

Multisim 仿真在高频电子技术教学中的应用*

陶玉贵

(芜湖职业技术学院 信息工程学院,安徽 芜湖 241006)

【摘要】针对高频电子技术教学中存在的问题,提出在教学过程中引入 Multisim 仿真进行辅助设计与分析,并以普通调幅电路、双边带调幅电路和同步检波电路仿真分析为例,对 Multisim 仿真运用于高频电子技术课程教学进行了实践探索。

【关键词】Multisim 仿真;高频电子技术;振幅调制;同步检波

【中图分类号】TN70-4;TP391.9 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1673-1891(2015)03-0150-03

DOI:10.16104/j.cnki.xccxb.2015.03.042

引言

“高频电子线路”是电子信息工程技术专业一门重要的专业课程,与“高等数学”、“电路基础”、“低频电子线路”等前导课程联系紧密,涉及内容多、概念抽象,公式推导繁琐,是集理论性、实践性和工程性于一体的课程,在分析方法上具有复杂性,在线路种类和形式上具有多样性。学生普遍具有畏难情绪,形成了学生难学、实验难做、教师难教的局面^[1]。为改变传统教学方法,提高教学效果,在课堂教学过程中引入 Multisim 仿真是一个行之有效的方法。

1 虚拟仿真软件 Multisim13 简介

NI Multisim13 是由美国国家仪器有限公司研发的最高版本的电路模拟仿真软件。它提供种类齐全的虚拟仪器仪表,主要有万用表、函数信号发生器、双踪示波器、波特测试仪、四通道示波器、逻辑分析仪、逻辑转换器、频谱分析仪和网络分析仪等,还有 Agilent 示波器、Tektronix 示波器的专业测试仪器,测试数值精确可靠。具有较为详细的电路分析功能,可以完成交直流分析、瞬态分析、噪声分析、失真分析、零-极点分析、灵敏度分析、蒙特卡罗分析、批处理分析等电路分析方法。NI Multisim13 将电路原理图、功能测试和仿真结果汇集到一个电路窗口,结合了直观的捕捉和功能强大的仿真,能够快速、轻松、高效地对电路进行设计和验证。与 NI LabVIEW 和 Signal Express 软件的集成,完善了具有强大技术的设计流程,从而能够比较具有模拟数据的实现建模测量,具有界面直观、元器件种类多、仪器仪表齐全、参数修改方便、分析方法多样等优点^[2]。

2 Multisim 仿真在高频电子技术教学中的应用

高频电子技术课程内容主要包括小信号选频放大器、高频功率放大器、正弦波振荡器、振幅调制与解调电路、混频电路、角度调制与解调电路、反馈控制电路等^[3]。在教学过程中可以利用 Multisim13 软件中丰富的元器件模型进行电路设计,再利用其提供的各种虚拟仪器仪表对设计的电路进行仿真,把理论知识融入仿真实验,通过电路仿真加深对抽象理论知识的理解,从而改善课堂教学的效果。下面以振幅调制和同步检波电路为例阐述 Multisim 在高频电子技术教学中的应用。

设载波信号 $u_c(t) = U_{cm} \cos(2\pi f_c t) = 4\sqrt{2} \cos(2\pi \times 10^5 t) \text{V}$, 调制信号 $u_{\Omega}(t) = u_{\Omega m} \cos(2\pi F t) = 3\sqrt{2} \cos(2\pi \times 10^4 t) \text{V}$, 直流电压 $U_Q = 6 \text{V}$, 相乘器的增益系数为 1。

2.1 普通调幅电路仿真分析

普通调幅波 Multisim 仿真电路如图 1 所示。可以推导出输出普通调幅波信号 $u_o(t) = A_M [U_Q + u_{\Omega m} \cos(2\pi F t)] U_{cm} \cos(2\pi f_c t) \text{V}$

$$= 24\sqrt{2} [1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \cos(2\pi \times 10^4 t)] \cos(2\pi \times 10^5 t) \text{V}。$$

最大振幅 $U_{\text{max}} = 24\sqrt{2}(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}) = 57.936 \text{V}$, 最小振幅 $U_{\text{min}} = 24\sqrt{2}(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}) = 9.936 \text{V}$ 。

将普通调幅波的表达式展开,其频谱包含三个频率分量:载频分量(100kHz/33.936V)、上边频分量(110kHz/12V)和下边频分量(90kHz/12V)。

普通调幅波仿真波形如图 2 所示,从示波器上显示的波形可以看出,调幅波的包络线与调制信号完全一致,调幅波的中心频率和载波信号频率完全一致,最大振幅为 57.287V,最小振幅为 9.579V;从频谱仿真(图 3 所示)测试结果分析来看,频谱测试结果载频分量(100.003kHz/33.793V)、上边频分量(109.920kHz/12.014V)和下边频分量(90.085kHz/12.017V)。忽略误差,普通调幅波振幅、频谱的理论计算值和仿真测量值基本一致。

收稿日期:2015-05-11

*基金项目:安徽省高等学校省级教学质量与教学改革工程项目(项目编号:2014zy147)。

作者简介:陶玉贵(1979-),男,安徽南陵人,副教授,硕士,主要从事信号检测与处理方面的研究。

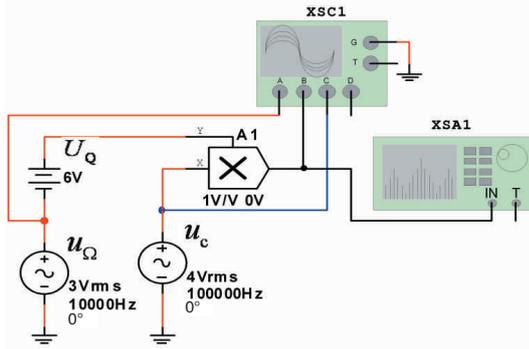


图1 普通调幅波 Multisim 仿真电路

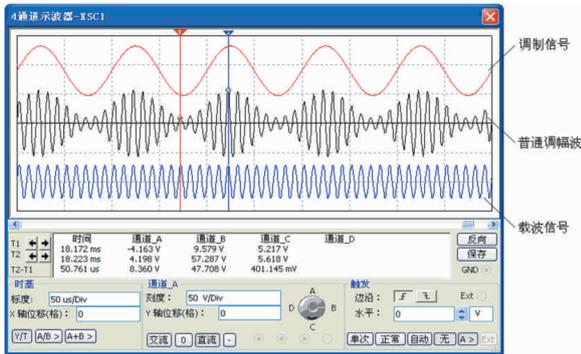


图2 普通调幅电路的仿真波形

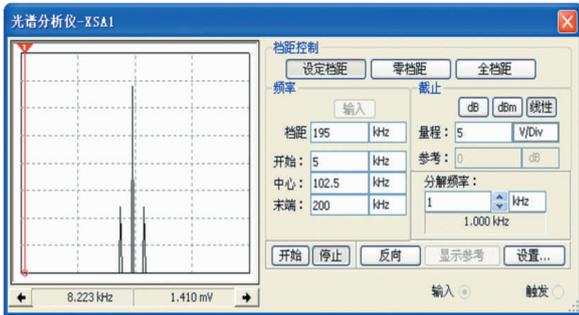


图3 双边带调幅电路频谱仿真分析

2.2 双边带调幅电路仿真分析

双边带调幅波 Multisim 仿真电路如图 4 所示。可以推导出输出的双边带调幅波信号

$$u_o(t) = A_m U_{cm} U_{\Omega} \cos(2\pi Ft) \cos(2\pi f_c t) V$$

$$= 12[\cos(2\pi \times 110 \times 10^3 t) + \cos(2\pi \times 90 \times 10^3 t)] V。$$

其频谱包含两个频率分量:上边频分量(110kHz/12V)和下边频分量(90kHz/12V)。

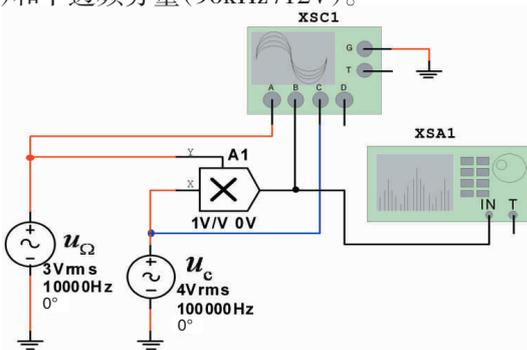


图4 双边带调幅波 Multisim 仿真电路

双边带调幅波仿真波形如图 5 所示,从示波器上显示的波形可以看出,调幅波的中心频率和载波信号频率完全一致,当调制信号 $u_{\Omega}(t)$ 过零值变化时,双边带调幅信号均将发生 180° 的相位突变;从频谱仿真(图 6 所示)测试结果分析来看,频谱测试结果为上边频分量(110.021kHz/11.445V)和下边频分量(90.062kHz/11.425V)。忽略误差,双边带调幅波频谱的理论计算值和仿真测量值基本一致。

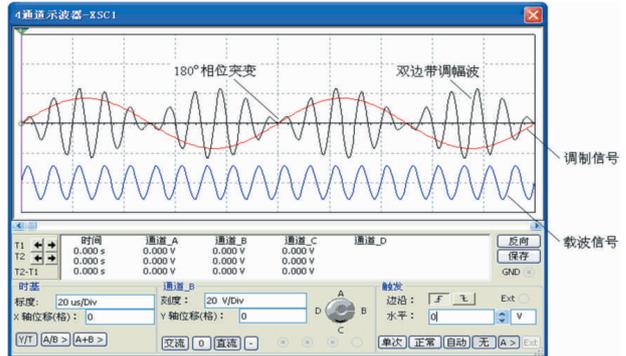


图5 双边带调幅电路的仿真波形

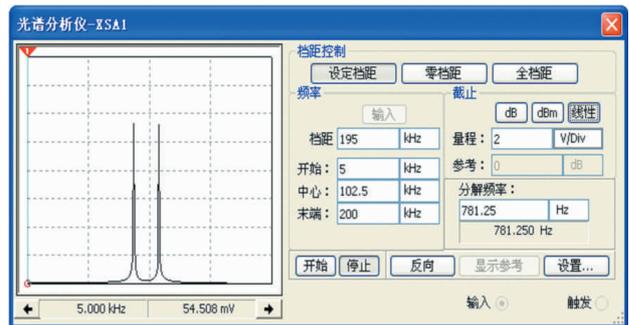


图6 双边带调幅电路频谱仿真分析

2.3 同步检波电路仿真分析

同步检波时需加入与载波信号同频同相的同步信号 $u_r(t)$, 为方便观察波形,把双边带调幅电路也设计在检波仿真电路中,如图 7 所示,相乘器 A1 输出为双边带调幅信号,相乘器 A2 输出信号经 R_1 、 C_1 、 C_2 构成的 π 型低通滤波器滤除无用的寄生分量后,得到的即为检波(解调)电压。

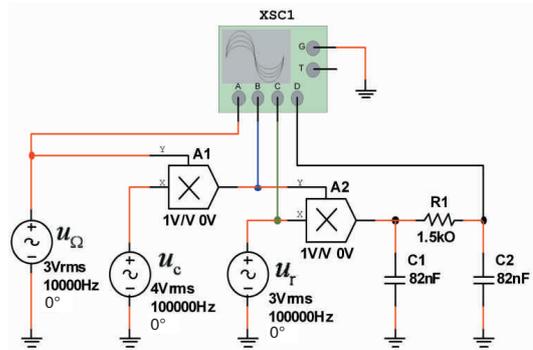


图7 同步检波 Multisim 仿真电路
用四通道示波器分别观察调制信号、双边带调

幅波、同步信号和检波输出信号波形,如图 8 所示,可以看出解调信号与调制信号基本一致。

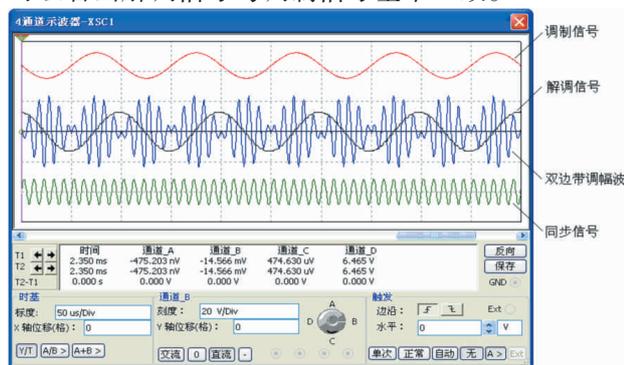


图 8 同步检波电路的仿真波形

3 结束语

在高频电子技术课程教学中使用 Multisim13 仿

真软件,一方面在课堂上进行仿真实验演示,使知识的学习不再枯燥乏味,加深对理论的理解,使学生对高频电路的功能、工作过程、信号变化建立起动态、形象直观的感性认识,提高学习兴趣和效率;另一方面,学生利用 Multisim13 仿真软件进行电路建模、仿真、调试,通过优化电路结构和参数得出最佳的电路设计方案,从而提高学生的设计能力、分析能力和自学能力,充分调动学生思考的积极性^[4]。同时利用 Multisim 真实的仿真平台,如同置身于实验室做实验一样,且不必为损坏仪器和元器件而烦恼,还能弥补实验设备不足问题,可以作为实践教学的有力补充。因此,将计算机仿真教学与传统的课堂教学有机地结合起来,能够更好地提高教学质量,提升教学效果。

注释及参考文献:

- [1]廖永忠.《高频电子线路》课程教学改革探索[J].长江大学学报(自科版),2014,11(22):116-118.
- [2]徐宇宝.基于 Multisim 的虚拟电子实验系统设计[J].哈尔滨师范大学自然科学学报,2015,31(1):73-75.
- [3]胡宴如.高频电子线路[M].北京:高等教育出版社,2008.
- [4]吴学军.基于 EDA 仿真技术的《模拟电子技术基础》课程教学[J].西昌学院学报(自然科学版),2015,29(1):157-160.

Application of Multisim Simulation in Teaching of High Frequency Electronic Technology

TAO Yu-gui

(School of Information Engineering, Wuhu Institute of Technology, Wuhu, Anhui 241006)

Abstract: Aiming at the problems in teaching of high frequency electronic technology, Multisim simulation was put forward in the teaching process to assist design and analysis, takeing AM circuit, double sideband amplitude modulation and synchronous detection circuit simulation analysis as examples, the paper explored the Multisim simulation used in high frequency electronic technology course teaching.

Key words: Multisim simulation; high frequency electronic technology; amplitude modulation; synchronous detection