

# AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE SINAIS

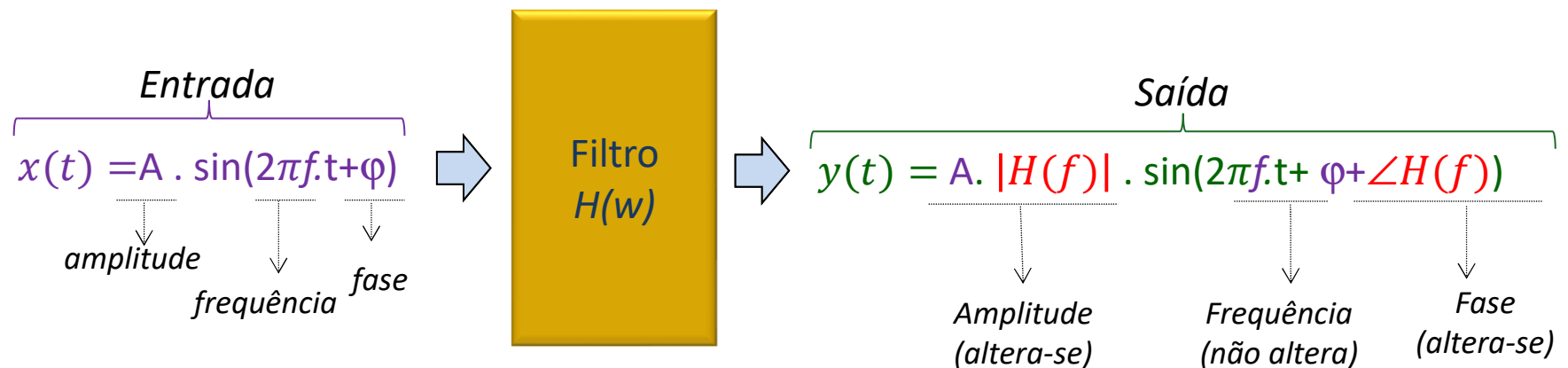
- ❖ CADEIA DE AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE SINAIS.
- ❖ **CIRCUITOS DE ACONDICIONAMENTO DE SINAIS**
  - ❖ Montagem Potenciométrica
  - ❖ Amplificação
  - ❖ **Filtragem**
- ❖ CONVERSORES ANALÓGICO/DIGITAL (A/D-C)
- ❖ CONVERSORES DIGITAL/ANALÓGICO (D/A-C)
- ❖ SENSORES E TRANSDUTORES

## Circuitos de condicionamento de sinal

- Filtragem Analógica**

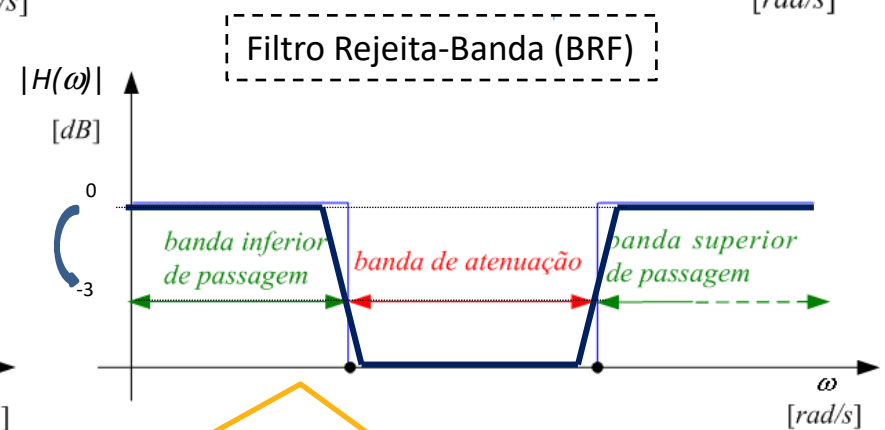
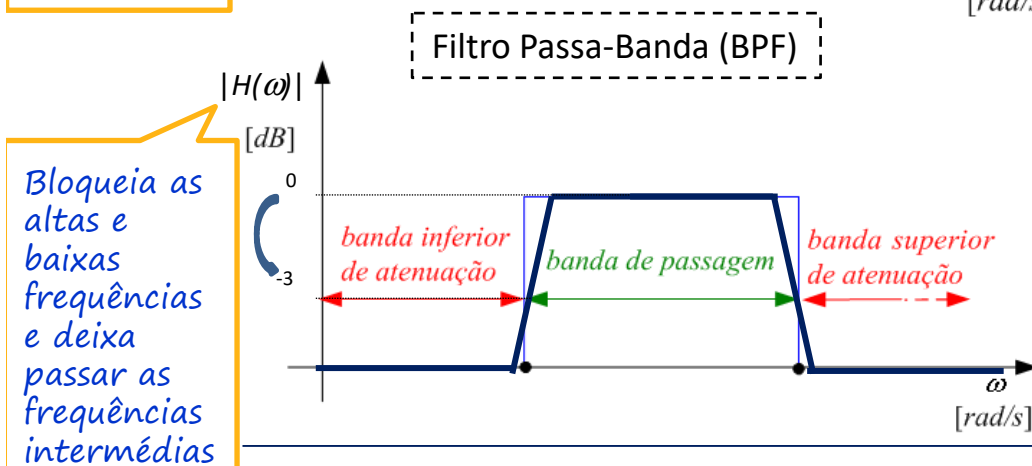
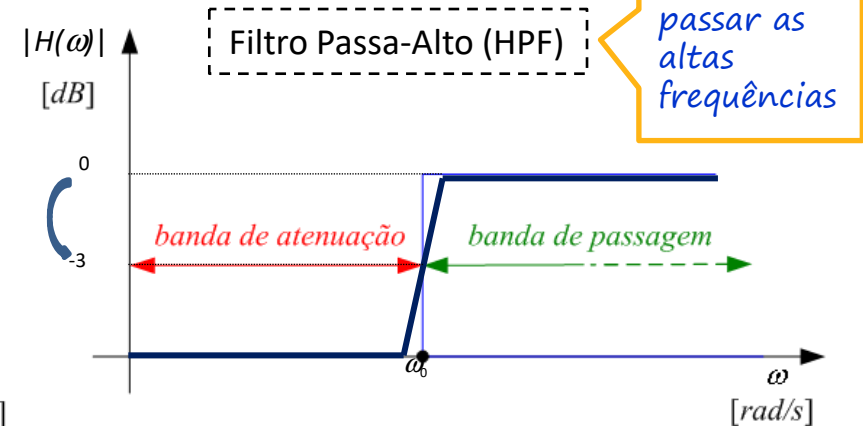
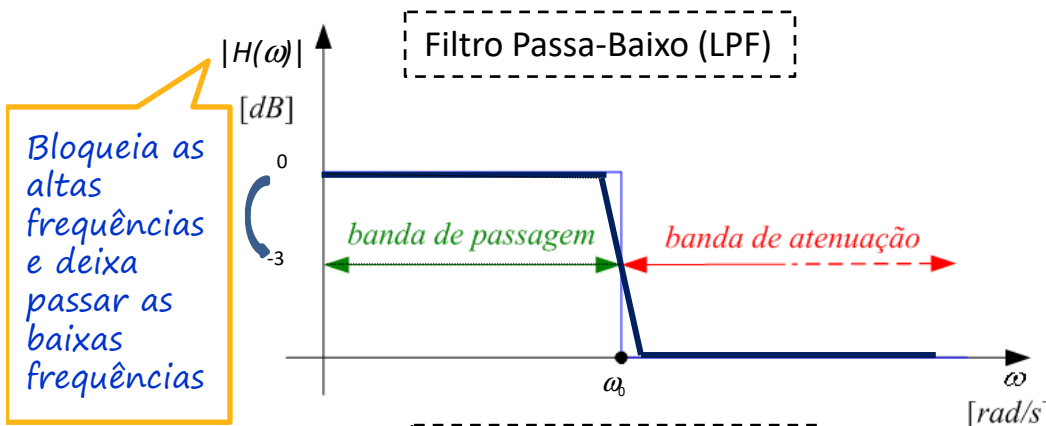
Um **filtro eléctrico** é uma **rede selectiva na frequência**, que actua sobre a amplitude e/ou a fase do sinal de entrada, dentro de um dado intervalo de frequências, não influenciando sinais cujas frequências se encontrem fora desse intervalo.

- A banda de frequências que passa pelo filtro sem sofrer alterações é designada por **Banda de**



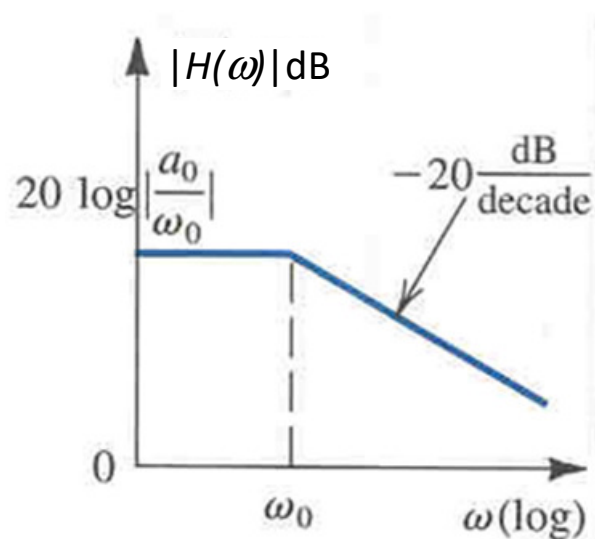
## Circuitos de condicionamento de sinal

- Tipos de filtros:



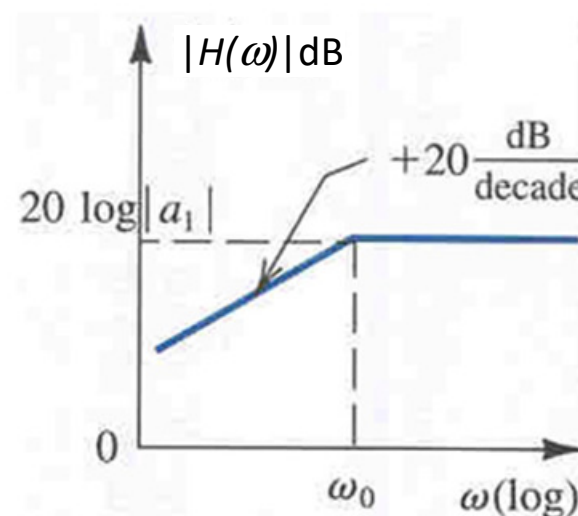
## Circuitos de condicionamento de sinal

- Filtro LP de 1ª Ordem**



Característica de  
transmissão do LPF de 1ª  
ordem

- Filtro HP de 1ª Ordem**



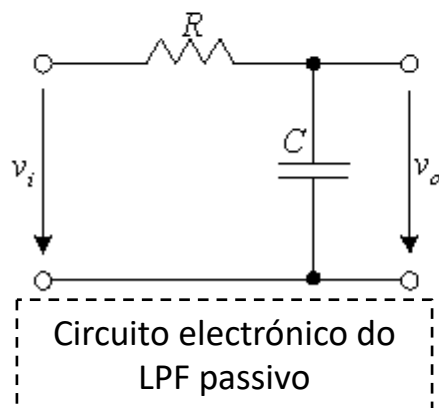
Característica de transmissão  
do HPF de 1ª ordem

## Circuitos de condicionamento de sinal

- Realização de um LPF de 1ª Ordem, passivo e activo.

### LP - Passivo

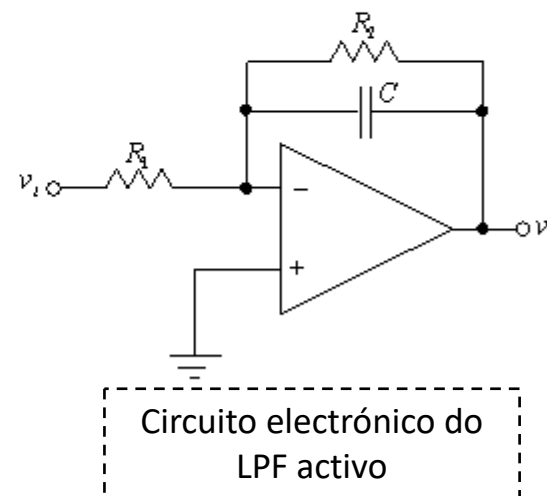
$$\omega_0 = \frac{1}{CR}; \text{ ganho } dc = 1$$



$$T(s) = \frac{a_0}{s + \omega_0}$$

### LP - Activo

$$\omega_0 = \frac{1}{CR_2}; \text{ ganho } dc = -\frac{R_2}{R_1}$$

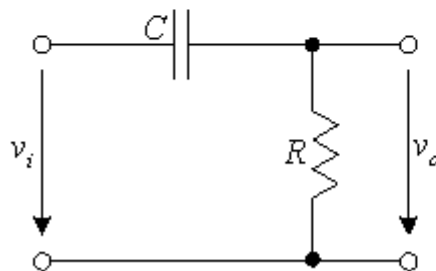


## Circuitos de condicionamento de sinal

- Realização de um HPF de 1ª Ordem, passivo e activo.

### HP - Passivo

$$\omega_0 = \frac{1}{CR}; \text{ ganho } hf = 1$$

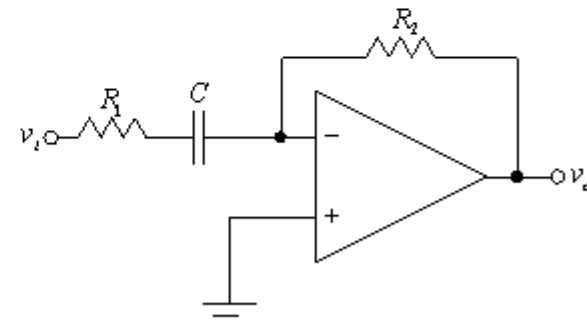


Circuito electrónico do  
HPF passivo

$$T(s) = \frac{a_1 s}{s + \omega_0}$$

### HP - Activo

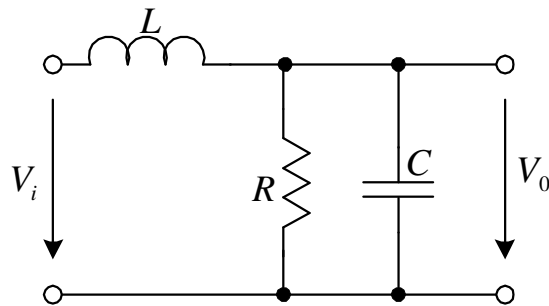
$$\omega_0 = \frac{1}{CR_1}; \text{ ganho } hf = -\frac{R_2}{R_1}$$



Circuito electrónico do  
HPF activo

## Circuitos de condicionamento de sinal

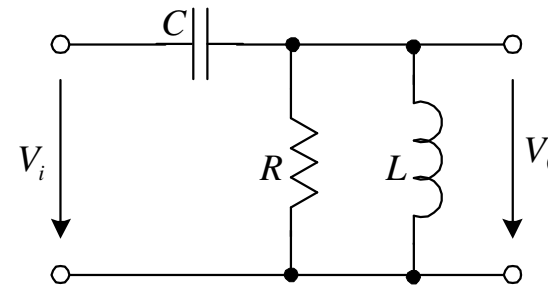
- LPF de 2ª Ordem, passivo.



$$T(s) = \frac{\frac{1}{LC}}{s^2 + s\frac{1}{RC} + \frac{1}{LC}}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \frac{1}{RC} = \frac{\omega_0}{Q} \Rightarrow Q = \omega_0 RC$$

- HPF de 2ª Ordem, passivo.

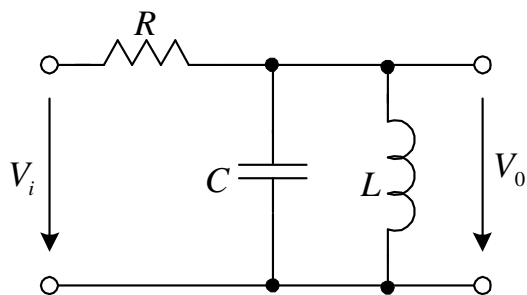


$$T(s) = \frac{s^2}{s^2 + s\frac{1}{RC} + \frac{1}{LC}}; \quad a_2 = 1$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \frac{1}{RC} = \frac{\omega_0}{Q} \Rightarrow Q = \omega_0 RC$$

## Circuitos de condicionamento de sinal

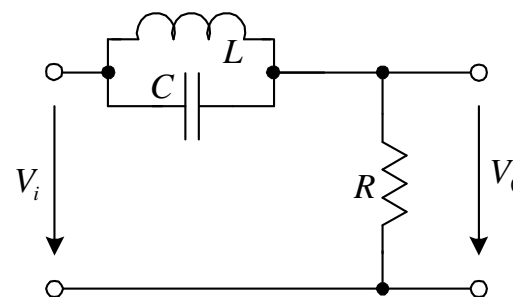
- BPF de 2ª Ordem, passivo.



$$T(s) = \frac{s \frac{1}{RC}}{s^2 + s \frac{1}{RC} + \frac{1}{LC}};$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \frac{1}{RC} = \frac{\omega_0}{Q} \Rightarrow Q = \omega_0 RC$$

- BRF de 2ª Ordem, passivo.



$$T(s) = \frac{s^2 + \frac{1}{LC}}{s^2 + s \frac{1}{RC} + \frac{1}{LC}};$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \frac{1}{RC} = \frac{\omega_0}{Q} \Rightarrow Q = \omega_0 RC$$



## Exercícios :

Faça  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ , e determine o valor dos restantes componentes do filtro *HP* de 1ª ordem representado na figura 3.13, de modo a que a frequência de 3 dB corresponda a  $10^4\text{ rad/s}$ , e que o ganho em alta frequência seja de -10.

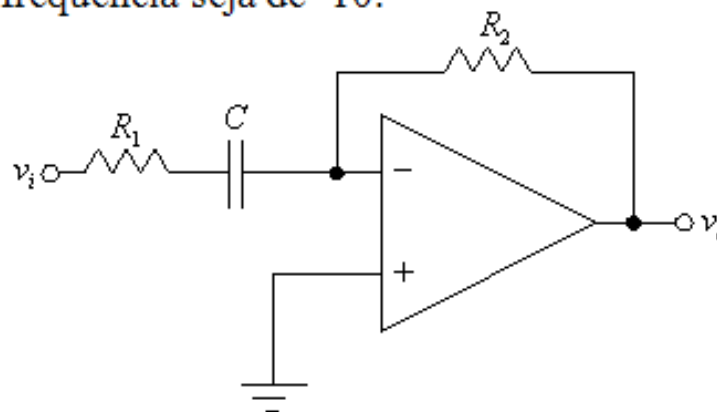


Figura 3.13 – Filtro *HP* para o exercício 3.1.

**Soluções:**  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ ;  $C = 0,01\text{ }\mu\text{F}$ ;  $R_2 = 100\text{ k}\Omega$ .

## Exercícios :

Projecte um filtro *LP* de 1º ordem, de acordo com o circuito representado na figura 3.15, e que verifique as seguintes restrições:  $f_0 = 10 \text{ kHz}$ ;  $\text{ganho dc} = -10$ ;  $R_{in} = 10 \text{ k}\Omega$ .

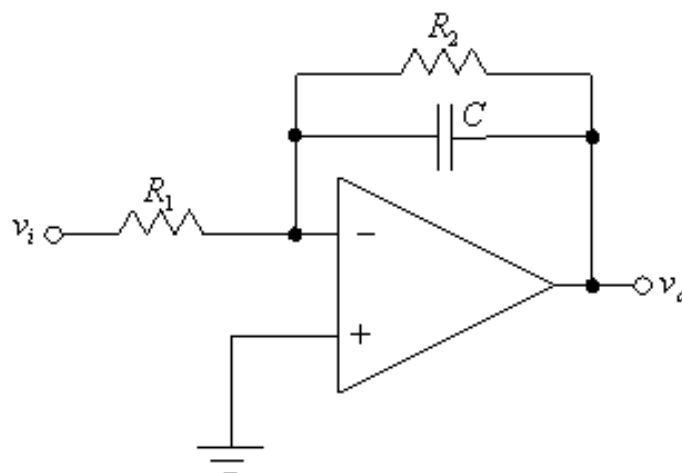


Figura 3.15 – Filtro *LP* para o exercício 3.3.

**Soluções:**  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ;  $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ ;  $C = 0,159 \text{ nF}$ .

## Exercícios :

Projecte um filtro *HP* de 1º ordem, segundo a topologia ilustrada na figura 3.16, de forma a garantir as seguintes especificações:  $f_{3dB}=100\text{ kHz}$ ; *ganho unitário em alta frequências*;  $R_{in}=100\text{ k}\Omega$ .

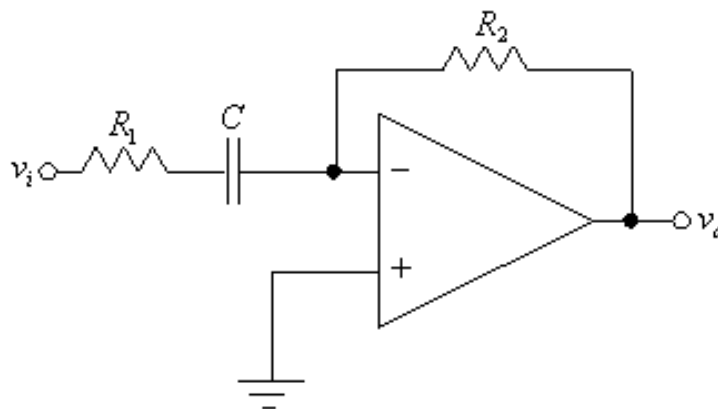


Figura 3.16 – Filtro *HP* para o exercício 3.4.

**Soluções:**  $R_1=R_2=100\text{ k}\Omega$ ;  $C=15,91\text{ pF}$ .

## Exercícios :

Identifique o filtro representado na figura 4 e determine o valor dos componentes para obter  $\omega_0 = 10^5 \text{ rad/s}$  e  $Q = 2^{-1/2}$ . Considere  $C = 0,1 \mu\text{F}$ .

**Solução:**  $R = 70,7 \Omega$ ;  $L = 1 \text{ mH}$ .

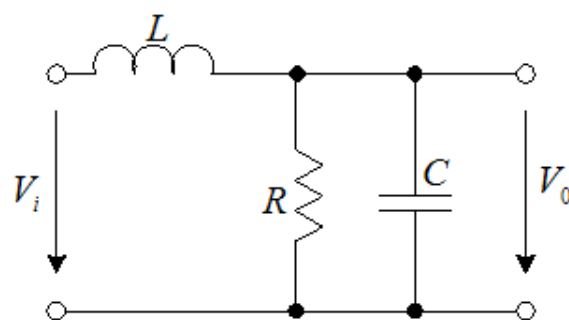


Figura 4

## Exercícios :

Considere o filtro LP passivo de 2ª ordem, representado na figura 1. Assumindo que a resistência tem o valor de  $1\text{ k}\Omega$ , dimensione a indutância e o condensador, para que o filtro apresente um ganho constante na banda de passagem e que o decréscimo de  $3\text{ dB}$  no ganho se verifique à frequência de  $100\text{ kHz}$ .

**Solução:**  $C=1,125\text{ nF}$ ;  $L=2,25\text{ mH}$ .

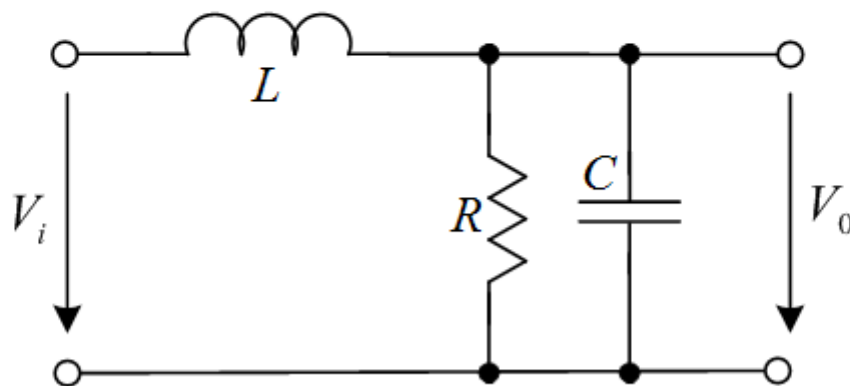


Figura 1

**P1F** - Uma experiência laboratorial realizada com o objectivo de estudar a resposta em frequência de um filtro, permitiu registar um conjunto de valores apresentados na Tabela I.

Freq [Hz]	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$ V_{0pp}/V_{ipp} $ [dB]	-68.0	-55.7	-48.8	-43.7	-39.9	-36.8	-34.1	-31.7	-29.8
Freq [Hz]	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
$ V_{0pp}/V_{ipp} $ [dB]	-27.9	-16.0	-9.4	-5.4	-3.0	-1.7	-1.0	-0.6	-0.4
Freq [Hz]	10000	20000	30000	40000	50000	60000	80000	10000	
$ V_{0pp}/V_{ipp} $ [dB]	-0.3	-0.01	-0.0031	-0.0010	-0.0004	-0.0002	-6.5e-05	-2.7e-05	

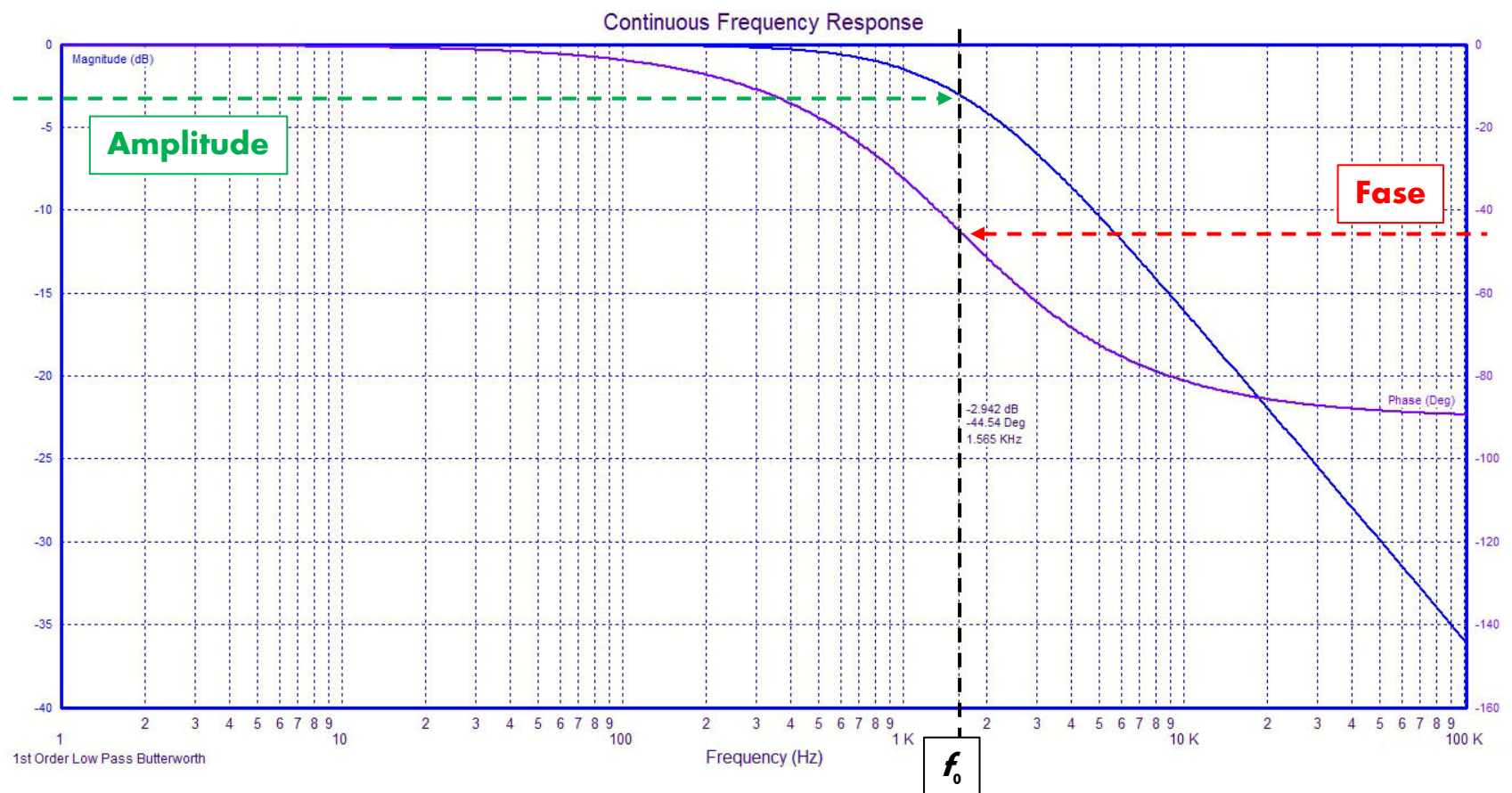
Determine para o filtro em questão: (a) o tipo de filtro; (b) a frequência de corte a  $3dB$ ; (c) o intervalo de frequências que define a banda de passagem e a banda de atenuação do filtro; (d) a largura de banda do filtro; (e) a taxa de atenuação do filtro.

**P2F** - Considere que foi realizada uma experiência laboratorial com o objectivo de estudar a resposta em frequência de um filtro. Durante a experiência efectuou-se um conjunto de medições, cujos valores se apresentam na Tabela II.

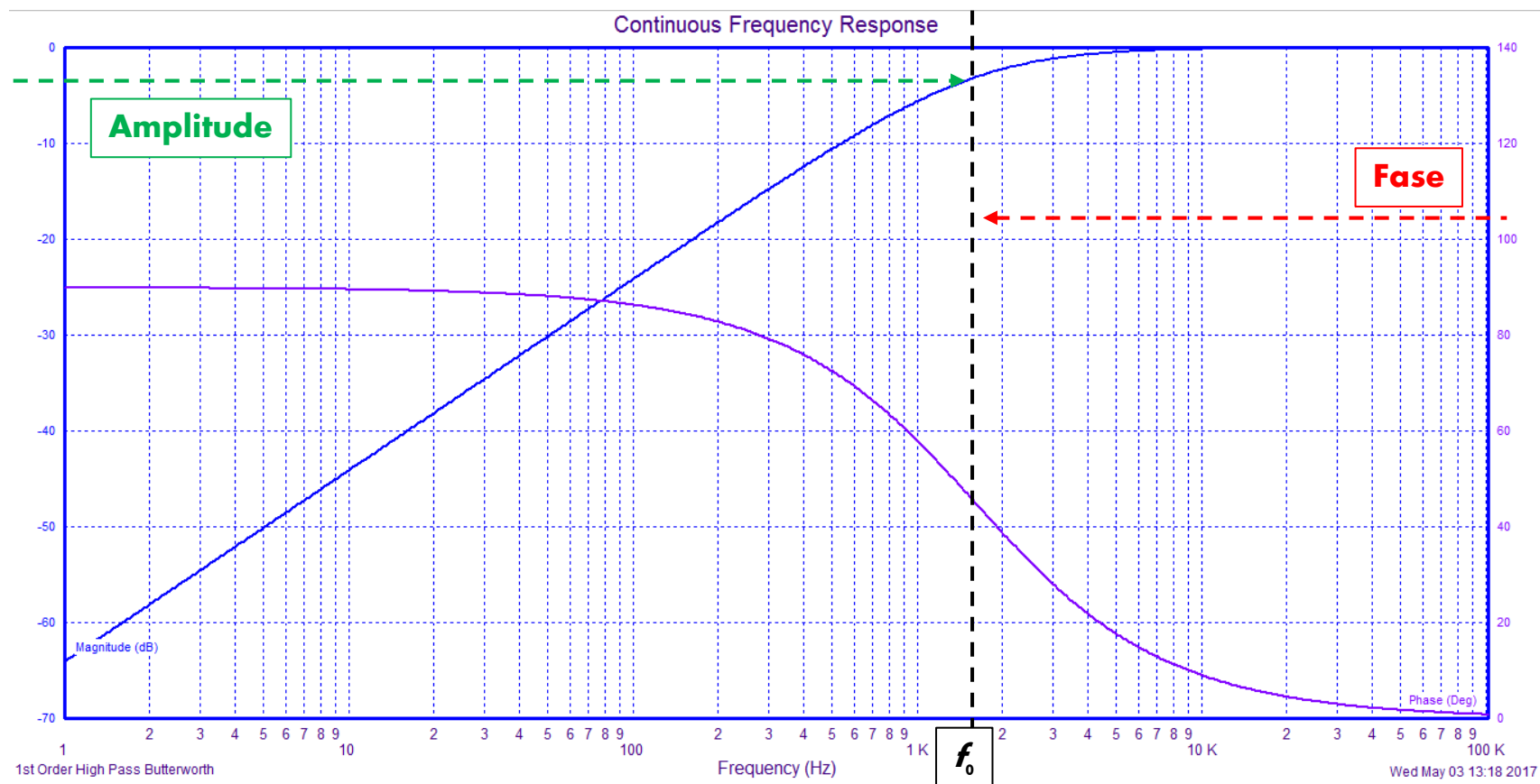
Determine:

- a) o tipo de filtro em questão;
- b) a frequência de corte a  $3dB$ ;
- c) o intervalo de frequências que define as bandas de passagem/atenuação do filtro;
- d) a taxa de atenuação do filtro;
- e) se o filtro é passivo/ativo. Justifique a sua resposta.

f [Hz]	$ V_o/V_i $ dB
1	6,021
100	5,953
300	5,443
500	4,576
700	3,532
1000	1,906
1400	-0,102
1600	-1,006
2000	-2,622
5000	-10,052
10000	-15,991
50000	-29,944
100000	-35,964







## Circuitos de condicionamento de sinal

- Filtragem Analógica

