

浙江大学

物理实验报告

实验名称：组装整流器

指导教师：房若宇

信箱号：60

专 业：自动化(控制)

班 级：控制1901

姓 名：孟世元

学 号：3190104700

实验日期：10月15日 星期四上/下午



【实验目的】

1. 根据实验室提供的元件, 完成各种整流电路的设计
2. 熟悉掌握电子示波器的使用, 了解一些常用电子元件的使用方法
3. 了解滤波器的作用, 以及整流电路和滤波电路的功能

【实验原理】 (电学、光学画出原理图)

1. 单相半波整流电路 (如图1所示)

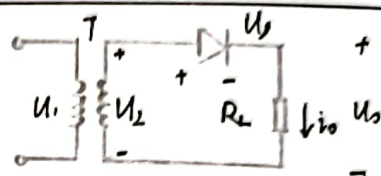


图1

U_1 为 220V/50Hz 交流电, T 为变压器, 在交流电压 U_2 正半周, 二极管 U_D 上作用着正电压, 正向导通。在忽略正向压降的情况下, 负载上电压 U_o 应该等于输入电压 U_2 的一半。负半周, 二极管作用着反向电压。二极管反向不导通, 电路中无电流, 负载 R_L 无电压, 交流电压负半周全部作用在二极管上, 反向电压 $U_{Rmax} = \sqrt{2} U_2$ 。负载上输出平均电压理论值 $U_o = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t d(\omega t) = 0.45 U_2$

2. 单相全波整流电路 (如图2所示)

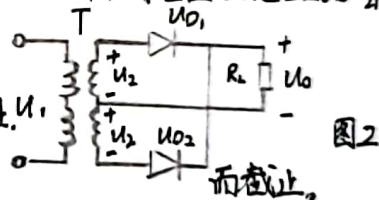


图2

在交流电压 U_2 的正半周, U_{D1} 导通, U_{D2} 承受反向电压截止。 U_1 在交流电压 U_2 的负半周, U_{D2} 导通, U_{D1} 承受反向电压而截止。二极管承受反向电压为 $U_{Rmax} = 2\sqrt{2} U_2$ 。负载上输出平均电压理论值 $U_o = U_L = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t d(\omega t) = 0.9 U_2$

特点: 在一个周期内两个二极管轮流导通, 每个二极管承受反向电压增加到原来两倍, 但是输出电压平均值提高, 脉动程度降低, 电路结构复杂了。

3. 单相桥式整流电路 (如图3所示)

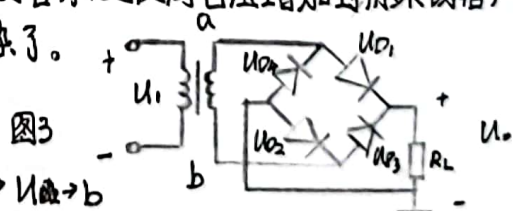


图3

在交流电压 U_2 正半周, 导通电路为: $a \rightarrow U_{D1} \rightarrow R_L \rightarrow U_{D4} \rightarrow b$
在交流电压 U_2 负半周, 导通电路为: $b \rightarrow U_{D3} \rightarrow R_L \rightarrow U_{D2} \rightarrow a$ 。无论哪个半周期, R_L 电压均上正下负。二极管承受反向电压 $U_{Rmax} = \sqrt{2} U_2$ 。负载上输出平均电压理论值 $U_o = U_L = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t d(\omega t) = 0.9 U_2$

4. RC 滤波电路 (如图4所示)

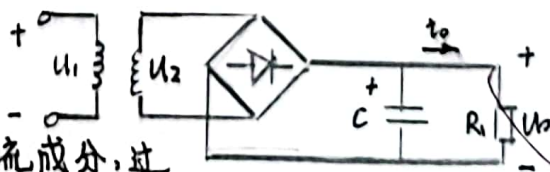


图4

为了减小整流电路输出电压的脉动, 可以利用电容的充放电作用, 提高输出电压中的直流成分, 滤掉其中的交流分量。常见的有 RC 滤波和 LC 滤波。电容充放电作用可以抑制其两端的电压变化, 因此把电容和电阻并联, 就可以提高负载电阻两端的电压的直流成分。一般电容滤波电路带负载能力较差, 一般只适合于负载电流较小场合。电感滤波适用于输出电流大的场合, 但电感容易被干扰, 且体积比电容大。



【实验内容】（重点说明）

1. 根据需要设计半波整流电路、全波整流电路以及桥式整流电路。用示波器观察整流电路中整流前后电压的波形，观察二极管承受反向电压波形，并用示波器测量输入电压的峰-峰值，整流后电压的峰值。
2. 根据整流电路中电压定义以及波形因素，计算出整流前的电压有效值，整流后的电压平均值，再和理论值相比较，并分析实测值和理论值有差异的原因。
3. 添加电容，观察 RC 滤波电路对电压波形的影响。

【实验器材及注意事项】

实验器材 一本实验采用晶体二极管作为整流元件，主要参数有：

- (1) 最大整流电流 I_F (2) 反向电流 I_R (3) 最高反向工作电压 U_{RM}

整流电路中各电压定义以及波形因素有：

- (1) 峰-峰值电压 U_{p-p} (2) 峰值电压 U_p (3) 平均值电压 $\bar{U} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$

- (4) 有效值电压 $U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$ (5) 波形系数 $K_F = \frac{U}{\bar{U}}$ (6) 波峰系数 $K_p = \frac{U_p}{\bar{U}}$

- (7) 脉动系数：流过负载脉动电压包含直流和交流分量，可以将脉动电压做傅利叶分析，此时谐波分量中二次谐波幅度最大。脉动系数 S 定义为二次谐波幅值和平均值比值，对桥式电路有 $U_o = \frac{U_m}{\pi} \left(\frac{2}{\pi} - \frac{4}{9\pi} \cos 2\omega t - \frac{4}{15\pi} \cos 4\omega t + \dots \right)$

注意事项 1. 使用变压器不能使变压器短路，
 $S = \left(\frac{4\sqrt{2}U_m}{9\pi} \right) / \left(\frac{2\sqrt{2}U_m}{\pi} \right) = \frac{2}{3}$
 否则易烧坏变压器

2. 注意负载电阻的大小，应根据电路选择合适的负载，否则易损坏负载电阻。

3. 用示波器观察电路中各个波形时，应注意示波器电路连接。



【数据处理与结果】

求K公式为

$$K = \frac{\text{输出电压平均值}}{\text{输入电压有效值}}$$

1. 单相半波整流电路

$$\text{输入电压有效值} = \frac{U_{P-P}}{2\sqrt{2}} = \frac{35.60}{2\sqrt{2}} V = 12.59 V$$

$$K = \frac{5.046}{12.59} = 0.41$$

$$\text{与书上理论值相比} \quad \frac{|K_0 - K|}{K_0} \times 100\% = \frac{|0.45 - 0.41|}{0.45} \times 100\% = 8.9\%$$

数据偏小 8.9%

2. 单相全波整流电路

$$\text{输入电压有效值} = \frac{U_{P-P}}{2\sqrt{2}} = \frac{18.80}{2\sqrt{2}} V = 6.65 V$$

$$K = \frac{5.076}{6.65} = 0.76$$

$$\text{与书上理论值相比} \quad \frac{|K_0 - K|}{K_0} \times 100\% = \frac{|0.9 - 0.76|}{0.9} \times 100\% = 15.6\%$$

数据偏小 15.6%

3. 单相桥式整流电路

$$\text{输入电压有效值} = \frac{U_{P-P}}{2\sqrt{2}} = 12.59 V$$

$$K = \frac{10.02}{12.59} = 0.80$$

$$\text{与书上理论值相比} \quad \frac{|K_0 - K|}{K_0} \times 100\% = \frac{|0.9 - 0.80|}{0.9} \times 100\% = 11.1\%$$

数据偏小 11.1%



【误差分析】

1. 实测值与理论值相比都偏小, 那是因为理论值推导时只考虑负载为电阻的理想情况, 输入电压峰-峰值测量变压器两端电压, 输出电压测量电阻, 然而这两者之间的二极管、导线上也可能存在分压, 因此实测值是会低于理论值
2. 导通时二极管正向电压在 $0.6 \sim 0.7V$ 不变, 因此增大变压器输出的输入电压可以减小这部分分压的相对比重, 提高测量精确度
3. 本实验读取数据全都由示波器~~读取~~显示, 相对来说此部分误差较小。读取时数据跳动因此选择波动范围中^最的数值, 可能会产生误差

【实验心得及思考题】

思考题

1. 总结不同的整流电路和不同滤波电路的利弊

单相半波整流电路: 优点是电路结构简单, 但

单相全波整流电路: 优点是输出电压平均值^{增加}到两倍, 电路结构复

单相桥式整流电路: 优点是输出电压平均值

RC 滤波电路: 优点是方便快捷, 且性能稳定

LC 滤波电路: 优点是适用于输出电流较大的

2. 整流和滤波的目的是什么?

由于发电机产生、电网运输的都为交流电,

将交流电经整流电路变为直流电, 再经滤

整流和滤波的目的是把波动的交流信号变

3. 如何根据需求选择合适的整流电路?

首先看自己所持有的仪器数量, 半波、全波、桥式整流电路所需二极管分别为 1 个、2 个、4 个, 若二极管数量不足则无法选择较复杂电路。若二极管反向击穿电压小, 则推荐使用桥式电路。若对负载功率要求高, 负载电压应尽可能大, 则选择全波和桥式整流较好, 最好是桥式整流电路。若需要整流后电路电压脉动程度尽可能小, 则不要选择单相半波整流电路, 选择全波整流和桥式整流电路。

实验心得

1. 本实验不算非常复杂, 让我认识到了不同^{降低误差}

整流和滤波电路的功能与特点, 收获较^大

2. 中间在使用示波器测量输出电压平均值时, 读数与我心算的预期值相差较大。回想^{小时}

师示范操作后我发现是由于我在整流后没有^{理想}

把示波器模式调为直流, 在调直后^{发现}

3. 本次实验中桥式电路的巧妙设计给我留下了^要

很深印象。电路元件排列整齐且工作高效, ^以

让我有种物理学在冷硬由计算之外还蕴含^{有设计感}

着某种艺术或是美学由灵感闪光。虽然不^{但很}

4. 本次实验中桥式电路的巧妙设计给我留下了^要

很深印象。电路元件排列整齐且工作高效, ^以

让我有种物理学在冷硬由计算之外还蕴含^{有设计感}

着某种艺术或是美学由灵感闪光。虽然不^{但很}

5. 本次实验中桥式电路的巧妙设计给我留下了^要

很深印象。电路元件排列整齐且工作高效, ^以

让我有种物理学在冷硬由计算之外还蕴含^{有设计感}

着某种艺术或是美学由灵感闪光。虽然不^{但很}

6. 本次实验中桥式电路的巧妙设计给我留下了^要

很深印象。电路元件排列整齐且工作高效, ^以

让我有种物理学在冷硬由计算之外还蕴含^{有设计感}

着某种艺术或是美学由灵感闪光。虽然不^{但很}



3. 本实验读取数据全都由示波器~~记录~~显示
因此选择波动范围中^末端的数值, 可能会产

【实验心得及思考题】

思考题

1. 总结不同的整流电路和不同滤波电路的利弊

单相半波整流电路: 优点是电路结构简单, 缺点是二极管承受反向电压大, 输出电压脉动大, 效率低, 变压器

单相全波整流电路: 优点是输出电压平均值提高, 脉动程度降低; 缺点是二极管反向电压增加到两倍, 电路结构复杂了, 而且需要变压器有中心抽头, 更复杂了

单相桥式整流电路: 优点是输出电压平均值高, 脉动程度低, 且二极管反向电压小; 缺点是电路

RC滤波电路: 优点是方便快捷, 且性能稳定。缺点是带负载能力较差, 一般只适合于负载电流小时

LC滤波电路: 优点是适用于输出电流较大的场合, 缺点是电感易被干扰, 且体积大

2. 整流和滤波的目的是什么?

由于发电机产生、电网运输的都为交流电, 因此在需要用到直流电源的场合下, 我们需要将交流电经整流电路变为直流电, 再经滤波电路将脉动直流中的交流成分滤除。所以整流和滤波的目的是把波动的交流信号转为稳定的直流信号

3. 如何根据需求选择合适的整流电路?

首先看自己所持有的仪器数量, 半波、全波、桥式整流电路所需二极管分别为1个、2个、4个, 若二极管数量不足则无法选择较复杂电路。若二极管反向击穿电压小, 则推荐使用桥式电路。若对负载功率要求高, 负载电压应尽可能大, 则选择全波和桥式整流较好, 最好是桥式整流电路。若需要整流后电路电压脉动程度尽可能小, 则不要选择单相半波整流电路, 选择全波整流和桥式整流电路。



【数据记录及草表】

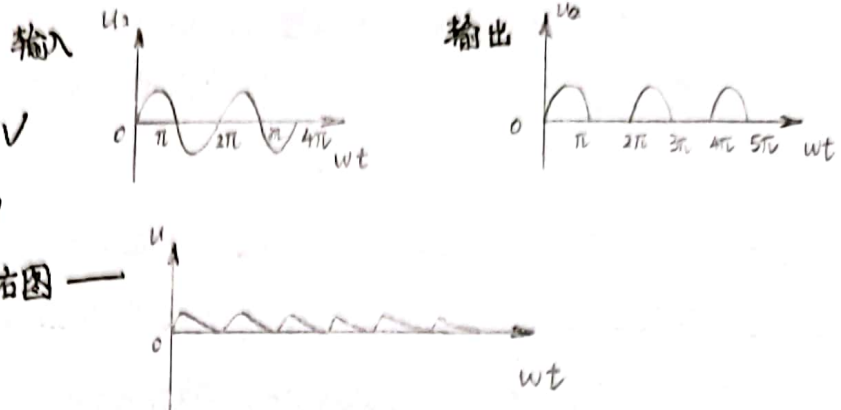
1. 单相半波整流电路

输入电压峰-峰值 $35.60V$

输出电压平均值 $5.046V$

在并联电容后波形影响如右图——

并联电容 $47\mu F$

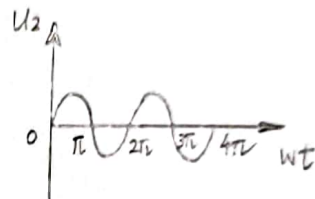


2. 单相全波整流电路

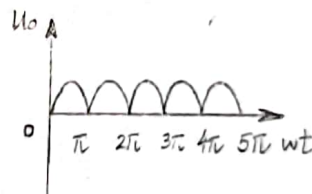
输入电压峰-峰值 $18.80V$

输出电压平均值 $5.076V$

输入波形



输出波形

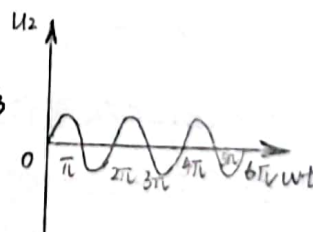


3. 单相桥式整流电路

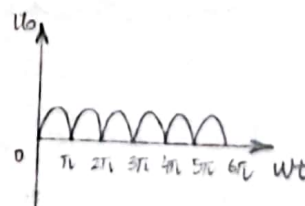
输入电压峰-峰值 $35.60V$

输出电压平均值 $10.02V$

输入波形



输出波形



教师签字:

房 10122

