

ОСНОВЫ ОСЦИЛЛОГРАФИИ. ЧАСТЬ 1. ПРИМЕНЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАФА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМ СИГНАЛОВ

FUNDAMENTALS OF OSCILLOSCOPES. PART 1. USING AN OSCILLOSCOPE TO UNDERSTAND WAVEFORMS

Дэйв Айленд (Dave Ireland), менеджер технического маркетинга компании Tektronix

Любые движения в природе имеют форму синусоиды, будь то океанские волны, землетрясения, звуковые удары типа раскатов грома, ударные волны взрыва, просто звуковые волны, проходящие через воздушную среду, либо природная частота, присущая любому движущемуся телу. Энергия, вибрирующие частицы и другие недоступные глазу силы наполняют всю обитаемую Вселенную. Даже свет, состоящий из частиц и волн, обладает базовой частотой, воспринимаемой нами в виде цвета.

Сенсоры — это устройства, способные преобразовывать все эти силы в электрические сигналы, которые можно наблюдать и изучать при помощи прибора, называемого осциллографом. Осциллографы позволяют учёным, инженерам, техникам, преподавателям и другим специалистам реально «видеть» события, изменяющиеся во времени.

Настоящая статья является первой из серии, состоящей из трех статей. Она предназначена для ознакомления студентов и людей, впервые знакомящихся с осциллографами, с принципами функционирования этих устройств и должна помочь им в освоении и использовании данных приборов. В этой статье мы рассмотрим принципы работы осциллографов, особенности их применения для изучения форм сигналов и проведения измерений различных параметров, характеризующих формы этих сигналов.

ОСЦИЛЛОГРАФ

По существу осциллограф это прибор, отображающий получаемую информацию в графическом виде. В большинстве случаев его применения он отображает изменения, происходящие с электрическими сигналами во времени: вертикальная ось (Y) представляет параметры напряжения, а горизон-

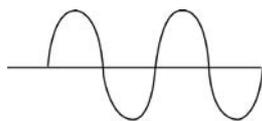
Tektronix®

тальная ось (X) представляет собой время. Интенсивность или яркость выведенной на экран дисплея картинке иногда называется осью Z. Она представлена цветовой градацией дисплея цифровых люминесцентных осциллографов.

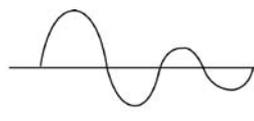
Осциллограмма способна многое поведать о сигнале, например:

- Величину напряжения в данный момент времени;

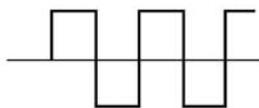
- Частоту сигнала;
- «Движущиеся участки» цепи, представленные конкретным сигналом;
- Частоту, с которой появление определенной части сигнала наблюдается относительно других его частей;
- Искажают ли сигнал не надлежащим образом функционирующие элементы;
- Каково соотношение в сигнале его составляющих, а именно: постоянного (DC) и переменного (AC) токов;
- Какова шумовая составляющая сигнала и изменяется ли ее значение во времени.



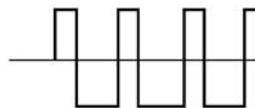
Синусоидальный сигнал



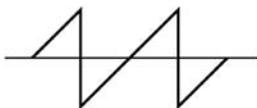
Затухающий синусоидальный сигнал



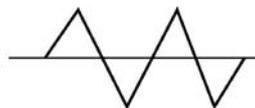
Меандр



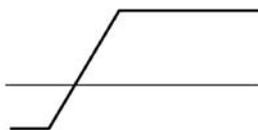
Прямоугольный сигнал



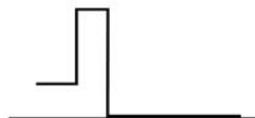
Пилообразный сигнал



Треугольный сигнал



Ступенчатый сигнал



Импульсный сигнал



Сигнал сложной формы

ТОЛКОВАНИЕ ПОНЯТИЙ «ФОРМА СИГНАЛА» И ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФОРМ СИГНАЛОВ

Общепринятым термином для любого повторяющегося во времени явления является волна. Осциллограф предназначен для измерения волн напряжения. Один цикл волны представляет собой ту ее часть, которая полностью повторилась. Форма сигнала или осциллограмма — есть ее графическое представление. Осциллограмма напряжения на экране осциллографа отображается в координатной плоскости VT, где T — время по горизонтали и V — напряжение по вертикали.

Внешний вид формы сигнала очень многое говорит о самом сигнале. Каждый раз, когда наблюдается изменение по высоте, можно сделать вывод, что изменилось значение напряжения сигнала. Каждый раз, когда наблюдается плоская горизонтальная линия, можно сделать вывод, что за текущий период времени изменений в форме сигнала не произошло. Прямые диагональные линии означают линейную зависимость, т.е. нарастание или спад напряжения в устойчивом режиме. Острые углы в форме сигнала указы-

Рис. 1. Обычные формы сигнала

вают на внезапные изменения. На рис. 1 изображены некоторые типовые формы сигналов.

Синхронные и асинхронные сигналы

Когда между двумя сигналами существует временная зависимость, их принято называть синхронными. Примером таких сигналов могут служить: тактовые сигналы, сигналы данных и адреса в компьютере.

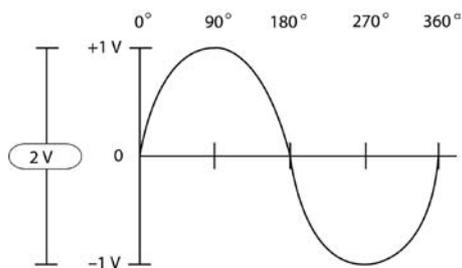


Рис. 2. Амплитуда и градусы синусоидальной волны

Асинхронными называются сигналы, между которыми временные зависимости отсутствуют. Поскольку не существует никакой временной зависимости между нажатием клавиши на клавиатуре компьютера и тактовым сигналом внутри компьютера, такие сигналы принято считать асинхронными.

Сигналы сложной формы

Некоторые формы сигналов сочетают в себе как характеристики синусоидальных сигналов, так и характеристики меандров, ступенчатых и импульсных сигналов. Их принято называть сигналами сложной формы. Информация о таком сигнале может быть выражена в форме амплитудной, фазовой и / или частотной вариаций. Цифровые люминесцентные осциллографы являются наиболее удобными приборами для изучения сигналов сложных форм, так как их дисплеи способны выдавать необходимую информацию о частоте возникновения событий или степени их интенсивности, без чего невозможно понять природу и предназначение сигналов сложных форм.

ИЗМЕРЕНИЯ ФОРМ СИГНАЛОВ

С помощью осциллографа можно проводить огромное количество измерений различных видов. Описание некоторых из них приведено в данной статье.

Частота и период

Если сигнал повторяется, то он имеет такую характеристику как частота. Частота измеряется в герцах (Гц) и соответствует количеству повторений сигнала в течение 1 секунды, иногда ее еще выражают количеством циклов в секунду. Повторяю-

щийся сигнал также характеризуется периодом. Периодом называется промежуток времени, необходимый для завершения сигналом одного цикла. Период и частота являются взаимобратными величинами. Таким образом, отношение единицы к периоду соответствует частоте, а отношение единицы к частоте соответствует периоду.

Напряжение

Напряжение представляет собой количество электрического потенциала или силу сигнала между двумя точками цепи. Обычно одна из этих точек представляет собой «землю» или нулевое напряжение, но не всегда. Возможно, Вам придется проводить измерение напряжения между максимальным и минимальным пиками сигнала, т.е. по существу определять размах напряжения сигнала.

Амплитуда

Эта величина имеет отношение к количеству напряжения между двумя точками цепи. Обычно амплитуда относится к максимальному значению напряжения измеряемого сигнала от уровня «земли» или нулевого напряжения. Форма сигнала, представленная на рис. 2, характеризуется амплитудой в 1 Вольт и размахом напряжения в 2 Вольта.

Фаза

Проще всего понять, что такое фаза, можно на примере синусоидального сигнала. Уровни напряжения синусоидальных сигналов выводятся из их движения по окружности. Учитывая, что круг составляет 360°, один цикл синусоидального сигнала также равен 360° (см. рис. 2). Применяя термин «градус», можно вывести понятие сдвига (угла) фазы синусоидального сигнала, когда есть необходимость определить, какая часть периода уже прошла.

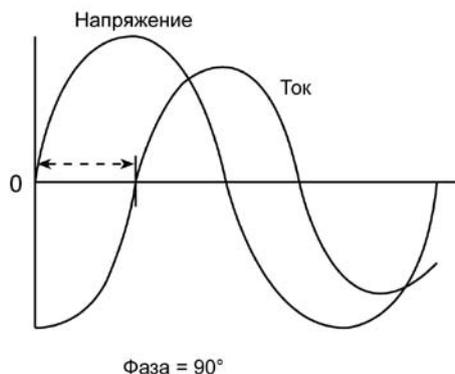


Рис. 3. Сдвиг фаз

Сдвиг фаз означает временное отклонение между сигналами, которые при отсутствии такого сдвига были бы идентичными. Полагается, что форма сигнала на рис. 3, маркированная как

«ток», сдвинута по фазе на 90° относительно формы сигнала, маркированного как «напряжение», поскольку обе волны приходят в одни и те же точки их циклов точно с разницей в 1/4 цикла ($360^\circ/4 = 90^\circ$). Сдвиги фаз — обычное явление в электронике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как следует из этой статьи, осциллограф является незаменимым инструментом для тех, кто конструирует, производит или обслуживает электронное оборудование. В современном быстро развивающемся мире инженеры нуждаются в самых лучших инструментах для быстрого и эффективного решения проблем измерений. Наравне с опытом инженеров, осциллографы являются ключевым инструментом в решении современных проблем, связанных с техникой измерений.

Современные цифровые осциллографы выпускаются с набором таких функций, которые обеспечивают экономию времени за счет полной автоматизации процессов измерений. Немаловажную роль в ускорении процессов измерений играют специальные пакеты программного обеспечения, обеспечивающие проведение измерений и расчетов основных параметров сигнала, таких как: амплитуда, периоды, время нарастания и спада сигналов, а также автоматического анализа дрожания фазы и т.п. Все эти функции значительно облегчают и ускоряют проведение измерений форм сигналов для инженеров, занимающихся комплексными расчетами. Например, осциллографы серии DPO7000 в стандартной комплектации с помощью специализированного программного обеспечения способны решать задачи по расчету характеристик сигналов сложной формы.

Во второй части этой серии статей мы рассмотрим различные виды имеющихся сегодня на рынке осциллографов, а также обсудим ключевые факторы, служащие критериями принятия решения на проведение измерительных операций. ☒

This is the first in a series of three articles on the basics of the oscillography. The articles are aimed to familiarize students and beginner users of oscilloscopes with the operation principles of these devices. Current article tells about specifics of use their application in signal waveform analysis and determination of various parameters characterizing the shape of these signals.