**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 5月 4 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** | | **实验四 一阶电路的响应测试** | | | | | **指导老师** | **韦蕴珊** |
| 1. **实验目的**   1. 研究RC一阶电路的零输入响应、零状态响应及全响应特点。  2. 掌握一阶电路时间常数的测量方法。  3. 掌握有关微分电路和积分电路的概念、特点、功能。  4. 了解电路参数变化对时间常数和电路功能的影响。  5. 进一步学会用示波器观测波形。   1. **实验原理**   　1. 动态网络的过渡过程是十分短暂的单次变化过程。要用普通示波器观察过渡过程和测量有关的参数，就必须使这种单次变化的过程重复出现。为此，可以利用信号发生器输出的方波来模拟阶跃激励信号，即利用方波输出的上升沿作为零状态响应的正阶跃激励信号；利用方波的下降沿作为零输入响应的负阶跃激励信号。只要选择方波的重复周期远大于电路的时间常数τ，那么电路在这样的方波序列脉冲信号的激励下，它的响应就和直流电接通与断开的过渡过程是基本相同的。  　　2. 图4-1（b）所示的 RC 一阶电路的零输入响应和零状态响应分别按指数规律衰减和增长，其变化的快慢决定于电路的时间常数*τ*。  　　3. 时间常数*τ*的测定方法：  用示波器测量零输入响应的波形如图4-1(a)所示。根据一阶微分方程的求解得知uc＝Ume-t/RC＝Ume-t/τ。当t＝*τ*时，Uc(*τ*)＝0.368Um。此时所对应的时间就等于*τ*。亦可用零状态响应波形增加到0.632Um所对应的时间测得，如图4-1(c)所示。    (a) 零输入响应 (b) RC一阶电路 (c) 零状态响应  τ  图 4-1  4. 微分电路和积分电路是RC一阶电路中较典型的电路， 它对电路元件参数和输入信号的周期有着特定的要求。一个简单的 RC串联电路， 在方波序列脉冲的重复激励下， 当满足*τ*＝RC<<T/2时（T为方波脉冲的重复周期），且由R两端的电压作为响应输出，则该电路就是一个微分电路。因为此时电路的输出信号电压与输入信号电压的微分成正比。如图4-2(a)所示。利用微分电路可以将方波转变成尖脉冲，具体内容请参见本书附录。    (a)微分电路 (b) 积分电路  若将图4-2(a)中的R与C位置调换一下，如图4-2(b)所示，由 C两端的电压作为响应输出，且当电路的参数满足*τ*＝RC >> T/2，则该RC电路称为积分电路。因为此时电路的输出信号电压与输入信号电压的积分成正比。利用积分电路可以将方波转变成三角波，具体内容请参见本书最后一个实验。  微分电路和积分电路从本质来说都是一阶 RC电路，微分电路中输出电压取自电阻，其时间常数远小于脉冲宽度。积分电路中输出电压取自电容，其时间常数远大于脉冲宽度。  从输入输出波形来看，上述两个电路均起着波形变换的作用，请在实验过程仔细观察与记录   1. **实验设备**  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 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 | 自备 | | 3 | 动态电路实验板 |  | 1 | HE-14 |  1. **实验内容**   实验线路板的器件组件，如图4-3所示，请认清R、C元件的布局及其标称值，各开关的通断位置等。  1. 从电路板上选R＝10kΩ，C＝6800pF组成如图4-1(b)所示的RC充放电电路。ui为脉冲信号发生器输出的Um＝3V、f＝1kHz的方波电压信号，并通过两根同轴电缆线，将激励源ui和响应uC的信号分别连至示波器的两个输入口CH1和CH2。这时可在示波器的屏幕上观察到激励与响应的变化规律，请测算出时间常数*τ*，并用方格纸按1：1 的比例描绘波形。少量地改变电容值或电阻值，定性地观察对响应的影响，记录观察到的现象。  2. 令R＝10kΩ，C＝0.1μF，观察并描绘响应的波形，继续增大C 之值，定性地观察对响应的影响。  3. 令C＝0.01μF，R＝100Ω，组成如图4-2(a)所示的微分电路。在同样的方波激励信号（Um＝3V，f＝1kHz）作用下，观测并描绘激励  与响应的波形。增减R之值，定性地观察对响应  的影响，并作记录。当R增至1MΩ时，输入输  出波形有何本质上的区别？   1. **思考题** 2. **什么是RC一阶电路零输入响应、零状态响应和完全响应？**   **答：零输入响应即RC电路中输入电源电压为零，电容C上有原始能量的RC电路的放电过程**  **零状态响应即RC电路中电容原始能量为零，加载电源时RC电路的充电过程**  **完全响应是上述两种状态的综合，即电容上有原始能量时加载电源时RC的充放过程**   1. **什么样的电信号可作为RC一阶电路零输入响应、零状态响应和全响应的激励源？**   **答：阶跃信号可作为RC一阶电路零输入响应激励源**  **脉冲信号可作为RC一阶电路零状态响应激励源**  **正弦信号可作为RC一阶电路完全响应的激励源**   1. **已知RC一阶电路R＝10kΩ，C＝0.1μF，试计算时间常数τ，并根据τ值的物理意义，拟定测量τ的方案。**   **答：τ=RC=10\*0.1=1X10^-3。**  **测量方案：测量方法就是用RC一阶电路的电路图，加入输入信号，将输出信号的波形画出来，再根据下降的波形，找到U=0.368Um的那点，再对应到横坐标的时间，就能求出时间常数了**   1. **何谓积分电路和微分电路，它们必须具备什么条件？ 它们在方波序列脉冲的激励下，其输出信号波形的变化规律如何？这两种电路有何功用？**   **答：积分电路：输出电压与输入电压的时间积分成正比的电路;应具备的条件：T=RC>>T/2(T为方波脉**  **冲的重复周期)**  **微分电路：输出电压与输入电压的变化率成正比的电路;应具备的条件：T=RC<<T/2(T为方波脉冲的重复周期)**  **变化规律：**  **积分电路的输出信号波形在一定条件下成为三角波;**  **而微分电路的输出信号波形为尖脉冲波。**  **功用:积分电路可把矩形波转换成三角波;微分电路可把矩形波转换成尖脉冲波。**   1. **实验报告**   实验线路板的器件组件，如图4-3所示，请认清R、C元件的布局及其标称值，各开关的通断位置等。  **1. 从电路板上选R＝10kΩ，C＝6800pF组成如图4-1(b)所示的RC充放电电路。ui为脉冲信号发生器输出的Um＝3V、f＝1kHz的方波电压信号，并通过两根同轴电缆线，将激励源ui和响应uC的信号分别连至示波器的两个输入口CH1和CH2。这时可在示波器的屏幕上观察到激励与响应的变化规律，请测算出时间常数*τ*，并用方格纸按1：1 的比例描绘波形。少量地改变电容值或电阻值，定性地观察对响应的影响，记录观察到的现象。**    *τ*=RC=10000Ω×6.8×F=68s=6.8×s  C:\Users\加一\AppData\Local\Temp\WeChat Files\364504568471567395.jpg实验测得*τ*=50.00s  C:\Users\加一\AppData\Local\Temp\WeChat Files\594199130264568687.jpgC:\Users\加一\AppData\Local\Temp\WeChat Files\476002557655317864.jpg少量改变电容的值：电阻R不变时，电容C的值减小时，C由0.01μF减小为1000pF,图像上升沿与下降沿变化更快，图像变得更陡。  C=0.01μF C=1000pF  少量改变电阻的值，电容C不变，电阻R的值变大时，C由10kΩ增大为1M，图像上升沿与下降沿变化得更慢，图像变得更平缓。  C:\Users\加一\AppData\Local\Temp\WeChat Files\155477712526648937.jpg**2. 令R＝10kΩ，C＝0.1μF，观察并描绘响应的波形，继续增大C 之值，定性地观察对响应的影响。**  此时波形变为三角波  **3. 令C＝0.01μF，R＝100Ω，组成如图4-2(a)所示的微分电路。在同样的方波激励信号（Um＝3V，f＝1kHz）作用下，观测并描绘激励**  **与响应的波形。增减R之值，定性地观察对响应**  **的影响，并作记录。当R增至1MΩ时，输入输**  **出波形有何本质上的区别？**  微分电路此时的波形为尖脉冲  增大R的阻值时，波形图变得更陡峭。C一定时，R越小，  则脉冲的宽度越窄  **C:\Users\加一\AppData\Local\Temp\WeChat Files\162037541904962982.jpgC:\Users\加一\AppData\Local\Temp\WeChat Files\217675604927276359.jpg**     1. (2)   C:\Users\加一\AppData\Local\Temp\WeChat Files\704893212641125994.jpgC:\Users\加一\AppData\Local\Temp\WeChat Files\15782056631803996.jpg  （3） （4）  **1、积分电路和微分电路的形成条件：积分电路应满足条件T=RC>1/2（T为方波脉冲的重复周期）**  **微分电路应满足条件T=RC<1/2**  **2、波形变换特征：R固定时，当C增大，时间常数也增大，波形也变的陡一点。C固定时，当R增大，时间常数也增大，波形也变的陡一点。** | | | | | | | | |