

黑盒实验的设计与分析

周胜海

(信阳师范学院,河南信阳,464000)

摘 要 本文提供一种由 R 、 L 、 C 构成的黑盒实验的设计与分析方法,并指出了该实验在教学实施过程中应注意的问题。

关键词 黑盒;移相;谐振

1 引言

在大学基础物理实验中,为培养学生综合运用所学知识分析、解决实际问题的能力,本人在电磁学实验中设计了一组“黑盒实验”,即将由电阻 R 、电感 L 、电容 C 等元件构成的简单电路用不透明的盒子(黑盒)密封起来,外面只留出若干个接线端,要求学生用实验仪器判断盒内各元件的联接方式并测定各元件的数值。

2 设计实例与分析

如图1所示,黑盒外共有6个接线端,相邻两接线端在黑盒内的联接为 R 、 L 、 C 、开路、短路五种可能之一,要求用万用表、信号发生器、示波器

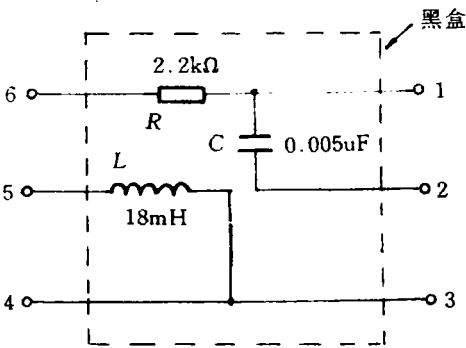


图1 实验装置图

等常用电磁学实验仪器判断相邻接线端之间的联接方式并测定 R 、 L 、 C 元件的数值。

2.1 用万用表初步判断相邻接线端之间的联接方式并测定电阻的阻值。

表1 实验数据

相邻接线端	12	23	34	45	56	61
电阻值(Ω)	∞	∞	0	0	∞	2200
可能联接方式	小电容或开路	小电容或开路	电感或短路	电感或短路	小电容或开路	电阻

2.2 用 RC 电路的移相特性判定小电容与开路并测定电容的容量。

图2所示的 R 、 C 串联的正弦交流电路是一种移相电路,可以产生电压相位的偏移,

收稿日期:1995—05—08

即输出电压 U_R 与输入电压 U 之间产生相位差 φ , 且

$$\tan \varphi = -\frac{1}{2\pi f c R} \quad (1)$$

将可能联接方式为小电容或开路的三个相邻接线端 12、23、56 分别与电阻 R 联接成图 2 所示的移相电路, 用示波器测得 U 、 U_R 之间的相位差 φ 和电源频率 f 值, 前面已测得 R 值, 代入式(1)便可求得小电容 C 的值。并判定相邻接线端 23 和 56 之间为开路。

2.3 用 R 、 L 、 C 谐振电路的谐振特性判定电感与短路并测定电感的电感量。

用 R 、 L 、 C 谐振电路的串联谐振特性或并联谐振特性都可以判定电感与短路, 本实验是利用其串联谐振特性。

图 3 所示的 R 、 L 、 C 串联的正弦交流电路有一谐振频率

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad (2)$$

当输入电压 U 的频率 f 等于 f_0 时, 输出电压 U_R 取极大值。利用这一特性可能测量电感^[2]。

将可能联接方式为电感或短路的两个相邻接线端 24、45 分别与电阻 R 和电容 C 联接成图 3 所示的串联谐振电路。

改变电源频率(注意保持电源输出幅度不变), 观察 U_R 的幅度变化。若 U_R 在某一频率取得极大值, 则该相邻接线端之间为电感, 否则, 该相邻接线端之间为短路。用示波器测得对应 U_R 极大值的电源频率 f 值, 前面已测得 C 值, 代入式(2)便可求得 L 值。

用上述方法可以判定相邻接线端 34 之间为短路、45 之间为电感。

参 考 文 献

- [1] 廖玄九等. 电工学(上册). 人民教育出版社, 1979. 56—57
- [2] 《大学物理实验》编写组. 大学物理实验. 河南教育出版社, 1988. 128—132
- [3] 李锦泉. 谈物理教学实验的设计. 物理实验, 1990, 4(2): 83—87

THE DESIGN AND ANALYSIS OF BLACK BOX EXPERIMENT

Zhou Shenghai

(Xinyang Teachers College, Xinyang, Henan, 464000)

Abstract This paper presents a desinging and analytical method for the black box experiment composed of R , L and C , and points out the questions for attention in the experimental teaching practice.

Keywords black box; phase shift; syntony

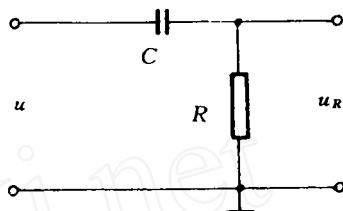


图 2 实验原理图

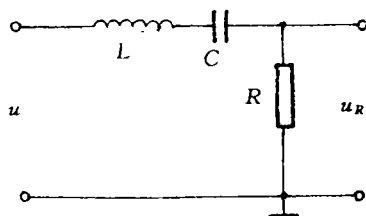


图 3 实验原理图