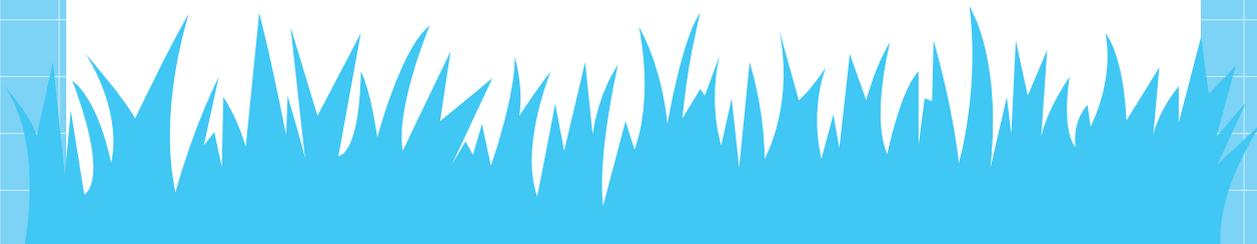




## 项目3 电感器



电感器（Inductor）是能够把电能转换为磁能而存储起来的元件。电感器的结构类似于变压器，但只有一个绕组。电感器具有一定的电感，它只阻碍电流的变化。如果电感器在没有电流通过的状态下，电路接通时将试图阻碍电流流过；如果电感器在有电流通过的状态下，电路断开时将试图维持电流不变。电感器又称为扼流器、电抗器、动态电抗器。本项目通过对电感的认识和电路制作实验，全面了解电感。



## 任务 3.1 频闪灯制作

频闪灯的工作原理是根据设定的频率或根据外触发频率来控制闪光灯的闪烁频率,作为一个完整的系统,包括人机显示界面、调节和功能选择按钮、闪光控制模块、闪光灯供电模块和外触发自动跟踪模块等。

### 3.1.1 频闪灯积木搭建

用发光二极管做电感演示实验。在电路中,两个发光二极管并联,且极性相反。它们同时与一个电感器并联,按下按钮开关,可以看到其中一个发光二极管闪烁一下,放开按钮开关,另一个发光二极管闪烁一下。频闪灯积木拼装如图 3-1 所示。

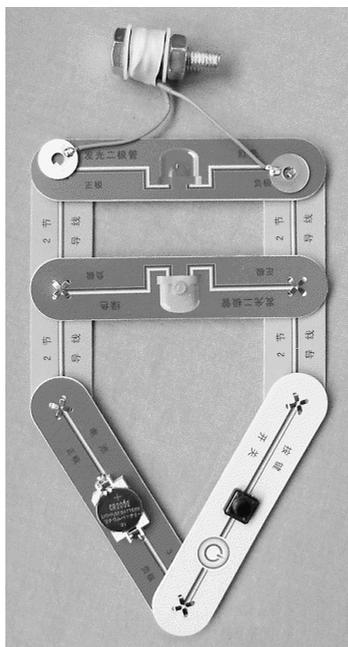


图 3-1 频闪灯积木拼装

这是因为在电路接通的一瞬间,由于自感效应,电感产生阻碍电流变化的作用(阻交流),相当于电感处断路,这样其中一个发光二极管就会通电



## 电子器件与电子 CAD 技术 (上)

发光（两个发光二极管极性相反，因此只有一个能够发光）。但是随即自感电动势消失，电感器变成通路（通直流），这样发光二极管被短路，停止发光，因此只看到它闪烁一下。放开按钮开关，电流消失，电感器会阻碍这一变化趋势，产生自感电流，让另一个发光二极管闪烁一下。

### 3.1.2 频闪灯电路图制作

打开电子 CAD 软件，在工程设计界面中选择“新建工程”，按提示新建工程，并命名为 3，保存新工程。进入制作原理图窗口，开始制作原理图。

#### 1. 放置器件

在原理图设计界面左边的竖立工具页标签中选择“常用库”→“电感”，双击后该器件处于浮动状态，拖曳鼠标将该器件移动到合适的位置后单击，放置好该器件。按 Esc 键退出放置状态，可进行下一个元器件放置，可分别放置发光二极管 LED1、LED2，按钮开关 SW1 和 GND 等器件。

#### 2. 放置导线

器件放置后再进行导线连接，在工程设计界面的工具栏中选择  工具，此时出现一个十字光标，拖曳鼠标选定导线起点后单击，鼠标此时还是十字形，再将鼠标拖曳到终点后单击，一条导线放置完成。按 Esc 键退出放置状态，可进行下一条导线的放置。

**注意：**连线的依据是实物图 3-1，每个器件有两个连线端，头尾各连接什么器件不能出错，一旦出错就无法实现产品功能，这一点需要特别注意。

#### 3. 保存文件

原理图制作完成后，选择“文件”→“保存”命令保存文件，在 123 文件夹中会看到取名为 3 的文件。

经过以上绘制后，一个频闪灯电路图设计完成，如图 3-2 所示。该电路的功能是在一个电感器两端分别接入两个发光二极管和一个按钮，拼接好后，按一下按钮，发光二极管会亮一下，亮的时间长短由电感容量决定。

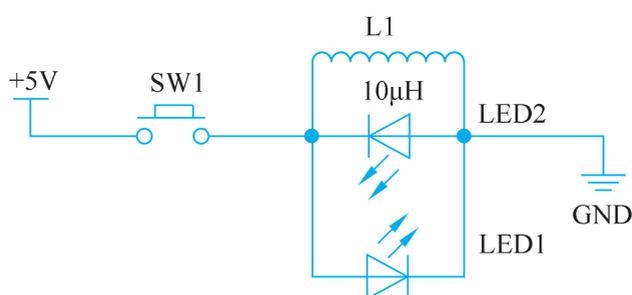


图 3-2 频闪灯电路图

## 任务 3.2 电 感 知 识

电感器可由电导材料盘绕磁心制成，典型的有铜线，也可把磁心去掉或者用铁磁性材料代替。比空气的磁导率高的心材料可以把磁场更紧密地约束在电感元件周围，因而增大了电感。电感器有很多种，大多以外层瓷釉线圈（enamel coated wire）环绕铁氧体（ferrite）线轴制成，而有些防护电感把线圈完全置于铁氧体内。一些电感器元件的心可以调节，由此可以改变电感大小。

### 3.2.1 电感器的符号和外形

电感器一般由骨架、绕组、屏蔽罩、封装材料、磁心或铁心等组成。下面具体介绍电感器的符号。

#### ①. 电感器和电位器的符号

电感器有代数符号和图形符号。电感器的代数符号通常用字母 L 表示；电感器的图形符号如图 3-3 所示。



图 3-3 电感器的图形符号



## 电子器件与电子 CAD 技术 (上)

### 2. 电感器的种类

电感器和电容器一样,也是一种储能元件,它能把电能转换为磁场能,并在磁场中储存能量。电感器的特性恰恰与电容器的特性相反,它具有阻止交流电通过而让直流电通过的特性。电感器应用较广,种类也很多,下面具体介绍。

按电感形式分成固定电感器和可变电感器。电感器外形多种多样,下面列举一些常见电感器。图 3-4 为绕线电感器,图 3-5 为贴片电感器,图 3-6 为固定电感器,图 3-7 为电感线圈,图 3-8 为可调电感器。



图 3-4 绕线电感器



图 3-5 贴片电感器



图 3-6 固定电感器

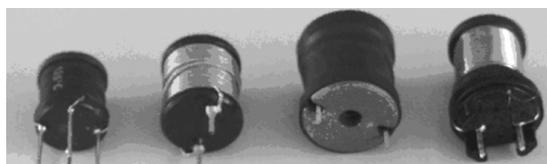


图 3-7 电感线圈

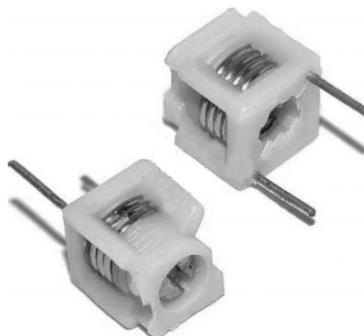


图 3-8 可调电感器

### 3.2.2 电感器主要特性参数及其表示

电感器除符号和外形外还有很多参数,如电感量、电感量误差(电感精度)、电感器所承受的最大电流以及这些参数的表示方法。

## 1. 电感器的型号命名及含义

电感器的型号命名及含义如表 3-1 所示,命名时要考虑材料、特征、序号等。

表 3-1 电感器的型号命名及含义

第一部分：主称		第二部分：电感量			第三部分：误差范围	
字母	含义	数字与字母	数字	含义	字母	含义
L 或 PL	电感线圈	2R2	2.2	2.2 $\mu$ H	J	$\pm 5\%$
		100	10	10 $\mu$ H	K	$\pm 10\%$
		101	100	100 $\mu$ H		
		102	1000	1mH	M	$\pm 20\%$
		103	10000	10mH		

第一部分用字母表示主称为电感线圈。

第二部分用字母与数字混合或数字来表示电感量。

第三部分用字母表示误差范围。

## 2. 标识方法

(1) 直标法。单位为 H (亨利)、mH (毫亨)、 $\mu$ H (微亨)。

(2) 数码表示法。方法与电容器的表示方法相同。

色码表示法。这种表示法也与电阻器的色标法相似,色码一般有四种颜色,前两种颜色为有效数字,第三种颜色为倍率,单位为  $\mu$ H,第四种颜色是误差位。色标统一规定如表 3-2 所示。如棕、黑、金,金表示 1 $\mu$ H (误差为  $\pm 5\%$ ) 的电感量。电感量的基本单位为亨 (H),换算单位有 1H=103mH=106 $\mu$ H。

例如,某电感器的色环标志如下。

红红银黑:表示其电感量为 0.22mH ( $1\pm 20\%$ );

黄紫金银:表示其电感量为 4.7pH ( $1\pm 0\%$ )。

电感器的主要参数有电感量、固有电容、感抗、品质因数及额定电流等,下面具体介绍。

表 3-2 色标

颜色	标称电感量 (Nominal inductance) / $\mu\text{H}$			电感量误差 (Tolerance)
	第一色环 (1st color zone)	第二色环 (2nd color zone)	第三色环 (3rd color zone)	第四色环 (4th color zone)
	第一位数字 (1st digit)	第二位数字 (2nd digit)	第三位数字 (3rd digit)	
黑 (Black)	0	0	$\times 10^0$ (1)	M: $\pm 20\%$
棕 (Brown)	1	1	$\times 10^1$ (10)	
红 (Red)	2	2	$\times 10^2$ (100)	
橙 (Orange)	3	3	$\times 10^3$ (1000)	
黄 (Yellow)	4	4	$\times 10^4$ (10000)	
绿 (Green)	5	5	$\times 10^5$ (100000)	
蓝 (Blue)	6	6		
紫 (Purple)	7	7		
灰 (Gray)	8	8		
白 (White)	9	9		
金 (Gold)	—	—	$\times 10^{-1}$ (0.1)	J: $\pm 5\%$
银 (Silver)	—	—	$\times 10^{-2}$ (0.01)	K: $\pm 10\%$

(1) 电感量。电感量的大小跟线圈的圈数，线圈的直径，线圈内部是否有铁心，线圈的绕制方式都有直接关系。圈数越多，电感量越大。线圈内有铁心、磁心的，比无铁心、磁心的电感量大。

在没有非线性导磁物质存在的条件下，一个载流线圈的磁通量与线圈中的电流成正比，其比例常数称为自感系数，用  $L$  表示，简称为电感，即

$$L = \frac{\varphi}{I}$$

其中， $\varphi$  表示磁通量， $I$  表示电流。

(2) 固有电容。由于线圈每两圈（或每两层）导线可被看成电容器的两块金属片，导线之间的绝缘材料相当于绝缘介质，这相当于一个很小的电容，这一电容称为线圈的“分布电容”。由于分布电容的存在，将使线圈的  $Q$  值下降，稳定性变差，为此将线圈绕成蜂房式。对无线线圈则采用间绕法，以减小分布电容。

(3) 感抗 ( $X_L$ )。电感线圈对交流电流阻碍作用的大小称为感抗，单位

是欧姆。它与电感量  $L$  和交流电频率  $f$  的关系为  $X_L=2\pi fL$ 。

(4) 品质因数。电感线圈的品质因数定义为

$$Q=\frac{\omega L}{R}$$

其中,  $\omega$  表示工作角频率,  $L$  表示线圈电感量,  $R$  表示线圈的总损耗电阻。

线圈的  $Q$  值愈高, 回路的损耗愈小。线圈的  $Q$  值与导线的直流电阻, 骨架的介质损耗, 屏蔽罩或铁心引起的损耗, 高频趋肤效应的影响等因素有关。线圈的  $Q$  值通常为几十到几百。

(5) 额定电流。线圈中允许通过的最大电流。

(6) 线圈的损耗电阻。线圈的直流损耗电阻。

### 任务 3.3 总结及评价

先分组进行总结, 分别说出制作过程及体会, 写出书面总结。再互相检查制作结果, 集体给每一位同学打分。

#### 1. 任务完成大调查

任务完成后, 还要进行总结和讨论, 教学时可用表 1-5 所示打分表来进行自我评价。

#### 2. 行为考核指标

行为考核指标, 主要采用批评与自我批评、自育与互育相结合的方法。采用自我考核和小组考核后班级评定的方法。班级每周进行一次民主生活会, 就行为指标进行评议, 教学时可用表 1-6 所示评分表来进行自我评价。

#### 3. 集体讨论题

上网搜索 EDA 中移动器件的基本方法, 并进行思维导图式讨论。

#### 4. 思考与练习

(1) 掌握 EDA 中修改字符的基本方法, 研究其规律。

(2) 掌握各种电感器在软件中的符号。