



HIT大物实验交流群2019

扫一扫二维码，加入群聊。

电路实验 A(2)

一 实验题目: 线性动态电路暂态过程的时域分析

二 实验目的: 1. 掌握电路实验基本技能及操作规范;  
2. 学会实验室常用仪表在实际工程中使用方法;  
3. 加深动态电路暂态过程的理解。

三 实验仪器与模块名称

DDS 函数信号发生器, Fluke 190-104 型测试仪  
数字万用表。

电阻箱 ( $100\Omega \sim 1k\Omega$ ;  $1k\Omega \sim 10k\Omega$ ) 电容箱 ( $0.01\mu F \sim 0.1\mu F$ )  
电感箱 ( $100mH \sim 1000mH$ )

四 实验预习思考题

预习思考: C, C, C, A, A

五 预习思考: 方波信号的频率为  $1000Hz$ , 峰峰值为  $5V$ , 其值应为  
信号源屏幕显示值还是测试仪的测量数值?

答: 信号源屏幕显示值。

## 五实验过程

### 1. 基本任务

- (1) 仪器工作正常, 元件标称值与参数值吻合, 导线连通
- (2) SCOPe 示波器模式, 直流耦合, Voltage 探针, 衰减系数 1:1  
带宽限制 ~~20kHz~~ 20kHz

### 1.3 方波的测量:

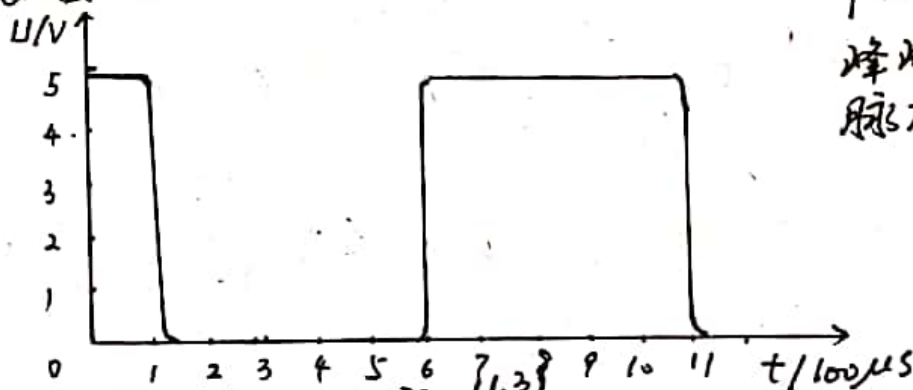
- 1) 信号源选择方波, 参数设置如下: 2) 测试仪: 连接导线 红-3 黑-黑, 设置结果如下  

| 峰峰值      | 频率    | 偏移   | A 通道 读数 | Peak-Peak 位置 |
|----------|-------|------|---------|--------------|
| 5.000VPP | 1 kHz | 2.5V | ...     | ...          |

### 3) 测量结果:

A (Peak-Peak) 4.8V  $\hat{A}$  (Hz) 1.000 kHz  
 A (Pulse width P) 0.499ms  $\hat{A}$  (Pulse width N) 0.501ms  $\hat{A}$

波形如图 1.3

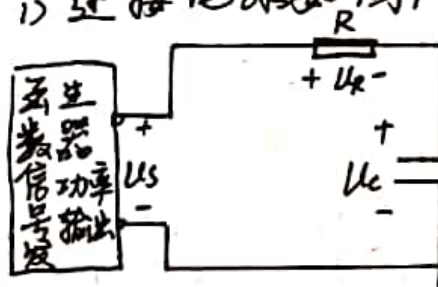


$T = 1.000 \text{ ms}$   
 峰峰值 4.8V  
 脉冲宽度  
 $P = 0.499 \text{ ms}$   
 $N = 0.501 \text{ ms}$

### 1.4) RC 电路暂态过程研究

设置为

- 1) 连接电路如图所示, 信号发生器 5VPP, 1000 Hz, 2.5V 直流偏移  
 调节电阻箱  $R = 5000 \Omega$ , 电容箱  $C = 0.01 \mu\text{F}$



通道设置:  
 A  $U_s(t)$   
 B  $U_C(t)$   
 C  $i_C(t)$

光标测量法测时间常数  $\tau$ , 当  $U_C = 3.04 \text{ V}$  时,  $\tau = t = 56.00 \mu\text{s}$

当  $t = 80 \mu\text{s}$  时, 测量  $U_C = 3.68 \text{ V}$ ; 当  $U_C(t) = 3.2 \text{ V}$  时, 测得时间  $t = 61.60 \mu\text{s}$

$U_C(t)$  达到稳态  $t = 512.0 \mu\text{s} \gg \tau_{\text{测}} = 56.00 \mu\text{s}$ ,  $\tau_{\text{理论}} = RC = 50 \mu\text{s}$ .

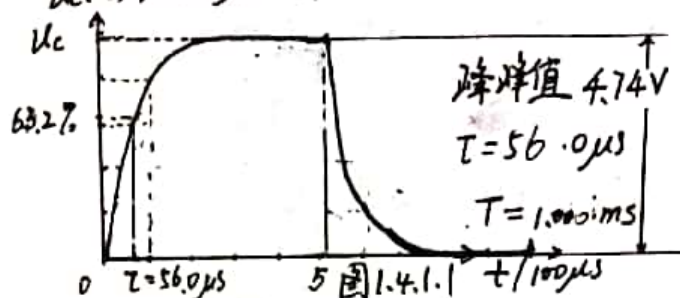
分析:  $U_C(t) = 5 - 5e^{-t/\tau} \text{ V } (t \geq 0)$

代入  $t = 512 \mu\text{s}$ ,  $\tau = 56.00 \mu\text{s}$ ,  $-t/\tau = -10$ ,  $e^{-10} \approx 0$ ,  $U_C(t) \approx 5$  达到稳态  
 证明实验与理论一致.

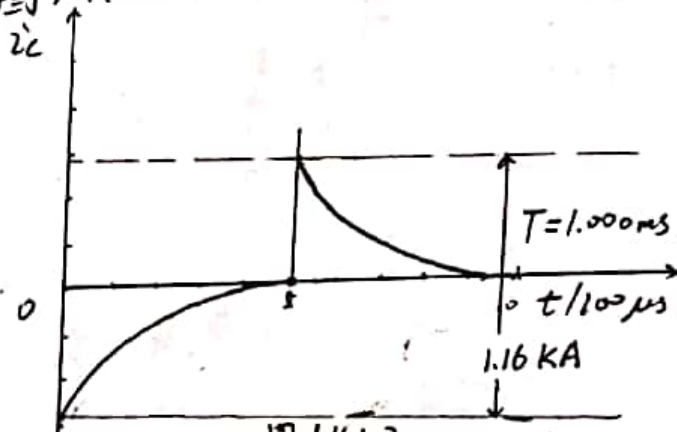


思考问题：5V, 1000Hz 应是信号源显示值

$u_c(t)$  波形如图 1.4.1.1,  $i_c(t)$  波形如图 1.4.1.2.



波形转换：方波 → 梯形波



2) 调节电阻箱和电容箱, 观察  $\tau$  值变化对  $u_c(t)$  波形影响:

$\tau = R \cdot C$  越大, 达到稳态所经历的暂态过程时间越长, 波形越平缓.

测量任务: (令  $R = 2 k\Omega$ ,  $C = 5 \times 0.01 \mu F$ ,  $\tau = 0.1 T$ )

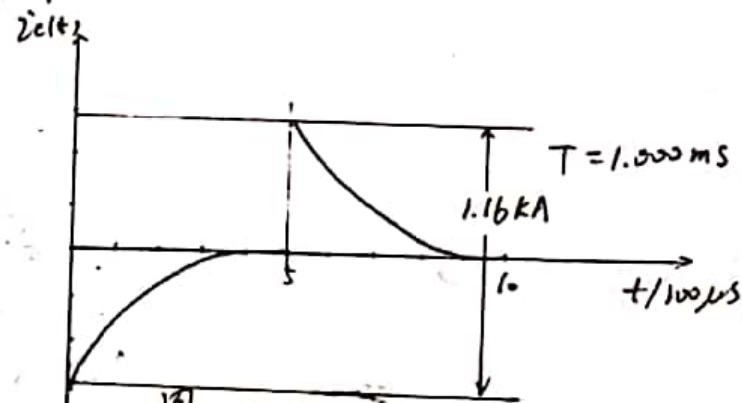
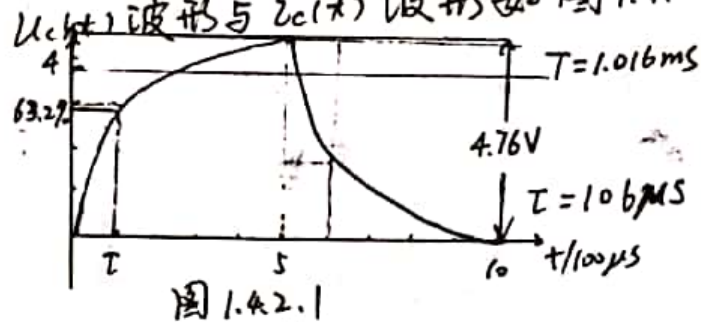
$u_c$ :  $t = 304 \mu s$  时,  $u_c = 4.52 V$ ;  $u_c(t) = 3.2 V$  时,  $t = 123.2 \mu s$

$u_c(\text{稳态}) = 4.76 V$ ,  $t = 508.0 \mu s$  分析: 由于  $\tau$  增大, 方波脉宽减小,  $\tau$  越

大, 暂态过程时间越长  $u_c(t)$  增长地越缓慢, 与理论分析一致.

$i_c$ :  $t_{\text{稳态}} = 496.0 \mu s$ , 理论上  $\tau$  增大, 充电时间应变长, 实际测量时间稍减少

$u_c(t)$  波形与  $i_c(t)$  波形如图 1.4.2.1 和 1.4.2.2



3)  $\tau = 0.5 T$ : (令  $R = 5 k\Omega$ ,  $C = 6 \times 0.01 \mu F$ )

否; 否  $u_c = 2.10 V$  充放电均不完全

$u_c(t)$  和  $i_c(t)$  波形如图 1.4.3.1 和 1.4.3.2

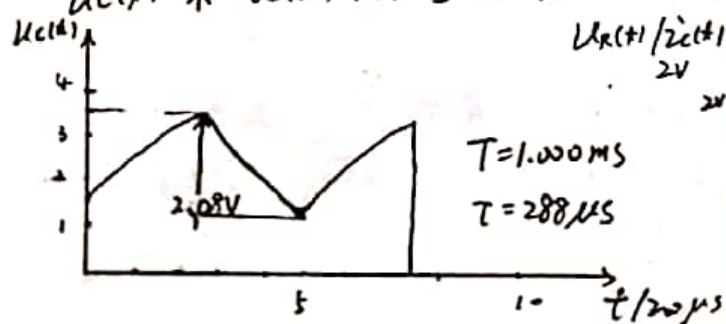


图 1.4.3.1

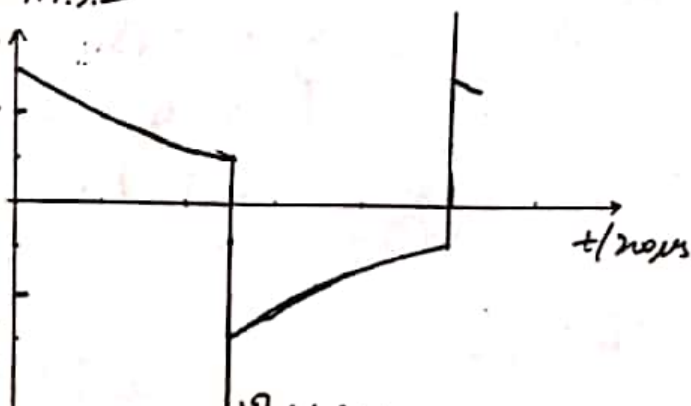


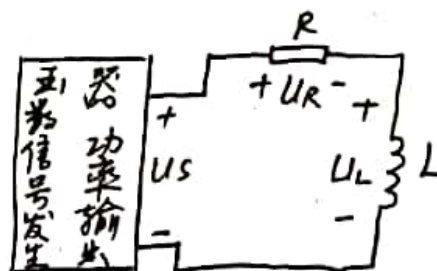
图 1.4.3.2

## 5) RL电路暂态过程

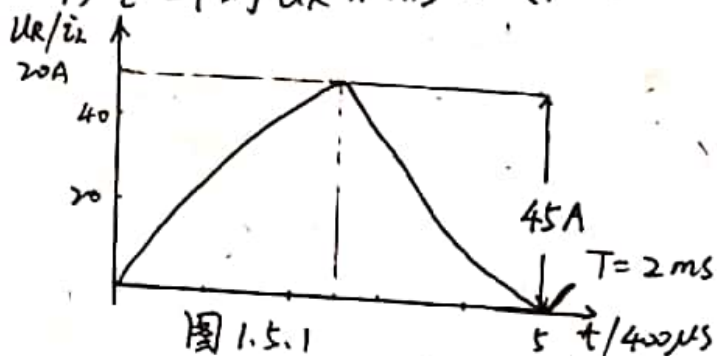
电路图如右图所示, 调节电感箱使  $L=400\text{mH}$ ,

调节电阻箱  $R=100\Omega$ ,  $\tau = \frac{L}{R} = 2\text{T}$ ; 调节  $R=2\text{K}\Omega$

$$\tau = \frac{L}{R} = 0.1\text{T}.$$



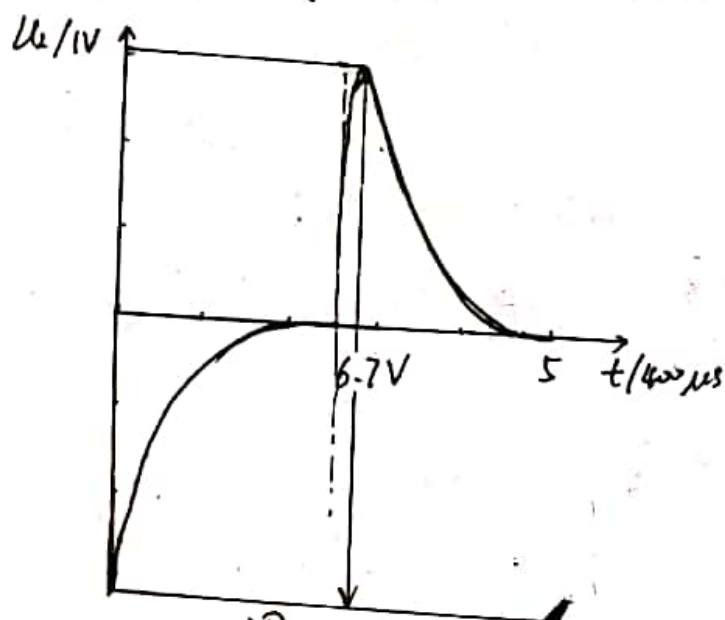
1)  $\tau = 2\text{T}$  时  $U_R$  波形曲线如图 1.5.1



波形变换:

方波  $\rightarrow$  三角波

2)  $\tau = 0.1\text{T}$  时,  $U_L$  波形曲线如图 1.5.2



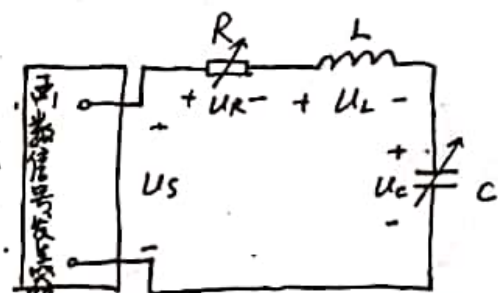
波形变换:

方波  $\rightarrow$  尖波

## 2. 研究任务

### (1) 二阶动态电路过阻尼研究

电路图如右图所示, 调节信号发生器  $4\text{Vpp}$ ,  $500\text{Hz}$ , 方波, 偏移量  $2.0\text{V}$ . 固定电感箱电感  $L=400\text{mH}$ , 调  $C=0.1\mu\text{F}$ ,  $R=5\text{K}\Omega$ ,  $R > 2\sqrt{L/C}$ .



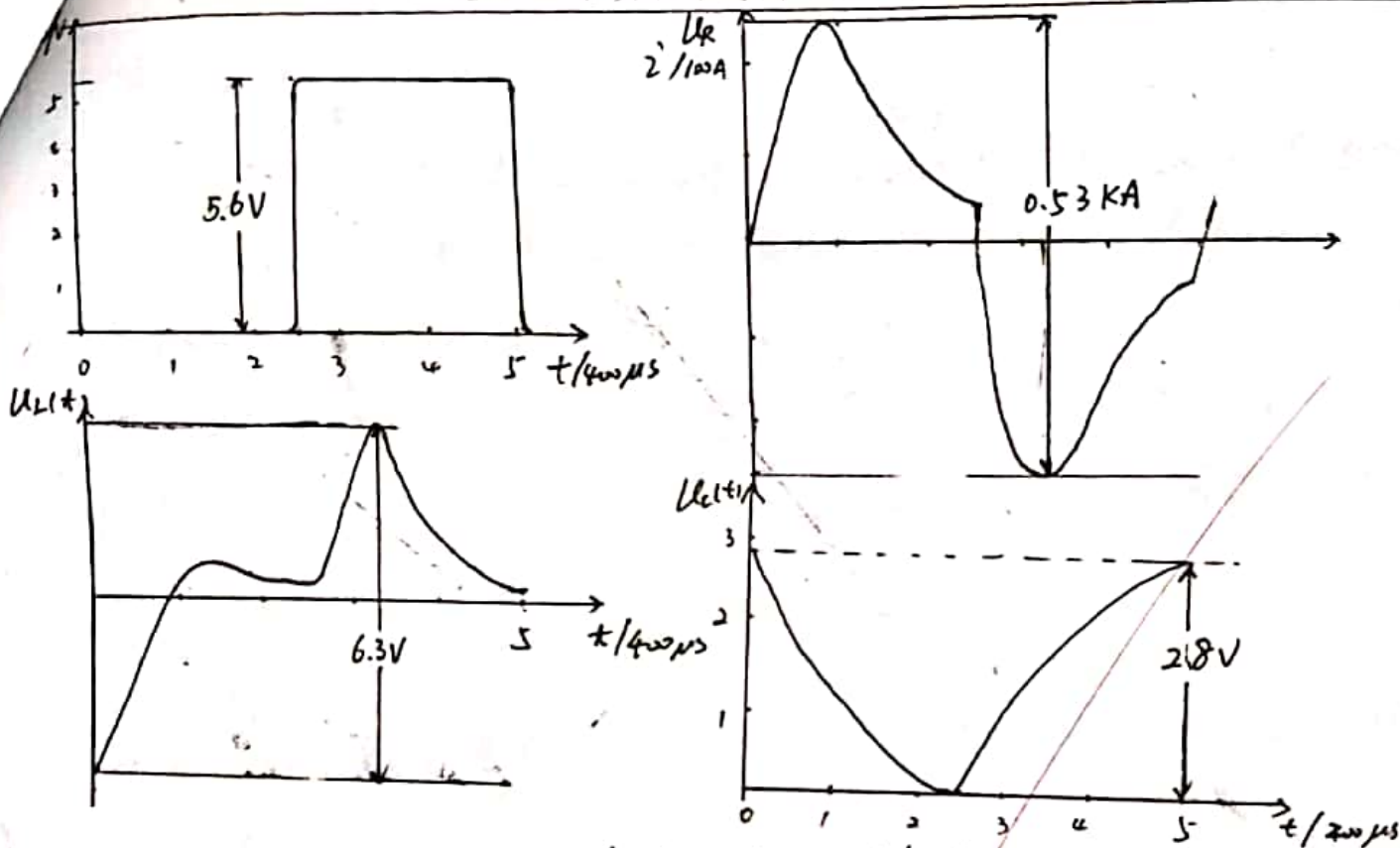
通道设置为 A  $U_C(t)$

B  $U_L(t)$

C  $U_R(t)$

波形如下图

电工电子实验中心实验报告

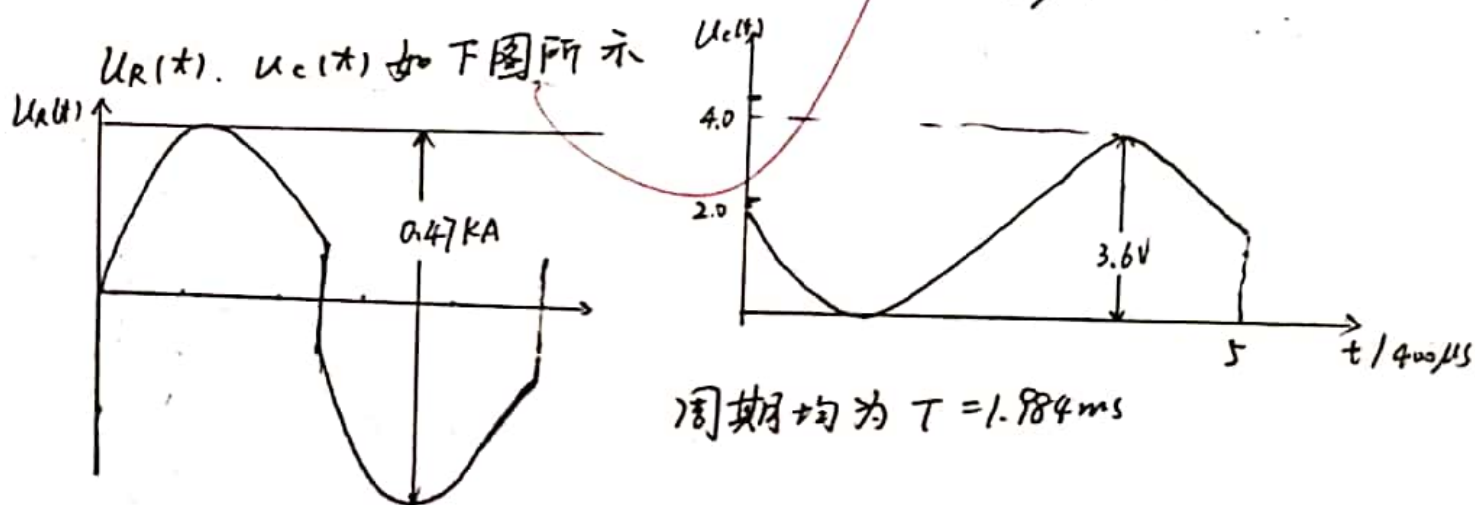


周期均为  $T = 2.016ms$ .  $L = 400mH$ .  $C = 0.1\mu F$ .  $R = 5k\Omega$

2) 欠阻尼:

在过阻尼参数基础上调节电容箱使  $C = 0.2\mu F$ .  $R = 2k\Omega$

$U_R(t)$ .  $U_C(t)$  如下图所示



周期均为  $T = 1.984ms$



## 大实验总结:

### 一阶电路中

1. 方波高电平时, 设<sup>原始</sup>储能元件  $C$  和  $L$  储能为零, 此为零输入响应; 方波低电平时, 仅由储能元件供电, 为零输入响应, 若电路是稳定的, 则两个响应总是具有指数规律衰减形式, 快慢由时间常数  $\tau$  决定,  $\tau$  越大, 暂态过程越长. 若  $\tau$  较大, 则上个暂态过程不会达到稳态直接<sup>开始</sup>下一个暂态过程, 充放电不会完全.

### 2. 二阶电路,

当  $R > 2\sqrt{L/C}$  时, 零输入响应是非周期性的, 称过阻尼和非振荡过程.

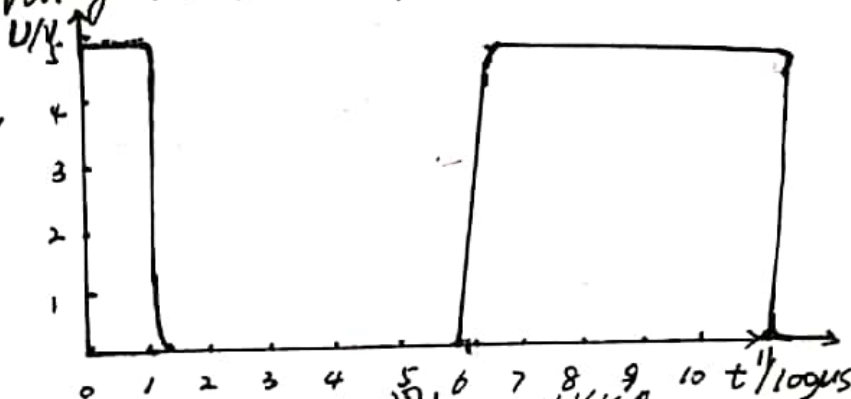
当  $R < 2\sqrt{L/C}$  时, 零输入响应具有衰减振荡的特性, 称为欠阻尼或振荡过程.

# 1. 基本任务

- (1) 正常耦合, 连通
- (2) SCOPE 模式, 直流耦合. Voltage 探针. 衰减系数 1:1. 带宽限制 1:20 MHz.

通道 A { 1. Peak-Peak: 4.8 V  
2. Hz: 1.000 KHz

(3) 波形: ZOOM 4. 如右图1:



## (4) RC 电路暂态过程:

\*1)  $T = 500\mu s$ ,  $t = 80\mu s$   $U_C = 3.68V$  U/V  
达到稳态  $512\mu s$   
 $R = 2k\Omega$ ,  $C = 3 \times 0.01\mu F$ ,  $T = 0.1T$

2)  $t = 304\mu s$ ,  $U_C = 4.52V$   
 $U_C(t) = 3.22V$ ,  $t = 128.2\mu s$  ZOOM

$U_C(t) = 4.76V$ ,  $t = 508.0\mu s$

波形如右图2

$i_C(t)$  达到稳态  $t = 496.0\mu s$  图3

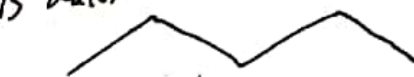
3)  $R = 5k\Omega$ ,  $C = 10 \times 0.01\mu F$ ,  $T = 0.5T$

否  $U_C = 2.10V$

右 左 右 左 右 左  
 $U_C(t)$  波形如右图4.  $i_C(t)$  波形如右图5.

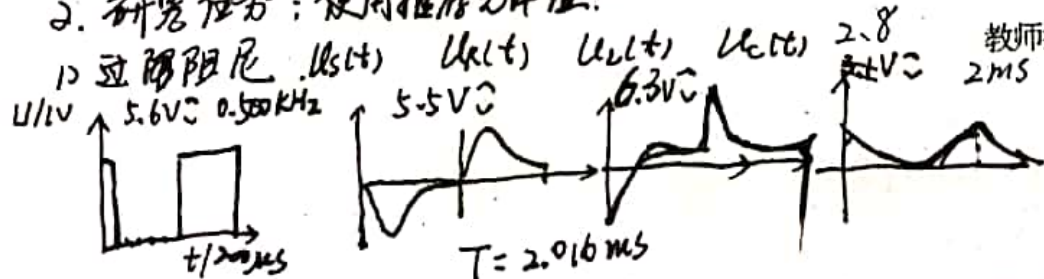
(5) RL:  $T = 2T = 4ms$ ;  $L = 40mH$ ,  $R = 10\Omega$   
 $T = 0.1T = 0.2ms$ ,  $L = 40mH$ ,  $R = 200\Omega$

1)  $U_R(t)$  Peak-Peak  $0.47kA$



3)  $U_C(t)$  Peak-Peak  $6.7V$

## 2. 研究任务: 使用推荐元件值:



教师签字:







电影协会

扫一扫二维码，入群聊。