



上海交通大学

Shanghai Jiao Tong University

实验报告

姓名 张侨伦

班级 F1503008

组别 21

实验日期

成绩

实验名称 一阶电路的响应 实验指导教师

一. 实验目的

1. 学习数字式寄存示波器的使用。
2. 用示波器观察一阶RC电路充电和放电时的 u_c 和 i_c 曲线, 并记录其波形。
3. 由实验曲线求取一阶电路的时间常数。
4. 了解电路参数对充、放电过程的影响。
5. 了解微分电路与积分电路的功能及电路时间常数的选择方法。

二. 实验原理

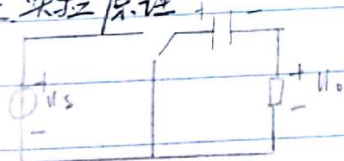


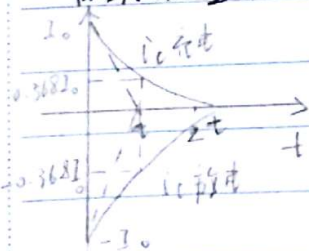
图1 一阶RC电路的实验图

零状态响应 $u_c = U(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}), t \geq 0$

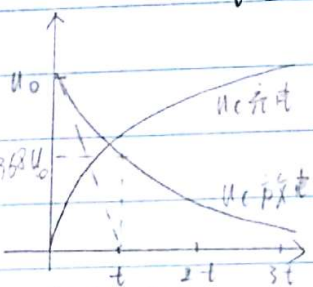
$i = C \cdot \frac{du_c}{dt} = \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} t \geq 0$

零输入响应 $u_c = U \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} t \geq 0$

$i = -\frac{U}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} t \geq 0$



(a) 电流曲线



(b) 电压曲线

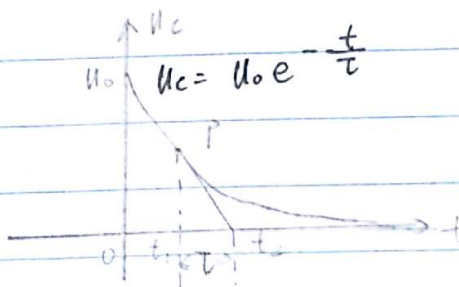


图2 一阶RC电路的变化曲线

图3 作图法求时间常数 τ

$\left. \frac{di}{dt} \right|_{t=t_1} = \left. \frac{d}{dt} \left(-\frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \right|_{t=t_1} = -\frac{1}{\tau} \frac{U}{R} e^{-\frac{t_1}{\tau}} = -\frac{i(t_1)}{\tau}$

$i(t) = i(t_1) + \left. \frac{di}{dt} \right|_{t=t_1} (t - t_1) = i(t_1) - \frac{i(t_1)}{\tau} (t - t_1)$

$t = t_2$ 时, $t_2 - t_1 = \tau$, 即次切距长度 $(t_2 - t_1)$ 等于时间常数 τ 。

微分电路和积分电路是电容器充放电现象的一种应用。改变 τ 和 t_p 的比值, 电容器充放电的快慢就不同。



上海交通大学

Shanghai Jiao Tong University

实验报告

组别

实验日期

实验指导教师

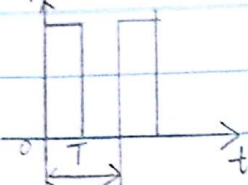
成绩

班级

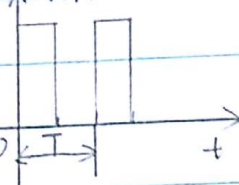
实验名称

姓名

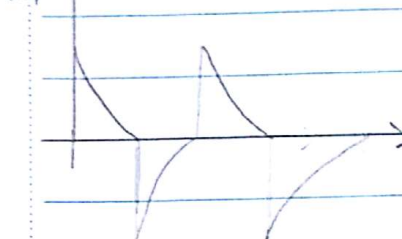
u_1/V



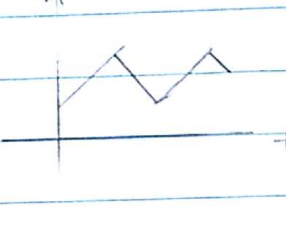
u_2/V



u_2/V



u_2/V



(a) 微分电路波形

(b) 积分电路波形

三. 实验数据

1. 表 1 一阶 RC 电路时间常数的计算

电阻值	20k Ω	10k Ω	5.1k Ω
电容值			
100 μ F	2s	1s	0.51s
10 μ F	0.2s	0.1s	0.051s
1 μ F	0.02s	0.01s	0.0051s

2. RC 电路的充放电电流和充放电电压波形均与理论相符。

见附录。

用作用法求得 $\tau_1 = 1s$, $\tau_2 = 0.5s$, 均与理论相符。

四. 注意事项

1. 在使用示波器时要正确选择各个按钮的参数, 如 Y 轴灵敏度统一设在 2V/cm, X 轴的扫描速度在 0.5s 等。

2. 实验结果必须记录在生标纸上。



上海交通大学

Shanghai Jiao Tong University

实验报告

实验日期

组别

成绩

班级

实验指导教师

姓名

实验名称

3. 仿真实验中, 注意时间坐标轴的选取。

五. 实验设备

实验线路板 1块
稳压电源 1台
TDS 210示波器 1台

六. 实验结果分析

1. 本实验中用示波器观察到的RC电路中充放电电流和电压均与理论相符。
2. 通过作图法求出的时间常数 τ 与理论相符

七. 实验误差分析

1. 稳压电源并非稳压, 在完全确定, 在实验中偶尔有跳动。
2. 示波器误差, 作图误差。

八. 思考题

1. ① RC电路充放电时电流的大小减小, 且减小的速度越来越小, 之后趋于0, 而电流的大小也趋于0。电路R越大, C越大, 则时间常数 τ 越大, 电流减小地越慢, 在 $t = 4\tau \sim 5\tau$ 后电流几乎为0。
- ② RC电路充电时电容电压不断增大, 且增大的速度不断减小, 后来电压无限趋近于输入电压。电路R越大, C越大, 则时间常数 τ 越大, 电压增加地越来越慢。在 $t = 4\tau \sim 5\tau$ 时, 可认为电压趋近于输入电压。
- ③ RC电路放电时电压不断减小, 且减小的速度越来越慢, 后来电压无限趋近于0。电路R越大, C越大, 时间常数越大, 电压减小地越慢。在 $t = 4\tau \sim 5\tau$ 时, 可认为电压趋近于0。



上海交通大学

Shanghai Jiao Tong University

实验报告

姓名

班级

组别

实验日期

实验名称

实验指导教师

成绩

2. 微分电路条件 ① $\tau \ll t_p$ ($\tau < 0.2 t_p$)

② 从电阻两端输出

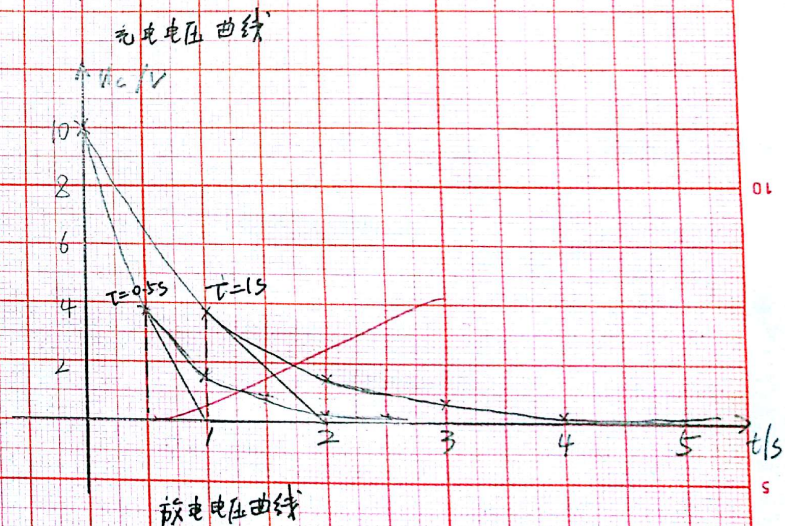
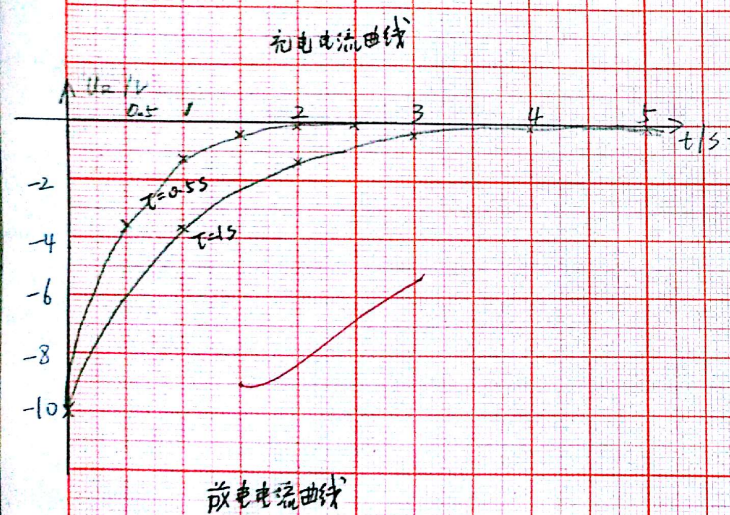
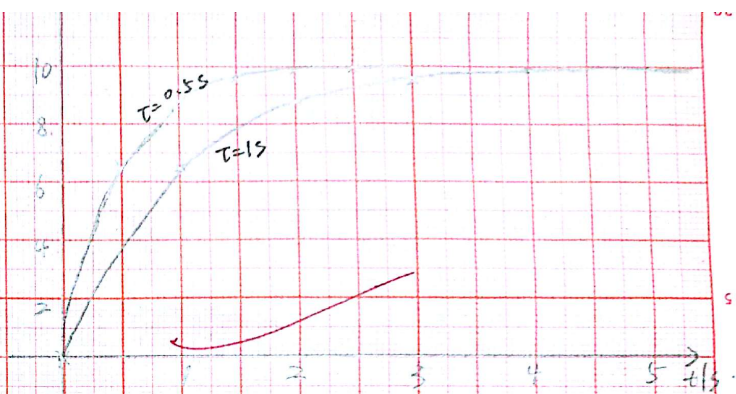
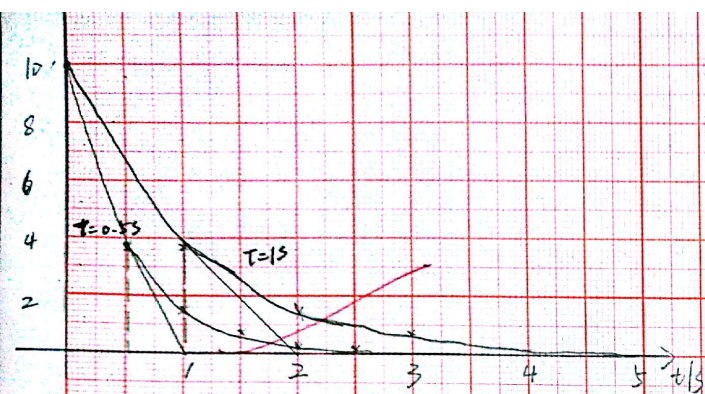
积分电路 ① $t \gg t_p$

② 从电容两端输出

3. $5\tau = T \Rightarrow RC = \frac{T}{5}$ 时微分电路的输出波形在输入波形过零点时亦同时经过零点。

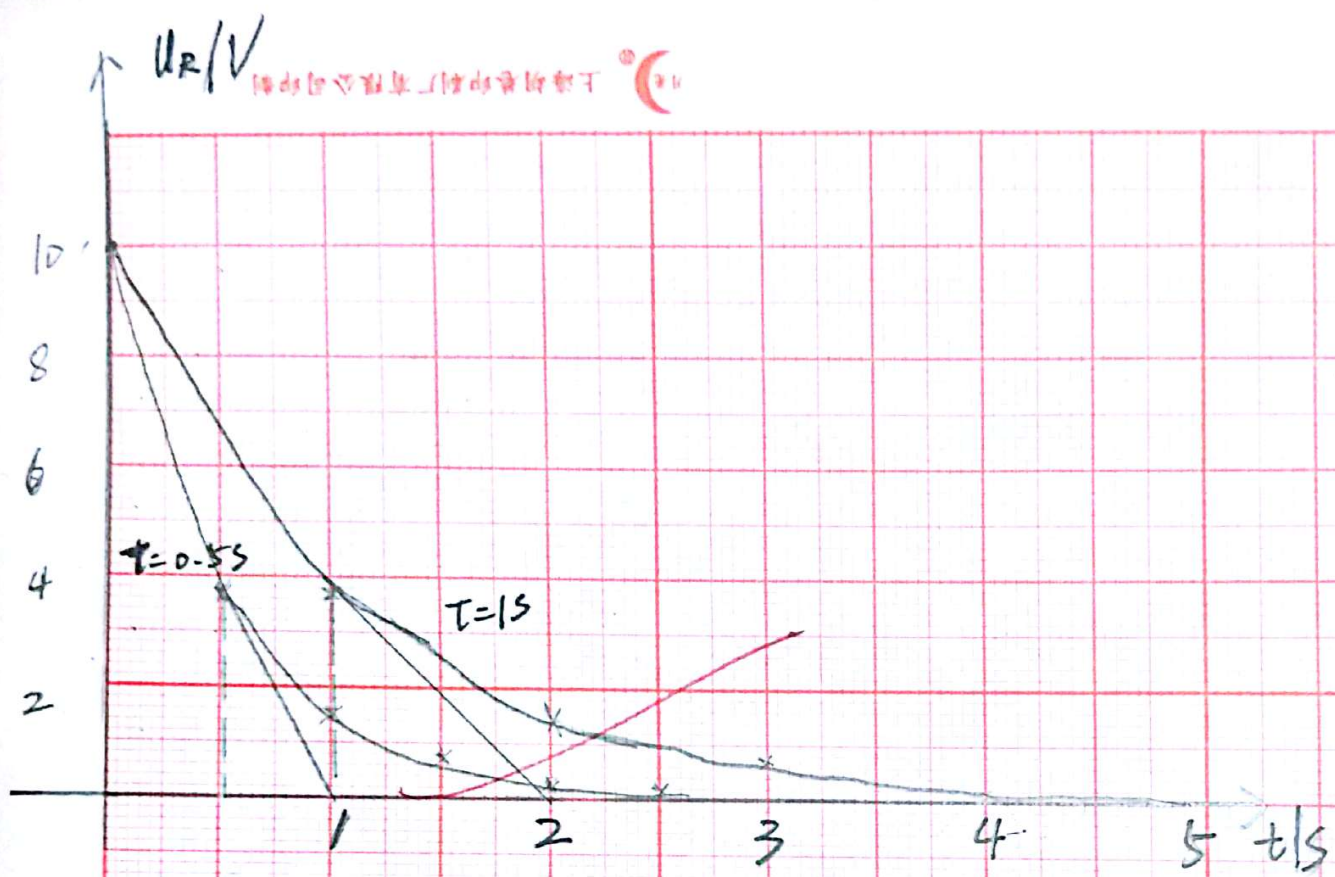
$5\tau = T \Rightarrow RC = \frac{T}{5}$ 时积分电路在下一个脉冲开始时亦同时衰减为0。

4. RC-阶电路可构成比例器, 延时器, 积分微分器等, 并在日光灯, 避雷针和整流滤波电路中得到很好的应用。

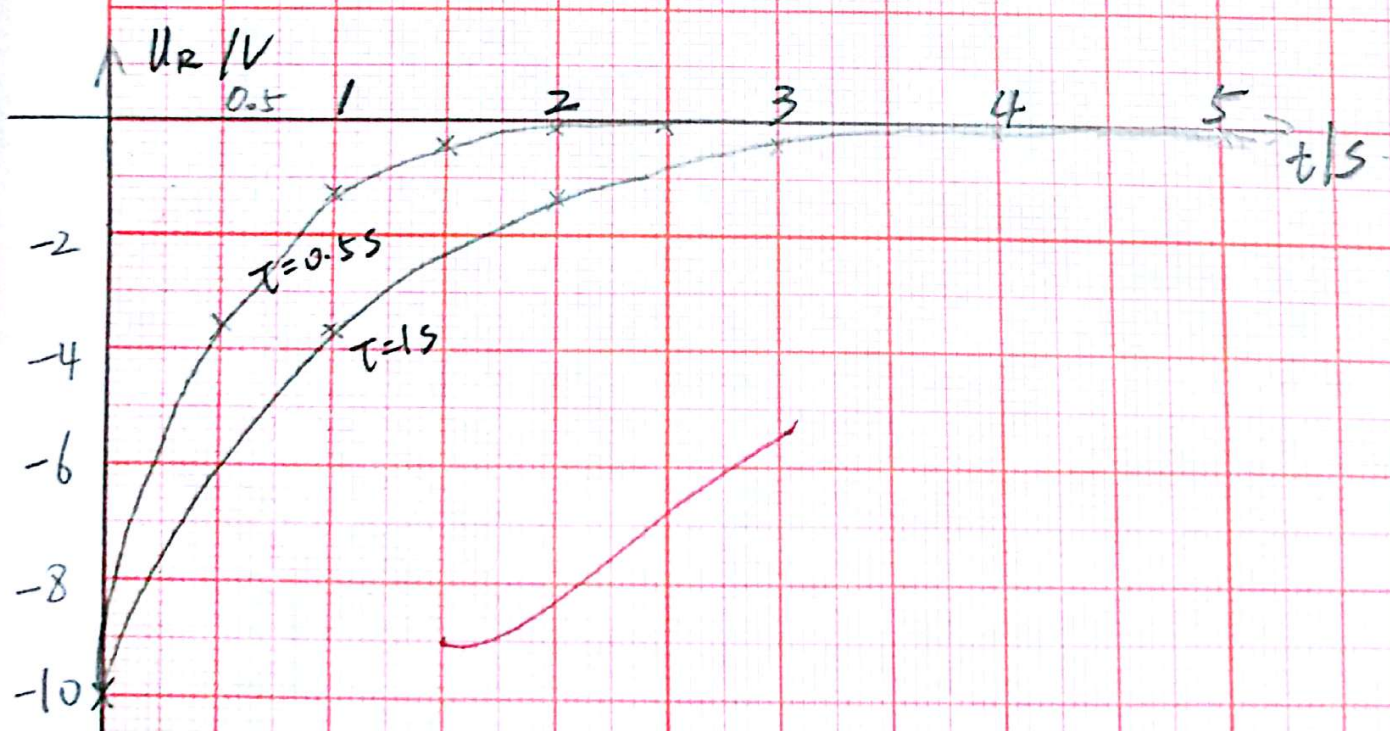


电容器充电电流、电压变化曲线

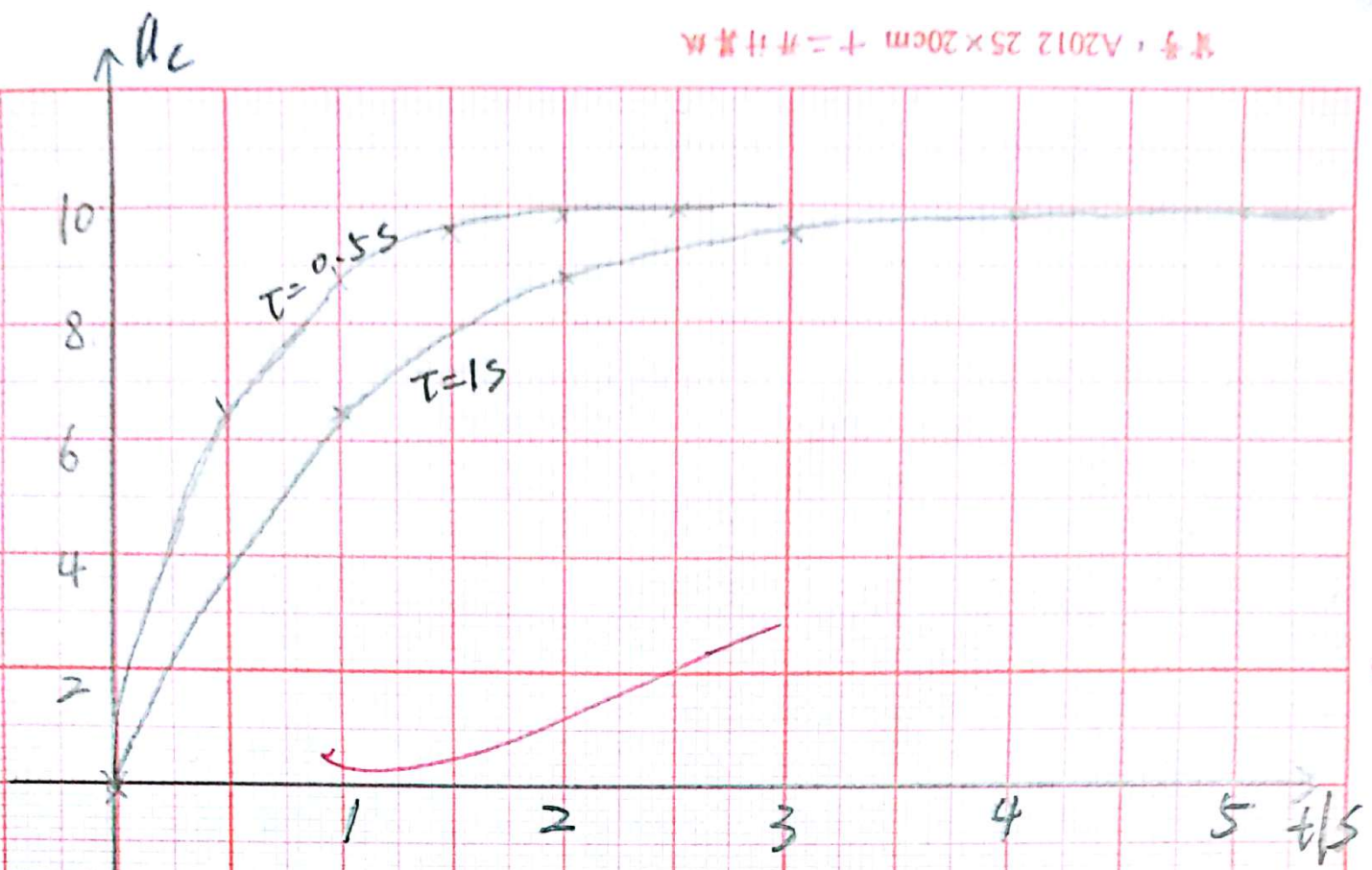
~~放电电流曲线~~



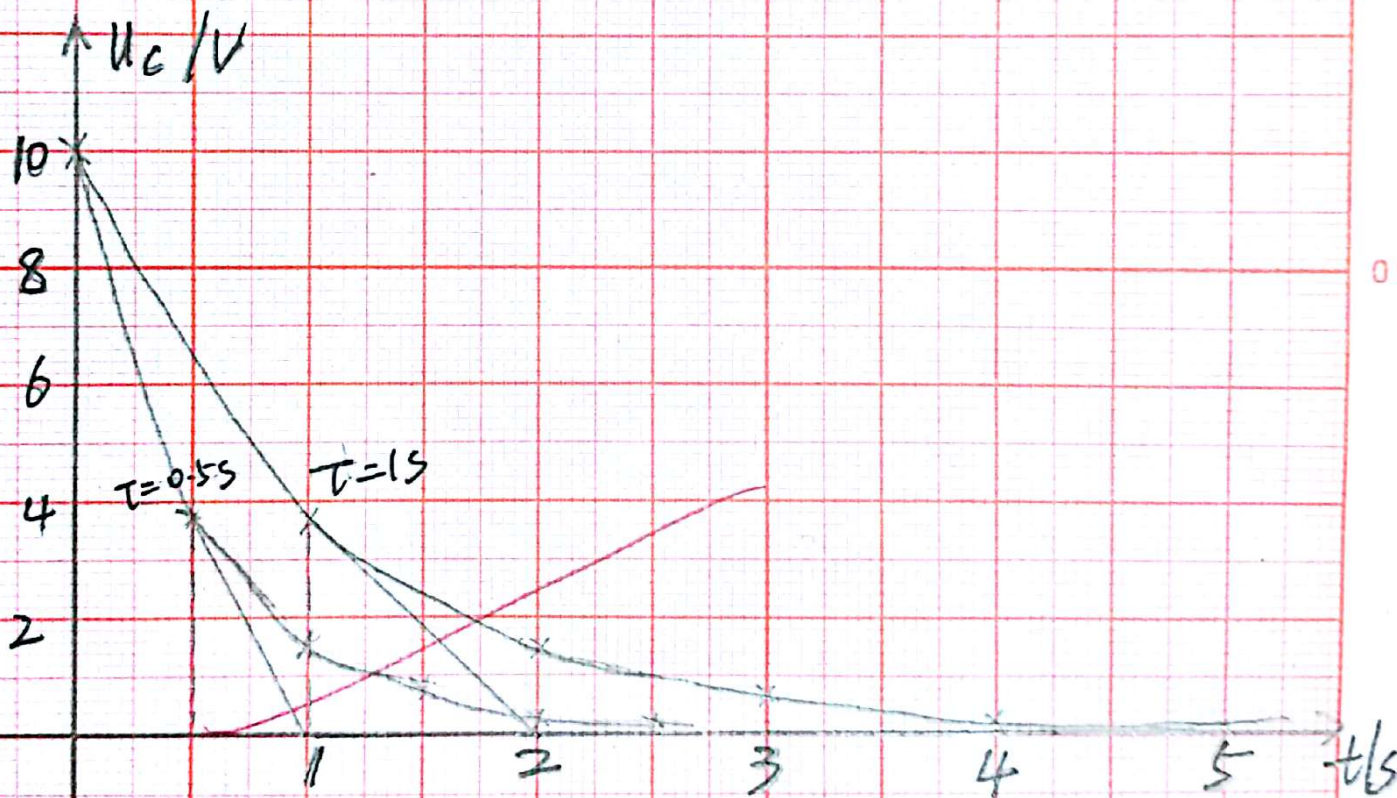
充电电流曲线



放电电流曲线



充电电压曲线



放电电压曲线