Логический анализатор – незаменимый помощник при отладке цифровой схемотехники. Давайте рассмотрим основные приёмы работы с логическим анализатором Saleae Logic Analyzer и его китайскими аналогами.

**1*Технические характеристики логического анализатора*Saleae logic analyzer**

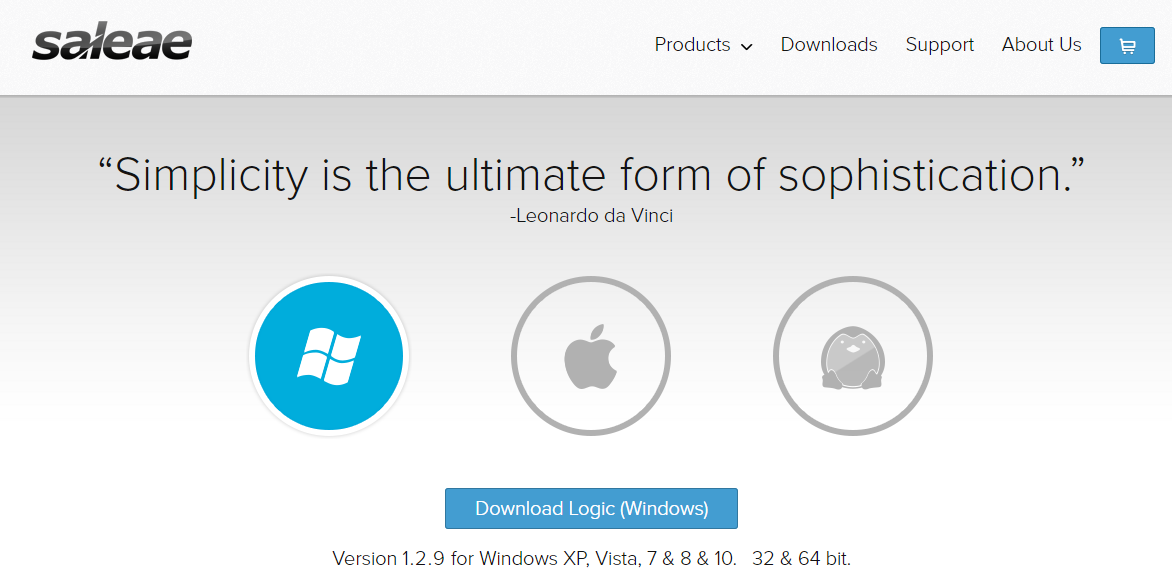
Логический анализатор – это инструмент для временного анализа цифровых сигналов. Это незаменимый, действительно незаменимый инструмент при отладке цифровой электроники. Оригинальные анализаторы от именитых производителей стоят больших денег. У наших китайских друзей можно купить такое устройство за копейки. Поэтому если у вас его ещё нет – обязательно приобретите. Возможности данного небольшого устройства весьма внушительны.

В таблице перечислены основные параметры логического анализатора, моей китайской копии анализатора фирмы Saleae.

|  |  |
| --- | --- |
| **Параметр** | **Значение** |
| число цифровых каналов | 8 |
| частота оцифровки на канал | до 24 МГц |
| количество сэмплов в выборке | до 1G (зависит от количества памяти ПК) |
| входное сопротивление | 100 кОм |
| диапазон рабочих напряжений | –0,5…5,25 В |
| напряжение логического «0» | –0,5…0,8 В |
| напряжение логической «1» | 2,0…5,25 В |
| защита от статики |  |
| защита по превышению напряжения | +/−15 В |

**2*Установка драйвера*для логического анализатора Saleae**

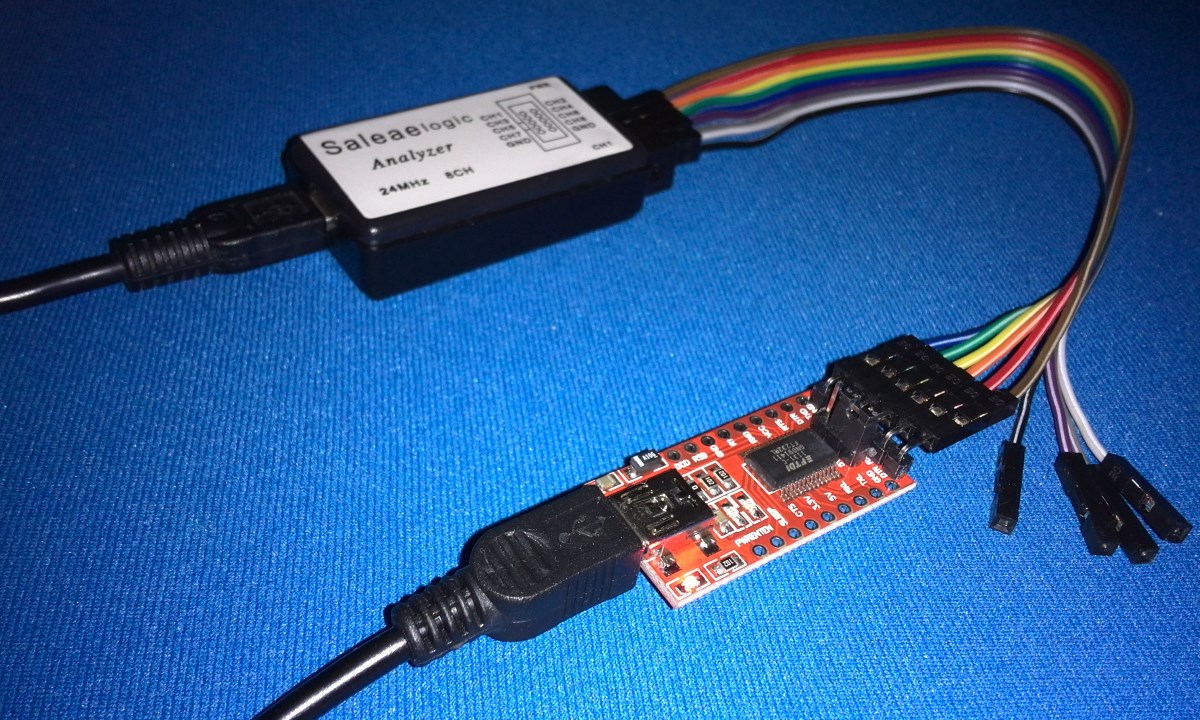
Для данного логического анализатора – китайской копии – к счастью, подходит драйвер от оригинала. Заходим на [официальный сайт](https://www.saleae.com/downloads), скачиваем программу для своей операционной системы и устанавливаем её. Драйверы будут установлены вместе с программой. Кстати, обзор возможностей программы в виде инструкции на английском языке приложен в конце данной статьи.

[](http://soltau.ru/images/logic-analyzer/0-1.png)Скачиваем программу и драйверы для логического анализатора Saleae Logic Analyzer

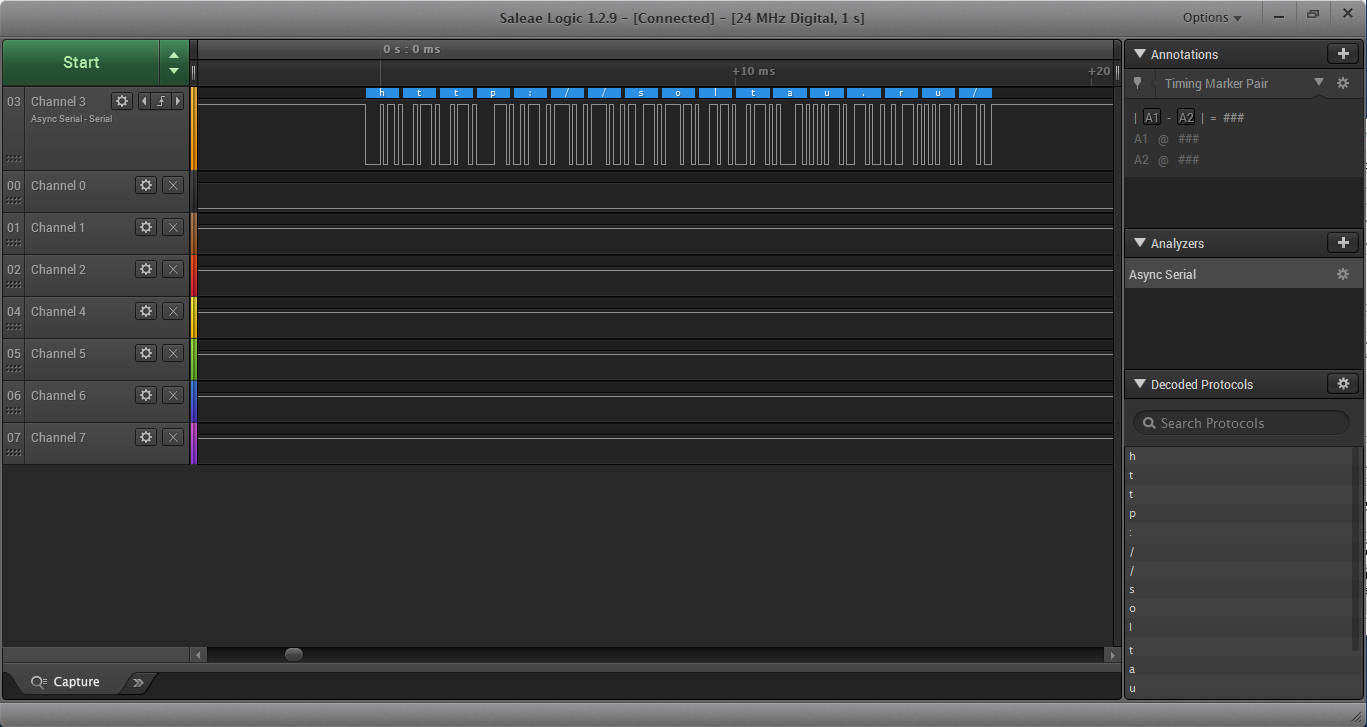
Если у вас копия другой фирмы, например, USBee AX Pro, то с большой долей вероятности для него также подойдут драйверы от производителя анализатора-оригинала.

**3*Примеры работы*с логическим анализатором**

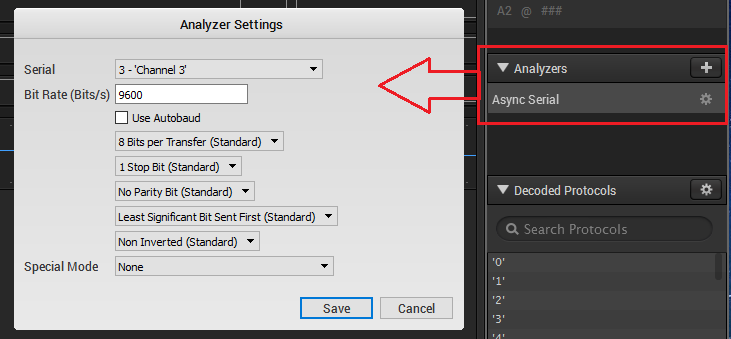
Для первого эксперимента возьмём преобразователь USB-UART на микросхеме FTD1232. Подключим анализатор к порту USB. Выводы каналов с 1 по 6 подключим к выводам USB-UART преобразователя. По большому счёту, больше всего нас интересует только две линии – Rx и Tx, можно обойтись только ими. Преобразователь определился в системе как COM-порт. Запустим любую терминалку (хорошая программа для работы с COM-портом приложена к этой статье, внизу текста) и подключимся к порту.

[](http://soltau.ru/images/logic-analyzer/1.jpg)Подключение USB-UART конвертера на микросхеме FTD1232 к логическому анализатору

Запускаем программу **Saleae Logic**. Если драйверы для анализатора установлены корректно, в заголовке программы будет указано *Connected* – подключено. Допустим, мы не знаем на каком канале будет сигнал, а на каком нет, поэтому не будем выставлять триггер для начала захвата сигнала. Просто нажмём на стрелки большой зелёной кнопки *Start* (Старт) и выставим в поле*Duration* (Длительность), скажем, 10 секунд. Это время, в течение которого логический анализатор будет собирать приходящие по всем 8-ми каналам данные после нажатия кнопки «Старт». Запускаем захват и одновременно отправляем в COM-порт какое-нибудь сообщение. Через 10 секунд анализатор закончит сбор данных и выведет результат в поле просмотра сигналов. В данном случае сигнал будет лишь на одном канале, который присоединён к выводу Tx (передатчик) USB-UART преобразователя.

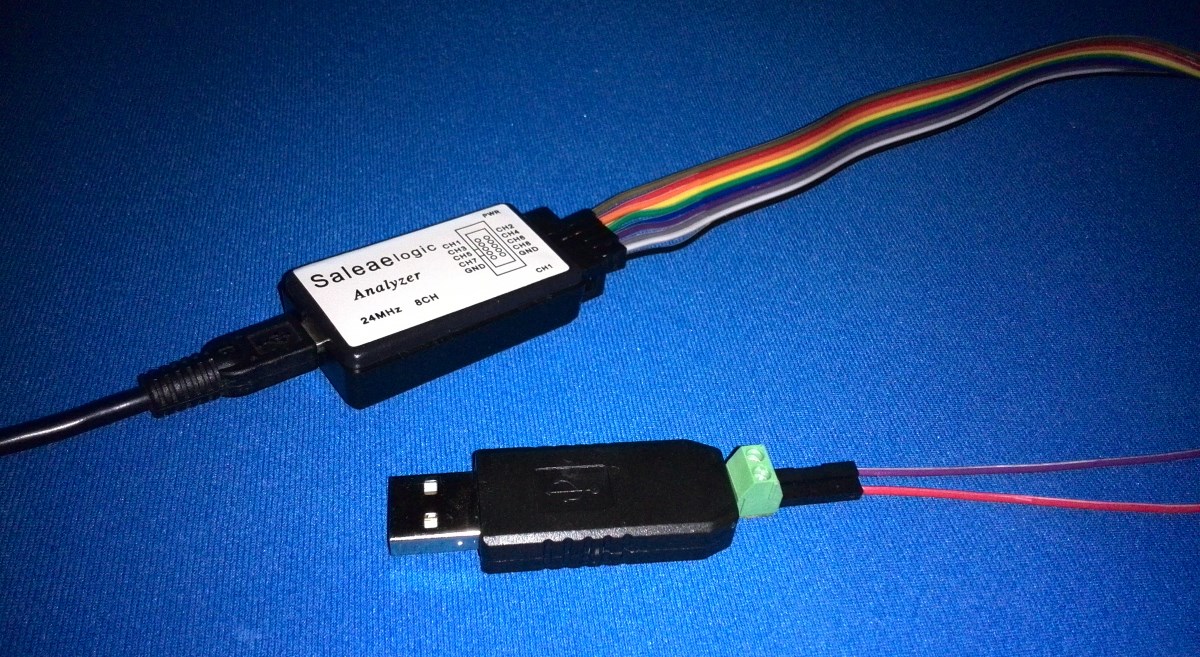
[](http://soltau.ru/images/logic-analyzer/serial.png)Последовательный сигнал, захваченный логическим анализатором

Для наглядности можно настроить **декодер** перехваченных данных. Для этого в правом столбце находим поле *Analyzers*, нажимаем иконку в виде плюса – «Добавить», указываем тип – *Async Serial*. Появится окно с выбором настроек. В первое поле вводим номер канала, на котором у вас данные. Остальное оставим как есть. После нажатия кнопки *Save* (Сохранить), над полем соответствующего канала появятся метки голубого цвета с отображением значений байтов, которые были перехвачены. Нажав на шестерёнку в данном дешифраторе, можно задать режим отображения значений – ASCII, HEX, BIN или DEC. Если вы передавали в COM-порт строку, выберите режим ASCII, и увидите тот текст, который был вами передан в порт.

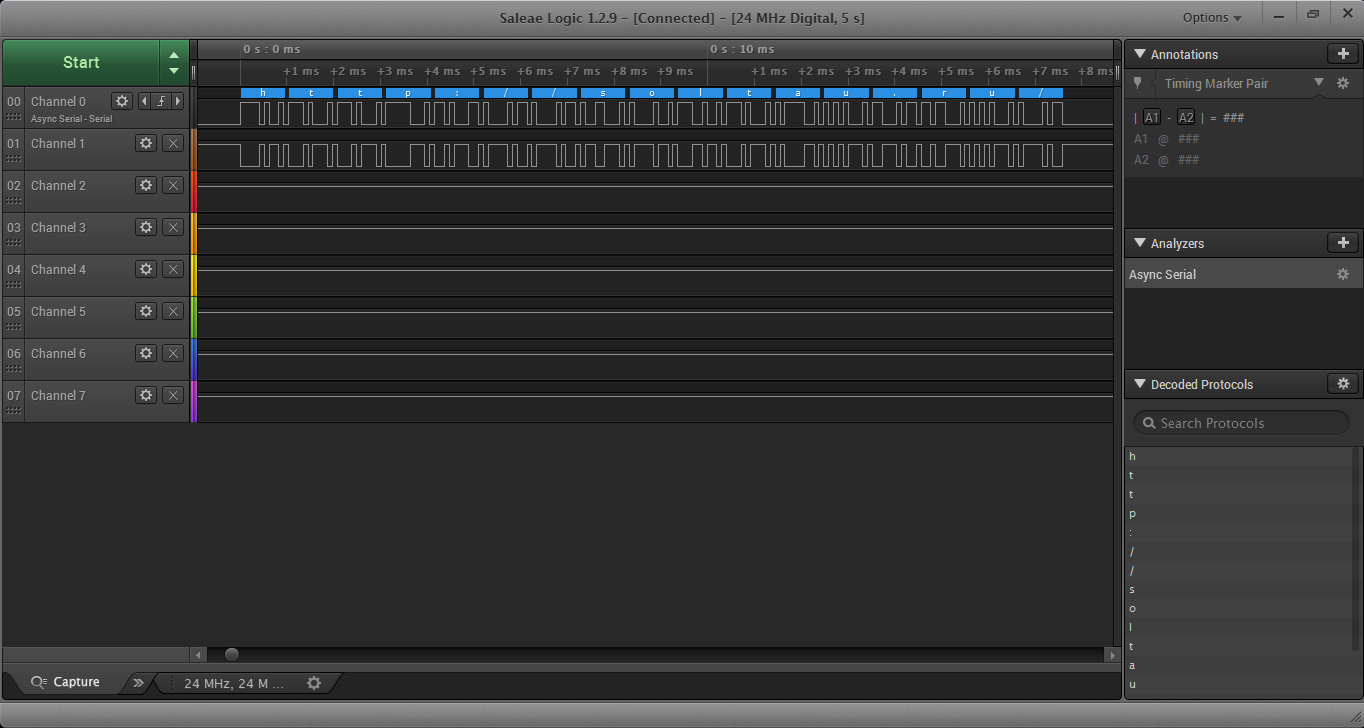
[](http://soltau.ru/images/logic-analyzer/1-1.png)Настройки декодера данных

Тут же, в правом столбце программы Saleae Logic, можно добавлять к перехваченным данным закладки, проводить измерения задержек и длительностей, выставлять всевозможные маркеры и даже проводить поиск по данным для декодированных протоколов.

Аналогичным образом подключим логический анализатор к преобразователю USB-RS485. Линии данных всего две, поэтому можно установить триггер срабатывания по фронту любого из каналов: сигнал в протоколе RS-485 дифференциальный и фронты импульсов появляются одновременно на каждом из каналов, но в противофазе.

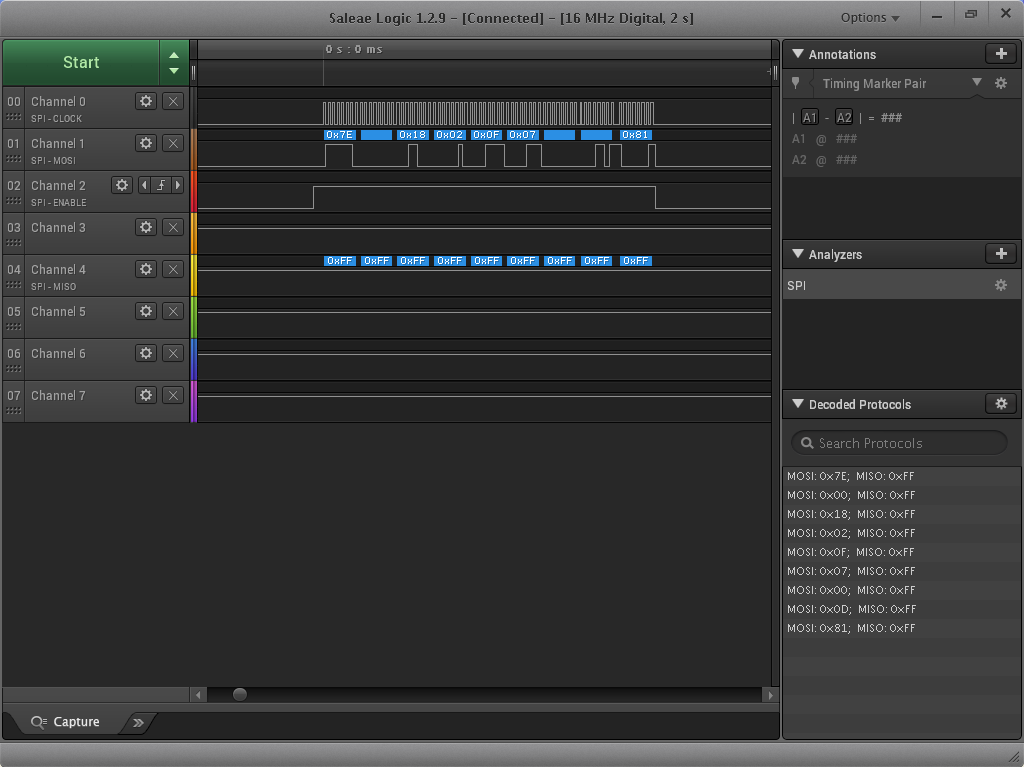
[](http://soltau.ru/images/logic-analyzer/2.jpg)Подключение конвертера USB-RS485 к логическому анализатору

Нажмём кнопку «Старт» в программе анализатора. С помощью нашей терминалки подключимся к USB-RS485 конвертеру и передадим какие-нибудь данные. По срабатыванию триггера программа начнёт собирать данные, по завершению выведет их на экран.

[](http://soltau.ru/images/logic-analyzer/rs485.png)Последовательный сигнал RS485, захваченный логическим анализатором

Программа Saleae Logic позволяет экспортировать сохранённые данные в виде изображений и текстовых данных, сохранять настройки программы, аннотации и декодеры каналов.

Последний пример в данном небольшом обзоре – захваченный кадр данных, переданный по последовательному протоколу SPI. В канале 2 виден сигнал выбора ведомого, в канале 0 – тактовые импульсы, а в канале 1 – собственно данные от ведущего устройства к ведомому.

[](http://soltau.ru/images/logic-analyzer/spi1.PNG)Последовательный сигнал SPI, захваченный логическим анализатором

**Выводы**

Логический анализатор может быть очень полезен при разработке и настройке всевозможных электронных устройств, при написании программного обеспечения, работающего в связке с железом, при работе с микроконтроллерами, ПЛИС и микропроцессорами, для анализа работы различных устройств и протоколов обмена данными, и для многих других применений. Кроме того, он портативен и не нуждается в отдельном питании.