

# Relatório 04: Medidas com Osciloscópio

Ana Letícia Pereira - RA 119065  
 Milena Lumi Hangai - RA 184654  
 Rafael Picasso Tóth - RA 223706  
 Tomás Conti Loesch - RA 224991

## 1. AFIRMAÇÃO DE HONESTIDADE

A equipe declara que este relatório que está sendo entregue foi escrito por ela e que os resultados apresentados foram medidos por ela durante as aulas de F 329 no 2S/2020. Declara ainda que o relatório contém um texto original que não foi submetido anteriormente em nenhuma disciplina dentro ou fora da Unicamp.

## 2. INTRODUÇÃO

Osciloscópio é um equipamento permite visualizar a evolução temporal de uma diferença de potencial ou a sua evolução relativamente a outra tensão e também diferenças de fase entre sinais periódicos. Estas respostas de sinais são representadas em formas de onda e quase de forma instantânea são representadas graficamente no domínio temporal.

Objetivo do experimento é conhecer o princípio físico de funcionamento de um osciloscópio e utilizá-lo para obter dados como tensão, período, frequência e fases para diferentes canais e também investigar os efeitos dos sinais ondulatórios (senoidal, triangular ou quadrada). Comparar os dados coletados no osciloscópio com os dados coletados através de um multímetro.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para todas as situações analisadas foram utilizados circuitos semelhantes, mudando somente o dispositivo a ser analisado. Além do osciloscópio e do gerador de funções que são instrumentos fundamentais para este experimento, foram utilizados um resistor de  $(4,68 \pm 0,02)k\Omega$ , outro de  $(0,987 \pm 0,004)k\Omega$ , um diodo, um capacitor de  $47nF$  e um LED.

A partir dos arquivos html e jpeg disponibilizados na plataforma Moodle e os vídeos experimentos, coletamos os dados necessários para fazer as análises e comparações solicitadas. Além disso, para o cálculo das incertezas associadas foram utilizados o manual do multímetro e o manual do osciloscópio.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. DIVISOR DE TENSÃO RESISTIVO

Com o objetivo de estudar o efeito do divisor de tensão, foi utilizado o gerador de tensão, para gerar funções senoidais para o canal 1 e para o canal 2, gerando um gráfico que pode ser verificado a partir do html interativo do circuito associado.

Diante disso, foi possível obter a amplitude, a frequência, a  $V_{rms}$  e a diferença de fase (colocados na Tabela 1). O valor da tensão eficaz obtido para o canal 1 pelo multímetro foi de  $(1,407 \pm 0,004)V$ , enquanto o  $V_{rms}$  obtido pela equação 1 foi de  $(1,44 \pm 0,07)V$ . Já para o canal 2, a tensão obtida pelo multímetro foi de  $(0,242 \pm 0,002)V$  e pela equação foi de  $(0,25 \pm 0,01)V$ . Percebemos que o intervalo de confiança para a tensão dada pelo multímetro é muito menor, logo, podemos dizer que é um aparelho mais preciso para medição.

É possível notar que nesta configuração, a diferença de fase entre as duas ondas é quase nula, portanto, podemos dizer que as duas ondas estão praticamente em fase.

### 4.2. RETIFICADOR DE MEIA ONDA COM DIODO DE Si

Como visto anteriormente, o diodo é um dispositivo que permite a passagem de corrente apenas no sentido da polarização direta. Neste caso, vamos estudar o efeito do retificador de meia onda através da comparação de sinais obtidos em dois pontos diferentes no circuito montado no vídeo-experimento. O canal 1 está antes da corrente passar pelo diodo e o canal 2 está após a corrente passar pelo diodo.

Como observado no html interativo e no vídeo-experimento, do canal 1 para o canal 2 há uma redução da amplitude (Tabela 2), indicando que parte da tensão gerada pelo gerador de função é perdida ao passar pelo diodo

de Si. Além disso, também observamos que não há tensões negativas no canal 2, nos locais onde supostamente deveria haver uma tensão negativa, o gráfico aponta que a tendência é da tensão ser de 0V, diferentemente do canal 1, que apresenta uma senoide completa.

Também foi possível calcular a frequência para os dois canais, sendo o primeiro de  $(100,0 \pm 0,1)Hz$  e o segundo de  $(100,7 \pm 0,1)Hz$  e a diferença entre as fases de  $1,82^\circ$ .

### 4.3. FILTRO RC

Para o terceiro circuito, vamos analisar o comportamento de um filtro resistor-capacitor (filtro RC) sob diferentes frequências. O canal 1 está posicionado antes do capacitor e o canal 2 após, portanto, será observado a variação da tensão desses dois canais conforme há variação na intensidade da frequência.

A princípio, utilizamos as frequências de 10Hz, 1kHz, 10kHz e 1MHz e a partir dos htmls gerados, é possível perceber que quanto maior a frequência, mais as duas ondas têm o comportamento semelhante (tanto em amplitude, quanto em  $V_{rms}$ , etc.)

### 4.4. LED

Para o último circuito, o objetivo é analisar o comportamento do LED (que é um tipo de diodo) de acordo com a frequência e o formato de onda aplicados pelo gerador de função.

Quando a função determinada pelo gerador é quadrada, o LED apresenta um pico luminoso e logo em seguida nenhuma luz. Quanto maior é a frequência aplicada, mais rápido esse padrão acontece, até que a frequência chega em um limite onde essa distinção já não é mais notável e então aparenta estar em seu pico luminoso de forma contínua.

Já quando a função é triangular, percebemos uma ascensão gradual da intensidade luminosa do LED até atingir o pico, assim como uma redução gradual até que a luz emitida seja nula. Da mesma forma que a situação anterior, quanto maior é a frequência aplicada, mais rápido esse padrão acontece, até atingir um limite onde o LED parece estar continuamente aceso.

Por fim, quando a função é senoidal, há um comportamento semelhante ao triangular, com uma ascensão e redução gradual da luminosidade no LED. Quando a frequência está na faixa de 1Hz a 30Hz, é possível notar a luz “piscar” nesse padrão, já entre 31Hz a 40Hz é possível notar somente a diferença entre o pico de luminosidade e pouca luminosidade, e para 41Hz até 50Hz (até onde foi mostrado experimentalmente) o LED aparenta estar com a luminosidade no pico de forma contínua.

## 5. EQUAÇÕES UTILIZADAS

$$V_{rms} = 0,707 \cdot V_p \quad (1)$$

$$f = \frac{1}{T} \quad (2)$$

$$\omega = 2\pi f \quad (3)$$

$$V = V_p \cdot \sin(\omega t + \phi) \quad (4)$$

## 6. INCERTEZAS

Para o voltímetro:

Tabela 1: cálculos para a incerteza associada ao voltímetro		
Incerteza da calibração ( $u_{c.v.}$ )	Incerteza da leitura ( $u_l$ )	Incerteza combinada ( $u_{comb.v.}$ )
$u_{c.v.} = \frac{(0,003 \cdot V + 0,002)}{\sqrt{3}}$	$u_{l.v.} = \frac{0,001}{2\sqrt{3}} = 0,0003$	$u_{comb.v.} = \sqrt{u_{c.v.}^2 + u_{l.v.}^2}$

\* V é o valor da tensão medida

Para o ohmímetro:

Tabela 2: cálculos para a incerteza associada ao ohmímetro		
Incerteza da calibração ( $u_{c.R.}$ )	Incerteza da leitura ( $u_l$ )	Incerteza combinada ( $u_{comb.R.}$ )

$u_{c.R.} = \frac{(0,005 \cdot R + 0,002)}{\sqrt{3}}$	$u_l = \frac{0,001}{2\sqrt{3}} = 0,0003$	$u_{comb.v.} = \sqrt{u_{c.R.}^2 + u_l^2}$
---	--	---

\* R é o valor da resistência medida

Para as medidas retiradas do osciloscópio:

Tabela 3: cálculos para as incertezas das medidas retiradas do osciloscópio	
Incerteza	Cálculo
Tensão de pico ( $V_p$ )	$u_{V_p} = \frac{(0,03 \cdot V + 0,1 \cdot \text{fator de escala} + 0,001)}{\sqrt{3}}$
Valor eficaz ( $V_{rms}$ )	$u_{V_{rms}} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot u_{V_p}^2}$
Amplitude ( $V_{pp}$ )	$u_{V_{pp}} = \sqrt{(u_{V_{p+}})^2 + (u_{V_{p-}})^2}$
Período ( $T_{1,2}$ )	$u_{T_{1,2}} = \frac{(0,0001 \cdot T + 0,004 \cdot \text{fator de escala} + 0,4ns)}{\sqrt{3}}$
Combinada do período	$u_T = \sqrt{u_{T_1}^2 + u_{T_2}^2}$
Frequência (Hz)	$u_f = \sqrt{\frac{1}{T^4} \cdot u_T^2}$
Diferença de fase	* $u_{\Delta\phi} = 2\pi \sqrt{t_1^2 \cdot u_{f1}^2 + f_1^2 \cdot u_{t1}^2 + t_2^2 \cdot u_{f2}^2 + f_2^2 \cdot u_{t2}^2}$

\* equação obtida através da propagação da diferença entre 2 fases diferentes da equação 4, quando  $V = V_p$  e portanto  $\sin(2\pi ft + \phi) = 1$

## 7. FIGURAS E TABELAS

Tabela 4: Divisor de Tensão

	Canal 1	Incertezas	Canal 2	Incertezas
Amplitude (V)	4,04	0,23	0,70	0,03
Frequência (Hz)	100,0	0,1	100,7	0,1
Vrms (V)	1,44	0,07	0,25	0,01
Diferença de fase	(-0,006 +/- 0,01) rad ou (-0,4 +/- 0,6)°			

Tabela 5: Retificador de meia onda (diodo)

	Canal 1	Incertezas	Canal 2	Incertezas
Amplitude (V)	7,84	0,39	3,28	0,15
Frequência (Hz)	100,6	0,1	99,9	0,1
Vrms (V)	2,72	0,02	2,32	0,01
Diferença de fase	(-0,12 +/- 0,01) rad ou (-7,2 +/- 0,8) graus			

Tabela 6: Filtro RC

	Canal 1	Incertezas	Canal 2	Incertezas
	Frequência 10Hz			
Amplitude (V)	4,04	0,23	0,010	0,001
Frequência (Hz)	10,0	0,1	10,6	0,1
Vrms (V)	1,440	0,004	0,01000	0,00001
Diferença de fase	(1,6 +/- 0,1)rad ou (91,67 +/- 4,97)º			
	Frequência 1kHz			
Amplitude (V)	4,04	0,23	1,22	0,06
Frequência (Hz)	1001,0	1,2	1003,0	1,2
Vrms (V)	1,440	0,004	0,4300	0,0003
Diferença de fase	(1,24 +/- 0,01)rad ou (71,05 +/- 0,75) graus			
	Frequência 10kHz			
Amplitude (V)	3,92	0,23	3,68	0,22
Frequência (Hz)	10010	12	10101	12
Vrms (V)	1,414	0,004	1,300	0,004
Diferença de fase	(0,30 +/- 0,01)rad ou (16,9 +/- 0,76) graus			
	Frequência 1MHz			
Amplitude (V)	3,88	0,23	3,92	0,24
Frequência (Hz)	1006036,22	1905	1002004,01	1904
Vrms (V)	1,390	0,004	1,390	0,004
Diferença de fase	(-0,01 +/- 0,02)rad ou (-0,7 +/- 1,2) graus			

Tabela 7: LED

	Canal 1	Incertezas	Canal 2	Incertezas
Amplitude (V)	7,12	0,29	1,12	0,05
Frequência (Hz)	99,7	0,1	101,63	0,1
Vrms (V)	2,21	0,01	0,7900	0,0002
Diferença de fase	(-055 +/- 0,1) rad ou (-31,3 +/- 0,8) graus			

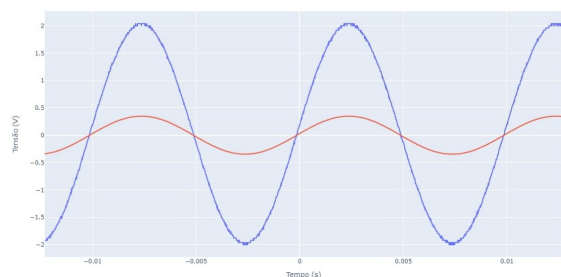


Figura 1: gráfico para o divisor de tensão.

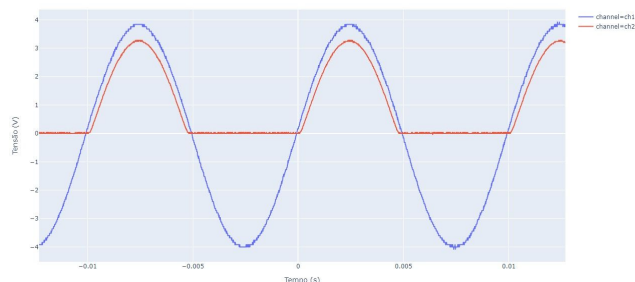


Figura 2: gráfico para retificador meia-onda.

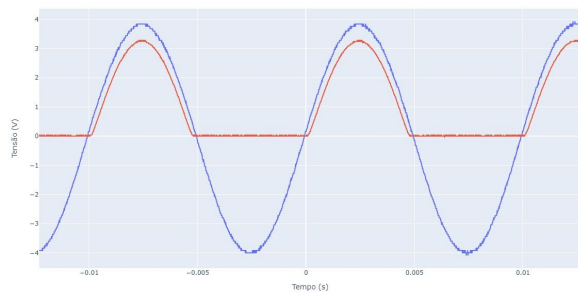


Figura 2: retificador meia-onda.

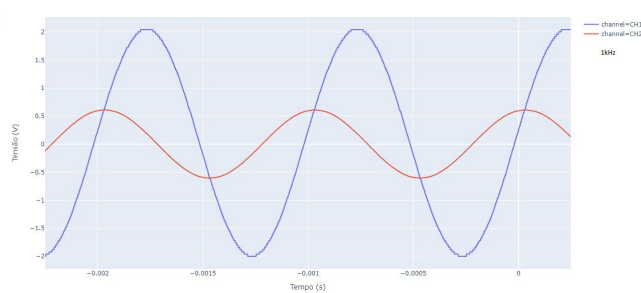


Figura 3: gráfico para filtro RC com frequência 1kHz.

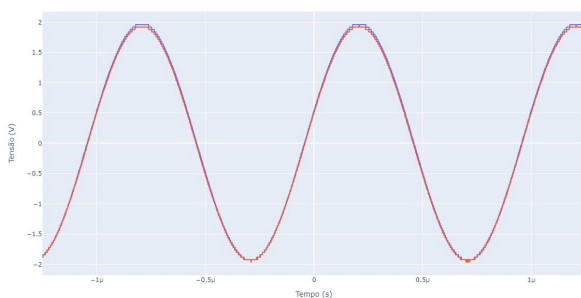


Figura 4: gráfico para filtro RC com frequência 1Mhz.

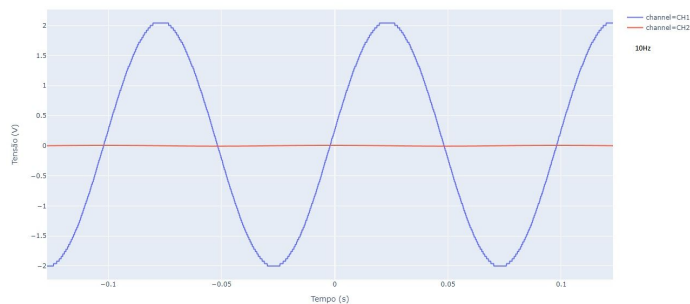


Figura 5: gráfico para filtro RC com frequência 10Hz.

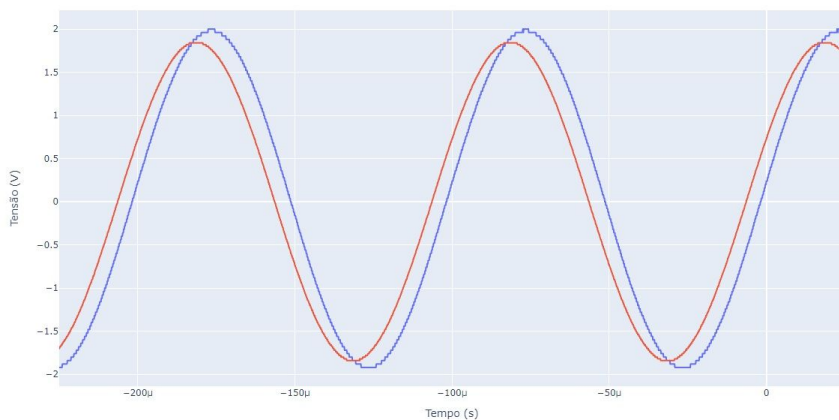


Figura 6: gráfico para filtro RC com frequência 10kHz.

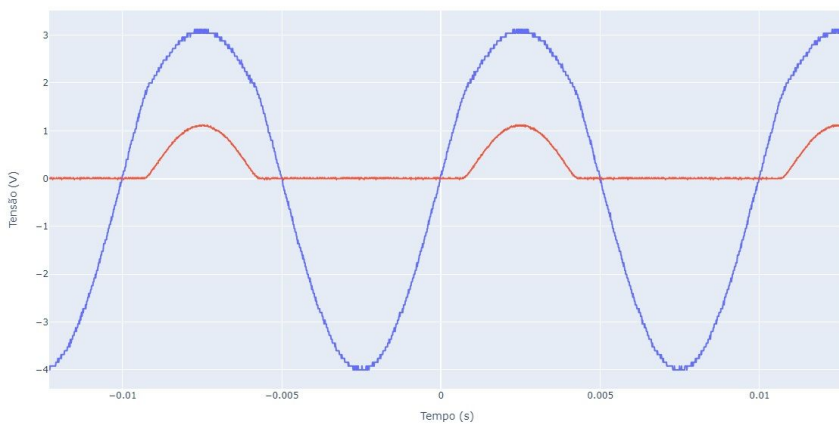


Figura 7: gráfico para LED.