**广州大学学生实验报告**

**开课学院及实验室：机械与电气工程学院 2022年 6月 13 日**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **学院** | **电子与通信工程学院** | | **年级、专业、班** | **电信211** | **姓名** | **刘坤泉** | **学号** | **32107400052** |
| **实验课程名称** | | **电路实验** | | | | | **成绩** |  |
| **实验项目名称** | | **实验六 RC电路设计和特性测试** | | | | | **指导老师** | **韦蕴珊** |
| 1. **实验目的**   1．掌握一阶RC电路的几种组成形式及其作用，利用不同的RC组合电路实现波形变换、脉冲分压等电路功能。  2．研究RC电路的频率响应特性，掌握RC电路幅频特性和相频特性的测试方法，并绘制频率特性曲线。  3．掌握RC滤波电路，利用RC电路构成常见的低通、高通、带通滤波器，实现对信号的滤波、选频、移相等。   1. **实验原理** 2. **一阶RC电路的时域特性**   含有一个储能元件L或C的电路，其电路方程可用一阶微分方程描述，这种电路称为一阶电路。图6-1所示的RC充放电电路就是一个典型的一阶电路。      图6-1 RC充放电电路  描述该电路的一阶微分方程为：  解得一阶RC电路的全响应为：    其中  *τ=*RC称为一阶RC电路的时间常数，R的单位为欧姆，C的单位为法拉，*τ*的单位为秒。  *u*c(0+) = U0称为电容电压的初始值，US为一阶RC电路的直流激励。  **1、一阶RC电路的暂态响应观察**  为了能在普通示波器上观察这些响应的波形，就必须使这些波形周期性地变化。可采用周期变化的方波（即方波序列）和周期冲激函数（即冲激序列）作为激励。    **（a）一阶RC电路 (b）激励波形和响应曲线**  **图6-2 方波激励下的一阶RC电路充放电响应波形**  RC 串联电路如图6-2(a)所示，由方波激励。从*t*=0开始，该电路相当于接通直流电源，如果T/ 2 足够大（T/2 > 5*τ*），则在0～*T*/2响应时间范围内，可以达到稳定值，这样在0～T/2范围内即为零状态响应；而从t=T/2 开始，，则电容C 相当于从起始电压 向R 放电，若T/2 > 5*τ*，在T/2～T 时间范围内C上电荷可放完，这段时间范围即为零输入响应。第二周期重复第一周期，如图6-2(b)所示，如此周而复始，这就是电容的充放电过程。  **2、微分电路**  微分电路的结构如图6-3(a)所示。输入电压为矩形脉冲，其幅度为U，脉冲宽度为，在电阻R两端输出的电压为。在电路参数满足*τ*的条件下，电阻两端的输出电压为正负交变的尖脉冲，其波形如图6-3(b)所示。此电路称为微分电路。在脉冲电路中，常应用微分电路把矩形脉冲变换成尖脉冲，作为触发信号。    i    **图6-3 微分电路及其输入输出波形**  **3、积分电路**  积分电路的结构如图6-4(a)所示，输入电压为矩形脉冲，脉冲宽度为，从电容器两端输出的电压。  在电路参数满足*τ*的条件下，电容两端的输出电压为三角波，其波形如图6-4(b)所示。此电路称为积分电路，它能够将矩形脉冲输入信号变换成三角波输出信号。   1. **RC电路的频域特性研究**   **1、电路的频率特性定义**  如图6-5所示的线性双口网络，若在它的输入端加一频率为ω的正弦激励信号，输出端可得相同频率下的正弦响应信号。其频率特性为H（jω），又称H（jω）为网络函数。    它全面反映了电路的幅频和相频特性。  其中： ——线性双口网络的幅频特性；  ——线性双口网络的相频特性。  可以通过实验方法来测量滤波器的上述幅频特性和相频特性。    **线性**  **双口**  **网络**  +    \_  +    \_  ---正弦输入电压相量  ---正弦输出电压相量    图6-5 线性双口网络  **2、常见的RC滤波电路及其频率特性**   1. RC低通滤波器（又称RC滞后移相电路，如图6-6所示）   RC低通滤波器的频率特性为：    其中，或，称为低通滤波器的截止频率  当输入信号的频率时，低通滤波器有较大幅度的输出信号；当输入信号的频率时，输出信号明显衰减。  故称低通滤波器的通频带为：  又因为RC低通滤波器的输出信号的相位滞后于输入信号的相位，所以又称该电路为滞后相移网络。   1. RC高通滤波器（又称RC超前移相电路，如图6-6所示）   RC高通滤波器的频率特性为：    图6-6 RC低通、高通、带通滤波器及其频率特性  其中，或，称为高通滤波器的截止频率。  当输入信号的频率时，高通滤波器有较大幅度的输出信号；当输入信号的频率时，输出信号明显衰减。  故称高通滤波器的通频带为：  又因为RC高通滤波器的输出信号的相位超前于输入信号的相位，所以又称该电路为超前相移网络。  结论：  （1）一节滞后移相或超前移相电路实际能产生的相移量小于90°(当相移趋近90°时, 增益已趋于零), 所以，至少要三节ＲＣ移相电路才能产生180°相移。  （2）**RC低通滤波电路与积分电路的原理一致。**  （3）**RC高通滤波电路与微分电路的原理一致。**   1. RC带通滤波器（又称RC串并联选频电路，如图6-6所示）   RC串并联选频电路的频率特性为：    其中，或，称为带通滤波器的中心频率（选  频频率）。  结论：  （1）当时，，即此时的输出信号幅度是输入信号幅度的三分之一，且输出信号与输入信号同相。  （2）由于在附近的频率信号可以通过RC串并联选频电路，所以该电路呈现带通特性。采用RC电路作选频网络，同时采用晶体管或集成电路作为放大器，可以组成RC振荡器。  **三、实验设备**  计算机、multisim 软件、实验室设备   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 名 称 | 型号与规格 | 数量 | 备注 | | 1 | 函数信号发生器 |  | 1 |  | | 2 | 双踪示波器 |  | 1 |  | | 3 | 电路原理实验箱 |  | 1 |  | | 4 | 交流毫伏表 |  | 1 |  | | 5 | 电阻、电容 |  | 若干 |  |  1. **实验内容**   **1、1）实验任务**  给定一频率20kHz，幅值4V的方波激励信号，请设计一波形转换器，要求：   * a)将方波转换为正弦波； * b)转换过程衰减足够小。   **2）设计方案**  采用RC电路，分两步实现波形转换：  1. RC积分电路，先将给定方波转换为三角波；  2. RC低通滤波电路，再将三角波转换为正弦波；  **3)方案说明**   * 采用Multisim软件进行电路设计仿真； * 实验箱上搭建硬件电路进行实测； * 若仿真与实测波形参数差异较大，查找原因并重新设计及测试   **2、设计一个**RC串并联选频电路。  选频电路选择的频率为，设计R,C值，观察/绘制选频电路的幅频和相频特性。  **五、思考题**  1. 改变电源电压的幅值，是否会改变过渡过程的快慢，为什么？  **答：不会改变过度过程的快慢，因为电压电压的幅度只会决定过渡是否发生，不会改变其过程快慢，变化过程的快慢只和τ值有关 三要素法求出电容的电压关系是: Uc = (uc0-uc(∞))e^(-t/τ)+uc(∞) 显然是一个指数的关系， 变化的的快慢是由τ值决定的。**   1. 积分电路、微分电路在方波激励下的输出波形是怎样的？它们应满足什么条件？   答：**积分电路在方波激励下的输出波形是三角波，应满足*τ*的条件；微分电路在方波激励下的输出波形是正负交变的尖脉冲波形，应满足*τ*的条件。**   * 1. **实验报告**   波形转换过程：  **（1）仿真电路图**    **（2）仿真电路图波形显示**  71f47189556983639615674cdadb00a  cddb34e329e3ea3840a1adb66c9f541  **（3）实验电路波形显示**  **4bbcb964e33a78a4f7733e3c7015e28**  **a264f0c05e10d99a340c3c5382cdc5a**  **实验结果分析：**  **在做实验过程中将实际电路按照和仿真电路一样的连接方式来连接。最后得到的波形也与仿真实验得到的波形基本一致。实际电路图和仿真电路图两个实验相互验证，确保了这次的实验过程无误。** | | | | | | | | |