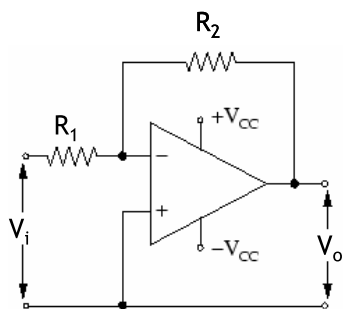


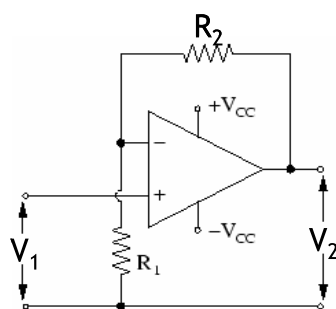
Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Informática  
Eletrônica 1

Laboratório: Amplificadores operacionais/Conversores A/D e D/A (Multsim)

1. Implementar os circuitos amplificadores abaixo. Considere os amplificadores com ganho 10 e tensões de alimentação de +5V e -5V, para ambos.

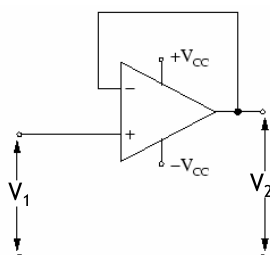


a) amplificador inversor



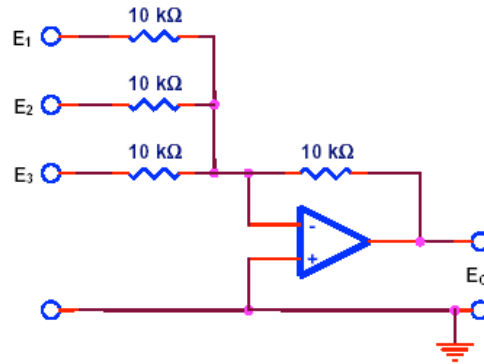
b) amplificador não inversor

- a. Deduzir as equações dos ganhos dos circuitos amplificadores e os valores dos resistores;
  - b. Implementar e verificar o funcionamento dos circuitos na ferramenta Electronics Workbench;
  - c. Implementar os protótipos em protoboard;
  - d. Analisar resultados no osciloscópio;
  - e. Calcular as impedâncias de entrada e de saída dos circuitos;
  - f. Especificar o tipo de amplificador operacional usado e suas características elétricas.
2. Implementar o circuito abaixo. Considere a alimentação do circuito igual ao do item 1.



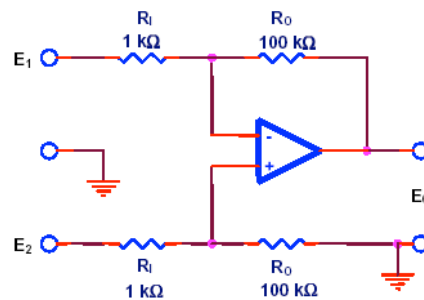
- a. Deduzir a tensão de saída em função da tensão de entrada;
- b. Implementar e verificar o funcionamento do circuito na ferramenta Electronics Workbench;
- c. Implementar protótipo do circuito em protoboard;
- d. Analisar resultados no osciloscópio;
- e. Calcular as impedâncias de entrada e de saída do circuito, tipo de amplificador operacional usado e suas características elétricas;

3. Implementar o circuito somador abaixo:



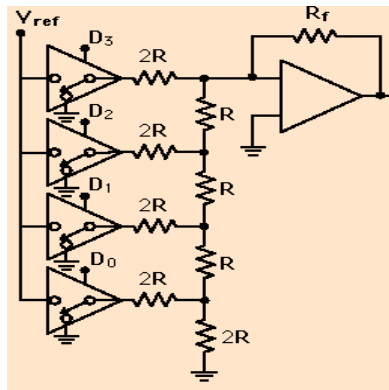
- Deduzir  $E_o$  em função das tensões de entrada;
- Implementar e verificar o funcionamento do circuito na ferramenta Electronics Workbench;
- Implementar protótipo do circuito em protoboard;
- Analisar resultados no osciloscópio;
- Calcular a impedância de entrada e de saída do circuito;
- Informar o tipo de amplificador operacional usado e suas características elétricas.

4. Analisar o circuito abaixo (amplificador diferencial).



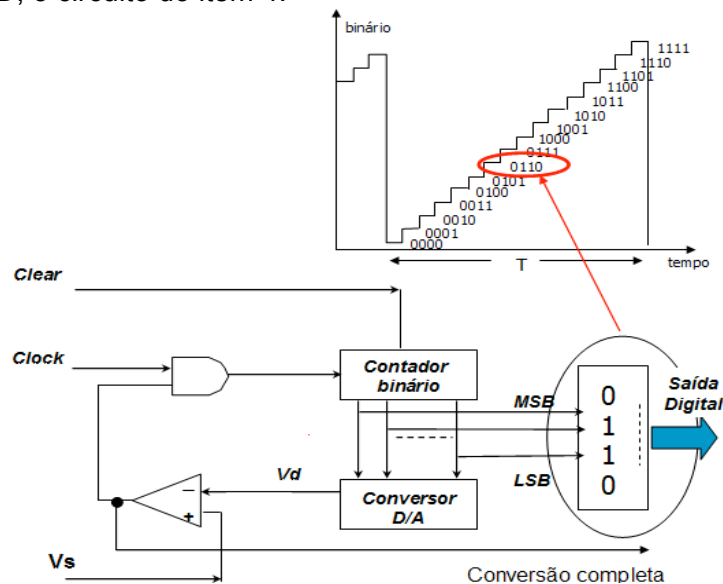
- Deduzir  $E_o$  em função de  $E_1$  e  $E_2$  ;
- Considerando a alimentação do amplificador +/- 5V e  $(E_1 - E_2)$  igual a 20 mV (p-p) (senóide), verifique a saída  $E_o$ .
- Implementar e verificar o circuito na ferramenta Electronics Workbench;
- Implementar protótipo do circuito em protoboard;
- Analisar resultados no osciloscópio;
- Calcular a impedância de entrada e de saída do circuito;
- Como posso transformar o circuito acima em um circuito subtrator de tensões, ou seja,  $E_o = E_1 - E_2$  ?
- Informar o tipo de amplificador operacional usado e suas características elétricas.

5. A partir do circuito do item 1 implementar um conversor D/A tipo R-2R de 4 bits, conforme figura abaixo. Considere uma tensão de referência de +5 V.



- Deduzir  $V_o$  em função de  $V_{in}$ ;
- Deduzir e mostrar a tabela de conversão;
- Implementar e verificar o funcionamento do circuito na ferramenta Electronics Workbench;
- Implementar protótipo do circuito em protoboard;
- Analisar resultados no osciloscópio;
- Especificar faixa de conversão;
- Informar o erro de quantização;

5. Implementar um conversor A/D de 4 bits conforme figura abaixo. Utilize, como conversor AD, o circuito do item 4.



- Explicar o funcionamento do circuito;
- Mostrar a tabela de conversão;
- Implementar e simular o circuito na ferramenta Electronics Workbench;
- Implementar o protótipo do circuito em protoboard;
- Analisar resultados no osciloscópio;
- Especificar faixa de conversão;
- Informar erro de quantização.

Obs: O circuito indica finalização de conversão quando o sinal “conversão completa” vai para o nível lógico “0”. A entrada analógica é representada para sinal  $V_s$ . O circuito é alimentado com +5V. O sinal analógico varia de 0 a 4,5 V.