

# Relatório 4: Medidas com Osciloscópio

Ana Livia Viscondi Silva - RA 173183

Pedro Sader Azevedo - RA 243245

Yuan Shi Ki - RA 195766

## 1. TEXTO PRINCIPAL

Neste experimento, vamos utilizar 4 circuitos diferentes para compreender o funcionamento e as medidas do osciloscópio. Cada circuito será ligado a um gerador de função e as curvas de tensão por tempo produzidas pelos componentes principais de cada circuito serão analisadas utilizando o mencionado osciloscópio, ou seja tempo (s) e frequência do gerador de função (Hz) são as variáveis independentes e tensão (V) é a variável dependente.

Começaremos falando do Divisor resistivo, que é um circuito formado por uma fonte geradora de tensão e dois resistores (R1 e R2) ligados em série entre si e um conectado paralelamente a um outro circuito que demande uma tensão menor que a tensão da fonte (o gerador foi ajustado com frequência para 100Hz e a amplitude para 2V). Ademais, o resistor R1 foi colocado entre os canais 1 e 2 do e o R2 entre a fonte e o canal 2 do osciloscópio para medição. Assim, conseguimos medir os dados da Tabela 1 que comparados a previsão usando a equação:

$$V_{saída} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{fonte}; \quad (1)$$

Para os resistores  $R_1=4,680k\Omega$  e  $R_2=0,987k\Omega$  conseguimos uma tensão de saída  $V_{saída} = 0,355V$  igual à medida pelo osciloscópio. Contudo, ao medirmos com o multímetro obtivemos dados diferentes e para comparar eles usamos a medida do canal 1 de cada e prevemos a medida do canal 2 (Tabela 3) usando a equação 1 e elas mostram que a incerteza associada ao osciloscópio é maior que a do multímetro, sendo o multímetro a ferramenta mais recomendada para tais medições. Mas, com o uso do osciloscópio é possível verificar que o divisor de tensão resistivo age em uma onda senoidal gerando ondas cuja diferença de fase é praticamente nula, a frequência é mantida e a amplitude é diminuída.

Em seguida usaremos o circuito retificador de meia onda com diodo de Si (Silício), este permite a passagem da corrente apenas no sentido de polarização. Neste circuito ligaremos a fonte de tensão alternada a um diodo transformando um sinal AC em CC apenas nos picos positivos (quando a corrente passa positivamente ao diodo), assim formando um sinal de meia onda cujas diferença de fase é nula, a frequência é mantida e amplitudes iguais nos canais 1 e 2. Pela tabela 3 as tensões medidas são: canal 1 =  $3,80 \pm 0,10$  e canal 2 =  $3,28 \pm 0,09$  que é menor que o esperado, contudo por estar ligado em série a um resistor ( $987\Omega$ ) e possuir uma resistência interna não desprezível pois uma variação nas tensões é notável, podemos calcular a resistência interna do diodo usando a equação 1 e chegaremos a  $156,5\Omega$ .

Além disso, temos o circuito Filtro RC, que serve para filtrar a frequência das funções do gerador, aumentando a impedância e diminuindo a amplitude da onda dependendo da frequência da fonte. Neste circuito apenas substituí-se o diodo de Si pelo capacitor. Assim, em um circuito RC é composto por um capacitor que quanto maior a frequência menor é a impedância do capacitor, então o capacitor se comporta como um circuito fechado, portanto aumentando tensão lida no resistor, enquanto menor a frequência, maior é a impedância mudando o comportamento do capacitor a um circuito aberto diminuindo a tensão, assim a tensão e a frequência medida no capacitor se iguala a tensão da fonte, dependendo da capacitância do capacitor. Isso fica evidente no gráfico que consta na Fig. 6, que mostra que sinais de baixa frequência passam pelo capacitor sem ter sua amplitude muito diminuída, mas se torna praticamente nula a certa frequência. Em seguida, a amplitude volta a aumentar.

E finalmente falaremos do circuito com LED (diodo emissor de luz), neste circuito vamos analisar a interação de uma onda alternada mudando a frequência com o LED. Já neste circuito substituí-se o capacitor pelo LED. Já que estamos falando de um diodo, então ele funciona apenas com a passagem de corrente em uma direção. Por isso, a emissão de luz ocorre apenas quando a corrente flui com a polarização igual a do LED, senão não emite. Portanto, a frequência do sinal está diretamente relacionada à emissão de luz e por se tratar de uma corrente

alternada está relacionada ao “liga e desliga” do LED. Assim, para que o LED fique intermitentemente ligado (no vídeo) a frequência da emissão de luz precisa se igualar a frequência de fps (frames per second) da câmera tornando o LED intermitentemente ligado nestas frequências

## 2. FIGURAS E TABELAS

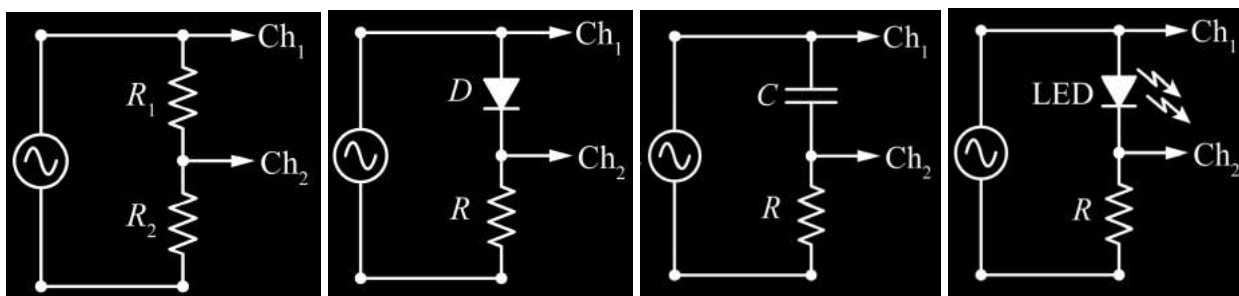


Fig. 1(a,b,c,d): Circuitos utilizados no experimento: Divisor resistivo, Retificador de meia onda com diodo de Si, Filtro RC e LED (da esquerda para a direita, respectivamente)

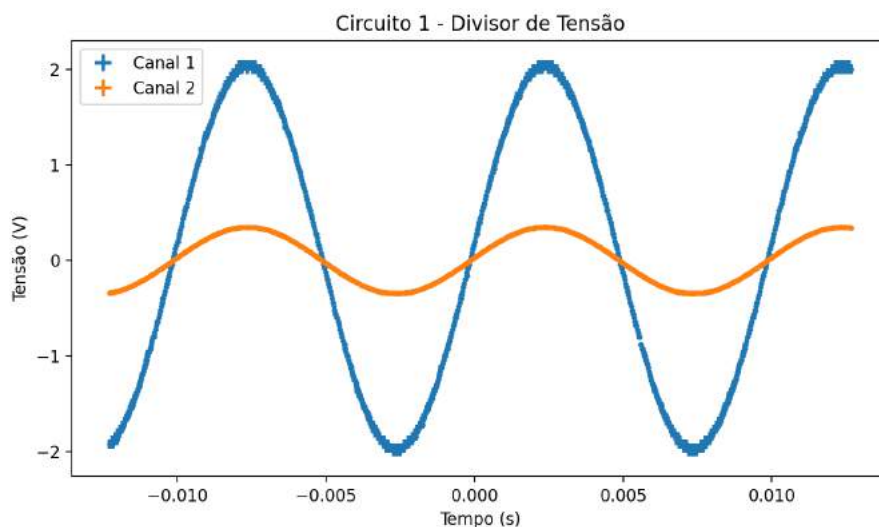


Fig. 2: sinal lido no osciloscópio no circuito com divisor resistivo de tensão

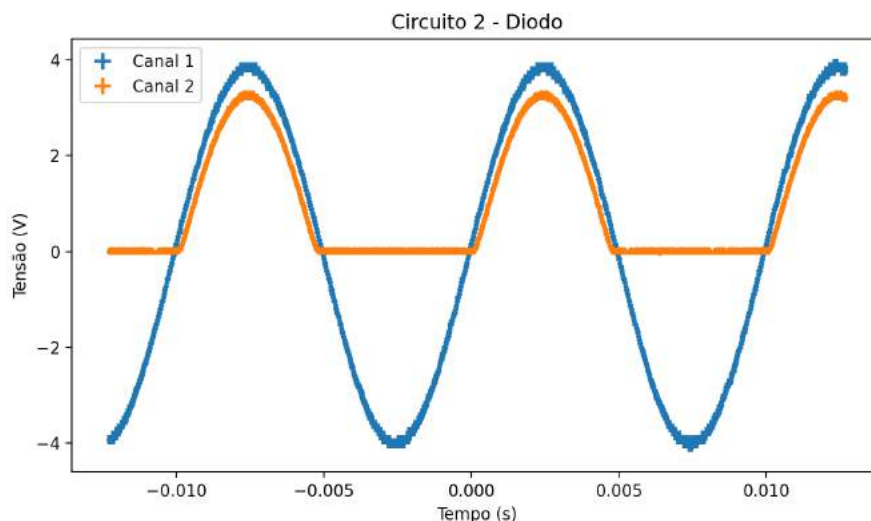


Fig. 3: Sinal lido pelo osciloscópio no circuito com diodo de Si

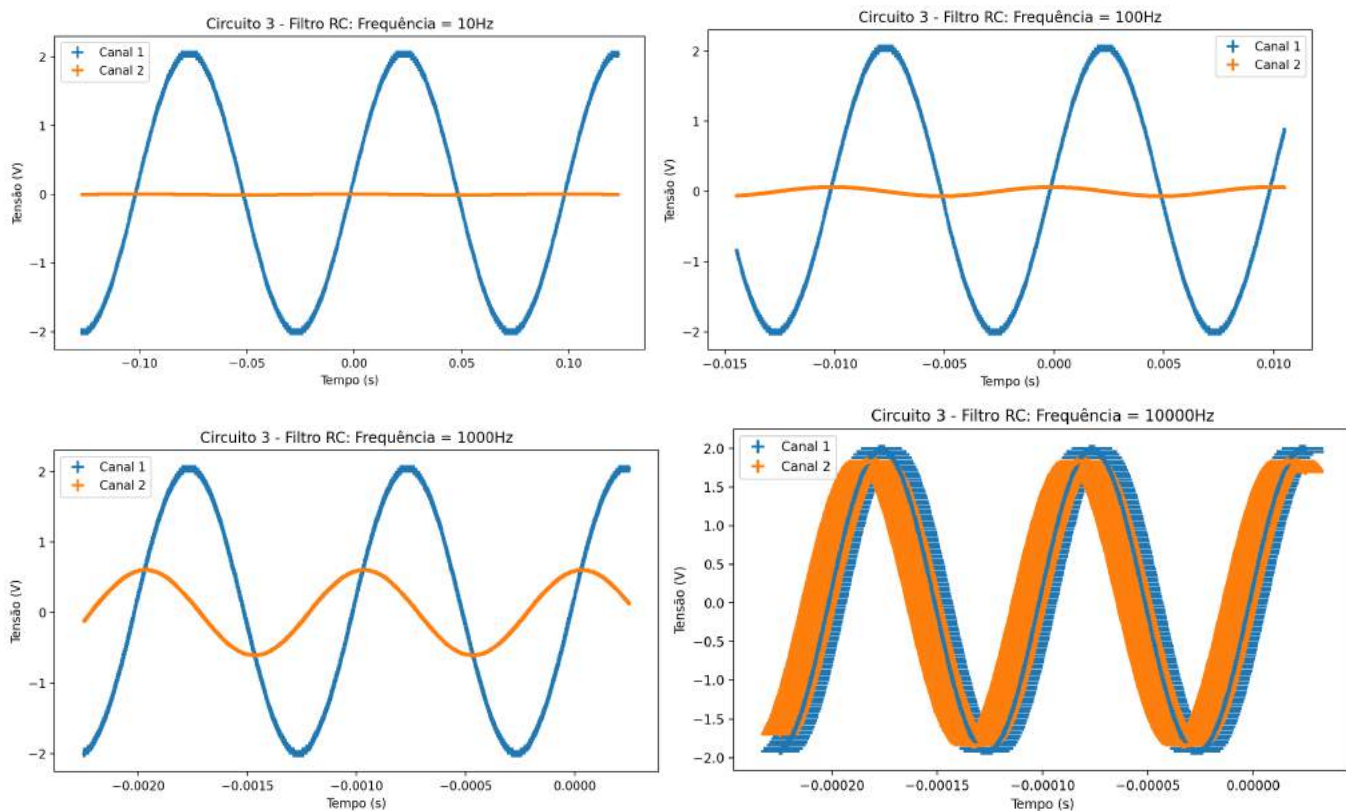


Fig. 5 (a, b, c, d): Sinal lido pelo osciloscópio no circuito com filtro RC a diferentes frequências

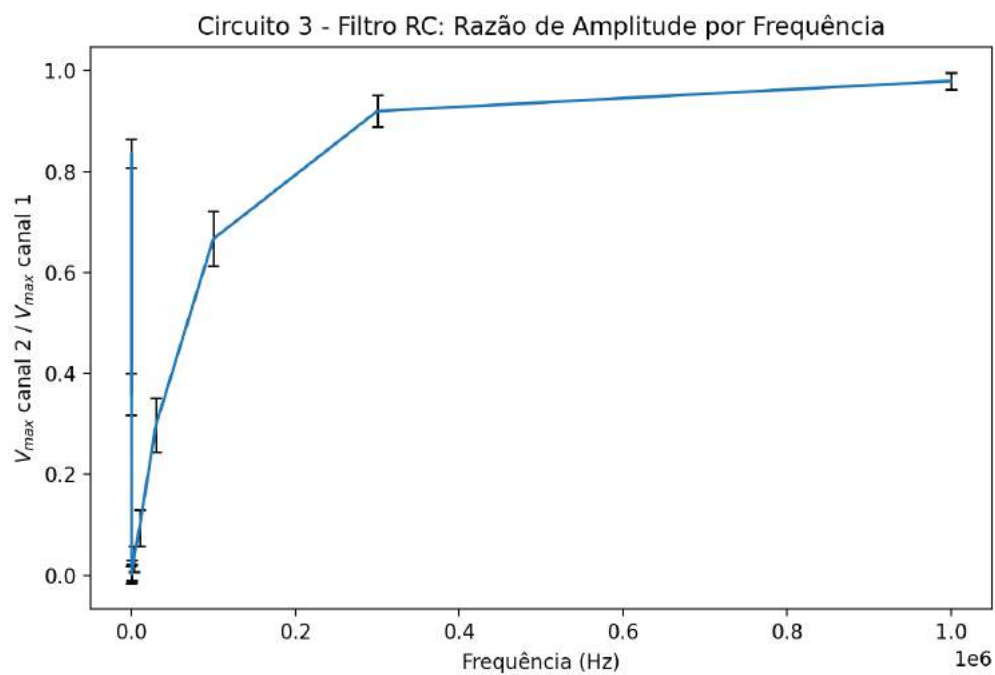


Fig. 6: Razão entre amplitude do sinal de tensão antes e depois de passar pelo capacitor por frequência

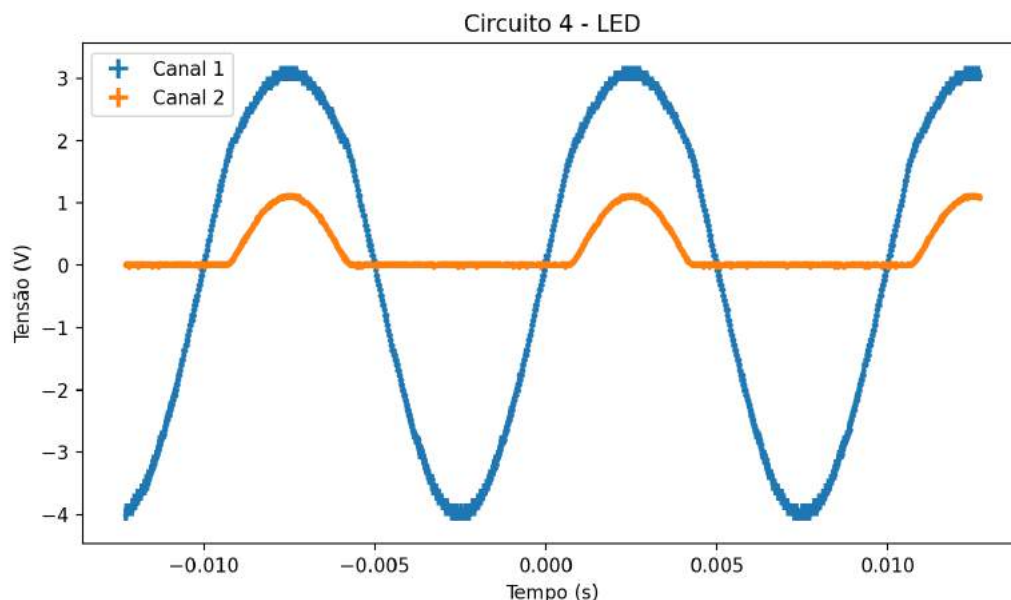


Fig. 7: Sinal lido pelo osciloscópio no circuito com LED (emite luz nos picos do canal 2)

**Tab. 1:** Comparação entre as medidas de tensão do Osciloscópio e Multímetro

Canal	1	2	Valores previstos usando o valor medido do canal 1
Osciloscópio(V)	$2,04 \pm 0,05$	$0,34 \pm 0,08$	0,355
Multímetro(V)	1,407	0,242	0,245

**Tab. 2:** Frequência, fase e amplitude obtidos no Circuito 1 - Divisor de Tensão

Canal	Frequência (Hz)	Amplitude (V)	Fase angular (rad)	Fase temporal (s)	$V_{rms}(V)$
1	$100 \pm 1$	$2,04 \pm 0,05$	$0,098 \pm 0,003$	$(1,56 \pm 0,04) \times 10^{-4}$	$V_p/\sqrt{2} = 1,44 \pm 3$
2	$99 \pm 1$	$0,34 \pm 0,08$	$0,092 \pm 0,002$	$(1,53 \pm 0,03) \times 10^{-4}$	$V_p/\sqrt{2} = 0,24 \pm 5$

**Tab. 3:** Frequência, fase e amplitude obtidos no Circuito 2 - Diodo

Canal	Frequência (Hz)	Amplitude (V)	Fase angular (rad)	Fase temporal (s)	$V_{rms}(V)$
1	$100 \pm 1$	$3,80 \pm 0,10$	$0,042 \pm 0,001$	$(6,63 \pm 0,01) \times 10^{-5}$	$V_p/\sqrt{2} = 2,67 \pm 7$
2	$100 \pm 1$	$3,28 \pm 0,09$	$0,000 \pm 0,001$	$(0,00 \pm 0,01) \times 10^{-5}$	$V_p/\sqrt{2} = 2,32 \pm 6$

### 3. INCERTEZAS E CÁLCULOS

Deixamos as planilhas de incerteza em formato literal (ao invés de substituir valores), pois algumas incertezas dependem das medidas associadas a elas. Por esse motivo, incluímos uma coluna de incertezas nas tabelas de dados em função dos valores de cada linha.

**Tab. 4:** Incerteza das medições do osciloscópio de tempo (s)

Fonte de incerteza	f.d.p.	Tipo de avaliação	Referência	Faixa de valores plausíveis (s)	Incerteza-padrão (s)
--------------------	--------	-------------------	------------	---------------------------------	----------------------

Calibração	Retangular	B	Manual do osciloscópio	$a = 1 \text{ intervalo} + 10^{-4} \text{ divisão} + 4 \times 10^{-10}$	$\frac{a}{2\sqrt{3}}$
Leitura	Retangular	B	Manual do osciloscópio	$a = \text{menor divisão}$	$\frac{a}{2\sqrt{3}}$
Incerteza-padrão combinada: $u_{Vosc} = \sqrt{\Sigma(u_k^2)}$					

**Tab. 5:** Incertezas das medições do osciloscópio de tensão (V)

Fonte de incerteza	f.d.p.	Tipo de avaliação	Referência	Faixa de valores plausíveis (V)	Incerteza-padrão (V)
Calibração	Retangular	B	Manual do osciloscópio	$a = 3\% \text{ leitura} + 10\% \text{ divisão} + 10^{-3}$	$\frac{a}{2\sqrt{3}}$
Leitura	Retangular	B	Manual do osciloscópio	$a = \text{menor divisão}$	$\frac{a}{2\sqrt{3}}$
Digitalização da medida	Gaussiana	A	Arquivos .html no moodle	$\sigma = 2.1 \times 10^{-4} *$	$\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2,1 \times 10^{-4}}{\sqrt{9}} \approx 1 \times 10^{-4}$
Incerteza-padrão combinada: $u_t = \sqrt{\Sigma(u_k^2)}$					

\* calculado a partir das tensões (em volts): 0.00176, 0.00184, 0.00192, 0.00166, 0.00208, 0.00216, 0.00224, 0.00232, 0.00200, 0.00208, retiradas do arquivo “circuito\_3\_01\_freq\_3Hz\_plot.html”.

**Tab. 6:** Incertezas das medições do multímetro de tensão (V)

Fonte de incerteza	f.d.p.	Tipo de avaliação	Referência	Faixa de valores plausíveis (V)	Incerteza-padrão (V)
Calibração	Retangular	B	Manual do multímetro	$a = 0,3\% \text{ leitura} + 2 \text{ divisão}$	$\frac{a}{2\sqrt{3}}$
Leitura	Retangular	B	Manual do multímetro	$a = \text{menor divisão}$	$\frac{a}{2\sqrt{3}}$
Incerteza-padrão combinada: $u_{Vmult} = \sqrt{\Sigma(u_k^2)}$					

**Calc. 1:** Incerteza do quociente  $a/b$ \*

$$u^2 = \left(\frac{\partial}{\partial a} \left(\frac{a}{b}\right)\right)^2 u_a^2 + \left(\frac{\partial}{\partial b} \left(\frac{a}{b}\right)\right)^2 u_b^2 = \left(\frac{1}{b}\right)^2 u_a^2 + \left(\frac{-a}{b^2}\right)^2 u_b^2 = \frac{u_a^2}{b^2} + \frac{a^2 u_b^2}{b^4}$$

\* utilizado para cálculo da incerteza da fase temporal, do valor eficaz de tensão, da razão entre tensões, etc.

**Calc. 2:** Fórmulas para fase angular, fase temporal, e frequência

$$V(0) = V_p \sin(\omega \times 0 + \phi) = V_p \sin(\phi) \Rightarrow \phi = \arcsin\left(\frac{V(0)}{V_p}\right)$$

$$V_p \sin(\omega t + \phi) = V_p \sin\left(\omega\left(t + \frac{\phi}{\omega}\right)\right) \Rightarrow \phi_{tempo} = \frac{\phi}{\omega}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{T}$$