

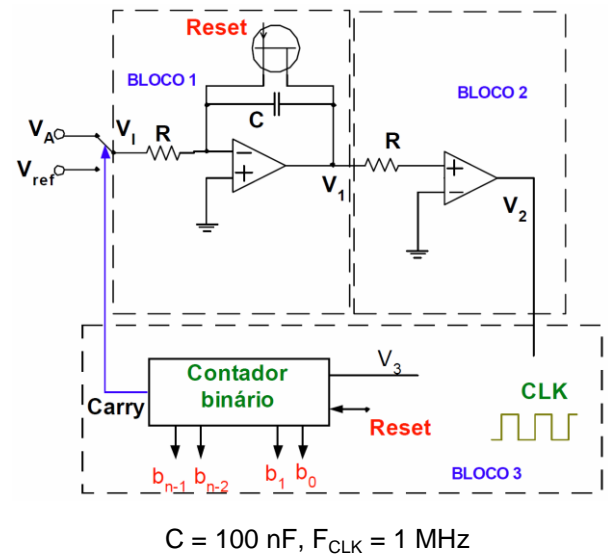
Problema

Conversores A/D e D/A 2 – Conversor A/D de rampa dupla

Considere um conversor A/D por integração com rampa dupla para converter uma tensão contínua de 0 a 10V numa representação digital binária linear com uma gama dinâmica de 12 bit.

I- Funcionamento básico do ADC

- Explique qual é a função desempenhada por cada componente e estabeleça uma sequência de fases dos sinais de controlo do circuito.
- Dimensione os componentes do circuito de modo a obter uma palavra digital com 12 bit significativos quando $V_A = 10\text{ V}$.
- Desenhe as formas de onda típicas obtidas pela conversão A/D de duas tensões de entrada, uma com 1V e outra com 9.9975 V.
- Mostre que este tipo de conversor pode ser realizado com componentes passivos e relógios com pouca precisão, desde que sejam dotados de uma elevada estabilidade de valor dentro do período de tempo de conversão.
- Qual o tempo máximo de conversão?



CONVERSORES A/D E D/A 2

a)

BLOCO 1

- R + C + AMPOP → Circuito integrador $V_1 = -\frac{1}{RC} \int_0^t v_i(t) dt + V_1(0)$
- Transistor → Reset do integrador. Quando condiz provocar $V_1 = 0$

BLOCO 2

- Comparador com 0V $V_2 = \begin{cases} "0" & \text{Se } V_1 < 0 \\ "1" & \text{Se } V_1 > 0 \end{cases}$

BLOCO 3

- Contador → Conta até que $V_3 = V_2 = "0"$ ← CE = chip enable
 ↳ "0" ⇒ para de contar
 ↳ "1" ⇒ conta

Fases de controle:

- 1- O contador é inicializado fazendo RESET = "1" ⇒ $V_1 = 0$
 Provoca também o reset do contador Simões: $b_{m-1} \dots b_1 b_0 = 0$
- 2- Quando RESET = "0" inicia-se a contagem com integrador de V_A (interruptor para cima pois carry = "0") durante $2^M = 2^{12} = 4096$ ciclos de relógio (CLK).
- 3- A contagem inicia-se em $D = 0$ e quando o valor digital passa de $D = 4095$ para $D = 0$ novamente (4096 ciclos) o sinal de CARRY passa a "1".
- 4- Quando carry = "1" o integrador passa a integrar V_{REF} pois o interruptor liga para baixo.
- 5- No momento em que $V_1 = 0$, $V_3 = V_2$ passa de "1" para "0", ou seja $\overline{CE} = 0$ deixando o contador de estar ativado (enable = 0 ⇒ para de contar).
 O resultado da conversão é o n^o de ciclos necessários para que $V_1 = "0"$.

b)

Integração de V_A : $V_1 = -\frac{1}{RC} V_A \times 2^M T$ $T = 10^{-6}$
 Assumindo que nessa situação $V_{min} = -10V$ $V_A = 10V$

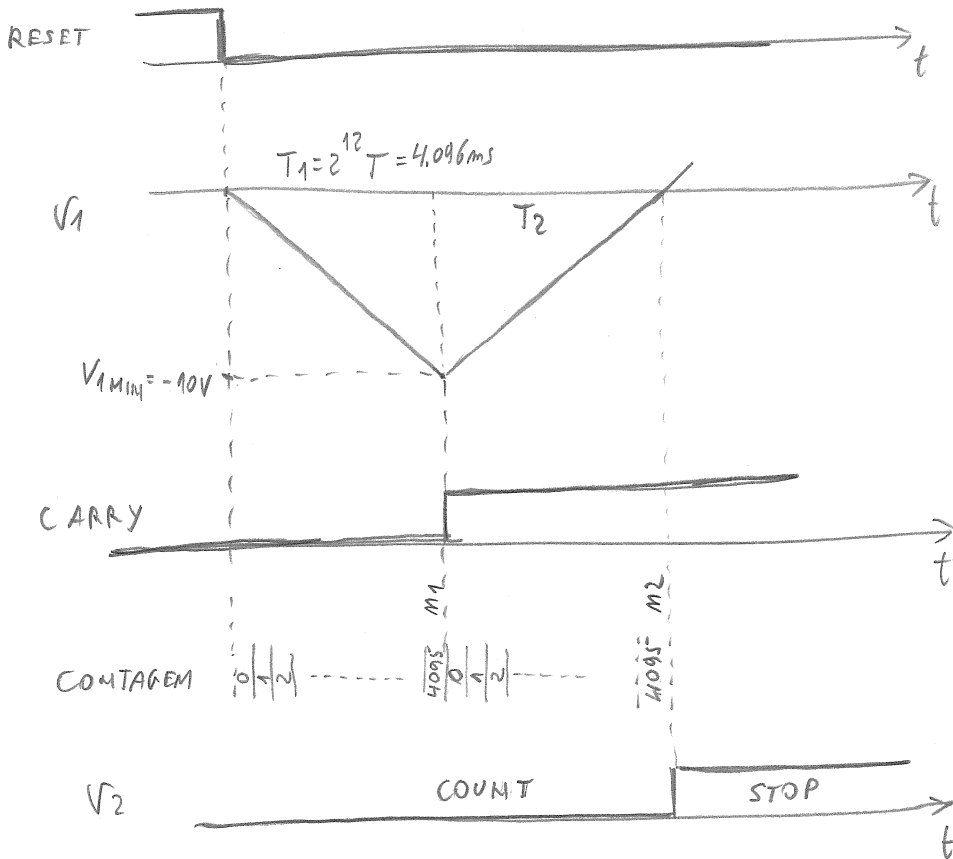
$$-10 = -\frac{1}{RC} 10 \times 4096 \times 10^{-6} \quad RE = 4.096 \text{ ms}$$

$$C = 100 \text{ mF} \Rightarrow$$

$$R = 40.96 \text{ k}\Omega$$

$$V_{REF} = -10V$$

c) $V_A = 9.9975V$

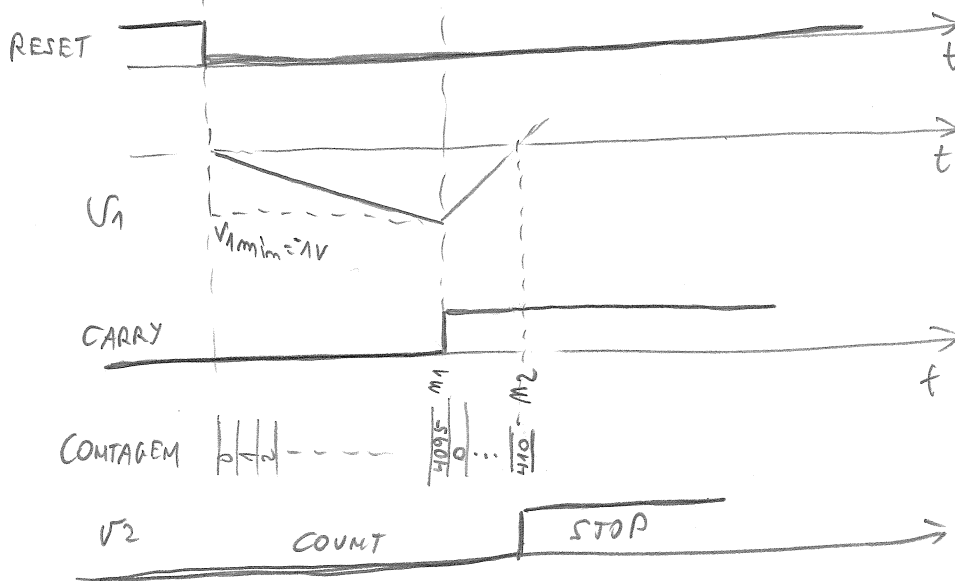


$$m_2 = m_1 \frac{V_A}{V_{REF}} = 4094.976$$

inteiro \Rightarrow $m_2 = 4095$

Aumentar para o inteiro seguinte

d) $V_A = 1V$



$$m_2 = m_1 \frac{V_A}{V_{REF}} = 409.6$$

inteiro \Rightarrow $m_2 = 410$

Aumentar para o inteiro seguinte

d) $T_1: V_{1min} = - \frac{1}{RC} \cdot V_A \underbrace{2^N}_{m_1} \cdot T$ $T_2: V_{1min} = - \frac{V_{REF}}{RC} \cdot V_{REF} m_2 T \Rightarrow m_2 = m_1 \frac{V_A}{V_{REF}}$

a expressão do número de m_2 depende apenas de V_{REF} sendo independente da precisão de R e C . Também não depende da precisão de T .

e)

T_1 demora 2^M ciclos de relógio: $T_1 = 2^M T_f$

T_2 varia de 0 a 2^M ciclos de relógio: $T_{2_{\max}} = 2^M T$

$$\Rightarrow t_{\max} = 2^{M+1} T$$

$$t_{\max} = 8.192 \text{ ns}$$