

数字电子技术 实验指导书 (第二版)

主编 刘 涇
副主编 黎 恒 肖宇峰

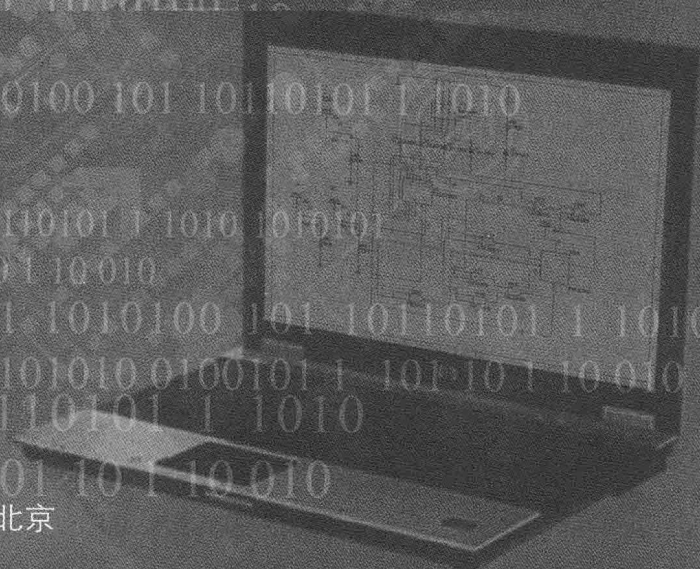
高等教育出版社



SHUZI DIANZI JISHU SHIYANZHIDAO

数字电子技术 实验指导书 (第二版)

主编 刘 涇
副主编 黎 恒 肖宇峰



高等教育出版社·北京

内容简介

本书共分四个模块,分别为基础实验模块、自学开放实验模块、自主开放实验模块以及附录模块,本指导书是基于 AATE1 新教学方法的实验教材,共编写实验 32 个,基本覆盖理论教材的所有内容。在教学过程中,实验学时少,是一个普遍存在的难题,本书突出仿真软件在实验的辅助作用,利用学生自建“虚拟实验室”达到实验学时扩展、重组及和谐。非常适合高校本科培养目标从“考试”向“就业”转型使用,该指导书能逐步将学生从“应试、依赖式学习”方式转向“学生主体”学习方式。

由于本书提倡“学生主体”学习方法,深入落实了仿真工具在实验中的应用,所以本书除了可作为高等院校自动化、电气工程、计算机等专业的实验教材外,还可作为相关专业的成人教育的实验教材,以缓解该类型高等教育普遍存在的实验环节教学不足的问题。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术实验指导书/刘涇主编.--2 版.--

北京:高等教育出版社,2016.5

ISBN 978-7-04-044733-0

I. ①数… II. ①刘… III. ①数字电路-电子技术-实验-高等学校-教学参考资料 IV. ①TN79-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 020583 号

策划编辑 平庆庆
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 平庆庆
责任校对 王 雨

封面设计 李小璐
责任印制 赵义民

版式设计 杜微言

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京市密东印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 15
字 数 360 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2011 年 8 月第 1 版
2016 年 5 月第 2 版
印 次 2016 年 5 月第 1 次印刷
定 价 23.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 44733-00

第二版前言

本指导书第一版于2011年8月出版,已经使用了5年,在使用过程中发现指导书已有很多地方跟不上教学理念、教学方法和技术平台的发展,主要体现在如下5个方面。1. 如今我们已经明确教学理念和教学方法,理念是知识自动化,学生主体教师主导,方法是“AATeT”(Automation Aided Teaching Experiment,自动化辅助教学实验),简称“艾泰特”,它是指利用现代信息技术平台和计算机软硬件技术辅助理论教学和实验教学。比如:理论课可以将预习方法录制成视频供学生提前自主学习参考,实验课可以将如何利用理论知识和计算机软硬件技术预习实验录制成视频供学生预习参考。但在第一版编写时体现不足。2. 虽然在教学中已强调实验预习的重要性,第一版指导书也有专门要求,但预习做得好的同学还是有限,调查发现“不会预习”是主要原因之一。3. 老师针对实验教学中存在的问题已有新的解决方法,但第一版指导书没有将该方法充分融入,以方便学生参与其中。4. 随着数字系统高速发展,传统的手工设计方法,将74系列的器件组合成板上系统的时代已过渡到基于EDA技术的片上系统时代,但第一版指导书并没有反映这一部分内容。5. A/D、D/A电路目前已成为电子电路系统模、数接口电路的公认瓶颈,但书中在这方面的实验明显不够。为了在实验教学中解决以上问题,适应这些新的变化和解决问题,我们决定对第一版内容进行修订。第二版主要增添和修改内容如下:

1. 为了更好地辅助学生进行实验预习和自学,我们在基础部分的10个实验预习部分增加了更详细的预习内容,验证性实验均增加了必做内容预测与仿真步骤,设计性实验增加了必做内容设计与仿真步骤,附录四增加了仿真软件中实验用集成电路引脚图,它同物理集成电路在引脚布局上略有区别,但引脚序号对应的功能是完全一样的。附录七增加了图片化的仿真案例,并在印刷上将基础部分的实验预习和自学部分实验用不同颜色的字体进行了印刷。预习质量是实验操作质量的可靠保障,在仿真技术如此发达的今天,必须让学生学会利用它改变传统的实验预习习惯,认识到软件除了可以做原理性仿真,同样可以做工程级仿真。

2. 目前实验主要存在的问题还是学时少,学生们工程思维和动手能力欠缺,我们解决的办法就是把本校电子技术实验室的“虚拟版”的实验设备和仪器仪表发给学生,有了这个虚拟版的电子技术实验室,同学们就可以在图书馆、校园、宿舍随时、反复进行指导书中的实验,以达到充分理解理论知识点,并积累一些工程思维和准工程能力的目的。所以再版时将基础部分实验一名称由原来的“双踪示波器的使用及门电路测试”改为“数字实、虚电子实验环境的构建与使用”以突出同学首先学会构建自己虚拟电子实验环境的现实性和重要性,为学生主体学习理念的落实,创造必要的条件。

3. 随着数字系统高速发展,传统的手工设计方法,将74系列的器件组合成板上系统的

时代已过渡到基于 EDA 技术的片上系统时代,但从教学时间和教育基本规律考虑,FPGA 平台相对 SSI 和 MSI 平台在使用上还是要复杂得多,在建立数字逻辑与时序概念和思维的初期,如果直接完全用 FPGA 平台做基础数字电子技术实验,那势必让同学在 FPGA 开发环境的熟悉上花费太多时间,造成事倍功半的结果,而且这些平台的变化、升级又比较快,再加上后续 5~6 学期还有 FPGA 的课程,所以,我们在第二版指导书中对 FPGA 只增加了选择性要求,并增加了附录八,用于对现代数字系统设计平台进行介绍,并以赛灵思公司的平台为例介绍了如何在基础实验中应用,达到让学有余力的同学早日接触认识现代数字系统设计平台的目的。这部分的选择要求前面均打有 * 号。具体增加内容如下:

(1) 能在可编程环境和语言里完成的实验,均增加了选择性要求或扩展要求,在内容安排上充分考虑到它们之间是循序渐进关系,在具体操作上可编程环境实验部分按选择性内容处理,因为可编程环境目前不但企业多,而且升级变化也很快,所以在实验步骤上没有固定选择某企业的某个版本的开发环境进行细致要求,使用教材时,可根据自己的条件,通过现代化信息技术平台进行补充。

(2) 可编程环境和语言完成实验方法分图形输入法和软件语言输入法,操作上也分为仿真和下载运行,考虑到实验时间限制,将图形法放到软件语言输入法之前,这样既符合从易到难的教学规律,也可以更好地和理论教学衔接,下载运行一律放到学习者课余时间进行,辅导、讨论放在课程 QQ 群上进行。

4. 增加了 5 个 A/D、D/A 仿真实验,名称分别是“ I 型 8 位 D/A 转换仿真验证”、“V 型 8 位 D/A 转换仿真验证”、“ 8 位 A/D 转换仿真验证”、“16 位 A/D 转换仿真验证”、“8 位 A/D-D/A 转换综合仿真验证”。仿真实验学生可以在课余时间进行,仿真后同样可以达到深入理解该理论知识点的目的。

5. 附录增加以下内容:“现代数字系统设计简介”,这部分主要介绍了现代数字系统设计的一些 CAD 工具,尽管这些工具都非常强大,可以设计复杂的数字系统,但本指导书介绍的目的只是使用它完成数字电子技术基础实验,为以后进一步学习数字系统设计打下坚实的基础。注意这些 CAD 工具升级,创新都比较快,在学习时一定要掌握其核心要点和内容,才能在将来举一反三的掌握更多更好类似的 CAD 工具。“非可编程仿真环境实验案例”这部分内容是方便学生对实验内容的预习和复习。“附录二”介绍了纯物理常用电子技术实验仪器、仪表、设备,并对虚拟设备和物理设备进行了对比,目前学生能使用实验室的时间毕竟有限,而虚拟仪器、仪表、设备是便携的,掌握好它们的使用对物理常用电子技术实验仪器、仪表、设备的使用有很大帮助,虚拟仪器、仪表、设备操作是物理仪器、仪表、设备功能操作的抽象。

6. 修改了部分实验在第一版书中的顺序,使整体架构更加符合第二版的编写中心思想,根据几年的使用情况,发现学生写实验步骤有困难,本次对一些实验补充了实验步骤。

7. 第二版取消了第一版书后所附的光盘,因光盘中常用仪器仪表使用资料已上传学校精品课程网站,另外,部分仪器仪表也已更换。

本版本由刘涇担任主编,黎恒、肖宇峰担任副主编,参加本版修订工作有刘涇、黎恒、肖宇峰、张小乾、刘瀚宸。黎恒、肖宇峰分别对内容进行了统稿,全书最终由刘涇定稿。

自学实验 11~21 由黎恒修改完成,自主开放实验 29~37 由肖宇峰修改完成,新增加的实验:自学开放实验里的 22~24 由肖宇峰编写完成;自学开放实验里的 25~28 由张小乾、刘

经合作编写完成。附录二~附录六、插图电子稿由刘瀚宸修改完成,其他由主编修改完成。研究生付涛、张慧玲同学对第二版的修订编写中做了文字整理、打印、校对工作。

感谢华北电力大学的戴振刚老师对本书的审阅,并提出许多宝贵的意见和建议。

主管教学的姚远成院长,FPGA 实验室的秦明伟副教授和侯宝临老师在第二版编写过程中给予了大力支持,在此一并表示感谢。

本指导书第二版编写得到教育部电子信息类专业教指委 2014“重大、热点、难点”研究课题的资助,项目编号 2014-Y18。

本指导书第二版编写得到学校教材建设项目的资助。

由于编者水平及时间有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。作者邮箱:Liujing@swust.edu.cn.

编 者

2015 年 12 月于高近书屋

第一版前言

电子技术基础实验是配合电子技术理论课程的一个关键环节，是学生进一步认识和理解电子技术基础理论的重要步骤。其目的是通过实验达到对电子技术基础理论知识点的深入理解，为将来的工程应用打下良好基础。要想很好地掌握数字电子技术基础知识，除了要从理论层面认真学好有关电子元器件、通用集成电路 IC 及所构成的基本电路的原理和分析方法外，还要掌握它们的具体应用。电子技术实验就是电子技术理论的具体应用的入门，实验指导书是这一教学环节中在理论教材基础之上的指导。

本书是数字电子技术实验指导书。全书内容分为 4 个模块：

(1) 基础实验模块。通过本模块的学习，同学们应学会基本的实验方法，包括设计预测、仿真和操作技能。这一模块按通常的实验教学模式进行。

(2) 自学开放实验模块。在该模块的学习过程中，学生应根据自己在第一模块中掌握的实验方法，进一步对自己已有理论知识进行深入的理解、消化、掌握。该模块在开放实验室或虚拟仿真实验室环境中进行。

(3) 自主开放实验模块。该模块也在开放实验室或虚拟仿真实验室环境中进行。它与第二模块的主要区别是，学生根据第一、第二模块中掌握的实验方法和理论知识，尝试着解决一些老师在实际工程中提炼出的问题，为将来的应用和继续提高、深造打下坚实基础。这一部分实验只给出了部分内容，要靠学生自己分析、完善，并完成实验。比如，给出了引脚正确的设计参考附图，但没有给出 IC 具体型号（模拟实际工程中因为时间久远型号已消失的情况或被人擦除的情况），要靠学生自己分析、思考、查找、完善设计。

(4) 附录模块。这一部分主要收集一些完成第一模块实验必需的技术资料和学生完成实验需要的辅助案例。

另外，本书配有一张光盘，介绍了常用电子仪器仪表的使用方法，以便学生对示波器、信号发生器等有更直观的了解。

第二、第三模块是属于“差别化教学”的内容，暂不对学生做统一要求。

本实验指导书的特点如下：

(1) 重提“验证性实验”的应有地位，验证是设计的基础，在第二模块编入一定量的验证性实验。

(2) 根据学时合理地调整教学实验的内容，留“本”去“末”，将每个教学实验内容调整到合理的量上，被压缩的重要内容自然地放到扩展要求和第二、第三模块，让同学们课余进行。

(3) 增加“返璞归真”“求本溯源”的实验，重点放在目前仍在应用并不断发展的基础理论知识点上，比如：基于运放和分立器件的 A/D、D/A 实验。

(4) 突出对学生专业“判断力”和工程素质的培养和提高。在实验中突出如何判断所用元器件、仪器仪表、专用导线的好坏,对与工程素质密切相关的实验步骤有严格的要求。

(5) 创新附录的编写方式,锻炼学生查找资料的能力。强调利用计算机网络查找资料的重要性。同学们将在广泛的查询中获得知识,提高自己的专业判断力和自主学习精神。

(6) 强调仿真软件在电子技术基础理论实验中的重要性。仿真软件是自主学习的优秀教师。

使用本书进行教学的最佳硬件条件是独立的教学实验室和开放性实验室。两者不能混合使用,混合使用可能会由于设备的原因使基础实验教学的质量得不到保证。目前还没有独立的开放性电子实验室的学校也可用虚拟仿真实验室暂代。

本书是以多年实验教改项目的成果作为支撑,总结作者多年工程经验和教学经验编写而成的。在编写过程中还参照了《高等学校国家级示范中心建设标准》和《高等学校本科教育工作提高教学质量的若干意见》的要求以及目前“卓越工程师”的培养目标。

本书由西南科技大学信息工程学院刘涇担任主编。具体编写分工如下:实验1、实验14、实验19、附录2由胥学金编写;实验3、实验7、实验22、实验23由方艳红编写;实验2、实验17、实验18由张小京编写;实验6、附录2由刘春梅编写;林伟参与了附录5的编写;其余内容均由刘涇编写。

本书由姚远程教授担任主审。姚远程教授对本教材进行了全面认真的审阅,并提出很多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。主管学院教学工作的尚丽平教授对本书的前言和架构均提出宝贵的意见,在此表示感谢。

我的学生张守峰、周凤、祁文洁、贺梅、刘勇军等同学为本书内容的绘附图、仿真和手稿录入做了许多工作,在此一并表示感谢。

本指导书也参考了天煌科技实业有限公司实验设备的配套实验指导讲义和本学院在此之前使用的实验指导自编讲义的内容,在此对参加过这些实验指导讲义编写的老师一并致谢。

由于本书提倡仿真工具在实验中的应用,所以本书还可作为网教、自考、电大等成人教育的无线电、电子对抗、自动化、电气工程、计算机、安全工程等专业的实验教材。

由于编者水平及时间有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2011年5月

目录

模块一 基础实验

实验 1	数字实、虚电子技术实验室的构建与使用	1	实验 5	基本触发器逻辑功能测试及应用	14
实验 2	用 SSI 逻辑器件设计组合逻辑电路	5	实验 6	用计数器设计简单秒表 ...	20
实验 3	用 MSI 逻辑器件设计组合逻辑电路	8	实验 7	移位寄存器应用设计	22
实验 4	组合逻辑电路竞争冒险现象的验证	11	实验 8	脉冲分配器的设计及应用	27
			实验 9	智力竞赛抢答器的设计 ...	30
			实验 10	4 位串行累加器的设计 ...	33

模块二 自学开放实验

实验 11	二极管、三极管及场效应管的开关特性及其简单应用	37	实验 21	分立器件和运放组成 A/D 电路	71
实验 12	TTL、CMOS 集成逻辑门的参数测试及简单应用	40	实验 22	V 型 8 位虚拟集成 D/A 转换仿真验证	74
实验 13	TTL 集电极开路门与三态输出门的应用	45	实验 23	I 型 8 位虚拟集成 D/A 转换仿真验证	75
实验 14	2 位数值比较器	51	实验 24	8 位 I 型物理集成电路 D/A 转换实验	81
实验 15	计数器与触发器	53	实验 25	8 位虚拟集成 A/D 转换仿真验证	83
实验 16	基本逻辑门的简单应用	56	实验 26	8 位物理集成电路 A/D 转换实验	85
实验 17	编码器设计与验证	60	实验 27	16 位虚拟集成 A/D 转换仿真验证	88
实验 18	译码器	62	实验 28	8 位 A/D-D/A 转换综合仿真验证	90
实验 19	555 集成定时器的应用 ...	64			
实验 20	分立器件和运放组成的 D/A 电路	68			

模块三 自主开放实验

实验 29 半导体存储电路实验	93	实验 34 数据采集系统的设计 ...	103
实验 30 数字电容测试仪设计	95	实验 35 数字钟设计	105
实验 31 数字频率计设计	97	实验 36 读图分析电路训练一 ...	107
实验 32 数字电子琴设计	99	实验 37 读图分析电路训练二 ...	108
实验 33 数字电压表设计	101		

模块四 附录

附录一 数字电路 IC 基本知识 ...	111	附录五 实验设备简介	125
附录二 常用电子仪器仪表 简介	112	附录六 常用电子技术仿真 软件简介	130
附录三 数字电路测试及故障 查找与排除	120	附录七 部分实验仿真步骤	158
附录四 基础实验所用集成电路 引脚图	121	附录八 数字系统设计简介	163
		附录九 电子实验报告参考 模板	221
参考文献	224		
第二版后记	225		
第一版后记	228		

模块一 基础实验

实验 1 数字实、虚电子技术实验室的构建与使用

一、实验目的

1. 用附录六中仿真软件构建虚拟电子技术实验室,能在该实验室里完成本实验内容。
2. 熟悉物理双踪示波器面板图,掌握面板上旋钮、按键的作用和调节方法。
3. 学会用物理示波器测量脉冲信号基本参数。
4. 学会本实验实验原理中所列的基本门电路功能测试的方法。

二、预习

1. 基本预习(* 为选做内容)

(1) 结合实验内容和思考题,阅读本指导书附录,了解物理电子技术实验环境,重点了解函数信号发生器和示波器及本实验用到的集成门电路的结构、引脚图。

(2) 学习附录九实验报告撰写规范。

(3) 在附录六仿真软件里仿真实验步骤和内容。

* (4) 在附录八的软件里,用“图形法”仿真验证基本逻辑门。

* (5) 在附录八的软件里,用硬件描述语言制作基本逻辑门,并仿真验证。

* (6) 在附录八的软件里,用硬件描述语言制作 1 至 2 个其他通用逻辑门。

2. 必做内容的仿真步骤(仿真具体方法见附录七)

(1) 用虚拟函数发生器模拟“CAL”信号,用虚拟示波器观察测量,结果填入虚表 1.1 中。

虚表 1.1 CAL 信号虚测量结果

信号	相关参数	虚测量数据	虚波形图
CAL 信号 (0.3V _{p-p} , 1 kHz)	偏转灵敏度/V/div		
	波形的峰-峰高度 H_V /格		
	峰-峰电压 V_{p-p} /V		
	扫描速度 t /div		
	一个周期的宽度 H_t /格		
	信号周期 T /s		
	信号频率 f /Hz		

(偏转灵敏度(V/div)也是示波器垂直方向每方格的单位,扫描速度也是示波器水平方向每方格的单位,见附录 II 示波器介绍)

(2) 虚拟函数发生器输出 1 MHz 、 $5\text{V}_{\text{p-p}}$ 方波信号,用虚拟示波器观察测量方波信号的一个脉冲上升沿时间、下降沿时间、脉冲宽度等参数,结果填入虚表 1.2 中。

虚表 1.2 方波信号测量结果

信号	相关参数	虚测量数据	虚波形图
方波信号	上升沿时间/ns		
	下降沿时间/ns		
	脉冲宽度/ μs		
	脉冲幅值/V		
	高电平/V		
	低电平/V		

(3) 在虚拟仿真环境中测试实验原理 2 中的门电路功能,结果填入自制的真值表中(参考表 1.3)。

三、实验原理

1. 模拟示波器工作原理

模拟示波器的电路框图和工作原理图如图 1.1 和图 1.2 所示,较详细的内容请参考附录二中关于模拟示波器的相关内容。

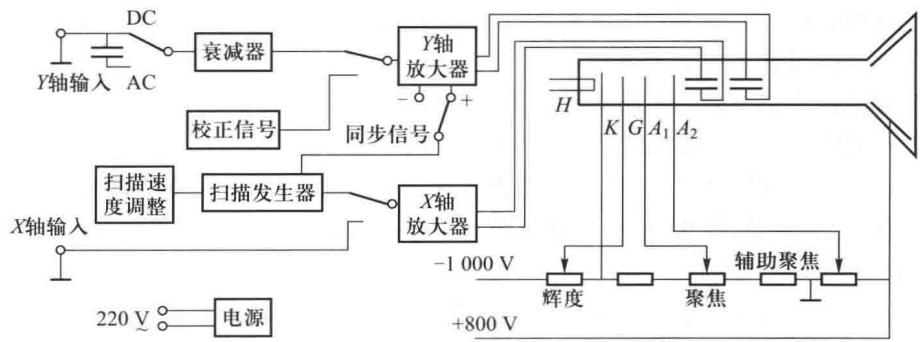


图 1.1 模拟示波器电路框图

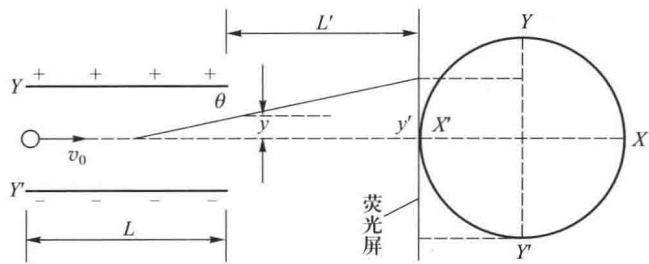


图 1.2 模拟示波器工作原理图

2. 本实验逻辑门原理

(1) 2 输入与非门(IC 型号 74LS00,引脚图见附录四)

$$F = \overline{AB}$$

(2) 2 输入与门(IC 型号 74LS08,引脚图见附录四)

$$F = AB$$

(3) 2 输入异或门(IC 型号 74LS86,引脚图见附录四)

$$F = A \oplus B$$

(4) 4 输入与非门(IC 型号 74LS20,引脚图见附录四)

$$F = \overline{ABCD}$$

四、实验内容与步骤

1. 基本要求

(1) 熟悉电子实验室现有实验设备的各种功能,并能灵活应用这些功能。

(2) 用示波器测试本机的“CAL”信号,结果填入表 1.1 中。

表 1.1 CAL 信号测量结果

信号	相关参数	测量数据	波形图
CAL 信号(0.3V _{p-p} , 1 kHz)	偏转灵敏度 V/div		
	波形的峰-峰高度 H_y /格		
	峰-峰电压 V_{p-p} /V		
	扫描速度 t /div		
	一个周期的宽度 H_x /格		
	信号周期 T /s		
	信号频率 f /Hz		

(3) 测量方波的一个脉冲信号的上升沿时间、下降沿时间、脉冲宽度等参数。

用函数信号发生器输出频率为 1 MHz、5 V 的方波信号,用示波器测量一个脉冲信号的相关参数,并绘出波形图,填于表 1.2 中。

表 1.2 方波一个脉冲信号参数测量结果

信号	相关参数	测量数据	波形图
方 波 信 号	上升沿时间/ns		
	下降沿时间/ns		
	脉冲宽度/ μ s		
	脉冲幅值/V		
	高电平/V		
	低电平/V		

(4) 测试门电路功能。

测试实验原理中列出的几个通用逻辑门的逻辑功能(也可由指导老师指定的通用逻辑门),并填入表 1.3 或自己设计的类似表格中(电压测量方法参考扩展要求(3))。

表 1.3 单元逻辑门状态和电压测试表

输 入								输 出	
A		B		C		D		F	
状态	电压	状态	电压	状态	电压	状态	电压	状态	电压

(注意:表 1.3 中 F 为逻辑“1”时的电压分带负载(有逻辑显示)和空载,实测参数值是不一样的)

2. 扩展要求

(1) 测量单元逻辑门输入、输出的相位差

如图 1.3 所示,采用 TTL 与非门 74LS00,在输入端输入 100kHz 的方波信号,用双踪示波器测量输入、输出的相位,得出相位差,画出波形图。

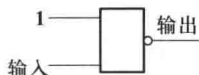


图 1.3 测量 TTL 逻辑门电路输入、输出相位差

(2) 测量门电路的平均延迟时间

测量门电路的平均延迟时间的方法较多,实验时可自行选用。各方法间存在误差,振荡法是较常用的方法,具体操作请参考有关书籍。此处,从定义出发,比较门电路(或多级级联)输入、输出相位,也可测算获得平均延迟时间。

如图 1.4 所示,本实验采用六反相器 74LS04,用双踪示波器测量输入、输出的相位,得出相位差,画出波形图。

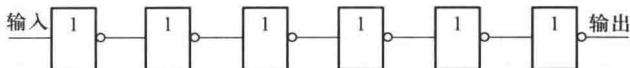


图 1.4 测量 74LS04 逻辑门电路输入、输出波形平均延迟时间

(3) 用万用表测量实验设备上的直流电源的电压,填入表 1.4 中。表中的标称值请按设备情况填写。(先上数字电子技术基础课程同学可定为必做内容)

表 1.4 直流电源电压/V

标称值				
实测值				
误差				

五、实验报告要求

1. 记录实验结果,分析其意义。
2. 填写所测逻辑门的真值表,总结逻辑门功能的检验方法。
3. 总结用示波器测量直流电压的方法。
4. 回答有关思考题。
5. 记录实验过程中遇到的印象最深刻的问题及解决过程。

六、实验设备

请根据实际情况如实记录实验中用到的仪器及仪表,实验台及实验板编号,主要元器件名称、型号、数量。

七、思考题

1. 用示波器测量信号时,要完成下列要求应调节哪些开关或旋钮?
 - (1) 移动波形位置。
 - (2) 改变波形的显示周期个数。
 - (3) 改变波形的显示高度。
 - (4) 双通道同时观测两个波形。
2. DF1641B1 函数信号发生器的 $50\ \Omega$ 信号输出和 TTL OUT 输出输出的方波信号有什么不同?
 - (1) 查阅资料,写出如何用振荡法测量门电路的平均延迟时间,并画出原理图。
 - (2) 总结常用门电路(本实验已用到的除外)输出、输入的状态和电压的关系。

八、实验体会

谈谈对本实验的感想,并提出改进本实验的建议。

实验 2 用 SSI 逻辑器件设计组合逻辑电路

一、实验目的

1. 掌握用 SSI(小规模集成电路)逻辑器件设计组合电路的方法。
2. 掌握组合逻辑电路的调试方法。
3. 学会记录实验中遇到的问题及解决方法。

二、预习

1. 基本预习(*为选做内容)
 - (1) 复习本实验所涉及的理论知识。
 - (2) 阅读附录四,熟悉本实验所用集成芯片的型号、引脚图。
 - (3) 根据实验内容,设计出各逻辑电路的逻辑表达式,列出真值表,画出逻辑电路图。

- (4) 在附录六仿真软件里仿真实验步骤和内容。
- * (5) 在附录八的软件里,用“图形法”仿真验证自己的设计。
- * (6) 在附录八的软件里,用硬件描述语言仿真验证自己的设计。
- * (7) 在附录八的软件里,用硬件描述语言设计本实验扩展要求。

2. 必做内容设计与仿真步骤(仿真具体方法见附录七)

(1) 半加器设计仿真步骤

- ① 根据设计提示给出的真值表,写出 S 和 C 的逻辑方程,并化简。
- ② 在虚拟仿真环境中画出逻辑电路图,并进行调试验证。

(2) 全加器设计仿真步骤

- ① 根据设计提示给出的真值表和部分逻辑方程,补齐逻辑方程,并化简。
- ② 在虚拟仿真环境中画出逻辑电路图,并进行调试验证。

(3) 三变量多数表决器设计仿真步骤

- ① 根据问题写出真值表。
- ② 根据真值表写出逻辑方程,并化简。
- ③ 根据化简逻辑方程在仿真环境中画出逻辑电路图,并进行调试验证。

(4) 实验内容与步骤中的(4)、(5)设计仿真方法同上(3)。

(5) 全加器仿真图。

三、设计提示

1. 半加器

图 2.1 是半加器的原理框图,表 2.1 是半加器的真值表。

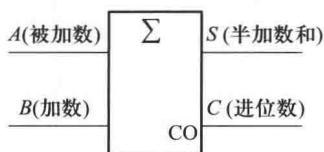


图 2.1 半加器的原理图框图

表 2.1 半加器真值表

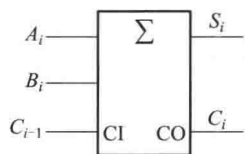
A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

2. 全加器

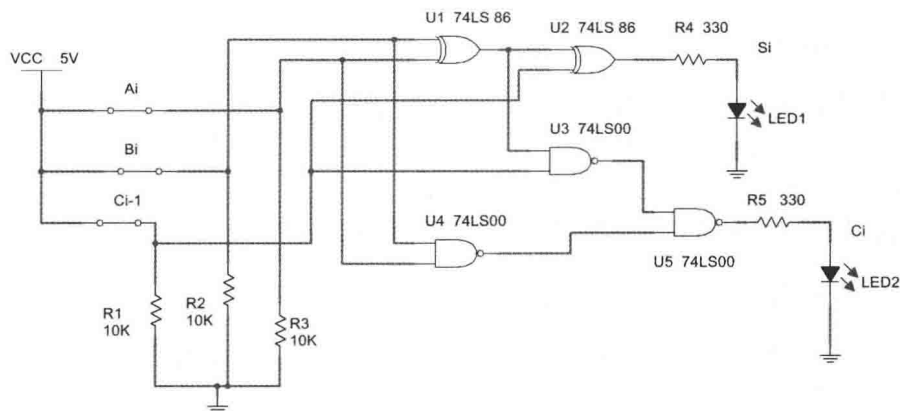
图 2.2(a)是全加器的原理图框图,(b)是全加器的原理图仿真参考图,图(b)中最右边的逻辑开关和最左边的逻辑显示是组合逻辑电路仿真验证共性器件,逻辑开关需用电源、地、单刀单掷开关和 $10\text{ k}\Omega$ 下拉电阻构成,逻辑显示需用发光二极管、地和 $330\ \Omega$ 限流电阻构成。表 2.2 是它的真值表。

表 2.2 全加器真值表

A_i	B_i	C_{i-1}	S_i	C_i	A_i	B_i	C_{i-1}	S_i	C_i
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1



(a) 全加器的原理图框图



(b) 全加器的原理图仿真参考图

图 2.2 全加器原理图

全加器逻辑表达式为：

$$S_i = A_i \oplus B_i \oplus C_{i-1} \text{ (最简表达式, 需学习者在报告里补齐化简过程)}$$

$$C_i = \bar{A}_i B_i C_{i-1} + A_i \bar{B}_i C_{i-1} + A_i B_i \bar{C}_{i-1} + A_i B_i C_{i-1} \text{ (原始表达式, 需学习者在报告里补齐化简过程)}$$

四、实验内容与步骤

1. 基本要求

(1) 用 74LS00(4 个 2 输入与非门)、74LS86(4 个 2 输入异或门)设计一个 1 位半加器电路,然后在实验板上实现自己设计的逻辑电路,并验证是否正确。

(2) 用与非门和异或门设计一个 1 位全加器电路,然后在实验板上实现自己设计的逻辑电路,并验证是否正确。

(3) 用附录四中的 SSI 逻辑器件设计一个 3 变量的多数表决电路(当 3 个输入端中有 2 个及以上输入“1”时,输出端才为“1”),然后在实验板上实现自己设计的逻辑电路,并验证是否正确。

(4) 用附录四中的 SSI 逻辑器件设计一个 1 位二进制数的比较器。

(5) 用附录四中的 SSI 逻辑器件设计一个 4 变量多数表决器,在 4 个输入中,A 代表 2, B、C、D 分别代表 1,当输入数值大于或等于 3 时,输出为高电平,否则,输出为低电平。

2. 扩展要求

(1) 用附录四中的 SSI 逻辑器件设计一个 2 线-4 线译码电路。

(2) 用附录四中的 SSI 逻辑器件设计一个 4 选 1 多路选择器。

(3) 用物理电子元器件组装、调试基本设计或扩展设计,请老师答辩、检查。

3. 实验步骤

(1) 根据实验内容与预习检验本实验需要的仪器仪表的质量。