

	Universidade Federal Rural de Pernambuco Unidade Acadêmica de Belo Jardim Engenharia de Controle e Automação	
	Relatório da Prática 5 – Amplificador Operacional	
Disciplina:	Circuitos Elétricos 2	
Professor:	Henrique Patriota	
Alunos:	Ezequiel Henrique Melo do Nascimento e Pedro Henrique de Almeida Santos	
Bancada:	09	Data: 23/01/2025

1. Introdução

No dia 23 de Janeiro de 2025 foi realizada a 5ª Prática da disciplina de Circuitos 2, instruída pelo professor Henrique Patriota. Essa atividade consistiu em montar dois circuitos amplificadores, que são sistemas eletrônicos projetados para amplificar sinais elétricos, aumentando sua amplitude, potência ou corrente sem alterar significativamente suas características fundamentais.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Montar os circuitos amplificadores e medir o ganho de tensão sobre os circuitos.

2.2. Objetivos Específicos

2.2.1. Analisar como os circuitos amplificadores operam para aumentar a amplitude de sinais elétricos.

2.2.2. Relacionar conceitos teóricos com medições reais, utilizando instrumentos como gerador de função e osciloscópio.

3. Metodologia

A metodologia utilizada para essa prática contou com um guia disponibilizado no laboratório a fim guiar os alunos quanto aos passos da prática. Nesse guia, o primeiro passo está indicado calcular o ganho de tensão de maneira teórica para o circuito apresentado e após isso montar o circuito na *protoboard* que está presente na 1ª Figura.

Prosseguindo o guia contava com uma segunda prática, a qual é caracterizada por uma melhoria no circuito amplificador simples com um acréscimo de um fonte DC de 5V e um resistor de 100kΩ.

3.1. Cálculo Teórico da 1ªPrática

$$v_o = \frac{-R_f}{R_i} * v_i$$

$$v_o = \frac{-100k}{20k} * 2$$

$$v_o = -10V$$

$$A_T = \frac{R_f}{R_i}$$

$$A_T = \frac{100k}{20k}$$

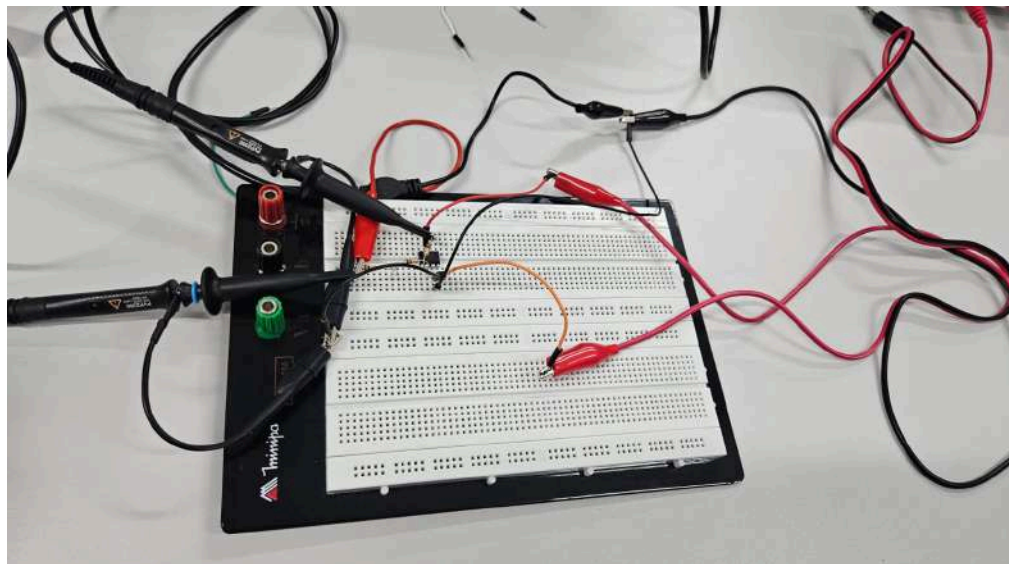
$$A_T = 5$$

3.2. Montagem do Circuito da 1ªPrática

A montagem do circuito contou com os seguintes componentes listados abaixo :

1. Fonte CA
2. 1x Resistor de 100k Ω
3. 1x Resistor de 20k Ω
4. 1x CI amplificador LN741/TL07
5. *Protoboard*
6. Gerador de função
7. Osciloscópio
8. Fonte DC

1ª Figura - Montagem do Circuito para a 1ªPrática

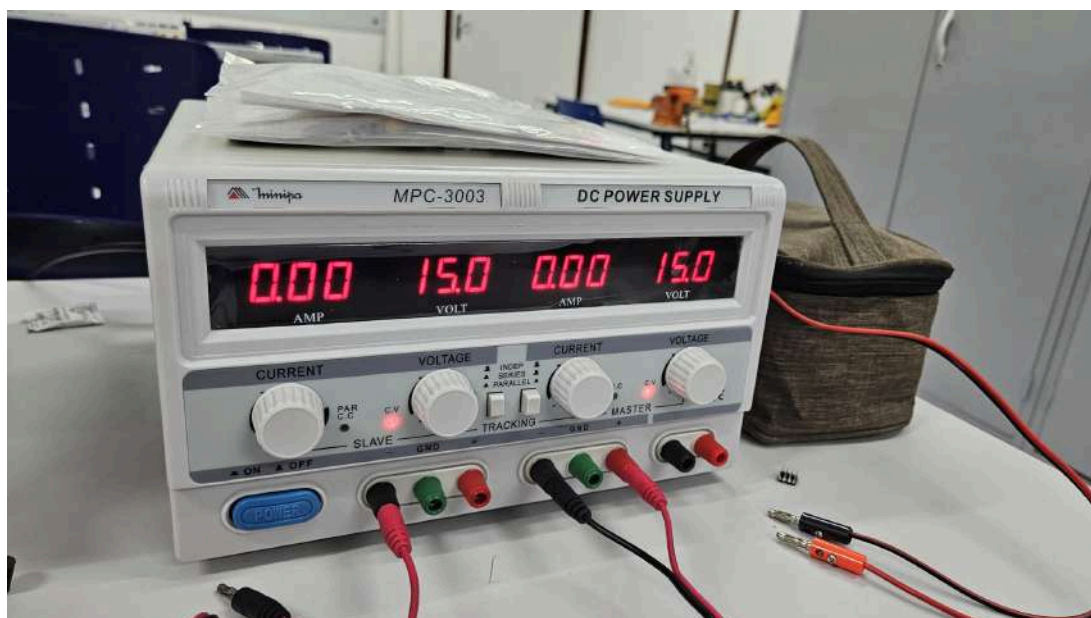


Após a montagem do circuito, o segundo passo é configurar o gerador de função para uma tensão de $2V_{pp}$ e uma frequência de 1kHz. Ademais configurar uma tensão DC de 15V para conectar no amplificador. A 2ª Figura apresenta a configuração do gerador de função e a 3ª Figura apresenta a configuração da fonte DC.

2ª Figura - Configuração do Gerador de Função para a 1ª Prática



3ª Figura - Configuração da Fonte DC para a 1ª Prática

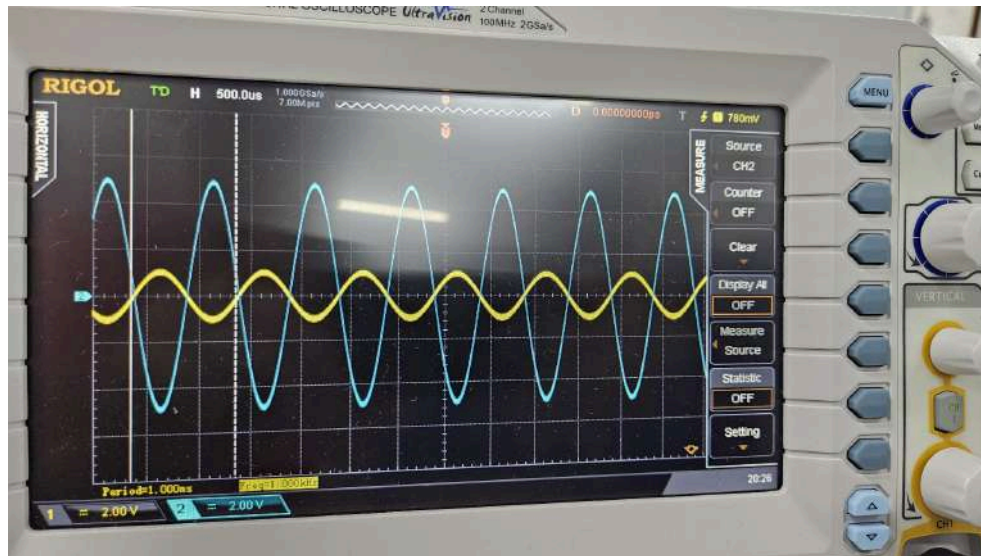


A fonte de alimentação DC é configurada da seguinte forma, o primeiro sinal de tensão está em 15V e o segundo sinal está em -15V. Dessa forma, o primeiro sinal é conectado a porta 7 do

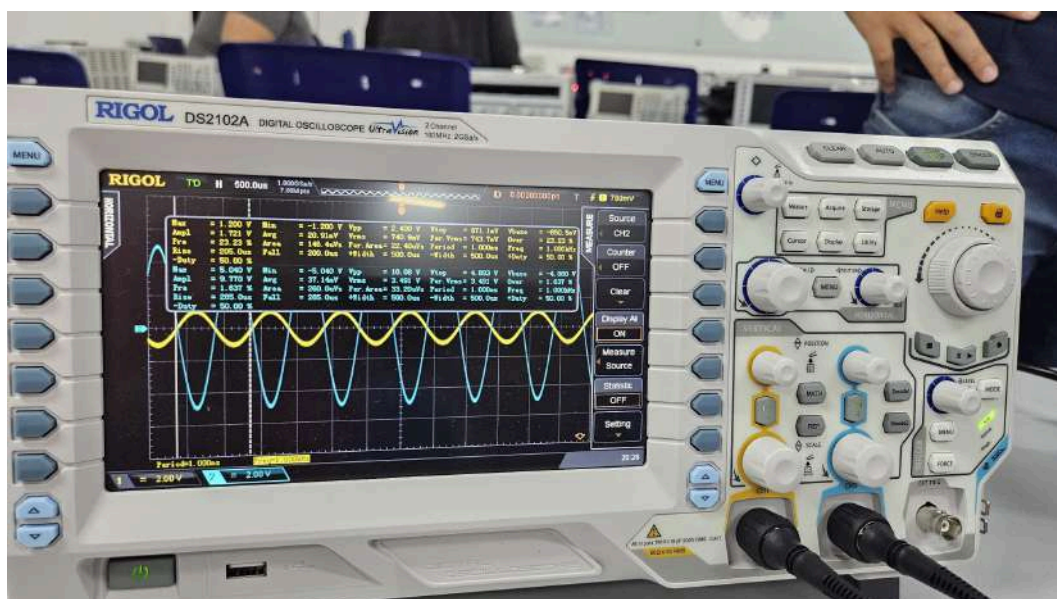
amplificador enquanto o segundo sinal é conectado na porta 4 para garantir o funcionamento do circuito como planejado

Após a configuração das fontes de alimentação CA e DC, foi possível realizar o experimento sobre o circuito presente na 1ª Figura e observar o ganho de tensão sobre o circuito amplificador com o uso do osciloscópio, a simulação está presente na 4ª Figura e os Valores de Entrada e saída estão presentes na 5ª Figura abaixo :

4ª Figura - Simulação do circuito Amplificador da 1ª Prática



5ª Figura - Entrada e Saída de tensão sobre o circuito da 1ª Prática



A saída em amarelo no osciloscópio representa o sinal de entrada do circuito com uma tensão aproximadamente $2,4V_{pp}$ e a saída em azul representa o sinal de saída do circuito após

passar pelo amplificador que está com uma tensão de de aproximadamente $10,08V_{pp}$, tendo posse desses valores é possível calcular o ganho de tensão na prática:

$$A_{EXP} = \frac{10,08}{2,4} = 4,2$$

Sendo assim, foi obtido um ganho de 4,2 vezes no circuito.

3.3. Cálculo Teórico da 2ªPrática

$$v_o = - \left[\frac{R_f}{R_1} * v_1 + \frac{R_f}{R_2} * v_2 \right]$$

$$v_o = - \left[\frac{100k}{20k} * 1 + \frac{100k}{100k} * 5 \right]$$

$$v_o = - 10V$$

$$A_T = - \left[\frac{R_f}{R_1} - \frac{R_f}{R_2} \right]$$

$$A_T = - \left[\frac{100k}{20k} - \frac{100k}{100k} \right]$$

$$A_T = - 4$$

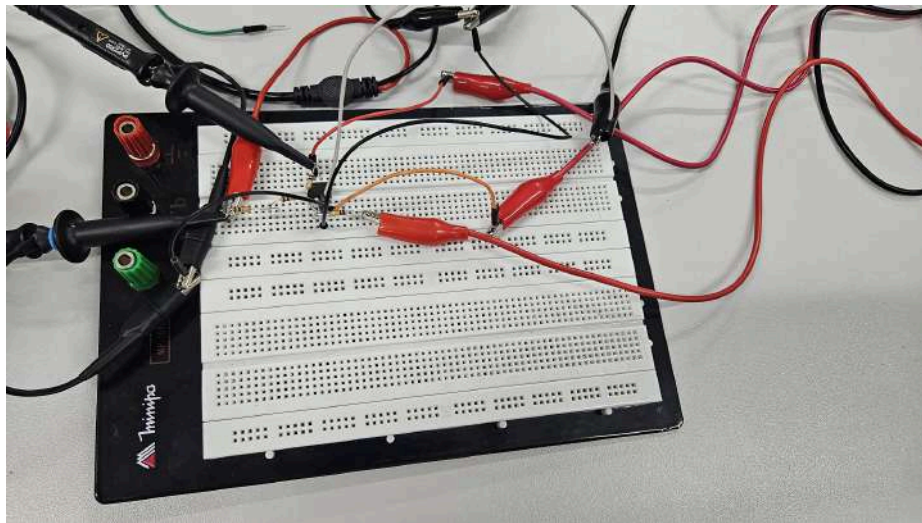
Como ocorre uma inversão de fase, deve-se considerar apenas 4 para nossos cálculos de ganho teórico, já que consegue-se identificar essa mudança de fase na simulação com o uso do osciloscópio.

3.4. Montagem do Circuito da 2ªPrática

A montagem do segundo circuito contou com os seguintes componentes listados abaixo:

1. Fonte CA
2. 2x Resistor de $100k\Omega$
3. 1x Resistor de $20k\Omega$
4. 1x CI amplificador LN741/TL07
5. *Protoboard*
6. Gerador de função
7. Osciloscópio
8. Fonte DC

6ª Figura - Montagem do Circuito para a 2ª Prática



Ademais, após a montagem adicionando uma fonte de alimentação DC com 5V e um resistor de $100k\Omega$, pode-se realizar o experimento visto que as configurações para a fonte CA continuam as mesmas e para as tensões sobre o amplificador também. Dessa forma, é possível observar no osciloscópio algumas mudanças na saída do canal 2 em azul com um sinal agora amplificado invertido em $10,60V_{pp}$, ou seja, o circuito agora está grampeado com um tensão de aproximadamente 5V em cada pico. A 7ª Figura apresenta os sinais de entrada e saída do circuito e a 8ª Figura apresenta os valores de tensão de entrada e saída no circuito.

7ª Figura - Simulação do circuito Amplificador da 2ª Prática



8ª Figura - Entrada e Saída de tensão sobre o circuito da 2ª Prática



Observando a 8ª Figura pode-se notar que o valor da tensão de entrada v_i foi de 2,8 V, enquanto que o valor da tensão de saída v_o foi de 10,6 V. Sendo assim, o ganho de tensão obtido na prática 2 foi de:

$$A_{EXP} = \frac{10,6}{2,8} = 3,78$$

4. Resultados e Discussões

Com os resultados das duas práticas é possível realizar um comparativo entre os valores medidos e calculados teoricamente, conforme demonstrado na Tabela 1 e Tabela 2. Além disso, para se obter um melhor entendimento sobre a precisão dos procedimentos realizados é necessário calcular o erro relativo (Equação 1), após isso será possível ter uma melhor clareza dos resultados.

Equação 1 - Erro relativo

$$Erro (\%) = 100 \cdot \frac{|Valor Teórico - Valor Medido|}{Valor Teórico}$$

Tabela 1 - Resultados obtidos na 1ª Prática

A_T	5
A_{EXP}	4,2

4.1 Erro relativo à 1ª Prática

$$Erro (\%) = 100 \cdot \frac{|5 - 4,2|}{5}$$

$$Erro (\%) = 16\%$$

Tabela 2 - Resultados obtidos na 2ª Prática

A_T	4
A_{EXP}	3,78

4.1 Erro relativo à 2ª Prática

$$Erro (\%) = 100 \cdot \frac{|4 - 3,78|}{4}$$

$$Erro (\%) = 5,5\%$$

Observa-se que o primeiro experimento teve um erro relativo maior em relação ao segundo experimento. No geral, os valores medidos na prática variaram em no máximo 16% dos valores calculados teoricamente. Esses erros podem ser explicados devido a variações que ocorrem naturalmente no circuito e a imprecisões que podem ocorrer no processo de medição.

5. Conclusões

A prática proporcionou uma compreensão aprofundada sobre o funcionamento e análise de circuitos amplificadores, permitindo a aplicação dos conceitos teóricos em um contexto experimental. A comparação entre os resultados obtidos e os valores esperados revelou a influência de fatores como tolerância dos componentes e precisão dos instrumentos de medição, evidenciada pelos erros relativos. Apesar das discrepâncias, os experimentos demonstraram a eficácia dos amplificadores na amplificação de sinais elétricos.