Microchip 資料中心伺服器(Data Center Server)時脈與同步模組解決方案

作者：洪金發　主任應用工程師

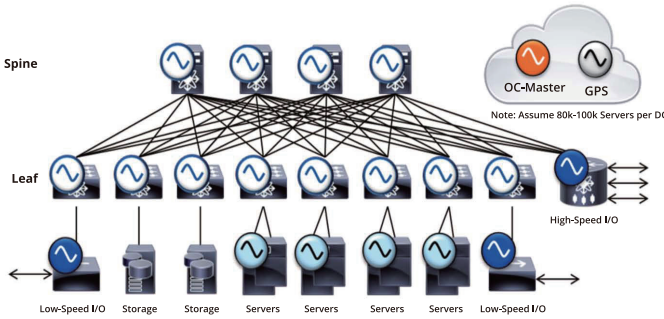
SMART | CONNECTED | SECURE

小百科

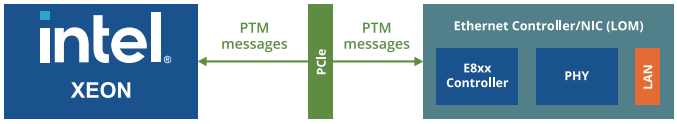
Microchip 提供完整的 Timing & Synchronization (時脈與時間同步) 產品組合，涵蓋伺服器主板、PCIe® 介面、高速網路、AI 加速器、儲存系統以及資料中心間的精準時間同步需求。其解決方案可分為「伺服器內部時脈產生與分配」及「資料中心時間同步」兩大類。

現代資料中心時間同步架構

- 支援金融機構符合 ESMA (歐洲證券及市場管理局) 或 SIP (Securities Information Processor) 等監管要求，其對授時 (Time-of-Day) 精度要求可達 100 微秒 (µs)
- 採用 PTP Grandmaster (主授時鐘) 作為全網路時間基準來源
- Spine/Leaf (脊葉式) 網路交換器搭載 Broadcom Tomahawk Transparent Clock (透明時鐘) 功能，可補償封包傳輸延遲誤差。Spine/Leaf 架構是一種廣泛應用於現代資料中心的兩層網路拓撲設計。它取代了傳統的三層架構 (核心層 Core、匯聚層 Aggregation 及接入層 Access)，以降低網路瓶頸並提供更可預測的延遲



- 伺服器網路介面卡 (NIC) 配備支援 IEEE 1588 PTP 硬體時間戳記 (Hardware Timestamping) 的交換器或 PHY
- 採用開源 PTP 同步軟體，例如：ptpd 或 ptp4l
- 各大資料中心業者陸續提供統一的高精度時間服務 API，例如 get_time_ptp()，讓應用程式可直接取得經 PTP 校準的系統時間雲端服務供應商時間同步方案
  - **Google:** Spanner 分散式資料庫/TrueTime 時間同步架構
  - **Amazon AWS:** Amazon Time Sync Service/AWS Nitro System 整合授時架構
  - **Meta:** Simple PTP/fbclock 授時系統
  - **Microsoft:** W32Time (Windows Time Service)
- 伺服器內部時間分配：在伺服器內部，時間資訊通常透過 PCIe PTM (Precision Time Measurement) 機制於 CPU、NIC、FPGA、DPU 及其他晶片之間傳遞，其同步精度已足以滿足大部分資料中心應用需求。對於未支援 IEEE 1588 硬體時間戳記的伺服器平台，部分系統會額外導入 1PPS (Pulse Per Second) 輸入訊號作為替代方案，以提升系統授時精度



次微秒級資料中心時間同步架構 (Sub-Microsecond Data Center Synchronization)

- 升級為雙備援 PTP Grandmaster (主授時鐘) 架構，並搭配銫原子鐘 (Cesium Atomic Clock) 作為長時間 GNSS 訊號失鎖 (GNSS loss) 期間的 Holdover 參考源，以確保系統持續維持高精度授時能力
- 採用客製化 PTP 協定，例如 Google TrueTime 或 Meta Simple PTP，以提升大規模資料中心部署的擴充性與同步效率，同時充分發揮硬體時間戳記的精度優勢
- 在伺服器內部，時間同步訊號由 PCIe PTM 進一步升級為 ePPS (Embedded Pulse Per Second) 分配機制，以獲得更高的時間同步精度及更低的延遲誤差

對於採用 Broadcom 乙太網路晶片組且不支援 PCIe PTM 的伺服器平台，BroadSync 技術可提供有效的頻率與時間同步功能，有助於建構高精度授時架構。

- 由於伺服器內部包含 CPU、NIC、DPU、GPU、FPGA 及儲存控制器等多個需要同步時間的硬體端點，因此採用集中式 M.2 Timing Module (M.2 時序模組) 作為全系統授時核心，可大幅簡化時間分配架構並提升同步一致性

資料中心時間同步技術

支援 SyncE (同步乙太網路) 及 IEEE 1588 PTP 應用的多通道 PLL (鎖相迴路) 架構

- 提供高精度頻率恢復
- 支援多個參考時脈輸入
- 實現低抖動 (Low Jitter) 時脈同步

高可靠度 PTP 軟體與先進高精度同步演算法

- 支援 IEEE 1588 Precision Time Protocol (PTP)
- 支援硬體時間戳記
- 提供高精度時間同步
- 提升大型資料中心同步效率與穩定性

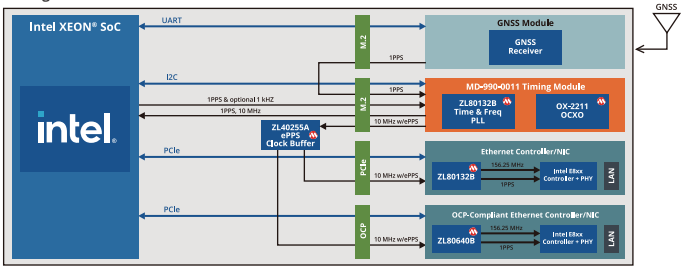
採用 OCXO/TCXO 滿足 Holdover 守時需求

- GNSS 訊號中斷時維持頻率穩定度
- 提供長時間高精度授時能力
- 降低頻率漂移
- 確保關鍵網路與資料中心服務持續運作

主機板級時間同步架構

資料中心同步應用：RAN (Radio Access Network) 無線接取網路伺服器，網路效能最佳化，AI 資料中心與雲端運算平台，分散式資料庫與金融交易系統 Intel® 參考設計平台：採用 Intel Xeon® 6 SoC 與 Intel E830 系列乙太網路控制器的 Boulder Mesa 參考設計。

Timing Architecture 時序架構

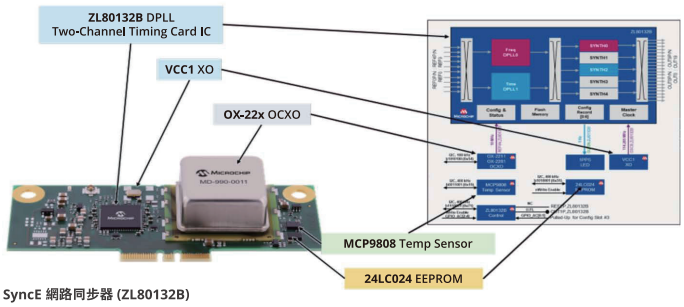


Microchip MD-990-0011 時鐘同步模組 (Timing Module)

MD-990-0011 高精度網路同步模組提供 GNSS、PTP、SyncE 與 1PPS 等多種同步來源輸入，透過內建 DPLL 技術實現高可靠度時脈同步。模組採用 114.285 MHz 系統振盪器與 10 MHz OCXO 守時架構，在外部同步來源中斷時仍可維持優異的 Holdover 性能，最高可達 ±1.5 µs/24 小時。產品採用緊湊的 70 × 30 mm M.2 模組設計，支援 -40°C 至 +85°C 工業級工作溫度範圍，功耗低於 6.6W，特別適用於資料中心伺服器、5G 前傳/回傳設備、電信同步網路、邊緣運算平台及高可靠度時間同步應用。



Microchip 資料中心同步元件



SyncE 網路同步器 (ZL80132B)

- 具備兩個獨立 DPLL (數位鎖相迴路) 通道，以及三個額外 DPLL，支援：NCO Hybrid (混合式數位控制振盪器)，Split XO (分離式晶體振盪器)，備援式 5 路輸出頻率合成器
- 支援 ePPS 輸入與輸出
- 支援 Hitless Reference Switching (無擾參考時鐘切換)，切換時不中斷同步服務
- 最多支援：10 路時鐘輸入，10 組差分時鐘輸出，20 路 CMOS 時鐘輸出
- 提供每個輸入獨立的 DPLL 參數設定，可實現更平順的輸入參考源切換
- 卓越的輸出抖動效能：在 156.25 MHz 輸出頻率下積分頻寬 12 kHz 至 20 MHz 典型 RMS 抖動僅 100 fs (飛秒)

主要應用

- 5G 前傳 (Fronthaul) 與回傳 (Backhaul)
- SyncE 網路同步
- IEEE 1588v2/PTP 時鐘同步系統
- 電信級交換器與路由器
- O-RAN 與無線基地台設備
- 產品特色摘要：雙獨立 DPLL 架構，支援 SyncE 與 ePPS，無縫時鐘來源切換 (Hitless Switching)，高達 30 路時鐘輸出能力

ePPS 扇出緩衝器 ZL40255A (ePPS Clock Buffer)

採用 ZL40255A ePPS 扇出緩衝器 (ePPS Fanout Buffer)，將 ePPS 訊號分配至主機板上的多個同步端點。

ePPS 扇出緩衝器 ZL80640B TimeBuffer

- 網路介面卡 (NIC) 上配置 ZL80640B TimeBuffer，負責：
  - ePPS 訊號調理
  - 時脈清理
  - 時間訊號扇出
  - ePPS 轉換為 1PPS 與高頻參考時脈

恆溫晶體振盪器 (Holdover OCXO OX-22x 系列)

- 保持模式 (Holdover) 性能優異
- 卓越的溫度穩定度
  - 在 -40°C 至 +85°C 工作溫度範圍內
  - 頻率變化小於 ±1 ppb (十億分之一)
- 在 24 小時內的時間誤差小於 6 微秒 (µs)
- 優異的老化特性與低 ADEV (Allan Deviation)
  - 長期頻率穩定性佳
  - 極低相位雜訊與頻率漂移

CMOS 石英晶體振盪器

- 50 fs 超低 RMS 抖動
- 工作溫度範圍：-55°C 至 +125°C
- 輸出頻率範圍：1 MHz 至 190 MHz

歡迎參閱下列 Microchip 網址，了解更多相關的產品資訊：

- M.2 時鐘同步模組：**https://www.microchip.com/en-us/products/clock-and-timing/components/synce-ieee-1588/m2-timing-modules**
- SyncE 網路同步器：**https://www.microchip.com/en-us/product/zl80132b**
- ePPS 扇出緩衝器：**https://www.microchip.com/en-us/product/zl80640b**
- 恆溫晶體振盪器：**https://www.microchip.com/en-us/product/ox-221**
- CMOS 石英晶體振盪器：**https://www.microchip.com/en-us/product/vcc1a**

聯繫信息 > Microchip 台灣分公司　電郵：rtc.taipei@microchip.com　技術支援專線：0800-717-718
聯絡電話：• 新竹 (03) 577-8366　• 高雄 (07) 213-7830　• 台北 (02) 2508-8600

MICROCHIP

SMART | CONNECTED | SECURE

Microchip 的名稱和徽標組合及 Microchip 徽標
均為 Microchip Technology Incorporated
在美國和其他國家或地區的註冊商標。
在此提及的所有其他商標均為各持有公司所有。
© 2026 Microchip Technology Inc. 及其子公司，
保留其版權及所有權利。10/26