

基于 NE555 的断线报警电路实验案例设计

张 俭 张春明

(武警工程大学密码工程学院, 陕西 西安 710086)

摘要: 555 定时器是一种单片多用途的集成电路, 是《电子技术基础》的重点内容, 它将模拟电路与数字电路的功能巧妙地结合在一起, 成本低, 性能可靠, 结合少量外围电路即可构成各种功能电路, 在电子领域有着广泛的应用。实验案例基于 NE555, 采用“线上导学+课堂讲练”的教学设计, 并给出电路的设计、仿真与实现。

关键词: NE555; 断线报警电路; 案例设计

《电子技术基础》是电气、自动化、电子信息等相关专业的专业背景课程, 既包含理论讲授也涵盖一定的实验教学。电子技术实验具有很强的工程实践性, 但传统实验课程多以教学大纲中验证性实验为主, 实验过程多为理论知识的验证, 设计性实验较少, 学生上课积极性不高。以应用广泛的 555 定时器为主要原理电路, 基于“线上导学+课堂讲练”进行实验教学案例设计, 对提高学生实验技能、培养学生的工程意识及创新能力, 具有十分重要的意义。

一、实验案例定位及任务

(一) 实验案例定位

实验案例的理论背景知识是 555 定时器, 选自高等学校电子信息类“十三五”规划教材《电子技术基础》第十三章(李效芳主编), 是《电子技术基础》课程的重要内容。该实验案例是设计性实验, 采用“线上导学+课堂讲练”的教学设计, 以任务驱动教学, 在实验过程中以学生为中心, 充分设计课前、课中、课后环节, 实验案例既适合课堂教学, 又带有一定的设计性和工程性。

(二) 实验设计任务

本案例的任务为用 NE555 芯片设计断线报警器。断线报警器在实际生活中有较为广泛的应用, 如展会、仓库等场所的防盗, 可在探测线被人剪断或拉断时鸣笛报警。为使任务具有延拓性和阶梯性, 又不乏趣味性, 具体内容设计如表 1 所示。

实验中可以用细铜丝或者导线当作“警戒线”, 接通电源, 当人为碰断“警戒线”, 即会有报警声; 当有多处“警戒线”同时监测不同位置时, 可以通过声音辨别不同位置的警情。在实验过程中, 总结遇到的问题及解决方法, 理清知识脉络, 使学生从该实验项目中体会一定的工程性。

表 1 实验案例任务表

任务层次	任务	具体要求
基础任务	用 NE555 芯片构成单路断线报警器	(1) 设置一处“警戒线”, 一旦“警戒线”断掉, 扬声器发出报警声。 (2) 分析实验原理, 总结问题及解决方法。
扩展任务	用 NE555 芯片构成多路断线报警器	(1) 设置多处“警戒线”, 即同时检测多个不同位置, 只要有一处“警戒线”断掉, 即发出报警声。 (2) 不同位置的报警声音高不同, 以区别是何处发出的警情。 (3) 分析实验原理, 总结问题及解决方法。

二、基于 NE555 的多路断线报警器电路原理

(一) 多谐振荡器

多谐振荡器是一种自激振荡器, 接通电源后, 不需要外加触发信号, 就可以连续地、周期性地自动产生矩形脉冲。用 555 定时器构成的多谐振荡器电路图, 电源 U_{CC} 通过 R_1 、 R_2 对电容 C 进行周而复始地充放电, 在输出端得到矩形脉冲信号。该电路在对电容 C 充放电的过程中没有稳态, 只有两个暂稳态。

多谐振荡器具有信号发生器的功能, 在学习过程中需要掌握电路的连接方式、电路工作中的状态以及输出矩形波的周期计算公式等知识要点。

(二) 单路断线报警器设计原理

在单路断线报警器的设计中, 如果将 NE555 芯片第 4 引脚接地, 会使电路处于强制复位状态, 以此可以设计警戒线的位置, 即将第 4 引脚通过一根导线接地, 该导线即为“警戒线”, 当警戒线被人剪断, 555 集成电路即会从复位状态进入振荡状态。此时将输出端第 3 引脚连接扬声器, 选择合适的元件参数, 可使电路的振荡频率在音频区, 扬声器即可发出报警声。

(三) 多路断线报警器设计原理

多路断线报警器可以同时监控几处不同地方发生的“断线”情况, 并且通过不同的报警音调来加以区别。在多路断线报警电路的设计上, 通过四路“警戒线”的通断及二极管的单向导电性能, 可以非常巧妙地控制电容是否可以充电, 与此同时检测四个位置的“断线”情况。选用阻值不等的充电电阻, 通过元器件参数控制电路的振荡频率, 从而控制扬声器发出不同的音调, 最终达到区分不同位置“断线”情报的目的。

三、实验案例过程设计

(一) 教学设计

本实验案例的授课对象为电气、自动化、电子信息等专业大二年级学生, 他们已经学习过《高等数学》《大学物理》《电路分析基础》等课程, 《电子技术基础》课程也已接近尾声, 具有一定的电子电路实践能力。随着课程教学的信息化, 相关专业的人才培养更应注重学生工程意识、工程素质、工程实践和创新能力的培养, 而仅仅采用传统的线下课堂已经不能满足这些需求。

本实验案例采用基于“线上导学+课堂讲练”的教学设计, 充分利用网上丰富的教学资源, 安排学生进行课前导学及领取实验任务, 结合线下课堂讲授和实践训练, 并将课程思政融入实验过程。课堂讲练以学生为主体, 采用情境法、任务驱动、引导启发、示范操作等方法开展教学。实验任务选择 555 定时器构成的多谐振荡器电路为基础电路, 将其应用到学生感兴趣的场景中, 学以致用, 并按照难易程度分层, 任务一是基础功能, 要求必须完成, 任务二是拔高作业, 可做加分选项。实验操作先通过 Multisim 软件进行仿真设计, 再选择面包板进行实物搭建, 省焊接, 容易操作。电子技术实验思政元素较多, 围绕“知识、能力和素养”这三层教学目标, 通过“交流、合作、实践”等方式润物无声地将“育人”融入到教学过程中, 逐渐提高学生的综合素养。

(二) 实施进程

本实验案例从任务布置到最后成果验收, 是一个相对完整的实践过程, 需要经历理论知识学习、领取任务及任务需求分析、电路方案设计、电路搭建、现场调试、评价与总结等环节。

第一环节,线上导学,任务驱动。教师推荐线上学习资源,学生线上预习相关理论知识。实验任务通过和生活实际联系紧密的电影情节视频或图片等引入,使学生对任务有一个直观的了解和认识,激发学生兴趣。学生领取任务并进行简单的需求分析,思考设计单路断线报警器。

第二环节,引导反馈,完成基础任务。教师围绕教学目标对于学生的预习情况进行引导和反馈,根据学生预习情况简单回顾实验原理、元件参数选择及注意事项,采用思维导图形式给出,并对任务一中学生设计的电路进行反馈与指导。学生对自己预习的内容进行查漏补缺,完善自己的电路设计,自主完成单路断线报警器的仿真验证、搭建与测试。学生在搭建电路的同时,即可进行电路的测试与排故,在调试过程中,注意对所遇到的问题及解决方法进行记录,教师在此期间注意指导、评价及课程思政。

第三环节,打牢基础,任务升级。在任务一的基础上,完成多路断线报警器的电路设计、仿真验证、搭建与测试。学生需要注意的是,任务要求能够区分是哪个位置的警戒线被断开。教师在整个任务实施过程中予以及时指导、答疑以及适时融入课程思政,保障整个实验过程顺利开展,同时教师对学生实验状态进行打分,作为考核的一项分数。

第四环节,实验总结与讲评。教师可以安排多种形式进行交流,如小组汇报,交流发言,答辩等,组织每小组学生代表以项目演

讲或答辩的形式进行交流,了解常见问题及其解决方法,拓宽知识面。教师根据实验课完成情况对此次实验任务进行知识总结、技能总结。

第五环节是:教学反思,并持续改进。教师针对教学效果及教学环节中出现的及时作出总结及反思,引导学生课后思考是否可有其他方法实现。学生在课后完成实验报告册。

(三) 基于 Multisim 的仿真实验

学生对于电路的设计采用 Multisim 软件仿真完成。在电子技术实验课中引入 Multisim 软件仿真是十分必要的。软件仿真可以弥补传统实验室仪器有限、实验空间限制的弊端,提高实验效率,又可以降低学生因为误操作而导致的设备损坏,易于观察实验现象和分析问题。依据实验原理,单路断线报警器实验仿真如图 2 所示,“警戒线”通过开关 J1 将第 4 引脚接地,当断开开关 J1,电路进入震荡工作状态,蜂鸣器即发出报警声。多路断线报警器实验仿真如图 3 所示,电路中设计了四处“警戒线”,即 J1~J4,当开关闭合,二极管 D1~D4 均处于截止状态,电容 C1 无法通过 R1、R2、R3、R4 进行充电。当某一处开关打开,将导致该路二极管导通,电路进入震荡工作状态,蜂鸣器即发出报警声。由于 R1~R4 的阻值不同,而 C1 的放电电阻相同,所以蜂鸣器发出的报警声音调不同。

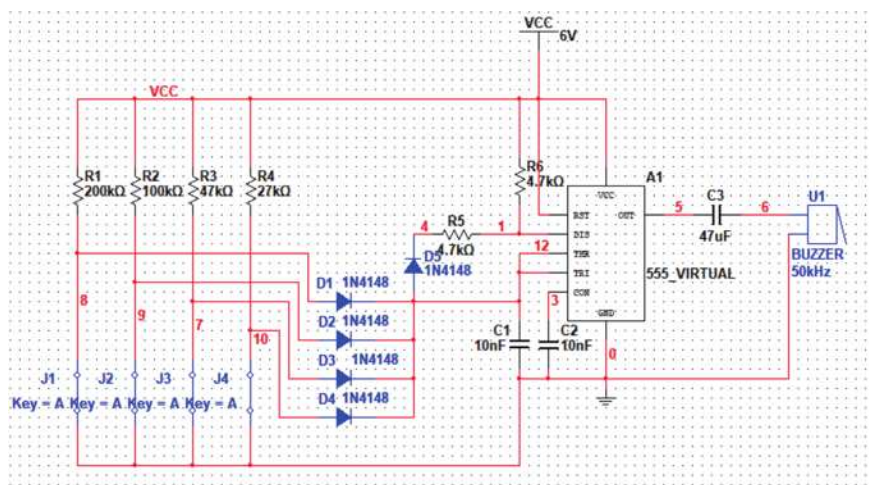


图 2 多路断线报警器仿真电路

(四) 考核要求与方法

实验教学评价是实验教学中的一个重要环节,如何有效地进行教学评价及考核,对提升人才质量及教学效果起着至关重要的作用。对于电子技术基础实验的考核,不应只以最终结果作为考核,应充分考虑实验全过程,包括课前预习情况,课中实践过程以及课后的总结和报告,采取形成性评价形式更注重学生对知识的掌握和能力发展的需要。本次实验案例设计课前预习情况按 10% 的比例计入考核成绩;实验过程和实物验收按照 70% 的比例计入成绩,实验报告以 20% 的比例计入成绩。其中,实验过程和实物验收,主要从设计验收、实验质量、自主独立等方面衡量。实验报告要求规范和完整,能够反映实验需求分析、实验器材、电路设计与参数选择、电路测试、实验数据记录及实验总结等。

四、小结

《电子技术基础》实验课程是一门十分重要的基础实验课,随着电子技术的快速发展,电子技术也被越来越多的学生所喜爱。本实验案例既是教材重点实验内容,又区别于以往验证性基础实验。从设计层次上看,分为基础功能和扩展功能,增强了可设计

性、延拓性和实用性,具有一定工程思想。从实践操作方面看, Multisim 仿真和面包板实物搭建,易操作,安全性高。从课程思政方面看,思政元素丰富,易于融入。

参考文献:

- [1] 王立峰, 张佳薇, 刘嘉新. 电子技术实验线上线下混合式教学模式研究 [J]. 科技创新与生产力, 2021 (9): 158-160.
- [2] 李战胜. 数字电子技术中 555 定时器的应用研究 [J]. 电子测试, 2020 (22): 14-15, 81.
- [3] 刘蕾蕾, 丁玲, 于舒娟, 等. 课程思政视域下电子信息类专业课程教学设计 [J]. 信息与电脑, 2021, 33 (18): 227-229.
- [4] 王建华, 刘勇, 刘丹, 等. Multisim 仿真软件对提高电路实验教学质量的影响探索 [J]. 教育现代化, 2018, 5 (27): 170-172.
- [5] 韩绍程, 马银飞, 高欢, 等. 形成性评价的模拟电子技术实验教学研究与实践 [J]. 实验室研究与探索, 2018, 37 (10): 179-183, 195.