

CONVERSORES

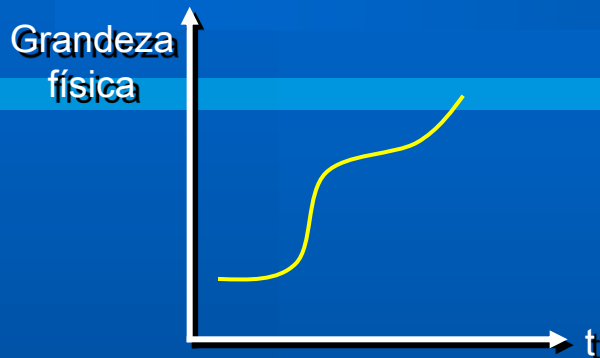
D/A e A/D

SEL 414 - Sistemas Digitais

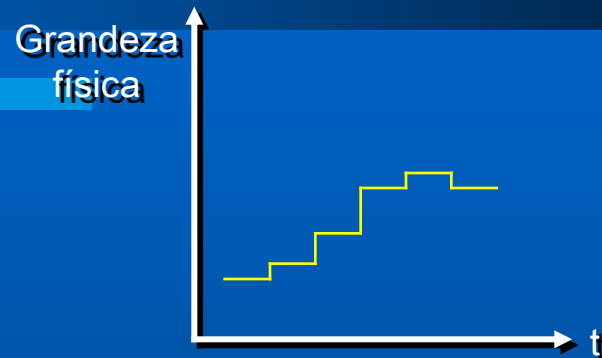
Prof. Homero Schiabel

CONVERSOR DIGITAL-ANALÓGICO

1. Introdução



Variação contínua
(ANALÓGICO)



Variação discreta
(DIGITAL)

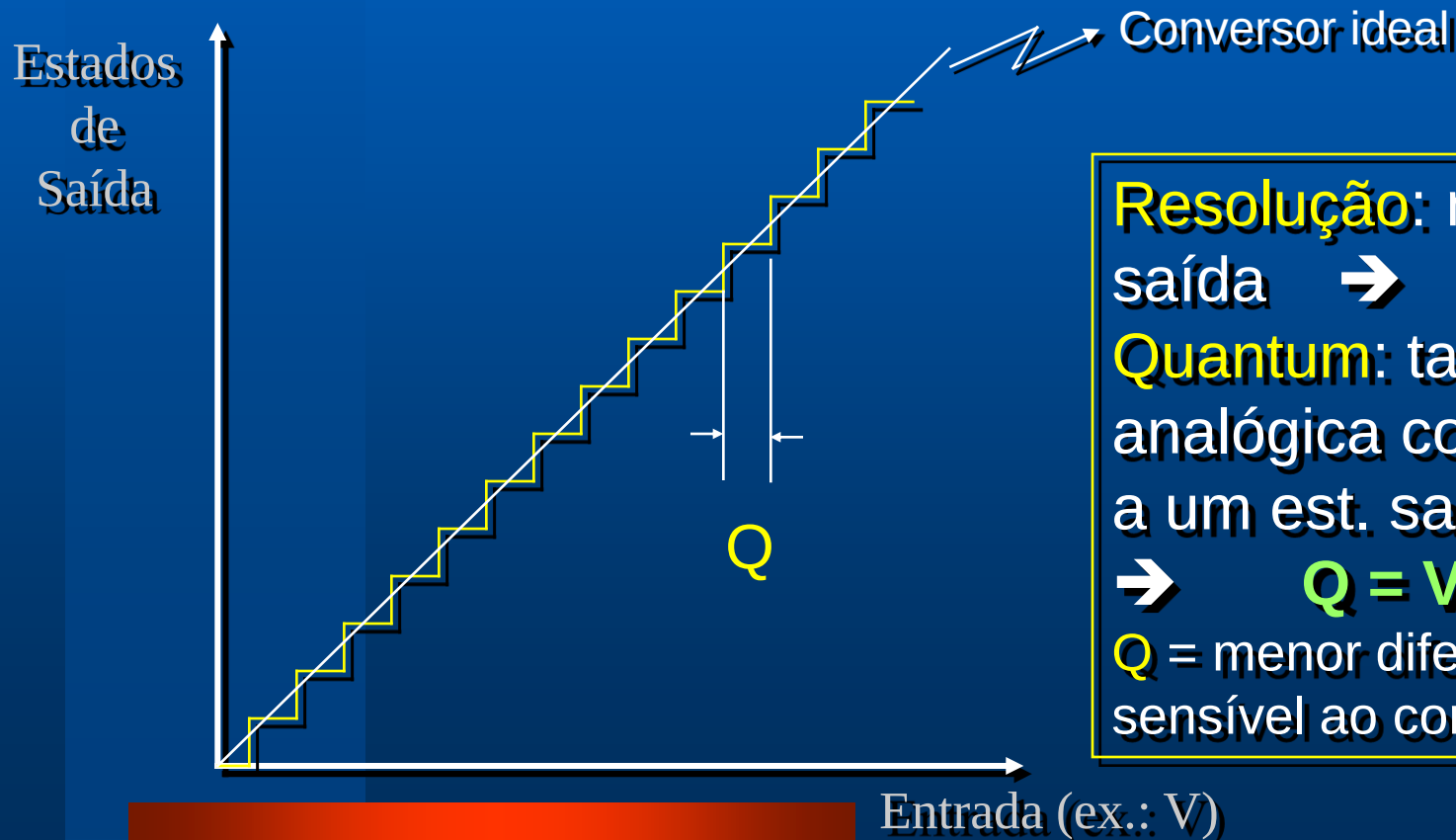
Os conversores A/D e D/A fazem a interface entre o mundo analógico e o digital. Ex.:

- **Comunicação:** sinal voz → pulsos → sinal voz reconstruído
- **Proc. Imagens:** sinal vídeo → níveis binários (digitaliz.) → memória → processamento → reconstrução

2. Teoria da Quantização

Quantização ➡ transferência de um sinal contínuo analógico num conjunto de estados discretos

Codificação ➡ associação de um código digital a cada um desses estados



Resolução: nº estados de saída ➡ $e = 2^n$

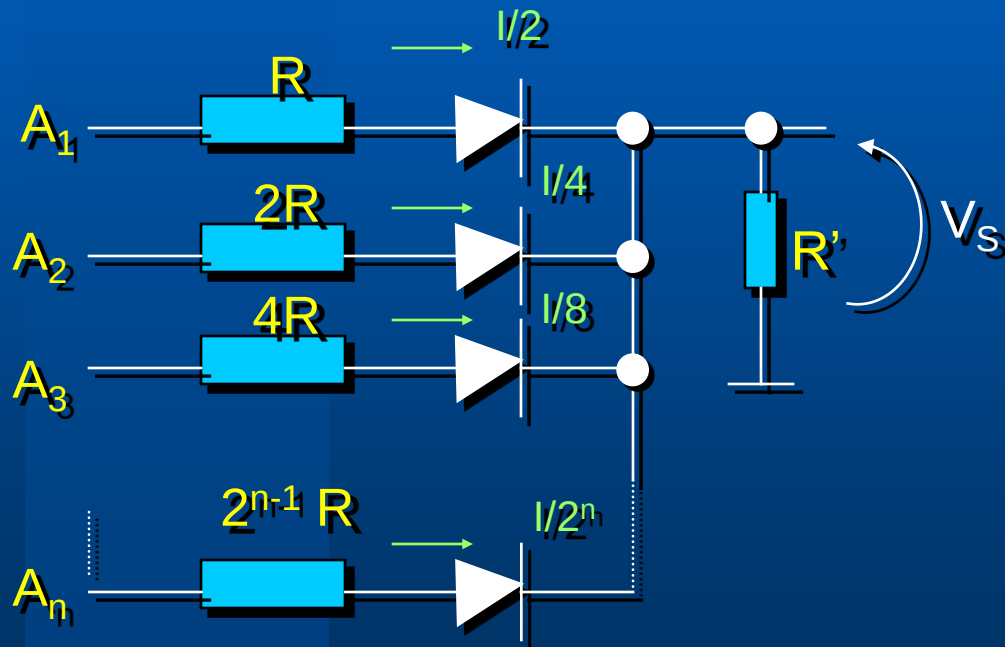
Quantum: tamanho da qti// analógica correspondente a um est. saída discreto

➡ $Q = V / 2^n$

Q = menor diferença analógica sensível ao conversor

3. Conversor Digital-Analógico (D/A)

Circuito básico (*Conversor por rede proporcional*):



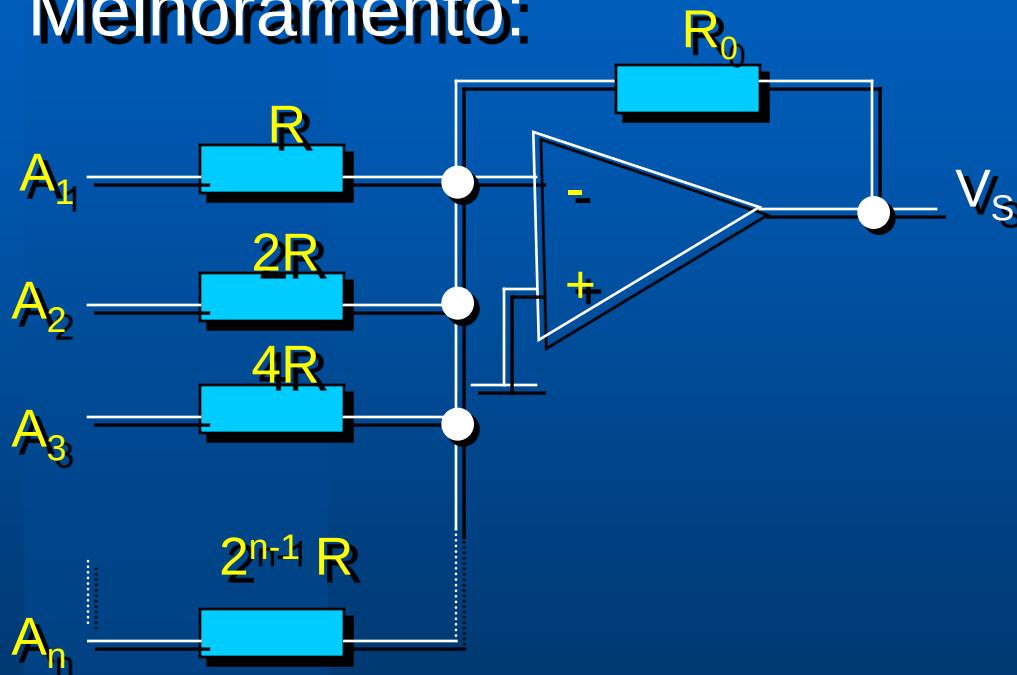
$$V_S = R' \sum A_i (I / 2^i)$$

Generalizando: $V_S = R' N I$

onde $N = a_1 2^{-1} + a_2 2^{-2} + \dots + a_n 2^{-n}$

3. Conversor Digital-Analógico (D/A)

Melhoramento:

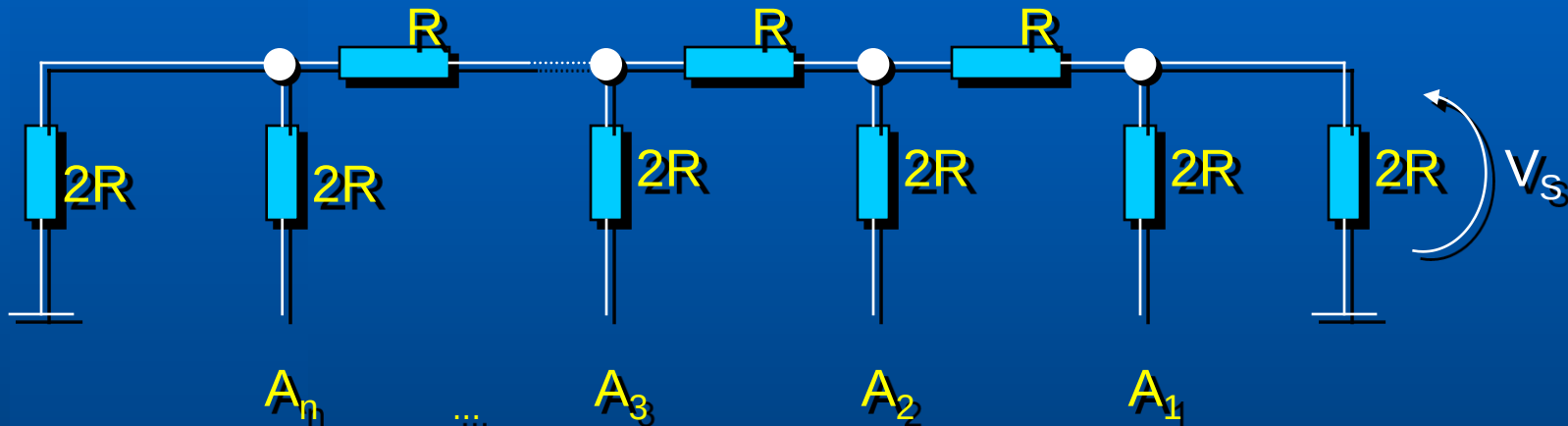


Desvantagens:

- ✓ Para muitos bits há necessidade de valores muito altos de R para o LSB;
- ✓ correntes muito reduzidas nos bits menos significativos (ruído);
- ✓ necessidade de grande precisão dos valores de componentes $\rightarrow$ riscos de não monotonicidade;
- ✓ velocidade de conversão limitada pela velocidade de comutação da chave (e, eventualmente, qualidade do amp. op.)

3. Conversor Digital-Analógico (D/A)

Conversor por rede R-2R:



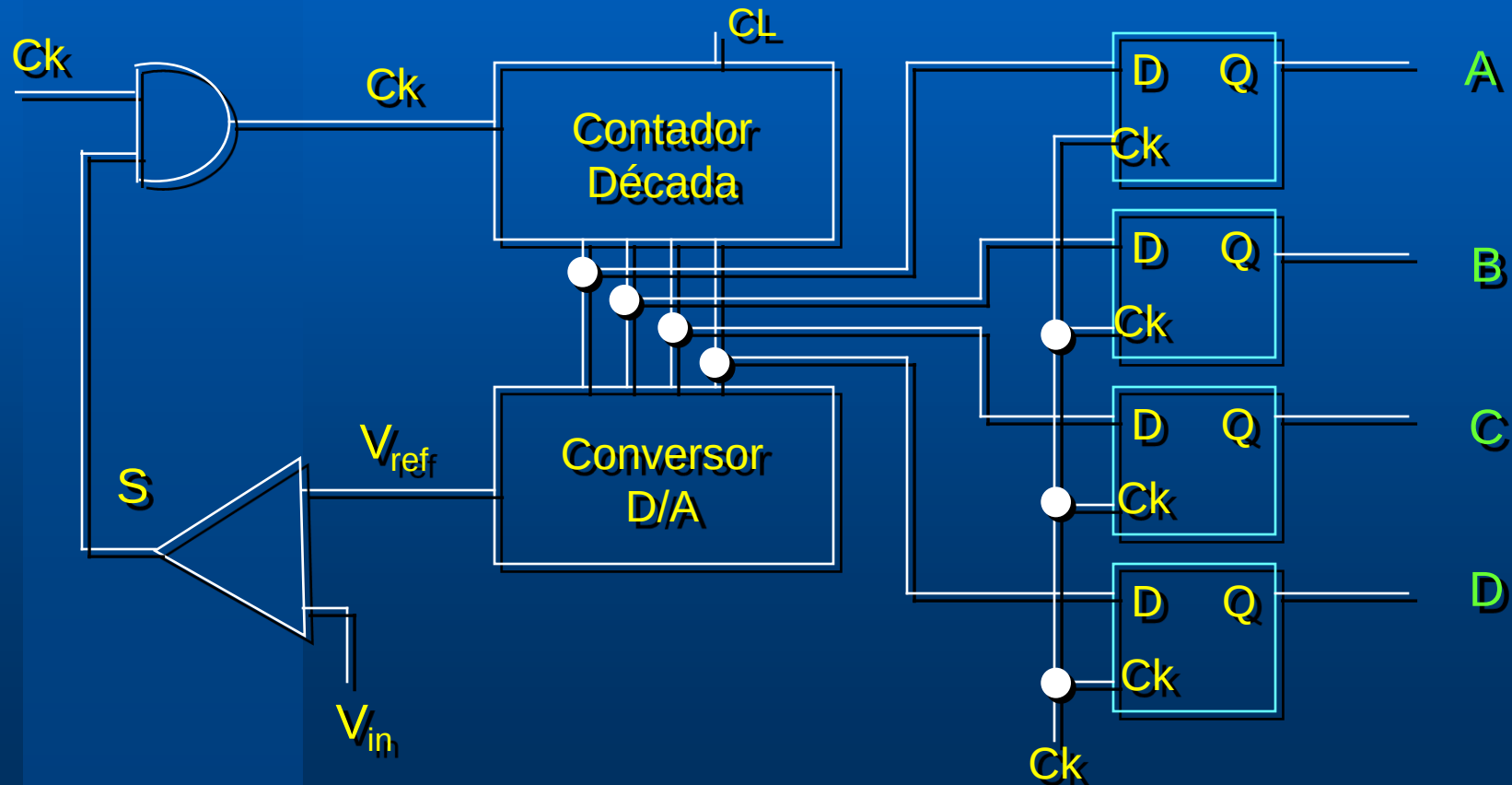
- $V_{S-A1} = V_{CC} / 3$
- $V_{S-A2} = V_{CC} / 6$
- $V_{S-A3} = V_{CC} / 12$
- $V_{S-A4} = V_{CC} / 24 \dots$

Vantagens:

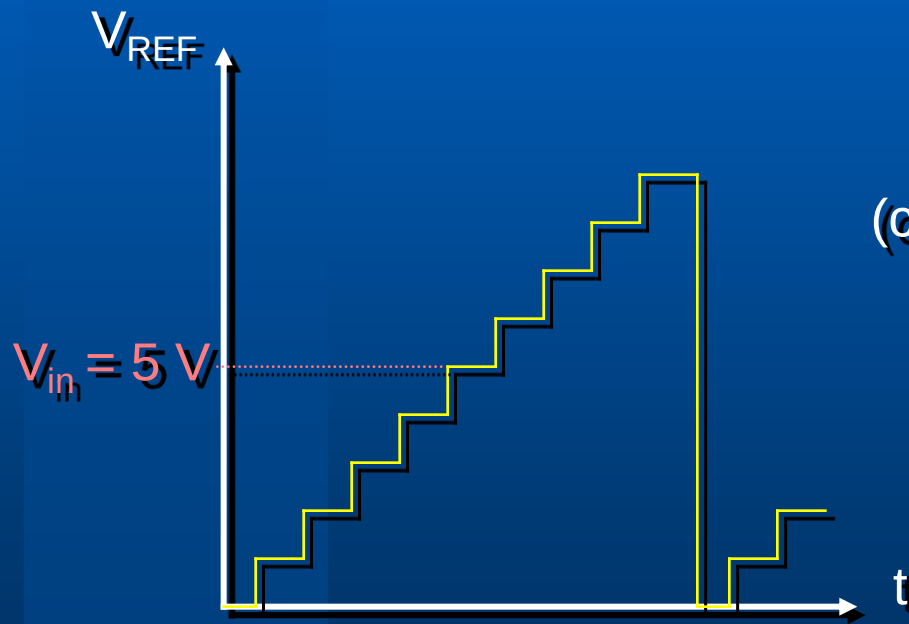
- ✓ Elimina o problema da ampla variação de valores do CDA proporcional
- ✓ Mais facilidade para precisão dos componentes (só 2 valores - R e $2R$)

CONVERSOR ANALÓGICO-DIGITAL

1. Conversor Contador (ou de rampa simples)



1. Conversor Contador (ou de rampa simples)



V_{REF} comparada com V_{in} :

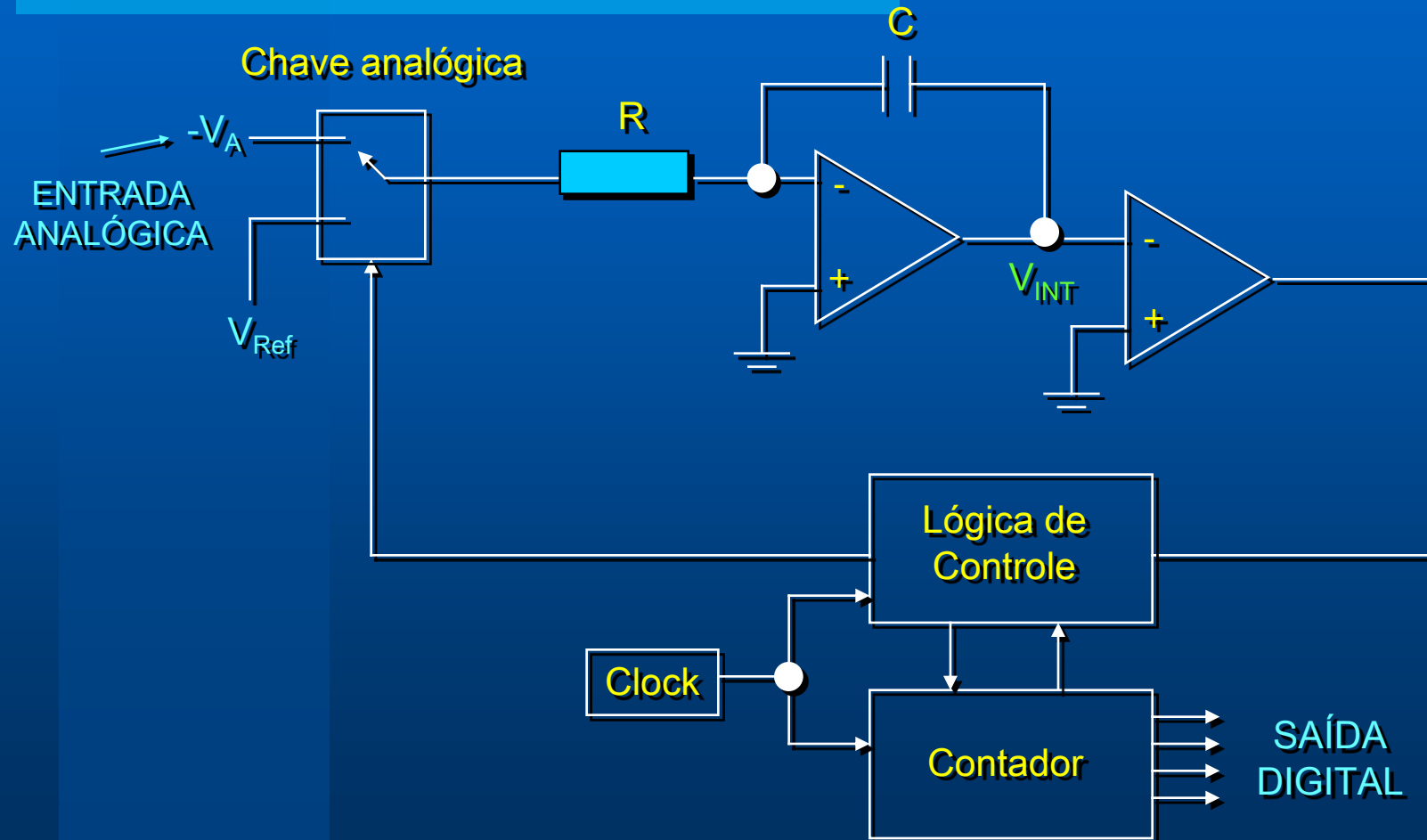
- se $V_{REF} < V_{in} \rightarrow S = 1$

(contador continua a contagem)

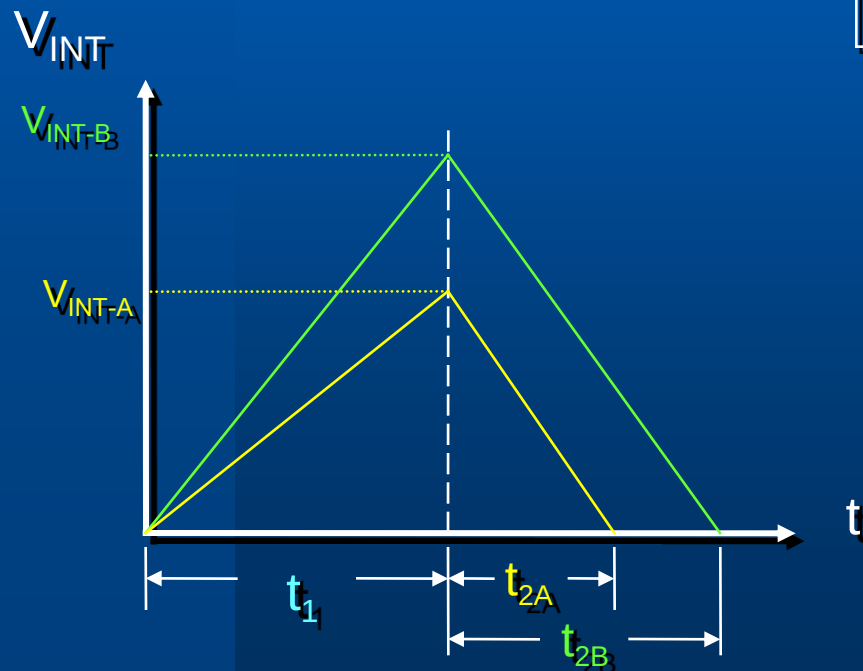
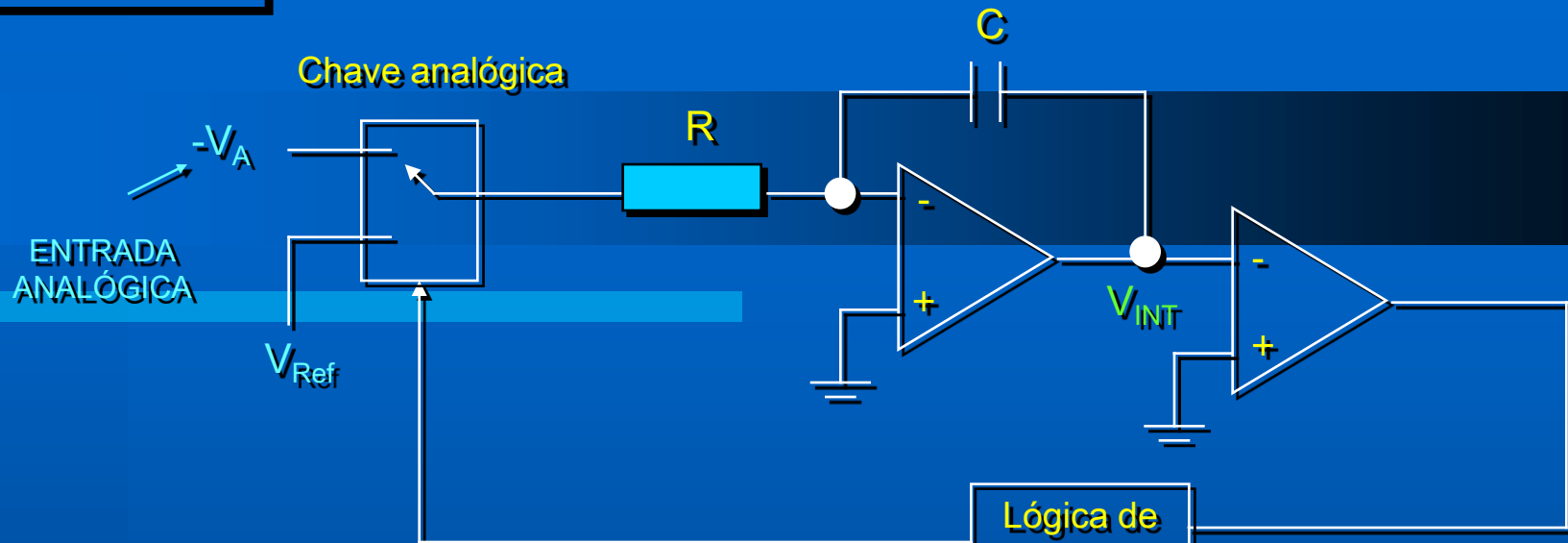
- se $V_{REF} > V_{in} \rightarrow S = 0$

(contador pára e valor digital é mostrado)

2. Conversor Integrador (ou de rampa dupla)



Conversores A/D



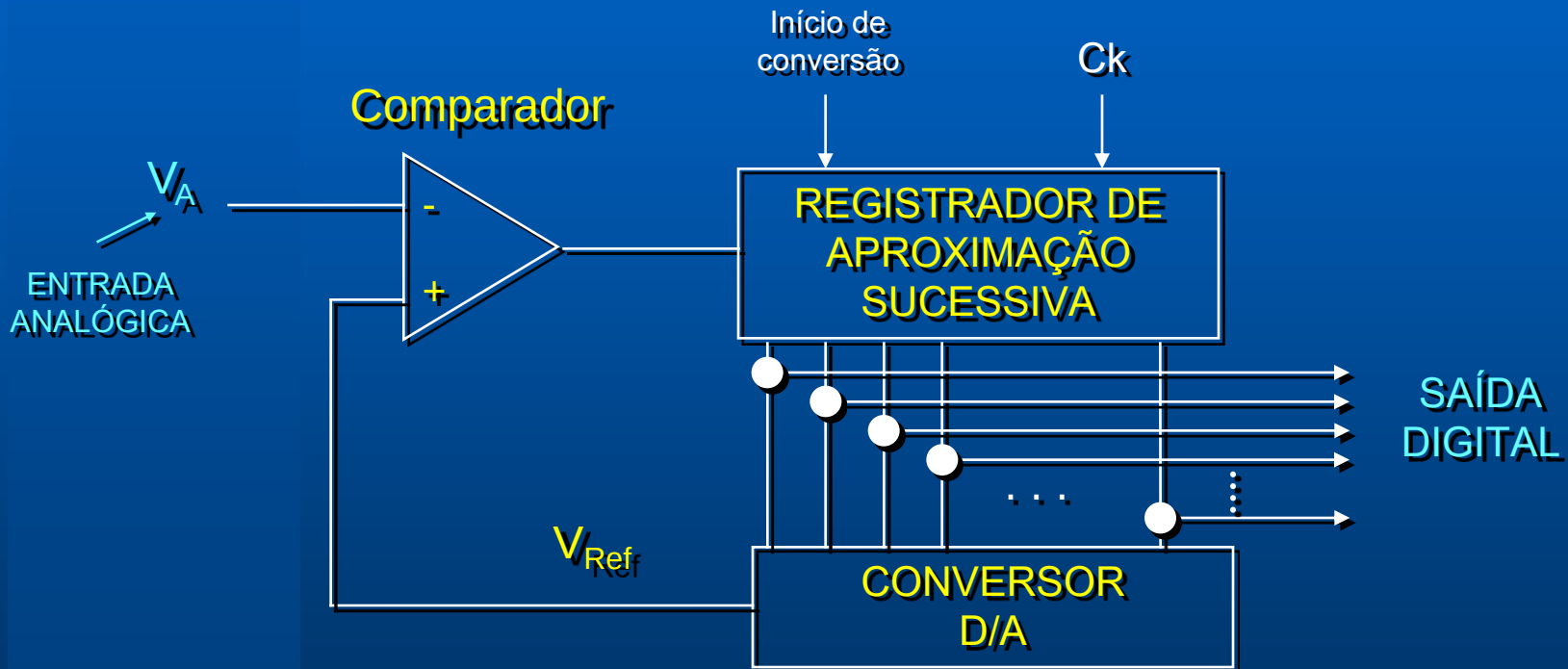
$$V_A = V_{Ref} (t_2 / t_1)$$

$$V_{Ref} = \text{cte.}$$

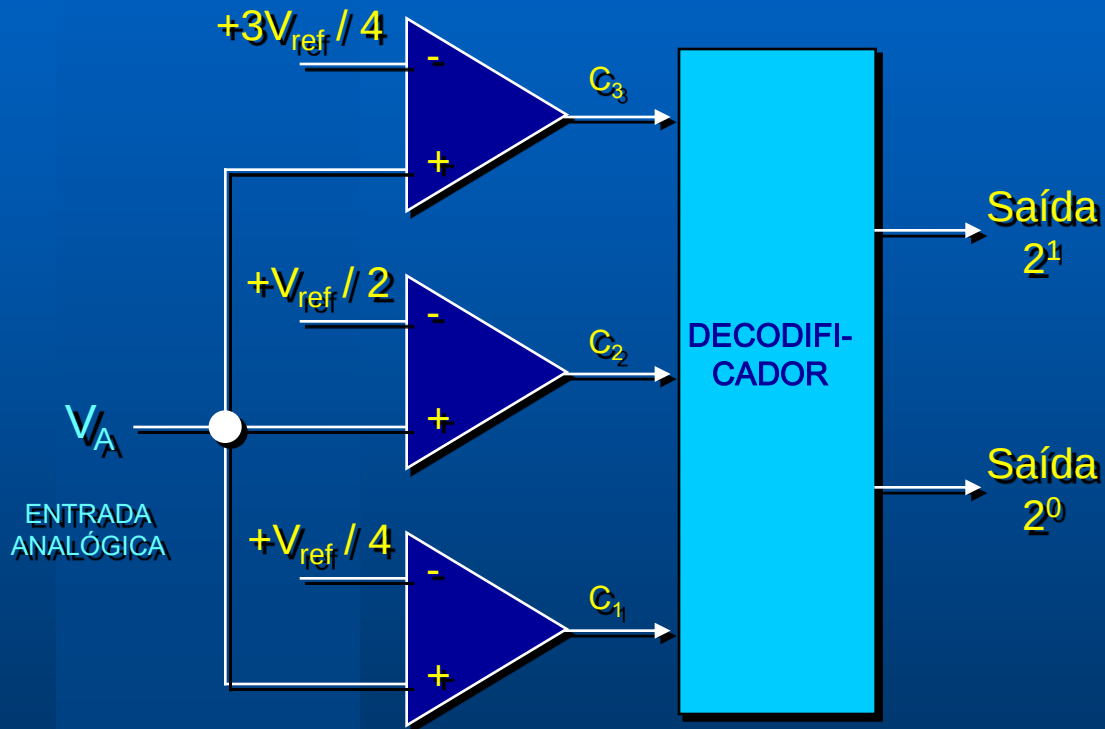
$$t_1 = \text{cte.}$$

$$V_A = f(t_2)$$

3. Conversor de Aproximação Sucessiva

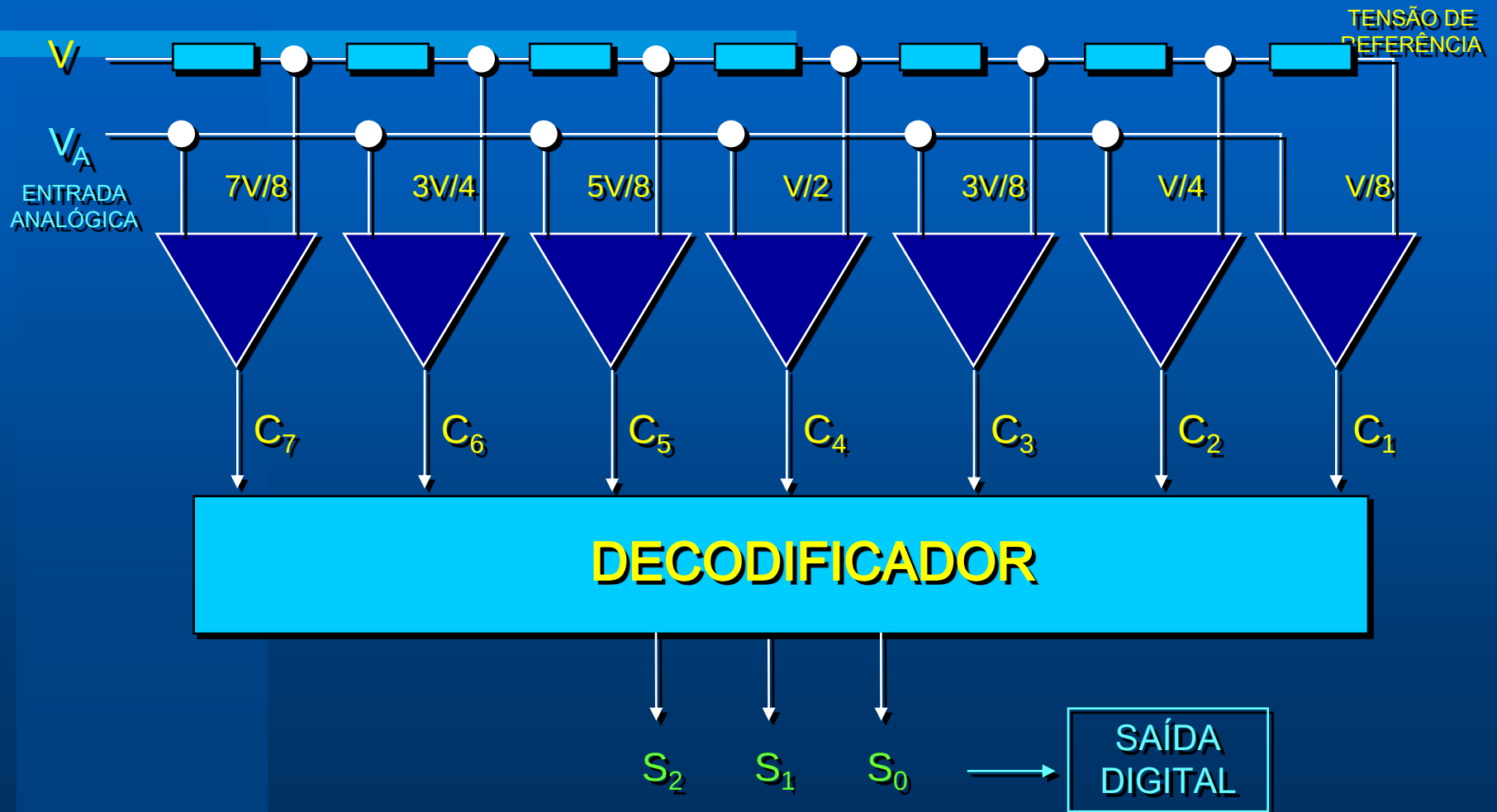


4. Conversor Paralelo (ou tipo “flash”)



TENSÃO DE ENTRADA (V_A)					
	0 a $+V/4$	$+V/4$ a $+V/2$	$+V/2$ a $+3V/4$	$+3V/4$ a $+V$	
SAÍDA DO COMPARADOR	C_1	0	1	1	1
	C_2	0	0	1	1
	C_3	0	0	0	1

4. Conversor Paralelo (ou tipo “flash”)



5. Comparações

TÉCNICA DE CONVERSÃO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	APLICAÇÕES PRINCIPAIS
CONTADOR (RAMPA SIMPLES)	• Simplicidade • Baixo custo	• Lento • Precisão depende do CDA	• Medidores digitais em geral
INTEGRADOR (RAMPA DUPLA)	• Precisão depende de V_{REF} • Capaz de operar com 12 bits (3 dígitos BCD) • boa rejeição ao ruído	• Tempo de conversão ainda grande (~ 10 ms ou mais)	• Multímetros digitais e outros medidores comerciais
APROXIMAÇÃO SUCESSIVA	• Tempo de conversão pequeno: ~ 10 a $20 \mu s$	• Precisão depende muito do CDA interno e seus componentes	• Aquisição de sinais para processamento
PARALELO (FLASH)	• Extrema rapidez (conversão praticamente em tempo real)	• Alto custo	• Digitalização de sinais de alta frequência (vídeo, áudio...)

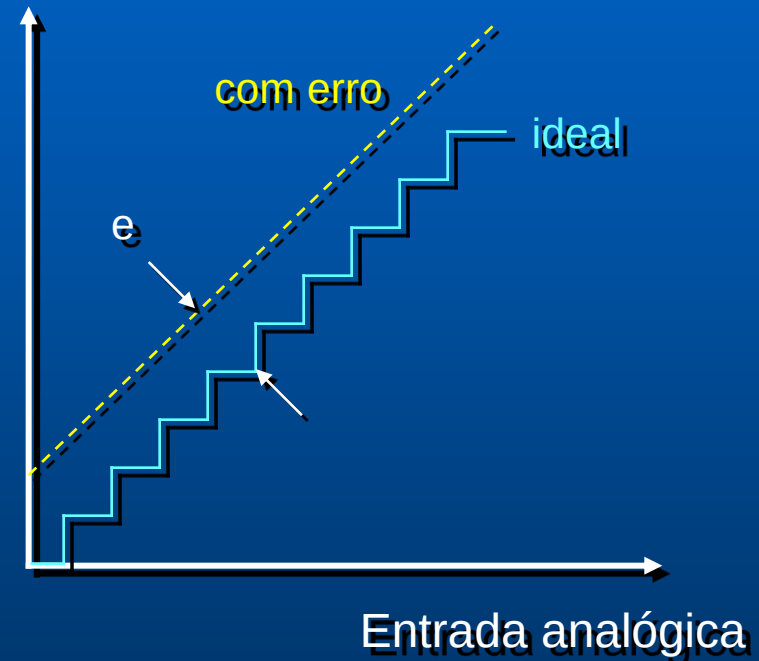
ANÁLISE DE ERROS EM CONVERSORES D/A-A/D

1. Erro de *Off-set*

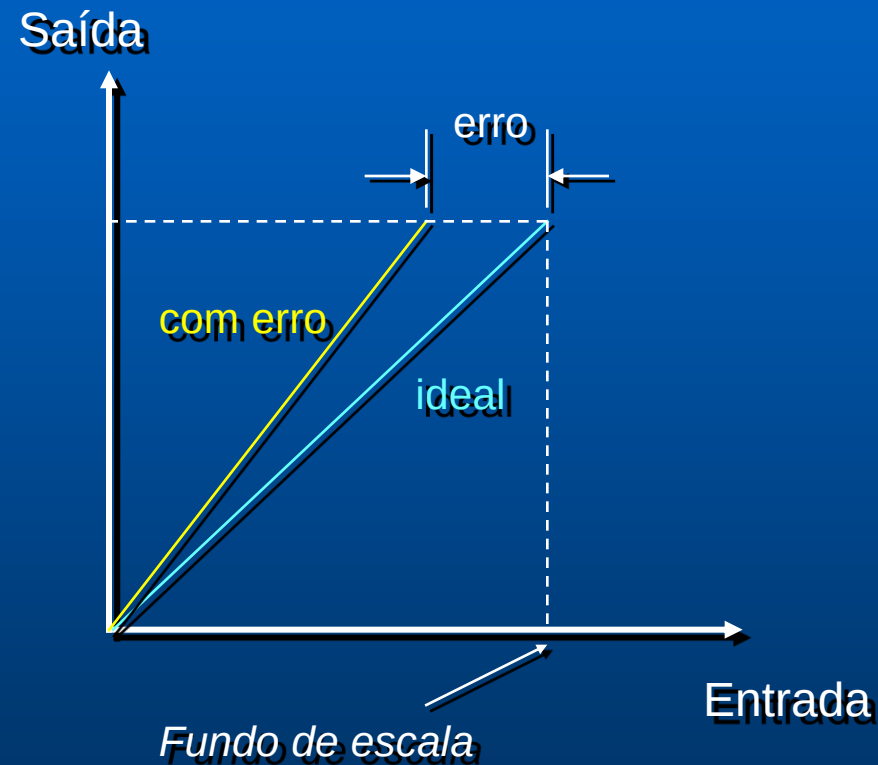
Saída analógica



Saída binária



2. Erro de Ganho



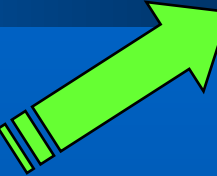
3. Erro de Linearidade

Saída analógica

real

ideal

CONVERSOR D/A



Entrada binária

CONVERSOR A/D



LINEARIDADE INTEGRAL

Saída binária

ideal

desvio máximo

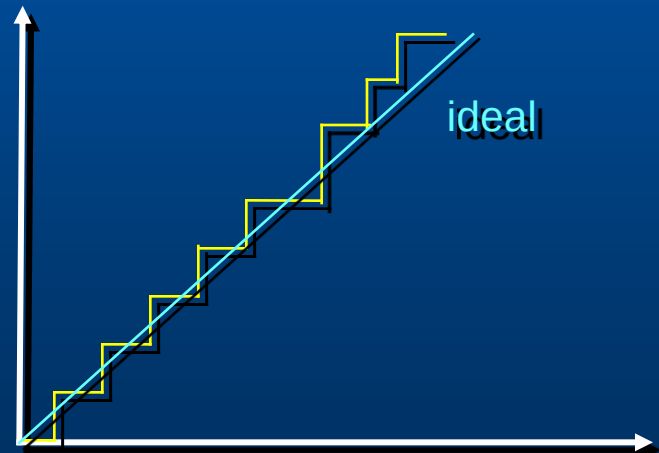
Entrada analógica

LINEARIDADE DIFERENCIAL

Saída binária

ideal

Entrada analógica

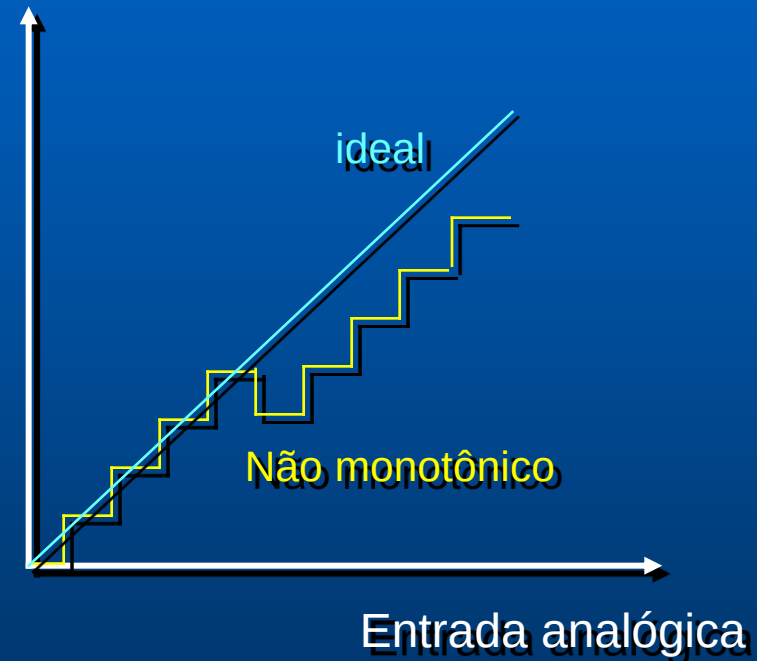


4. Perda de Monotonicidade

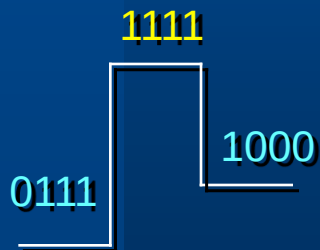
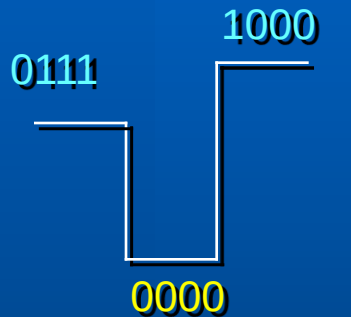
Saída analógica



Saída binária



5. Erro de chaveamento (*glitch*)



6. Perda de código

