

浙江大学实验报告

专业:

姓名:

学号:

日期:

地点:

课程名称: 电路与模拟电子技术实验 指导老师: 张治沁 成绩: _____

实验名称: 整流电路功效的研究 实验类型: 模拟电子电路实验

一、实验目的和要求

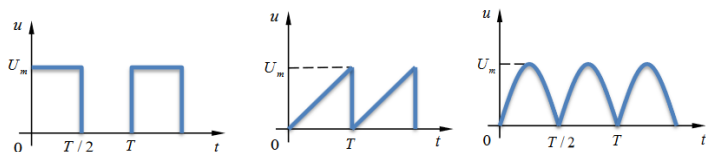
1. 加深理解二极管单向导电特性。
2. 学习二极管在整流电路中的工作特性。
3. 学习二极管在倍压整流电路中应用。

二、实验内容和原理

- (1) 实验内容:
- ① 半波整流电路在输出接电阻、接电容以及电阻电容并联时, 输出电压的测量并观察输出波形。
 - ② 全波整流电路在输出接电阻、接电容以及电阻电容并联时, 输出电压的测量并观察输出波形。
 - ③ 倍压整流电路在输出接电阻、空载时, 输出电压的测量并观察输出波形。

(2) 实验原理:

① 非正弦信号的分解:



设周期为T的非正弦函数 $f(t)$ 满足狄里赫利条件, 则 $f(t)$ 可展开成傅里叶级数, 即

$$f(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos k\omega t + b_k \sin k\omega t) \\ = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \sin(k\omega t + \varphi_k)$$

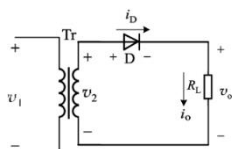
$$a_0 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos k\omega t dt \quad k=1,2,3$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin k\omega t dt \quad k=1,2,3$$

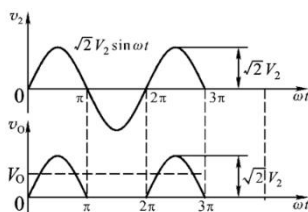
$$A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2} \quad \varphi_k = \tan^{-1} \frac{b_k}{a_k}$$

- ② 半波整流电路: 在半波整流电路中, 交流波形的正半周或负半周其中之一会被截止。只有一半的输入波形会形成输出。



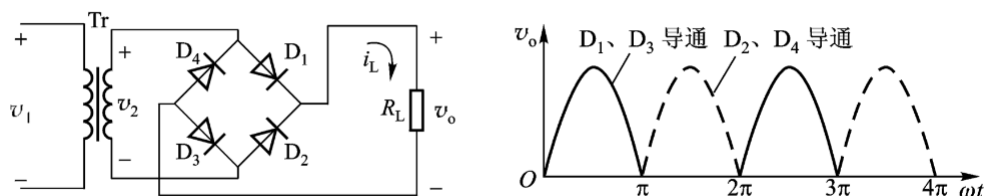
$$V_O = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi \sqrt{2} V_2 \sin \omega t d(\omega t) = \frac{\sqrt{2}}{\pi} V_2 \approx 0.45 V_2$$

$$I_O = I_D = \frac{0.45 V_2}{R_L} \quad V_{RM} = \sqrt{2} V_2$$

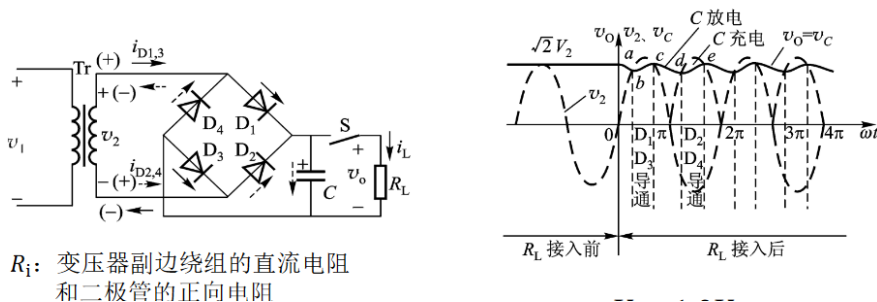


③ 全波整流 (桥式整流电路)

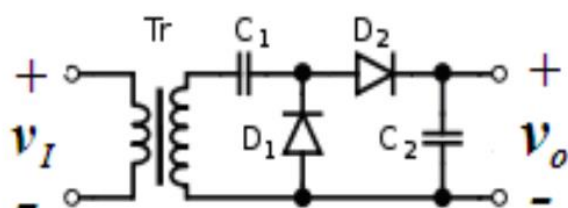
全波整流可以把完整的输入波形转换成同一极性输出 (如下图)



- ④ 滤波电路：半波整流和全波整流之后所输出的直流电，都还不是恒定的直流电压。为了从交流电源整流产生稳定的直流电，需要加入滤波电路，使输出电压平滑化。（如下图所示）



- ⑤ 倍压整流器：倍压整流(二倍)方式是利用两组简单的半波整流，以指向相反的二极管分别生成两个正负不同的电源输出，并分别加以滤波。连接正负两端可得到交流输入电压两倍的输出电压。



1. 当负半周工作时，D1 导通，D2 截止，电源经 D1 向电容器 C1 充电，理想情况下，电容器 C1 可以充电到 V_m 。
2. 当正半周工作时，D1 截止，D2 导通，电源经 C1、D2 向 C2 充电，由于 C1 的 V_m 再叠加变压器副边的 V_m 使得 C2 充电最高可达 $2V_m$ （一般需要几个周期才能达到 $2V_m$ ）

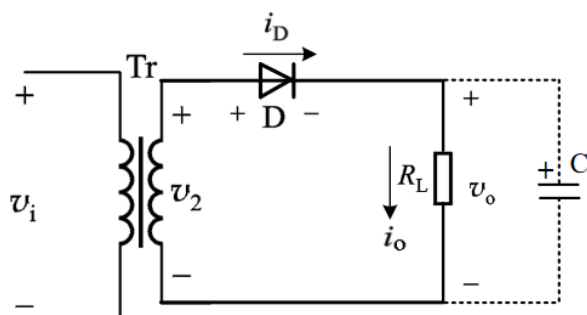
三、实验仪器

Rigol_MSO4054 数字示波器、模电实验箱（4 个 1N4007 二极管、 100Ω 、 $20K\Omega$ 、 $100K\Omega$ 电阻、 $0.1\mu F$ 、 $470\mu F$ 、 $100\mu F$ 电容）、万用表。

四、操作方法和实验步骤

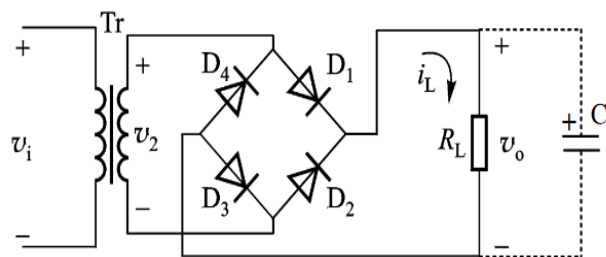
1. 半波整流电路：

- (1) 按右图所示电路接线，取变压器副边 12V 电压作为整流电路输出。
- (2) 取 $R_L = 100\Omega$ ，观察整流前后的波形并测量数据。
- (3) 分别取 $C = 100\mu F$ 和 $470\mu F$ ，观察滤波后的电路并测量数据。
- (4) 去掉 100Ω 电阻，观察滤波后的波形并测量数据



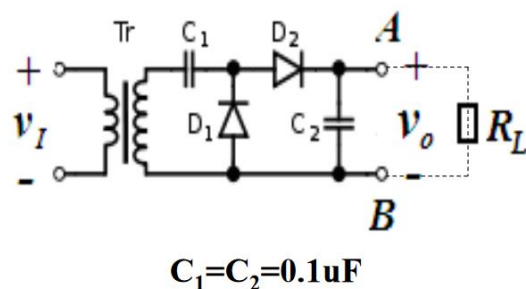
2. 全波整流电路：

- (1) 按右图所示电路接线，取变压器副边 12V 电压作为整流电路输出。
- (2) 取 $R_L = 100\ \Omega$ ，观察整流前后的波形并测量数据。
- (3) 分别取 $C = 100\ \mu\text{F}$ 和 $470\ \mu\text{F}$ ，观察滤波后的电路并测量数据。
- (4) 去掉 $100\ \Omega$ 电阻，观察滤波后的波形并测量数据



3. 倍压电路：

- (1) 按右图所示电路接线，取变压器副边 9V 电压作为整流电路输出。
- (2) AB 端口不接负载时，观察 AB 端口的波形，测量其直流分量。
- (3) AB 端口分别选用 $100\text{K}\ \Omega$ 和 $20\text{K}\ \Omega$ 的电阻，重复步骤 2。



五、实验数据记录与处理

1. 半波整流滤波电路

	V_2/V	V_o/V	V_o/V_2
$100\ \Omega$	12.57	5.85	0.465
$100\ \Omega // 100\ \mu\text{F}$	12.46	10.48	0.841
$100\ \Omega // 470\ \mu\text{F}$	12.30	13.64	1.109
$470\ \mu\text{F}$	12.71	17.11	1.346

2. 全波整流滤波电路

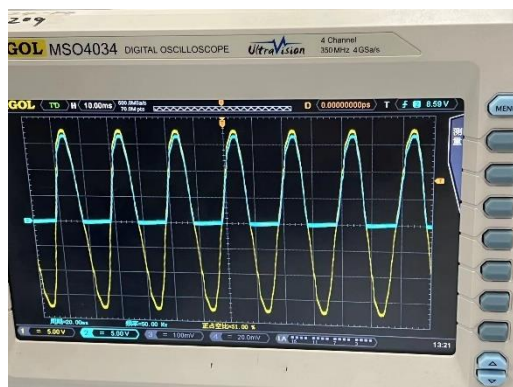
	V_2/V	V_o/V	V_o/V_2
$100\ \Omega$	12.47	11.03	0.885
$100\ \Omega // 100\ \mu\text{F}$	12.36	12.45	1.007
$100\ \Omega // 470\ \mu\text{F}$	12.36	14.32	1.159
$470\ \mu\text{F}$	12.76	16.49	1.292

3. 倍压电路

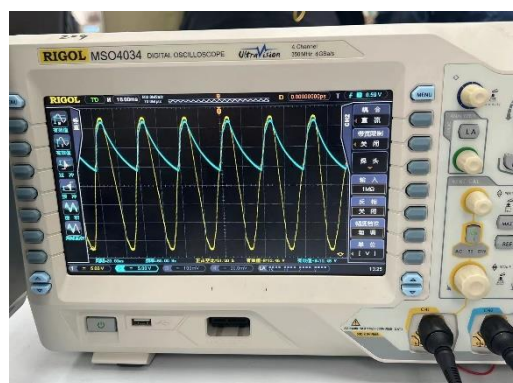
AB 端口	∞	$100\text{K}\ \Omega$	$20\text{K}\ \Omega$
电压/V	24.16	7.16	2.29

六、实验结果分析

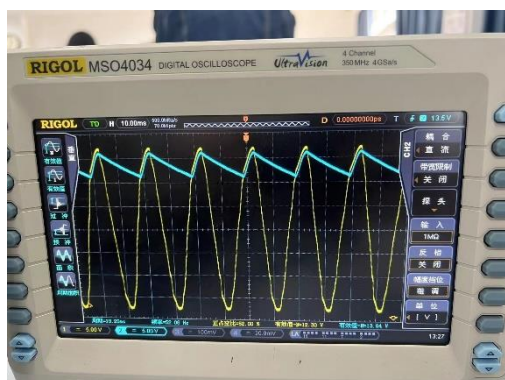
1. 半波整流电路



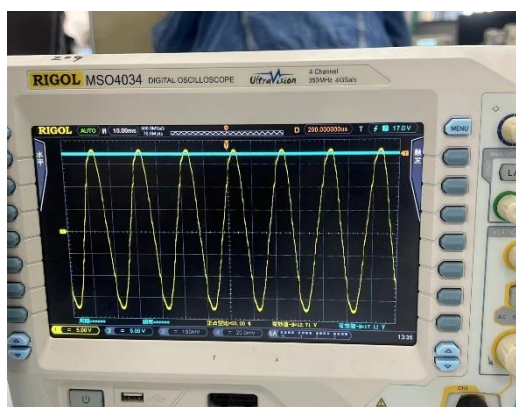
蓝色波形为整流后的波形，黄色波形为变压器副边的输入波形。可以看出，半波整流滤去了一半的波形，且 $V_o/V_2 = 0.465 \approx 0.45$ 符合实验原理部分的推导。



左图为 $100\ \Omega$ 电阻与 $100\ \mu\text{F}$ 电容并联时的波形图，蓝色波形为电阻两端的波形，黄色为变压器副边输入波形。可以看出，此时电阻两端的波形较未滤波处理时更加平整，输出电压的平均值也有所增加。

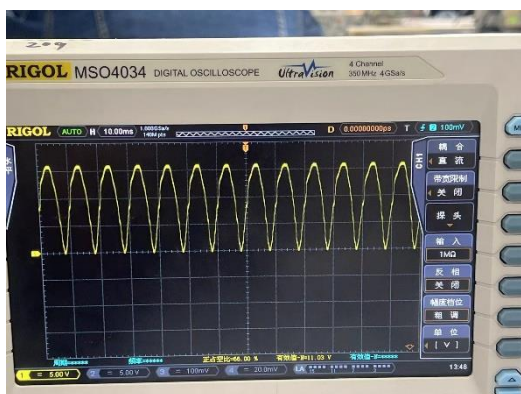


左图为 $100\ \Omega$ 电阻与 $470\ \mu\text{F}$ 电容并联时的波形图，蓝色波形为电阻两端的波形，黄色为变压器副边输入波形。此时电阻两端的波形较与 $100\ \mu\text{F}$ 并联处理时更加平整，这是由于时间常数 τ 增加，电容的放电过程更加缓慢。此外，输出电压也变得更大。

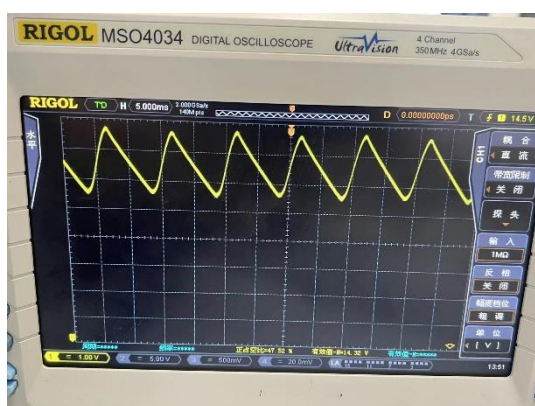


左图为 $100\ \Omega$ 电阻与 $470\ \mu\text{F}$ 电容并联时的波形图，蓝色波形为电容两端的波形，黄色为变压器副边输入波形。可以看出此时的波形在电容的作用下已几乎完全平整，而此时 $V_o/V_2 = 1.346$ ，也基本符合实验原理部分 $V_o/V_2 \approx 1.2$ 的结论。

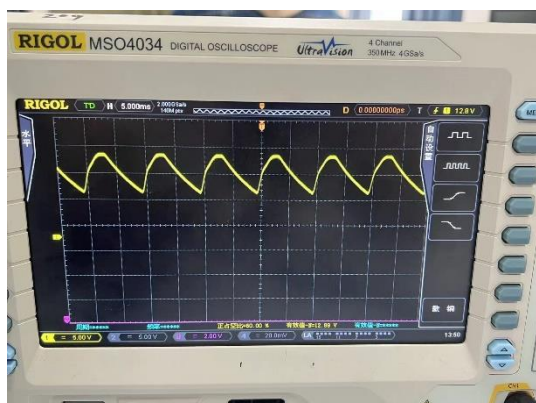
2. 全波整流电路



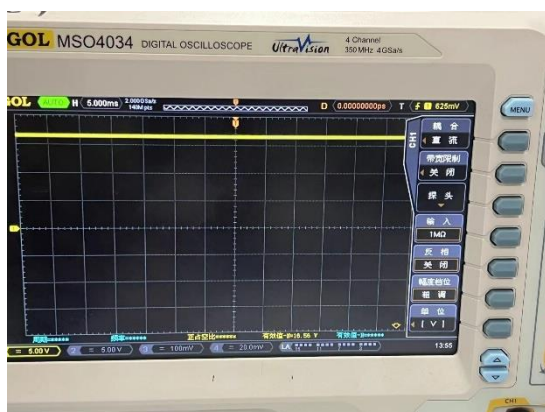
因桥式电路变压器端与电阻端的地不为同一个地，所以只能用示波器观察一侧的波形。黄色波形为全波整流后电阻的波形。可以看出，全波整流可以把完整的输入波形转换成同一极性输出，且 $V_O/V_2 = 0.885 \approx 0.9$ ，符合实验原理部分的推导。



左图为 $100\ \Omega$ 电阻与 $100\ \mu\text{F}$ 电容并联时的波形图，黄色波形为电阻上的波形变化。可以看出，在电容的作用下，波形较未滤波处理时更加平整，输出电压也有所增加。

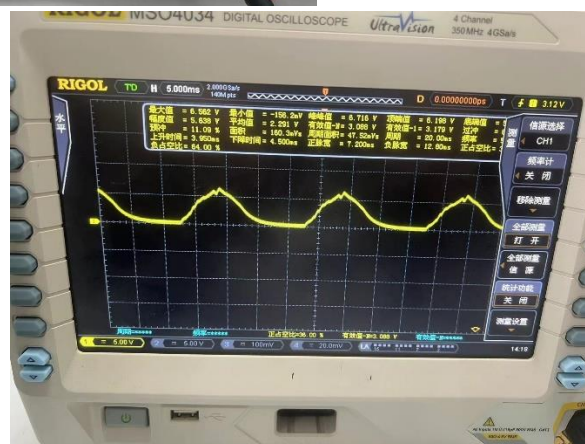
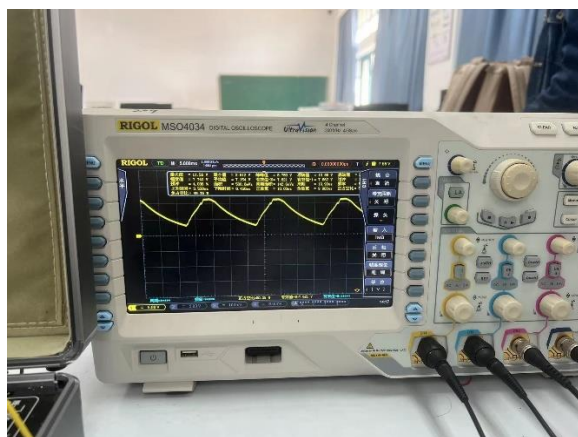
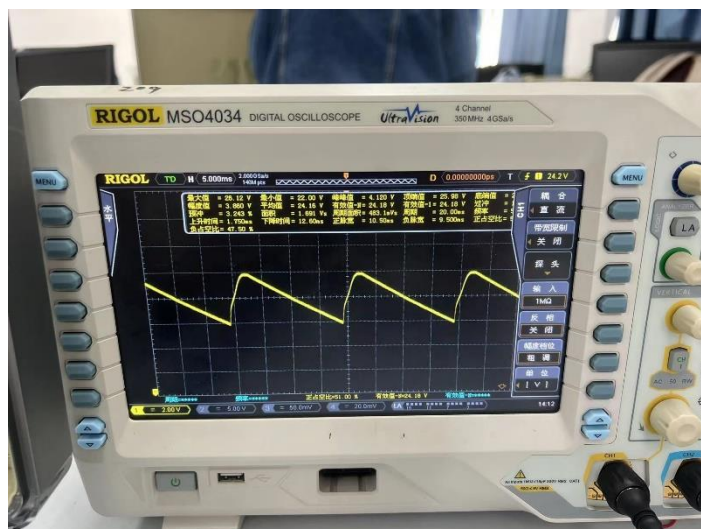


左图为 $100\ \Omega$ 电阻与 $470\ \mu\text{F}$ 电容并联时的波形图，黄色波形为电阻上的波形变化。可以看出，在电容的作用下，波形与 $100\ \mu\text{F}$ 电容并联时更加平整，这是因为 $\tau = RC$ 增大，电容放电过程更加缓慢。此外，输出电压变得更大。



左图为只有 $470\ \mu\text{F}$ 电容时的波形图，黄色波形为电容上的波形变化。可以看出，此时滤波后的波形已经几乎完全平整，且电容上的电压 $V_O/V_2 = 1.292$ ，符合实验原理部分 $V_O/V_2 \approx 1.2$ 的结论。

3. 倍压电路



最上面的波形图为 AB 端开路时的波形图，下面左侧的波形图为电阻为 $100\text{K}\Omega$ 时电阻上的波形，下面右侧的波形为电阻为 $20\text{K}\Omega$ 时电阻上的波形图。可以看出， $100\text{K}\Omega$ 时电路的时间常数较大，放电过程较缓慢，且电阻上的电压平均值较大，从数据中可得出 AB 开路时的电压约为变压器副端输入电压最大值的两倍，符合倍压电路的特征。

七、讨论、心得

通过本次实验，我明白了二极管的单向导电特性，明白了二极管在整流电路中发挥的作用，了解了桥式整流电路和半波整流电路的区别，明白了电容对于滤波电路的作用，知道了电容与电阻回路的时间常数越大，滤波后的电路越平整。同时，我也了解了倍压电路的工作原理并通过仿真完成了三倍压电路的设计与测量，对于整流滤波电路的应用也有了一定了解。

仿真：

