|  |
| --- |
| **《基础物理实验》实验报告**  实验名称 虚拟仪器在物理实验中的应用 指导教师 石澔玙  姓名 陈苏 学号 2022K8009906009 分班分组及座号 1-03-5 号（例：1-04-5号）  实验日期2023年 11 月 27 日 实验地点 教学楼702 调课/补课 □是 成绩评定 |

# 实验目的

1. 了解虚拟仪器的概念;

2. 学习使用LabVIEW软件设计虚拟仪器电路, 自主设计测量和数据处理装置;

3. 学习使用原型板连接测试电路, 并用测量元件的伏安特性曲线.

# 实验仪器

计算机 (已安装LabVIEW 2014软件), NI ELVIS II+套件;

标准电阻, 待测电阻2个, 发光二极管, 跳线若干.

# 实验原理

本实验使用NI ELVIS II+套件 (含原型板) 连接测试电路, 并用LabVIEW 2014设计程序.

1. NI ELVIS II+套件

|  |
| --- |
| 图1 NI ELVIS II+套件的结构图  带标签的各元件为: 1. 原型板; 2. 数字万用表保险丝; 3. 数字万用表接口; 4. 示波器接口; 5. 函数发生器输出/数字触发输入接口; 6. 原型板安装螺丝孔; 7. 原型板接口; 8. 原型板电源开关; 9. 状态灯; 10. 可变电源手动控制旋钮; 11. 函数发生器手动控制旋钮 |

如图1所示, NI ELVIS II+套件集成了多种功能. 实验平台是开源的, 可在LabVIEW 中进行定制, 并进行编程. 套件集成了8通道差分或16通道单端模拟采集, 双通道示波器, 动态信号分析仪, 函数信号发生器, 数字万用表, 二线电流电压分析仪, 2通道任意波形发生器, 数字I/O与PFI, 2通道32位计数器, 模拟触发, 电源等功能. 本实验将它作为电源和数字万用表来使用.

1. LabVIEW 2014软件

LabVIEW是一种图形化编程语言, 将计算机数据分析和显示能力与仪器驱动程序整合在一起. VI是用LabVIEW开发平台编写的虚拟仪器程序, 包括前面板, 程序框图和图框/连线板三个部分.

前面板用于设置输入数值和显示输出量, 相当于真实仪表的前面板. 前面板上的图标分为输入类(Controls, 用于输入) 和显示类 (Indicators, 用于输出), 具体可以是开关, 旋钮, 按钮, 图形, 图表等表现形式. 程序框图相当于仪器的内部功能结构, 其中端口用来和前面板的输入对象和显示对象传递数据, 节点用来实现函数和功能子程序调用. 图框用来实现结构化程序控制命令, 连线则代表程序执行过程中的数据流. 实验中的软件平台与智能仪器NI ELVIS结合起来, 起到软件控制硬件的作用.

1. 测量元件的伏安特性

|  |
| --- |
| 图2 伏安特性测量原理图 |

本实验中利用一个模拟输出通道 (AO0) 为电路供电, 两个模拟输入通道 (AI0, AI1) 分别测量总电压和标准电阻上的电压, 如图2所示. 由零开始逐渐增加电压, 测量标准电阻上电压, 就可以得到电路中的电流, 由此测出对应的电压电流值. 由此可以画出伏安特性曲线, 线性回归得到待测电阻值. 注意各通道测量要共地.

# 实验步骤与实验数据

1. 编写温度测量程序

模拟温度测量的前面板和程序框图如图3, 图4所示.

|  |  |
| --- | --- |
| 图3 模拟温度测量前面板 | 图4 模拟温度测量程序框图 |

(1) 在新建VI的前面板中新建垂直滑动开关作为温度值单位调节开关; 新建数值显示控件作为测量的温度值; 新建数值输入控件作为采集的电压. 在程序框图中放入对应处理数值的函数和选择函数; 温度值单位布尔值为真对应华氏温度, 布尔值为假对应摄氏温度. 实验中假设输入电压和华氏温度值的关系为

和摄氏温度值的关系为

(2) 在前面板中点击连续运行, 在采集的电压中输入不同的数值, 观察温度值和温度计示数. 保存程序.

1. 编写电压输出和采集的程序

模拟电压输出和采集的前面板和程序框图如图5, 图6所示.

|  |  |
| --- | --- |
| 图5 模拟电压输出和采集的前面板 | 图6 模拟电压输出和采集程序框图 |

(1) 在新建VI的前面板中选择新建DAQmx虚拟通道作为输出通道, 并将类型调整为模拟输出电压. 将其物理通道连接数值输入控件. 在后面依次添加DAQmx开始任务, DAQmx写入和DAQmx清除任务.创建while循环, 将DAQmx写入放入循环, 并在循环中添加停止输出按钮作为循环条件, 和等待.

(2) 在前面板中选择新建DAQmx虚拟通道作为输入通道, 并将类型调整为模拟输入电压. 将其物理通道连接数值输出控件. 在后面依次添加DAQmx开始任务, DAQmx读取和DAQmx清除任务.创建while循环, 将DAQmx读取放入循环, 并在循环中添加停止测量按钮作为循环条件, 和等待.

(3) 将测试板上AI0+与AO0连接, AI0-与GROUND连接. 打开测试板电源, 设置输出通道为Dev3/ao0, 输入通道为Dev3/ai0. 在前面板中点击连续运行, 在输出电压中输入不同的数值, 观察测量示数. 保存程序.

1. 测量元件的伏安特性

测量伏安特性的前面板和程序框图如图7, 图8所示.

|  |
| --- |
| 图7 伏安特性前面板 |
| 图8 伏安特性程序框图 | | |

(1) 在新建VI的前面板中新建数值输入控件作为输出电压步长, 测量数据点数, 标准电阻和时间间隔; 新建数值显示控件作为电阻的测量值; 新建二维数组显示控件并调整为数值型, 作为电压和电流的数据. 在程序框图中新建平铺式顺序结构.

(2) 在顺序结构的第0帧中添加DAQ助手, ao0输出模拟电压信号, 作为电源电压. 在第1帧中添加等待, 等待时间对应时间间隔 (ms). 在第2帧中添加DAQ助手2, 采集ai0和ai1输入电压信号, 作为总电压和标准电阻电压, 标准电阻电压除以标准电阻得电流. 添加两个创建数组程序来分别存储测量值. 在第3帧中添加等待. 在第4帧中添加DAQ助手, ao0输出模拟电压信号为零.

(3) 创建while循环, 将上面的流程放入循环. 在循环中添加移位寄存器和两个创建数组程序, 来储存每次测量的电压和电流. 添加创建数组程序输入数据. 在前面板中添加创建XY图, 在程序框图中X输入对应电流, Y输入对应电压, 并由此绘制电阻的伏安特性图.

(4) 最后在循环外添加线性拟合函数, X输入对应电流, Y输入对应电压, 斜率输出作为待测电阻值.

(5) 按照电路图连接电路, 标准电阻为. 打开测试板电源, 电源作为AO0, 总电压作为AI0, 标准电阻电压对应和AI1. 在输出电压步长输入0.2, 测量数据点数输入20, 标准电阻输入100, 时间间隔为0.2. 连接两个不同的电阻, 分别测量一个周期后绘制拟合曲线. 测量数据中的第一组对应无电流的情况, 因为没有测量且误差较大舍去.

表1 电阻1的伏安特性数据表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电压/V | -0.000322 | 0.0492666 | 0.0985332 | 0.1478 | 0.198032 | 0.246977 | 0.296244 |
| 电流/A | 4.63E-08 | 0.00049915 | 0.00100148 | 0.00150058 | 0.00199647 | 0.0024988 | 0.00300112 |
| 电压/V | 0.345832 | 0.396709 | 0.444688 | 0.493954 | 0.544509 | 0.594098 | 0.644008 |
| 电流/A | 0.00349701 | 0.00399289 | 0.00449844 | 0.00499755 | 0.00549665 | 0.00599254 | 0.00649165 |
| 电压/V | 0.692309 | 0.742542 | 0.791809 | 0.841397 | 0.890342 | 0.940253 | 0.989842 |
| 电流/A | 0.00699397 | 0.0074963 | 0.00799219 | 0.00848807 | 0.00899684 | 0.00949272 | 0.00999183 |

|  |
| --- |
| 图9 电阻1的伏安特性曲线 (拟合曲线, ) |

从而得到电阻1大小为.

表2 电阻2的伏安特性数据表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电压/V | -0.000644 | 0.082433 | 0.165832 | 0.248909 | 0.332308 | 0.416029 | 0.499106 |
| 电流/A | 3.26632E-06 | 0.00017071 | 0.00033493 | 0.00049915 | 0.00066337 | 0.00082438 | 0.00099182 |
| 电压/V | 0.583149 | 0.665904 | 0.749625 | 0.83238 | 0.916102 | 0.999823 | 1.0829 |
| 电流/A | 0.00115604 | 0.00132992 | 0.0014877 | 0.00165515 | 0.00181615 | 0.00198359 | 0.00214459 |
| 电压/V | 1.1663 | 1.24938 | 1.33278 | 1.41585 | 1.4999 | 1.58362 | 1.66573 |
| 电流/A | 0.00230881 | 0.00247626 | 0.00264048 | 0.00280792 | 0.00296892 | 0.0031267 | 0.00329737 |

|  |
| --- |
| 图10 电阻2的伏安特性曲线 (拟合曲线, ) |

从而得到电阻2大小为.

将电阻换成发光二极管, 并测量一个周期. 绘制发光二极管的伏安特性曲线.

|  |
| --- |
| 图11 测量发光二极管伏安特性的实物图 |

表3 发光二极管的伏安特性数据表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电压/V | -0.00128802 | 0.0985332 | 0.198998 | 0.29882 | 0.397997 | 0.498462 | 0.599249 |
| 电流/A | 9.7064E-06 | 9.7064E-06 | 6.4864E-06 | 6.4864E-06 | 1.2926E-05 | 9.7064E-06 | 6.4864E-06 |
| 电压/V | 0.698749 | 0.798248 | 0.899357 | 0.99789 | 1.09707 | 1.19464 | 1.2922 |
| 电流/A | 9.7064E-06 | 9.7064E-06 | 6.4864E-06 | 1.9367E-05 | 2.9027E-05 | 4.8347E-05 | 7.4107E-05 |
| 电压/V | 1.3888 | 1.48863 | 1.5849 | 1.67957 | 1.76587 | 1.838 | 1.90272 |
| 电流/A | 1.0631E-04 | 1.0953E-04 | 1.4495E-04 | 2.0291E-04 | 3.3815E-04 | 6.1507E-04 | 9.6284E-04 |

|  |
| --- |
| 图12 发光二极管的伏安特性曲线 |

这是典型的二极管伏安特性曲线. 当电压小于1V时, 流过的电流几乎为零, 达到了测量装置的最小分辨率; 当电压大于1.5V时, 电流开始急剧上升.

# 实验结论

本次实验中, 我学习了LabView的使用和编程设计. 软件简明易用, 原型板接线方便. DAQ助手集测量, 输出, 分析等功能为一身, 大大方便了实验设计.

在设计自动化测量的步骤时, 我对于while循环的使用不熟悉, 但后来成功按照参考资料上的步骤完成实验3的设计.

测量仪器的精度很高, 以至于原型板的电阻和杂波可能干扰了实验, 电阻的测量精度远低于原始数据的精度 (大100倍). 可以考虑外接电路来测量, 采用更粗的导线和接线柱, 并增加测量的数据点数.

# 思考题

1. 虚拟仪器系统与传统仪器有什么区别? 请简要说明.

虚拟仪器是一种基于计算机的自动化测试系统, 将软件和传感器相结合. 相比于普通仪器, 虚拟仪器具有模块化的特点, 功能全面; 测量方式和数据形式灵活易交互. 计算机上的数据处理速度更快, 精度更高, 便于远程交流. 传统仪器多为特殊用途设计, 还考虑了便携性, 使用环境, 价格等因素, 自动化程度略低. 近年来, 有的传统仪器上也加装了编程功能和相关接口, 便于自动化测量.

1. 本实验内容3中的电压输出和采集哪个先执行?

从程序框图 (图8) 来看, 先输出ao0电压 (第0帧), 过了一段时间以后才采集ai0和ai1电压 (第2帧). 这是为了先让元件上的电压稳定, 防止暂态效应的影响.

# 附件: 实验设计的.vi文件

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | 2. | 3. |