

验证典型交变电流最大值和有效值关系的实验

高 宇

福建省福安市第一中学,福建 宁德 355000

摘 要: 现有高中教材对于正弦交变电流最大值和有效值的关系往往直接给出^[1-2],笔者利用等效法实验验证正弦波、方波、正弦波加二极管后、方波加二极管后多种电流最大值和有效值之间的关系,在实验拓展的同时,培养学生数据处理和分析、论证的能力,体验实验探究的乐趣,培养归纳、总结的科学思想方法。

关键词: 交变电流;最大值;有效值;实验验证

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

文章编号:1003-6148(2019)8-0051-3

1 交变电流最大值和有效值关系的实验验证

根据有效值的定义:交流电和直流电相等时间内通过相同电阻,产生的热量相同,而如何调节合适的恒定电流值,保证产生的热量相等,在实验操作上却是难点。教师可引导学生从功率出发,利用照度计测量小灯泡的发光强度,用等效法巧妙地化难为易。

1.1 正弦交流电电压最大值和有效值关系的实验验证

正弦交变电流的电压有效值和峰值之间的关系为 $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ (电流关系类似)。正弦交流电和直流电是通过学生电源提供,滑动变阻器起到调节保护作用。电压表、示波器并联在小灯泡两端,利用光标功能测量电压。

实验器材: J1202 高中学生电源, GA1122CAL 示波器, J2354 滑动变阻器 (20 Ω , 2 A), J0407 电流表 (0.6 A 量程), J0408 电压表 (3 V 量程), 照度计, 小灯泡 (1.5 V, 0.3 A), 开关, 导线若干。

实验电路设计如下:

(1) 如图 1, 接正弦交流电, 调节滑动变阻器, 使小灯泡正常发光, 用照度计测量此时小灯泡的发光强度。用示波器光标测量电压的峰-峰值, 并得到最大值 U_m 。(图 2)

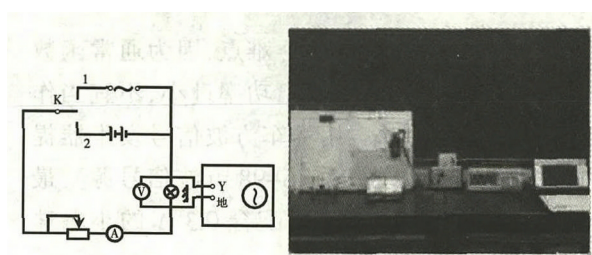


图 1 正弦交变电流最大值和有效值关系验证电路图

(2) 用正弦交变电压最大值和有效值的关系, 计算理论的有效值 U_1 。(图 3)

(3) 接直流电, 调节滑动变阻器, 使照度计显示的发光强度数值相同, 再次用示波器测量小灯泡两端的电压 U_2 。

(4) 比对电压值 U_1 与 U_2 是否相同。若在误差范围内近似相等则结论成立。

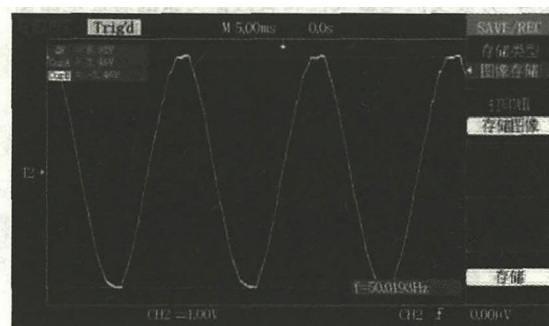


图 2 正弦交流电电压峰-峰值测量

收稿日期:2019-04-09

基金项目: 本文为福建省教育科学规划领导小组办公室课题“应用高中物理疑难实验促进学生研究性学习能力提升的实践研究”(FJKYJD15-08)的研究成果。

作者简介: 高宇 (1990-), 女, 中学一级教师, 主要从事高中物理教学工作, 曾获福建省宁德市说课比赛二等奖。

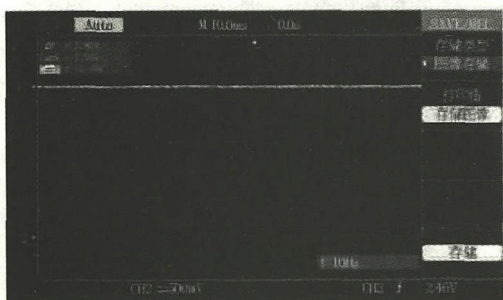


图3 正弦波对应等效直流电压测量

1.2 几种常见波形电压最大值和有效值关系的验证

推广到其他波形的交流电最大值和有效值关系的实验验证。

(1)方波交变电流最大值和有效值关系的验证:

方波电源的提供是一个难点,因为通常函数信号发生器的方波信号输出功率过小,不宜当作电源使用。解决方案:用赛车方波信号发生器提供方波交变电流源(GB7676-98 方波信号源),最大输出电流可达 0.2 A,可配合 0.3 A 的小电珠使用。(图 4-图 7)

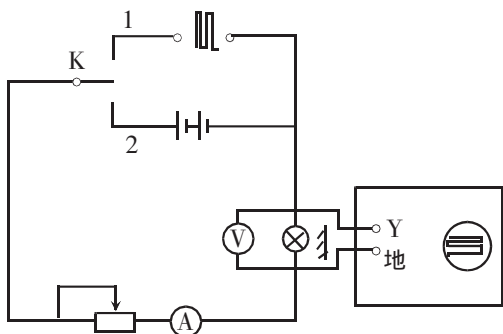


图4 方波交流电最大值和有效值关系的验证电路图

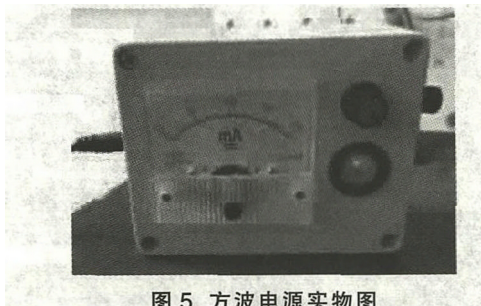


图5 方波电源实物图

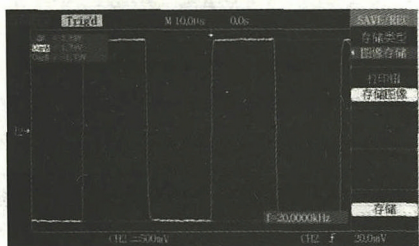


图6 方波交流电电压峰-峰值测量

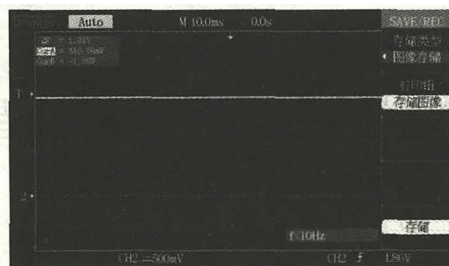


图7 方波等效直流电压值测量

(2)正弦波加二极管半波整流后最大值和有效值关系的验证:

将二极管加入电路中,由于二极管具有单向导电的特性,可将正弦波过滤,剩下半波波形,这种特殊波形在学生考试中常遇到,可加深认识和理解。(图 8-图 10)

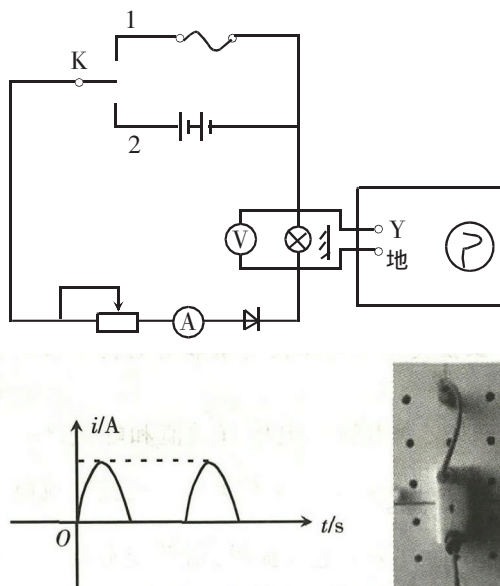


图8 正弦波加二极管半波整流最大值和有效值关系验证电路图、波形图、二极管

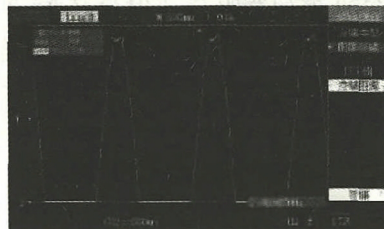


图9 正弦波加二极管后电压最大值的测量

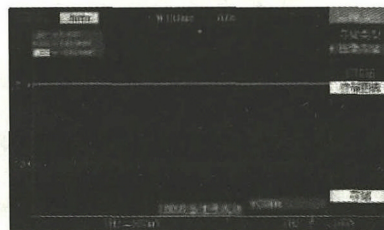


图10 正弦波加二极管后等效直流电压值测量

(3)方波加二极管半波整流后最大值和有效值关系的验证:

采用方波电源,将二极管加入电路中,过滤后剩下半波波形(图 11-图 12)。



图 11 方波加二极管后电压最大值的测量

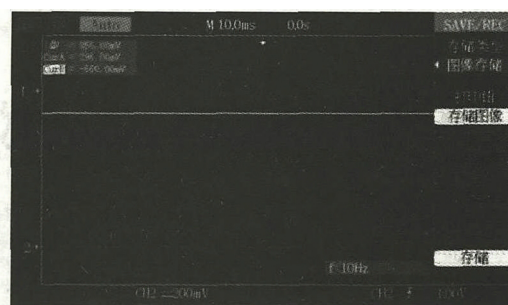


图 12 方波加二极管后等效直流电压值的测量

实验中几种常见波形电压最大值和有效值关系的对比^[7]。(如表 1)

表 1 几种常见波形电压最大值和有效值关系

	波形	电压有效值与最大值的关系	理论有效值 $U_1(V)$	实测有效值 $U_2(V)$
正弦波		$U = \frac{U_m}{2}$	2.450	2.460
方波		$U = U_m$	1.790	1.810
正弦波加二极管		$U = \frac{U_m}{2}$	1.720	1.680
方波加二极管		$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$	0.863	0.856

2 实验创新点

根据有效值的定义,利用照度计测量小灯泡的发光强度相同,用等效法解决了“让恒定电流和交变电流分别在相等时间通过阻值相等电阻,产生的热量相等”在实验操作上的困难。实验中不仅利用示波器验证了正弦交变电流最大值和有效值的关系,还拓展到方波、加二极管整流后正弦型和方波型半波电压最大值和有效值关系的验证。

3 实验教学效果与评价

本实验分步引导,层层深入,实验注重对现象和数据的处理和分析,同时达到拓展和提升的目的,用现代化的示波器设备,连接电脑,快速进行数据处理,教学效果良好。

参考文献:

- [1]孙万军.用“物理补偿法”突破数学积分的限制[J].物理教师,2014,35(9):27-28.
- [2]陈传来.中学阶段几种常见交变电流有效值的计算[J].中学物理,2016,34(1):19-20.

(栏目编辑 王柏庐)