

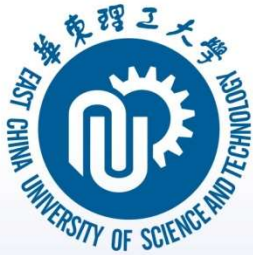
华东理工大学

East China University of Science And Technology

# 电子实训

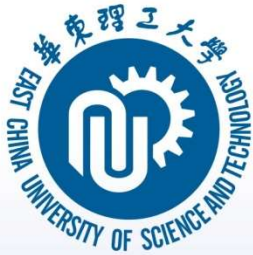
## 一 直流稳压电源的制作 (1)

工程训练中心



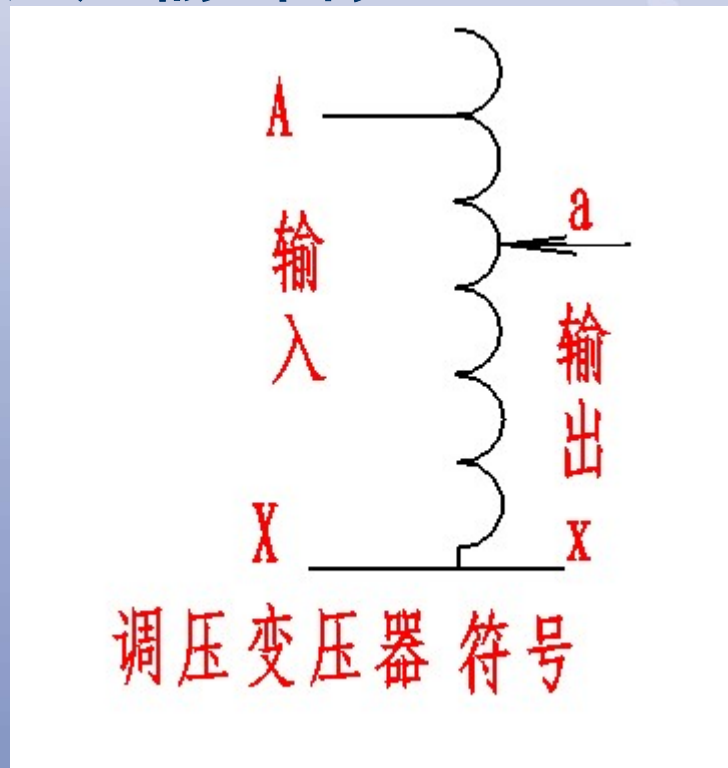
# 1、用到的电子器件和元件

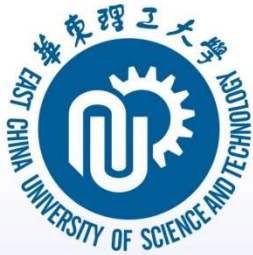
- 调压变压器
- 互感式电源变压器
- 电解电容
- 色环电阻
- 电位器
- 二极管
- 发光二极管
- 三极管
- 圆桥
- 三端稳压电源LM317



## 2、调压变压器

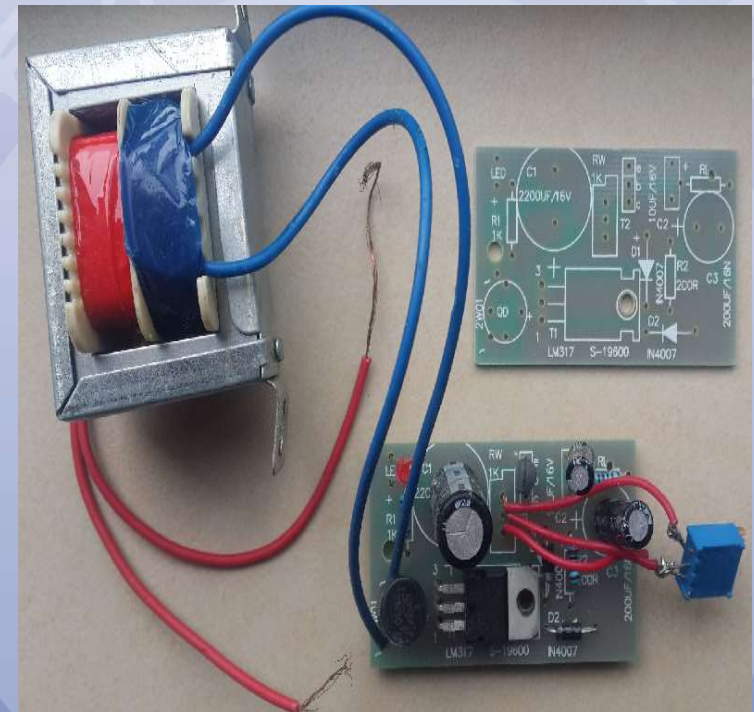
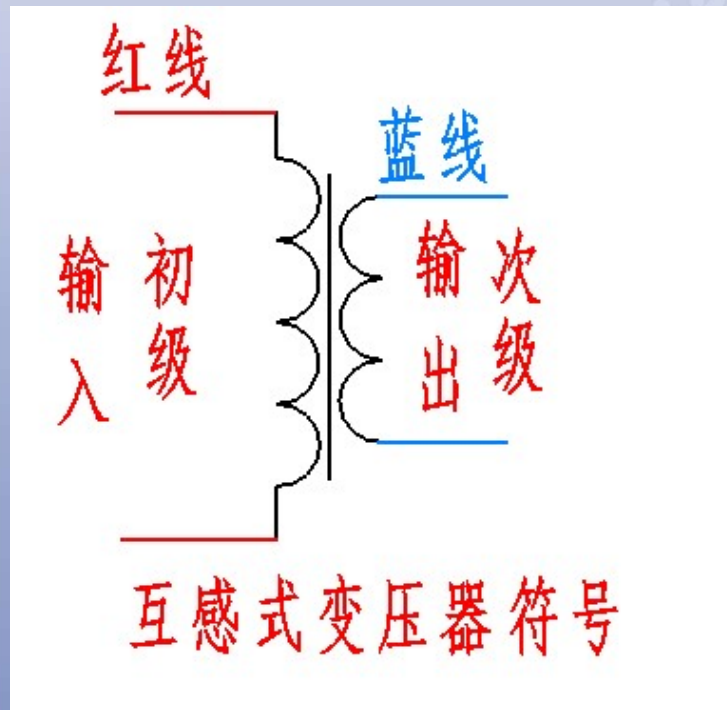
用来改变交流电压的大小的设备，旋转上面旋钮表示输出中间抽头上下移动，改变输出电压。左边两旋钮是输入端，右边两旋钮是输出端





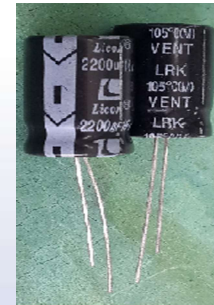
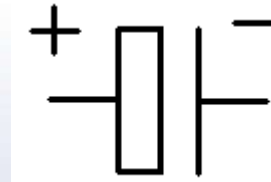
### 3、互感式电源变压器

用来改变交流电压的大小的设备，初级接220V交流电压，次级产生感应电动势，接上负载，在负载上产生输出电压。初次级的线圈匝数比决定输出电压大小。



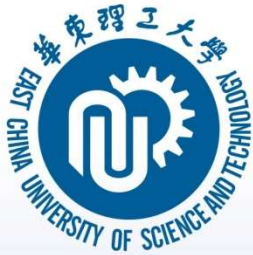


## 4、电解电容



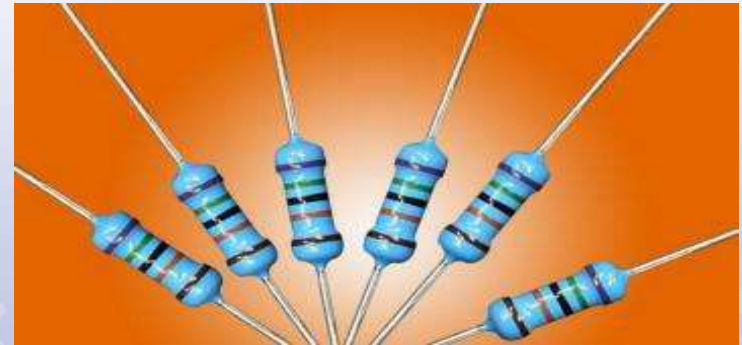
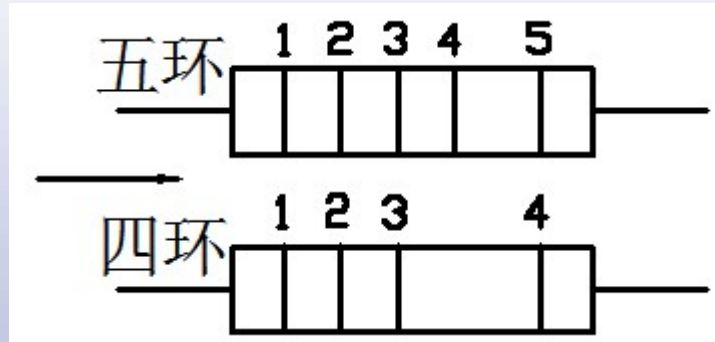
电容器通过电荷的存取实现是充电与放电。本次实验电路中电解电容用于电压滤波。圆桥和电解电容结合完成整流和滤波。电解电容有正负极之分。作滤波电容使用时，阳极（正极）应与直流电压的正极端相连接，阴极（负极）与直流电压的负极端相连接，不能接反，否则会损坏电容器。常把这种损坏的现象称为“击穿”。





## 5、色环电阻

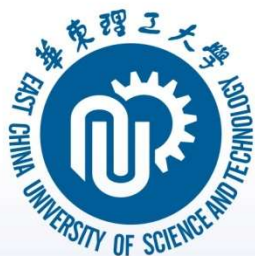
常使用的色环电阻可以分为四环和五环。



阻值读法是：四环电阻的1、2环，五环电阻的1、2、3环为有效数字；四环电阻的第三环，五环电阻的第四环为10的幂指数，最后一环都表示误差。

$$\text{阻值} = \text{有效数字} \times 10^n$$

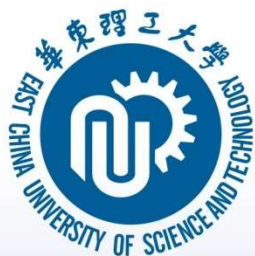
四环电阻的误差常用金（5%）银（10%）两色表示，五环电阻的误差常用棕色（1%）



## 6 四环电阻表

颜色↕	第一环↕	第二环↕	第三环↕	第四环↕
黑↕	0↕	0↕	$10^0$ ↕	↕
棕↕	1↕	1↕	$10^1$ ↕	$\pm 1\%$ ↕
红↕	2↕	2↕	$10^2$ ↕	↕
橙↕	3↕	3↕	$10^3$ ↕	↕
黄↕	4↕	4↕	$10^4$ ↕	↕
绿↕	5↕	5↕	$10^5$ ↕	↕
蓝↕	6↕	6↕	$10^6$ ↕	↕
紫↕	7↕	7↕	$10^7$ ↕	↕
灰↕	8↕	8↕	$10^8$ ↕	↕
白↕	9↕	9↕	$10^9$ ↕	↕
金↕	↕	↕	$10^{-1}$ ↕	$\pm 5\%$ ↕
银↕	↕	↕	$10^{-2}$ ↕	$\pm 10\%$ ↕

例：棕黑红金  $10 \times 10^2 = 1000 \pm 5\% \Omega$ ↕



## 7、五环电阻表

颜色↕	第一环↕	第二环↕	第三环↕	第四环↕	第五环↕
黑↕	0↕	0↕	0↕	$10^0$ ↕	↕
棕↕	1↕	1↕	1↕	$10^1$ ↕	$\pm 1\%$ ↕
红↕	2↕	2↕	2↕	$10^2$ ↕	$\pm 2\%$ ↕
橙↕	3↕	3↕	3↕	$10^3$ ↕	↕
黄↕	4↕	4↕	4↕	$10^4$ ↕	↕
绿↕	5↕	5↕	5↕	$10^5$ ↕	$\pm 5\%$ ↕
蓝↕	6↕	6↕	6↕	$10^6$ ↕	$\pm 0.25\%$ ↕
紫↕	7↕	7↕	7↕	$10^7$ ↕	$\pm 0.1\%$ ↕
灰↕	8↕	8↕	8↕	$10^8$ ↕	$\pm 0.05\%$ ↕
白↕	9↕	9↕	9↕	$10^9$ ↕	↕
金↕	↕	↕	↕	$10^{-1}$ ↕	$\pm 5\%$ ↕
银↕	↕	↕	↕	$10^{-2}$ ↕	$\pm 10\%$ ↕
⊞↕	⊞↕	⊞↕	⊞↕	⊞↕	在此处键入公式。↕

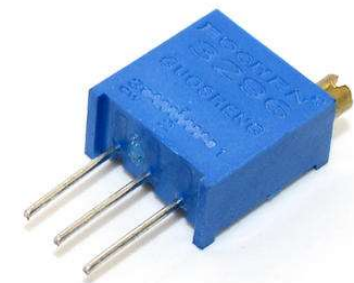
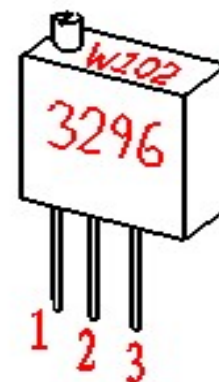
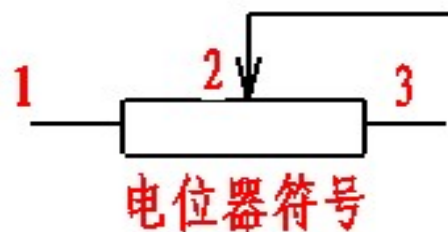
例：棕黑黑棕棕  $100 \times 10^1 = 1000 \pm 1\% \Omega$

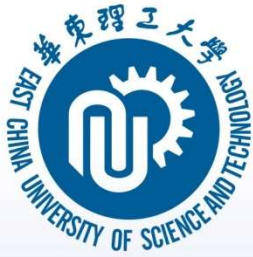




## 8、电位器

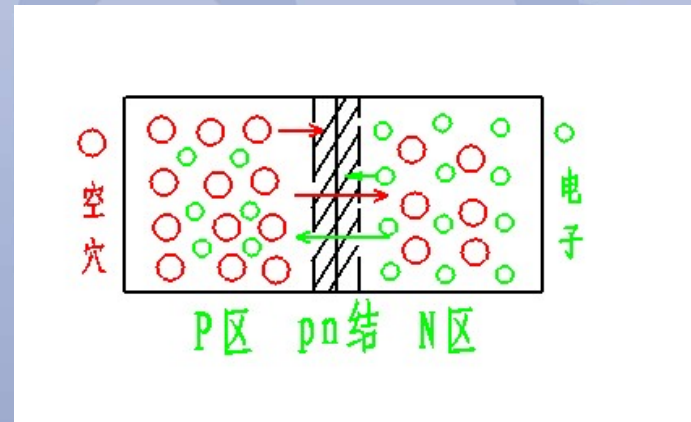
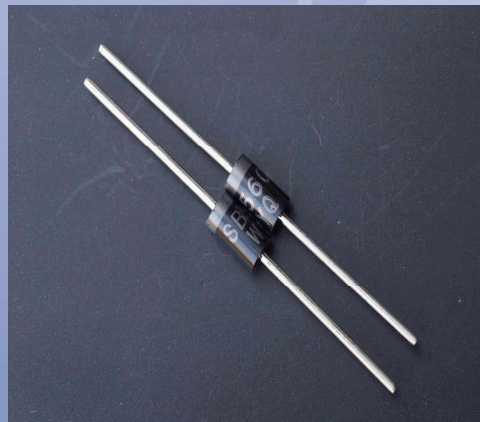
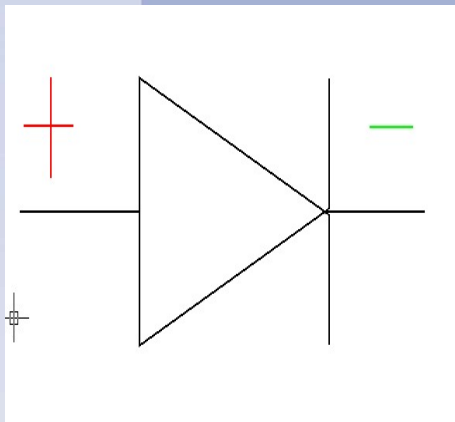
一定范围内可以连续调节的电阻器,串联总阻值是固定的。电位器有各种形状,我们用的是3296型。在铜螺丝的边上印有W102。前两位数字为有效值,第三位为0的个数,W102表示 $10 \times 10^2 \Omega$ 。铜螺丝转动,表示电位器活动端左右移动





## 9、二极管和PN结

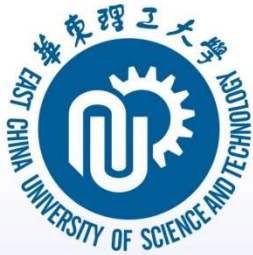
二极管由硅或锗原料制作。硅或锗原料掺杂周期表第3族受主杂质如硼和铟，制成P型半导体，主要由带正电的多数载流子空穴和带负电的少数载流子电子组成。硅或锗掺杂周期表第5族的施主杂质如砷或锑，制成N型半导体。P型半导体和N型半导体用渗透工艺结合在一起就做成二极管。两种材料的结合区称为pn结。右面是发光二极管视频，可看





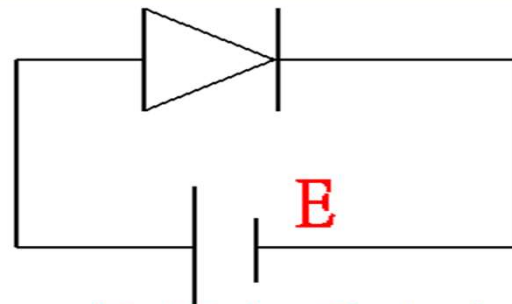
# 10、二极管视频 点击播放



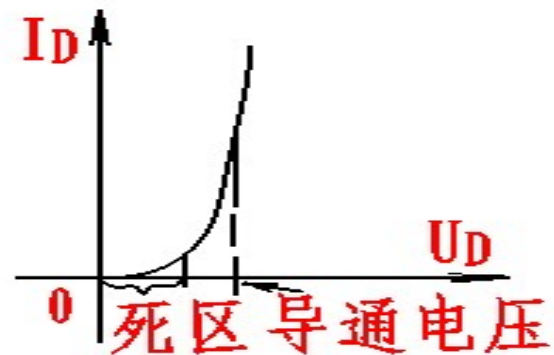


# 11、二极管外加正向电压

二极管外加正向电压，小于结电场电压时不足以克服PN结内电场的阻挡作用，正向电流几乎为零，这一段称为死区。当正向电压大于死区电压以后，PN结内电场被克服，二极管正向导通，电流随电压增大而迅速上升。导通时端电压变化不大，这个电压称为二极管的正向导通电压，正向电阻很小。



二极管加正向电压

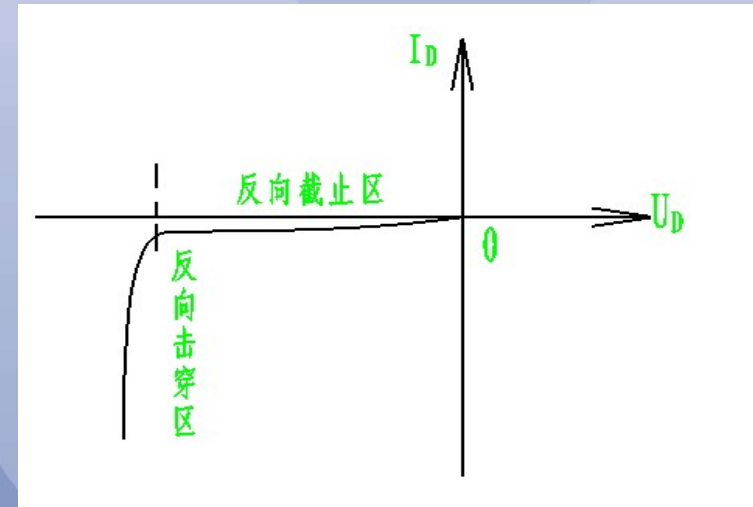
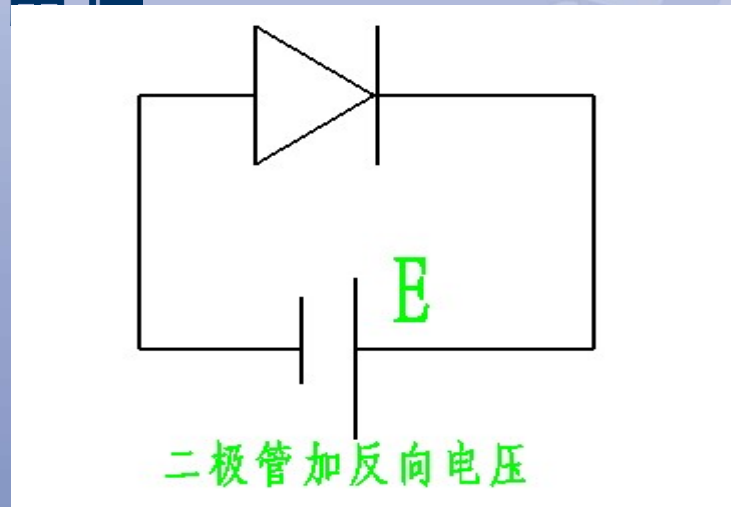


死区 导通电压



## 12、二极管外加反向电压截止

当加反向电压不超过一定范围时，通过二极管的电流是少数载流子漂移运动所形成反向电流很小，二极管处于截止状态。称为反向截止。外加反向电压超过某一数值时，反向电流会突然增大，这种现象称为电击穿。引起电击穿的临界电压称为二极管反向击穿电压

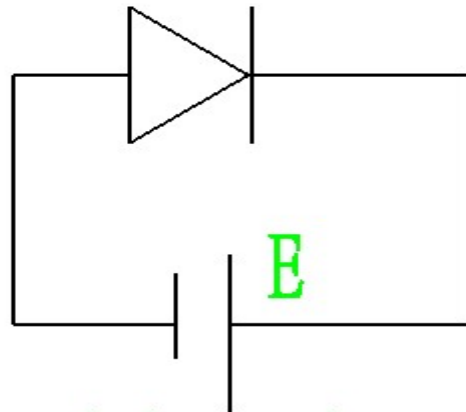




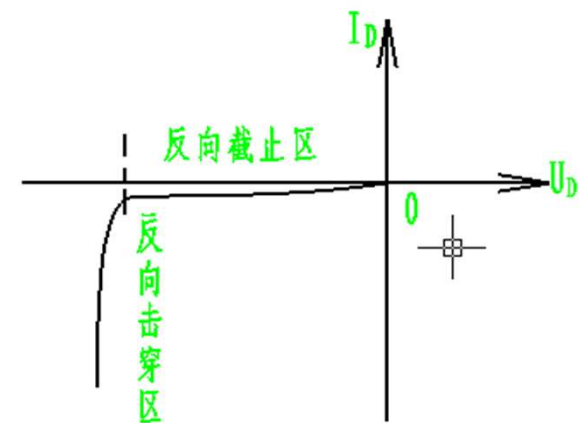


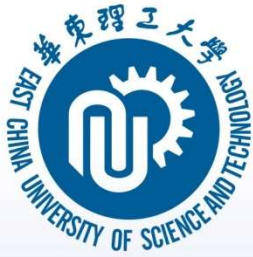
## 13、二极管外加反向电压击穿

外加反向电压超过反向击穿电压时，反向电流会突然增大，称为电击穿。引起电击穿时二极管失去单向导电性。如果二极管没有因电击穿而引起过热烧坏，在撤除外加电压后，其性能仍可恢复，否则二极管就损坏了



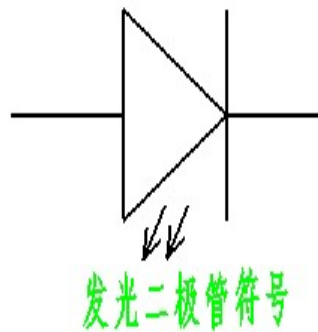
二极管加反向电压





# 14、发光二极管

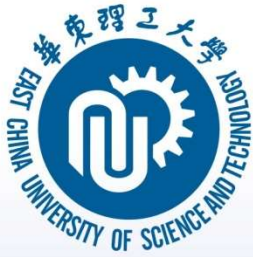
在pn结掺砷化镓，磷化镓，氮化镓，碳化硅可以做成发红光，绿光，蓝光，黄光的发光二极管。在发光二极管加正向电压后，发光二极管会发光。发光二极管简称LED。





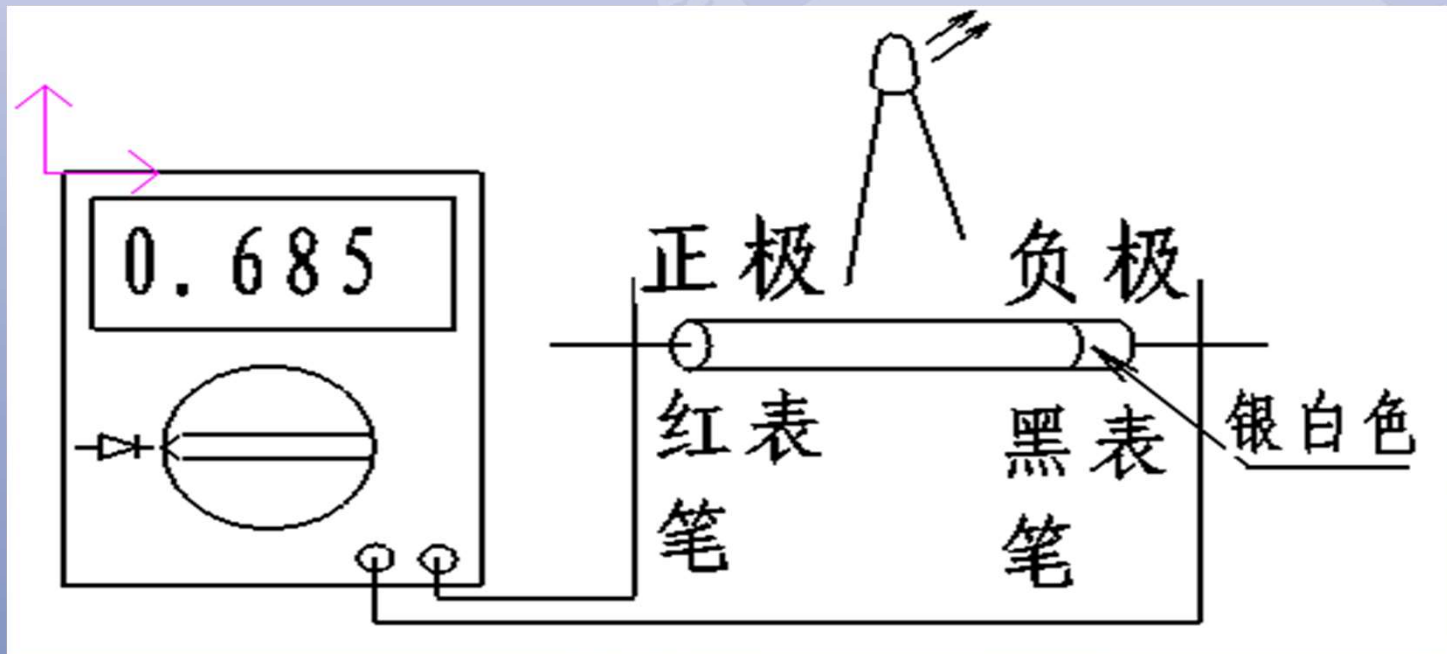
# 15、发光二极管的视频 点击播放

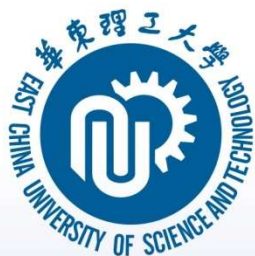




## 16、二极管发光二极管测试：

二极管和发光二极管正向电阻值很小，反向无穷大。发光二极管正向测量时同时会发光。下一页万用表1和0L表示打在二极管档，测量结果无穷大电阻。

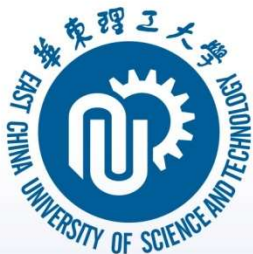




# 17、万用表二极管档位







华东理工大学

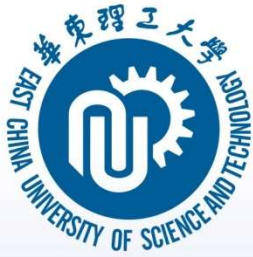
East China University of Science And Technology

# 电子实训

## 一、直流稳压电源的制作 (2)

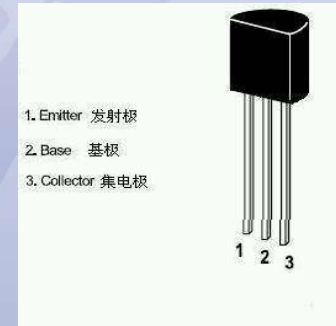
18~33页

工程训练中心



# 18、三极管种类

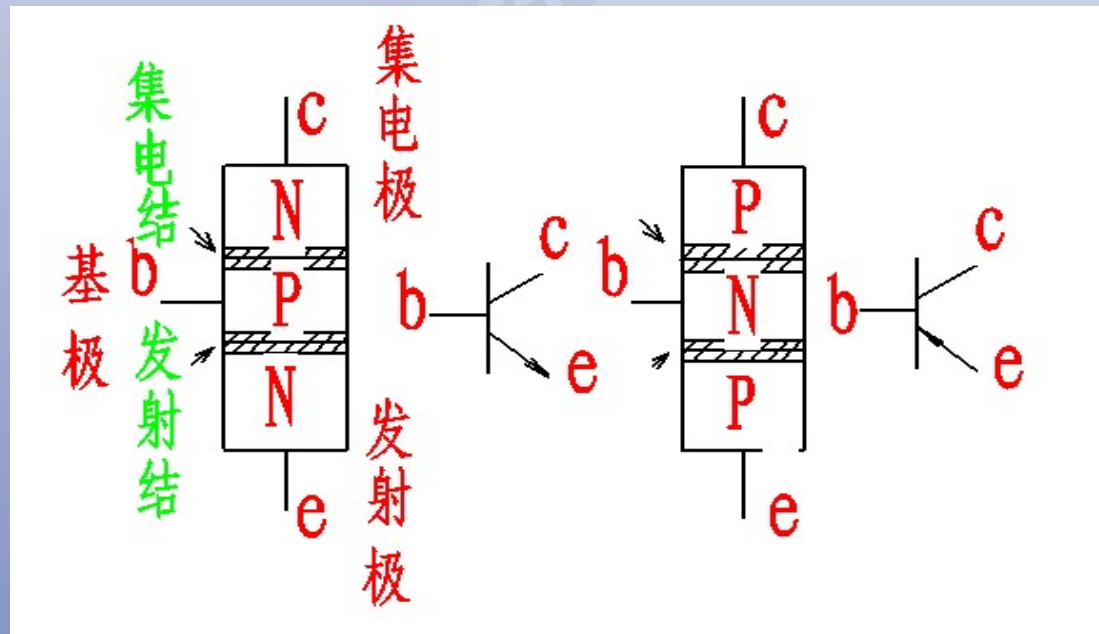
三极管按工作频率分，有高频、中频、低频三极管。按输出功率分有小功率、中功率、大功率三极管。按安装方式分有直插、贴片式三极管等。

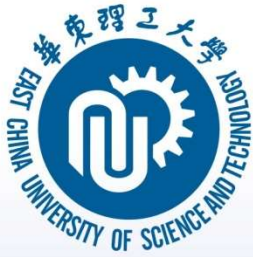




## 19、三极管内部结构和符号

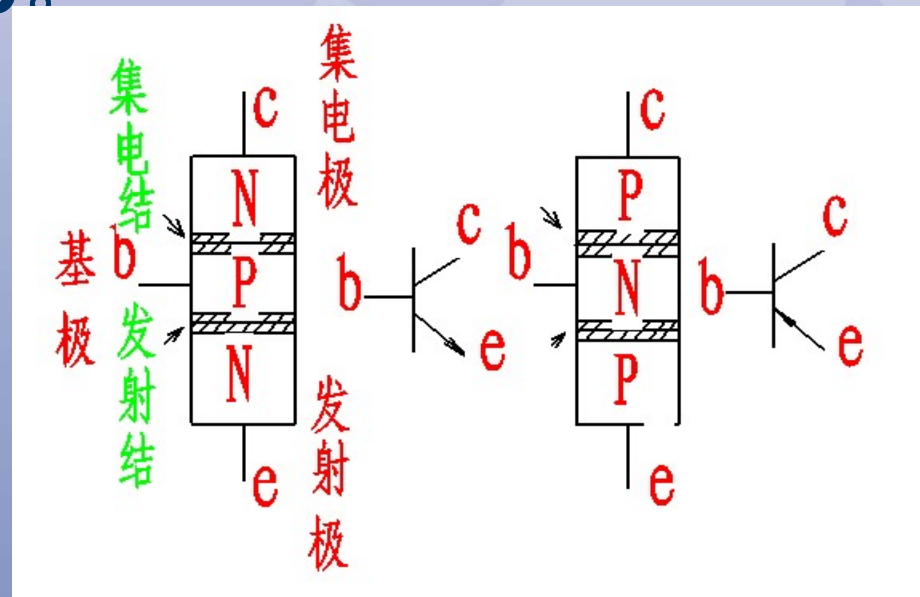
三极管分**PNP**和**NPN**型。**b**基极，**c**集电极，**e**发射极。在**bc**间PN结称为集电结，在**be**之间PN结称为发射结。符号如下图，发射极箭头向外为**NPN**型，向里为**PNP**型。





## 20、三极管工作条件

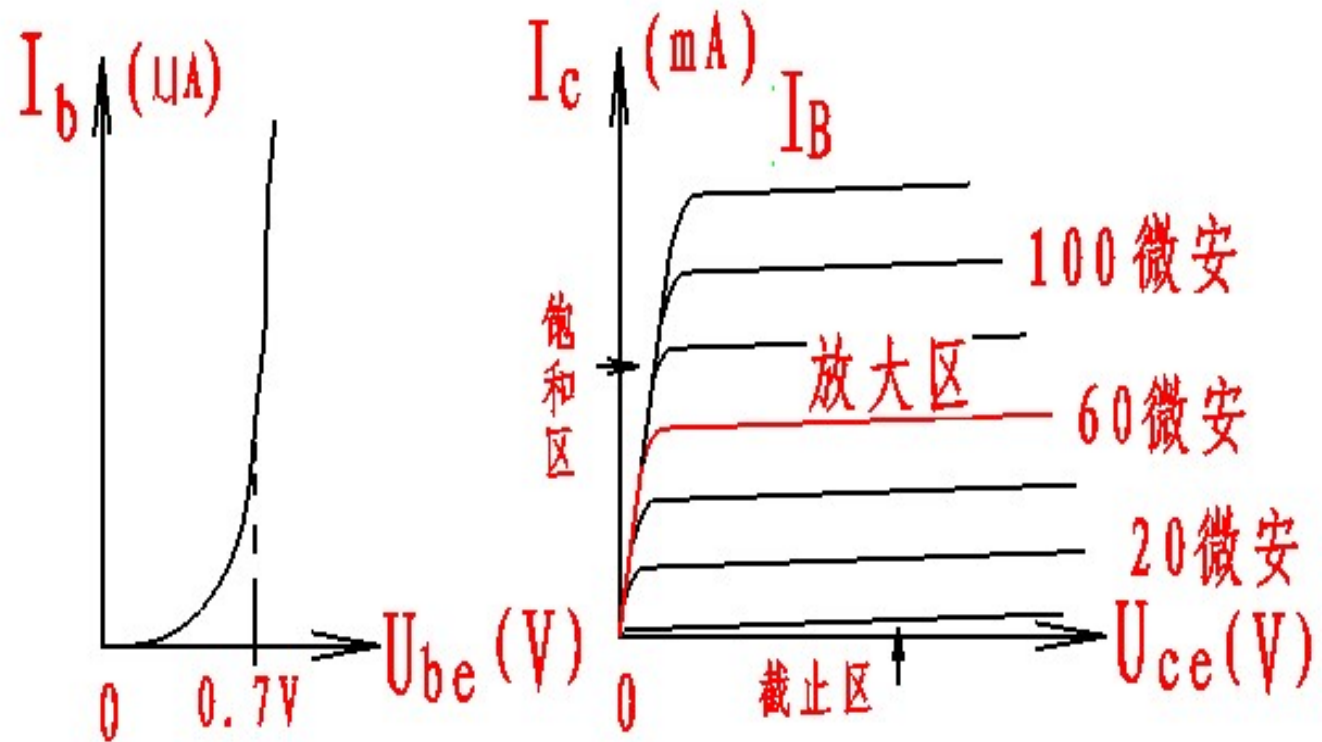
三极管要工作，必须满足发射结正偏（加正电压），集电结反偏（加负电压）。即NPN型三极管必须 $U_b > U_e$ ， $U_c > U_b$ 。PNP型三极管必须 $U_b < U_e$ ， $U_c < U_b$ 。



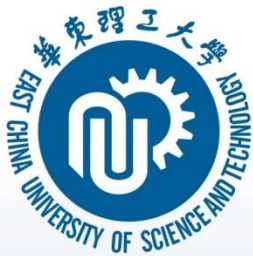


## 21、三极管输入输出特性

左下图输入特性曲线。右下图不同的 $I_B$ 电流，工作在不同区域。分饱和区放大区和截止区。

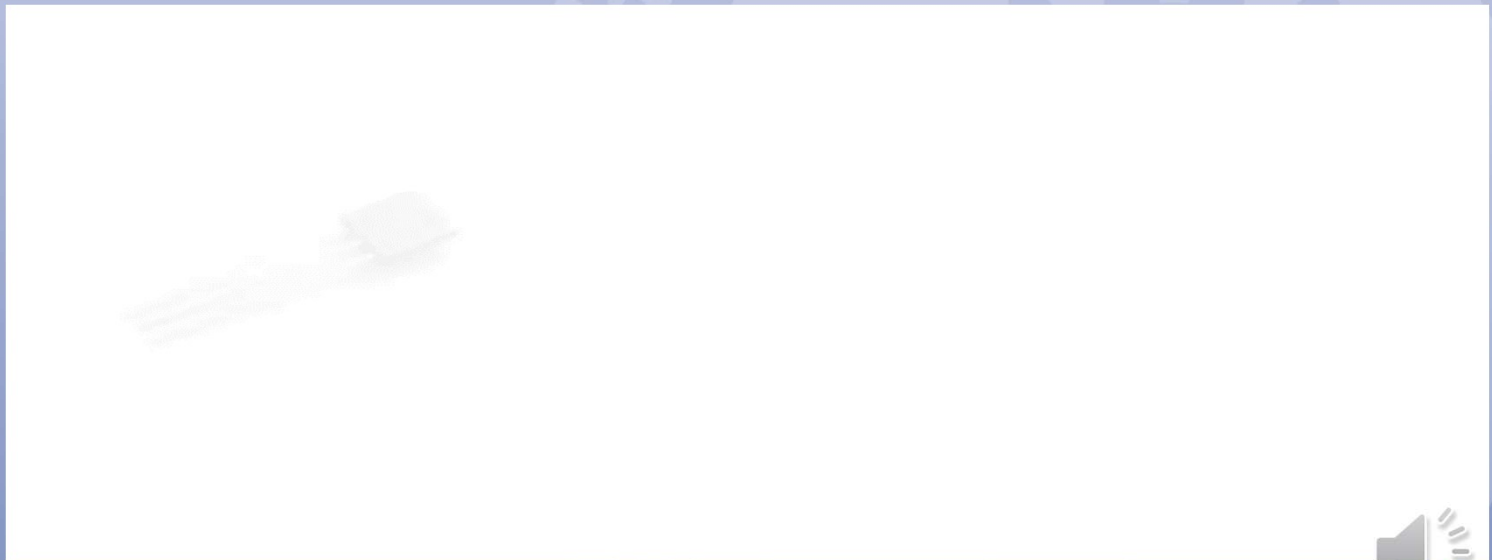


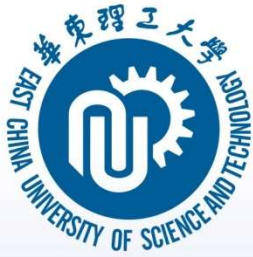




## 22、三极管工作视频

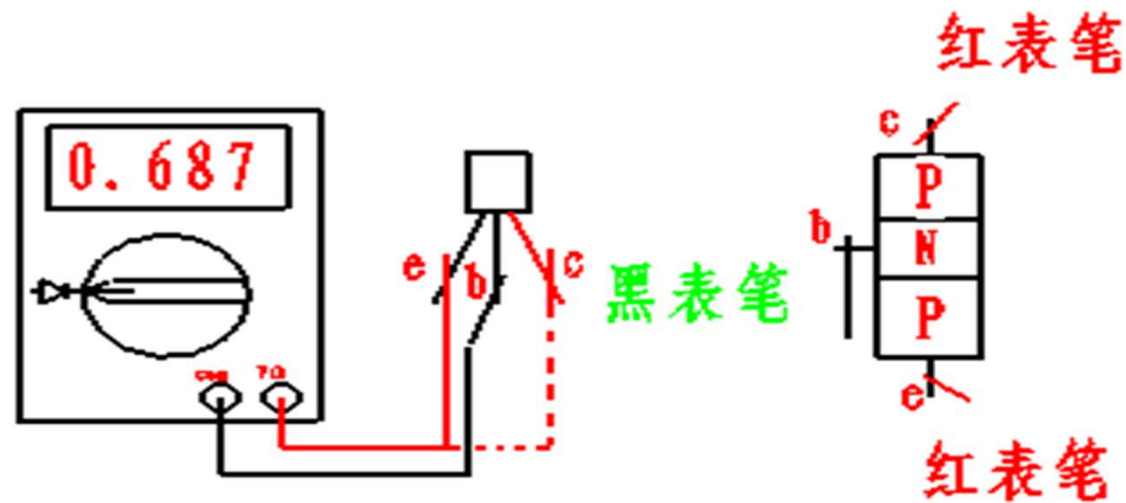
三极管工作时，满足 $I_E = I_B + I_C$ （基尔霍夫电流定律）， $I_C = H_{fe} \cdot I_B$ 。 $H_{fe}$ 称为直流放大倍数。以下是NPN型三极管的介绍视频。PNP型除了电流 $I_B$ 、 $I_C$ 、 $I_E$ 方向相反外，和NPN完全相同。  
点击播放





## 23、PNP三极管E,B,C脚判断

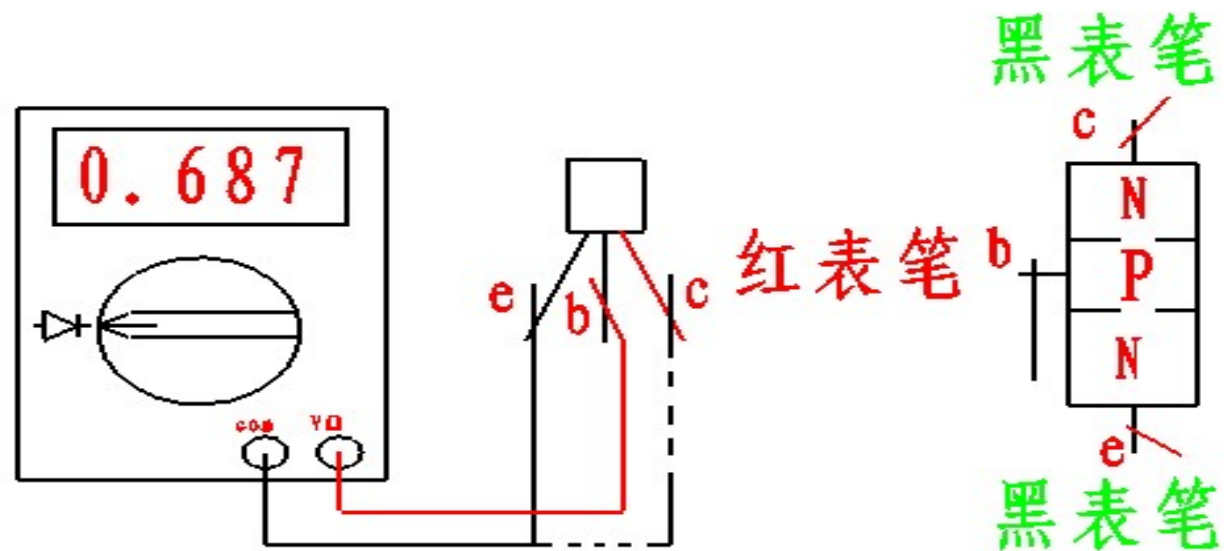
PNP型红表笔e,黑表笔b,be两端导通,电阻值小。红表笔c,黑表笔b,cb两端导通,电阻值小。**eb**电阻大于**cb**电阻。基极b,大部分在中间,但不一定都是中间

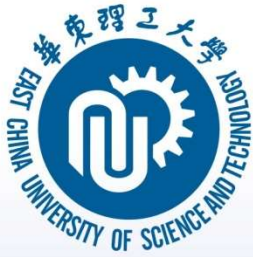




## 24、NPN三极管E,B,C脚判断

NPN型红表笔B,黑表笔E,BE导通,电阻值小。红表笔B,黑表笔C,BC导通,电阻值小。**eb**电阻大于**cb**电阻。**B**极大部分种类在中间,但不一定在中间

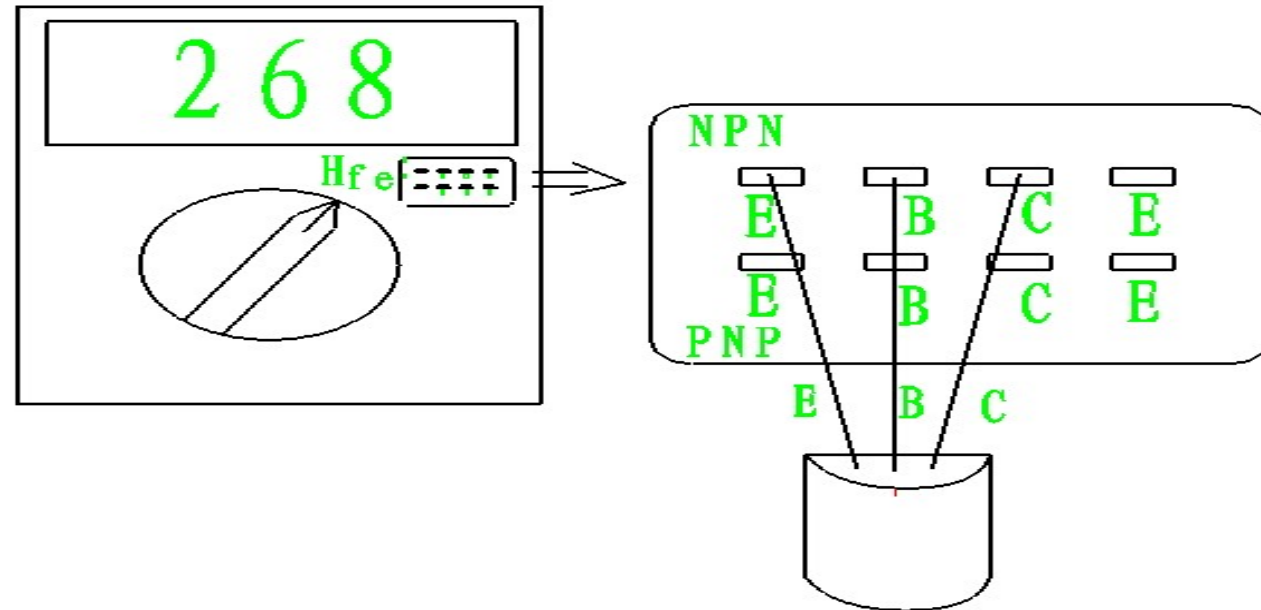




## 25三极管直流放大倍数测量

三极管工作， $I_C = H_{fe} \cdot I_B$ 。

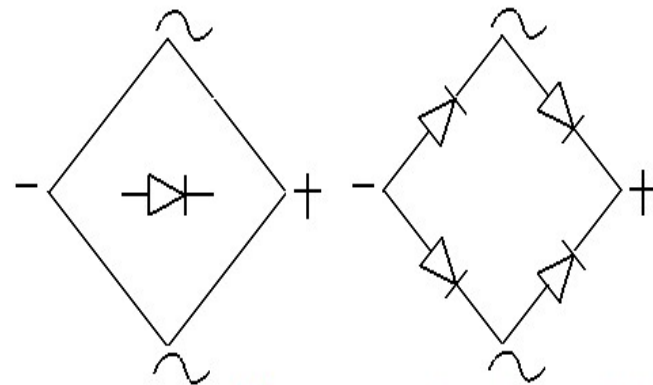
万用表打在**Hfe**档，根据三极管是**NPN**还是**PNP**，把三极管**e**，**b**，**c**插入对应的孔中





## 26、全桥（圆桥）

全桥（圆桥）就是四个二极管  
如下图所示，使用时要注意输出  
端的+号位置，和输入交流电压的  
~符号位置



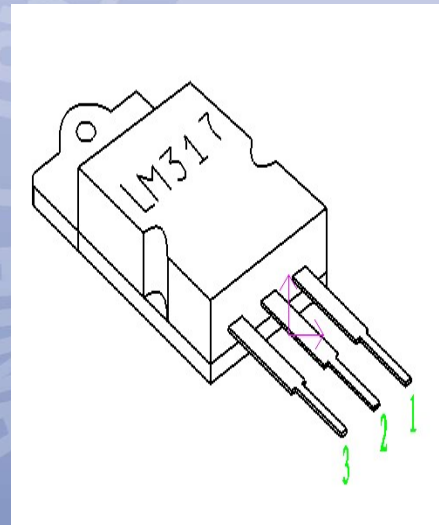
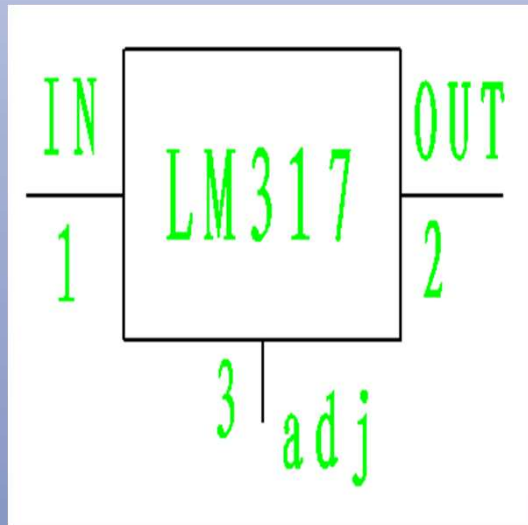
圆桥（全桥）符号      圆桥内部结构





## 27、三端稳压电源LM317

LM317是应用最为广泛的电源集成电路之一它不仅具有固定式三端稳压电路的形式，又具备输出电压可调的特点。此外，还具有调节范围宽、稳压性能好、噪声低、纹波抑制比高等优点。

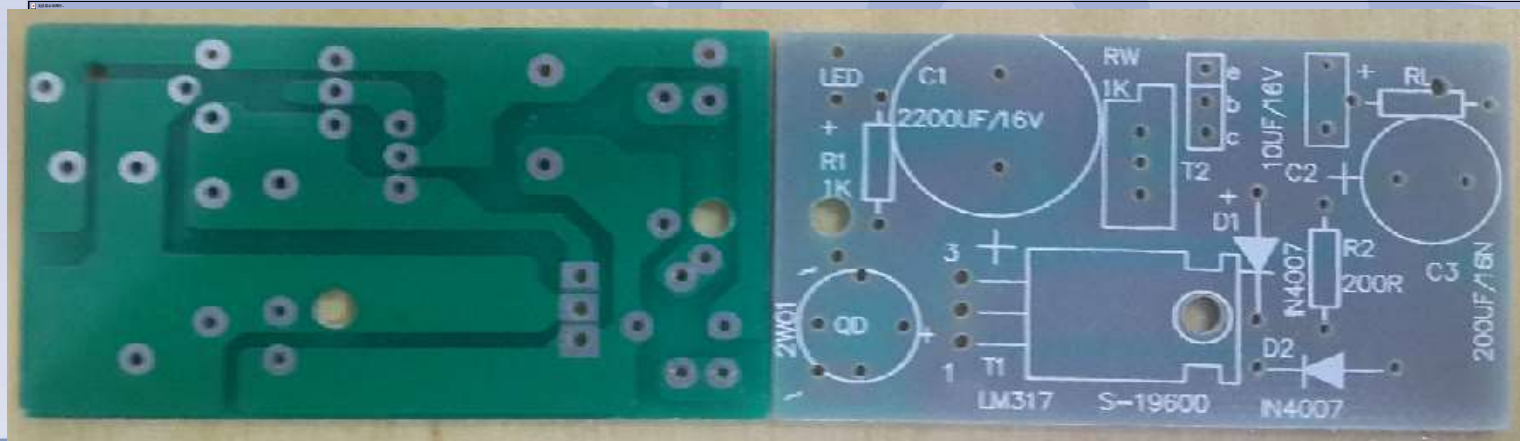


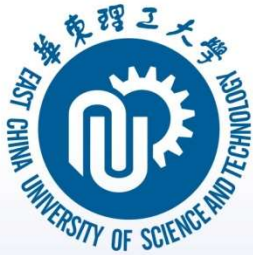




## 29、印刷线路板

元件和元件之间的连接和元件的固定是靠印刷线路板实现的。我们用的是单面板。右图是板正面，插上元件。左图是反面，把引脚和银白色焊元用焊锡焊住。焊元间的连线是铜箔导线。焊接要求元件位置正确，引脚和焊元焊接牢固。





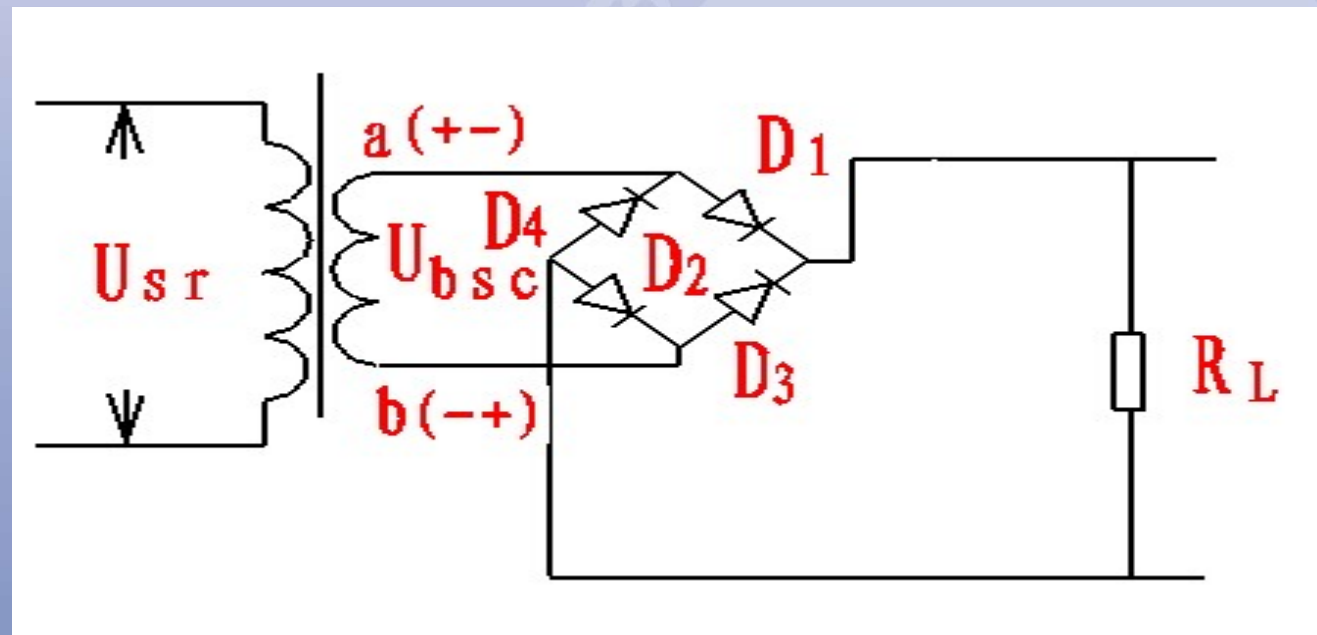
## 二、电路部分

### 30、桥式整流

变压器将输入为**220V**的电压降至**9V**左右、全桥（圆桥）完成整流工作。

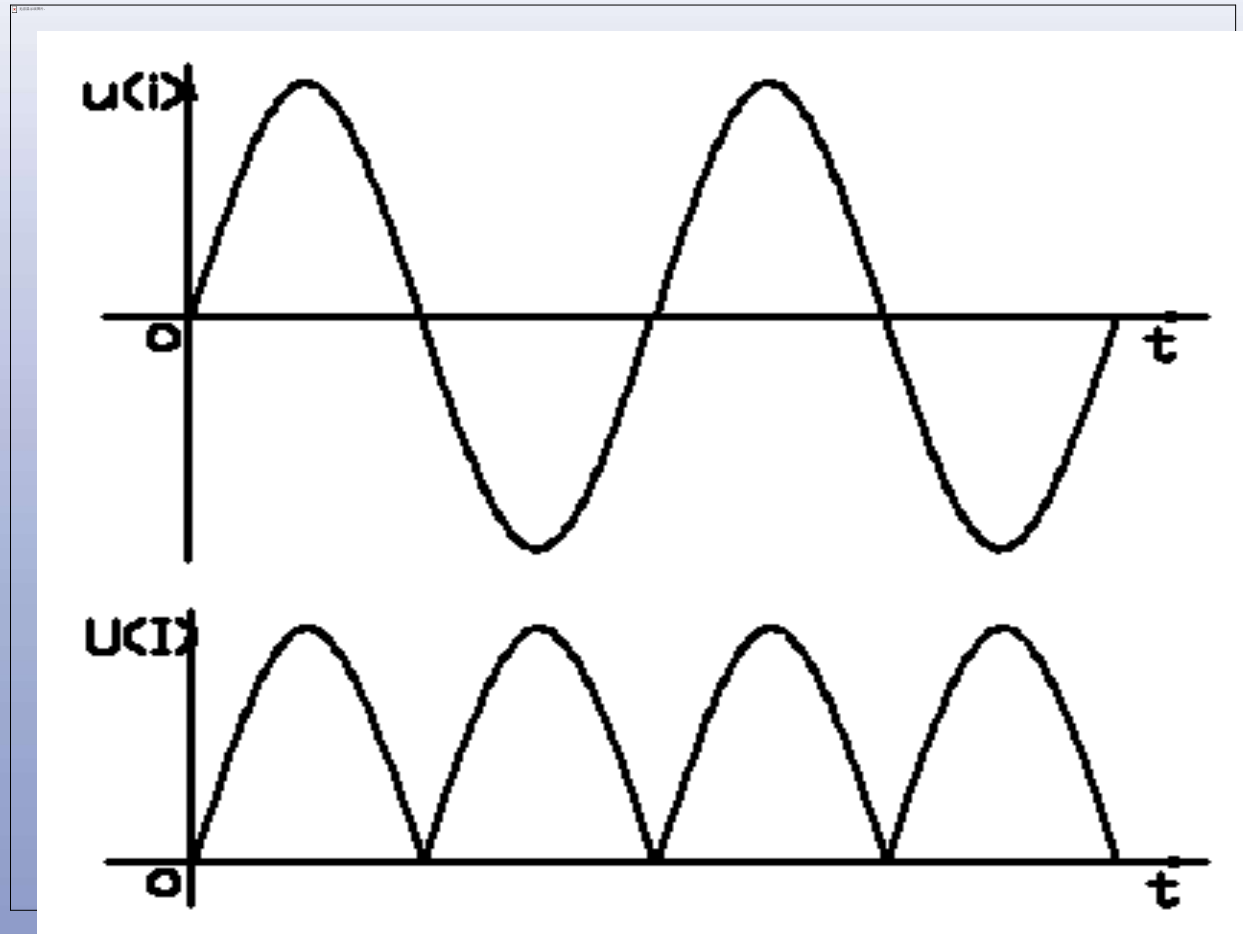
正半周电流  $a \rightarrow D_1 \rightarrow R_L \rightarrow D_2 \rightarrow b$ 。

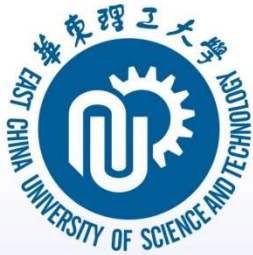
负半周电流  $b \rightarrow D_3 \rightarrow R_L \rightarrow D_4 \rightarrow a$





## 31、下图为输入电压及输出电压的波形图

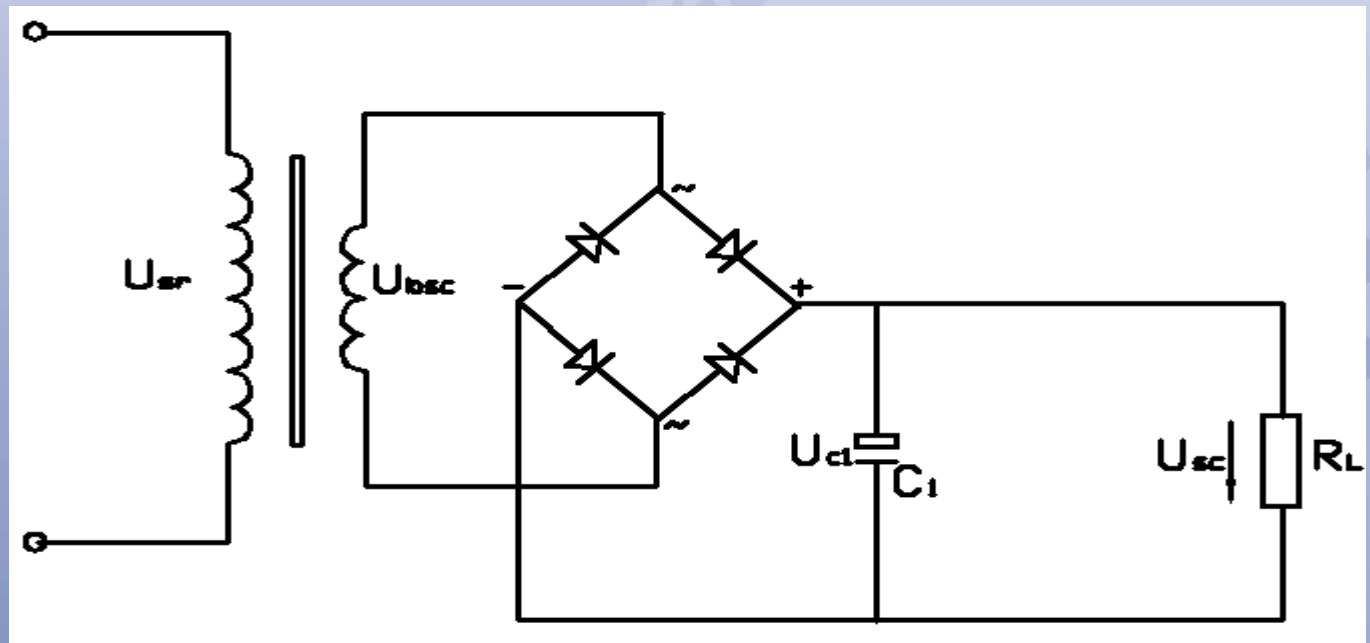




## 32、滤波

整流后虽为直流电但电压脉动性较大，利用电解电容来进行滤波，得到比较平稳的直流电。此时

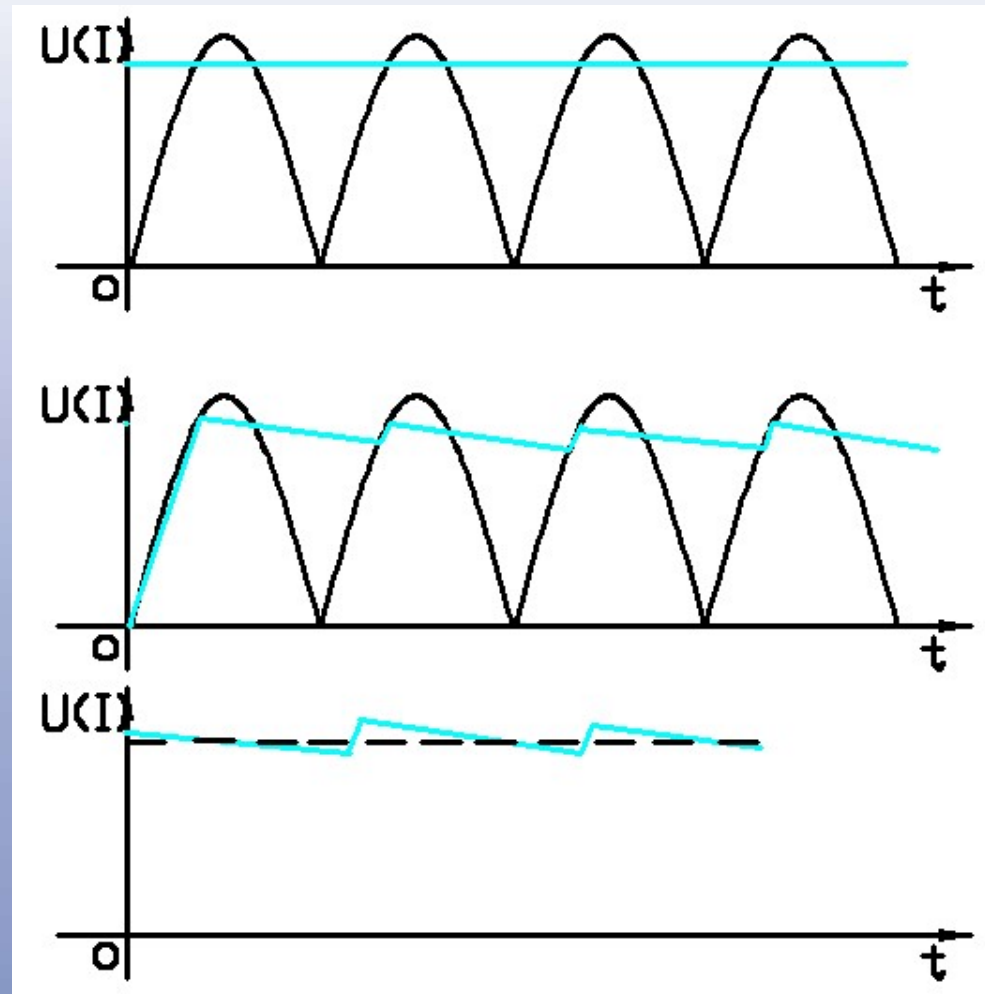
$U_{sc} = U_{c1}$ ，电容滤波的充放电时间常数为： $\tau = RC$

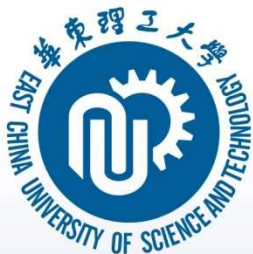




# 33、下图为滤波以后的波形图

下面第三个图为RL上输出波形





华东理工大学

East China University of Science And Technology

# 电子实训

## 一 直流稳压电源的制作 (3)

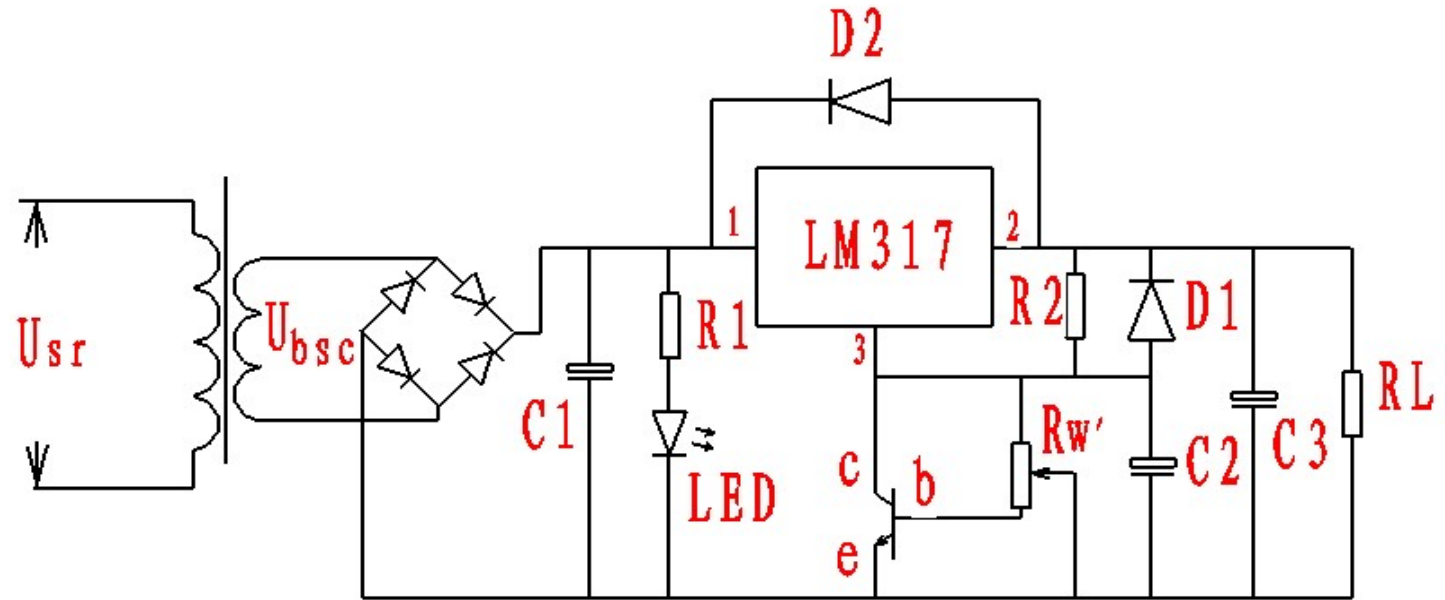
34~44页

工程训练中心





## 35、稳压电路全图

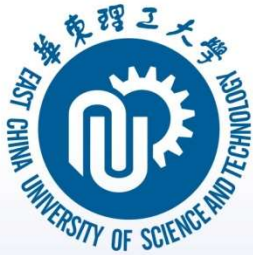


$$U_{sc} = U_{23} + U_{ce}$$

$$= U_{23} + (U_{23}/R_2) \cdot R_{w'}$$

$$\text{得 } U_{sc} = 1.25(1 + R_{w'}/R_2)$$

$$U_{23} = 1.23 \sim 1.26V$$

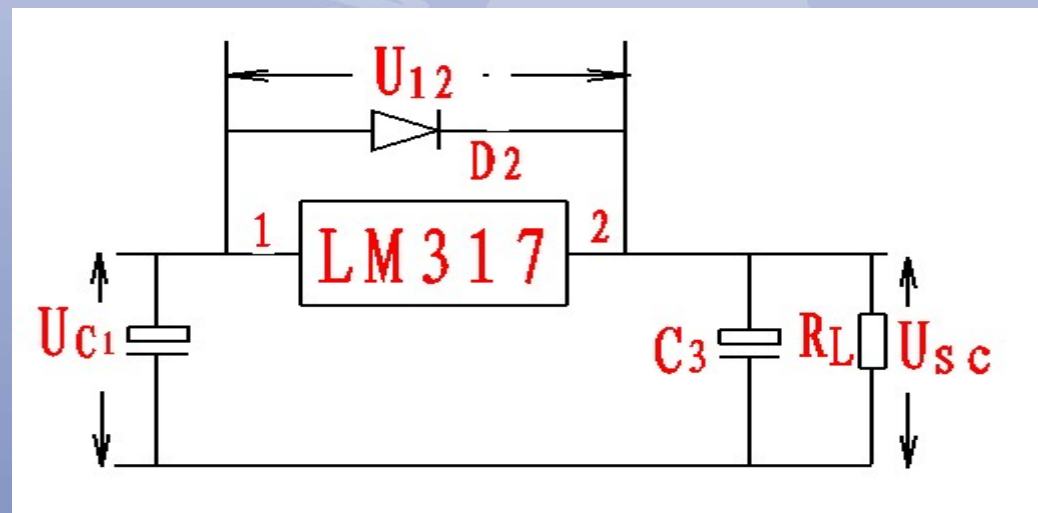


## 38 二极管D2接反对输出电压影响

当二极管D2接反时，一接通电源，电容C1上的电压通过二极管D2，在RL上产生电压。 $U_{sc}=U_{c1}-U_{12}$ ，因为二极管接反正向导通，电压约为0.7V。假设。

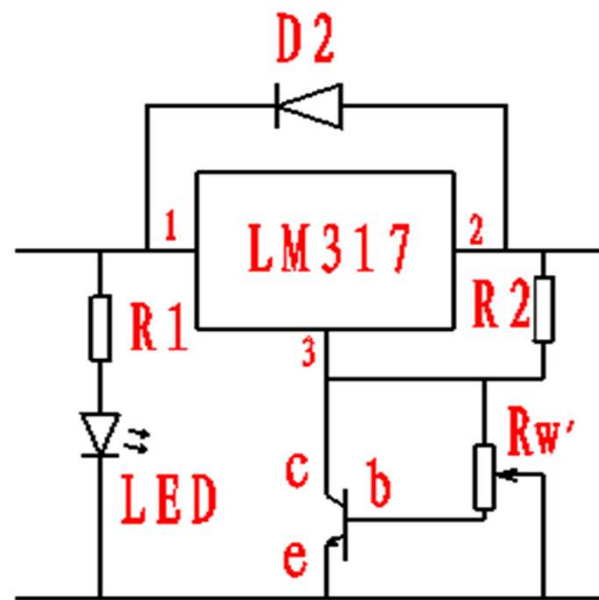
$U_{c1}=11V, U_{12}=0.68V, U_{sc}=11-$

$0.68=10.32V$ 。输出电压不可调节远大于6V。

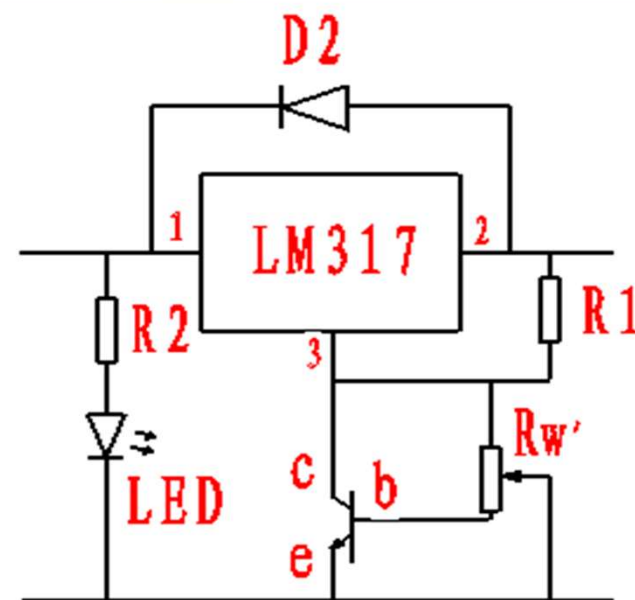




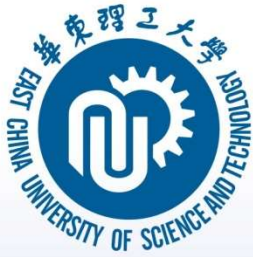
39、 R1和R2对换对输出电压影响  
公式 $U_{sc}=1.25 (1+R_w' / R_2)$ 中，正常 $R_2=200 \Omega$ ， $R_w' =0\sim1000 \Omega$ 则 $U_{sc}=1.25\sim7.5V$ 。当 $R_2$ 和 $R_1$ 互换时，因为 $R_1=1000 \Omega$ ， $R_w' =0\sim1000 \Omega$ 则 $U_{sc}=1.25\sim2.5V$ 。此时调节不到 $6.00V$



正确电路

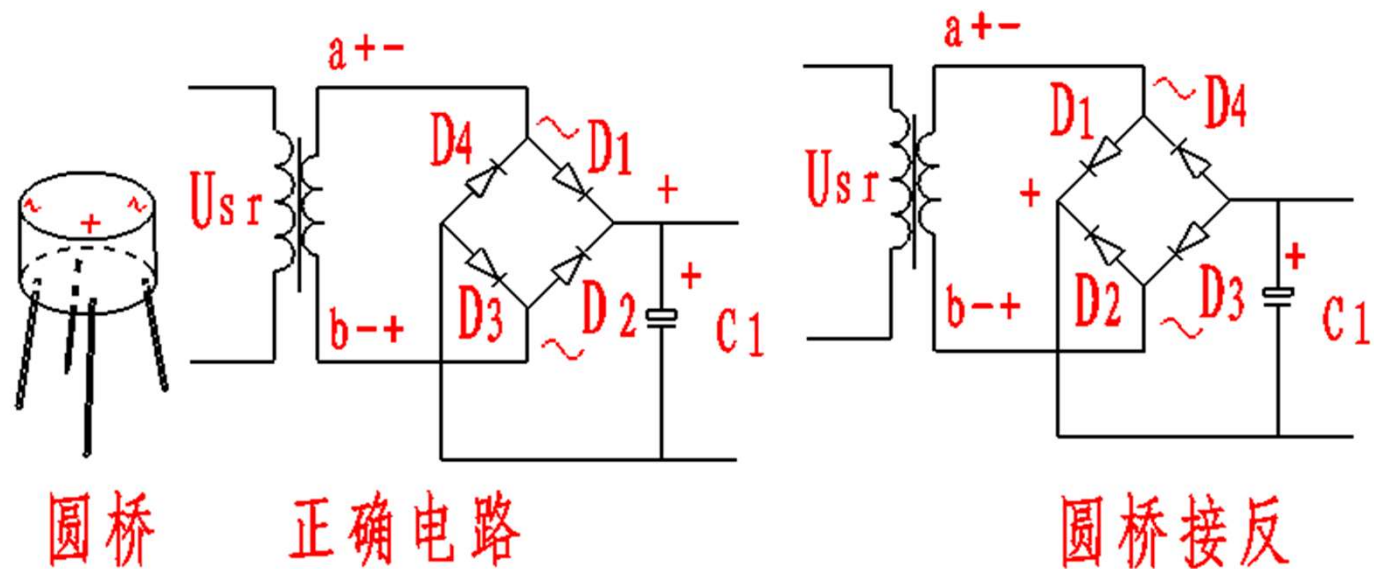


R1和R2对换



## 40、圆桥的正负极接反会发生什么

当圆桥的正负极接反，电路变成如右下图所示。此时滤波电流从电容**C1**的负极流向正极使电容 **C1** 击穿

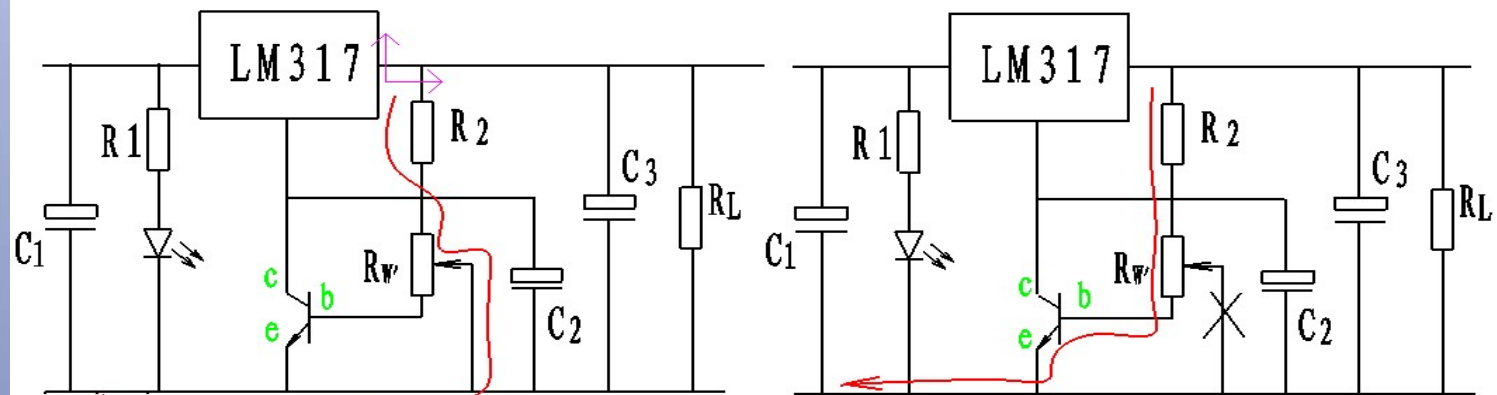




# 41 电位器中间抽头断

## 一) 无三极管时

$U_{sc} = 1.25 (1 + R_w' / R_2) R_2 = 200 \Omega$  ,  
当电位器的中间抽头断开, 此时  $R_w'$  为无穷大。但  $U_{sc}$  不会变为无穷大, 而是接近  $U_{C1}$ 。如果电位器下端接地,  $R_w'$  为  $1000 \Omega$ ,  $U_{sc} = 7.5V$  。



正常电流如此流, 三极管不工作

电位器中间端断开, 电流流向三极管使之工作



## 42、三极管的作用

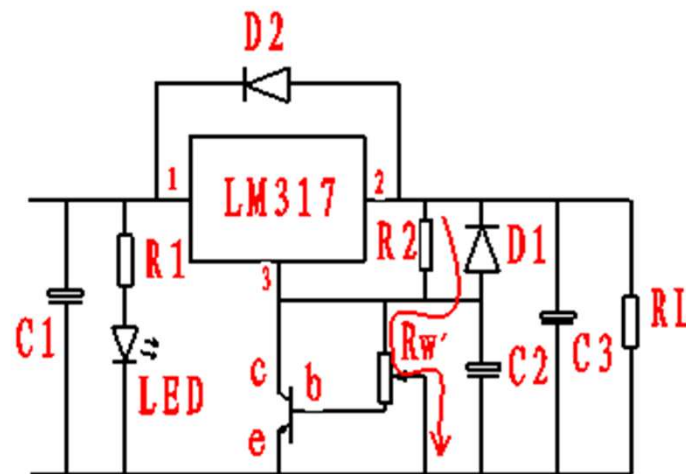
当电位器的中间抽头断开，三极管开始工作

。  $U_{be} \uparrow$ ，  $U_{ce} \downarrow$ ，  $U_{sc} \downarrow =$

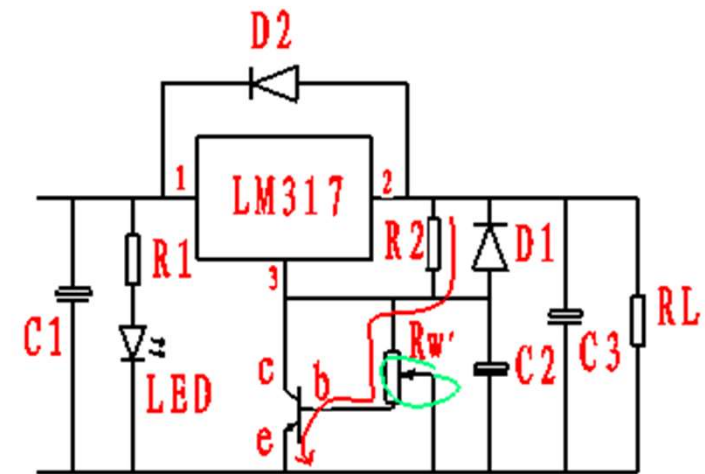
$U_{23} + U_{ce} \downarrow$ ，  $U_{sc} \downarrow = U_{c1} -$

$U_{12} \uparrow$ 。  $U_{be}$ ，  $U_{ce}$ ，  $U_{sc}$ ，  $U_{12}$ 是变化的，

$U_{sr}$ ，  $U_{bsc}$ ，  $U_{23}$ ，  $U_{c1}$ 是不变的。



电位器正常



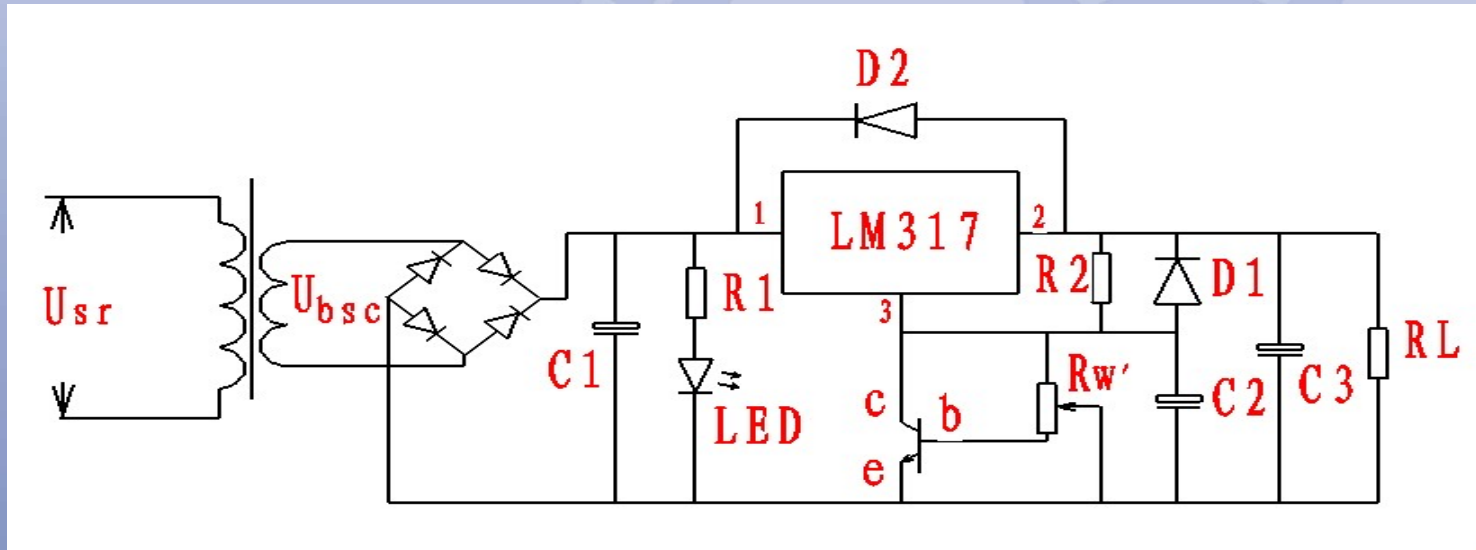
电位器中间抽头断

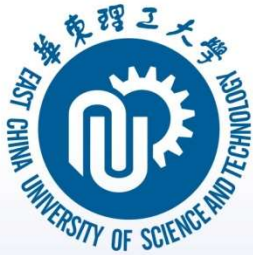




### 43、LM317稳定电压原理（负反馈控制）

输出电压通过R2反馈在3端和e端的电压就是 $U_{ce}$ 。 $U_{sc}=U_{23}+U_{ce}$ ，当输出电压由于每个原因增加一个 $\Delta$ 值，则 $U_{ce}$ 也增加一个 $\Delta$ 值，假设 $U_{c1}$ 不变则 $U_{13}$ 减小一个 $\Delta$ 值。此时LM317就自动增加 $U_{12}$ 一个 $\Delta$ 值，使 $U_{sc}$ 在原在增加一个 $\Delta$ 值基础上，又减去一个 $\Delta$ 值， $U_{sc}$ 恢复到原值





## 44、 $C_2$ 的作用

从负反馈控制作用看，对于瞬态和变化很小的输出电压调节 $U_{12}$ 是不必要的，有时反而是输出电压扰动大，解决方法加电容 $C_2$ ，使得输出电压先对电容 $C_2$ 充电，如果电容来不及变化，则1, 3端电压不变，从而 $U_{12}$ 不变。最后输出电压反而稳定。

