



## HIT实验交流群

扫一扫二维码，加入群聊。

## 电路实验 B

一、实验题目: RC 电路的暂态和稳态特性分析

二、实验目的: 研究 RC 电路在方波激励下, 响应的基本规律和特点, 掌握测试仪测量时间常数和暂态过程的方法。RC 滤波电路的研究, 掌握测试仪测量电路的幅频特性和相频特性的方法。

三、实验选择仪器与模块名称: DDS 函数信号发生器, Fluke 190-104 型测试仪, 数字万用表。  
模块化电路实验装置。

四、实验预习思考问题解答: (1) C (2) C (3) A (4) A (5) A (6) A

五、实验过程:

1. 基本任务

(1) 经检查, DDS 函数信号发生器与 Fluke 190-104 型测试仪读数正常, 工作正常。

(2) 记录值如下

耦合方式	探针类型	衰减系数	带宽限制	读数类型	显示位置编号
DC	Voltage	1:1	20 KHz	Peak-Peak (峰峰值)	A (F)

(3) 方波的测量

信号源输出端接入功率输出端, 波形选择方波, 调整信号源的幅度和频率值, 使发生器屏幕显示值分别为峰峰值 5V, 直流偏移 2.5V, 频率为 1000 Hz, 调谐灵敏度按钮, 使屏幕上显示 2 个周期的稳定波形, 测得信号源输出电压, 周期和脉冲宽度见表 1, 波形绘制见图 1。

输出电压	4.8V
周期	1.000ms
脉冲宽度	480.0ms 20kHz

表 1

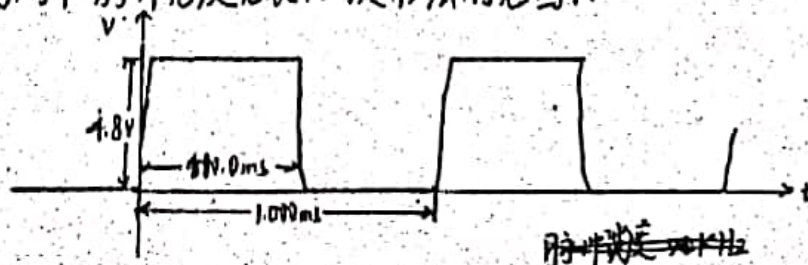


图 1



#### 4) RC电路暂态过程的研究

电路如图2所示。 $U_c(t)$ 为函数信号发生器提供的方波信号。峰峰值为5V。频率为1000Hz。直流偏移2.5V。

1) 时间常数、暂态过程电压和时间测量

调节电阻箱和电容箱，使其 $R=500\Omega$ ， $C=0.01\mu F$ ，观察 $U_c(t)$ 波形。

调节测试仪输入端口灵敏度按键，使其满屏显示2个周期的稳定波形。

利用光标测量法，一垂直光标线移至起始点，另一光标线移至使垂直线上标记点与63.2%  $U_c(t)$  电压值重合，测得时间差即为时间常数 $\tau$ ，数值为 59.2  $\mu s$ 。

利用光标测量法，测量电容充电阶段  $t=80\mu s$  时  $U_c=3.72V$ ， $U_c(t)=3.2V$  时  $t=62.4\mu s$ 。

测量 $U_c(t)$ 达到稳态时的时间  $t=\frac{224.0}{1000}\mu s$ ，可知  $t \gg \tau$ ，与理论分析一致。

绘制一个周期的 $U_c(t)$ 波形，如图3所示。

测量 $i_c(t)$ 达到稳态时的时间  $t=232.0\mu s$ ，充电时间与放电时间理论上应该一致，由于实验测量误差测得数值接近，可认为一致。

绘制一个周期的 $i_c(t)$ 波形，如图4所示。

利用该电路可实现从方波到尖脉冲波形的转换。

【思考问题】其值是信号源屏幕显示值。

2) 调节电阻箱和电容箱，使得 $R=500\Omega$ ， $C=0.02\mu F$ ，即 $\tau=0.1T$ ，观察 $\tau$ 值变化对输出电压 $U_c(t)$ 波形产生的影响。

电容充电阶段  $t=304\mu s$  时  $U_c=4.48V$ ， $U_c(t)=3.2V$  时  $t=136.0\mu s$ 。

$U_c(t)$ 达到稳态时电压  $U=4.80V$ ， $t=448\mu s$ ， $U_c(t)$ 先增加后减小。

与理论分析一致。

绘制一个周期的 $U_c(t)$ 波形，如图5所示。

$U_c(t)$ 达到稳态时间  $t=448.0\mu s$ ，与1)比较充电时间变长。

绘制一个周期 $i_c(t)$ 波形，如图6所示。

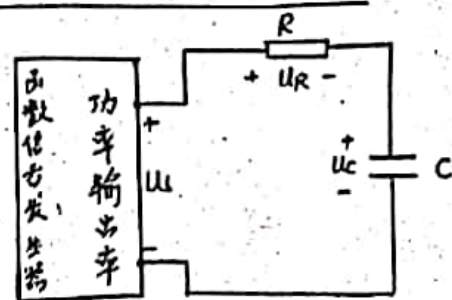


图2

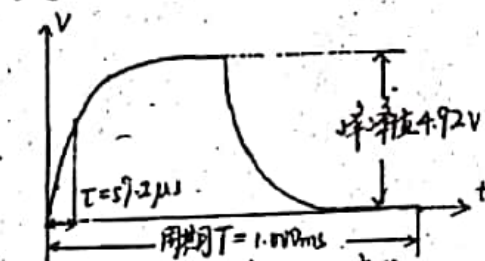


图3 一个周期的 $U_c(t)$ 波形

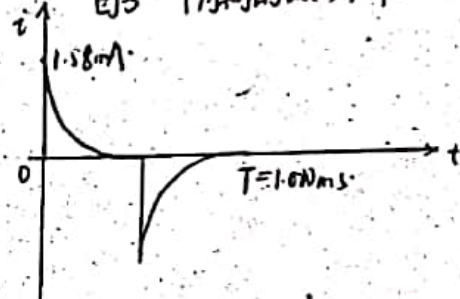


图4 一个周期的 $i_c(t)$ 波形

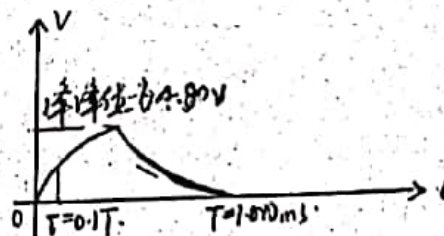


图5 一个周期的 $U_c(t)$ 波形

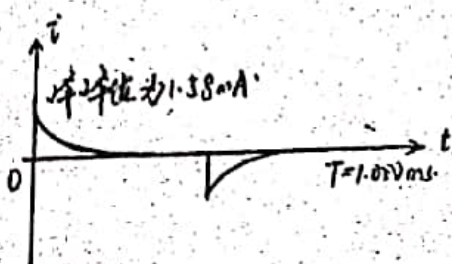


图6 一个周期的 $i_c(t)$ 波形



① 电路如图2所示, 调节电阻箱与电容箱, 使得  $R=5000\Omega$ ,  $C=0.1\mu F$ , 即  $\tau=0.5T$ . 调节灵敏度按按钮使满屏显示2个周期的稳定波形. 测量一个方波脉冲结束电容两端电压  $U_C=2.01V$ , 未达到充电电压最终值未充电完全.

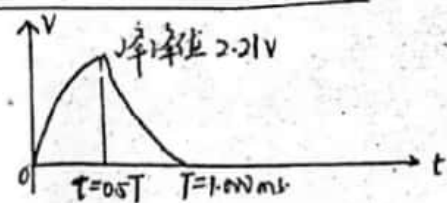


图7 一个周期的  $U_C(t)$  波形

② 电容放电结束电容两端电压  $U_C=0$ , 会下降为0

③ 绘制一个周期的  $U_C(t)$  波形, 如图7所示.

④ 电容充电结束时  $U_R=4.47V$ , 放电结束时  $U_R=1.92V$ . 绘制一个周期  $i_C(t)$  波形, 如图8所示.

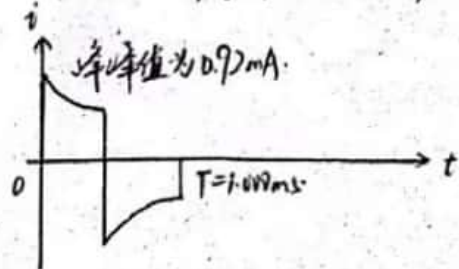


图8 一个周期的  $i_C(t)$  波形

⑤ 脉冲宽度与  $\tau$  近似相等,  $U_C(t)$  先增加后减小至0, 与理论分析一致. 利用该电路可实现从方波到三角波的转换.

## 2. 研究任务

### RC滤波器的研究

电路如图2所示, 输入信号  $U_i(t)$  为正弦波信号, 有效值为5V.

① 调节电阻箱与电容箱, 使  $R=1000\Omega$ ,  $C=0.1\mu F$ , 电容开路时测得  $U_C=5.47V$ , 短路时  $U_C=0.01V$ .

则变化范围为  $0 \sim 7.84V$ , 为低通滤波器. 调节信号源频率, 当  $U_C(t)=0.707U_C=3.87V$  时测得频率为  $2080.10Hz$ . 根据电路参数计算截止频率  $f_0 = \frac{1}{2\pi RC} = 1571.55Hz$ , 可知两个数值不一致, 原因可能在于信号源输出不稳定.

② 选取合适频率点, 测量  $U_C$  与  $f$  变化曲线, 数据见表2.

曲线见图9.

③ 截止频率点处输出电压与输入电压相位差为  $-52^\circ$ , 与理论值较为符合, 此网络为滞后网络.

④ 此滤波器为低通滤波器, 信号频率越低, 输出幅值越大.

[思考问题] a.  $f$  取值范围应满足通带内  $U_C$  接近输入电压.

阻带内  $U_C$  接近0.

b. 代替频率为电容开路代替  $f=0$ .

电容短路代替  $f=\infty$ .

频率(Hz)	$U_C(V)$	频率(Hz)	$U_C(V)$
200	7.06	2080	3.85
800	5.03	2100	3.35
1500	4.34	2000	2.83
1900	3.99	5000	2.73
2000	3.92	7000	2.64
2050	3.98	8000	2.57
2070	3.86		

表2

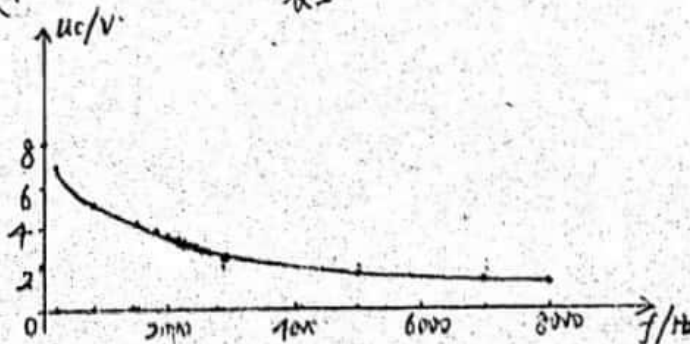


图9



实验总结: 通过本次实验, 加深了对RC暂态电路暂态与稳态过程的分析, 理解了时间常数 $\tau$ 的物理意义, 并对RC滤波器的判断与运用有了一些了解.

- 结论:
- ① RC暂态过程中从 $t=0$ 处到电容电压增加到稳态值的63.2%经历的时间为时间常数
  - ② 利用时间常数不同的电路可实现方波到尖脉冲波形或是三角波形的转换.
  - ③ 低通滤波器中信号源输入频率越低, 输出幅值越大.