

- 1a) Os amplificadores tipo chopper tem especificações para a tensão de offset, para a taxa de variação do offset com a temperatura, e para o fator de rejeição em modo comum superiores às de um amplificador operacional de precisão
- 2d) Interruptores analógicos discretos são frequentemente realizados com relé de Reed. Interruptores analógicos em circuito integrado são realizados em tecnologia MOSFET e JFET
- 3a) O resultado da amostragem do sinal no domínio dos tempos é um espectro periódico no domínio das frequências com um período igual à taxa de amostragem. Para afastar as réplicas do espectro e evitar a sua sobreposição que dá origem a que frequências elevadas tomem a identidade de componentes de menor frequência (fenómeno de aliasing) deve-se aumentar a frequência de amostragem
- 4a) Num barramento GP2B pode haver um locutor (talker) e um ou vários ouvintes (listeners) activos. Se estiver mais do que um locutor activo simultaneamente há perda de informação

5a) Quer o amplificador operacional quer o amplificador de instrumentação tem entradas diferenciais, elevada impedância de entrada, impedância de saída baixa. No entanto o amplificador de instrumentação (frequentemente realizado com 3 amp. operacionais) tem especificações de offset, fator de rejeição de modo comum, melhores do que 1 OPAMP. Tem também um ganho preciso, normalmente programável.

5b) O ganho de modo comum é a tensão de saída dividida pelo valor da tensão comum às duas entradas (média) de um amplificador diferencial

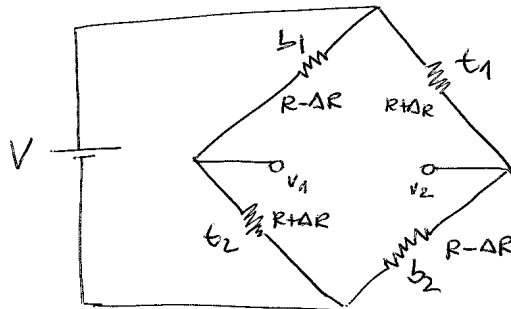
O ganho diferencial é a tensão de saída dividida pelo valor da diferença das tensões nas duas entradas

5c) Ruído branco (térmico) tem uma densidade espectral de potência constante, isto é independente da frequência.

Ruído $1/f$ tem uma densidade espectral proporcional

a $1/f$: $v^2(f) = K \frac{1}{f}$ onde K é uma constante de proporcionalidade dependente da tecnologia

6a)



$$6b) \quad V_0 = V_1 - V_2 = \left(\frac{R + \Delta R}{R + R + R - \Delta R} - \frac{R - \Delta R}{R + R + R - \Delta R} \right) V$$

$$V_0 = \left(\frac{R + \Delta R}{2R} - \frac{R - \Delta R}{2R} \right) V$$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{\Delta R}{R} V$$

$V_0 = \frac{V}{R} \Delta R$. V_0 é proporcional a ΔR , logo este circuito é linear (V_0 cresce linearmente com ΔR)

$$6c) \quad \frac{\Delta R}{R} = G \left(\frac{\Delta L}{L} \right) ; \quad \frac{\Delta L}{L} = k \text{ mg}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = G k \text{ mg}$$

$$V_0 = \frac{\Delta R}{R} V = G k \text{ mg} V$$

$$\therefore k = \frac{V_0}{G \text{ mg} V} = \frac{10^{-3} \text{ V}}{2 \times 1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 1 \text{ V}}$$

$$k = 5 \times 10^{-5} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ s}^2$$

7a) um ADC de aproximações sucessivas de 12 bits faz 12 comparações para realizar uma conversão, independente do valor da tensão de entrada.

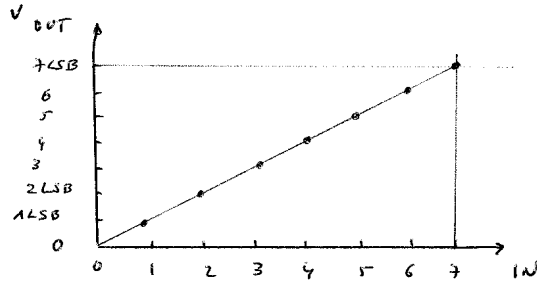
Sabendo que a frequência do relógio é $f = 1 \text{ MHz}$

$T = \frac{1}{f} = 1 \mu\text{s}$, o conversor demora exactamente $12 \mu\text{s}$

a realizar uma conversão

751)

$$1 \text{ LSB} = \frac{V_{REF}}{2^n} = \frac{4}{2^3} = 0.5 \text{ V}$$



converter ideal

$$V_{out}(\text{min}) = 0 \text{ V}$$

$$V_{out}(\text{max}) = 7 \text{ LSB} = 7 \times 0.5 \text{ V} = 3.5 \text{ V}$$

$$V_{offset} = V_{out}(\text{min})_{\text{real}} - V_{out}(\text{min})_{\text{ideal}} = 0.011 \text{ V} = 11 \text{ mV}$$

$$\text{ganho ideal} = \frac{V_{out1} - V_{out2}}{I_{N1} - I_{N2}} = \frac{7 \text{ LSB} - 0 \text{ LSB}}{7 - 0} = \frac{3.5 \text{ V}}{7} = 0.5 \text{ V}$$

$$\text{ganho real} = \frac{3.489 - 0.011}{7 - 0} = \frac{3.48}{7} = 0.4971 \text{ V}$$

$$\text{erro de ganho} = \text{ganho real} - \text{ganho ideal} = \frac{3.48 - 3.5}{7} = \frac{-0.02 \text{ V}}{7}$$

752)

$$V_{out} = \frac{3.48}{7} I_N + 0.011 \quad = -2.857 \text{ mV}$$

$V_{out} \text{ real}$	0.011	0.505	1.002	1.501	1.996	2.495	2.996	3.491
$V_{out} \text{ ideal}$	0.011	0.5081	1.0053	1.502	1.9996	2.4967	2.9939	3.494

INL errors = diferença entre valor real e valor ideal

$$\text{INL errors} = \{ 0, -0.0031, -0.0033, -0.001, -0.0036, -0.0017, 0 \}$$

$$\text{INL} = \text{Máx} \{ \text{INL errors} \} = -0.0036 \text{ V} = -0.007 \text{ LSB}$$

1.1.11 27.05.07 2000 4

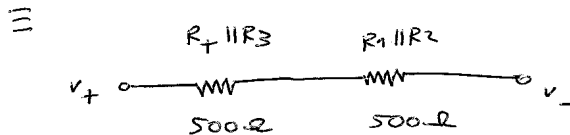
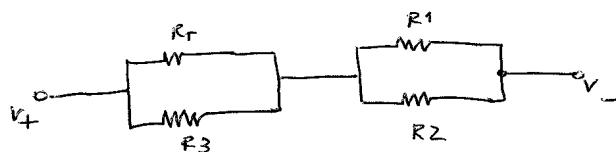
$$\text{DNL erros} = (\text{diferença entre códigos adjacentes}) - 1 \text{LSB} \quad (= 0.5V)$$

dos valores reais

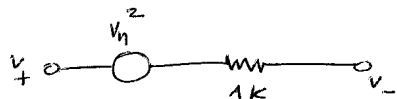
$$\text{DNL erros} = \{-0.006, -0.003, -0.001, -0.005, -0.009, +0.001, -0.008\}$$

$$\text{DNL} = \text{Max} \{ \text{DNL erros} \} = -0.005V = -0.01 \text{LSB}$$

8a) circuito equivalente para cálculo da resistência entre V_+ e V_-



circuito equivalente para ruído



$$V_n^2 = 4 k_B T R B_w$$

$$= 1.69 \times 10^{-20} \times 1 \times 10^3 \times \frac{\pi}{2} \times 1 \times 10^6 \text{ V}^2$$

$$= 2.65 \times 10^{-11} \text{ V}^2 = 26.5 \times 10^{-12} \text{ V}^2$$

$$V_n = 5.14 \times 10^{-6} \text{ V} = 5.14 \mu\text{V}$$

$$V_n (\text{PICO}) = \sqrt{2} \times 5.14 \mu\text{V} = 7.2 \mu\text{V} \quad \text{instr } 20.05.07.2000 \quad 5$$

$$\text{Sens. Sibilidade} = \frac{1}{1051 - 27} = \frac{1}{1024}$$

A 27 C $V_0 = 0 \text{ V}$

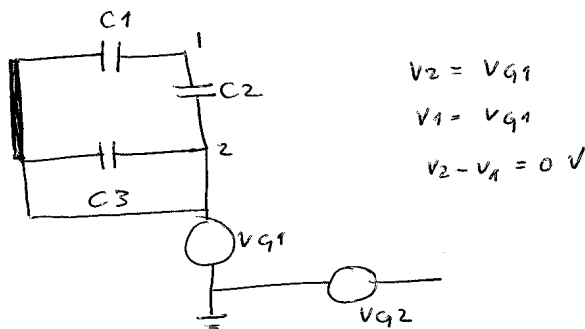
A 1051 C $V_0 = 0.49 \text{ V}$

logo a resolucao pretendida e'

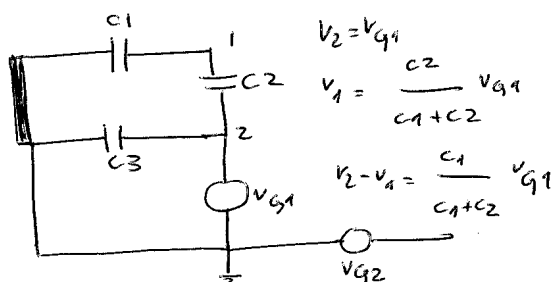
$$\text{resolucao} = \frac{0.49 \text{ V}}{1024} = 478.5 \mu\text{V}$$

Considera: o ruido e' a penas 7.2 μV logo e' claramente possivel obter a resolucao pretendida

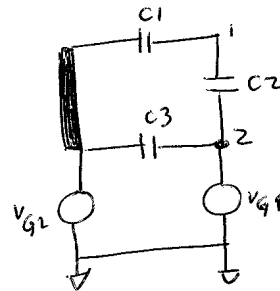
9) Ligacao A ou C (sao equivaletas)



Ligacao B



Ligacao D



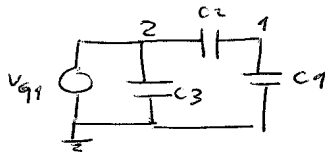
Ligamos D (continua)

(princípio da sobreposição)

Só V_{G1} (V_{G2} curto-circuito)

$$v_2 = V_{G1}$$

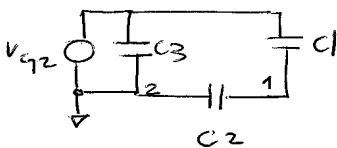
$$v_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} V_{G1}$$



Só V_{G2} (V_{G1} curto-circuito)

$$v_2 = 0$$

$$v_1 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_{G2}$$

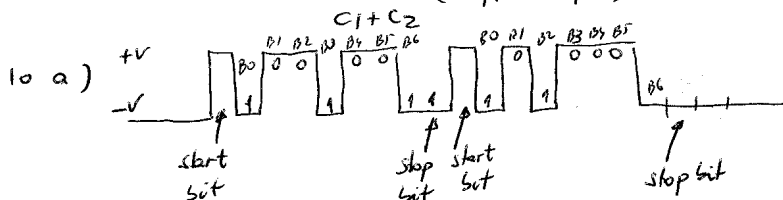


$$v_2 \text{ total} = V_{G1}$$

$$v_1 \text{ total} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} V_{G1} + \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_{G2}$$

$$\text{logo } v_2 - v_1 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_{G1} - \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_{G2}$$

$$= \frac{C_1}{C_1 + C_2} (V_{G1} - V_{G2})$$



1º caracter $1001001_2 = 49_{10}$

2º caracter $1000101_2 = 45_{10}$

10 b) 9 bits/caracter $\rightarrow \frac{0.104167 \text{ ms}}{9 \text{ bits}} = 1.1574 \times 10^{-3} \text{ s/bit}$

band rate = $86 \text{ kbit/s} = 86 \text{ kbaud}$ instr ex 0507200 7