



# Relatório do laboratório 01

## GRUPO

**Maria Eduarda Pedroso**

**Matrícula: 2150336**

**Gabriel Finger Conte**

**Matrícula: 2270234**

**João Vitor Garcia Carvalho**

**Matrícula: 2270340**

**Eletrônica A (EECO6A)**

## Resumo

Este relatório descreve uma prática de laboratório de duas partes, que explorou o uso do amplificador operacional e do diodo.

Na primeira parte, a prática consistiu em projetar e montar um circuito amplificador usando resistores e o módulo LM741. O circuito foi testado com um multímetro e um osciloscópio para medir a amplificação do sinal de entrada. Os resultados obtidos foram coerentes com a teoria, demonstrando a utilidade do amplificador operacional na amplificação de sinais.

Na segunda parte, a prática se concentrou no uso do diodo como um dispositivo retificador. O diodo é um dispositivo eletrônico que permite que a corrente elétrica flua em uma direção e bloqueia o fluxo de corrente na direção oposta.

A prática consistiu em projetar e montar um circuito para testar e demonstrar o comportamento e a curva do diodo. O circuito foi testado com um multímetro em vários pontos de tensão. Além disso, foram discutidas as comparações reais e as análises teóricas do circuito, levando em conta as fórmulas de tensão média e eficaz, bem como a eficiência do retificador.

Em conclusão, a prática de laboratório proporcionou uma compreensão mais profunda e uma relembração em amplificadores operacionais e sua importância e também do funcionamento do diodo e suas aplicações em circuitos eletrônicos. O amplificador operacional (amp op) é um dispositivo muito útil na eletrônica e pode ser usado em uma ampla gama de aplicações já complementando a prática, o estudo do diodo é fundamental na eletrônica, pois ele é utilizado em uma ampla gama de dispositivos, incluindo fontes de alimentação, circuitos de comutação e amplificadores.

## Objetivos e Fundamentos

O relatório dividido em duas práticas, tem como objetivo principal:

Parte 1:

- Apresentar os fundamentos teóricos do amplificador operacional (amp op);
- Descrever as características do amp op, incluindo ganho;
- Mostrar as configurações básicas do amp op, como amplificador não inversor, amplificador inversor, seguidor de tensão e comparador;
- Realizar um experimento prático para testar o funcionamento do amp op em um circuito eletrônico.

- Apresentar os resultados obtidos no experimento e discuti-los em relação aos objetivos do relatório.

## Parte 2:

- Apresentar os conceitos teóricos do diodo e seu comportamento em circuitos eletrônicos;
- Descrever as características do diodo, como sua curva característica, polarização direta e reversa, capacitância e tempo de recuperação inversa;
- Ensinar como analisar circuitos com diodos, incluindo cálculo de corrente e tensão nos terminais do diodo e cálculo da potência dissipada pelo diodo;
- Realizar um experimento prático para testar o comportamento do diodo em um circuito eletrônico.

## Materiais e equipamentos

Para realização do primeiro experimento foram necessários:

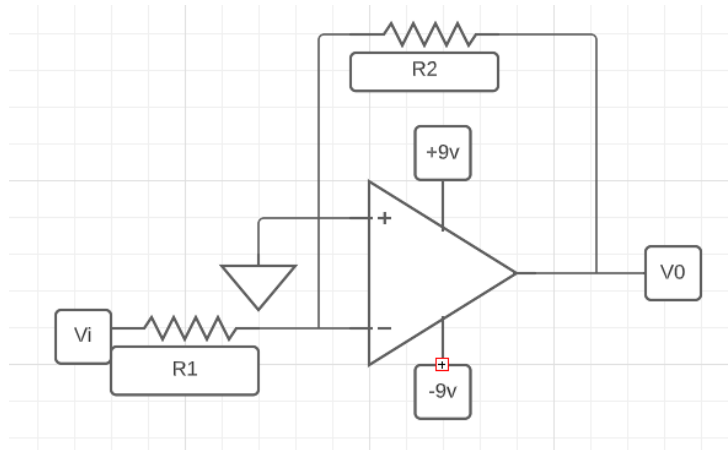
- Fonte CC;
- Módulo LM741;
- Resistores nos valores de:  $1k\Omega$ ,  $2k\Omega$ ,  $3k\Omega$   $10k\Omega$ ;
- Protoboard;
- Multímetro;

Para a realização do segundo experimento foram necessários:

- Fonte CC;
- Diodo 1N4148;
- Diodo 1N4007;
- Diodo MUR820;
- Resistor de  $1k\Omega$ ;
- Resistor de  $51k\Omega$ ;
- Protoboard;
- Multímetro;

O primeiro experimento consiste em três etapas. Na primeira o seguinte circuito foi montado:

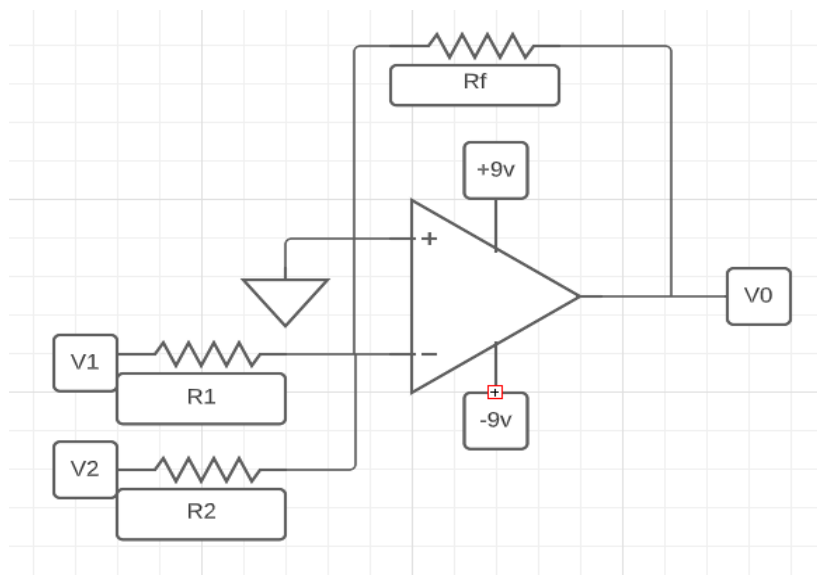
Figura 1: Circuito etapa 1, experimento 1



Fonte: Autoria Própria

Para a medição dos valores, o multímetro foi posicionado em  $V_0$  para poder medir a tensão, o mesmo foi feito para as etapas 2 e 3. Na segunda etapa, o seguinte circuito foi montado:

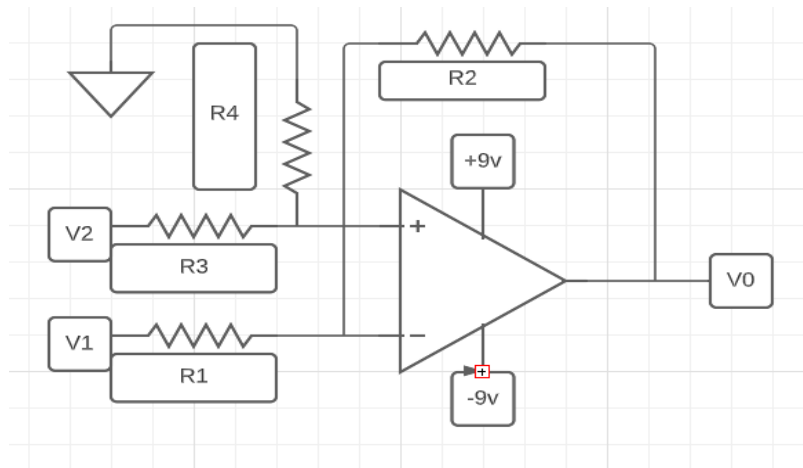
Figura 2: Circuito etapa 2, experimento 1



Fonte Autoria própria

Na terceira e última etapa do primeiro experimento, foi montado o seguinte circuito:

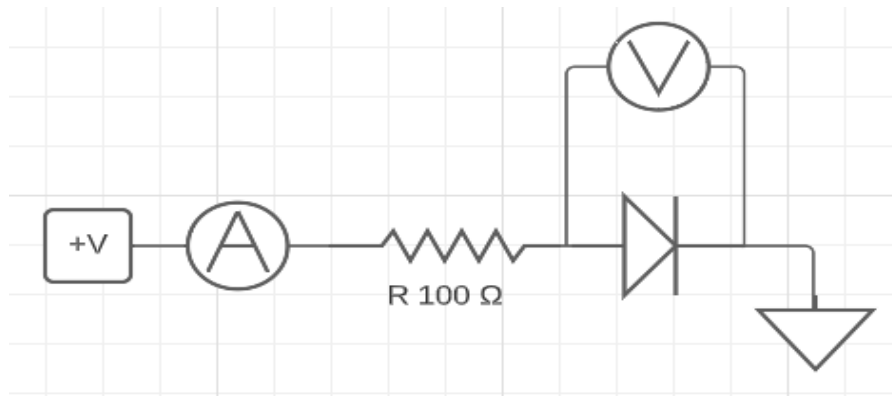
Figura 3: Circuito etapa 3, experimento 1



Fonte: Autoria própria

No segundo experimento, que visa a análise do diodo, o seguinte circuito foi montado:

Figura 4: Circuito experimento 2



Fonte: autoria própria

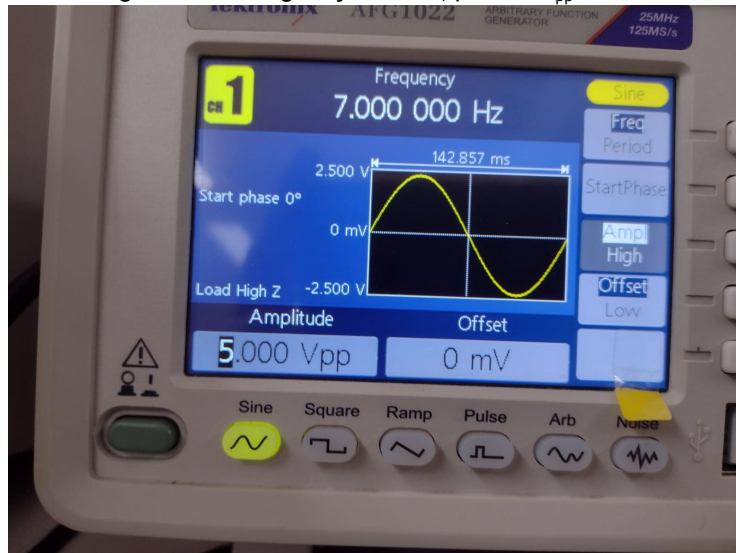
## Procedimentos, Medidas e Cálculos

### 1. Prática - Amplificadores Operacionais

Inicialmente, configurou-se as duas saídas do gerador de sinais a fim de obter os sinais que foram utilizados como entrada nos circuitos analisados. Os quais apresentavam a presente configuração:

- Canal 1:  $V_1$  - Senóide com uma amplitude de  $0,5 V_{pp}$  e uma frequência de 7 Hz. A figura abaixo mostra a configuração, todavia a fotografia foi tirada antes de corrigir a amplitude para  $0,5 V_{pp}$ , servindo apenas para fins de demonstração.

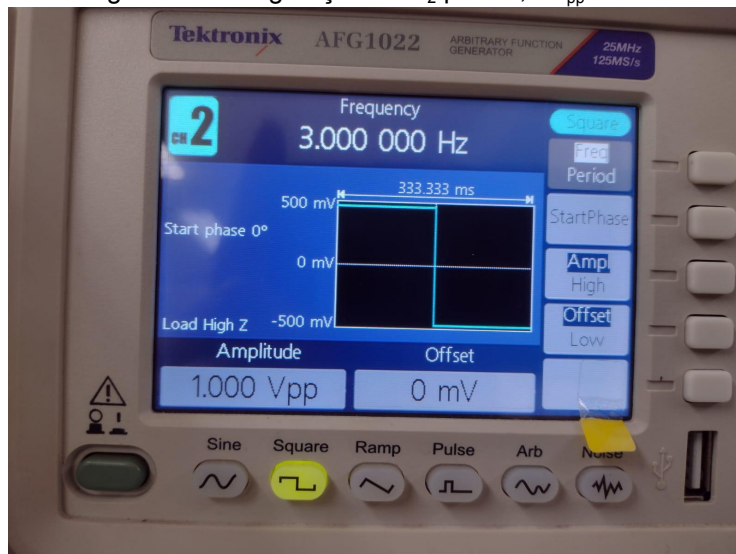
Figura 5 - Configuração de  $V_1$  para 5 V<sub>pp</sub> e 7 Hz



Fonte: autoria própria

- Canal 2:  $V_2$  - Onda quadrada com uma amplitude de 1,0 V<sub>pp</sub> e uma frequência de 3 Hz, conforme mostra a figura abaixo.

Figura 6 - Configuração de  $V_2$  para 1,0 V<sub>pp</sub> e 3 Hz



Fonte: autoria própria

Após isso, configurou-se a fonte de tensão cc, de modo a obter uma fonte simétrica em  $V^+ = 9\text{ V}$  e  $V^- = -9\text{ V}$  para alimentar o Amplificador Operacional.

Tendo as fontes de sinal e alimentação configuradas, passou-se para a montagem e análise dos circuitos com o Amp. Op. Módulo LM741. Tudo conforme o roteiro de ALMEIDA (2023a).

## 1.1. Configuração Inversora

Montou-se o circuito com o Amp. Op. na configuração inversora conforme demonstra o diagrama da Figura 1, alterando apenas os valores de  $R_1$  e  $R_2$  para obter os ganhos desejados.

Para a prática realizada, buscou-se analisar o comportamento do circuito para três ganhos distintos: -0,5; -2 e -10, apenas para o sinal  $V_1$ . Para tanto, buscou-se entre os resistores disponíveis aqueles que pudessem gerar tais ganhos, levando em conta a fórmula

$$A_{inversor} = -\frac{R_2}{R_1}. \text{ No fim, os seguintes resistores foram selecionados:}$$

Tabela 1 - Dados dos resistores utilizados na configuração inversora

Resistor	$R_{\text{nominal}} (\Omega)$	Ganho
$R_1$	2 K	-0,5
$R_2$	1 K	
$R_1$	2 K	-2
$R_2$	3 K + 1 K	
$R_1$	1 K	-10
$R_2$	10 K	

Fonte: autoria própria

Assim, aplicando a fórmula, demonstra-se que os resistores escolhidos geram o ganho esperado, considerando a resistência nominal dos mesmos:

- $Ganho = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = -\left(\frac{1K}{2K}\right) = -0,5$
- $Ganho = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = -\left(\frac{3K+1K}{2K}\right) = -\left(\frac{4K}{2K}\right) = -2$
- $Ganho = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = -\left(\frac{10K}{1K}\right) = -10$

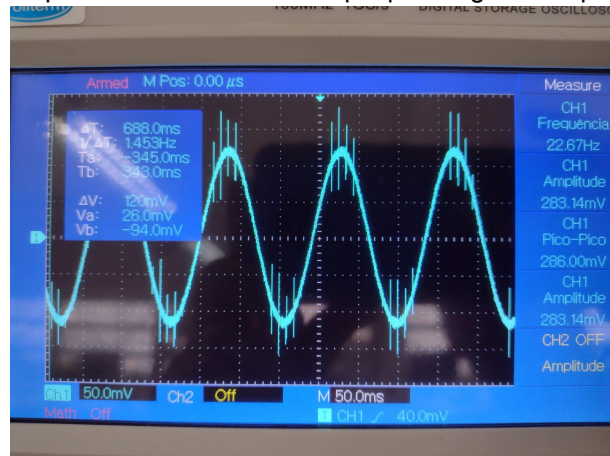
Considerando os ganhos teóricos, é possível determinar o valor esperado da tensão de saída segundo a fórmula  $V_0 = Ganho \cdot v_i$ , dado os valores de  $v_i = V_1$ :

- $V_0 = Ganho * V_1 = -0,5 * 0,5 = -0,25 \Rightarrow |V_0| = 0,25 V_{pp}$
- $V_0 = Ganho * V_1 = -2 * 0,5 = -1,00 \Rightarrow |V_0| = 1,00 V_{pp}$
- $V_0 = Ganho * V_1 = -10 * 0,5 = -5,00 \Rightarrow |V_0| = 5,00 V_{pp}$

Realizando as medidas com o auxílio de um osciloscópio, para cada um dos ganhos, obtivemos os seguintes resultados:

- Ganho de -0,5:

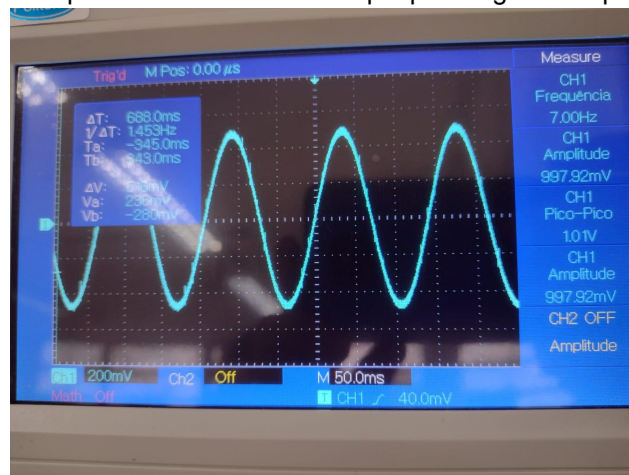
Figura 7 - Resposta obtida no osciloscópio para o ganho esperado de -0,5



Fonte: autoria própria

- Ganho de -2:

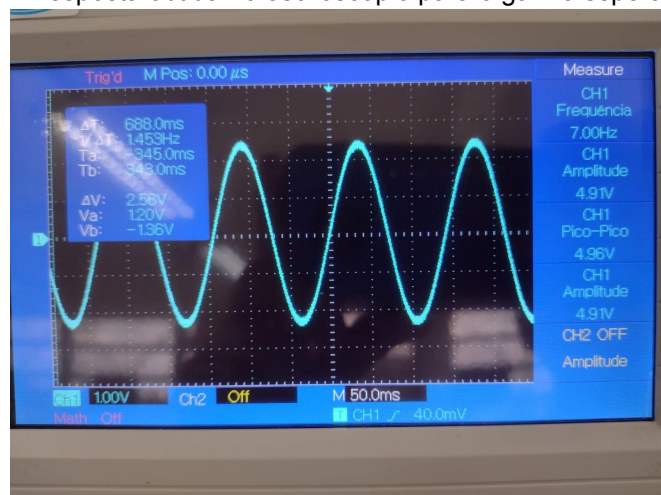
Figura 8 - Resposta obtida no osciloscópio para o ganho esperado de -2



Fonte: autoria própria

- Ganho de -10:

Figura 9 - Resposta obtida no osciloscópio para o ganho esperado de -10



Fonte: autoria própria



Tabela 2 - Tensão de saída da configuração inversora para cada um dos ganhos

A (Ganho)	$V_0$ (Vpp)
-0,5	286 m
-2	1,01
-10	4,96

Fonte: autoria própria

Considerando a fórmula  $V_0 = \text{Ganho} \cdot v_i$ , os dados do sinal  $V_1$  e a tensão de saída obtida, é possível determinar o ganho experimental obtido através do Amp. Op.

- $\text{Ganho}_{Exp} = -\left(\frac{V_0}{V_1}\right) = -\left(\frac{286m}{500m}\right) = -0,572$
- $\text{Ganho}_{Exp} = -\left(\frac{V_0}{V_1}\right) = -\left(\frac{1,01}{0,5}\right) = -\left(\frac{4K}{2K}\right) = -2,02$
- $\text{Ganho}_{Exp} = -\left(\frac{V_0}{V_1}\right) = -\left(\frac{4,96}{0,5}\right) = -9,92$

## 1.2. Configuração Somador Ponderado

Montou-se o circuito com o Amp. Op. na configuração inversora conforme demonstra o diagrama da Figura 2.

Os resistores foram escolhidos de modo que  $R_f/R_1 = 2$  e  $R_f/R_2 = 3$ , para obter o resultado desejado especificado no roteiro da prática,  $V_0 = -(2 \cdot V_1 + 3 \cdot V_2)$ . Assim, dentre os resistores disponíveis, os escolhidos foram:

Tabela 3: Dados dos resistores utilizados no somador ponderado

Resistor	$R_{nominal} (\Omega)$
$R_f$	6 K
$R_1$	3 K
$R_2$	2 K

Fonte: autoria própria

Dessa forma, aplicando a fórmula  $V_0 = -\left(\frac{R_f}{R_1}V_1 + \frac{R_f}{R_2}V_2\right)$ , observa-se ganho teórico esperado através da resistência nominal dos resistores:

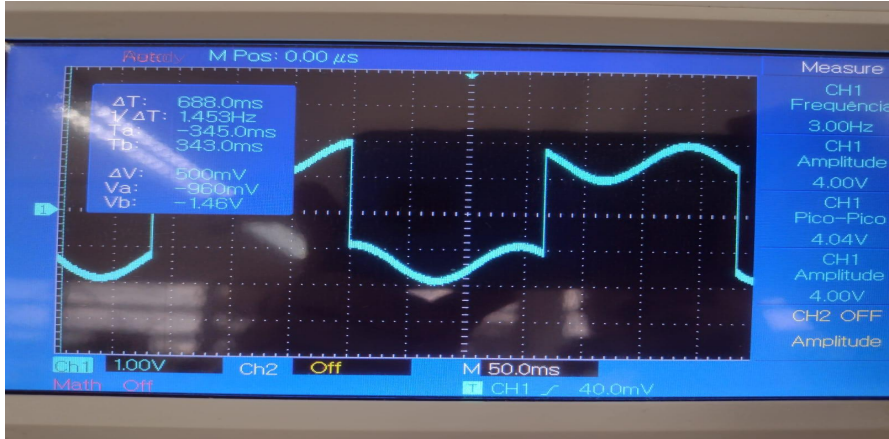
$$V_0 = -\left(\frac{R_f}{R_1}V_1 + \frac{R_f}{R_2}V_2\right) = -\left(\frac{6K}{3K}V_1 + \frac{6K}{2K}V_2\right) = -(2 \cdot V_1 + 3 \cdot V_2)$$

Desenvolvendo a fórmula com os valores de tensão pico a pico dos dois sinais, obtemos a tensão pico a pico teórica de  $V_0$ :

$$V_0 = -(2 \cdot 0,5 + 3 \cdot 1) = -(1 + 3) = -4 \Rightarrow |V_0| = 4 V_{pp}$$

Experimentalmente, com o auxílio do osciloscópio, obteve-se aproximadamente 4,04 Vpp, como pode ser observado na figura abaixo:

Figura 10: Resultado osciloscópio etapa 2 experimento 1



Fonte: Autoria própria

### 1.3. Amplificador de Diferença

Montou-se o circuito com o Amp. Op. na configuração de um amplificador de diferença conforme demonstra o diagrama da Figura 3.

Os resistores foram escolhidos de modo que  $R_2/R_1 = 5$  e levando em conta as especificações para que tal configuração opere normalmente,  $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$ , a fim de obter o resultado desejado especificado no roteiro da prática,  $V_0 = 5 \cdot (V_2 - V_1)$ . Assim, dentre os resistores disponíveis, os escolhidos foram:

Tabela 4: Dados dos resistores utilizados no amplificador de diferença

Resistor	$R_{nominal} (\Omega)$
R1	2 K
R2	10 K
R3	2 K
R4	10 K

Fonte: autoria própria

Dessa forma, aplicando a fórmula  $V_0 = \frac{R_2}{R_1} \cdot (V_2 - V_1)$ , observa-se ganho teórico esperado através da resistência nominal dos resistores:

$$V_0 = \frac{R_2}{R_1} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{10\text{ K}}{2\text{ K}}(V_2 - V_1) = 5(V_2 - V_1)$$

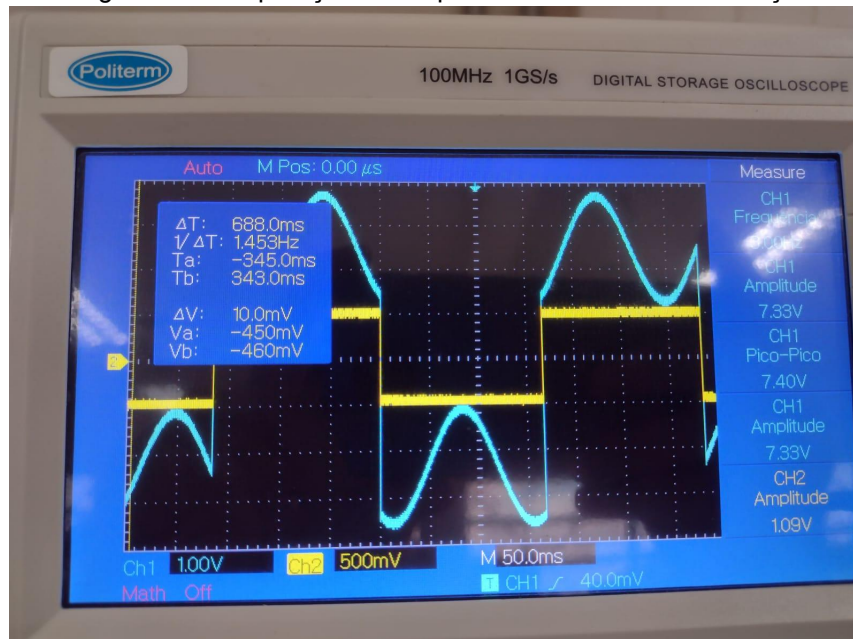
Desenvolvendo a fórmula com os valores de tensão pico a pico dos dois sinais, obtemos a tensão pico a pico teórica de  $V_0$ . Todavia, por se tratar de ondas que variam no tempo e que não

apresentam a mesma frequência, consideramos o valor máximo pico a pico quando  $V_1 = -0,5$  e  $V_2 = 1,0$  de modo que:

$$V_0 = 5(1 - (-0,5)) = 5(1,5) = 7,5 V_{pp}$$

Experimentalmente, com o auxílio do osciloscópio, obteve-se aproximadamente 7,4 Vpp, como pode ser observado na figura abaixo:

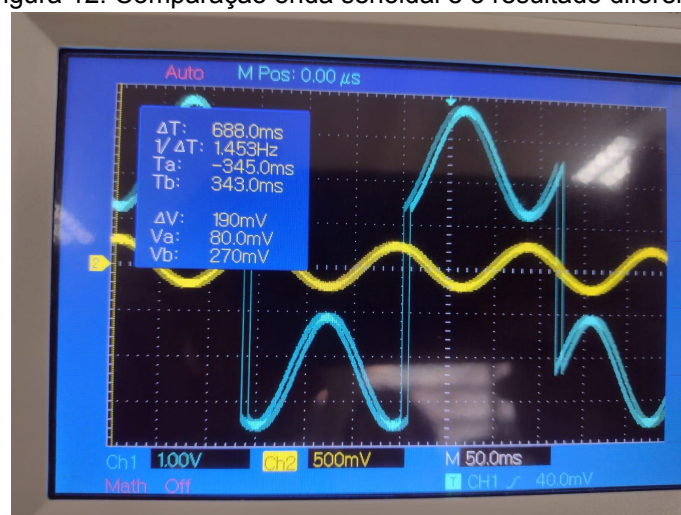
Figura 11: Comparação onda quadrada e resultado diferença



Fonte: Autoria própria

A fim de visualizar melhor o comportamento do amplificador da diferença, pode-se observar as figuras abaixo, demonstrando uma comparação entre sinal senoidal e a saída do amplificador:

Figura 12: Comparação onda senoidal e o resultado diferença



Fonte: Autoria própria

Organizando os resultados das últimas duas configurações para melhor visualização, obteve-se a tabela abaixo:

Tabela 5: Resultados obtidos etapas 2 e 3 do primeiro experimento

Configuração	$V_o$ (Vpp)
Somador P.	4.04 V
Diferença	7,4 V

Fonte: Autoria própria

## 2. Prática - Curvas de tensão e corrente em diodos

Seguindo o roteiro da segunda prática fornecido por ALMEIDA(2023b), com o propósito de poder traçar a curva de tensão por corrente para três diodos distintos realizou-se o seguinte:

Com um resistor, montou-se um circuito em série do resistor com um diodo de modo a medir a tensão no diodo e a corrente que passa pelo circuito com o auxílio de dois multímetros.

Considerou-se nesse caso a corrente passando no sentido convencional do diodo, seguindo assim o diagrama da Figura 4.

Inicialmente, utilizando um resistor de  $R = 1\text{ K}\Omega$ , considerando o Diodo de Sinal 1N4148 montou-se o circuito e configurou-se a fonte de tensão  $V$  para 20 Volts. Esperou-se os valores de tensão do diodo e corrente se estabilizarem um pouco para então anotá-los. Em seguida, abaixou-se a tensão da fonte de 1 em 1 V, anotando os valores de tensão e corrente para cada um.

Em seguida, repetiu-se o mesmo processo para o Diodo Retificador 1N4007 e o Diodo MUR820, de modo que obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 6 - Valores de tensão e corrente de cada diodo para tensão de 20 à 0 V para  $R = 1\text{ K}\Omega$

$V \pm 0,01$ (V)	Diodo - 1N4148		Diodo - 1N4007		Diodo - MUR820	
	$i \pm 0,01$ (mA)	$v \pm 1$ (mV)	$i \pm 0,01$ (mA)	$v \pm 1$ (mV)	$i \pm 0,01$ (mA)	$v \pm 1$ (mV)
20,00	19,50	780	19,43	718	20,14	524
19,00	18,55	778	18,52	716	18,97	523
18,00	17,62	774	17,60	713	17,94	521
17,00	16,59	769	16,64	711	16,83	519
16,00	15,58	765	15,60	708	15,75	517
15,00	14,55	760	14,55	705	14,75	515
14,00	13,52	755	13,50	702	13,71	512
13,00	12,47	750	12,49	698	12,68	509
12,00	11,37	744	11,44	694	11,60	507
11,00	10,40	738	10,41	690	10,60	503
10,00	9,39	731	9,40	685	9,58	500
9,00	8,37	724	8,39	680	8,57	496
8,00	7,37	716	7,39	674	7,56	492
7,00	6,36	707	6,38	667	6,54	487

6,00	5,34	696	5,37	659	5,54	481
5,00	4,35	684	4,37	649	4,54	475
4,00	3,35	670	3,38	637	3,55	467
3,00	2,34	650	2,38	620	2,55	457
2,00	1,38	622	1,41	594	1,56	442
1,00	0,43	564	0,46	539	0,58	413
0,00	0,00	3	0,00	4	0,00	4

Fonte: autoria própria

Em seguida, substituiu-se o resistor de  $1K\Omega$  por um de  $51K\Omega$  de resistência nominal e refez-se o mesmo procedimento para cada um dos diodos, obtendo os novos resultados abaixo:

Tabela 7 - Valores de tensão e corrente de cada diodo para tensão de 20 à 0 V para  $R = 51K\Omega$

$V \pm 0,01$ (V)	Diodo - 1N4148		Diodo - 1N4007		Diodo - MUR820	
	$i \pm 0,1$ ( $\mu A$ )	$v \pm 1$ (mV)	$i \pm 0,1$ ( $\mu A$ )	$v \pm 1$ (mV)	$i \pm 0,1$ ( $\mu A$ )	$v \pm 1$ (mV)
20,00	385,3	559	384,1	531	388,3	403
19,00	365,8	558	365,1	529	368,8	402
18,00	345,9	555	346,2	527	348,9	401
17,00	326,2	553	326,2	525	329,1	400
16,00	306,3	550	306,2	522	309,2	398
15,00	286,6	546	286,5	519	289,5	397
14,00	266,8	544	267,0	516	269,7	395
13,00	247,1	540	247,1	512	249,9	393
12,00	227,2	536	227,2	509	230,1	391
11,00	207,5	532	207,6	505	210,3	388
10,00	187,7	528	187,8	501	190,5	385
9,00	168,1	522	168,3	496	170,8	382
8,00	148,4	517	148,6	490	151,2	379
7,00	128,6	510	128,9	484	131,3	375
6,00	108,9	502	109,3	477	111,5	371
5,00	89,3	492	89,7	468	91,8	366
4,00	69,8	482	70,2	458	72,2	359
3,00	50,3	467	50,6	445	52,6	351
2,00	30,9	446	31,2	425	33,0	338
1,00	11,8	402	12,1	388	13,6	314
0,00	0,0	4	0,0	4	0,0	4

Fonte: autoria própria

Após essa etapa, buscou-se avaliar a magnitude da corrente reversa de cada um dos diodos. Para tanto utilizou-se o mesmo circuito usado anteriormente, todavia com o diodo no sentido contrário a corrente que sai da fonte e com o voltímetro sobre o resistor.

Nesse caso, utilizou-se um resistor de  $10 M\Omega$  e configurou-se a tensão da fonte para 20 V. Dessa forma, obteve-se o seguinte:

Tabela 8 - Tensão do resistor em corrente reversa para cada diodo

Diodo	$V_r \pm 0,1$ (mV)
1N4148	11,8
1N4007	12,1
MUR820	13,6

Fonte: autoria própria

Conhecendo a resistência e a tensão, é possível calcular a corrente reversa  $i_s$  de cada diodo aplicando a Lei de Ohm,  $i = V/R$ . Dessa forma:

- 1N4148:  $i_s = \frac{V_r}{R} = \frac{11,8 \text{ m}}{10 \text{ M}} = 1,18 \text{ nA}$
- 1N4007:  $i_s = \frac{V_r}{R} = \frac{12,1 \text{ m}}{10 \text{ M}} = 1,21 \text{ nA}$
- MUR820:  $i_s = \frac{V_r}{R} = \frac{13,6 \text{ m}}{10 \text{ M}} = 1,36 \text{ nA}$

Conhecendo a corrente reversa ou de escape, é possível encontrar o modelo matemático que aproxima o comportamento do circuito através da fórmula  $i = i_s * e^{\frac{V_r}{V_t}}$ . Assim, considerando  $V_t = 25 \text{ mV}$ , estima-se:

- 1N4148:  $i = 1,18 \text{ n} * e^{\frac{V_r}{25 \text{ m}}}$
- 1N4007:  $i = 1,21 \text{ n} * e^{\frac{V_r}{25 \text{ m}}}$
- MUR820:  $i = 1,36 \text{ n} * e^{\frac{V_r}{25 \text{ m}}}$

## Resultados e Conclusão

Com relação à primeira etapa do primeiro experimento, o intuito era obter os ganhos da tabela 1 a partir dos valores empregados nos resistores do circuito. Com a realização do experimento e a obtenção dos resultados representados na Tabela 2, fica visível que o objetivo foi alcançado, no entanto, não foi com 100% de precisão. Comparando os resultados obtidos com o esperado, tem-se:

Tabela 9: Comparação resultados senóide

V0 obtido (V)	V0 esperado (V)	Desvio percentual
-0.286	-0.25	14.4%
-1.01	-1	1%
-4.96	-5	0.8%

Fonte: Autoria Própria

Dentre os fatores que podem ter influenciado nessa divergência apresentada, é possível citar imprecisão dos resistores. Todo resistor apresenta uma faixa de precisão, ou também conhecido por tolerância, por exemplo 5% ou 10%, dessa forma, o ganho apresentado nos resultados é fruto dessa imprecisão também. No entanto, os valores obtidos foram próximos dos esperados, possibilitando a afirmação de que os resultados são satisfatórios para uma análise do funcionamento do amplificador operacional.

No tocante a etapa 2 do experimento 1, os resultados apontam um valor também perto do esperado. Segundo a equação apresentada a seção anterior, o resultado esperado era:

$$-(2 \times 0.5 + 3 \times 1) = 4 \text{ V}$$

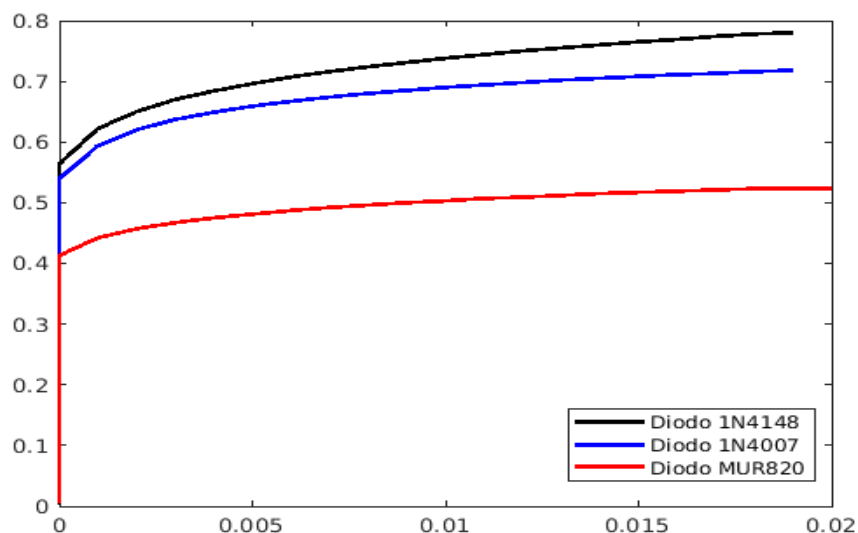
E de acordo com a tabela 5, o resultado foi 4.04V, chegando a um desvio percentual de 1%. Dessa forma, tem-se que, apesar de apresentar pequenas divergências, é possível realizar a soma ponderada de sinais através de um amplificador operacional.

Por fim, com relação à terceira etapa do experimento 1, a comparação de valores é mais difícil de ser realizada, uma vez que está realizando uma diferença entre os sinais de frequências diferentes. No entanto, analisando a figura 11, é possível observar que, com relação à onda quadrada, esta obteve um ganho positivo, já que ao mesmo tempo que ela está positiva o resultado também é, o que era esperado do experimento. Com relação à onda senoidal, acontece o oposto, quando a amplitude da onda é positiva, no resultado é negativa, como é possível observar na Figura 12, algo que já era esperado também, pois, este é o sinal que está com ganho negativo. Dessa forma, tem-se que a diferença entre dois sinais também é possível de ser feita em um amplificador operacional.

Os dados apresentados neste relatório colaboram com a afirmação de que o amplificador operacional é um importante componente eletrônico, pois, os sinais são muito usados nos aparelhos computacionais e sua manipulação torna-se necessária por conta deste fato. Pois, este componente é capaz de realizar tal manipulação com uma precisão satisfatória para que haja poucos erros.

Cruzando os dados já apresentados pela tabela 6, com relação à corrente e tensão em cada diodo com uma resistência de  $1\text{k}\Omega$ , tem-se o seguinte gráfico:

Figura 13: Gráfico tensão em função da corrente, resistor de 1k $\Omega$ ;

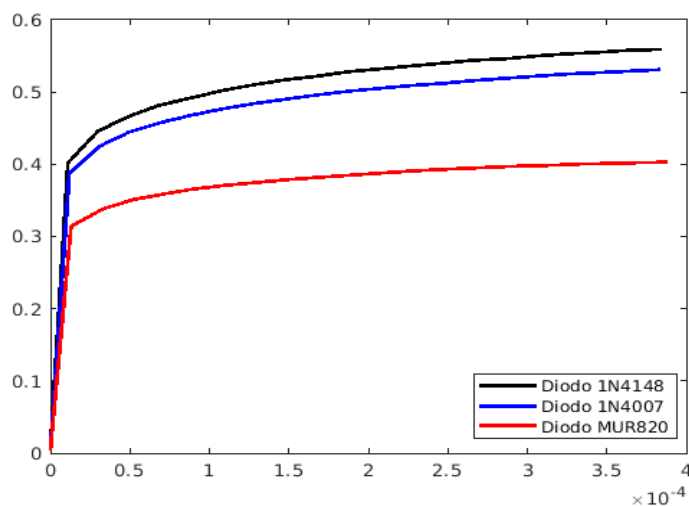


Fonte: Autoria própria

A partir deste gráfico, é possível confirmar visualmente o comportamento exponencial apresentado nos cálculos na seção anterior. No entanto, o que diferencia os diodos entre si, é a corrente que passa por cada um. Tal motivo deve-se aos materiais que compõem eles e que os envolvem.

Para o resistor de 51k $\Omega$ , o mesmo comportamento é visto, conforme mostra o seguinte gráfico:

Figura 14: Gráfico função em função da corrente, resistor de 51k $\Omega$



Fonte: Autoria própria

No tocante à corrente de fuga, apresentada na seção anterior, é possível afirmar que essa corrente é gerada pelo fato do sistema não ser totalmente isolado. Por exemplo, pode haver sujeira dentro dos diodos, pode ter uma pequena quantidade de gordura que ficou no componente quando foi tocado, entre vários outros. Dessa forma, tem que o diodo pode apresentar imperfeições em tensões negativas, possibilitando a passagem de uma corrente mínima.



## Referências

ALMEIDA, Thales Eugenio Portes De. Prática em Laboratório – Amplificadores Operacionais.

[Recurso eletrônico]. Moodle. Disponível em:

<[https://moodle.utfpr.edu.br/pluginfile.php/2842019/mod\\_resource/content/0/01%20-%20Pr%C3%A1tica%20Amplificadores%20Operacionais.pdf](https://moodle.utfpr.edu.br/pluginfile.php/2842019/mod_resource/content/0/01%20-%20Pr%C3%A1tica%20Amplificadores%20Operacionais.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2023.

ALMEIDA, Thales Eugenio Portes De. Atividade Prática em Laboratório 02: Curvas de tensão e corrente em diodos. [Recurso eletrônico]. Moodle. Disponível em:

<[https://moodle.utfpr.edu.br/pluginfile.php/2865449/mod\\_resource/content/0/02%20-%20Diodos.pdf](https://moodle.utfpr.edu.br/pluginfile.php/2865449/mod_resource/content/0/02%20-%20Diodos.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2023.