



5071A

Первичный эталон частоты

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Работа контролируется меню
- Удобочитаемые показания времени и сообщения.
- Полная информация о состоянии.
- Автоматическая регистрация важнейших внутренних событий
- Полное управление часами и частотой.
- Автоматическая синхронизация сигнала 1PPS.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Стандартная цезиевая электронно-лучевая трубка длительного срока действия.
 - Погрешность: $\pm 1 \times 10^{-12}$
 - Устойчивость к воздействию окружающей среды: изменение частоты при любом сочетании условий окружающей среды в пределах 1×10^{-13} .
 - Долговременная стабильность: в пределах 5×10^{-14} для 5-суточного периода усреднения.
- Устанавливаемая по заказу (опционально) трубка с улучшенными характеристиками
 - Погрешность: $\pm 2,0 \text{ E-}13$
 - Устойчивость к воздействию окружающей среды: изменение частоты при любом сочетании условий окружающей среды в пределах 8×10^{-14} .
 - Долговременная стабильность: в пределах $1,0 \times 10^{-14}$ для 5-суточного периода усреднения.

Первичный эталон частоты 5071A обладает точностью и стабильностью, которые необходимы и в лаборатории, и в полевых условиях. Технические требования в части стабильности при 30-суточном промежутке усреднения означают, что 5071A может в течение длительного времени сохранять точно прогнозируемые период и фазу. Кроме того, 5071A можно использовать для долгосрочного усреднения зашумленных сигналов, таких как GPS.

Прибор 5071A очень прост в эксплуатации. Он не требует ручного пошагового запуска или сложных регулировок - все автоматизировано. Логичная структура меню упрощает работу с передней панелью, выполнение операций выбора и отображения состояния. Дистанционное управление обеспечивает комплексное использование прибора 5071A и управление им практически в любом месте.

Прибор 5071A является прямым «потомком» и заменой таким ветеранам среди цезиевых эталонов частоты, как аппараты 5060A, 5061A и 5061B. Данный новаторский прибор - результат 35-летнего опыта работы с прецизионными стандартами частоты.

Прибор 5071A - реакция на потребность передовых метрологических и калибровочных лабораторий, а также лабораторий национальных систем стандартизации и учета времени. Он позволяет проверить стабильность и точность имеющихся там цезиевых эталонов частоты по сигналам УГВ, отсчитываемым парижским Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) (Бюро мер и весов). Точность и надежность эталона определяет качество услуг, предоставляемых данными хронометрическими лабораториями. Еще важнее проблема стабильности стандарта. Стабильность напрямую влияет на способность лаборатории выполнять хронометраж и предоставлять своим клиентам услуги по калибровке.

Прибор 5071A отличается исключительной стабильностью. Он является первым цезиевым эталоном частоты на основе, отличающимся стабильностью при усреднении свыше одних суток. В приборе учтены факторы окружающей среды, которые способны оказать значительное негативное влияние на долговременную стабильность. Цифровая электроника непрерывно контролирует и оптимизирует рабочие параметры прибора.



Первичный эталон частоты 5071A

Таким образом, воздействие на прибор 5071A условий окружающей среды, таких как температура и влажность, практически исключено. Первичный эталон частоты 5071A поддерживает точность и стабильность, даже при значительных изменениях условий окружающей среды.

Спутниковая связь

Передача и прием сигналов между наземными терминалами и спутниками требуют стабильного генерирования частоты. При передаче сигналов также требуется определенная гибкость, позволяющая настроиться на разные несущие частоты при переходе от одного спутника к другому. Передовая технология, заложенная в 5071A, позволяет генерировать первичные и смещенные частоты с гарантированно одинаковой стабильностью.

Прецизионная синхронизация обеспечивает быструю дешифровку данных в защищенных каналах связи. Сигналы с быстрой перестройкой частоты при псевдослучайном переключении каналов также требуют точной синхронизации между передатчиком и приемником.

5071A автоматически синхронизируется по внешнему сигналу 1PPS, значительно упрощая этот аспект спутниковой связи.

Прибор 5071A и GPS

Первичный эталон частоты 5071A может отлично работать совместно с синхроприемником GPS, генерируя и поддерживая высокоточные сигналы времени и частоты.

Система GPS обеспечивает точную информацию по времени, частоте и местоположению в любой точке мира посредством приема сигналов СВЧ-диапазоне от спутниковой системы. Прецизионная синхронизация в системе GPS по большей части обеспечивается точностью и стабильностью ряда первичных эталонов частоты 5071A.

Эти стандарты поддерживаются системой GPS, военно-морской обсерваторией США и множеством разбросанных по всему миру лабораторий, которые связаны с проблемами синхронизации по шкале универсального глобального времени (УГВ).

Благодаря эталонному отсчету времени, сигналы GPS, обрабатываемые специализированным высококачественным приемником, являются источником точного времени и частоты. Однако в связи с тем, что GPS-приемники работают с передаваемые спутниками чрезвычайно низкоуровневыми сигналами СВЧ, иногда может наблюдаться потеря точности из-за помех, неисправности локальных антенн или искажения передаваемых из космоса данных.

В то же время синхроприемник GPS может стать отличным резервом, а также эталонным источником для локального первичного эталона частоты 5071A. GPS-приемник является независимым эталонным источником, с чьей помощью можно проверить точность цезиевого стандарта. Если же цезиевый стандарт выйдет из строя, GPS-приемником можно воспользоваться в качестве временного резерва. Для локального эталона 5071A характерны отличная кратковременная стабильность, лучшее качество выходного сигнала, помехозащищенность, он не подвержен кратковременным обрывам связи или искажениям, наблюдающимся при приеме со спутника.

С учетом вышесказанного, совмещение высококачественного синхроприемника GPS и первичного эталона частоты 5071A позволяет создать чрезвычайно надежную и недорогую систему отсчета времени и генерации частоты с обеспечением резервирования.

Исключительная точность

Собственная точность усовершенствованной цезиевой электронно-лучевой трубки доводит допуск на частоту, генерируемую эталоном 5071A, до $\pm 2,0 \text{ E-13}$. Такие показатели достигаются при полномасштабном воздействии окружающей среды через 30 мин или даже скорее. Какой-либо регулировки или подстройки не требуется.

Непревзойденная стабильность

Цезиевая электронно-лучевая трубка эталона 5071A гарантирует максимальную стабильность в пределах $1/10^{14}$ при усреднении в течение 5 суток или более. Прибор 5071A является первым цезиевым эталоном частоты с доказанной стабильностью при усреднении свыше 1×10^5 с (приблизительно одни сутки).

Прибор 5071A также является первым цезиевым эталоном частоты, в котором гарантированно обеспечен минимальный фликкер-шум. Минимум фликкер-шума, - это точка, в которой стабильность эталона ($\sigma_y(2, \tau)$) перестает меняться, несмотря на продление периода усреднения. В приборе 5071A с улучшенными характеристиками фликкер-шум гарантированно не превышает $1/10^{14}$. Длительные измерения в Национальном институте стандартов и технологии (NIST) показывают, что фликкер-шум обычно ограничивается величиной 5×10^{-15} .

Нестабильная окружающая среда является нормой для многих цезиевых эталонов частоты. Для аппарата 5071A характерно несколько контуров микропроцессорного сервоуправления, что позволяет практически игнорировать изменения температуры, влажности и магнитных полей.

Прибор 5071A демонстрирует исключительную эффективность в течение продолжительных периодов времени, значительно увеличивая доступность критически важных служб времени и частот. Фактические замеры, проведенные в NIST, показали, что прибор 5071A, снабженный цезиевой электронно-лучевой трубкой с повышенными характеристиками, в течение всего срока службы этой электронно-лучевой трубки демонстрирует отклонение в пределах 5×10^{-14} .

Традиционная надежность

Прибор 5071A, с момента его внедрения в 1992 году, продемонстрировал среднюю наработку на отказ выше 160 000 часов. Эти данные основаны на информации о ремонтах, собранной по месту эксплуатации. Подтверждает эту высокую надежность и 12-летняя гарантия на стандартную цезиевую электронно-лучевую трубку длительного срока эксплуатации и 5-летняя гарантия на трубку с повышенными характеристиками.

Полноценный ремонт и техническое обслуживание предоставляются в четырех сервисных центрах, расположенных в разных регионах мира, в стратегически важных пунктах.

Полное обеспечение единства измерений с помощью эталонами NIST Компания Symmetricom обеспечивает проверку точности измерений, проводимых на каждом приборе 5071A, по эталонам NIST. Сверка с эталонами NIST проводится с помощью поставляемой этим институтом системы измерения и анализа частоты (FMAS). Эта услуга позволяет превзойти требования стандарта MIL-STD-45662A и может стать ценным инструментом при демонстрации единства измерений заказчиком.

Непосредственная эксплуатация

Встроенное микропроцессорное управление предельно упрощает ввод в действие и эксплуатацию прибора 5071A. Как только прибор будет подключен к блоку питания постоянного или переменного тока, он автоматически выйдет на максимальную точность, заявленную в технических условиях. После включения, в течение всего срока службы цезиевой трубки какой-либо регулировки или подстройки не требуется.

Доступ к меню с интуитивно понятной структурой осуществляется посредством ЖК-дисплея и клавиатуры, расположенных на передней панели. Эти меню - Instrument State, Clock Control, Instrument Configuration, Event Log, Frequency Offset и Utilities обеспечивают логичное отображение состояния и упрощают управление прибором. Перечисленные функции рассматриваются ниже.

Instrument State (состояние прибора)

Отображается состояние в целом, включая любые актуальные предупреждения. Можно отследить все основные параметры прибора, такие как ток возбуждения С, напряжение электронного умножителя, ток ионного насоса и напряжение в цепи накала цезиевой ЭЛТ. Указанные данные можно выводить на печать.

Clock Control (Управление часами)

Посредством этого меню можно задать время и дату, определить расписание для секунд координации, отрегулировать начало отсчета времени (с шагом 50 нс) и по внешним импульсам автоматически синхронизировать сигнал 1PPS с точностью в пределах 50 нс.

Instrument Configuration (Конфигурация прибора)

Задаёт режим работы прибора (нормальный или резервный) и назначить частоты (5 или 10 МГц) для двух независимо программируемых портов, а также настроить порт RS-232C, используемый в информационном обмене.

Event Log (Журнал событий)

Важные внутренние события (переключение источников питания, отказы аппаратуры, предупреждения) автоматически фиксируются с фиксацией времени и даты. Однократным нажатием клавиши можно распечатать эти записи на принтере.

Frequency Offset (точность регулировки)

Выходные частоты можно сдвигать на 1/109 с шагом приблизительно 6,3/1015. Стабильность изделия и выходные характеристики полностью распространяются на смещенную частоту.

Utilities (Служебные программы)

Позволяет отобразить версию микропрограммного обеспечения и обозначение цезиевой ЭЛТ.

Цезиевая электронно-лучевая трубка с повышенными характеристиками.

Цезиевая ЭЛТ с повышенными характеристиками устройства 5071A отвечает самым строгим требованиям по эксплуатации. Трубка с повышенными характеристиками обеспечивает погрешность порядка $\pm 2,0 \text{ E-13}$, независимо от условий окружающей среды, что вдвое меньше, чем аналогичный показатель у стандартной ЭЛТ.

Значительно выше и стабильность. Электронно-лучевая трубка с повышенными характеристиками позволяет достичь минимума фликкер-шума порядка 1 x 10⁻¹⁴ или даже менее. Продолжительные измерения в NIST показывают, что минимум фликкер шума находится в пределах 5 x 10⁻¹⁵.

Интегрированные системы и дистанционное управление

В настоящее время цезиевые эталоны частоты зачастую интегрируют с телекоммуникационными устройствами, системами спутниковой связи или навигации. Работа прибора 5071A в условиях подобного окружения обеспечивается полнофункциональными дистанционным управлением и контролем. Опрос функций прибора и параметров может осуществляться программным путем.

Связь реализуется с помощью языка стандартных команд для программируемых приборов (SCPI) и специализированного порта RS-232C. Кроме того, можно запрограммировать логический выход на задней панели, чтобы в случае заданных пользователем «аномальных» ситуаций была соответствующая сигнализация.

В случае сбоя питания переменного тока можно использовать встроенную резервную аккумуляторную батарею, которая рассчитана на 45 мин. работы. Таким образом, с прибором 5071A несложно работать даже в наиболее удаленных местах.

Технические характеристики прибора 5071A

ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Частотные выходы

Частота	5 и 10 МГц
Формат	Синусоида
Амплитуда	не менее 1 В (среднеквадратичная величина)
Гармоника	не более -40 дБ относительно мощности несущей
Негармонические	не более -80дБ относительно мощности несущей
Соединитель	N
Полное сопротивление нагрузки	50 Ом
Место установки	задняя панель
Изоляция между портами	не менее 110 дБ (как правило)
Частота	100 кГц и 1 МГц
Формат	Синусоида
Амплитуда	не менее 1 В (среднеквадратичная величина)
Гармоника	не более -40 дБ относительно мощности несущей
Полное сопротивление нагрузки	50 Ом
Место установки	задняя панель
Разъем	BNC-коннектор

Синхровыходы

Формат	1PPS
Амплитуда	не менее 2,4 В на 50 Ом (Совместим с ТТЛ)
Длительность импульса	20 мкс
Время нарастания	не более 5 нс (скорость нарастания напряжения свыше 10-9 В/с при 1,5 В)
Флуктуации	не более 1 нс (среднеквадратичная величина)
Разъем	BNC-коннектор
Полное сопротивление нагрузки	50 Ом
Место установки	Один на передней панели Два на задней панели
Синхровыходы	Автоматическая синхронизация в пределах 50 нс с эталонными импульсами
Синхровыход	(2) 1PPS (каждый может настраиваться независимо)
Амплитуда	От +2 до +10 В макс.
Длительность импульсов	мин. 100 нс, макс. 100 мкс
Время нарастания	не более 50 нс Флуктуации не более 1 нс (среднеквадратичная величина)
Разъем	BNC-коннектор
Полное сопротивление нагрузки	50 Ом
Место установки	Один на передней панели Один на задней панели
Ручная синхронизация	
Диапазон	от -0,5 до +0,5 с
Разрешение	50 нс

Интерфейс дистанционной системы и средства управления

RS-232-C (конфигурация DTE)	
Полнофункциональное дистанционное управление, а также опрос всех функций и параметров прибора	
Набор программных команд:	стандартные команды для программируемых приборов (SCPI), версия 1990.0, адаптированная для порта RS-232C
Разъем	с 9 штыревыми контактами, прямоугольный, сверхминиатюрный, типа D
Место установки	задняя панель
Аварийная сигнализация (ТТЛ)	BNC-коннектор
Выход	Высокий уровень сигнала ТТЛ - норма Низкий уровень сигнала ТТЛ - отказ
Цепь с разомкнутым коллектором ТТЛ и встроенным нагрузочным резистором.	
Ток в контуре может нарастать до 10 mA.	
Место установки	задняя панель

Точность и долгосрочная стабильность

Условия - любое сочетание:

Температура	от 0°C до +50°C
Влажность	0-85 % (40 °C макс.)
Магнитное поле	постоянное, 55, 60 Гц, 2 Гс пиковое значение, любое направление

Ударные нагрузки и вибрация падение с высоты 100 мм

	Стандартные характеристики	Повышенные характеристики
Погрешность	±1 E-12	±2,0 E-13
Изменение частоты из-за окружающей среды	±1 E-13	±8 E-14
Время прогрева (обычное)	30 мин	30 мин
Повторяемость	±1 E-13	±1 E-13
Точность регулировки		
Диапазон	±1 E-9	±1 E-9
Разрешение	6,3 E-15	6,3 E-15
Управление:	через порт RS-232	

Стабильность

	Стандартные характеристики	Повышенные характеристики
Ср. время (с)		
0.01	Девияция Аллана не более 7,5 E-11	Девияция Аллана не более 7,5 E-11
0.1	не более 1,2 E-11	не более 1,2 E-11
1	не более 1,2 E-11	не более 5,0 E-12
10	не более 8,5 E-12	не более 3,5 E-12
100	не более 2,7 E-12	не более 8,5 E-13
1,000	не более 8,5 E-13	не более 2,7 E-13
10,000	не более 2,7 E-13	не более 8,5 E-14
100,000	не более 8,5 E-14	не более 2,7 E-14
5 суток	не более 5,0 E-14	не более 1 E-14
30 суток	не более 5,0 E-14	не более 1 E-14
Минимальный фликкер-шум		
Гарантированный	не более 5,0 E-14	не более 1 E-14
Обычный	не более 1,5 E-14	не более 5,0 E-15

Фазовый шум SSB

Смещение (Гц)	Выход 10 МГц	Выход 5 МГц
1	не более -100 дБ относительно мощности несущей	не более -106 дБ относительно мощности несущей
10	не более -130 дБ относительно мощности несущей	не более -136 дБ относительно мощности несущей
100	не более -145 дБ относительно мощности несущей	не более -151 дБ относительно мощности несущей
1,000	не более -150 дБ относительно мощности несущей	не более -156 дБ относительно мощности несущей
10,000	не более -154 дБ относительно мощности несущей	не более -160 дБ относительно мощности несущей
100,000	не более -154 дБ относительно мощности несущей	не более -160 дБ относительно мощности несущей

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Общие характеристики окружающей среды

Температура	
При работе	От 0 °C до 55 °C
В нерабочем состоянии	От -40°C до 70°C
Относительная влажность	0-95 % (45 °C макс.)
Магнитное поле	постоянное, 55, 60 Гц, 0-2 Гс (пиковое значение), любое направление
Атмосферное давление	изменение частоты при снижении давления до 19 кПа (как на высоте 12,2 км) не более 1 E-13
Ударные нагрузки и вибрация	
Mil-T-28800D, тип III, класс 5	
Испытание ударами молотка, Mil-S-901C, градация А, класс 1, тип А	
Mile-STD, 167-1 (фазовый шум)	
Электромагнитные помехи:	Кондуктивная и излучаемая эмиссия согласно CISPR EN 55011, группа 1, класс А
Электромагнитная совместимость:	в соответствии с MIL-STD-461С, часть 7, класс В постоянное магнитное поле индукцией до 7,8 Гс

Требования по переменному току

Рабочее напряжение	100, 120 В переменного тока ($\pm 10\%$), 45-440 Гц
Частота	220, 240 В переменного тока ($\pm 10\%$), 45-66 Гц 45-440 Гц 45-66 Гц
Мощность	
При работе	50 Вт (стандартных характеристик) 58 Вт (улучшенных характеристик)
Прогрев	100 Вт
Требования по постоянному току	
22-42 В постоянного тока	
При работе	45 Вт (стандартных характеристик) 50 Вт (улучшенных характеристик)
Прогрев	85 Вт
Внутренняя резервная аккумуляторная батарея	
Емкость	При полном заряде обеспечивает питание в течение 45 мин
Время заряда	16 час макс. при полном разряде
Источник для заряда	блок питания переменного тока
Размеры / масса	
Высота	113,4 мм
Длина	425,5 мм
Ширина	523,9 мм
Масса	30 кг
Средняя наработка на отказ	свыше 160 000 час

¹ Каждый выход с передней панели или посредством системы дистанционного управления может быть настроен на 5 или 10 МГц.

² Точность в течение срока службы (только для цезиевой ЭЛТ с повышенными характеристиками) после прогрева минимум в течение двух месяцев. Изменяется в пределах 5,0 Е-14 в течение срока службы цезиевой ЭЛТ.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА	№ детали
Трубка с повышенными характеристиками	5071A-C001
Трубка со стандартными характеристиками	5071A-C002
Трубка с повышенными характеристиками и возможностью подачи напряжения 48 В постоянного тока	5071A-C007
Трубка со стандартными характеристиками и возможностью подачи напряжения 48 В постоянного тока	5071A-C008



Вид сзади



SYMMETRICOM, INC.
2300 Orchard Parkway
San Jose, California
95131-1017
Тел.: 408.433.0910.
Факс: 408.428.7896
info@symmetricom.com
www.symmetricom.com