

文章编号:1001-5132 (2008) 01-0077-03

虚拟仪器技术在高频电路教学中的应用

胡乾苗, 文化峰, 励金祥

(宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 将基于 LabVIEW 的虚拟仪器技术引入高频电路教学, 利用虚拟仪器在信号处理、分析及显示方面的强大功能, 使许多高频电路的基本理论可直观地用图形表达出来, 并可生动地验证信号调制等方面的相关理论. 同时利用 LabVIEW 包含的仿真仪器控件, 实现了实验教学中的虚拟仪器开发, 并用实例说明该方法的可行性.

关键词: 虚拟仪器; 高频电路; LabVIEW

中图分类号: TP391.9 **文献标识码:** A

高频电路是电子科学与技术、通信工程专业一门重要的技术基础课, 它既包含较深较广的基础理论, 又有较强的实践性. 为了在教学中使学生更好地学习该课程, 实现对理论及方法的验证和实验操作的规范化, 而让教师和学生又能操作简便、容易上手, 为此将虚拟仪器技术应用于高频电路教学, 使之能很好地解决上述问题.

1 虚拟仪器与 LabVIEW

虚拟仪器是用户在通用的计算机平台上, 根据需求定义和设计仪器的测试功能, 使用户在操作此计算机时, 像在操作他自己设计的测试仪器一样. 而虚拟仪器实际上就是一种基于计算机的自动化测试仪器系统^[1].

虚拟仪器主要由仪器硬件和应用软件部分构成. 仪器硬件包括计算机(PC 或者工作站)和 I/O 接口设备(用来对被测输入信号进行采集、放大和 A/D 转换), 软件是虚拟仪器的关键技术. 美国 National

Instruments 及 Techtronix 公司都开发了虚拟仪器设计软件平台, 如 LabVIEW、LabWindows/VCI 等. 本文则是以 LabVIEW 作为虚拟仪器的开发平台.

LabVIEW 是 NI 公司开发的一种图形化的编程软件, 使用 LabVIEW 开发平台编制的程序称为虚拟仪器(VI), 它包括 3 个部分: 前面板、框图和图标/连接器^[2]. 用户可以使用旋钮、开关、转盘、图标等控制和显示器件来定义其前面板, 用以代替传统仪器的操作面板. 框图是 VI 图形化的源程序, 以控制和操纵定义在前面板上的输入和输出功能. 图标/连接器用于子 VI 被其他 VI 接口的调用. 用户只需将虚拟仪器所需的显示窗口、按钮及数学运算方法等控件用线连成流程图, 就可完成虚拟仪器的开发. 显然, LabVIEW 采用直观的前面板与流程式的编程技术, 缩短了用户学习时间.

2 虚拟仪器技术在教学中的应用

虚拟仪器技术具有灵活性高、成本低的特点,

在理论教学上能够利用这种软实验手段进行形象化教学,通过 LabVIEW 的界面把电路工作原理和波形(仿真结果)联系起来,使教学过程更为直观有效,能完成高频电路理论教学中涉及的原理验证和演示性实验.现以振幅调制器作为教学应用实例.

振幅调制是由调制信号去控制载波的振幅,使高频载波的振幅与调制信号成线性关系,保持其他参数不变^[3].在教学中通常推导如下:

$$\text{调制信号为: } u_{\Omega}(t) = U_{\Omega} \cos \Omega t,$$

$$\text{高频载波信号为: } u_c(t) = U_c \cos \omega_c t,$$

普通调幅波为:

$$u_{AM} = U_c(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_c t,$$

其中, m 为调制度,正常工作时 $0 < m < 1$. 用函数展开即得普通调幅波的频谱结构为 3 个频率分量: ω_c (载波)、 $\omega_c + \Omega$ (上边频)、 $\omega_c - \Omega$ (下边频),对应的振幅分别为: $U_c, mU_c/2, mU_c/2$.

抑制载波的双边带信号表达式则为 $u_{DSB} = U \cdot \cos \Omega t \cos \omega_c t$. 其频谱结构为: $\omega_c + \Omega$ (上边频), $\omega_c - \Omega$ (下边频),对应的振幅分别为: $U/2, U/2$.

用乘法器和加法器能实现振幅调制,信号的频谱结构用傅里叶变换获得.为直观展示调制度与已调波包络的关系,分析普通调幅波与抑制载波的双边带信号的差异,并研究振幅调制信号的频谱结构,采用 LabVIEW 设计的程序应包括以下 3 个模块:典型信号生成模块、数据处理模块和结果显示模块.程序前面板如图 1 所示,用 Horizontal Pointer

Slide 控件实现调制度的控制,用 Waveform Graphs 控件显示调制信号波形、已调波波形和已调波的频谱结构.根据以上分析,调制过程需用乘法和加法运算实现,因此可用 Mathematics 子模板完成信号的数学运算;已调信号中的频谱结构通过傅里叶变换获得,并用 Amplitude and Phase Spectrum.vi 来实现;而调制信号和载波这 2 种余弦信号可用 Sine Waveform.vi 来产生.程序框图如图 2 所示.从图 1 和图 2 可见设计方便简洁,教学演示形象生动.

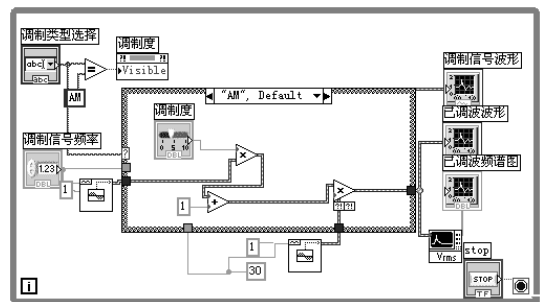


图 2 振幅调制器程序框图

3 仿真实验课件的设计

实验教学除加深对理论内容的理解外,还要求掌握常规仪器设备的使用.但在高频电路实验中,1 个实验需使用多种仪器,而这些仪器不仅价值昂贵、体积大、占用空间多,并且学生在进行实际的实验操作过程中,即使在指导老师在场的情况下,也难免造成仪器损坏的情况发生.

而实验教学课件是提高实验教学质量和效率、降低实验教学成本的重要手段,学生通过对虚拟仪器的模拟操作使用,全面了解和掌握各种虚拟仪器的使用方法和操作要点,为使用传统的实验仪器设备打下较好的基础,既可降低教师的劳动强度,减少仪器设备的损坏,又可提高实验教学质量与效果.而基于图形化的开发软件 LabVIEW 提供了一种全仿真电子实验课件的设计方法,即从课件界面的真实性、可操作性和交互性上对实验仪器设备进行全面仿真,在使用效果上达到一种真实的感受.

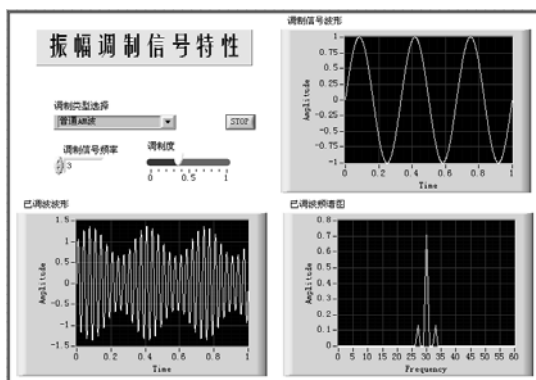


图 1 振幅调制器前面板

3.1 仿真仪器界面的设计

用真实仪器设备的图片作为虚拟仪器的背景, 再通过叠加 LabVIEW 控件, 使其在外观上与真实仪器控件接近, 图 3 则是对成都前锋电子仪器厂的 QF1055A 高频信号发生器控制面板的仿真结果。

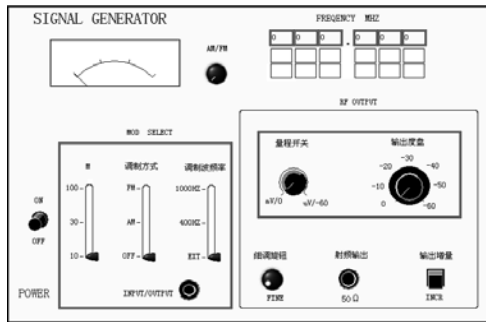


图 3 高频信号发生器的前面板

3.2 仪器功能的实现

同时, 虚拟仪器能够仿真实际仪器所拥有的功能, 比如产生高频的正弦波信号, 对射频输出信号进行 AM 和 FM 的波形调制, 还能调整调制波幅度、调制波频率和输出信号幅值等, 实现这些功能的方法与振幅调制器类似。

3.3 教学演示功能的实现

系统开发的一个很重要的作用就是适应实验教学, 所以系统除能较好地仿真实际高频信号发生

器的功能外, 还带有规范操作的步骤介绍, 通过文本框输入操作步骤, 采用 LabVIEW ActiveX 技术将事先录制的语音提示及背景音乐嵌入在程序中, 这样, 使用者通过点击操作步骤按钮, 系统自动显示下一步操作的提示, 同时提供语音的讲解或背景音乐, 使学习氛围轻松愉快。

4 结语

通过上述实例, 可以看出虚拟仪器技术具有简便、快捷、图形化及可拓展性等优势, 将其作为高频电路以及其他电子类课程的仿真平台是可行的, 既可以解决理论教学的抽象问题, 又能为实验教学提供辅助手段。

参考文献:

- [1] 杨乐平, 李海涛, 肖凯. 虚拟仪器技术概论[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [2] National Instruments Corp. LabVIEW user manual[M]. USA: National Instruments Corp, 2003.
- [3] 曾兴雯. 高频电子线路[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.

Application of Virtual Instrument Technology to Lecture of High Frequency Circuits

HU Qian-miao, WEN Hua-feng, LI Jin-xiang

(Faculty of Information Science and Technology, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Based on LabVIEW, this paper introduces the application of Virtual instrumentation to the teaching of high frequency circuits. Using the powerful functions of virtual instrumentation in signal processing, analysis and display, many abstract theoretical principles in high frequency course are readily expressed with the graphic interpretations. Some pertinent theories, such as signal modulation, are impressively verified. By taking advantages of the controls included in LabVIEW, the virtual instruments are developed, and the feasibility is explained using real study-cases.

Key words: virtual instrument; high frequency circuits; LabVIEW

CLC number: TP391.9

Document code: A

(责任编辑 章践立)