

# Familiarização com instrumentos de medida

*Laboratório de Eletrônica Básica I - Segundo Semestre de 2010*

---

PROFESSOR: JOSÉ CÂNDIDO SILVEIRA SANTOS FILHO

RAQUEL MAYUMI KAWAMOTO RA: 086003  
TIAGO CHEDRAOUI SILVA RA: 082941

*20 de agosto de 2010*

Para este experimento inicial da disciplina de laboratório de eletrônica básica I, tem-se como objetivo a familiarização dos alunos com os diversos instrumentos que serão utilizados ao longo do curso. Estas ferramentas são a fonte de alimentação dual, um gerador de funções e um osciloscópio digital. Para este presente experimento utilizam-se ainda um protoboard, dois resistores de  $100k\Omega$  e dois capacitores de  $100pF$ .

## Parte Experimental

1. Para esta parte inicial do experimento, a saída do gerador de funções é conectada ao canal 1 do osciloscópio. O gerador é ajustado para produzir um sinal de tensão com sua forma de onda triangular, com amplitude  $10V_{pp}$ , com offset de  $0V$  e frequência de  $10kHz$ .

Com o recurso *cursor* do osciloscópio, foi medida a amplitude de pico-a-pico, o período, o tempo de subida e o tempo de descida do sinal de tensão. Tais dados encontram-se na tabela 1.

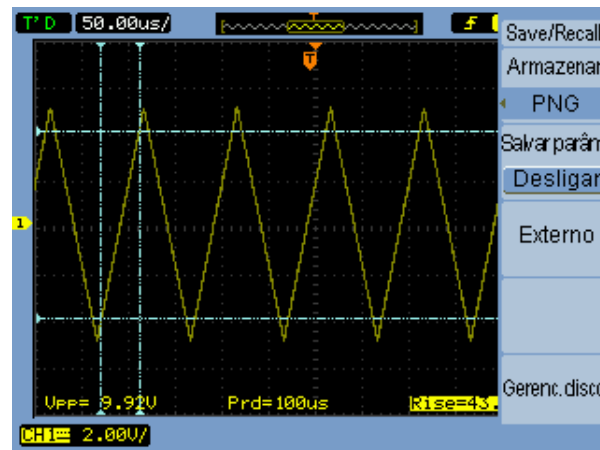


Figura 1: Medição do tempo de subida

Tabela 1: Dados experimentais obtidos através do recurso *cursor*

Descrição	Valor
Amplitude pico-a-pico	9,8V
Período	$100\mu s$
Tempo de subida	$40\mu s$
Tempo de descida	$40\mu s$

Para comparar as componentes contínuas e variáveis de um sinal, é possível configurar o canal tanto para medidas a.c, no qual o sinal é filtrado de forma a obter somente a componente variável do sinal, quanto para c.c, no qual o sinal contém tanto a componente variável quanto contínua. Utilizando ambas as configurações, não se constatou grandes diferenças entre os sinais, ou seja, a componente contínua do sinal é pequena.

Além disso, ao alterar a tensão de offset para 1 volt, a componente contínua do sinal de entrada aumentou 2 volts, e ao alterar para -1 volt, a componente contínua do sinal de entrada diminui 2 volts.

Em seguida, as mesmas medidas para as características da tabela 1 foram refeitas, porém usando-se o recurso *measure*, além de também ser necessário medir o valor médio e o valor RMS (ambos os valores obtidos também com o recurso *measure*). Tais dados encontram-se na tabela 2. Os valores obtidos

Tabela 2: Dados experimentais obtidos através do recurso *measure*

Descrição	Valor
Amplitude pico-a-pico	9,92V
Período	100 $\mu$ s
Tempo de subida	42 $\mu$ s
Tempo de descida	42 $\mu$ s
$V_{avg}$	-57,1 mV
$V_{rms}$	2,88V

através do recurso *cursor* com os dos obtidos com o do recurso *measure* são valores bem semelhantes e próximos um do outro, com a diferença de que os dados adquiridos com o *cursor* são menos precisos do que os do medidos com o *measure*. A amplitude pico-a-pico apresentou uma diferença relativa de 1,2% e o tempo de subida e descida apresentaram diferença relativa de 4,76%.

2. Para a segunda parte do experimento, calcula-se, através da equação 1,

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (1)$$

a frequência de corte para cada filtro do circuito esquemático da figura 2, na qual o circuito à esquerda da fonte de sinal é um filtro passa-altas com constante de tempo simples (CTS), e à direita da fonte é um circuito passa-baixas, também CTS. Assim, obtém-se para os circuitos uma frequência de corte equivalente a 15,92 KHz.

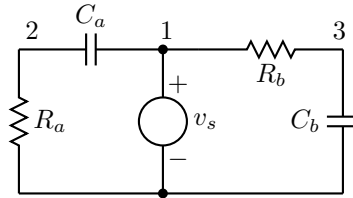


Figura 2: Filtros CTS

3. Para a parte três, foi montado, no protoboard, o circuito da figura 2. Inicialmente, a onda triangular foi substituída por uma onda senoidal de amplitude  $10V_{pp}$ , offset de 0V e frequência de  $16kHz$ . Este sinal foi aplicado ao nó 1 do circuito. Sendo assim, efetuaram-se as medidas necessárias, completando a tabela 3 (tabela de medidas de filtro CTS).

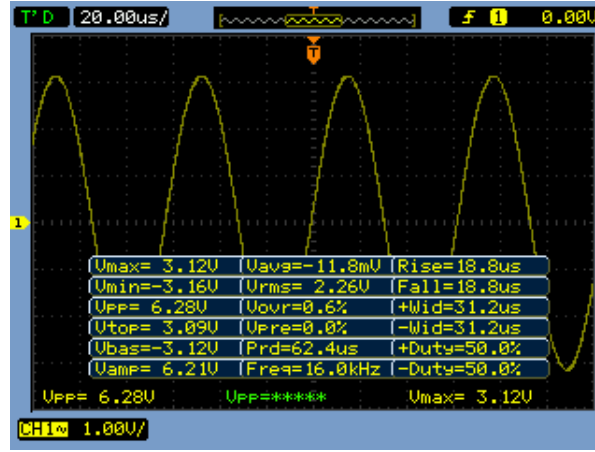


Figura 3: Sinal no nó 3

Tabela 3: Medidas do filtro CTS

Nó	1	2	3
Amplitude pico-a-pico	9,92V	6,28V	6,48V
Valor médio	2,40mV	-13,5mV	-12,7mV
Valor RMS	3,56V	2,26V	2,32V
Valor máximo	4,96V	3,12V	3,24V
Valor mínimo	-4,96V	-3,16V	-3,24V

4. Em seguida, aplicando-se um sinal senoidal de amplitude  $10V_{pp}$ , um offset de 0V e variando-se a frequência segundo a tabela 4, obtiveram-se os dados contidos na mesma tabela (tabela 4). Em baixas frequências, a fase no nó 2 aumenta sendo o seu máximo, para os casos considerados, de  $90^\circ$ . Já o nó 3 apresenta uma diminuição na fase. Para a mínima frequência considerada, sua fase é de  $0^\circ$ . Aumentando-se a frequência, a fase do nó 2 relativa ao nó 1 diminui e, para a máxima frequência, ela atinge uma fase mínima de  $0^\circ$ . Diferentemente a este nó, a fase relativa do nó 3 em relação ao nó 1 aumenta – em módulo – atingindo  $90^\circ$  para a frequência de 1MHz. Com relação a variação na frequência de entrada  $V_{in}$ , quando há um aumento em sua frequência, a amplitude (pico a pico) do nó 2 aumenta, enquanto que a do nó 3 diminui.

Tabela 4: Medidas realizadas variando-se a frequência do sinal

Nó	frequência	100 Hz	1kHz	10kHz	16kHz	100kHz	1MHz
1	Amplitude pico-a-pico	10,2V	10,2V	10,2V	10,2V	10,2V	10,2V
2	Amplitude pico-a-pico	100mV	656mV	4,8V	6,24V	8,40V	8,48V
	Ganho em dB	-40,17	-23,83	-6,55	-4,27	-1,69	-1,60
	Fase relativa ao nó 1	90°	86°	56°	41°	7°	0°
3	Amplitude pico-a-pico	10,4v	9,8V	7,76V	6,32V	1,42V	180mV
	Ganho em dB	0,17	-0,35	-2,37	-4,16	-17,13	-35,07
	Fase relativa ao nó 1	0°	-3°	-36°	-46°	-72°	-90°

Obteve-se, a partir dos dados, os gráficos de fase e magnitude dos sinais nos nós 2 e 3 (ver folhas mono-log anexadas ao relatório).

Comparando-os aos gráficos teóricos (figuras 4 e 5), apesar de existirem alguns pontos que diferem levemente do teórico, percebe-se uma semelhança no comportamento tanto para a fase quanto para magnitude de ambos os filtros.

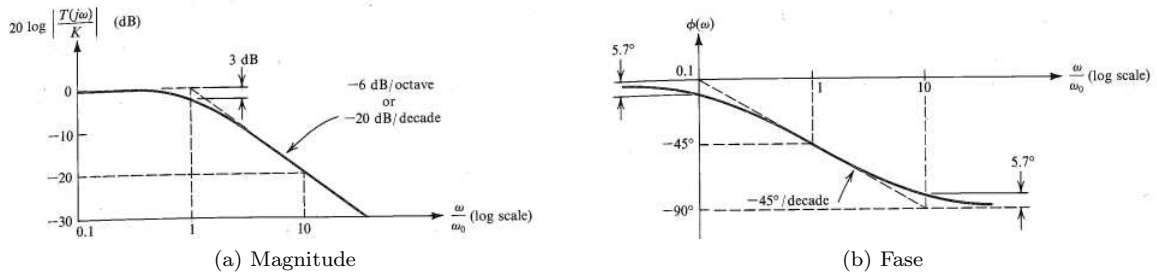


Figura 4: Gráficos teóricos de um Filtro CTS Passa Baixa

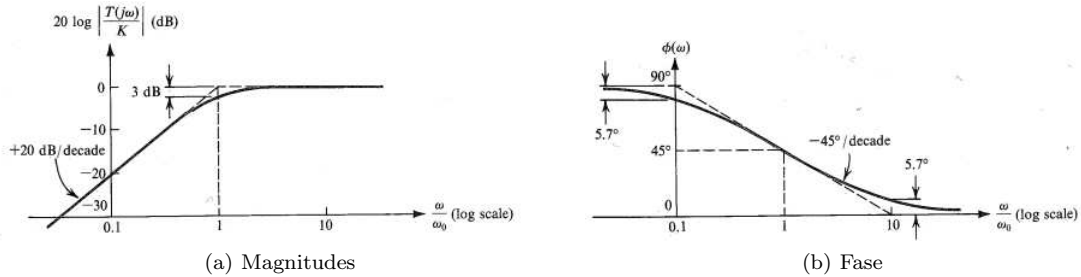


Figura 5: Gráficos teóricos Filtro CTS Passa Alta

5. Ao comparar um circuito passa-baixa com um passa-alta, determina-se que a diferença de fase, independentemente da frequência, vale  $90^\circ$ . Portanto, quando o valor do sinal em um circuito estiver em seu máximo, o outro estará no zero. Assim, ao realizar uma diferença nas medidas da tensão diferencial entre o nó 2 e o nó 3, deve-se obter uma senóide cujo valor de pico seja equivalente ao maior dos picos entre as ondas no nós 2 e 3. Como o valor pico-a-pico do nó 2 vale 4,80V e no nó 3 7,76V, o valor pico a pico da onda resultante da diferença entre elas possuiria valor de 7,76V.

Contudo, conforme a figura 6, a diferença de fase obtida é um pouco maior que  $90^\circ$ . Consequentemente, a senóide resultante possui um valor tensão de pico a pico de 9,12V, que é maior que o esperado. Isso ocorre, pois quando uma onda estiver no seu máximo, a outra estará em um ponto cujo valor de magnitude é negativo, já que a diferença de fase é um pouco maior que  $90^\circ$ , e enquanto uma estiver no seu mínimo a outra está em um ponto cujo valor de magnitude é positivo. Assim, ao realizar a diferença entre esses valores, obtemos, em módulo, um valor maior de tensão que o máximo ou mínimo das ondas.

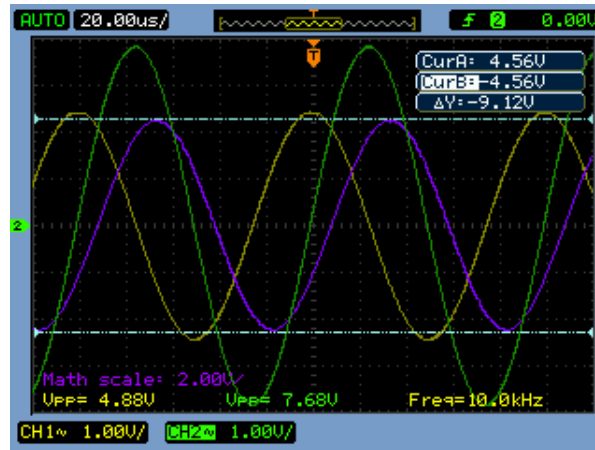


Figura 6: Medida da tensão diferencial entre os nós 2 e 3