



時間同步

時間同步（也稱為一天中的時間）僅在所有NE中具有相同的時間。即， $t_1 = t_2$ 。

NTP和PTP用於在網路中傳輸時間資訊。雖然NTP提供毫秒精度，但PTP可提供高達亞微秒的精度。

時間同步和相位同步在網路上經常被同義使用，因為用於相位同步的PTP將實現時間同步。

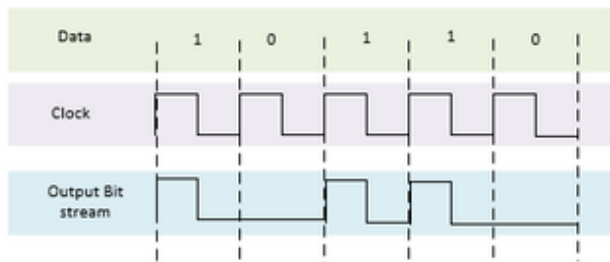
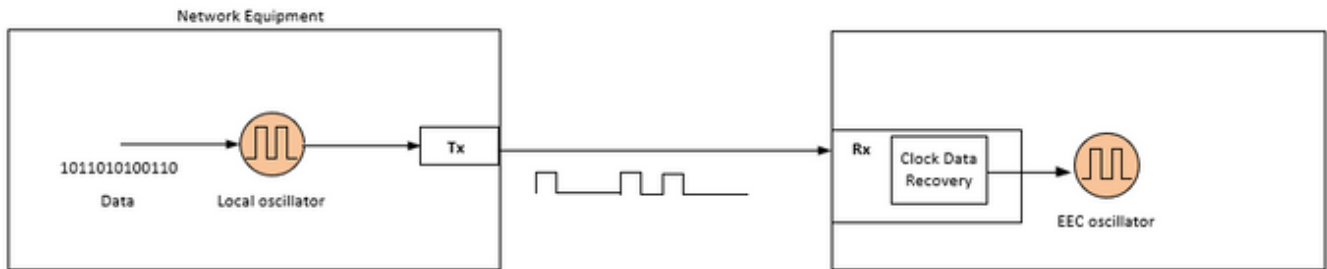
現在，NTP不會成為我們討論的一部分。

SyncE

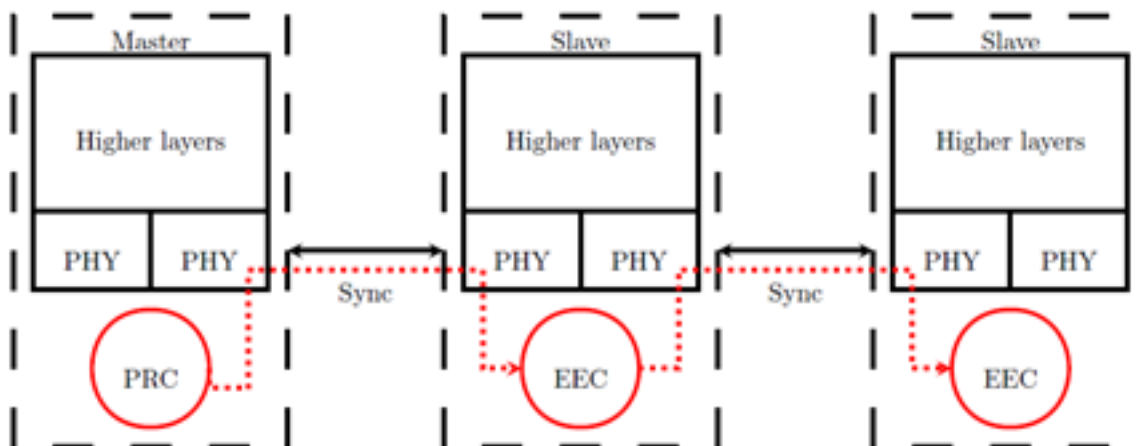
SyncE的基本原理

SyncE的工作原理是從埠上接收的資料中提取時脈頻率。

這裡有一個簡單的例子。資料訊號由本地振盪器處理，輸出資料送出Tx埠。可以觀察到時脈頻率存在於埠上傳輸的資料訊號中。SyncE的工作原理是對接收在Rx埠上的訊號進行反向處理，得到傳送時鐘的頻率資訊。

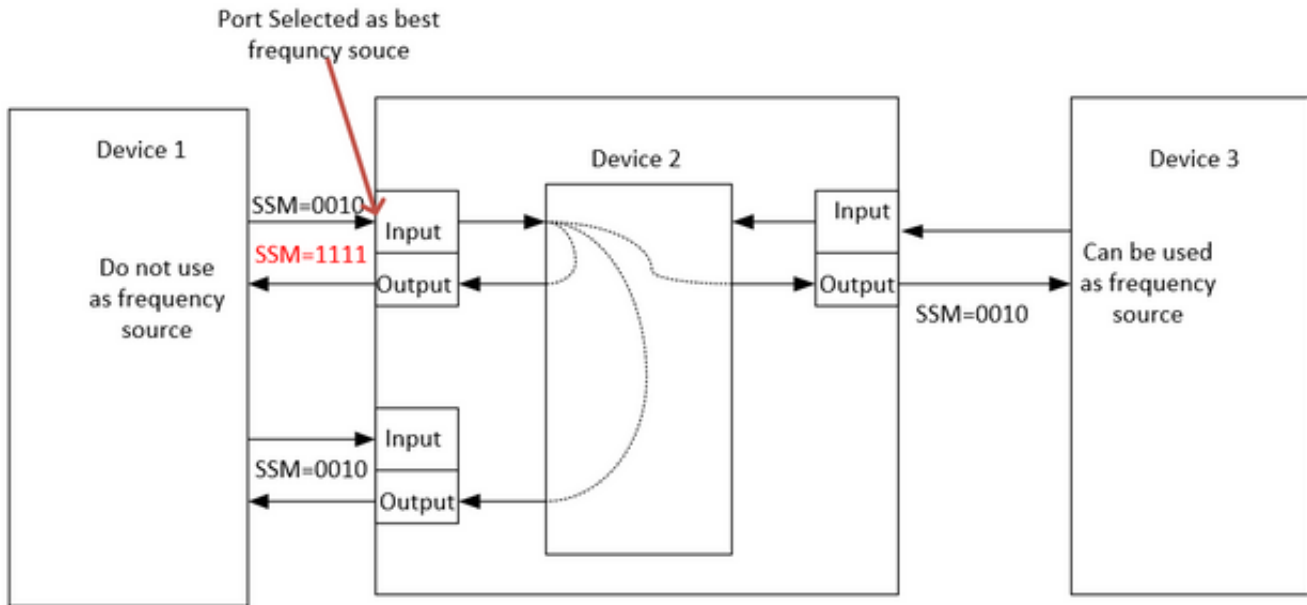


SyncE是ITU-T關於如何在網路中傳送頻率的建議。根據建議，頻率將從物理層中的位元流中恢復，如前所述。將在鏈中分配的時鐘稱為主參考時鐘(PRC)，並且網路中的所有時鐘都必須可跟蹤到該時鐘。要獲得可跟蹤時鐘，主時鐘和終端裝置之間的鏈路中的所有節點都需要根據SyncE建議使用同步乙太網裝置時鐘(EEC)來實施。已恢復時鐘的效能不會取決於網路負載，因為它不會與任何特定資料包同步。



需要注意的是，如果一個裝置是雙宿主，並且兩個上游裝置的訊號源都是PRC，那麼該裝置上從兩個鏈路接收的QL是QL-PRC。因此，我們需要相應地確定鏈路的優先順序，以便根據跳數、鏈路等選擇正確的上游裝置。

若多個NE上的MasterClock-SlaveClock同步有多個可能的同步輸入用於同步保護，則可能會導致NE之間的定時循環。為了避免定時循環，NE應該在NE的方向插入DNU的SSM值，NE被用作NE時鐘的實際同步源。



SyncE與LAG

SyncE工作在物理層，ESMC資料包也通過乙太網慢速協定傳輸。LAG是另一個使用慢速協定的功能，LAG運行在ESMC之上。因此，在LAG組中的每個支援乙太網的同步鏈路上都需要處理ESMC消息。

還必須指出，由於有可能產生定時循環，需要認真考慮使用並行鏈路，例如使用LAG的情況。

理想情況下，僅需在套件組合的單一成員連結上執行即可，否則會留給操作員來設定多個支援乙太網路的同步連線埠。

PTPv2/1588v2

IEEE 1588由電氣電子工程師協會(IEEE)在2002年定義，為用於網路化測控系統的精確時鐘同步協定(PTP)。簡稱為「精確時間協定」(PTP)。

IEEE 1588v1適用於工業自動化以及測試和測量領域。隨著IP網路的發展和3G網路的普及，對電信網路時間同步的需求日益增加。為了滿足這一需求，IEEE於2006年6月在IEEE 1588v1的基礎上制定了IEEE 1588v2，並於2007年對IEEE 1588v2進行了修訂，並於2008年底發佈了IEEE 1588v2。

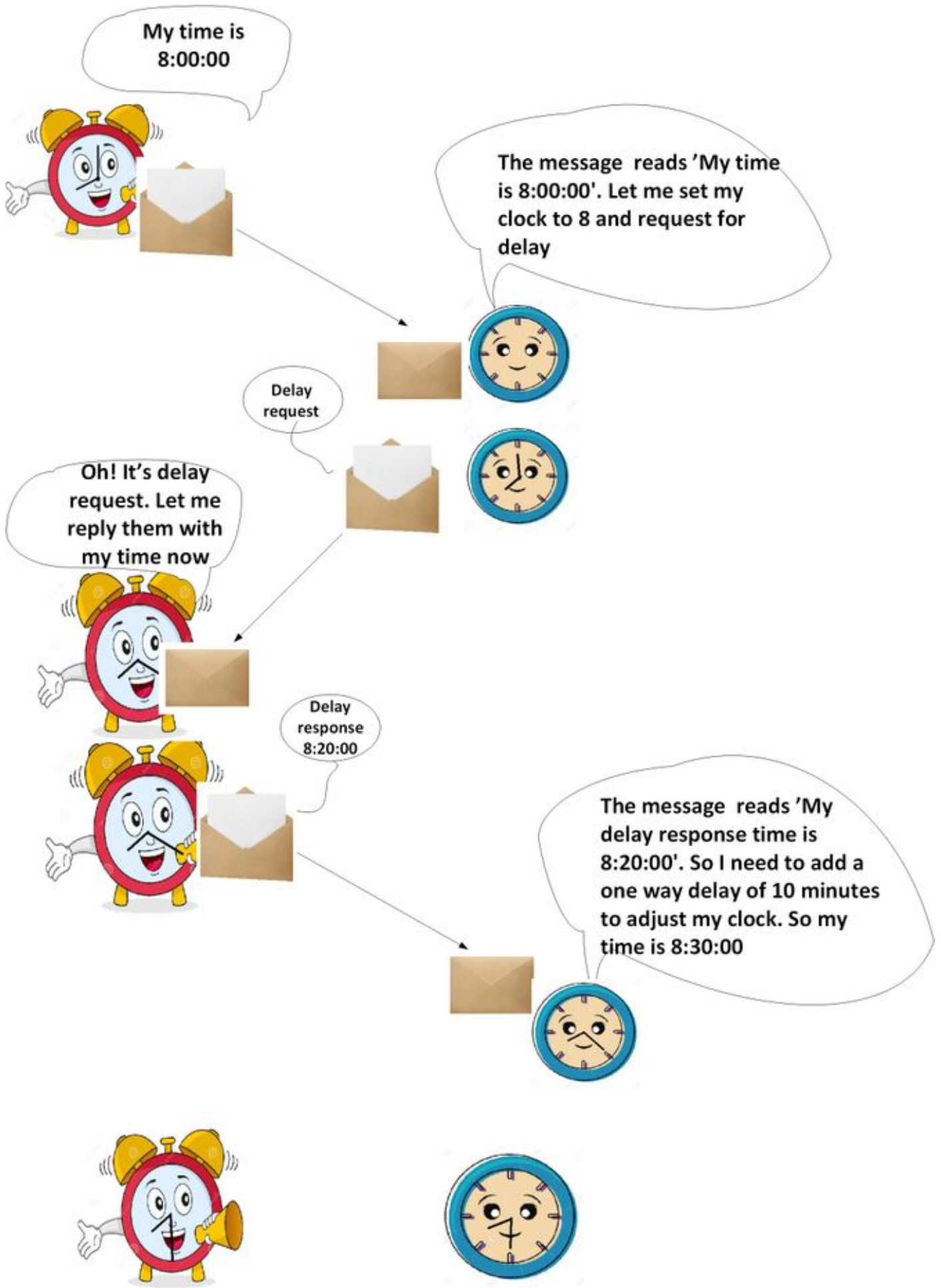
1588v2是一種時間同步通訊協定，可在裝置之間實現高度準確的時間同步。它還用於實現裝置之間的頻率同步。

這種基於分組的同步機制通過有效的分組交換機制將亞微秒級的頻率和相位同步與ToD分佈功能相結合

PTP的主要弱點也在於其資料包性質，因為PTP使用的同步資料包是在主時鐘和主機之間的網路中轉發的，這些主機受到所有網路事件的影響，例如幀延遲（延遲）、幀延遲變化（資料包抖動）和幀丟失。即使採用將高優先順序應用於同步流的最佳實踐，這些同步資料包仍將遇到擁塞以及可能的路由和轉發問題，如順序錯誤和路由擺動。

PTP的基本工作原理

我們傳送資料包中的時間(hh:mm:ss)，使用資料包流往返時間查詢資料包的傳輸延遲，並通過調整往返延遲的一半來更正時鐘時間。



PTP的工作

PTP使用分層的主時鐘 — 從時鐘架構進行時鐘分配。

它指定系統中的即時時鐘如何相互同步。這些時鐘被組織成一個MasterClock-SlaveClock同步分層結構，其中時鐘位於分層結構的頂部，MasterClock確定整個系統的參考時間。該同步通過交換PTP定時消息來實現，從時鐘使用定時資訊將其時鐘調整到其在分層結構中的主時鐘的時間。

PTP設計時採用了組播通訊模型。PTP還支援單播通訊模型，只要協定的行為得到保留。PTP假定Announce消息由一個埠定期傳送並傳送到通訊路徑內普通時鐘或邊界時鐘的所有其他埠。如果通訊路徑包含兩個以上的埠，則假設通告消息以組播方式傳送，或者通告資訊使用單播消息複製到通訊路徑中的所有埠。PTP埠通過接收組播Announce消息來發現通訊路徑中的其他埠。

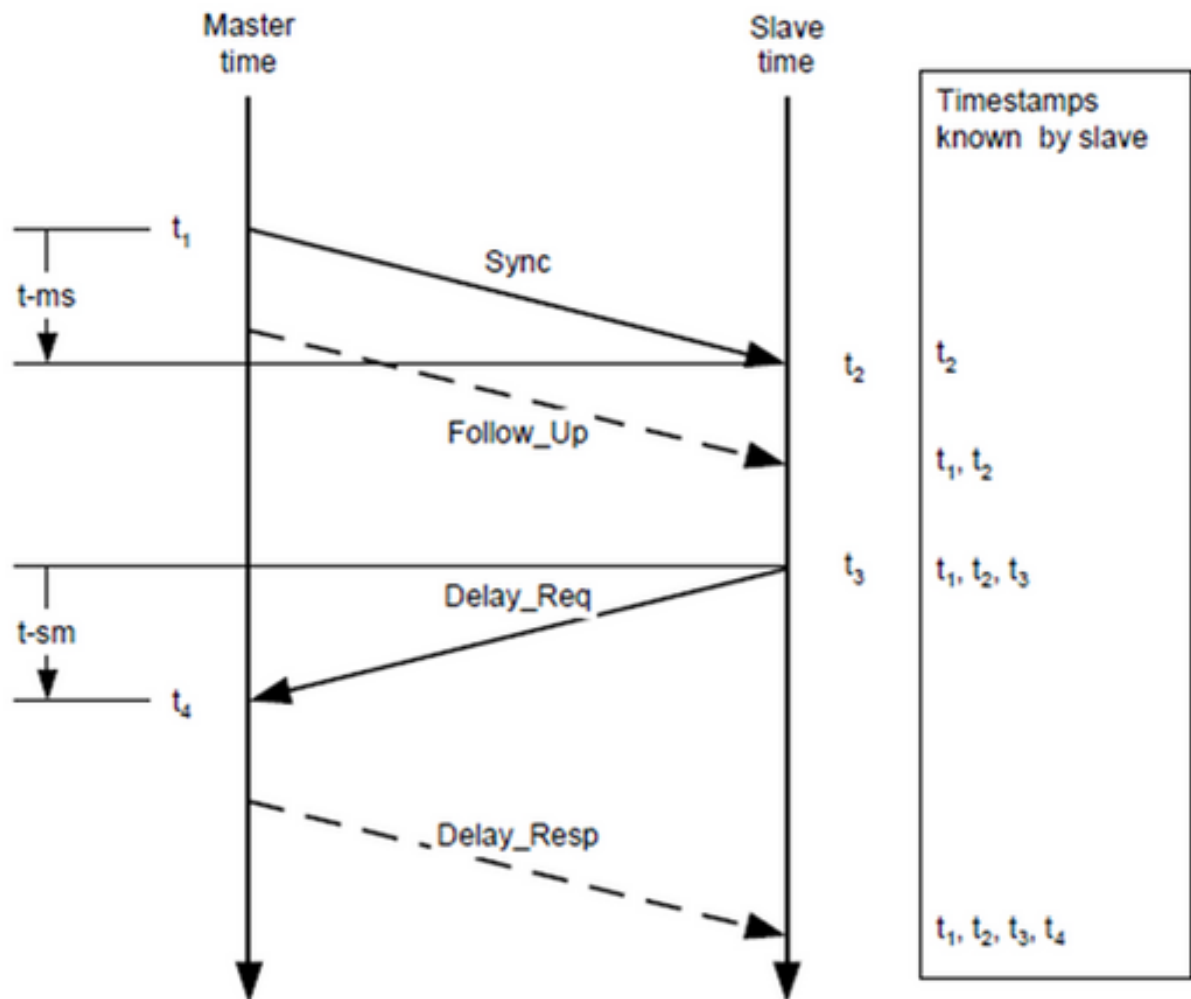
協定在稱為域的邏輯範圍內執行。所有PTP消息、資料集、狀態機和所有其他PTP實體始終與特定域ID關聯

協定定義了事件和常規PTP消息。事件消息是定時消息，即，在傳輸和接收時生成準確的時間戳（在裝置上，在入口/出口點記錄的時間，但是不需要消息攜帶時間t）。一般消息不需要準確的時間戳。

PTP域

域由使用PTP協定相互通訊的時鐘的邏輯分組組成。

PTP域用於劃分管理實體中的網路。PTP消息和資料集與域相關聯，因此PTP協定對於不同的域是獨立的。

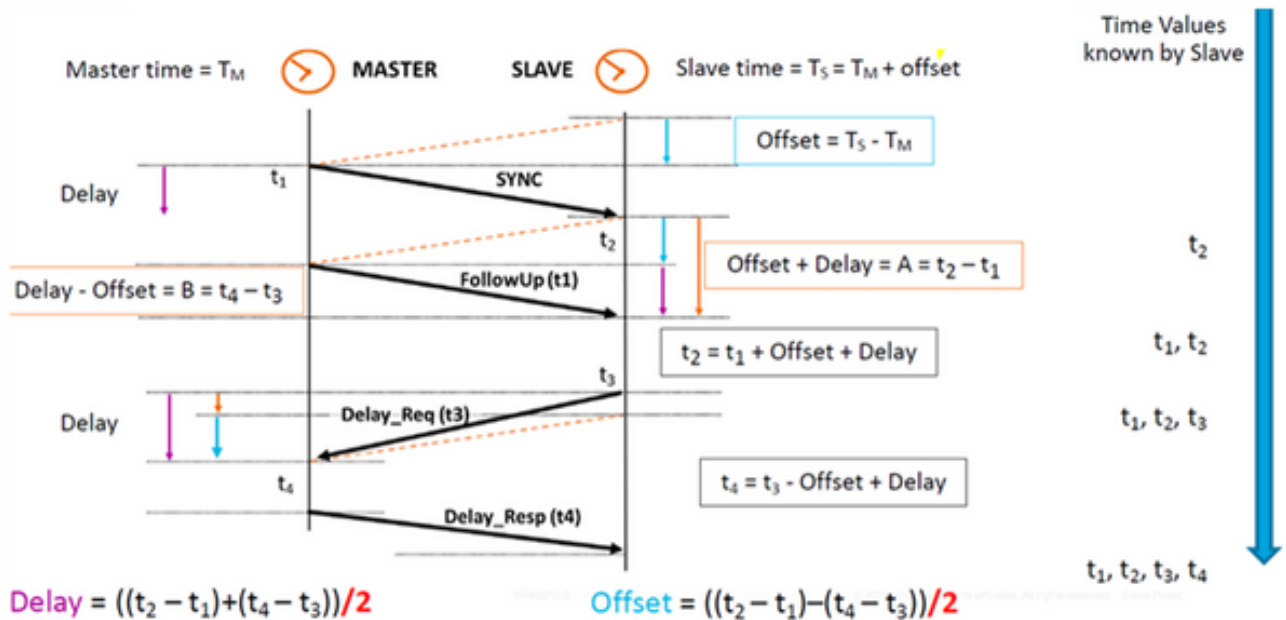


報文交換模式

1. MasterClock向SlaveClock傳送一條Sync消息，並記下傳送該消息的時間。
2. SlaveClock接收Sync消息並記錄接收時間。
3. MasterClock通過以下方式將時間戳傳送給SlaveClock: 在同步消息中嵌入時間戳。這需要某種硬體處理才能達到最高的精確度。在Follow_Up消息中嵌入時間戳。
4. SlaveClock向MasterClock傳送Delay_Req消息，並記下其傳送時間。
5. MasterClock接收Delay_Req消息並記錄接收時間。
6. MasterClock通過將時間戳嵌入到Delay_Resp消息中將其傳送給SlaveClock。

PTP時間準確性由於事件消息所走路徑的不對稱而降低。具體來說，時間偏移誤差是非對稱誤差的1/2。

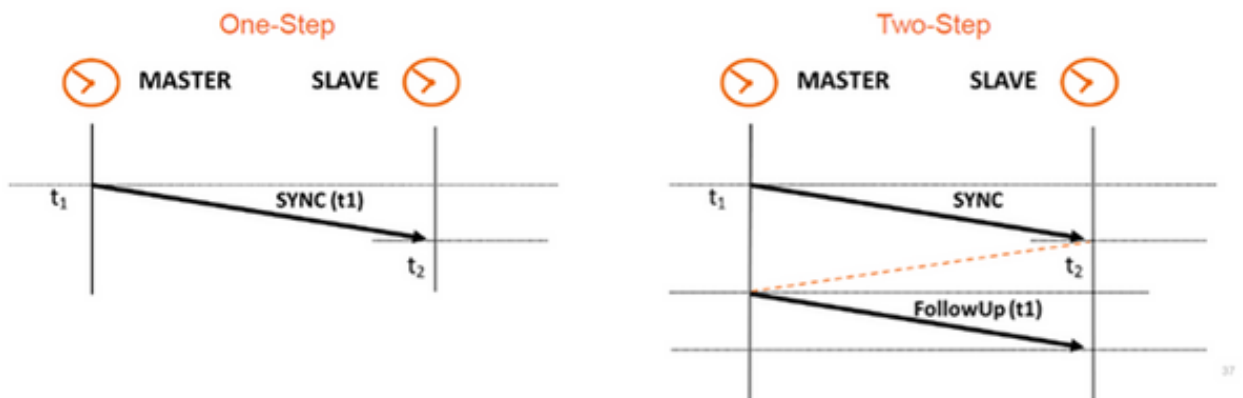
PTP無法檢測不對稱。然而，如果已知的話，PTP糾正不對稱性。非對稱性可以在物理層引入，例如，通過傳輸介質不對稱，通過橋接器和路由器，以及在大型系統中，通過事件消息經由不同路由穿過網路而經過的前向和反向路徑。應配置系統和選擇元件，在所需計時精度的指導下，將這些影響降至最低。在距離只有幾米的單子網系統中，對於超過幾個ns的時間精度，非對稱性通常不是考慮因素。



各種封包型別

事件消息集包括：

1. Sync — 用於主時鐘和從時鐘之間的時間同步。在「兩步」中，同步消息不攜帶時間，但時間將在主時鐘上加時間戳，並在Follow_Up消息中攜帶。一步中，同步消息將傳送時間。舊裝置/硬體無法支援當消息從埠傳送時測量和傳送退出時間點，因此兩步是由於硬體限制。目前，硬體可以記錄退出時間點，並傳送同步消息中。一步向後相容兩步。



2. Delay_Req - Delay_Req消息是來自接收/從時鐘節點的請求，使用Delay_Resp消息返回接收Delay_Req消息的時間。它將用來計算SlaveClock和MasterClock之間的傳輸時間。此消息在SlaveClock上有時間戳。
3. Pdelay_Req - Pdelay_Req消息由PTP埠傳送到另一個PTP埠，作為測量埠到埠傳播時間的一部分，以確定它們之間的鏈路上的延遲。P2P透明時鐘使用它來計算每跳鏈路的延遲。
4. Pdelay_Resp — 由PTP埠傳送Pdelay_Resp消息以響應Pdelay_Req消息的接收。

一般消息集包括：

- 通告 — 最佳主時鐘演算法(BMCA)使用此消息生成MasterClock-SlaveClock拓撲。用於選擇最佳主時鐘並保持其到位。
- Follow_Up — 此消息型別用於兩步模式。它承載時間。(在MasterClock節點上同步退出時間)。

- Delay_Resp — 用於計算從主時鐘到從時鐘的傳輸時間。它在消息中攜帶時間 (Delay_Resp消息的退出時間)。
- Pdelay_Resp_Follow_Up — 這類似於Follow_Up消息，但它由P2P透明時鐘生成。
- 管理：不是我們討論的一部分。
- 信令 — 用於所有其它用途的時鐘之間的通訊。例如，信令消息可用於在主時鐘和從時鐘之間協商單播消息的速率。

Sync、Delay_Req、Follow_Up和Delay_Resp消息用於生成和傳遞使用延遲請求 — 響應機制同步普通時鐘和邊界時鐘所需的定時資訊。

Pdelay_Req、Pdelay_Resp和Pdelay_Resp_Follow_Up消息用於測量實施對等延遲機制的兩個時鐘埠之間的鏈路延遲。鏈路延遲用於在由點對點透明時鐘組成的系統中校正Sync和Follow_Up消息中的定時資訊。

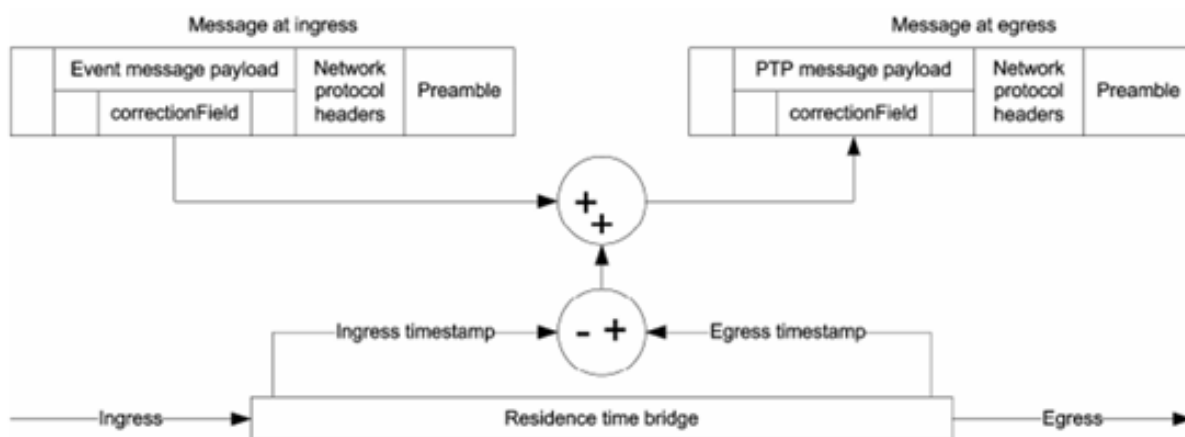
實現對等延遲機制的普通時鐘和邊界時鐘可以使用測量的鏈路延遲和Sync和Follow_Up消息中的資訊同步。Announce消息用於建立同步層次結構。管理消息用於查詢和更新由時鐘維護的PTP資料集。這些消息還用於自定義PTP系統以及用於初始化和故障管理。管理消息在管理節點和時鐘之間使用 (不包括在我們的討論中)。

該信令消息用於所有其它目的的時鐘之間的通訊。例如，信令消息可用於在主時鐘和從時鐘之間協商單播消息的速率。

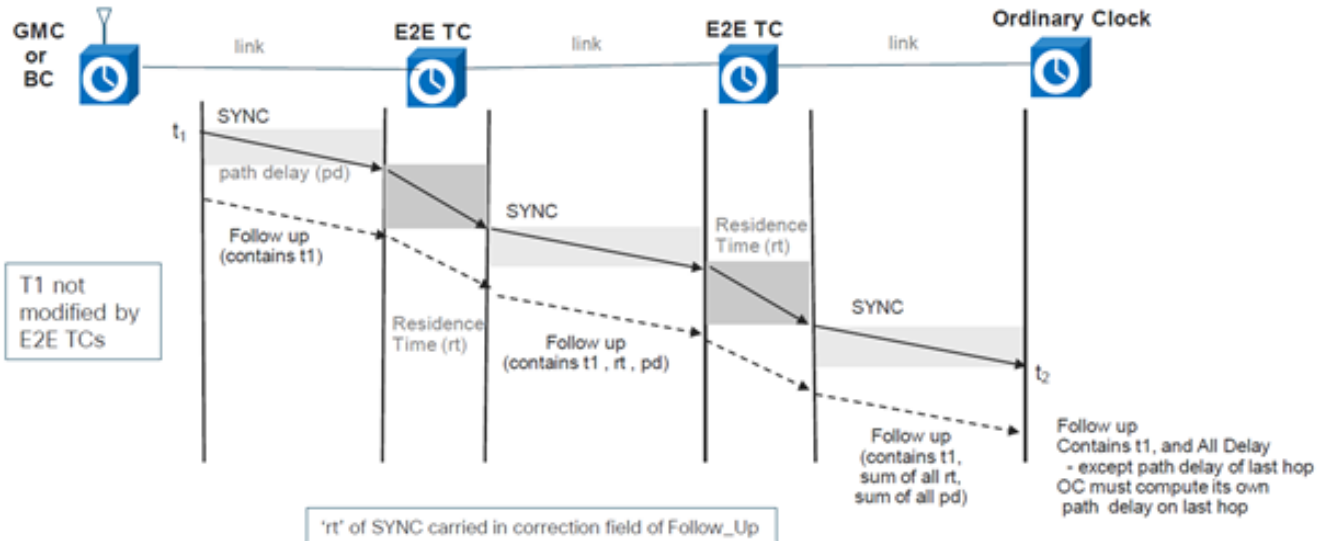
PTP裝置型別

PTP裝置有五種基本型別，如下所示：

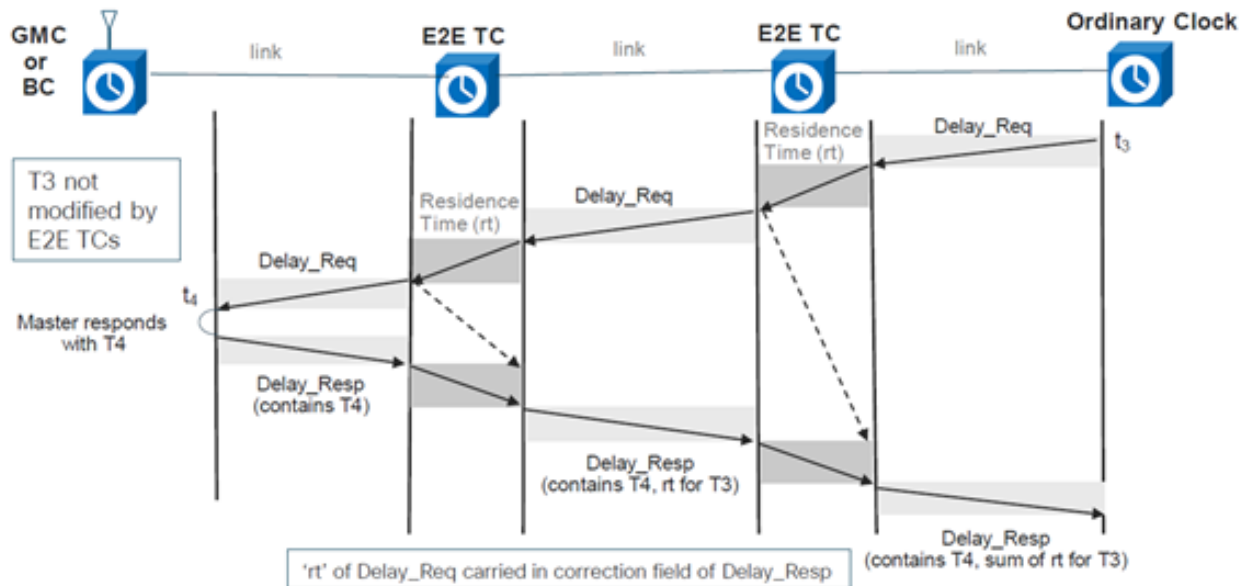
1. 普通時鐘 — 只能是大主時鐘(GM)或只能是從時鐘。
2. 邊界時鐘 — 既可以是從屬時鐘，也可以是GM
3. 端到端透明時鐘 — 端到端透明時鐘像普通網橋、路由器或中繼器一樣轉發所有消息。但是，對於PTP事件消息，停留時間網橋 (如下圖所示) 測量PTP事件消息的停留時間 (消息經過透明時鐘所用的時間)。這些停留時間累計在PTP事件消息或相關後續消息的特殊欄位「更正欄位」中。此修正基於事件消息進入和離開透明時鐘時生成的時間戳的差異。



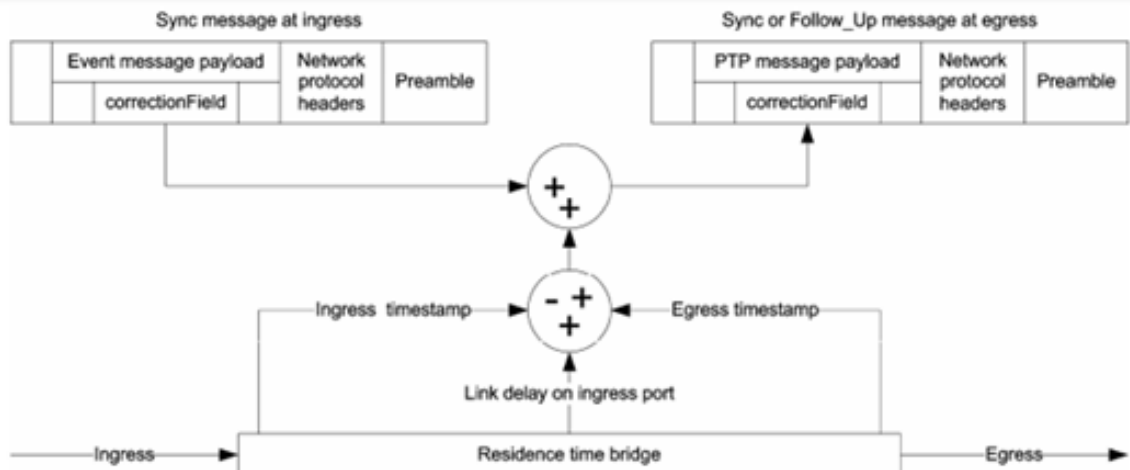
End to End Sync Msg - 2 Step



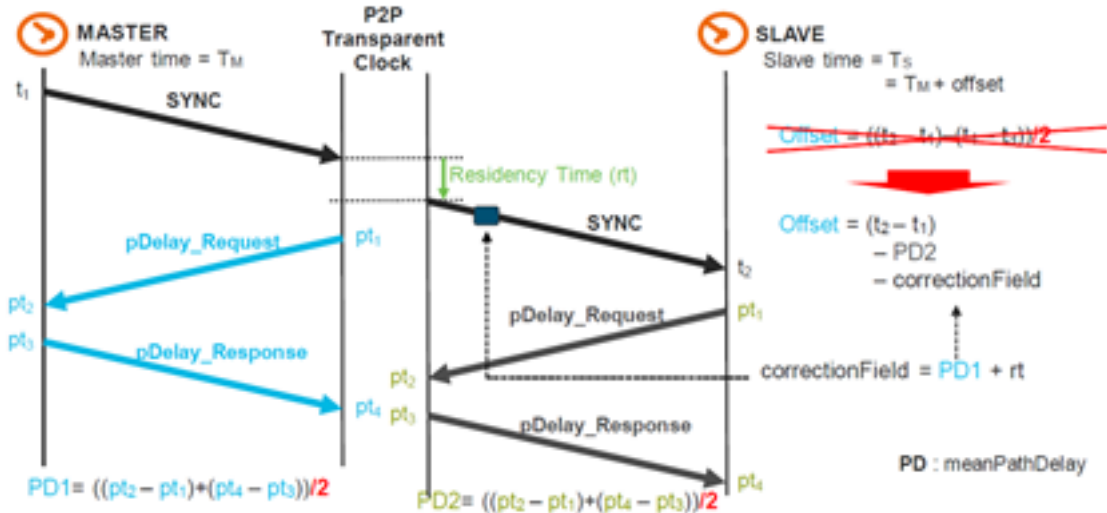
End to End Delay_Req and Delay_Resp - 2 Step



4. 點對點透明時鐘 — 通過使用對等延遲機制，將駐留時間和鏈路傳輸延遲時間新增到ptp消息中（生成自己的延遲請求響應資料包來計算對等鏈路延遲）。



Peer to Peer Transparent Clock – Sync and Delay



5. 管理節點 (不是我們討論的一部分)。

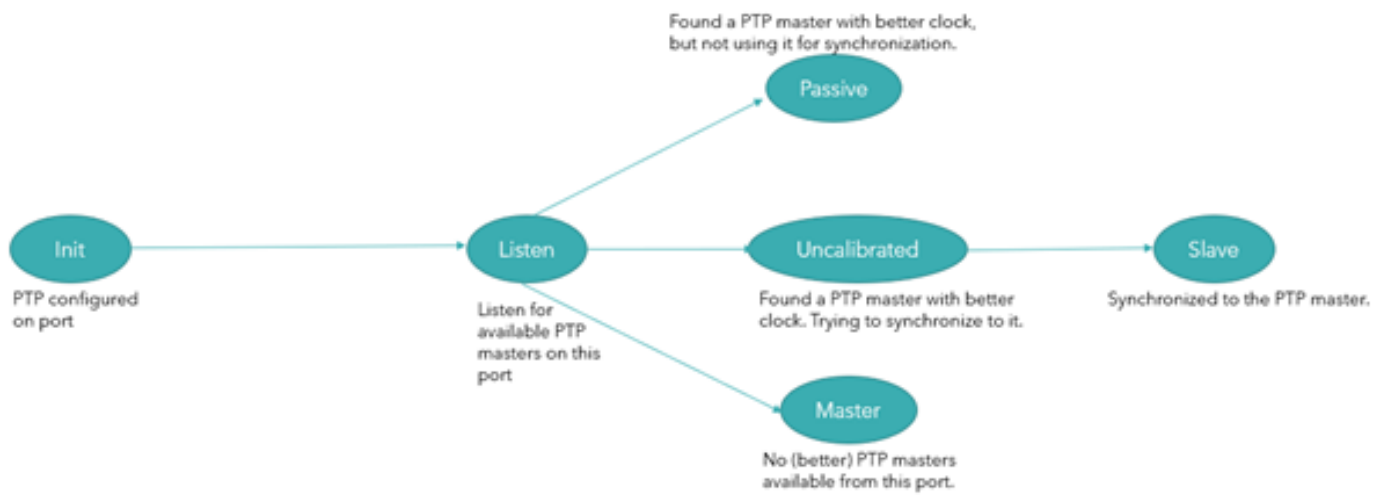
建立MasterClock/-Clock層次結構

在域內，普通時鐘和邊界時鐘的每個埠執行協定狀態機的獨立副本。對於「狀態決策事件」，每個埠檢查埠上接收的所有通告消息的內容。使用最佳MasterClock演算法，分析Announce消息內容和與普通時鐘或邊界時鐘相關聯的資料集的內容，以確定時鐘的每個埠的狀態。

PTP狀態機

普通時鐘和邊界時鐘的每個埠都維護PTP狀態機的單獨副本。此狀態機定義連線埠的允許狀態和狀態之間的轉換規則。確定MasterClock-SlaveClock層次的主要「狀態決策事件」是接收Announce消息和結束announce間隔 (Announce消息之間的間隔)。確定MasterClock/SlaveClock層次結-的埠狀態如下：

- INIT — 埠尚未準備好參與PTP。
- LISTENING — 埠準備好參與PTP時的第一個狀態：連線埠會在一段 (可設定的) 時間內偵聽 PTP主時鐘
- PRE-MasterClock — 埠即將進入MasterClock狀態。
- MasterClock — 埠為所有偵聽的從時鐘/邊界時鐘提供時間戳。
- UNCALIBRATED — 埠從MasterClock接收時間戳，但路由器的時鐘尚未同步到該MasterClock
- 從埠 — 埠從MasterClock接收時間戳，並將路由器的時鐘同步到該主時鐘
- 被動 — 連線埠知道的時鐘比其處於主時鐘狀態時通告的時鐘要好，但不會從時鐘上下班



最佳主時鐘演算法

最佳主時鐘演算法比較描述兩個時鐘的資料，以確定哪個資料描述更好的時鐘。此演演算法用於確定本地時鐘埠接收的幾個Announce消息中描述的時鐘中哪個是最佳時鐘。它還用於確定新發現的時鐘（外部MasterClock）是否優於本地時鐘本身。描述外部MasterClock的資料包含在Announce消息的grandMasterClock欄位中。

資料集比較演算法基於具有以下優先順序的屬性成對比較：

1. priority1 — 一個使用者可配置的指定，表示時鐘屬於一組有序的時鐘，從中可以選擇 MasterClock
2. clockClass — 定義時鐘的TAI可跟蹤性的屬性
3. clockAccuracy — 定義時鐘精度的屬性
4. offsetScaledLogVariance — 定義時鐘穩定性的屬性
5. priority2 — 使用者可配置的指定，可在其他等效時鐘之間提供更精細的排序
6. clockIdentity — 基於唯一識別符號的斷路器

除了此優先順序外，當兩個Announce消息反映相同的外部MasterClock時，還會使用本地時鐘和外部MasterClock之間的邊界時鐘數測量的「距離」。距離在Announce消息的stepsRemoved欄位中指示。這種情況可能會發生在具有循環路徑未被PTP之外的協定刪除的PTP系統中。資料集比較演算法明確地選擇兩個時鐘中的一個為「更好」或「拓撲更好」。

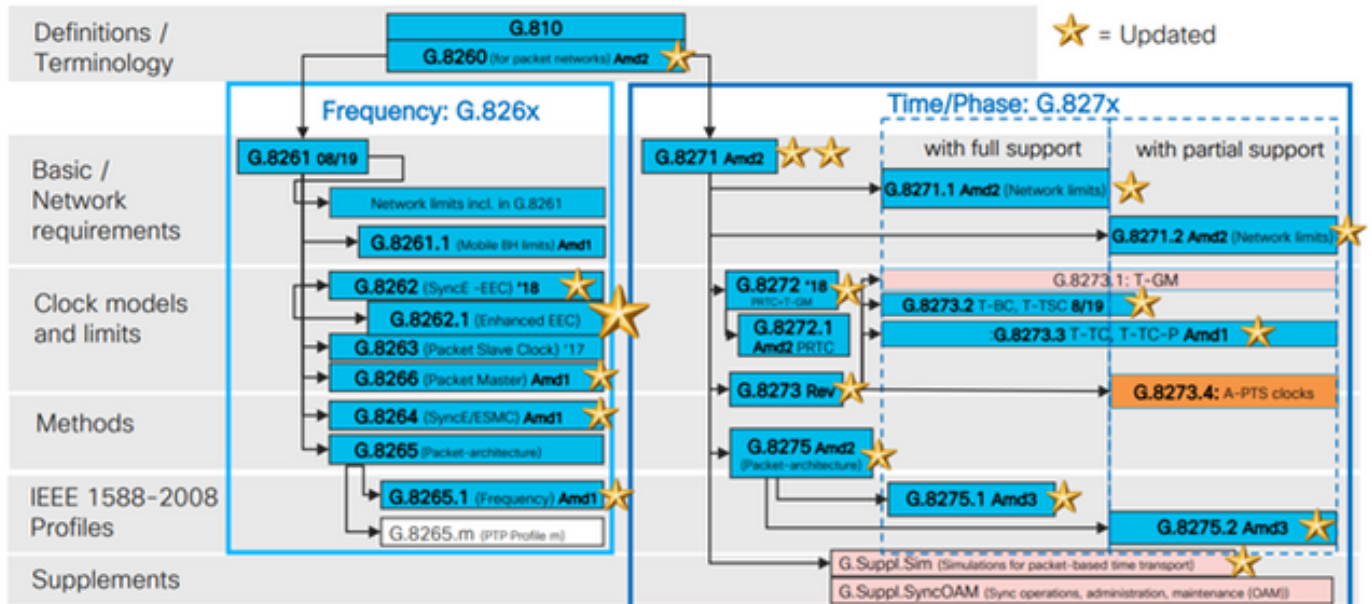
配置檔案

PTP配置檔案的目的是允許組織指定PTP的屬性值和可選功能的特定選擇，當使用相同的傳輸協定時，這些屬性值和可選功能可以互聯，並且達到滿足特定應用程式要求的效能。

PTP配置檔案應定義：

- 最佳主時鐘演算法選項
- 配置管理選項
- 路徑延遲機制（對等延遲或延遲請求響應）
- 所有PTP可配置屬性和資料整合員的範圍和預設值
- 要求、允許或禁止的運輸機制
- 需要、允許或禁止的節點型別
- 要求、允許或禁止的選項

為使用PTP的資料包網路定義的各種配置檔案如下：



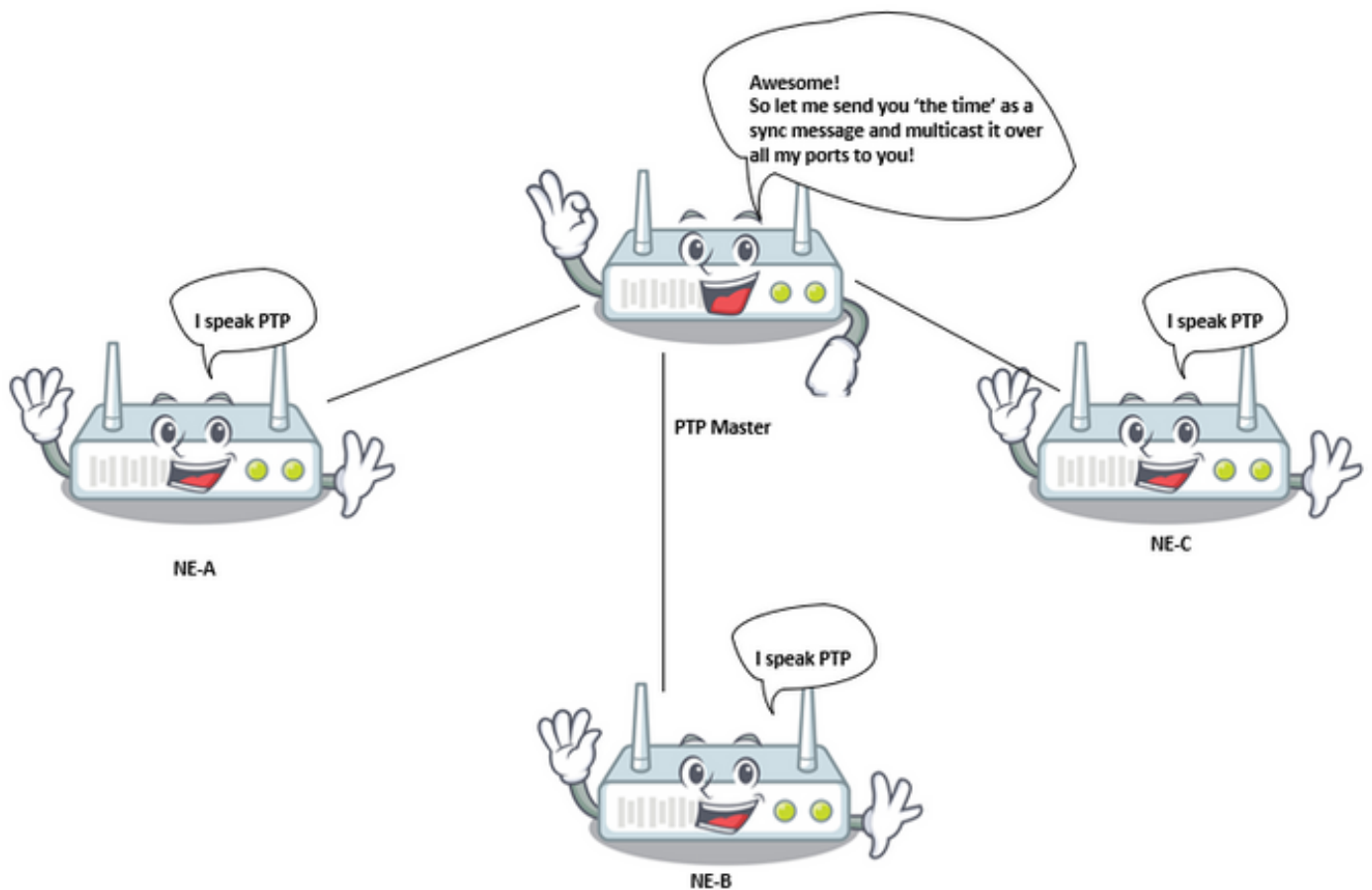
8265.x配置檔案用於實現與PTP的頻率同步。

8275.x用於使用PTP進行日間/相位同步。NCS5xx/55xx目前支援8265.1、8275.1、8275.2和8273.2。

8265.1以前用於3G/4G時鐘同步，而8275.x現在用於5G，因為對5G網路的精確性要求增加。

8275.1

本附件包含用於相位/時間分配的PTP電信配置檔案，該配置檔案具有來自網路的完全定時支援。



同步模型：

G.8275.1配置檔案採用逐跳同步模型。從伺服器到客戶端時鐘的路徑中的每個網路裝置都會將其本地時鐘同步到上游裝置，並為下游裝置提供同步

節點型別：

在此配置檔案中，允許的節點型別為普通時鐘、邊界時鐘和端到端透明時鐘。

在此配置檔案中，禁止的節點型別是對等透明時鐘。

域：

可以使用從24到43的域ID。預設域ID為24

時鐘模式：

允許一步和兩步時鐘。時鐘必須能夠接收和處理從一步和兩步時鐘傳送的消息。傳輸消息時不需要時鐘支援一步和兩步模式。

需要、允許或禁止的傳輸機制

在此配置檔案中，允許的傳輸機製為：

- IEEE 802.3/乙太網和
- OTN

必須至少支援兩個傳輸機制之一。對於通過IEEE 802.3/乙太網的傳輸，需要支援不可轉發組播地址01-80-C2-00-00-0E和可轉發組播地址01-1B-19-00-00-00，以便符合此配置檔案

單播/組播消息：

所有消息使用兩個組播地址(01-80-C2-00-00-0E/01-1B-19-00-00-00)之一以組播方式傳送。此版本的配置檔案不允許單播模式。

最佳主時鐘演算法選項：

此配置檔案使用備用BMCA。

從每個可用節點按順序比較以下時鐘引數以選擇最佳主時鐘：

表1. Telcom配置檔案BMCA層次結構

引數	說明
優先順序1	未在電信配置檔案中使用
Clock-class	時鐘可跟蹤性的度量。 MasterClock的頻率/時間是否可以追溯到GNSS基準 (A、B優於C)
時鐘精度	GM時鐘輸出與主要參考的準確度如何？ 例如：時間精確到25ns內。
偏移縮放日誌差異 (OSLV)	測量時鐘精度。未與另一個源同步時，時鐘輸出變化多少。
優先順序2	如果上述所有引數均匹配，則使用者在MasterClock-node上定義優先順序
本地埠優先順序	使用者在DUT上按埠定義優先順序
GM時鐘標識	GrandMasterClock的時鐘ID用作繫帶斷開器
刪除的步驟	如果可通過多個埠到達grandMasterClock，則選擇最短路徑 (A優於B)

路徑延遲測量選項 (延遲請求/延遲響應)：

此配置檔案中使用延遲請求/延遲響應機制。此配置檔案中不得使用對等延遲機制，必須使用delay_req-response方法。

此PTP電信配置檔案定義備用BMCA，它允許使用兩種主要方法設定相位/時間同步網路的拓撲：

自動拓撲建立：

在將本建議中定義的localPriority屬性配置為預設值時，備用BMCA會根據PTP時鐘交換的Announce消息自動建立PTP拓撲。在此操作之後，會構建一個具有通往T-GM的最短路徑的同步樹。在此模式下，在故障事件和拓撲重新配置期間，將再次運行備用BMCA並生成新的同步樹。此備用BMCA操作可確保無需手動干預或預先分析網路即可建立任何計時環路。新PTP拓撲的收斂時間取決於網路的大小以及PTP引數的特定配置。

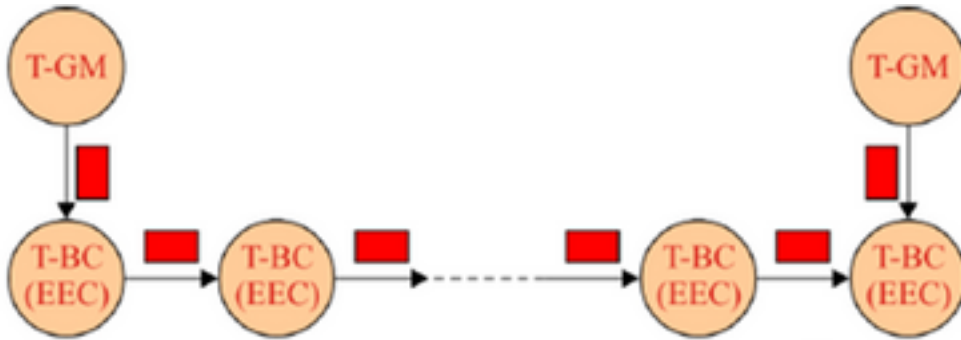
手動網路規劃：使用本建議中定義的localPriority屬性與它們的預設值不同的值，可以手動構建同步網路拓撲，其方式與通常基於同步狀態消息(SSM)運行同步數字分層結構(SDH)網路類似。此選項允許根據配置的本地系統優先順序在故障事件和拓撲重新配置期間完全控制操作。但是，在部署之前需要仔細進行網路規劃，以避免出現定時環路。

使用Priority2時的注意事項：

PTP屬性priority2可在此配置檔案中配置。在某些特殊情況下，使用priority2屬性可以簡化網路管理。本節介紹兩種使用案例；其他可能的病例有待進一步研究。

• 案例1.

運營商可以配置PTP屬性priority2，使所有電信邊界時鐘(T-BC)可追溯到一個電信大主時鐘(T-GM)，或可追溯到兩個不同的T-GM。

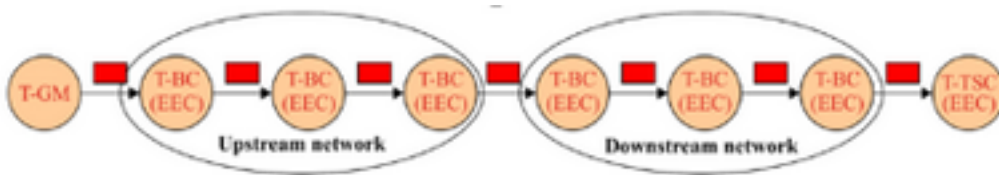


例如，在此圖中，如果兩個T-GM的所有其他PTP屬性相同，且兩個T-GM配置了相同的priority2值，則每個T-BC將選擇具有最短路徑的T-GM。如果兩個T-GM配置了不同的priority2值，則所有T-BC都將與具有最小priority2值的T-GM同步。

• 案例2.

運營商可以配置PTP屬性priority2，以防止在T-GM出現故障時上游網路的T-BC與下游網路的T-BC同步。

例如，在圖中，如果所有T-BC的所有其他PTP屬性相同，並且所有T-BC的PTP屬性priority2都配置相同的值，則當T-GM發生故障時，根據所有T-BC的clockIdentity值，上游網路中的T-BC可以與下游網路中的T-BC同步。如果上游網路中的T-BC被配置為具有比下游網路中的T-BC更小的優先順序2值，則當T-GM發生故障時，下游網路中的T-BC將同步到上游網路中的T-BC。



鏈路聚合上的操作：

當嵌入符合此配置檔案的PTP時鐘的兩個裝置通過鏈路聚合(LAG)連線時，應直接訪問每個物理鏈路以傳輸PTP消息，繞過LAG。此方法可防止在轉發路徑和反向路徑通過屬於LAG的不同鏈路傳送時可能出現的不對稱。

選擇PTP乙太網組播目標地址的注意事項：

使用PTP對映時，此PTP配置檔案支援不可轉發組播地址01-80-C2-00-00-0E和可轉發組播地址01-1B-19-00-00-00。

要使用的乙太網組播地址取決於運營商策略；下文提供了進一步的考慮。

與T-BC或T-TC的PTP埠相關聯的第2層橋接功能不應轉發任何目的MAC地址為01-1B-19-00-00-00的幀；這可以通過在過濾資料庫中正確設定此組播地址來完成。

- 選項1 — 使用不可轉發組播地址01-80-C2-00-00-0E。

一些網路運營商認為，PTP消息絕不能通過不瞭解PTP的網路裝置轉發。

使用不可轉發組播地址01-80-C2-00-00-0E在大多數情況下可保證此屬性（某些較舊的乙太網裝置存在例外）。

因此，在網路裝置配置錯誤的情況下（例如，如果感知到PTP的網路裝置中未啟用PTP功能），使用此組播地址可防止不正確的同步分配，因為PTP消息將被不感知到PTP的網路裝置阻止。

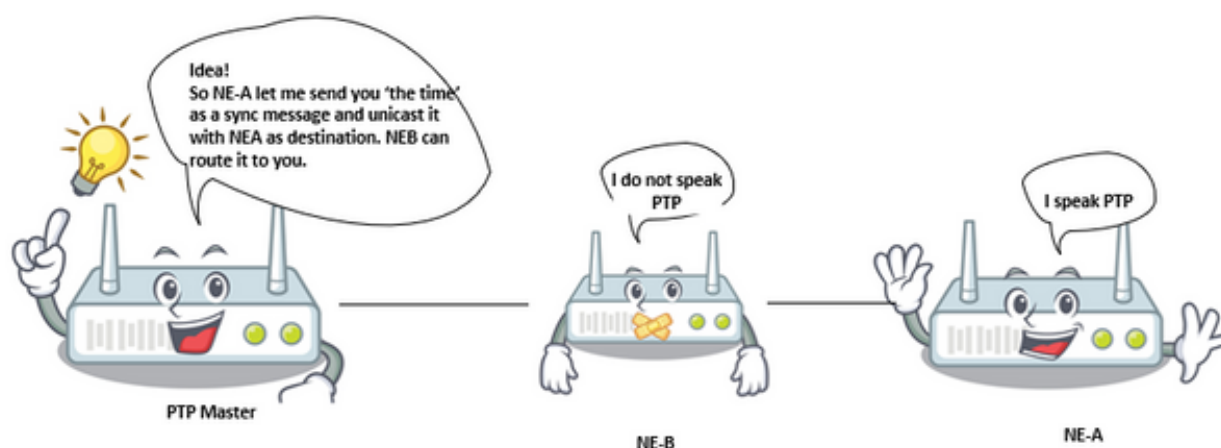
- 選項2 — 使用可轉發組播地址01-1B-19-00-00-00。

一些網路運營商認為，使用可轉發組播地址更為靈活，並且最好轉發PTP消息，以便在某些裝置被誤配置為非PTP節點的情況下保持同步鏈路運行，儘管存在效能降低的潛在風險。網路管理系統(NMS)很容易發現配置錯誤並發出警報。

但是，通過在每個乙太網裝置的過濾資料庫中正確設定該組播地址，可以阻止PTP消息。

8275.2

此建議定義另一個PTP配置檔案，以允許分配來自網路的部分定時支援(PTS)的相位和時間（即，無需網路中每台裝置運行ptp）。8275.2與8275.1之間的主要區別在於，它運行在IPv4單播上，並不是網路中的所有節點都需要運行PTP。



傳輸機制：

在此配置檔案中，所需的傳輸機制是UDP/IPv4。

單播消息：

所有消息均以單播方式傳送。

在此電信配置檔案中，預設情況下啟用單播協商。

SlaveClock將按照單播消息協商過程啟動會話。

域：

可以使用從44到63的域ID。預設域id為44。

最佳主時鐘演算法選項：

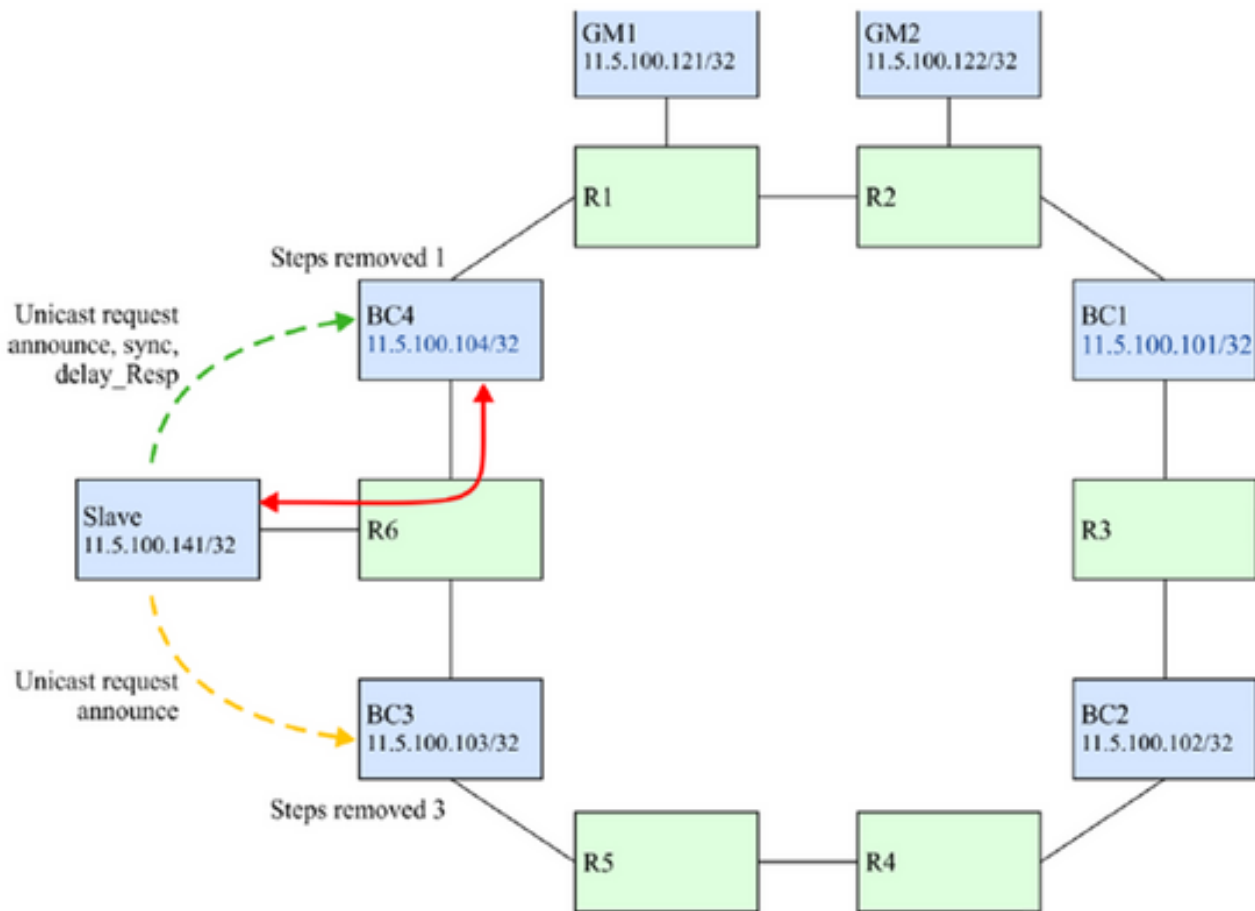
此配置檔案使用備用BMCA。

屬性IPPath延遲測量選項（延遲請求/延遲響應）、自動拓撲建立和使用priority2的考慮與電信配置檔案8275.1相同

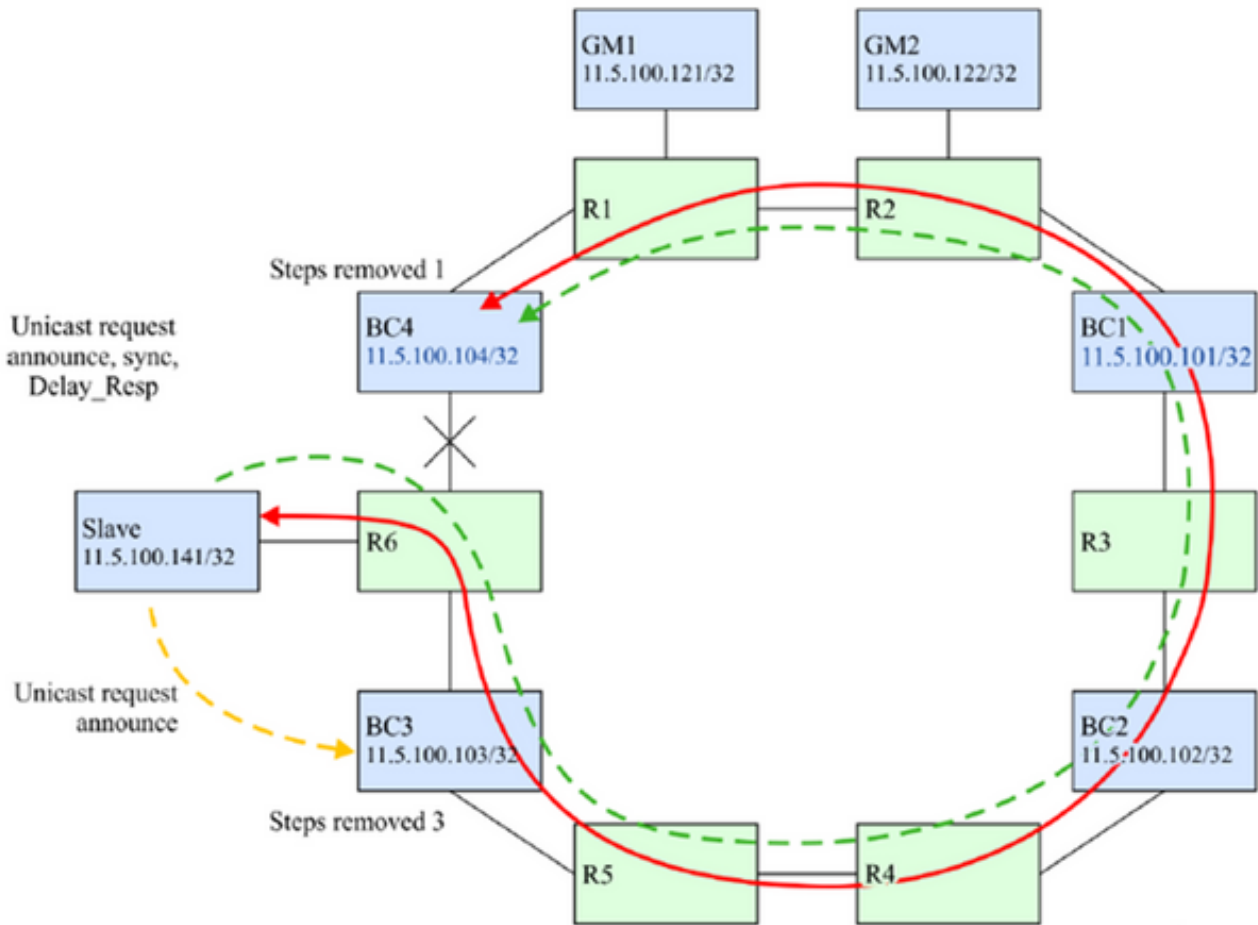
在環拓撲中考慮PTP over IP傳輸：

當通過IP傳輸層使用PTP消息傳送時，需要考慮第3層協定的某些方面。PTP層使用目的IP地址將消息傳送到IP層。然後，只要存在源節點到目標地址的通過IP傳輸網路的路徑，IP層就會確保消息被傳送到目標。IP層包括動態路由協定，可以根據IP路由器之間的可用鏈路來調整通過網路的路徑。IP傳輸層採用的路徑可能不是同步規劃器所期望的路徑。在IP傳輸層應用一些限制來控制PTP消息的次優路徑可能會有益。環狀拓撲中可能會出現這種情況。

以下圖所示的拓撲為例，SlaveClock配置為從BC3和BC4請求單播服務。在從BC3和BC4收到Announce消息後，SlaveClock將運行BMCA並選擇BC4作為其父時鐘，基於以下事實：步驟（BC4的刪除值為1，而BC3的刪除值為3）。然後，SlaveClock將從BC4請求同步消息。



如果BC4和R6之間的連線中斷（見下圖），則無法通過預期路徑到達BC4。但是，仍然可以到達，因為路由協定會通過在環上路由IP資料包來保留連線。BC4仍保留為父時鐘，因為BMCA仍認為它更好。

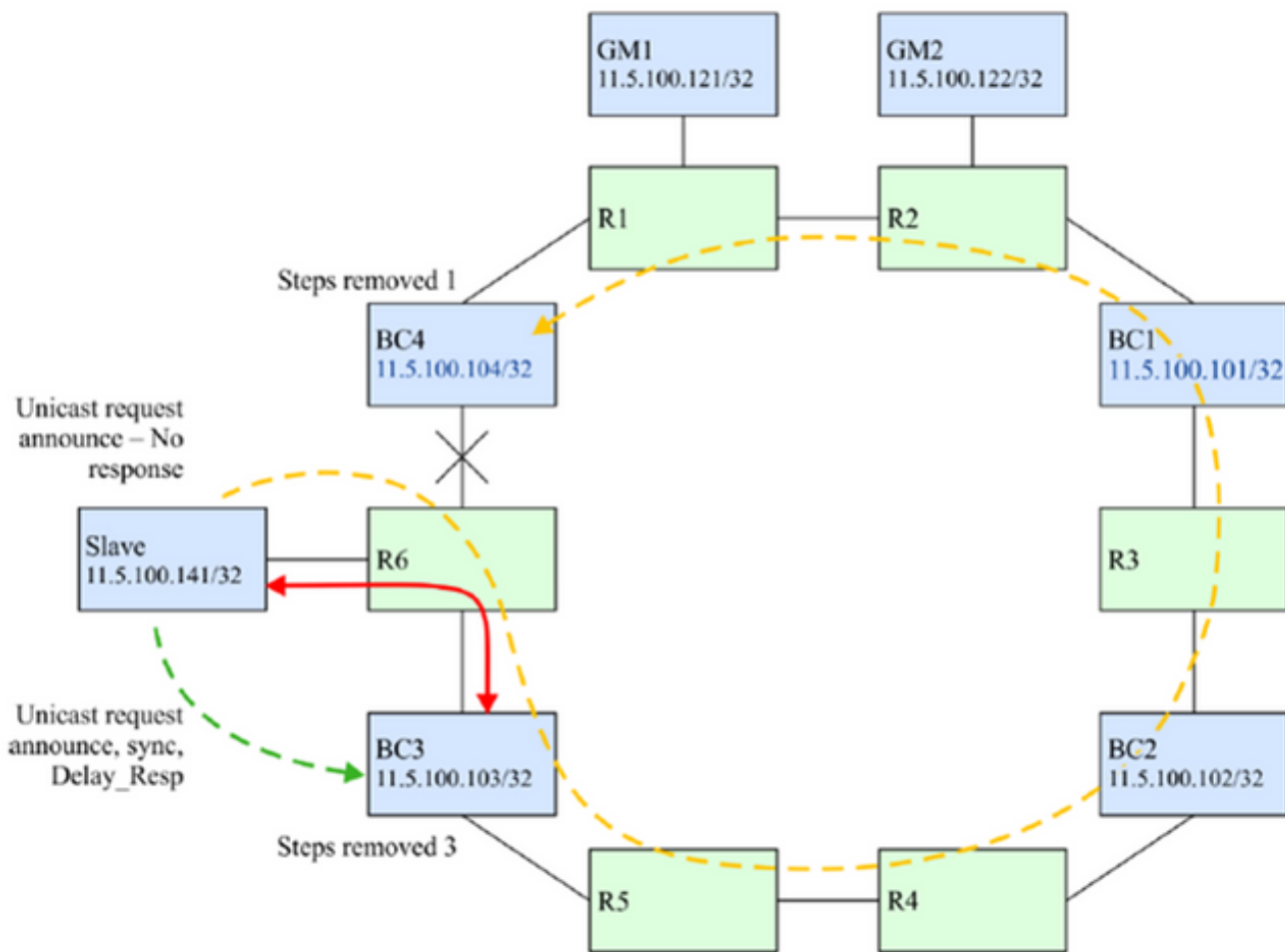


期望的操作很可能是SlaveClock應切換到BC3以獲得更好的效能。

可以使用一些技術來確保在上述故障場景中，從時鐘將選擇BC3作為其父時鐘。它們基於攔截從BC4到從時鐘的PTP IP消息（如果這些消息在環上順時針傳輸）。該解決方案基於僅阻止PTP消息，而不阻止可能使用相同IP地址的其他協定的消息。

選項1：唯一IP地址和靜態路由：

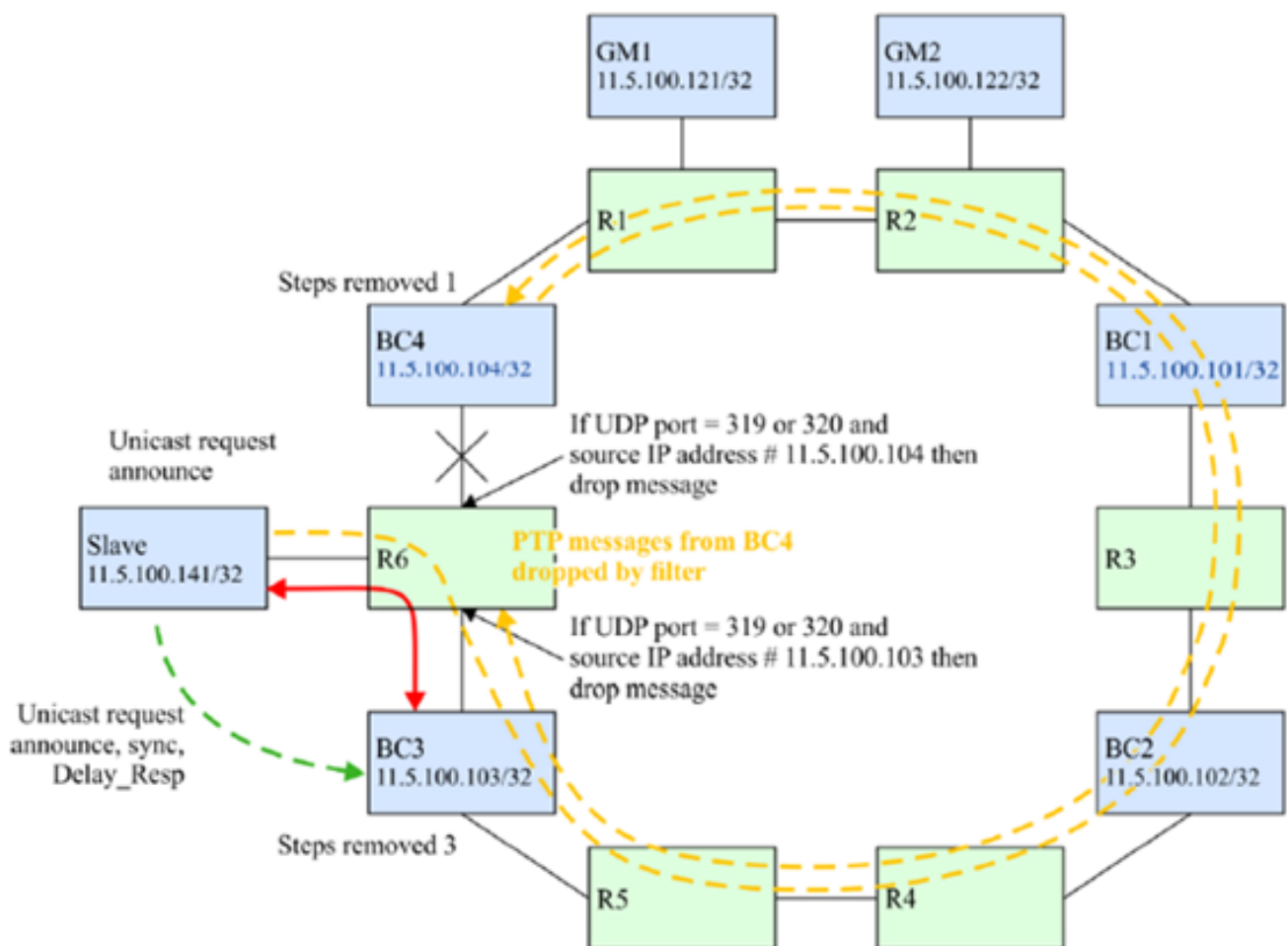
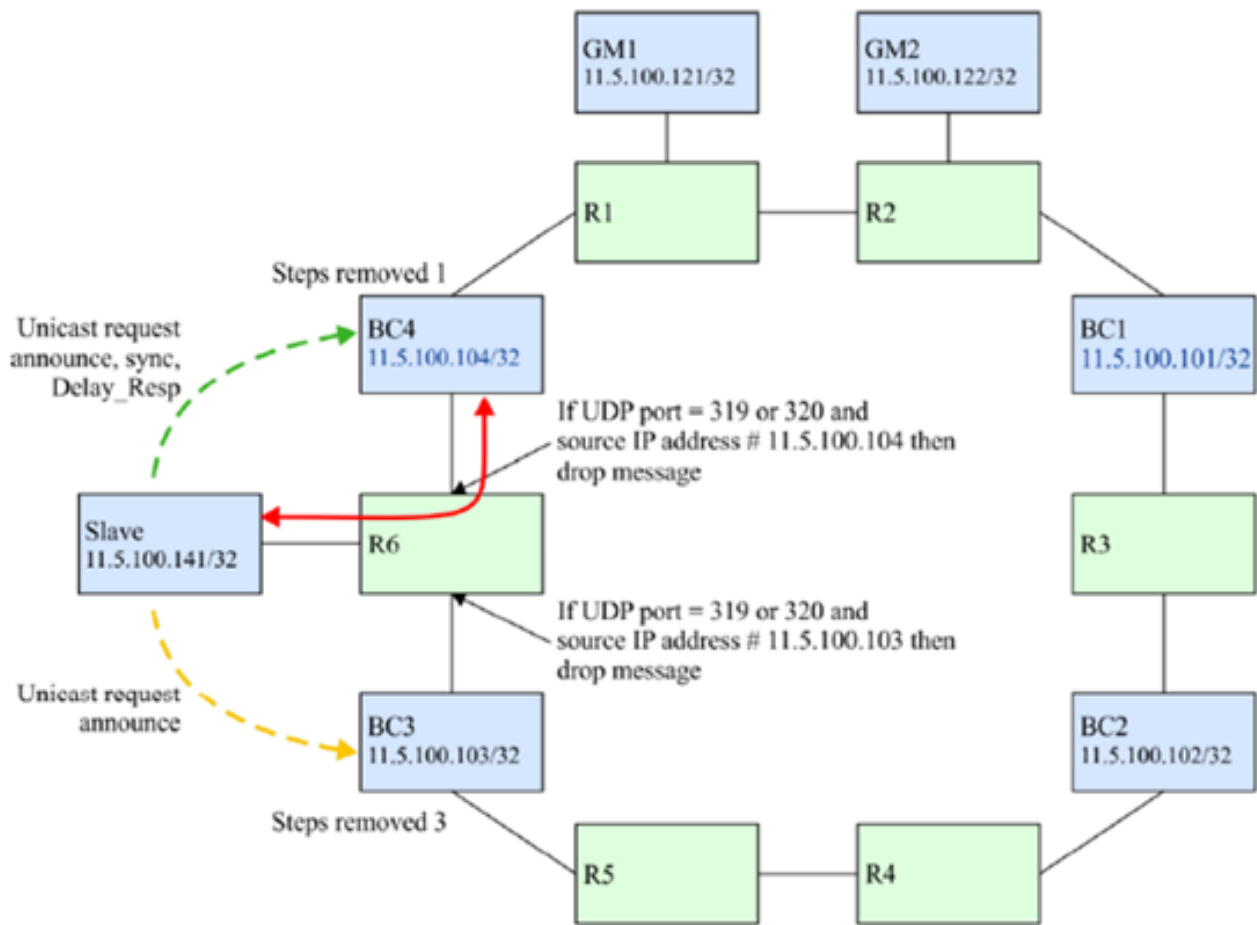
在某些部署模式中，可以分配唯一的IP地址以單獨使用PTP。這樣就可以使用靜態路由控制節點之間PTP流的方向。對BC4進行配置時，到達11.x.x.141（從時鐘）的唯一路徑將是BC4和R6之間的鏈路。此外，對R6進行配置時，到達11.y.y.104(BC4)的唯一路徑將是R6和BC4之間的鏈路。如果R6和BC4之間的鏈路發生故障，則沒有可用路由來獲取11.x.x.141和11.y.y.104之間的IP資料包。SlaveClock不會從BC4接收Announcement，BMCA會選擇BC3作為父時鐘。請參閱此映像。



選項2. IP過濾器

所有路由器都支援某種IP過濾級別。過濾器可用於保護路由器的控制平面免受不需要的消息的影響。在這種情況下，可以使用它們控制路由介面的子集上接受PTP消息。

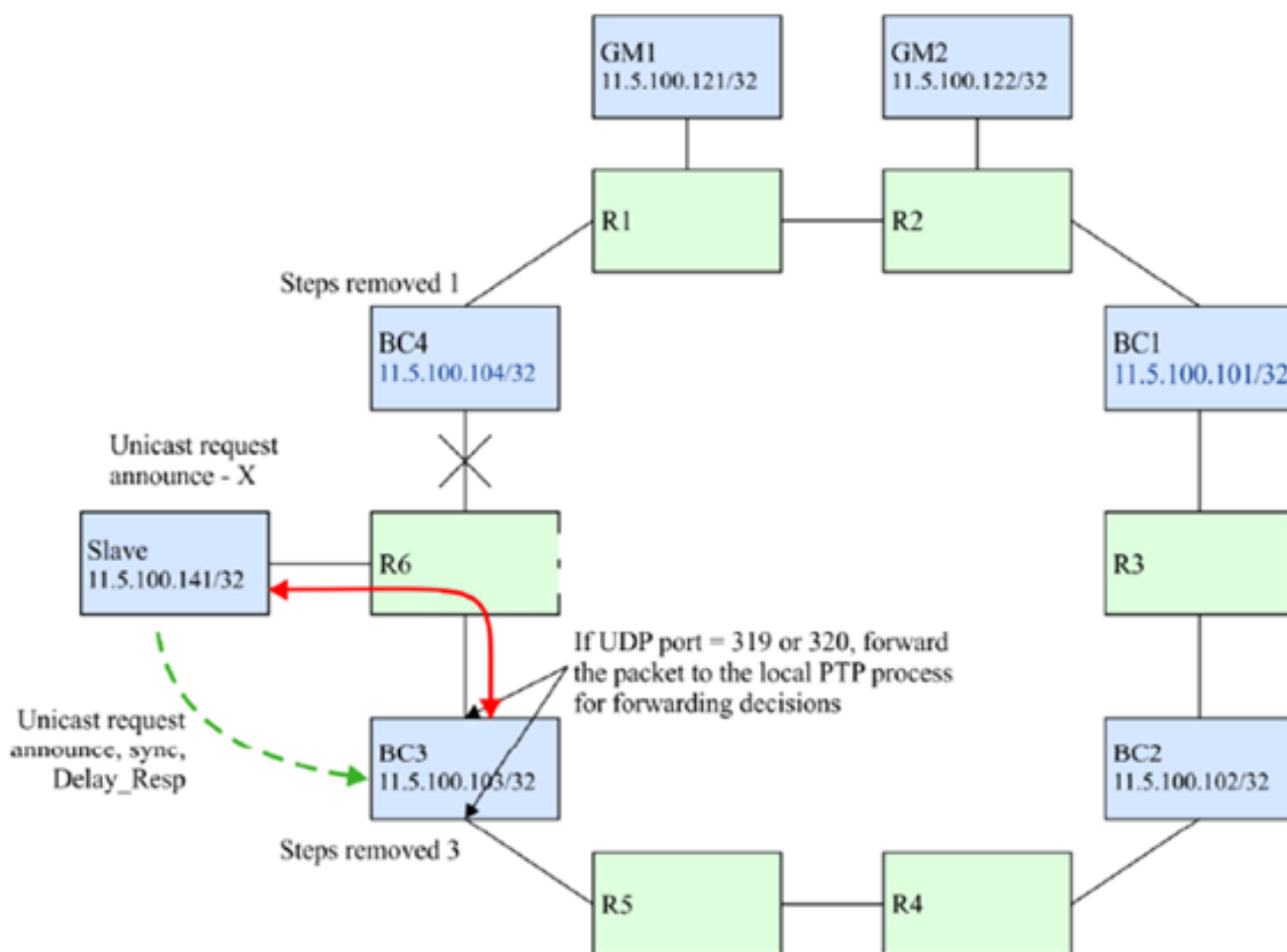
在這種情況下，R6將配置為保護SlaveClock免受採用錯誤路由的PTP消息的影響。在面向BC3的R6的介面上，如果源地址與BC3上的PTP進程地址匹配，則可以應用過濾器，以僅允許消息傳送到UDP埠319或320。該介面上接收的任何源自BC4的消息都將丟棄。請參閱此映像。



選項3：所有PTP消息的BC處理

BC可以終止接收到BC所使用的任何域的任何埠中的所有PTP消息。然後，可以根據PTP進程本身的決策丟棄或轉發PTP消息。如果PTP消息的目的地址不是BC擁有的地址，則選擇可能是丟棄該消息，或者將其傳送到轉發引擎以傳送到目的地。如果PTP消息用於與BC不同的域，則可以使用後一種情況。同樣在後一種情況下，包含BC的網路元件也可以更新任何被轉發的事件消息的校正欄位，以補償PTP消息的提取和處理，即支援這些消息的透明時鐘功能。如果路由器支援IP資料包的基於策略的路由，則可以完成從IP平面提取消息。

此範例如下圖所示。



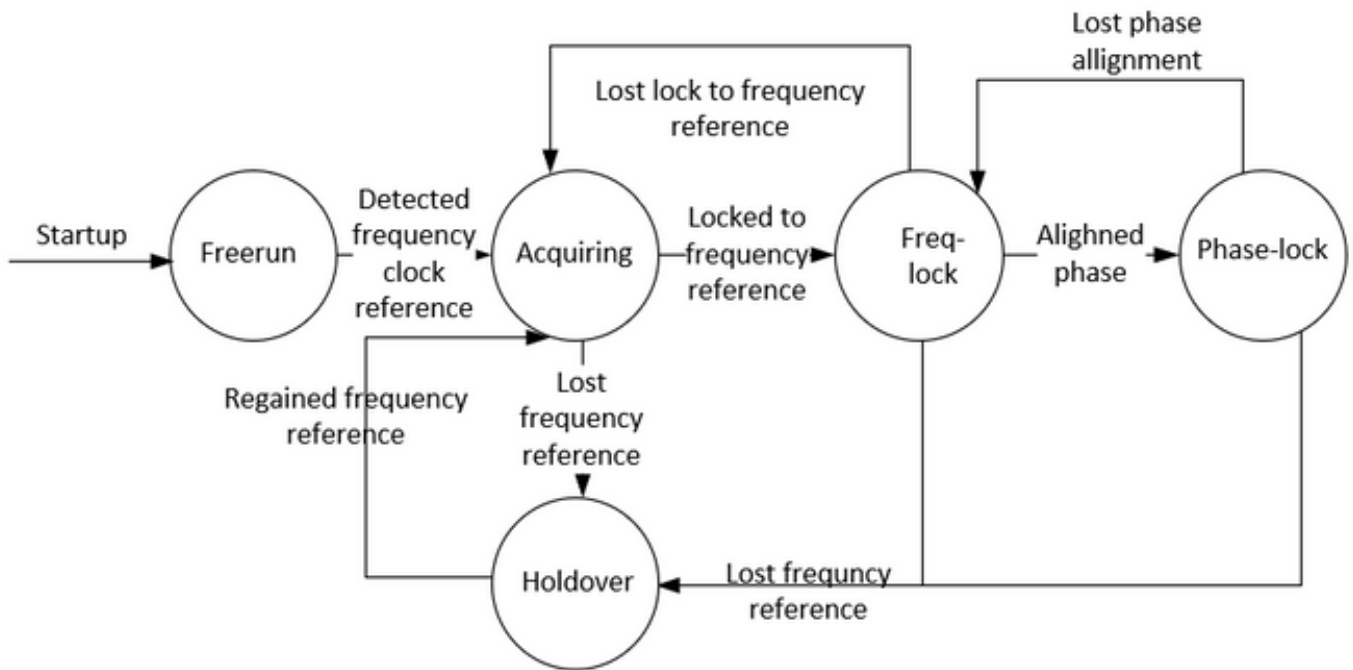
選項4.從IP傳輸使用生存時間(TTL)機制：

PTP節點可能傳送PTP資料包，其中IP/傳輸報頭中攜帶的TTL欄位設定為到達與其具有PTP合約的對等PTP埠所需的最小路由跳數。在典型的PTP不感知的網路中，在主時鐘和從時鐘之間具有不感知路由器，如果PTP不感知路由器的數量大於PTP消息的TTL值，PTP消息將被不感知到PTP的路由器之一丟棄。這可用於限制相鄰路由器之間的PTP資料包經過的IP跳數，並避免通過不需要的較長路徑進行通訊。

此行為可能是每個PTP埠或每個PTP時鐘，並且特定於實施。假定在這種環拓撲中，IP路由將注意確保到達PTP MasterClock的較短路徑被視為比環中較長路徑更好的路由。

例如，如果SlaveClock有一個直接連線的MasterClock，該主時鐘也可以通過較長的路徑到達，則它可以使用TTL值1確保PTP資料包僅通過直接連線的路徑到達MasterClock，而不是通過環路的較長路徑到達。

伺服演算法



模式說明：

- 自由運行模式：

PTP時鐘從未與時間源同步，並且未處於與時間源同步的過程中。

- 獲取模式：

PTP時鐘正在同步到時間源。此模式的持續時間和功能特定於實施。實施中不需要此模式。

- 頻率/鎖相模式：

相位鎖定 — PTP時鐘與時間源相位同步，並且在某種內部可接受精度內。

頻率鎖定 — 時脈頻率同步到時間源，並且在某種內部可接受精度內。

由於與[IEEE 1588]中定義的PTP埠狀態相關，如果存在PTP埠處於從屬狀態，則時鐘處於鎖定模式。

- 保持模式：

PTP時鐘不再與時間源同步，並且使用在其先前同步或者其它資訊源仍然可用時獲得的資訊，以在期望規範內保持效能或者不能保持期望規範內的效能。節點可能完全依靠自己的設施進行保持，或者可能使用類似從網路輸入的頻率來實現時間和/或相位的保持。

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

路由器允許為頻率和當天時間(ToD)選擇不同的源。頻率選擇可以在路由器可用的任何頻率源（例如BITS、GPS、SyncE或IEEE 1588 PTP）之間進行。ToD選擇是在為頻率選擇的源和PTP之間（如果可用）（ToD選擇來自GPS、DTI或PTP）。這稱為混合模式，其中物理頻率源（BITS或SyncE）用於提供頻率同步，而PTP用於提供ToD同步。

部署8275.1時，可以在網路中同時使用SyncE（用於頻率傳輸）和ptp（相位/時間傳輸）以實現更好的準確性（稱為混合模式，自7.3.x版起，這是NCS唯一支援的模式）

本地優先順序屬性不會在Announce消息中傳輸。在正在比較的資料集的所有其他先前屬性相等的情況下，此屬性用作資料集比較演算法中的連線斷開器

8275.1:

	邊界時鐘	說明
	組態	
	ptp	
	時鐘	
	域24	
	配置檔案g.8275.1 clock-type T-BC	Profile 8275.1正與時鐘角色一起使用，作為BC電信邊界時鐘
	!	
	配置檔案T-BC-MasterClock	為ptp埠定義角色。
	multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E	正在使用非轉發組播地址（可選）
	傳輸乙太網路	正在使用乙太網傳輸
	埠狀態MasterClock-only	要使用的埠狀態僅是MasterClock
	同步頻率16	將以每秒資料包的頻率傳送同步資料包
	通告頻率8	通告資料包將以每秒資料包頻率傳送
	delay-request frequency 16	Delay_Req資料包將以每秒資料包的頻率傳送
	!	
	配置檔案T-BC-SLAVE	為ptp埠定義角色。
	multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E	正在使用非轉發組播地址（可選）
	傳輸乙太網路	正在使用乙太網傳輸
ptp	port state SlaveClock-only	要使用的埠狀態僅為SlaveClock
	同步頻率16	將以每秒資料包的頻率傳送同步資料包
	通告頻率8	通告資料包將以每秒資料包頻率傳送
	delay-request frequency 16	Delay_Req資料包將以每秒資料包的頻率傳送
	!	
	!	
	interface TenGigE0/0/0/18	MasterClock介面。連線到下游從時鐘埠
	ptp	為此埠啟用PTP
	配置檔案T-BC-MasterClock	在此ptp埠下呼叫使用者定義的角色
	local-priority 120	localPriority屬性，在資料集比較演算法中用作連線斷開器，如果正在比較的資料集的所有其前屬性相同
	!	
	!	
	interface TenGigE0/0/0/19	SlaveClock介面。連線到上游MasterClock
	ptp	為此埠啟用PTP
	配置檔案T-BC-SLAVE	在此ptp埠下呼叫使用者定義的角色
	local-priority 130	
	!	
	!	
	頻率同步	在全球範圍內啟用IT
	品質itu-t選項1	接收的時鐘的QL按照itu-t選項1執行
	日誌選擇更改	
	!	
SyncE	interface TenGigE0/0/0/19	SlaveClock介面。連線到上游MasterClock
	頻率同步	在介面上啟用syncE
	選擇輸入	SyncE的介面處於從時鐘狀態
	優先順序15	當地重要。

通過更改時鐘源的優先順序來管理時鐘選擇。路由器在時鐘選擇中包含新啟用的同步乙太鐘源之前等待的時間量。預設值為300秒。

等待還原0

!

```
interface TenGigE0/0/0/18
  頻率同步
```

等待還原0

GrandMasterClock

組態

```
ptp
  時鐘
  域24
```

配置檔案g.8275.1時鐘型別T-GM

!

配置檔案T-MasterClock

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

傳輸乙太網路

埠狀態MasterClock-only

同步頻率16

通告頻率8

```
delay-request frequency 16
```

!

!

```
interface TenGigE0/0/0/18
  ptp
  配置檔案T-MasterClock
```

```
local-priority 120
```

!

!

!

頻率同步

品質itu-t選項1

日誌選擇更改

!

```
interface TenGigE0/0/0/18
  頻率同步
```

等待還原0

從時鐘

組態

```
ptp
  時鐘
  域24
```

配置檔案g.8275.1 clock-type T-TSC

!

配置檔案T-SLAVE

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

MasterClock介面。連線到下游從時鐘埠在介面上啟用syncE

路由器在時鐘選擇中包含新啟用的同步乙太鐘源之前等待的時間量。預設值為300秒。

說明

全域性啟用ptp

Profile 8275.1正與時鐘角色一起使用以成為GM telecom grand MasterClock

為ptp埠定義角色。

正在使用非轉發組播地址 (可選)

正在使用乙太網傳輸

要使用的埠狀態僅是MasterClock

將以每秒資料包的頻率傳送同步資料包

通告資料包將以每秒資料包頻率傳送

Delay_Req資料包將以每秒資料包的頻率傳

MasterClock介面。連線到下游從時鐘埠為此埠啟用PTP

在此ptp埠下呼叫使用者定義的角色

localPriority屬性，在資料集比較演算法中用於線斷開器，如果正在比較的資料集的所有其前屬性相同

在全球範圍內啟用IT

配置ITU-T品質級別(QL)選項。ITU-T選項1預設選項

啟用日誌記錄

MasterClock介面。連線到下游從時鐘埠在介面上啟用syncE

路由器在時鐘選擇中包含新啟用的同步乙太鐘源之前等待的時間量。預設值為300秒。

說明

全域性啟用ptp

配置檔案8275.1與時鐘角色一起使用為T-TSC信從時鐘

為ptp埠定義角色。

正在使用非轉發組播地址 (可選)

ptp

SyncE

ptp

	<pre> 00-0E 傳輸乙太網路 port state SlaveClock-only 同步頻率16 通告頻率8 delay-request frequency 16 ! ! interface TenGigE0/0/0/19 ptp 配置檔案T-SLAVE local-priority 120 ! ! ! 頻率同步 品質itu-t選項1 日誌選擇更改 ! interface TenGigE0/0/0/19 頻率同步 選擇輸入 優先順序15 等待還原0 ! </pre>	<p>正在使用乙太網傳輸 要使用的埠狀態僅為SlaveClock 將以每秒資料包的頻率傳送同步資料包 通告資料包將以每秒資料包頻率傳送 Delay_Req資料包將以每秒資料包的頻率傳</p> <p>SlaveClock介面。連線到上游MasterClock 為此埠啟用PTP 在此ptp埠下呼叫使用者定義的角色 localPriority屬性，在資料集比較演算法中用 線斷開器，如果正在比較的資料集的所有其 前屬性相同</p> <p>在全球範圍內啟用IT 配置ITU-T品質級別(QL)選項。ITU-T選項1 預設選項 啟用日誌記錄</p> <p>SlaveClock介面。連線到上游MasterClock 在介面上啟用syncE SyncE的介面處於從時鐘狀態 當地重要。 通過更改時鐘源的優先順序來管理時鐘選擇 路由器在時鐘選擇中包含新啟用的同步乙太 鐘源之前等待的時間量。預設值為300秒</p>
8275.2:	<pre> 邊界時鐘 組態 ptp 時鐘 域44 配置檔案g.8275.2 clock-type T-BC ! 配置檔案T-BC-MasterClock multicast target-address ethernet 01-80-C2-00- 00-0E 傳輸ipv4 埠狀態MasterClock-only 同步頻率16 通告頻率8 delay-request frequency 16 ! 配置檔案T-BC-SLAVE multicast target-address ethernet 01-80-C2-00- 00-0E 傳輸ipv4 </pre>	<p>說明</p> <p>Profile 8275.2正與時鐘角色一起使用，以作 BC電信邊界時鐘</p> <p>為ptp埠定義角色。</p> <p>正在使用非轉發組播地址 (可選)</p> <p>正在使用乙太網傳輸 要使用的埠狀態僅是MasterClock 將以每秒資料包的頻率傳送同步資料包 通告資料包將以每秒資料包頻率傳送 Delay_Req資料包將以每秒資料包的頻率傳</p> <p>為ptp埠定義角色。</p> <p>正在使用非轉發組播地址 (可選)</p> <p>正在使用乙太網傳輸</p>

```
port state SlaveClock-only
同步頻率16
通告頻率8
delay-request frequency 16
!
!
interface TenGigE0/0/0/18
ptp
配置檔案T-BC-MasterClock
```

```
local-priority 120
!
!
interface TenGigE0/0/0/19
ip address 10.0.0.1 255.255.255.252
ptp
配置檔案T-BC-SLAVE
local-priority 130
主時鐘ipv4 10.0.0.2 255.255.255.252
!
```

```
GrandMasterClock
組態
ptp
時鐘
域44
配置檔案g.8275.2時鐘型別T-GM
```

```
!
配置檔案T-MasterClock
multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-00-0E
傳輸ipv4
埠狀態MasterClock-only
同步頻率16
通告頻率8
delay-request frequency 16
!
```

ptp

```
!
!
interface TenGigE0/0/0/18
ptp
配置檔案T-MasterClock
local-priority 120
!
!
!
```

```
從時鐘
組態
ptp
時鐘
域44
配置檔案g.8275.2 clock-type T-TSC
```

ptp

要使用的埠狀態僅為SlaveClock
將以每秒資料包的頻率傳送同步資料包
通告資料包將以每秒資料包頻率傳送
Delay_Req資料包將以每秒資料包的頻率傳送

MasterClock介面。連線到下游從時鐘埠
為此埠啟用PTP
在此ptp埠下呼叫使用者定義的角色
localPriority屬性，在資料集比較演算法中用
線斷開器，如果正在比較的資料集的所有其他
屬性相同

SlaveClock介面。連線到上游MasterClock的
為此埠啟用PTP
在此ptp埠下呼叫使用者定義的角色

明確提及主時鐘ip

說明
全域性啟用ptp

Profile 8275.1正與時鐘角色一起使用以成為
telecom grand MasterClock

為ptp埠定義角色。

正在使用非轉發組播地址（可選）

正在使用乙太網傳輸
要使用的埠狀態僅是MasterClock
將以每秒資料包的頻率傳送同步資料包
通告資料包將以每秒資料包頻率傳送
Delay_Req資料包將以每秒資料包的頻率傳送

MasterClock介面。連線到下游從時鐘埠
為此埠啟用PTP
在此ptp埠下呼叫使用者定義的角色
localPriority屬性，在資料集比較演算法中用
線斷開器，如果正在比較的資料集的所有其他
屬性相同

說明
全域性啟用ptp

配置檔案8275.1與時鐘角色一起使用為T-TS


```

!
配置檔案T-SLAVE
multicast target-address ethernet 01-80-C2-00-
00-0E
傳輸ipv4
port state SlaveClock-only
同步頻率16
通告頻率8
delay-request frequency 16
!
!
interface TenGigE0/0/0/19
ip address 10.0.0.1 255.255.255.252
ptp
配置檔案T-SLAVE

local-priority 120

主時鐘ipv4 10.0.0.2 255.255.255.252
!
!
!

```

從時鐘

為ptp埠定義角色。

正在使用非轉發組播地址（可選）

正在使用乙太網傳輸

要使用的埠狀態僅為SlaveClock

將以每秒資料包的頻率傳送同步資料包

通告資料包將以每秒資料包頻率傳送

Delay_Req資料包將以每秒資料包的頻率傳送

SlaveClock介面。連線到上游MasterClock的

為此埠啟用PTP

在此ptp埠下呼叫使用者定義的角色

localPriority屬性，在資料集比較演算法中用

線斷開器，如果正在比較的資料集的所有其他

屬性相同

明確提及主時鐘ip

如果在介面上未收到ESMC資料包，或者埠末尾未配置SyncE，但仍希望啟用syncE。您可以在介面上靜態定義QL值並禁用SSM。

```

頻率同步
品質itu-t選項1
日誌選擇更改
!
SyncE interface TenGigE0/0/0/19
頻率同步
ssm disable
優質接收精確itu-t選項1 PRC
選擇輸入
優先順序15
等待還原0
!

```

為了在8275.2中使用混合模式，請在介面下使用「physical-layer-frequency」。這將為頻率啟用SyncE，為相位啟用ptp。

要啟用具有8275.2「physical-layer-frequency」的混合模式，必須在全域性ptp下配置。

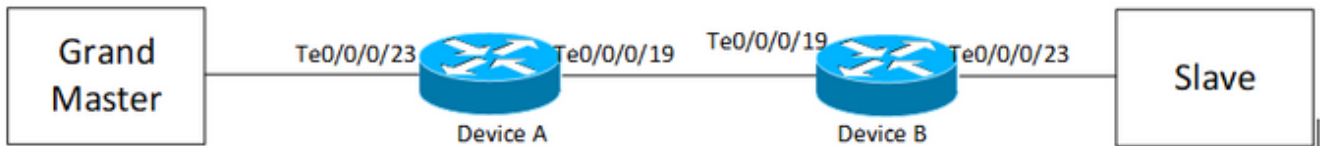
```

ptp
時鐘
域44
配置檔案g.8275.2 clock-
type T-BC
!
配置文82752
傳輸ipv4
同步頻率16

```

```
通告頻率8
delay-request frequency
16
!
物理層頻率
log
  伺服事件
!
!
```

8275.1拓撲示例：



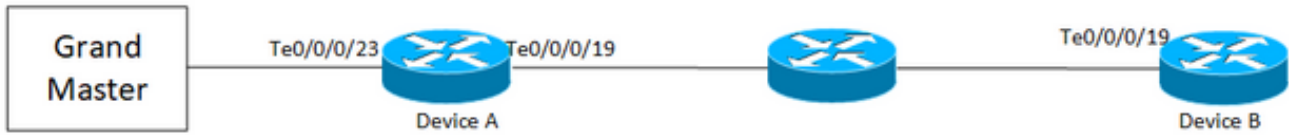
裝置A:

```
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  
!  
!  
装置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  
!  
!
```

8275.2拓撲示例：



裝置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
!
```

裝置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
!
!
```

PTP故障排除

有些show命令並描述其輸出。

```

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. 伺服演算法末尾的「伺服」狀態必須為「鎖相」。可以看到伺服狀態流的檢視。如果伺服模式為混合模式，也必須注意SyncE流，因為只有在Freq_Lock後才會發生相位鎖定。如果PTP運行裝置是普通MasterClock，則上述輸出可能無效，因為伺服演算法將不會運行，並且它不必從另一個MasterClock源獲得相位/頻率同步。

除非偏移量在可接受的範圍內，否則裝置狀態不會進入LOCK。同時請檢查「Offset from MasterClock」。

裝置狀態：

FREE-RUN/HOLDOVER: 未鎖定到任何時鐘源。

FREQ_LOCKED: 頻率同步到MasterClock

鎖相：頻率和相位均同步到主時鐘

伺服模式：

混合：使用SyncE進行頻率同步。PTP僅用於相位同步。

預設值：使用PTP同步頻率和相位

伺服演算法b/w SlaveClock和MasterClock觀測到的時間差。

從PTP資料包提取的時間戳計數器。應該繼續增加。

從PTP資料包提取的最後一個T1/T2/T3/T4時間戳(sec.nanosec)。應靠近且均勻增大。

T1/T4:由MasterClock、T2/T3傳送：從時鐘計算

基於PTP時間戳計算的偏移量。

伺服器執行的粗調(setTime、stepTime)和精調(adjustFreq)調整以使其與MasterClock對齊。


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

3. show ptp interfaces brief顯示輸出埠狀態。它應該是MasterClock/SlaveClock狀態。

```
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的丟包率必須非常低。

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

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

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

5. 檢查封包捨棄原因：

```
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
...	

TOTAL	11523

```
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
```

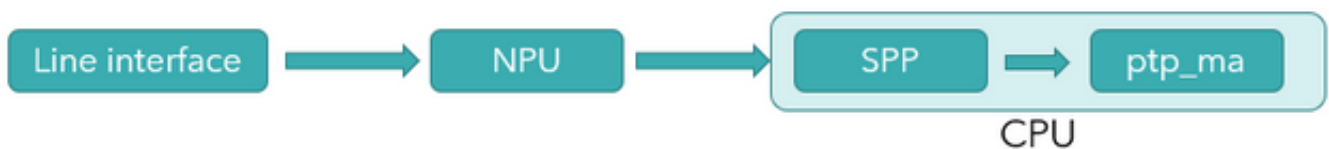
```
Jul 31 05:03:10.643 ptp/ma/ung 0/0/CPU0 t5534 [FSM] TenGigE0/0/0/12: Master:  
Dropping Announce message with clock class 7 lower than in clock class 6
```

```
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.資料包未到達PTP。



資料包是否到達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>
```

在SPP檢查丟棄：

```
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>**顯示資料包流。確保遵循 syncàDelay_ReqàDelay_Resp (如果是2步時鐘，則遵循Follow_Up) 。

```
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. 檢查選定介面的標誌。

9. 檢查收到的QL。在選定的介面上，QLsnd將為DNU以防止環路。要更改您的介面首選項，您可以更改預設情況下為100的優先順序屬性。

10. 確保「Output Driven by」是選定的SyncE介面。

```
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 output**是參與BMCA以成為MasterClocks的ptp裝置的清單。檢查相應的標誌以檢視所選的主時鐘。您可以看到通過**show ptp packet-counters <interface-id>**從這些埠接收的通告消息。具有最佳屬性的裝置將贏得BMCA。如果多個埠具有相同的屬性，則local-priority將是最後一個連線中斷器。但是，使用ptp也可以自動建立拓撲而不使用本地優先順序。

12. Ptp不選擇預期的主時鐘(BMCA)。

檢查遠端節點通告的時鐘：

```
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

合格和選定的主時鐘清單：

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

檢查在主時鐘上通告的時鐘：

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未與主時鐘同步：

- 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.檢查PTP是否由於資料包丟失而閃爍：

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. 檢查show ptp configuration-errors 的輸出以瞭解任何配置錯誤。

```

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消息的資料包捕獲示例

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)

```


Announce消息(8275.1)的捕獲顯示傳輸的時鐘的特徵：

```
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: 0xb08bd0ffffe88c200
    SourcePortID: 3
    sequenceId: 3824
    control: Sync Message (0)
    logMessagePeriod: -4
    originTimestamp (seconds): 4227491
    originTimestamp (nanoseconds): 940187672
```

捕獲的同步消息顯示時間戳生成（單步）。

```
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: 0x008016ffffe941a11
    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: 0xb08bd0ffffe88c200
    SourcePortID: 3
    sequenceId: 11184
    control: Delay_Resp Message (3)
    logMessagePeriod: -4
    receiveTimestamp (seconds): 4227492
    receiveTimestamp (nanoseconds): 74646273
    requestingSourcePortIdentity: 0x008016ffffe941a11
    requestingSourcePortId: 1

```

相關資訊

- <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.8275.1/en>
- <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.8275.2/en>
- IEEE 1588v2標準
- 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
- [技術支援與文件 - Cisco Systems](#)