

# Conversão AD e DA

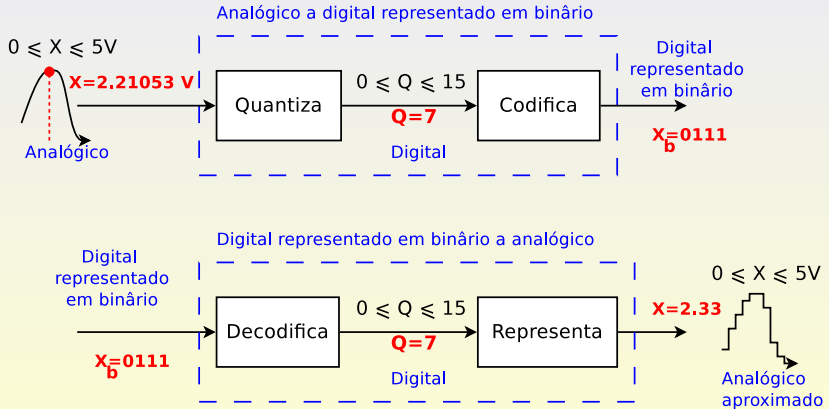
analogico-digital e digital-analogico

Fernando Pujaico Rivera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras

Aula-1 2016

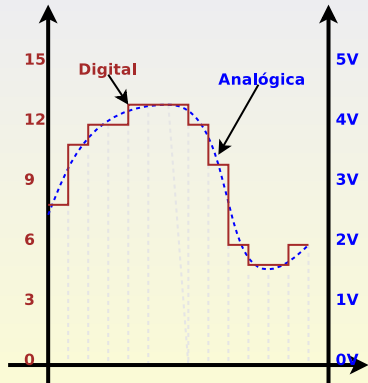
# Conversão entre digital e analógico



# Conversão entre digital e analógico

$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$		$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	
B3	B2	B1	B0	Dec	B3	B2	B1	B0	Dec
1	0	0	0	8	0	0	0	0	0
1	0	0	1	9	0	0	0	1	1
1	0	1	0	10	0	0	1	0	2
1	0	1	1	11	0	0	1	1	3
1	1	0	0	12	0	1	0	0	4
1	1	0	1	13	0	1	0	1	5
1	1	1	0	14	0	1	1	0	6
1	1	1	1	15	0	1	1	1	7

Digital rpresentado em binario



# Conversão entre digital e analógico

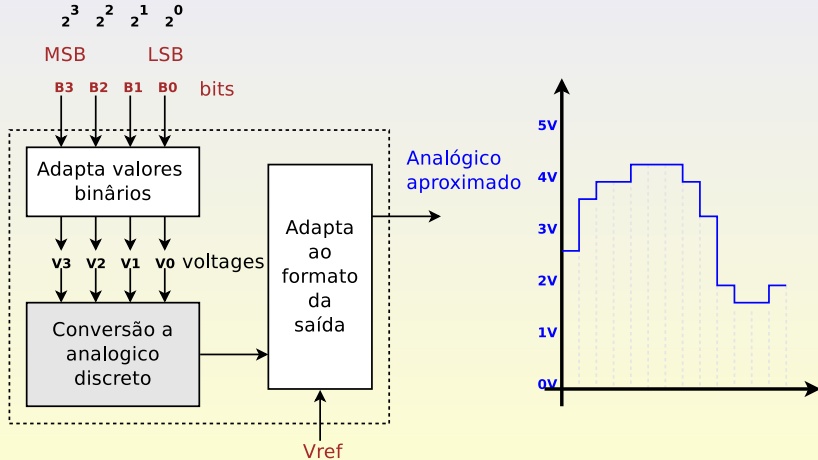
**Resolução porcentual:**  $r = \frac{1}{2^n - 1} 100\%$ . Exemplo: se  $n = 4$  a resolução é de 6.7% do máximo voltagem de saída. Exemplo: se  $n = 12$  a resolução é de 0.024414% do máximo voltagem de saída.

**Exatidão:** Máxima desviação do seu valor esperado. se expressa como porcentagem da saída máxima. Exemplo: Exatidão de  $\pm 0.1\%$  tendo 5V de saída máxima, da um error de 5mV

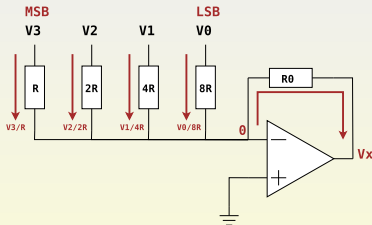
**Linealidade:** Relação lineal entre o sinal digital ( $S_d$ ) e a sinal analógica ( $S_a$ ). É dizer sua relação está dada por  $S_a = K_1 S_d + K_2$

**Tempo de resposta:** Tempo entre que se recebe um dado e este é interpretado.

# Conversão digital-analógico



# Conversão digital-analógico de entrada ponderada



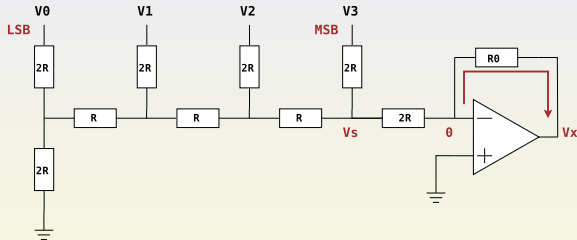
Soma das correntes no nó

$$V_x = -R_0 \frac{(V_0 + 2V_1 + 4V_2 + 8V_3)}{8R}$$

Desvantagens

- Precisa muitos tipos diferentes de resistências.
- Pode trazer erros pela tolerância percentual das resistências.

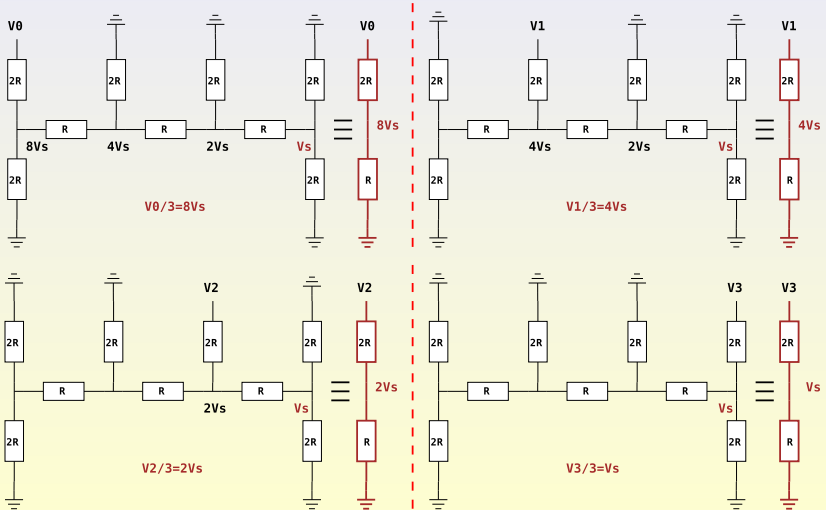
# Conversão digital-analógico com rede tipo R-2R [1]



## Teorema de superposição

$$V_x = -\frac{R_0}{6R} \frac{(2^0 V_0 + 2^1 V_1 + 2^2 V_2 + 2^3 V_3)}{2^3}$$

# Conversão digital-analógico com rede tipo R-2R

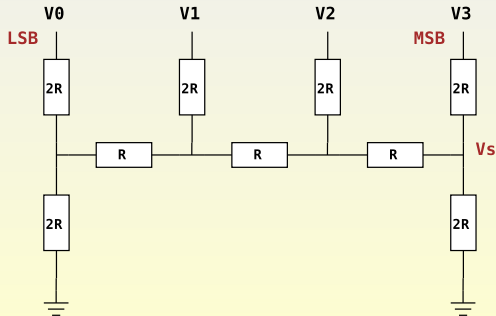




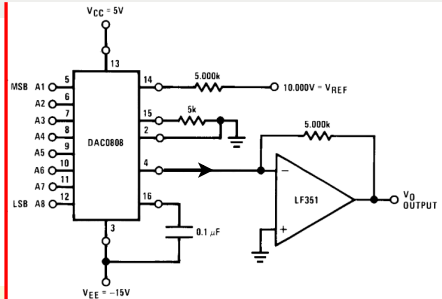
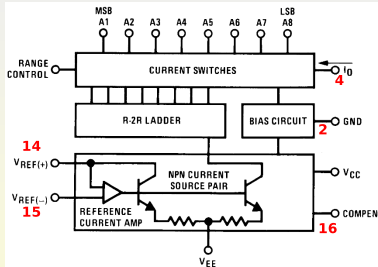
# Conversão digital-analogico com rede tipo R-2R

## Teorema de superposição

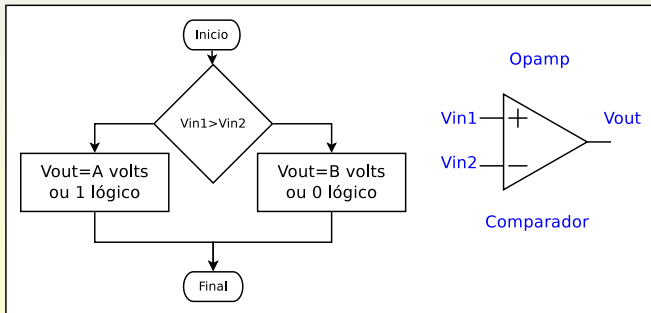
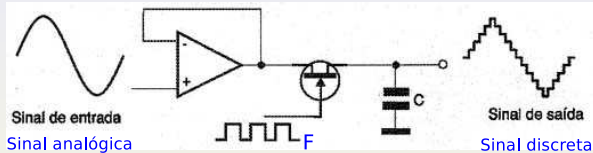
$$V_s = \frac{1}{3} \frac{(2^0 V_0 + 2^1 V_1 + 2^2 V_2 + 2^3 V_3)}{2^3}$$



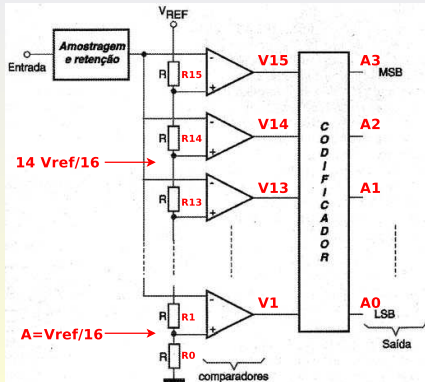
# Conversão digital-analógico DAC0808



# Conversão AD - Amostragem



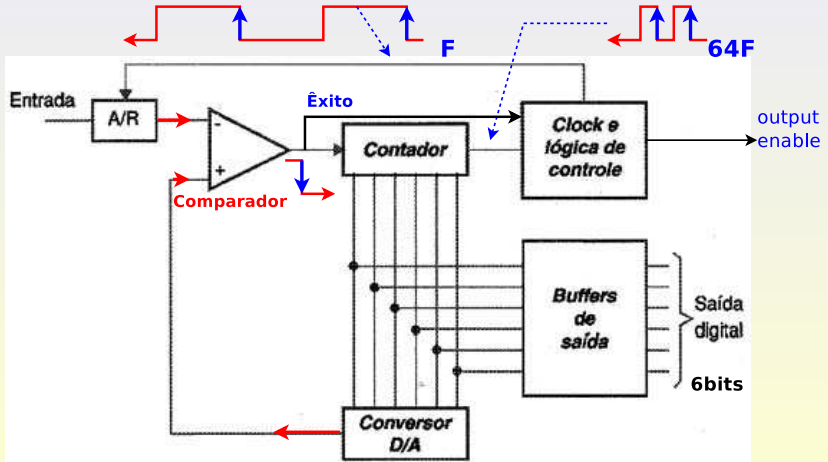
# Conversão AD simultânea (FLASH)



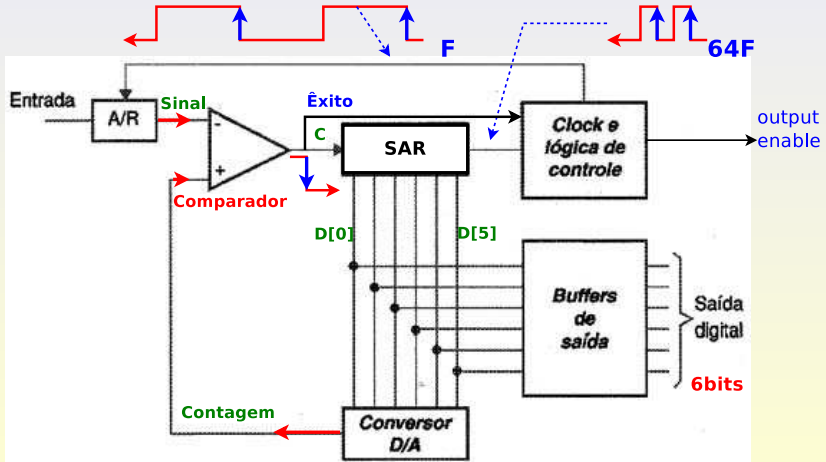
V15	V14	V13	V12	...	V4	V3	V2	V1	Menor que
1	1	1	1	...	1	1	1	1	0 -inf ~ A
1	1	1	1	...	1	1	1	0	1 A ~ 2A
1	1	1	1	...	1	1	0	0	2 2A ~ 3A
1	1	1	1	...	1	0	0	0	3 3A ~ 4A
1	1	1	1	...	0	0	0	0	4 4A ~ 5A
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	1	1	0	...	0	0	0	0	12 12A ~ 13A
1	1	0	0	...	0	0	0	0	13 13A ~ 14A
1	0	0	0	...	0	0	0	0	14 14A ~ 15A
0	0	0	0	...	0	0	0	0	15 15A ~ +inf

Exemplo: Codifica a BCD

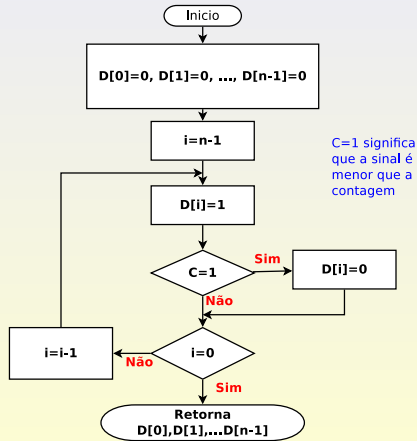
## Conversão AD por contador (Rampa)



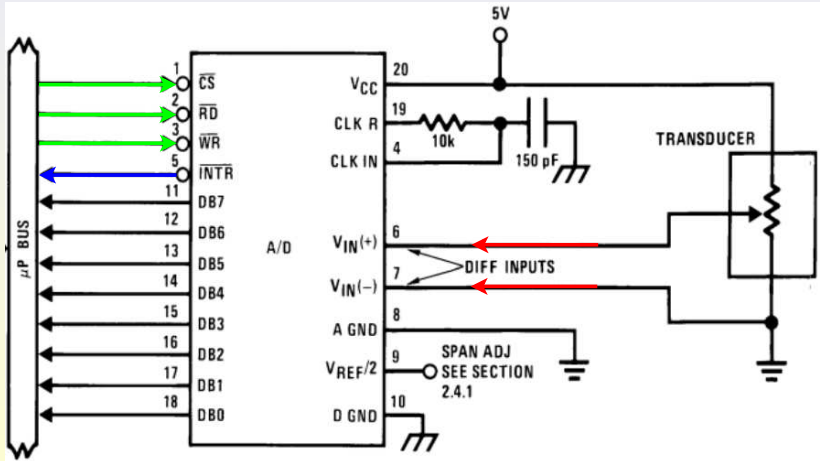
# Conversão AD por aproximações sucessivas (SAR)



# Conversão AD por aproximações sucessivas (SAR)

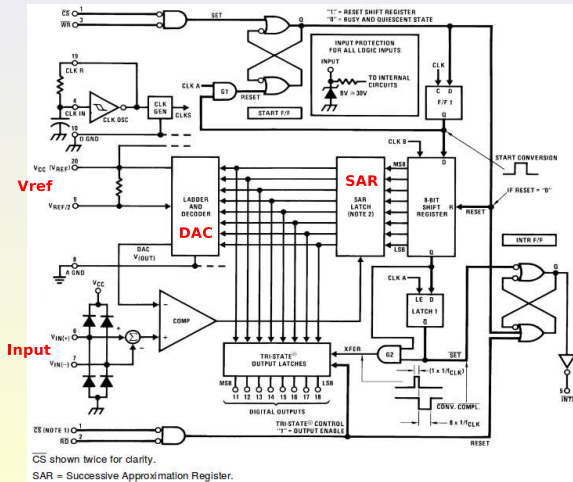


# Conversão analógico-digital ADC8004





# Conversão analógico-digital ADC8004



# References I

- [1] Robert L Boylestad and Louis Nashelsky. *Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos*, volume 8. Pearson Prentice Hall, 2004.