

浙江大学实验报告

专业：电气工程及其自动化

姓名：严旭铎

学号：3220101731

日期：

地点：_

课程名称：电路与电子技术实验 I 指导老师：祁才君 成绩：_____

实验名称：_____ 实验类型：电学实验 同组学生姓名：褚玘铖

探究性实验（秋季）总结和体会

一、课程总结

在秋学期，我们一共完成了七次实验。从常用仪器的使用练习到小车 PWM 调速控制，每一次的实验我都能从中学到一点新的东西。和普通班的实验相比，我们的实验内容更多，难度更大，但是我也觉得更为有趣。当示波器上显示出稳定的李萨如图形的时候，当处理实验数据时画出一张符合理论的折线图的时候，当 ModelSim 的编译通过没有错误的时候，当小车顺利走完寻迹轨道的时候，我知道我真的学到了一点东西，我的能力在不断提升。下面简单地回顾一下秋学期的七次实验。

1. 实验一：常用仪器的使用练习

本实验主要让我们熟悉一些常用电子仪器和硬件平台的使用，对一些 RLC 电子器件有一些更直观的接触和了解。我对万用表、示波器、信号发生器的使用更加熟练了。

2. 实验二：半导体二极管特性测试

本实验承接实验一的内容，通过对半导体二极管的伏安特性测量，让我对二极管这一中学阶段比较陌生的器件有了更深入的了解，也进一步让我熟悉了万用表等仪器的使用。同时，本实验引入了 Multisim 和 MATLAB 软件进行仿真实验的内容，让我初步接触了这些日后常用的仿真软件。

3. 实验三：数字电路设计基础

本实验中，我们初步学习了 FPGA 开发工具 Quartus 和 ModelSim 的应用，并使用 VHDL 语言实现了一些简单的功能（简单逻辑运算、一位二进制全加器）。我们首次接触到 FPGA 开发板，并在开发板上实现了实验要求的功能。

4. 实验四：三极管和门电路特性测试

本实验承接实验二，通过对半导体三极管和门电路的特性测试，进一步巩固了我们的实验仪器操作，并使用 Multisim 软件进行了扫描仿真，加深了我们对三极管这一

陌生器件特性的印象。

5. 实验五：小车检测电路和电机特性测试

本实验我们第一次接触到了智能小车，了解到智能小车寻迹的原理。并学习如何有效地读懂 PCB 原理图并进行测量和调试。

6. 实验六：小车导航控制

本实验是对前面几个实验的一次综合，我们运用前面所学的 FPGA 开发知识，编写了小车导航控制的一些策略代码（跟随、纠偏、寻迹、改进），并成功让小车完成了轨道寻迹任务。

7. 实验七：PWM 电机调速控制

本实验是对实验六的一个补充，我们学习了如何利用分频器、计数器、比较器等工具实现小车的 PWM 电机调速控制，并将其用 VHDL 语言进行实现。

二、课程体会和感想

1. 成长

我最大的体会，是“成长”。由于条件限制，我过去的学习中很少有进行实验操作的机会。第一堂实验课，面对没接触过的英文面板的示波器，我在课上经常是找不到应该按哪些按钮才能实现我想要的功能，但是在搭档和老师的帮助下，在自己一点一点的探索中，我现在已经能比较熟练地使用示波器和信号发生器来实现一些比较常见的功能了，在这周的大物实验课上，从这里学到的经验也帮我很快很顺利地完成了示波器的使用这一实验。回看第一次实验报告，我的文档排版还很稚嫩，我的实验数据图还是用 Excel 绘制的并不那么美观的曲线图，但是在学习这门课的过程中，我掌握了 Origin 软件制作专业图表的一些技巧，我的实验报告条理也越来越清晰，排版也更合理了。我感觉到我有很多东西都在提升，我的经验在增长，我的能力在成长。

2. 第一次

这门课上我有很多很多的“第一次”：第一次完成一份完整的实验报告，第一次独立地做出实验结果，第一次安装和使用 Multisim、ModelSim、Quartus、MATLAB 等一系列专业软件，第一次帮同学解决电路实验上的问题……仿佛一切都是新的，

都是第一次的尝试。尝试有成有败，我也体会过 ModelSim 编译出错怎么都找不到原因的郁闷，也有测量了一大批数据之后发现原来门电路的一只管脚坏掉了的沮丧，也在晚上 23:30 关过东三 406 的门窗。爱班的课程要求我去更多地触碰这些“第一次”，让这些“第一次”逐渐变成我的经验、能力，以及过后实验的常态（实验失败也可能是常态）。今年暑假，我曾说要学 MATLAB，要学 STM32，结果到头来啥也没干，啥也没学，但是这门课强制性地要求我去迈出那一步，于是我就有了这么多“第一次”，也在这个过程中目标导向地主动去学到了很多使用的东西。

3. 合作

以往的学习中，我的性格是能单干解决就单干，我并不是很喜欢进行小组作业。但是这门课告诉我，合作可以变得很高效。秋学期的课程结束了，我很感激我的搭档褚玘铖，他在课上总是能够跟住老师讲的重点，动手能力也非常强，在我思维和动手都不太跟得上的时候，他给了我很多帮助，也在很多关键时刻让实验能够顺利进行下去。我的反应可能会慢一些，但是处理数据、绘制图表等工作会做得比较精细，在实验中，很多时候都是我负责进行读数和数据录入与处理，以及后续图表的制作，他更多负责动手操作。有很多实验，比如说在测伏安特性曲线的时候，两个人一起进行合作，更容易发现实验中存在的问题，也能更快地完成测量。在第四次实验时，因为要测量的数据比较多，我们没能在课上完成，需要课后来补。那周我很不幸地摔伤了，没法前往实验室，后续的实验测量部分都是他花了两个晚上完成的，而我在寝室，一收到他的实验数据就马上开始处理，绘图、制表，他晚上十一点给我发的数据，我 12 点半把图表打包发给他。那一次经历让我印象及其深刻，也让我更深地认识到了合作的重要性。

合作也不只是局限于搭档之间，爱班的同学之间也有合作和互相帮助、互相学习。在第六次实验时，我们要在下课前完成小车的寻迹。我们组很顺利地提前了 40 分钟完成了任务，之后我们也在积极地和同学分享经验，我还把自己的笔记本电脑借用给了隔壁一组电脑环境配置出问题的同学。在之前的实验中，附近的同学也会和我们交流电路连接的方式、数据处理的方法等经验。在这样良好的氛围中，我更能体会到“合作”的必要性和优势，也让我逐渐地学着去合作。

4. 实验设计

有时候老师 PPT 上给出的实验方案可能不是最合理的，很典型一个例子就是那些

涉及测量电流的实验，有些老师上课会提起要改，有些则不会。因为我们只有万用表，而电流档的误差又太大，我们一般使用串电阻测电压的方式来代替电流表的功能。在实验 5 中，这有两个好处：一是实验室所用万用表在测量 mA 级电流时需要更换红表笔插孔，很麻烦，而加一个小电阻测电压在只有一个万用表的情况下，不需要换表笔插孔，只需要调一下档位即可，更方便；二是小电流情况下，电流表的内阻相对来说过大，会造成比较大的系统误差。

5. 调整

实验设计不可能尽善尽美，在实际操作过程中，很有可能会遇到一些设计时没能想到的问题，比如实验仪器故障、测量间隔的选取、得到的数据与理论值相差过大等问题。在遇到这些问题的时候，需要根据实验的原理进行及时的调整。实验的不确定性本身就是其魅力所在，在一次次解决这些问题的过程中，在及时合理的调整中，实验能力才能得到有效提高。

印象很深的是在实验四中，在测量门电路特性时，因为插入到面板上的时候 2 号管脚没有对准，发生了比较大的弯折。我们将它掰正后再插回去，就发现似乎逻辑运算功能并不太对。但起初我们以为是实验箱 LED 和逻辑开关的接触问题，就没有调整，先往后测量它的伏安特性了。当我们测到后面发现它的电压和电流的变化趋势非常不符合理论情况，并且我们更换了电路连接、测量仪器之后都没能改变。这时候我们才突然想起来，好像有一根管脚可能有问题，但此时已经是下午五点多。我们马上更换了一个门电路，发现就是原来 2 号管脚的问题，换了之后数据测量就恢复正常了。那一次我们的调整有点迟，没有在刚开始就注意到异常，但好在当天就发现了问题并通过更换器件解决了问题。

在实验六小车寻迹的实验中，我们对小车真值表的设计理论上是能够实现拐弯、分辨岔路的，但在第一次上道测试时发现异常情况，那个大弯拐不过去。在检修排查过程中我们发现，小车传感器和轨道的实际相对位置与我们想象中的并不一致，此处实际的传感器输入情况与我们预设的情况不符合。于是我们马上修改这一处的代码（在情况比较多比较复杂的时候用 case 语句写真值表真的方便修改，用逻辑语句写的话，在出现特殊情况时更改就比较麻烦了）更改之后，小车能够过弯了。也就顺利跑完全程。这一次经历让我更深刻领会到，实验设计可能与现实有大的差距，我们要做的是在发现差距之后仔细分析然后修改设计，使之能够更贴近现实。并且

不能想当然，因为实验情况下可能有很多偶然性。比如我们正向测试，修改了一行之后可以过弯；反向测试的时候，对应的对称的那种情况，输出不用修改就能过弯。这就是调整的重要性。

6. 理论分析

实验不只是上手操作，没有事先的理论分析就上手，相当于蛮干，甚至有可能损坏实验仪器。在实验五中，我们根据原理图分析了小车检测电路中的电阻值大小，了解到在实际生产应用中，更多地是将理论值和实际条件相结合，综合考虑成本和性能选用电子元件。

7. 仿真分析很有用

实验二中我们第一次接触到了 Multisim 和 MATLAB 的仿真软件，很多操作都要自己去找，自己学习，但是在学习的过程中还是很有趣的。在实验四测量三极管的特性时，我们在实验室做的时候遇到了三极管发热导致测量无法连续进行的情况，同时因为频繁的电压调整，好像是电源中的电容元件充放电导致了测量读数并不稳定的情况，一度在测量中给我们带来了困扰。后来我们通过 Multisim 仿真软件进行扫描仿真之后再对所测数据进行比对和处理，筛掉了几个并不合理的数据，最终得到了比较理想的伏安特性图。

8. 实验报告

在我看来，我们的实验报告中最重要的不是那些按照课程要求得到的实验数据和图表，而是那些我们在实验操作过程中遇到的困惑以及解决的过程，还有自己的经验和心得。实验三主要是在电脑上进行代码编译和仿真，但在一开始配置环境的时候我就遇到了很多问题。我下载的 22.1 版本的 Quartus 并不跟随带有 ModelSim，而后的下载入口比较难找。需要在 Intel 下载 Quartus 的全英文官网上找到 20.0 及更早的版本，找到 Individual Files 再进行单独的下载和安装。在 Quartus 中，电脑 USB 连接 FPGA 开发板写入程序的时候，也需要安装驱动才能顺利进行，我也是跟随网络教程一步步将驱动安装好。那一次的经历让我对这些有了比较熟练的掌握。在后面的课程中，我也帮助同学解决了同样的问题。我在那一次的报告中也详细写到了这两个问题的解决办法。写下来，不仅可供后人参考，也可以让自己有更深的印象和理解。

9. 实验数据的记录和处理

一般来说，老师会提前一两天发布实验的课件和内容要求，我会在上课前提前在 Excel 中设计好数据记录的表格，标明表头、物理量、单位等，如果涉及间接测量我也会提前写好计算公式。这样的习惯让我们在课上实验测量的速度大大加快，课后处理数据的难度降低。同时，我有时也会在一组数据记录完后用 Excel 快速生成图表，通过图表图线走势来大致判断我是否有出现数据记录或者计算公式的错误。这一点在实验四测量门电路伏安特性的时候给了我很大帮助，帮我避免了实验中数据二次处理出现的错误（当时自动填充公式的时候拉过头了，本来应该换公式的地方沿用了前面的公式，得到的结果就很奇怪，画了图马上就发现了）。

10. 文件存放习惯

在学习了 ModelSim 和 Quartus 软件之后，我越发意识到文件存放、命名习惯的重要性。一个大工程要一个大文件夹，每个项目有自己的文件夹，每一个功能实现的元件也要有自己的一个文件夹。这像是结构性程序设计中的理念。同时在文件的命名时，应该学会使用下划线和全英文命名，很多软件文件的目录中不能出现中文，否则就会出错，下划线的使用则是为了自己和别人更好地看懂这一个文件实现的功能。在代码编写中也是一样，使用合理的下划线加后缀，以及合理的注释能够大大提升代码的可读性。