

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ И ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФОРМЫ АКТАКОМ

АКТАКОМ FUNCTIONAL GENERATORS AND SPECIAL WAVEFORM GENERATORS

Афонский А.А. (A. Afonskiy)

В предыдущем номере нашего журнала мы рассказали о выпуске четырех новых серий DDS генераторов АКТАКОМ и подробно остановились на группе недорогих приборов, представленной тремя моделями: АНР-1105, АНР-1110 и АНР-1115.

В данной статье представляем три других серии DDS генераторов АКТАКОМ.

В начале рассмотрим возможности моделей функциональных генераторов АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180 и АНР-1250.



Рис. 1. Функциональный генератор АКТАКОМ АНР-1250



Двухканальные функциональные генераторы АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250 предназначены для работы в широком частотном диапазоне, но основной акцент смещен в сторону более высокочастотной области, чем в других трех сериях новых DDS генераторов АКТАКОМ [2]. Так, «старшая» модель этой серии АНР-1250 может генерировать синусоидальный сигнал в диапазоне от 10 мГц до 150 МГц. Аналогично ранее описанной серии, погрешность установки частоты в генераторах АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250 также составляет 50 ppm для каждого канала.

В отличие от генераторов АКТАКОМ АНР-1105, АНР-1110 и АНР-1115 в данной серии приборов используется дисплей не на основе LED матрицы и индикаторов, а графический жидкокристаллический TFT дисплей. Использо-

вание такого дисплея позволило существенно улучшить пользовательский интерфейс. Он стал более понятным, а благодаря использованию зонного принципа отображения данных сохранилась присущая всем новым сериям DDS генераторов АКТАКОМ высокая информативность.

Все многочисленные элементы меню приборов и названия параметров представлены на русском языке. Хотя по желанию может быть установлен один из десятка языков. В процессе работы с меню каждый активный параметр или элемент меню выделяется другим цветом по отношению к неактивному. Одновременно на экране можно видеть параметры сразу двух каналов: Канал А и Канал В расположенных в верхней и нижней частях экрана соответственно. В отличие от генераторов АКТАКОМ АНР-1105, АНР-1110 и АНР-1115, где два канала являются идентичными, в моделях АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250 это не так.

Таблица 1

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРОВ АКТАКОМ

	АНР-1115	АНР-1150	АНР-1180	АНР-1250
Кол-во каналов	2			
Канал А				
Частотный диапазон, синус	100 мГц...15 МГц	100 мГц...50 МГц	100 мГц...80 МГц	100 мГц...150 МГц
меандр, импульс	100 мГц...15 МГц	100 мГц...40 МГц		
Формы сигнала	синус, меандр, импульс, DC			
Макс. разрешение	100 мГц			
Режимы	гармонич. сигнал, AM, ЧМ, ЧМн (2FSK, 4FSK), АМн (ASK, OSK), ФМн (2PSK, 4 PSK), свилирование, режим пачек импульсов			
Формирование сигнала	разрядность ЦАП 14 бит, сэмпл. 400 Мвыб/с, 4..16К точек			
Диапазон амплитуд	2 мВп-п ... 20 Вп-п (<30 МГц)			
Канал В				
Частотный диапазон, синус	10 мГц ... 5 МГц			
остальные	100 мГц ... 500 кГц			
Формы сигнала	11 форм			
Макс. разрешение	10 мГц			
Режимы	гармонический сигнал			
Формирование сигнала	разрядность ЦАП 10 бит, сэмпл. 50 Мвыб/с, 1...4К точек			
Диапазон амплитуд	10 мВп-п ... 20 Вп-п			
Общие параметры				
Погрешность установки частоты	± 50 ppm			
Память, ячеек	10			
Дисплей	ЖК, TFT 5,7"			
Габаритные размеры, мм	329 x 283 x 155			
Масса, кг	5,35			



Рис. 2. Экранное меню управления генератором АКТАКОМ

Канал А этих генераторов — более высокочастотный. Как уже указывалось выше, в нем можно генерировать синусоидальный сигнал с частотой до 150 МГц (АНР-1250) при нижней границе диапазона 100 мГц, а также напряжение постоянного тока. Кроме синусоидального сигнала, в канале А можно формировать сигнал прямоугольной формы и импульсный сигнал с частотой до 40 МГц, а также напряжение постоянного тока. В формировании сигнала используется 14-ти битный ЦАП, при этом частота сэмплирования составля-

ет 400 Мвыб/сек, а количество точек — до 16 К. Максимальная амплитуда сгенерированного сигнала в канале А составляет 20 Вп-п.

Следует отметить, что именно канал А предназначен для работы со сложномодулированными сигналами. Кроме таких «обычных» режимов модуляции, как амплитудная (АМ) и частотная (ЧМ) модуляция, в генераторах АКТАКОМ АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250 применяются расширенные режимы манипуляции (цифровой модуляции), причем не только по двум параметрам, но и по четырем. Во всех приборах данной серии можно формировать сигналы частотной манипуляции ЧМн (2 FSK и 4 FSK), фазовой манипуляции ФМн (2PSK и 4 PSK), а также амплитудной манипуляции АМн (ASK и OSK*) рис. 3.

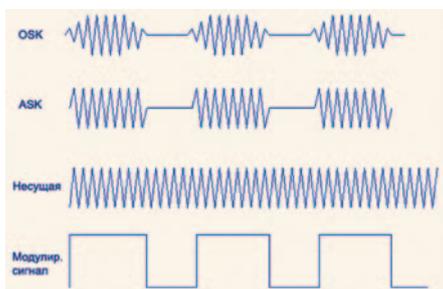


Рис. 3. Различие режимов ASK и OSK

Во всех сериях DDS генераторов АКТАКОМ, может быть выбран как внутренний, так и внешний источник модуляции (и манипуляции). На задней панели прибора имеются специальные входы для подключения внешних источников модуляции: для модулированных сигналов (АМ, ЧМ) — это вход «АМ/FM Input»; для сигналов с манипуляцией (АМн, ЧМн, ФМн) — входы «EXT TRIG Input1» и «EXT TRIG Input2». Причем при двойной манипуляции вход «EXT TRIG Input2» просто не используется.



Рис. 4. Разъемы коммутации, размещенные на задней панели генератора АКТАКОМ

Одной из функциональных возможностей, предоставляемых в генераторах АКТАКОМ АНР-1115/1150/1180/1250, является режим линейного свипирования (режим качания) одного из двух параметров: частоты или амплитуды. В данных приборах предусмотрено три варианта направления свипирования:

↑ — режим свипирования от начальной частоты (амплитуды) к конечной. По достижению конечной частоты (амплитуды) возвращается на начальную.

↓ — режим свипирования от ко-

нечной частоты (амплитуды) к начальной. По достижению начальной частоты (амплитуды) возвращается на конечную.

↑/↓ — режим свипирования от начальной частоты (амплитуды) к конечной и обратно. По достижению конечной частоты (амплитуды) не возвращается на начальную, а начинает свипирование от конечной частоты (амплитуды) к начальной.

Еще одной дополнительной функцией, предусмотренной в канале А генераторов АКТАКОМ АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250 является режим выдачи пачек импульсов. Данная серия генераторов позволяет сформировать до 10000 пачек импульсов с временным интервалом следования от 0,1 мс до 1000 с. Причем источник запуска в режимах свипирования и выдачи пачек импульсов может быть выбран как внутренний, так и внешний.

Канал В — более низкочастотный; для всех моделей частотный диапазон для синусоидального сигнала составляет 10 мкГц ... 5 МГц, а для остальных форм сигнала от 10 мкГц до 500 кГц. Данный канал предназначен для формирования гармонических сигналов и в нем можно сформировать 11 типов форм сигналов: синус, меандр (импульс), треугольный, пила (↑, ↓), экспонента, логарифм, Sin(x)/x, ступенчатый, шум, напряжение DC с максимальной амплитудой до 20 Вп-п. Минимальное разрешение по частоте составляет всего 10 мкГц. Канал В в генераторах АКТАКОМ АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250 имеет свой независимый ЦАП с разрешением 10 бит, что, правда, несколько меньше разрешения ЦАП по каналу А (14 бит).

В предыдущей статье {2}, при рассмотрении генераторов АКТАКОМ АНР-1105, АНР-1110 и АНР-1120 уже было отмечено, что новые двухканальные DDS генераторы АКТАКОМ имеют возможность установки гармониче-

ских отношений между каналами. Благодаря этому режиму, частота канала В может задаваться зависимой от частоты канала А таким образом, что частота сигнала канала В составляет N гармоник от частоты канала А. Также, находясь в режиме гармонических отношений, можно задавать и фазовый сдвиг между каналами.

Важной функциональной особенностью серии генераторов АКТАКОМ АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250 является наличие встроенного частотомера с полосой от 0,1 Гц до 100 МГц с минимальной чувствительностью от 50 мВп-п, а также счетчика импульсов с максимальным значением счета 4,29×10E9. Заметим, что время счета, при этом, можно изменять в пределах от 10 мс до 10 с. Входной разъем частотомера расположен на задней панели прибора под интерфейсами управления USB и RS-232, хотя опционально данная серия генераторов может предоставляться и с GPIB интерфейсом.



Рис. 5. Функциональный генератор АКТАКОМ АНР-1041 с графическим дисплеем

На передней панели прибора расположен выход «TTL», на котором формируется меандр, TTL/CMOS уровня (низкий < 0,3 В; высокий > 4 В), предназначенный для синхронизации с другими приборами.

Завершая описание серии генераторов АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250 можно отметить наличие функции автокалибровки некоторых параметров прибора без его вскрытия. Данная функция может оказаться по-

Таблица 2

ФОРМЫ СИГНАЛА DDS ГЕНЕРАТОРОВ АКТАКОМ СЕРИИ АНР-10Х1

Код сигнала	Форма сигнала	Код сигнала	Форма сигнала
00	Синусоидальный	16	Экспоненциальная функция
01	Прямоугольный	17	Логарифмическая функция
02	Треугольный	18	Полукруг
03	Пилообразный нарастающий	19	Функция тангенса
04	Пилообразный спадающий	20	Sin(x)/x
05	Положительные импульсы	21	Шумовой
06	Отрицательные импульсы	22	Импульсы с коэффициентом заполнения 10%
07	Тройной импульс	23	Импульсы с коэффициентом заполнения 90%
08	Ступеньки вверх	24	Ступеньки вниз
09	Напряжение постоянного тока (положительное)	25	Двойной положительный импульс
10	Напряжение постоянного тока (отрицательное)	26	Двойной отрицательный импульс
11	Выпрямленный синус	27	Трапецидальная форма
12	Выпрямленный полусинус	28	Функция косинуса
13	Ограниченный синус	29	Характеристика симистора
14	Стробированный синус	30	Кардиотонический сигнал
15	Функция квадратичного корня	31	Вспышка («землетрясение»)

лезной, если прибор длительное время не использовался или наоборот усиленно использовался, если прибор работает при перепадах температур, часто переводится с места на место и т.п.

Основные технические характеристики генераторов АКТАКОМ АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250 представлены в таблице 1.

Третью серию новых цифровых генераторов АКТАКОМ представляют четыре модели приборов: АНР-1011, АНР-1021, АНР-1031 и АНР-1041 (назовем их для простоты АНР-10х1).

Также как и модели двух рассмотренных ранее серий генераторов, АНР-10х1 являются двухканальными функциональными генераторами, но в тоже время существенно отличаются от них.



Рис. 6. Графический дисплей генератора АНР10х1

В качестве устройства отображения информации в АНР-10х1 применяется графический дисплей, на котором может отображаться форма сигнала в различных режимах работы: например, гармонический сигнал, модуляция, свипирование, режим выдачи пачек, что является своего рода подсказкой: как

тот или иной устанавливаемый параметр изменяет форму сигнала (рис. 6).

Естественно, что графическое отображение формы значительно улучшает пользовательский интерфейс и наряду с зонным принципом отображения данных, цветовой подсветкой активного параметра, русскоязычным интерфейсом делает «общение» с прибором еще более удобным и доступным широкому кругу пользователей.

Как и в генераторах АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250, в серии АНР-10х1 оба канала существенно различаются по своим параметрам и функциональности.

Канал А в АНР-10х1 более широкополосный. Он предназначен для работы с гармоническими синусоидальными сигналами в диапазоне от 30 мкГц до 10...40 МГц. Кроме синусоидального, в нем возможно формирование прямоугольного и импульсного (с изменяемым коэффициентом заполнения) сигналов, правда, в более узкополосном диапазоне (до 5 МГц), а также сигнала постоянного напряжения. В формировании сигнала используется 10-ти битный ЦАП, а частота дискретизации достигает 180 Мвыб/сек при 16 К точек. Заявленная погрешность установки частоты не превышает ± 20 ppm, хотя реально она не превышает и ± 5 ppm (по результатам калибровки в Ростесте), а неравномерность АЧХ — ± 1 дБ (до 1 МГц). Для синусоидального сигнала коэффициент гармоник составляет не более 0,3% в диапазоне частот до 100 кГц и размахе выходного сигнала до 10 В, а уровень гармонических составляющих относительно уровня несущей не более -55 дБн в диапазоне частот до 1 МГц и не более -45 дБн в диапазоне до 10 МГц.

Канал В может формировать сигналы с амплитудной и частотной модуляцией, а также с частотной, амплитудной и фазовой манипуляцией. Причем источник модуляции может быть как внутренний, так и внешний, в том числе сигнал канала В.

Также следует отметить возможность установки режима свипирования как по частоте, так и по амплитуде в разных направлениях по линейному закону.

Канал В (также, как и в генераторах АНР-1115, АНР-1150, АНР-1180, АНР-1250) — более низкочастотный; частотный диапазон всех моделей для всех форм сигнала составляет 10 мГц ... 1 МГц при разрешении 10 мГц. Данный канал имеет свой независимый ЦАП с разрешением 8 бит, а частота дискретизации составляет всего 10 Мвыб/с. Это конечно меньше, чем в канале А, но в Канале В можно формировать до 32 типов форм сигналов(!), в том числе, и достаточно интересных и предназначенных для специфических приложений.

Подробно формы сигнала для канала В отображены в таблице 2.



Рис. 7. Задняя панель генератора АКТАКОМ АНР-10х1

Кроме того, в канале В можно задать режим выдачи пачек с диапазоном частот от 10 мГц до 1 МГц, количеством импульсов от 1 до 65000 циклов, возможностью изменения периода следования от 1 мкс до 500 с, а также с возможностью непрерывного формирования пачек и ручного запуска данного режима.

Рассматривая генераторы предыдущих серий мы упоминали такую интересную особенность, как задание гармонических отношений между каналами А и В: когда частота канала А может быть задана как N гармоник от частоты канала В. Наряду с заданием разности фаз между каналами, имеется эта возможность и в серии генераторов АНР-10х1.

Отдельно следует упомянуть о возможных амплитудах выходного сигнала генераторов АНР-1011, АНР-1021, АНР-1031 и АНР-1041. Во всем частотном диапазоне имеется возможность формирования сигналов по обоим каналам с амплитудами от 1 мВп-п до 20 Вп-п (на открытом входе) и разрешением 1 мВп-п.

Но, кроме того, в генераторах АНР-10х1 имеется встроенный блок усилителя мощности с коэффициентом усиления — 2 раза.

Таблица 3

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНР-1011, АНР-1021, АНР-1031 И АНР-1041

	АНР-1011	АНР-1021	АНР-1031	АНР-1041
Кол-во каналов	2			
Канал А				
Частотный диапазон,	30 мкГц...10 МГц	30 мкГц...20 МГц	30 мкГц...30 МГц	30 мкГц... 0 МГц
синус				
меандр, импульс	30 мкГц ... 5 МГц			
Формы сигнала	синус, меандр, импульс, DC			
Макс. разрешение	10 мГц (во всем диапазоне) 10 мкГц (30 мкГц...41 кГц)			
Режимы	гармонич. сигнал, АМ, ЧМ, ЧМн, АМн, ФМн, свипирование			
Формирование сигнала	разрядность ЦАП 10 бит, сэмпл. 180 Мвыб/с, 3...16К точек			
Диапазон амплитуд	1 мВп-п ... 20 Вп-п (открытый выход)			
Канал В				
Частотный диапазон	10 мГц ... 1 МГц			
Формы сигнала	32 формы сигнала			
Макс. разрешение	10 мГц			
Режимы	гармонический сигнал, режим пачек импульсов			
Формирование сигнала	разрядность ЦАП 8 бит, сэмпл. 10 Мвыб/с, 1...1 К точек			
Диапазон амплитуд	1 мВп-п ... 20 Вп-п			
Общие параметры				
Погрешность установки частоты	± 20 ppm (± 5 ppm)			
Энергонезависимая память	40 групп параметров			
Дисплей	ЖК, TFT 3,5" (320x240 точек)			
Габаритные размеры, мм	254 x 103 x 374			
Масса, кг	3,15			

На задней панели прибора имеются разъемы усилителя мощности: вход «P-Input» и выход «P-Output» (рис. 7). Таким образом, входной сигнал подается на вход «P-Input», а усиленный в два раза сигнал поступает на выход «P-Output». В качестве входного сигнала может использоваться сигнал с выходов канала А или В, ТТЛ-сигнал генератора; также входным сигналом может быть сигнал от другого прибора. Следует отметить, что есть несколько ограничений при работе усилителя мощности.

1. Ограничение амплитуды. Коэффициент усиления усилителя мощности равен 2, а максимальная амплитуда выходного сигнала не должна превышать 30 Вп-п, значит, максимальная амплитуда входного сигнала должна быть в пределах 15 Вп-п. Если она будет больше, в выходном сигнале будут возникать искажения.

2. Частотный диапазон работы усилителя мощности ограничен и составляет от 1 Гц до 200 кГц.

3. Усилитель мощности оснащён защитой от короткого замыкания и от перегрева. Ситуаций, в которых возникает короткое замыкание или перегрев, можно не опасаться, но следует избегать. Частота, амплитуда и нагрузка должны находиться в пределах своих номинальных диапазонов. Одновременный выход двух из этих параметров за пределы рабочего диапазона может привести к повреждению усилителя мощности.

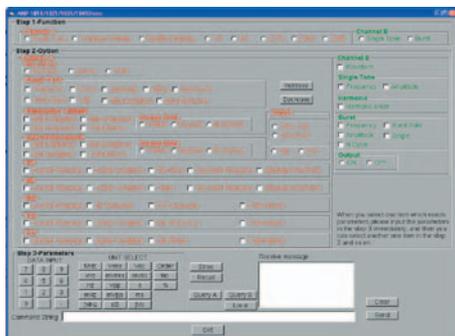


Рис. 8. Программная панель управления генератором АКТАКОМ серии АНР-10х1

Среди ставших уже стандартными возможностей в новых сериях цифровых генераторов АКТАКОМ следует также отметить встроенный частотомер. Его частотный диапазон составляет от 0,1 Гц до 100 МГц, к тому же, имеется возможность счета до 4 000 000 000 импульсов.

Кроме задания параметров сигнала с передней панели прибора для генераторов АНР-1011, АНР-1021, АНР-1031 и АНР-1041, имеется возможность дистанционного управления через интерфейс USB, расположенный на передней панели приборов. Управление генераторами производится либо при помощи SCPI команд, либо при помощи простого программного обеспече-

ния с доступным и понятным интерфейсом. Внешний вид управляющей панели данного программного обеспечения отображен на рисунке 8. Причем устанавливаемые параметры для канала А отображаются красным цветом, а канала В — зеленым.

На передней панели функциональных генераторов АНР-10х1 есть разъем синхронизации Sync. На выходе этого разъема формируется прямоугольный сигнал совместимый с TTL, CMOS уровнем (низкий < 0,3 В; высокий > 4 В). При помощи сигнала на этом разъеме приборы могут быть синхронизированы с другими измерительными приборами, имеющими вход синхронизации.



Рис. 9. Генератор сигналов с высокой точностью задания частоты АКТАКОМ АНР-1016

Основные характеристики серии генераторов АНР-1011, АНР-1021, АНР-1031 и АНР-1041 представлены в таблице 3.

Четвертая серия генераторов АКТАКОМ, которую мы представляем в данной статье, существенно отличается от рассмотренных выше трех серий. Рассмотренные выше серии представляют собой функциональные цифровые генераторы, т.е. они позволяют формировать сигналы только стандартных форм, записанных в память прибора. Эта серия цифровых генераторов сигналов специальной формы АКТАКОМ представлена тремя моделями: АНР-1016, АНР-1025 и АНР-1035.

Эти генераторы являются одноканальными, обладают высокой точностью установки частоты и разрешением и позволяют генерировать сигналы ли-

бо откорректированные пользователем из стандартных форм, либо полностью созданных пользователем.

По внешнему виду генераторы сигналов специальной формы АКТАКОМ АНР-1016, АНР-1025 и АНР-1035 очень похожи на функциональные генераторы АНР-10х1. Конструктивно они выполнены в таком же корпусе и имеют цветной графический дисплей с поддержкой отображения формы сигнала. Также как и генераторы АКТАКОМ АНР-10х1 приборы данной серии обладают высокой погрешностью установки частоты, которая не превышает ± 20 ppm (± 5 ppm — по результатам калибровки) и низким уровнем гармонических составляющих относительно уровня несущей: не более -55 дБн в диапазоне частот до 1 МГц.

В тоже время, следует обратить внимание, что генераторы АНР-1016, АНР-1025 и АНР-1035 имеют 14-ти битный ЦАП и возможность формировать сигналы с частотным разрешением до 1 мкс!

Также значительно отличаются возможности по формированию модулированных сигналов. Наряду с амплитудной, частотной и фазовой модуляцией, появляется возможность использовать широтно-импульсную модуляцию (ШИМ).

Особо важно отметить возможности встроенного шестизрядного частотомера для данной серии генераторов АКТАКОМ, кроме стандартной функции измерения частоты (от 0,1 Гц до 200 МГц), он может измерять период и длительность импульсов (от 100 нс до 20 с), коэффициент заполнения, а также проводить подсчет импульсов (от 1...100000000). При этом имеется возможность устанавливать время счета в диапазоне от 50 мс до 50 с, устанавливать тип связи (AC/DC), устанавливать чувствительность и порог срабатывания, выбирать входной импеданс, а также использовать или выключать фильтр низких частот.

Таблица 4

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕНЕРАТОРОВ СИГНАЛОВ С ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ ЗАДАНИЯ ЧАСТОТЫ АКТАКОМ АНР-1016, АНР-1025, АНР-1035

		АНР-1016	АНР-1025	АНР-1035
Кол-во каналов		1		
Частотный диапазон,	синус	1 мкГц ... 15 МГц	1 мкГц ... 25 МГц	1 мкГц ... 35 МГц
	меандр	1 мкГц ... 15 МГц		
	пила	1 мкГц ... 1 МГц		
	импульс и произв. форма	1 мкГц ... 5 МГц		
Макс.разрешение		1 мкГц		
Погрешность установки частоты		± 20 ppm (± 5 ppm)		
Диапазон амплитуд		0,1 мВп-п ... 20 Вп-п (высокий импеданс)		
Разрешение		0,1 мВп-п		
Формы сигнала		5 стандартных, 5 предустановленных, 5 произвольных		
Формирование сигнала		разрядность ЦАП 14 бит, сэмпл. 100 Мвыб/с, 3...8 К точек		
Режимы работы		гармонич. сигнал, АМ, ЧМ, ФМ, ЧМн, ШИМ, свипирование по частоте и амплитуде, выдача пачек импульсов		
Дисплей		ЖК, TFT 3,5" (320x240 точек)		
Габаритные размеры, мм		254 x 103 x 374		
Масса, кг		2,9		

Далее расскажем о различных формах сигнала, которые можно сформировать при помощи генераторов АКТАКОМ АНР-1016, АНР-1025 и АНР-1035.

Как видно из таблицы 4, приборы могут сохранять в памяти 5 стандартных, 5 предустановленных и 5 произвольных форм сигнала. Стандартные формы сигнала: синусоидальная, прямоугольная, импульсная, пилообразная и напряжение ДС. Их нельзя редактировать. Все, кроме напряжения ДС, вызываются нажатием соответствующих кнопок на передней панели прибора

(напряжение ДС формируется смещением постоянной составляющей).

Предустановленные — это готовые формы сигнала, сохраненные в ячейках памяти от #0 до #4. Их нельзя редактировать с передней панели прибора, но можно удалить с клавиатуры. Таких форм также пять. Для загрузки и редактирования как предустановленных, так и рассмотренных ниже произвольных форм сигнала применяется специальное программное обеспечение.

Произвольные формы сигнала загружаются при помощи специального

программного обеспечения в ячейки памяти (от #5 до #9). Редактирование произвольных форм сигнала возможно как при помощи программного обеспечения, так и с передней панели прибора.

Предустановленные и произвольные формы сигнала можно сохранять и загружать с USB-носителя. Для этого USB-носитель устанавливается в разъем «USB Host» на передней панели прибора. Выбирается форма сигнала. При сохранении стандартных форм сигнала от #0 до #4 генератор автома-

Таблица 5

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ АКТАКОМ

Модель		АНР-1105/1110/1120	АНР-1115/1150/1180/1250	АНР-1011/1021/1031/1041	АНР-1016/1025/1041
Назначение		Функциональный	Функциональный	Функциональный	Функциональный+ Произвольной формы
Количество каналов		2	2	2	1
Макс. частота		5 МГц/10 МГц/15 МГц	15 МГц/50 МГц/80 МГц/150 МГц	10 МГц/20 МГц/30 МГц/40 МГц	15 МГц/25 МГц/35 МГц
Точность установки		± 50 ppm	± 50 ppm	± 20 (±5) ppm	± 20 (±5) ppm
Канал 1					
Частотный диапазон	синус	30 мГц...5 МГц 30 мГц...10 МГц 30 мГц...15 МГц	100 мГц...15 МГц 100 мГц...50 МГц 100 мГц...80 МГц 100 мГц...150 МГц	30 мГц...10 МГц 30 мГц...20 МГц 30 мГц...30 МГц 30 мГц...40 МГц	1 мГц...15 МГц 1 мГц...25 МГц 1 мГц...35 МГц
	другие	30 мГц...1 МГц	100 мГц...15 МГц (АНР-1115) 100 мГц...40 МГц	30 мГц...5 МГц	1 мГц...15 МГц (меандр) 1 мГц...1 МГц (пила)
Макс. разрешение		10 мГц	100 мГц	10 мГц (до 41 кГц) 10 мГц	1 мГц
Кол-во форм сигнала		16 типов	4 типа	4 типа	5 стандартных, 5 предустановленных, 5 произвольных
Формирование сигнала	ЦАП	8 бит	14 бит	10 бит	14 бит
	Дискр.	100 Мвыб/с	400 Мвыб/с	180 Мвыб/с	100 Мвыб/с
	Точек	1 К	4...16 К	3...16 К	3...8 К
Диапазон амплитуд	Выс. импед	1 мВп-п ... 20 Вп-п	2 мВп-п ... 20 Вп-п	1 мВп-п ... 20 Вп-п	0,1 мВп-п ... 20 Вп-п
	Усилитель мощности	нет	нет	до 30 Вп-п (до 200 кГц)	нет
Канал 2					
Частотный диапазон	синус	30 мГц...5 МГц 30 мГц...10 МГц 30 мГц...15 МГц	10 мГц...5 МГц	10 мГц...1 МГц	нет
	другие	30 мГц...1 МГц	10 мГц...500 кГц	10 мГц...1 МГц	
Макс. разрешение		10 мГц	10 мГц	10 мГц	
Кол-во форм сигнала		16 типа	11 типов	32 типа	
Формирование сигнала	ЦАП	8 бит	10 бит	8 бит	
	Дискр.	100 Мвыб/с	50 Мвыб/с	10 Мвыб/с	
	Точек	1 К	4 К	1 К	
Диапазон амплитуд (выс. импеданс)		1 мВп-п ... 20 Вп-п	10 мВп-п ... 20 Вп-п	1 мВп-п ... 20 Вп-п	
Дополнительные режимы					
Модуляция		ЧМ	АМ, ЧМ, ЧМн (2FSK, 4FSK), АМн (ASK, OSK), ФМн (2PSK, 4PSK)	АМ, ЧМ, ЧМн, АМн, ФМн	АМ, ЧМ, ФМ, ЧМн, ШИМ
Свиппирование		линейное: по частоте	линейное: по частоте и амплитуде	линейное: по частоте и амплитуде	линейное: по частоте, по амплитуде логарифм: по частоте
Режим пачек импульсов		нет	1...10000 циклов	1...65000 циклов	1...999990 циклов
Общие					
Частотомер	частота	1 Гц...100 МГц	0,1 Гц...100 МГц	0,1 Гц...100 МГц	0,1 Гц...200 МГц
	счет импульсов	нет	1...4290000000	1...4000000000	1...100000000
	период, длительность импульса	нет	нет	нет	100 нс...20 с
Вход синхронизации		нет	да (2 входа)	нет	да
Выход синхронизации		да (TTL, CMOS)	да (TTL, CMOS)	да (TTL, CMOS)	да (TTL, CMOS)
Внешнее тактирование		нет	нет	нет	да (вход, выход 10 МГц)
Интерфейс		USB-device	RS-232, USB-device	USB-device	RS-232, USB-device, USB-host
Дисплей		LED (2 строки) 22 индикатора	графический ЖК TFT (5,7") без поддержки формы	графический ЖК TFT (3,5") с поддержкой формы	графический ЖК TFT (3,5") с поддержкой формы
Габаритные размеры, мм		254 x 103 x 325	329 x 283 x 155	254 x 103 x 374	254 x 103 x 374
Масса, кг		3	5,35	3,15	3,15

НОВОСТИ на www.kipis.ru

**НОВЫЙ БЮДЖЕТНЫЙ
БЕСКОНТАКТНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ
ТЕМПЕРАТУРЫ АКТАКОМ АТЕ-2523**

Новым пирометром АТЕ-2523 пополнился модельный ряд бесконтактных измерителей температуры АКТАКОМ.

По своим техническим характеристикам и функциональным возможностям АТЕ-2523 близок к популярным моделям бесконтактных измерителей температуры АКТАКОМ АТТ-2533, АТТ-2532, АТТ-2520, но имеет более широкий диапазон измерения температуры. Диапазон измерения температуры инфракрасного термометра АКТАКОМ АТЕ-2523 составляет -50 до 760 °С с автоматической настройкой диапазона и разрешением 0,1 °С/1°С.

Оптическое разрешение данной модели равно 10:1, и он работает в спектральном диапазоне от 8 до 14 мкм. Вся информация выводится на большой 4-х разрядный графический ЖК дисплей с подсветкой.



АКТАКОМ

В пирометре АКТАКОМ АТЕ-2523, как и в большинстве малобюджетных инфракрасных измерителей температуры, коэффициент излучения устанавливается фиксированным и равен 0,95. При этом, базовая точность пирометра АТЕ-2523 составляет $\pm 2\%$ от измеренного значения.

Из остальных функциональных возможностей следует выделить:

- одноточечный лазерный указатель;
- функция удержания показаний;
- фиксация минимального и максимального значений;
- индикация выхода за пределы диапазона измерений;
- сигнализация о превышении порога температуры;
- индикация температуры в °С и F;
- автоотключение.

Компактные размеры, небольшой вес, функциональность, удобство эксплуатации и, естественно, невысокая цена делают пирометр АКТАКОМ АТЕ-2523 востребованными на рынке измерителей неэлектрических величин.

www.aktakom.ru

тически присваивает им соответствующие имена файлов (WAVEF0.wav ... WAVEF4.wav). Для пользовательских форм сигнала от #5 до #9 генератор создаёт один файл WAVEF5.wav, в котором сохраняется информация обо всех 5 формах сигнала.

Как уже было сказано выше, произвольные формы сигнала можно редактировать не только с передней панели прибора, но и при помощи программного обеспечения со специальным графическим редактором. Внешний вид такого редактора приведен на рис. 10. При этом генератор подключается к персональному компьютеру через интерфейс RS-232.

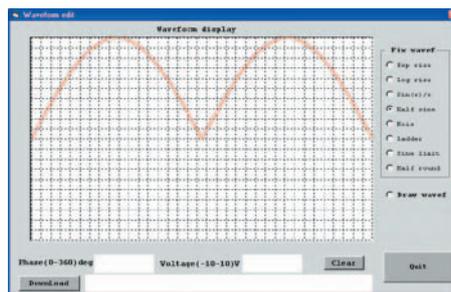


Рис. 10. Программный редактор форм сигналов генераторов АКТАКОМ

Кроме того, аналогично ранее описанным сериям функциональных генераторов АКТАКОМ, генераторы специальной формы могут управляться от персонального компьютера по USB или RS-232 интерфейсу при помощи SCPI-команд или специализированного программного обеспечения. Внешний вид такого ПО приведен на рисунке 11.

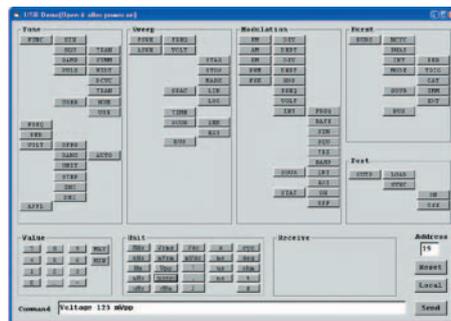


Рис. 11. Программная панель управления генератором сигналов с высокой точностью задания частоты

Описание генераторов специальной формы АКТАКОМ АНР-1016, АНР-1025 и АНР-1035 было бы неполным без описания возможности по синхронизации данных приборов. Как и во всех трех сериях функциональных генераторов АКТАКОМ, описанных ранее, в данной серии генераторов имеется вход синхронизации «SYNC» расположенный на передней панели прибора. На нем формируется прямоугольный сигнал совместимый с TTL, CMOS уровнем.

На задней панели прибора имеется вход синхронизации «Trig In». При подаче синхросигнала на этот вход можно

синхронизировать работу генератора от внешних запускающих устройств. Также на задней панели прибора имеются еще 2 разъема. Это вход (10MHz In) и выход (10MHz Out) тактового генератора. Выход 10MHz Out служит для выдачи сигнала частотой 10 МГц от внутреннего тактового генератора. Такой сигнал может использоваться другими приборами для синхронизации их работы с данным прибором. Вход 10MHz In служит для подключения сигнала (частота 10MHz, диапазон амплитуд от 2 Вп-п до 5 Вп-п) от внешнего тактового генератора и может использоваться для синхронизации генератора с другими приборами или для использования тактовой частоты от источника опорной частоты.

Естественно, что в генераторах специальной формы АКТАКОМ АНР-1016, АНР-1025 и АНР-1035 имеются функции самокалибровки и настройки пользовательского интерфейса.



Рис. 12. Задняя панель генератора сигналов с высокой точностью задания частоты АКТАКОМ АНР-1016

В заключении следует отметить, что все описанные генераторы успешно прошли испытания типа для целей включения в Государственный реестр средств измерений и в таблице 5 представлены все основные характеристики генераторов, рассмотренных в данной серии статей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Измерительные приборы и массовые электронные измерения. Под ред. проф. В.П. Дьяконова. М.: СОЛОН-Пресс. 2007.
2. Возможности DDS генераторов АКТАКОМ нового поколения. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2011, №2, стр. 9. М.: Эликс+.
3. Сайт www.aktakom.ru.

In the previous issue of our magazine we talked about the release of four new series of AKTAKOM analog digital generators based on the technology of direct digital synthesis (DDS). Characteristics and features of three budget series models AHP-1105, AHP-1110 and AHP-1115 were discussed. Current article tells about three other series of AKTAKOM DDS generators and their detailed characteristics.