

# 浙江大学实验报告

课程名称：电路与模拟电子技术实验 指导老师：周晶 成绩：\_\_\_\_\_

实验名称：整流电路的研究 实验类型：模拟电子技术实验 同组学生姓名：\_\_\_\_\_

## 一、实验目的和要求

实验名：整流电路的研究

### 1. 实验目的：

- (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的应用。

### 2. 实验要求：

- (1) 设计一个半波整流电路，利用示波器观察输入输出信号波形的变化；
- (2) 设计一个全波整流电路，观察输入输出信号波形的变化以及滤波对输出电压的影响；
- (3) 设计一个倍压电路，使之输出电压呈 2 倍压、3 倍压增加。

## 二、实验内容和原理

### 实验内容：

选择元器件，搭建电路，完成以下输出电压的测量：

(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；

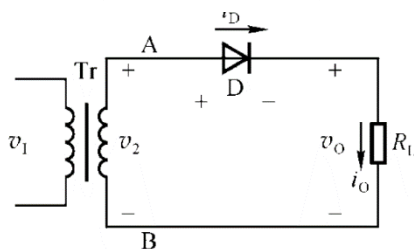
(2) 全波整流电路在输出接电阻、接电容以及电阻电容并联时，输出电压的测量；

(3) 倍压整流电路在输出接电阻、空载时，输出电压的测量；

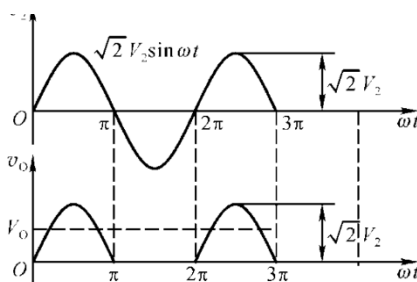
### 实验原理：

#### 1. 电压单向化：

1.1 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。只有一半的输出波形会形成输出。

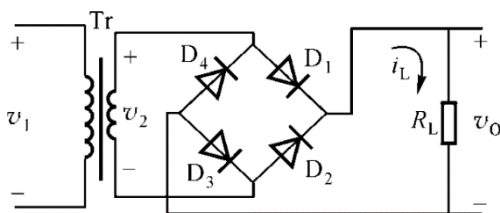


半波整流电路电路图

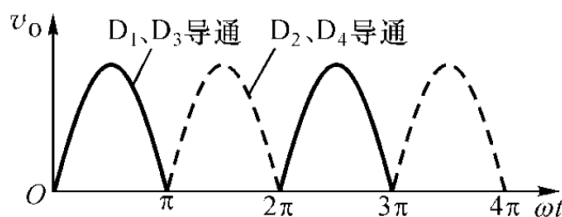


半波整流波形图

## 1.2 全波整流可以把完整的输入波形转成同一极性来输出



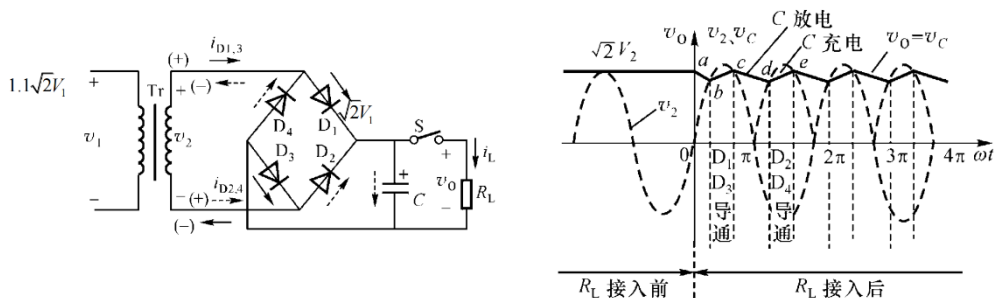
全波整流电路电路图



全波整流波形

## 2. 电压平滑化:

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。



PS:

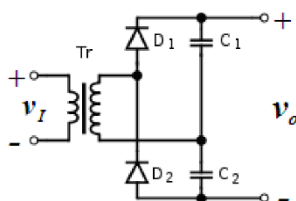
- (1) 通常按照滤波电路的放电时间常数  $RLC$  来确定电容为  $R_L C \geq (3-5) \frac{T}{2}$
- (2) 二极管承受的最高反向电压为  $\sqrt{2}V_2$  ;
- (3) 滤波电容应选用耐压应大于  $1.1\sqrt{2}V_2$ 。

对于稳压要求高的电路，后面还需要增加稳压环节。

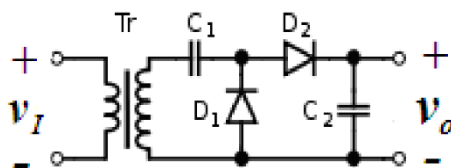
## 3. 倍压整流器:

3.1 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。

较为常见的电路有德隆电路和格赖纳赫电路（电路图如下）



德隆电路



格赖纳赫电路:

### 3.2 格赖纳赫电路：

负半周和正半周两个时间段，分析如下：

（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 C2 的电压需要几个周期后才会渐渐达到  $2V_m$ ，不是在半周期内即达到  $2V_m$ 。如果有一个负载并联在倍压器的输出端口，在负半周时间电容器 C2 上的电压会下降，但是在正半周会被充电达到  $2V_m$ 。

### 三、主要仪器设备

1.示波器；

2.信号发生器；

3.工具箱。

### 四、操作方法和实验步骤

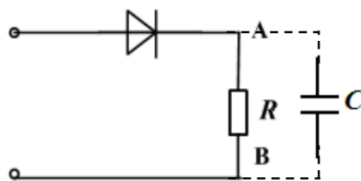
#### 1. 半波整流电路的研究：

选择信号源输出为  $V_{pp}=5V$ ；

1.1 当 AB 端口接电阻  $100k\Omega$  时，观察 AB 端口的波形与输入波形的变化，测量并记录其直流分量的大小；

1.2 当 AB 端口接电容  $470\mu F$  时，观察 AB 端口的波形与输入波形的变化，测量并记录其直流分量的大小；

1.3 当 AB 端口接电阻并联电容时，观察 AB 端口的波形与输入波形的变化，测量并记录其直流分量的大小。



半波整流电路实验电路图

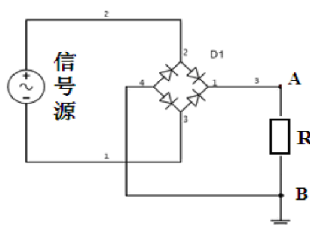
#### 2. 全波整流电路的研究（输出为信号源）：

选择信号源输出为  $V_{pp}=5V$ ；

2.1 当 AB 端口接电阻  $100k\Omega$  时，观察 AB 端口的波形与输入波形的变化，测量并记录其直流分量的大小；

2.2 当 AB 端口接电容  $470\mu F$  时，观察 AB 端口的波形与输入波形的变化，测量并记录其直流分量的大小；

2.3 当 AB 端口接电阻并联电容时，观察 AB 端口的波形与输入波形的变化，测量并记录其直流分量的大小。



全波整流电路（输出为信号源）实验电路图

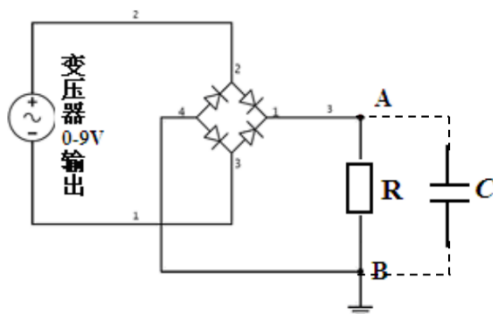
#### 3. 全波整流电路的研究（输出为变压器 0~9V）：

选择变压器输出为 0-9V 输出；

3.1 当 AB 端口接电阻  $100k\Omega$  时，观察 AB 端口的波形与输入波形的变化，测量并记录其直流分量的大小；

3.2 当 AB 端口接电容  $470\mu F$  时，观察 AB 端口的波形与输入波形的变化，测量并记录其直流分量的大小；

3.3 当 AB 端口接电阻并联电容时，观察 AB 端口的波形与输入波形的变化，测量并记录其直流分量的大小。

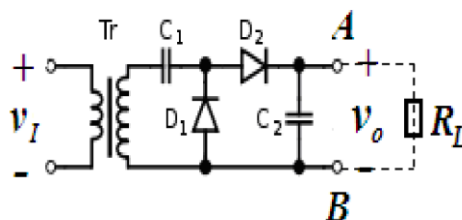


全波整流电路（输出为变压器 0~9V）电路图

4. 倍压整流器电路研究（格赖纳赫电路）

4.1 AB 端口不接负载电阻时，观察 AB 端口的波形，测量并记录其直流分量的大小；

4.2 AB 端口接入负载电阻 100kΩ 时，观察 AB 端口的波形，测量并记录其直流分量的大小；



$$C_1 = C_2 = 470\mu$$

倍压整流电路（格赖纳赫电路）电路图

## 五、实验数据记录和处理

A. 半波整流电路的研究：

AB 端口	R	C	RC
测量值	636.4mV	2.033V	1.962V

相对应的波形见六中所示

B. 全波整流电路的研究（输出为信号源）：

AB 端口	R	C	RC
测量值	663.4mV	2.065	1.986

相对应的波形见六中所示

C. 全波整流电路的研究（输出为变压器 0~9V）：

AB 端口	R	C	RC
测量值	7.511V	12.34V	12.12V

相对应的波形见六中所示

D. 倍压整流电路（格赖纳赫电路）：

AB 端口	R	C	RC
测量值	24.20V	25.87V	25.63V

相对应的波形见六中所示

## 六、实验结果与分析

# 1. 半波整流电路的研究：

(1) AB 两端接入 100kΩ 电阻时 AB 端口波形：

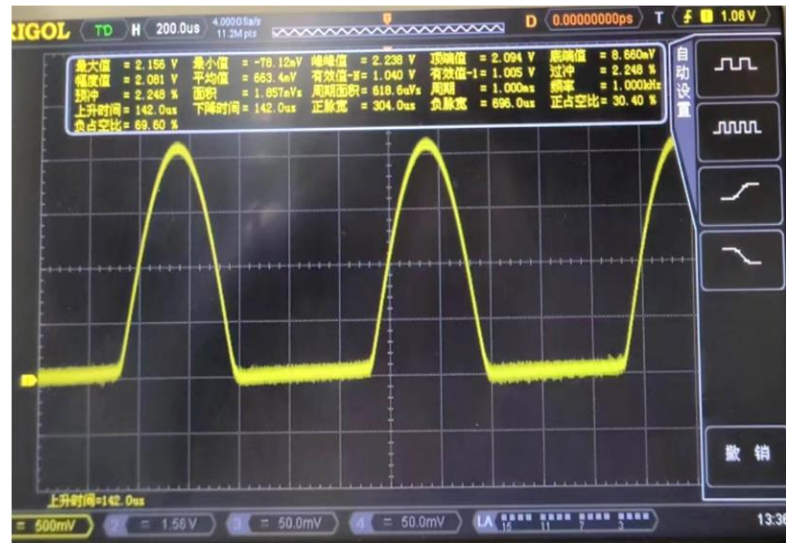


图 1

$$\text{理论值: } V_o = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi \sqrt{2}V_2 \sin \omega t d(\omega t) = \frac{\sqrt{2}}{\pi} V_2 \approx 0.45 V_2$$

$V_o/V_2 = 0.6364 / (2.5/1.414) = 0.36$ ，数值和波形都基本符合理论

(2) AB 两端接入 470 μF 电容时 AB 端口波形：



图 2

$$\text{理论值: } V_o \approx 1.2V_2$$

$V_o/V_2 = 2.031 / (2.5/1.414) = 1.1312$ ，波形和数值都基本符合理论

(3) AB 两端接电阻并联电容时 AB 端口波形：



图 3

分析：与（2）相比，由于电容两端并联了电阻，一个周期内会对 R 放电，但 R 很大（100kΩ），所以有效值略有减小

2. 全波整流电路的研究（输出为信号源）：

(1) AB 两端接入 100kΩ 电阻时 AB 端口波形：

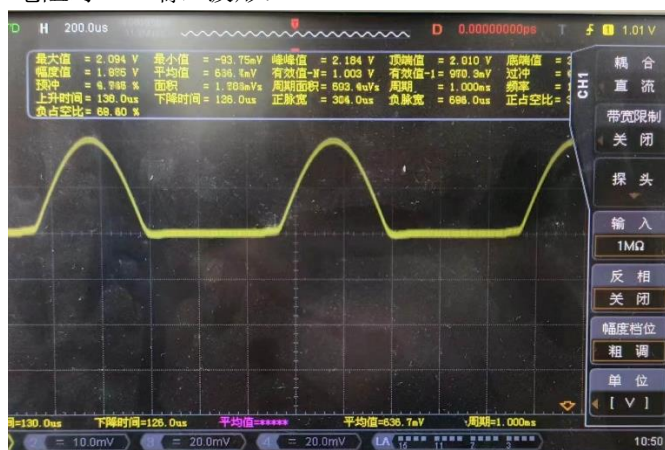
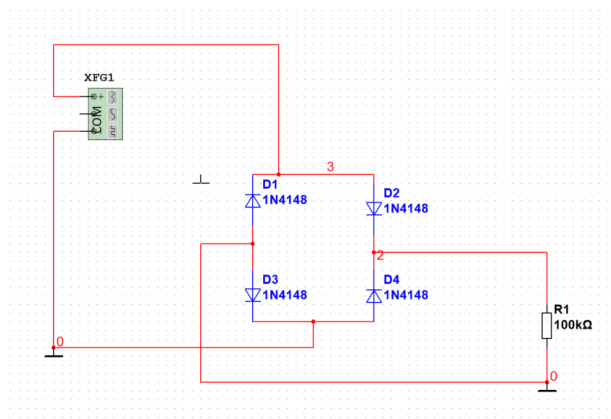


图 4

分析：理论上，我们应该观察到全波整流的波形，但是我们观察到的结果和半波整流无异！实际上，实验室的信号源与示波器是预先共地连接的，当将示波器的接在 R 两端时，相当于直接将信号源的负极也接到了电路实际的 GND 上（如下图），这将导致：D<sub>1</sub>、D<sub>3</sub>、D<sub>4</sub>全都被短路。于是构成了信号源、单个二极管（D<sub>2</sub>）、R 构成的串联回路，与实验一完全一致！（2）（3）类似，不再赘述





(2) AB 两端接入  $470\ \mu\text{F}$  电容时 AB 端口波形：



图 5

(3) AB 两端接电阻并联电容时 AB 端口波形：



图 6

3. 全波整流电路的研究（输出为变压器 0~9V）：

(1) AB 两端接入  $100\text{k}\Omega$  电阻时 AB 端口波形：

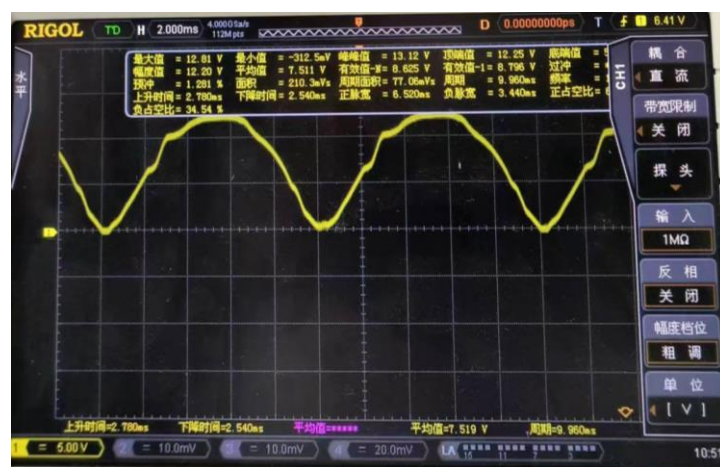


图 7

这一次更换试验箱上变压器提供的 9V 交流电源作为输入，由于其不与示波器共地，虽然图形有些毛刺不算光滑（推测是实验箱上的四个二极管没有全部正常工作，因为我一开始使用的试验箱上二极管有很大的问题，实验一都无法正常完成。），也算得到了正确的波形图。（图 7）

理论值： $V_O \approx 0.9V_2$

$V_O/V_2 = 7.511/9 = 8.35$ ，波形和数值都基本符合理论

(2) AB 两端接入  $470\mu F$  电容时 AB 端口波形：

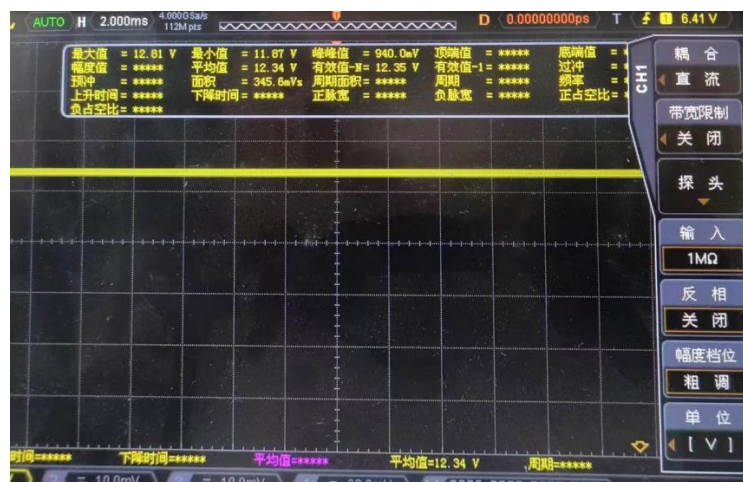


图 8

理论值： $V_O \approx 1.2V_2$

$V_O/V_2 = 12.34 / 9 = 1.37$ ，波形和数值都基本符合理论

(3) AB 两端接电阻并联电容时 AB 端口波形：

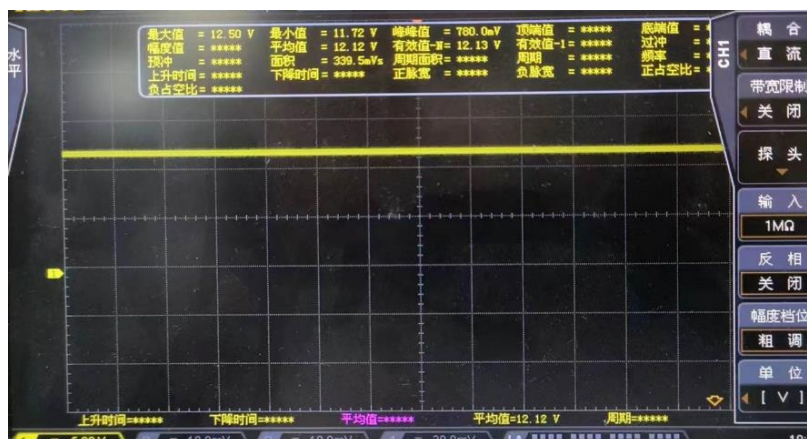


图 9

分析：与（2）相比，由于电容两端并联了电阻，一个周期内会对 R 放电，但 R 很大（ $100k\Omega$ ），所以有效值略有减小



#### 4. 倍压整流电路（格赖纳赫电路）：

(1) AB 两端接入  $100\text{k}\Omega$  电阻时 AB 端口波形：



图 10

$V_O/V_2 = 2.688$ ，理论值为 2.828（即开路电压为  $2V_m$ ），实验值与理论值接近。  
(2) AB 两端不接 R（开路）：



图 11

观察发现，输入的正弦交流电压经过整流后非常光滑，示波器上观察近似为直线。

且  $V_O/V_2 = 2.874$ ，理论值为 2.828（即开路电压为  $2V_m$ ），实验值与理论值接近。

#### 七、讨论、心得

心得：

- (1) 这次实验被仪器折磨得死去活来，第一个实验的波形无论如何都观测不出来，请同学检查了几次电路都没发现问题，大概花了 45 分钟才想到换实验箱，这才解决问题。这给我提供了一个很好的以后解决模电实验遇到的问题的思路。
- (2) 学习了半波、全波整流电路和倍压整流电路相关理论。通过搭建电路，观察对应波形深入握了他们的原理。
- (3) 信号源+示波器不能正确反应全波整流电路的特殊情况是一个很好的例子，如果周老师不点醒我们，我可能永远也不会想到这个原因。以后，在使用相关仪器的时候，不能先入为主，而是要弄清楚各个仪器的地接在哪里，相互之间有没有影响。