

## Прецизионные высокочастотные синтезаторы FSW

Синтезатор частоты является устройством для генерации непрерывного сигнала на основе гармонических колебаний опорного источника с регулируемой частотой и выходной мощностью. Синтезаторы частоты и устройства на их основе находят широкое применение во многих отраслях и приложениях, начиная от коммерческих сетей и систем связи до контрольно-измерительных приборов последнего поколения. В статье рассмотрены новые прецизионные высокочастотные синтезаторы частоты FSW-0010 и FSW-0020 производства компании Phase Matrix (США), описаны их функциональные возможности и особенности.

Дмитрий СЕРКОВ  
info@prist.ru

Серьезная конкуренция в сфере ВЧ- и СВЧ-диапазонов постоянно требует от компаний создавать синтезаторы частоты, которые бы совмещали в себе производительность, высокие функциональные возможности, компактность и более низкую стоимость в сравнении с аналогами. Например, в системах передачи данных одним из наиболее значимых параметров является скорость перестройки частоты, которая должна осуществляться без ущерба для общей производительности, габаритных размеров прибора и конечной стоимости. До сих пор многие системы передачи данных работали на основе синтезаторов частоты с миллисекундной скоростью перестройки частоты, не испытывая при этом каких-либо проблем с поддержкой трафика. Однако новые системы и устройства требуют, чтобы скорость перестройки укладывалась в меньшие интервалы времени. Синтезаторы частоты, построенные на основе технологии прямого аналогового синтеза (Direct Analog Synthesis, DAS), обладают высокой скоростью переключения и отличными спектральными характеристиками частоты. Но устройства, построенные по этой технологии, отличаются большими габаритными размерами и малым числом совместимых программных приложений, которые к тому же имеют достаточно высокую стоимость.

Новые синтезаторы частоты FSW компании Phase Matrix, в отличие от синтезаторов, построенных на технологии DAS, обладают исключительно высокими техническими характеристиками (низкий уровень фазовых шумов, высокая скорость перестройки частоты), расширенной функциональностью, небольшим энергопотреблением и малыми габаритами.



Рис. 1. Синтезатор частоты FSW

В линейку синтезаторов FSW входит две модели: FSW-0010 и FSW-0020 (рис. 1). Синтезаторы FSW работают в следующих частотных диапазонах: 0,5–10 ГГц (FSW-0010) и 0,5–20 ГГц (FSW-0020). Имеется возможность расширения нижней границы частотного диапазона для каждой модели до 0,1 и 0,2 ГГц соответственно. Дискретность установки выходной частоты составляет всего 0,001 Гц. Скорость перестройки по частоте — 1 мс (с точностью до  $\pm 50$  кГц), опционально предусмотрено увеличение скорости перестройки до 100 мкс.

Выходная мощность сигнала — +15 дБм (FSW-0010) и +13 дБм (FSW-0020). В базовой версии уровень выходной мощности фиксирован, при установке дополнительной опции появляется возможность регулировки выходного уровня мощности в следующих диапазонах:  $-25 \dots +15$  /  $-10 \dots +13$  дБм с дискретностью установки 0,01 дБ (номинальное значение).

Синтезаторы Phase Matrix обладают низким уровнем фазовых шумов:  $-122$  дБн/Гц при отстройке на 100 кГц на частоте 10 ГГц. График зависимости фазовых шумов синтезаторов FSW при различных выходных частотах приведен на рис. 2.

Генерация сигнала производится с помощью высокочастотного генератора, управляемого по частоте напряжением (ГУН/VCO — Voltage Controlled Oscillator). Требуемое частотное перекрытие и ши-

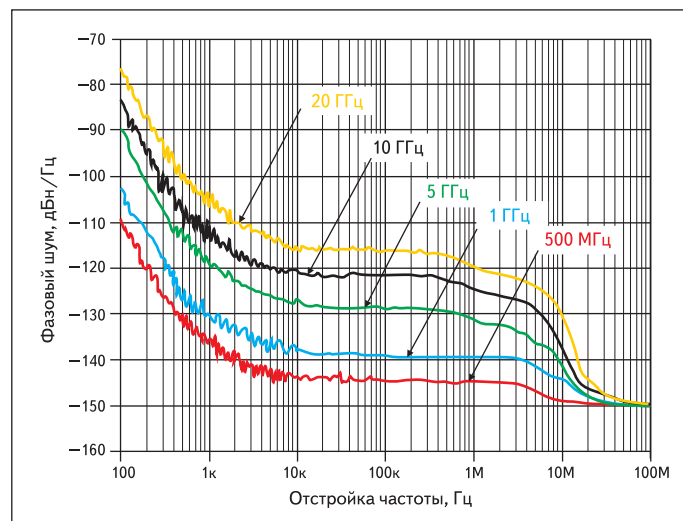


Рис. 2. Зависимость фазового шума от выходной частоты

рокий диапазон частот выходного сигнала обеспечиваются без использования умножения, что исключает «загрязнение» частотного спектра субгармоническими составляющими, присущими процессу частотного умножения. Шумы ГУН подавляются с помощью широкополосной ФАПЧ (фазовая автоподстройка частоты), которая использует высокостабильный маломощный источник опорного сигнала, интегрированный в конструкцию синтезатора. Применение миниатюрных элементов и широкополосной ФАПЧ также существенно снижает чувствительность синтезатора к вибрационным помехам. Синтезаторы выполнены в виде компактного моноблока (12,7×17,8×25 см) с массой не более 1,13 кг. Подробные технические характеристики генераторов-синтезаторов FSW приведены в таблице.

На передней панели прибора располагаются основные выходные разъемы типа SMA-F и MCX-F (рис. 3).

Разъем RF OUT обеспечивает выдачу сигнала во всей полосе частот, на выход REF OUT подается сигнал фиксированной частоты 10 МГц от внутреннего опорного генератора. На разъем REF IN может быть подан сигнал от внешнего источника частотой 10 МГц  $\pm 2$  PPM для обеспечения более высокостабильного выходного колебания. Входы PULSE, AM, FM служат для подключения к синтезатору внешних источников модулирующего сигнала для режимов импульсной, амплитудной или частотной модуляции с целью формирования на основном выходе RF OUT результирующего колебания. Для питания синтезатора и его подключения к компьютеру используется разъем SPI. Кроме того, для связи с компьютером опционально предусмотрен интерфейс USB.

На рис. 4 приведена примерная схема подключения к синтезатору различных вспомогательных устройств и приборов для создания тестового стенда.

Управление синтезаторами серии FSW происходит с помощью ПО QuickSyn непосредственно с компьютера. Программное

Таблица. Основные характеристики синтезатора FSW

Характеристики	Параметры	FSW-0010	FSW-0020
Выходные параметры	Частотный диапазон, ГГц	0,5–10 (опция 0,1–10)	0,5–20 (опция 0,2–20)
	Разрешение, Гц	0,001	
	Скорость перенастройки	1 мс (опция — 100 мкс; 200 мкс при управлении через SPI)	
Выходной уровень	Мощность, дБм	+15 (опция: –25...+15)	+13 (опция: –10...+13)
	Разрешение (опция 3), дБ	0,01	
	Погрешность установки ослаблений аттенуатора, дБ	$\pm 2$	
	Выходной коэффициент отражения, дБ	–10	
Спектральная чистота	Гармоники несущей, дБн	–45	–35
	Негармонические составляющие, дБн	–65	–60
	Фазовый шум	–122 дБн/Гц на частоте 10 ГГц	–116 дБн/Гц на частоте 20 ГГц
ЧМ (опция)	Диапазон режима NB1	100 Гц – 10 кГц	
	Диапазон режима NB2	10 кГц – 100 кГц	
	Диапазон режима WB	50 кГц – 1 МГц	
	Диапазон фазового режима	DC – 100 кГц	
	Максимальный входной уровень	4 В от пика до пика	
AM (опция)	Диапазон модуляции	DC – 100 кГц	
	Глубина модуляции, дБ	$\geq 40$	$\geq 20$
ИМ (опция)	Максимальный входной уровень	4 В от пика до пика	
	Частота повторения	DC – 10 МГц	
	Длительность импульса, нс	от 50	
	Максимальный входной уровень, В	6	
Опорный генератор	Время нарастания/спада, нс	$\leq 10$	
	Частота, МГц	10	
Выход	Выходной уровень, дБм	$+5 \pm 2$	
	Импеданс, Ом	50	
Вход	Температурная стабильность	$\pm 0,2$ ppm ( $2 \times 10^{-7}$ )	
	Частота, МГц	10	
	Выходной уровень, дБм	$+5 \pm 5$	
	Импеданс, Ом	50	
Общие данные	Напряжение питания	12–12,6 В DC	
	Потребляемая мощность, Вт	18	20
	Рабочая температура, °C	0...+55	
	Габаритные размеры (Г×Д×В), мм	127×177,8×25,4	
	Масса, кг	1,13	

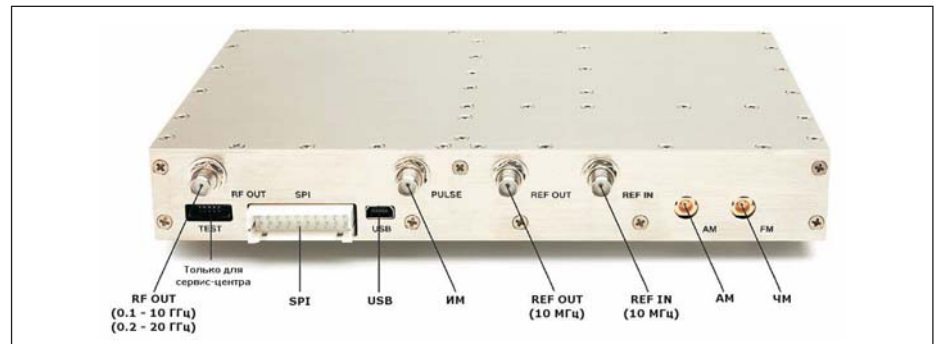


Рис. 3. Передняя панель FSW-0020

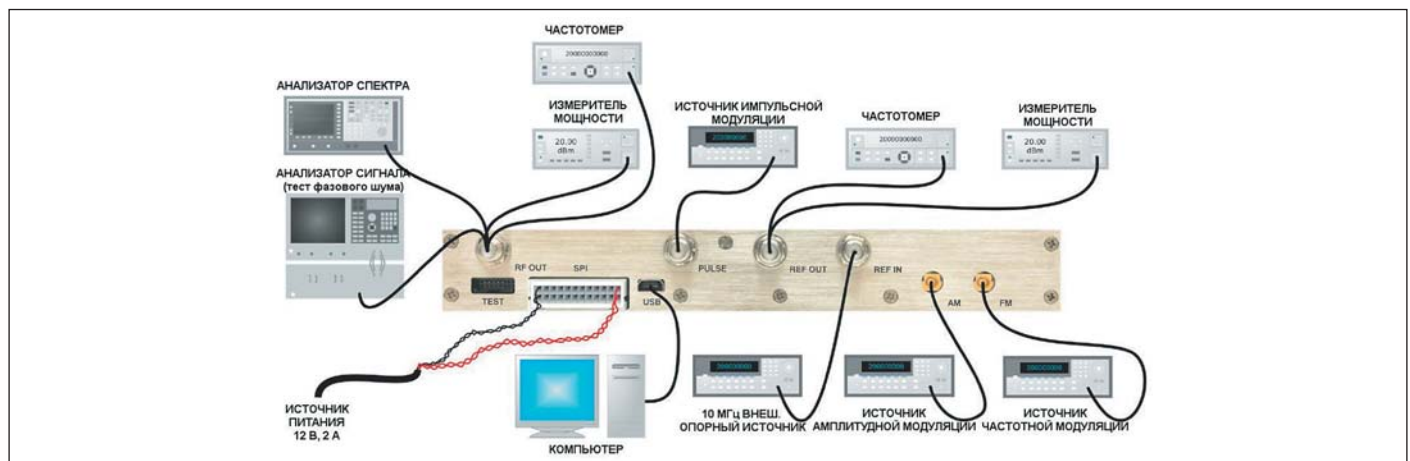


Рис. 4. Синтезаторы частоты в составе тестового стенда

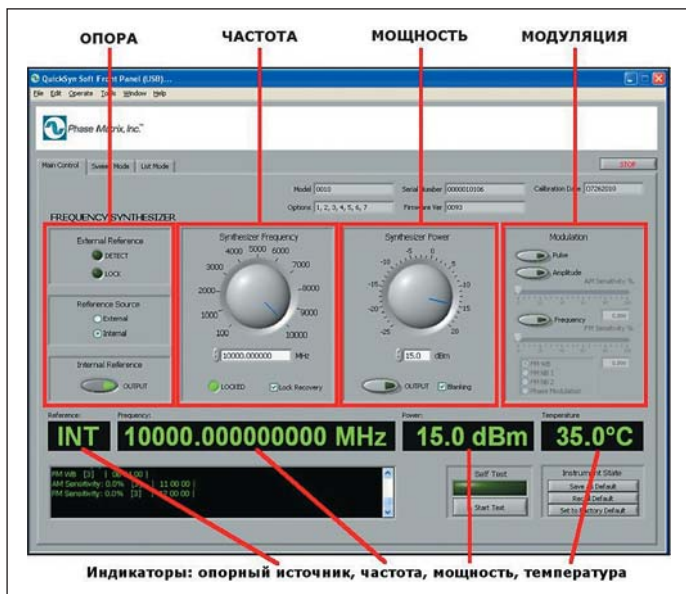


Рис. 5. Окно «Основное управление» ПО QuickSyn

обеспечение QuickSyn представляет собой графический интерфейс пользователя, который позволяет получить быстрый доступ ко всем функциям анализатора.

Графический интерфейс содержит три вкладки, которые представляют собой логические группы окон управления:

1. Окно «Основное управление». Это окно содержит четыре колонки: опора, частота, мощность и модуляция (рис. 5).
2. Окно «Режим свипирования» (ГЧЧ). Этот режим позволяет изменять развертку по частоте и амплитуде с заданным шагом и направлением. В этом окне сгруппированы основные блоки управления режимом свипирования: синхронизация, направление свипирования, параметры частоты и мощности (рис. 6).
3. Окно «Режим последовательности». Этот режим позволяет создать список последовательных шагов. Для каждого шага можно задать свои параметры сигнала (частота, мощность) и воспроизводить созданный список последовательностей в любом направлении в заданном диапазоне времени. Это окно содержит три основных блока: настройки списка, список, кнопки управления (рис. 7).

Высокочастотные прецизионные синтезаторы FSW сочетают широкие функциональные возможности, высокую скорость перестройки частоты и компактность. Это незаметные приборы в системах передачи данных, а также в сферах разработки и тестирования ВЧ- и СВЧ-устройств и РЭА.

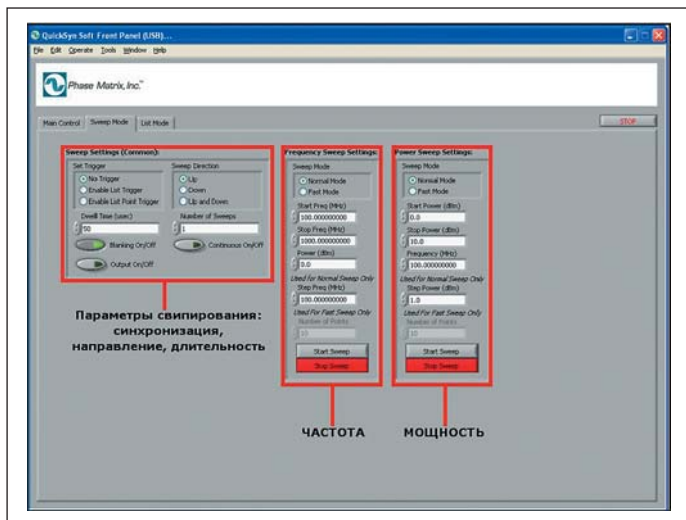


Рис. 6. Окно «Режим свипирования»

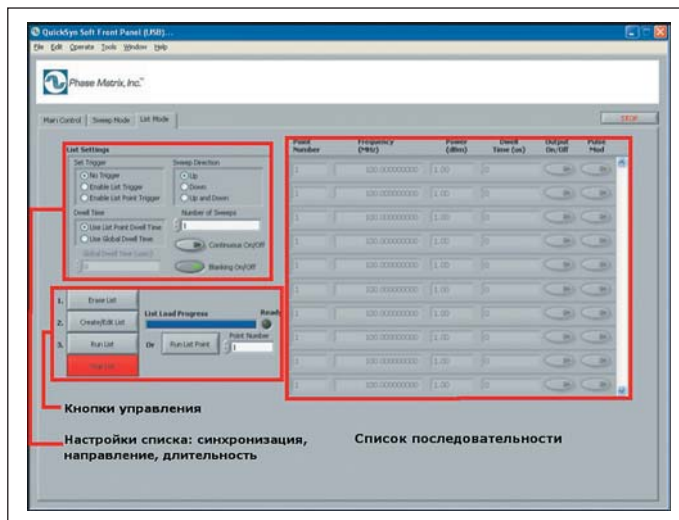


Рис. 7. Окно «Режим последовательности»