

文章编号:1000-582X(2002)04-0011-04

虚拟式扫频/幅仪的设计

谢琚崧, 汤宝平, 秦树人
(重庆大学机械学院测试中心, 重庆 400044)

摘要:虚拟式扫频/幅仪是在扫频/幅技术广泛应用而传统硬件仪器无法满足要求的情况下出现的新仪器。虚拟式扫频/幅仪不仅克服了传统硬件仪器的缺点,而且具有功能强大、体积小和操作简单的优点,使测量分析快速、准确和简便。介绍了扫频/幅仪的工作原理、性能指标和工作方式。结合虚拟仪器技术,从硬件模块、软件模块,仪器面板3个方面详细说明了虚拟式扫频/幅仪的设计思想和实现方法。最后给出了虚拟式扫频/幅仪的两个工程应用实例。该仪器在已用于实际的项目中,具有良好的使用价值。

关键词:虚拟仪器;扫频;扫幅

中图分类号:TH117.21

文献标识码:A

在电子技术中人们需要对放大器、滤波器、谐振器和谐振网络等电子装置的频率特性进行测量分析,为了使测量分析快速、准确,扫频技术就显得尤为重要。在对未知系统的分析中,扫频/幅仪是十分重要的设备,它是必不可少的已知输入的激励信号源,应用十分普遍。传统的硬件化扫频/幅仪不但价格昂贵且在技术上继续提高的潜力也不大。20世纪80年代出现的虚拟仪器技术是计算机软、硬件技术、总线技术和仪器技术有机结合^[1],共同孕育出的一种全新的技术^[2],它使传统仪器实现了软件化。软件化仪器技术应用于扫频/幅仪之中,不仅克服了传统硬件扫频/幅仪的缺点,而且在功能和精度上都上了一个台阶^[3]。本文介绍以计算机为依托,将虚拟仪器技术应用到扫频/幅仪的设计中,开发出的一种全新的虚拟式扫频/幅仪。

1 总体设计

扫频信号是指信号的频率用某种方法,按一定规律在一定范围之内变化的信号^[4]。如图1所示。

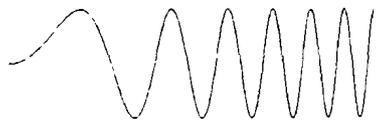


图1 扫频信号

扫幅信号是指利用某种方法,使信号的幅值按一定规律在一定范围之内变化的信号。如图2所示。

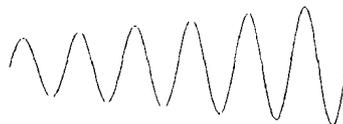


图2 扫幅信号

1.1 主要功能指标

输出信号频率范围:100~1 000 kHz

通道:2路

幅值:5 V_{p-p}

谐波失真:0.1%

相位差:由0~90度

1.2 工作方式

本仪器设计有定频输出、扫频输出和扫幅输出3种工作方式。定频输出即定点频率工作,是按需要在

工作频率范围内设定任一频率作为输出频率。扫频输出即频率扫描工作,是工作幅值固定,信号频率在工作范围内扫描。扫描起始频率、终止频率可在工作范围内任意设定。扫描步进频率可选:1 Hz、5 Hz、10 Hz、20 Hz、50 Hz、100 Hz、200 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、5 kHz;扫描速度可选:每点1 s、2 s、5 s、10 s、20 s、30 s、60 s、120 s;

扫幅输出即幅度扫描工作,是工作频率固定,两路输出电压同步线性扫描。扫描起始幅值、终止幅值可在工作范围内任意设定。扫描步进电压幅值可选:0.1 V、0.2 V、0.5 V、1.0 V;扫描速度可选:每点10 s、20 s、30 s、

• 收稿日期:2002-01-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(59875090)

作者简介:谢琚崧,男(1979-),江西瑞金人,重庆大学机械学院测试中心硕士研究生。主要从事虚拟仪器研究工作。

60 s、120 s。

1.3 虚拟式扫频/幅仪的构成框图

由于本仪器有定频输出、扫频输出和扫幅输出 3 种输出方式,当需要输出时,用户只需要按下操作面板上相应的按钮(定频、扫频、扫幅)来触发系统根据用户的需要分别由定频输出模块、扫频输出模块和扫幅输出模块产生 3 种信号,数据准备好之后,对 D/A 卡进行相应的初始化,并把数据放到卡上的缓存中,开始 D/A 输出,此时卡上的 D/A 输出是由 D/A 卡自动完成的,以及对卡的控制也是由系统自动完成的。整体构成框图如图 3 所示。

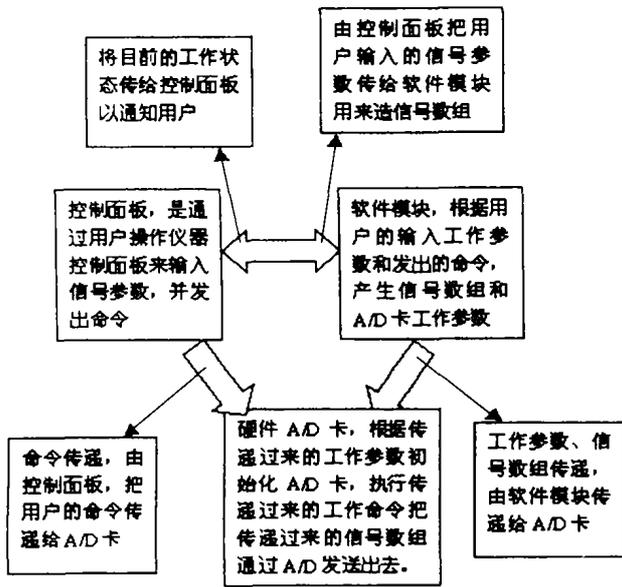


图 3 虚拟式扫频/幅仪构成框图

2 硬件模块设计

在虚拟式扫频/幅仪中,用软件代码代替了传统硬件仪器的复杂电路,由软件产生并控制用户所需要的信号,经过 D/A 卡输出电信号。由软件的函数产生所需要的原始信号,由于在计算机内扫频/幅仪产生的是离散数字信号,经 D/A 卡转换为相应的模拟信号^[5]。因此,D/A 卡在本仪器中是关键部件,结构示意图如图 4 所示。

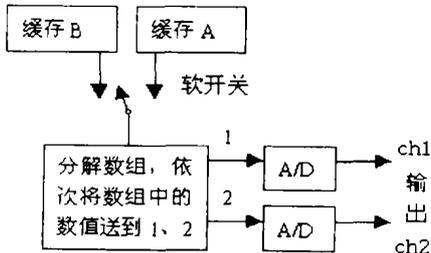


图 4 硬件设计图

首先确定 D/A 卡的晶振频率 F_0 。若信号频率为 F ,根据经验公式:

$$F_0 \geq 8 * F * n \quad n \text{ 为分频系数} \quad (1)$$

只有模拟输出的频率是信号频率的 8 倍以上,才不会出现波形失真的现象。这样即可计算出晶振频率为:

$$F_0 \geq 8 * F_{\max} * n \quad (2)$$

为了保证信号的精确性,本仪器设计了两块板载缓存 A 和 B。当缓存 A 在进行 D/A 输出时,缓存 B 可以接收计算机传过来的数据;反之,当缓存 B 在进行 D/A 输出时,缓存 A 可以接收计算机传过来的数据。这可以保证信号输出的不间断,从而保证信号的精度。为了进一步提高精度,D/A 输出是由 D/A 卡自动输出,在每个数据中插入一位标志位,除了每块缓存的最后一个数据的标志位置“1”(用汇编指令很容易实现,OR 0100000B),其余的全置“0”(用汇编指令很容易实现,AND 0011111B)。这样我们就很容易实现数据的循环输出,而单片机的指令周期为 $1 \mu\text{s}$,能够充分保证信号的精度。D/A 卡有一个控制口 283H 用来切换当前 D/A 输出的缓存块,切换之后,从新的缓存块的起始地址开始,一直到标志位为“1”的数据之间循环输出。

3 软件模块设计

3.1 信号每周期点数的确定

在计算机中只能用数字化信号来表示模拟信号^[6],这就需要确定数字信号的点数 N 。 N 由公式(3)来确定。

$$N = \frac{F_0}{n * F} \quad F \text{ 为信号频率} \quad (3)$$

3.2 信号的产生

根据当前的信号频率,得到当前信号点数 N ,再加上当前信号的幅值 A ,就可通过函数模块计算产生数字信号。函数模块中有什么函数,我们就可以产生什么信号。我们把数据存放到 $\text{DATA}[i]$ 的数组中。

正弦信号:

$$\text{DATA}[i] = A * \sin\left(\frac{2\pi * i}{N}\right)$$

三角波信号:

$$\text{DATA}[i] = A * \text{triangle}\left(\frac{3\pi * i}{N}\right)$$

方波信号:

$$\text{DATA}[i] = A * \text{rect}\left(\frac{2\pi * i}{N}\right)$$

通过选择 A 和 N 2 个参数,可以很简单地控制信号的频率和幅值,这样也就很容易实现扫频和扫幅。此时用一个简单的循环就可以很简单地获得所需的信号^[7]。其中 triangle 、 rect 的设计和 sin 相同。

3.3 相位的产生

相位的产生只需对数组进行平移则可。先根据相位差值 d 通过公式(4) 计算出平移的点数 M 为：

$$M = \frac{d * N}{360} \quad (4)$$

然后平移数组：

$$DATA1[i] = DATA[i + M]$$

这样 DATA 和 DATA1 中的信号,就是同频率,同幅值,相位相差 d 度的 2 个信号。

3.4 信号输出到 D/A 卡缓存

这是通过计算机的 ISA 总线^[8] 来自动完成,只需要用 cout 这个指令就能把两个通道的数据(DATA 和 DATA1),放到 D/A 卡的缓存中。

3.5 信号的输出控制

在进行扫频或扫幅输出时,按照需要定时改变输出信号的频率或幅值,由于在仪器中设置了 2 块缓存,这使得输出控制变得很容易实现,当 A 或 B 缓存在 D/A 输出的同时,在当前信号的基础上,加一个步长,重新产生一个新信号并及时地送到 B 或 A 缓存中准备好,当要改变信号时,只要用一条汇编指令切换输出缓存就行了。由于汇编指令只需要 $1 \mu s$ 的执行周期,所以切换操作根本不会对信号产生影响。这样便可以充分保证信号的精度。由于切换是由系统时钟的精确定时器来自动完成,计算机的时钟系统的精度达到了 18.2 ms,大大高于仪器所需的最高 1 s 的精度,能够充分保证信号的精确。

软件程序流程图如图 5 所示。

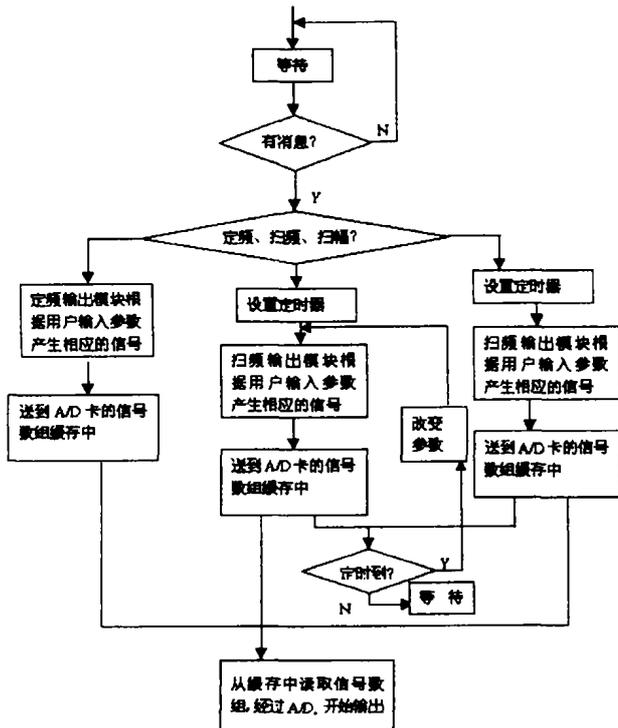


图 5 程序流程图

4 仪器的操作面板

由于使用 Visual C++ 来编制仪器的操作面板,因此具有良好的易操作性和人机交互性^[9]。它的操作变得极其简单,即使没用过硬件仪器的操作者,也能操作这台虚拟式扫频/幅信号产生器。仪器面板如图 6 所示。

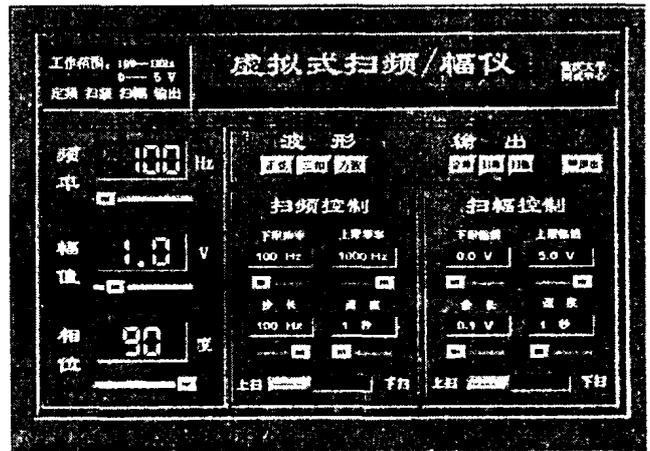


图 6 仪器的虚拟“面板”

在设计中,做了一个数显控件,使显示出来的提示信息清楚醒目。在显示控件的设计中,设计了 2 个函数 Init(初始化控件,设置前景色、背景色、字体颜色、整数位、小数位和标志位) 和 SetData(显示的数据)。做了一个滑杆控件,不但具有传统滑杆的所有功能,而且在外观上更胜一筹,在这里使用的是 Visual C++ 的重载技术,继承了 MFC 函数库里面的 CSliderCtrl 类,生成了新类 CMySlider, 然后重载父类 (CSliderCtrl) 中的 WM-PAINT 消息,以改变控件的外观。用按钮控件来实现波形选择、工作方式选择和开关功能。这就需要按钮具有弹起、下压和自动弹起 3 种状态,使用重载技术就很容易只用一个控件就实现 3 种状态^[10]。先继承 MFC 函数库中的 CButton 类,然后重载 WM-PAINT、WM-LBUTTONDOWN 和 WM-LBUTTONUP 消息,可以实现以上功能。

5 虚拟式扫频/幅仪的应用

5.1 振动装置的激励源

在未知振动装置的测量中,该仪器可以作为标准的激励信号源,可以发出标准的正弦、三角和方波信号去激励系统,只要测得系统的输出(响应),通过响应曲线就可得到未知振动装置的特性(频率响应曲线、固有频率等)^[11]。如图 7 所示。

5.2 超声电机的测试

在超声电机的测试中,本仪器得到充分的应用。在这个例子中,本仪器是作为超声电机的驱动信号,去激励超声电机运转。

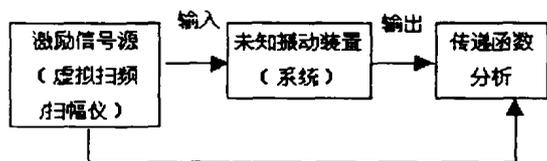


图7 振动装置测量原理图

超声电机是精密的仪器,需要监控它的运行状态,及时地预警它可能出现的问题,保证超声电机始终处在正常工作的状态之中。这就需要有时用两路同频率、同幅值相位相差一定值的正弦信号,去同时激励超声电机,有时要用扫频信号去激励电机,有时要用到扫频信号去激励电机。然后,同时采集响应,就可以对超声电机做传递函数分析,就可以监控超声电机,预测电机的工作情况是否良好。测量原理如图8所示。

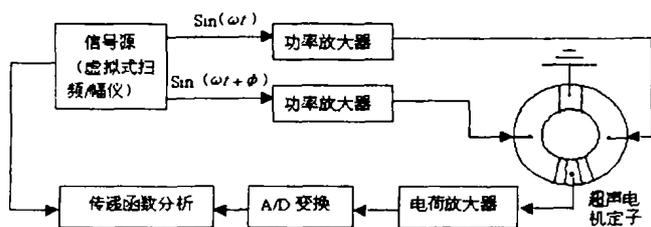


图8 测量原理图

以上例子中,该虚拟式仪器都能充分发挥自身独到的优势,收到了良好的效果。

6 结 论

以虚拟仪器技术为基础,就设计虚拟式扫频/幅仪从硬件、软件和仪器面板方面作了一些研究和实践。

完成的仪器功能完备,操作方便,可以直接用于生产和科学实践。应用实例表明,该仪器的使用不仅克服了以往传统硬件仪器的缺点,而且在功能和精度等方面都大大优于传统硬件仪器。良好的使用效果,充分说明了仪器的实用性和先进性。

参考文献:

- [1] 秦树人, 张思复, 汤宝平, 等. 集成测试技术与虚拟仪器[J]. 中国机械工程, 1999, 10(1): 71-76.
- [2] 刘金甫. 航空 VXI 总线技术开发中应重视虚拟仪器技术研究[J]. 测控技术, 1996, 15(6): 26-29.
- [3] 林正盛. 虚拟仪器技术及其应用[J]. 电子技术应用, 1997, 1(3): 24-27.
- [4] QIN SHUREN. Integrated testing technology and virtual instrument [C]. Luoyang: Proceedings of 1st ISIST, 1999.
- [5] DAN STRASSBERG. Virtual instrument software development [J]. Compute Design, 1996, 11(3): 61-71.
- [6] 汤宝平. QLPDA-W 设备预测维护与信号分析系统的研究[M]. 重庆大学硕士学位论文, 1996.
- [7] 卢文详, 杜润生. 机械工程测试·信息·信号分析[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990.
- [8] 周长发. 精通 Visual C++ 图象编程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
- [9] 谭善文, 汤宝平, 何辉, 等. 基于 PC 总线的虚拟动态测试分析仪的设计[J]. 重庆大学学报, 1992, 22(4): 92-96.
- [10] QIN SHUREN. The instrument of wavelete transform for signal processing Proceedings ISMT II'98 [C]. 1998: 441-447.
- [11] QIN SHUREN, CHEN ZHIKUI, XU MINGTAO, et al. Sampling principle and technology in wavelet analysis for signals[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 1998, 11(4): 259-263.

Design of the Virtual Instrument of Frequency/Amplitude Sweep

XIE Ting-ting, TANG Bao-ping, QIN Shu-ren
(Test Center of Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: The virtual F/A sweep instrument appears as a new instrument when the F/A sweep technology using widely but the traditional hardware-oriented F/A sweep instrument couldn't meet the demand. The instrument not only overcomes the shortcomings of the traditional hardware instrument, but also have the advantages of powerful functions, small solidity and easy operation, which make test accurately, fast and simply. This paper introduces the principle, features and operating method of F/A sweep instrument. The designing idea and realizing methods of the virtual F/A sweep instrument are discussed in detail from 3 ways, which include hardware, software and panel. Two applied examples of virtual F/A sweep instrument are given. The virtual F/A sweep instrument has already been used in actual applications.

Key words: the virtual Instrument; frequency sweep; amplitude sweep

(责任编辑 成孝义)