

实验七 积分与微分电路

GeorgeDong32

一、实验目的

1. 学会用运算放大器组成积分微分电路。
2. 学会积分微分电路的特点及性能。

二、实验仪器

1. 数字万用表
2. 信号发生器
3. 双踪示波器

三、预习要求

1. 分析图 7.1 电路，若输入正弦波， U_o 与 U_i 相位差是多少？当输入信号为 100Hz 有效值为 2V 时， U_o =？
2. 分析图 7.2 电路，若输入正弦波， U_o 与 U_i 相位差多少？当输入信号为 160Hz 幅值为 1V 时，输出 U_o =？
3. 拟定实验步骤、做好记录表格。

1. 正弦波输入， U_o 与 U_i 相位差为 90°
输入为 100Hz 有效值为 2V 的正弦波时，
$$U_o = -U_c = -\frac{1}{C} \int \frac{U_i}{R_1} dt = -\frac{1}{C} \int \frac{\sin 200\pi t}{R_1} dt = -\frac{1}{10 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^3} \int \sin 200\pi t dt$$
$$= \frac{\sqrt{2} \cos(200\pi t)}{10\pi} (V) \quad [\text{小于 } U_i]$$

2. 方波输入， U_o 与 U_i 的相位差为 0°
$$U_o = -RC \frac{dU_i}{dt} = 2.2 \sqrt{2} \cos(320\pi t) = -2.2 \sqrt{2} \sin(320\pi t + \frac{\pi}{2}) \quad [\text{大于 } U_i]$$

四、实验内容

1. 积分电路：

实验电路如图 7.1 所示，先不接入 R_{P1} ，连接+12V 和-12V 到集成电路区。

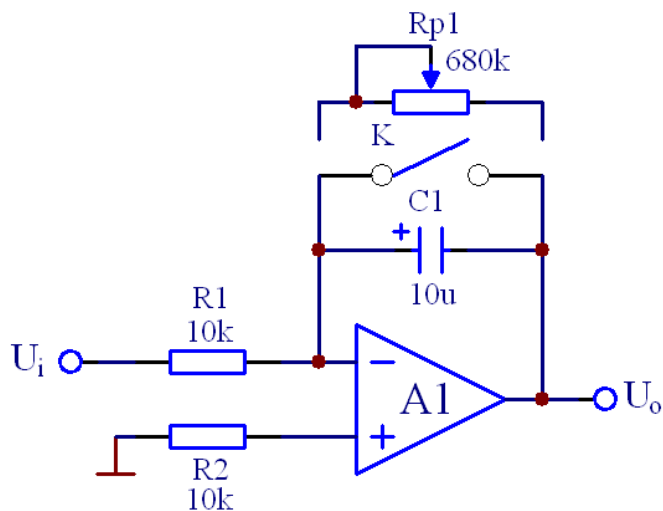
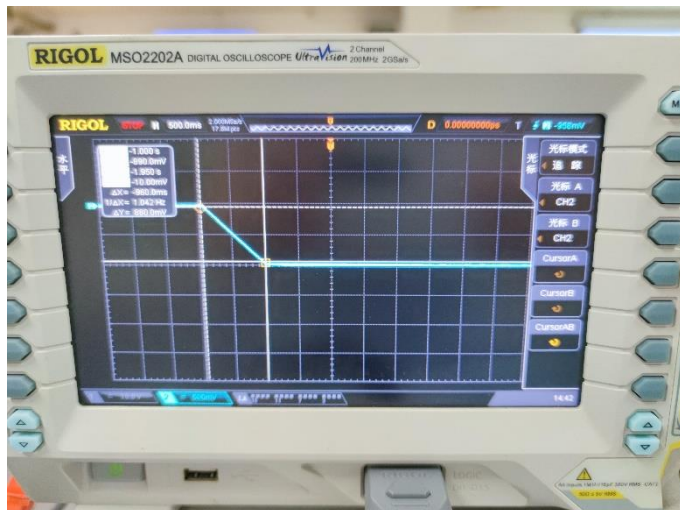


图 7.1 积分电路

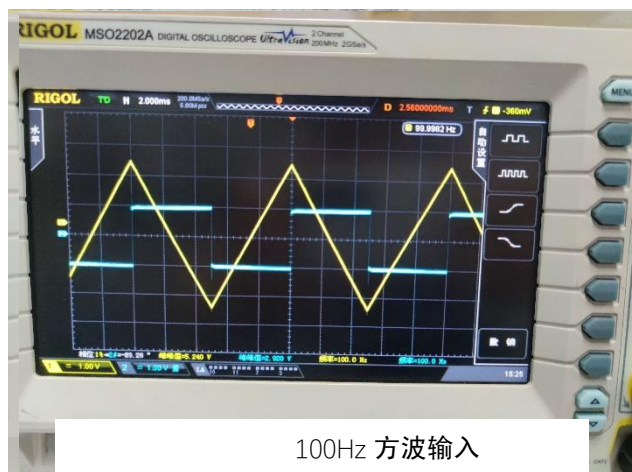
- (1) 取 $U_i = +1V$ ，断开开关 K (开关 K 用一连线代替，拔出连线一端作为断开) 用示波器和万用表电压档观察 U_o 变化。



- (2) 测量饱和输出电压及有效积分时间。

饱和输出电压为 $-9.513V$ ，有效积分时间为 $960ms$

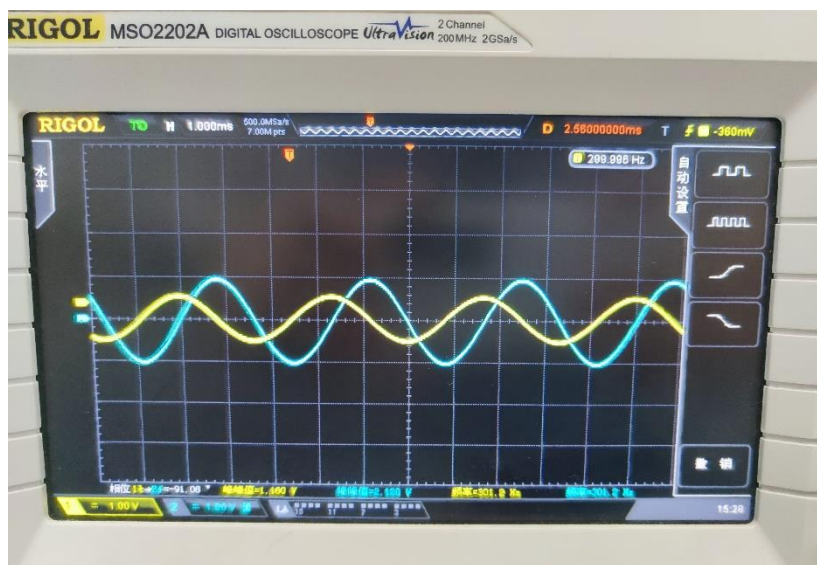
- (3) 使图 7.1 中积分电容 C_1 改为 0.1μ ，在积分电容两端并接 R_{p1} ，将 R_{p1} 调到电阻最大。断开 K， U_i 分别输入频率为 $100Hz$ 幅值为 $1V$ ($V_{P-P} = 2V$) 的正弦波和方波



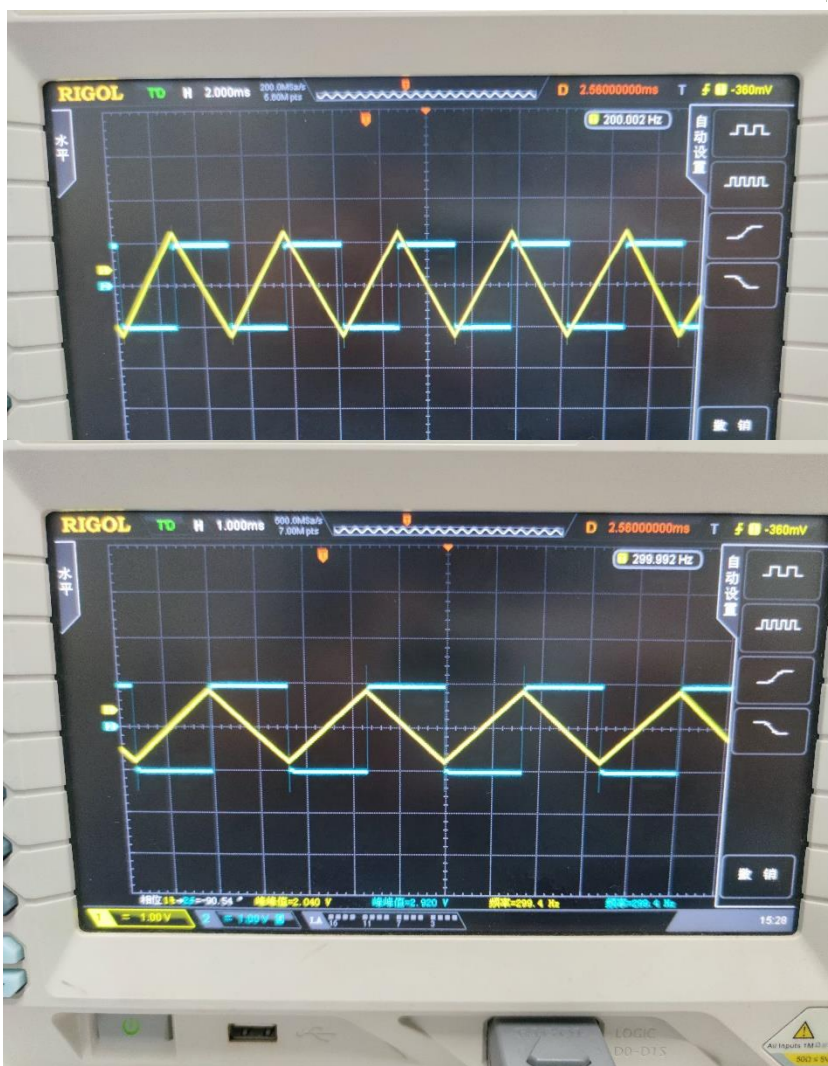
100Hz 方波输入

信号, 观察和比较 U_i 与 U_o 的幅值大小及相位关系, 并记录波形。将 R_{P1} 调整为 $100k$, 重复以上步骤, 观察记录波形并与 R_{P1} 最大时比较。

- (4) $R_{P1}=100k$, 改变信号频率 ($20Hz \sim 400Hz$), 观察 U_i 与 U_o 的相位、幅值及波形的变化。



300Hz 正弦波



2. 微分电路

实验电路如图 7.2 所示。

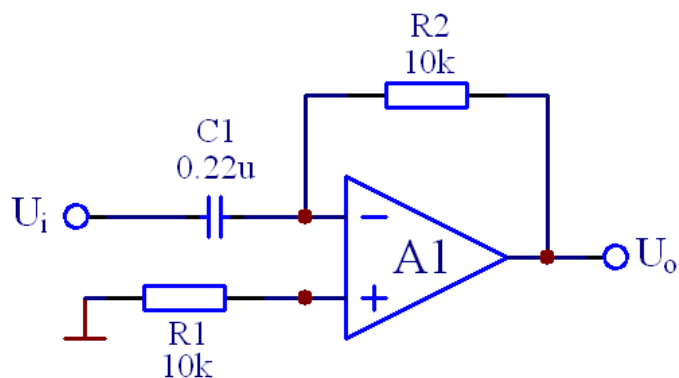


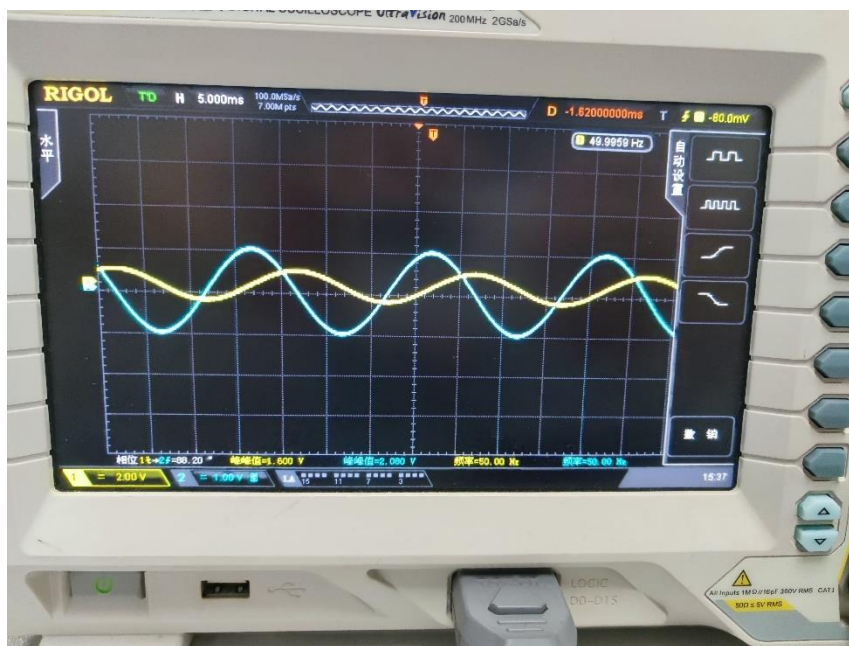
图 7.2 微分电路

- (1) 输入正弦波信号， $f=160\text{Hz}$ 幅值为 1V ，用示波器观察 U_i 与 U_o 波形并测量输出电压。



输出电压幅值为 2.32V

- (2) 改变正弦波频率 ($20\text{Hz} \sim 400\text{Hz}$)，观察 U_i 与 U_o 的相位、幅值变化情况并记录。



50Hz 正弦输入



300Hz 正弦输入

输入输出相位差增大，输出电压幅值增大

- (3) 在微分电容 C_1 左端接入 1k 电位器，调节其为 $400\ \Omega$ ，然后输入方波信号， $f=200\text{Hz}$ ，幅值 200mV ($V_{P-P}=400\text{mV}$)，用示波器观察 U_o 波形，按上述步骤(2)重复实验。



50Hz 方波输入

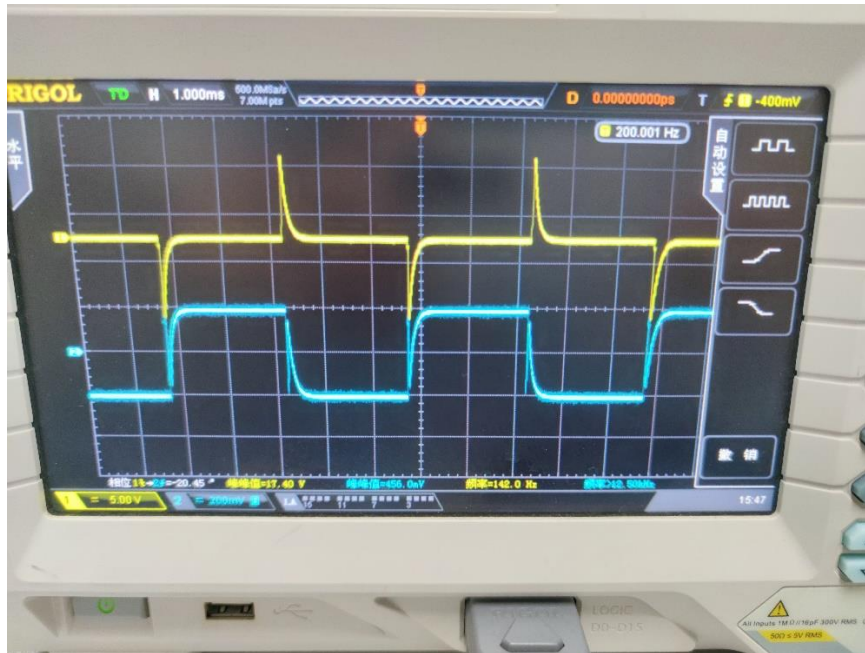


200Hz 方波输入

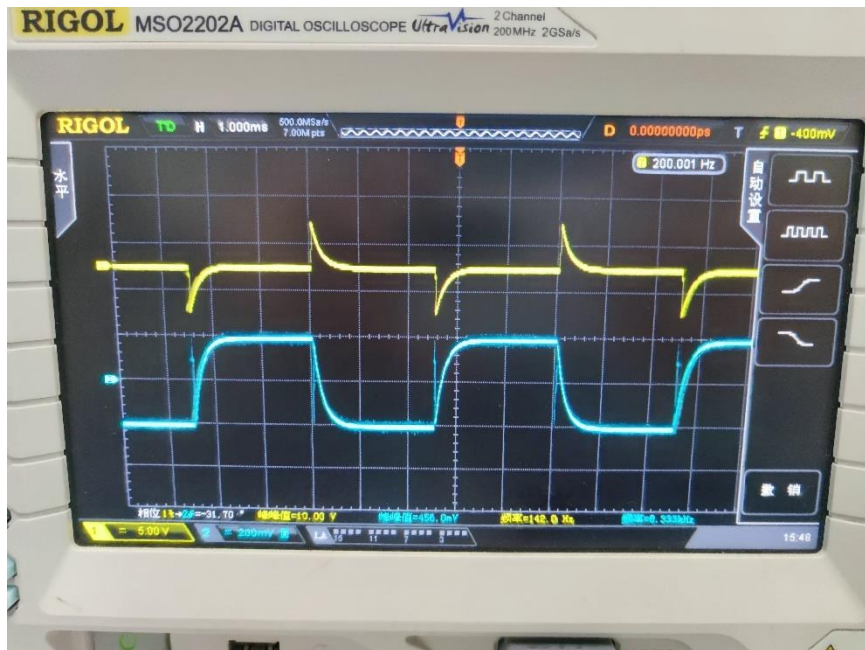


300Hz 方波输入

- (4) 输入方波信号, $f=200\text{Hz}$, 幅值 200mV ($V_{P-P}=400\text{mV}$), 调节微分电容左端接入的电位器 (1k), 观察 U_i 与 U_o 幅值及波形的变化情况并记录。



$R = 339 \Omega$



$R = 719 \Omega$

U_o 随着电阻的增大而减小, 波形的幅度减小

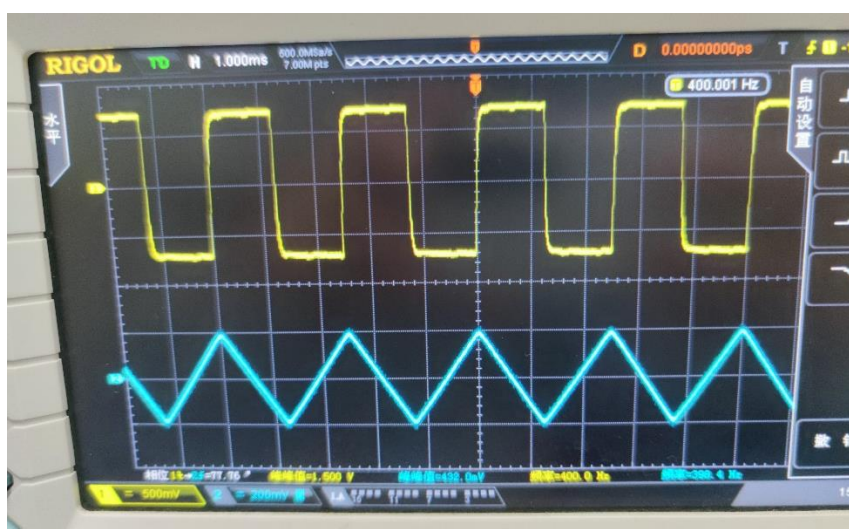
- (5) 调节电位器为 100Ω , 输入三角波 $f=200\text{Hz}$, 幅值 200mV ($V_{P-P}=400\text{mV}$), 用示波器观察 U_o 波形, 改变三角波频率 ($100\text{Hz} \sim 400\text{Hz}$), 观察变化。



200Hz 三角波输入



300Hz 三角波输入



400Hz 三角波输入

随着频率升高，输出电压的幅值不断增大。

3. 积分——微分电路

实验电路如图 7.3 所示

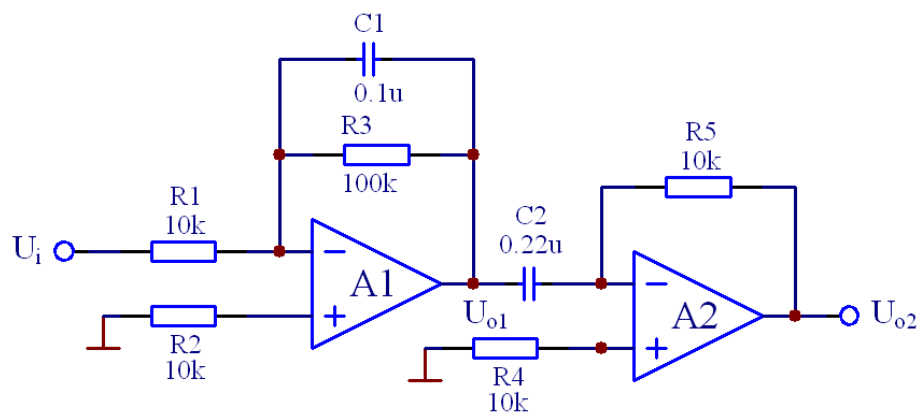


图 7.3 积分—微分电路

- (1) 在 U_i 输入 $f=200\text{Hz}$ ，幅值 6V 的方波信号，用示波器观察 U_{o1} 和 U_{o2} 的波形并记录。



- (2) 将 f 改为 ($100\text{Hz}\sim 400\text{Hz}$)，重复上述实验。



100Hz 方波输入



300Hz 方波输入

五、实验报告

1. 整理实验中的数据及波形，总结积分，微分电路特点。

1. 输入信号脉宽要小于 $1/10$ 时间常数
2. 输出信号的幅值随输入信号的频率变化而变化
3. 在微分电路中电容充放电时可能会出现尖峰

2. 分析实验结果与理论计算的误差原因。

实验实测值与理论值相差在 5% 以内，属于正常波动范围。

产生误差的原因可能是集成运放的温漂，各个电子元件实际值与标称值之间误差。