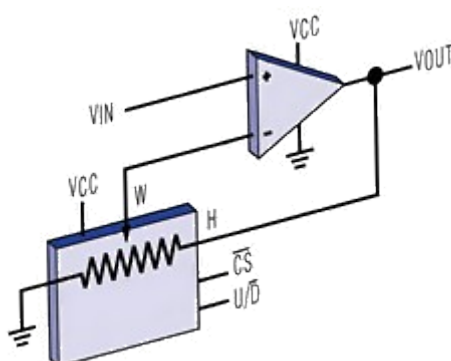


# FILTROS

© Prof. Engº Luiz Antonio Vargas Pinto



## Passivos e Ativos

### Passivos

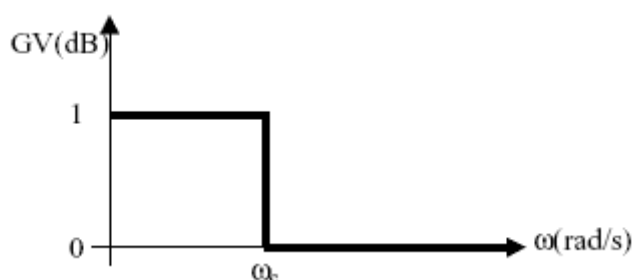
São associações elétrica que respondem a variação de frequência, podendo produzir resultados satisfatórios em eliminar ou apenas filtrar determinadas frequências pré-estabelecidas.

O termo **Passivo** refere-se ao fato de estes circuitos se utilizam apenas de componentes **Resistivo**, **Indutivo** e **Capacitivo** e que não requerem alimentação para produzir o resultado desejado.

Podemos projetar circuitos:

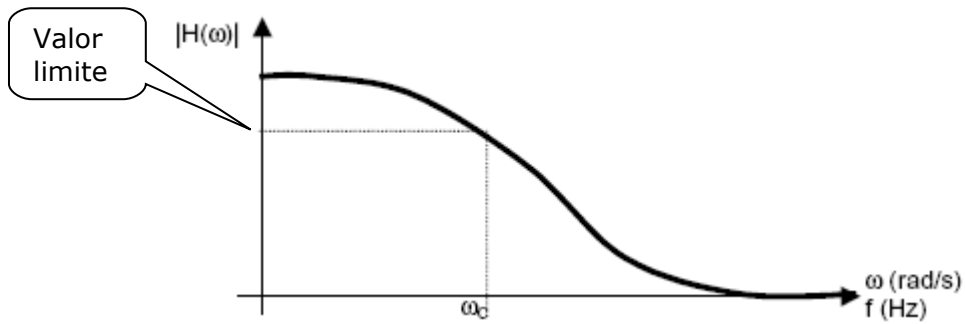
- 1- Passa Alta
- 2- Passa baixa
- 3- Passa faixa
- 4- Rejeita faixa

A curva ideal de um dispositivo de filtro seria expressa por:



ou seja, em uma determinada frequência desejada este circuito leva o ganho a **ZERO**. O que significa dizer que o sinal foi completamente atenuado.

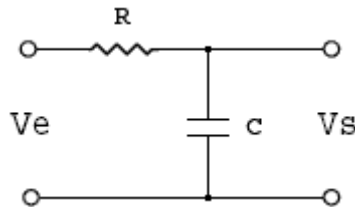
Isto não é possível de ser produzido, mas podemos usar isto como modelo e tentar chegar o mais próximo possível deste.



Considera-se como **"eliminado"** o sinal especificado quando a amplitude do sinal chega em  $0,707$  ( $\sqrt{2}$ ) do seu valor máximo o que equivale a cerca de 70% do nível do sinal.

### O filtro PB RC

O circuito correspondente a este filtro seria, com RC:



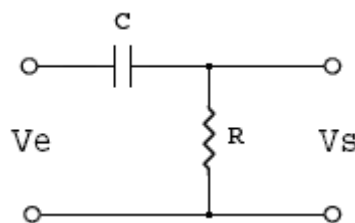
Considerando que a condição limitante é  $0,707$ , isto é, o ganho  $A = V_s/V_e = 0,707$  teremos que:

$$f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

que é a frequência de corte.

### O filtro PA RC

O circuito correspondente a este filtro seria, com RC:

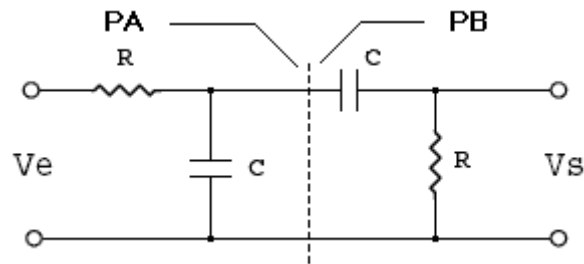


$$f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

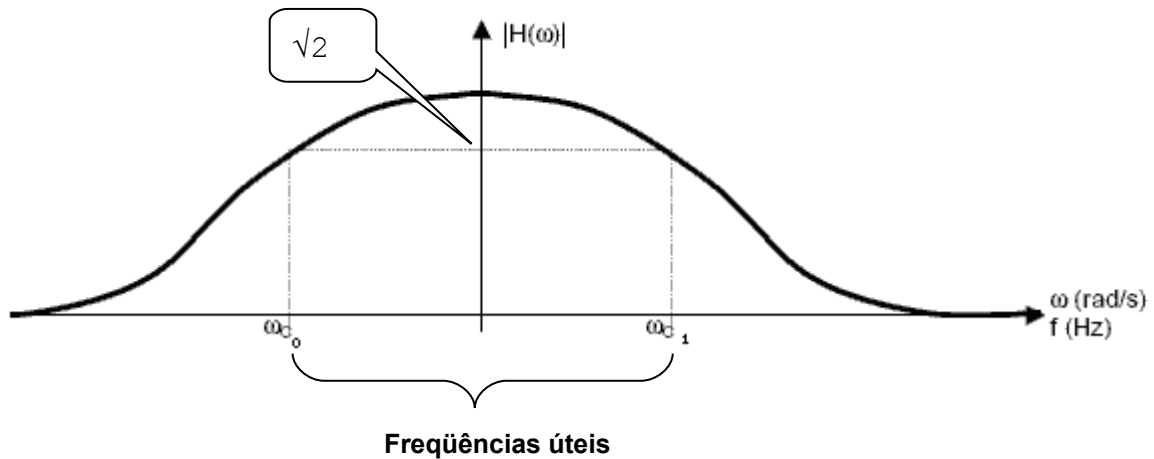
que é a mesma equação de frequência de corte do **PB**.

## O filtro Passa faixa RC

O circuito correspondente a este filtro seria, com RC:

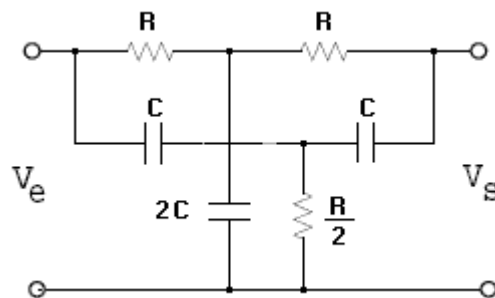


A primeira etapa, PA, deixa passar apenas as frequências maiores ou iguais a  $f_{c0}$  e depois apenas as menores que a nova  $f_{c1}$ .



## O filtro Rejeita faixa RC

O circuito correspondente a este filtro seria, com RC:



$$f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

que é a mesma equação de frequência de corte do **PA** e **PB**.

## A medida Decibel (dB)

Sabendo que o Ganho de uma função de transferência relaciona duas grandezas de mesma natureza, esta é, portanto, adimensional.

O Decibel é uma forma de medir a relação entre duas grandezas físicas de mesma natureza, sendo adotado para expressar o ganho na resposta em frequência de circuitos eletrônicos.

O nome Decibel é uma homenagem á Alexander Grahan Bell.

O conceito de Decibel (dB) está relacionado à audição. O ouvido humano não responde de forma linear aos estímulos que lhe são impostos (potência sonora), porém, de forma logarítmica. Por exemplo, se a potência sonora sofrer uma variação de 1W para 2W, a sensação sonora não dobrará. Para que a sensação sonora dobre, a potência associada a ele deverá ser multiplicada por dez, ou seja, varia de forma logarítmica (1, 10, 100, 1000, ...).

Logaritmos são **usados** para **comprimir escalas** quando a faixa de variação de valor é muito ampla e, também para transformar as operações de multiplicação e divisão em operações de soma e subtração, respectivamente.

Na análise de circuitos eletrônicos é comum usarmos a escala logarítmica para expressar os valores de Ganho, em Decibel.

O Decibel (dB) é a décima parte do Bel (B). O Bel relaciona dois níveis de potência  $P_s$  e  $P_e$  na forma:

$$A_v = \log \frac{P_s}{P_e}$$

Desta forma, se  $P_s = 10 \cdot P_e$  o ganho de potência vale 10 pois a saída é dez vezes maior que a entrada:

$$A_v = \log \frac{10 \cdot P_e}{P_e} = \log 10 = 1$$

Então o ganho de potência é 1B, isto é,  $P_s$  está 1 bel acima de  $P_e$  (temos uma amplificação de 1 Bel).

Para as grandezas que estudaremos, a unidade Bel é muito grande, por isso, usamos o Decibel pela equação:

$$A_v|_{dB} = 10 \cdot \log \left( \frac{P_s}{P_e} \right)$$

Assim, se  $P_s = 1000 \cdot P_e$ , o ganho de potência vale 1000 pois a saída é 1000 vezes maior que a entrada, então:

$$A_v|_{dB} = 10 \cdot \log 1000 = 10 \cdot 3 = 30$$

E o ganho de potência é de 30 dB, isto é, uma amplificação de 30 dB. Por outro lado, se  $P_s = 0,001 \cdot P_e$  o ganho de potência vale 0,001, pois a saída será mil vezes menor que a entrada, então:

$$A_v|_{dB} = 10 \cdot \log 0,001 = 10 \cdot (-3) = -30$$

O ganho de potência é de -30dB, ou seja, uma atenuação de 30 dB.

Outra forma de tratar a relatividade entre as potências, e muito mais utilizada é:

$$A_v |_{dB} = 20 \cdot \log\left(\frac{V_s}{V_e}\right)$$

## O valor $\sqrt{2}$

A frequência de corte é definida como a frequência na qual a potência média da saída é a metade da potência de entrada, ou seja, quando o Ganho de Potência for 0,5. Matematicamente:

$$A_v = \frac{P_s}{P_e} = \frac{1}{2}$$

como:  $P_s = \frac{V_s^2}{R_s}$  e  $P_e = \frac{V_e^2}{R_e}$ , temos:

$$A_v = \frac{\frac{V_s^2}{R_s}}{\frac{V_e^2}{R_e}} = \frac{1}{2}$$

Para  $R_s \approx R_e$ , temos:

$$\frac{V_s^2}{V_e^2} = \frac{1}{2} \quad \therefore \quad \frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,707$$

$$\boxed{V_s \approx 0,707 V_e}$$

Também podemos dizer que: A Frequência de Corte é a frequência na qual a **tensão de saída**  $\approx 70,7\%$  da **tensão de entrada**, ou seja, a frequência que provoca um ganho de **-3dB**.

## Referência Bibliográfica

- Apostila do Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina - Gerência Educacional de Eletrônica; Prof. Fernando Luiz Rosa Mussoi - julho de 2004.