课程编号 1800440001(86)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称： 大学物理实验（1）**

**实验名称： 基于Multisim的电源设计**

**指导教师： 敬守勇**

**报 告 人： 学号：**

**学 院： 计算机与软件学院**

**实验地点： 致原楼 309 室 组号： 01**

**实验时间： 2025 年 03 月 27 日**

**提交时间： 2025 年 04 月 03 日**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1、学习Multisim的软件使用。  2、了解直流稳压电源的组成和变压器、整流电路、滤波电路、稳压电路等的工作原理。  3、使用Multisim软件设计直流稳压电源。 |
| 1. **实验原理**   2.1直流稳压电源的组成    图1 电源的基本组成  电源变压器: 将交流电网电压u1变为合适的交流电压u2。  整流电路: 将交流电压u2变为脉动的直流电压u3。  滤波电路: 将脉动直流电压u3转变为平滑的直流电压u4。  稳压电路: 清除电网波动及负载变化的影响,保持输出电压uo的稳定。  2.2整流电路  作用：把交流电压转变为直流脉动的电压。  整流电路分类：单相、三相；半波、全波；桥式、倍压整流；二极管、可控硅。  （1）单相半波整流电路    图2(a) 电路图 图2(b) 波形图  根据图(b)可知，输出电压在一个工频周期内，只是正半周导电，在负载上得到的是半个正弦波。负载上输出平均电压为  流过负载和二极管的平均电流为  二极管所承受的最大反向电压为  （2）单相桥式整流电路    图3(a) 桥式整流电路图 图3(b) 波形图  输出电压是单相脉动电压。通常用它的平均值与直流电压 等效。输出平均电压为  流过负载的平均电流为  流过二极管的平均电流为  二极管所承受的最大反向电压为  单相桥式整流电路的效率较高，总体性能优于单相半波和全波 整流电路，故广泛应用于直流电源之中。  2.3滤波电路  滤波电路的结构特点: 电容与负载RL并联，或电感与负载RL串联。  电容滤波：适用于小电流，电流越小滤波效果越好。  电感滤波：适用于大电流，电流越大滤波效果越好。  （1）电容滤波  现以单相桥式电容滤波整流电路为例来说明。  电容滤波电路如图所示，在负载电阻上并联了一个滤波电容C。    图4(a) 电容滤波电路 图4(b) 波形图    图5 电容滤波原理变化图  第一段：u2上升，u2大于电容上的电压uc，u2对电容充电，uo= uc ≈ u2  第二段：u2下降，u2小于电容上的电压。二极管承受反向电压而截止。电容C通过RL放电，uc按指数规律下降，时间常数τ = RLC  （2）电感滤波  利用储能元件电感器Ｌ的电流不能突变的性质，把电感 Ｌ与整流电路的负载ＲL相串联，也可以起到滤波的作用。    图6(a) 电感滤波电路 图6 (b) 波形图  2.4稳压电路  稳压电路的作用:    图7 稳压电路作用示意图  稳压电路的类型:  按调整管与负载的接法分并联型稳压电路和并联型稳压电路。  按调整管的工作状态分线性稳压电路和开关稳压电路。  按线性集成稳压电路分三端固定输出和三端可调输出。    图8 LM7805稳压器接线图  注意：图8所示为常见稳压器接线图。其中，C1为抗干扰电容，C0为防自激电容，1端电压不大于35V，2端电压为5V，输入与输出端之间的电压不得低于2V！ |
| 1. **实验仪器**   LM7805稳压器  Multisim  实验室常见直流电源 |
| **四、实验内容与步骤**  1、单相半波整流电路和全波桥式整流电路的观察和记录，并分析二者的输出平均电压。  仿真实验1：单相半波整流    图9 仿真电路图    图10(a) 仿真电流图1 图10(b) 仿真电流图2  也可以只截曲线图，然后标出峰值    图11(a) 曲线图1 图11(b) 曲线图2  仿真实验2：桥式整流    图12 仿真电路图    图13 仿真电流图  2、电容滤波电路的观察和记录，分别讨论RL（取3个值）值和C值（取3个值）对输出电压数值（平均电压）和滤波效果（纹波电压）的影响。  仿真实验3：电容滤波    图14 仿真电路图    图15 10μf滤波效果    图16 100μf滤波效果    图17 1000μf滤波效果  3、完成+5V直流稳压电源的电路实现，记录稳压器输入、输出波形。  仿真实验4：+5V稳压电源    图18 仿真电路图及输入、输出波形图 |
| **五、数据记录（原始数据整理）**  见附表 |
| **六、数据处理**  1、单相半波整流电路    图19 单相半波整流电路图    图20(a) 单相半波整流波形图 图20(b) 单相半波整流源信号图  其中电源为 220V、50Hz 的直流电源，电阻 = 1kΩ，此时记录峰值为30.367V。由实验原理可知，单相半波整流电路的负载上输出平均电压为  记波形图的峰值电压为 Vm，则单相半波整流电路的负载上输出平均电压为  代入数据，Vm = 30.367(V), π = 3.141  Vo = 30.367/3.141 = 9.668(V)  2. 单相桥式整流电路    图21 单相桥式整流电路图    图22 单相桥式整流波形图  其中电源为 220V、50Hz 的直流电源，电阻 = 1kΩ。此时记录峰值为29.652V  由实验原理可知，单相桥式整流电路的负载上输出平均电压为  记波形图的峰值电压为 Vm，则单相半波整流电路的负载上输出平均电压为  代入数据，Vm = 29.652(V), π = 3.141  Vo = 2\*(29.652)/3.141 = 18.881 (V)  3.电容滤波  将电容滤波的波形图近似看成三角形波， 则波峰和波谷两处电压之差的变化程度，可以反映出输出平均电压变化程度。  这里用电压峰的高度差△V (波峰和波谷两处电压之差) 代替输出平均电压Vo。记波谷电压为 Vm，波峰电压为 Vg，则  电压峰的高度差为△V = Vm-Vg  纹波电压为 Vr = (Vm-Vg)/[(Vm+Vg)/2]  以 R1=1k𝜴 , C1=10μf 为例，电容滤波的电路图如下    图23 电容滤波电路图  3.1保持电阻不变，改变电容大小  情况1：R1=1k𝜴 , C1=10μf，此时峰值记录为29.536V，峰谷记录为16.667V    图24 C1=10μf 的输出波形图  电压峰的高度差 △V = Vm-Vg = 29.536-16.667 = 12.869V  纹波电压 Vr = (Vm-Vg)/[(Vm+Vg)/2] = (29.536-16.667)/[( 29.536+16.667)/2] = 0.557V  情况2：R1=1k𝜴 , C1=100μf，此时峰值记录为29.750V，峰谷记录为27.454V    图25 C1=100μf 的输出波形图  电压峰的高度差 △V = Vm-Vg = 29.750-27.454 = 2.296V  纹波电压 Vr = (Vm-Vg)/[(Vm+Vg)/2] = (29.750-27.454)/[( 29.750+27.454)/2] = 0.080V  情况3：R1=1k𝜴 , C1=1000μf，此时峰值记录为29.450V，峰谷记录为29.223V    图26 C1=1000μf 的输出波形图  电压峰的高度差 △V = Vm-Vg =29.450-29.223 = 0.227V  纹波电压 Vr = (Vm-Vg)/[(Vm+Vg)/2] = (29.450-29.223)/[( 29.450+29.223)/2] = 0.007V  3.2 保持电容不变，改变电阻大小  情况1：R1=0.5k𝜴 , C1=100μf    图27 R1=0.5k𝜴 的输出波形图  电压峰的高度差 △V = Vm-Vg = 29.489-25.529 =3.960V  纹波电压 Vr = (Vm-Vg)/[(Vm+Vg)/2] = (29.489-25.529)/[( 29.489+25.529)/2] =0.144V  情况 2：R1=1k𝜴 , C1=100μf    图28 C1=100μf 的输出波形图  电压峰的高度差 △V = Vm-Vg = 29.750-27.454 = 2.296V  纹波电压 Vr = (Vm-Vg)/[(Vm+Vg)/2] = (29.750-27.454)/[( 29.750+27.454)/2] = 0.080V  情况 3：R1=2k𝜴 , C1=100μf    图29 C1=100μf 的输出波形图  电压峰的高度差 △V = Vm-Vg = 29.673-28.498 =1.175V  纹波电压 Vr = (Vm-Vg)/[(Vm+Vg)/2] = (29.673-28.498)/[( 29.673+28.498)/2] =0.040V  4.稳压电路  电路图如下，其中电源为 220V、50Hz 的直流电源， 电阻 = 1k𝜴, 电容 C1=1000μf， C2=0.33μf， C3=0.33μf    图30 稳压电路电路图    图31 稳压电路波形图  电压峰的高度差 △V = Vm-Vg = 2.156μV  纹波电压 Vr = (Vm-Vg)/[(Vm+Vg)/2] = 0 |
| **七、结果陈述（含实验总结）**  **在电容滤波中，不同的R、C值对电容滤波的效果有不同影响：**  表1 不同 C1 下的输出平均电压   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 电容 C1/ μf | **10** | **100** | **1000** | | 电压峰的高度差 △V/V | 12.869 | 2.296 | 0.227 | | 纹波电压 Vr | 0.557 | 0.080 | 0.007 |   分析可知，当 R 值不变时 C 值越大电容滤波的电压峰的高度差和纹波电压越小，电容滤波效果越好。 即当 R 值不变时 C 值越大电容滤波的输出平均电压和纹波电压越小，电容滤波效果越好。  表 2 不同 R1 下的输出平均电压   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 电阻 R1/ k𝜴 | **0.5** | **1** | **2** | | 电压峰的高度差 △V/V | 3.960 | 2.296 | 1.175 | | 纹波电压 Vr | 0.144 | 0.080 | 0.040 |   分析可知，当 C 值固定时 R 值越大，电容滤波的电压峰的高度差和纹波电压越小，电容滤波效果越好。 即当 C 值固定时 R 值越大，电容滤波的输出平均电压和纹波电压越小，电容滤波效果越好。 |
| **八、思考题**  1、与全波整流电路相比，桥式整流电路有什么优缺点？电容滤波电路中，R、C值要如何选取?  优点：  无需中心抽头变压器：使用普通变压器即可，成本低、体积小。  输出电压更高：输出直流电压为变压器次级电压有效值的约 0.9 倍（全波整流为 0.9 倍，但需注意两者计算方式不同）。  二极管反向耐压要求低：每个二极管承受的反向电压为次级电压的最大值（即√2 倍有效值）。  缺点：  二极管数量多：需要 4 个二极管，电路复杂度稍高。  正向压降损耗大：电流流经两个二极管（每个约 0.7V），导致输出电压略低于全波整流。  R的选取：  R不能过大，否则会导致输出电压下降Vout = Vrect - ILoad \* R。通常取R = 100𝜴~1 k𝜴，具体需结合负载电流和纹波要求调整。  电容（C）的选取：  基本原则：放电时间常数 RC>=(3~5)T，其中 T 为交流电源周期（如 50Hz 时，T = 0.02s）。电容耐压需大于输出电压峰值(即\*次级电压有效值)，并留 10%~20% 裕量。  2、本实验所设计的+5V 直流稳压电源，由仿真结果可知其输出信号的纹波电压为多少？为什么说稳压管稳 压电路的带负载能力差一些?  仿真结果中纹波电压为0V。  稳压管通过反向击穿维持电压稳定，需串联限流电阻 R 限制电流。稳压管有额定最大电流 IZmax，当负载电流 IL接近或超过IZmax 时，稳压管无法提供足够电流，导致输出电压波动。稳压管仅通过自身击穿特性稳压，无反馈控制电路。仿真可能未考虑负载变化或输入波动，实际电路中负载电流变化会直接影响输出稳定性。  稳压管稳压电路带负载能力差的根本原因是其**被动稳压特性**，依赖限流电阻和稳压管自身参数，无法主动适应负载变化。当负载电流超过稳压管最大电流或限流电阻分压不足时，输出电压将显著下降。 |
| **指导教师批阅意见** |
| **成绩评定**     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 预习  （20分） | 操作及记录  （40分） | 数据处理与结果陈述  （30分） | 思考题  （10分） | 报告整体印象  （±分） | 总分 | |  |  |  |  |  |  | |

**原始数据记录表**

组号 01 姓名

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实验名称 | 电路图 | 输入源波形图 | 输出波形图 |
| 单相半波整流电路 |  |  |  |
| 单相桥式整流电路 |  |  |  |
| 电容滤波 |  |  |  |
| 稳压电路 |  |  |  |