

基于LabVIEW的利萨如图形仪设计

李继芳,王哲,李延福,黄元庆

(厦门大学物理与机电工程学院,福建厦门 361005)

摘要: 利萨如图形是物理学中重要的图形之一,是普通物理实验和电子技术实验中,示波器使用的一项必做内容。在实际中,它广泛应用于频率和相位的测量。该文提出了一种基于LabVIEW的利萨如图形仪的设计,该图形仪不仅实现了各种频率参数和相位参数下利萨如图形仪的仿真演示,而且提供了一种信号频率及相位测量方法。另外,实验完成后还可以生成相应的实验报告。

关键词: 利萨如图形;虚拟仪器;LabVIEW

中图分类号: O411.3;G484 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-4956(2009)06-0072-04

Design of Lissajou graphics based on LabVIEW

Li Jifang, Wang Zhe, Li Yanfu, Huang Yuanqing

(School of Physics and Mechanical & Electrical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The Lissajou graph is one of the most important graphs in physics. It is also a necessary part of general physical and electrical experiments with the oscilloscope. Actually, it is widely applied to testing frequency and phase. The Lissajou graph detector is designed by using LabVIEW, and this detector can not only simulate the Lissajou graph with different frequencies and phases, but also give us a method to measure the frequency and phase of real signal. Besides, research report would be automatically made after this simulation work.

Key words: Lissajou graph; virtual instrument; LabVIEW

实验教学在高等学校教育中起着至关重要的作用,但是长期以来现有实验设备和实验教学方法制约了实验教学质量的提升^[1]。计算机科学的迅速发展,有力地促进了一个新型的仪器概念——虚拟仪器(virtual instrument, VI)的诞生与发展。

基于通用PC平台的虚拟仪器可以充分利用微机资源,根据测试任务的需要来定义和设计仪器的测试功能^[2]。开发结构简单、操作灵活方便、可扩展性强的虚拟实验仪器,既可以减少实验设备资金的投入,扩展传统仪器功能,又为学生做创新性实验、掌握现代仪器技术提供了条件。

利萨如图形在实际中被广泛应用于频率和相位的测量,它是物理学中重要的图形之一^[3],是普通物理实验和电子技术实验中,示波器使用的一项必做内容。在信号与系统专业实验中也有利用利萨如图形测量频率及相位的实验内容。正确引导学生认识利萨如图形,不仅能帮助学生掌握利用利萨如图形

测量频率和相位的方法,而且能为其他基于示波器测试原理的仪器的学习打下良好的基础,从而提高实验教学的质量。

传统的利萨如图形通常用示波器来实现,但由于示波器工作机制的限制,各分振动的初相位不能控制,只能显示动态的利萨如图形,而且普通示波器不能记录显示的图形,而有记录功能的数字示波器价格昂贵。本文基于LabVIEW的利萨如图形仪,较好地解决了上述问题,不但可以灵活方便地在前面板上修改各种参数,使实验演示形象、生动,而且提供了一种信号频率相位的测试方法。另外,实验完成后,还可以记录波形和数据,生成相应的实验报告。

1 利萨如图形

在实际问题中,经常会遇到同一个质点同时参与两个不同方向的振动,这时质点的合位移是两个分振动的矢量和。其中,相互垂直的两个简谐振动的合成,是形成利萨如图的本质。

当这两个相互垂直的振动的频率为任意值时,合成运动就会比较复杂,而且轨迹是不稳定的。然而,如果相互垂直的两个振动的频率成简单的整数比时,就

收稿日期:2008-09-25

基金项目:厦门大学科技创新项目(0620-Y07016)

作者简介:李继芳(1969—),女,山东省潍坊市人,工学硕士,工程师,从事虚拟仪器技术及光电集成技术研究。

能合成一个稳定、封闭的曲线图形,这就是利萨如图形。当合成利萨如图形的是两个相互垂直的同频率简谐振动时,其轨迹方程是椭圆方程,其形状由两个分振动的相位差 ϕ 和振幅决定^[4]。如果相位差不是某些特殊值,即 $\phi = 0, \pi/2$ 时,合成振动的轨迹一般是一些方位不同的斜椭圆,这些斜椭圆被局限。当两个相互垂直的不同频率简谐振动合成时,如果两个分振动的频率相差较大,但具有简单的整数比,则合成振动的轨迹为稳定的封闭曲线,曲线的样式与分振动的频率比及相位差有关。

2 利萨如图形仪的设计

2.1 LabVIEW 软件

LabVIEW 是美国 NI 公司开发的实验室虚拟仪器开发平台 (laboratory virtual instrument engineering workbench) 的缩写。LabVIEW 是一种图形化编程语言——G 语言,产生块状程序。它的表现形式和功能类似于实际的仪器,但是 LabVIEW 程序很容易改变设置和功能,因此特别适用于实验室、多种小批量的生产线等需要经常改变仪器和设备参数和功能场合,及对信号进行分析研究、传输等场合。

2.2 利萨如图形仪的软件设计

基于 LabVIEW 平台的利萨如图形仪总体软件设计流程图如图 1 所示。其中,软件设计的重点和难点是对信号进行频率和相位测量的设计。

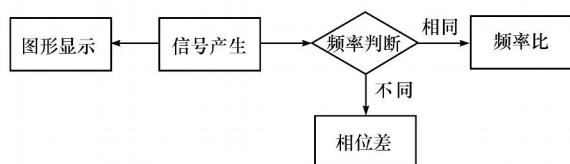


图1 系统软件流程图

本图形仪的软件设计包括三大部分:信号产生部分、图形显示部分和信号测量部分。

在利萨如图形演示仪软件程序设计中,用 LabVIEW 程序库中的信号发生模块产生信号,包括正弦波 (Sine Wave. vi)、方波 (Square Wave. vi)、三角波 (Triangle Wave. vi) 等。模块参数的改变通过虚拟仪器前面板上的 Knob 旋钮来控制。参数的控制分为信号频率、采样频率、信号幅值、初始相位、采样点数等。需要注意的是数字频率 = 信号频率 / 采样频率。每一信号产生模块产生的波形可通过显示模块 (Waveform Chat) 来显示,合成的图形也可通过显示模块 XY Graphs 显示。各模块之间由数据连线通过连接端口相连,由各模块和数据连线构成的方框图就形成了图

形仪信号产生和显示部分的源程序,如图 2 所示。

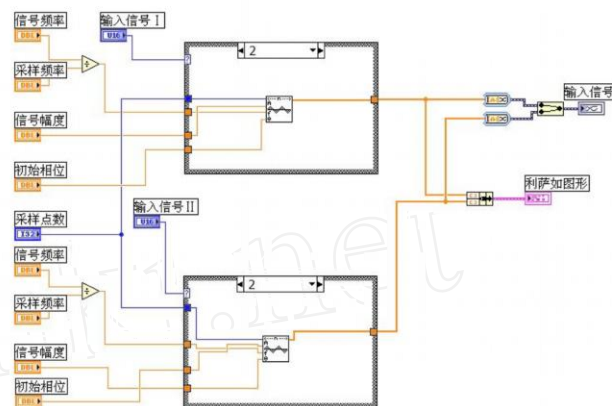


图2 信号产生与显示部分源程序

在信号测量部分,对于相同频率的信号,本系统采用的是傅里叶分析法。将两个波形分别送到相同配置的 FFT Spectrum (Mag-Phase) 函数中,就得到了它们的幅频和相频特性。通过对该函数的 view 参数的设置,可保证输出的相位单位是度。输出的 4 个簇可以直接送给 Graph 显示;为了计算频率和相位差,需要先从这些簇中提取数组。余下的计算顺序是从波形的幅值数组中搜索具有最大幅值的元素的索引号,这个索引号乘以 df ,加上基波频率 f_0 ,就是所要求的频率。

在相位的测量中,本程序的算法是以在幅值数组中找到的索引号为索引,到相位数组中找对应的相位,对两个波形都作相同处理,然后相减得到相位差。另外,需要说明的是,对于两个非正弦波周期信号,这里所说的相位差是指其基波的相位差。

测量部分的源程序如图 3 所示。与程序相对应的是图形仪的前面板,如图 4 所示,仪器的前面板包含多个控件,并显示了测量的结果。

3 利萨如图形仪演示

3.1 利萨如图形的演示

取两个正弦波信号,使两个信号的振幅相同,频率比分别为 $1:1, 1:2, 1:3, 2:3$;信号源 2 的初始相位设为 0° ,调整信号源 1 的初始相位。各种频率参数和相位参数情况下的利萨如图形如图 5 所示。图中相位参数省略。

3.2 相同频率信号相位差的测量

取两个正弦波信号,使两个信号的振幅与频率相同,信号 1 的初始相位设为 30° ,信号 2 的初始相位设为 60° ,测试结果如图 6 所示。

可看到,频率相同的指示灯亮起,相位差的测试结果为 -30° ,负号表示信号 1 滞后于信号 2。

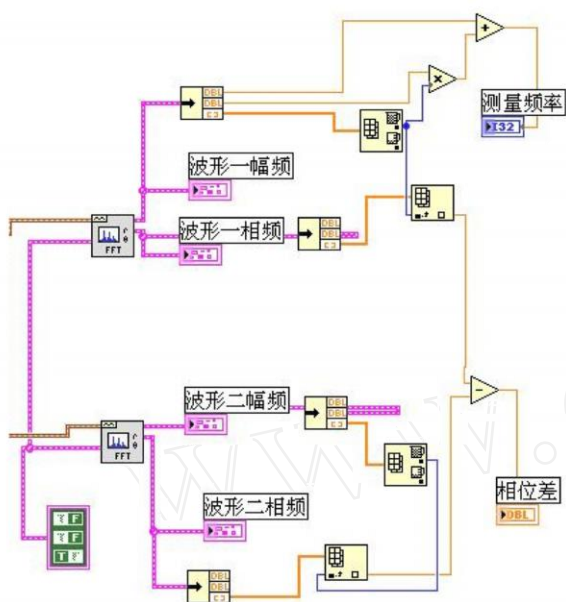


图3 测量部分源程序



图6 相同频率信号相位差测量结果

3.3 不同频率信号频率比的测量

取两个正弦波信号,使两个信号的振幅相同。信号 的频率设为 50 Hz,信号 的频率设为 30 Hz,测试结果如图 7 所示。图中显示频率比为 1.67,测量准确。



图7 不同频率信号频率比测量结果

利用已知信号的频率再我们借助频率比的测量就可测量未知信号的频率。

4 实验报告的生成

4.1 LabVIEW 报告生成工具箱简介

LabVIEW 报告生成工具箱 (LabVIEW report generation toolkit) 通过 ActiveX 技术将 Microsoft Word 和 Excel 与 LabVIEW 集成开发环境结合起来,用于快速生成专业的报告,报告可以包含文字、表格、图表以及图片等,从而可以高效地表示出各种测试数据和结果。用户可以移植、修改现有的报告模板,并使用标准的 LabVIEW 功能扩展该工具箱的报告生成功能,还可以通过运行由 VBA 编写的宏代码进一步自定义修改报告生成过程,并自动生成报告。

4.2 利用 Word 模板输出报告

生成复杂的格式化报告最好的方法之一就是通 LabVIEW 调用定制的 Word 模板生成报告。在 Microsoft Word 中,任何文档都是以模板为基础。模板决定文档的基本结构和设置,使用模板可以减少输入的工作量,为复杂的文档制定标准格式,避免反复输入相同的信息或进行相同的格式修改,从而大大加快报告的生成速度。

用户可以事先定制模板以确定报告格式,然后运行 LabVIEW 应用程序将测量结果插入到模板中的占位符处。此外,还可以进行简单的编程快速实现报告的显示、打印、保存等功能。下面是利用 Word 模板输出报告的过程。

首先定制模板 lsy Report Templete. doc,设置标签 data、time、operator、number。通过 New Report.vi

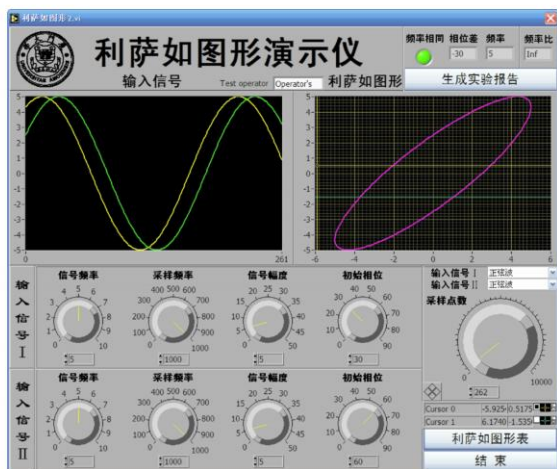


图4 图形仪前面板

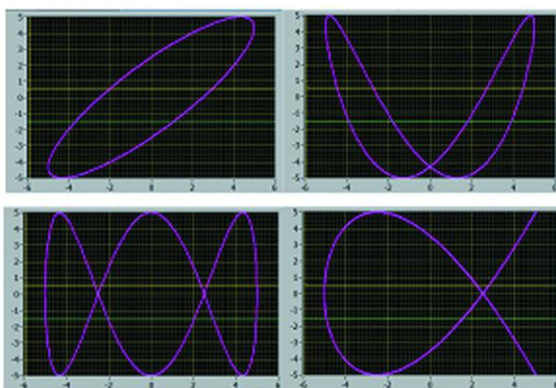


图5 频率比为 1/1,1/2,1/3,2/3 的利萨如图

利用已知信号的相位再借助相位差的测量,就可测量未知信号的相位。

中的 Template 属性设置模板的路径。Append Report Text.vi 向模板中添加文本,标签名称由参数 MS Office parameters 指定,Get Data/ Time String 用于获取系统的日期和时间。图表数据与 Word Insert Graph.vi 相联。本程序生成的 Word 报告如图 8 所示。



图 8 由 LabVIEW 生成的实验报告

5 结束语

本文给出了一种基于 LabVIEW 平台下利萨如图形演示仪的设计。该图形仪不仅实现了各种频率参数和相位参数情况下利萨如图形的演示,而且提供了信号频率及相位的测量方法,若配以数据采集卡采集外

部信号,就可以实现实际信号的频率及相位测量。与传统示波器相比,它可以灵活方便地在虚拟仪器面板上修改各种参数,而且演示更加稳定、形象、生动。完成实验后,还可以生成相应的实验报告。

在通用计算机平台上,通过指导学生利用利萨如图形仪等各种虚拟仪器完成实验,改进了传统实验教学方法,丰富了实验教学内容,为学生做创新性实验、掌握现代仪器技术提供了参考和条件。

参考文献 (References):

- [1] 李小波,吴浩,孙炳章.基于 LabVIEW 的虚拟实验室研究[J].煤矿机械,2004(9):33-35.
- [2] 杨乐平,李海涛,杨磊.LabVIEW 程序设计与应用[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [3] 杨中华.利萨如图形研究[J].长沙电子学院学报,1998(2):190-193.
- [4] 王文军,张景生.两个互相垂直的简谐振动合成的几个问题[J].聊城师院学报,1997(4):40-43.
- [5] 王宝升.用李萨如图形测量频率和频率差的探讨[J].物理实验,1997,17(5):234-235.
- [6] 张山彪,吕太国,杨效华.利用虚拟仪器平台演示李萨如图形[J].物理实验,2005(9):37-38.
- [7] 田野,吕菁华.基于 LabVIEW 的虚拟利萨如图形仪的设计[J].绥化学院学报,2005(5):185-186.
- [8] 汪翠英,裴锋.LabVIEW 中 Word 报告生成功能开发[J].仪器仪表用户,2005(1):94-96.
- [9] 陈平,俞天,傅添智.基于 LabVIEW 的磁电阻测试系统的设计[J].实验技术与管理,2008,25(2):66-68.

(上接第 44 页)

从图 3 可以看出,用真空油脂和硅橡胶垫片密封对标准样品测试图谱的峰形和峰位置没有影响。根据厂家提供的数据,标准样品标称的孔径尺寸为(7.3 ± 0.5) nm,用真空油脂密封的测试结果为 7.38 nm,用硅橡胶垫片密封的测试结果为 7.36 nm,在误差范围内这两种方法都能使用。为了确保实验结果的可靠性,本文用硅橡胶垫片密封法对标准样品进行了二次检测,所得图谱的峰形和峰位置不变,测得的孔径尺寸为 7.38 nm。可以看出,用硅橡胶垫片密封不影响样品测试的准确度。此外,用这种密封方法,即使是新培训人员上机操作,在高压测试中也极少发生样品池破裂事件。

4 结论

用硅橡胶垫片密封取代传统的真空油脂密封,不仅不影响样品测试速度和样品测量准确度,而且具有操作简便、垫片可重复使用和不污染样品等优点。另外,由于硅橡胶垫片厚度和直径可控,因此注入的汞质

量相对稳定,根据放入样品前后注汞质量的差别来计算的样品体积、孔隙率、表观密度和真密度等物理量的准确度和精度也相应提高。

参考文献 (References):

- [1] 张宝铭,邹方永.压汞法测定重油加氢催化剂的孔结构[J].山东化工,1997(1):47-50.
- [2] 林晓芬,尹艳山,李振全,等.压汞法分析生物质焦孔隙结构[J].工程热物理学报,2006,27(S2):187-190.
- [3] 曹乃珍,沈万慈,温诗铸,等.膨胀石墨制备及微孔结构相关性研究[J].材料科学与工程,1997,5(2):121-123.
- [4] 梁云,胡健,周雪松,等.纤维过滤材料孔径及孔径分布测试方法的研究[J].纺织科学研究,2004,(4):23-26.
- [5] 唐明,王甲春,李连君.压汞测孔评价混凝土材料孔隙形特征的研究[J].沈阳建筑工程学院学报:自然科学版,2001,17(4):272-275.
- [6] 王玉珑,曹振雷,王燕忠.采用汞压入法测量纸张微孔分布和孔隙率[J].中国造纸,2006,25(3):19-21.
- [7] 常东武.压汞法测量孔隙时减小误差的方法及分析[J].实验技术与管理,2003,20(5):76-80.
- [8] 谢晓永,唐洪明,王春华等.氮气吸附法和压汞法在测试泥页岩孔径分布中的对比[J].天然气工业,2006,26(12):100-102.