**FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFPA**

**LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA E CIRCUITOS ELÉTRICOS**

**DISCIPLINA: LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS II**

**ALUNOS:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

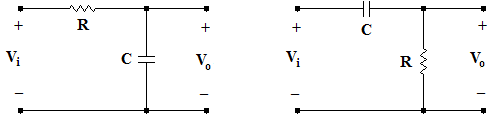
**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**EXPERIÊNCIA 4**

**FILTROS RC PASSA-BAIXA E PASSA-ALTA**

**Fundamento Teórico**

Dentro dos filtros passivos, encontramos o filtro passa-baixas e o filtro passa-altas. O filtro passa-baixas é constituído por um circuito *RC-série*, onde a tensão de saída é a do capacitor. Esse circuito é visto na figura 1(a)



(a) (b)

**Figura 1: (a) Filtro passa-baixas e (b) Filtro passa-altas**

No filtro passa-baixas, a reatância capacitiva assume valores altos em comparação com o valor da resistência quando o sinal de entrada tem componentes de baixa freqüência, dessa maneira, a tensão de saída será praticamente igual à tensão de entrada. Para freqüências altas, a reatância capacitiva assume valores baixos em comparação com o valor da resistência, atenuando a tensão de saída para um valor praticamente nulo. Dessa maneira, o filtro só permite a passagem de sinais de freqüências baixas, sendo por isso denominado filtro passa-baixa.

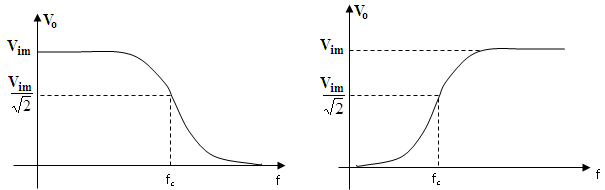
Já para configuração mostrada na figura 1(b), onde a tensão de saída é tomada no resistor, observa-se o comportamento de um filtro passa-altas, ou seja, para altas freqüências a reatância capacitiva é muito baixa comparada com a resistência, fazendo o capacitor parecer um curto-circuito e assim o sinal de entrada aparece praticamente sem atenuação na saída.

Para os dois filtros existe uma *freqüência de corte* definida como sendo o valor da freqüência onde a tensão de saída é igual ao valor máximo da tensão de entrada dividido por *√2*, ou equivalentemente, onde a reatância capacitiva se torna igual a resistência.

Essa freqüência, onde temos a situação acima descrita, é deduzida (para os dois filtros) como sendo



A característica da tensão de saída em função da freqüência, para cada filtro é vista na figura 2 onde *Vim* é a tensão máxima de entrada e *fc* a freqüência de corte.

****

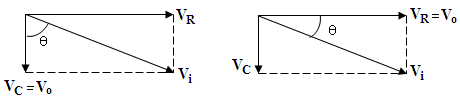
(a) (b)

**Figura 2: Característica da tensão de saída para: (a) um filtro passa-baixas e (b) um filtro passa-altas**

Construindo o diagrama vetorial do circuito da figura 1, podemos através deste, determinar a defasagem entre a tensão de saída e a tensão de entrada, através da relação trigonométrica.



Este diagrama é visto na figura 3.



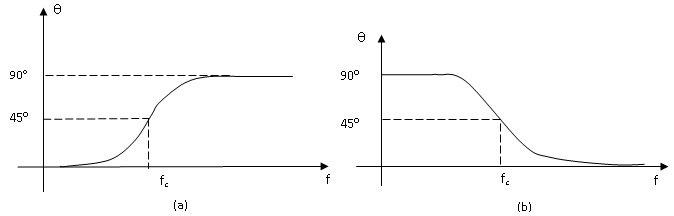
**(a) (b)**

**Figura 3: (a) diagrama vetorial de um filtro passa-baixas; (b) diagrama vetorial de um filtro passa-altas**

A curva da defasagem em função da freqüência é obtida a partir da tabela 2 abaixo e pode ser mostrada conforme figura 4.

**TABELA 2**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Defasagem × Freqüência | | | | | | |
| **Usando a relação:** | Filtro Passa-Baixas | | | Filtro Passa-Altas | | |
| *Vo* | *cosθ* | *θ* | *Vo* | *cosθ* | *θ* |
| Baixa freqüência | *Vi* | *1* | *0* | *0* | *0* | *90* |
| Alta freqüência | *0* | *0* | *90* | *Vi* | *1* | *0* |
| Frequência *fc* | *Vi/√2* | *1/√2* | *45* | *Vi/√2* | *1/√2* | *45* |



**Figura 4: Característica de defasagem (a) de um filtro passa-baixas; (b) de um filtro passa-altas.**

**PARTE PRÁTICA**

**OBSERVAÇÕES INICIAIS**

**ANTES DA MONTAGEM DE QUALQUER EXPERIÊNCIA É IMPORTANTE TESTAR A CONTINUIDADE DE CADA CABO UTILIZADO NA CONEXÃO DOS EQUIPAMENTOS**

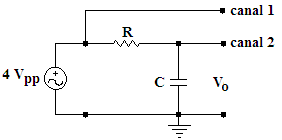
**EM TODAS AS MEDIDAS EFETUADAS, NÃO SE ESQUEÇA DE ANOTAR A UNIDADE USADA.**

**EM QUALQUER MEDIDA USE SEMPRE DUAS CASAS DECIMAIS, FAZENDO O DEVIDO ARREDONDAMENTO.**

**Equipamento:** Osciloscópio; Gerador de Sinais;

**Componentes:** 1 capacitor de 33 *nF*; 1 resistor de *2K2*.

1. Monte o circuito da figura 5. Ajuste o gerador de sinais para *4 Vpp*, onda senoidal. Observe que os terras dos canais devem estar ligados ao terra do circuito.



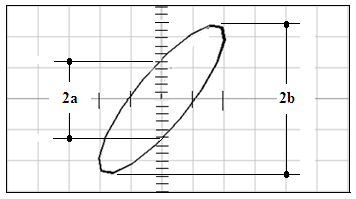
**Figura 5**

1. Varie a freqüência do gerador, conforme a tabela 3. Utilizando a opção de display *Y/T*, meça e anote a tensão pico a pico de saída para cada freqüência. Em seguida, utilizando a opção *X/Y*, meça e anote *2a* e *2b*.

O significado de *2a* e *2b* é mostrado na figura 6 e será visto com mais detalhes na experiência 9. Nesta figura, *a* é a distância do centro da elipse até onde ela corta o eixo vertical e *b* é a distância do centro da elipse até seu ponto máximo.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *f(Hz)* | *Vopp* | *Voef* | *2a* | *2b* | *θ = sen-1(2a/2b)* |
| *200* |  |  |  |  |  |
| *600* |  |  |  |  |  |
| *1000* |  |  |  |  |  |
| *1400* |  |  |  |  |  |
| *1800* |  |  |  |  |  |
| *2200* |  |  |  |  |  |
| *2600* |  |  |  |  |  |
| *3000* |  |  |  |  |  |

**TABELA 3**



**Figura 6**

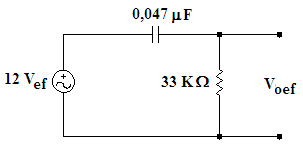
**OBSERVAÇÕES FINAIS**

**AO TÉRMINO DAS EXPERIENCIAS NÃO DESCONECTE OS CABOS DOS EQUIPAMENTOS. DESLIGUE APENAS A ALIMENTACAO**

**FAZ PARTE DO RELATORIO, RESPONDER A PROBLEMATICA ABAIXO**

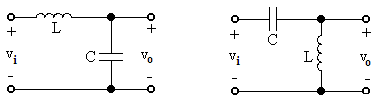
**PROBLEMÁTICA**

1. Construa uma tabela com os valores teóricos eficazes das tensões de saída e dos ângulos de defasagem para o circuito da figura 5 e compare com os da tabela 3.
2. Construa os gráficos de *Voef*  e *θ em função da freqüência* usando os dados obtidos na tabela 3.
3. Deduza a fórmula da freqüência de corte para o circuito RC série, genericamente, e em seguida calcule-a para o caso da experiência realizada. Indique essa freqüência nos gráficos da questão 2.
4. Calcule a tensão eficaz de saída do filtro passa-alta da figura 7, na freqüência de corte desse filtro, usando um divisor de tensão.



**Figura 7**

1. Encontre a função de transferência de cada um dos filtros da figura 8, em função da freqüência *em radianos ω,* indicando quem é passa-baixas e quem é passa-altas.



(a) (b)

**Figura 8**.