

Proteus 电路设计与仿真在教学中的实践^①

吴小花¹ 吴先球² (1.广东水利电力职业技术学院 广东 广州 510635;

2.华南师范大学 物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

摘要: 以具有自启动功能的同步十进制加法计数器的设计与仿真为例, 阐述 proteus 电路设计与仿真在教学中的应用。实践表明, Proteus 环境下的虚拟开发环境, 具有不受实验室场地、时空的限制, 有利于促进专业课程的教学和实验改革, 从而实现了真正意义上的电子设计自动化。

关键词: 电路设计; 仿真实验; Proteus

Application of Proteus to Circuit Design and Simulation Teaching

WU Xiao-Hua¹, WU Xian-Qiu²

(1. Guangdong Technical College of Water Resources and Electric Engineering, Guangzhou 510635, China;

2. School of Physics & Telecommunication Engineering, South China Normal University, Guangzhou 510635, China)

Abstract: Taking the design and simulation of a synchronized decimal addition counter with self-running function as an example, this paper illustrates the application of Proteus to circuit design and simulation teaching. The practice indicates that the virtual development environment based on Proteus is favorable to the reform of the teaching and practice for the specialized course because it is not limited by space and time. Thus electronic design automation is truly realized.

Keywords: circuit design; simulation experiment; Proteus

1 引言

《模拟电子技术基础》、《数字电子技术基础》是通信、机电、自动化、电子信息工程、计算机等相关专业的一门重要基础课。其中的概念、理论知识内容对初学者较为抽象。电子技术的教学不仅要求学生掌握基本原理和设计方法, 更重要的是培养电路的设计、分析和开发能力, 而实验调试电路是电路设计过程中重要的、必不可少的环节。由于集成电路制造技术的日新月异, 新器件、新电路不断涌现, 加之科技进步日新月异, 传统的实验室已无法满足科研人员、学生、工程技术人员的要求。随着计算机技术的飞速发展, 电子电路的分析与设计方法发生了重大的变革, 虚拟实验广泛得到应用, Proteus 等优秀电子设计自动化(EDA)软件的出现, 大大地提高了电路设计的效率。

本文以具有自启动功能的同步十进制加法计数器的设计与仿真为例, 阐述 proteus 电路设计与仿真在职业教育课程教学中的应用。

2 利用Proteus构建虚拟实验室

Proteus 嵌入式系统仿真与开发平台是由英国 Labcenter 公司开发的, 是目前世界上最先进最完善的电路设计与仿真平台之一。Proteus 软件可以对模拟电路、数字电路、模数混合电路、单片机及外围元器件进行系统仿真, 并提供了简便易用的印刷电路板设计工具^[1]。Proteus 软件提供了丰富的测试信号用于电路测试。对科研开发, 电路系统的教学, 学生的实验、课程设计、毕业设计、电子设计竞赛等都有很大的帮助。借助 Proteus 软件可以使从事该行业的专业技术人员加快电路系统开发的速度, 节约开发成本,

① 收稿时间:2009-06-08

提高电子产品开发的效率。Proteus 提供了大量的虚拟仪器、仪表、激励源和分析工具,使电路的设计可以从原理图设计、嵌入式系统仿真到 PCB 设计一气呵成。真正实现了在同一个软件体系内,从概念到产品的完整设计过程。因此利用 Proteus 能很方便地构建虚拟实验室。

传统的电子设计流程中,先选定题目,确定方案,设计电路图,购买元器件,制板,调试,最后进行测试。如果未能达到设计要求,这个过程就要反复进行。采用 EDA 技术,在原理图设计阶段就可以对设计进行评估,验证所设计的电路是否达到设计要求的技术指标,还可以通过改变元器件参数使整个电路的性能最优化。这样就无须多次购买元器件板、制版、焊接测试调试等,节省了设计时间与经费,提高了设计效果和质量。利用 Proteus 构建的虚拟实验室,与传统实物实验室相比较具有许多优点,如表 1 所示。

表 1 传统实物实验室与 Proteus 虚拟实验室相比较

实物实验	Proteus VSM 虚拟实验
针对不同实验需不同的硬件装置	只需一台通用计算机
根据不同 CPU 需配置多台昂贵的硬件仿真器和不同的硬件环境	支持多种主流 CPU 的仿真,可完成包括 CPU 及外设的整个嵌入式系统仿真
需要购买和耗费大量的测试仪器以及维护开销,还需购买多种器件及耗材	包含 13 种虚拟仪器,外观真实,功能齐全,8000 种以上的可选虚拟器件
学员的错误操作可能导致设备损耗或事故	Proteus VSM 是安全的虚拟环境
不便于为多变的软件教学内容配置相应实验环境	可以方便快捷地建立适应不同软件教学的实验环境
实验教学局限于实验室内不便于学员课外复习和准备	不受时间、地域限制,便于教师备课和学员学习,还可作为多媒体课件使用
实验结果记录较麻烦,不便于建档保存	可输出印刷质量的图纸和报表,便于归档和发表

3 利用 Proteus 设计电路与仿真实例

设计课题与要求:具有自启动功能的 8421 编码的同步十进制加法计数器的设计。

3.1 基本原理电路的设计

基本原理电路的设计是电子设计的基础,按照设计要求,确定电路实现目标的组成是必不可少的一环。因此,按照同步十进制加法计数器的设计的目标要求,

编制状态转换表(表 2)或状态转换图(图 1)。

表 2 十进制加法计数器的状态转换表

Q_3^n	Q_2^n	Q_1^n	Q_0^n	Q_3^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	C
0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	1

$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 / C$

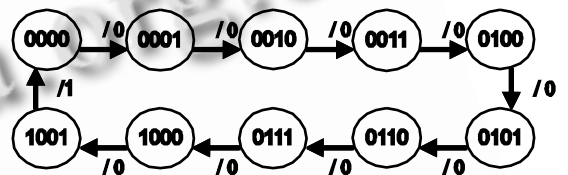


图 1 状态转换图

确定电路主器件。通常计数器件有 D 触发器、J-K 触发器或集成芯片(如 74LS192)等。本文分别以 J-K 触发器、74LS192 构成同步十进制加法计数器为例,说明应用 Proteus ISIS 虚拟实验室进行电子电路设计的优势。

方法一:利用 J-K 触发器设计同步十进制加法计数器

通过电路的次态卡诺图,电路的状态方程有:

$$\begin{aligned}
 Q_0^{n+1} &= \bar{Q}_0^n \\
 Q_1^{n+1} &= \bar{Q}_3^n Q_0^n \bar{Q}_1^n + \bar{Q}_0^n Q_1^n \\
 Q_2^{n+1} &= Q_1^n Q_0^n \bar{Q}_2^n + \bar{Q}_1^n Q_0^n Q_2^n \\
 &= Q_1^n Q_0^n \bar{Q}_2^n + Q_2^n \bar{Q}_1^n + Q_2^n \bar{Q}_0^n \\
 Q_3^{n+1} &= Q_2^n Q_1^n Q_0^n \bar{Q}_3^n + \bar{Q}_0^n Q_3^n
 \end{aligned}$$

电路的驱动方程为:

$$\begin{cases}
 J_0 = K_0 = 1 \\
 J_1 = \bar{Q}_3^n Q_0^n & K_1 = Q_0^n \\
 J_2 = K_2 = Q_1^n Q_0^n \\
 J_3 = Q_2^n Q_1^n Q_0^n & K_3 = Q_0^n
 \end{cases}$$

电路的输出方程为: $C = Q_3^n \cdot Q_0^n$

根据驱动方程和输出方程画出同步十进制计数器的电路图,如图 2 所示。

检查电路自启动能力:

分别将 1010~1111 这 6 个无效状态分别代入状态方程,结果表明电路是具有自启动功能。

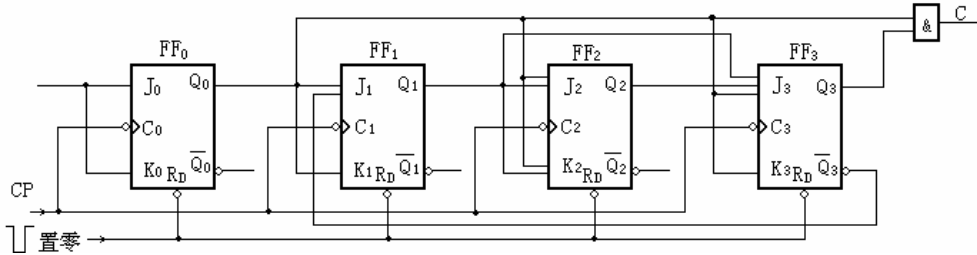


图2 用JK触发器构成的同步十进制加法计数器电路的电路图

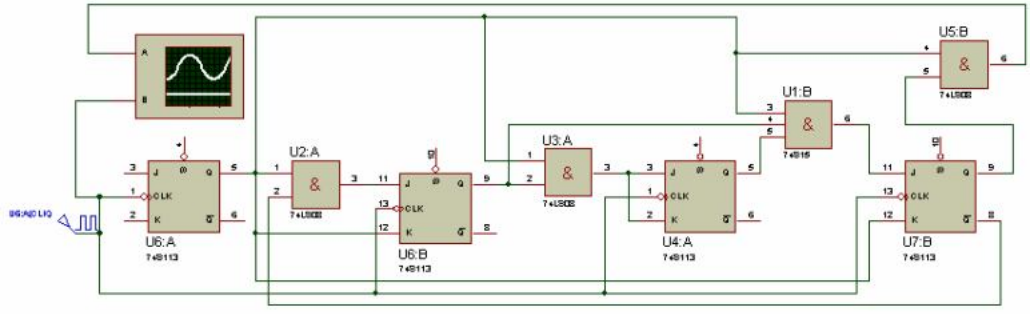


图5 用JK触发器构成的同步十进制加法计数器电路仿真连线

完整的电路状态转换图如图3所示。

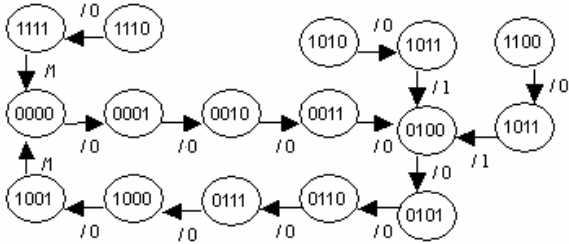


图3 同步十进制加法计数器电路完整的状态转换图

方法二：用74LS192集成芯片构成同步十进制加法计数器^[2]

利用74LS192构成的同步十进制加法计数、译码、显示电路如图4所示。

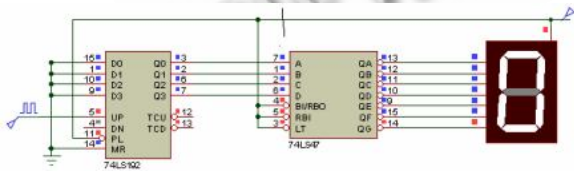


图4 用74LS192构成的同步十进制加法计数译码、显示电路仿真电路图

3.2 原理电路仿真

3.2.1 Proteus 仿真实验

(1) 启动 Proteus ISIS 仿真软件，在编辑窗口绘制电路原理图如图5所示，连接虚拟示波器观察输入

时钟和进位信号输出点波形。单击仿真运行开关。

(2) 启动仿真。点击仿真执行按钮，开始仿真。虚拟示波器显示出仿真结果波形，如图6所示。

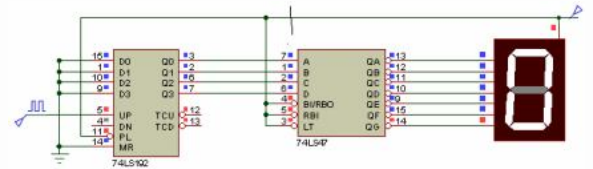


图6 同步十进制加法计数器电路仿真结果图

(3) 在编辑窗口绘制电路原理图如图7所示，单击仿真运行开关。

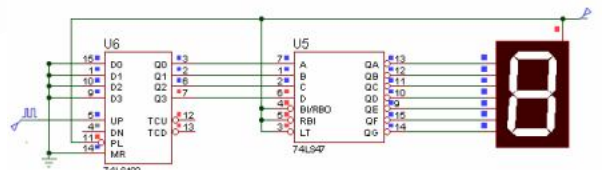


图7 同步十进制加法计数译码显示电路仿真结果图

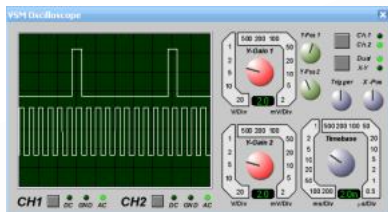
3.3 仿真结果与讨论

3.3.1 电路仿真校验

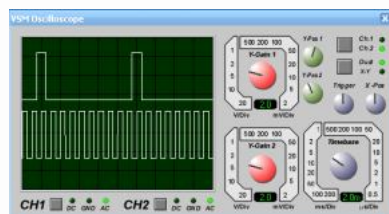
在仿真原理图上添加按钮开关，来控制J-K触发器置“0”端置位，分别将1010~1111的6种状态分别设置J-K触发器的初始状态，结果表明，电路在上述6种无效状态下，该电路均能自启动并计数正常。

部分仿真结果波形如图 8 所示。

从电路的计算分析、电路的仿真结果可知,设计符合要求。



(a) 初态为 1010 的仿真结果图



(b) 初态为 1110 的仿真结果图

图 8 电路仿真效验结果

3.3.2 讨论

以上两例是在讲授理论课堂中穿插的仿真实验,给学生带来了耳目一新的良好效果。之后,在安排的一周的设计实训中,同学们热情高涨地使用 Proteus 软件进行电路设计与仿真,不少同学选做“十字路口交通信号灯控制系统的设计与调试”的题目,并且设计成功。最后,他们深有体会地说:“利用 Pro-

teus 软件做仿真实验,不仅对实训中所涉及到的电路有了更深层次的理解和掌握,而且对掌握电子工艺课的知识学习有很大的帮助,更是对自己的动手操作能力有一个很好的锻炼,对培养我们的实践能力和创新能力有很大的帮助”。

4 结语

利用 Proteus 软件进行电子电路的设计与仿真,屏弃了传统设计的实物调试电路制作的繁杂过程和打破常规实验室场地、设备使用的时空限制,简单、方便、快捷、准确,使得常规实验室资源利用更加高效。

随着高等教育的大众化,进一步保证高校实验的教学质量,提升职业院校学生的实操能力和技术应用水平已迫在眉睫,创建没有围墙的大学和基于网络的虚拟实验室,是低投入高产出、资源共享的一种全新的办学理念,是高校未来发展的必然。基于 Proteus 环境下的虚拟电子实验室是对传统实验教学模式的革新,由于其具有明显的技术优势,非常适合新世纪高素质人才培养的新模式,在高校的实验教学中将具有广阔的应用前景。

参考文献

- 1 周润景,张丽娜.基于 PROTEUS 的电路及单片机系统设计与仿真.北京:北京航空大学出版社,2006.5.
- 2 吴小花,龚兰芳,袁天云.电子技能训练与 EDA 技术应用.广州:华南理工大学出版社,2009.