

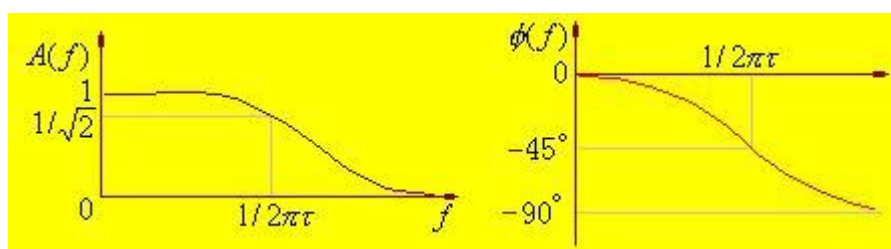
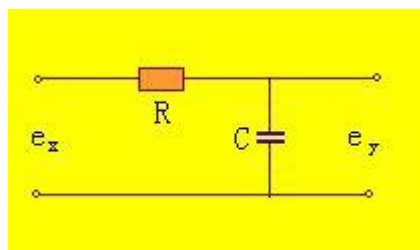
低通滤波器、高通滤波器，积分电路、微分电路

输出信号与输入信号的积分成正比的电路：积分电路

输出信号与输入信号的微分成正比的电路：微分电路

1)一阶 RC 低通滤波器

RC 低通滤波器的电路及其幅频、相频特性如下图所示。



设滤波器的输入电压为 e_x 输出电压为 e_y ，电路的微分方程为：

$$RC \frac{de_y}{dt} + e_y = e_x$$

这是一个典型的一阶系统。令 $\tau = RC$ ，称为时间常数，对上式取拉氏变换，有：

$$H(s) = \frac{1}{\tau s + 1}$$

或

$$H(f) = \frac{1}{j2\pi f\tau + 1}$$

其幅频、相频特性公式为：

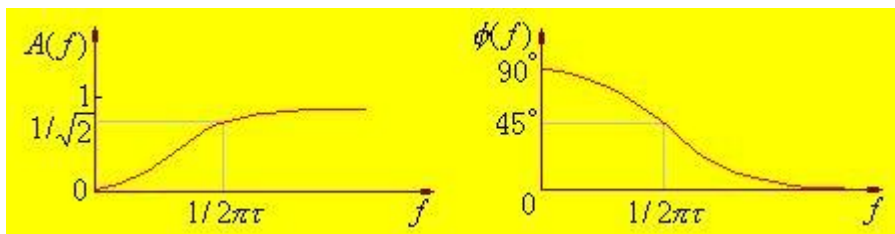
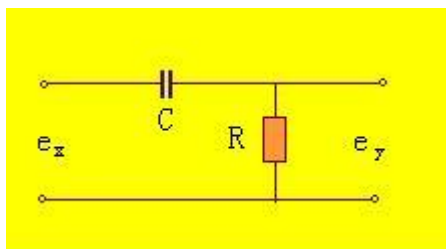
$$A(f) = |H(f)| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\tau 2\pi f)^2}}$$

$$\varphi(f) = -\arctg(2\pi f\tau)$$

分析可知，当 f 很小时， $A(f)=1$ ，信号不受衰减的通过；当 f 很大时， $A(f)=0$ ，信号完全被阻挡，不能通过。

2)一阶 RC 高通滤波器

RC 高通滤波器的电路及其幅频、相频特性如下图所示。



设滤波器的输入电压为 e_x 输出电压为 e_y ，电路的微分方程为：

$$e_y + \frac{1}{RC} \int e_y dt = e_x$$

同理，令 $\tau = RC$ ，对上式取拉氏变换，有：

$$H(s) = \frac{\tau s}{\tau s + 1}$$

或

$$H(f) = \frac{j2\pi f\tau}{j2\pi f\tau + 1}$$

其幅频、相频特性公式为：

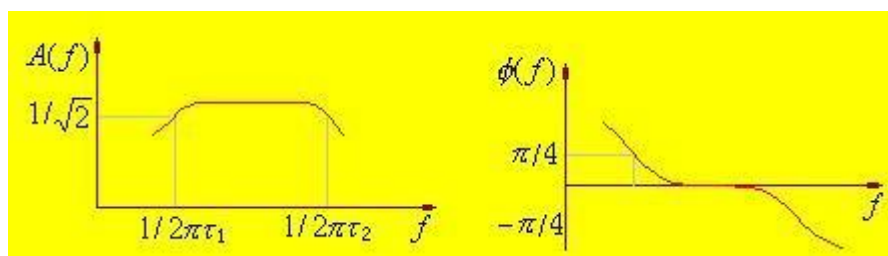
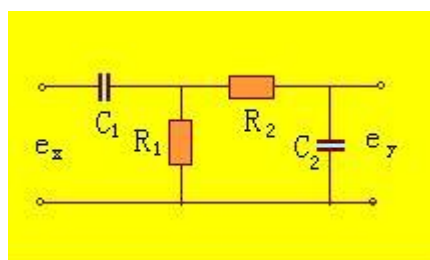
$$A(f) = |H(f)| = \frac{2\pi f\tau}{\sqrt{1 + (\tau 2\pi f)^2}}$$

$$\varphi(f) = \arctg\left(\frac{1}{2\pi f\tau}\right)$$

分析可知，当 f 很小时， $A(f)=0$ ，信号完全被阻挡，不能通过；当 f 很大时， $A(f)=1$ 信号不受衰减的通过。

3)RC 带通滤波器

带通滤波器可以看作是低通滤波器和高通滤波器的串联，其电路及其幅频、相频特性如下图所示。



其幅频、相频特性公式为： $H(s) = H_1(s) * H_2(s)$

式中 $H_1(s)$ 为高通滤波器的传递函数， $H_2(s)$ 为低通滤波器的传递函数。有：

$$A(f) = \frac{2\pi f \tau_1}{\sqrt{1 + (\tau_1 2\pi f)^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (\tau_2 2\pi f)^2}}$$

$$\varphi(f) = \arctg\left(\frac{1}{2\pi f \tau_1}\right) - \arctg(2\pi f \tau_2)$$

这时极低和极高的频率成分都完全被阻挡，不能通过；只有位于频率通带内的信号频率成分能通过。

须要注意，当高、低通两级串联时，应消除两级耦合时的相互影响，因为后一级成为前一级的“负载”，而前一级又是后一级的信号源内阻。实际上两级间常用射极输出器或者用运算放大器进行隔离。所以实际的带通滤波器常常是有源的。有源滤波器由 RC 调谐网络和运算放大器组成。运算放大器既可作为级间隔离作用，又可起信号幅值的放大作用。