

## 4 – Osciloscópio e circuito RC

**Objectivos** – Exploração das funcionalidades básicas do osciloscópio. Utilização do gerador de funções. Influência da impedância de entrada do osciloscópio nas medições. Estudo da resposta do circuito RC nos domínios do tempo e da frequência.

### 4.1 – Gerador de funções e osciloscópio

Ligue o cabo do gerador de funções (ou gerador de sinal AC) ao Canal 1 do osciloscópio usando uma ponta de prova. Coloque o comutador da ponta de prova na posição X1. A pinça crocodilo da ponta de prova deve estar ligada à pinça crocodilo de cor preta do cabo do gerador.

a) Ajuste o gerador de funções para ter na saída uma tensão sinusoidal de frequência **2KHz** e **3V** de amplitude. Visualize este sinal no osciloscópio premindo o botão AUTOSSET. Confirme os valores de amplitude e frequência usando primeiro a medição automática do osciloscópio e depois a medição manual, contando divisões na grelha do ecrã.

b) No gerador de funções altere a amplitude e a frequência do sinal. No osciloscópio ajuste a base de tempo e a atenuação vertical, de forma a ter visível no ecrã dois ou três períodos do sinal. Visualize também outras formas de onda.

c) Mude o comutador da ponta de prova para a posição X10 e veja o que sucede ao valor medido da amplitude. Altere agora a atenuação do osciloscópio para X10.

### 4.2 – Efeito da impedância do osciloscópio

Monte na placa branca o circuito da fig. 4.1 com  $R_1 = 10k\Omega$  e  $R_2 = 4.7k\Omega$ . A fonte de tensão é o gerador de funções. Ligue o cabo deste de acordo com as indicações na figura. Note que a pinça de cor preta do gerador define, no circuito, o nó de referência. Ligue as pontas de prova dos canais 1 e 2 do osciloscópio de acordo com a fig. 4.1. Coloque os comutadores de ambas as pontas de prova na posição X1.

a) Ajuste o gerador de sinal para uma tensão sinusoidal de frequência **200Hz** e **10Vp-p** (valor pico a pico; **5V** de amplitude). Visualize no osciloscópio, simultaneamente, os sinais dos canais 1 e 2 e meça as respectivas amplitudes. A tensão medida no Canal 2 ( $V_o$ ) está de acordo com o valor esperado?

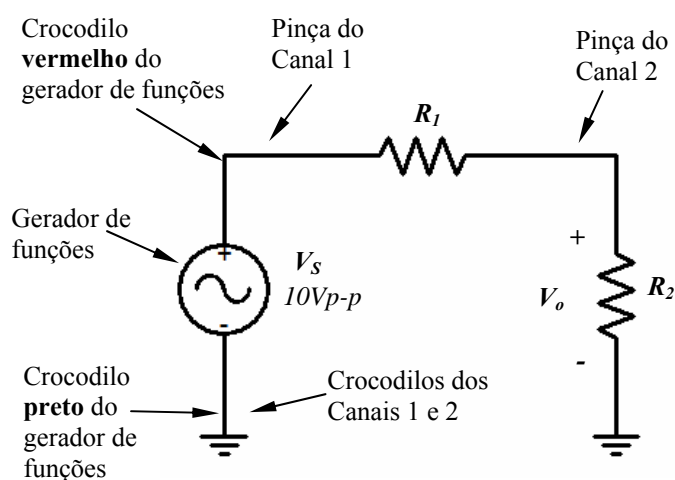


Fig. 4.1

- b) Repita a alinea anterior usando  $R_1 = R_2 = 1M\Omega$ . Desta vez a tensão medida no canal 2 ( $V_o$ ) está de acordo com o valor teórico esperado? Como explica a discrepância?
- c) Repita o procedimento anterior mas agora com os comutadores de ambas as pontas de prova na posição X10 (não se esqueça de configurar no osciloscópio os canais 1 e 2 também em X10)<sup>5</sup>.

#### 4.3 – Circuito RC: resposta no tempo

Voltando ao valor de  $R_1 = 10k\Omega$ , substitua  $R_2$  por um condensador  $C = 47nF$ , obtendo assim um circuito **RC passa-baixo** (fig. 4.2). Ajuste agora o gerador de funções para uma saída **quadrada** a variar entre  $-5$  e  $+5V$  ( $10V_{p-p}$ ). Comece com uma frequência de  $200Hz$ .

a) Compare qualitativamente os sinais em  $V_S$  e  $V_o$ . Veja o que sucede ao sinal em  $V_o$  quando aumenta a frequência do gerador acima dos  $200Hz$ . Explique. Este circuito é também conhecido por **integrador** porque, para certas gamas de frequência,  $V_o$  é aproximadamente proporcional ao integral de  $V_S$ . Verifique isso.

b) Meça o tempo que a tensão  $V_o$  demora a ir desde o início da transição até ao instante em que completa **63%** da excursão total. Como relaciona o valor obtido com os valores de  $R_1$  e  $C$ ?

c) Troque agora as posições relativas da resistência e do condensador no circuito. A tensão de saída,  $V_o$ , passa a ser tomada aos terminais da resistência. Verifique qualitativamente o comportamento do circuito para frequências entre  $50Hz$  e  $1kHz$ . Tente explicar a forma de onda que observa em  $V_o$ . Este circuito é conhecido por **diferenciador** porque, para certas gamas de frequência,  $V_o$  é aproximadamente proporcional à derivada de  $V_S$ . Será que isso acontece para frequências baixas ou para frequências elevadas?

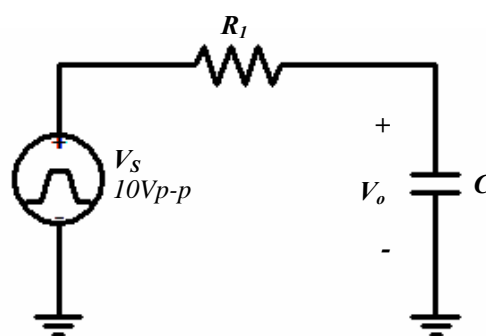


Fig. 4.2

#### 4.4 – Circuito RC: resposta em frequência

O circuito da fig. 4.2, com entrada  $V_S$  e saída  $V_o$ , é um filtro passa-baixo de primeira ordem com frequência de corte dada por  $f_c = 1/(2\pi R_1 C)$ .

Neste ponto pretende-se que faça o estudo da resposta em frequência deste circuito, por isso configure agora o gerador de funções para uma saída **sinusoidal** a variar entre  $-5$  e  $+5V$  ( $10V_{p-p}$ ).

- a) Verifique, de forma qualitativa, o efeito do circuito como passa-baixo. Para isso ligue o canal 1 do osciloscópio a  $V_S$  e o canal 2 a  $V_o$ , e observe a variação da amplitude de  $V_o$  à medida que varia a frequência do sinal do gerador desde  $50Hz$  até  $10kHz$ .
- b) Meça agora a razão entre as amplitudes de  $V_o$  e  $V_S$  bem como o desfasamento entre estes dois sinais, para vários valores de frequência, e registe-os na Tab 4.1.

<sup>5</sup> Uma resistência de entrada mais elevada não é o único benefício que se colhe por usar a ponta de prova configurada na posição X10. A maior vantagem é que o circuito de entrada do osciloscópio fica praticamente insensível à frequência do sinal. É por esse motivo que a ponta de prova se diz *compensada*. Daqui em diante use sempre a ponta de prova em X10.

Note que a razão  $V_o/V_s$  deve ser indicada em unidades de **dB** (decibéis), usando a expressão

$$\frac{V_o}{V_s} (dB) = 20 \log \frac{V_o}{V_s}$$

O desfasamento é medido no osciloscópio em unidades de tempo, devendo ser convertido depois para graus.

**c)** Tal como fez antes, troque agora as posições relativas da resistência e do condensador no circuito. A tensão de saída,  $V_o$ , passa a ser tomada aos terminais da resistência. Verifique, de forma qualitativa, o efeito desta mudança na resposta em frequência do circuito, variando a frequência do gerador de **50Hz** até cerca de **10kHz**.

**d)** Determine experimentalmente o valor de  $f_c$ , a frequência para a qual o ganho cai **3dB** em relação ao valor medido a frequências mais elevadas (frequências em que a amplitude de  $V_o$  é muito próxima da amplitude de  $V_s$ ).

<b><i>frequência</i></b> (Hz)	<b><math>V_o/V_s</math> (dB)</b>	<b><math>\theta</math> (°)</b>
$f_c/4 =$		
$f_c/2 =$		
$f_c =$		
$2 f_c =$		
$4 f_c =$		
$8 f_c =$		

**Tab. 4.1**