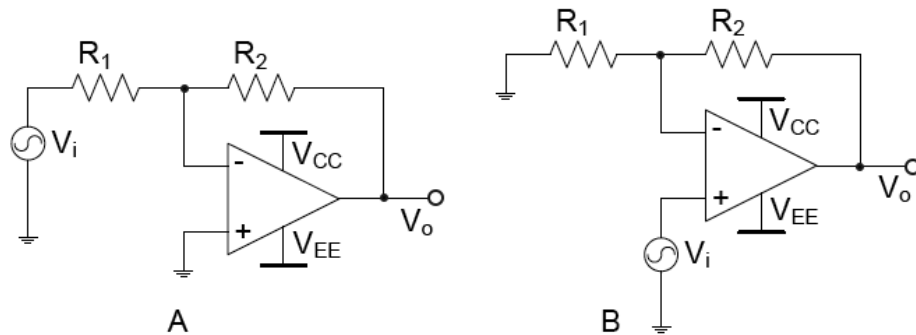


Nº Mec. _____ Nome: _____ P ____ G ____

Trabalho Prático nº3 pt1: Amplificadores Operacionais

Nota: Imprima este texto de modo a poder executar convenientemente o trabalho prático.

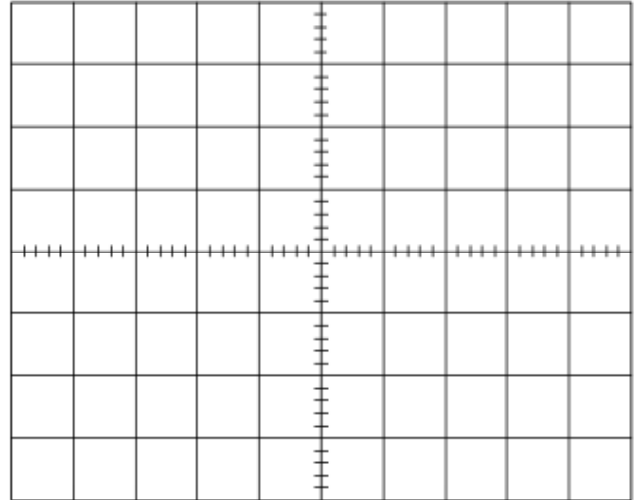
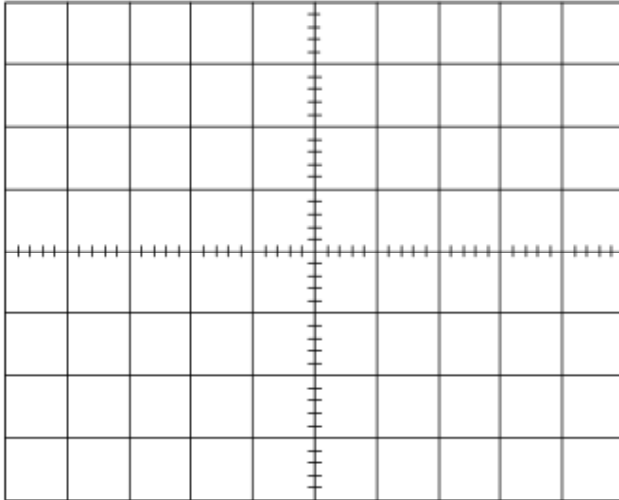
Considere os seguintes circuitos:



0. O circuito integrado TL082 contém os 2 OpAmp, com alimentações positiva (V_{CC}) e negativa (V_{EE}). Assuma que $V_{CC}=|V_{EE}|=15V$.
1. Para os circuitos A e B, determine o ganho de tensão em função das resistências R_1 e R_2 .

2. Com $R_1=8.2k\Omega$, determine R_2 de forma a obter um ganho de tensão de -4 no circuito A e de 16 no circuito B.

3. Monte os circuitos na placa branca e verifique os valores de ganho obtidos com as resistências R_1 e R_2 anteriores. Utilize para o efeito um sinal de entrada sinusoidal com amplitude de 300mV e frequência de 10kHz. Registe o valor da diferença de fase entre a entrada e a saída.



Base de tempo _____ s/div
 $V_i = \text{Ch.1}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____
 $V_o = \text{Ch.2}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____

$\phi =$ _____ °

Base de tempo _____ s/div
 $V_i = \text{Ch.1}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____
 $V_o = \text{Ch.2}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____

$\phi =$ _____ °

4. Qual seria o ganho obtido com o circuito B eliminando R_1 e substituindo R_2 por um curto-circuito? Verifique experimentalmente a sua resposta.

Trabalho Prático nº3 pt2: Resposta em frequência e saturação

Os dispositivos eletrónicos não conseguem responder de forma instantânea aos estímulos de entrada que lhes são aplicados. As maiores limitações de velocidade ocorrem devido à existência de capacidades parasitas que, em conjunto com elementos resistivos, formam circuitos (internos) do tipo passa-baixo.

Uma forma de quantificar a capacidade de resposta de um amplificador consiste na medição da sua frequência de corte; esta determina a máxima frequência a que um amplificador é capaz de responder sem perda significativa de sinal.

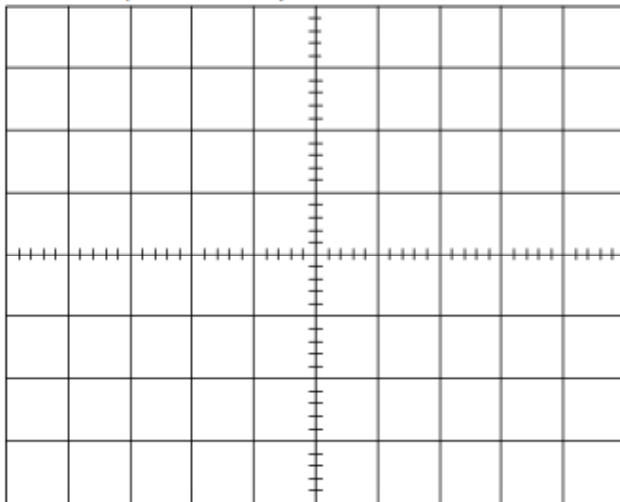
Define-se frequência de corte de um amplificador como sendo a frequência do sinal de entrada para a qual o sinal de saída do amplificador atinge $1/\sqrt{2}$ (aproximadamente 70%) do seu valor máximo.

Um outro tipo de limitação decorre do valor finito das tensões de alimentação, já que nem o sinal de entrada nem o de saída podem ser superiores a essas tensões. Tal decorre de efeitos de saturação dos transistores internos do OpAmp.

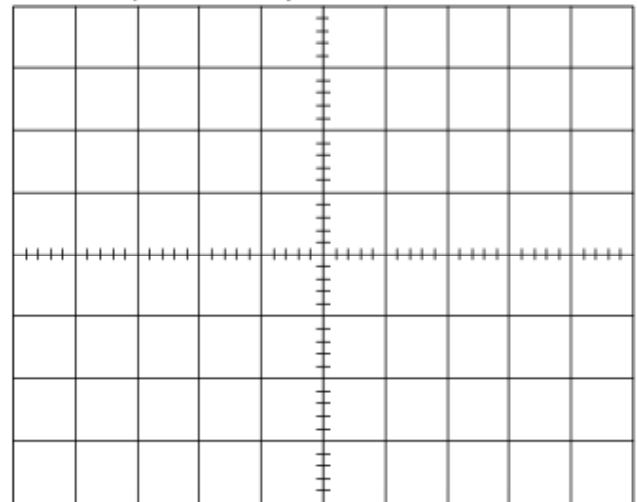
1. Ligue a alimentação dos circuitos ($\pm 15\text{Vdc}$) montados na Parte 1 do trabalho.

Considerando o circuito da figura A, comece por aplicar um sinal de entrada com 100mV de amplitude e frequência de 1kHz. Aumente moderadamente a frequência do sinal de entrada e verifique que a amplitude do sinal de saída se mantém inalterada. Registe este valor no gráfico da esquerda.

2. De seguida, aumente a frequência do sinal de entrada até verificar que a amplitude do sinal de saída começa a diminuir. Procure a frequência à qual o sinal de saída exibe 70% do valor registado na alínea anterior. Meça a diferença de fase entre a entrada e a saída. Para esta parte use o gráfico da direita.



Base de tempo _____ s/div
 $V_i = \text{Ch.1}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____
 $V_o = \text{Ch.2}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____



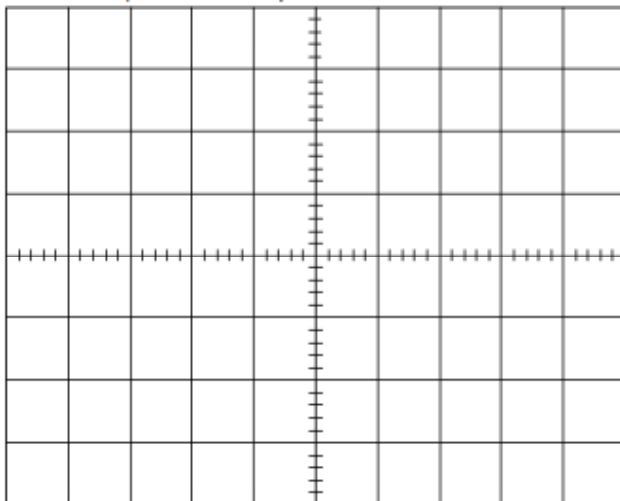
Base de tempo _____ s/div
 $V_i = \text{Ch.1}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____
 $V_o = \text{Ch.2}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____

$\phi =$ _____ °

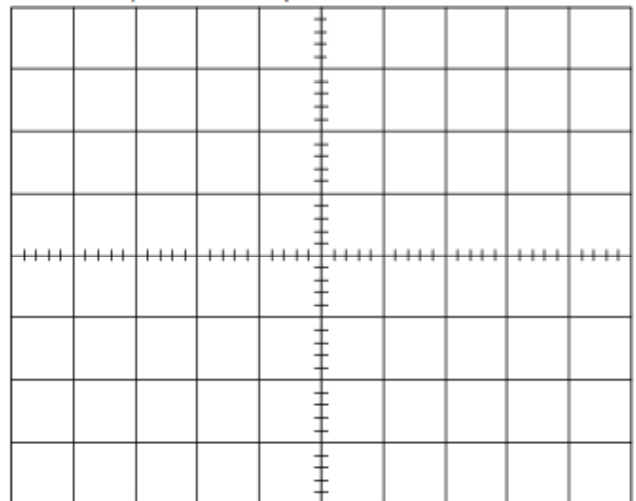
3. Aumente o valor da resistência R2 para 330k Ω e meça o valor da nova frequência de corte. O que pode concluir sobre a relação entre frequência de corte e ganho de tensão do circuito?



4. Considere agora o circuito da figura B. Aplique um sinal de entrada com 500mV de amplitude, frequência de 1kHz e verifique que o circuito funciona correctamente. Comece por aumentar a amplitude, primeiro para 1V e, depois, para 5V. Verifique o efeito de saturação e meça o valor da saturação positiva e negativa.



Base de tempo _____ s/div
 $V_i = \text{Ch.1}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____
 $V_o = \text{Ch.2}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____



Base de tempo _____ s/div
 $V_i = \text{Ch.1}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____
 $V_o = \text{Ch.2}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____

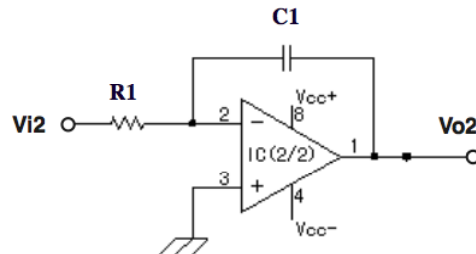
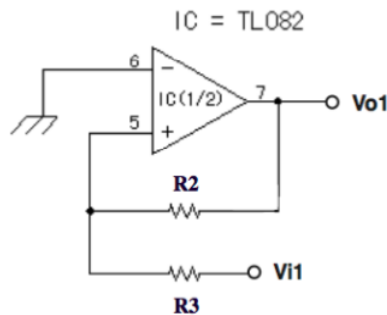
$V_{\text{sat}+} =$ _____
 $V_{\text{sat}-} =$ _____

Trabalho Prático nº3 pt3: Gerador de Sinal com OpAmp

Monte os seguintes circuitos, respectivamente comparador com histerese e integrador.

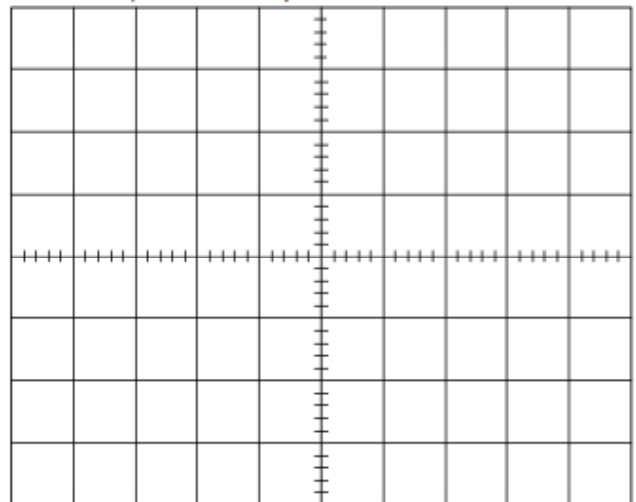
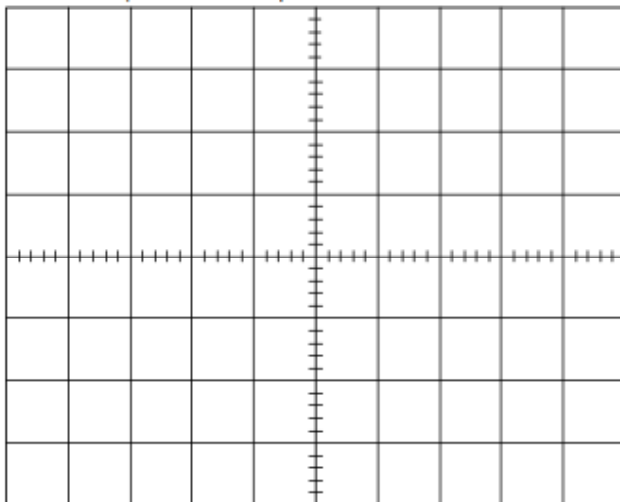
R1 é obtida com uma resistência de $2.2\text{k}\Omega$ em série com um reóstato de $10\text{k}\Omega$ e $C1=10\text{nF}$.

$R2=10\text{k}\Omega$ e $R3=2.2\text{k}\Omega$. Caso o *offset* de V_{i2} (e/ou do OpAmp) causar problemas, coloque em paralelo com C1 uma resistência de $470\text{k}\Omega$.



1. Sabendo que a alimentação é de $\pm 15\text{Vdc}$, e que as tensões de saturação dos OpAmps foram medidas na parte 2, calcule a histerese do comparador.

2. Aplique em V_{i1} uma onda triangular de 1kHz , com 10Vpp . Comparando V_{o1} com V_{i1} , meça a histerese do comparador e registre no gráfico da esquerda. No gráfico da direita comprove este resultado usando o osciloscópio em modo XY.

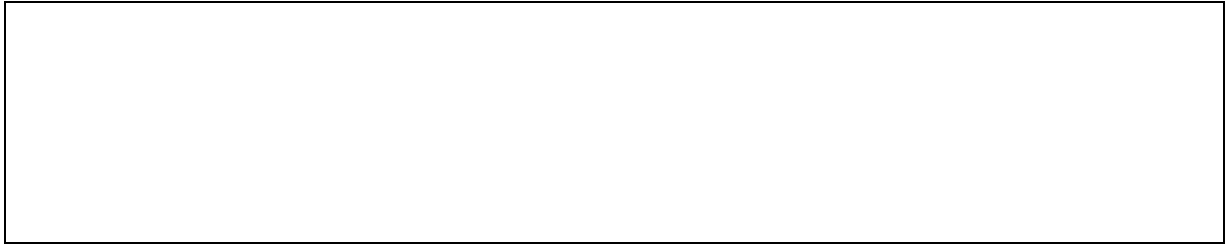


Base de tempo _____ s/div
 $V_i = \text{Ch.1}$ _____ V/div
 $V_o = \text{Ch.2}$ _____ V/div

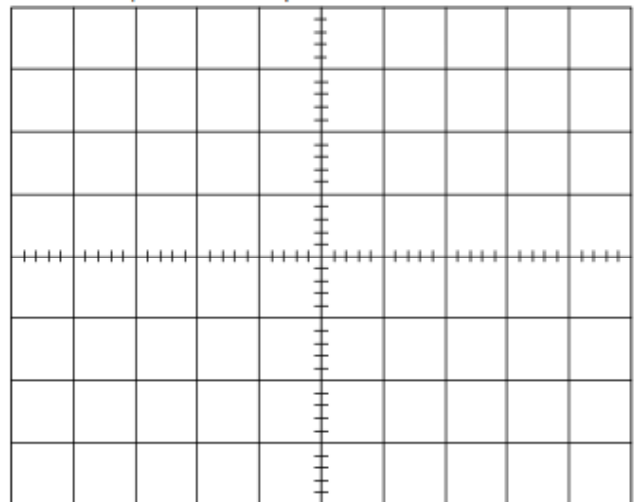
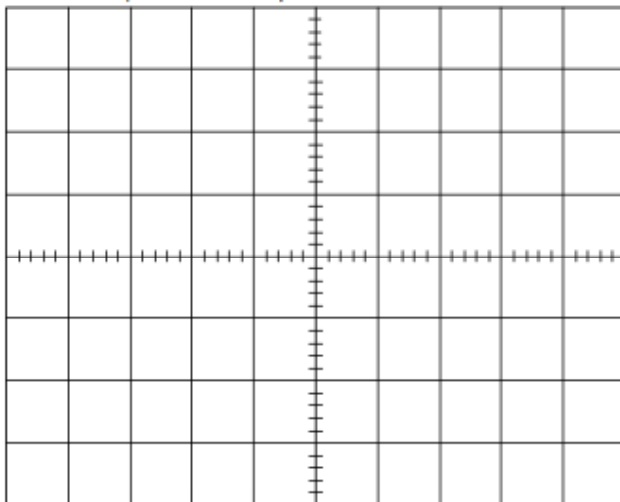
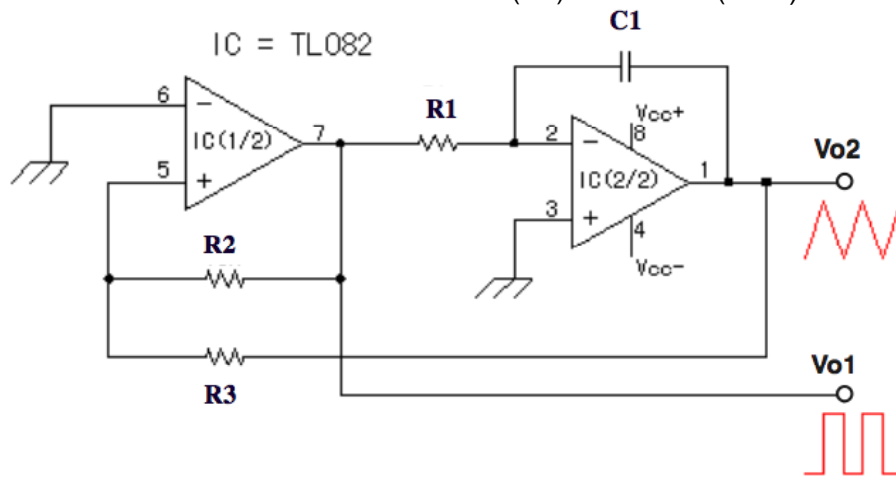
Modo XY
 $V_i = \text{Ch.1}$ _____ V/div
 $V_o = \text{Ch.2}$ _____ V/div

$V_{TH} =$ _____ $V_{TL} =$ _____ Histerese = _____

3. Com $R1=2.2k\Omega$ (reóstato no mínimo = 0Ω), calcule $Vo2$, quando $Vi2$ é uma onda quadrada de 10kHz de $\pm 5V$. Confirme experimentalmente.



4. Interligue os dois circuitos como se mostra na figura abaixo e verifique que acabou de construir um gerador de onda triangular e quadrada, medindo a frequência e as amplitudes dos sinais de saída. Verifique o efeito de rodar o reóstato entre o mínimo (0Ω) e o máximo ($10k\Omega$).



Base de tempo _____ s/div
 $V_i = \text{Ch.1}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____
 $V_o = \text{Ch.2}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____

Base de tempo _____ s/div
 $V_i = \text{Ch.1}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____
 $V_o = \text{Ch.2}$ _____ V/div
 Ponta X _____ Acopl. = _____