

Nº Mec. \_\_\_\_\_ Nome: \_\_\_\_\_ P \_\_\_\_ G \_\_\_\_

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

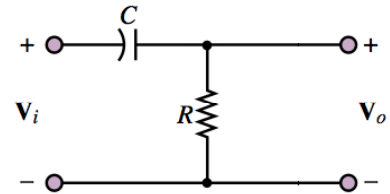
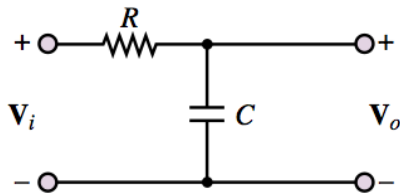
## Trabalho Prático nº2 pt1: Sinais nos domínios do tempo e da frequência

Com a parte 1 deste trabalho pretende-se analisar e observar experimentalmente o comportamento de circuitos RC com ondas quadradas e sinusoidais.

Para os circuitos da parte 1 considere  $R = 10 \text{ k}\Omega$  e  $C = 1 \text{ nF}$ .

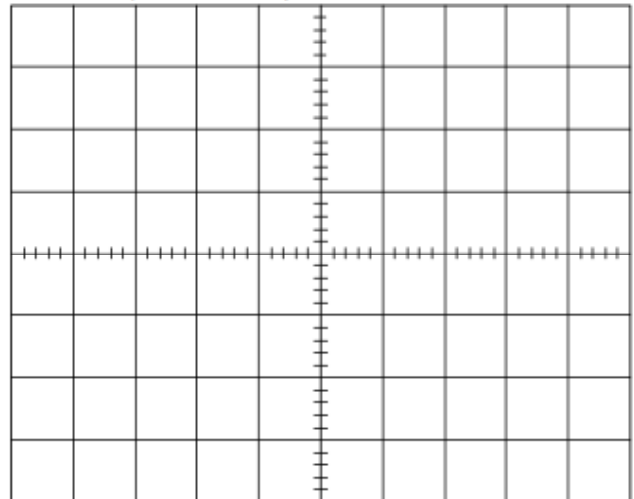
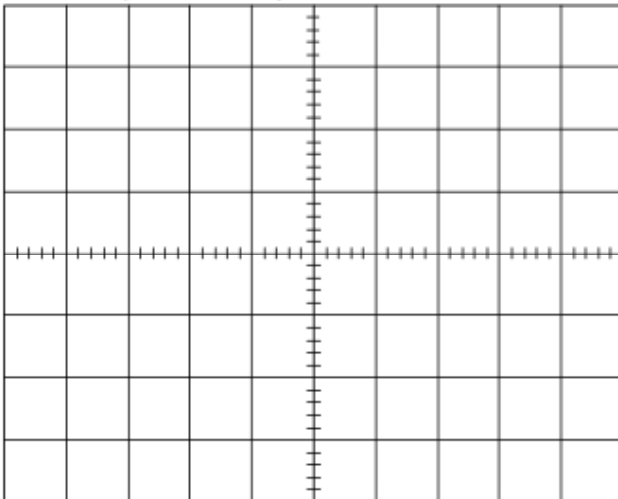
Comece por calcular e apresentar, em  $\mu\text{s}$ , a constante de tempo:  $\tau =$  \_\_\_\_\_

1.1- Monte os dois circuitos abaixo. Regule o gerador de sinais de modo a obter uma onda quadrada, entre 0 e 5 V, com uma frequência de 5 kHz. Aplique este sinal à entrada dos circuitos.



a) Com o osciloscópio (2 canais) registre/compare o sinal de saída com a entrada.

**Nota: sinalize sempre a linha de 0V de cada canal. Use cores diferentes para cada canal.**



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

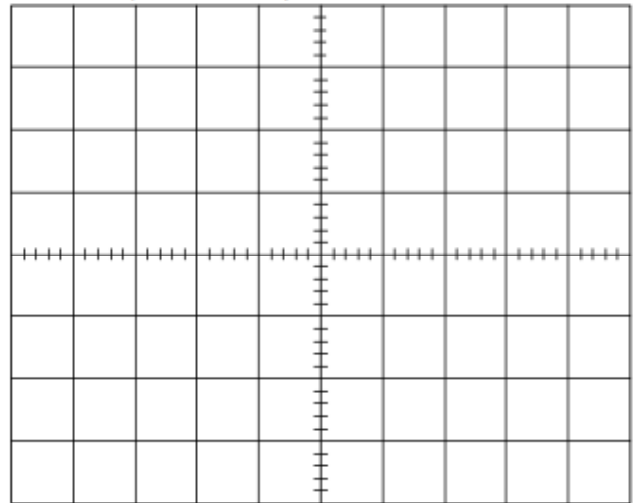
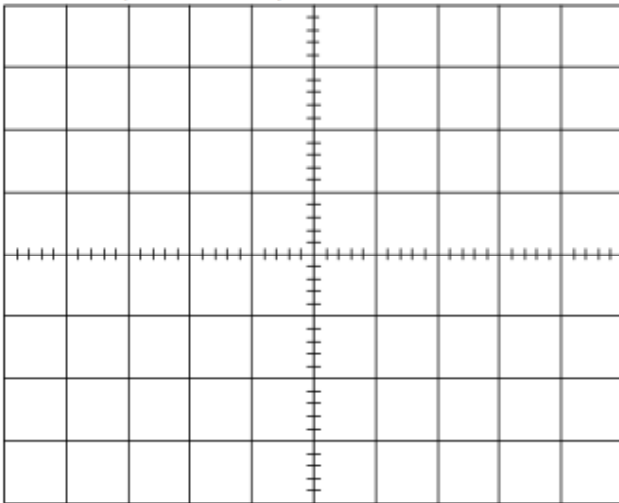
$V_i = \text{Ch.1}$  \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$V_o = \text{Ch.2}$  \_\_\_\_\_ V/div

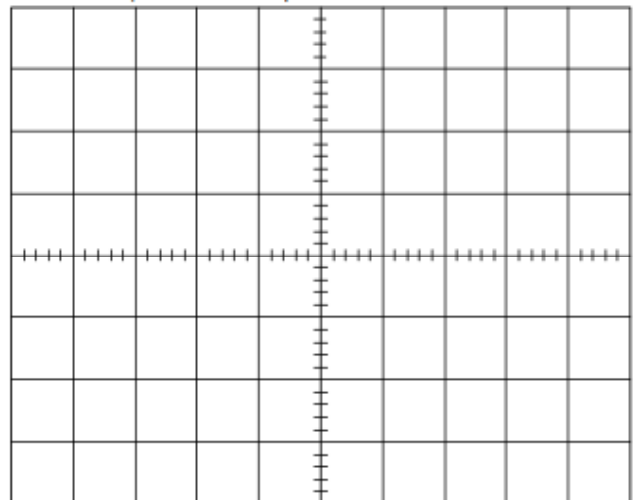
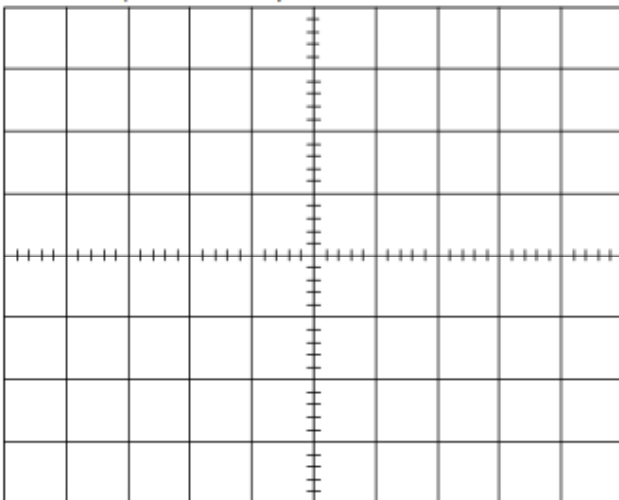
Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

b) Repita a alínea anterior, sucessivamente, com 10 kHz e 100 kHz.



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. = \_\_\_\_\_



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. = \_\_\_\_\_

c) Retire conclusões comparando as frequências com a constante de tempo.

- d) Para o circuito da direita, aplique novamente 5 kHz, inverta o canal 2 do osciloscópio e use a função ADD para medir a tensão no condensador. Compare com a onda que obteve em a) com o circuito da esquerda.

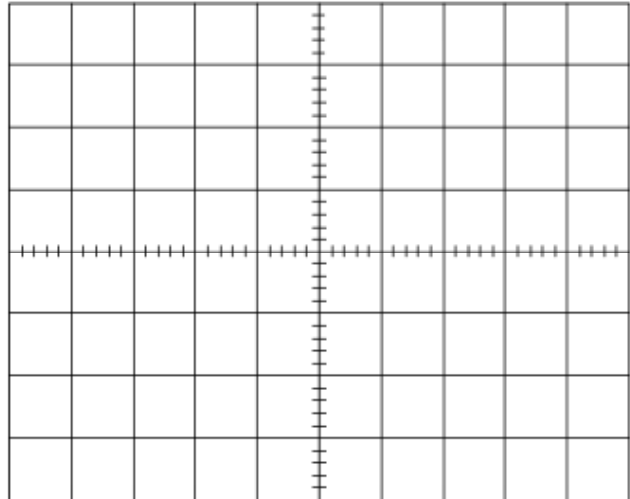
Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div

$V_i = \text{Ch.1}$  \_\_\_\_\_ V/div

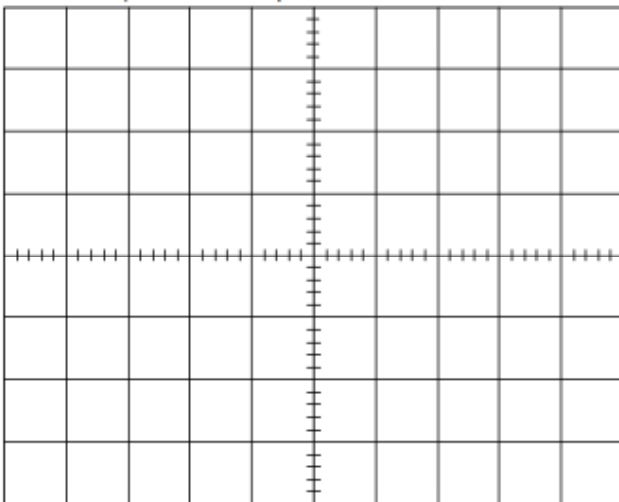
Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$V_o = \text{Ch.2}$  \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_



- e) No circuito da esquerda, a 5 kHz, meça os tempos de subida e descida de  $V_o$ .



Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div

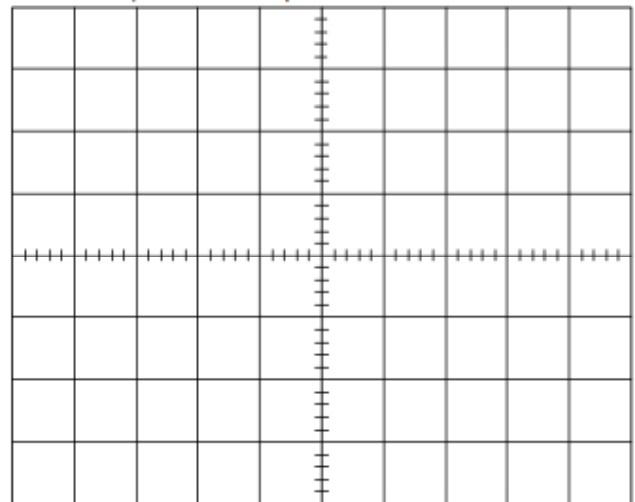
$V_i = \text{Ch.1}$  \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$V_o = \text{Ch.2}$  \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$t_r =$  \_\_\_\_\_



Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div

$V_i = \text{Ch.1}$  \_\_\_\_\_ V/div

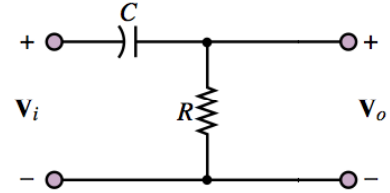
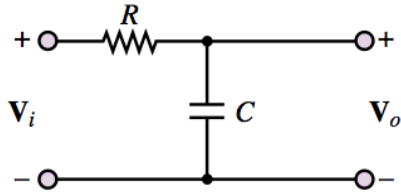
Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$V_o = \text{Ch.2}$  \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

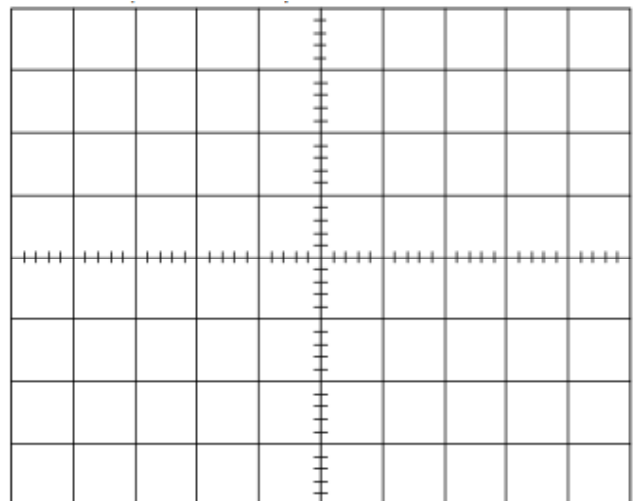
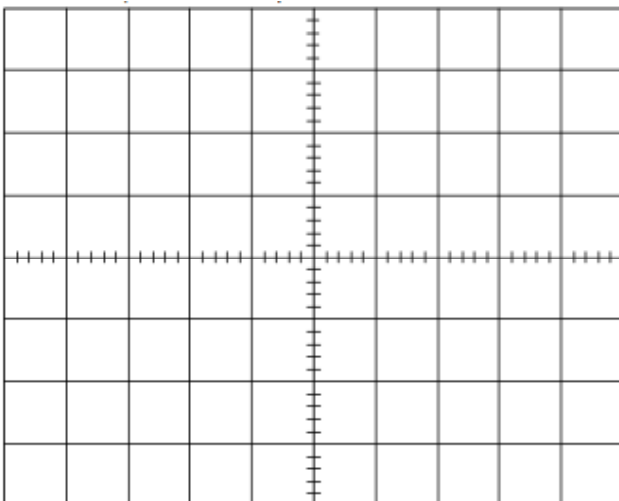
$t_f =$  \_\_\_\_\_

1.2- Regule o gerador de sinais de modo a obter uma onda sinusoidal, com 6 Vp e uma frequência de 1 kHz. Aplique este sinal à entrada do circuito RC passa-baixo (à esquerda) e do passa-alto (à direita):



a) Usando notação fasorial, calcule o ganho  $V_o/V_i$  e a frequência de corte.

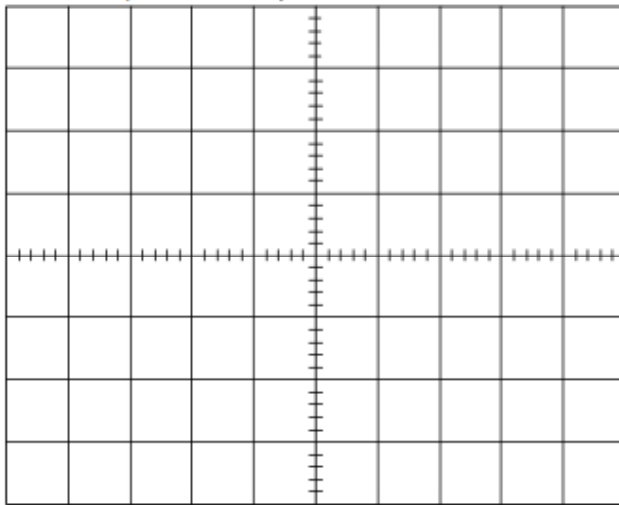
b) Valide experimentalmente os resultados medindo (com os 2 canais)  $V_i$  e  $V_o$ .



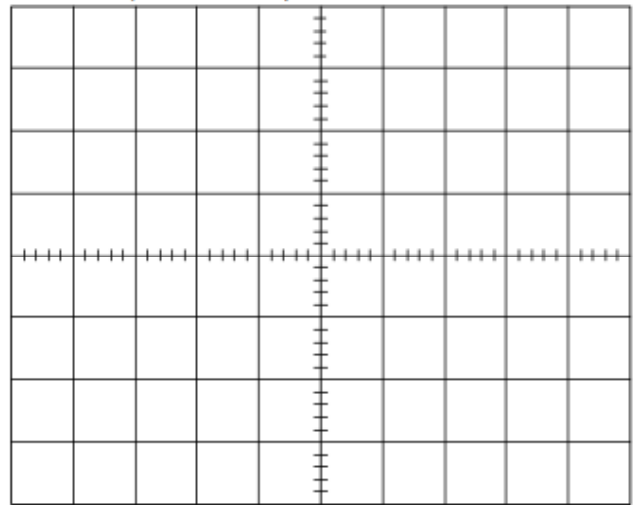
Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div  
 $V_i$  = Ch.1 \_\_\_\_\_ V/div  
 Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_  
 $V_o$  = Ch.2 \_\_\_\_\_ V/div  
 Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div  
 $V_i$  = Ch.1 \_\_\_\_\_ V/div  
 Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_  
 $V_o$  = Ch.2 \_\_\_\_\_ V/div  
 Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

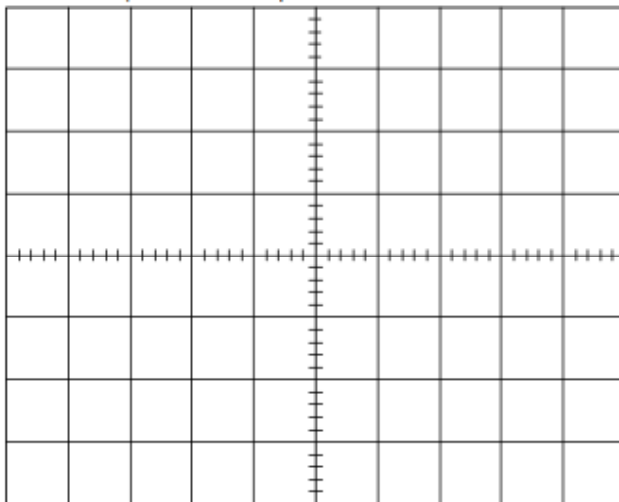
c) Repita as alíneas anteriores, sucessivamente, com 16 kHz e 100 kHz.



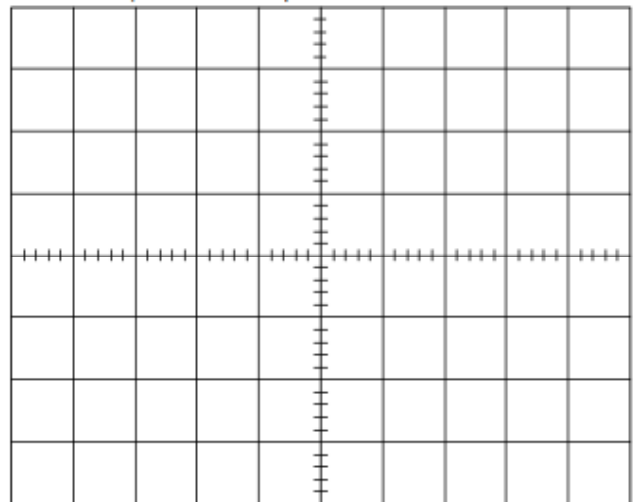
Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div  
 $V_i = \text{Ch.1}$  \_\_\_\_\_ V/div  
 Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_  
 $V_o = \text{Ch.2}$  \_\_\_\_\_ V/div  
 Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_



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. = \_\_\_\_\_

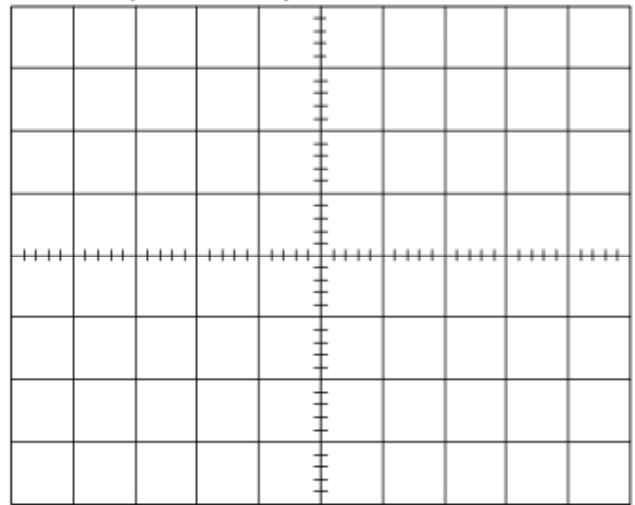
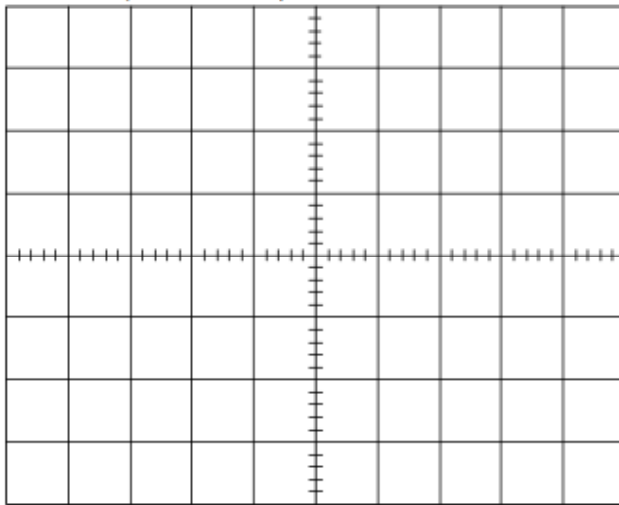


Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div  
 $V_i = \text{Ch.1}$  \_\_\_\_\_ V/div  
 Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_  
 $V_o = \text{Ch.2}$  \_\_\_\_\_ V/div  
 Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_



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. = \_\_\_\_\_

d) A 16 kHz meça o desvio de fase entre a saída e a entrada.



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. = \_\_\_\_\_

$\phi = \text{_____}^\circ$

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. = \_\_\_\_\_

$\phi = \text{_____}^\circ$

## Trabalho Prático nº2 pt2: Circuitos com diodos

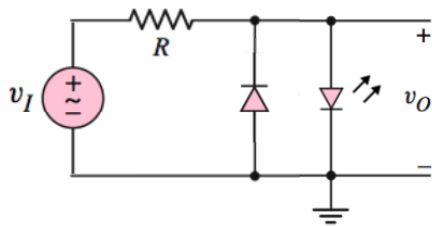
2.1- Regule o gerador de sinais  $v_I$  de modo a obter uma onda quadrada, entre - 5 e 5 V, com uma frequência de 1 Hz. O diodo 1N4148 protege o LED vermelho da tensão negativa excessiva. Assuma, como primeira aproximação, que a tensão de condução do LED é de 1.5 V. Calcule R de modo a que a máxima corrente no LED seja de 5 mA.

a) Verifique o funcionamento do circuito.

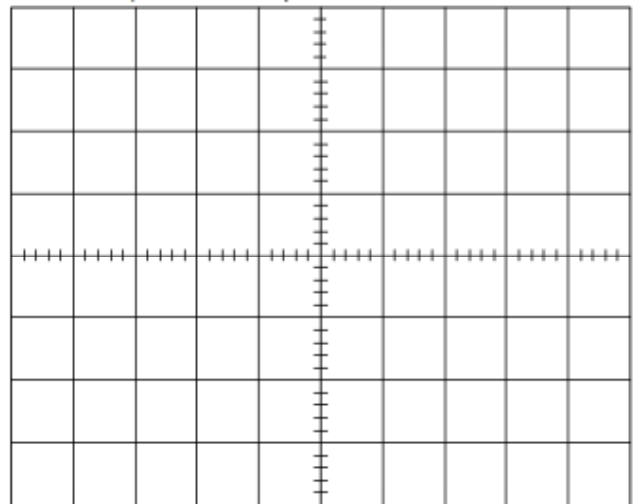


b) Meça com o osciloscópio a tensão de condução do diodo e do LED.

(Se necessitar regule uma frequência superior)

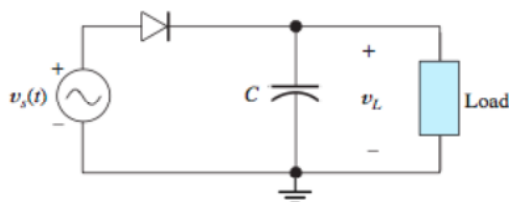


Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div  
 $v_I$  = Ch.1 \_\_\_\_\_ V/div  
 Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_  
 $v_O$  = Ch.2 \_\_\_\_\_ V/div  
 Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_



$V_D$  = \_\_\_\_\_  $V_{LED}$  = \_\_\_\_\_

2.2- Regule o gerador de sinais  $v_S$  de modo a obter uma onda sinusoidal com 4 V<sub>eff</sub>, e uma frequência de 5 kHz. Assuma, como primeira aproximação, que a tensão de condução do diodo 1N4148 é de 0.6 V. Calcule o valor da carga de modo a que a máxima corrente (sem C) seja 1 mA. Monte inicialmente o circuito sem o condensador C.



a) Verifique o funcionamento do circuito, relacionando a  $v_L$  com  $v_S$ .

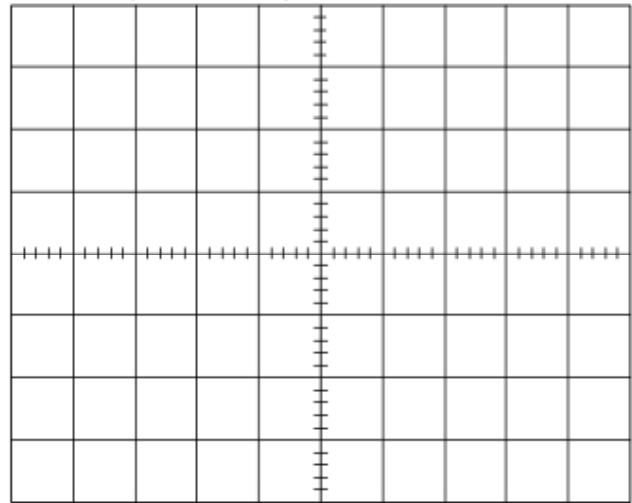
Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div

$v_S = \text{Ch.1}$  \_\_\_\_\_ V/div

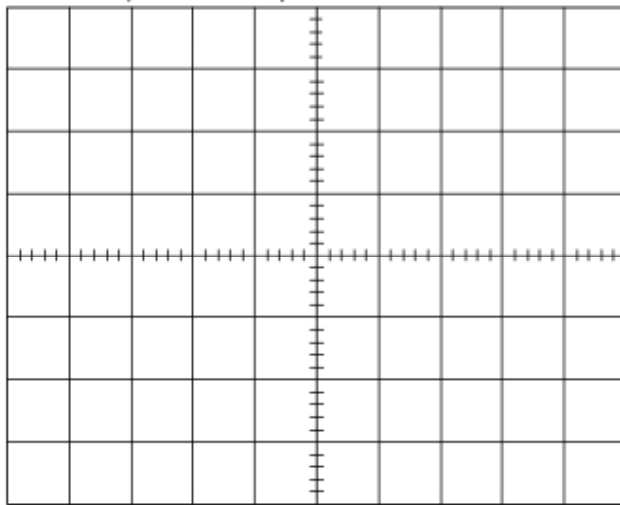
Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$v_L = \text{Ch.2}$  \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_



b) Monte, agora, o condensador  $C = 10 \text{ nF}$ . Registe as formas de onda  $v_L$  e  $v_S$ . Meça o *ripple*. Repita com  $C = 100 \text{ nF}$ .



Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div

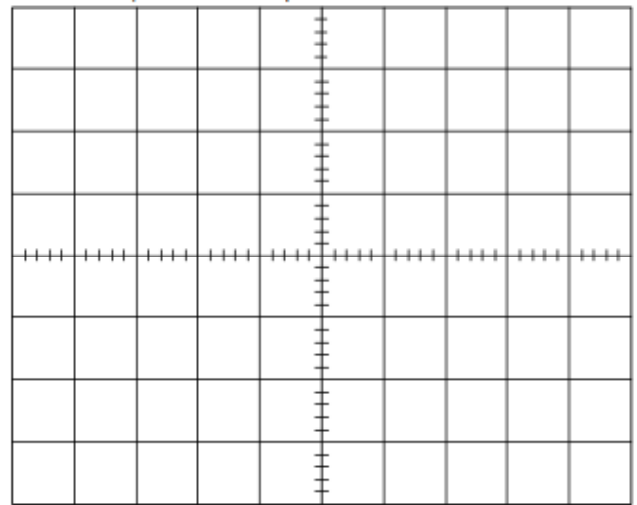
$v_S = \text{Ch.1}$  \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$v_L = \text{Ch.2}$  \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

Ripple = \_\_\_\_\_



Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div

$v_S = \text{Ch.1}$  \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$v_L = \text{Ch.2}$  \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

Ripple = \_\_\_\_\_

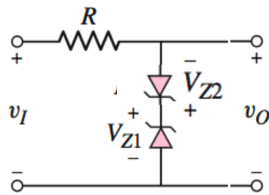
c) Intercale uma resistência de  $10\Omega$  entre  $C$  e a massa. Com o osciloscópio meça a queda de tensão nessa resistência e calcule a corrente de pico que atravessa  $C$ .

$V_{10\Omega} =$  \_\_\_\_\_

$I_C \text{ pico} =$  \_\_\_\_\_



2.3- Regule o gerador de sinais  $v_I$  de modo a obter uma onda triangular com 15 Vpp, e uma frequência de 4 kHz. Z1 = 3V3 e Z2 = 4V7. Calcule R de modo a que o máximo valor absoluto da corrente seja de 7.5 mA e monte o circuito.



a) Verifique o funcionamento do circuito, relacionando  $v_O$  com  $v_I$ .

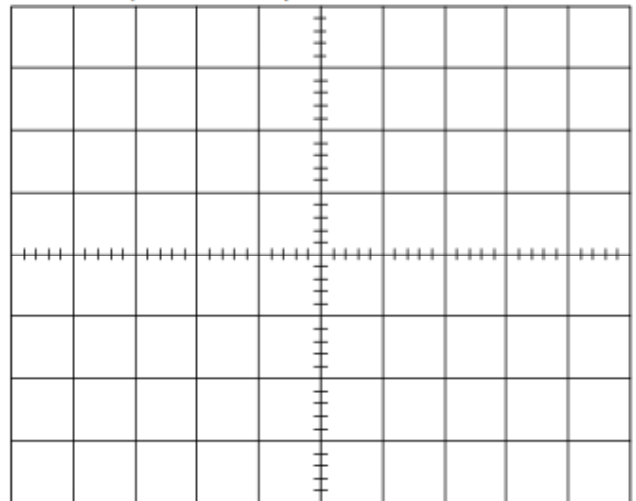
Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div

$v_I$  = Ch.1 \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$v_O$  = Ch.2 \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_



b) Calcule o valor médio da saída, aplicando à entrada uma quadrada com 15Vpp.

Base de tempo \_\_\_\_\_ s/div

$v_I$  = Ch.1 \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$v_O$  = Ch.2 \_\_\_\_\_ V/div

Ponta X \_\_\_\_\_ Acopl. = \_\_\_\_\_

$v_O$  médio = \_\_\_\_\_

