

Laboratório 6

Retificadores com Amp Op

Referências

**Notas de Aula da SEL393 – Laboratório de Instrumentação Eletrônica I.
Roteiro Experimental do kit educacional ME3100 – Dream Catcher.**

Roteiro Experimental

SEL318 - Laboratório de Circuitos Eletrônicos III
Laboratório 6 – Retificadores com Amplificadores Operacionais

Implementação em Protoboard

No retificador de onda completa da Fig. 1.1 são utilizados os seguintes resistores: $R_1=100\text{K}\Omega$, $R_2=R_3=10\text{K}\Omega$ and $R_4=5\text{K}\Omega$. Determine:

- A máxima frequência de um sinal senoidal na entrada que não cause alteração na forma e amplitude do sinal na saída.
- Utilizando a máxima frequência do item anterior determine a amplitude mínima de tensão na entrada para que se obtenha o mesmo sinal na saída.

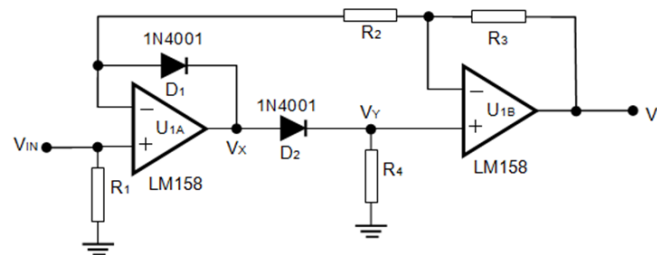


Fig. 1.1 - Retificador de Onda Completa

Simulação em LTSpice

Retificador de Onda Completa I

No retificador de onda completa da Fig. 1.2 são utilizados os seguintes resistores: $R=10\text{K}\Omega$ e $R/2= 5\text{K}\Omega$. Os diodos são o 1N4001. Utilizando os amp op LM158 e LT1022 determine:

- A máxima frequência de um sinal senoidal na entrada que não cause alteração na forma e amplitude do sinal na saída.
- A amplitude mínima de tensão na entrada para que se obtenha o mesmo sinal na saída.

OBS: Utilizando a máxima frequência do item anterior avalie com o comando .step param a amplitude mínima para está frequência.

- Compare em uma tabela os resultados obtidos com os dois amp op.

Retificador de Onda Completa II

a) A máxima frequência de um sinal senoidal na entrada que não cause alteração na forma e amplitude do sinal na saída.

b) Determine a amplitude mínima de tensão na entrada para que se obtenha o mesmo sinal na saída.

c) Compare em uma tabela os resultados obtidos com os dois amp op.

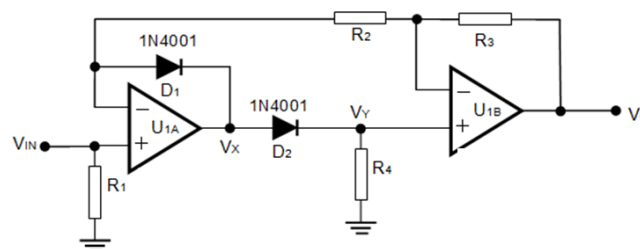


Fig. 1.3 - Retificador de Onda Completa

Fundamentos Teóricos



O amp-op é utilizado em retificadores que a queda de tensão em diodos não influencie na tensão de saída produzindo a tensão de entrada do circuito.



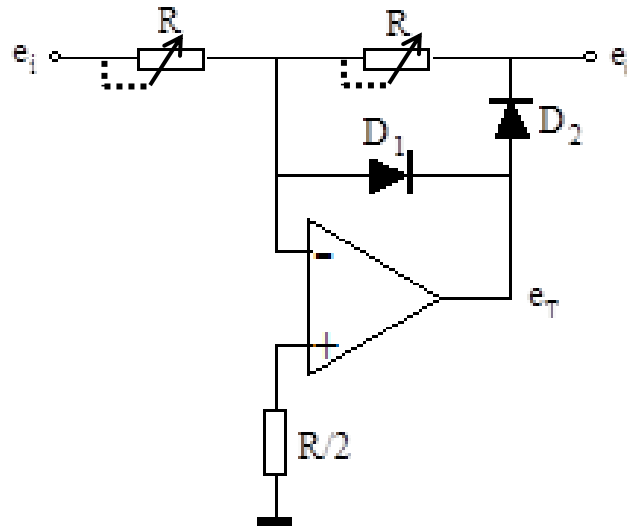
Esta aplicação é necessária quando se deseja retificar sinais analógicos que possuem baixa amplitude, por exemplo menores que a tensão de condução do diodo.



O circuito apresenta limitações com relação a frequência.

Topologia Meia Onda

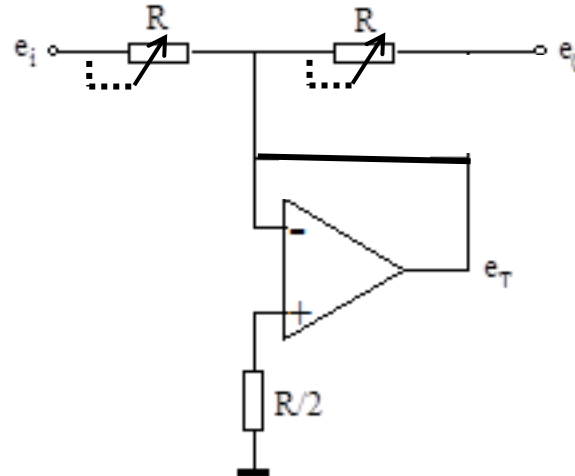
Retificador de Meia-Onda com Op Amp



Se $e_i > 0$

D_1 está polarizado diretamente

D_2 está polarizado reversamente



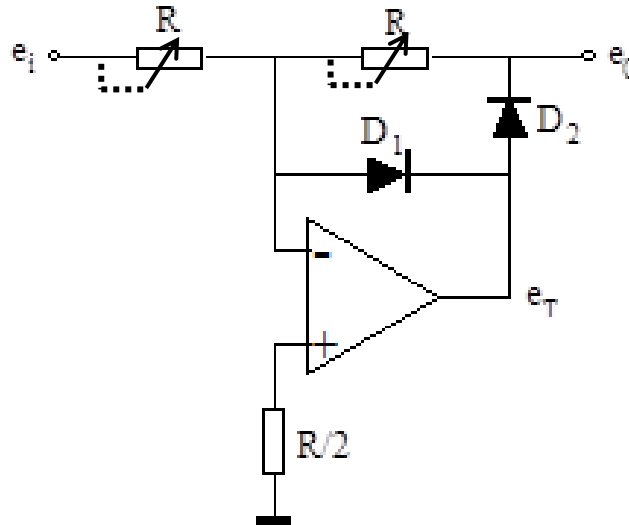
O circuito é um amplificador inversor com realimentação em curto. Então:

$$G = - (e_o / e_i) = 0/R = 0$$

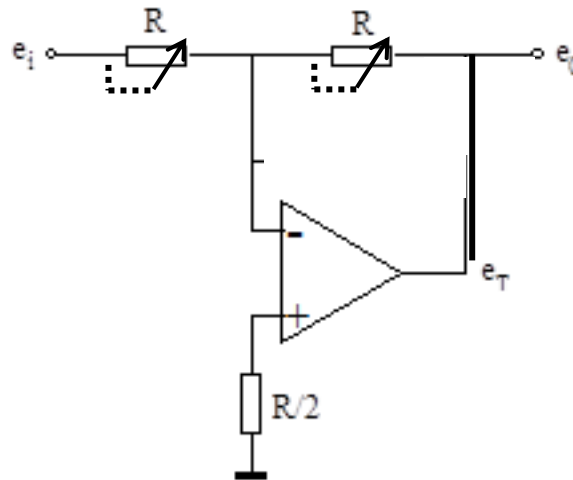


$$e_o = 0$$

Retificador de Meia-Onda com Op Amp



Se $e_i < 0$
 D_1 está polarizado
 Reversamente.
 D_2 está polarizado
 diretamente.



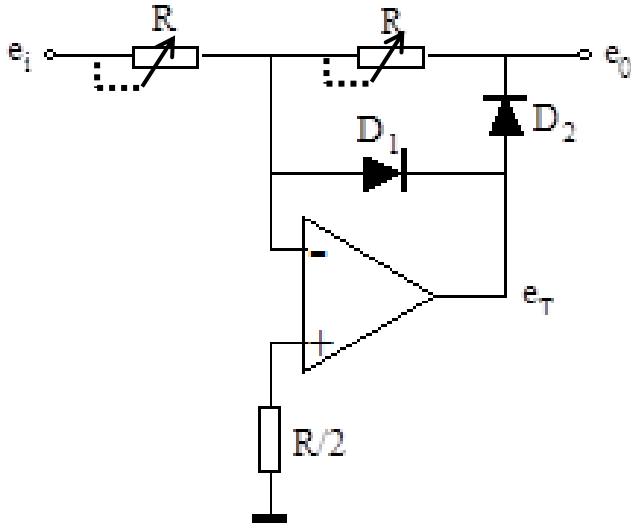
O circuito é um
 amplificador Inversor.
 Então:

$$G = (e_o / e_i) = - R/R = -1$$



$$e_o = - e_i$$

Retificador de Meia-Onda com Op Amp



Se $e_i > 0$ $\rightarrow$ $e_o = 0$

Se $e_i < 0$ $\rightarrow$ $e_o = -e_i$

OBS: a inversão dos diodos resulta em:

Se $e_i > 0$ $\rightarrow$ $e_o = -e_i$

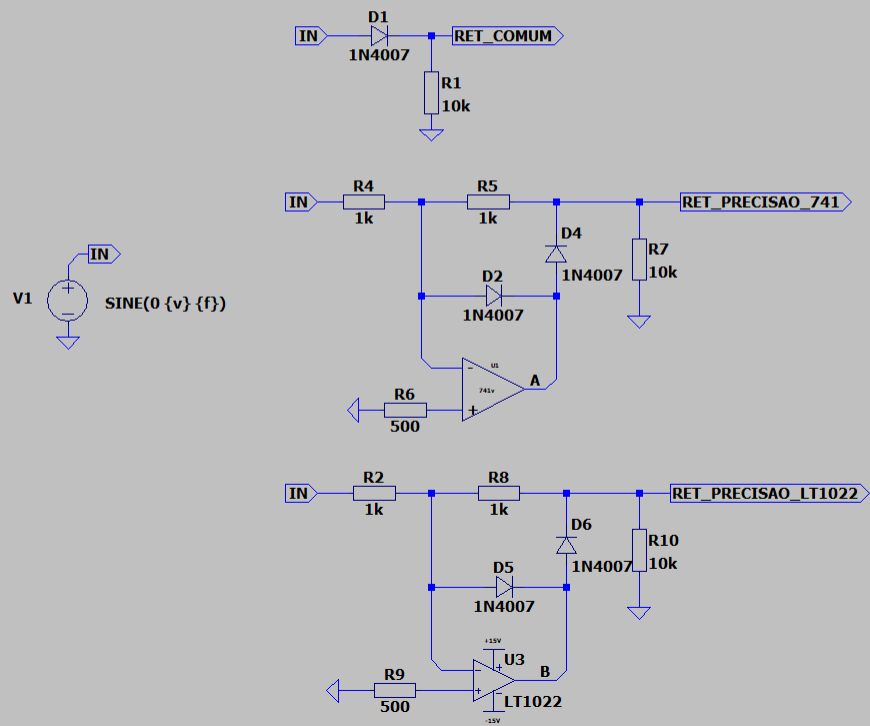
Se $e_i < 0$ $\rightarrow$ $e_o = 0$

Resultados Simulação

```

;-----SIMULACAO-----;
.param f = 1k
.param v = 1
.tran 0 {3/f} {1/f} {1/(1000*f)}

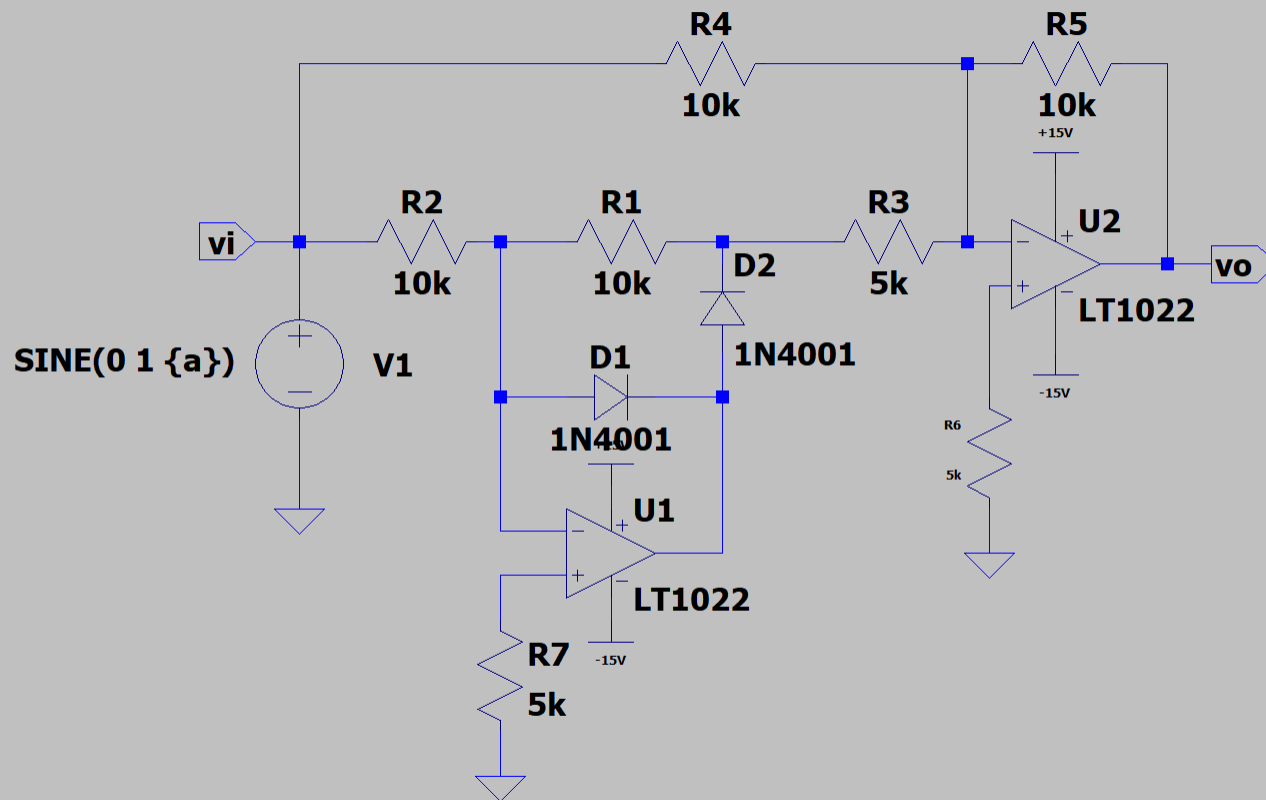
;-----MEDIDAS-----;
; VERIFICACAO DO SLEW RATE
.meas tran MaxDeriv_741 max(d(v(a)))
.meas tran MaxDeriv_LT1022 max(d(v(b)))
    
```



Topologia 1

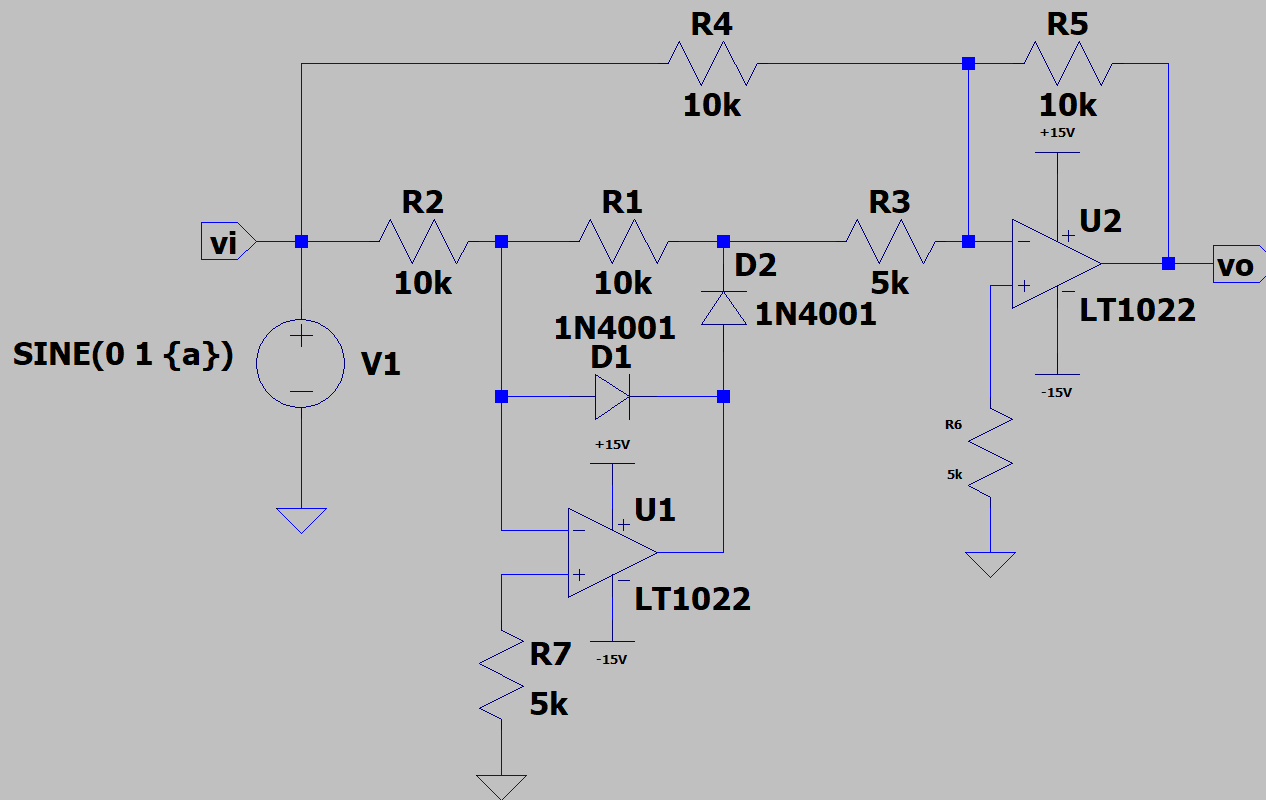
(Onda Completa)

Resultados Simulação



.step param a 100 1000 100

.tran 3m

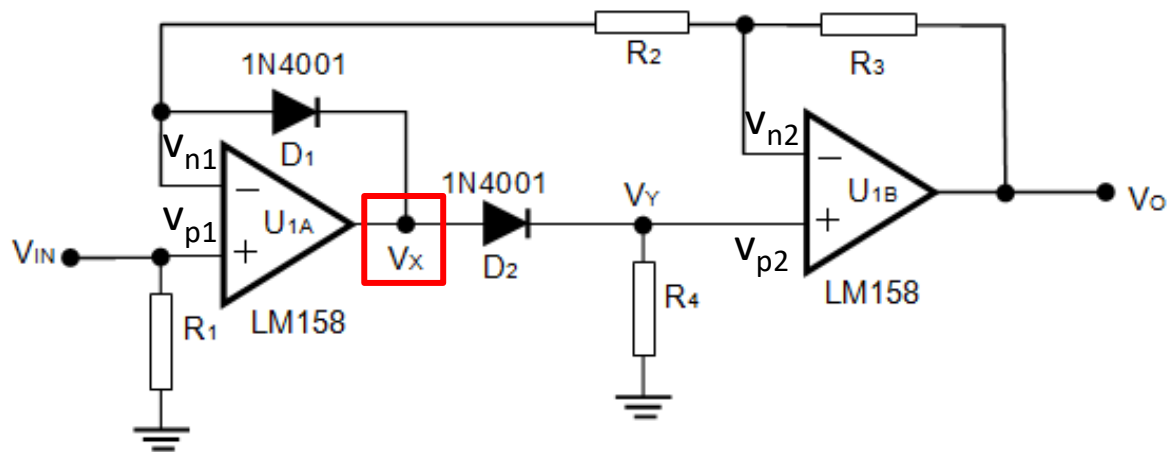


.param a=10

.tran {3/a}

Topologia 2

(Onda Completa)



■ $V_{n1} = V_{p1}$ e $I_{n1} = I_{p1} = 0$

$V_{n2} = V_{p2}$ e $I_{n2} = I_{p2} = 0$

■ Se $v_{in} > 0$, V_x será positiva.



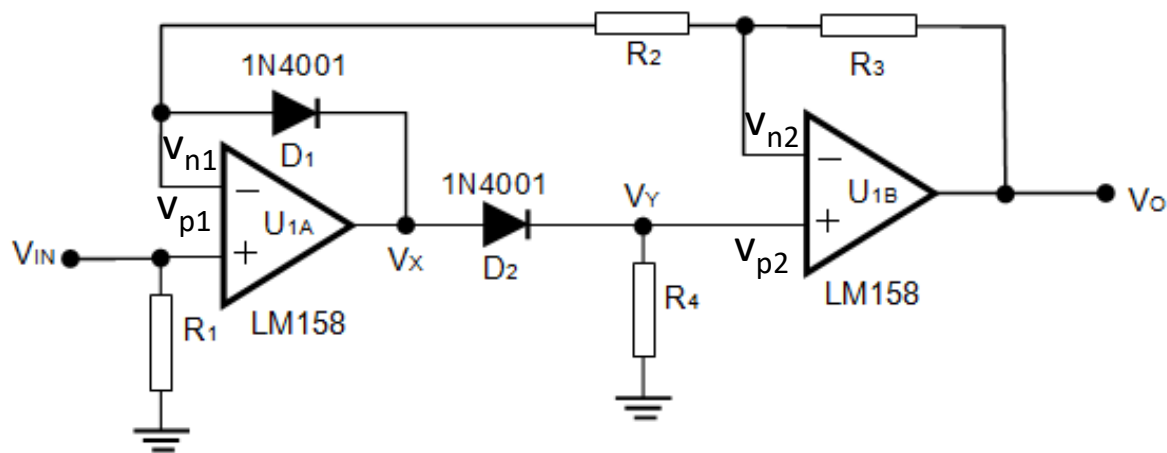
$\left\{ \begin{array}{l} D_1 \text{ está polarizado reversamente} \\ D_2 \text{ está polarizado diretamente} \end{array} \right.$

$I_{n1} = 0 \rightarrow \frac{V_{n2} - V_{n1}}{R_2} = 0$

$I_{n2} = 0 \rightarrow \frac{V_o - V_{n2}}{R_3} = 0 \rightarrow \frac{V_o - V_{in}}{R_3} = 0$

$V_{p1} = V_{in} = V_{n1} \rightarrow V_{n1} = V_{n2} = V_{in}$

$\rightarrow \boxed{V_o = V_{in}}$



■ $V_{n1} = V_{p1}$ e $I_{n1} = I_{p1} = 0$

$V_{n2} = V_{p2}$ e $I_{n2} = I_{p2} = 0$

■ Se $v_{in} < 0$, V_x será negativa. ➡ { D_1 está polarizado diretamente
 D_2 está polarizado reversamente

$V_{n1} = V_{p1} = V_{in}$

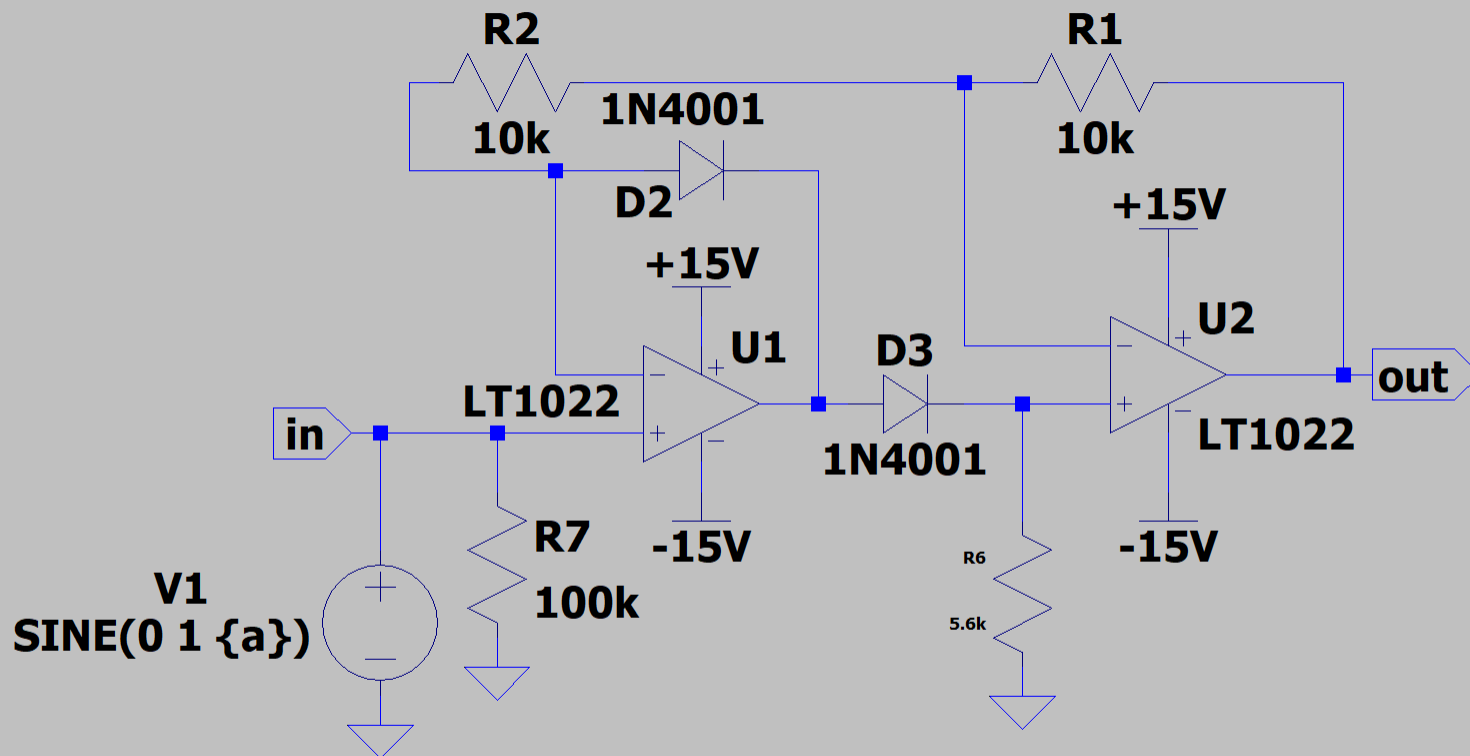
$I_{n2} = 0$ ➡ $\frac{V_{n2} - V_{n1}}{R_2} = \frac{V_o - V_{n2}}{R_3}$

$I_{p2} = 0$ ➡ $V_{p2} = 0 = V_{n2}$

} $V_o = -\frac{R_3}{R_2} V_{in}$

Se $R_3 = R_2$ ➡ $V_o = -V_{in}$

Resultados Simulação



.step param a 100 1000 350
.tran 5m