

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ АНАЛОГОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ

Ретунский В.В.

Разнообразие всевозможных осциллографов на современном российском рынке средств измерений, предлагаемых столь же многочисленными компаниями, приводит покупателя в некоторое замешательство: «Какой прибор выбрать?». Действительно, большинство приборов различных зарубежных производителей как две капли воды похожи друг на друга и внешне, и по техническим характеристикам. Оказавшись перед сложным выбором, пересмотрев массу каталогов и проспектов, не найдя каких-либо существенных отличий, покупатель обречен строить свой выбор, исходя, в основном, из двух критериев: цена и имидж производителя. Очевидно, что основная причина выбора только на этих критериях, убеждаться в его правильности (или неправильности) приходится все же на практике.

В последние годы российские потребители имеют возможность приобретать широкий спектр хорошо зарекомендовавшего себя измерительного оборудования, поставляемого на рынок под торговой маркой АКТАКОМ™. Значительное место в нем занимают осциллографы.

Модельный ряд осциллографов АКТАКОМ (индекс моделей начинается с букв АСК) включает целый ряд аналоговых, аналого-цифровых, цифровых и

виртуальных (на базе персонального компьютера) цифровых приборов. О цифровых и виртуальных осциллографах уже рассказывалось достаточно подробно (см. КИПиС, №№ 4-2001, 6-2001, 4-2003), поэтому в данной статье речь пойдет, главным образом, о функциональных возможностях аналоговых и аналого-цифровых приборов.



Рис. 1

Эти приборы отличаются друг от друга, прежде всего, полосой пропускания, количеством каналов, а также функциональными возможностями (см. таблицу). Современные аналоговые осциллографы изобилуют наличием всевозможных дополнительных функций, значительно облегчающих работу пользователя. Среди осциллографов АКТАКОМ есть упрощенные модели (напр., АСК-1021), включающие только базовые функции, а есть и многофункциональные, насчитывающие до 30 сервисных функций.

Рассмотрим некоторые из них.

Режим X-Y является одной из ос-

новных функций любого осциллографа. При работе в этом режиме сигнал, подаваемый на один из входов осциллографа отклоняет луч по оси X, а сигнал, подаваемый на другой вход — по оси Y. Этот режим используется, в частности, для определения разности фаз между двумя сигналами одной частоты методом фигур Лиссажу (рис. 2).

TV-синхронизация позволяет осуществлять запуск развертки осциллографа по кадровым и/или строчным синхроимпульсам телевизионного сигнала.

Функция выделения телевизионной строки с заданным номером позволяет выделять из телевизионного сигнала любую из 625 строк и очень полезна при настройке и ремонте ТВ аппаратуры (рис. 3). Интегрированные в канал вертикального отклонения фильтры обеспечивают выделение из полного цветного ТВ-сигнала его спектральных составляющих: сигналов яркости и цветности, а также высокочастотных насадок 4,43 МГц и 1,2 МГц.

Поочередная и прерывистая развертки. Для вывода на экран сигналов с нескольких каналов в современных осциллографах используется коммутатор. С коммутатором можно получить устойчивое изображение двух сигналов, не синхронизированных друг с другом. Существует два режима переключения: попеременный (ALT), во время обрат-

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛОГОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ АКТАКОМ

Таблица

Тип осциллографа Модель	Аналоговые										Аналого-цифровые			
	АСК-1021	АСК-1022	АСК-1053	АСК-21100	АСК-21102	АСК-21103	АСК-21060	АСК-24020	АСК-1051	АСК-1052	АСК-2021	АСК-2031	АСК-22020	АСК-22060
Полоса пропускания	25	25	50	100	100	100	60	20	50	50	20	30	20	60
Количество каналов	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Режим X-Y	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TV-синхронизация	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Выделение ТВ-строк	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Масштабирование развертки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Задержка развертки	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Двойная задержанная развертка	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Курсорные измерения	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
Измерение ВАХ	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Мультиметр	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Микропроцессорное управление	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Автоустановка	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Встроенный генератор	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Усреднение сигнала	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Режим самописца	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Режим пик-детектора	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Режим «Годен-Не годен»	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Предзапись	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Выход СН1	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Z-вход	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Вход внешней синхронизации	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ного хода луча, и прерывистый (СНОР) с задаваемой отдельным генератором постоянной частотой. Режим прерывистой развертки применяется при длительных развертках, а также при фоторегистрации однократных процессов, когда режим поочередной развертки непригоден. В остальных случаях используется режим поочередной развертки.

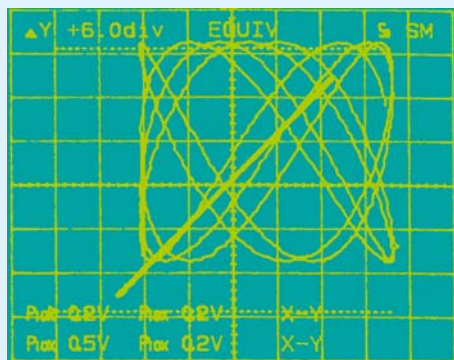


Рис. 2

Десятикратное масштабирование сигнала по горизонтали. Этой функцией обладают все осциллографы АСК. При ее включении изображение исследуемого сигнала на экране ЭЛТ растягивается во времени в десять раз. Функция удобна для рассмотрения высокоскоростных процессов, выбросов, фронтов нарастания и спада и т. п., когда обычные значения коэффициента развертки не позволяют детально изучить сигнал. В некоторых моделях, например, АСК-21060, АСК-21100, АСК-21103 и др., имеется возможность выбора участка сигнала для подробного наблюдения с последующим его масштабированием («растяжкой») в 2-10 раз. При этом на экране прибора одновременно отображаются исходная и «растянутая» осциллограммы (рис. 4).

Функция задержки развертки позволяет задерживать запуск на время, равное (1..5)Чкразв., где кразв — значение коэффициента развертки, установленное регулятором «Время/деление» (Time/Div). Используя эту функцию, можно, например, выделять и рассматривать интересные участки сложного телекоммуникационного сигнала.

Функция двойной задержанной развертки позволяет получать большое растяжение во времени небольших участков сигнала (менее 1% периода). Подобные системы применялись в старых отечественных осциллографах С1-92, блоке Я4с-91 и др. При использовании этой функции значительно увеличивается точность измерения временных соотношений в сигнале. Наибольшее растяжение сигнала во времени происходит в режиме работы обеих разверток (обычной и растянутой). Для этого на изображении полного сигнала на развертке А получают яркостную метку от развертки В. Регулятором «Задержка» (DLY'D Position) смещают яр-

костную метку так, чтобы высвечивалась интересующая часть сигнала. Затем переключателем «Время/деление» (TIME/DIV) устанавливают длительность развертки В так, чтобы выделенная часть сигнала полностью высвечивалась на экране. При включении режима задержки В на экране появляется «растянутое» во времени изображение фрагмента, выделенного ранее на развертке А. При подключении функции попеременного отображения нормальной и «растянутой» разверток (клавиша ALT или INT) оператор может одновременно передвигать яркостную метку по исследуемому сигналу и наблюдать его увеличенную копию (рис. 5).

Курсорные измерения позволяют быстро и точно определить амплитудные и временные параметры исследуемого сигнала (рис. 6). Наличие данной функции избавляет пользователя от нудной и, подчас, непростой процедуры точного позиционирования осциллограммы относительно сетки. Кроме того, оператору не нужно отсчитывать деления экранной сетки и их доли, пристально и подолгу всматриваясь в экран прибора, а затем производить вычисления, умножая количество отсчитанных делений на коэффициенты развертки или отклонения. Используя эту функцию, достаточно просто установить курсоры (пунктирные линии на экране ЭЛТ) в нужные точки осциллограммы — и результаты измерений автоматически высветятся на экране в числовом виде с указанием единиц измерения. Выбор амплитудных или временных измерений осуществляется нажатием клавиши. В стандартный набор параметров, определяемых при помощи курсорных измерений входят: разность напряжений (между горизонтальными

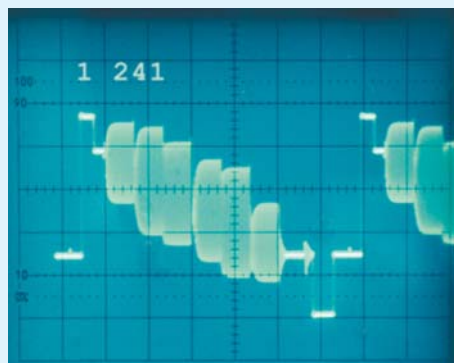


Рис. 3

курсорами), временной интервал (между вертикальными курсорами), эквивалентная частота (величина, обратная временному интервалу).

Встроенный блок проверки полупроводниковых компонентов позволяет производить измерение вольт-амперных характеристик простейших радиокомпонентов: диодов, конденсаторов, различных типов транзисторов и т. п. Функция используется для быстрого

го тестирования полупроводниковых приборов при ремонте радиоэлектронной аппаратуры. Для этого достаточно вставить исследуемый элемент в специальные гнезда на передней панели прибора и нажать клавишу включения функции (Comp Test).

Встроенный мультиметр значительно расширяет возможности осциллографа, превращая его в поистине универсальный прибор. Он обеспечивает измерение постоянного и переменного напряжения, сопротивления, прозвонку исследуемой цепи, проверку исправности диодов. Прибор позволяет проводить несколько измерений параллельно, а также проводить предварительные контрольные измерения перед подключением осциллографа к исследуемой схеме, что значительно повышает эффективность работы и экономит место на рабочем столе.

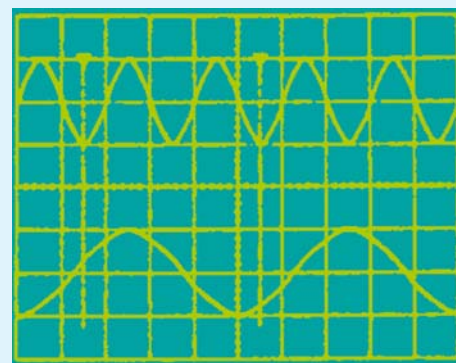


Рис. 4

Микропроцессорное управление применяется в старших моделях АСК и осуществляется при помощи регуляторов, не имеющих фиксированных положений при вращении вправо и влево, кнопок без фиксации и функциональных клавиш меню. При этом информация обо всех выбираемых режимах и настройках отображается на экране. Прибор может дополнительно оповещать оператора об изменении той или иной настройки звуковым сигналом, но по желанию пользователя звуковая индикация может быть отключена. Использование микропроцессорного управления дает возможность оператору полностью сосредоточиться на исследовании сигнала и не отвлекаться на контроль настроек прибора — вся информация отображается на экране.

Автоустановка является одной из функций микропроцессорного управления, позволяющей автоматически подбирать оптимальные значения коэффициентов развертки и отклонения, тип входа, уровень запуска и т. д. В результате на экран прибора выводится осциллограмма исследуемого сигнала в удобном для наблюдения и правильного измерения виде. Функция включается нажатием клавиши «Автоустановка» (AutoSet) и отключается автоматически при изменении положения любого из органов управления. Функция очень

удобна для быстрой настройки изображения сигнала с неизвестными параметрами.

Встроенный функциональный генератор позволяет формировать сигналы синусоидальной, прямоугольной, треугольной форм и ТТЛ-импульсы в диапазоне частот от 0,1 Гц до 1 МГц. Совмещение в одном корпусе источника испытательных сигналов и прибора для наблюдения и измерения выходных параметров проверяемого электронного устройства превращает такое устройство в мощную наладочную и измерительную станцию при экономии пространства на рабочем месте.

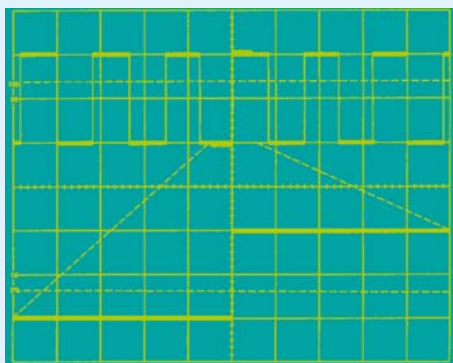


Рис. 5

В последние годы все более широкое применение находят цифровые осциллографы. Цифровое преобразование принципиально изменяет самую суть методов изучения сигналов. Осциллограф превращается в устройство, запоминающее сигнал, преобразующее его в цифровую форму, удобную для дальнейшей обработки и хранения. Для цифровой обработки сигнала используются, как правило, независимые аналого-цифровые преобразователи в каждом канале. При этом частота дискретизации осуществляется со скоростью до 20 Мвыборков/с, а объем памяти достигает 2000 отсчетов на канал. Записанные в память данные могут быть отображены на экране как в виде точек, так и в виде непрерывной осциллограммы с применением различных видов интерполяции: линейной (1-й порядок) или синусоидальной (2-й порядок).

Введение цифровых блоков в аналоговые осциллографы добавляет ко всем преимуществам аналоговых осциллографов некоторые очень полезные функции цифровых приборов.

Усреднение сигнала из шумов — одна из функций ставшая возможной, благодаря цифровому преобразованию сигнала. Сигнал, поступающий на вход осциллографа разбивается на фрагменты-кадры, которые сохраняются в оперативной памяти прибора. Количество фрагментов задается оператором: 2, 4, 8, 16, и т. д. После сбора необходимого количества данных, производится «усреднение осциллограммы». В результате на экран ЭЛТ выводится «чистый» сигнал, избавленный от посторонних

шумов (среднее значение чаще всего встречающегося «белого шума» равно нулю).

Режим «самописца» (Roll) позволяет устанавливать длительность развертки до десятков секунд на деление. Режим удобен для исследования медленно протекающих процессов и сигналов с частотой менее 100 Гц. Осциллограмму в любой момент можно приостановить, растянуть для более детального рассмотрения, передать в компьютер для сохранения или дальнейшей обработки.

Режим «пикового детектора» очень полезен при отслеживании быстрых импульсов, минимальная длительность которых зависит от модели осциллографа. В этом режиме аналого-цифровой преобразователь работает с максимальной скоростью и, следовательно, с большей вероятностью обнаруживает кратковременные импульсы, которые в обычном режиме попадают в интервалы дискретизации и не фиксируются прибором.

Режим «Годен — Не годен» (Go-NoGo) — еще одна заимствованная у цифровых осциллографов функция, которая используется для отслеживания аномальных сигналов, а также для выявления сигналов, не совпадающих с выбранным шаблоном. справочным сигналом. При выходе сигнала за пределы установленного оператором диапазона раздается звуковой сигнал, а осциллограмма замораживается на экране осциллографа.

Режим предзаписи — одна из наиболее важных и полезных функций современных цифровых и аналого-цифровых

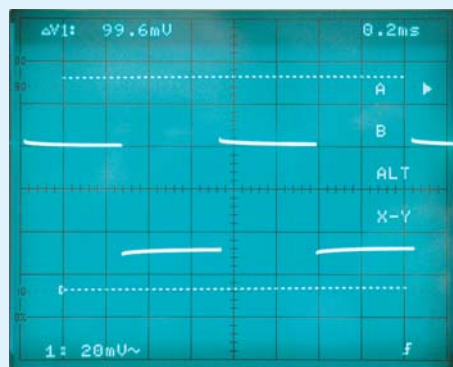


Рис. 6

осциллографов. Этот режим используется для наблюдения части сигнала, предшествующей моменту запуска развертки. Часто пользователю, особенно занимающемуся ремонтом радиоаппаратуры, приходится наблюдать, как только что замененный в схеме радиоэлемент вновь выходит из строя при первом же включении. В такой ситуации особенный интерес представляет возможность наблюдения сигнала до момента синхронизации с целью определения события, выводящего схему из строя. Очевидно, что на обычных аналоговых осциллографах, работающих в

режиме реального времени, наблюдать «прошлое» не представляется возможным, однако легко реализуется в аналого-цифровых (и цифровых) осциллографах при помощи режима предзаписи.

Во многих современных аналоговых осциллографах можно встретить функцию запоминания установок. Во внутренней памяти прибора сохраняются значения коэффициентов развертки и отклонения, режим и уровень синхронизации, режим развертки, тип входа, положение осциллограмм на экране, количество отображаемых каналов и т. д. Использование этой функции позволяет быстро воспроизводить однажды выбранные режимы измерений в разных условиях, что значительно повышает эффективность работы с прибором.

Для расширения функциональных возможностей осциллографов служат также дополнительные разъемы, которые размещаются, как правило, на задней панели прибора.

Через разъем СН1 выдается усиленный сигнал с канала 1. Он может использоваться для подключения к осциллографу других измерительных приборов, например, частотомера.

Z-вход служит для управления яркостью свечения луча. Входной сигнал с положительной полярностью уменьшает яркость, с отрицательной — увеличивает.

Вход внешней синхронизации служит для подачи сигнала с источника внешней синхронизации и используется, в частности, для получения надежной синхронизации при исследовании сложных телекоммуникационных сигналов и наблюдения неискаженного фронта измеряемого импульса.

Ассортимент современных аналоговых осциллографов постоянно пополняется новыми моделями. И хотя «велосипед» давно изобретен, пределов для его совершенствования пока не видно. В новых приборах появляются все более экзотические функциональные возможности. Часть из них так и не находит широкого применения, а некоторые, наоборот, становятся классическими. Поэтому естественно, что для большинства пользователей наличие той или иной дополнительной функции, наряду с ценой, является одним из основных критериев при выборе осциллографа.

В этой статье мы попытались описать наиболее часто встречающиеся, а следовательно, наиболее востребованные функции современных аналоговых и аналого-цифровых осциллографов. Мы надеемся, что она поможет читателям правильно сориентироваться при выборе нужного измерительного оборудования. ☑

In this article the author describes the most prevalent functions used in analog oscilloscopes.