电子科技大学

实 验 报 告

**( 2023 - 2024 - 2 )**

学生姓名**:** 学生学号**:** 指导老师**:** 选课序号**:**

实验学时**:** 实验地点**:** 实验时间**:** 单周 双周 星期 第 节课

# 报告目录

实验课程名称： 电子电路实验 I

实验项目名称：**一阶RC电路频率特性研究**

1. 实验目的：
2. 了解动态电路的正弦稳态响应以及求解方法；
3. 了解网络频率响应的基本概念；
4. 掌握网络频率特性测试的一般方法；
5. 研究一阶RC电路的幅频特性和相频特性。
6. 预习要求
7. 正弦稳态响应的阻抗模型求解方法。
8. 根据直觉画出RC 和 RL 电路的频率响应示意图。
9. 滤波器基本概念以及分类。
10. 滤波电路的通频带和电路参数之间的关系。
11. 试用RC 器件设计一阶低通滤波器，并计算出其截止频率。
12. 试用RC 器件设计一阶高通滤波器，并计算出其截止频率。
13. 实验设备及元器件准备
14. 函数发生器、交流毫伏表、示波器；
15. 电阻器、电容器若干；
16. 通用面包板一个，导线若干。
17. 实验原理

工程中常用频率响应(也就是正弦响应)来表征系统的特性。求解电路的正弦稳态响应通常可用阻抗分析法，即：将正弦激励用其复幅值替代，电阻用R替代，电容用1/sC(或1/jωC) 替代， 电感用sL(或jωL) 替代， 则可求出任意线性RLC 网络的电压电流复幅值之间的关系，复幅值同时携带了响应的幅值和相位的信息。

传递函数，也称为系统函数，是网络输出复幅值与输入复幅值的比值。频率响应是指网络传递函数的幅值和相位作为频率的函数图形，分别称为幅频响应和相频响应。电路的频率响应表明了它们的频率选择性，可以依据这种电路来处理信号，这样使用的电路就称为滤波器。滤波器是频域分析的一类重要应用，根据电路对频率的选择性，滤波器通常可以分为低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器以及带阻滤波器等几种类型。

1. 一阶 RC低通滤波器

如图5.5.1(a)是一阶RC串联低通滤波器，若以电容两端的电压作为输出，该电路具有低通的滤波特性。该电路的网络传递函数为

可以看出，H(jω)除了和电路结构及元件参数有关以外，还是ω的函数。其中： ,即传递函数的模是ω的函数，称为电路的幅频特性,θ(ω)=-arctan(ωRC)，即传递函数的相位(即是输出信号相对于输入信号的相位差)也是ω的函数，称为电路的相频特性。令 ,称为网络的固有频率，则

电路的幅频特性和相频特性统称为电路的频率特性。将传递函数的模随频率变化的特性在幅值一频率平面上描绘出来，得到幅频特性曲线；将幅角随频率的变化特性在相位-频率平面上描绘出来，得到相频特性曲线。一阶RC低通滤波器的幅频特性曲线如图5.5.1 (b)所示,其相频特性曲线如图5.5.1 (c)所示。

对于滤波器，工程上一种常用的定义是当功率正好下降到最大输出功率的1/2，即输出电压的幅度刚好衰减到通带输出幅度的0.707 时，所对应的频率为截止频率，记为ω。。容易看出该RC 滤波电路中 。

从图5.5.1(b) 可看出, 当输入信号ω=0(即DC信号)、输入为1V 时, 输出为1V;当输入信号ω=ω。、输入为1V时, 输出为0.707V; 当输入信号 、输入为 1V 时,输出趋于0V。

以上分析说明低频率的信号，可顺利通过该电路，高频率的信号则被衰减掉，因此工程上称之为“低通滤波器”。具体讲，该电路是一阶RC低通滤波电路。滤波器中能通过信号频率范围称为滤波器的通频带。一阶RC低通滤波器的通频带为从0到ω。

通过幅频特性，易判断电路的特性，反之也可以根据幅频 特性来设计电路。

1. 一阶 RC 高通滤波器

一阶RC 串联电路中，若以电阻两端的电压作为输出，如图5.5.2 (a)所示，则该电路具有高通的滤波特性。该电路的网络传递函数为

幅频特性： ,同样令网络固有频率 ,代入有

相频特性： 。

容易看出该RC 滤波电路中a，其幅领和相频特性曲线如图5.5.2（b）和（c）所示，一阶RC高通滤波器的通频带为从 到 。

1. 频率特性测试方法
2. 频率特性曲线工程上的常用表示

频率响应是指网络传递函数的幅值和相位作为频率的函数图形。理论分析时，通常横轴为频率量，用角频率 ω 来表征，实际工程中，为了频率表示更为直观，横轴采用工程上更为常用的频率/来表示，由于ω=2πƒ，所以用ƒ表示不会改变频率特性的函数图形关系。为了可以在频率范围内观察多个数量级的频率响应，通常横轴采用对数坐标来表示。

幅频特性曲线纵轴定义的是 的大小，即输出信号和输入信号电压的比值。为了简化，工程上通常固定输入信号电压大小不变，仅测量输出信号电压值，即幅频特性转换成输出信号电压大小与输入信号频率的关系。

1. 幅频特性曲线的测量方法

电路的幅频特性曲线的测量方法有两种：点频法和扫频法。扫频法是应用扫频仪直接显示出电路的频率特性，一般用于高频网络的测试。而点频法即描点法，是本实验应用的测试方法。

点频法测量幅频特性曲线，即在输入信号电压值保持不变的情况下，在不同的频率下测量输出信号大小，得到幅—频平面上一系列的点，再用平滑的曲线将测量出的点描绘出来，即可得到幅频特性曲线。

选取频率时，至少要包含通带（平坦区）、截止频率、十倍的截止频率（对于上限截止频率）、二分之一的截止频率（对于下限截止频率）这些频率点，以便更真实地描绘曲线。由此，准确测试截止频率就显得尤为重要。

截止频率的测试可以按照以下步骤进行：

第一步：将函数发生器接入待测网络的输入端并提供正弦信号，设定输入电压大小（用交流毫伏表测试，并保持后续测试中该电压值恒定）；

第二步：寻找该网络在上述输入电压条件下的通带输出电压。调节函数发生器的频率，用交流毫伏表观察输出电压变化情况，记录该网络能达到的（平坦区）最大输出电压值。

第三步：测试截止频率。根据定义，第二步测到的电压值的6.707所对应的输入信号

频率即为截止频率。调节函数信号发生器的频率，用交流毫伏表观察输出电压值，当输出电压达到通带输出电压值的0.707时，记录函数发生器的频率读数，即为截止朝率，需要注意的是，读数时要保证输入电压不变。

1. 相频特性曲线的测量方法

描点法测量相频特性曲线，即在不同的频率下测量出输出信号和输入信号的相位差，得到相—频平面上一系列的点，再用平滑的曲线将测量出的点描绘出来，即可得到相频特性曲线。

1. 实验内容
2. 一阶 RC 低通滤波器的测量

根据元件包中所提供元件，自己设计并搭建一个 RC 低通滤波器，测量该滤波器的幅频和相频特性曲线。要求输入信号Vi=1V，完成表5.5.1，并在同一坐标下定量地画出当f=2fc时，输出信号和输入信号的相位差波形。

1. 思考题
2. 在测量幅频特性曲线时，为什么强调要保持输入信号的大小保持不变？

**如果输入信号的大小不稳定，会导致测量结果出现误差，影响到对系统幅频特性的准确理解；而且能控制变量，避免人为误差；不稳定的输入信号hai可能会对测量设备造成损坏。**

1. 函数发生器接入含动态元件的待测网络输入端口时，改变函数发生器的频率（没有调节输出幅度旋钮），待测网络的输入电压有可能发生了变化，为什么？

**函数发生器本身就可以看作一个电压源和电阻的串联，动态网络输入电阻会发生变化使输入端分到的电压也会变化。**

1. 在测相位差时，为什么要尽可能保证示波器两个通道的零基线与荧光屏的横坐标重合？

**保证测量的准确性，避免误差的产生。 如果示波器两个通道**

**的零基线与荧光屏的横坐标没有对齐，可能会导致测量结果不准 确，从而影响实验结果的精度。**

1. 信号源有50Ω的内阻，在选取RC元件参数时，为什么应尽量避免选取小电阻？

**当选取的电阻值较小时，会导致RC电路对信号源的负载效应较大。这会使得信号源输出的信号受到RC电路的影响，降低信号源的输出功率和稳定性。**

1. 总结及心得体会：

在测量频率特性曲线时，要注意输入的幅值保持不变，在测相位差时，要保证示波器两个通道的零基线与荧光屏的横坐标重合。

报告评分：