



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA-UFU
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
ENGENHARIA MECATRÔNICA
CARLOS ALBERTO GALLO



7º RELATÓRIO DE ELETRÔNICA BÁSICA

JEAN ROBERT DA CUNHA MARQUEZ

11621EMT008

YURI LIMA ALMEIDA

11621EMT022

UBERLÂNDIA

2018

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	3
2.	DESENVOLVIMENTO.....	6
2.1.	CIRCUITO 1 – AMPLIFICADOR INVERSOR	6
2.2.	CIRCUITO 2 – AMPLIFICADOR NÃO-INVERSOR	8
2.3.	CIRCUITO 3 – SOMADOR INVERSOR	10
2.4.	CIRCUITO 4 – SUBTRATOR.....	12
3.	CONCLUSÃO.....	14
	REFERÊNCIAS	15
	ANEXOS	16

1. INTRODUÇÃO

Neste experimento foi utilizado o amplificador operacional 741, cujo datasheet está anexado a este relatório, para analisar o seu comportamento como um amplificador inversor, amplificador não inversor, somador inversor e subtrator.

Quando se deseja amplificar um sinal, é sabido que, caso este sinal seja de corrente, o componente ideal para se utilizar é o transistor, mas caso este sinal for de tensão o componente mais adequado é o amplificador operacional.

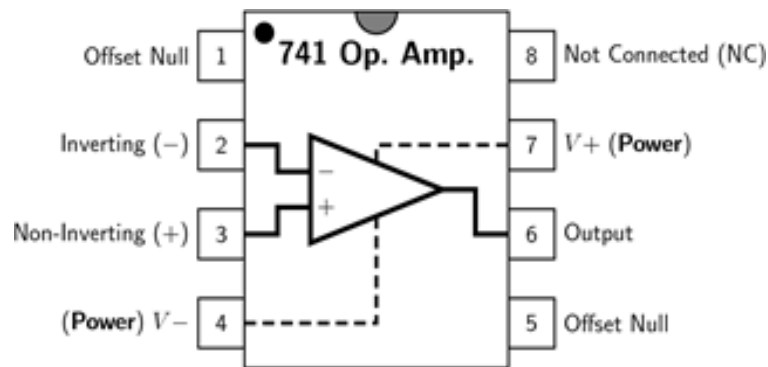


Figura 1 – Diagrama do amplificador operacional 741. [1]

O amplificador operacional ideal possui um ganho infinito, impedância de entrada infinita, impedância de saída nula, resposta em frequência de zero a infinito e suas especificações não variam com a temperatura, porém, no real não é isso que acontece[2]. Para o amplificador operacional 741 foram obtidas as seguintes características do seu datasheet:

Características	
Ganho em malha aberta	100000
Impedância de saída	75Ω
Impedância de entrada	2 MΩ
Razão de rejeição de modo comum	90 dB
Tensão diferencial de entrada máxima	30 V
Corrente de saída máxima	25 mA
Tensão de offset de entrada	5 mV
Corrente offset de entrada	200 nA
Tensão de alimentação máxima	22 V
Potência máxima de dissipação	500 mW

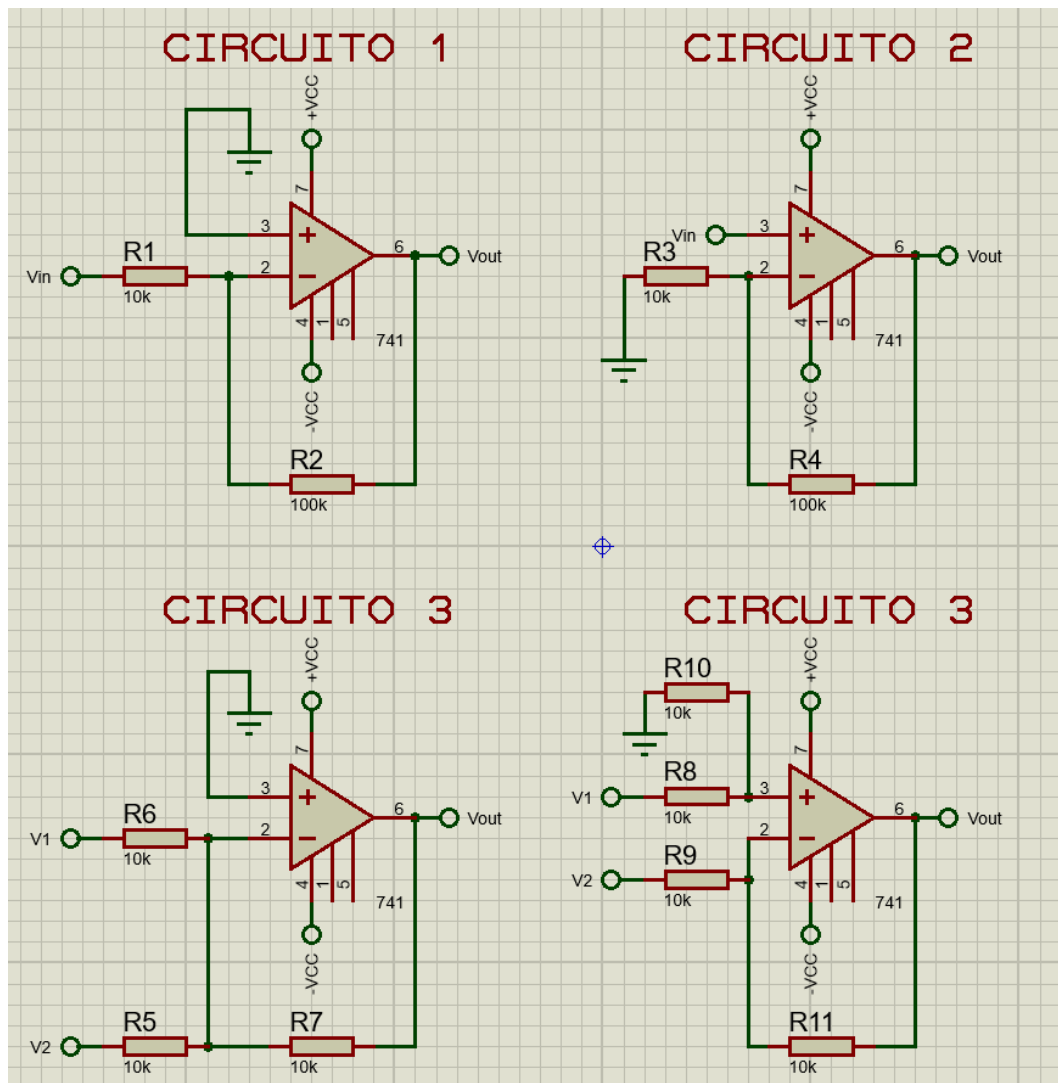


Figura 2 – Circuitos montados para o experimento.

Na Figura 2 é possível verificar que o circuito 1 representa o amplificador inversor, o circuito 2 representa o amplificador não inversor, o circuito 3 representa o somador inversor e o circuito 4 representa o subtrator. Para cada circuito foram analisados seu sinal de entrada e saída bem como suas formas de onda utilizando o auxílio de um osciloscópio digital. Além disso, para os circuitos pode-se calcular o V_{out} através das seguintes relações:

$$V_{out} = -\frac{R2}{R1} * V_{in} \quad (1)$$

$$V_{out} = \left(\frac{R4}{R3} + 1\right) * V_{in} \quad (2)$$

$$V_{out} = -R7 * \left(\frac{V1}{R6} + \frac{V2}{R5} \right) \quad (3)$$

$$V_{out} = -\frac{R10}{R9} * (V1 - V2) \quad (4)$$

As equações Eq. 1, Eq. 2, Eq. 3, Eq. 4 se referem aos sinais de saída (Vout) dos circuitos 1, 2, 3 e 4 respectivamente. [3]

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. CIRCUITO 1 – AMPLIFICADOR INVERSOR

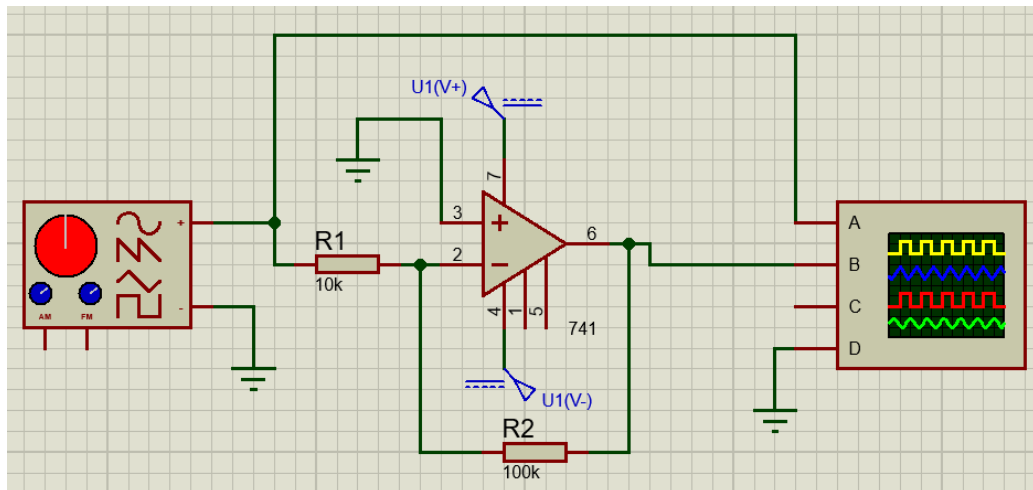


Figura 3 – Circuito 1 montado no software proteus para representação e simulação.

Para o circuito 1 espera-se que por ser um amplificador inversor o seu sinal de saída seja contrário ao de entrada e amplificado, além disso, para o sinal de entrada foi utilizado um gerador de sinal com uma frequência de 1 kHz e uma tensão de 1 V em forma de onda senoidal. O sinal de saída deste circuito simulado pode ser visto através da seguinte figura:

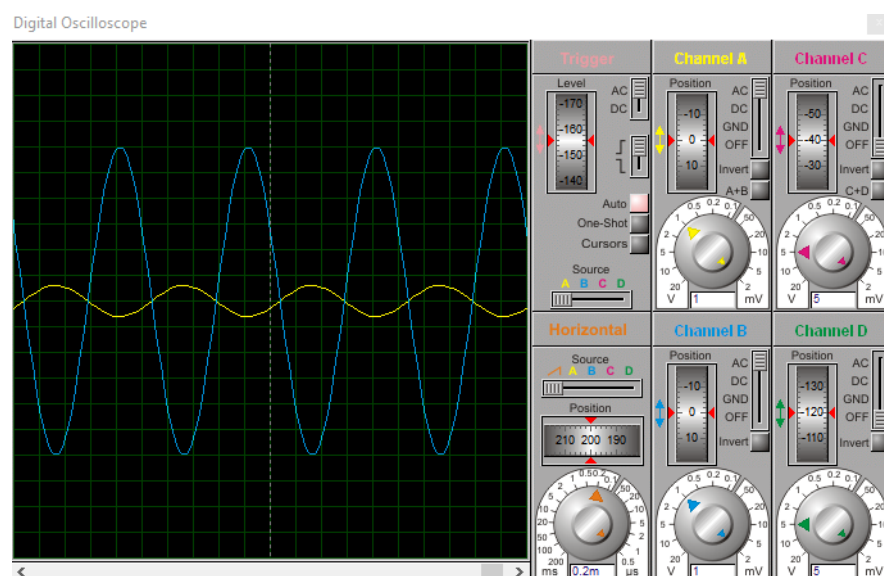


Figura 4 – Resultado simulado do circuito 1.

Além disso, é possível verificar também o mesmo circuito feito em laboratório e testado experimentalmente:

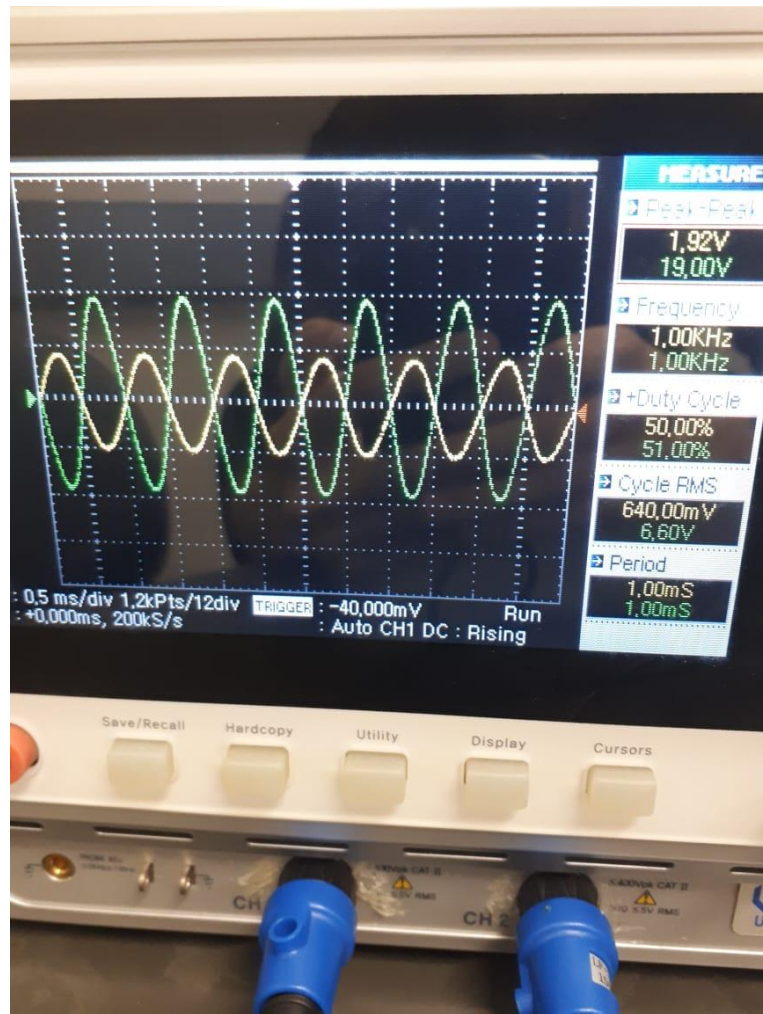


Figura 5 – Dados obtidos experimentalmente em laboratório.

Como é possível observar na figura 5, o ganho de tensão foi de 10 vezes e com sinal invertido, devido ao fato da relação dos resistores utilizados serem de $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ e $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ o que valida a Eq. 1.

2.2. CIRCUITO 2 – AMPLIFICADOR NÃO-INVERSOR

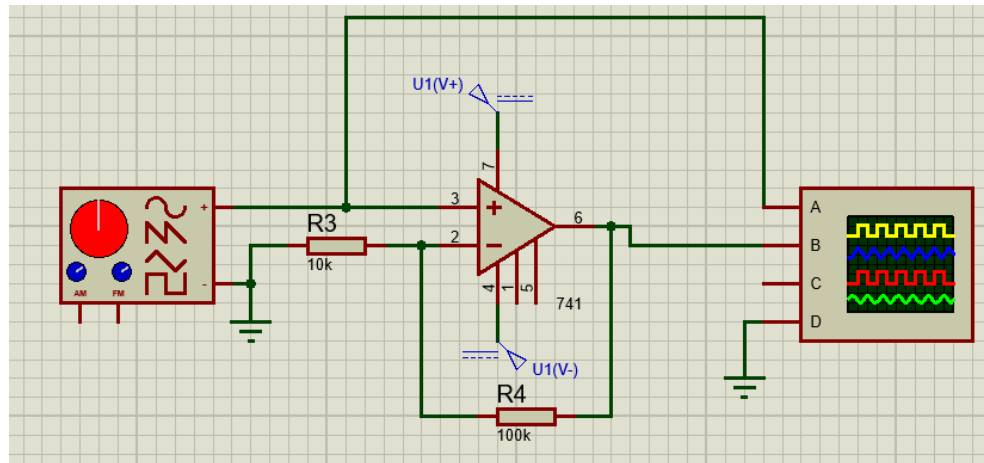


Figura 6 - Circuito 1 montado no software proteus para representação e simulação.

Como o circuito 2 é um amplificador não inversor espera-se um sinal amplificado e em fase com o sinal de entrada pois é utilizada a porta não inversora do amplificador operacional. Além disso, para este circuito o gerador de sinal forneceu uma tensão de 1 V em forma de onda senoidal a uma frequência de 1 kHz. Como resultado da simulação deste circuito foi obtido a seguinte figura:

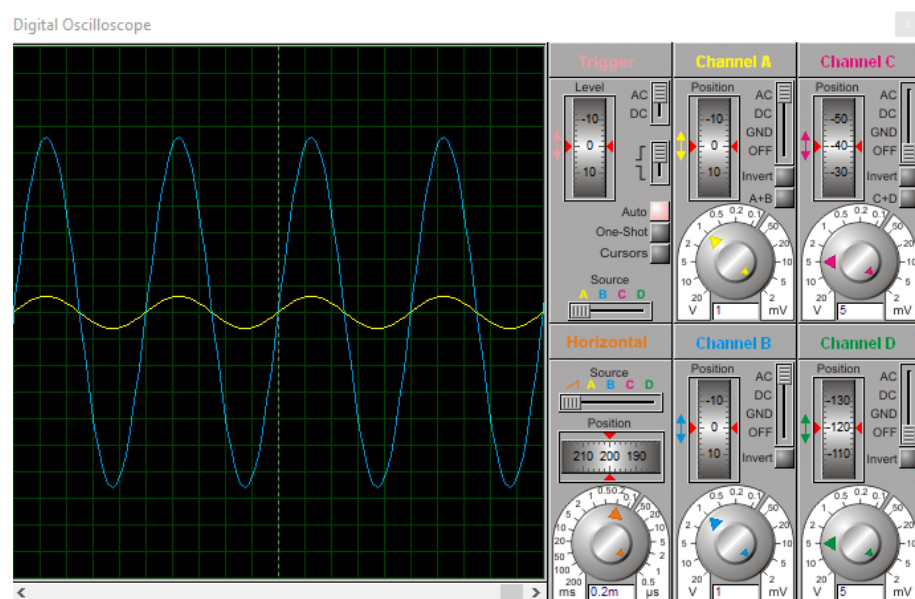


Figura 7 – Resultado simulado do circuito 2.

Este circuito também foi analisado em laboratório com o auxílio de um osciloscópio, e foi obtido a seguinte figura:

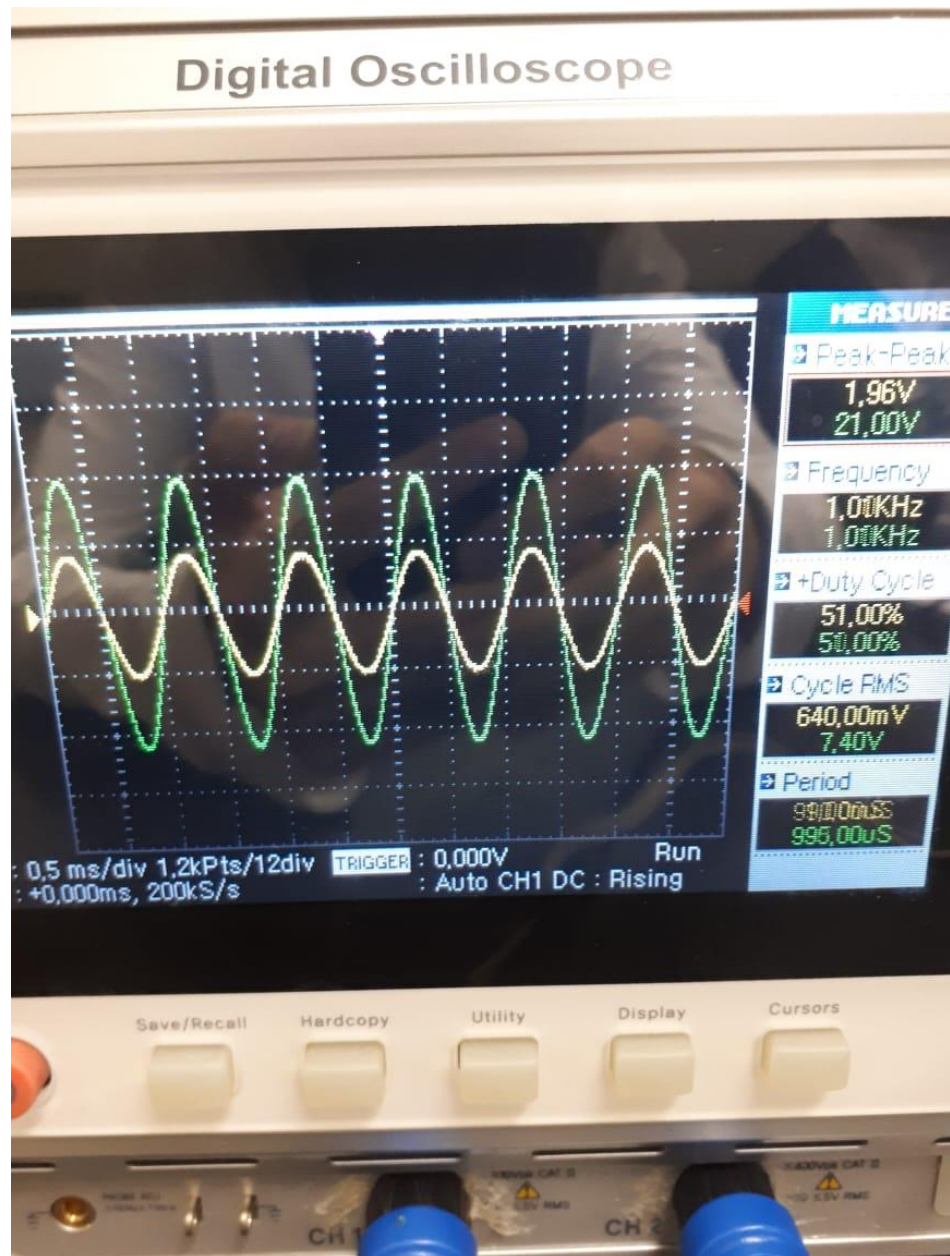


Figura 8 – Dados obtidos experimentalmente em laboratório.

Como é observado na figura 8 o ganho obedece a Eq. 2 e é, de fato, obtido um sinal em fase devido ao fato de ser utilizado a porta não inversora e amplificado pela relação dos resistores visto na equação.

2.3. CIRCUITO 3 – SOMADOR INVERSOR

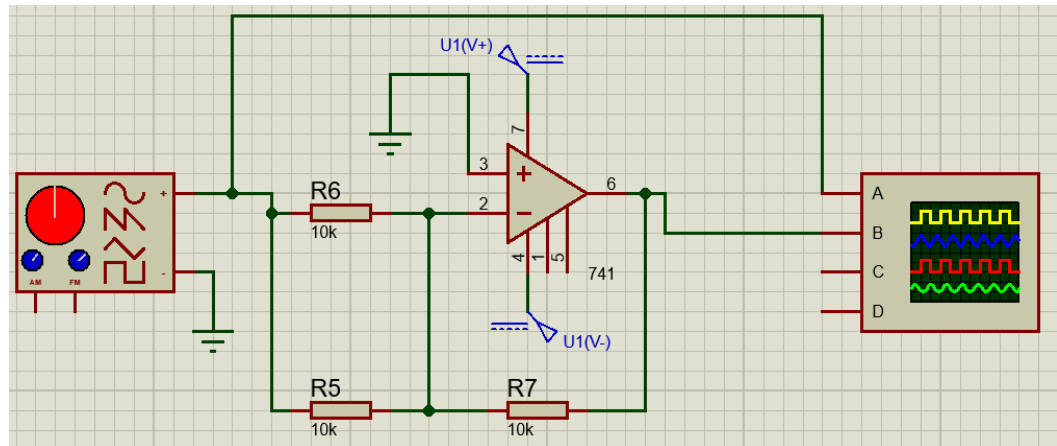


Figura 9 - Circuito 3 montado no software proteus para representação e simulação.

O circuito 3 é um somador inversor e neste circuito foi utilizado como sinal de entrada uma tensão de 2 V com forma de onda retangular e frequência de 60 Hz a partir do gerador de sinais como ilustrado na Figura 9. Como é um somador inversor então o sinal de saída será de sinal contrário. Com a simulação deste circuito foi obtido a seguinte figura:

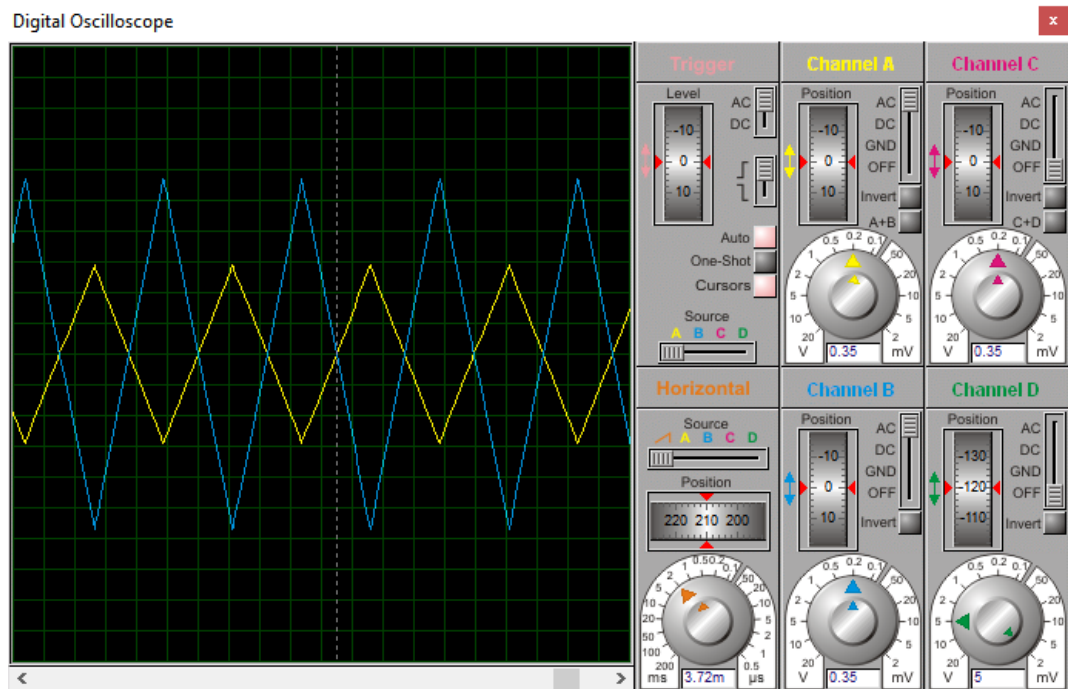


Figura 10 - Resultado simulado do circuito 3.

Após ser feito este circuito em laboratório foi obtido do osciloscópio as seguintes formas de onda:

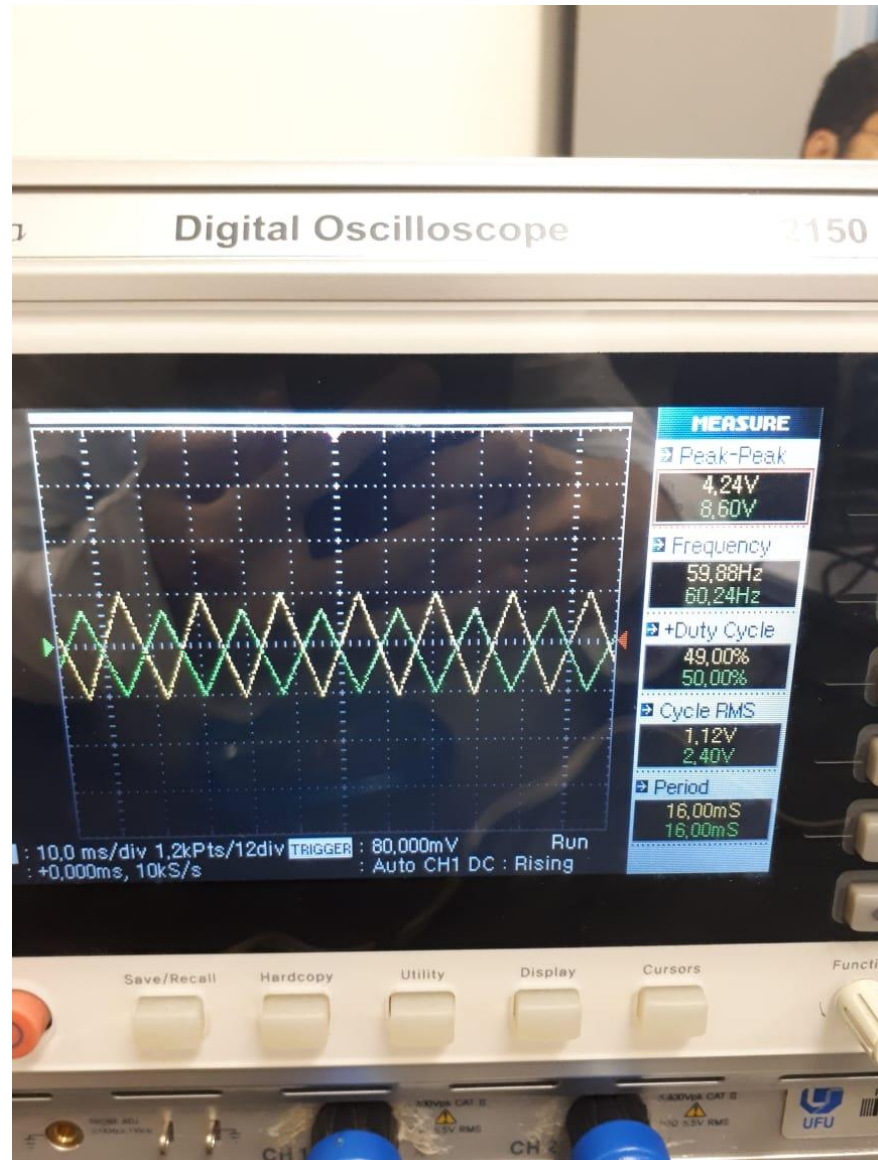


Figura 11 – Dados obtidos experimentalmente em laboratório.

Analisando o comportamento do sinal de saída do circuito é possível verificar a Eq. 3. Além disso, é visto também que devido ao fato de se ter utilizado a porta inversora o sinal vem defasado de 180° .

2.4. CIRCUITO 4 – SUBTRATOR

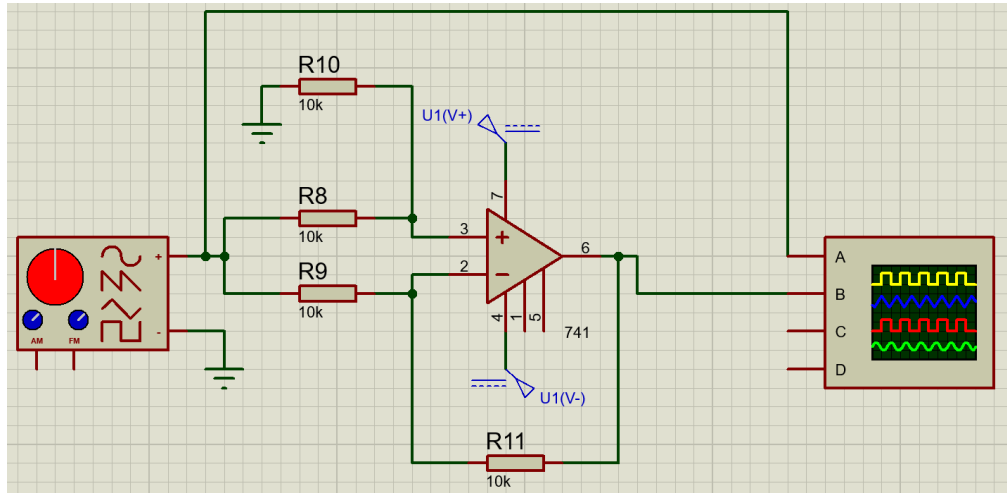


Figura 12 - Circuito 4 montado no software proteus para representação e simulação.

O circuito 4 representa um subtrator, neste espera-se que o sinal de saída seja inferior ao de entrada para que seja validado a Eq. 4. Para isso foi configurado o gerador de sinais para uma tensão de entrada de 3 V em onda quadrada de uma frequência de 200 Hz. Além disso, o sinal de saída deve ser nulo para que seja válida a Eq. 4, pois $V_1 = V_2$. Após a simulação deste circuito foi obtido a seguinte figura:

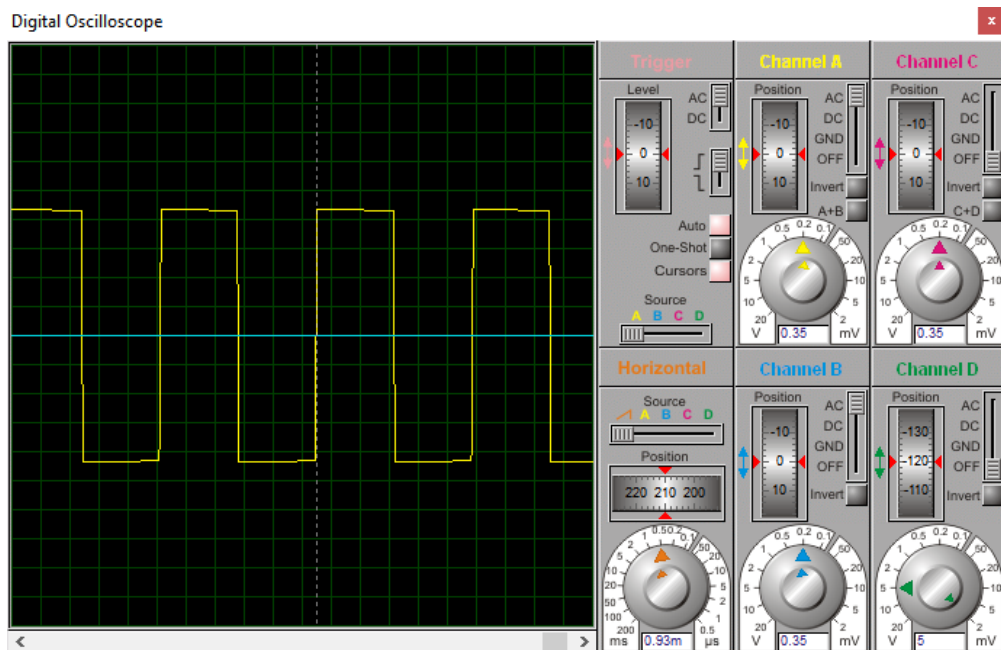


Figura 13 - Resultado simulado do circuito 4.

3. CONCLUSÃO

Como visto no tópico de desenvolvimento as simulações de todos os quatro circuitos condizem com a montagem real e, além disso, verificam suas respectivas equações referentes aos sinais de saída. Muitas vezes para fins de simplificação dos cálculos é feita uma aproximação do amplificador operacional utilizado para o amplificador ideal.

No primeiro circuito, do amplificador inversor foi obtido de fato um sinal de saída invertido ao sinal de entrada e amplificado, isso se dá devido ao fato do sinal de entrada partir da porta inversora do amplificador operacional 741. A utilização deste circuito é interessante pois, além da simplicidade dos cálculos, é possível fazer o ajuste do ganho de maneira simples com a utilização dos resistores. Para este circuito também os resultados esperados da simulação foram condizentes com os resultados obtidos em laboratório.

O segundo circuito, do amplificador não inversor obteve-se uma forma de onda de saída em fase com a forma de onda de entrada, pois foi utilizada a porta não inversora no 741. Para esta aplicação é preferível utilizar dois amplificadores inversores para que não seja necessário lidar com uma matemática mais complexa a fim de se realizar os cálculos da amplificação. Neste caso o ganho também está relacionado com a relação dos resistores com o acréscimo de uma unidade como pode ser analisado na Figura 8.

Para a necessidade de se amplificar o sinal de diversas fontes diferentes pode-se utilizar o amplificador somador inversor. No caso do circuito 3 feito as fontes possuem o mesmo sinal, ou seja, $V_1 = V_2$, para este caso e a partir da Figura 11 é possível verificar o que acontece com o sinal de saída do circuito.

O circuito subtrator é muito utilizado em circuitos de instrumentação para amplificar sinais de baixa amplitude. Além disso, este circuito também oferece uma imunidade maior a ruídos do ambiente o qual está operando. No caso realizado na simulação de em laboratório o resultado obtido foi nulo, devido ao fato dos dois sinais de entrada serem os mesmos. Porém é possível perceber uma pequena discrepância na Figura 14, esta alteração provém de uma fonte de erro devido a interferência do ambiente ao qual o projeto foi executado.

REFERÊNCIAS

[1] OP-AMP 741 IC PIN DIAGRAM (Operational Amplifier). Disponível em: <http://www.bragitoff.com/2016/02/op-amp-741-ic-pin-diagram-operational-amplifier/>. Acesso em: 13 Junho 2018.

[2] SILVA, C. O Amplificador Operacional e suas principais configurações. Disponível em: <http://www.clubedaeletronica.com.br/Eletronica/PDF/Amp-OP%20I%20-%20conceitos%20basicos.pdf>. Acesso em: 28 Abril 2018.

[3] GALLO, C. A. 7º Laboratório de Eletrônica Básica para Mecatrônica. p. 1-5. 2018.

ANEXOS