

UNIVERSIDADE DO MINHO
ESCOLA DE CIÊNCIAS

Aplicações do Amplificador Operacional como Dispositivo Linear

TRABALHO LABORATORIAL 5
ELETRÓNICA E INSTRUMENTAÇÃO EM FÍSICA

Afonso Costeira A89636
André Mouquinho A90129
Miguel Godinho A89624

27 de janeiro de 2021

1 Sumário

Esta atividade experimental consiste na montagem de diversos circuitos que se destinam a demonstrar o funcionamento dum amplificador operacional quando utilizado como dispositivo linear.

2 Procedimento, Resultados e Análise

A primeira coisa a ter em atenção é a montagem da figura 1. Esta montagem é a que liga o V_{neg} e o V_{pos} do amplificador de modo que este será constante para todas as montagens.

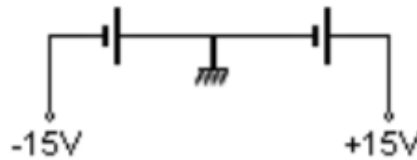


Figura 1: Terminal Massa.

As montagens que iremos abordar são as seguintes:

- Amplificador Não Inversor;
- Amplificador Inversor;
- Integrador.

Para todas as duas primeiras montagens é nos pedidos para registar a forma de onda na entrada e na saída e o cálculo do ganho de tensão da montagem para uma onda sinusoidal com 10 kHz de frequência e tensão pico a pico de 1 V . Depois pede-nos para variar a tensão e verificar o ganho para diferentes tensões pico a pico. Para terminar, volta a pedir para fixarmos a tensão pico a pico nos 1 V e pede-nos fazermos variar a resistência R_b e verificarmos os valores de ganho e compararmos com os teóricos.

Na última montagem, pede para registarmos a forma de onda e o valor pico a pico do sinal observado na saída com uma onda de entrada quadrática com 2 V pico a pico e 1 kHz . Para finalizar a experiência, pede-nos para fazer variar a frequência e analisar os resultados obtidos.

2.1 Amplificador Não Inversor

A primeira montagem que nos foi requerida é uma montagem de um amplificador não inversor que se encontra na figura 2.

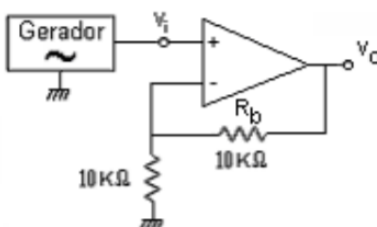


Figura 2: Montagem de um amplificador não inversor.

A imagem obtida no osciloscópio encontra-se na figura 3.



Figura 3: Sinal observado no osciloscópio para a resistência R_b igual a $10\text{ k}\Omega$ e a tensão pico a pico igual 1 V da primeira montagem.

Pela figura 3, é possível então observar que, aproximadamente, o valor de tensão pico a pico duplica no sinal de saída obtendo então um valor de 2 V na tensão pico a pico de saída. Podemos também concluir que o ganho é de dobro. Agora o que o nos é pedido para variar a tensão e verificar se o ganho se mantém constante. Os resultados encontram-se na tabela 1.

| V_{in} (V) | V_{out} (V) | Ganho |
|--------------|---------------|--------------|
| 1,001 | 2,001 | 1,999 |
| 1,801 | 3,521 | 1,955 |
| 2,321 | 4,641 | 2,000 |
| 2,841 | 5,601 | 1,971 |

Tabela 1: Variação de tensão pico a pico para a montagem do amplificador não inversor.

Verifica-se então que, aproximadamente, o ganho duplica.

Para terminar esta montagem, fomos variar a resistência. Na tabela 2 encontram-se os resultados.

| Resistência ($k\Omega$) | V_{in} (V) | V_{out} (V) | Ganho | Ganho Teórico ¹ |
|----------------------------------|--------------|---------------|--------------|-----------------------------------|
| 10 | 1,001 | 2,001 | 1,999 | 2,000 |
| 47 | 1,081 | 5,681 | 5,255 | 5,700 |
| 100 | 0,76 | 7,841 | 10,317 | 11,000 |

Tabela 2: Variação da resistência R_b para a montagem do amplificador não inversor.

Não conseguimos manter nos 1 V pico a pico, mas deu para observar que há medida que aumentamos a resistência o ganho aumenta simultaneamente, como é confirmado pela parte teórica.

¹O cálculo do ganho teórico encontra-se no apêndice.

2.2 Amplificador Inversor

A seguinte montagem é uma montagem de um amplificador inversor que se encontra na figura 4.

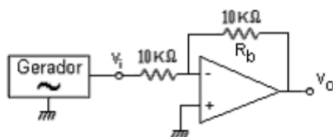


Figura 4: Montagem de um amplificador inversor.

A imagem obtida no osciloscópio encontra-se na figura 5.

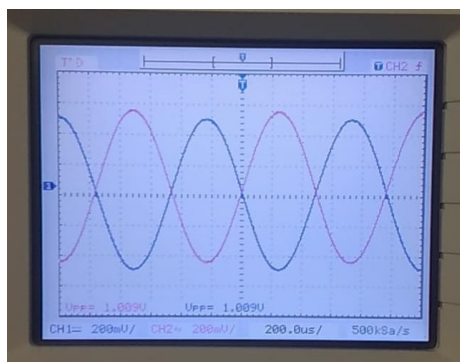


Figura 5: Sinal observado no osciloscópio para a resistência R_b igual a $10\text{ k}\Omega$ e a tensão pico a pico igual 1 V da segunda montagem.

Pela figura 5, é possível observar que, o valor de tensão pico a pico continua o mesmo, mas ocorre uma inversão no sinal de saída em que o mesmo é o simétrico do valor de tensão de entrada. Podemos concluir que o "ganho" é -1 em que o $-$ representa a simetria. Agora vamos variar a tensão e verificar se o ganho se mantém constante. Os resultados encontram-se na tabela 3.

| V_{in} (V) | V_{out} (V) | Ganho |
|--------------|---------------|--------|
| 1,009 | -1,009 | -1,000 |
| 1,561 | -1,561 | -1,000 |
| 3,601 | -3,601 | -1,000 |
| 4,401 | -4,401 | -1,000 |

Tabela 3: Variação de tensão pico a pico para a montagem do amplificador inversor.

Verifica-se que o "ganho" se mantém constante.

Para terminar esta montagem, fomos variar a resistência. Na tabela 4 encontram-se os resultados.

| Resistência ($k\Omega$) | V_{in} (V) | V_{out} (V) | Ganho | Ganho Teórico |
|---|--------------|---------------|--------------|----------------------|
| 10 | 1,009 | -1,009 | -1,000 | -1,000 |
| 47 | 1,121 | -4,961 | -4,426 | -4,700 |
| 100 | 1,121 | -10,64 | -9,492 | -10,000 |

Tabela 4: Variação da resistência R_b para a montagem do amplificador inversor.

Não conseguimos manter a tensão de 1 V pico a pico, mas deu para observar que à medida que aumentamos a resistência o ganho se mantém negativo, isto é, o sinal de saída continua a ser inverso ao de entrada, no entanto, aumenta com o aumento do valor da resistência. Ao compararmos com os valores de ganho teóricos reparamos que acontece o mesmo.

2.3 Integrador

A terceira e ultima montagem é a montagem do integrador que se encontra na figura 6.

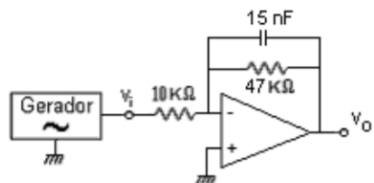


Figura 6: Montagem de um amplificador inversor.

A imagem obtida no osciloscópio encontra-se na figura 7.

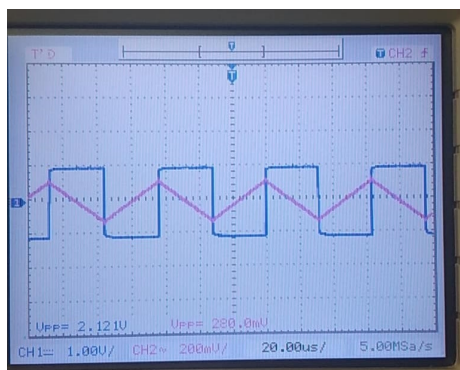


Figura 7: Sinal observado no osciloscópio para terceira montagem.

Como o próprio nome indica, o circuito integrador transforma o sinal de entrada no seu integral. Tratando-se de uma onda quadrada (segmentos de funções constantes), o sinal de saída será composto por segmentos de funções lineares. Deste modo, obteve-se experimentalmente o sinal de saída esperado.

Para terminar esta montagem e a experiência fomos diminuir a frequência pela qual obtivemos o sinal na figura 8.



Figura 8: Sinal observado no osciloscópio para terceira montagem com menor frequência.

Para frequências inferiores à frequência de corte, o trabalho do condensador deixa de ser significativo, pois este é proporcional à frequência. Ou seja, ao tender a frequência para 0 o condensador também tende para 0 e irá fazer curto-circuito, em que o circuito passa a comporta-se como amplificador inversor. É possível verificar esta declaração na figura 8, onde claramente se verifica a simetria entre os dois sinais.

3 Conclusão

Nesta experiência foi possível verificar o efeito do amplificador operacional nas montagens não inversa, inversa e integrador onde obtivemos os sinais esperados. Ainda assim fica a atenção que os valores de ganho não correspondiam quase nunca ao ganho teórico o que se deve ao material usado, como possível desprezos que sejam feito na parte teórica como resistência internas de certas componentes.

4 Apêndice

Formula do cálculo do ganho para o amplificador não inverso:

$$\frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_b}{R}$$

Formula do cálculo do ganho para o amplificador não inverso:

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_b}{R}$$