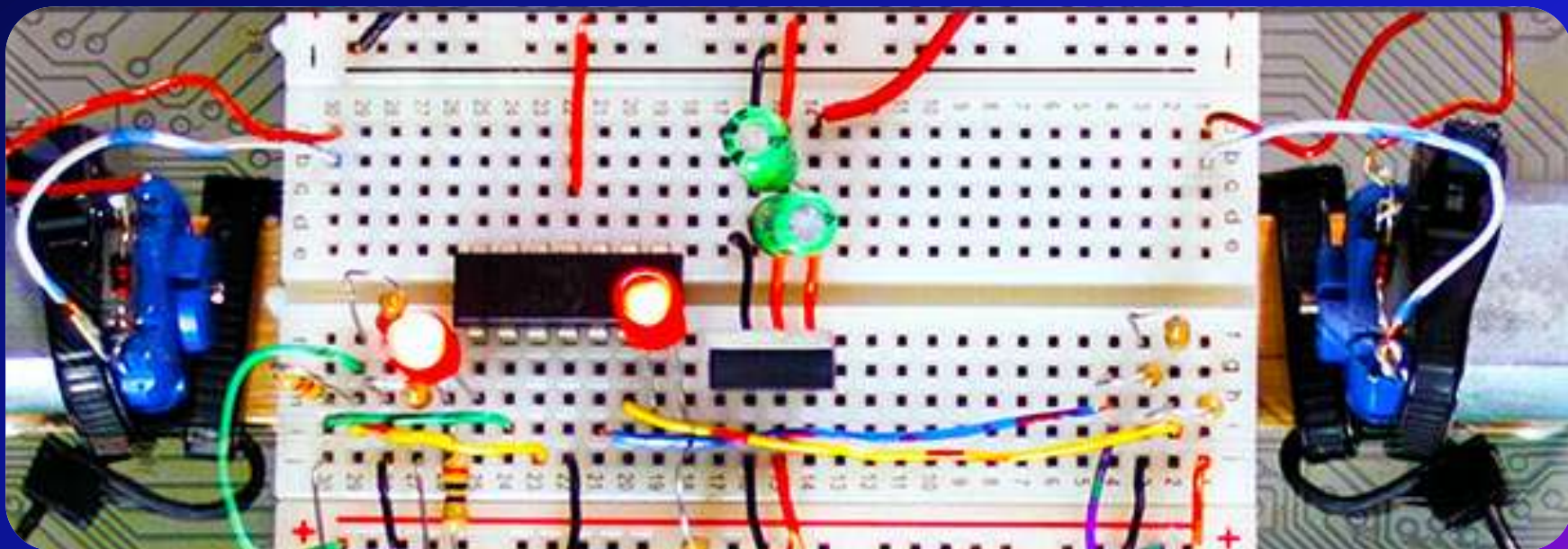


第九章

电路的频率特性





● 本章知识点

- 电路的频率特性与网络函数
- RC电路的频率特性
- RLC串联谐振电路
- GCL并联谐振电路
- 电源电阻及负载对谐振电路的影响





● 电路的频率特性与网络函数

● 频率特性

电路响应随激励的频率而变化的特性。

● 网络函数

电路在频率为 ω 的正弦激励下，正弦稳态响应相量与激励相量之比。

$$H(j\omega) = \frac{\text{输出相量}}{\text{输入相量}}$$





● 幅频特性与相频特性

$H(j\omega)$ 一般是 ω 的复值函数 (不是相量):

$$H(j\omega) = |H(j\omega)| \angle \theta(\omega)$$

$|H(j\omega)|$: 响应与激励的幅值比 (幅频特性)

$\theta(\omega)$: 响应与激励的相位差 (相频特性)

幅频特性曲线和相频特性曲线。





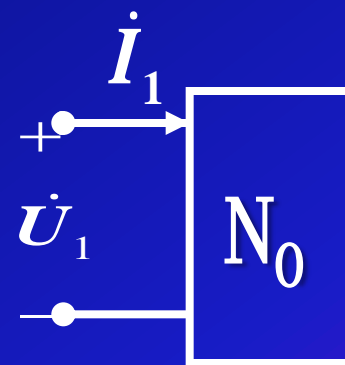
● 网络函数的分类

策动点函数： 输入和输出属于同一端口。

策动点阻抗： $Z_{in}(j\omega) = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1}$

策动点导纳： $Y_{in}(j\omega) = \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_1}$

$$\text{且： } Z_{in}(j\omega) = \frac{1}{Y_{in}(j\omega)}$$

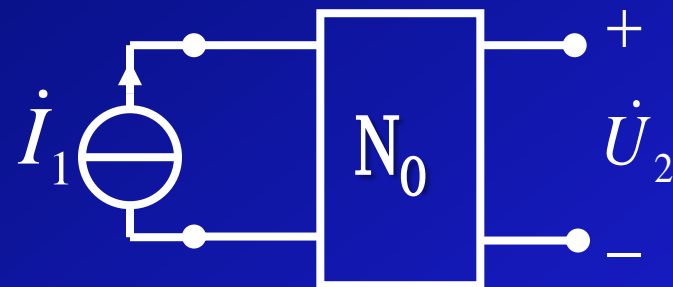




转移(传输)函数: 输入和输出属于不同端口

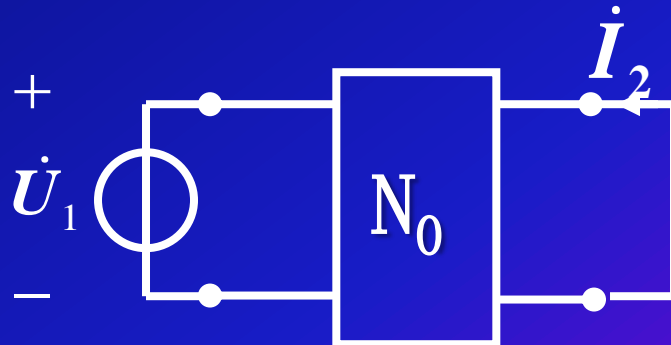
转移阻抗:

$$Z_T(j\omega) = \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1}$$



转移导纳:

$$Y_T(j\omega) = \frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_1}$$



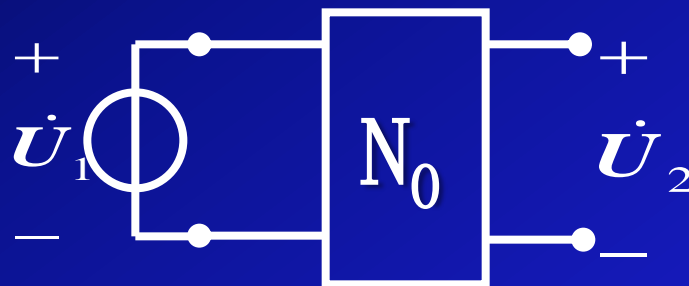
➤ 响应电压是开路电压, 响应电流是短路电流。





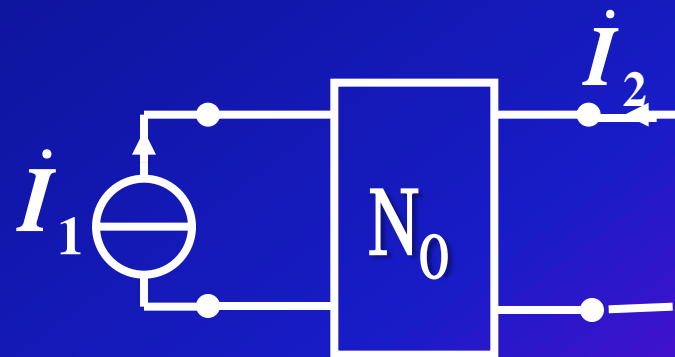
转移电压比:

$$K_V(j\omega) = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1}$$



转移电流比:

$$K_I(j\omega) = \frac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1}$$



这六种网络函数分别表征了特定激励和响应之间的全部特性。





● 网络函数的计算方法

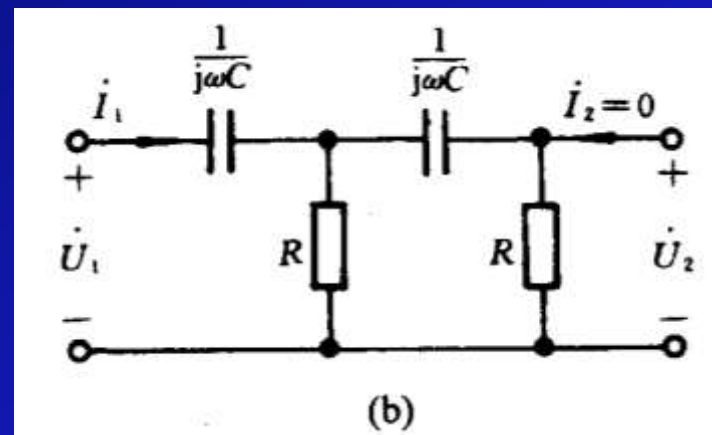
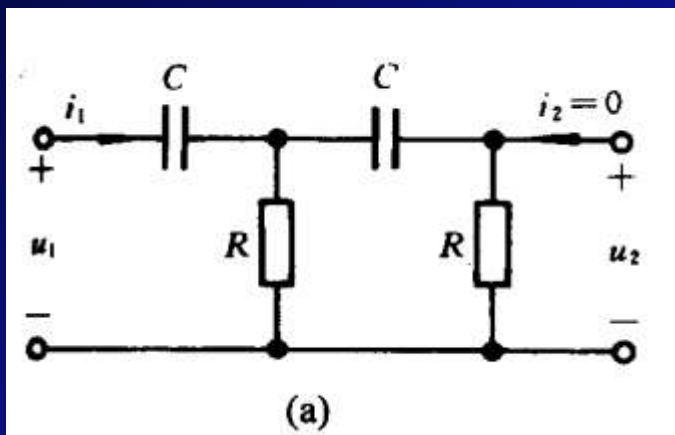
外加电源法:

在输入端加一个理想电源，用正弦稳态分析的任一种方法求出输出的相量表达式，则输出相量与输入相量的比即为相应的网络函数。

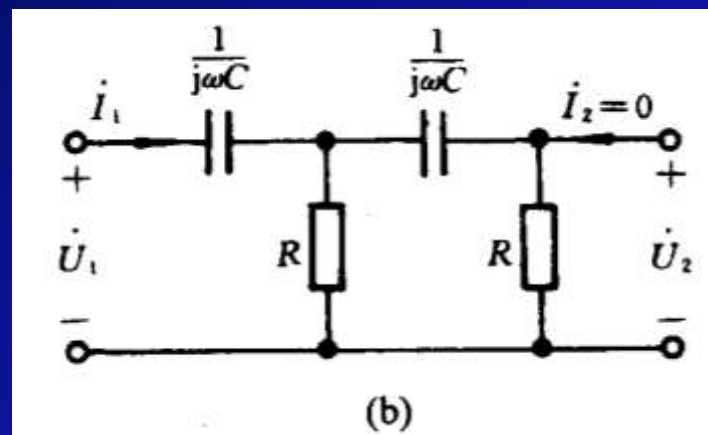
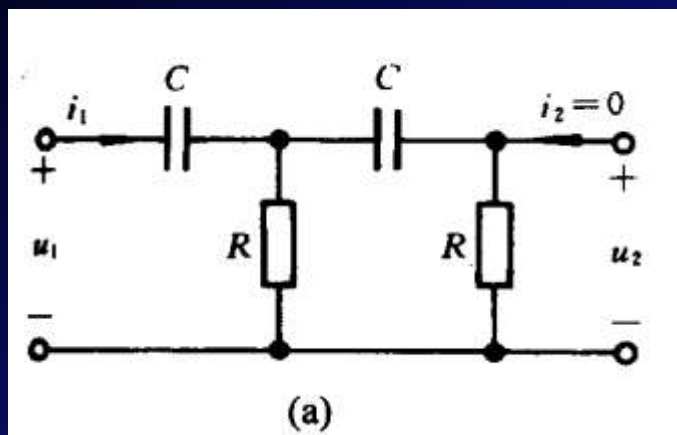




例9-1 试求图(a)所示网络负载端开路时的策动点阻抗 \dot{U}_1 / \dot{I}_1 和转移阻抗 \dot{U}_2 / \dot{I}_1 。

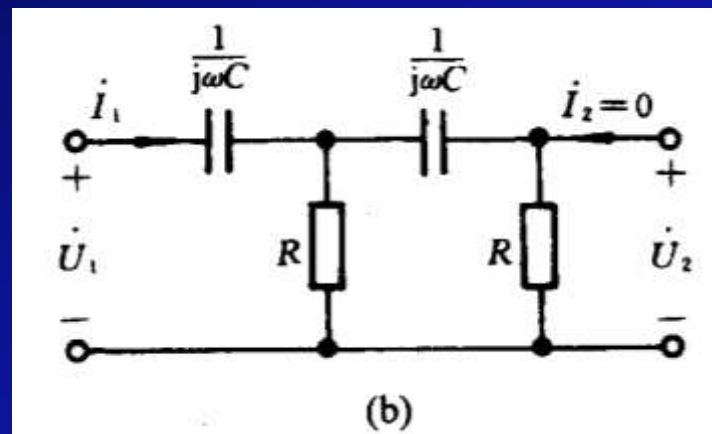
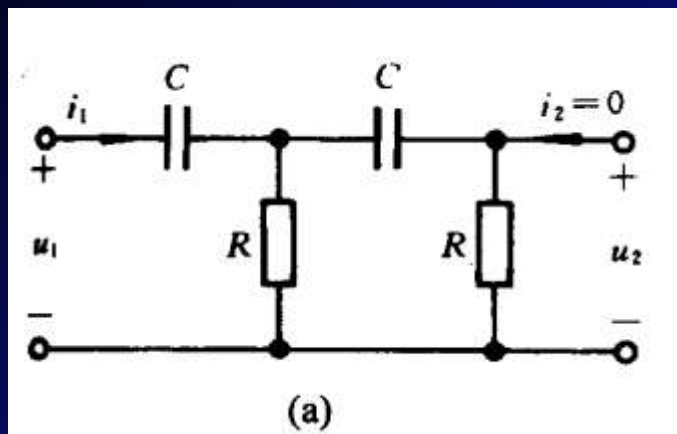


解：相量模型如图(b)。用串并联公式得**策动点阻抗**：



解：相量模型如图 (b)。用串并联公式得策动点阻抗：

$$\frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} = \frac{1}{j\omega C} + \frac{R \left(R + \frac{1}{j\omega C} \right)}{R + \left(R + \frac{1}{j\omega C} \right)} = \frac{1 - R^2 \omega^2 C^2 + j3\omega RC}{j\omega C - 2R\omega^2 C^2}$$



求转移阻抗 \dot{U}_2 / \dot{I}_1 : 可设外加电流源 \dot{I}_1

$$\dot{U}_2 = R \times \frac{R \dot{I}_1}{R + (R + \frac{1}{j\omega C})} = \frac{jR^2\omega C}{1 + j2\omega RC} \dot{I}_1$$

$$\frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1} = \frac{jR^2\omega C}{1 + j2\omega RC}$$



● 滤波器

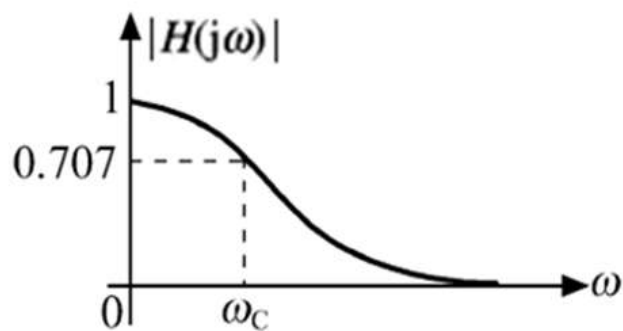
滤波网络：使所需要频率的信号通过，而其他频率的信号被抑制的电路。

滤波网络中，能顺利通过的频率范围称为**通带**；受到衰减或抑制的频率范围称为**阻带**

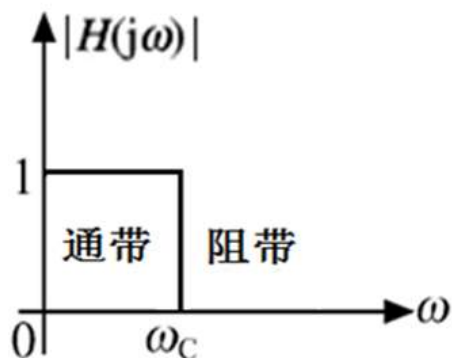
按通带的性质，滤波网络分为：**低通**、**高通**、**带通**和**带阻**滤波器。

按所用元件的性质，滤波网络分为：**无源**滤波器和**有源**滤波器。

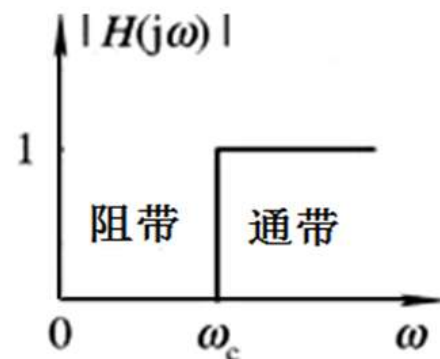




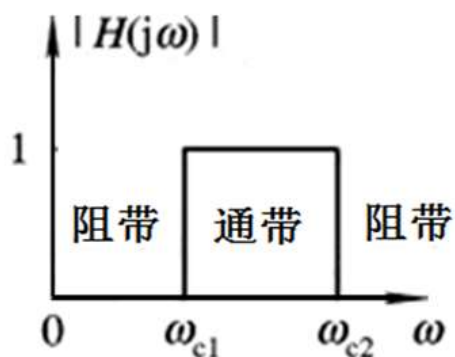
实际低通滤波器



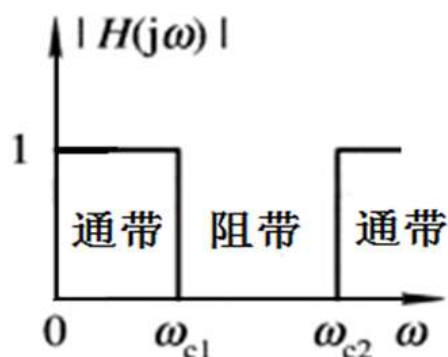
理想低通滤波器



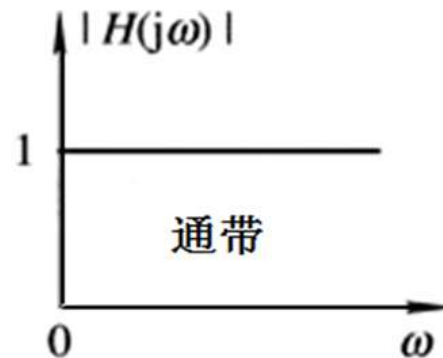
理想高通滤波器



理想带通滤波器



理想带阻滤波器



理想全通滤波器

理想滤波器的幅频特性

