

Глава 4 - Аналоговый сигнал STM32

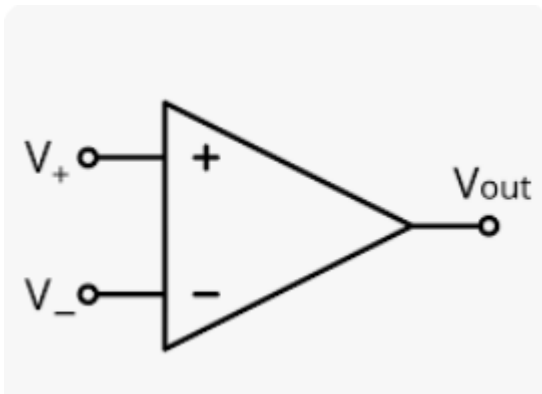
2025 г.

ADC – Analog to Digital Converter (АЦП)

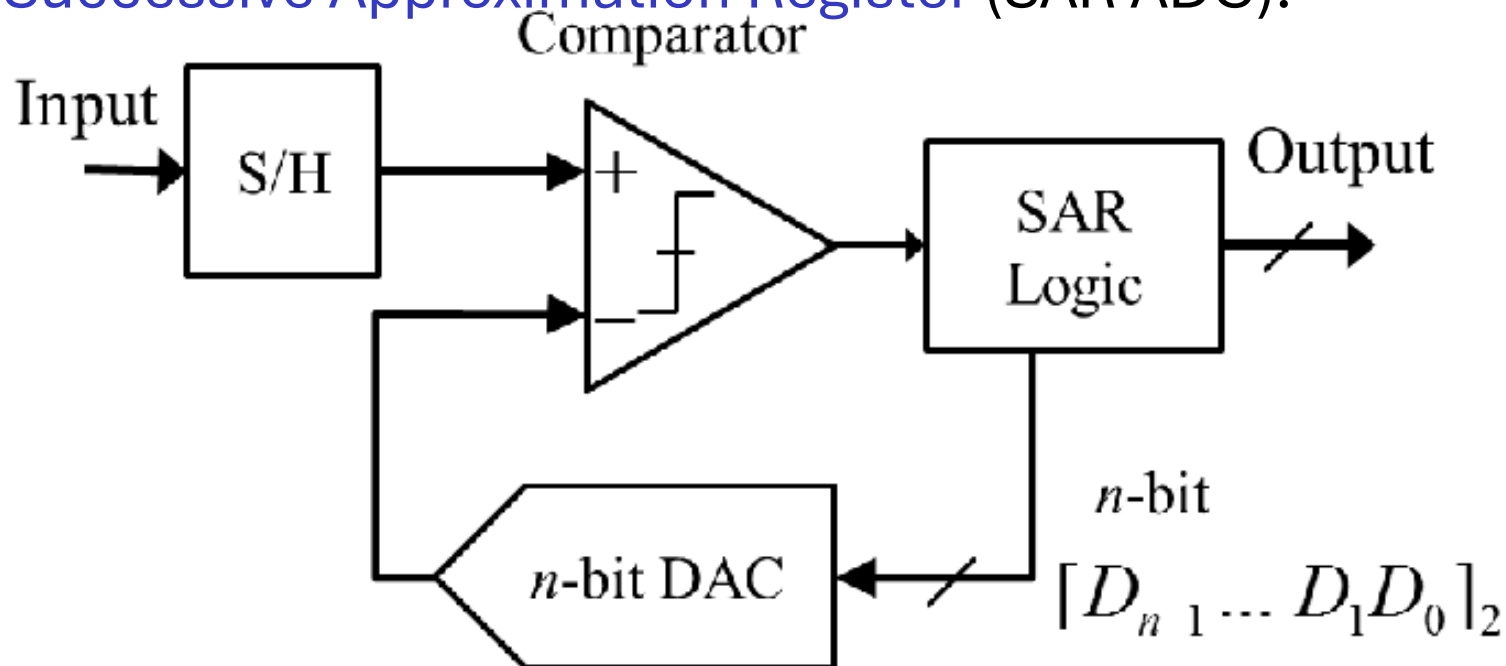
DAC – Digital to Analog Converter (ЦАП)

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

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



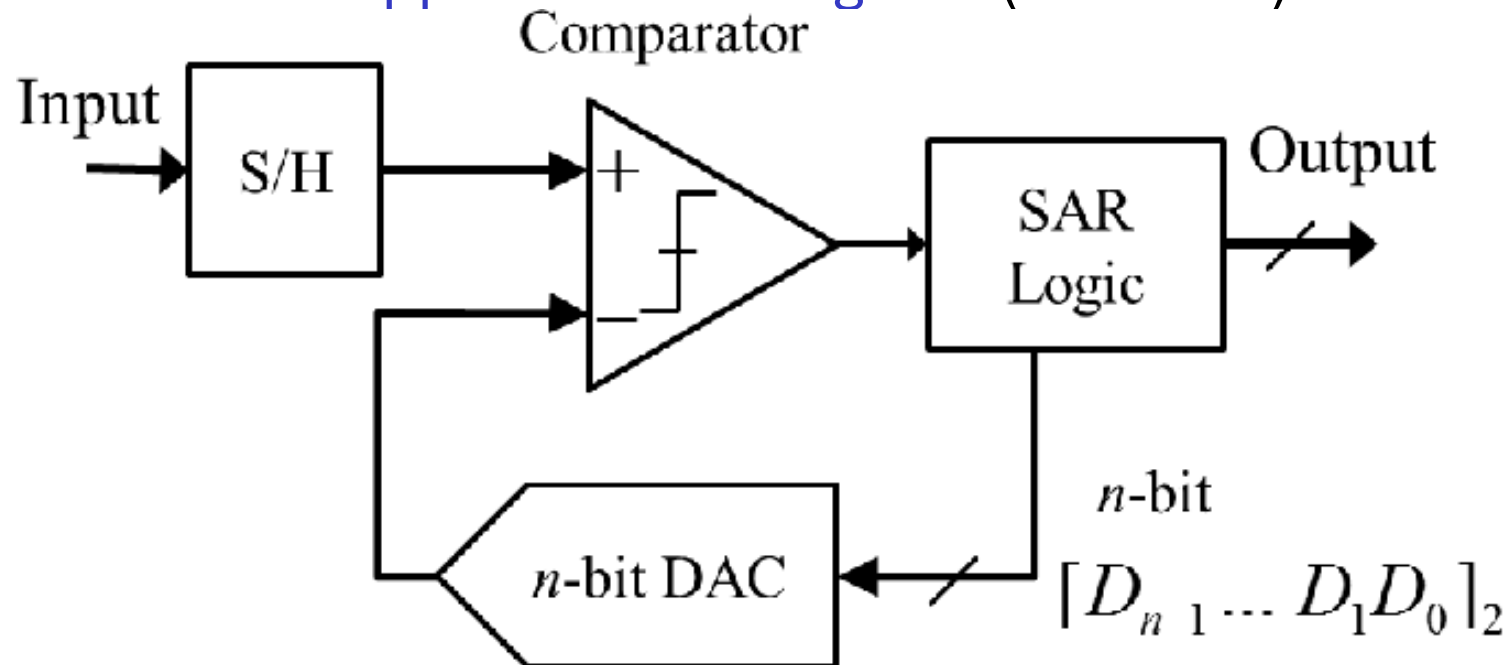
STM32 использует АЦП последовательного приближения - Successive Approximation Register (SAR ADC).



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

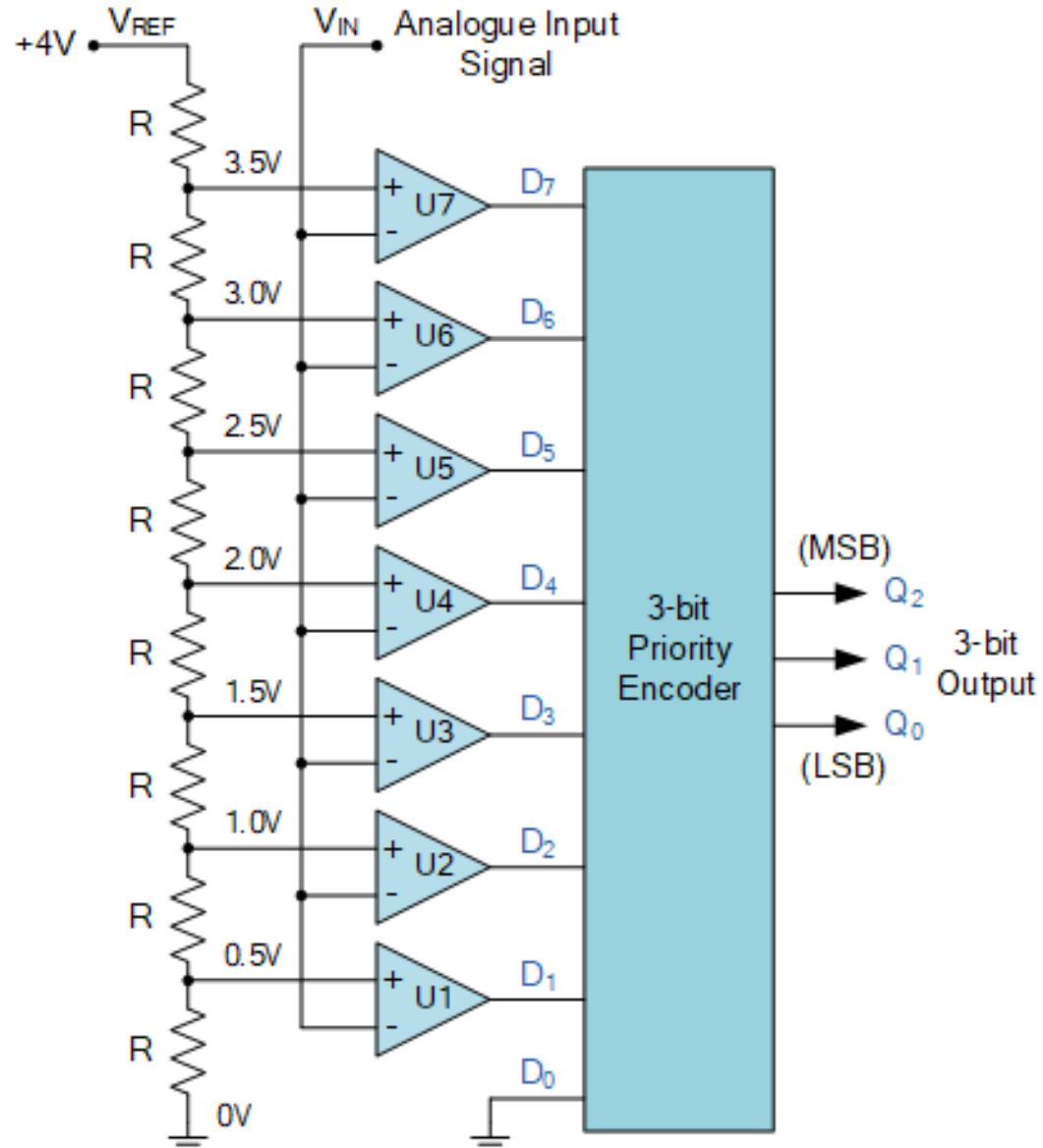
Кратко про другие методы.

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. Требуется **много элементов** — Занимает много **места** на чипе и потребляет много **энергии**.
3. Используется в **осциллографах**.



Аналоговый сигнал
STM32

Ежелев Г.И.

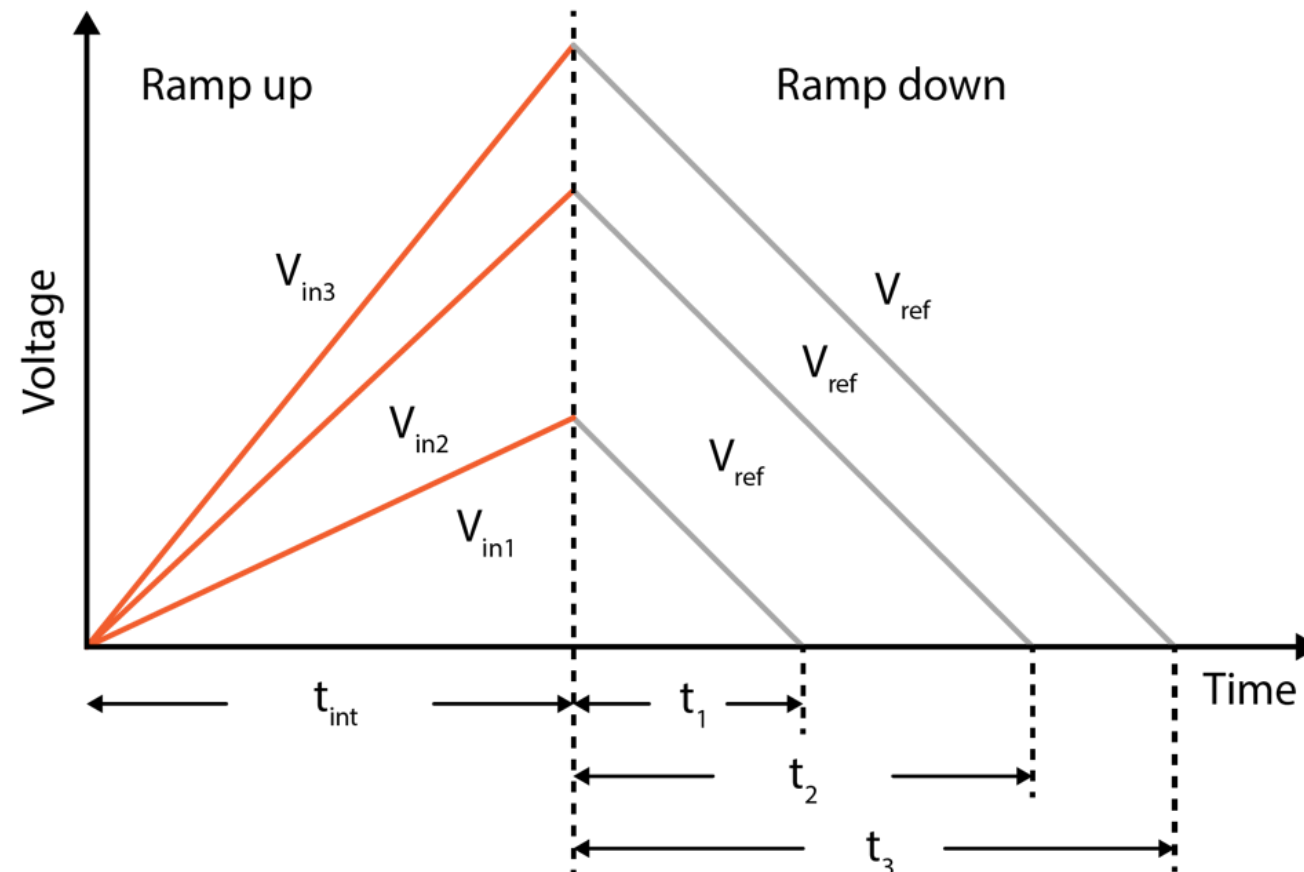
Кратко про другие методы.

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.

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