

Аналоговый сигнал  
STM32

Ежелев Г.И.

# Глава 4 - Аналоговый сигнал STM32

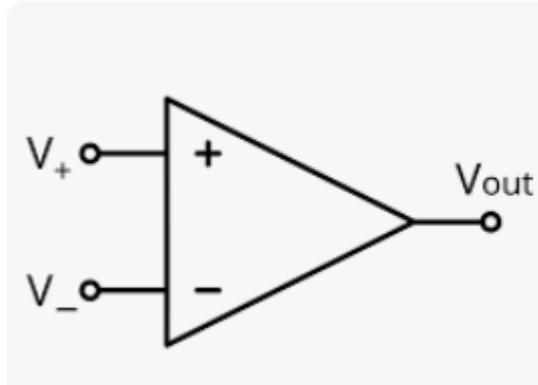
2025 г.

**ADC** – Analog to Digital Converter (АЦП)

**DAC** – Digital to Analog Converter (ЦАП)

Мы будем работать только с ADC ввиду его большей применимости. Если останется время может впихнем и DAC.

**Компаратор** – устройство, имеющее два входа и один выход. Сигнал на входе – результат сравнения напряжения между входами. По факту это “ $>$ ” и “ $<$ ” в схемах.



Аналоговый сигнал

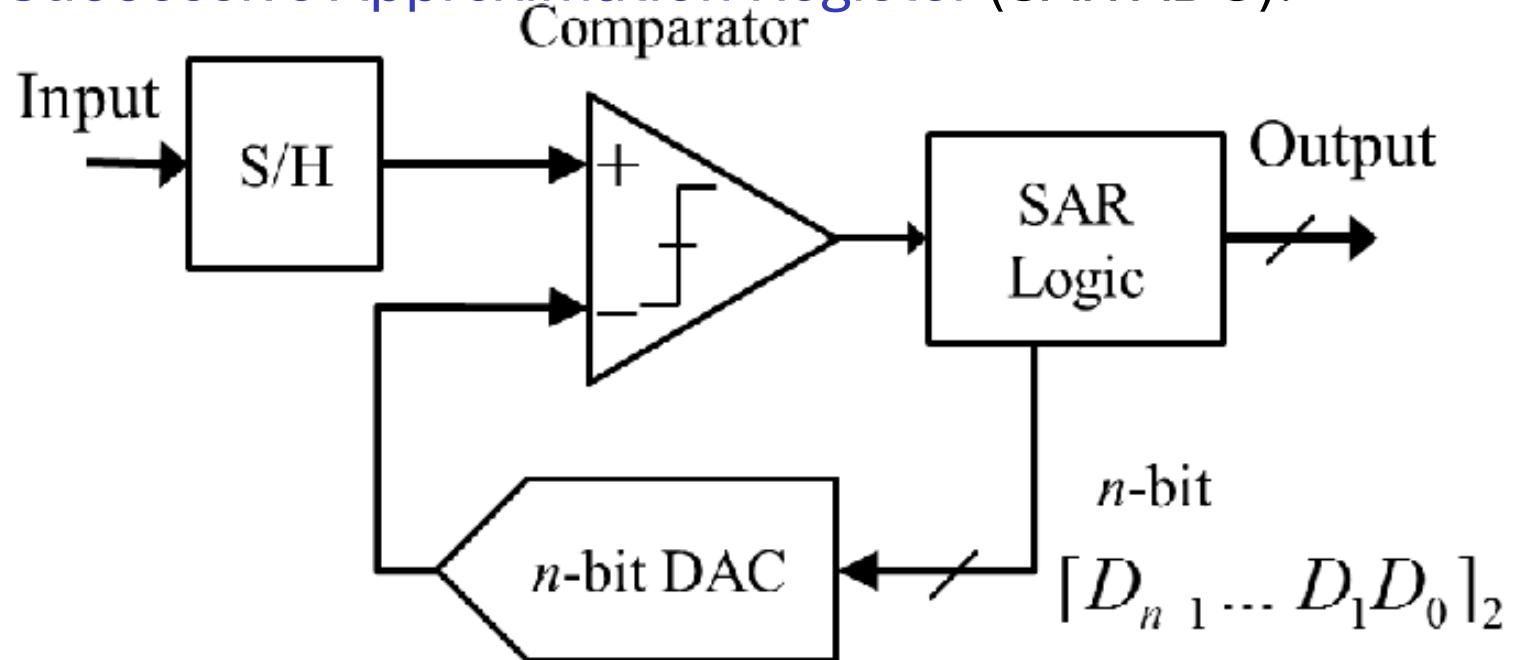
STM32

Ежелев Г.И.

STM32 использует АЦП последовательного приближения - Successive Approximation Register (SAR ADC).

Аналоговый сигнал  
STM32

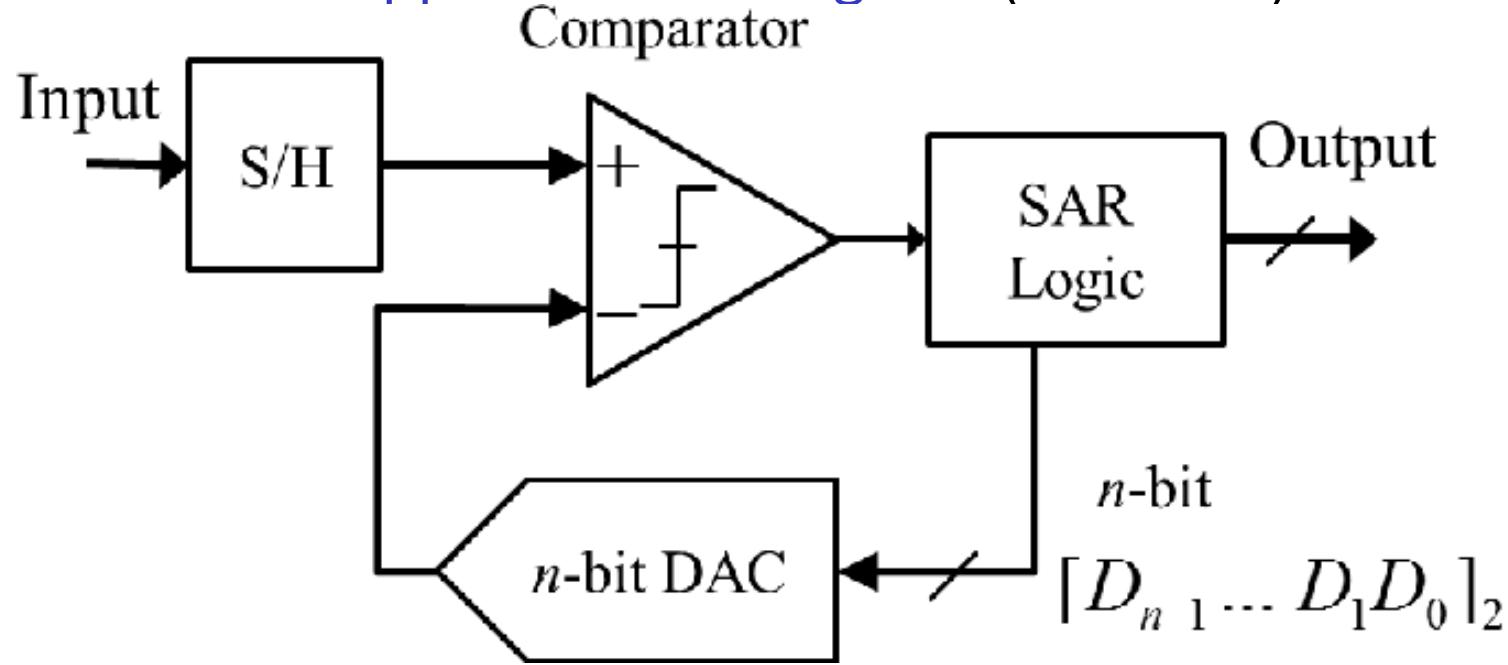
Ежелев Г.И.



SAR ADC состоит из четырёх основных компонентов:

- 1) Устройство выборки-хранения (Sample & Hold) — фиксирует входное напряжение на момент начала преобразования. Обычно это что-то похожее на конденсатор.
- 2) Компаратор — сравнивает входное напряжение с эталонным
- 3) Цифро-аналоговый преобразователь (DAC) — генерирует эталонное напряжение, соответствующее значению в SAR
- 4) Регистр последовательного приближения (SAR) — Сохранение значения измерений.

# Successive Approximation Register (SAR ADC).



Аналоговый сигнал  
STM32

Ежелев Г.И.

Алгоритм работы - **бинарный поиск**:

SAR устанавливает **старший бит** (MSB) в 1, все остальные в 0 → **DAC** выдаёт половину опорного напряжения ( $\frac{1}{2} V_{REF}$ )

**Компаратор** сравнивает входное напряжение с выходом DAC:

- 1) Если  $V_{in} > V_{DAC}$ , бит **остаётся равным 1**
- 2) Если  $V_{in} < V_{DAC}$ , бит **сбрасывается в 0**

Процесс **повторяется** для следующего бита (следующая половина диапазона:  $\frac{1}{4} V_{REF}$ )

После N итераций (для 12-битного ADC — 12 итераций) получается цифровой результат

Этот метод – баланс между точностью и скоростью

## Кратко про другие методы.

1. Successive Approximation Register (SAR, последовательного приближения)

1. Самый распространенный в различных МК.

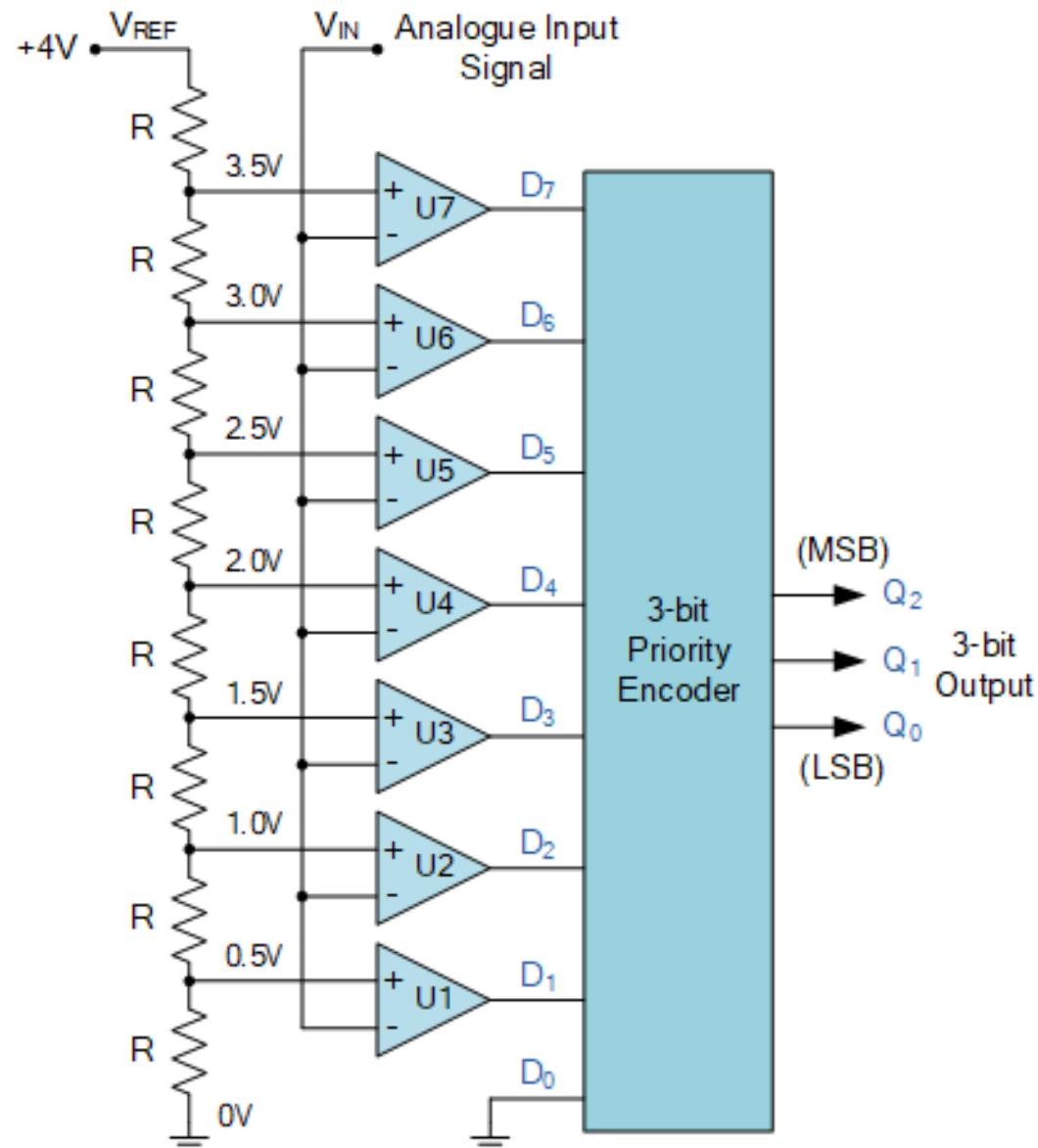
2. Время работы – фиксированное

2. Flash (прямого сравнения, быстродействующий)

1. Сигнал сравнивается одновременно со всеми уровнями. Для  $n$ -битного Flash ADC используется  $2^n - 1$  компараторов.

2. Требует много элементов — Занимает много места на чипе и потребляет много энергии.

3. Используется в осциллографах.



Аналоговый сигнал  
STM32

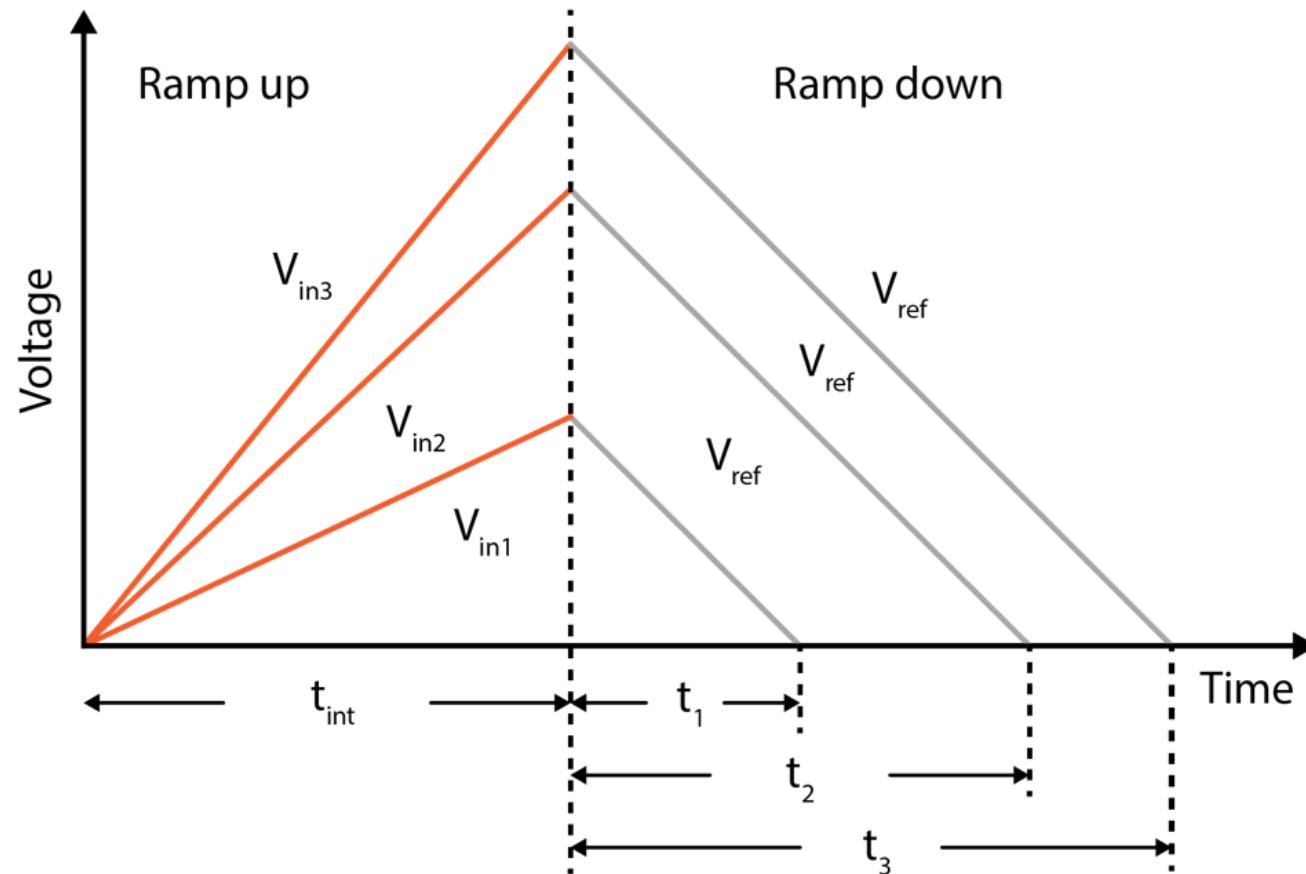
Ежелев Г.И.

## 3. Dual Slope, Multi Slope (двух-, много-склоновый интегрирующий)

1. Две фазы: Сначала зарядка конденсатора **входным сигналом**, далее зарядка(разряд) **опорным сигналом**. Время  $\sim$  разнице между  $V_{in}$  и  $V_{ref}$ .
2. Помехо и **шумоустойчив**. Мультиметры, измерительные приборы.

## 4. Single-slope

1. Угадайте сами.



# Давайте настраивать.

Аналоговый сигнал  
STM32

Ежелев Г.И.

1. Настраиваем пин
  1. Mode Analog!!!
2. Включаем тактирование: RCC\_APB2PeriphClockCmd(...)
3. **ADC\_CommonInitTypeDef** my\_ADC;
  1. my\_ADC.ADC\_Mode
  2. my\_ADC. ADC\_Prescaler
  3. My\_ADC. ADC\_TwoSamplingDelay
4. ADC\_CommonInit(...)
5. **ADC\_InitTypeDef** adc;
  1. Настройка этой структуры – ваше самостоятельное задание
6. ADC-RegularChannelConfig(**ADCx**, **ADC\_Channel\_0**, 1,  
**ADC\_SampleTime\_56Cycles**);
7. Угадайте как называется регистр, куда записываются результаты измерения

Оранжевый текст – дефайны/другие абстракции  
из либы, вы их должны найти в файлах