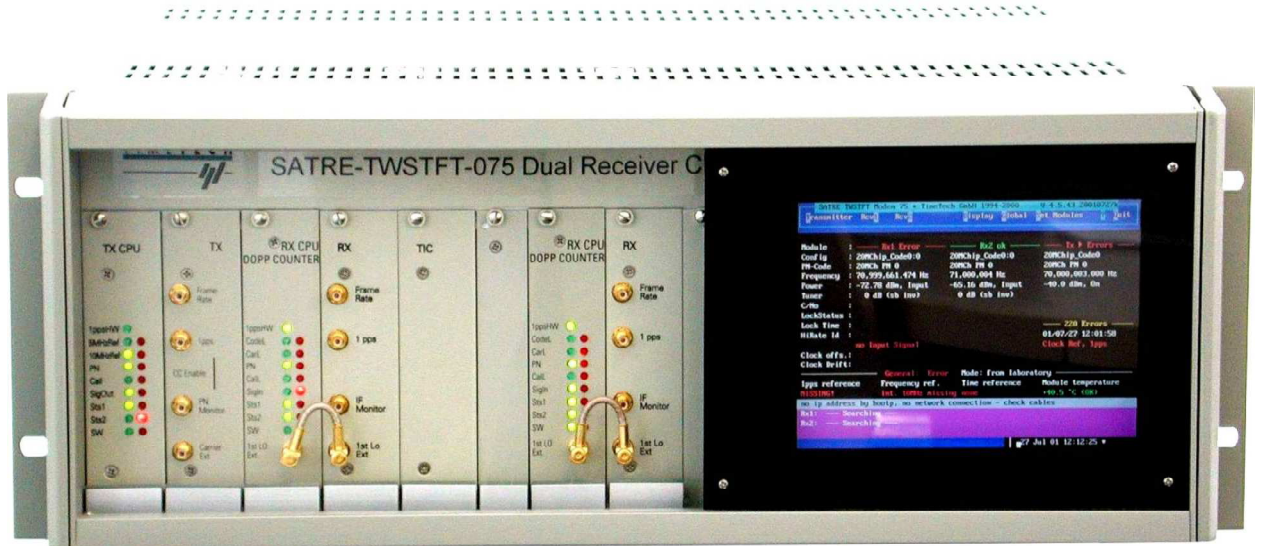


SATRE

Satellite Time and Ranging Equipment

Элементы №№: 10140 (1-канальный), 10139 (2-канальный), 10221 (3-канальный)



На фото – двухканальный модем SATRE

Основные характеристики:

- Автоматическое измерение
- Автоматическое отображение, 24 часа / 7 дней
- Полный удаленный контроль через TCP/IP
- Внутренняя база данных ежеминутных измерений за последние 3 месяца
- Субнаносекундный TWSTFT с результатами в реальном времени
- Субнаносекундная синхронизация времени
- 1-3 канала приема

Модем SATRE имеет 3 основные области применения:

- Точное спутниковое определение дальности и орбит;
- Точное наблюдение и сравнение удаленных часов;
- Перенос времени и синхронизация удаленных часов с центральными контрольными часами.

Достоверность в 1 нс – в пределах возможности системы с точностью до 30 пс. Эти значения получаются в течение первых минут работы. Возможно использование межконтинентальных линий связи с помощью геосинхронных спутников связи.

Оборудование может быть легко присоединено к существующим спутниковым наземным станциям, автоматизированные системы для Ku-Band опционально доступны. Требования для мощности радио частоты очень малы, для передачи данных могут использоваться «занятые» каналы приемо-передатчика без существенного ухудшения или вмешательства в работу изначального пользователя приемо-передатчика. Широкополосные сигналы обеспечивают совместимость с другими функциями. Возможна одновременная работа нескольких блоков с использованием одного спутникового канала приемо-передатчика.

Каналы передачи сигналов предназначены для компенсации неизвестных задержек траектории распространения сигнала, а также задержек внутри спутникового приемо-передатчика. В то же время получается дальномерная информация об используемом приемо-передатчике. Данные о целостности системы и о времени распределяются по тем же радио линиям, что и сигналы времени. Оптоволоконные линии связи могут быть использованы как альтернатива при работе на очень коротких и средних дистанциях.

Каждый модем SATRE имеет внешний интерфейс данных для передачи пользовательских и дальномерных данных.

Модем SATRE может быть увеличен до 3 каналов ресивера, которые работают независимо и одновременно. Возможно создать любую конфигурацию системы. Например, один канал может быть отведен для получения собственного ретранслированного сигнала, а остальные могут получать сигналы от удаленных мест. Уникальная комбинация передачи времени и данных в одном аппарате позволяет эффективно синхронизировать время и поддерживать большие сети.

Технические характеристики

Возможности расширенного спектра

Chiprate ¹	0.5, 1, 2.5, 5, 10 и 20 MChip
Число PN-кодов ²	16 заранее заданных (20 и 10 MChip)
	32 заранее заданных (20 и 10 MChip)
	Пользовательские коды → свяжитесь с заводом
Совместимость	Совместимо с MITREX при 2.5 MChip, коды 0..7

Трансмиттер

	<u>Режим SATRE</u>	<u>Режим MITREX</u>
Несущая частота	70 МГц ± 18 МГц ³	70 МГц ± 18 МГц
Разрешающая способность	0.001 Гц	0.001 Гц
Диапазон частот	1.5 * Chiprate (-6 дБ)	2.6 МГц (-7 дБ)
		3.5 МГц (-17 дБ)
Выходной радиочастотный уровень	0 .. -40 дБм	0 .. -40 дБм
Радиочастотный выход (CW)	0 .. -30 дБм	0 .. -30 дБм
Выходное сопротивление	50 Ω (75 Ω по желанию)	50 Ω

Ресивер

	<u>Режим SATRE</u>	<u>Режим MITREX</u>
Несущая частота	70 МГц ± 18 МГц	70 МГц ± 18 МГц
Разрешающая способность	Непрерывная	Непрерывная
Измерение частоты	0.001 Гц	0.001 Гц
Входной диапазон частот	30 МГц (> 2.5 MChip)	7 МГц
	7 МГц (≤ 2.5 MChip)	
Входной уровень (S + N)	-20 .. -60 дБм	-20 .. -60 дБм
Входной уровень (Сигнал) оптимум	-50 .. -75 дБм	-50 .. -75 дБм
	-50 .. -60 дБм	-50 .. -60 дБм
Входное сопротивление	50 Ω (75 Ω по желанию)	50 Ω
Число каналов	От 1 до 3	От 1 до 3
	(полностью независимые)	(полностью независимые)

¹ Chiprate – частота следования сигнала

² PN-код – псевдослучайный код

³ ± 18 МГц диапазон настройки для 2.5 MChip и ниже. ±15 для 5 MChip, ±10 МГц для 10 и 20 MChip.

Входной сигнал

Входной сигнал	BNC (выбор:TNC, N)
Эталонная частота	BNC, 5 / 10 МГц, +3 .. +10 дБм
Эталонный импульс	1 pps, нарастающий наклон, программируемый уровень триггера 0..4 V, выбираемое сопротивление 50 Ω / 2 kΩ
Эталонное время	NTP (RJ45, 10 Мбит/с), линия последовательной передачи (RS232, ASCII-коды)

Выходной сигнал

Выходной сигнал	BNC (выбор:TNC, N)
Временные импульсы	0..4 V без нагрузки, сопротивление 50 Ω Tx: PPS, частота смены кадров, PN-последовательность Rx: PPS, частота смены кадров
Тх монитор	Фиксированный выход (Тх сигнал) -10 дБм

Гарантированная производительность

Обнаружение сигнала*	> 44 дБГц, ≤ 5 MChip: < 30 сек > 44 дБГц, > 5 MChip: < 150 сек	Более высокая скорость передачи частиц имеет преимущество перед поисковыми таблицами, которые предоставляют только частичный поиск PN-последовательности. Высокая чувствительность обеспечивается замедлением процесса поиска; это дает дополнительные 4 .. 6 дБ.
Обнаружение сигнала с помощью поисковых таблиц*	< 20 сек	
Обнаружение сигнала, режим высокой чувствительности*	40 дБГц, < 5 MChip: < 90 сек 40 дБГц, > 5 MChip: < 260 сек	
Отслеживание сигнала в синхронизации с несущей*	< 36 дБГц	
Запрограммированная несущая частота*	± 500 Гц от фактической, ± 800 Гц (3 дБ ослабление)	

Эти данные о производительности гарантированы системным тестом, который является частью заводских приемочных испытаний.

* протестировано с входным сигналом -30 дБм и дальномерным сигналом между -50 дБм и -75 дБм.

Интерфейс данных

Физический	RS232 (19200 бит/с) или сетевой (TCP, UDP)
Содержание	Измерения задержек, регрессия первого, второго, третьего порядков, подсчет реального времени, статус работоспособности системы, ...
Производительность	1 / секунда максимум
Внутренняя база данных	1 / минута, средние значения между задержкой и решениями в реальном времени за период до 90 дней с интегрированным жестким диском
Данные, записанные во внутреннюю базу данных	<u>Режим дальности:</u> Измерения (среднее за минуту), колебания, C/No, мощность сигнала, текущая конфигурация, частота ресивера, псевдо-дальность (наклонная дальность), если модем используется в режиме ведомого. <u>TWSTFT:</u> Измерения (среднее за минуту), колебания, C/No, мощность сигнала, текущая конфигурация, частота ресивера, внешняя задержка (RefDelay), оценка задержки TWSTFT в реальном времени. <u>Синхронизация времени:</u> Такие же данные, как и в TWSTFT, плюс модель часов (примерный сдвиг управляемых часов)
Передача данных RF	Все данные, включенные в RF сигнал, могут быть отслежены / расшифрованы через удаленную станцию. Системам SATRE не требуется подключение друг к другу; обмен всеми необходимыми данными происходит через RF.

Функции (режим TWSTFT)

Двухсторонняя задержка	0 .. 600 мс
Разрешение при 1 с	10 пс
Стабильность	≤ 30 пс/день (Tx, Rx, Tx-Rx)
Теплостойкость	≤ 30 пс/К (Tx, Rx, Tx-Rx)
Измерения	Двухсторонняя задержка, TWSTFT в реальном времени

Функции (режим дальности)

Двухсторонняя задержка	0 .. 200000 км
Разрешение при 1 с	0.3 см (двухсторонняя передача сигнала)
Стабильность	≤ 1 см/день
Теплостойкость	≤ 1 см/К
Измерения	Двухсторонняя передача сигнала, псевдо-дальность (режим ведомого)

Функции (режим TimeSync)

Двухсторонняя задержка	0 .. 600 мс		
Разрешение при 1 с	10 пс		
Стабильность	≤ 30 пс/день (Tx, Rx, Tx-Rx)		
Теплостойкость	≤ 30 пс/К (Tx, Rx, Tx-Rx)		
Управляемые генераторы	OXO (8607) ⁴	Рубидиевый ⁵	Цезиевый ²
Частота	$< 10^{-14}$ / день	$< 10^{-14}$ / день	$< 10^{-14}$ / день
Стабильность времени	< 250 пс	< 250 пс	< 250 пс

Механическая часть

Габариты, вес	19 дюймов, 4 NU (448.8мм × 177.8мм) Глубина 448мм, 17 кг.
---------------	--

Условия окружающей среды

Транспортировка и хранение

Температура, влажность	-20°C до +75°C, 10% до 90% (без конденсации)
Удары	max 10г нагрузки на 11 мс
Вибрация	max 0.15 мм от 5 до 8 Гц max 1г нагрузки от 8 до 500 Гц
Высота	< 20000 м

Работа

Температура, влажность	0°C до +50°C (наиболее благоприятно при +18..24°C, смещение < 0.2 К/ч)
Влажность	20% до 90% (без конденсации)
Высота	< 3000 м

⁴ Базируется на регулярных измерениях через TWSTFT, 2.5 MChip,

⁵ Базируется на регулярных измерениях через TWSTFT, 2.5 MChip,

Обзор конфигураций

	SATRE Дальность	SATRE TWSTFT	SATRE TimeSync
Анализ данных в реальном времени (max. 5 секунд задержка)	✓	✓	✓
Измерение частоты с высоким разрешением (0.001 Гц разрешение за 1 секунду)	✓	✓	✓
Встроенный жесткий диск на 500 Мбайт	◆	✓	◆
Внутренний счетчик временных интервалов для измерения RefDelay	◆	✓	✓
Встроенный GPS-ресивер как источник времени	◆	◆	◆
Интерфейс для внешних цезиевых часов (Agilent / HP) для управления / коррекции	✘	◆	✓
Интерфейс для Comtech и SSE приемо-передатчика наземной станции (свяжитесь с заводом для получения других доступных драйверов)	◆	◆	◆
Интерфейс для SATSIM монитора задержки станции	◆	◆	◆
Второй канал ресивера	◆	◆	◆
Третий канал ресивера	◆	◆	◆

(✓ - встроенный, ◆ - в качестве опции, ✘ - невозможно)

Кратковременные внезапные изменения фазы дальномерного сигнала (см, в одном направлении)

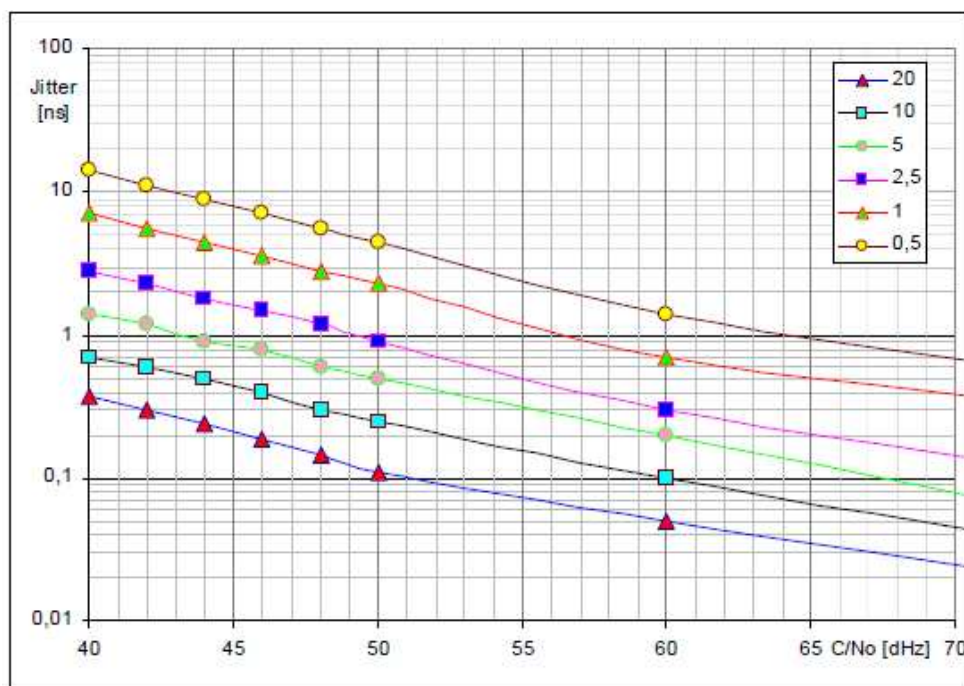
C/No ↓	Частота следования сигналов (MChip/c)→					
	20	10	5	2,5	1	0,5
40	5,3	10,6	21,2	42,4	106,1	212,1
42	4,2	8,4	16,9	33,7	84,3	168,5
44	3,3	6,7	13,4	26,8	66,9	133,8
46	2,7	5,3	10,6	21,3	53,2	106,3
48	2,1	4,2	8,4	16,9	42,2	84,5
50	1,7	3,4	6,7	13,4	33,5	67,1
60	0,5	1,1	2,1	4,2	10,6	21,2
≥75	0,2	0,4	0,7	1,4	3,6	7,2

Показатели дальности зависят от частоты следования сигнала и C/No⁶. Единица измерения – см в одном направлении.

⁶ C/No – Carrier-To-Noise - Отношение «несущая-шум»

Колебания при TWSTFT⁷ (нс, туда и обратно)

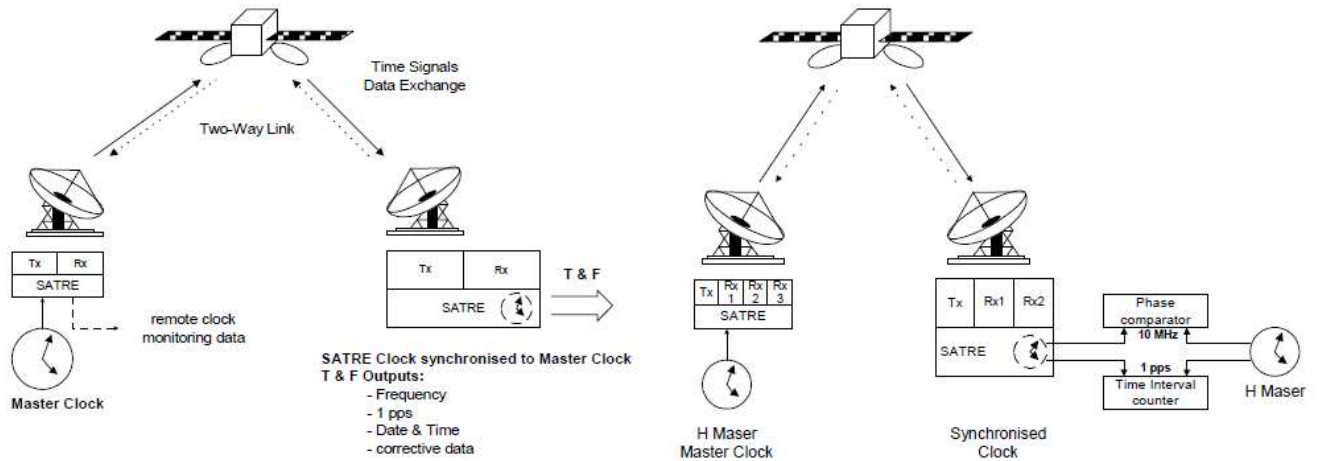
C/No ↓	Частота следования сигналов (MChip/c)→					
	20	10	5	2,5	1	0,5
40	0,4	0,7	1,4	2,8	7,1	14,1
42	0,3	0,6	1,2	2,3	5,6	11,2
44	0,3	0,5	0,9	1,8	4,5	8,9
46	0,2	0,4	0,8	1,5	3,6	7,1
48	0,15	0,3	0,6	1,2	2,8	5,6
50	0,1	0,2	0,5	0,9	2,3	4,5
60	0,05	0,1	0,2	0,3	0,7	1,4
≥75	0,02	0,03	0,05	0,1	0,3	0,5



Показатели колебаний зависят от частоты следования сигнала и C/No. Единица измерения – нс туда и обратно.

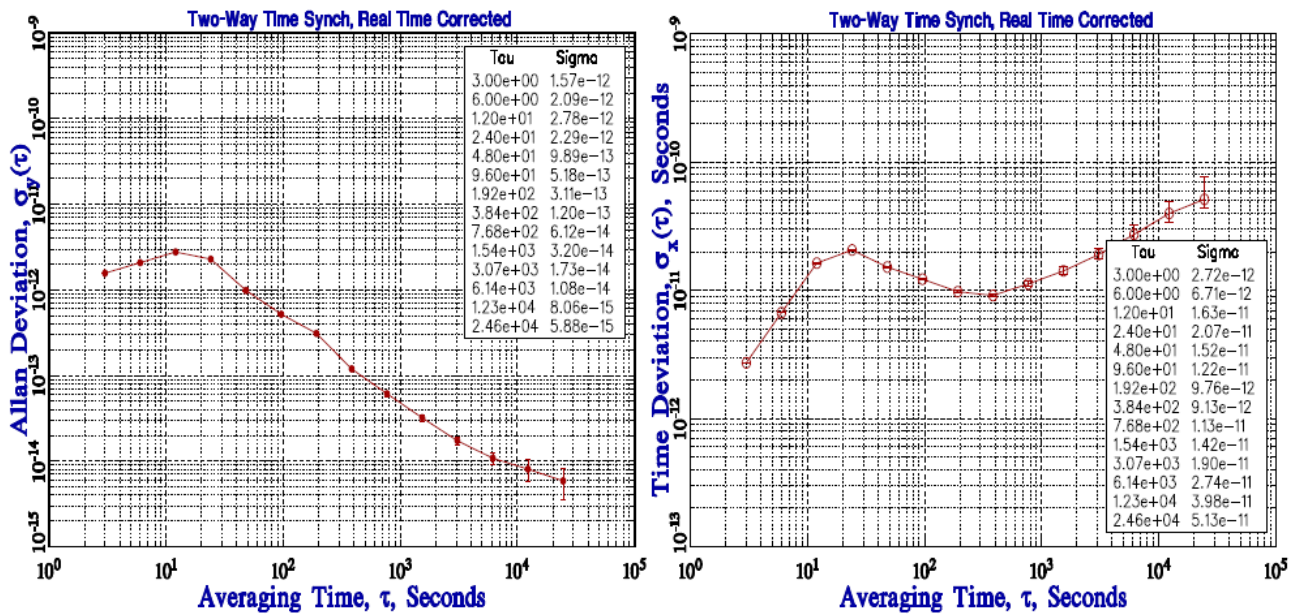
⁷ TWSTFT – Two Way Satellite Time and Frequency Transfer - Двусторонний спутниковый передатчик сигналов времени и частоты

Принцип синхронизации времени



Настройка TimeSync (слева) и проверка достоверности (справа).

Синхронизация TimeSync



Обычная стабильность частоты (отклонение Аллана) через спутник получена с использованием корректирующей информации. Сигнал со спутника постоянно принимается; 5 MChip. Эталонными часами был генератор, ведомый генератор OXO OSA 8607 (высокопроизводительный 5 МГц генератор SC-среза). Сдвиг на 10^4 секунд произошел из-за нестабильности наземной станции.