**   **

计算机与大数据学院《电子线路综合实验》实验报告

实验时间：2025年4月24日

实验二 常用仪器与二极管应用电路

实验目的：

1. 进一步熟练掌握Multisim仿真软件的使用；
2. 熟悉万用表、函数发生器、双踪示波器的使用方法；
3. 进一步加深对限幅电路、钳位电路工作原理的理解；

实验原理：

1. 请对下面的电路进行理论分析。

假设*ui*＝15sinωt，*D*1 、*D*2为硅二极管，请分别分析下面三种情况的*uo*的波形。

① S1闭合，S2打开；② S1打开，S2闭合；③ S1和S2全部闭合

|  |  |
| --- | --- |
| 图示, 示意图  AI 生成的内容可能不正确。 | 图表, 折线图  AI 生成的内容可能不正确。 |

请将写在纸张上的解答过程拍照截图如下：

图示

AI 生成的内容可能不正确。

二、请用稳压管设计出与上述二极管双向限幅电路（即S1和S2均闭合）相同效果的电路，限流电阻取250Ω，画出电路图，并进行分析。

请将写在纸张上的解答过程拍照截图如下：

图示

AI 生成的内容可能不正确。

三、已知下图中的二极管均为硅管（假设其死区电压和正向管压降均为0.7V），请判断电路中的二极管是导通还是截止？并求解*Uab*=？

|  |  |
| --- | --- |
| 图示, 示意图  AI 生成的内容可能不正确。 | 图示, 示意图  AI 生成的内容可能不正确。 |

请将写在纸张上的解答过程拍照截图如下：

图示, 示意图

AI 生成的内容可能不正确。

四、已知下图中的稳压管均为硅管（假设其死区电压和正向管压降均为0.7V），*D*Z1 和*D*Z2的稳定电压（即击穿电压）分别为7V和13V，求*U*o＝？

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 图示, 示意图  AI 生成的内容可能不正确。 | 图示, 示意图  AI 生成的内容可能不正确。 | 图示, 示意图  AI 生成的内容可能不正确。 |

请将写在纸张上的解答过程拍照截图如下：

图示, 示意图

AI 生成的内容可能不正确。

实验内容：本次实验需要较多截图，所有截图规范请参阅《实验操作说明文档》！

一、用万用表测量函数发生器的输出电压

步骤1：在Multisim的右侧仪器工具栏中选择一个函数发生器，双击后设置其输出波形为正弦波，频率为1KHz，振幅值分别为表2-1所示。选择一个万用表，双击后设置为交流电压档。

步骤2：将万用表的“+”连接至函数发生器的“+”，万用表的“-”分别连接至函数发生器的中间端口“com”和“-”，并设置接地端，如图1所示。（接地端在元器件库的Sources组的“POWER\_SOURCES”中选择 “GROUND”）

步骤3：点击仿真开关，将函数发生器不同振幅对应的万用表测量值记入表2-1。可以在仿真进行的过程中，改变函数发生器的振幅，等待1-2秒，万用表的测量值会自动更新。表2-1的第一列为例子，请先验证第一列，再记录后两列数据。

结论：若函数信号发生器的输出端为“+”和中间的com口，则函发的振幅即为输出信号的最大值（*Um*）。若输出端为“+”和“-”，则函发的振幅×2才是输出信号的最大值（*Um*）。

注意：在后续所有实验中，函数发生器均选择从“+”和“COM”两端引出信号。

请回答：为什么万用表的读数和函发的振幅读数不一致？两者有什么关系？

函发的振幅读数是电压峰值，万用表的读数是电压有效值，有效值 \*√2 == 峰值

表2-1 函数发生器的使用（频率均设为1KHz）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 万用表的“-”连接至函数发生器的 “com” | 函发的振幅 | | 5Vp | 200mVp | 10 mVp |
| 万用表的读数 | | 3.535V | 141.416mV | 7.071mV |
| 万用表的“-”连接至函数发生器的“-” | 函发振幅 | | 5Vp | 200mVp | 10 mVp |
| 万用表的读数 | | 7.071V | 282.832mV | 14.142mV |
| 图示  AI 生成的内容可能不正确。 | | 图示  AI 生成的内容可能不正确。 | | | | |

图1 函数发生器的不同输出端口的电压比较

二、用示波器测量函数发生器的峰峰值电压

步骤1：选择一个函数发生器，双击后设置其输出波形为正弦波，频率为1KHz，振幅值分别为表2-2所示。选择一个示波器，将某一通道（A或B）的“+”“-”连接至函数发生器的“+”和中间“com”，并设置接地端。如图2所示。

|  |  |
| --- | --- |
| 图示  AI 生成的内容可能不正确。  图2 函数信号发生器与示波器的连接图 | 图表, 折线图  AI 生成的内容可能不正确。  图3 示波器的显示界面 |

步骤2：点击仿真开关，双击示波器。点击示波器显示界面中的“反向”按钮（如图3），使得显示屏的底色为白色。调整合适的时基标度（S/Div）和通道刻度（V/Div）， 触发方式选择“单次”。X轴和Y轴位移设置为0。

步骤3：停止仿真后，将通道刻度（V/Div）和波峰-波谷的纵格数记入表2-2，并将两者相乘，计算出峰峰值Vpp。

步骤4：将两条光迹线，一条移动至波峰，一条移动至波谷。将（T2-T1）自动测量的峰峰值Vpp的绝对值记入表2-2，（详见图4）。表2-2的第一行为例子，请先验证第一行，再记录后两行数据。请将表2-2的第2行的示波器显示界面进行截图，放置在图5位置。图片请缩放至合适大小，如同图4一般。

|  |  |
| --- | --- |
| 图表, 折线图  AI 生成的内容可能不正确。  图4 示波器自动测量Vpp（表2-2的第1行） | 图表, 折线图  AI 生成的内容可能不正确。  图5 示波器自动测量Vpp（表2-2的第2行） |

表2-2 双踪示波器的使用（频率均设为1KHz）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 函发振幅 | 示波器测量值 | | | |
| 通道刻度 | 波峰-波谷的纵格数 | 计算峰峰值Vpp | 光迹线自动  测量Vpp |
| 10Vp | 5 V/div | 4 | 20 V | 19.844 V |
| 200mVp | 100mV/div | 4 | 400mV | 397.584mV |
| 10mVp | 5mV/div | 4 | 20mV | 19.879mV |

技巧：右击光迹线，可实现“go to next Y MAX” 和“go to next Y MIN”的左右快速移动。

三、用示波器测量函数信号发生器的周期

步骤1：选择函数发生器，双击后设置其输出波形为正弦波，振幅值为10Vp，频率值分别为表2-3所示。选择示波器，将某一通道（A或B）的“+”“-”连接至函发的“+”和中间“com”，并设置接地端。如图2所示。

步骤2：点击仿真开关，双击示波器，调整合适的时基标度（S/Div）和通道刻度（V/Div）， 触发方式选择“单次”，Y轴位移设置为0。

步骤3：停止仿真，调整X轴位移，使得某个波峰位于某一条竖线上，将时基标度（S/Div）和两个相邻波峰的横格数记入表2-3，并将两者相乘，计算出周期T。

步骤4：将两条光迹线分别移动到两个相邻的波峰上。将（T2-T1）自动测量的周期的绝对值记入表2-3，（详见图6）。表2-3的第一行为例子，请先验证第一行，再记录后两行数据。请将表2-3的第2行的示波器显示界面进行截图，放置在图7位置。图片缩放至合适大小，如同图6。

|  |  |
| --- | --- |
| 图表, 折线图  AI 生成的内容可能不正确。  图6 示波器自动测量T（表2-3的第1行） | 图表, 折线图  AI 生成的内容可能不正确。  图7 示波器自动测量T（表2-3的第2行） |

技巧：右击光迹线，可实现“go to next Y MAX”的左右快速移动。

表2-3 双踪示波器的使用（振幅值均设为10Vp）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 函发频率 | 示波器测量值 | | | |
| 时基标度 | 相邻波峰之间的横格数 | 计算周期T | 光迹线自动  测量周期T |
| 1kHz | 200 μs/Div | 5 | 1 ms | 1 ms |
| 25kHz | 10μs/Div | 4 | 40μs | 40μs |
| 50kHz | 5μs/Div | 4 | 20μs | 20μs |

请回答：交流电的频率和周期是什么关系？

频率 \* 周期 = 1

四、二极管限幅电路

步骤1：参照实验原理中给出的电路图，使用Multisim仿真软件画出仿真图（注意一定要接地）。所有元件均采用DIN标准显示。

1. 正弦交流电压*ui*要求采用函数发生器产生（频率为1kHz，振幅为15Vp）；
2. 二极管请选用元器件库Diodes组的 “DIODES\_VIRTUAL”中“DIODE”。注意：仿真软件中的二极管为普通硅管（正向导通管压降在0.6V-0.7V）之间。
3. 开关可以选用元器件库Basic组中的SWITCH中的DIPSW1或SPST。
4. 恒压源和接地端在元器件库的Sources组的“POWER\_SOURCES”中选择“DC\_ POWER”和“GROUND”；
5. 电阻在Basic组的“RESISTOR”中任选一个，再改变阻值。
6. 利用右侧仪器栏中的示波器观测输入和输出波形。其中通道A接输入信号，通道B接输出信号。为了方便比较波形，可以将示波器的两个通道的连接线设置成不同颜色。（选择通道的“+”端导线后，右击选择“区段颜色”，即可改变波形颜色）

请将画好的仿真电路图截图放置在下方：

图示

AI 生成的内容可能不正确。

图8 二极管限幅仿真电路

步骤2：开启仿真，先闭合开关S1，打开开关S2，观看示波器的显示波形。把示波器触发方式设置为“正常”，输入通道设置成“交流”，输出通道设置成“直流”。对输入波形和输出波形分别截图如下（将示波器显示界面整个截图，含波形和设置）：

技巧：为了方便截图，可把示波器触发方式更改为“单次”，先显示输入信号波形（A通道选“交流”，B通道选“0”）。再观察输出信号波形（A通道选“0”，B通道选“直流”）。

图表

AI 生成的内容可能不正确。

图9 输入信号波形

图片包含 图表

AI 生成的内容可能不正确。

图10 当S1闭合S2打开时的输出信号波形

步骤3：闭合开关S2，打开开关S1，观看示波器的显示波形。把示波器触发方式设置为“正常”，输入通道设置成“交流”，输出通道设置成“直流”。对输出波形进行截图如下：（可把示波器触发方式更改为“单次”，A通道选“0”，B通道选“直流”）。

图片包含 图表

AI 生成的内容可能不正确。

图11 当S1打开S2闭合时的输出信号波形

步骤4：同时闭合开关S1和S2，观看示波器的显示波形。把示波器触发方式设置为“正常”，输入通道设置成“交流”，输出通道设置成“直流”。对输出波形进行截图如下：（可把示波器触发方式更改为“单次”，A通道选“0”，B通道选“直流”）。

图片包含 图表

AI 生成的内容可能不正确。

图12 当S1和S2均闭合时的输出信号波形

步骤5：根据仿真结果检查实验原理部分的理论分析是否正确，如有错误，请进行订正。

五、稳压管双向限幅电路

步骤1：请用稳压管设计出与上述二极管双向限幅电路（即S1和S2均闭合）相同功能的电路，并仿真实现。正弦交流电压*ui*要求频率为1kHz，振幅为15Vp。稳压管请选用元器件库Diodes组的 “DIODES\_VIRTUAL”中“ZENER”（DIN标准）。双击稳压管，可改变其击穿电压值。请将画好的仿真电路图截图放置在下方：

图示, 示意图

AI 生成的内容可能不正确。

图13 稳压管双向限幅仿真电路

步骤2：利用示波器观测输入和输出波形。其中通道A接输入信号，通道B接输出信号。把示波器触发方式设置为“正常”，输入通道设置成“交流”，输出通道设置成“直流”。对输入和输出波形同时进行截图如下：（截图时可把示波器触发方式更改为“单次”）。

图表

AI 生成的内容可能不正确。

图14 输入输出信号同时显示的示波器界面

步骤3：根据仿真结果检查实验原理部分的理论分析是否正确，如有错误，请进行订正。

六、二极管钳位电路

请画出理论分析第三题的仿真电路图，并截图放在图15和图16的位置。

说明：画仿真电路时，恒压源在元器件库的Sources组的“POWER\_SOURCES”中选择“DC\_ POWER”（可使用ANSI标准）；二极管要求选用元器件库Diodes组的 “DIODES\_VIRTUAL”中“DIODE”（使用DIN标准），其正向导通管压降在0.6V-0.7V之间。

电脑萤幕画面

AI 生成的内容可能不正确。

图15 第三题（1）的仿真电路图（含万用表结果）

不同颜色的手机

AI 生成的内容可能不正确。

图16 第三题（2）的仿真电路图（含万用表结果）

根据仿真结果检查实验原理部分的理论分析是否正确，如有错误，请进行订正。

七、稳压管钳位电路

画出表2-4第一行的仿真电路图。恒压源在元器件库的Sources组的“POWER\_SOURCES”中选择“DC\_POWER”（可使用ANSI标准）；稳压管要求选用元器件库Diodes组的 “DIODES\_VIRTUAL”中“ZENER”（使用DIN标准）。双击稳压管，将*D*Z1 和*D*Z2的稳定电压（即击穿电压）设置为7V和13V，稳定电流（即击穿电流）均改为16mA。

|  |  |
| --- | --- |
| 表格  AI 生成的内容可能不正确。 | 图片包含 图形用户界面  AI 生成的内容可能不正确。 |

请将仿真电路图截图放在表2-4的第二行，图片请缩放至合适大小，不要超出表格。点击仿真运行，将每张电路图的万用表读数（直流电压档）截图放置在表格的第三行。

根据仿真结果检查实验原理部分的理论分析是否正确，如有错误，请进行订正。请注意：第一张图的仿真结果与理论结果存在微小误差的原因是仿真软件中稳压管的正向管压降在0.6V-0.7V之间。

表2-4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 图示, 示意图  AI 生成的内容可能不正确。 | 图示, 示意图  AI 生成的内容可能不正确。 | 图示, 示意图  AI 生成的内容可能不正确。 |
| 上图的仿真电路图（仅图）  图示  AI 生成的内容可能不正确。 | 上图的仿真电路图（仅图）  图示, 示意图  AI 生成的内容可能不正确。 | 上图的仿真电路图（仅图）  图示  AI 生成的内容可能不正确。 |
| 上图万用表读数截图（仅表）  图形用户界面  AI 生成的内容可能不正确。 | 上图万用表读数截图（仅表）  图形用户界面  AI 生成的内容可能不正确。 | 上图万用表读数截图（仅表）  图形用户界面  AI 生成的内容可能不正确。 |

实验小结：（可总结收获、所犯错误，解决方案、心得体会等）

通过本次实验，我进一步掌握了Multisim软件的使用方法，熟悉了万用表、函数发生器和示波器的操作。在二极管与稳压管电路的仿真中，加深了对限幅、钳位电路原理的理解，也纠正了理论分析中的部分错误。