

Pré-relatório 1 do Laboratório de Dispositivos e Circuitos Eletrônicos

Cristiano Silva Júnior: 13/0070629

21 de Agosto de 2017

Neste pré-relatório, consideraremos um amplificador operacional (*amp op*) ideal como o do modelo da figura 1.

Consideramos, neste modelo, que

$$V_{out} = A(V_+ - V_-)$$

e que tanto

$$R = \infty$$

como

$$A = \infty$$

1 Exercício 1

Utilizando o amplificador operacional *LM741* da *National Instruments* como referência, extraí os seguintes valores para os parâmetros requisitados:

- Corrente de compensação de entrada (input offset current): $20nA$ típico, $200nA$ máximo.
- Tensão de compensação de entrada (input offset voltage): $1mV$ típico, $5mV$ máximo.
- Corrente de polarização de entrada (input bias current): $80nA$ típico, $500nA$ máximo.
- Resistência de entrada (input resistance): $2M\Omega$ típico, $0.3M\Omega$ mínimo.

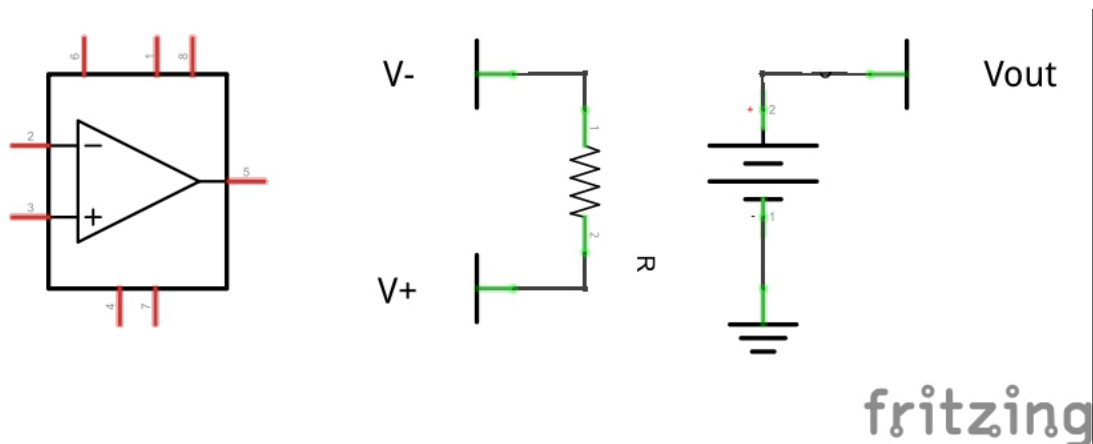


Figura 1: Modelo do amplificador operacional

- Razão de rejeição em modo comum (CMRR - Common-Mode Rejection ratio): $95dB$ típico, $80dB$ mínimo.
- Largura de banda (bandwidth): $1.5MHz$ típico, $0.437MHz$ mínimo.
- Taxa de variação (slew rate): $0.7V/\mu s$ típico, $0.3V/\mu s$ mínimo.
- Potência consumida: $50mW$ típico, $85mW$ máximo.
- Corrente de saída em curto-circuito (output short circuit current): $25mA$ típico.
- Razão de rejeição da fonte de alimentação (PSRR – power supply voltage rejection ratio): $96dB$ típico, $86dB$ mínimo.

Segundo o fabricante, estes valores foram coletados em um experimento a $25^{\circ}C$ de temperatura ambiente.

2 Exercício 2

Diz-se que a média entre as entradas de qualquer dispositivo é um sinal de modo comum (v_c). No caso do amplificador operacional, $v_c := \frac{v_+ + v_-}{2}$. Associado a este número, temos também a diferença entre as entradas $v_d := v_+ - v_-$.

A partir disso, podemos definir o ganho em modo comum A_c e o ganho em modo diferencial A_d . Estes ganhos são as parcelas de cada um dos sinal de entrada que contribuem para o ganho total do amplificador. Com base nesta intuição, a saída do *amp op* pode ser reescrita como sendo $v_o = v_c A_c + v_d A_d$.

É interessante definir estas grandezas pois um dos parâmetros que são levados em consideração na hora de construir um *opamp* é a razão de rejeição em modo comum $CMRR$. Este valor é constante e diz o quão bom o dispositivo é para subtrair os sinais de entrada. É dado por $CMRR = 20 \log_{10} \left| \frac{A_d}{A_c} \right|$

3 Exercício 3

No modelo do *amp op*, temos que, entre as entradas, há um resistor, cuja diferença de tensão determinará qual a tensão de saída do dispositivo. Idealmente, a resistência de entrada é infinita. Se ela é infinita, a corrente que passa por este resistor é nula. Se a corrente é nula, então entende-se que não diferença de tensão entre os pontos. Desta forma, a tensão entre os terminais do *amp op* deverá ser a mesma, o que é equivalente a dizer que há um curto circuito naquela região do circuito. Como este curto não existe, já que há um resistor ali, dizemos que este é um curto circuito virtual.

4 Exercício 4

Supondo o *amp op* do exercício como ideal, temos que a corrente que entra no dispositivo é nula, e que a tensão em $v = 0$. Pela lei de Kirchhoff das correntes,

$$\begin{aligned} i_1 &= i_2 \\ \Rightarrow \frac{v_i - v}{R_1} &= \frac{v - v_o}{R_2} \\ \Rightarrow \frac{v_o}{v_i} &= -\frac{R_2}{R_1} \end{aligned}$$

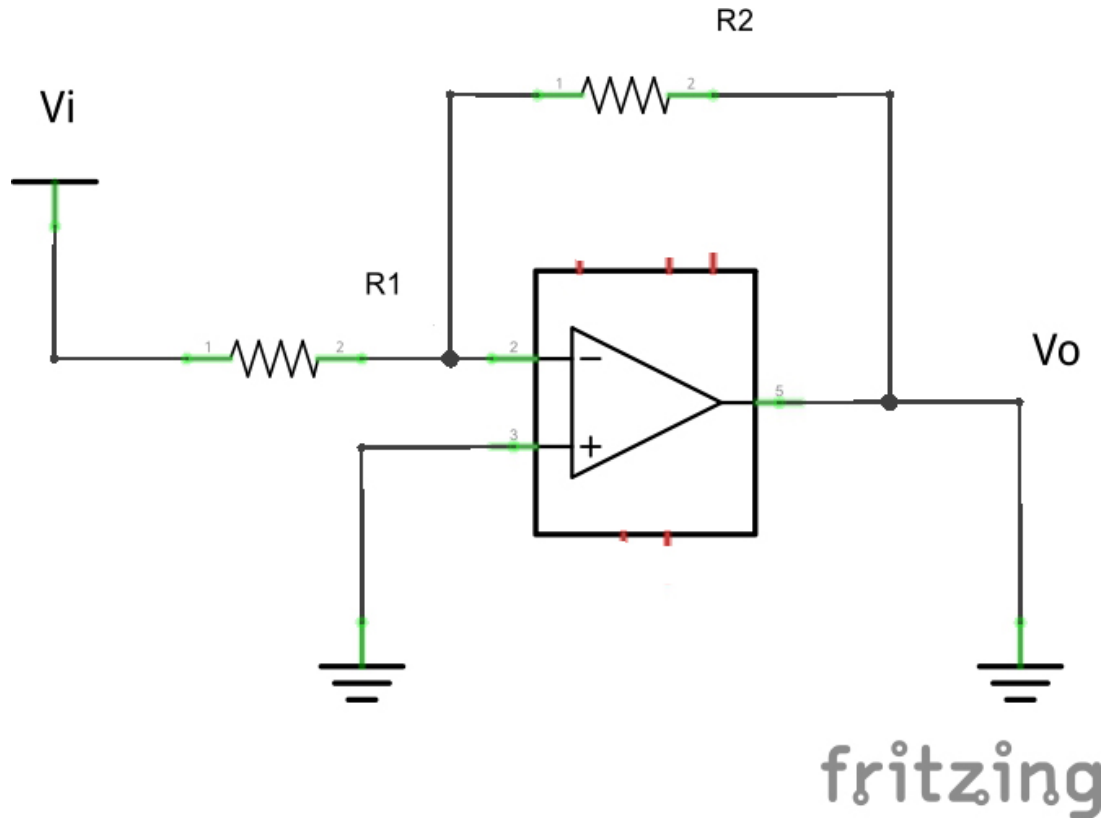


Figura 2: Circuito analisado no problema 4

Sendo assim, podemos concluir que

$$i_1 = \frac{v_1}{R_1}$$

$$i_2 = -\frac{v_o}{R_2}$$

5 Exercício 5

O circuito da figura (a) do roteiro pode ser resolvido por um simples divisor de tensão, resultando em $\frac{5}{11}V$.

O circuito da figura (c) do roteiro requer que descubramos a função de transferência do circuito na figura 3.

Este é o seguidor de tensão, e sua principal característica é que $v_i = v_o$.

Como não há corrente de entrada no *amp op*, então a tensão que entra no dispositivo é $5V$, já que não haverá queda de tensão no resistor de $10k\omega$. Portanto, a tensão sobre o resistor de $1k\omega$ será de $5V$.

6 Exercício 6

O *slew rate* é a maior derivada com relação ao tempo que a tensão de saída um dispositivo pode assumir. Depois

A diferença de tensão que anula a saída de um *amp op* é definida como tensão de compensação de entrada.

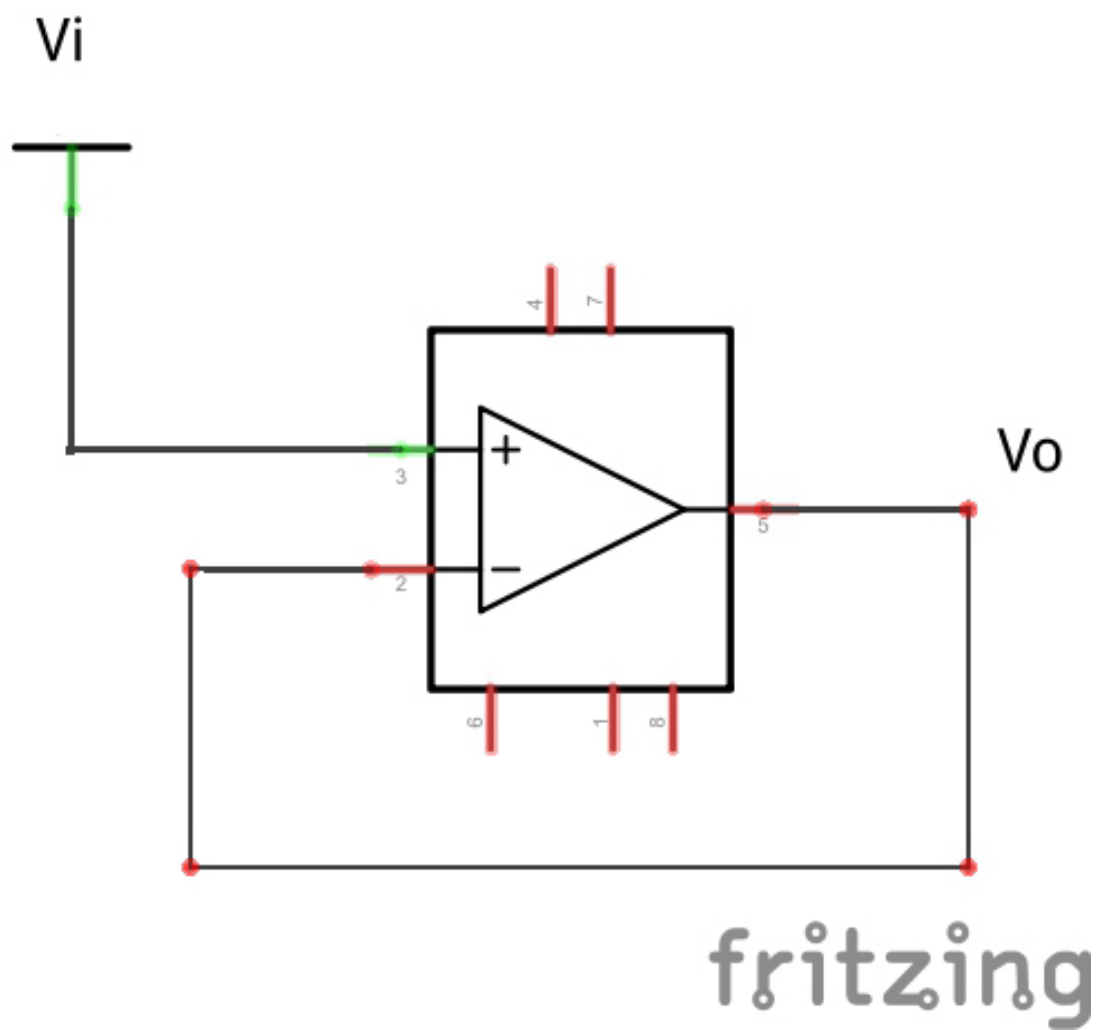


Figura 3: Seguidor de tensão

A diferença absoluta entre as correntes de fuga da entrada inversora e da não-inversora é denominada corrente de compensação de entrada. A média entre essas correntes de fuga é chamada de corrente de polarização.

7 Exercício 7

Considerando o efeito do *slew rate* (SR), espera-se que a saída do circuito seja uma rampa que sature em v_e (ou em $12V$ se v_e for maior do que a alimentação).

Considerando que a saída seja $a = 1V$ e o SR do *LM741* da *National Instruments*, espera-se que o *amp op* sature em aproximadamente $1.43\mu s$. Desta forma, a rampa quase não deve ser enxergada em situações comuns de uso.

8 Referência Bibliográfica

- Apostila do professor Humberto. <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/humberto/atividade-de-ensino/inicio/labeltronica>. Acesso em 14 de Agosto de 2017.
- *Datasheet* do *LM741*. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm741.pdf>. Acesso em 14 de Agosto de 2017.