

数字化电容电感特性演示仪

庞 杰 / 河北省沧州市第十一中学

◎ 简介

电容充放电与自感现象是普通高中物理中的教学重点,也都是教学难点,这几部分内容学习时,学生感觉比较抽象,难以理解,单纯应用传统的演示教具因电容充放电和自感现象过程都很短暂,一闪即逝,学生不易观察,往往也收不到好的教学效果。本项目自制演示仪,通过基于声卡的数据采集卡与计算机连接成为虚拟示波器,利用计算机强大的处理功能,使电容充放电曲线、电感特性曲线及电磁振荡曲线借助大屏幕呈现给学生,现象明显、直观。演示仪利用常见音频处理软件 Cool Edit PRO 的录制、回放功能,可以让学生对整个过程的慢慢分析,从而加深对有关知识的理解。

◎ 设计方案的选择

改善实验演示效果,有下面几种方法。

◆ 利用发光二极管制作大型演示板,采用数字电路或单片机使二极管顺序发光,模拟电容充放电曲线和电感特性曲线。这个办法虽

能使学生观察到曲线形状,但因曲线是预先设定好的,不能真实地反映电容、电感变化曲线形状,可信度不高。

◆ 采用应用专业数据采集器的数字化信息系统。此方案成本太高,难以实现。

◆ 将声卡改制成可采集直流、交流信号的数据采集器,配合自制演示板,借助常见的音频处理软件 Cool Edit PRO,利用计算机的数据处理功能可将真实的电容、电感变化曲线通过大屏幕显示出来。这个方法制作简单,成本低廉,切实可行。本项目即采用这种方法。

◎ 研制过程

一、软件的选择

多数音频处理软件具有波形显示功能,横纵坐标可以精确地显示时间、强度等,也可以进行信号的录制、重播,而这类软件可以十分方便地从网络下载。音频处理软件很多,经过比较,我决定选用 Cool Edit PRO 作为波形处理软件。由于此软件具备波形发生和处理的强大能力,使其可以显示、产生和编辑任意波形,能使波形分析和数据处

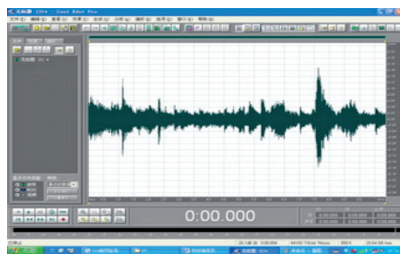


图 1 录制波形图像

理变得十分容易,因此作为虚拟仪器软件很合适。

开始录制信号时,信号波形能同时在软件的波形窗口显示出来,见图 1。

如果想要更细致地观察波的形状,可以把波形进行水平放大即缩小时间轴的间隔,这样就可以清晰显示出较高频率信号的形状,通过波的形状也就知道了采集的电信号的变化过程。

二、硬件的制作

声卡改造是制作的关键。本项目涉及直流信号,如电容充满电后,电容两端的电压就是一个直流量,但一般声卡都是交流设备,不能正确地输出和输入直流信号,所以用一般声卡采集数据不能正确显示充电曲线,必须对声卡进行改造。

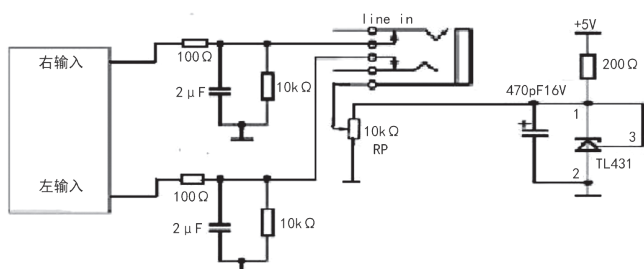


图2 PCI声卡改制后的输入电路

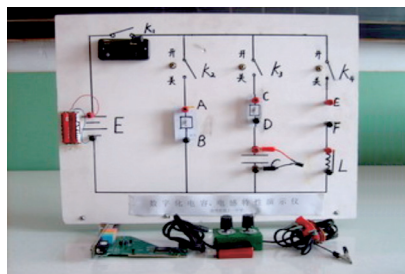


图3 演示仪组成

◆ PCI声卡改制。对此类声卡的改造主要是对线路输入电路的改造。改造后电路如图2。

将TL431和需要的阻容元件直接搭焊在声卡上，TL431的5V输入端接声卡上的78L05的输出端，将线路输入的地端断开，通过RP接到TL431的输出脚，这样一个廉价的可采集直流电信号的数据采集卡就完成了。将电脑前面板不常用的话筒输入口改为采集卡的线路输入口，改装时注意将话筒插座的接地与机箱接地断开，使用时将连接线插入这个插孔，就可采集信号了。用改造后的声卡试着采集一段电容充放电曲线，其信号波形与理论上的充放电曲线基本一致，说明改造取得成功。

◆ USB声卡改造。市场上常见的USB声卡信号输入只有话筒输入，因此重点是改造话筒输入部分电路。

◆ 加装信号调节电路。

因一般声卡的信号输入电压不能太大，超过2V就容易损坏声卡，为保证声卡的安全使用，必须加装信号调节电路。

硬件部分完成后如图3。

◎ 演示仪功能

实际教学中根据教学条件的不同，演示仪既可以单独使用，又可以与数据采集卡、计算机配套，组成虚拟示波器演示电容、电感特性曲线，使学生能够更加深入地理解这部分知识。在有台式机的条件下用PCI声卡改制的采集卡，没有台式机的地方则用USB声卡改制的采集卡。

演示仪具备如下功能：

◆ 演示电容器的隔直流作用。
◆ 演示电容器储存电荷的本领。

◆ 演示自感现象。

以上3功能单独用演示仪就可以实现。

◆ 探究电容器的充放电规律并与电阻两端电压曲线对比。

◆ 探究电容充放电电路中，当电阻阻值或电容器的电容发生变化时，充放电曲线的变化。实现以上2功能要用演示仪与数据采集卡和计算机配套使用实现。

◎ 演示仪的优点

制作完成后，经本人和多位物

理教师使用，均反映此演示仪演示的实验现象清楚、直观，可以很好地帮助学生理解电容、电感及电磁振荡的相关知识。而且改造的采集卡配不同的传感器还可完成力学、声学、热学、电学的多个实验。

该项目获得第27届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果物理教学类一等奖。

专家评语

该项目的主要内容是利用数据采集和计算机演示的先进技术，展示了电容、电感的特性。该项目原理科学，概念清晰，构思巧妙，设计合理，作品教育性强。项目选题新颖，具有实质性创新，对传统方法有突破。作品效果显著，制作规范，具有示范推广价值。■