

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Time Sync Analyzer — TimeSync

Обеспечение надёжной инфраструктуры синхронизации для успешного развертывания 5G

Введение

Синхронизация времени и частоты стала критически важной для самых разных сетей и отраслей. С внедрением Ethernet-фронтхола в сети радиодоступа 5G (RAN) требования к синхронизации устройств в RAN стали значительно жёстче. ITU-T расширил рекомендации серии G.827x и определил новые телекоммуникационные часы классов C и D. Многие устройства RAN теперь должны поддерживать технологии синхронизации на базе Ethernet с повышенной точностью. Для обеспечения надёжной Ethernet-инфраструктуры синхронизации, необходимой для успешного предоставления услуг 5G, критически важно проверять совместимость и оценивать производительность синхронизации устройств и сетей.

Keysight Time Sync Analyzer (TSA) — платформа анализа качества тактовых сигналов, ориентированная на сети 5G O-RAN, транспорт xHaul и сети центров обработки данных. TSA подходит как для исследований и разработок, так и для выполнения стандартизованных квалификационных испытаний. Система проверяет характеристики синхронизации устройств и сетей и позволяет анализировать цифровые тактовые сигналы, пакетную синхронизацию и тактовые сигналы Ethernet PHY. Она предназначена для работы с жёсткими требованиями к синхронизации, совершенствования методик испытаний за счёт реалистичной сетевой нагрузки, одновременного мониторинга нескольких сетевых путей и повышения производительности благодаря параллельному выполнению тестов.



Рисунок 1. Time Sync Analyzer — высокопроизводительный эмулятор DU и тестер TimeSync

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Обзор платформы

Time Sync Analyzer поставляется в виде собранного на заводе устройства с гибкими вариантами конфигурации. В состав входят одна плата синхронизации Timing и до трёх линейных Ethernet-плат.

Плата синхронизации оснащена стандартными входами/выходами опорных сигналов 10 МГц и 1 PPS для работы системы, управления внешними устройствами и подачи тестового сигнала на измерение. Также предусмотрены встроенный GNSS-приёмник, порт ToD+ стандарта ITU-T и опциональный рубидиевый стандарт частоты.

Каждая линейная Ethernet-плата поддерживает два многоскоростных порта Ethernet и несколько интерфейсных портов цифровых тактовых сигналов для их анализа. Каждый Ethernet-порт может работать как PTP TimeTransmitter и TimeReceiver, генерировать тактовый сигнал SyncE, вносить ухудшения в тактовый сигнал и измерять его качество. Вместе с потоками PTP можно подавать трафик данных, чтобы оценивать характеристики синхронизации при реалистичной сетевой нагрузке.

Time Sync Analyzer управляется через удобный веб-интерфейс и предоставляет полный интерфейс автоматизации Python/REST. Масштабируемая многопользовательская архитектура с распределением ресурсов на уровне линейной Ethernet-платы позволяет совместно использовать систему максимум трём пользователям и параллельно выполнять независимые тесты.

Основные преимущества

- Высокоплотный и высокопроизводительный инструмент анализа качества тактовых сигналов
- Анализ цифровых тактовых сигналов, пакетной синхронизации и тактовых сигналов Ethernet PHY
- Эмуляция часов PTP и SyncE со встроенным внесением ухудшений для реалистичных испытаний
- Измерение качества тактовых сигналов в соответствии с рекомендациями ITU-T и спецификациями O-RAN
- Параллельный анализ нескольких путей синхронизации через устройства и сети
- Гибкие варианты входа/выхода опорных тактовых сигналов для различных лабораторных инфраструктур синхронизации и топологий фронтхола
- Формирование и тестирование гибридных multidrop-сетей с одного устройства
- Масштабируемая многопользовательская архитектура для совместного использования и параллельного выполнения тестов
- Интуитивный веб-интерфейс управления системой
- Полная автоматизация тестов через Python/REST

Ключевые функции

- PTP TimeTransmitter/TimeReceiver с поддержкой ITU-T G.8275.1/G.8275.2 и IEEE 1588v2-2008
- SyncE и ESMC с QL TLV и enhanced QL TLV согласно ITU-T G.8264
- Гибкие стандартные и пользовательские профили шума

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

- Анализ качества PTP, SyncE, 1PPS и 10 МГц в соответствии с рекомендациями ITU-T и спецификацией O-RAN
- Одновременные многопутевые измерения для сравнения результатов и повышения производительности
- Программируемые цифровые фильтры нижних/верхних частот и возможность задавать начальную точку измерения
- Испытание стабильности частоты с управляемым дрейфом частоты и регулируемой опорной частотой FFO
- Event Markers для корреляции изменений TE/TIE с событиями и анализа возможного влияния
- Aligned Action для задания синхронизированных по времени действий при испытаниях tolerance, transient и holdover
- Двухнаправленный захват на линейной скорости и гибкий фоновый трафик
- Возможность многодневных тестов для анализа долгосрочных характеристик синхронизации
- Удобный веб-интерфейс для тестирования качества тактовых сигналов и настройки источника системной синхронизации
- Поддержка нескольких пользователей — до трёх тестовых сессий, по одной на линейную Ethernet-плату
- Поддержка Python/REST API для автоматизации

Тестирование протоколов PTP и ESMC

Time Sync Analyzer предоставляет простой режим «Quick Setup» для настройки PTP, а также управление содержимым кадров ESMC, которое может быть независимым от фактического тактового сигнала PHY. Пользователь может настраивать таблицу конфигурации и добавлять дополнительные параметры для позитивного и негативного тестирования. Представление статистики PTP и ESMC содержит сведения протокольного уровня, необходимые для проверки работы и поиска неисправностей.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

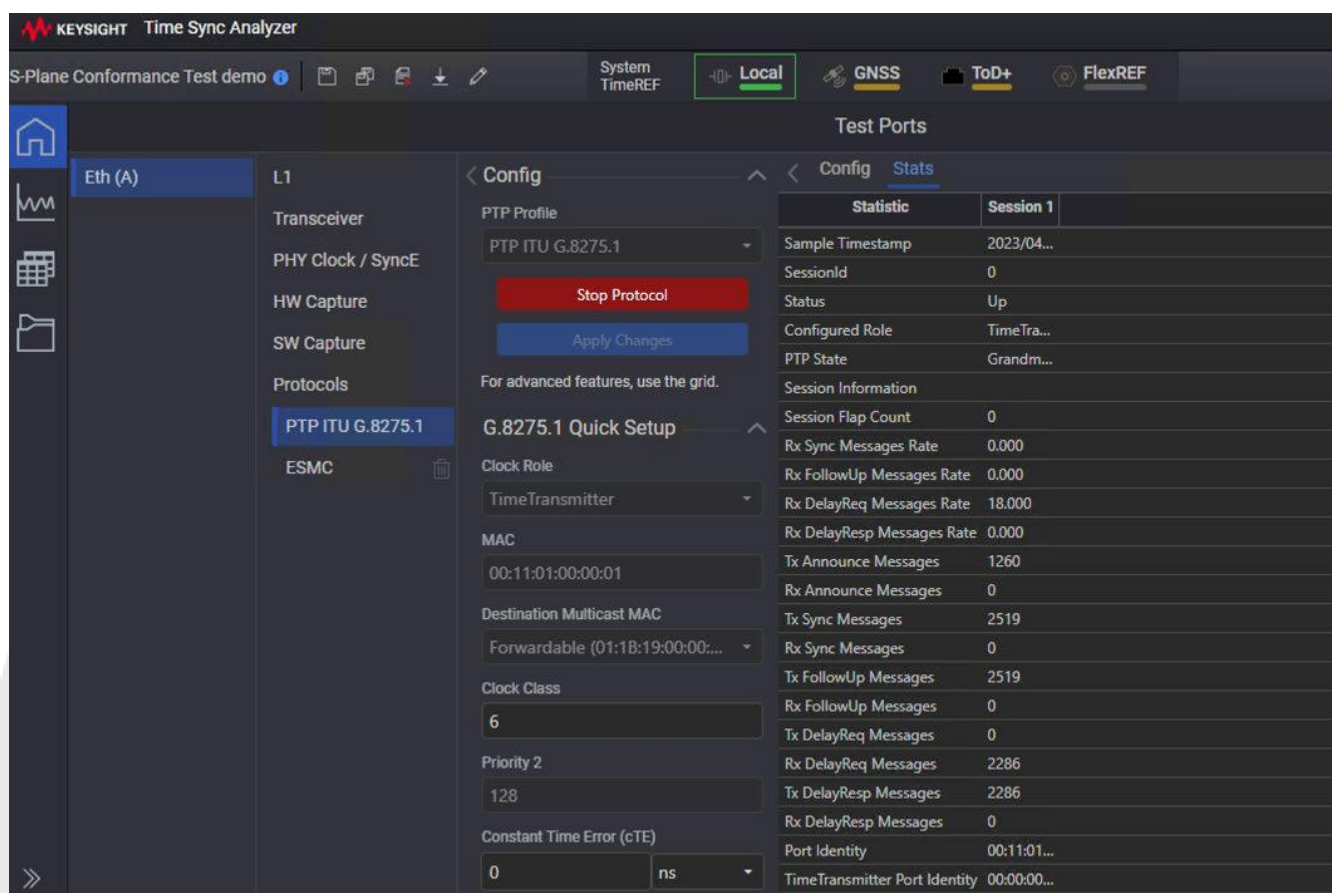


Рисунок 2. Настройка протокола PTP и статистика в Time Sync Analyzer

Анализ качества тактовых сигналов

Time Sync Analyzer выполняет Clock Quality Analysis (CQA) для PTP, SyncE и входных цифровых тактовых сигналов, например 1PPS или 10 МГц. Поддерживаются испытания на соответствие требованиям ITU-T и O-RAN. Пользователь может выбрать требуемые метрики, включая TE/TIE, MTIE и TDEV, а затем оценить результат PASS/FAIL по стандартным или пользовательским маскам. Анализ можно выполнять по данным текущего измерения или по автономному набору данных. Для сравнения и корреляции можно параллельно анализировать несколько путей синхронизации.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

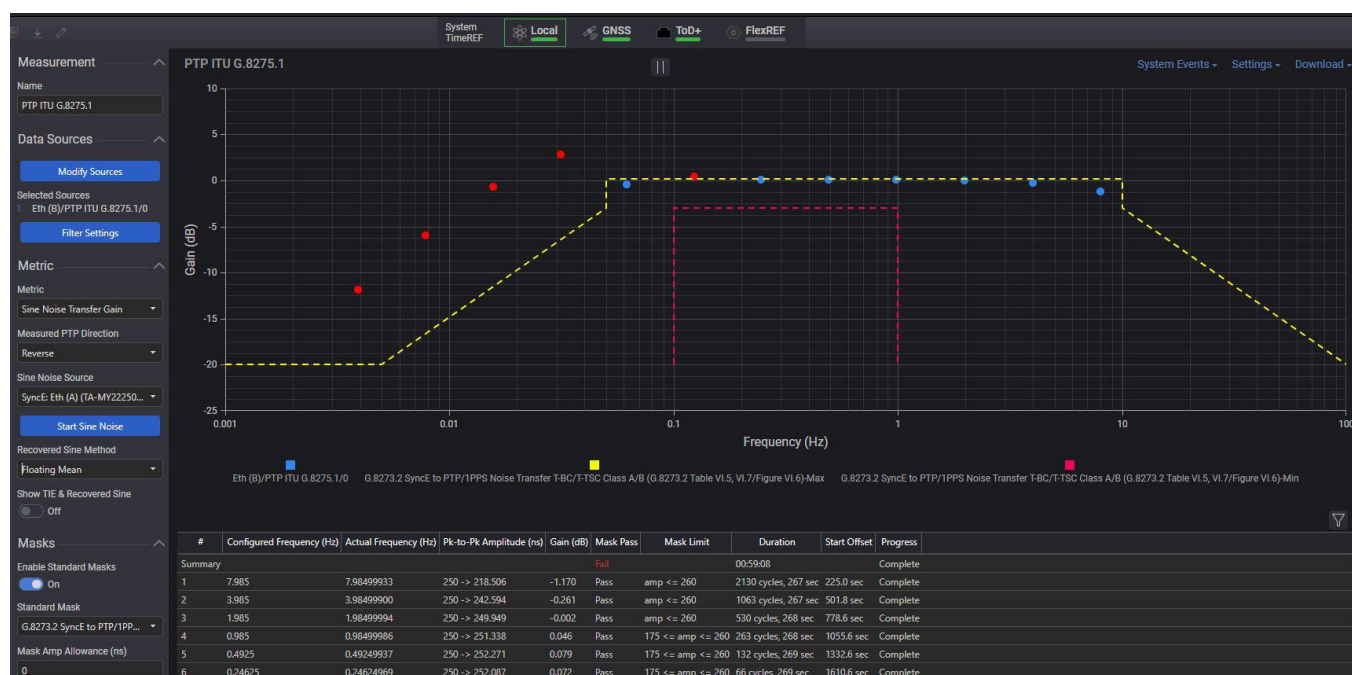


Рисунок 3. Измерение качества тактовых сигналов в Time Sync Analyzer

Анализ тактового сигнала PTP

Precision Time Protocol (PTP), определённый стандартом IEEE 1588v2, обеспечивает высокоточную синхронизацию в пакетной сети за счёт передачи информации о частоте, фазе и времени суток. Точность и характеристики 1588v2 (PTP) зависят от точности timestamping, а также от характеристик сети между источником времени и приёмниками.

Time Sync Analyzer эмулирует PTP TimeTransmitter и TimeReceiver. Он проверяет протокол PTP и характеристики PTP-синхронизации устройств, работающих как ordinary clock, boundary clock или transparent clock, в соответствии с рекомендациями ITU-T G.8273.x.

Анализ тактового сигнала SyncE

Synchronous Ethernet (SyncE) по ITU-T обеспечивает механизм частотной синхронизации в Ethernet-сетях. SyncE стандартизует распределение тактовой частоты по Ethernet-каналам с использованием протокола Ethernet Synchronization Messaging Channel (ESMC).

Time Sync Analyzer поддерживает гибкую генерацию и измерение wander тактового сигнала Ethernet PHY для испытаний SyncE на генерацию wander, устойчивость к wander и передачу wander в соответствии с ITU-T G.8262/G.8262.1.

Тестирование O-RAN S-Plane

Рабочие группы O-RAN определяют спецификации испытаний S-Plane для устройств и сетей RAN, включая O-RU, O-DU, транспортные коммутаторы и различные сети.

Time Sync Analyzer поддерживает испытания O-RU S-Plane на соответствие требованиям с интегрированной поддержкой CUSM Plane в единой системе фронтхола. Он обеспечивает управляемую и детерминированную тестовую среду, полностью соответствующую спецификации

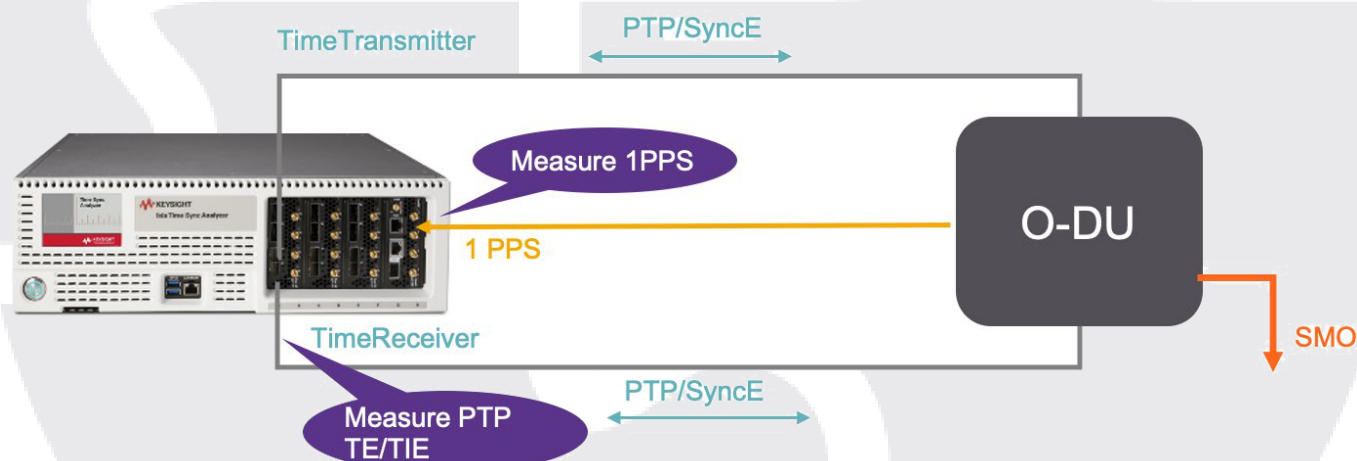
Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

[illegible]

Time Sync Analyzer поддерживает испытания O-DU S-Plane на соответствие спецификациям O-RAN для различных топологий синхронизации. Система генерирует PTP- и SyncE-тактовые сигналы, моделирует шумовые профили в различных топологиях синхронизации и измеряет PTP/SyncE/1PPS для функциональных и эксплуатационных испытаний в соответствии со спецификацией O-RAN WG4 CONF.



Time Sync Analyzer поддерживает тестирование S-Plane транспортных устройств и транспортных сетей в соответствии с рекомендациями ITU-T и спецификацией испытаний O-RAN WG9. Система эмулирует PTP TimeTransmitter и TimeReceiver по обе стороны транспортных устройств или сквозной сети для анализа характеристик синхронизации транспортных сетевых путей.

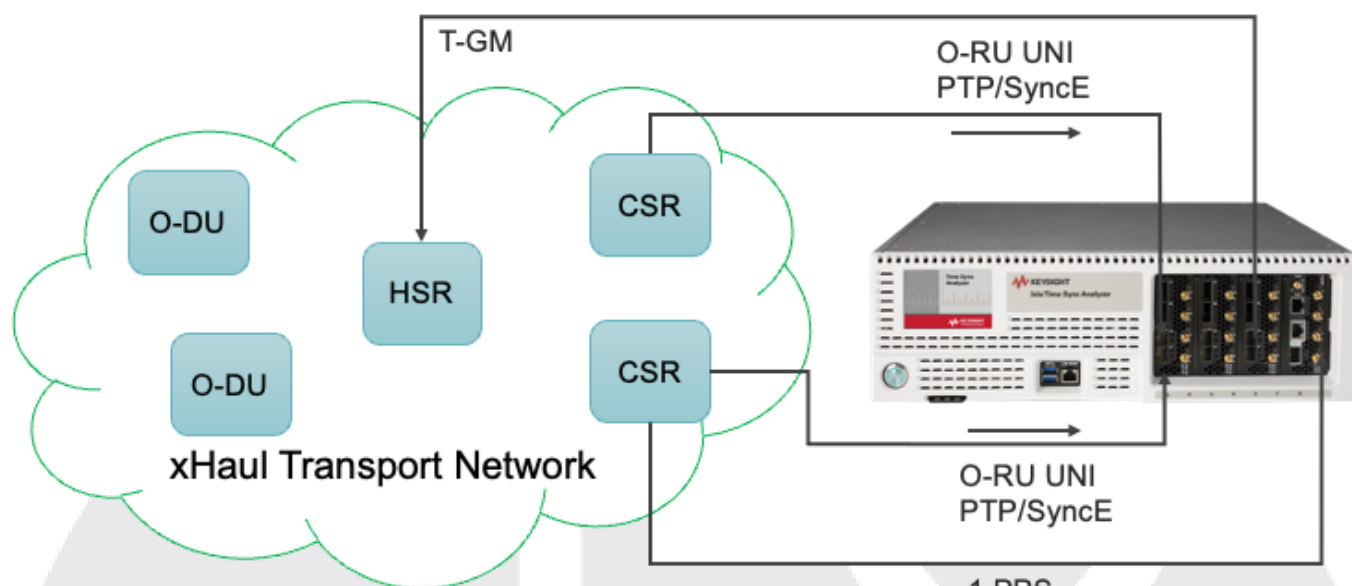


Рисунок 6. Time Sync Analyzer для тестирования S-Plane транспортной сети 5G xHaul

Гибкая архитектура для повышения производительности

Time Sync Analyzer имеет гибкую заводскую конфигурацию и многопользовательскую архитектуру. Поддерживается один тестовый пользователь на линейную плату и до трёх тестовых пользователей на систему, благодаря чему устройство можно совместно использовать для параллельного выполнения тестов, экономя место в стойке и энергопотребление. Заказчик может задействовать всю производительность системы для multidrop-теста одним пользователем либо разделить систему между несколькими пользователями для параллельного анализа нескольких тактовых сигналов.

Технические характеристики Time Sync Analyzer

Ключевая характеристика	Описание
Модульное устройство	• Time Sync Analyzer • 1 плата синхронизации Timing с опциональным Rubidium • До 3 линейных Ethernet-плат, конфигурация выполняется на заводе
Плата синхронизации	• Внутренний опорный генератор (с Rubidium): ◦ Стабильность частоты в диапазоне температур $< 1 \times 10^{-10}$ ◦ Кратковременная стабильность (Tau 10 с, TDEV): 30 пс или лучше (типичное значение) ◦ Долговременная стабильность (Tau 1000 с, ADEV): $< 1 \times 10^{-12}$ • Порты FlexREF 1 и 2 SMB: ◦ Вход опорных сигналов частоты и фазы: 10 МГц и 1PPS • Порты FlexIO 1–4 SMB:

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

	◦ Выход опорной частоты: от 2,2 Гц до 10 МГц ◦ Выход опорного фазового сигнала (1PPS) ◦ Тестовый вход: 1 PPS или от 0,9 Гц до 10 МГц • Входы FlexIO: от +0,1 до +3,3 В; входное сопротивление 50 Ом • Выходы FlexIO: меандр +1,65 В на нагрузке 50 Ом • Встроенный многосистемный GNSS-приёмник (GPS, GALILEO, QZSS) • Интерфейс ToD с разъёмом RJ48, поддержка данных формата ITU-T G.8271
Линейная Ethernet-плата	• 2 × Ethernet-порта на линейную плату с SFP28 и QSFP28 • Поддержка скоростей 1GE (оптика), 10GE, 25GE и 100GE • Опция скорости лицензируется отдельно для каждой платы • Независимые скорость и режим работы разных линейных плат
1588v2 (PTP)	• Эмуляция TimeTransmitter и TimeReceiver с поддержкой PTP G.8275.1/G.8275.2/1588v2-2008 • Динамическое изменение PTP clock class • Генерация ухудшения Time Error • Статистика PTP с состоянием сессии и протокольной информацией
SyncE	• Генерация сообщений ESMC (SSM) согласно ITU-T G.8264 ◦ Настраиваемые MAC и VLAN ◦ Поддержка QL TLV и extended QL TLV с пользовательским Quality Level • Управление фазой и Frequency Offset тактового сигнала PHY • Генерация и измерение wander согласно ITU-T G.8262/G.8262.1
Захват	• Буфер захвата на порт: Tx 512 МБ, Rx 512 МБ • Двухнаправленный аппаратный и программный захват • Захват и декодирование протокольных сообщений PTP и ESMC
Статистика	• Port Stats • PTP Stats • ESMC Stats
Измерения	• Измерение PTP, SyncE, 1PPS и частоты • Встроенные стандартные и пользовательские маски • Программируемые цифровые фильтры нижних и верхних частот • Несколько параллельных линий измерения качества тактовых сигналов • Метрики: TE, TIE, MTIE, TDEV, MDEV, OADEV, MATIE, cTE, PE, FFO • Точность генерации и измерения PTP TE: типично 1 нс или лучше
Общие характеристики	• Веб-интерфейс • API автоматизации: Python/RestAPI

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Шасси	• Комплект для установки в стойку и настольного использования включён • Размеры: 3RU, 17,27 × 14,61 × 5,21 дюйма (438 × 371 × 132 мм) • Масса: 29,9 фунта / 13,6 кг (при максимальной конфигурации из 3 линейных плат) • Уровень шума: 60 dBA при нормальной работе, максимум 70 dBA • Тепловые условия: ◦ Рабочая температура: от 5 °C до 40 °C (от 41 °F до 104 °F) ◦ Рабочая влажность: от 10 % до 85 % RH, без конденсации ◦ Температура хранения: от -40 °C до 70 °C (от -40 °F до 158 °F) ◦ Влажность при хранении: от 5 % до 95 % RH, без конденсации • Входное питание: ◦ 100–127 Vac / 200–240 Vac, 10 / 5 A, 50/60 Гц (×2), либо ◦ 100–127 Vac / 200–240 Vac, 10 / 5 A, 50/60 Гц (×1) • Потребляемая мощность: ◦ Система с 1 линейной платой — максимум 380 Вт, типично 268 Вт ◦ Система с 2 линейными платами — максимум 540 Вт, типично 328 Вт ◦ Система с 3 линейными платами — максимум 700 Вт, типично 388 Вт
Безопасность	• UL 62368-1 / CSA C22.2 No. 62368-1 • EN 62368-1 / IEC 62368-1
Электромагнитные излучения и помехоустойчивость	• FCC Part 15B, Class A • CAN ICES-003(A)/NMB-003(A) • EN 55032 Class A / EN 55035 / EN 61000-3-2 / EN 61000-3-3 • AS/NZS CISPR 32 Class A • KS C 9832 Class A / KS C 9835 / KS C 9610-3-2 / KS C 9610-3-3 • VCCI – CISPR 32 Class A
Регуляторные одобрения	• CSA (США, Канада) • CE (Европа) • UKCA (Великобритания) • RCM (Австралия) • KCC (Корея) • VCCI (Япония)
Экологические требования	• RoHS Directive 2011/65/EU; Annex II, Directive (EU) 2015/863 • WEEE Directive 2012/19/EU • China RoHS

Информация для заказа

Партномер	Описание
-----------	----------

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Аппаратная платформа Time Sync Analyzer	
941-0120	Keysight Time Sync Analyzer Appliance (941-0121) и Base Software (930-7300); стойечное устройство 3U. ВКЛЮЧАЕТ: Keysight Time Sync Analyzer Appliance, базовое ПО Keysight Time Sync Analyzer Base Software, обеспечивающее вход/выход опорных сигналов синхронизации 10 МГц и 1PPS, а также вход опорного сигнала GPS и TOD+; 2 модуля питания; 1 комплект для монтажа в стойку; 1 транспортировочный комплект. ТРЕБУЕТСЯ: 1 плата Timing и минимум 1 линейная Ethernet-плата. ПРИМЕЧАНИЕ: дополнительные аппаратные аксессуары можно приобрести отдельно для повышения доступности системы или резервирования.
944-1801	Keysight Time Sync Analyzer TIMING Card (944-1801); обеспечивает управление и распределение системной синхронизации с внутренним и внешним источником времени, вывод опорного сигнала синхронизации во внешнюю систему, поддержку тестовых входов/выходов и триггерных входов/выходов.
944-1802	Keysight Time Sync Analyzer TIMING Card with Rubidium (944-1802); обеспечивает управление и распределение системной синхронизации с внутренним и внешним источником времени, вывод опорного сигнала синхронизации во внешнюю систему, поддержку тестовых входов/выходов и триггерных входов/выходов.
944-1811	Keysight Time Sync Analyzer 2-port Ethernet Line Card (944-1811); поддерживает 2 Ethernet-порта с физическими интерфейсами SFP28 и/или QSFP28. ТРЕБУЕТСЯ: приобрести минимум одну опцию скорости.
Программные опции Time Sync Analyzer	
930-7200	Keysight Time Sync Analyzer Ethernet Line Card 100G Speed Enablement (930-7200); включает скорость QSFP28 100G ровно для одной линейной Ethernet-платы.
930-7201	Keysight Time Sync Analyzer Ethernet Line Card 25GE Speed Enablement (930-7201); включает скорость 25GE ровно для одной линейной Ethernet-платы.
930-7202	Keysight Time Sync Analyzer Ethernet Line Card 10GE/1GE Speed Enablement (930-7202); включает скорость 10GE ровно для одной линейной Ethernet-платы.
930-7301	Keysight Time Sync Analyzer Advanced Software (930-7301); включает внесение ухудшений цифрового тактового сигнала и его измерение, а также Clock Quality Analysis. ТРЕБУЕТСЯ: 930-7300 Keysight Time Sync Analyzer Base Software Package.
930-7302	Keysight Time Sync Analyzer IEEE 1588v2 (PTP) Generation and Measurement (930-7302); включает эмуляцию PTP TimeTransmitter и TimeReceiver для тестирования G.8273.x Boundary Clock, Transparent Clock и Ordinary Clock; включает сбор TIE и анализ качества тактового сигнала по производным метрикам. ТРЕБУЕТСЯ: 930-7301 Keysight Time Sync Analyzer Advanced Software.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

930-7303	Keysight Time Sync Analyzer SyncE Clock Generation and Measurement (930-7303); включает генерацию и анализ ESMC для EEC и enhanced EEC clock согласно ITU-T G.8264, сбор TIE и анализ качества тактового сигнала по всем производным метрикам. ТРЕБУЕТСЯ: 930-7301 Keysight Time Sync Analyzer Advanced Software.
930-7305	Keysight Time Sync Analyzer O-RU S-Plane Conformance Test for O-RU (930-7305); включает испытания O-RU S-Plane на соответствие требованиям для функциональных и эксплуатационных тест-кейсов согласно спецификации O-RAN WG4 S-Plane Conformance. ТРЕБУЕТСЯ: 930-7300 Keysight Time Sync Analyzer Base Software.
930-7306	Keysight Time Sync Analyzer Custom Traffic Generation (930-7306); включает Custom Traffic Generation для оценки характеристик синхронизации. ТРЕБУЕТСЯ: 930-7301 Keysight Time Sync Analyzer Advanced Software.
Примечание: 930-7305 включает набор функций для испытаний O-RU S-Plane на соответствие требованиям, являющийся подмножеством 930-7302 + 930-7303.	
Оптика и кабели	
SFP28-SR-XCVR	Подключаемый оптический трансивер SFP28 Dual-Rate 25GBASE-SR 25GE и 10GBASE-SR 10GE.
SFP28-LR-XCVR	Подключаемый оптический трансивер SFP28 Dual-Rate 25GBASE-LR 25GE и 10GBASE-LR 10GE.
QSFP28-SR4-XCVR	Подключаемый оптический трансивер QSFP28 100GBASE-SR4 100GE, MMF (многомодовое волокно), 850 нм, дальность 100 м (948-0036).
QSFP28-LR4-XCVR	Ixia, подключаемый оптический трансивер QSFP28 100GBASE-LR4 100GE, SMF (одномодовое волокно), 1310 нм, дальность 10 км (948-0038).
SFP-PLUS-SR-XCVR-D-T	Подключаемый двухскоростной оптический трансивер SFP+ 10/1GBASE Dual Rate SR, MMF (многомодовое волокно), 850 нм, дальность 300 м, LC.
SFP-PLUS-LR-XCVR-D-T	Подключаемый двухскоростной оптический трансивер SFP+ 10/1GBASE Dual Rate LR, 1310 нм, MMF (одномодовое волокно), дальность 10 км, LC.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.