

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Paraíba (IFPB).

Disciplina: Microprocessadores e microcontroladores.

Professor: Fagner de Araujo Pereira.

Aluno (a): _____

Exercício avaliativo 3 – (Peso 50 pontos)

1. Qual a maior tensão de saída de um conversor DAC de 12 bits que fornece 2,8V para uma entrada digital de 0xABC?

A relação entre entrada e saída no conversor DAC é linear, logo, pode-se usar “regra de três” para se determinar o valor de saída como segue:

0xABC = 2748

$$2748 \rightarrow 2,8$$

$$4095 \rightarrow V_{out}$$

$$V_{out} = 4,17V$$

2. Um conversor ADC é utilizado para converter um sinal analógico de um sensor de pressão hidráulica que é capaz de medir uma faixa de pressão de 10 a 60 m.c.a. (metros de coluna de água). Nessa faixa, o sensor fornece um sinal que varia linearmente de 1V a 4V. Se o conversor AD utilizado é de 12 bits com entrada que pode variar de 0 a 5V, qual o valor da pressão medida quando o código de saída do conversor é 0x9D4?

A 10 m.c.a., o código de saída C do conversor é definido como:

$$C = \frac{1}{5} * 4095 = 819$$

A 60 m.c.a., o código de saída C do conversor é definido como:

$$C = \frac{4}{5} * 4095 = 3276$$

Assim, a relação entre a pressão P e o código de saída C é definida como:

$$\frac{P - 10}{60 - 10} = \frac{C - 819}{3276 - 819}$$

Isto é:

$$P = \frac{50C - 40950}{2457} + 10$$

Para C = 0x9D4 = 2516, temos:

$$P = \frac{50(2516) - 40950}{2457} + 10 = 44,53 \text{ m. c. a.}$$

3. Um conversor ADC deve ser usado para fazer a leitura de um joystick analógico que fornece tensões de 0 a 3,3V. A leitura do joystick deve ser utilizada para controlar, por meio de um sinal PWM, a posição do eixo de um servomotor que pode variar de 0 a 180°. Quantos bits, **no mínimo**, o conversor ADC deve possuir para permitir variações de posição a cada 2°?

Na faixa de 0 a 0 a 180°, para termos uma resolução de 2°, devemos ter uma quantidade de $180^\circ / 2^\circ = 90$ larguras de pulso diferentes. Dessa forma, precisamos ter uma resolução do conversor ADC de pelo menos 90 níveis de tensão.

Usando a expressão que define a quantidade de níveis Q_n de um conversor em função do número de bits, temos:

$$Q_n = 2^n$$

$$90 = 2^n$$

$$n = \log_2 90 = 6,49$$

O que determina uma quantidade mínima de 7 bits.

4. Um sensor fornece em sua saída uma tensão analógica que varia segundo à expressão $v_o = 1,5 + 0,0375T$, onde v_o é a tensão de saída e T é a temperatura medida em °C. O conversor A/D de 12 bits do microcontrolador STM32F407, estudado em sala, é usado para converter o sinal desse sensor para o posterior processamento digital. Nesse contexto, responda às seguintes questões:

a) Qual a faixa de temperatura possível de ser medida utilizando apenas o sensor?

A faixa de temperatura possível de ser medida é aquela na qual o sensor fornece tensão dentro dos parâmetros do conversor, isto é, de 0 a 3,3V. Assim, como a função v_o é linear, basta calcular o valor de T nos limites 0 e 3,3V. Logo:

$$\begin{aligned} 0 &= 1,5 + 0,0375T \therefore T = -40 \text{ °C} \\ 3,3 &= 1,5 + 0,0375T \therefore T = 48 \text{ °C} \end{aligned}$$

Assim, a faixa é definida como de -40 °C a +48 °C.

b) Qual a expressão que fornece a temperatura lida pelo sensor para um dado valor de saída do conversor AD?

A expressão pode ser obtida da seguinte relação, onde C é o código de saída do conversor:

$$C/4095 = T + 40 / (48 + 40) \therefore T = (88C/4095) - 40$$

c) Qual o código de saída do conversor AD quando a temperatura é de 40°C?

Usando a expressão do item (b) com $T=40$, obtemos $C=3723$.

d) Qual o código de saída do conversor AD quando a temperatura é de 55°C?

Usando a expressão do item (b) com $T=55$, obtemos $C=4421$. Porém, esse valor é maior que o valor máximo de saída do conversor AD. Logo, ocorrerá a saturação do conversor e ele deverá apresentar em sua saída o valor máximo de 4095.

e) Qual a temperatura medida quando o código de saída for 0b10101010?

Usando a expressão do item (b) com $C=170$, obtemos $T=-36,35 \text{ °C}$

5. O diagrama abaixo mostra uma implementação prática de um conversor ADC na qual um contador de década é usado para contar até que sua representação digital seja proporcional à tensão analógica de entrada.

a) Explique a função do Conversor D/A dentro do conversor A/D.

O conversor DA fornece uma tensão analógica proporcional ao código fornecido pelo contador de década que será usada como base de comparação com a tensão analógica de entrada.

b) Explique a função do circuito comparador.

Compara a tensão analógica de entrada com a tensão fornecida pelo conversor DA. O sinal de saída é usado como sinal de gatilho para encerrar o processo de conversão.

c) Explique em que condições ocorre a transição da saída do comparador de 1 para 0.

Quando a tensão analógica fornecida pelo conversor DA for ligeiramente maior que a tensão analógica de entrada, encerrando o processo de conversão.

d) Explique qual é o propósito dos *flip-flops* tipo D.

Manter as saídas do conversor AD (ABCD) estáveis durante o próximo ciclo de conversão, já que as saídas do contador de década irão mudar enquanto o sinal for convertido.

