

解决 ORAN 基础设施中面临的网络同步挑战

Microchip Technology Inc.

顾问级市场分析经理

Thomas Gleiter

开放式无线接入网络（ORAN）技术的市场规模及其在实施 5G 服务中的作用呈现出快速增长的潜力。各大移动网络运营商（MNO）都在寻求更低的成本、更高的灵活性以及避免供应商锁定的能力。这些优势可通过采用多家供应商的可互操作技术来实现。运营商也可以从实时性能中受益。

ORAN 代表着无线接入网络（RAN）演进的最新进展，RAN 始于 1979 年 1G 的推出。2G 于 1991 年推出，3G 于 2001 年推出。4G 长期演进（LTE）服务于 2009 年首次面世，并引入了分组交换。在其部署过程中，开始使用多输入多输出（MIMO）天线阵列，运行在供应商专有软件之上的集中式（或云）cRAN 使得基带单元（BBU）能够划分为分布式单元（DU）与集中式单元（CU），两者之间为中传。

5G 新无线电（NR）于 2018 年推出，并引入了虚拟化 RAN（vRAN）作为实施的一种手段，BBU（或 CU 和 DU）功能在运行于服务器上的软件中实现。例如，负载平衡、资源管理、路由器和防火墙现在都可以在网络功能虚拟化（NFV）下运行。但是，无线电单元（RU）、CU 和 DU 的软件是专有的。ORAN 旨在通过让运营商访问基于开源软件的 vRAN 来植入 5G¹，从而消除障碍。

图 1 说明了 O-RAN 联盟（由超过 300 家移动运营商、供应商、研究机构和学术机构组成的社区）的目标，即拥有开放的 RU、CU 和 DU（每个首字母缩写前都带有 O-）并通过公共无线电接口（CPRI）进行前传。

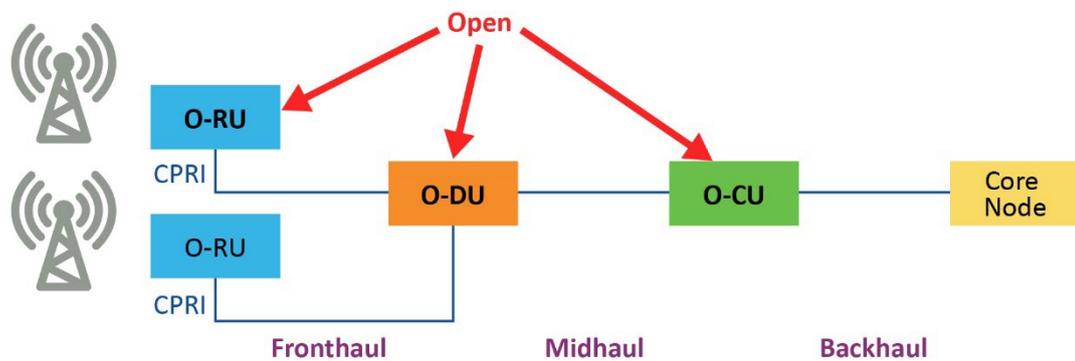


图1：在 O-RAN 下，我们可以有效地在商用服务器硬件上运行模块化基站软件协议栈。MNO 可以搭配混用来自不同供应商的 O-RU、O-DU 和 O-CU

5G 支持的实时传输速度最高可达 20 Gbps，而 4G 在静态点之间的传输速度为 1 Gbps，在一个或两个移动点之间的传输速度仅为 100 Mbps。此外，5G 的延迟降低到只有 1 ms。

ORAN 的另一个关键组成部分是 RAN 智能控制器（RIC），它既可以是近实时的也可以是非实时的，两种选项都负责控制和优化 ORAN 元素。图 2 显示了 O-RAN 软件社区（SC），它遵循由 O-RAN 联盟定义的架构。

区间干扰，上行传输与下行传输之间有一段保护周期。即便如此，为了保证运行效率（降低错误率）和补偿任何频率或相位偏移²，仍然需要紧密同步。

精确授时

所有新无线电部署都必须将相位对齐精度保持在基于全球导航卫星系统（GNSS）协调世界时（UTC）的授时源的 ± 1.5 ms 以内³。在创建端到端实时连接时，还必须遵循多项行业标准以及行业机构提供的建议。

为了在整个网络中进行高精度时间分配，O-RAN 联盟的 O-RAN 架构中需要采用由 IEEE 1588-2019 规定的精确时间协议（PTP）。该协议中有一个最高级时钟（或 PTP 主时钟），网络中的其他 PTP 时钟使用 PTP 消息与之同步。同步在路径延时等问题中起作用，上述标准中规定了时间边界时钟（T-BC）和时间透明时钟（T-TSC）功能来抵消上下行之间的不对称问题以及数据包延时变化（PDV）。

此外，ITU-T（国际电信联盟的其中一个部门）也针对 TDD 提供了建议。例如，ITU-T G.8272/Y.1367 规定了适用于分组网络中的时间、相位和频率同步的主参考时间时钟（pRTC）的要求，ITU-T G.8273.2 推荐了用于网络全授时支持（FTS）的电信边界时钟和电信时间辅助时钟的授时特性。

在整个网络中，各时钟之间采用链式结构，时间信号由边界时钟清理以滤除噪声。但是，设备将需要满足由 ITU-T G.8273.2⁴ 定义的四个性能类别之一，范围从 A 类到 D 类。其中，C 类和 D 类对精度的要求最高。例如，D 类 T-BC 时钟产生的时间误差必须小于 5 ns⁵。除了 GNSS/UTC 和 PTP 之外，5G 部署还使用同步以太网（SyncE）。这三者相结合，可以通过网络保证时间、相位和频率的精度。

ORAN 需要现成的平台

ORAN 为 MNO 提供了访问非专有解决方案的途径。在硬件方面，可以使用商用半导体器件和平台来满足网络中的端到端授时要求。

例如，符合 IEEE 1588 的最高级时钟搭配 PTP 和 SyncE 功能，可以满足 PRTC A 类、B 类和增强型 PRTC（ePRTC）规范，以及多域边界时钟的 C 类和 D 类规范。这种多功能性是 MNO 实现同步授时解决方案的关键特性。

在 DU、CU 和 RU 设备中，可以部署振荡器、可编程锁相环（PLL）IC、缓冲器和抖动衰减器等网络同步硬件。此外，现在已经有专用的单芯片网络同步解决方案。在这方面，Microchip 是首家将自研 ZL3073x/63x/64x 平台（图 3）推向市场的公司。这项技术将 DPPLL、低输出抖动合成器、IEEE 1588-2008 精密时间协议栈和同步算法软件模块结合在一起。

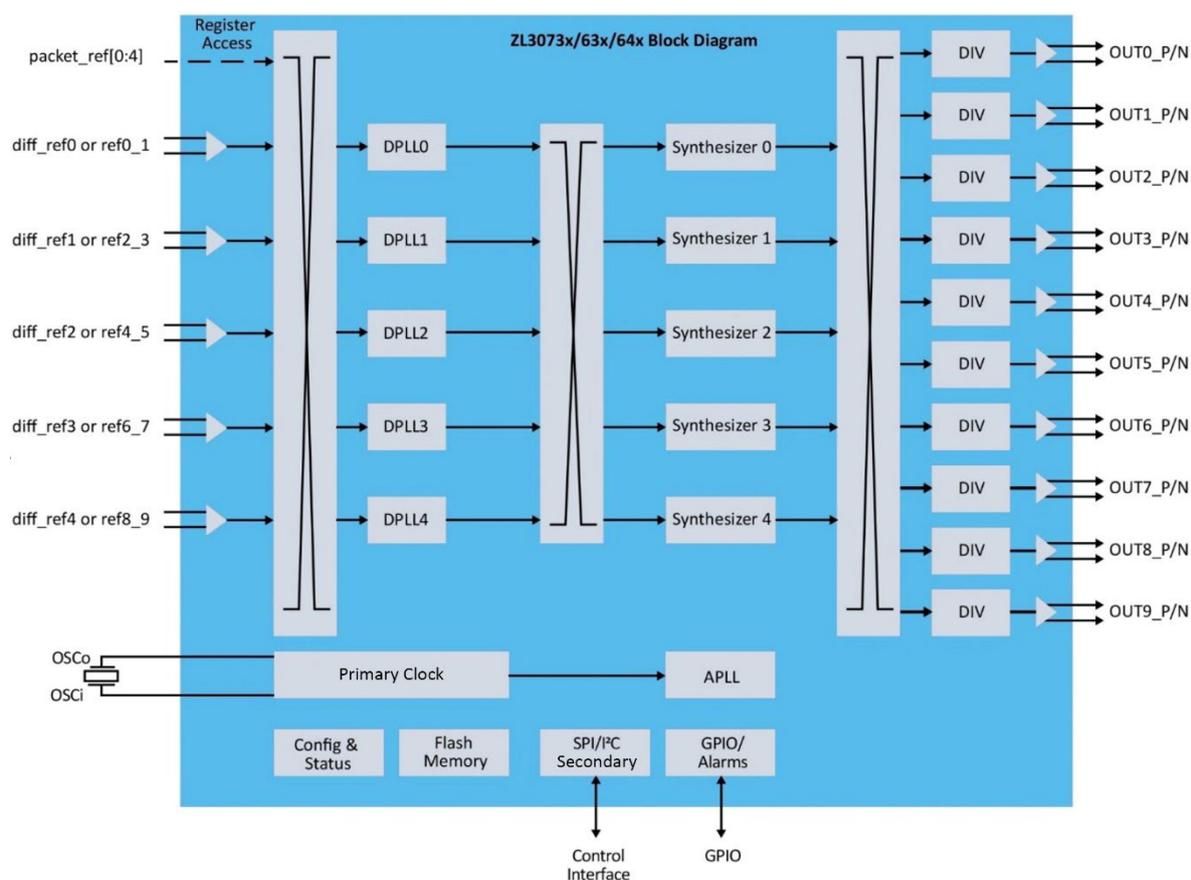


图 3: Microchip 的 ZL3073x/63x/64x 单芯片网络同步平台

5G ORAN 中关于授时的另一个关键考虑因素是对温度的稳定性。温度补偿型振荡器、PLL 和芯片级原子钟（CSAC）已在军事和工业应用等恶劣环境中完成部署并得到验证，适用于 RU、CU 和 DU 硬件。

总而言之，在 5G 中采用 TDD 带来了巨大的好处，但在同步方面会面临诸多挑战。值得庆幸的是，在 ORAN 下，MNO 及其系统提供商可以借助半导体和相关平台来构建端到端 RAN，避免受到专有解决方案的束缚。

参考资料

1. <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/radio-access-network-RAN>
2. <https://www.viavisolutions.com/en-uk/what-5g-timing-and-synchronization>
3. <https://www.5gtechnologyworld.com/how-virtual-primary-reference-time-clocks-improve-5g-network-timing/>
4. <https://www.5gtechnologyworld.com/how-ieee-1588-synchronizes-5g-open-ran/>
5. <https://assets.ctfassets.net/wcxs9ap8i19s/NMWioyJa4hINjqrOzNZfz/918a2b5e6a4134332da26b20a680485b/EB-Timing-and-Synchronization-in-a-5G-World.pdf>