

教 案

2025-2026 学年第一学期

课程名称 《电子产品设计与制作实训》

专业班级 电气自动化 241、3+241

总学时数 54 学时

任课教师 林凯燕

课程基本信息

课程名称	《电子产品设计与制作实训》			
课程性质	专业基础课	学分	3	
学 时	总学时： 54 学时，其中：课堂讲授 0 学时；课内实验/实训 54 学时。			
开课部门	机电工程系	任课教师	林凯燕	
授课专业、班级	电气自动化 241、3+241	开课学期	2025-2026 第一学期	
成绩评定	平时成绩占 <u>60</u> %；期末成绩占 <u>40</u> %	考核方式	考查	
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	无			
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	《电子产品设计与制作实训》是电子信息工程技术专业、电气自动化技术专业课程体系中的一门主干课程，本课程以设计并制作系列电子产品的形式，使学生通过实训练习掌握电子产品的电路设计、元器件选型、电路板设计与制作、电路板的安装与调试及简单故障的排除等知识。			
本课程教学目标	使学生具备电子产品的硬件线路设计、焊接、调试能力，提高学生的实际操作能力，使用仪器仪表的能力，数据与结果的分析处理能力。提高学生的综合素质与职业能力，为学生的职业生涯发展奠定基础。			
素质（思政）内容与要求	<ol style="list-style-type: none"> 1、养成良好的产品设计习惯 2、培养工匠精神，从简单设计开始，持之以恒，循序渐进。 3、培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念。 			
学生用主要参考资料	发放的学习资料，网站资料			

任务 1：拖焊技术训练

课时：3 节

一、教学目的

- 1、熟练掌握五步焊接法
- 2、熟练掌握拖焊技术

二、重点、难点

- 1、重点：五步焊接法
- 2、难点：拖焊技术

三、教学过程

- 1、收缴手机、点名考勤
- 2、课程引入：如何用万能板制作电子产品？
- 3、什么是拖焊技术？

如果说五步焊接法是为了焊接传统的通孔元器件而总结的有效焊接方法，那么拖焊技术就是在五步焊接法的基础上改进而来，是专门为电子爱好者用万能板制作电子作品而使用的。只有拖焊技术成熟了，焊接出来的电路板的电气性能才稳定、可靠，作为一个电子初学者，这是必须掌握的实践技能之一。

要完成拖焊技术的训练，除了电子制作常用的工具，还必须要有拖焊技术的训练材料，主要包括万能板、拖焊专用导线、焊锡。

(1) 万能板，又叫“洞洞板”、“点阵板”，是一种按照标准 IC 间距（2.54mm）布满焊盘、可按自己的意愿插装元器件及连线的印制电路板，使用门槛低，成本低廉，使用方便，扩展灵活。拖焊技术训练应采用质量比较好的玻纤板材质的万能板，否则不适合初学者练习。万能板是一次性的，不可重复焊接，否则会掉铜膜。

(2) 拖焊专用导线，建议选择 0.5 单股铜导线，剥皮之后可将其弯折成固定形状，还可以当作跳线使用，非常适合拖焊技术训练和用万能板制作电子作品。

(3) 焊锡。焊锡的质量决定了焊接技术的提升，建议使用 0.8MM 内芯带松香的焊锡，非常适合训练拖焊技术。

3、拖焊技术训练方法

第一步：剥线。用斜口钳卡在导线上转 2 圈，注意不要太紧，然后用力往外拉，导线的外皮就轻易的被剥下，露出了崭新的铜导线（外表看起来是白色），如图 1 所示。如果没有拖焊专用导线，可以用新网线代替，效果虽然差些，但是影响不会很大。

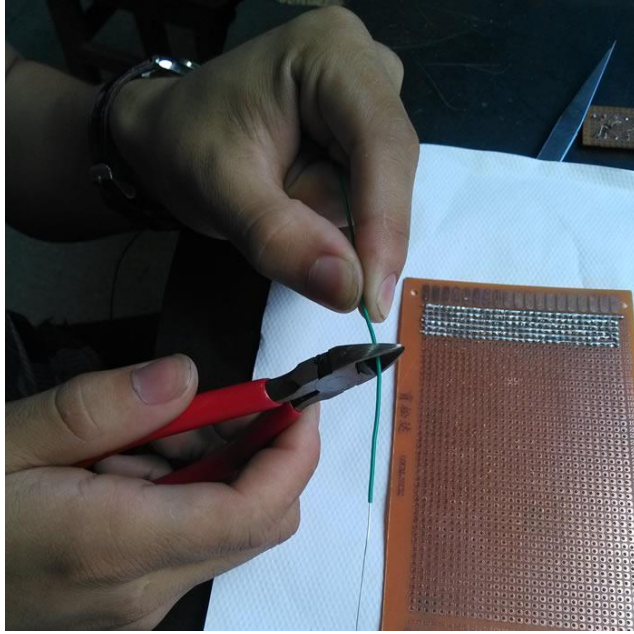


图 1 剥线操作

第二步：放置第一个焊点。用五步焊接法放置一个焊点，即按照：烙铁头和焊锡对准焊盘→烙铁接触焊盘→加焊锡→移开焊锡丝→移开电烙铁的操作步骤。操作过程如图 2 所示，焊点如图 2 所示。

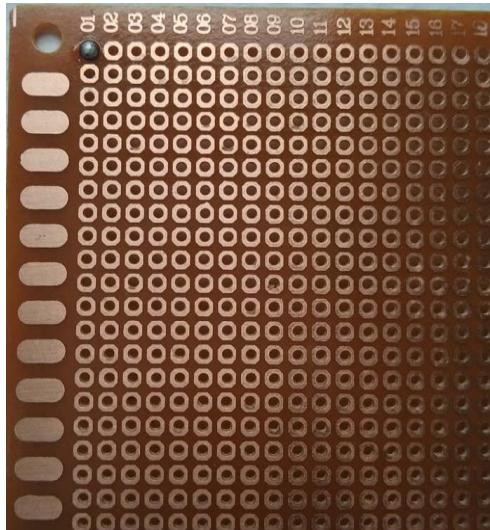


图 2 放置的第一个焊点

第 3 步：固定导线的一端。众所周知，两点成一条直线。要焊接一条直线，首先要确定一个点，因此需要把导线焊接在第一个焊点上，居中固定，如图 3 所示。

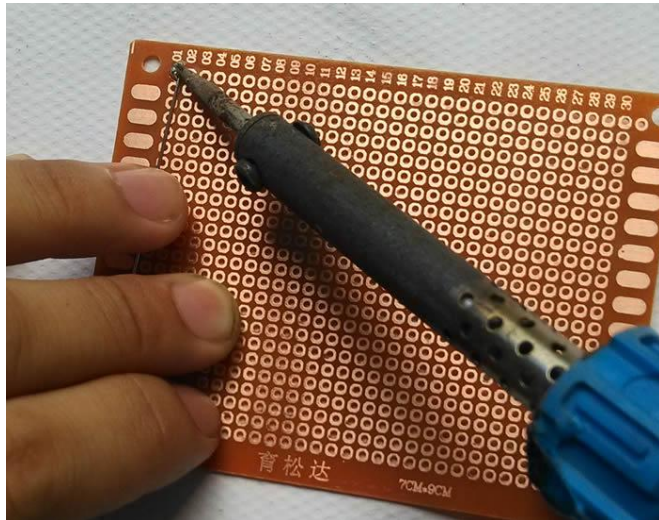


图3 固定导线的一端

第4步：连续放置焊点。采用五步焊接法，沿着导线方向连续放置第二、三、四……个焊点，焊点排列要成一条直线并居中，如图4所示。

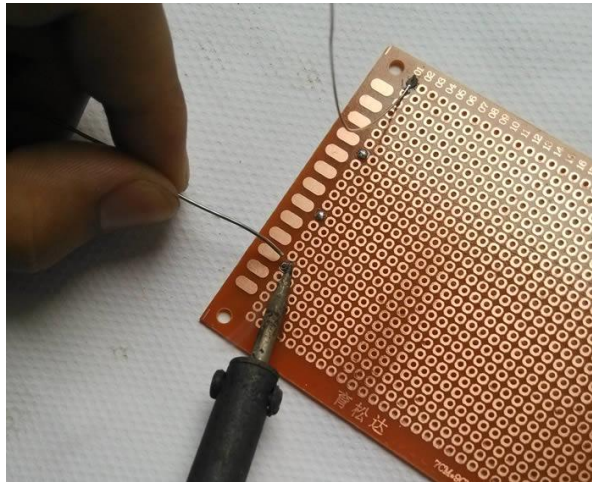


图4 连续放置焊点

第5步：固定导线到焊盘中央。把导线焊接到第2、3、4……个焊点上，确保导线居中，贴在焊盘上，不能悬空，如图5所示。

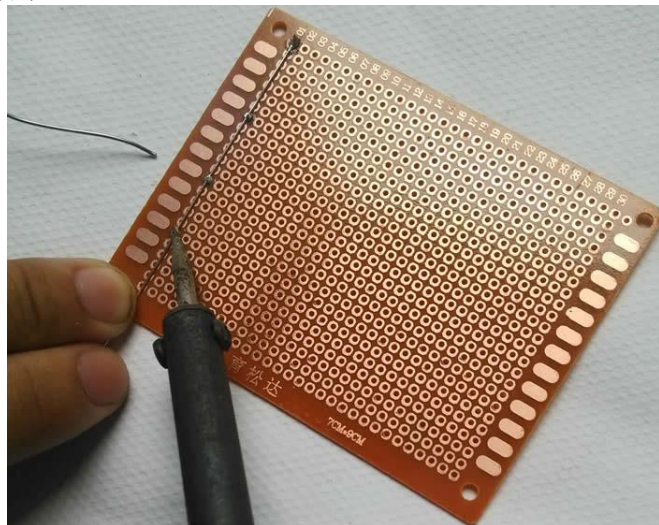


图5 固定导线到焊盘中央

第6步：完成一条线路的焊接。采用五步焊接法，焊接剩下的所有焊盘。注意要先加热焊盘，再上焊锡，焊锡不能靠在烙铁头上，而要靠在已经加热的焊盘和导线上，否则就不美观，如图6所示。

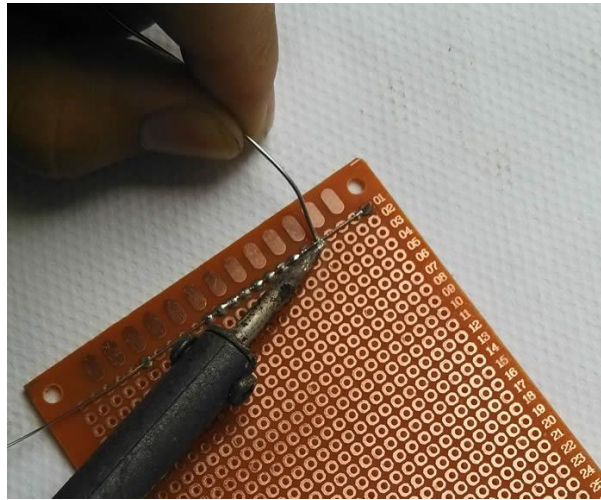


图 6 完成一条线路的焊接

第 7 步：当把所有的焊盘都焊上了锡后，一条线路才算焊接完成，这条线路的电气性能稳定、可靠，如图 7 所示。

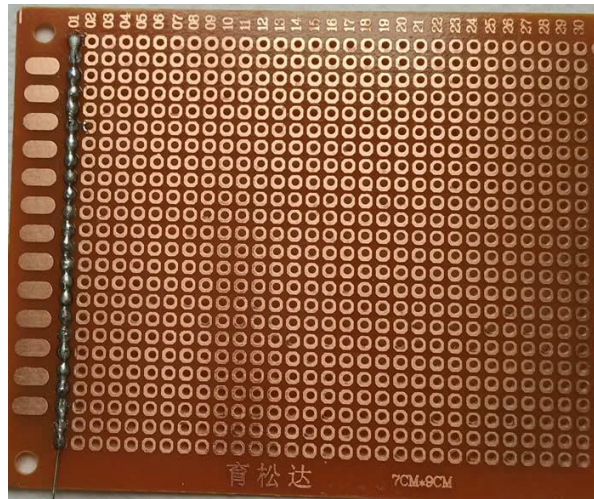


图 7 焊接完成的线路

第 8 步：按照上面所有的步骤，把所有剩下的焊盘全部训练焊完。如图 8 所示。建议初学者训练 2 到 3 快下面的万能板。

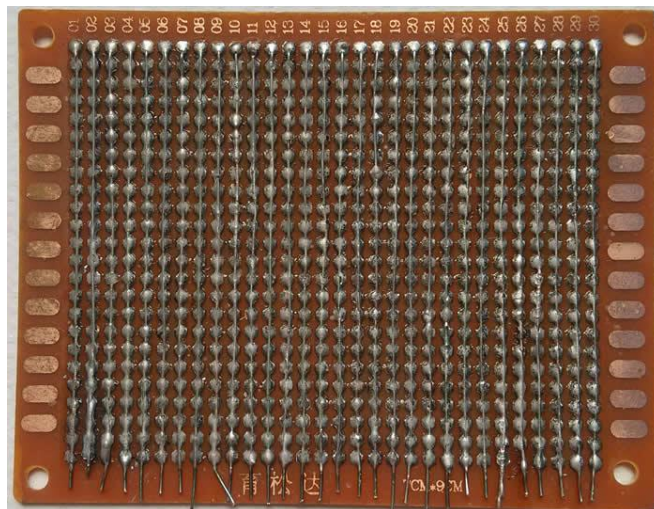


图 8 训练完成的万能板。

五、焊接训练注意事项

(1) 操作过程中要注意安全，遵照“先接线 后通电；先断电 后拔线”的原则进行操作，在操作过程中，如发现声响、冒烟、焦臭等不正常现象，应立即断开电源，找出问题，排除故障后才可重新通

电。

(2) 烙铁头尖端和线路板的夹角一般在 $35^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 角之间。

(3) 烙铁加热后，先把烙铁头放在焊盘上稍许加热后再适量放锡丝，烙铁与锡丝的先后时间间隔为 1~3 (秒)，具体情况凭经验，可谓熟能生巧。

(4) 焊锡量不能过多，否则出现雍肿过饱，甚至漏至反面而造成相邻焊点短路，少则欠缺饱满，一般焊锡量为所焊焊孔体积的 90~120% 为宜。

(5) 焊接时要均匀加热，就是烙铁对导线和焊盘同时加热，用拇指和食指轻轻捏住线状焊料，端头一般留出 2~5CM 的锡丝，借助中指往前推 (送焊料)。

(6) 拖焊时，烙铁尖脚侧面和铜导线侧面适度用轻力加以磨擦产生磨擦粗糙面，使之充分溶锡。

(7) 焊接完毕后，元件与线路板要连接良好，绝不允许出现虚焊、脱焊等不良现象，每一个焊点的焊锡覆盖率为 80% 以上。

(8) 操作过程中，烙铁要经常擦洗，以免烙铁头沾有脏物或其它杂质而影响焊接点的光洁度，容易造成焊接点拉尖、虚焊等不良现象。

通过强化训练五步焊接法和拖焊技术，掌握焊接技术基本知识，为日后制作电子作品打下了基础，为日后理论实践一体化学习提供了保障。

6、常见的焊接故障及清除方法

(1) 焊点拉尖现象与清除方法

产生原因：A 烙铁头表面不清洁，沾锡量大。B 移开烙铁时，速度太快或太慢。C 元器件管脚已氧化 D 焊锡丝不纯，熔化的锡表面有一层渣物。

清除方法：A 清洁烙铁头表面。B 移开烙铁时，速度要适度 (需要经验)。C 必要时得除锈。D 用烙铁头清理熔化的锡表面脏渣，不能使用废旧的焊锡丝。E 加强自身焊接技术训练。

(2) 焊点短路的形成与清除

产生形成原因：A 过多的焊锡把原来不相连的另一点连在一起。B 由于元器件偏焊盘而与其它点连在一起。C 元件端头之间可能长有其它的导电物。D 烙铁头移开时不慎带锡而与其它点连接。

清除方法：A 避免焊锡量过多。B 保证元件在各自位置上排列整齐。C 保持焊盘清洁，避免其它物质在焊盘上停留。D 移开烙铁头时尽可能沿着管脚移。E 加强自身焊接技术训练。

四、小结

五、作业

采用拖焊技术训练，完成训练 1 到 2 块 7CM*9CM 万能板，并上交作品。

任务 2 面包板上制作电子电路

课时：3 节

一、教学目的

- 1、掌握面包板的结构
- 2、掌握在面包板上连接电路的方法

二、重点、难点

- 1、重点：面包板的使用方法
- 2、难点：根据电路图在面包板上连接电路

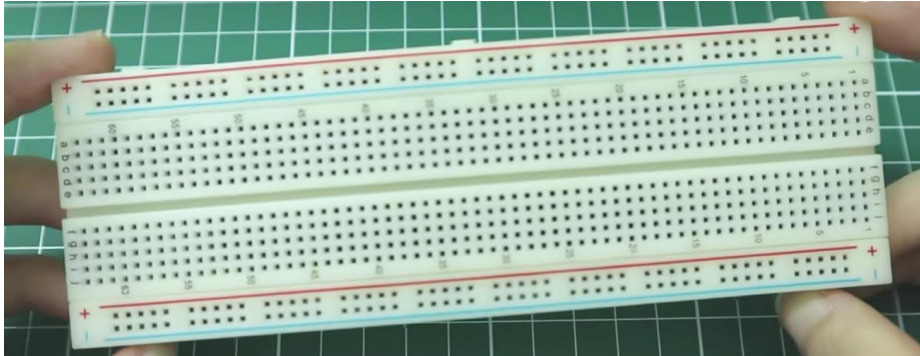
三、教学过程

1、介绍面包板的结构

面包板是专为电子电路的无焊接实验设计制造的。由于各种电子元件可根据需要随意插入或拔出，免去了焊接，节省了电路的组装时间，而且元件可以重复使用，所以非常适合电子电路的组装、调试和训练。

面包板由于板子上有很多小插孔，很像面包中的小孔，因此得名。整板使用热固酚醛树脂制造，板

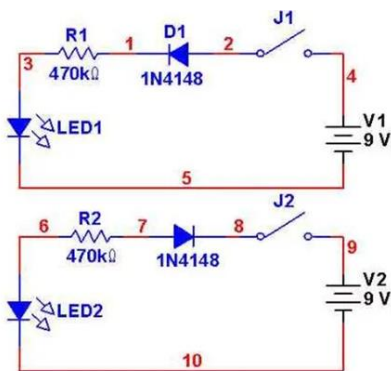
底有金属条，在板上对应位置打孔使得元件插入孔中时能够与金属接触，从而达到导电目的。一般每5个孔板用一条金属条连接。板子中央一般有一条凹槽，这时针对需要集成电路、芯片试验而设计的。实验插座板（面包板）是电子线路实验的先进工具，该插座是由两排63行弹性接触簧片组成。每个横片之间有5个插孔，这5个插孔在电气上是互连的。插孔之间和簧片之间均为双立直插式集成电路的标准间距。两边两排插孔是供插入电源及地线用的，每排插孔之间相互连通。



2、在面包板上按下面几个电路图接线，并通电测试。

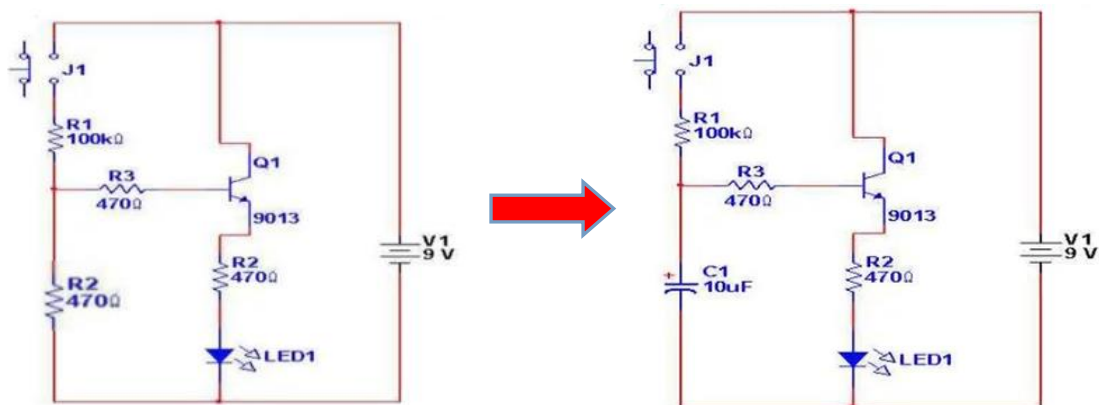
(1) LED 发光实验

观察 LED 发光情况，说明二极管 1N4148 具有单向导电性



(2) 延时灯

开关闭合时，三极管基极逐步加上正向电压后，三极管 CE 间导通，LED 被逐渐点亮。R1 和 C1 的值决定延时的长短。

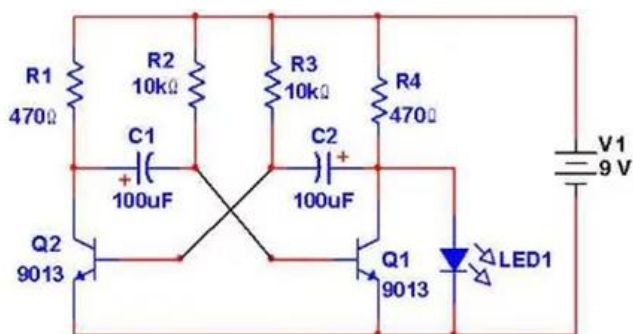


(3) 三

极

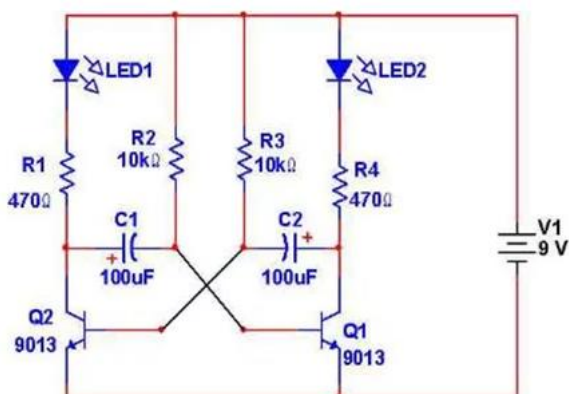
管多谐振荡器

接好电路，LED 将闪烁发光，这种形式的输出信号被称为方波。



(4) 多谐振荡器

接通电源，可以看到 LED1、LED2 交替闪光



任务 3：多谐振荡器双闪灯电路设计与制作

课时：6 节

一、教学目的

- 1、掌握电容、三极管的识别与检测
- 2、掌握识别简单的电路原理图的方法

二、重点、难点

- 1、重点：电容、三极管的识别
- 2、难点：电路原理图的识别方法

三、教学过程

- 1、收缴手机、点名考勤
- 2、复习上次课的内容，引入新课

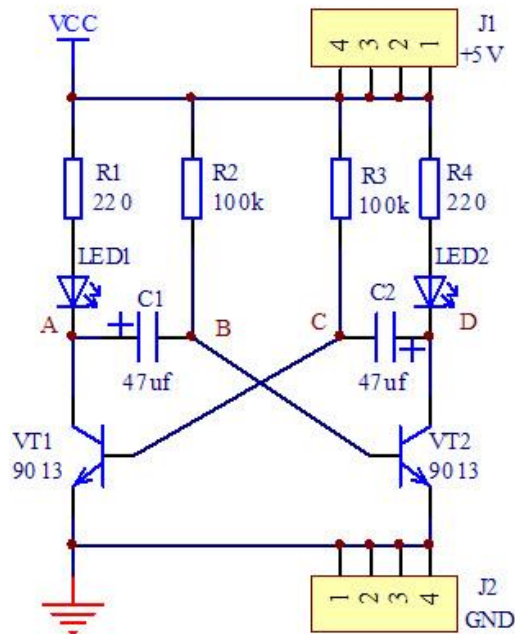
本次课将通过设计与制作多谐振荡器双闪灯，掌握电阻、电容、二极管、三极管的识别与检测。掌握简单的电路原理图的识别方法，能够将原理图上的符号与实际元件一一对应，能准确判断上述元件的属性、极性。

3、多谐振荡器双闪灯电路功能介绍

多谐振荡器双闪灯电路，来源于汽车的双闪灯电路，是经典的互推互挽电路，通电后 LED1 和 LED2 交替闪烁，也就是两个发光二极管轮流导通。该电路是一个典型的自激多谐振荡电路，电路设计简单、

易懂、趣味性强、理论知识丰富，特别适合初学者制作。

4、多谐振荡器双闪灯原理图



本电路由电阻、电容、发光二极管、三极管构成典型的自激多谐振荡电路。自激多谐振荡器也叫无稳态电路，两管的集电极各有一个电容分别接到另一管子的基极，起到交流耦合作用，形成正反馈电路。

本电路即为无稳态多谐振荡电路，原理图中两个三极管 VT1、VT2 工作在饱和与截止两个状态之间交替变换工作，即 VT1 饱和则 VT2 截止，VT1 截止则 VT2 饱和，二种状态周期性的互换，VT1、VT2 的集电极输出波形似近方波。

5、电容器的识别

(1) 电容器，简称电容，用字母 C 表示。

(2) 国际单位是法拉，简称法，用 F 表示，在实际应用中，电容器的电容量往往比 1 法拉小得多，常用较小的单位，如微法(μF)、皮法(pF)等，它们的关系是：
1 法拉(F)=1000000 微法(μF)，1 微法(μF)=1000000 皮法(pF)。

(3) 本的电路中使用了 2 个 $47\mu\text{F}$ 的电解电容，引脚长的为正，短的为负；旁边有一条白色的为负，另一引脚为正。

(4) 电容上标有耐压值上 25V，容量是 $47\mu\text{F}$ 。

6、三极管的识别

(1) 三极管，全称应为半导体三极管，也称双极型晶体管，晶体三极管，是一种电流控制电流的半导体器件。

(2) 作用是把微弱信号放大成幅值较大的电信号，也用作无触点开关，俗称开关管。

(3) 电路中使用的是 NPN 型的三极管 9013，当把有字的面向自己，引脚朝下，总左往右排列是发射极 E，基极 B，集电极 C。如下图所示。

- 1. Emitter 发射极
- 2. Base 基极
- 3. Collector 集电极



(4) 晶体三极管具有电流放大作用，其实质是三极管能以基极电流微小的变化量来控制集电极电流较大的变化量。这是三极管最基本的和最重要的特性。

(5) 我们将 $\Delta I_c / \Delta I_b$ 的比值称为晶体三极管的电流放大倍数，用符号“ β ”表示。电流放大倍数对于某一只三极管来说是一个定值，但随着三极管工作时基极电流的变化也会有一定的改变。

(6) 晶体三极管的三种工作状态：

截止状态

当加在三极管发射结的电压小于 PN 结的导通电压，基极电流为零，集电极电流和发射极电流都为零，三极管这时失去了电流放大作用，集电极和发射极之间相当于开关的断开状态，我们称三极管处于截止状态。

放大状态

当加在三极管发射结的电压大于 PN 结的导通电压，并处于某一恰当的值时，三极管的发射结正向偏置，集电结反向偏置，这时基极电流对集电极电流起着控制作用，使三极管具有电流放大作用，其电流放大倍数 $\beta = \Delta I_c / \Delta I_b$ ，这时三极管处放大状态。

饱和导通状态：

当加在三极管发射结的电压大于 PN 结的导通电压，并当基极电流增大到一定程度时，集电极电流不再随着基极电流的增大而增大，而是处于某一定值附近不怎么变化，这时三极管失去电流放大作用，集电极与发射极之间的电压很小，集电极和发射极之间相当于开关的导通状态。三极管的这种状态我们称之为饱和导通状态。

根据三极管工作时各个电极的电位高低，就能判别三极管的工作状态，因此，在电子产品调试过程中，用万用表测量三极管各脚的电压，从而判别三极管的工作情况和工作状态。

7、工作原理

本电路由电阻、电容、发光二极管、三极管构成典型的自激多谐振荡电路。自激多谐振荡器也叫无稳态电路，两管的集电极各有一个电容分别接到另一管子的基极，起到交流耦合作用，形成正反馈电路。

本电路即为无稳态多谐振荡电路，原理图中两个三极 V1、V2 工作在饱和与截止两个状态之间交替变换工作，即 V1 饱和则 V2 截止，V1 截止则 V2 饱和，二种状态周期性的互换，V1、V2 的集电极输出波形似近方波。

8、元器件清理与检测

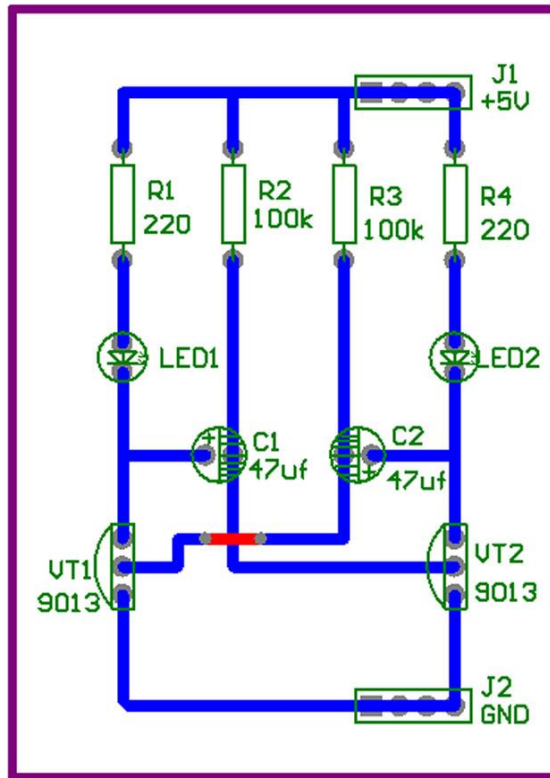
根据原理图，列出材料清单，并请学生核对教师发放的元件与清单是否一致？并要求学生用万用表检测每个元器件的好坏。

序号	名称	代号	规格	数量
1	电阻	R2, R3	100K	2
2	电阻	R1, R4	220	2
3	发光二极管	LED1, LED 2	3MM	2
4	电解电容	C1, C2	25V/10UF	2
5	三极管	VT1, VT2	9013	2
6	万能板		7*9CM	1

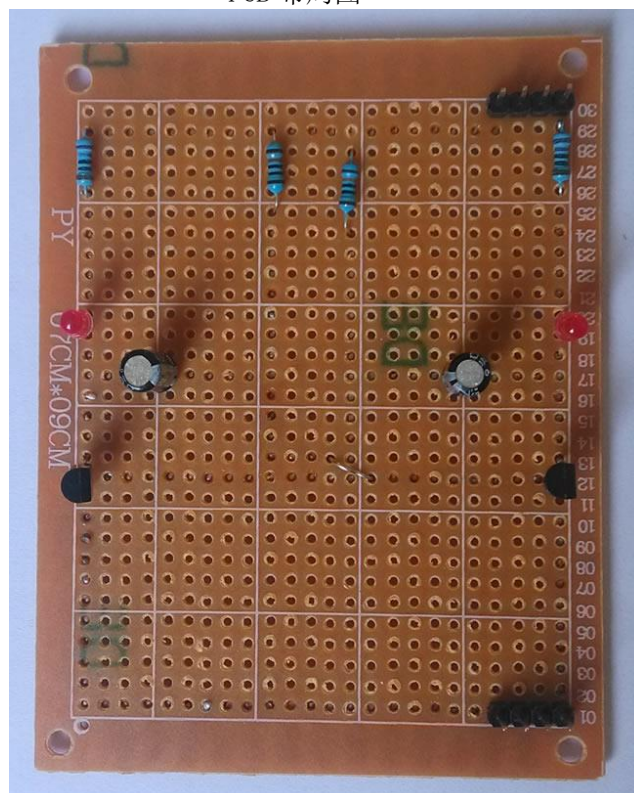
7	单排针		1*40PIN2.54mm	2
8	专用铜导线		0.5 铜导线	1
9	焊锡		凯纳 0.8	1

9、实际电路安装及效果

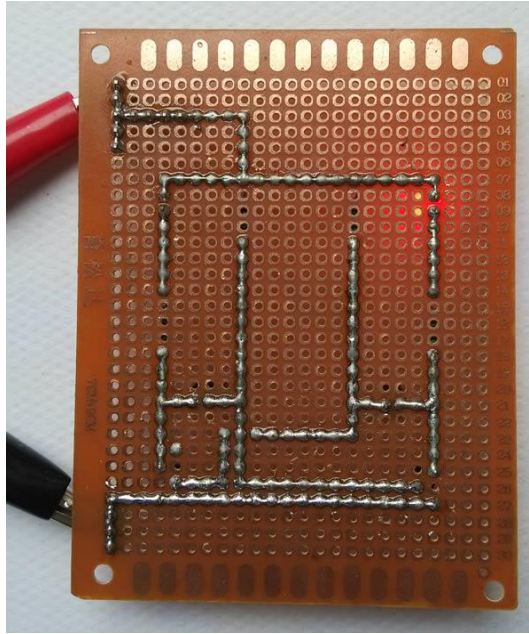
双闪灯电路安装比较简单，参考电路原理图，按照正电源插针，发光二极管 D1，电阻 R3，电容 C1，三极管 V1，电阻 R1，电阻 R2，发光二极管 D2，电阻 R4，电容 C2，三极管 V2 的顺序安装，成功后，接上 5V 直流电压，或者用三节 5 号电池供电，如下图所示。



PCB 布局图



产品顶层图



产品底层图

初学者焊接常犯的焊接缺陷有堆积、虚焊、尖角、铜皮上翘、拖焊、焊点太小、焊点不对称等。焊接的时候，注意克服以上焊接缺陷，相信电子制作能力会越来越高，在通电前，一定要用万用表采用“电阻法”检测每条线路，确保连接良好，没有漏焊、虚焊、假焊、短路等故障。

10、多谐振荡器双闪灯电路调试

正常情况下，可以观察到二只 LED 发光二极管轮流闪烁，如果没有出现我们需要的功能，应该从以下几个方面调试、检修。

- (1) 观察法：检查每个元件是否安装正确，特别是发光二极管的正负极性是否正确。
- (2) 观察法：发光二极管的限流电阻是否用错，初学者容易把 220 欧姆的电阻与 100K 欧姆的电阻搞混了。
- (3) 电阻法：检测焊接线路是否正常连通，可用万用表检测每条线路是否导通。因为初次焊接的时候，经常出现虚焊、假焊、漏焊、短路等焊接故障。
- (4) 电压法：用万用表测试电源电压是否正常。
- (5) 电压法：测试下电容 C1、C2 的负极的电压是否改变，如果没有改变要检测三极管是否焊接正确。

经过上面几个步骤的检测，相信一定能排除故障，实现我们需要的目的。

四、小结

- 1、多谐振荡器双闪灯电路安装与调试
- 2、电路故障常见的检修方法

五、作业

采用拖焊技术训练，完成多谐振荡器双闪灯电路的制作，并上交作品。

任务 4：LM317 可调稳压直流电源电路制作

课时：3 节

一、教学目的

- 1、进一步掌握变压器降压、二极管整流、电容滤波、LM317 稳压等工作原理
- 2、掌握 LM317 可调稳压直流电源电路的制作方法

二、重点、难点

- 1、重点：LM317 可调稳压直流电源电路的制作方法
- 2、难点：变压器降压、二极管整流、电容滤波、LM317 稳压安装工艺

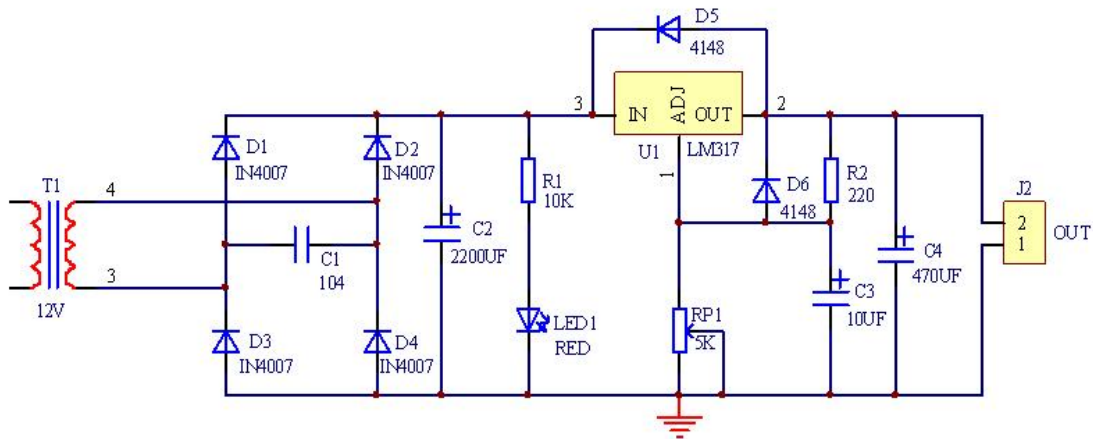
三、教学过程

1、收缴手机、点名考勤

2、复习上次课的内容，引入新课

重点介绍了 555 定时器的结构、引脚功能以及构成多谐振荡器电路，介绍了集成电路的使用方法及利用多谐振荡器产生的脉冲信号控制二个发光二极管实现闪光电路。本次课主要介绍掌握变压器降压、二极管整流、电容滤波、LM317 稳压等工作原理。

3、LM317 可调稳压直流电源电路原理图



LM317 第 1 脚为调整端，调整端与输出端最低的基准电压为 1.25V。调节电位器 RP1 可改变输出电压。输出电压的计算公式为： $U_0 = 1.25 (1 + RP1/R2)$ 。RP1 调到 0 的时候，也就是 1 脚电压为 0V 的时候，输出 1.25V。

C1 用于滤除由市电引入的干扰电压，C2 为滤波电容，滤除整流后的纹波电压，使得电压趋向于平稳，C3 用于旁路基准电压的纹波电压，提高电源的纹波抑制性能，C4 为滤波电容，滤除稳压后的纹波电压，使得电压更加平稳。

D5、D6 是开关二极管，起到保护作用，R1 和 LED1 为电源指示电路，接上 220V 市电后会亮。

4、LM317 可调稳压直流电源电路工作原理

直流稳压电源是一种将 220V 工频交流电转换成稳压输出的直流电的装置，它需要变压、整流、滤波、稳压四个环节才能完成。一般由电源变压器、整流滤波电路及稳压电路所组成，基本框图如下：

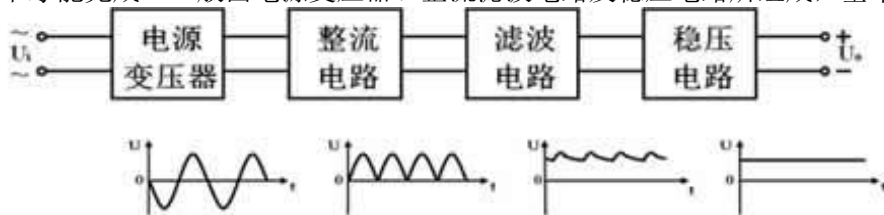


图 3 直流稳压电源的原理框图和波形变换图

(1) 降压部分

电源变压器是降压变压器，它的作用是将 220V 的交流电压变换成整流滤波电路所需要的交流电压 U_i 。变压器的变比由变压器的副边按比例确定，变压器副边与原边的功率比为 $P_2/P_1 = \eta$ ，式中 η 是变压器的效率。

(2) 整流部分

该设计采用单相桥式整流电路。其由四只二极管组成，其构成原则就是保证在变压器副边电压 u 的整个周期内，负载上的电压和电流方向始终不变。

(3) 滤波电路

经过整流后的直流电幅值变化很大，会影响电路的工作性能。可利用电容的“通交流，隔直流”的特性，在电路中并入两个并联电容作为电容滤波器，滤去其中的交流成分。

电容滤波电路是最常见也是最简单的滤波电路，在整流电路的输出端(即负载电阻两端)并联一个电容即构成电容滤波电路。滤波电容容量较大，因此一般均采用电解电容，在接线时要注意电解电容的正负极。电容滤波电路利用电容的充、放电作用，使输出电压趋于平滑。如果将两个滤波电容相连接，且连接点接地，就可同时得到输出电压平滑的正负电源。

(4) 稳压电路

稳压管稳压电路其工作原理是利用稳压管两端的电压稍有变化，会引起其电流有很大变化这一特点，通过调节与稳压管串联的限流电阻上的压降来达到稳定输出电压的目的。

LM317 可调式三端稳压电源能够连续输出可调的直流电压。不过它只能连续可调的正电压，稳压器内部含有过流，过热保护电路。由一个电阻 (R) 和一个可变电位器 (RP) 组成电压输出调节电路，输出电压为： $V_o=1.25(1+RP/R)$ 。

(5) 集成三端稳压器 LM317

LM317 可调式三端稳压器有三个引出端，分别为输入端、输出端和电压调整端(简称调整端)。调整端是基准电压电路的公共端，其典型值为 1.25V。其典型线性调整率为 0.01%。

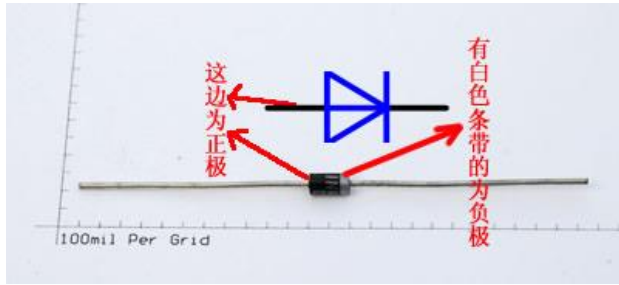
LM317 可调式三端稳压依靠外接电阻来调节输出电压的，为保证输出电压的精度和稳定性，要选择精度高的电阻，同时电阻要紧靠稳压器，防止输出电流在连线上产生误差电压。

5、元器件清理与检测

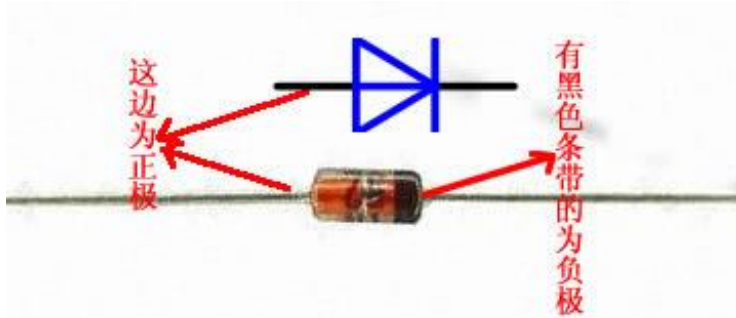
根据原理图，列出材料清单，并请学生核对教师发放的元件与清单是否一致？并要求学生用万用表检测每个元器件的好坏。

序号	名称	代号	规格	数量
1	电阻	R1	10K	1
2	电阻	R2	220	1
3	电位器	RP1	5K 塑柄	1
4	整流二极管	D1-D4	IN4007	4
5	发光二极管	LED1	3MM 红色	1
6	开关二极管	D5, D6	IN4148	2
7	瓷片电容	C1	(0.1uf) 104	1
8	电解电容	C2	25V/2200UF	1
9	电解电容	C3	25V/10UF	1
10	电解电容	C4	25V/470UF	1
11	稳压 LM317	U1	进口 LM317	1
12	鳄鱼夹		大号红黑一对	1
13	输入电源线		带插头接 220V	1
14	输出电源线	J1, J2	红黑各 30CM	1
15	变压器	T1	220V/12V	1
16	万能板		玻纤板 9*15CM	1
17	拖焊专用铜导线		0.5 铜导线	1
18	拖焊专用焊锡		凯纳 0.8, 芯内带松香	2
19	焊接专用图纸	高清原理图	A4	1

(1) 整流二极管 1N4007，其引脚有正负之分，一般标有白色条带的为负，另外一边就是正极，如下图所示。

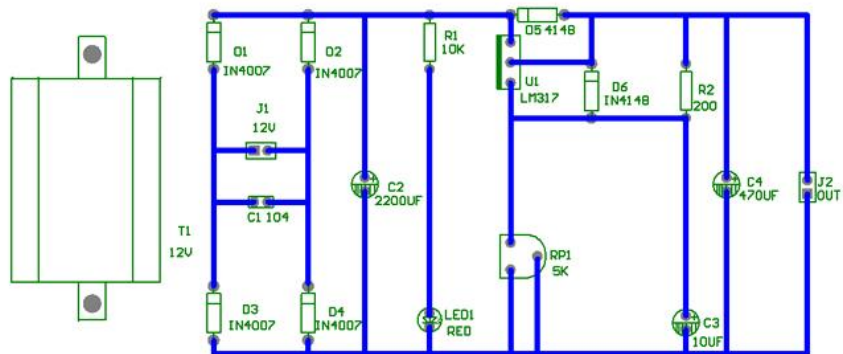


(2) 开关二极管 1N4148，其引脚有正负之分，一般标有黑色条带的为负，另外一边就是正极，如下图所示。



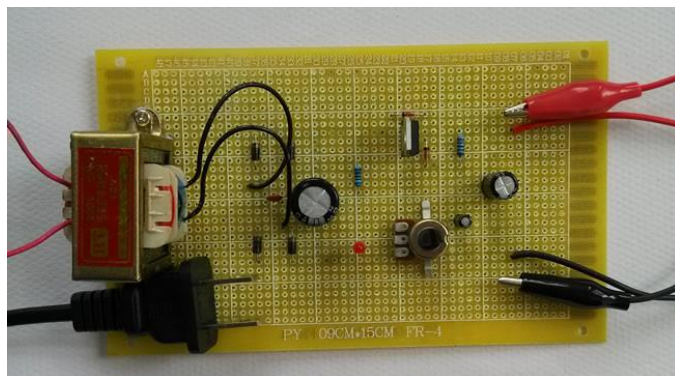
6、LM317 可调稳压直流电源电路安装

根据 LM317 可调稳压直流电源电路焊接原理图和 PCB 布局图，按照从左到右，整流电路、滤波电路、电源指示电路、稳压电路、滤波电路、电源输出电路的顺序安装。

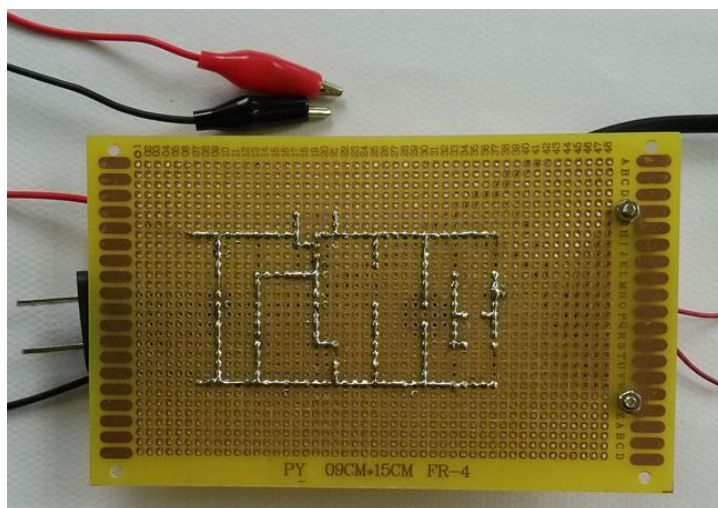


LM317 可调稳压直流电源电路 PCB 布局图

LM317 可调稳压直流电源电路安装成功后，接上市电 220V 交流电后，电源指示灯被点亮，从输出端输出可调的直流电压 1.25V 到 12V，调试效果如下图所示：



LM317 可调稳压直流电源电路产品图正面



LM317 可调稳压直流电源电路产品图反面

如果电路不能正确工作，电源指示灯不亮，没有直流电压输出，或者电压输出不可调等，请按照下面的提示进行检修：

- (1) 观察法：检查每个元件是否安装正确，特别是 LM317 稳压芯片是否安装正确。
- (2) 观察法：观察二极管的正负极性是否接反。
- (3) 电阻法：根据原理图检查线路是否正常连通，可用万用表检测每条线路是否导通。因为初次焊接的时候，经常出现虚焊、假焊、漏焊等焊接故障。
- (4) 用万用表交流 250V 电压档测变压器输入端的电压是否有 220V。
- (5) 提供的是 3W 单 12V 输出变压器，红色接 220V，黑色（或蓝色）将输出 12V。
- (6) 用万用表直流 50V 电压档测变压器输出端的电压是否有 12V。
- (7) 用万用表直流 50V 电压档测整流输出的电压，也就是 LM317 的输入端（3 脚）有没有电压。
- (8) 用万用表直流 10V 电压档测调整端的电压，也就是 LM317 的调整端（1 脚）的电压，旋转可调电阻，看看电压是否可调。如果不可调，可调电阻损坏或者 R2 没有接到可调电阻上。
- (9) 用万用表直流 50V 电压档测输出端的电压，也就是 LM317 的输出端（2 脚）的电压，旋转可调电阻，看看电压是否可调。
- (10) 如果不可调，可能是集成芯片 LM317 损坏。
- (11) 如果输出电压一直是 5.6V，或者 4V 左右，可能是集成芯片 LM317 损坏。

四、小结

- 1、LM317 可调稳压直流电源电路安装与调试

五、作业

采用拖焊技术训练，完成 LM317 可调稳压直流电源电路的制作，并上交作品。

任务 5： LM317 可调稳压直流电源电路调试

课时：3 节

一、教学目的

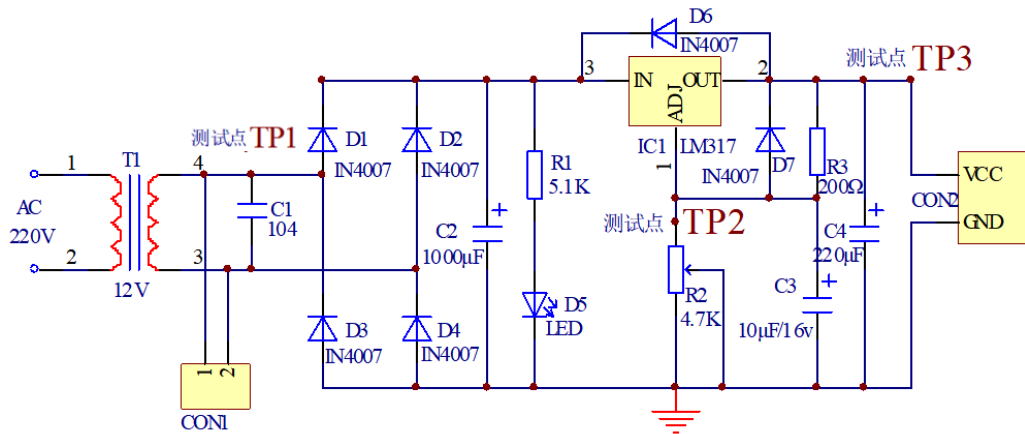
- 1、进一步掌握万用表检测电子产品的方法
- 2、掌握 LM317 可调稳压直流电源电路性能参数的检测方法

二、重点、难点

- 2、难点： 电路性能参数的检测方法

三、教学过程

- 1、LM317 可调直流稳压电源原理图分析



220VAC 市电经变压器降压，二极管桥式整流，电容 C2 滤波后，送入 LM317 第 3 脚（输入端），第二脚（输出端）输出稳定的直流电压。第一脚为调整端，调整端与输出端最低的基准电压为 1.25V。

调节 R2 可改变输出电压。输出电压的计算公式位： $UO=1.25(1+R3/R2)$ 。

C1 用于滤除由市电引入的干扰电压，C2 为滤波电容，C3 用于旁路基准电压的纹波电压，提高电源的纹波抑制性能，D6、D7 是保护二极管，R1 和 D5 为工作指示电路。

4、电子产品调试与检测

使用设备完成电路检测、有关参数的调试、性能测试，并能准确记录相关数据。

在已经焊接好的“LM317 可调直流稳压电源电路”线路板上，根据“LM317 可调直流稳压电源原理图”加以调试，调试成功后做出以下记录。

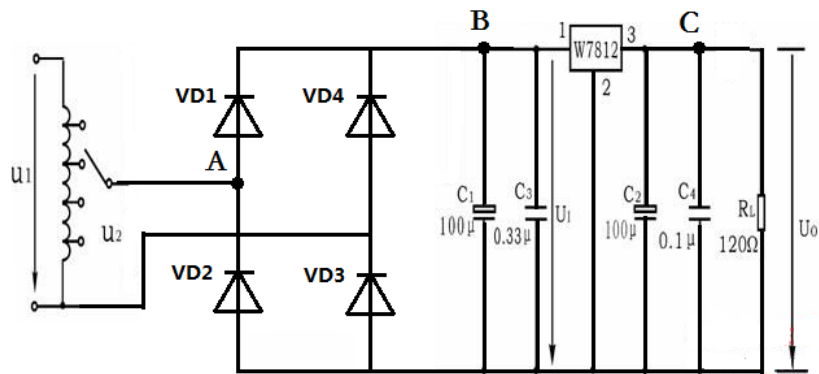
- (1) 变压器输入电压（市电）是_____。变压器输出电压是_____。（交流电）
- (2) TP1 测试点的工作电压是_____。（直流电，整流后的电压）
- (3) TP2 测试点的工作电压是的最小电压是：_____，最大电压是：_____。（请调节电位器）
- (4) TP3 测试点的输出电压的最小电压是：_____，最大电压是：_____。（请调节电位器）
- (5) 拿出电路模型，将 LM317 可调直流稳压电源接到电路模型电路的电源处，请调节电位器，观察 LED 灯泡的明亮程度，测量刚刚点亮 LED 时的电源电压和 LED 两端的电压。
- (6) 用示波器测 TP1、TP2、TP3 测试点的工作电压波形，并画出。

四、小结

- 1、万用表的使用
- 2、LM317 可调稳压直流电源电路工作原理

（选做）W7812 三端稳压电路的焊接与调试

依据下图按照电子焊接工艺要求，正确完成 W7812 稳压电路的安装与调试。



要求:

- (1)、电路安装前，用仪器仪表检测元件好坏，并核对其数量和规格；
- (2)、按照电路图及电子焊接工艺要求，将各元器件在电路板上进行布局、安装与焊接；
- (3)、通电试运行；
- (4)、考评员任意指定 1 个点（例如 A 点、B 点或其它点），测出其电压波形，并绘制在试卷上；
- (5)、所有操作符合行业安全文明生产规范。

绘制波形图:

() 点波形图

任务 6：4017 十路流水灯电路制作与调试

课时：6 节

一、教学目的

- 1、掌握 4017 十路水灯电路 PCB 板的设计
- 2、掌握 4017 十路水灯电路的制作方法及维修方法

二、重点、难点

- 1、重点：4017 十路水灯电路的制作方法及维修方法
- 2、难点：4017 十路水灯电路 PCB 板的设计

三、教学过程

1、收缴手机、点名考勤

2、复习上次课的内容，引入新课

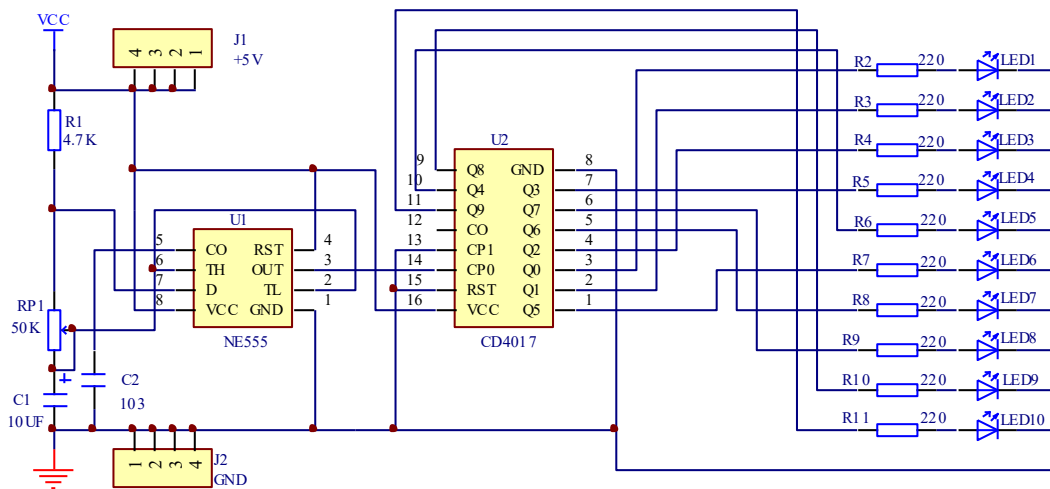
我们经常看闹市中的店铺 LED 广告牌、城市美化等场所的霓虹灯非常漂亮，他们的电路是如何制作的呢？

3、4017 十路流水灯电路功能介绍

该电路主要由 555 构成的多谐振荡器产生脉冲提供给由 4017 组成的十进制移位计数器，进而控制十

路 LED 灯，通电后，LED 灯从上往下逐个点亮，直到第十个 LED 灯，循环往复，且移动的速度可以调节。

4、4017 十路流水灯电路原理图



4017 十路流水灯电路焊接专用原理图

本电路主要由多谐振荡器和移位计数器构成，由 R1, RP1, C1, C2, 555 定时器集成电路组成多谐振荡器产生脉冲，脉冲的频率由可变电阻 RP1（电位器）控制，产生的脉冲送到 4017 的 CP0 端（14 脚），以便产生上升沿，提供计数脉冲。以 4017 为核心元件构成的计数分配电路，每接收一个上升沿，Q0-Q9 移位一次。

5、十进制计数器/脉冲分配器 CD4017

十进制计数器/脉冲分配器 CD4017 是 5 位 Johnson 计数器，具有 10 个译码输出端，CP0、CP1、RST 输入端。时钟输入端的斯密特触发器具有脉冲整形功能，对输入时钟脉冲上升和下降时间无限制。RST 为低电平时，计数器在时钟上升沿计数；反之，计数功能无效。RST 为高电平时，计数器清零。

Johnson 计数器，提供了 2 输入译码选通和无毛刺译码输出。防锁选通，保证了正确的计数顺序。译码输出一般为低电平，只有在对应时钟周期内保持高电平。在每 10 个时钟输入周期 CO 信号完成一次进位，并用作多级计数链的下级脉动时钟。

真值表（功能表）

输入			输出	
CP0 (14 脚)	CP1 (13 脚)	RST	Q0~Q9	CO
×	×	H	清零	计数脉冲为 Q0~Q4 时: CO=H 计数脉冲为 Q5~Q9 时: CO=L
↑	L	L	计数	
H	↓	L		
L	×	L	保持	
×	H	L		
↓	×	L		
×	↑	L		

6、4017 十路流水灯电路工作原理

本电路主要由多谐振荡器和移位计数器构成，由 R1, R2, C1, C2, 555 定时器集成电路组成多谐振荡器产生脉冲，脉冲的频率有可变电阻 R2（电位器）控制，产生的脉冲送到 4017 的 CP0 端（14 脚），以便产生上升沿，提供计数脉冲。

以 4017 为核心元件构成的计数分配电路，每接收一个上升沿，Q0-Q9 移位一次。

7、元器件清理与检测

根据原理图，列出材料清单，并请学生核对教师发放的元件与清单是否一致？并要求学生用万用表检测每个元器件的好坏。

序号	名称	代号	规格	数量
1	电阻	R1	4.7K	1

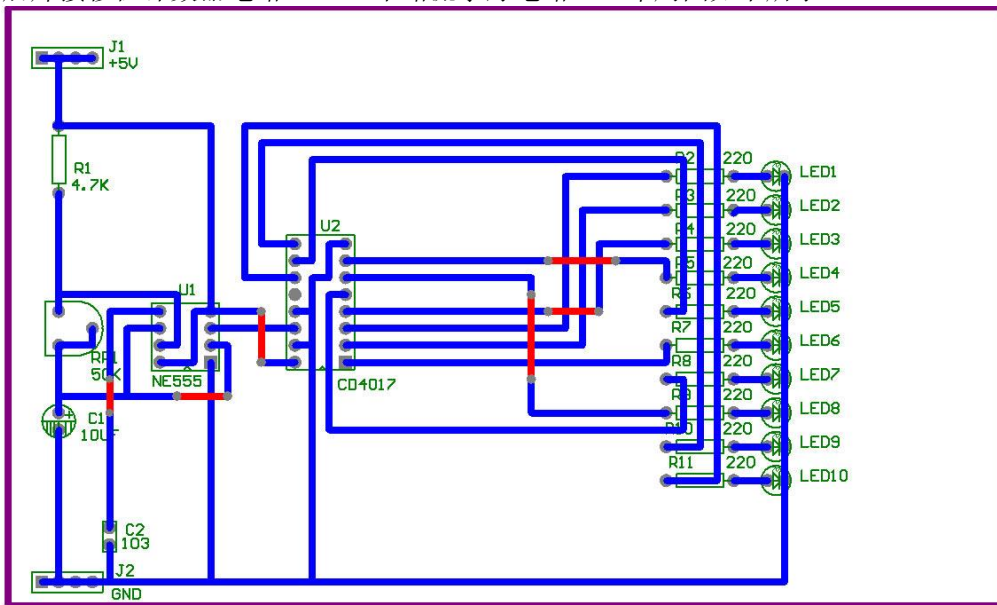
2	电阻	R2-R11	220	10
3	电位器	RP1	50K(503)	1
4	发光二极管	LED1-LED10	3MM 红色	10
5	电解电容	C1	25V/10UF	1
6	瓷片电容	C2	103 (0.01UF)	1
7	555 定时器	U1	全新 NE555	1
8	4017 计数器	U2	CD4017	1
9	IC 座		DIP8P	1
10	IC 座		DIP16P	1
11	单排针	J1, J2	1*4PIN2.54mm	2
12	万能板		9*15CM	1
13	拖焊专用铜导线		0.5 铜导线	2
14	拖焊专用焊锡		凯纳 0.8, 芯内带松香	2
15	焊接专用图纸	高清原理图	A4	1

8、4017 十路流水灯电路安装

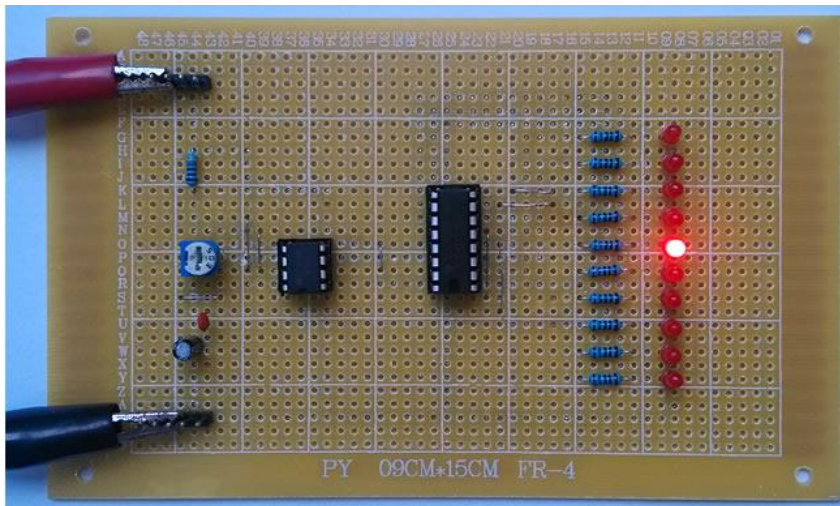
按照 555 构成的多谐振荡器、4017 构成的移位计数器、十路 LED 显示器电路的顺序，从左到右安装。

9、4017 十路流水灯电路调试与检修

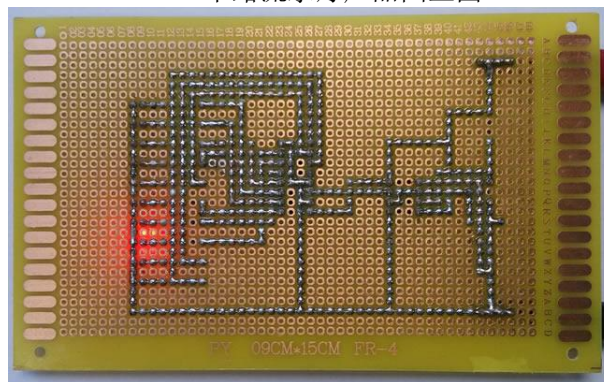
根据 4017 十路流水灯电路焊接原理图和 PCB 布局图，按照从左到右，先焊接多谐振荡器电路，然后焊接移位计数器电路。4017 十路流水灯电路 PCB 布局图如下所示。



成功安装后，通 5V 电压时的 4017 十路流水灯电路产品如下图所示：



4017 十路流水灯产品图正面



4017 十路流水灯产品图反面

制作完成后，接上 5V 直流电压，可以看到 LED 灯从上往下逐个点亮，直到第 10 个 LED 点亮后，循环往复。如果没有预定的功能，请从下面几个方面进行检修与调试：

(1) 观察法：检查每个元件是否安装正确，特别是 2 个集成电路是否安装正确，二极管的正负极性是否正确等。

(2) 电阻法：根据原理图检查线路是否正常连通，可用万用表检测每条线路是否导通。电子初学者，往往因为焊接能力不行，心浮气燥，焊接的线路多有虚焊、漏焊、假焊，电路搭建错误等情况，所以首先检查每条线路是否焊接好，也就是电气性能是否保证。

(3) 电阻法：检测每处 GND 是否和电源负极接头连通；检测每处 VCC 是否和电源接头连通。

(4) 电压法：如果焊接线路的连接良好，就查以 555 为核心元件的多谐振荡器电路，用万用表检测 555 集成电路的 4 脚和 8 脚是不是高电平（5V 电压），1 脚电压是否是 0V。

(5) 电压法：用万用表检测 555 集成电路的 2 脚或者 6 脚的电压是否会变化。

(6) 电压法：用万用表检测 555 集成电路的 3 脚电压是否一高一低，如果是，则表示以 555 为核心元件的多谐振荡器电路正确，那就要考虑后面的电路了。

(7) 电压法：用万用表检测 4017 为核心元件的计数分配电路，着重检测 4017 的 16 脚是否是高电平（5V 电压），8 脚、13 脚、15 脚是否是低电平，如个以上电路都正确，再检查输出引脚（Q0-Q9）是否有短路现象。

经过以上步骤的检查、检测后，基本上可以排除故障。

四、小结

- 1、4017 十路流水灯电路安装与调试
- 2、4017 十路流水灯电路检修方法

五、作业

采用拖焊技术训练，完成 4017 十路流水灯电路的制作，并上交作品。

任务 7：模拟电子蜡烛电路制作与调试

课时：6 节

一、教学目的

- 1、掌握双 D 触发器 4013 的逻辑功能
- 2、掌握模拟电子蜡烛电路工作原理

二、重点、难点

- 1、重点：模拟电子蜡烛电路的制作方法
- 2、难点：双 D 触发器 4013 的逻辑功能

三、教学过程

1、收缴手机、点名考勤

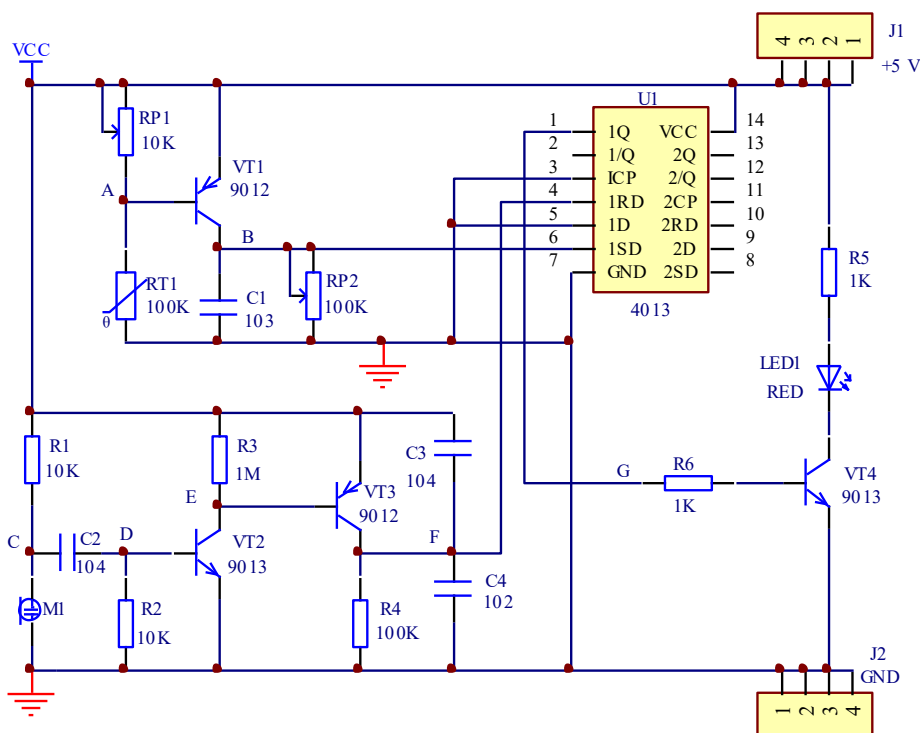
2、复习上次课的内容，引入新课

当朋友过生日的时候，你会送什么礼物？自己设计并制作一个电子蜡烛，会有意想不到的效果。

3、模拟电子蜡烛电路功能介绍

模拟电子蜡烛具有“火柴点火，风吹火熄”的仿真性，设计原形来源于蜡烛的使用生活情节，电路改造后可以用于生日晚会。

4、模拟电子蜡烛电路原理图



(1) 本电路利用双 D 触发器 4013 中的一个 D 触发器，接成 R-S 触发器形式。接通电源的瞬间，R4、C3 组成的微分电路产生一个高电平微分脉冲加到 U1 的 1RD 端，强制电路复位，1Q 端输出低电平，送到三极管 VT4 的基极，使得 VT4 截止，发光二极管 LED1 不发光。

(2) 当用打火机烧热敏电阻 RT1 后（烧的时间不能太长，否则容易烧坏热敏电阻），RT1 的阻值突然变小，呈现低电阻状态，使得三极管 VT1 的基极为低电平，三极管 VT1（9012）导通，在 VT1 集电极产生的高电平脉冲送到 4013 的 1SD 端，使 1Q 端翻转变为高电平，送到三极管 VT4 的基极，也为高电平，VT4 导通，发光二极管 LED1 发光。这一过程相当于用火柴点亮蜡烛，此时即使打火机离开热敏电阻 RT1 后（温度恢复正常），也不会使电路状态发生改变，发光二极管 LED1 维持发光。

(3) 当用嘴吹驻极体话筒 M1 时，驻极体话筒 M1 内部有短暂的导通，但是电容 C2 的电压不能突变，使得 VT2 的基极出现短暂负电压（用数字万用表测大概 -1V 左右）。随着驻极体话筒 M1 恢复正常，VT2 的基极电压从负电压上升到 0V，呈现一个由低到高变化的信号，导致 VT2 的集电极会出现一个由高到

低的变化信号。PNP 型三极管 VT3 的基极电位下降，从而使得 VT3 导通，在 VT3 的集电极产生一个高电平脉冲送到“RS 触发器”1RD 端。“RS 触发器”复位，1Q 端由高电平变为低电平，VT4 截止，发光二极管 LED1 熄灭，实现“风吹火熄”的仿真效果。

5、双 D 触发器 4013

CD4013 是一双 D 触发器，由两个相同的、相互独立的数据型触发器构成。每个触发器有独立的数据、置位、复位、时钟输入和 Q 及 \bar{Q} 输出，此器件可用作移位寄存器，且通过将 Q 输出连接到数据输入，可用作计算器和触发器。在时钟上升沿触发时，加在 D 输入端的逻辑电平传送到 Q 输出端。置位和复位与时钟无关，而分别由置位或复位线上的高电平完成。

真值表功能：

1CP (3 脚)	1D (5 脚)	1RD(4 脚)	1SD(6 脚)	1Q(1 脚)	1/Q(2 脚)
↑	0	0	0	0	1
↑	1	0	0	1	0
↓	x	0	0	Q	Q
x	x	1	0	0	1
x	x	0	1	1	0
x	x	1	1	1	1

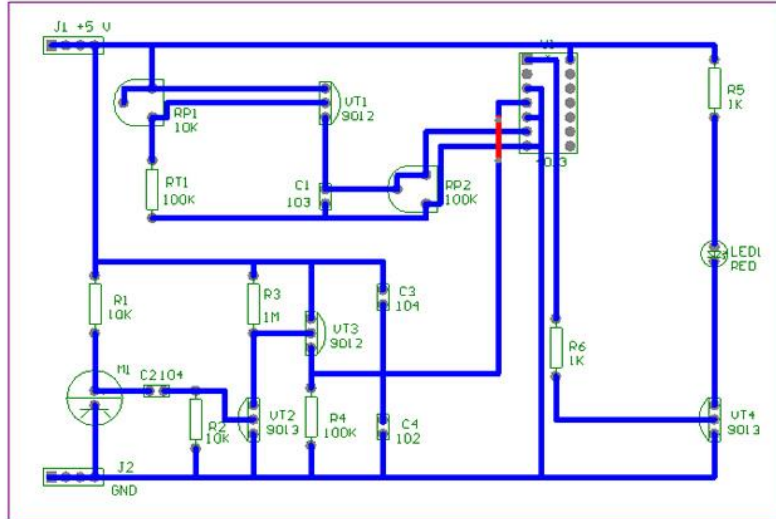
6、元器件清理与检测

根据原理图，列出材料清单，并请学生核对教师发放的元件与清单是否一致？并要求学生用万用表检测每个元器件的好坏。

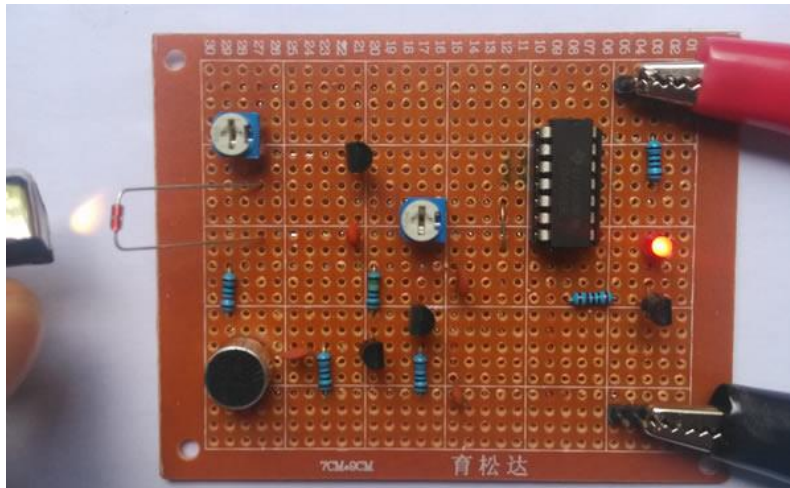
序号	名称	代号	规格	数量
1	电阻	R1, R2	10K	2
2	电阻	R3	1M	1
3	电阻	R4	100K	1
4	电阻	R5, R6	1K	2
5	热敏电阻	RT1	100K	1
6	电位器	RP1	10K(103)	1
7	电位器	RP2	100K(104)	1
8	瓷片电容	C4	(0.001 μ f) 102	1
9	瓷片电容	C1	(0.01 μ f) 103	1
10	瓷片电容	C2, C3	(0.1 μ f) 104	2
11	驻极体话筒	MIC1	7*9mm	1
12	发光二极管	LED1	3mm	1
13	三极管	VT1, VT3	9012	2
14	三极管	VT2, VT4	9013	2
15	双 D 触发器	U1	CD4013	1
16	IC 座		DIP14P	1
17	单排针	J1, J2	1*4PIN2.54mm	2
18	万能板		7*9CM	1
19	拖焊专用铜导线		0.5 铜导线	2
20	拖焊专用焊锡		凯纳 0.8, 芯内带松香	2
21	焊接专用图纸	高清原理图	A4	1

7、模拟电子蜡烛电路安装

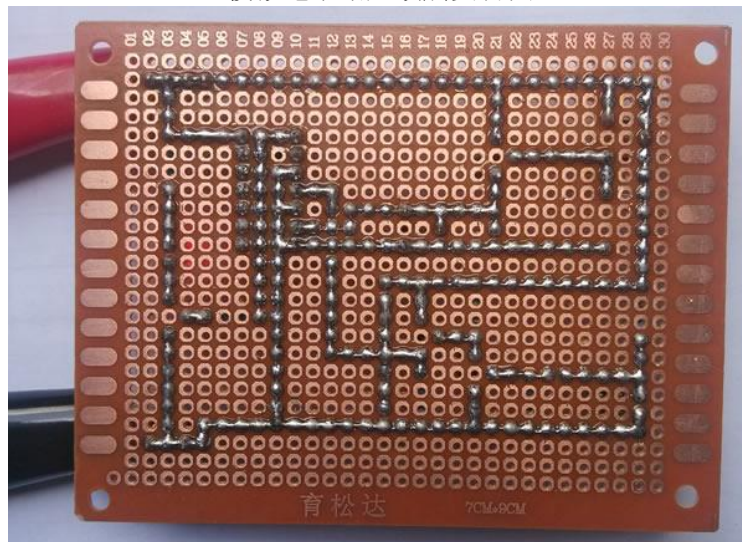
根据模拟电子蜡烛电路焊接原理图和 PCB 布局图，按照从左到右，按照温度感应电路、声控感应电路、RS 触发电路、LED 显示电路的顺序安装。模拟电子蜡烛电路 PCB 布局图如下所示。



制作完成后，接上 5V 直流电压，用打火机打火烧热敏电阻（持续时间不能超过 1 秒，否则容易烧坏热敏电阻），LED1 灯亮，过 1 分钟后，再用嘴吹话筒，LED1 灯灭，如下图所示：



模拟电子蜡烛顶层实物图



模拟电子蜡烛底面走线图

如果没有实现预定的功能，请从下面几个方面进行检修与调试：

- (1) 观察法：检查每个元件是否安装正确，特别是双 D 触发器 4013，驻极体话筒等是否安装正确，三极管 9012、9013 的三个引脚 E、B、C 是否正确等，发光二极管的正负极性是否正确。
- (2) 电阻法：根据原理图检查线路是否正常连通，可用万用表检测每条线路是否导通。电子初学

者，焊接的线路多有虚焊、漏焊、假焊，电路搭建错误等情况，所以首先检查每条线路是否焊接好，也就是电气性能是否保证。

(3) 电阻法：检测每处 GND 是否和电源负极接头是否连通；检测每处 VCC 是否和电源接头是否连通。

(4) 电压法：测试三极管 VT1 的基极电压，然后用打火机烧 0.1 秒，看看电压是否由高到低变化。如果电压一直没有变化，三极管的损坏的可能性比较大。

(5) 电压法：测试驻极体话筒的正极的电压 2V 左右，用嘴吹驻极体话筒时，电压会下降 1V 左右。如果电压没有变化，驻极体话筒的正负极性接反的可能性较大。

(6) 电压法：测试三极管 VT2 的基极电压，用嘴吹驻极体话筒时，电压会发生改变，产生负电压。如果电压一直没有变化，三极管 VT2 的损坏的可能性比较大。

(7) 电压法：测试三极管 VT3 的基极电压，用嘴吹驻极体话筒时，电压会发生零点几 V 的下降。如果电压一直没有变化，三极管 VT3 的损坏的可能性比较大。

(8) 电压法：测试三极管 VT3 的集电极电压，用嘴吹驻极体话筒时，会产生一个高电平脉冲。如果没有高电平脉冲，可以检测本电路的电源部分是否接好。

(9) 电压法：测试 4013 的 6 脚电压，当用打火机烧一下时，6 脚会接受到一个高电平脉冲，1 脚会输出高电平。

(10) 电压法：等 4013 的 6 脚电压下降到低电平时，再测试 4013 的 4 脚电压，当嘴吹驻极体话筒时，会产生一个高电平脉冲到 4013 的 4 脚，1 脚会输出低电平（由高变低）。

经过以上步骤的检查、检测后，基本上可以排除故障，可以实现“火柴点火，风吹火熄”的仿真性。

四、小结

- 1、模拟电子蜡烛电路 PCB 板的设计
- 2、模拟电子蜡烛电路的制作方法 & 维修方法

五、作业

采用拖焊技术训练，完成模拟电子蜡烛电路的制作，并上交作品。

任务 8：红外二极管感应报警电路制作与调试

课时：6 节

一、教学目的

- 1、掌握通用运算放大器 LM358 逻辑功能
- 2、掌握红外感应电路工作原理

二、重点、难点

- 1、重点：红外二极管感应报警电路安装
- 2、难点：通用运算放大器 LM358 逻辑功能

三、教学过程

1、收缴手机、点名考勤

2、复习上次课的内容，引入新课

当您走进银行的大门，门就自动开了。当您在肯德基洗手的时候，把手放到水龙头下水自然就流出来了，这是用什么控制的呢？

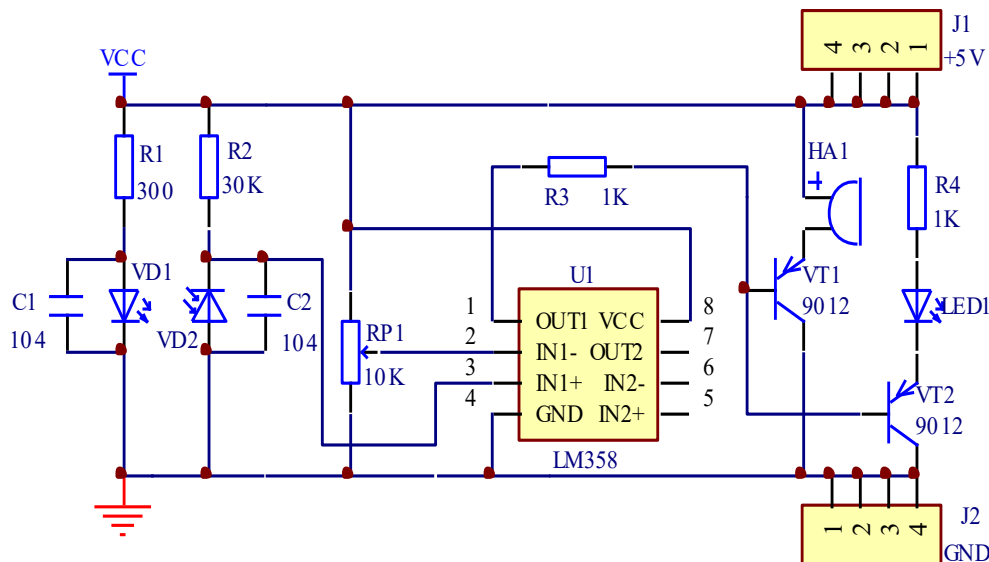
3、红外感应电路设计功能介绍

本电路设计可以实现用手靠近红外发射管和红外接收管时，蜂鸣器发声，LED 灯点亮，手移开后立即停止发声、LED 灯熄灭，灵敏度非常高。该电路设计思路来源于银行自动开门关门的生活场景，人走进银行，门自动打开，离开后门自动关闭。或者说来源于肯德基等高档餐厅的水龙头，当手放在水龙头下，水自动流出，离开后水自动关闭。该电路应用的生活场景非常多，是电路设计人员必须掌握的一种电路。

红外感应电路的制作主要是为了学习红外发射管和红外接收管的工作原理及使用方法，同时掌握通用运算放大器 LM358 作为运算比较器的实际应用。

本电路制作成功后，必须调试后才能达到相应的效果，只有弄懂了红外感应电路的工作原理后才能调试相关的参数，具体方法请阅读本章第五点。

4、红外感应电路原理图



红外二极管感应报警电路主要由红外感应电路、电压取样比较电路、声光报警电路等构成。红外感应电路由红外发射管 VD1、红外接收管 VD2、瓷片电容 C1、C2 构成。电压取样比较电路由电位器 RP1、通用运算放大器 LM358 构成，声光报警电路由 9012 三极管 VT1、VT2、有源蜂鸣器 HA1、发光二极管 LED1 构成。

特别要说明的是本电路焊接成功后，必须调试后才能达到相应的效果，只有弄懂了红外感应电路的工作原理后才能调试相关的参数，具体调试方法如下。

通上 5V 电源，红外发射管 VD1 导通，发出红外光（眼睛是看不见的），如果此时没有用手挡住光，

则红外接收管 VD2 没有接收到红外光，红外接收管 VD2 仍然处于反向截止状态。红外接收管 VD2 负极的电压仍然为高电平，并送到 LM358 的 3 脚。

LM358 的 2 脚的电压取决于电位器 RP1，只要调节电位器 RP1 到合适的位置（用万用表测量 LM358 的 2 脚的电压大概为 2.5V 左右），就能保证 LM358 的 3 脚的电压大于 LM358 的 2 脚的电压，根据比较器的工作原理，当 $V_+ > V_-$ 的时候，LM358 的 1 脚就会输出高电平，并通过限流电阻 R3 送到 PNP 型三极管 VT1、VT2 的基极，致使三极管 VT1、VT2 截止，蜂鸣器 HA1 不发声，发光二极管 LED 熄灭。

当用手靠近红外发射管 VD1 时，将红外光挡住并反射到红外接收管 VD2 上，红外接收管 VD2 接受到红外光，立刻导通，使得红外接收管 VD2 负极的电压急速下降，该电压送到 LM358 的 3 脚上。

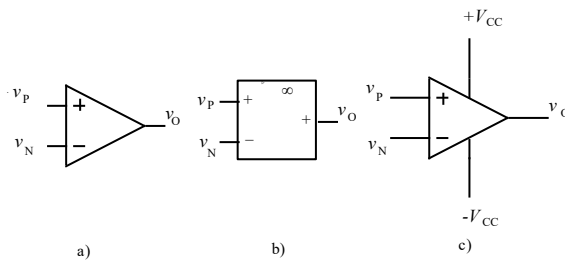
此时，LM358 的 3 脚电压下降到低于 2 脚的电压，根据比较器的工作原理， $V_+ < V_-$ 的时候，LM358 的 1 脚就会输出低电平，并通过限流电阻 R3 送到 PNP 型三极管 VT1、VT2 的基极，致使三极管 VT1、VT2 导通，蜂鸣器 HA1 发声，发光二极管 LED1 点亮。

通过以上调试，就可以实现当手移动到红外发射管 VD1 和红外接收管 VD2 的上面时，蜂鸣器发声，发光二极管点亮。当手离开红外发射管 VD1 和红外接收管 VD2 的上面时，蜂鸣器停止发声，发光二极管熄灭，产生了感应手的效果。

5、通用运算放大器 LM358

(1) 运算放大器实质上是高增益的直接耦合放大电路，集成运算放大器是集成电路的一种，简称集成运放，它常用于各种模拟信号的运算，例如比例运算、微分运算、积分运算、电压比较等。

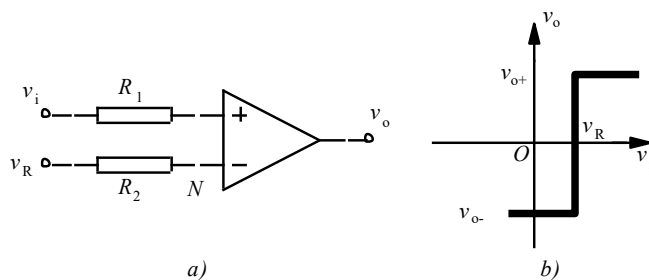
(2) 集成运放的符号。运放具有两个输入端 v_P 和 v_N 和一个输出端 v_O ，这两个输入端一个称为同相端，另一个称为反相端，这里同相和反相只是输入电压和输出电压之间的关系，若输入正电压从同相端输入，则输出端输出正的输出电压，若输入正电压从反相端输入，则输出端输出负的输出电压。运算放大器的常用符号如下图所示。



其中图 a 是集成运放的国际流行符号，图 b 是集成运放的国标符号，而图 c 是具有电源引脚的集成运放国际流行符号

(3) 电压比较器就是将一个连续变化的输入电压与参考电压进行比较，在二者幅度相等时，输出电压将产生跳变。

当 $v_i > v_R$ 时 $v_o = v_{o+}$ ，就是输出为正饱和值（高电平）；当 $v_i < v_R$ 时 $v_o = v_{o-}$ ，就是输出为负饱和值（低电平），如下图所示。



6、元器件清理与检测

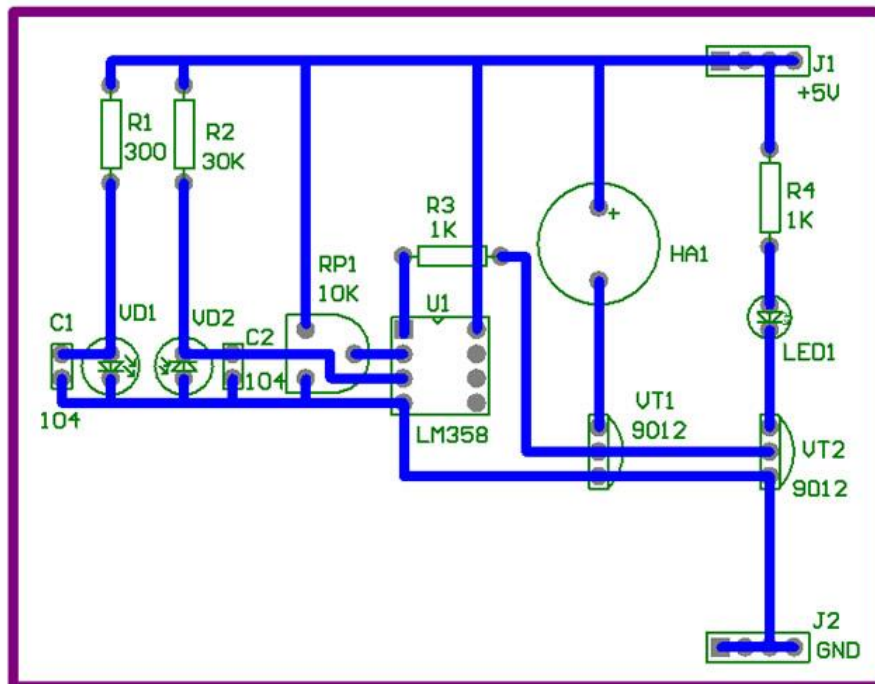
根据原理图，列出材料清单，并请学生核对教师发放的元件与清单是否一致？并要求学生用万用表检测每个元器件的好坏。

序号	名称	代号	规格	数量
1	电阻	R1	300	1
2	电阻	R2	30K	1
3	电阻	R3, R4	1K	2

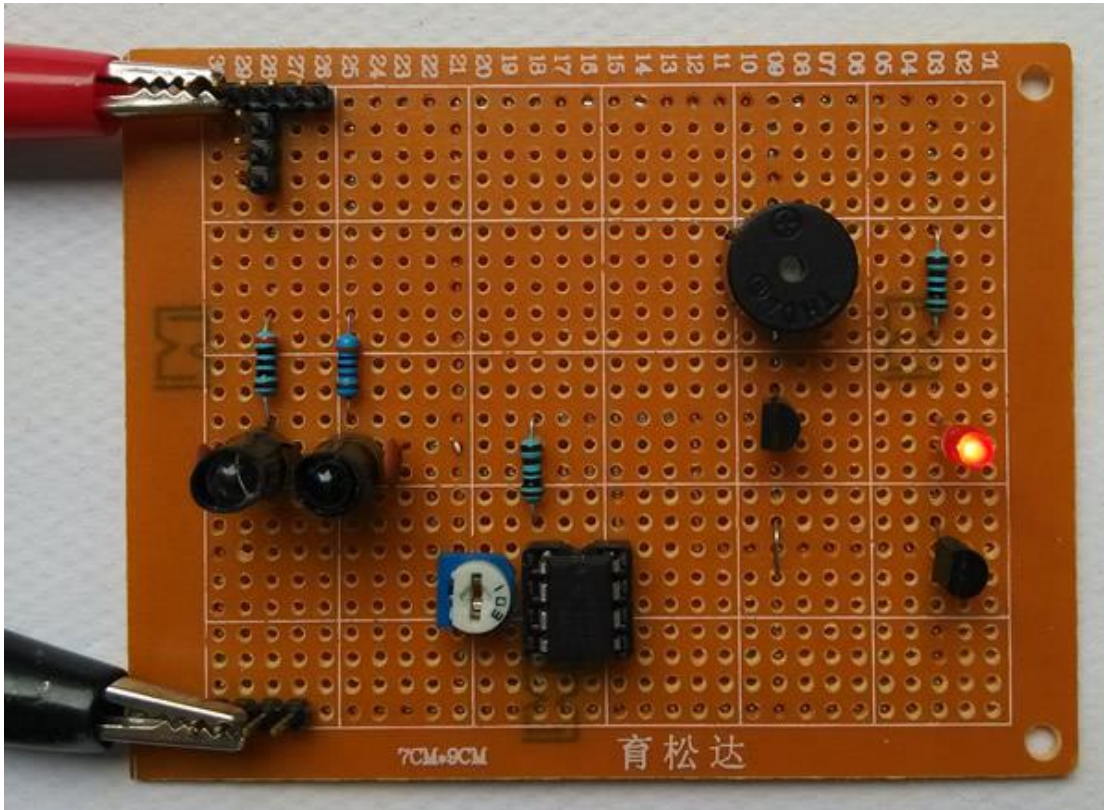
4	电位器	RP1	10K(103)	1
5	瓷片电容	C1, C2	0.1uf(104)	2
6	红外发射管	VD1	5mm	1
7	红外接收管	VD2	5mm	1
8	发光二极管	LED1	3mm	1
9	蜂鸣器	HA1	有源 5V	1
10	三极管	VT1, VT2	9012	2
11	通用运放	U1	LM358	1
12	IC 座		DIP8P	1
13	单排针	J1, J2	1*4PIN2.54mm	2
14	万能板		7*9CM	1
15	拖焊专用铜导线		0.5 铜导线	2
16	拖焊专用焊锡		凯纳 0.8	2
17	焊接专用图纸	高清原理图	A4	1

7、红外二极管感应电路安装

根据红外二极管感应报警电路焊接原理图和 PCB 布局图，按照从左到右，按照红外感应电路、电压取样比较电路、声光报警电路的顺序安装。红外二极管感应报警电路 PCB 布局图如下所示。



焊接完成的电路实物图如下：



红外感应电路产品图正面

图中红外发射管（左边白色的）和红外接收管（右边黑色的）已经用黑电胶布把包好，包好后很难分清颜色。特别要说明的红外接收管（右边黑色的）是反向接法，负极接正电压，正极接地，和稳压二极管的接法一样，可别接错哦。



红外感应电路产品图反面走线

如果没有实现预定的功能，请从下面几个方面进行检修与调试：

(1) 观察法：检查每个元件是否安装正确，特别是红外发射二极管和红外接受二极管是否用黑电胶布包好，只留下顶端，否则肯定调试不成功。

还有红外发射二极管和红外接受二极管必须依靠在一起，垂直向上，可以做“八”字倾斜一点点，目的是能良好地将红外光反射到接受二极管顶端。双运算放大器 LM358 是否安装正确，三极管 9012 三个引脚 E、B、C 是否正确等，发光二极管的正负极性是否正确。

(2) 电阻法：根据原理图检查线路是否正常连通，可用万用表检测每条线路是否导通。电子初学者，焊接的线路多有虚焊、漏焊、假焊，电路搭建错误等情况，所以首先检查每条线路是否焊接好，也就是电气性能是否保证。

(3) 电阻法：检测每处 GND 是否和电源负极接头是否连通；检测每处 VCC 是否和电源接头是否连通。比如 LM358 的 8 脚是否连接了 VCC，4 脚是否连接了 GND。

(4) 如果上面的步骤检测没有问题的故障基本能解决。特别说明，我们在设计电路的时候，电位器采用默认的中间位置时，电路不经过调试就能正常工作。如果不能正常工作，请根据原理图，采用下面的调试方法进行调试。

通上 5V 直流电压，用万用表测 LM358 的 3 脚电压，并用手放到红外发射管和红外接收管上面，造成红外接收管能接收反射的红外光，记下此时的电压值（我们制作的产品的电压值大概是 1V 左右）。然后拿开手后，再记下此时的电压值（我们制作的产品的电压值大概是 3V 左右）。

上面的调试步骤就是为了得到 LM358 的 3 脚电压值的变化范围，然后用万用表测 LM358 的 2 脚电压，调节电位器 RP1，使得 LM358 的 2 脚电压在 2.5V 左右，目的是使得 LM358 的 2 脚电压处于 LM358 的 3 脚电压变化范围（1V-3V）之间。调试完成后，可以稳定的用手遮挡调试，性能非常稳定。

(5) 特别注意：用手机的照相功能能看到红外光，因此可以借助于手机的照相机查看红外发光电路是否正常。

(6) 因为火中含有大量的红外光，因此可以用打火机打火检查红外接收电路是否正常。

(7) 其他部分电路需要用万用表测量电压或者电阻，判断是否正常。

四、小结

- 1、红外二极管感应电路的安装与调试
- 2、红外二极管感应电路的检修方法

五、作业

采用拖焊技术训练，完成红外二极管感应电路的制作，并上交作品。

任务 9 流水灯电路设计与制作

课时：6 节

一、教学目标：

1. 掌握流水灯电路的工作原理；
2. 掌握贴片元件类型与型号的识别；
3. 掌握贴片元件及电路的焊接方法与技巧。

二、教学重点：

1. 流水灯电路的工作原理；
2. 贴片电阻、电容、LED 类型与型号的识别；
3. 贴片元件及电路的焊接方法。

三、教学难点：

1. 贴片元件类型与型号的识别；
2. 贴片元件及电路的焊接方法与技巧。

五、教学方法：实训指导

六、授课内容：

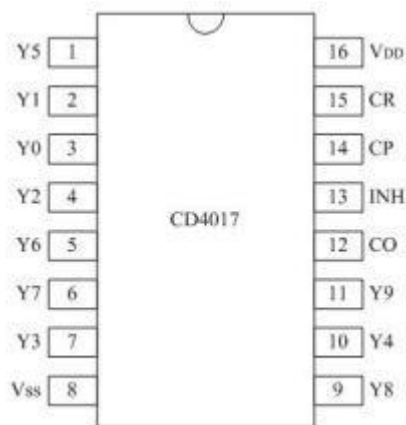
1. 流水灯电路的电路图及其工作原理；
2. 贴片元件（芯片、电阻、电容、二极管、LED 等）类型与型号的识别；
3. 贴片元件及电路的焊接方法与技巧。

七、教学过程：

1、流水灯电路的工作原理

CD4017 流水灯制作的电路工作原理 NE555 组成脉冲信号发生器，脉冲信号从 NE555 的 3 脚输出到 CD4017 的 14 脚。CD4017 集成电路是十进制计数/时序译码器，又称十进制计数/脉冲分频器，它是数字集成电路中应用最广泛的电路之一，其性能稳定，使用方便。CD4017 引脚排列和功能介绍如下图：

流水灯电路图如下所示：



引出端功能符号：

CO：进位脉冲输出

CP：时钟输入端

CR：清除端

INH：禁止端

Y0~Y9：计数脉冲输出端

VDD：正电源

VSS：地

图 1 CD4017 引脚图

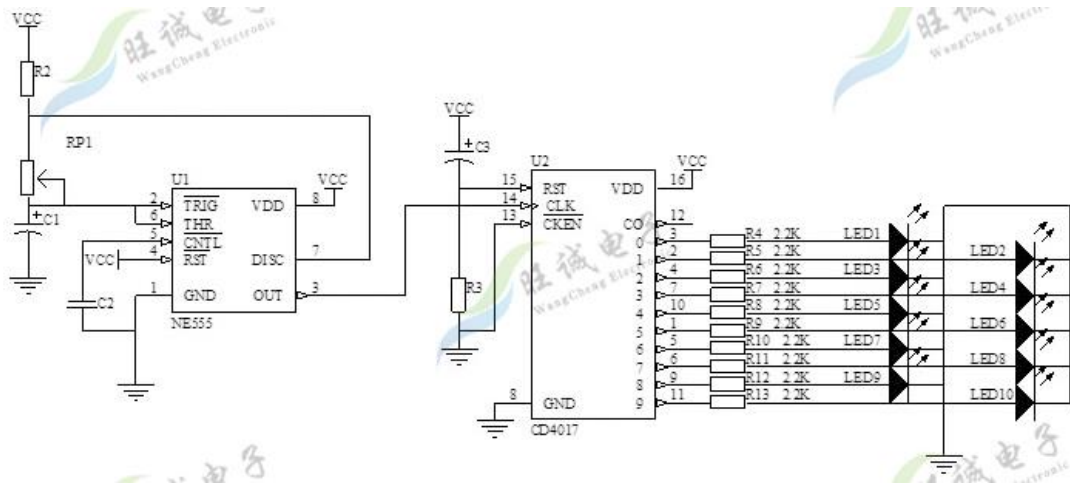


图 2 流水灯电路图

流水灯电路工作原理：NE555 组成脉冲信号发生器，脉冲信号从 NE555 的 3 脚输出到 CD4017 的 14 脚。通过改变 R2 的阻值可以改变流水灯的流水速度。电路上一共有 10 个 LED，电路图上是每个 LED 一个限流电阻，我在制作时及 PCB 电路图上只使用了一个电阻器，其实效果是一样的。电阻阻值选用 1K 的就可以了。用 CD4017 可以制作各种流水灯电路，可以是圆形的、心形的、多个 LED 组合在一起的。

下图是流水灯电路及贴片焊接练习板。

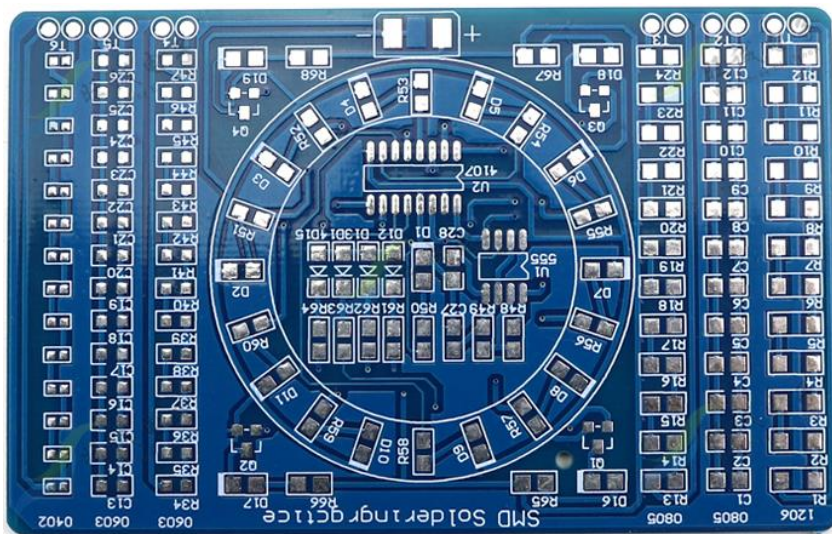


图 3 流水灯电路及贴片焊接练习板

2、贴片电阻、电容、LED 类型与型号的识别

1) 电阻

电阻在电路中用“R”加数字表示，如：R15 表示编号为 15 的电阻。电阻在电路中的主要作用为分流、限流、分压、偏置、滤波（与电容器组合使用）和阻抗匹配等。参数识别：电阻的单位为欧姆（ Ω ），倍率单位有：千欧（ $K\Omega$ ），兆欧（ $M\Omega$ ）等。换算方法是：1 兆欧=1000 千欧=1000000 欧

2) 电容

电容在电路中一般用“C”加数字表示（如 C25 表示编号为 25 的电容）。电容是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。电容的特性主要是隔直流通交流。电

容量的大小就是表示能贮存电能的大小，电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。

3) 晶体二极管

晶体二极管在电路中常用“D”加数字表示，如：D5表示编号为5的二极管。作用：二极管的主要特性是单向导电性，也就是在正向电压的作用下，导通电阻很小；而在反向电压作用下导通电阻大。正因为二极管具有上述特性，无绳电话机中常把它用在整流、稳压、极性保护、编码控制、调频调制和静噪等电路中。

4) 稳压二极管

稳压二极管在电路中常用“ZD”加数字表示，如：ZD5表示编号为5的稳压管。稳压二极管的稳压原理：稳压二极管的特点就是击穿后，其两端的电压基本保持不变。这样，当把稳压管接入电路以后，若由于电源电压发生波动，或其它原因造成电路中各点电压变动时，负载两端的电压将基本保持不变。

5) 电感

电感在电路中常用“L”加数字表示，如：L6表示编号为6的电感。电感线圈是将绝缘的导线在绝缘的骨架上绕的圈数制成。直流可通过线圈，直流电阻就是导线本身的电阻，压降很小；当交流信号通过线圈时，线圈两端将会产生自感电动势，自感电动势的方向与外加电压的方向相反，阻碍交流的通过，所以电感的特性是通直流阻交流，频率越高，线圈阻抗越大。电感在电路中可与电容组成振荡电路。

电感一般有直标法和色标法，色标法与电阻类似。如：棕、黑、金、金表示1 μ H（误差5%）的电感。电感的基本单位为：亨（H） 换算单位有：1H=103mH=106 μ H。

6) 变容二极管

变容二极管是根据普通二极管内部“PN结”的结电容能随外加反向电压的变化而变化这一原理设计出来的一种二极管。变容二极管在无绳电话机中主要用在手机或座机的高频调制电路上，实现低频信号调制到高频信号上，并发射出去。在工作状态，变容二极管调制电压一般加到负极上，使变容二极管的内部结电容容量随调制电压的变化而变化。

7) 晶体三极管

晶体三极管在电路中常用“Q”加数字表示，如：Q17表示编号为17的三极管。特点：晶体三极管（简称三极管）是内部含有2个PN结，并且具有放大能力的器件。它分NPN型和PNP型两种类型，这两种类型的三极管从工作特性上可互相弥补，所谓OTL电路中的对管就是由PNP型和NPN型配对使用。

元器件名称	字母编号	画出元器件大概实物图	标注值	极性或方向(需用图表示)
电阻	R32		(注: 写出电阻值) 100KΩ	无
二极管 (写出两种)	D7 D6	 	M7 无	
三极管	Q1		Y7	
电感 (写出两种)	L1 L32	 	无 47uH 4.7uH	无 无
电容 (至少写出两种)	C1 C23	 	无 107表示电 容量100uF 6V表示耐压 值	
元器件名称	字母编号	画出元器件大概实物图	标注值	极性或方向(需用图表示)
电容	C24		330表示电 容量330uF 160V表示耐 压值	
芯片 (至少写出两种)	U1 IC2	 	HC138A PBN203 2002AZ 09288K 59675	(注: 需标注第一只引脚和最后一引脚)

3、贴片元件及电路的焊接方法

与引线元件相比，贴片元件有许多好处。第一方面：体积小，重量轻，容易保存和邮寄。如常用的贴片电阻 0805 封装或者 0603 封装比我们之前用的直插电阻要小上很多。几十个直插电阻就可以装满一袋子但换成贴片电阻的话足以装好几千个甚至上万个。当然，这是在不考虑其所能承受最大电流情况下的。第二方面：贴片元件比直插元件容易焊接和拆卸。贴片元件不用过孔，用锡少。直插元件最费事也最伤神的就是拆卸，做过的朋友都有这个体会，在两层或者更多层的 PCB 板上，哪怕是只有两个管脚，拆下来也不太容易而且很容易损坏电路板，多引脚的就更不用说了。而拆卸贴片元件就容易多了，不光两只引脚容易拆，即使一、二百只引脚的元件多拆几次也可以不损坏电路板。第三方面：贴片元件还有一个很重要的好处，那就是提高了电路的稳定性和可靠性，对于制作来说就是提高了制作的成功率。

1) 所需的工具和资料

焊接工具需求有 25W 的铜头小烙铁，有条件的可使用温度可谐和带 ESD 保护的焊台，留意烙铁尖要细，顶部的宽度不能大于 1mm。一把尖头镊子能够用来移动和固定芯片以及查看电路。还要预备细焊丝和助焊剂、异丙基酒精等。使用助焊剂的意图首要是添加焊锡的流动性，这样焊锡能够用烙铁牵引，并依托外表张力的效果润滑地包裹在引脚和焊盘上。在焊接后用酒精铲除板上的焊剂。

2) 贴片元件的焊接方法

(1) 清洁和固定 PCB(印刷电路板)

在焊接前应对要焊的 PCB 进行检查，确保其干净。对其上面的表面油性的手印以及氧化物之类的要进行清除，从而不影响上锡。手工焊接 PCB 时，如果条件允许，可以用焊台之类的固定好从而方便焊接，一般情况下用手固定就好，值得注意的是避免手指接触 PCB 上的焊盘影响上锡。

(2) 固定贴片元件

贴片元件的固定是非常重要的。根据贴片元件的管脚多少，其固定方法大体上可以分为两种——单脚固定法和多脚固定法。对于管脚数目少(一般为 2-5 个)的贴片元件如电阻、电容、二极管、三极管等，一般采用单脚固定法。即先在板上对其的一个焊盘上锡。

然后左手拿镊子夹持元件放到安装位置并轻抵住电路板，右手拿烙铁靠近已镀锡焊盘熔化焊锡将该引脚焊好。焊好一个焊盘后元件已不会移动，此时镊子可以松开。而对于管脚多而且多面分布的贴片芯片，单脚是难以将芯片固定好的，这时就需要多脚固定，一般可以采用对脚固定的方法。即焊接固定一个管脚后又对该管脚所对面的管脚进行焊接固定，从而达到整个芯片被固定好的目的。需要注意的是，管脚多且密集的贴片芯片，精准的管脚对齐焊盘尤其重要，应仔细检查核对，因为焊接的好坏都是由这个前提决定的。芯片的管脚一定要判断正确。

(3) 焊接剩余管脚

元件固定好之后，应对剩下的管脚进行焊接。对于管脚少的元件，可左手拿焊锡，右手拿烙铁，依次点焊即可。对于管脚多而且密集的芯片，除了点焊外，可以采取拖焊，即在一侧的管脚上足锡然后利用烙铁将焊锡熔化往该侧剩余的管脚上抹去，熔化的焊锡可以流动，因此有时也可以将板子合适的倾斜，从而将多余的焊锡弄掉。值得注意的是，不论点焊还是拖焊，都很容易造成相邻的管脚被锡短路。这点不用担心，因为可以弄到，需要关心的是所有的引脚都与焊盘很好的连接在一起，没有虚焊。

(4) 清除多余焊锡

在步骤(3)中提到焊接时所造成的管脚短路现象，现在来说下如何处理掉这多余的焊锡。一般而言，可以拿前文所说的吸锡带将多余的焊锡吸掉。吸锡带的使用方法很简单，向吸锡带加入适量助焊剂(如松香)然后紧贴焊盘，用干净的烙铁头放在吸锡带上，待吸锡带被加热到要吸附焊盘上的焊锡融化后，慢慢的从焊盘的一端向另一端轻压拖拉，焊锡即被吸入带中。应当注意的是吸锡结束后，应将烙铁头与吸上了锡的吸锡带同时撤离焊盘，此时如果吸锡带粘在焊盘上，千万不要用力拉吸锡带，而是再向吸锡带上加助焊剂或重新

用烙铁头加热后再轻拉吸锡带使其顺利脱离焊盘并且要防止烫坏周围元器件。如果没有市场上所卖的专用吸锡带，可以采用电线中的细铜丝来自制吸锡带。自制的方法如下：将电线的外皮剥去之后，露出其里面的细铜丝，此时用烙铁熔化一些松香在铜丝上就可以了。此外，如果对焊接结果不满意，可以重复使用吸锡带清除焊锡，再次焊接元件。

（5）清洗焊接的地方

焊接和清除多余的焊锡之后，芯片基本上就算焊接好了。但是由于使用松香助焊和吸锡带吸锡的缘故，板上芯片管脚的周围残留了一些松香，虽然并不影响芯片工作和正常使用，但不美观。而且有可能造成检查时不方便。因为有必要对这些残余物进行清理。常用的清理方法可以用洗板水，在这里，采用了酒精清洗，清洗工具可以用棉签，也可以用镊子夹着卫生纸之类进行。清洗擦除时应该注意的是酒精要适量，其浓度最好较高，以快速溶解松香之类的残留物。其次，擦除的力道要控制好，不能太大，以免擦伤阻焊层以及伤到芯片管脚等。此时可以用烙铁或者热风枪对酒精擦洗位置进行适当加热以让残余酒精快速挥发。

3) 合格的焊点：

- （1）焊点成内弧形(圆锥形)。
- （2）焊点整体要圆满、润滑、无毛刺、无松香渍。
- （3）假如有引线，引脚，它们的显露引脚长度要在 1-1.2mm 之间。
- （4）零件脚外形可见锡的流散性好。
- （5）焊锡将整个上锡方位及零件脚包围。

任务 10 智能循迹小车设计与制作

课时 6 节

一、教学目标：

1. 掌握循迹小车所用光敏电阻及其光电检测电路的原理；
2. 掌握智能循迹小车的组成及工作原理；
3. 掌握智能循迹小车的焊接、安装与调试。

二、教学重点：

1. 循迹小车所用光敏电阻及其光电检测电路的原理；
2. 电压比较器工作原理；
3. 智能循迹小车的组成及工作原理。

三、教学难点：

1. 光敏电阻的特性及光电检测原理。
2. 电压比较器工作原理。

六、授课内容：

1. 光敏电阻及其光电检测电路的原理；
2. 电压比较器工作原理；
3. 智能循迹小车的组成及工作原理；
4. 智能循迹小车的焊接、安装与调试。

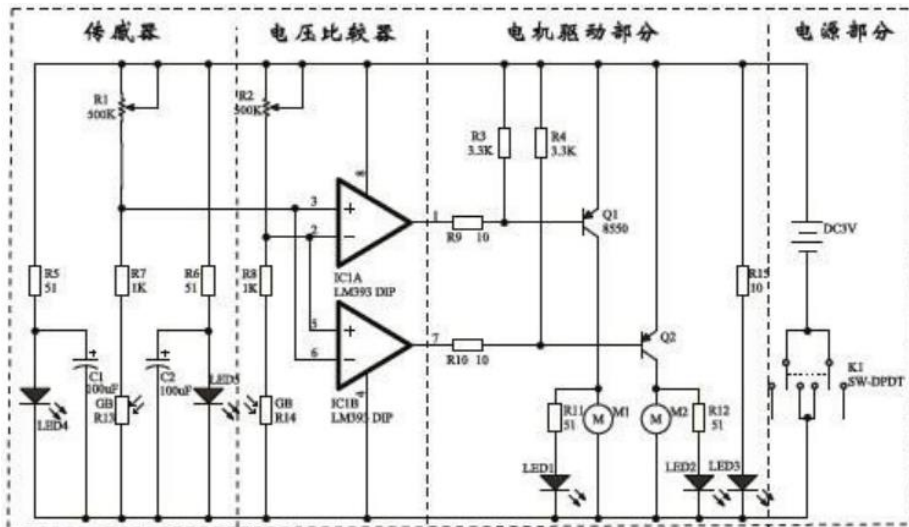
七、教学过程：

1、设计要求：

设计、制作智能循迹小车，其能沿着宽约 15mm 黑色轨迹前行。

2、智能循迹小车工作原理：

智能循迹小车的电路由光电传感电路、电压比较器电路、电机驱动电路几部分组成。当光源射到白色物体和黑色物体上时的反光率是不同的。本系统利用 LED 作为光源，投射到黑色和白色部分反射率不同，接收的光敏电阻阻值会产生变化。LM393 比较两路光敏电阻大小，控制两侧电机的运转，从而修正小车方向，保证小车沿着黑色轨迹前进，电机装有减速装置。

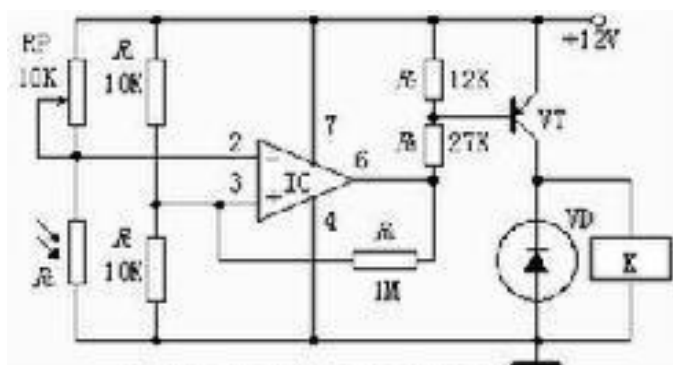


1) 光敏电阻

光敏电阻（photoresistor or light-dependent resistor，后者缩写为 ldr）或光导管（photoconductor），常用的制作材料为硫化镉，另外还有硒、硫化铝、硫化铅和硫化铋等材料。这些制作材料具有在特定波长的光照射下，其阻值迅速减小的特性。这是由于光照产生的载流子都参与导电，在外加电场的作用下作漂移运动，电子奔向电源的正极，空穴奔向电源的负极，从而使光敏电阻器的阻值迅速下降。

光敏电阻的工作原理是基于内光电效应。在半导体光敏材料两端装上电极引线，将其封装在带有透明窗的管壳里就构成光敏电阻，为了增加灵敏度，两电极常做成梳状。用于制造光敏电阻的材料主要是金属的硫化物、硒化物和碲化物等半导体。通常采用涂敷、喷涂、烧结等方法在绝缘衬底上制作很薄的光敏电阻体及梳状欧姆电极，接出引线，封装在具有透光镜的密封壳体内，以免受潮影响其灵敏度。入射光消失后，由光子激发产生的电子—空穴对将复合，光敏电阻的阻值也就恢复原值。在光敏电阻两端的金属电极加上电压，其中便有电流通过，受到一定波长的光线照射时，电流就会随光强的增大而变大，从而实现光电转换。光敏电阻没有极性，纯粹是一个电阻器件，使用时既可加直流电压，也加交流电压。半导体的导电能力取决于半导体导带内载流子数目的多少。

光敏电阻光控电路如下图所示。其工作原理是：当照度下降到设置值时由于光敏电阻阻值上升使运放 IC 的反相端电位升高，其输出激发 VT 导通，VT 的激励电流使继电器工作，常开触点闭合，常闭触点断开，实现对外电路的控制。



2) LM393 比较器集成电路

LM393 是双路电压比较器集成电路，由两个独立的精密电压比较器构成。它的作用是比较两个输入电压，根据两路输入电压的高低改变输出电压的高低。输出有两种状态：接近开路或者下拉接近低电平，LM393 采用集电极开路输出，所以必须加上拉电阻才能输出高电平。

2、循迹小车焊接与组装：

1) 电路部分基本焊接

电路焊接部分比较简单，焊接顺序按照元件高度从低到高的原则，首先焊接 8 个电阻，焊接时务必用 万用表确认阻值是否正确，焊接有极性的元件如三极管、绿色指示灯、电解电容务必分清楚极性。焊接电容时引脚短的是负极插入 PCB 丝印上阴影的一侧，焊接绿色 LED 时注意引脚长的是正极，并且焊接时间不能太长否则容易焊坏，D4D5R13R14 可以暂时不焊，集成电路芯片可以不插，初步焊接完成后请务必细心核对，防止粗心大意。

1) 机械组装

将万向轮螺丝穿入 PCB 孔中，并旋入万向轮螺母和万向轮。电池盒通过双面胶贴在 PCB 上，引出线穿过 PCB 预留孔焊接到 PCB 上，红线接 3V 正电源，黄线接地，多余的引线可以用于电机连线。

机械部分组装可以先组装轮子，轮子由三片黑色亚克力轮片组成，装配前请将保护膜揭去，最内侧的 轮片中心孔是长圆孔，中间的轮片直径比较小，外侧的轮片中心孔是圆的，用两个螺丝螺母固定好三片轮 片，并用黑色的自攻螺丝固定在电机的转轴上，最后将硅胶轮胎套在车轮上。用引线连接好电机引线，最 后将车轮组件用不干胶粘贴在 PCB 制定位置，注意车轮和 PCB 边缘保持足够的间隙，将电机引线焊接到 PCB 上，注意引线适当留长一些，防止电机旋转方向错误后便于调换引线的顺序。

3) 光电回路安装

光敏电阻和发光二极管（注意极性）是反向安装在 PCB 上的，和地面间距约 5 毫米左右，光敏电阻和 发光二极管之间距离也在 5 毫米左右。最后可以通电测试。

4) 整车调试

在电池盒内装入 2 节 AA 电池，开关拨在“ON”位置上，小车正确的行驶反相是沿万向轮方向行驶，如 果按住左边的光敏电阻，小车的右侧的车轮应该转动，按住右边的光敏电阻，小车的左侧的车轮应该转动， 如果小车后退行驶可以同时交换两个电机的接线，如果一侧正常另一侧后退，只要交换后退一侧电机接线即可。

期末考核任务

选用 LED 设计制作电子路牌

夜间需要几个指示牌，请选用 LED 设计一个电子路牌，图形自选，人工控制或光控制自选。以下几点要求：

- 1、作品分两部分：控制板和显示板
- 2、设计电路方案：手绘电路图设计电路方案，选用元件，采用面包板测试电路。
- 3、电路连接：万能板上安装布局元件，可采用飞线走线法和锡接走线法。