

Trabalho Prático nº 3
AMPLIFICADORES OPERACIONAIS

(3 aulas)

Antes de realizar o trabalho, já deve ter estudado:

1. Características dos amplificadores operacionais, tais como:
 - a. Ganho, impedância de entrada e impedância de saída;
 - b. Tensão de *offset* de entrada e de saída;
 - c. *Slew rate*.
2. O funcionamento dos seguintes circuitos:
 - a. Amplificadores inversor e não inversor;
 - b. Amplificadores somador e diferencial;
 - c. Rectificadores de precisão.

Depois de realizar o trabalho, deverá:

1. Ter verificado experimentalmente algumas montagens com amplificadores operacionais;
2. Ter verificado algumas das limitações práticas do amplificador operacional.

Elementos de estudo:

1. J. G. Rocha, MOSFETs e Amplificadores Operacionais: Teoria e Aplicações, Netmove Comunicação Global Lda. Editora, 2005.
2. S. Sedra and K. C. Smith, Microelectronic Circuits, 5th edition, Oxford University Press, 2007.
3. S. Franco, "Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits," McGraw-Hill, 3rd. Ed. 2001.

Introdução

Além dos componentes passivos, resistências e condensadores, os circuitos electrónicos analógicos e digitais, são construídos a partir de componentes activos tais como díodos ou transístores, que normalmente são fabricados em silício. Um outro bloco usado na montagem de circuitos (que não é um dispositivo electrónico no sentido fundamental, mas sim um conjunto de dispositivos) está disponível no mercado na forma de circuito integrado: o amplificador operacional. Apesar do circuito interno de um amplificador operacional ser relativamente complexo, sendo constituído tipicamente por 20 ou mais transístores, as características quase ideais aos seus terminais tornam possível o seu tratamento como se de um circuito elementar se tratasse, permitindo o projeto de circuitos complexos sem qualquer conhecimento da sua constituição interna.

O circuito integrado a usar durante o presente trabalho é o 741. Serão analisadas alguns circuitos básicas com amplificadores operacionais, tanto lineares como não lineares.

1ª aula:

Amplificadores inversor e não inversor.

Considere o circuito da figura 1. O amplificador operacional deve ser alimentado entre -15 V e 15 V.

- Calcule o ganho de tensão em malha fechada e a impedância de entrada do circuito.
- Monte o circuito, ajuste o gerador de sinais para um sinal sinusoidal de 100 mV de pico e 1 kHz de frequência. Ligue-o a v_i .

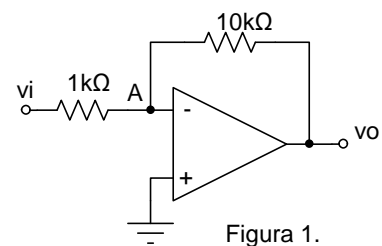


Figura 1.

- Observe as formas de onda na entrada (v_i) e na saída (v_o). Verifique o ganho em tensão e o desfasamento entre os sinais de entrada e de saída.
- Observe a forma de onda da tensão no ponto A e comente o resultado obtido.
- Retire a resistência de realimentação (10 kΩ) e verifique o que acontece.

Considere o circuito da figura 2.

- Calcule o ganho de tensão em malha fechada do circuito. Qual é a sua impedância de entrada?

- Monte o circuito, ajuste o gerador para um sinal sinusoidal de 100 mV de pico e 1 kHz de frequência. Ligue-o a v_i .

- Observe as formas de onda na entrada (v_i) e na saída (v_o). Verifique o ganho em tensão e o desfasamento entre os sinais de entrada e de saída.

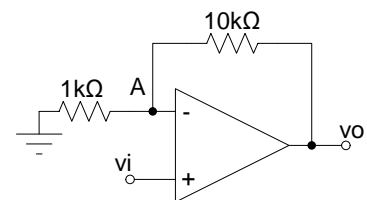


Figura 2

- Observe a forma de onda da tensão entre o ponto A e v_i e comente o resultado obtido.
- Retire a resistência de realimentação 10 kΩ e verifique o que acontece.

2ª aula:

Amplificadores somador e diferencial.

Objetivo: Verificar o funcionamento dos amplificadores somador e diferencial.

Considere o circuito da figura 3.

- Monte o circuito, ajuste o gerador para um sinal sinusoidal de 1 V de pico e 1 kHz de frequência e ligue-o a v1. Ligue uma tensão contínua de 1 V em v2.
- Varie as amplitudes dos sinais de entrada e verifique o que acontece.
- Repita os procedimentos anteriores para o circuito da figura 4.

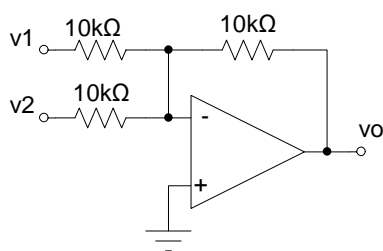


Figura 3

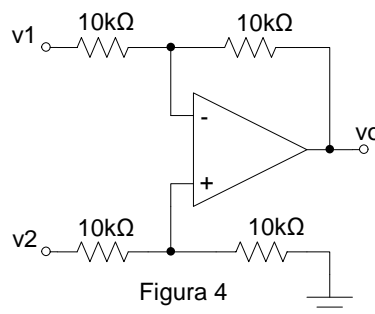


Figura 4

3ª aula:

Retificadores de precisão.

Considere o circuito da figura 5, em que o diodo é o 1N4148:

- Ajuste o gerador para um sinal sinusoidal de 100 mV de pico e frequência de 1 kHz. Verifique a forma de onda de saída e compare-a com a de entrada. Existe a diferença de 0.7 V? Comente.

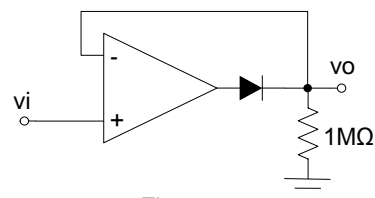


Figura 5

- Observe a forma de onda à saída do amplificador operacional (pino 6). Justifique a saturação durante o semi-ciclo negativo de vi.

Inverta a polaridade do diodo e verifique a forma de onda da saída vo.

Considere o circuito da figura 6:

- Ajuste o gerador para um sinal sinusoidal de 100 mV de pico e frequência de 1 kHz e observe a forma de onda de saída.
- Explique o funcionamento do circuito.
- Ligue a saída do circuito a uma resistência de carga de 1 kΩ. Explique o observado.

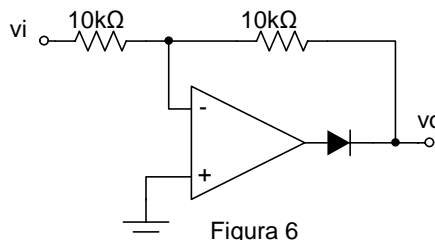


Figura 6