

# НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

## АКТАКОМ АНР-1001 И АНР-1002

Ретунский В.В.

При проведении испытаний, различных исследований, а также ремонте и наладке радиоэлектронных схем возникает необходимость в источниках сигналов различной формы, работающих в широком частотном и амплитудном диапазонах. Такие сигналы обеспечиваются генераторами различных классов, одним из которых являются низкочастотные генераторы. С их помощью определяются основные характеристики устройств, например, амплитудно-частотные и переходные характеристики, коэффициент шума, градуируются измерительные приборы, имитируются сигналы, поступающие в исследуемую аппаратуру в реальных условиях ее работы и т. п.

В хорошо известном специалистам модельном ряду приборов АКТАКОМ существует несколько устройств, относящихся к упомянутой группе. В этой статье мы подробнее остановимся на двух из них — это функциональные генераторы АНР-1001 и АНР-1002 (рис. 1).

Отличительной особенностью этих приборов являются: широкие функциональные возможности, совмещающие в себе возможности генераторов серий ГЗ-XX, Г4-XX (до 2 МГц) и Г6-XX; удобство в работе; малые габариты и масса



Рис. 1. Функциональные генераторы АНР-1001 (а) и АНР-1002 (б)

(71×211×261 мм, 1,8 кг); низкая стоимость; высокое качество и надежность.

Генераторы способны выдавать сигналы стандартных форм — синусоидальный, прямоугольный, треугольный, импульсы ТТЛ и КМОП уровней. По классификации, принятой в России, они относятся к низкочастотным генераторам, однако частично перекрывают

и высокочастотный диапазон, т. к. генерируют сигналы в диапазоне частот от 0,2 Гц до 2 МГц.

Оба генератора обладают схожими техническими характеристиками. Генератор АНР-1002 — базовая модель, является незаменимым помощником радиолюбителя. Ближайшие «родственники» из отечественных генераторов — ГЗ-110 и ГЗ-121. Прибор обладает эргономичным дизайном, небольшими габаритами, что позволяет значительно сэкономить рабочее место, а также использовать прибор при выездных работах, т. к. он легко умещается даже в небольшом дипломате. Управление прибором осуществляется шестью вращающимися регуляторами и несколькими функциональными клавишами, расположенными на передней панели. Диапазон генерируемых частот (0,2 Гц...2,0 МГц) разбит на несколько поддиапазонов с множителями:  $1 \times 10^0$ ,  $1 \times 10^1$ ,  $1 \times 10^2$ ,  $1 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$ . Плавная установка частоты внутри каждого из поддиапазонов осуществляется при помощи потенциометра с нанесенными на него делениями. Форма сигнала (синус, треугольник и меандр) переключается нажатием соответствующей клавиши. Генератор предусматривает регулировку скважности прямоугольного

Таблица

	АНР-1001	АНР-1002
Форма выходного сигнала	синус, треугольник, прямоугольник, ТТЛ, КМОП	синус, треугольник, прямоугольник, ТТЛ
Диапазон частот выходного сигнала	0,2 Гц...2 МГц (7 поддиапазонов)	
Погрешность установки частоты	±1%	±5%
Амплитуда выходного сигнала (пик-пик)	250 мВ...10 В (для нагрузки 50 Ом); 500 мВ...20 В (без нагрузки)	
Смещение по постоянному току	-5 В...+5 В (с нагрузкой 50 Ом); -10 В... +10 В (без нагрузки)	
Выходное сопротивление генератора	50 Ом±10%	
Коэффициент гармоник (1 Гц...100 кГц)	<1%	
Время нарастания/спада прямоугольного сигнала	<100 нс	
Симметрия прямоугольного сигнала	± 3% на частоте 100 Гц	
Время нарастания/спада ТТЛ-импульса	<25 нс (нагрузка 20 входов ТТЛ)	
Фиксированная амплитуда ТТЛ-импульса	>3 В	
Время нарастания/спада КМОП-импульса	<60 нс	-
Амплитуда КМОП-импульса	5...15 В	-
Скважность	1...40	1...5
Аттенуатор	-20 дБ, -40 дБ	-20 дБ
Качение частоты:		
внутреннее	линейное, логарифмическое	
внешнее	по сигналу внешнего управления	
частота качания	0,2...100 Гц	линейное
частота качания		по сигналу внешнего управления
Отношение начальной и конечной частот качания	от 1:1 до 1000:1	0,5...50 Гц
Диапазон измеряемых частот	5 Гц...10 МГц	от 1:1 до 100:1
Погрешность измерения частоты	±1 епр	-
Индикация	светодиодный индикатор, 6 разрядов	-
Чувствительность	30 мВ	-
Максимальное входное напряжение	42 В	-
Входное сопротивление	500 кОм; 1 МОм (-20 дБ)	-
Питание	100, 120, 220, 240 В/50-60 Гц	
Потребляемая мощность	25 ВА	
Температура эксплуатации	0...+40 °С	
Габаритные размеры	71×261×211 мм	
Масса	1,8 кг	

сигнала и ТТЛ импульсов, подачу постоянной составляющей (смещения), регулировку крутизны переднего (заднего) фронта треугольного сигнала, а также позволяет инвертировать выходной сигнал. Дополнительно к плавной регулировке уровень выходного сигнала может быть понижен на 20 дБ нажатием на клавишу аттенюатора. Одной из наиболее важных функций является качание частоты. Генератор позволяет «качать» частоту со скоростью от 0,5 до 50 Гц. При этом отношение начальной и конечной частот качания регулируется от 1:1 до 100:1.

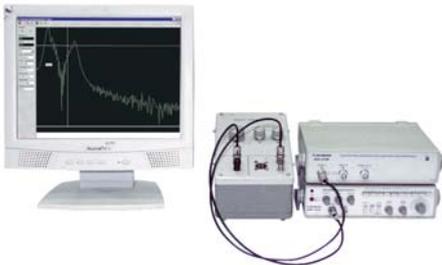


Рис. 2. Внешний вид установки для определения амплитудно-частотной характеристики

Модель АНР-1001 является более сложной. В ней добавлены такие функциональные возможности, как выдача на дополнительный выход КМОП-импульсов с той же частотой, что и на основном выходе с возможностью изменения амплитуды от 5 до 15 В; ступенчатое понижение уровня выходного сигнала при помощи клавиш аттенюатора на 20 и 40 дБ. «Качание» может осуществляться как по линейному, так и по логарифмическому закону. Главное отличие этой модели — встроенный шестиразрядный частотомер со светодиодной индикацией. Интегрированный частотомер является очень удобной функцией, т. к. позволяет не только контролировать точность установки частоты выходного сигнала ( $\pm 1\%$ ), но и измерять частоту какого-либо внешнего сигнала. Для этого прибор оснащен дополнительным входом.

Для обоих генераторов предусмотрена возможность управления с помощью внешнего сигнала, подаваемого на отдельный вход. Так, например, используя внешнее управление, возможно, осуществлять «качание частоты» по любому закону, задаваемому внешним генератором, скорость качания при этом будет зависеть от частоты управляющего сигнала.

В таблице приведены основные технические характеристики генераторов АНР-1001 и АНР-1002.

Конструктивно приборы выполнены с использованием современной элементной базы. Они помещены в ударопрочный полистироловый корпус, имеют высокую эксплуатационную надежность и рассчитаны на круглосуточный режим работы.

Среди наиболее часто встречающихся измерительных задач, которые достаточно просто решаются с помо-

щью описанных генераторов, осциллографа и некоторых других широко применяемых приборов, следует отметить следующие:

- измерение амплитудных характеристик усилителей с полосой пропускания до 2 МГц. В этой задаче с помощью только треугольного сигнала без качания и на разных фиксированных частотах можно оценить усиление испытываемого устройства, пороги насыщения в плюс и в минус, стабильность усиления в зависимости от величины входного сигнала, вносимый фазовый сдвиг. Особенно это интересно при исследовании двухтактных усилителей;
- измерение частотных характеристик частотно-зависимых цепей и устройств (например, АЧХ усилителей, эквалайзеров, контуров, электродинамических головок, целых систем и т. п.); при этом используется режим качания выходного синусоидального сигнала генератора;
- измерение постоянной времени различных пиковых детекторов с применением манипулированного синусоидального сигнала;
- измерение уровней срабатывания и петли гистерезиса различных пороговых устройств и реле с применением только треугольного сигнала без качания на низких частотах, порядка единиц герц;
- измерение скорости распространения ультразвуковых волн в различных материалах задачах ультразвуковой дефектоскопии и материаловедении с применением соответствующих преобразователей;

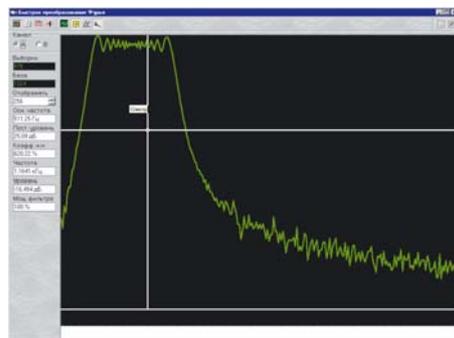


Рис. 3. АЧХ выключенного режекторного фильтра

- выявление частот механического резонанса при испытаниях на вибрацию различных приборов и узлов с применением дополнительных излучателей и датчиков;
- наблюдения и оценки вольтамперных характеристик полупроводниковых приборов;
- наблюдение импульсных характеристик исследуемых устройств с использованием пачек радиоимпульсов одинаковой длительности, но с различной частотой заполнения, и другие задачи.

Приведем пример использования прибора АНР-1002 для наиболее распространенного его применения — снятия амплитудно-частотной характеристики устройства. В качестве такого

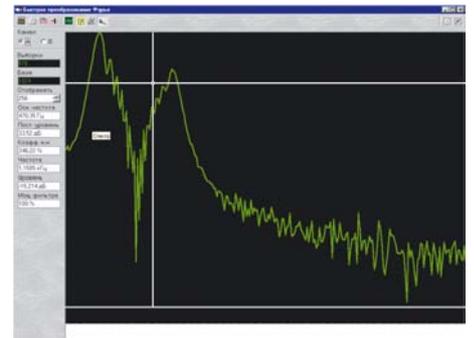


Рис. 4. АЧХ включенного режекторного фильтра

устройства выбран режекторный фильтр с частотой режекции 1 кГц. Внешний вид установки для проведения подобных измерений приведен на рис. 2.

Сигнал качающейся частоты в диапазоне 10 Гц...10 кГц с выхода генератора поступает на вход режекторного фильтра, а с выхода последнего — на вход осциллографа АСК-3106 или АСК-3105 (подробнее об этих приборах см. КИПиС, №№ 4-2001, 2-2003). По классической схеме такого измерения осциллограф должен работать в режиме «X-Y», причем на вход «X» должен подаваться пилообразный сигнал, по которому происходит изменение частоты на выходе генератора. При этом на экране осциллографа отобразится сигнал, огибающая которого отражает АЧХ испытываемого устройства. Но благодаря наличию в осциллографе АСК-3106 режима спектрального анализатора схема измерения АЧХ значительно упрощается, т. к. отпадает необходимость подачи пилообразного сигнала и перевода осциллографа в режим «X-Y». Это связано с тем, что спектральный анализатор сразу показывает частотную характеристику испытываемого устройства в обычном режиме работы осциллографа.

Полученная таким образом амплитудно-частотная характеристика при выключенном и включенном режекторном фильтре приведена на рис. 3, 4.

Таким образом, благодаря высоким техническим характеристикам, простоте, надежности, удобству в эксплуатации, а главное — невысокой стоимости функциональные генераторы АНР-1001 и АНР-1002 нашли своих приверженцев как среди радиолюбителей, так и среди профессионалов и в течение вот уже нескольких лет успешно конкурируют с аналогичными приборами других производителей.

В заключении следует отметить, что в настоящее время завершаются работы по включению данных приборов в Государственный реестр средств измерений. ☑

*Two models of modern signal generators are described in this article. Specifications, features and capabilities as well as examples of the use of these devices are represented.*