

## 01

$$(2^4 + 2^2) \cdot K = 10 \text{ mA} \Rightarrow K = 0.5 \text{ mA}$$
$$I_{OUT} = (2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^0) \cdot K = 14.5 \text{ mA}$$

## 02

$$(2^1 + 2^4 + 2^5) \cdot K = 1 \text{ V} \Rightarrow K = 20 \text{ mV}$$
$$A_{fs} = (2^8 - 1) \cdot K = 5.1 \text{ V}$$

## 03

$$2^0 \cdot K = 0.2 \text{ V} \Rightarrow K = 0.2 \text{ mV}$$
$$V_{OUT} = (2^5 - 1) \cdot K = 6.2 \text{ V}$$

A resolução é de 0.2 V. O sinal tipo escada terá cada degrau com tamanho de 0.2 V e um valor máximo de 6.2 V.

## 04

$$A_{fs} = (2^7 - 1) \cdot K = 102.3 \text{ V}$$
$$Res[\%] = \frac{0.1}{102.3} \cdot 100\% = 0.097\%$$

## 05

A partir das fórmulas do slide 9 da Aula 19 podemos concluir que:

$$Res[\%] = \frac{1}{2^N - 1} \cdot 100\%, \text{ onde } N \text{ é o número de bits.}$$

A resolução percentual com relação ao amplificador deve ser  $Res[\%] \leq \frac{2}{1000} \cdot 100\% = 0.2\%$ . Assim, no caso do conversor D/A teremos:

$$0.2\% \geq \frac{1}{2^N - 1} \cdot 100\% \Rightarrow 2^N \geq 501$$

Portanto, devemos ter pelo menos 9 bits para obter uma resolução mínima que permite que o valor da velocidade do motor esteja no máximo a 2 rpm da velocidade desejada.

## 06

Esse conversor possui uma resolução de  $K = \frac{2.55 \text{ V}}{2^8 - 1} = 0.01 \text{ V}$ . Assim, o valor convertido pode diferir no máximo em 0.01 V com relação ao valor original. Entretanto, devemos considerar também o erro atribuído ao componente, que é de  $A_{fs} \cdot 0.1\% = 0.00255 \text{ V}$ . Assim, o valor final pode diferir, na verdade, em até 0.01255 V do valor final.

## 07

a.

$$\frac{6}{0.04} = 150 = (10010110)_b$$

**b.**

$$\frac{6.035}{0.04} = 150.875$$

Como o valor da contagem que define o valor digital é sempre maior que o valor de entrada, temos que a saída digital será  $151 = (10010111)_b$ .

**c.**

O período do clock em questão é de  $T = \frac{1}{2.5 \text{ MHz}} = 400 \text{ ns}$ . Assim, o tempo máximo de conversão, que ocorre quando a contagem chega até o valor máximo  $(11111111)_b = 255$  é  $T_{MAX} = 255 \cdot 400 \text{ ns} = 102 \mu\text{s}$  e o tempo médio de conversão, igual à metade do tempo máximo, é  $T_{MED} = 51 \mu\text{s}$ .

## 08

**a.**

Como o conversor realiza uma amostragem a cada  $\frac{1}{360} \text{ s}$  e um ciclo da onda dura  $\frac{1}{60} \text{ s}$ , temos, portanto, 6 amostras por ciclo.

**b.**

A quantização converte cada ponto amostrado em um valor digital; assim, ocorrem seis quantizações por ciclo.

**c.**

$$Res[\%] = \frac{1}{2^4 - 1} \cdot 100\% = 6.67\%$$

**d.**

Cada quantização converte o sinal amostrado em um sinal digital que difere em até  $A \cdot Res[\%] = 10 \cdot 6.67\% = 0.667 \text{ V}$  do sinal amostrado, sendo esse, portanto, o valor de um nível de quantização para esse sinal.

**e.**

$t$ [ms]	$V_a$ [V]	$V_q$ [V]
0	8.66	8.67
2.78	8.66	8.67
5.56	0	0
8.33	-8.66	-8.67
11.11	-8.66	-8.67
13.89	0	0