

## Распределение времени с высокой точностью по оптическим сетям 5G

Эрик Колард (Eric Colard), Microchip Technology

Операторы мобильной связи вкладывают значительные средства в развертывание сетей LTE-Advanced и 5G, которые меняют сотовую связь и возможности подключения. Однако они сталкиваются с большими рисками: высокопроизводительные мобильные сервисы, предоставляемые по этим сетям, в большой мере зависят от точного времени, поступающего от GPS-системы и других схожих региональных группировок, где применяется технология GNSS (Global Navigation Satellite System – глобальная навигационная спутниковая система). Эти системы позволяют синхронизовать радиостанции, запускать новые приложения и минимизировать помехи. Если GPS/GNSS становится недоступной из-за помех, спуфинга (имитации соединения), сбоя или других событий, прерывание обслуживания может иметь катастрофические последствия для производительности системы.

По разным причинам в сетях 5G происходят отказы в распределении точного времени, которые приводят к аварийному отключению систем. Новые технологии позволяют операторам мобильной связи защитить сети от этих угроз. Эти технологии используют имеющиеся сети и новые архитектуры для распределения времени с очень высокой точностью на большие расстояния. Они сводят к минимуму дополнительные расходы, обеспечивая требуемую производительность в соответствии с жесткими требованиями стандартов 5G.

### Технологический ландшафт

Новейшие мобильные сети LTE-Advanced и 5G обеспечивают огромный прирост емкости и пропускной способности, предоставляя новые сервисы потребителям. Работа всех этих новых сетей, услугами которых пользуются смартфоны для получения широкополосного видео, автономные транспортные средства, умные города и интернет вещей, основана на синхронизации многочисленных датчиков, базовых станций и других устройств.

Без доставки очень точного времени на большие расстояния операторы мобильной связи не смогут максимально увеличить инвестиции в создание сетей, сведя к минимуму сбои и риски.

Необходимо также предусмотреть сценарии действий на случаи неисправности систем GPS/GNSS.

В то же время операторы должны использовать преимущества оптических сетей и другой существующей инфраструктуры во избежание новых дорогостоящих инвестиций в темное волокно (неиспользуемый для передачи данных оптический кабель, служащий резервом на случай выхода из строя основного волокна).

Органы стандартизации установили очень строгие требования к точному времени и синхронизации первичного эталонного тактового генератора PRTC (Prime Reference Time Clock, PRTC): погрешность его выходного сигнала составляет 100 нс для сетей Class A (PRTC-A), 40 нс – для Class B (PRTC-B) и 30 нс в случае повышенных требований (ePRTC). Для удовлетворения этих требований необходим высококачественный источник времени, а также отказоустойчивый эффективный и высокопроизводительный механизм распределения времени между источником и базовыми станциями, датчиками, транспортными средствами и т.д.

Проблема использования технологии GPS/GNSS, которая удовлетворяла бы этим требованиям, заключается в том, что оно может оказаться дорогостоящим, учитывая рост плотности оконечных устройств. Кроме того, нельзя не учитывать техническую уязвимость приемников GNSS, находящихся в узлах сотовой связи. Если GNSS-приемник по какой-либо причине не в состоянии отслеживать спутники, его требуется быстро отстранить от обслуживания во избежание проблем с помехами из-за короткого периода удержания опорных осцилляторов, используемых в этом

приемнике. С учетом этих технических и финансовых соображений операторы пытаются найти решения, в которых зависимость от GNSS снижена или во многих случаях даже устранена. Кроме того, операторам необходимо учитывать распределение времени между источником и конечными устройствами, использующими сеть, а также сетевыми узлами. Необходимо обеспечить те характеристики синхронизации, которые эти узлы в состоянии поддерживать. Поскольку устройство GrandMaster протокола PTP, как правило, находится в начале синхронизирующей цепочки и соответствует требованиям PRTC-A (погрешность: 100 нс) или PRTC-B (погрешность: 40 нс), оно предоставляет время конечному устройству с точностью  $\pm 1,5$  мкс. Сетевые узлы в этом тракте обычно поддерживают сетевые граничные коммутаторы (Time Boundary Clock, T-BC), отвечающие требованиям класса А (50 нс) или класса В (25 нс). Для удовлетворения этих требований необходима архитектура распределения времени нового типа, чтобы обеспечить защиту мобильную сеть от сбоев GNSS и распределять точное время в масштабе страны. Эта архитектура также должна обеспечить необходимую производительность для сетей 5G.

### **Другая архитектура распределения времени**

Архитектура высокоточного распределения времени должна обладать множеством функций, позволяющих операторам с наибольшей эффективностью снизить уязвимости GPS/GNSS и решить другие задачи в сетях 5G. Эта архитектура должна:

- использовать уже имеющуюся оптическую сеть во избежание высоких затрат на темное волокно;
- использовать лямбда-коммутацию (по длинам волн) для наиболее быстрой доставки времени;
- максимально защитить резервный источник времени, который отвечает требованиям ePRTC (30 нс) и использует комбинацию цезиевого генератора и GNSS-системы;
- обеспечивать двунаправленный поток времени (на восток и запад), чтобы в случае возникновения проблем можно было воспользоваться резервным трактом;
- иметь цепочку высокоточных граничных коммутаторов (HP BC), характеристики которых соответствуют требованиям современных стандартов (T-BC Class D, 5 нс).

Многодоменная архитектура этого типа обеспечивает избыточную сквозную синхронизацию с субмикросекундной точностью, которая требуется для приемлемого уровня высокопроизводительного распределения точного времени с погрешностью 5 нс для каждого узла на сотни км.

Примером решения такого типа является TimeProvider 4100 от Microchip, которое можно настроить либо как ePRTC-устройство для доставки сигналов синхронизации конечным узлам согласно требованиям PRTC-A и PRTC-B, либо как HP BC-устройство в оптическом сетевом тракте. Кроме того, изделие этого типа можно сконфигурировать под специфические нужды приложения для распределения синхросигналов с точностью до наносекунд на большие расстояния.

### **Обеспечение точного времени**

Успех высокопроизводительных мобильных сервисов следующего поколения будет зависеть от того, насколько хорошо операторы устранят критические уязвимости систем GPS/GNSS. Помехи, спуфинг, отказы или другие события могут нарушить точную синхронизацию GPS/GNSS, которая необходима сетям 5G для обеспечения точных временных соотношений для радиоприемников, работы приложений и минимизации помех. Новейшие высокоточные схемы распределения времени снижают эти риски при минимальных дополнительных расходах и обеспечивают производительность, необходимую для поддержки новых сервисов 5G, начиная с приложений для интернета вещей и заканчивая доставкой широкополосного видеоконтента на смартфоны.

*Подробнее см. <https://www.microchip.com/design-centers/synchronization-and-timing-systems>.*

MCA838