

将 EDA 技术引入电子类课程 教学的研究^{***}

□汪 建 [成都电子机械高等专科学校 成都 610031]

[摘要] EDA 技术已逐渐成为现代电子系统设计的重要手段。本文结合教学实践,对高校电子类课程的教学引入 EDA 技术的必要性及方式进行了探讨。

[关键词] EDA; 电子类课程; 教学改革

[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1008-8105(2002)02-0091-(04)

一、电子类课程引入 EDA 技术的必要性

(一) 电子设计技术发展的需要

EDA 是电子设计自动化 (Electronic Design Automation) 的缩写。二十世纪九十年代以来,EDA 技术的发展对传统的电子设计方法进行了革命性的变革。将电子系统的软件设计与硬件设计有机地融合,为电子产品开发、电子系统设计、电子系统工程提供了全新的手段。也为电子、通信等专业工程技术和教学提出了新问题和新内容。由于 EDA 的强大功能和日渐广泛的应用,在教学中引入 EDA 已成为学科建设和发展的迫切需要。

(二) 市场对 EDA 人才的需要

可编程器件和 EDA 软件设计工具的发展使 EDA 的应用逐步走向实用化。EDA 技术已成为现代电子系统设计和电子产品研制开发的最有效的工具,是电子工程师们使用的一种基本工具。市场对 EDA 人才有着迫切的需求,熟悉 EDA 技术的学生将受到用人单位的欢迎。因此,将 EDA 技术引入高校电子类专业的课程中,是培养创新和实用人才的需要。

(三) 教学方式改革的需要

在电子类课程的教学,将一些内容较难、图形较多、用语言和文字难以表达或不易理解的抽象、复杂的变化过程,通过 EDA 的仿真,以波形或曲线的形式生动直观地演示出来,不仅可以提高学生的学习兴趣,有利于学生对所授内容的理解,提高教学质量,还可以节省课堂板书时间,扩展讲授内容,

获得事半功倍的效果。此外由于 EDA 软件向用户提供了各种电子测试仪器和分析工具,应用 EDA 进行实验教学可以节省实验经费,缩短实验时间,提高实验的效率和效果。因此,在教学中引入 EDA 也是教学内容与手段改革的必然趋势。

二、探讨 EDA 运用于电子类课程教学的方式

EDA 作为内涵广泛的一个概念,涉及到电子技术的很多方面,既可作为传统电子类课程的辅助教学手段,也对课程教学的内容提出了新的要求。因此,将 EDA 引入教学的方式也是多种多样的。

(一) 在电子类课程教学中用 EDA 进行演示和实验

在传统的电子专业基础课程如低频、高频电子电路、数字电路等课程教学中,除了讲述相应的电路理论,更注重的是与实际电路结合起来的应用能力的培养,这对于电子专业的学生是极其重要的。与集总元件电路模型理论相比,这些课程中往往要考虑实际元器件的非线性、非理想的特性。因此,理论推导+计算的教学方法,粉笔+黑板的教学手段既不易于学生对课程内容的理解,也不利于对学生能力的培养。另一方面,由于电路调试费时较多而且不能保证效果,许多仪器笨重且易损坏,所以很难在课堂教学中大量地引入演示和实验。而许多 EDA 软件不仅可以针对具体的元器件参数和特性进行仿真,并且提供了各种虚拟电子仪器设备,非常适合课堂演示。例如《低频电子线路》中涉及到三极管放大电路的饱和失

* [收稿日期] 2002-01-28

** [作者简介] 汪建(1953—)女,安徽潜山县人,成都电子机械高等专科学校电子电气系教师。

真与截止失真(如图 1)负反馈放大电路的自激现象、振荡电路的起振过程、《高频电子线路》中有源高通滤波器的频带有限等等都可以用 EDA 软件轻松地进行演示与分析。还有许多实验更可以让学生借助 EDA 软件在计算机上自行完成。

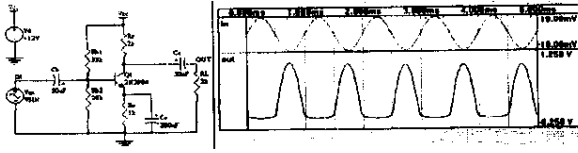


图 1

又如目前广泛应用的数字电子技术,主要内容为组合逻辑与时序逻辑,这些都是基于布尔代数的理论,基于布尔逻辑的仿真可以很好的验证逻辑和时序,Xilinx 公司的 Foundation 和 Altera 公司的 MAX + plusII 等开发系统都有这样的功能。但是,学生学习时容易忽视另一个问题——实际数字电路中的时延、波形失真等问题。例如,将十进制计数器增加复零电路可以构成周期更短的计数器。原理如图 2,通过对计数器输出译码,可以在计数超过设定周期后经译码器产生一个复位

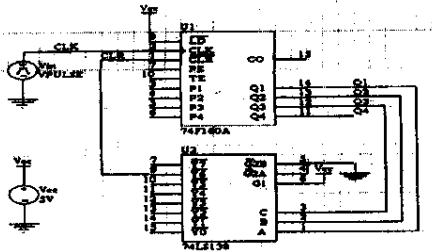


图 2

信号使计数器提前复零。表 1 表现了状态的变换。在 Xilinx Foundation 中仿真可以得到完全一致的结果。不过状态表和逻辑仿真都不能反映元器件的时延特性。对于实际电路,由于从状态 0110 产生到译码器输出复位信号有一段延时,会出

表 1

计数器输出 Q4Q3Q2Q1	译码器输出 Y7Y6Y5Y4Y3Y2Y1	CLR	说明
0000	0000000	0	计数加 1
0001	0000001	0	计数加 1
0010	0000010	0	计数加 1
0011	0000100	0	计数加 1
0100	0001000	0	计数加 1
0101	0010000	0	计数加 1
0110	0100000	1	复位 0000

现短暂的过渡阶段。在 Protel 中用特定的计数器 74F160A 作仿真,可以明显到:当时钟频率较高以至于与器件的上升/下降时间具有可比性的情况下,这一过渡阶段是不容忽视的(如

图 3)。这一现象如果用普通示波器观察是很难看到的。

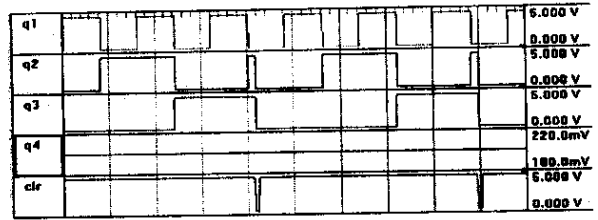


图 3

可见,这类课程的教学完全可以将 EDA 作为必要的手段和实验环节,以获得极好的教学效果。

(二)运用 EDA 将理论推导与理论仿真、电路仿真相结合

信号与系统是现代电子系统的重要理论,同时也是较为抽象和理论化的课程。介于在实际科研和工程中常常用理论仿真作为设计初期的验证,如果在教学中将抽象的理论推导与理论仿真及电路仿真相结合,可以帮助学生深刻理解信号理论并且建立起相应的物理模型概念。

例如,可以将周期信号的傅里叶变换、信号通过系统理论与低通滤波器电路结合起来讲解。可以作如下的分析演示。

设周期信号 $x(t)$ 为图 4(1)中的矩形波。作傅里叶变换:

$$x(t) = \text{rect}_{T/2}(t) * \sum_k \delta(t - kT) \xrightarrow{FT} \frac{T}{2} \text{sinc}\left(\frac{\omega T}{4}\right) \times \omega_0 \sum_n \delta(\omega - n\omega_0)$$

其中 $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$, 而 $T = \frac{1}{1000}\text{s} = 1\text{ms}$ 。

故其频谱为离散的谱线(傅里叶级数),即只存在基波及其奇次的谐波,如图 4(2)。使用工程中常用的分析仿真软件 Matlab 作理论仿真,可绘制出时域和频域的图形。

如果将该信号通过截止频率为 1 kHz 的低通滤波器,如图 4(3)则输出信号中只剩下基波和直流分量,如图 4(4)。

令 $F(\omega) = \frac{T}{2} \text{sinc}\left(\frac{\omega T}{4}\right) \times \omega_0$, 为偶函数。则

$$F(\omega) = \sum_n \delta(\omega - n\omega_0) \times \text{rect}_{\omega_0}(\omega) = F(0)\delta(\omega) + F(-\omega_0)\delta(\omega + \omega_0) + F(\omega_0)\delta(\omega - \omega_0)$$

作反变换有:

$$y(t) = \frac{1}{2\pi} [F(0) + F(-\omega_0)e^{-j\omega_0 t} + F(\omega_0)e^{j\omega_0 t}] = \frac{1}{2\pi} [F(0) + F(\omega_0)\cos\omega_0 t]$$

为一包含直流的余弦信号如图 4(5)所示。整个滤波过程的原理可用图 4 清楚地表示出来。

用电路仿真软件设计一个二阶 Butterworth 低通滤波器,如图 4(1)。可列出节点电压方程组:

$$\begin{cases} (\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + SC_1)V_1 - \frac{1}{R_2}V_2 = \frac{1}{R_1}V_i + SC_1V_o \\ -\frac{1}{R_2}V_1 + (\frac{1}{R_2} + SC_2)V_2 = 0 \end{cases}$$

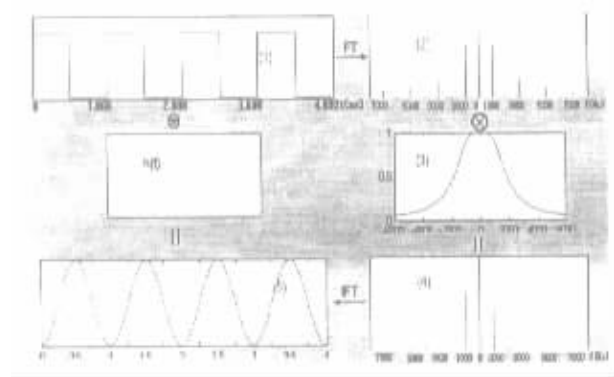


图 4

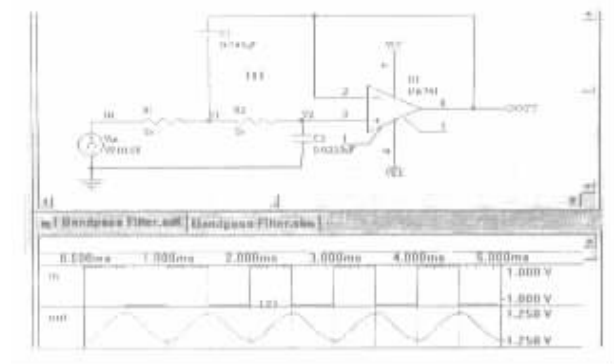


图 5

再根据 $V_2 = V_- = V_o$ 可求得该电路的增益函数 $A_1(S) =$

$$\frac{\omega_0^2}{S^2 + \omega_0 S/Q + \omega_0^2}$$

其中 $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}$ 为截止频率, $Q = (\sqrt{\frac{R_2 C_2}{R_1 C_1}} + \sqrt{\frac{R_1 C_1}{R_2 C_2}})$ 为品质因数。

当 $Q = \sqrt{\frac{1}{2}}$ 时为最平坦滤波器, 取 $\omega_0 = 2\pi \times 1000$, 代入 $A_1(S)$ 在 Matlab 中画出幅频特性 $|A_1(S)|_{S=j\omega}$, 如图 4(3), 可验证计算的正确性。

取 $R_1 = R_2 = 5K$, 可计算参数如下: $C_1 = 0.045\mu F$, $C_2 = 0.0225\mu F$ 。运行仿真, 可看到如图 5(2) 的结果, 这与理论计算和用 Matlab 的频域仿真结果完全一致。

可见仅此一个实验, 就可以用来讲授傅里叶变换与傅里叶级数关系、基波和谐波的概念、时频等价原理、滤波器设计原理、信号通过系统的响应等重要理论。运用 EDA 仿真技术将理论模型与电路模型结合起来, 不仅有助于学生对所学内容的理解, 同时也较好地解决了理论与应用相对脱节的问题。

(三) 将现代电子系统设计思想引入教学

EDA 发展到目前的 ESDA 阶段, 已不仅仅是一种辅助工具, 它带来了电子系统设计方法的根本变革。

传统的系统硬件设计方法是采用自底而上 (Bottom-Up) 的流程, 设计者先对系统结构分块, 然后直接进行电路级的设

计。这种设计方式使设计者不能预测下一阶段的问题, 而且在系统整机调试时也很难通过局部电路的调整使整个系统达到既定的功能和指标, 不能保证设计一举成功。这如同一砖一瓦造楼, 效率低成本高。

可编程的大规模专用集成电路 (ASIC) 与硬件描述语言 (HDL) 的出现, 给硬件电路设计带来了一次重大的变革, 不仅大大提高了开发效率, 增加已有成果的可继承性, 并且使得在一块芯片上实现复杂的系统成为可能, 在很大程度上摆脱了 PCB 板在体积、重量、传输时延等方面的限制, 出现了所谓片上系统 (SOC, System On Chip) 的概念。

要使目前的教学跟上电子技术的高速发展, 就必须帮助学生了解和学习现代电子系统设计思想。教学中可以侧重以下几方面:

1. 自上而下 (Top-Down) 的设计方法

自上而下的设计方法就是从系统的总体要求出发, 自上而下地逐步将设计内容细化, 分层次进行, 并对每一层次的设计进行仿真, 最后完成系统硬件的整体设计。这样的设计方法可以在系统设计早期发现设计中的问题, 从而大大缩短系统的设计周期, 节约大量的人力物力。

2. 设计手段的多样化

由于 EDA 设计工具的强大功能, 使得工程师们在进行系统设计时可以采用多种设计和描述手段来实现自己的设计思想, 因而能得到更自由的发挥空间。例如, 许多数字系统的 EDA 软件都支持原理图描述、VHDL 描述和系统状态图描述等方式, 并能够完成这些描述方式之间的转换。又如在分层次设计中, 各层的设计也可采用不同描述方式。设计手段的多样化降低了系统实现的难度。

3. 电路级设计的模块化和层次化

由于 EDA 工具的使用, 电路级的设计比以往更重视层次化和模块化。许多用于电路设计的 EDA 已经提供了模块化和层次原理图 (如图 6) 的功能。与 HDL 中分模块描述类似, 对复杂的电路级设计, 模块的划分和多层次的设计是非常必要的。

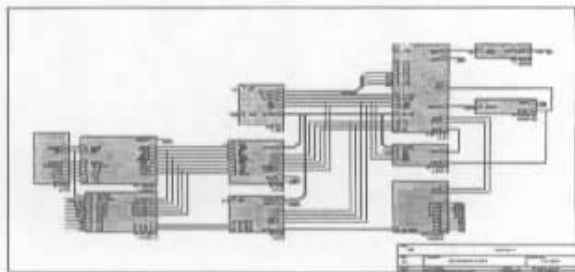


图 6

(四) 开设 EDA 的专门课程

EDA 在科研和工程中已经得到广泛的应用, 掌握 EDA 工具已成为现代电子技术人员必备的技能。目前系统设计的大型化和复杂化使得不依赖 EDA 工具就很难完成。因此, 将

EDA 技术作为专门的教学内容也是顺应电子技术发展的必然之举。

教学内容可以考虑以下的几个方面：

1. HDL 语言

HDL 语言是现代硬件设计区别于传统手段的最集中的表现,已成为一个体系,涉及一些新的问题,需要专门的学习才能较好地掌握。硬件描述语言是今后电子技术人员常用的开发手段,因此教学中应帮助学生掌握至少一种。目前使用最广泛的主要是 VHDL 和 Verilog HDL。

2. 电路级的 EDA 工具

如 Protel 软件,具备从项目管理、电路仿真、层次原理图、PCB 布线、电气规则检查、PCB 密度分析等强大的功能,对电路设计提供了有利的支持并且大大提高了效率。如图 6 这样的一套层次原理图,若采用人工布线可能需要一周的时间,而使用 EDA 中的自动布线几个小时就能完成。如果原理图需要修改,重新布线也会非常容易。

3. ASIC 开发工具

例如 Xilinx Foundation、MAX - plus II 等,都是针对某一类 ASIC 的开发工具,是进行可编程器件如 FPGA、CPLD 的必备工

具。

4. 用于理论分析的工具软件

例如 Matlab 由于其强大的数学功能,覆盖众多领域的工具箱,在科研和工程中得到越来越广泛的应用。在许多领域,Matlab 已成为理论分析/仿真的必不可少的工具。当然,对某一具体的领域还有专门的理论分析的工具软件,如电路仿真的 Pspice,通信仿真的 COSSAP 等等,可根据不同的专业进行选择。

三、结束语

1999 年国家教育部通知全国大学生参加电子制作大赛可以采用一种新的技术即 EDA 技术。EDA 技术对传统的电子设计方法进行了革命性的变革,是电子技术发展的趋势,为电子工程技术和教学提出了新要求。所以,把 EDA 技术引入高等院校的相关专业已十分必要,不仅可以提高教学水平和教学效率,而且可以配合教育体制改革,促进高校教育适应高新技术的发展。

Didactical Research on Inducting EDA Technology into Electronic Course

Wang Jian

(Chengdu Electromechanical College Chengdu 610031)

Abstract EDA technology has gradually become an important means of modern electronic system project. Combined with didactical practice, the article discusses the necessity and ways of EDA technology inducted into electronic course by college.

Key Words EDA; Electronic course; Didactical reform

将EDA技术引入电子类课程教学的研究

作者: [汪建](#)
作者单位: [成都电子机械高等专科学校, 成都, 610031](#)
刊名: [电子科技大学学报\(社会科学版\)](#)
英文刊名: [JOURNAL OF UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA](#)
年, 卷(期): 2002, 4 (2)
被引用次数: 9次

引证文献(9条)

1. 郑兆兆, 高静 《数字电子技术》实验教学改革探讨[期刊论文]-[实验科学与技术](#) 2013(2)
2. 林林, 张国香, 李春华, 卢胜利 “宽口径”人才模式下电类专业基础课程的教学改革[期刊论文]-[职业教育研究](#) 2012(5)
3. 高职院校电子技术课教学改革研究[期刊论文]-[教育与职业](#) 2009(30)
4. 覃永新, 陈文辉, 杨叙 基于EDA技术的通信原理课程设计的改革与探索[期刊论文]-[高教论坛](#) 2008(6)
5. 叶波, 赵倩 “集成电路系统设计”课程教学改革探讨[期刊论文]-[中国电力教育](#) 2010(16)
6. 陈曙光 将PADS Powe引入EDA技术教学中[期刊论文]-[中国现代教育装备](#) 2009(13)
7. 黄春耀 现代EDA技术与电子类基础课实验教学改革[期刊论文]-[龙岩学院学报](#) 2005(3)
8. 汪建 基于现代EDA技术的电类课程教学[期刊论文]-[四川师范大学学报\(自然科学版\)](#) 2003(1)
9. 李志军, 陈万培, 于卫 《模拟电路》实验教学改革探讨[期刊论文]-[实验科学与技术](#) 2013(4)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_dzkjdxxb-shkx200202024.aspx