

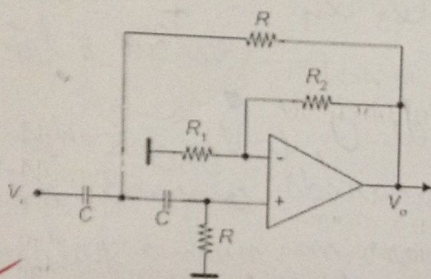
1º Teste de Instrumentação Médica
Mestrado Integrado Engenharia Biomédica

Nome: _____
Número: _____

1-Há vários sensores biomédicos para a medição da temperatura. Para os 4 tipos indicados na tabela e para cada parâmetro coloque uma cruz no espaço vazio se é aplicável para aquele tipo de sensor.

	Usa material absorvente de IV	Linear	Semicondutor	R baixa quando T aumenta	Precisa de uma T de referência
RTD		X			
Termopar				X	
Termistor			X		X
Termómetro radiação	X		X		

2-Na Figura está representado um filtro de 2ª ordem com ganho K, com $R=1/\pi \text{ k}\Omega$, $R_1=1 \text{ k}\Omega$, $R_2=2 \text{ k}\Omega$, $C=1 \mu\text{F}$.



$$H(jf) = -\frac{K\left(\frac{f}{f_0}\right)^2}{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2 + \left(\frac{1}{Q}\right) \times \left(\frac{f}{f_0}\right)}$$

com $K=1+R_2/R_1$ e $Q=3-K$

a) Qual é o tipo de filtro? Justifique.

É um filtro passa alto de 2ª ordem, uma vez que o condensador se encontra à entrada do Vin, não deixando passar baixas frequências. Por exemplo para uma V_{in} apenas com componente DC, o condensador comporta-se como circuito aberto.

b) Calcule a frequência central f_0 e o Q.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi R_1 C} = \frac{1}{2\pi \times 1 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-6}} = 500 \text{ Hz}$$

c) Qual a consequência para o circuito com o Q obtido?

Um Q infinito é negativo para o circuito

d) Determine a resposta $V_o(t)$ do filtro para $R=1/\pi \text{ k}\Omega$, $R_1=R_2=1 \text{ k}\Omega$, para um sinal de entrada $V_i(t)=1+\sin(1000\pi t)$.

$$K = 1 + \frac{1000}{1000} = 2$$

$$Q = 3 - 2 = 1 \Rightarrow Q = 1$$

$$H(jf) = -\frac{K\left(\frac{f}{f_0}\right)^2}{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2 + \left(\frac{1}{Q}\right) \times \left(\frac{f}{f_0}\right)} = -\frac{2\left(\frac{500}{500}\right)^2}{1 - \left(\frac{500}{500}\right)^2 + \left(\frac{1}{1}\right) \times \left(\frac{500}{500}\right)} = \frac{-2}{1} = -2$$

$\angle = +90^\circ$

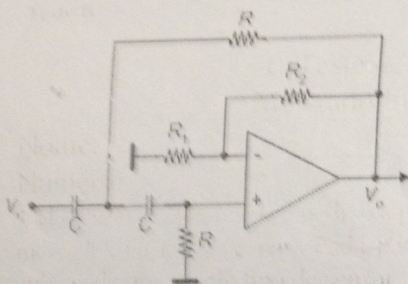
$V_o = \dots$

Nome: [redacted]
Número: [redacted]

1-Há vários sensores biomédicos para a medição da temperatura. Para os 4 tipos indicados na tabela e para cada parâmetro coloque uma cruz no espaço vazio se é aplicável para aquele tipo de sensor.

	Usa material absorvente de IV	Linear	Semicondutor	R baixa quando T aumenta	Precisa de uma T de referência
RTD		×	✓		×
Termopar			×	✓	
Termistor					
Termômetro radiação	×	✓			

2-Na Figura está representado um filtro de 2ª ordem com ganho K, com $R=1/\pi \text{ k}\Omega$, $R_1=1 \text{ k}\Omega$, $R_2=2 \text{ k}\Omega$, $C=1 \mu\text{F}$.



$$H(jf) = -\frac{K\left(\frac{f}{f_0}\right)^2}{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2 + \left(\frac{j}{Q}\right) \times \left(\frac{f}{f_0}\right)}$$

com $K=1+R_2/R_1$ e $Q=3-K$

a) Qual é o tipo de filtro? Justifique.

Filtro passa-alto de 2ª ordem, visto que a realimentação se faz através de uma resistência. Além disto, através de $H(jf)$

b) Calcule a frequência central f_0 e o Q.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \times \frac{1}{\pi} \times 10^{-3} \times 10^{-6}} = 500 \text{ Hz}$$

$$Q = \frac{1}{3-K} = \frac{1}{3-3} = \infty$$

c) Qual a consequência para o circuito com o Q obtido?

Atenuação de passagem é nula.

d) Determine a resposta $V_o(t)$ do filtro para $R=1/\pi \text{ k}\Omega$, $R_1=R_2=1 \text{ k}\Omega$, para um sinal de entrada $V_i(t)=1+\sin(1000\pi t)$.

$$K = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{1\text{k}}{1\text{k}} = 2$$

$$Q = \frac{1}{3-K} = \frac{1}{3-2} = 1$$

$$2\pi f = 1000\pi$$

$$f = 500 \text{ Hz}$$

Como R e C se mantiveram:

$$f_0 = 500 \text{ Hz}$$

$$H(jf) = \frac{-2 \times 1^2}{1 - 1^2 + j \times 1} = \frac{-2}{j} = -\frac{2j}{j^2} = 2j$$

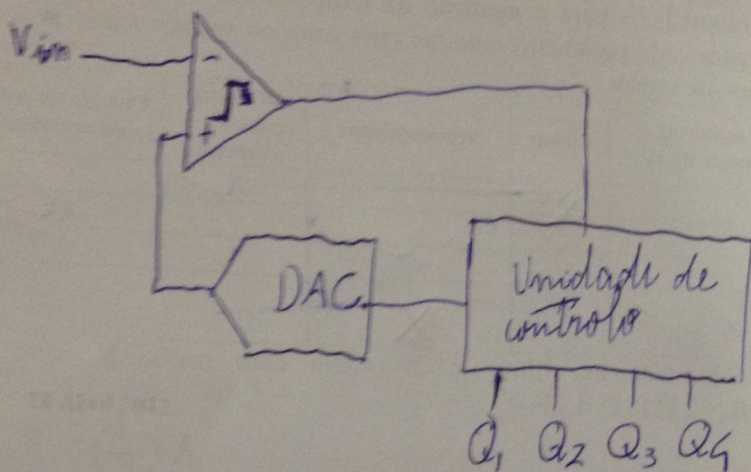
$$|H(jf)| = 2$$

$$\angle H(jf) = +90^\circ$$

$$V_o(t) = 2\sin(1000\pi t + \frac{\pi}{2})$$

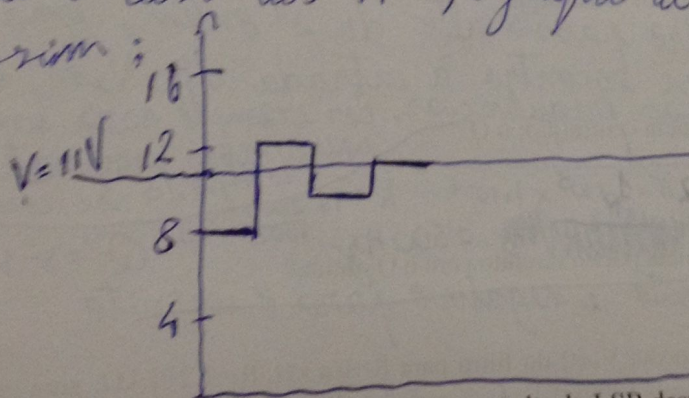
(componente de eliminada, pois é um passa alto)

- 3- Considere o conversor Analógico-Digital de Aproximações Sucessivas com 4 bits de resolução para uma tensão de fim de escala de 16 Volts.
- a) Explique o funcionamento deste conversor para $V_{in}=11\text{ V}$ fazendo um desenho esquemático e o papel de cada um dos componentes.



O comparador compara a V_{in} com a tensão do DAC que é controlado pela unidade de controle. Se $V_{DAC} > V_{in}$ então o bit a ser

averiguado toma o valor de 0, e se $V_{DAC} < V_{in}$, então toma o valor de 1. O comparador compara então a V_{in} com o V_{DAC} , resultando assim numa palavra binária. Para o caso dos 11 V, o gráfico de aproximações seria assim:



1	0	1	1
---	---	---	---

- b) Em termos de resolução quanto é o valor em volts do LSB deste ADC?

$$V_{min} = 2^{-N} \times FS = 2^{-4} \times 16 = 1\text{ V}$$

- c) Quais são os componentes que limitam a resolução deste conversor?

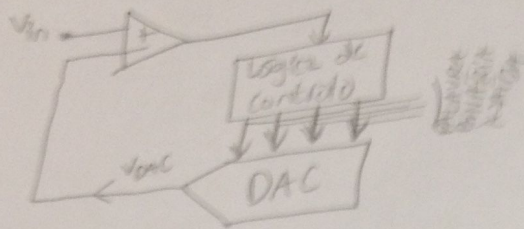
São o comparador e o V_{ref}

- d) Se a aplicação fosse em processamento sinal rápido, usaria este ADC? Justifique.

Não, uma vez que tem um tempo de processamento lento. Cada bit é calculado ao longo do tempo, dependendo da frequência com que entra o sinal. É utilizado o n.º de bits a calcular. Usaria, assim, o conversor flash.

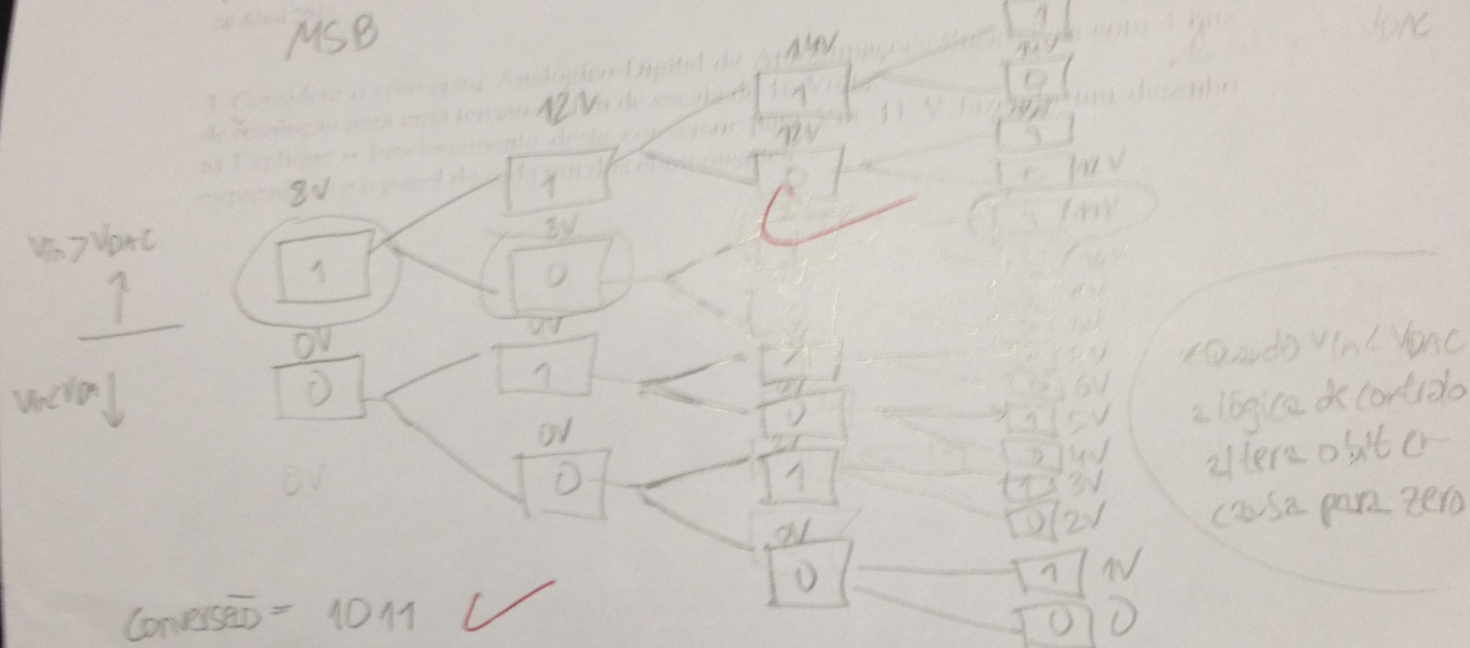
28 Abril 2015

3- Considere o conversor Analógico-Digital de Aproximações Sucessivas com a seguinte resolução para uma tensão de fim de escala de 10 Vrms:
a) Esquematize o funcionamento deste conversor para $V_{in}=11\text{ V}$ fazendo um desenho esquemático e o papel de cada um dos componentes.



A conversão dá-se de MSB para LSB. Inicialmente, a lógica de controlo coloca o MSB a 1 "1000", valor comparado a V_{in} . O DAC converte este 1 para V_{DAC} e esta tensão é comparada com V_{in} . Como $V_{in} > V_{DAC}$, o MSB mantém-se a 1 e o ciclo repete-se para os outros 3 bits.

O esquema reproduz as operações tomadas para $V_{in}=11\text{ V}$.



0,5 b) Em termos de resolução quanto é o valor em volts do LSB deste ADC?

$$LSB = \frac{FS}{2^N} = \frac{16}{2^4} = 1\text{ V} \quad \checkmark$$

1 c) Quais são os componentes que limitam a resolução deste conversor?
 Comparador e DAC.

1 d) Se a aplicação fosse em processamento sinal rápido, usaria este ADC? Justifique.

Não, visto que o tempo de conversão é médio. Usaria um ADC do tipo Flash, caracterizado por um processamento rápido e que tipicamente pode atingir até 5/6 bits.