

文章编号:1005-4642(2020)09-0058-03

## 自制感抗影响因素演示仪

王震,赵雨曦,丁永文

(辽宁师范大学物理与电子技术学院,辽宁大连 116029)

**摘要:**利用自制的实验仪器,探究了影响感抗的因素.通过手机输出不同频率的音频信号,经过电感到达扬声器,利用平板电脑内音频分析软件实时测量声音响度.将声音信号转化为图像,通过图像的幅值观察声音响度,学生能够直观地认识电感器对交变电流的阻碍作用.

**关键词:**感抗;电感;交变电流;响度

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2020.09.012

电感器对交变电流的作用,是人教版物理选择性必修第2册“交流电的描述”中的拓展内容<sup>[1]</sup>,教材在此设计了2次实验.教材中的实验存在不足之处:

1)实验通过观察灯泡的明暗变化得出感抗的概念,在实际演示过程中灯泡的明暗变化瞬间发生,学生视觉上不易察觉,增加了理解感抗概念的难度;

2)直接给出影响感抗大小的因素,知识的抽象程度高,学生不易理解.

为此,对实验电路进行了改进,自制了感抗影响因素演示仪,学生能够更加直观形象地观察实验现象,从而深入理解感抗的概念,同时利用实验探究得出影响感抗的因素,帮助学生真正地理解知识的来龙去脉.

### 1 演示仪的设计

**实验器材:**智能手机1部(安装频率发生器软件)、12 V稳压直流电源、集成功率放大器(芯片型号LM324)、单刀双掷开关、电感(线圈匝数可调)、扬声器、平板电脑.

演示仪实物图如图1所示,由单刀双掷开关控制2条支路,支路1由电源、功率放大器、开关、导线和扬声器组成,支路2由电源、功率放大器、开关、导线、电感和扬声器构成.

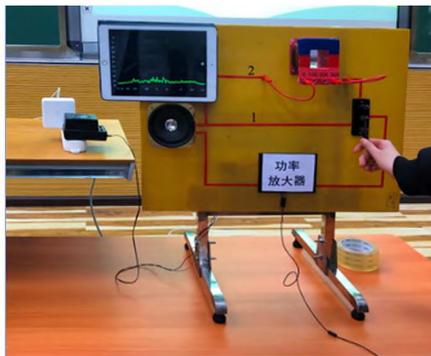


图1 演示仪实物图

### 2 实验原理

在支路2中,电感线圈接入交流时会产生电磁感应现象,在其本身激发感应电动势,即自感电动势  $E = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ . 自感电动势阻碍交变电流,即产生感抗.因此,感抗受电感的自感系数  $L$  和电流的变化率  $\frac{\Delta I}{\Delta t}$  的影响.而线圈的自感系数受其匝数和有无铁芯的影响,电流的变化率与交流的频率有关.综上所述,影响感抗大小的因素有:线圈匝数、线圈中是否有铁芯、交流频率等,可以利用控制变量法开展实验,探究这些因素如何影响感抗的大小.

收稿日期:2020-06-05;修改日期:2020-09-03

基金项目:2018年辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目(辽教函[2018]471号)

作者简介:王震(1975-),女,吉林省吉林市人,辽宁师范大学物理与电子技术学院副教授,硕士,从事中学物理教学研究. E-mail:wangzhen@lnnu.edu.cn



实验中,通过手机输出不同频率的音频信号,然后经过电感到达扬声器.扬声器传出的声音响度不同,响度越小,表明对交变电流的阻碍越强,即感抗越大.由于感抗大小不能直接测量,实验利用声音响度间接判断,声音靠耳朵听不准确,为了更细致地判断感抗的变化,还可以用眼睛来观察.在使用扬声器播放声音的同时利用智能终端平板电脑的音频分析软件,实现对声音响度的实时测量,将声音信号转化为图像,通过图像的幅值观察声音响度的大小,增强实验效果,加强学生对响度变化的注意.

### 3 演示仪在教学中的应用

#### 3.1 理解感抗概念

演示仪接到交流电源上,用手机播放一段音乐,音乐经过功率放大器放大,由扬声器播放,利用单刀双掷开关控制2条支路,支路1中音乐经导线直接到扬声器,支路2中音乐先通过电感再到达扬声器.分次连接2条支路,发现声音的响度不同;接通电感时,声音会大大减弱,这表明电

感对交变电流有阻碍作用.为了描述这种阻碍作用的大小,引入物理量“感抗”.

#### 3.2 探究影响感抗的因素

手机音频信号经过电感到达扬声器进行播放,扬声器传出的声音被平板电脑中的音频分析软件接收,声音信号转化为波形图像.图像横轴表示音频信号的频率,纵轴表示声音的响度,纵轴的波形幅值越大,说明响度越大,感抗越小.

##### 3.2.1 探究交流频率对感抗的影响

保持电感线圈为300匝、无铁芯,即自感一定,手机频率发生器分别输出1,2,3 kHz 频率的信号,手机频率发生器的频率变化,声音的响度也会变化.每次改变信号频率时,手机输出声音的响度必须相同.为此,每次先接通支路1,调节手机输出的声音响度都为同一固定值,再接通支路2,输入1 kHz 的信号,平板电脑接收到声音,出现波形幅值,保存波形,利用无线网络同步传输到教室电脑并在大屏幕上投影.重复之前的操作,分别输入2 kHz 和3 kHz 的信号,将3次波形图像共同呈现在大屏幕上(图2).

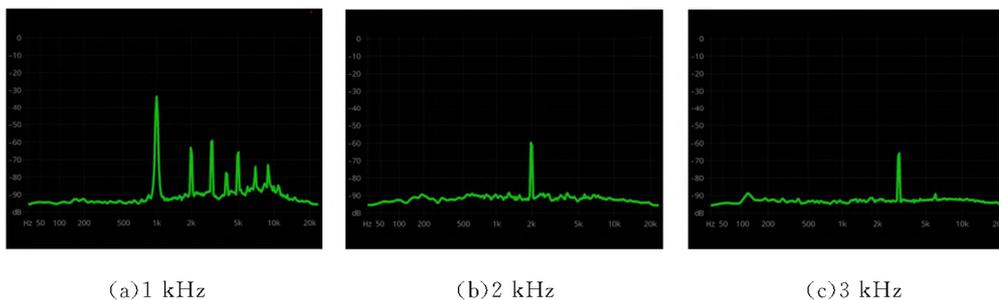


图2 不同频率交流信号的波形

学生对比图2图像,得出结论:当线圈匝数和铁芯一定时,交流电的频率越高,响度越小,即感抗越大.

##### 3.2.2 探究电感线圈匝数对感抗的影响

保持线圈无铁芯并且用手机频率发生器输入

1 kHz 的交变信号,线圈匝数可以通过可插拔的导线进行调节,分别为100,200,300匝,仔细听声音响度的变化,同时观察屏幕上的波形幅值(图3).上述探究可以得出结论:交流频率固定时,线圈匝数越多,感抗越大.

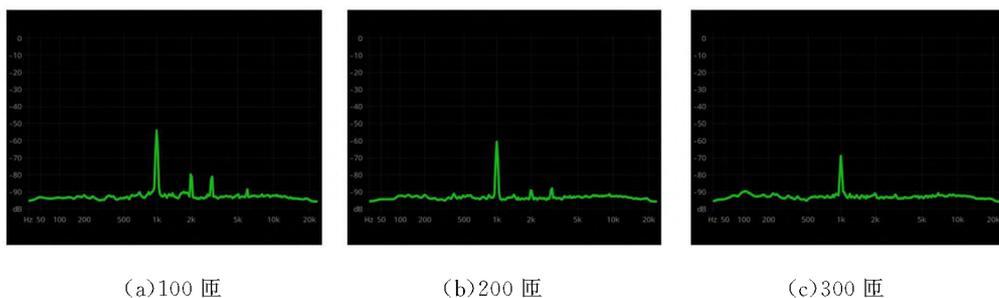
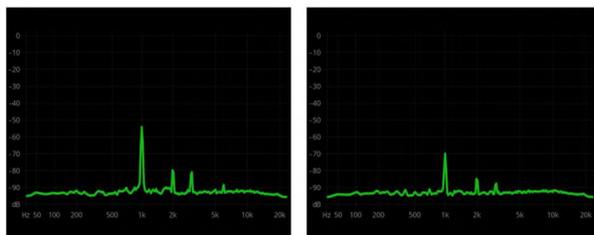


图3 不同匝数线圈的信号波形

### 3.2.3 探究线圈铁芯对感抗的影响

手机输出 1 kHz 交变信号,线圈匝数 100 匝,插入和拔出铁芯,观察波形和声音响度的变化(图 4). 学生得出结论:有铁芯时,声音响度减弱,说明线圈自感越大,感抗越大.



(a)无铁芯 (b)有铁芯

图 4 有无铁芯的信号波形

对上述实验现象和结果进行归纳整理,可以得出结论:交流频率越高,线圈自感越大,电感对交流电的阻碍越强,感抗越大.

### 3.2.4 感抗的应用——扼流圈

扼流圈是电工和电子技术常用的元件,利用了电感器对交流的阻碍作用,分为高频扼流圈和低频扼流圈. 通过探究实验,学生很容易通过低频扼流圈和高频扼流圈的组成解释其作用效果. 前者的线圈通常缠绕在铁芯上,有较多匝数,因此自感大,产生的感抗对交变电流的阻碍作用大;后者一般无铁芯,匝数少,因此自感小,感抗小. 扼流圈对低频交变电流的阻碍作用微弱,但对高频

交变电流有较强的阻碍作用,引导学生得出结论:低频扼流圈用来“通直流,阻交流”,高频扼流圈用来“通直流,通低频,阻高频”.

## 4 结束语

利用演示仪进行实验,让学生在探究中建构感抗的概念,通过对比现象,自主发现自感和交流频率等因素如何影响线圈的感抗,使抽象概念形象化、直观化. 实验过程中,由多感官的刺激帮助学生感知现象,获得信息,整合并得出实验结论,从而加深学生对物理现象和物理事实的理解<sup>[2]</sup>. 利用无线网络同步传输等现代信息技术与电感作用教学融合,课堂教学气氛活跃. 仪器中支路 2 的电感可以更换为电容器,利用该实验仪可以探究电容器对交变电流的作用,实现“一器多用”,充分利用了演示实验教学资源,有利于教师开展探究性教学<sup>[3]</sup>.

### 参考文献:

- [1] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心. 普通高中教科书·物理(选择性必修第二册)[M]. 北京:人民教育出版社,2020:54-55.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(实验)[M]. 北京:人民教育出版社,2003.
- [3] 王震,孙奕莹. 改进共振实验演示仪,理解外力作用下的振动[J]. 物理教师,2017,38(2):69-71.

## Self-made demonstrator of influence factors on inductive reactance

WANG Zhen, ZHAO Yu-xi, DING Yong-wen

(School of Physics and Electronic Technology, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

**Abstract:** The influence factors on inductive reactance were investigated by a self-made demonstrator. Audio signals of different frequencies were created using a smart phone and transmitted to a loudspeaker through inductance. The sound loudness was measured in real-time by the audio analysis software in an iPad. By converting the sound signal into an image and observing the loudness of the sound through the amplitude, students could intuitively understand the blocking effect of inductor on alternating current.

**Key words:** inductive reactance; inductance; alternating current; loudness

[责任编辑:任德香]