

信号与系统系列课程之频率响应测量案例教学

刘海成,王 岩,刘静森,杨冬云

(黑龙江工程学院 电子工程系,黑龙江 哈尔滨 150050)

摘要:“信号与系统”和“数字信号处理”课程具有理论性强,且是电子系统设计的思想和技术基础,为此,将工程案例教学引入该系列课程的理论教学是课程改革的重要方向。本文通过频率响应测量案例教学说明工程案例教学引入“信号与系统”和“数字信号处理”课程的良好教学效果。

关键词:信号与系统;频率响应测量;案例教学

中图分类号:G642.2

文献标志码:A

文章编号:1674-9324(2012)10-0079-20

引言

“信号与系统”和“数字信号处理”课程理论性强,抽象概念多,公式推导较多,起点高,难度大,且是进行电子系统设计的核心基础知识之一,极大的制约着学生应用能力形成,是学生从专业知识到专业能力的瓶颈课程。目前,为了强调“应用和改革”,出现一味的将Matlab作为课程教学实践的唯一落脚点的现状,而对具体的实现避而不谈。Matlab最多是快速帮助教师和学生透彻地理解理论知识,不过,并没有学生一直停留在理论层面的境况。因此,不但要结合Matlab工具丰富教学,更重要的是如何恰当的将硬件电路、EDA技术和嵌入式软件实现引入课堂,形成动手实践能力,在理论中探索实践教学势在必行。

例如,频率响应作为信号与系统的核心知识之一,是以频率为变量描述系统特性的一种图示方法。即当线性网络系统的电路结构和电路中的元件参数已知时,可以根据电路分析的方法,求得电路中各个状态变量,获得关于电路系统的完整信息。而在很多情况下,无法知道电路的详细结构,或无法获得电路中各个元件的准确参数,只能将所要分析的电路系统作为“黑箱”或“灰箱”处理。由于采用这种描述时,无需知道网络内部结构和参数等信息,只需知道系统的输入与输出,而系统的输入输出又是可以通过测量来得到的,因而频响特性 $H(j\omega)$ 有着重要的理论价值和实用价值,在工程实践和科学实验中都有着广泛的应用。案例是案例教学的核心,离开了案例,案例教学就无从谈起。本文将分析如何将频率响应的测量引入“信号与系统”和“数字信号处理”理论课程,加强课程的工程能力教学。

一、频率响应测量的案例教学内容

线性系统频率响应测量将运用信号与系统课程的核心知识:正弦信号通过LTI系统的响应,以及信号的分解和响应的叠加原理等。将线性系统频率响应测量作为工程案例与课程内涵完全相符合,一般基于正弦扫频法实现。正弦扫频法的原理在于,正弦信号通过线性系统后响应仍然是统频率的正弦信号,幅度的变化就是线性系统在该频率下的幅频特性,相位的变化就是该线性系统在该频率下的相频特性。正弦稳态下的系统函数或传输函数 $H(j\Omega)$ 反映该系统激励与响应的

关系

$$H(j\Omega) = \frac{U_o(j\Omega)}{U_i(j\Omega)} = |H(\Omega)|e^{j\phi(\Omega)}$$

即幅频特性为输出响应的正弦信号与输入激励正弦信号幅度的比值;相频特性为正弦波通过测量网络的输出与输入正弦信号的相位差除以正弦信号的频率。

扫频测试法包括了扫频信号源,幅度和相位检测,数值计算处理,频率响应曲线显示等几个部分。扫频测试法的典型实现电路如图1所示。通过对幅度检测和相位检测电路的复杂度分析,课上可逐步引导采用FFT技术实现幅频特性和相频特性的测量,电路结构框图如图2所示。图2看似结构复杂,但是可以有效的提高测量精度,这是因为幅度检测的精度通常较低,以及图2所示方案以数字技术为核心决定的。

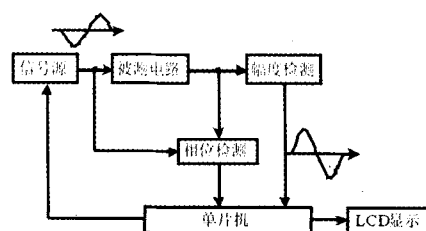


图1 基于扫频法的频响测量系统

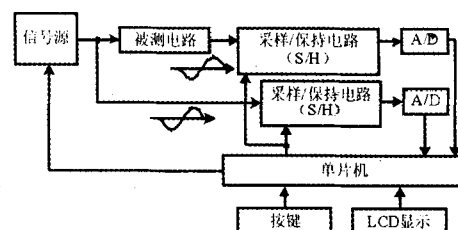


图2 基于FFT技术的频响测量系统

采用FFT技术实现同频正弦信号的幅度和相位差测量的方法为:

- (1) 正弦波的频率已知,设定为 f_0 ,周期为 T_0 ;
- (2) 对两路正弦波同步采样,采样频率 $f \geq 2f_0$,记录时间为 T_0 的整数倍;
- (3) 然后分别进行FFT运算;
- (4) 对应 f_0 频点处的“相频特性做差后除以 f_0 ”就是两个正弦波之间的相位差;对应 f_0 频点处的幅值就是两

《高层建筑设计》教学模式改革的探讨

代 亮,董奕彤,任晓慧,王兆海,易 成

(中国矿业大学(北京) 力学与建筑工程学院,北京 100083)

摘要:建筑学专业的学生在设计高层建筑的过程中,容易过分追求建筑的形式、功能分布,平面构成,忽略结构对建筑设计的影响,暴露出对建筑结构的理解不到位的问题。本文在走访调研的基础上,探讨了这些问题的产生原因,结合目前正在进行的《高层建筑设计》课程的教学改革,对比分析了新旧有教学模式的教学效果,认为学生成为课堂上的主体这样新的教学模式,能够取得非常好的教学效果。

关键词:教学模式;教学改革;实践式教学;教学效果

中图分类号:G642.0

文献标识码:A

文章编号:1674-9324(2012)10-0080-03

引言

《高层建筑设计》(简称《高设》)作为建筑学等有关专业必修的一门重要的专业技术课程,是一门理论性很强的课程。与一般建筑不同,高层建筑对结构的倚重非常大,没有好的结构方案,建筑设计就成了空中楼阁。所以学生应该通过这门课程的学习,很好地理解、领会,并能够正确运用高层建筑的结构体系。但是

个正弦的幅度。DDS频率控制精确,比如,可以采用AD9833集成DDS芯片作为扫频信号源。另外,由图2所示原理结构,对输入、输出正弦信号进行同步采样是实现正确测量的关键问题之一。ADI公司的高速、低功耗、双核12位模数转换器AD7862可以应用到本案例教学。该器件内置2个4 μ s逐次逼近型A/D转换器、2个采样保持放大器、1个+2.5V内部基准电压源和1个高速并行接口。其2个采样保持放大器可实现精确的同步采样。

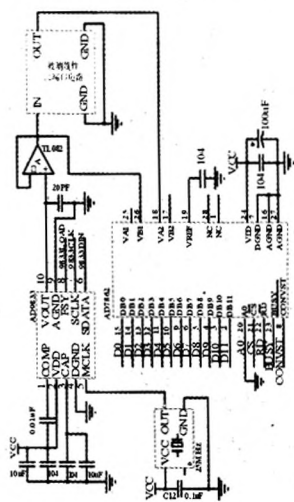


图3 频响测量的电路

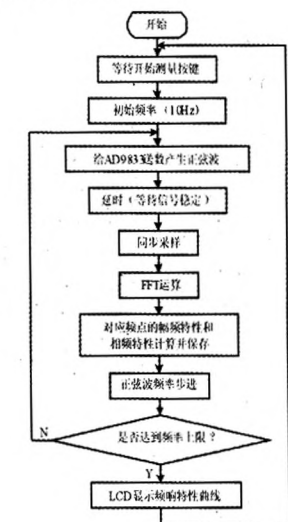


图4 频响测量软件流程图

基于扫频测试法及FFT技术实现频响测量的电路实现如图3所示,软件流程如图4所示。软件设计时,值得注意的是“延时”环节。扫频测量法是一种稳态测量方法,需要等到网络的输出达到稳态后才能测量。低频电路的绝对带宽都较窄,建立时间长。扫速太快,将使

现实中往往事与愿违,我们建筑学专业的学生对建筑结构的理解往往很不到位,容易过分追求建筑设计的形式、功能的分布,平面的构成等,忽略结构对建筑设计的影响。

近年来,经过教改建设和授课教师的辛勤努力,我校的《高设》课教学效果普遍受到同学们的好评,我们学生深受其益。作为教学活动的积极参与者,我们愿意

测得的特性曲线畸形失真,形成所谓的“建立误差”,造成频率响应。

二、频率响应测量案例教学效果分析及结论

频率响应测量案例教学收到了理论和实践双升华的教学效果,深度的融合了“信号与系统”、“数字信号处理”、“单片机原理与应用”和“模拟电子技术”等课程相关知识。教学效果具体分析如下:

- (1)体现了“信号与系统”和“数字信号处理”理论课程的工程意义,进一步提升学生的学习兴趣和动力。
- (2)加深了采样定理的理解。
- (3)明确了频率响应的工程含义,包括相位差与单频相频特性的关系等。
- (4)了解DDS技术,掌握的频率响应测量的方法。
- (5)进一步体验FFT的谱分析含义,以及各参数的物理意义。
- (6)理论内容工程化后,迅速提升学生的专业综合运用能力。
- (7)由单纯的Matlab仿真验证向工程应用靠近。

通过频率响应测量案例教学,不但可以将采样定理、A/D转换器指标和基于DFT对周期信号谱分析的各个工程参数进行设计和计算,正视FFT的理论和工程意义,甚至在介绍基于嵌入式实现时的RAM资源计算等,势必大幅加强了课程的教学效果,更重要的是这样的实例引入有效的建立课程群联系,形成课程合力,为学生形成专业能力和工程素养铺路。

参考文献:

- [1] 张家军,新玉乐.论案例教学的本质与特点[J].中国教育学报. 2004,1(7):48-50.
- [2] 刘海成.AVR单片机原理及测控工程应用——基于ATmega48和ATmega16 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2008.