

準備好迎接 BAW 技術了嗎？

■作者：Arvind Sridhar/ 德州儀器系統暨應用經理

5G 革命即將來臨。無論是更快速，還是以擴增與虛擬實境的形式順利呈現出更豐富的内容，甚至是實現完全自駕車的技術，它都有可能激發出一系列創新和全新的服務。

在電信產業快速發展的驅使下，對於更高頻寬和更快資料傳輸率的巨大需求，正迫使網路升級。透過交換器和路由器複雜的互連，將訊息從終端用戶傳輸到中央核心網路的乙太主幹網路已經發生了革命性的變化，從 10 Mbps 到現在 400 Gbps 的速度，以及未來大於 1 Tbps 的乙太網路。

每個 5G 和 400-Gbps 節點的核心都是一個半導體定時晶片 (IC)，稱作網路同步器。該同步器可確保抽樣訊息的準確性，進而減少位元錯誤和鏈路損傷。

有助於網路同步器的輸出時鐘上實現超低抖動 (雜訊) 的突破性技術稱為體聲波 (BAW, bulk acoustic wave) 諧振器。

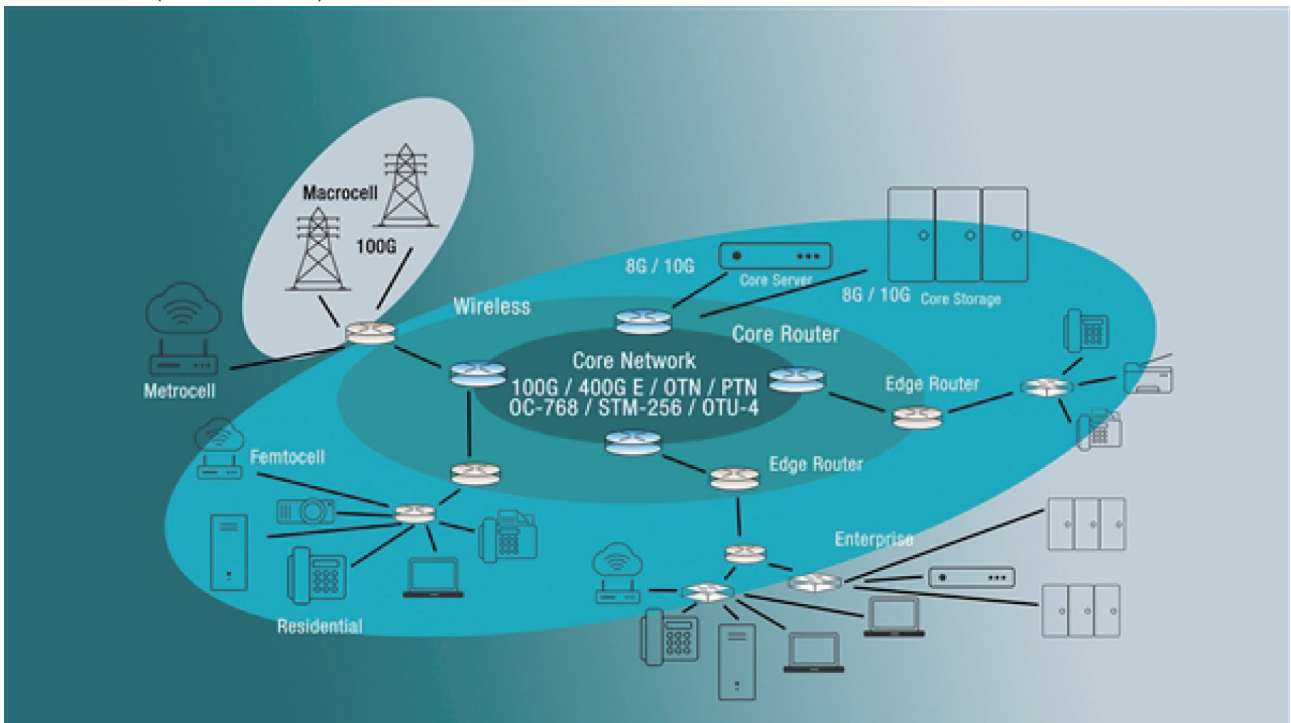
用於計時的 BAW 諧振器技術

瞭解 TI 的體聲波時鐘技術如何降低抖動並簡化下一代通訊系統中的設計。

圖 1 顯示分封交換電信網路 (packet-switched telecommunications network) 的生態系統，其中包括 5G 無線基礎設施和 400-Gbps 交換器，以及在網路邊緣及其核心之間傳輸數據的路由器。

BAW 諧振器是一種高品質因數 (high-Q) 諧振器，它取代了網路同步器晶片中常見的傳統電感：電

圖 1：分封交換 (Packet-switched) 電信網絡



容振盪器。它是一種類似於石英晶體的薄膜諧振器，夾在金屬薄膜和其他層之間，以限制機械能。高品質因數、超低噪聲的諧振器實現了無比強大的性能。

為什麼這種性能對 5G 和 400-Gbps 網路至關重要？

400-Gbps 收發器使用四階脈衝振幅調變 (PAM-4, Four-Level Pulse-Amplitude Modulation) 方案來傳送數據。與傳統的不歸零調變方案相比，該數據調變方案在相同頻寬上實現更高的資料傳輸率。400-Gbps 標準，像是光互聯網論壇通用電子介面 (Optical Internetworking Forum Common Electrical Interface) 及電機電子工程師學會 802.3bs (Institute of Electrical and Electronics Engineers 802.3bs) 對 PAM-4 發射機具有非常嚴格的發射抖動要求，僅將整個發射機抖動的一小部分，分配給網路同步器生成的參考時鐘。

採用 56G PAM-4 串聯器 / 解串器 (SerDes) 解

決方案的特定交換應用 IC 供應商要求在 12 kHz 至 20 MHz 波段內的最大積分參考時鐘抖動 (integrated reference clock jitter) 為 150 fs 均方根 (Root Mean Square)。採用 TI BAW 諧振器技術的網路時鐘同步器，例如 LMK05318，通常具有小於 60 fs (156.25-MHz 載體) 的積分 RMS 抖動 (integrated RMS jitter) (12 kHz 至 20 MHz)，如圖 2 所示。這種性能水準可以幫助設計人員為他們的系統提供面對未來的保障。

關於 5G 應用中的無線電，5G 新無線電標準規定了低於 6 GHz 的新頻帶，並擴展到毫米波 (millimeter-wave) 頻率。雖然 sub-6 GHz 是現有長期演進技術升級版 (Long Term Evolution, LTE - Advanced) 的進步，但真正的挑戰在於毫米波設計，其中更多相連的頻帶可用於傳輸大量數據。參考時鐘損傷 (例如相位雜訊) 可能導致調變訊號失真，這在毫米波設計的較高頻率和較寬頻寬特性中成為問題。

訊號品質的特徵在於系統的誤差向量幅度 (Error

Vector Magnitude,

EVM)，參考時鐘

的相位雜訊 (phase

noise) 是主要的貢獻者。由於更加的

調制方案計劃用於

5G (目前從 256 正

交調幅 [Quadrature

Amplitude

Modulation,

QAM]，到未來高達 1,024 QAM，

對誤差向量幅度的

要求變得越來越嚴格。因此，來自網路

同步器的低雜訊

參考時鐘對於確保

最佳系統性能至關

重要。CTA

圖 2：出自於 LMK05318 網路時鐘同步器的 156.25 MHz 輸出時鐘

