



Макро Групп – центр компетенций по
применению ПЛИС и СнК

Устройства SDR от торговой марки



CRUETECH

Владимир Викулин, инженер по применению ПЛИС
08.04.2025 г.

Компания Cruetech



CRUETECH

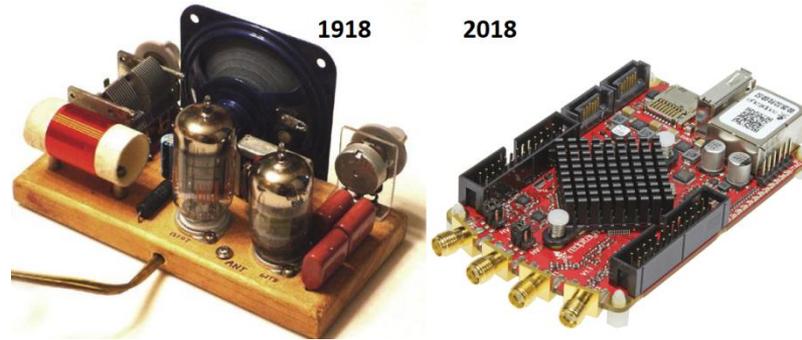
О компании

Бренд Cruetech создан в 2024 году для консолидированных поставок высокотехнологического оборудования и микросхем импортного производства.

Основные продуктовые направления:

- **Системы на модуле**
- **Отладочные платы на основе ПЛИС и систем на кристалле**
- **Твердотельные накопители**
- **Модули памяти**
- **Оптические трансиверы**
- **Устройства SDR**

Технология SDR (1)



SDR (Software Defined Radio, Программно-Определяемое Радио, ПОР) – технология цифрового радиоприёма/передачи, при которой сигналы обрабатываются с помощью компьютера и/или ПЛИС в реальном времени.

Данная технология обеспечивает недостижимую ранее гибкость при генерации и обработке радиочастотных сигналов.

Технология SDR (2)

Составляющие технологии SDR

- Непосредственная оцифровка радиосигнала
- DUC и DDC конвертация
- Цифровая фильтрация
- БПФ
- Цифровая модуляция/демодуляция/манипуляция
- Помехозащищенное кодирование/декодирование

Технология SDR (3)

Аппаратные основы SDR

- (Сверх)Высокочастотные цифровые трансиверы с интегрированными DUC и DDC
- Высокопроизводительные DSP
- ПЛИС/СМК
- Универсальные высокопроизводительные вычислительные системы

Программное обеспечение

- Matlab
- GNU Radio
- SDR#
- SDR Angel
- ...

Технология SDR (4)

Типовая архитектура SDR-системы (Software Defined Radio, программно-определяемое радио) включает следующие компоненты:

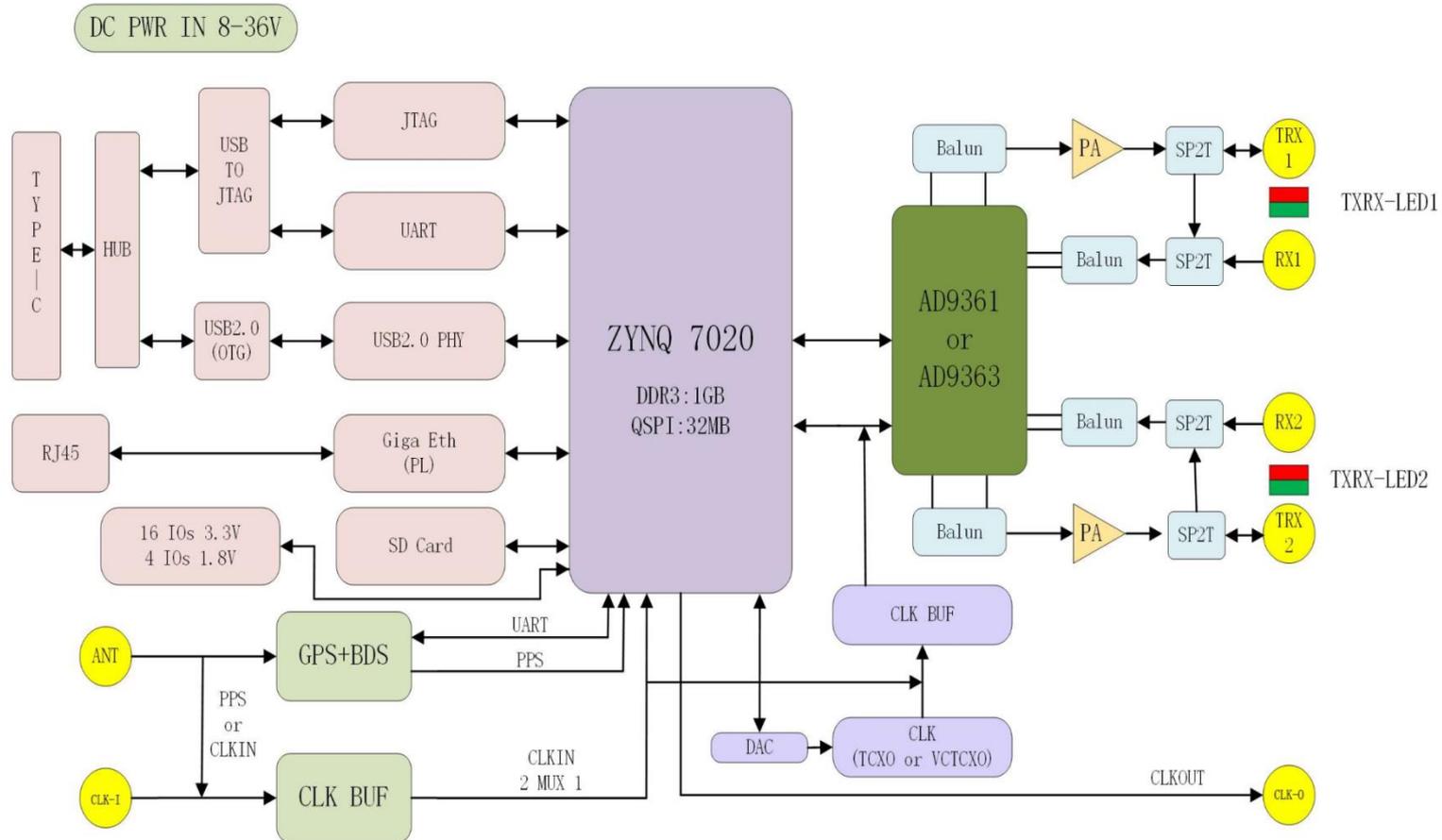
- ◆ **Входная часть.** Включает широкополосную антенну, способную работать в требуемом диапазоне частот.
- ◆ **ВЧ-тракт.** Содержит малошумящий усилитель, аттенюатор для ослабления сильных сигналов и преселектор — набор переключаемых полосовых фильтров, защищающих приёмник от перегрузки внеполосными сигналами.
- ◆ **Синтезатор частот** на основе прямого цифрового синтеза (DDS).
- ◆ **Цифровая обработка.** (Фильтрация, децимация, FFT ...) Выполняется на специализированных ПЛИС (FPGA) либо сигнальных процессорах, которые реализуют алгоритмы цифровой фильтрации, децимации и демодуляции в реальном времени.
- ◆ **Программное обеспечение.** Базовое ПО обеспечивает управление аппаратной частью, настройку параметров приёма и визуализацию спектра сигналов. Специализированное ПО предназначено для конкретных применений: приёма метеоспутников, декодирования цифровых протоколов связи, радиомониторинга.

PlutoSDR и его клоны



- ADALM-PLUTO – оригинал
- Zynq-SDR
- ANT SDR
- SDRLab
- ...
- CRUETECH

CRSDR P201P - P203P



Элементная база PlutoSDR и клонов

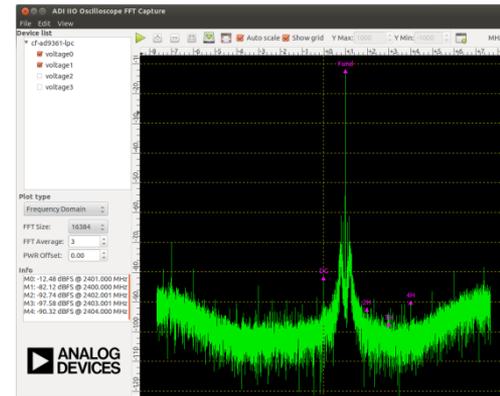
- AD9364 – 1-канальный 12-битный трансивер с DDC/DUC 70MHz-6GHz
- AD9361 – 2х-канальный 12-битный трансивер с DDC/DUC 70MHz-6GHz Доп. Инф.:
<https://wiki.analog.com/resources/tools-software/linux-drivers/iio-transceiver/ad9361>
- AD9363 – 2х-канальный 12-битный трансивер с DDC/DUC 325MHz-3.8GHz*
- Zynq7000 SoC (7010,7020,7030,70100)
- Сетевые интерфейсы

(*)Китайское Know-How:

Чип AD9363 настроен для чипа AD9361 с частотным диапазоном 70 МГц ~ 6 ГГц и максимальной частотой дискретизации 61,44 МГц. После лабораторного тестирования нет очевидной разницы между чипом AD9363 и чипом AD9361;

Стандартное ПО PlutoSDR

- Библиотека iio
- Библиотека [libad9361-iio](#)
- Утилита iio-info
- Плагин расчета фильтров для matlab:
<https://wiki.analog.com/resources/eval/user-guides/ad-fmcomms2-ebz/software/filters>
- Утилита iio_oscilloscope:
https://wiki.analog.com/resources/tools-software/linux-software/iio_oscilloscope



Демонстрация работы с GNU Radio

CRSDR P201P:
работа
“из коробки”

Кастомизация

Как оригинальный PlutoSDR, так и CRSDR - полностью открытые проекты и могут быть кастомизированы. Документация:

<https://wiki.analog.com/university/tools/pluto>

Исходники оформлены в SDK на базе BuildRoot.

1. Оригинальные от AD:

https://wiki.analog.com/university/tools/pluto/obtaining_the_sources

2. От китайских товарищей: Обращайтесь в Макро.



**МАКРО
ГРУПП**



CRUETECH

Центр компетенции по применению ПЛИС и СнК Контакты

Тел.: 8 (800) 333-06-05

email: SALES@MACROGROUP.RU

Продукция Xilinx и техподдержка: fpga@macrogroup.ru

Олег Болихов – руководитель направления “Цифровая электроника”

Андрей Смирнов – ведущий по направлению ПЛИС и СнК

Владимир Викулин – техподдержка ПЛИС и СнК

Спасибо за внимание !

Ваши вопросы



Наши ответы