

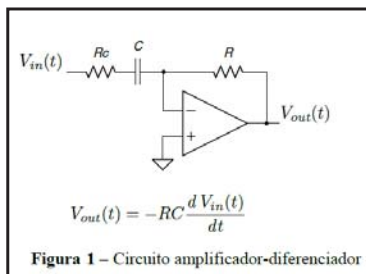
Prática de Circuitos Eletrônicos 1

Tutorial 14

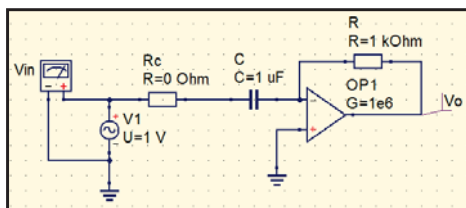
INTEGRADOR E DIFERENCIADOR COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Professor: Marcus Vinícius Chaffim Costa
Tutora: Camila Ferrer

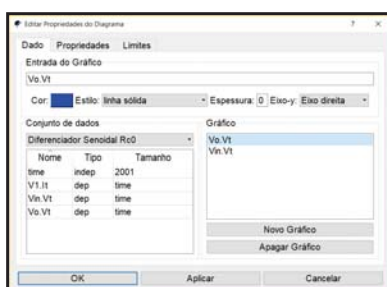
Simule o circuito da Figura 1 para $R_C=0$ e para $R_C=100\Omega$. Utilize $R=1k\Omega$ e $C=1\mu F$. Verifique a saída $V_{out}(t)$ para $V_{in}(t)$ ajustado em $2V_{pp}$ e 100 Hz nos seguintes formatos: senoidal, quadrada e triangular.



- Conecte os componentes sem esquecer da referência do terra e ajuste seus valores para os pedidos no exercício. Nomeie o nó de saída.



- Vá em *Diagramas* e insira uma tabela. Coloque o valor da tensão V_o .v.

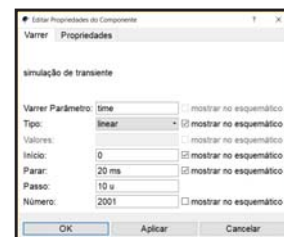


Simulação: Diferenciador Senoidal

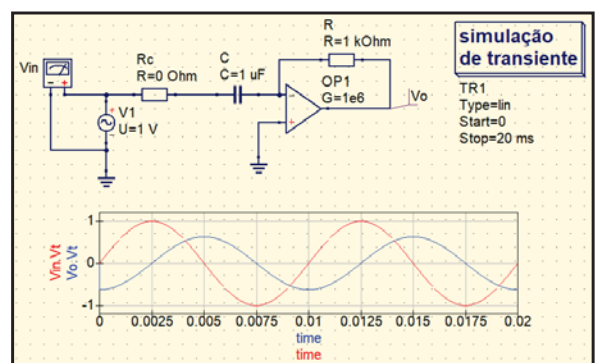
- Na aba *Componentes*, vá em *componentes não-lineares* e coloque um Amplificador Operacional. Vá em *componentes agrupados* e coloque dois resistores e um capacitor. Vá em *Fontes* e coloque uma fonte de tensão AC. Vá em *Ponteiras* e coloque uma ponteira de tensão.



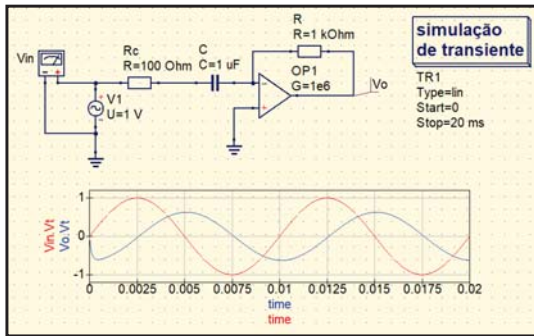
- Será utilizada a simulação transiente para se observar o comportamento do circuito ao longo do tempo. O período da onda é de 10ms.



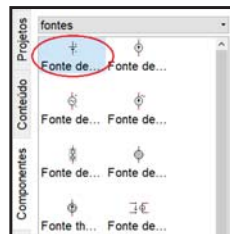
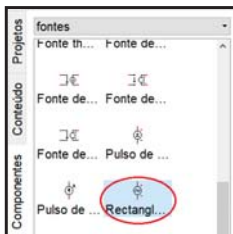
- Assim, verifica-se que os valores pedidos no exercício.



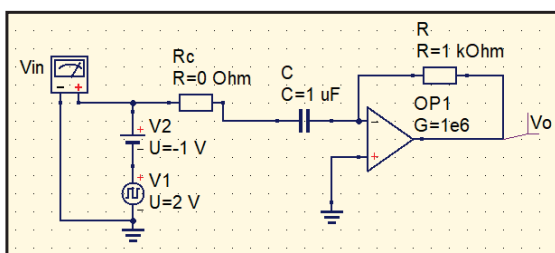
- Para $R_C=100\Omega$, ajuste o valor do resistor, salve e simule.



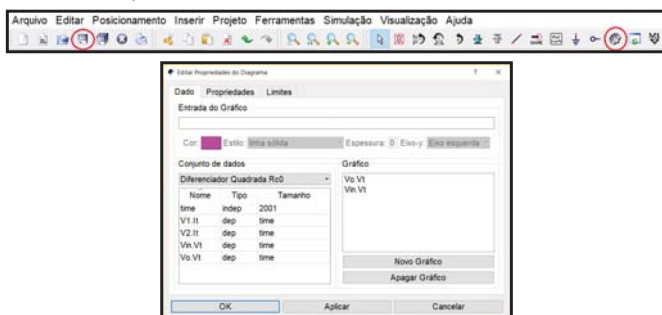
- Vá em *Arquivo > Salvar como...* e mude o nome do arquivo para utilizar o esquemático para o próximo circuito. Na aba *Componentes*, vá em *Fontes* e coloque uma fonte de tensão retangular e uma fonte DC. Delete a fonte de tensão AC.



- Para deslocar a onda na metade da amplitude e colocar para ela variar entre +1V e -1V, será utilizada uma fonte DC de -1V. Conecte os componentes sem esquecer da referência do terra e ajuste seus valores para os pedidos no exercício. Nomeie o nó de saída.

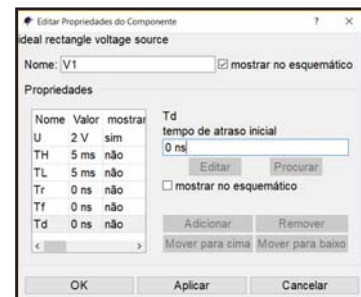


- Salve e simule. Vá em *Diagramas* e insira um plano cartesiano. Coloque o valor das tensões V_o , V_t e V_{in} , V_t . Para visualizar a amplitude de V_o , V_t , coloque seu eixo y à direita.

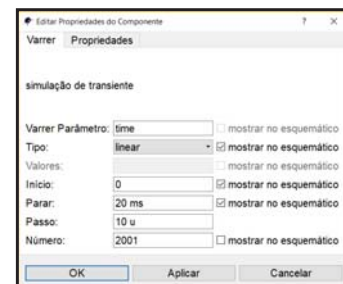


Simulação: Diferenciador Quadrado

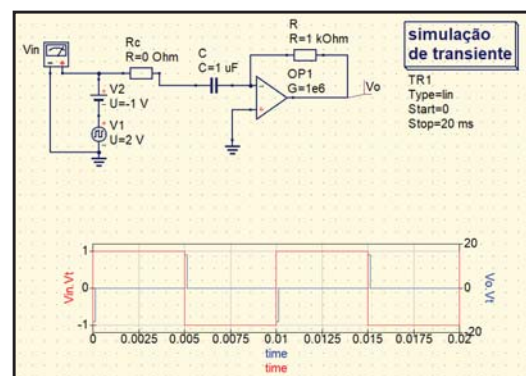
- Queremos uma onda quadrada, logo U deve ser 2V. Como a frequência é de 100 Hz, TH e TL devem ser 5 ms. T_r e T_f devem ser igual a zero, pois a mudança de nível é instantânea.



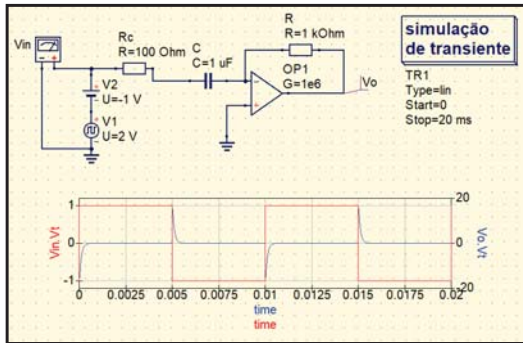
- Como o período da onda é de 10ms, coloque tempo suficiente para visualizar o comportamento da onda e resolução grande o suficiente para gerar a onda.



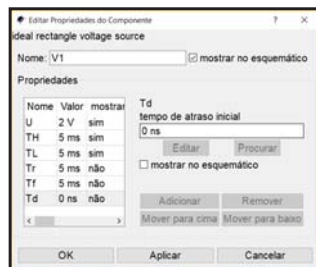
- Assim, verifica-se que os valores pedidos no exercício.



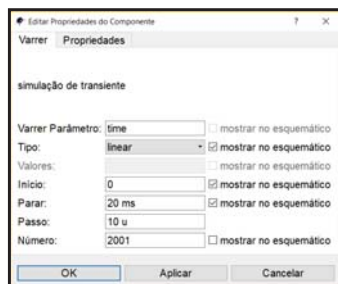
- Para $R_C = 100\Omega$, ajuste o valor do resistor, salve e simule.



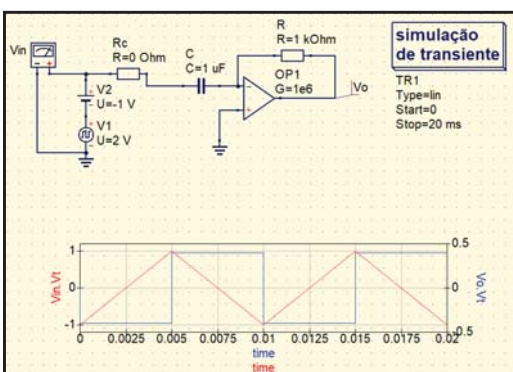
- Vá em *Arquivo > Salvar como...* e mude o nome do arquivo para utilizar o esquemático para o próximo circuito. Queremos uma onda triangular, logo U deve ser 2V. Como a frequência é de 100 Hz, encontra-se o valor do período de aproximadamente 10 ms, logo o valor do TH, TL, T_r e T_f devem ser 5 ms.



- Como o período da onda é de 10ms, coloque tempo suficiente para visualizar o comportamento da onda e resolução grande o suficiente para gerar a onda.

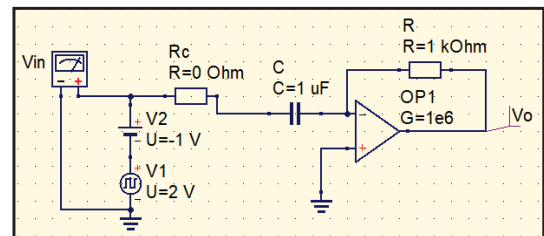


- Assim, verifica-se que os valores pedidos no exercício.

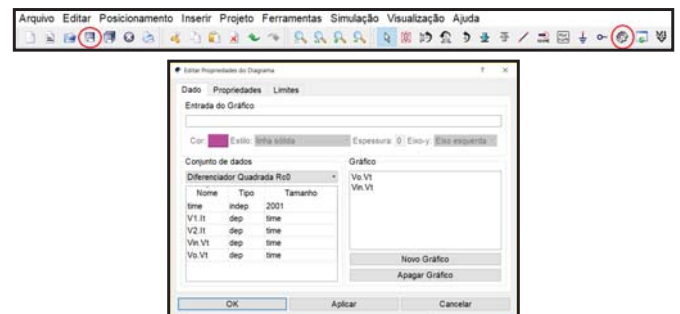


Simulação: Diferenciador Triangular

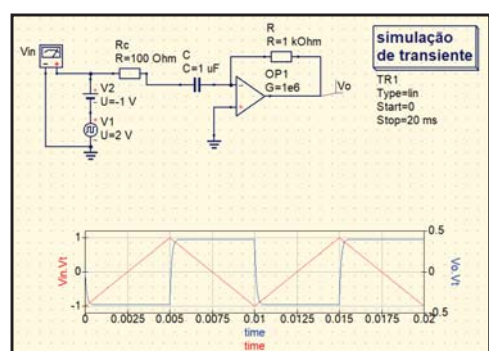
- Para deslocar a onda na metade da amplitude e colocar para ela variar entre +1V e -1V, será utilizada uma fonte DC de -1V. Conecte os componentes sem esquecer da referência do terra e ajuste seus valores para os pedidos no exercício. Nomeie o nó de saída.



- Salve e simule. Vá em *Diagramas* e insira um plano cartesiano. Coloque o valor das tensões V_o , V_t e V_{in} , V_t . Para visualizar a amplitude de V_o , V_t , coloque seu eixo y à direita.

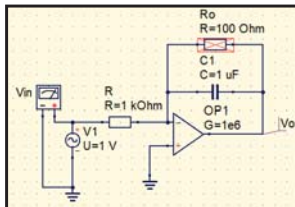


- Para $R_C = 100\Omega$, ajuste o valor do resistor, salve e simule.

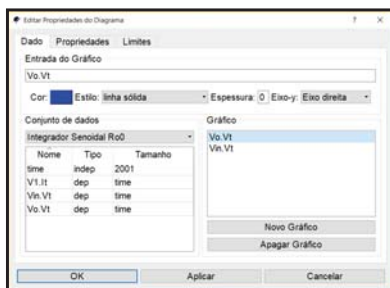


Simulação: Integrador Senoidal

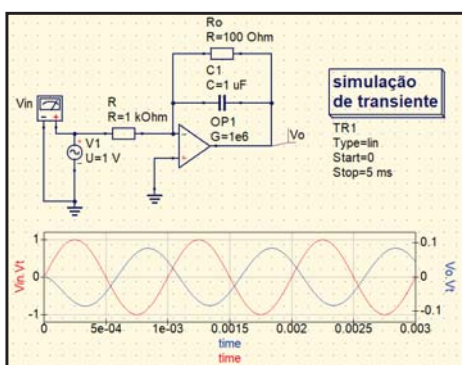
- Vá em *Arquivo > Salvar como...* e mude o nome do arquivo da onda senoidal para utilizar o esquemático para o próximo circuito. Conecte os componentes sem esquecer da referência do terra e ajuste seus valores para os pedidos no exercício. Desative a resistência R_o para que ela fique como um circuito aberto, ou seja, tendendo ao infinito.



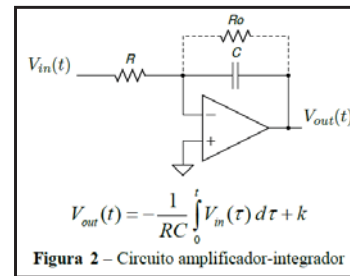
- Vá em *Diagramas* e insira um plano cartesiano. Coloque o valor das tensões V_o , V_t e V_{in} , V_t . Para visualizar a amplitude de V_o , V_t , coloque seu eixo y à direita.



- Para $R_o=100\Omega$, reative o resistor, salve e simule.



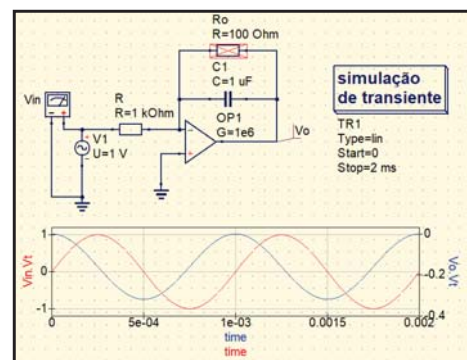
- Simule o circuito da Figura 2 para $R_o \rightarrow \infty$ e para $R_o=100\Omega$. Utilize $R=1k\Omega$ e $C=1\mu F$. Verifique a saída $V_{out}(t)$ para $V_{in}(t)$ ajustado em $2 V_{pp}$ e 1 kHz nos seguintes formatos: senoidal, quadrada e triangular.



- Como o período da onda é de 1ms, coloque tempo suficiente para visualizar o comportamento da onda e resolução grande o suficiente para gerar a onda.



- Assim, verifica-se que os valores pedidos no exercício.

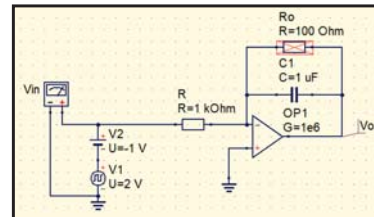


Simulação: Integrador Quadrado

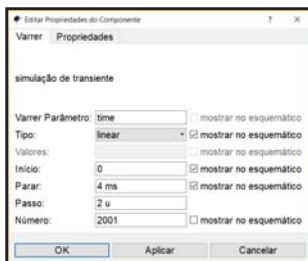
- Vá em *Arquivo > Salvar como...* e mude o nome do arquivo para utilizar o esquemático da onda quadrada para o próximo circuito. Queremos uma onda quadrada, logo U deve ser 2V. T_H e T_L são 1 ms. T_r e T_f devem ser igual a zero, pois a mudança de nível é instantânea.



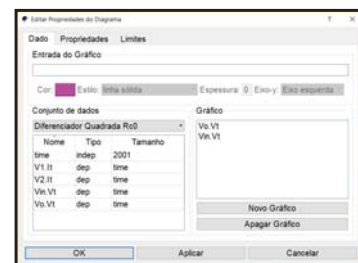
- Conecte os componentes sem esquecer da referência do terra e ajuste seus valores para os pedidos no exercício. Desative a resistência R_o para que ela fique como um circuito aberto, ou seja, tendendo ao infinito.



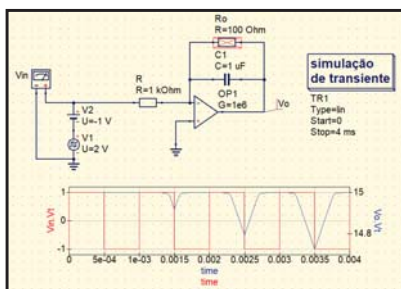
- Como o período da onda é de 1ms, coloque tempo suficiente para visualizar o comportamento da onda e resolução grande o suficiente para gerar a onda.



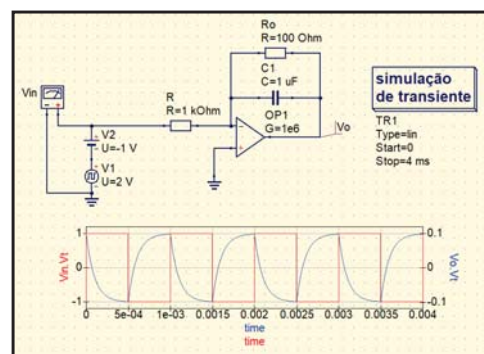
- Vá em *Diagramas* e insira um plano cartesiano. Coloque o valor das tensões V_o , V_t e V_{in} , V_t . Para visualizar a amplitude de V_o , V_t , coloque seu eixo y à direita.



- Assim, verifica-se que os valores pedidos no exercício.

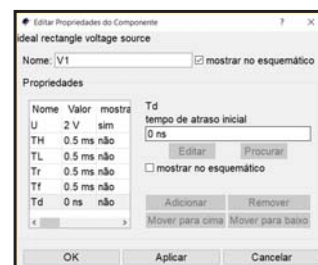


- Para $R_o = 100\Omega$, reative o resistor, salve e simule.

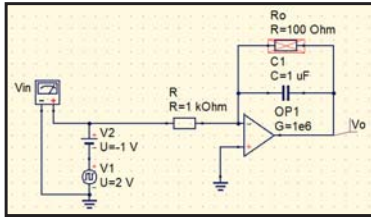


Simulação: Integrador Triangular

- Vá em *Arquivo > Salvar como...* e mude o nome do arquivo para utilizar o esquemático da onda triangular para o próximo circuito. Queremos uma onda triangular, logo U deve ser 2V. Como a frequência é de 1 kHz, o valor do T_H , T_L , T_r e T_f devem ser 0,5 ms.



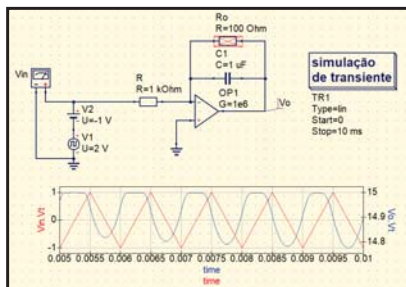
- Conecte os componentes sem esquecer da referência do terra e ajuste seus valores para os pedidos no exercício. Desative a resistência R_o para que ela fique como um circuito aberto, ou seja, tendendo ao infinito.



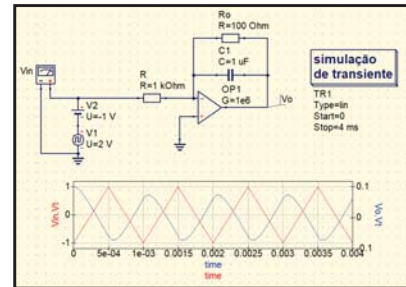
- Salve e simule. Vá em *Diagramas* e insira um plano cartesiano. Coloque o valor das tensões V_o , V_t e V_{in} , V_t . Para visualizar a amplitude de V_o , V_t , coloque seu eixo y à direita.



- Assim, verifica-se que os valores pedidos no exercício.



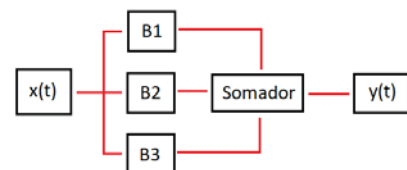
- Para $R_o=100\Omega$, reative o resistor, salve e simule.



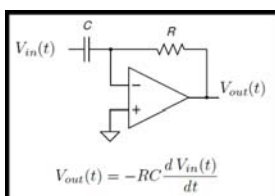
SIMULAÇÃO: EDO

- Divida-se a equação em pequenos blocos para facilitar a resolução:

B1: $5x'$ B2: $2x$ B3: 1



- O Bloco B1 está derivando o sinal de entrada $x(t)$, logo precisaremos utilizar um AmpOp Diferenciador configurando-o para ter um ganho de 5 que é o valor multiplicando x' nesse bloco. Porém devido aos valores comerciais de um capacitor, ajustou-se para um ganho de 500 que será diminuído mais para frente. Utilizando um $R=500\Omega$ e $C=1F$, tem-se:

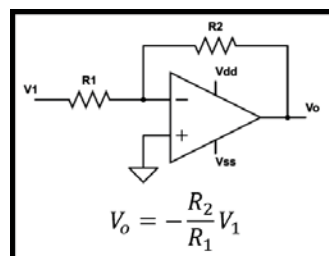


$$V_{outB1} = -RC \frac{dx}{dt}$$

$$V_{outB1} = -500 \times 1 \times \frac{dx}{dt}$$

$$V_{outB1} = -500x'$$

- No Bloco B2 podemos utilizar um AmpOp Inversor configurando-o para ter um ganho de 2 que é o valor multiplicando x nesse bloco. Utilizando um $R_1=20k\Omega$ e $R_2=10k\Omega$, tem-se:

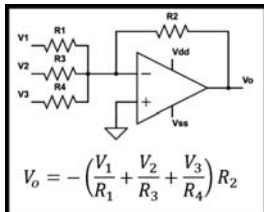


$$V_{outB2} = -\frac{R_2}{R_1}x$$

$$V_{outB2} = -\frac{20k}{10k}x$$

$$V_{outB2} = -2x$$

- O Bloco B3 é o mais simples de se implementar. Como todos os meus blocos até agora deram valores negativos e na equação todos são positivos, iremos colocar uma fonte DC de -1V para B3. Dessa forma, podemos utilizar um AmpOp Somador Inversor para gerar a equação que queremos. Utilizando um $R_1=10k\Omega$, $R_2=R_3=R_4=100\Omega$, tem-se:



$$y(t) = -\left(\frac{V_{outB1}}{R_1} + \frac{V_{outB2}}{R_3} + \frac{V_{outB3}}{R_4}\right) R_2$$

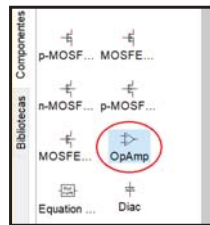
$$y(t) = -\left(\frac{-500x'}{R_1} + \frac{-2x}{R_3} + \frac{-1}{R_4}\right) R_2$$

$$y(t) = \left(\frac{500x'}{10k} + \frac{2x}{100} + \frac{1}{100}\right) 100$$

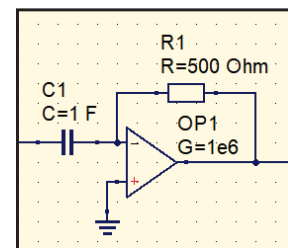
$$y(t) = 5x' + 2x + 1$$



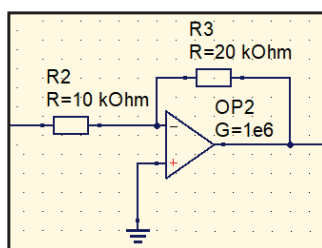
- Na aba Componentes, vá em componentes não-lineares e coloque três Amplificadores Operacionais. Vá em componentes agrupados e coloque sete resistores e um capacitor.



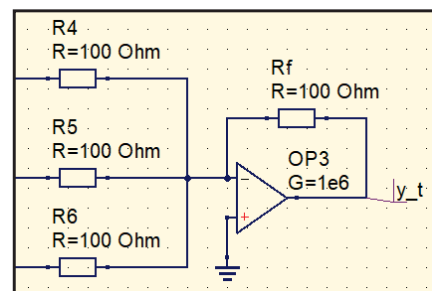
- Monte o AmpOp Diferenciador. Conecte os componentes sem esquecer da referência do terra e ajuste seus valores para os pedidos no exercício.



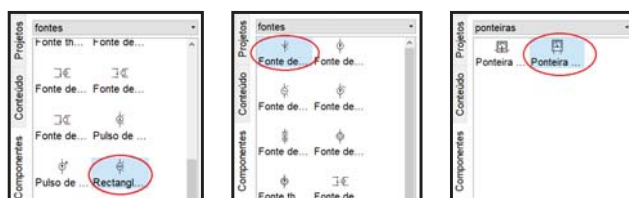
- Monte o AmpOp Inversor. Conecte os componentes sem esquecer da referência do terra e ajuste seus valores para os pedidos no exercício.



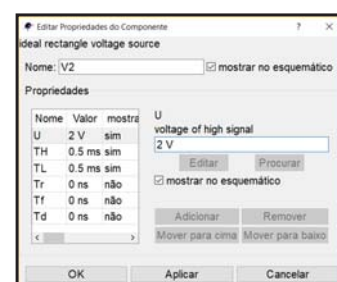
- Monte o AmpOp Somador Inversor. Conecte os componentes sem esquecer da referência do terra e ajuste seus valores para os pedidos no exercício. Nomeie a saída.



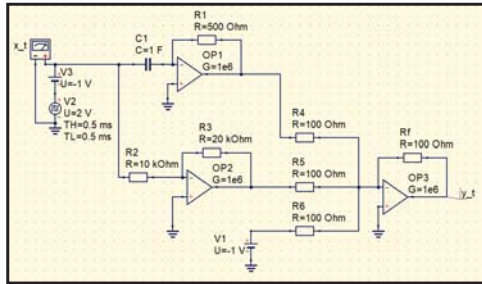
- Vá em Fontes e coloque uma fonte de tensão retangular e duas fontes DC. Vá em Ponteiros e coloque uma ponteira de tensão.



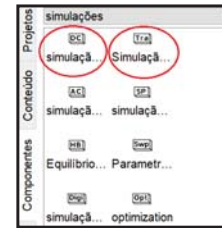
- Queremos uma onda quadrada com $V_{pp}=2V$, logo U deve ser 2V. TH e TL devem ser metade do período, logo 0,5. T_r e T_f devem zero.



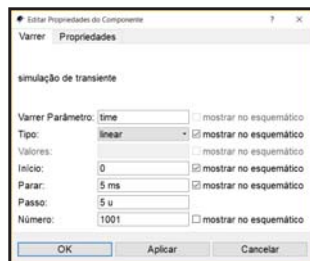
- Para deslocar a onda na metade da amplitude e colocar para ela variar entre +1V e -1V, será utilizada uma fonte DC de -1V. Conecte os componentes sem esquecer da referência do terra e ajuste seus valores para os pedidos no exercício.



- Será utilizada a simulação transiente para se observar o comportamento do circuito ao longo do tempo. E a simulação DC para as fontes DC.



- Como o período da onda é de 1ms, coloque tempo suficiente para visualizar o comportamento da onda e resolução grande o suficiente para gerar a onda.



- Vá em *Diagramas* e insira um plano cartesiano. Coloque o valor das tensões $x_t.Vt$ e $y_t.Vt$. Coloque y_t no o eixo da direita.

