

信号发生器数字化改造及其在教育教学中的作用

李学哲, 黄成玉, 张全柱, 邓永红

(华北科技学院信息与控制技术研究所, 北京, 101601)

[摘要] 信号发生器是教学实验必备的常用仪器。目前, 实验室的信号发生器大多结构复杂、价格昂贵、利用率低、波形单一。鉴于此, 文章提出了一种以 AT89C51 单片机和可编程 DDS 集成芯片 AD9833 为核心的数字化信号发生器系统, 重点介绍了该系统的原理、实现方案及功能特点。此外, 还阐述了实验仪器自主改造对教育教学的作用及意义。

[关键词] 信号发生器; 数字化改造; 教育教学

[中图分类号] TP216 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2012)04-0079-03

信号发生器是基础的实验仪器之一, 其在教育教学中发挥着重要作用。目前, 实验室的信号发生器大多结构复杂、价格昂贵、利用率低、波形单一。因此, 对现有仪器进行改造, 设计出结构简单、成本低廉、性能稳定、功能丰富的数字化信号发生器具有重要的现实意义。它有利于改善实验教学条件, 有利于促进实验教学水平的提高, 有利于培养学生分析问题和解决问题的能力, 有利于高校高素质创新人才的培养。

随着数字技术的快速发展, 使得信号发生器的数字化成为可能。本文提出的多功能、可编程信号发生器, 是基于 AT89C51 单片机和可编程 DDS 集成芯片 AD9833 而设计, 系统具有全数字化、信号精度高、范围广、体积小、成本低、灵活方便等优点。该信号发生器完全可以满足实验教学的要求, 利用程控接口可以方便地与计算机相连, 实现信号的自动设置与控制。

一、信号发生器数字化改造方案

针对实验室现有信号发生器存在的不足, 通过调查与研究, 我们提出了一套信号发生器数字化改造方案。经改造后的信号发生器功能更加丰富、性能更加稳定、控制更加灵活方便。系统基于 AT89C51 单片机和可编程 DDS 集成芯片 AD9833 设计, 信号发生器由供电系统、单片机系统、DDS 波形发生模块、幅度调节模块、显示模块、按键模块和通讯模块等构成。系统结构框图如图 1 所示。

单片机控制器选用 AT89C51 设计, 实现键盘读

入、LCD 显示、AD9833 编程、信号幅度调整、与上位机通讯等功能。AT89C51 是一款高效微控制器, 具有技术成熟可靠、灵活方便、价格低廉等优点, 其软硬件资源可以满足设计要求^[1]。DDS 器件选用 ADI 公司的 AD9833, 该芯片能够输出正弦波、三角波、方波。AD9833 无需外接元件, 输出频率和相位可通过软件编程设置, 易于调节。其频率寄存器为 28 位, 主频时钟为 25 MHz 时, 其精度为 0.1 Hz。直流电压源采用 MAX873 配合外围电路设计, 实现 -10V~10V 可调电压输出。

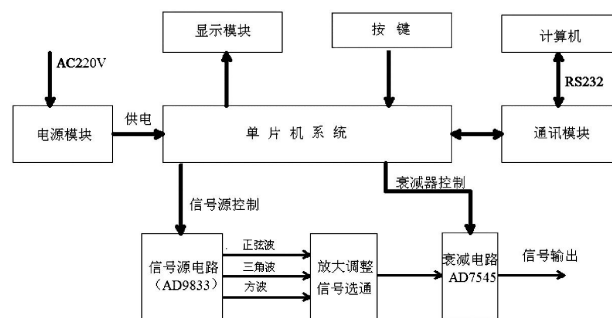


图 1 信号发生器系统结构框图

系统除了具有按键、LCD 显示屏等常规操作终端外, 还设计具有 RS232 接口, 用户可编程设置 DDS 的信号类型、输出频率、初始相位、峰峰值等。这些配置信息通过 RS232 接口上传至 MCU, MCU 根据输出频率、初始相位设置 DDS。

该系统设计实现: 1) 正弦波、三角波、方波等波形信号输出功能。输出波形频率范围 10 KHz~

[收稿日期] 2012-04-26; [修回日期] 2012-05-11

[作者简介] 李学哲 (1976-), 男, 吉林通化人, 华北科技学院机电系讲师, 主要研究方向: 传感器测控, 光机电一体化技术。

300 KHz, 调节精度为 0.1 Hz, 输出幅值范围 -10V~+10V, 调节精度为 0.1 V。2) 直流电压输出功能。输出电压范围-10V~+10V, 调节精度为 0.1 V。3)信号源设计功率 3W, 内阻 100 欧姆, 最大输出电流 200mA。

二、系统实现及其在教学中的应用

1. 系统实现

根据技术方案, 我们组织学生成立两个研发小组, 分别负责硬件设计与软件设计。硬件小组负责硬件电路原理的设计、PCB 板的绘制、元器件的采购、电路板焊接调试等; 软件小组负责底层单片机程序设计, 包括主程序模块、按键输入模块、液晶显示模块、DDS 芯片控制模块、调幅模块和 RS232 通讯模块等。信号发生器的软件采用 Keil C51 设计。

信号发生模块由核心芯片 AD9833 及其放大调整电路组成, 原理如图 2 所示。主频时钟为 16 MHz, 当切换频率和波形时, 可直接用单片机对 AD9833 编程来实现。AD9833 输出幅值固定的交流信号, 最小值为 38 mV, 最大值为 0.65 V。利用集成电路 AD746, 将其调整成为幅值 2.5 V, 正负半周对称的标准交流信号。

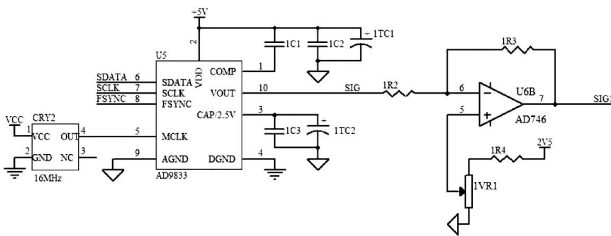


图 2 信号发生模块电路原理图

信号幅度调整电路如图 3 所示, 波形调幅功能通过 AD7545 实现。根据设定的幅度, 使 D/A 转换器输出相应的直流信号, 与幅度固定的正弦信号进行乘法运算, 达到调节幅度的目的。

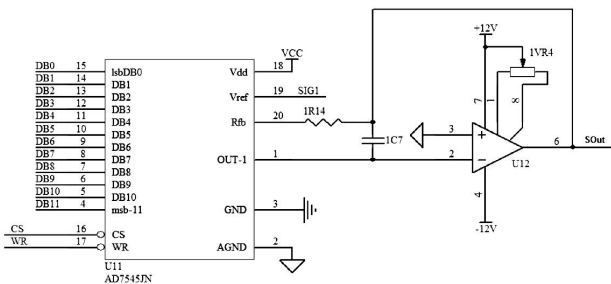


图 3 幅度调整电路原理图

2. 系统教学应用

利用该信号发生器可以组成“示波器原理和使用”实验系统^[2], 图 4 为实验系统框图。计算机通

过 RS232 通讯, 控制信号发生器产生频率和幅度均可以调节的正弦、三角波、方波等信号; 调整示波器采集波形信号, 测量值可以通过 USB 通讯送回计算机, 实现闭环测试实验。通过实验, 既可以使了解并掌握示波器的相关知识, 同时也可以加深学生对 RS232 通讯、USB 通讯、程控等概念的理解。实践证明, 采用新型的信号发生器后, 学生的学习热情得到了极大的提高。



图 4 示波器原理和使用实验图

三、信号发生器数字化对教学的作用

信号发生器数字化改造对教育教学产生了多方面的促进作用, 主要表现如下:

首先, 应用新技术开发的仪器, 明显改善了实验教学条件, 提升了实验教学水平^[3]。实验室原有的信号发生器体积大、功能简单, 不具备程控接口, 只能满足简单实验教学的需求。自主开发的仪器, 教学针对性更强, 具有很强的灵活性、先进性、低成本, 能很好地与专业实验教学有机融合, 满足专业实验教学要求。自主开发的仪器既可以单独作为信号发生器供实验室使用, 也可以利用通讯接口把信号发生器与计算机结合起来, 开展自动测控实验教学。明显改善了实验教学条件, 提升了实验教学水平。

其次, 自主研制实验教学仪器有利于大学生综合素质的培养^[4]。大学生的综合素质包括基础素质、专业素质、创新素质等多个方面。学生通过参与实验教学仪器的自主研发活动, 可以显著地提高他们的综合素养, 具体表现如下: 1) 培养学生团队合作精神和严谨的科学作风, 有利于学生基础素质的培养与提高。仪器的改造过程中, 教师将系统划分为结构、电路、软件等多个模块, 并对每个模块提出了详细的设计要求, 然后交给两个研发小组, 由各小组组织研究与设计实现。设计过程中, 两个小组需要相互配合, 随时沟通研发进度。通过这样一个过程, 既培养了学生实事求是、严肃认真的科学态度, 同时也培养了学生勇于承担责任、团结协作的团队精神。而这些都是学生日后就业所必须的基本素质。2) 提高学生分析问题和解决问题的能力, 有利于学生专业素质的培养。科学研究不同于以往的学习, 一个科研项目往往是多种学科知识集中的体现。信号发生器数字化改造过程中涉及到了多方

面的学科知识, 如 AT89C51 单片机软硬件设计技术、电子电路技术、EDA 设计技术和 KeilC51 软件设计技术等。学生通过研究与学习, 拓宽了知识面, 掌握了更多的新知识与新技能。3) 培养了学生的动手能力和创新精神, 有利于学生创新素质的提高。科学研究的过程中, 会遇到许多新问题、新困难, 这些问题的解决, 往往很难在课本上直接找到答案。这就需要学生善于总结、探索, 富有创新精神。学生在实验仪器自主研发的实践过程中, 通过自己动手焊接、调试、分析和解决问题, 培养了其自身的动手能力和创新精神, 为学生今后走向工作岗位, 尽快地适应工作环境提供了必备条件。

最后, 自主研制实验教学仪器有利于激发学生的学习兴趣, 变被动学习为主动学习。实验仪器陈旧, 功能简单, 故障率高等, 都在很大程度上影响着学生的学习兴趣与积极性。运用新技术、新概念改造和完善现有仪器设备, 给学生以耳目一新的感觉, 从而培养和提高了学生的实验学习兴趣和动力。另一方面, 学生通过参与实验教学仪器的开发活动, 可以接触和了解许多新知识和新技能, 而这些知识与技能又直接与学生的就业与工作息息相关, 因而可以极大地增强学生的学习兴趣与热情, 从而获得最佳的学习效果。例如传统的电子电路教学, 理论与实践结合得不紧密, 学生很难理解电路的功能和应用技巧。而在信号发生器的改造过程中, 学生直接接触到各种典型的信号处理、分析电

路, 直观地感受各种电路的逻辑功能和设计方法, 这样就极大地增强了学生的学习主动性和热情。

四、结语

本文设计并实现的全数字化信号发生器, 克服了实验室现有仪器的不足, 具有精度高、控制灵活、成本低廉、性能稳定可靠等特点。该装置可以满足实验教学的需要, 既可以单独作为信号发生器供实验室使用, 也可以利用通讯接口把信号发生器与计算机结合起来, 开展自动测控实验教学。通过自主研制教学仪器设备, 既提升了实验教学水平, 同时也开阔了学生的思维, 增强了学生的学习兴趣, 使学生综合素质得到了提高, 为学生日后的工作打下了坚实的基础。

参考文献:

- [1] 李青鹏. 基于单片机和 DDS 的高精度频率信号实现[J]. 电子技术应用, 2002, 28(9): 50-53.
- [2] 张咏梅. 对一种函数信号发生器实验教学方法的探讨[J]. 实验室研究与探索, 2005(24): 82-84.
- [3] 曾垂省. 自主研制实验教学仪器设备的作用与意义[J]. 实验科学与技术, 2010, 8(4): 179-180.
- [4] 张文涛. 参加科研活动对大学生综合素质培养的意义[J]. 北京工业技术学院学报, 2007, 6(3): 97-99.

[编辑: 苏慧]