



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

# 电子系统设计基础

## 2.直流稳压电源

张翠翠 西一楼520  
西安交通大学 信通学院



# ***CONTENTS***

**01 直流稳压电源组成**

**02 整流电路**

**03 滤波电路**

**04 稳压电路**

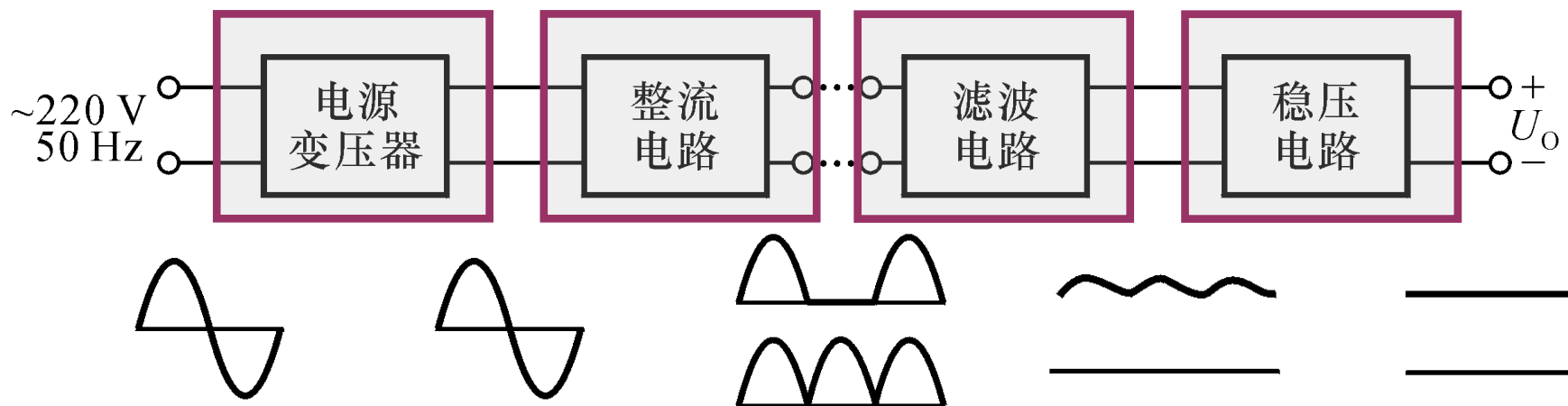


# 1

## 直流稳压电源组成

---

# 直流电源的组成及各部分的作用



**电源变压器：**把220V电网电压降至所需电压。



**整流电路：**把交流电压转换成脉动的直流电压。



**滤波电路：**减小脉动使输出电压平滑。



**稳压电路：**在电网电压波动或负载电流变化时保持输出电压基本不变。

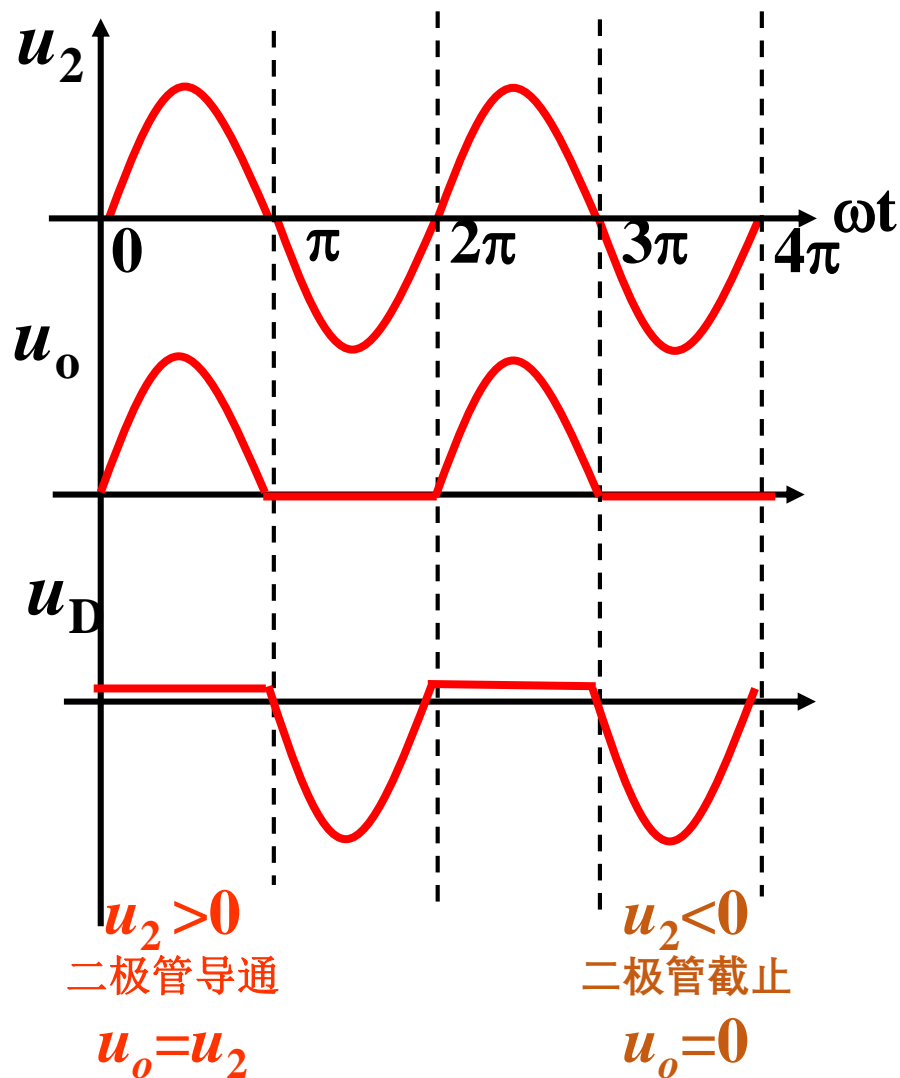
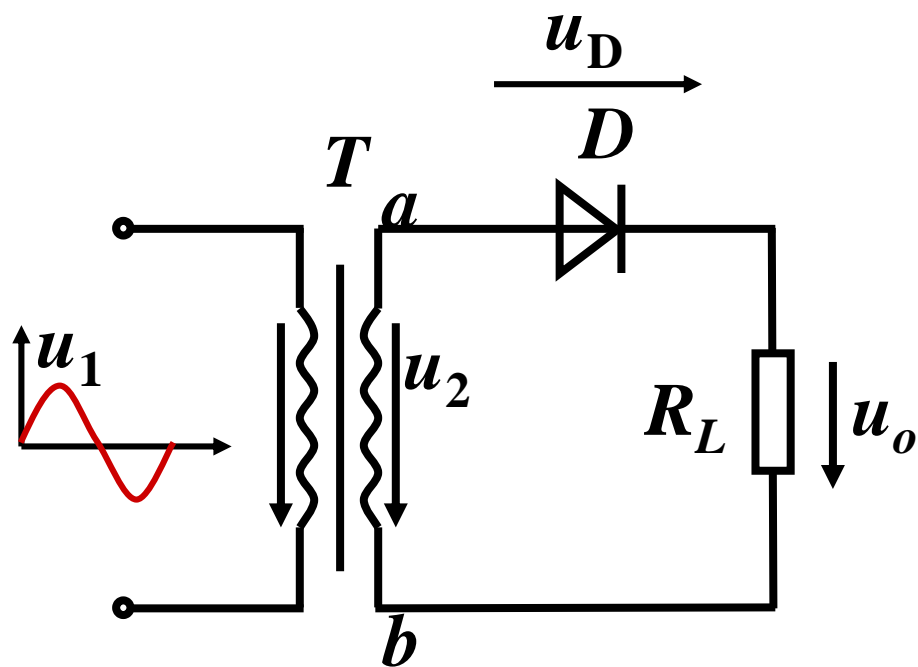
# 2

## 整流电路

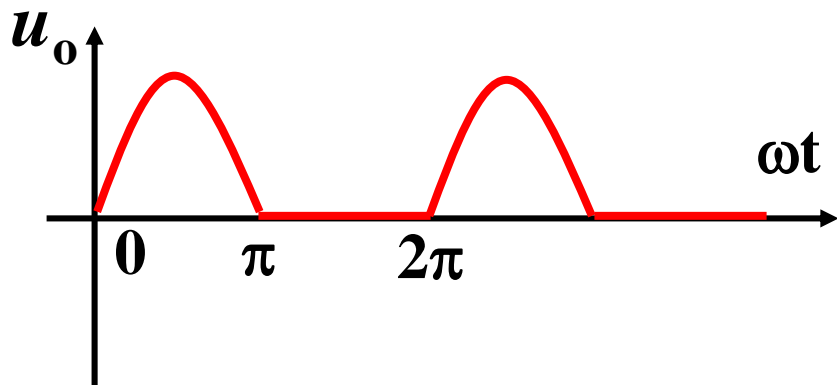
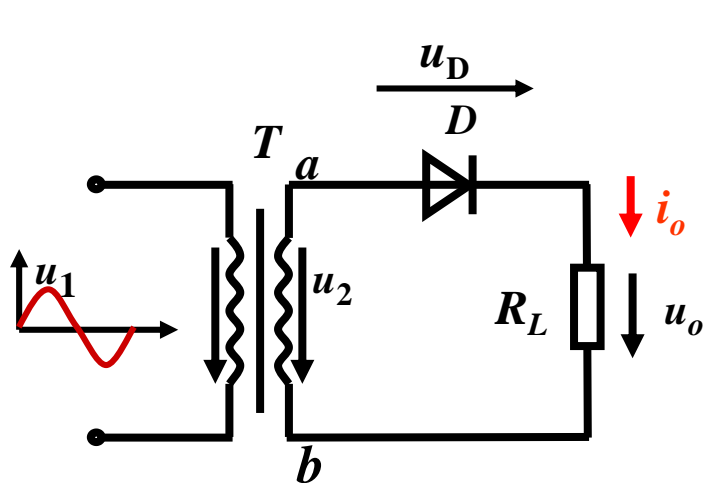
---

# 半波整流

纯电阻负载半波整流电压波形



## 纯电阻负载半波整流参数



直流电压 
$$U_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_o d(\omega t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \omega t d(\omega t) = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} = 0.45U_2$$

直流电流 
$$I_0 = U_0 / R_L = 0.45U_2 / R_L$$

其中,  $U_2$ 是有效值

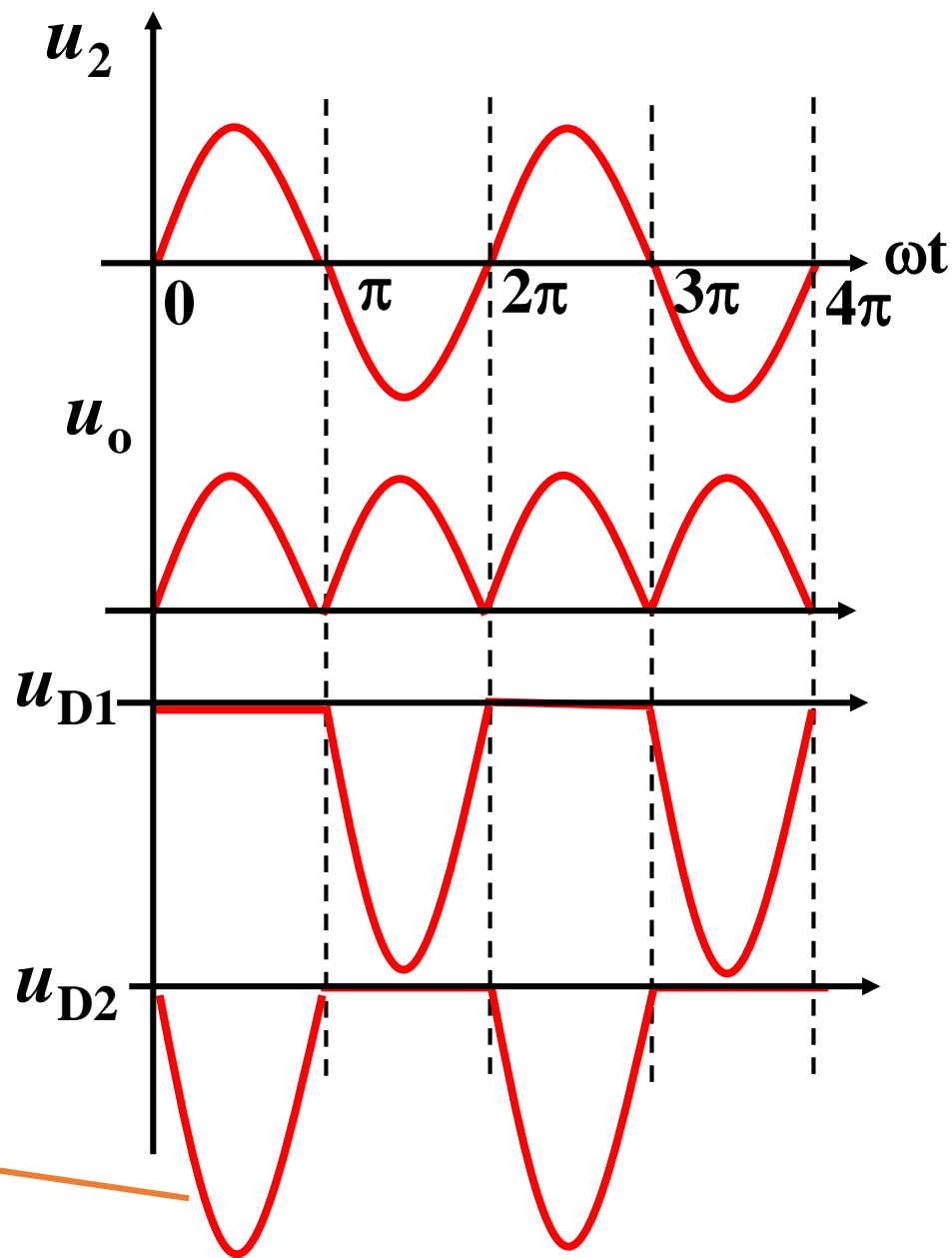
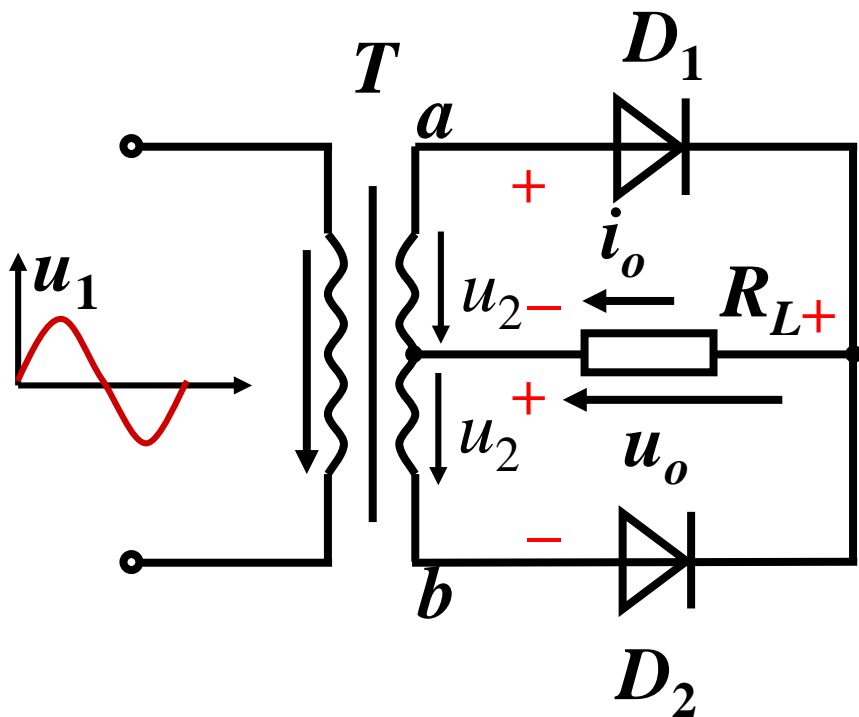
有效值电流 
$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} (I_{2m} \sin \omega t)^2 d(\omega t)} = \frac{I_{2m}}{2} = \frac{\pi I_0}{2} = 1.57 I_0$$

二极管电流 
$$I_D = I_2 \quad I_{D0} = I_0$$

最大反向电压 
$$U_{DRM} = \sqrt{2}U_2$$

# 全波整流

单相全波整流电压波形

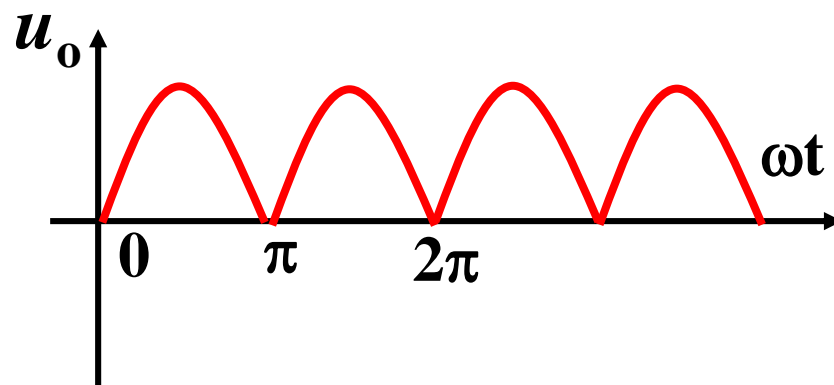
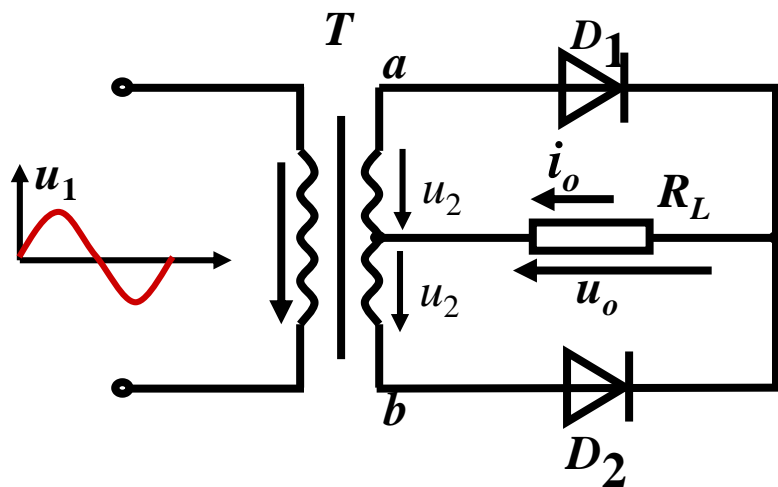


$0 \sim \pi$ :

$$u_{D2} = 2u_2$$



# 单相全波整流主要参数



$$U_0 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} u_0 d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} = 0.9U_2$$

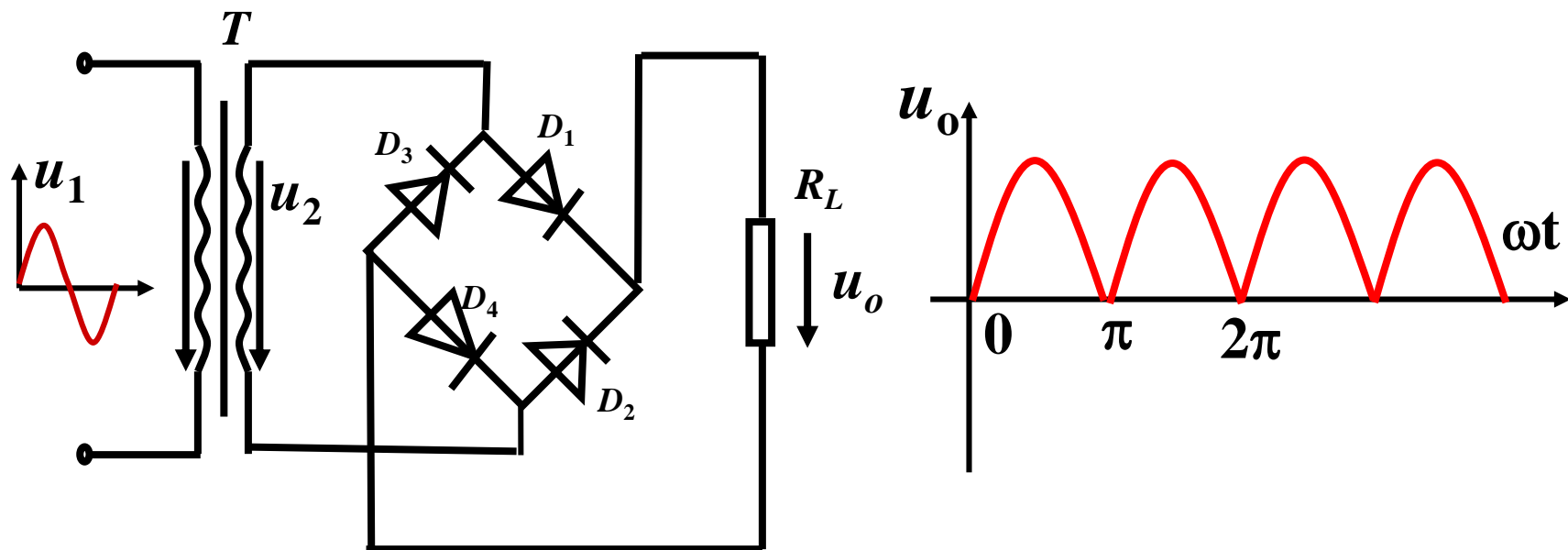
$$I_0 = U_0 / R_L = 0.9U_2 / R_L$$

$$I_{D0} = \frac{1}{2} I_0 \quad I_D = I_2 = 1.57 I_{D0}$$

$$U_{DRM} = 2\sqrt{2}U_2$$

# 桥式整流

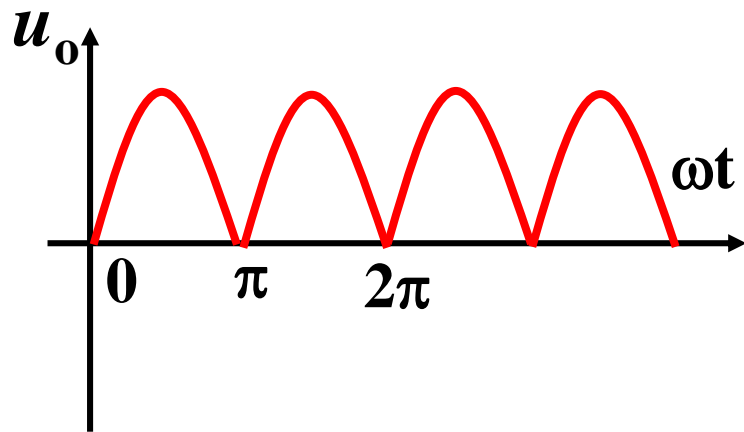
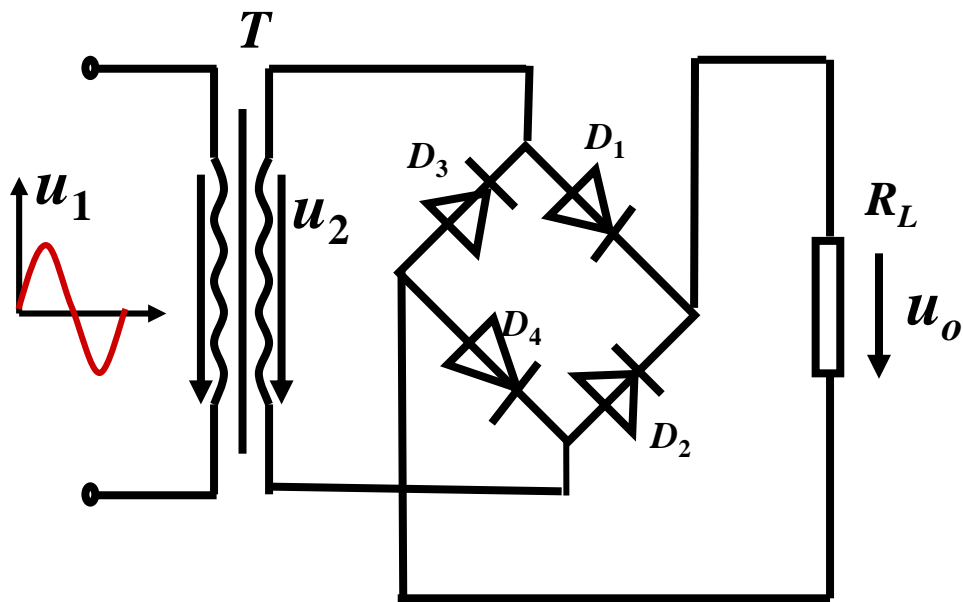
## 桥式整流电路波形



正半周 $D_1$ 、 $D_4$  导通， $D_2$ 、 $D_3$ 截止

负半周 $D_2$ 、 $D_3$  导通， $D_1$ 、 $D_4$ 截止

## 桥式整流电路参数



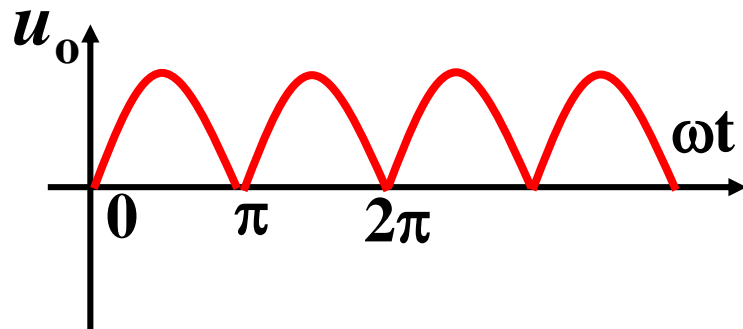
$$U_0 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} u_0 d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} = 0.9U_2$$

$$I_0 = U_0 / R_L = 0.9U_2 / R_L$$

$$I_{D0} = \frac{1}{2} I_0 \quad I_D = 1.57 I_{D0} \quad I_2 = \sqrt{2} 1.57 I_{D0}$$

$$U_{DRM} = \sqrt{2}U_2$$

## 脉动系数 $S$



**$S$ 定义：**整流输出电压的基波峰值 $U_{o1M}$ 与 $U_o$ 平均值之比。 $S$ 越小越好。

用傅氏级数对全波整流的输出  $u_o$  分解后可得：

$$u_o = \sqrt{2}U_2 \left( \frac{2}{\pi} - \frac{4}{3\pi} \cos 2\omega t - \frac{4}{15\pi} \cos 4\omega t - \frac{4}{35\pi} \cos 6\omega t \cdots \right)$$

基波

基波峰值

$$S = \frac{U_{o1M}}{U_o} = \frac{\frac{4\sqrt{2}U_2}{3\pi}}{\frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi}} = \frac{2}{3} \approx 0.67$$

输出电压平均值

## 整流电路性能的简单对比

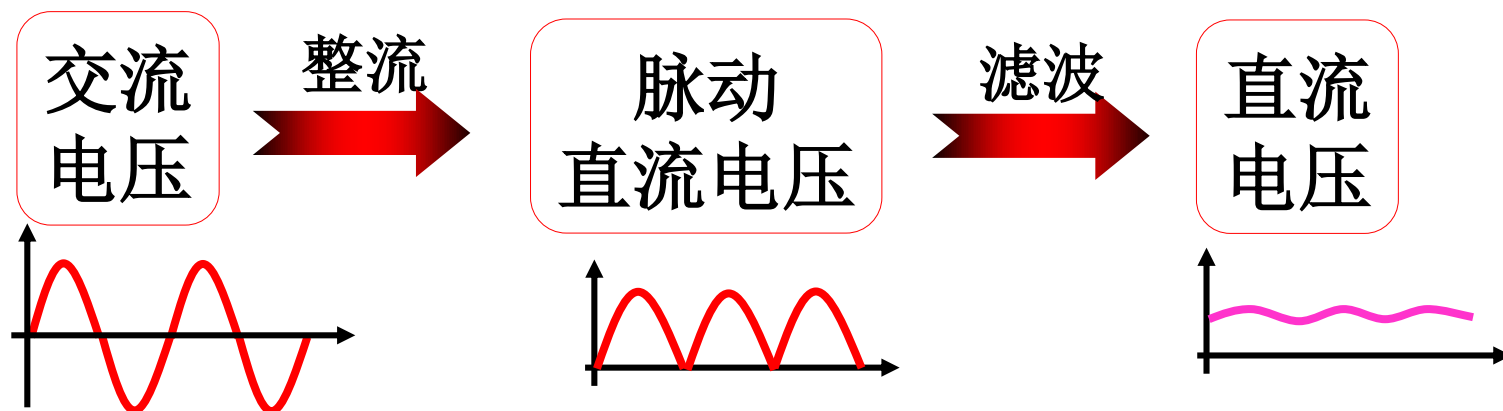
	$U_{O(AV)}$	$I_{O(AV)}$	$S$	$I_{D(AV)}$	$U_{Rmax2}$
半波整流电路	$0.45U_2$	$\frac{0.45U_2}{R_L}$	1.57	$\frac{0.45U_2}{R_L}$	$\sqrt{2}U_2$
桥式整流电路	$0.9U_2$	$\frac{0.9U_2}{R_L}$	0.67	$\frac{0.45U_2}{R_L}$	$\sqrt{2}U_2$
全波整流电路	$0.9U_2$	$\frac{0.9U_2}{R_L}$	0.67	$\frac{0.45U_2}{R_L}$	$2\sqrt{2}U_2$

# 3

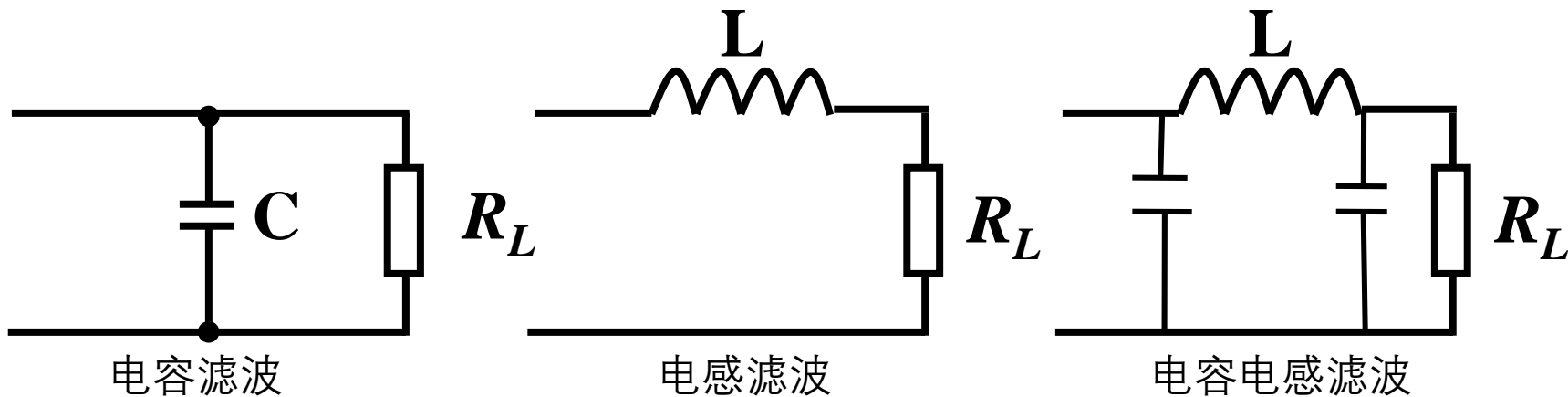
## 滤波电路

---

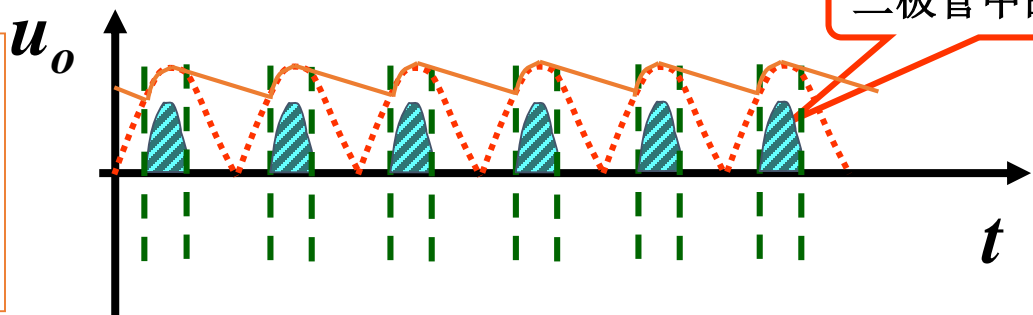
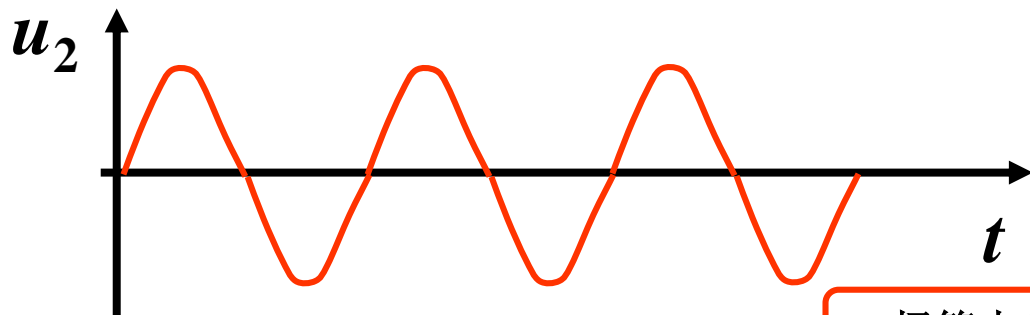
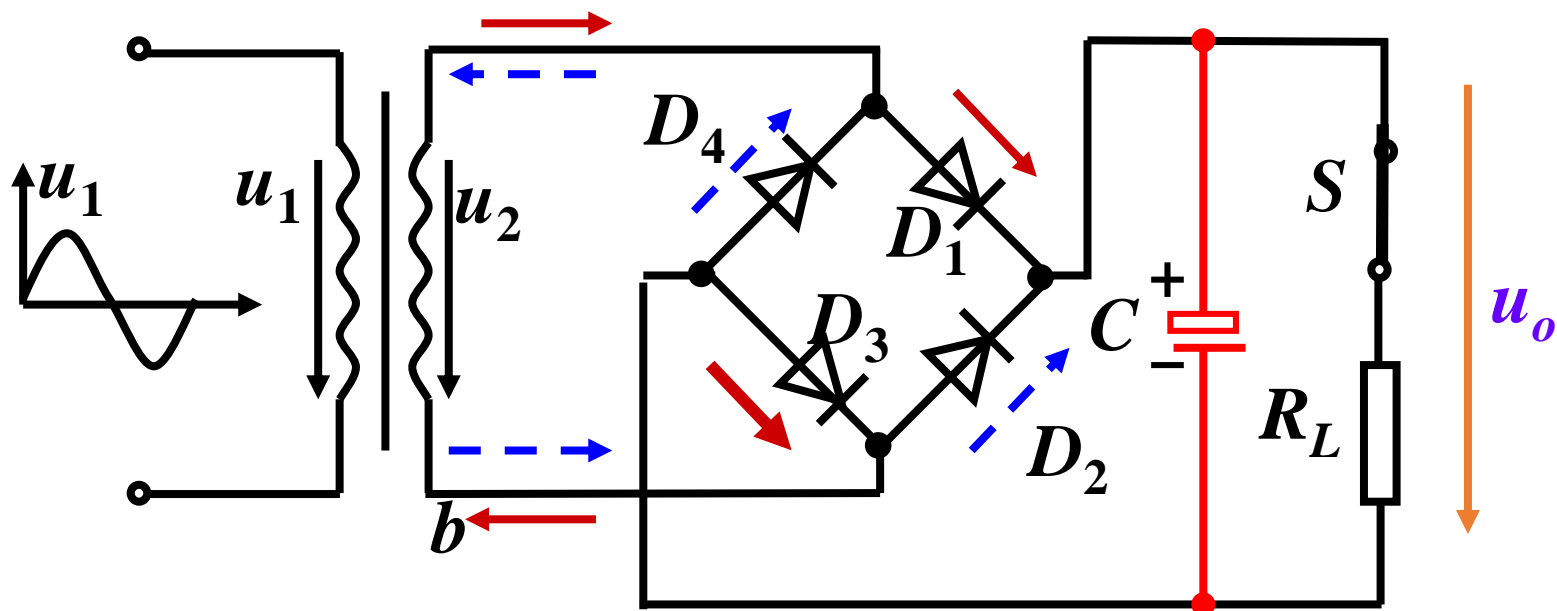
# 滤波电路



## 滤波电路的结构特点:

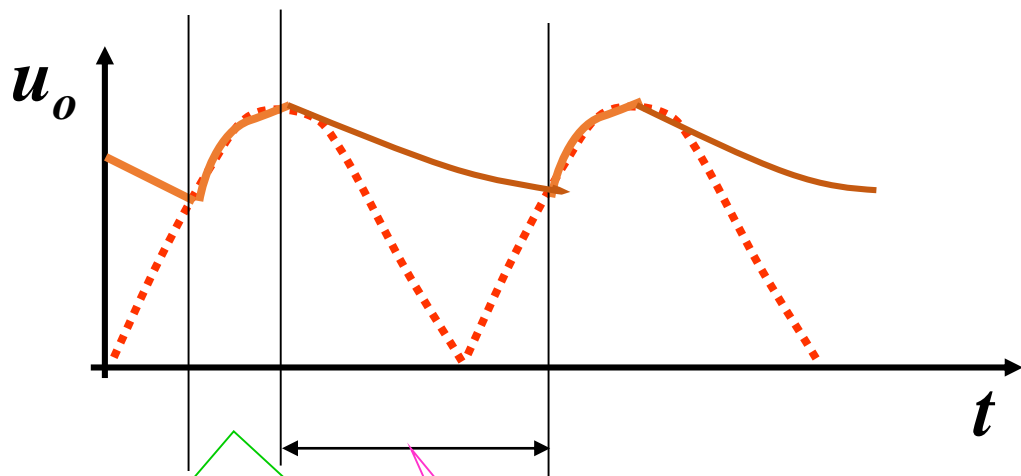


# 电容滤波电路



只有整流电路输出电压大于  $u_c$  时，才有充电电流。因此二极管中的电流是脉冲波。

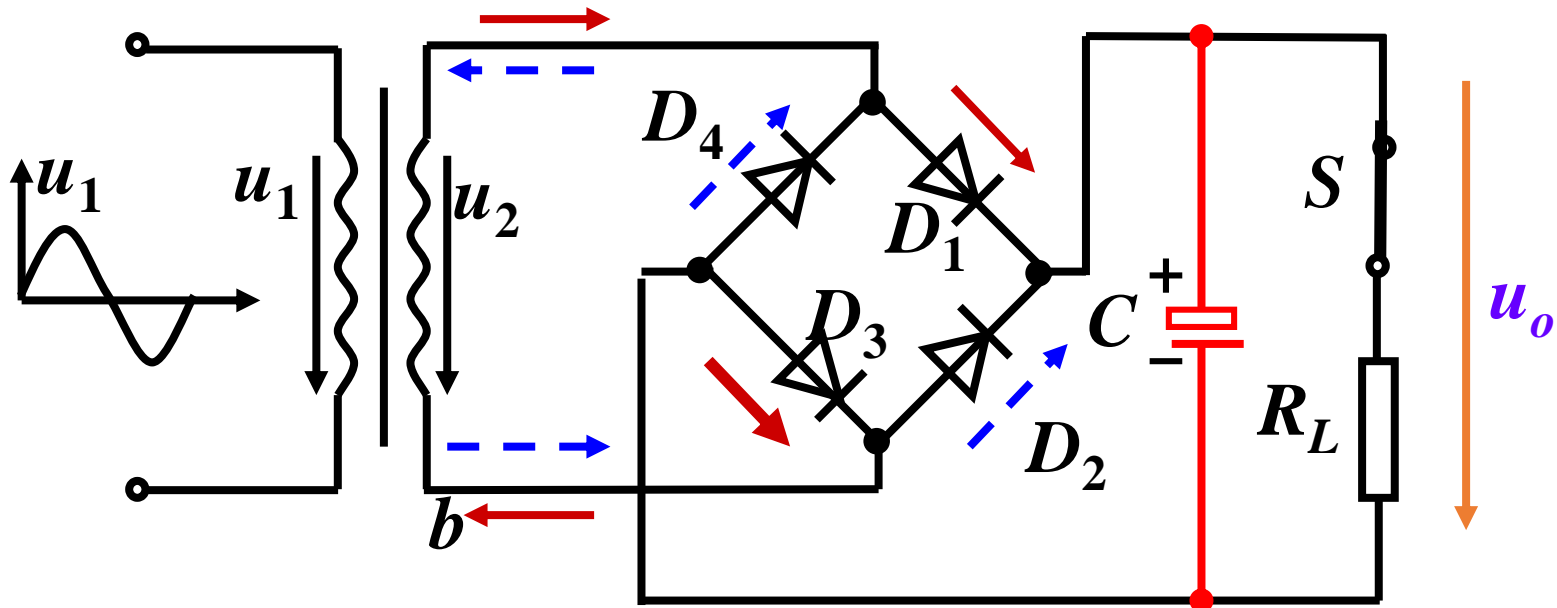




当 $u_2$ 上升到 大于电容上的电压 $u_c$ ,  
 $u_2$ 对电容充电, 充电时间常数  
 $\tau = r_d C$  很小, 每次都能充满

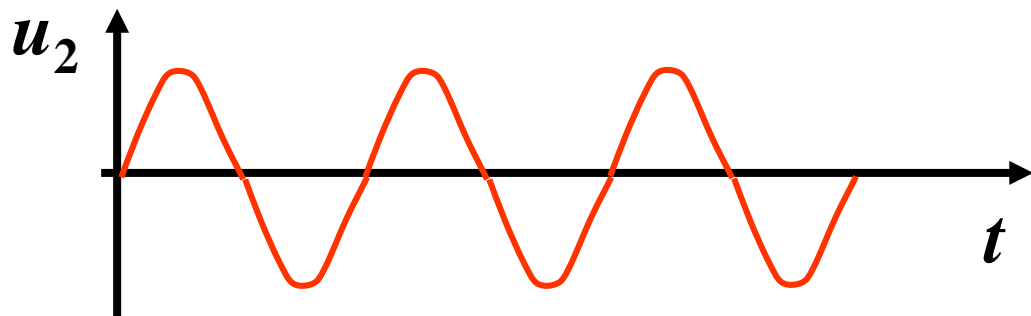
$$u_o = u_c \approx \sqrt{2} U_2$$

当 $u_2$ 下降到 小于电容上的电压时。  
**二极管承受反向电压**而截止。电  
 容 $C$ 通过 $R_L$ 放电,  $u_c$ 按指数规律  
 下降, 时间常数 $\tau = R_L C$ 比较大,  
 放电慢.

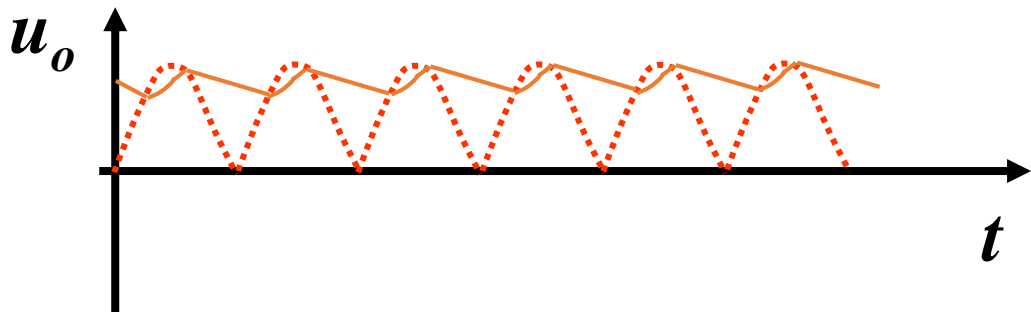


$R_L$ 接入（且 $R_L C$ 较大）时（考虑整流电路内阻）

电容充电时，  
电容电压滞后  
于 $u_2$ 。



$R_L C$ 越小，输  
出电压越低。



# 电容滤波电路的特点

(a) 输出电压 平均值  $U_o$  与时间常数  $R_L C$  有关

$R_L C$  愈大  $\rightarrow$  电容器放电愈慢  $\rightarrow U_o$  (平均值) 愈大

一般取  $\tau = R_L C \geq (5-10)T$  ( $T$ : 电源电压的周期)

$$\text{近似估算: } U_o = 1.2U_2 \quad I_o = U_o / R_L$$

(b) 流过二极管瞬时电流很大

$R_L C$  越大  $\rightarrow U_o$  越高  $\rightarrow$  负载电流的平均值越大 ;

整流管导电时间越短  $\rightarrow i_D$  的峰值电流越大

(c) 二极管承受的最高反向电压

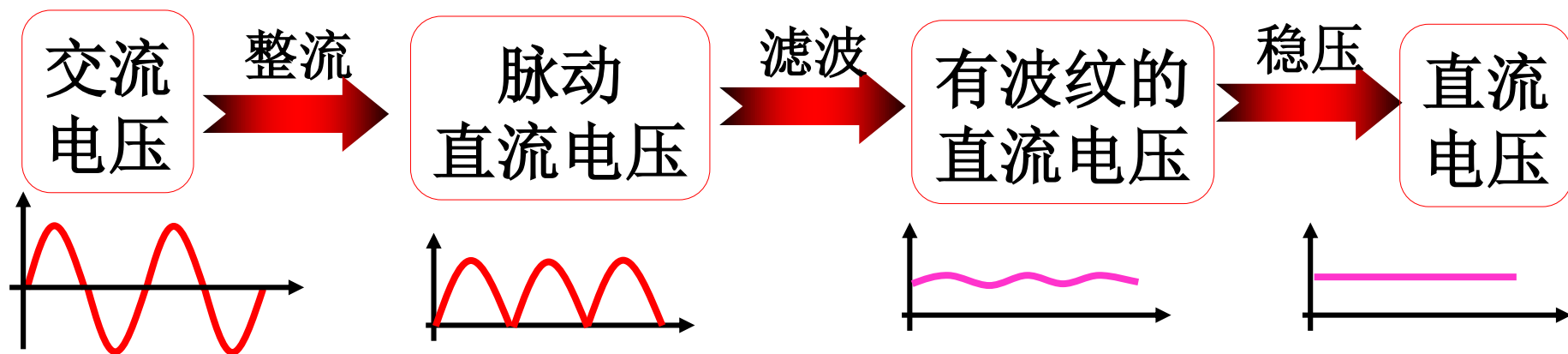
$$U_{RM} = \sqrt{2}U_2$$

# 4

## 稳压电路

---

## 稳压电路的作用：



# 稳压电路类型:

## 常用稳压电路 (小功率设备)

稳压二极管  
稳压电源

电路最简单，  
但是带负载能力差，一般只提供基准电压，不作为电源使用。

线性  
稳压电路

以下主要讨论线性稳压电路。

开关型  
稳压电路

效率较高，  
目前用的也比较多，但因学时有限，这里不做介绍。

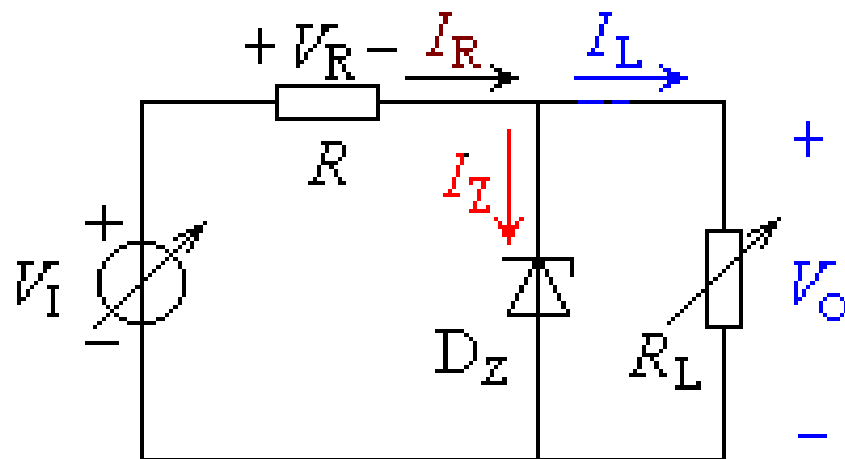
- 硅稳压二极管稳压电路
- 串联型稳压电源
- 三端集成稳压器
- 稳压电路的主要性能指标

# 硅稳压二极管稳压电路

## 1. 稳压原理

利用稳压二极管的反向击穿特性。

由于反向特性陡直，较大的电流变化，只会引起较小的电压变化。



硅稳压二极管稳压电路

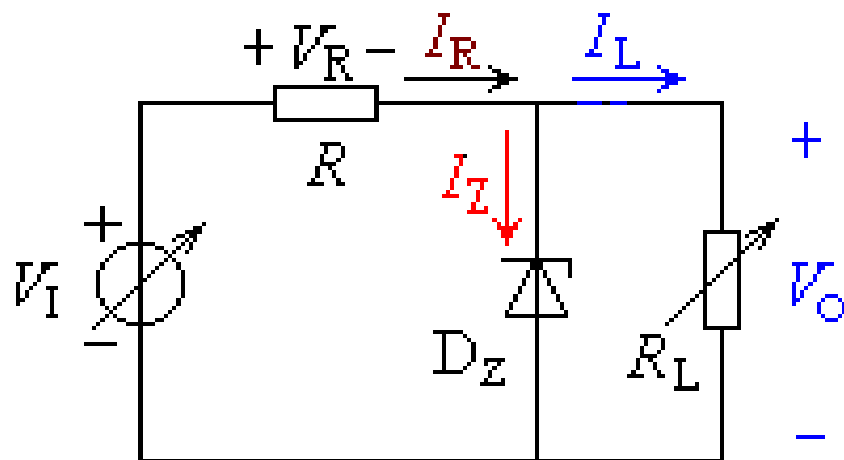


## 当输入电压变化时如何稳压？

根据电路图可知  $V_O = V_Z = V_I - V_R = V_I - I_R R$

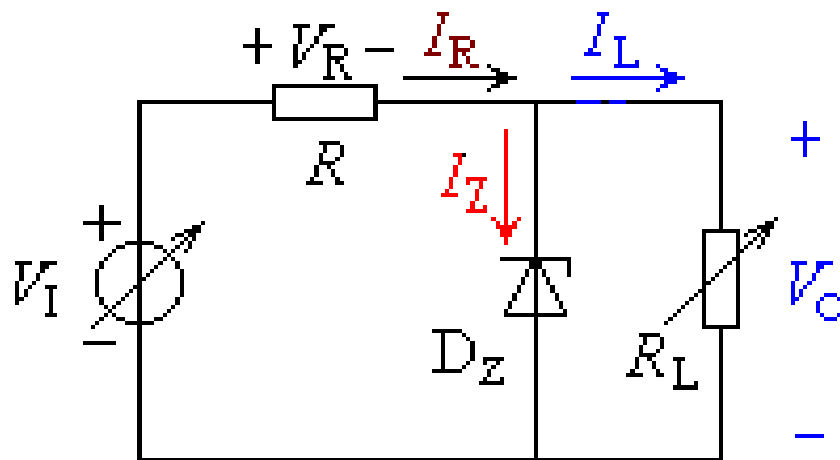
$$I_R = I_L + I_Z$$

输入电压  $V_I$  的增加，必然引起  $V_O$  的增加，即  $V_Z$  增加，从而使  $I_Z$  增加， $I_R$  增加，使  $V_R$  增加，从而使输出电压  $V_O$  减小。这一稳压过程可概括如下：



$$V_I \uparrow \rightarrow V_O \uparrow \rightarrow V_Z \uparrow \rightarrow I_Z \uparrow \rightarrow I_R \uparrow \rightarrow V_R \uparrow \rightarrow V_O \downarrow$$





硅稳压二极管稳压电路

这里 $V_O$ 减小应理解为，由于输入电压 $V_I$ 的增加，在稳压二极管的调节下，使 $V_O$ 的增加没有那么大而已。 $V_O$ 还是要增加一点的，这是一个有差调节系统。

## 2. 稳压电阻的计算

稳压二极管稳压电路的稳压性能与稳压二极管击穿特性的动态电阻有关，与稳压电阻 $R$ 的阻值大小有关。

稳压二极管的动态电阻越小，稳压电阻 $R$ 越大，稳压性能越好。

### 稳压电阻 $R$ 的作用

将稳压二极管电流的变化转换为电压的变化，从而起到调节作用，同时 $R$ 也是限流电阻。

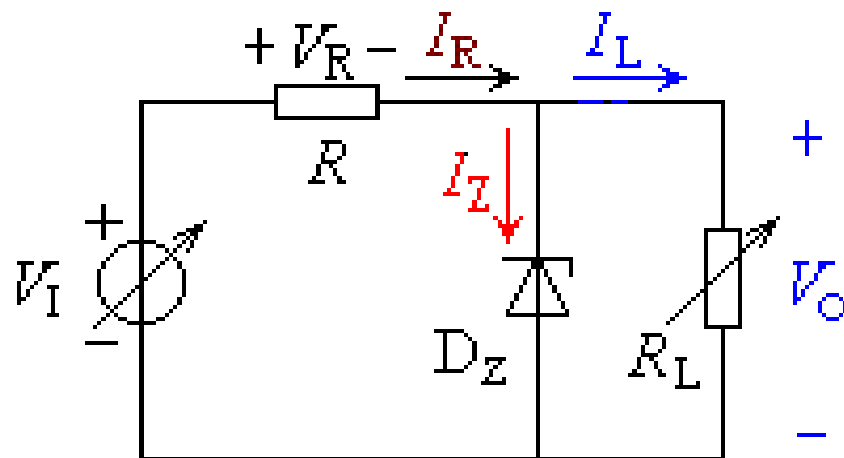
显然 $R$  的数值越大，较小 $I_Z$ 的变化就可引起足够大的 $V_R$ 变化，就可达到足够的稳压效果。

但 $R$  的数值越大，就需要较大的输入电压 $V_I$ 值，损耗就要加大。

## 稳压电阻的计算如下：

(1) 当输入电压最小，负载电流最大时，流过稳压二极管的电流最小。此时  $I_Z$  不应小于  $I_{Z\min}$ ，由此可计算出稳压电阻的最大值，实际选用的稳压电阻应小于最大值。即

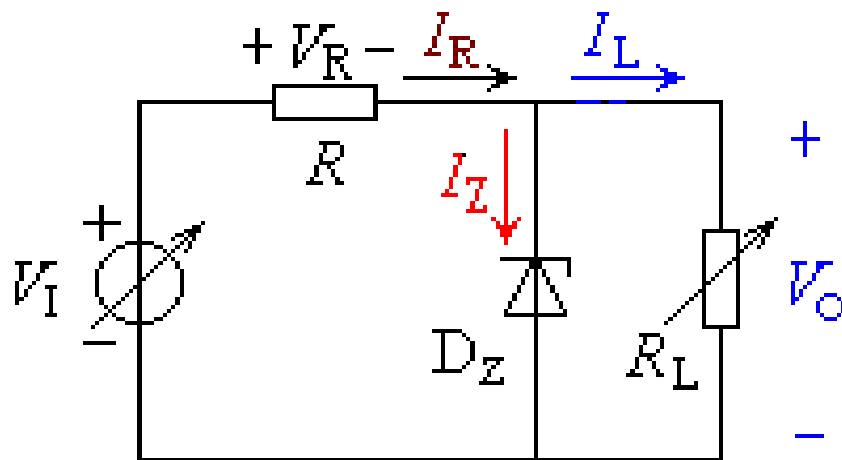
$$R_{\max} = \frac{V_{I\min} - V_Z}{I_{Z\min} + I_{L\max}}$$



(2) 当输入电压最大，负载电流最小时，流过稳压二极管的电流最大。此时  $I_Z$  不应超过  $I_{Z\max}$ ，由此可计算出稳压电阻的最小值。即

$$R_{\min} = \frac{V_{I\max} - V_Z}{I_{Z\max} + I_{L\min}}$$

$$R_{\min} < R < R_{\max}$$



稳压二极管在使用时  
一定要串入限流电阻，不  
能使它的功耗超过规定值，  
否则会造成损坏！

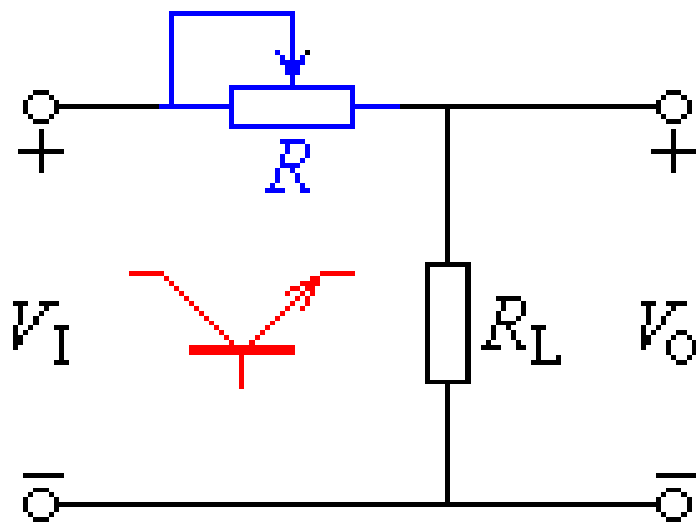
# 串联型稳压电源

## 1. 串联型稳压电源的构成

$$V_O = V_I - V_R,$$

当  $V_I \uparrow \rightarrow R \uparrow \rightarrow V_R \uparrow \rightarrow$  在一定程度上抵消了  $V_I$  增加对输出电压的影响。

若负载电流  $I_L \uparrow \rightarrow R \downarrow \rightarrow V_R \downarrow \rightarrow$  在一定程度上抵消了因  $I_L$  增加，使  $V_I$  减小，对输出电压减小的影响。

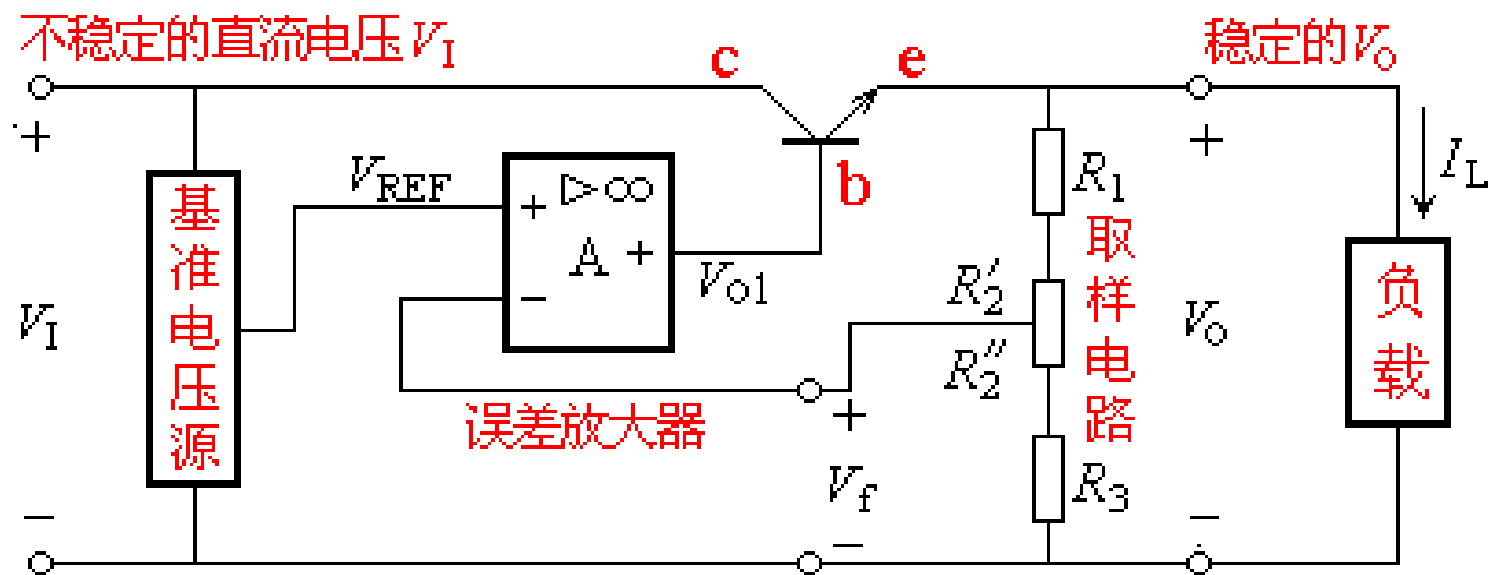


串联稳压电源示意图

在实际电路中，可变电阻 $R$ 是用一个三极管来替代的，控制基极电位，从而就控制了三极管的管压降 $V_{CE}$ ， $V_{CE}$ 相当于 $V_R$ 。

串联型稳压电源的构成：

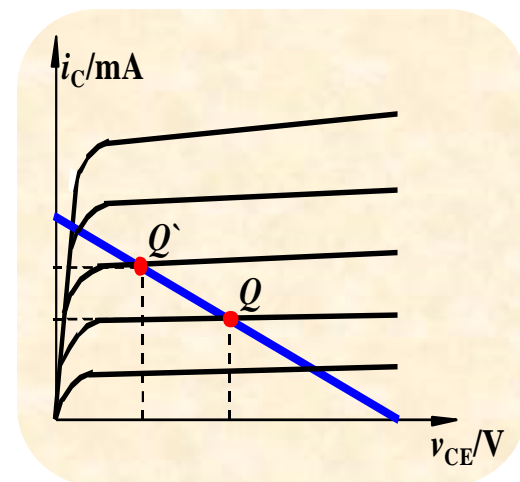
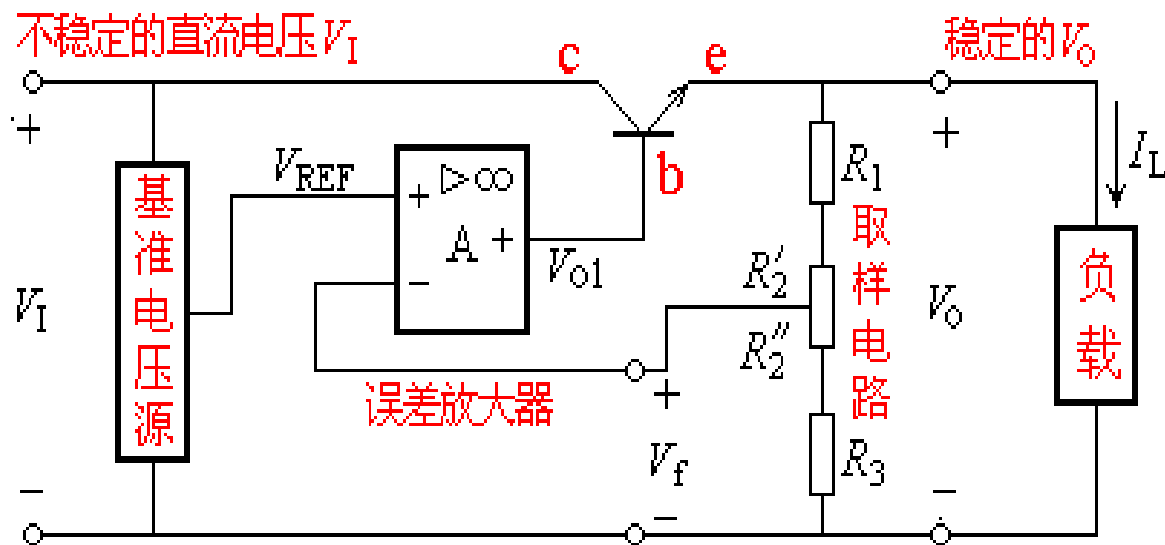
调整管、放大环节、比较环节、基准电压源



串联型稳压电路方框图

## 2. 工作原理

实质：电压负反馈



### 1. 输入电压变化时

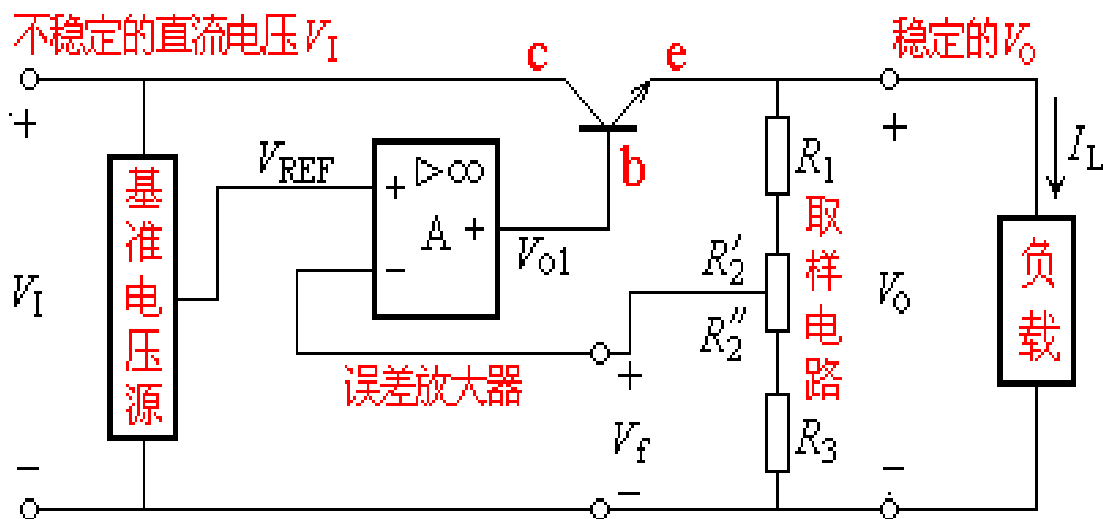
$$V_I \uparrow \rightarrow V_O \uparrow \rightarrow V_f \uparrow \rightarrow V_{O1} \downarrow \rightarrow V_{CE} \uparrow \rightarrow V_O \downarrow$$

### 2. 负载电流变化时

$$I_L \uparrow \rightarrow V_O \downarrow \rightarrow V_f \downarrow \rightarrow V_{O1} \uparrow \rightarrow V_{CE} \downarrow \rightarrow V_O \uparrow$$



### 3. 输出电压调节范围的计算



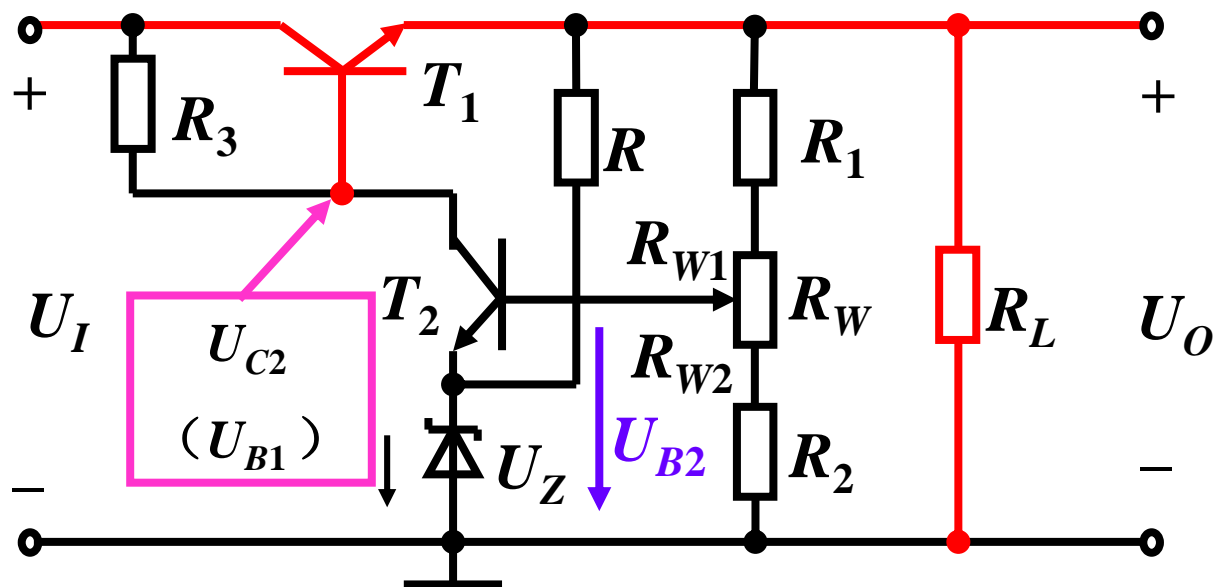
根据“虚短”  $V_f \approx V_{\text{REF}}$

$$\because V_f = \frac{R_2'' + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} V_o = F_V V_o \quad \therefore V_o = \frac{V_f}{F_V} \approx \frac{V_{\text{REF}}}{F_V}$$

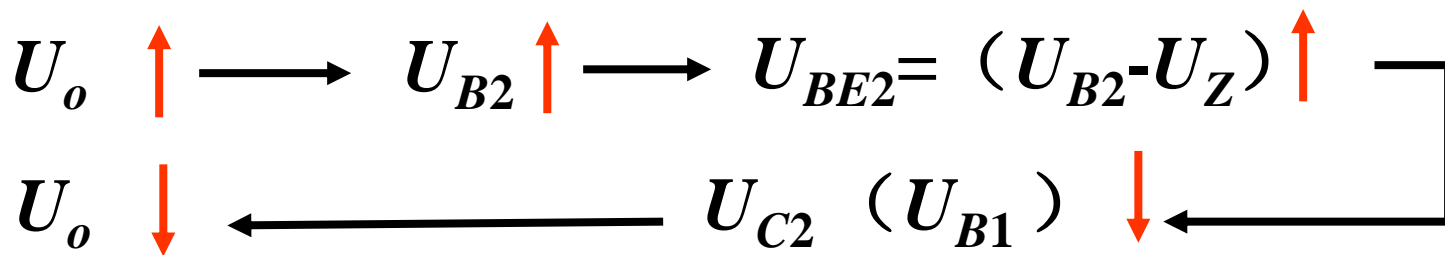
$$V_o = \left(1 + \frac{R_1 + R_2'}{R_3 + R_2''}\right) V_{\text{REF}}$$

可见，调节  $R_2$  可以改变输出电压。

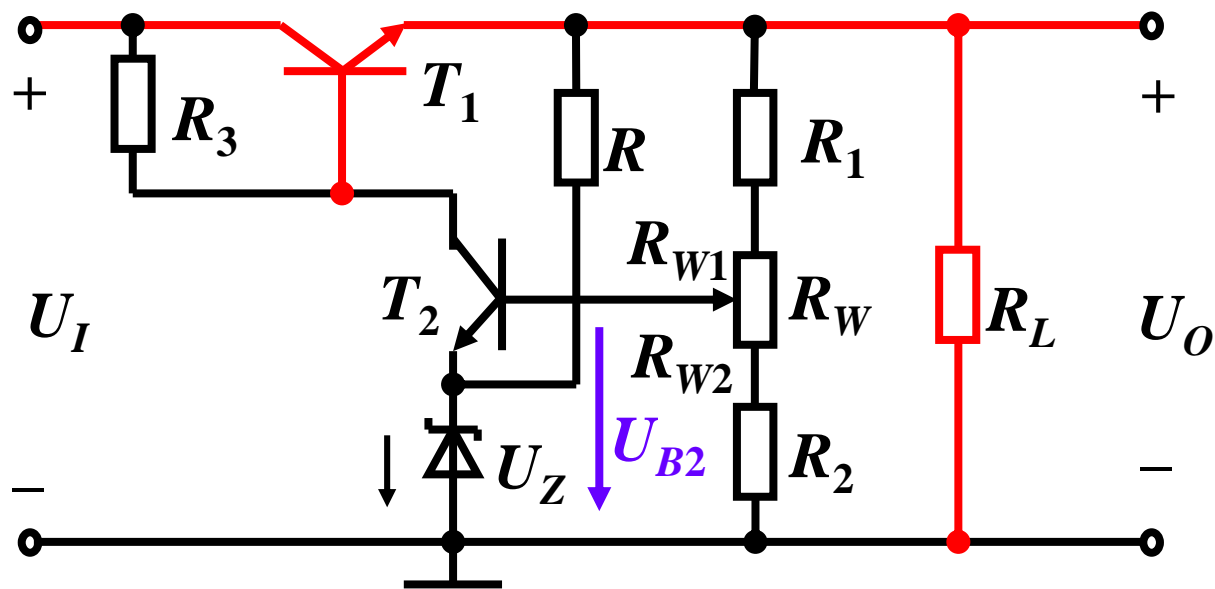
# 稳压原理



当  $U_I$  增加或输出电流减小使  $U_O$  升高时



# 输出电压的确定和调节范围

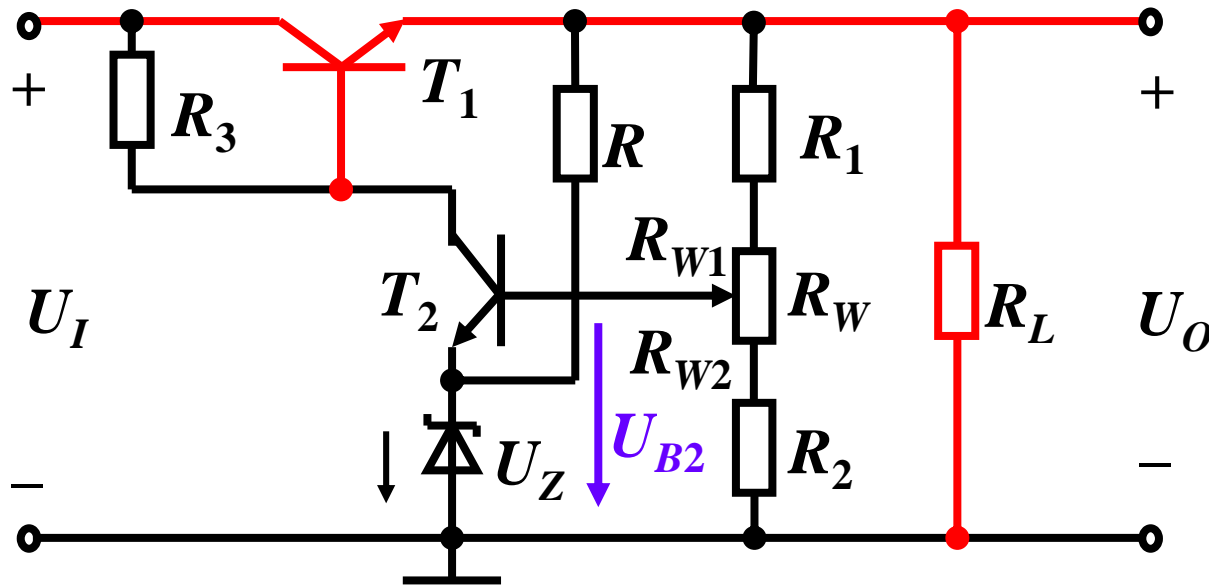


因为: 
$$U_Z + U_{BE2} = \frac{R_{W2} + R_2}{R_1 + R_2 + R_W} U_O$$

所以: 
$$U_O = \frac{R_1 + R_2 + R_W}{R_{W2} + R_2} (U_Z + U_{BE2}) = \frac{R_1 + R_2 + R_W}{R_{W2} + R_2} U_Z$$

忽略  $U_{BE2}$

例：  $U_I=18V$ ，  $U_Z=4V$ ，  $R_1=R_2=R_W=4.7k\Omega$ ， 求输出电压的调节范围。



$$U_{Omin} = \frac{R_1 + R_2 + R_W}{R_W + R_2} U_Z = \frac{4.7 + 4.7 + 4.7}{4.7 + 4.7} \times 4 = 6V$$

$$U_{Omax} = \frac{R_1 + R_2 + R_W}{R_2} U_Z = \frac{4.7 + 4.7 + 4.7}{4.7} \times 4 = 12V$$

# 三端集成稳压器

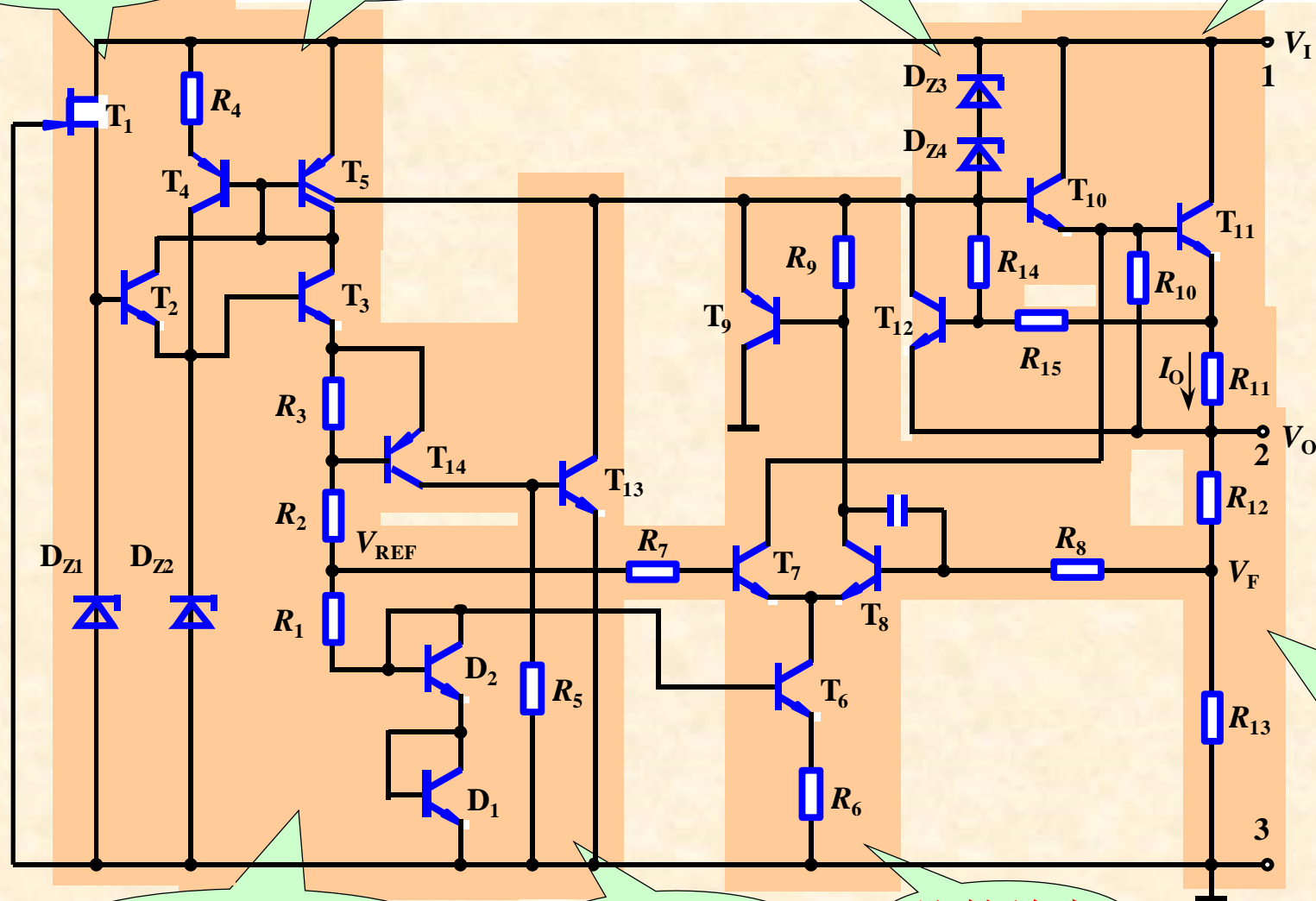
## 一. 输出电压固定的三端集成稳压器 (正电压 $78\times\times$ 、负电压 $79\times\times$ )

启动电路

恒流源

减流保护

调整电路



取样电路

基准电压电路

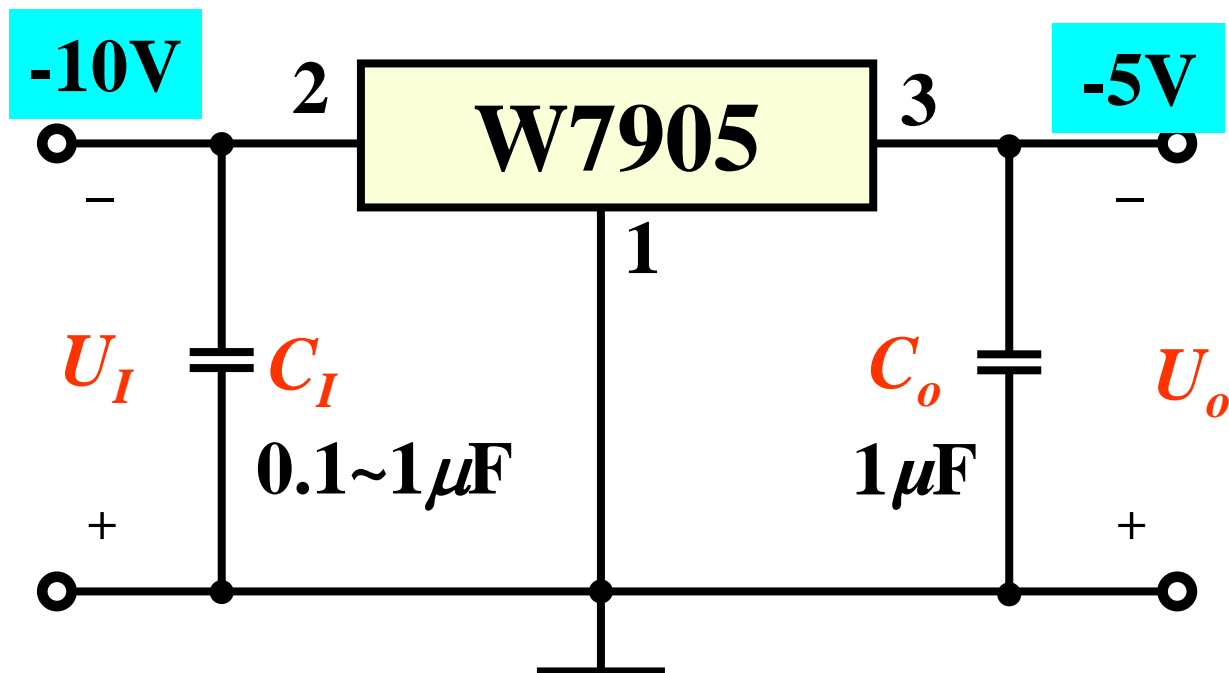
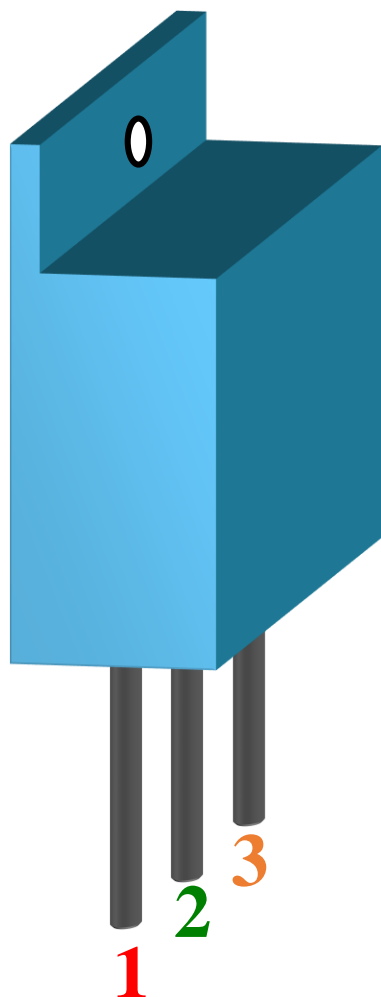
过热保护

比较放大

HOME

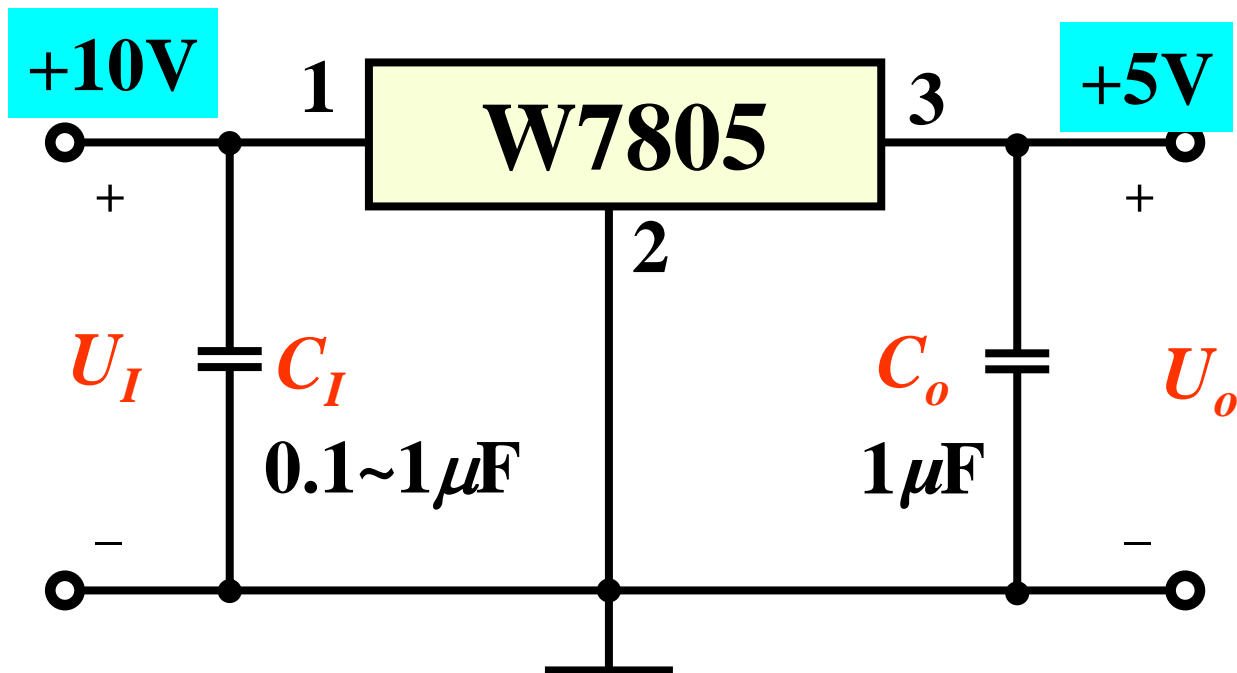
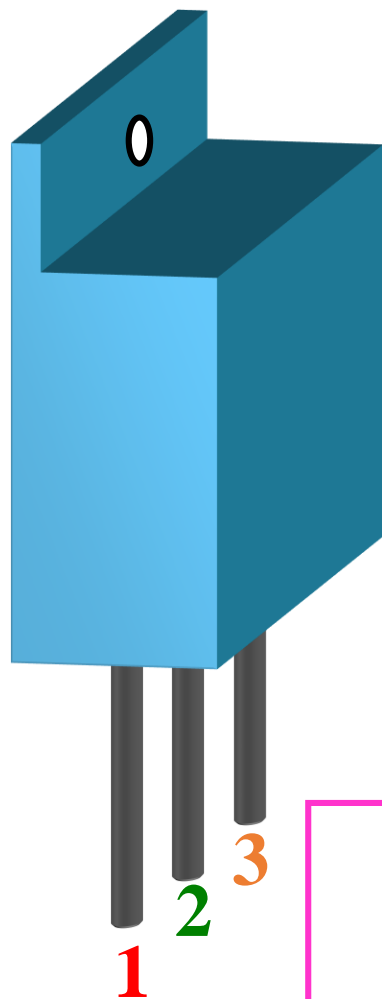
BACK NEXT

# W7900系列稳压器外形及典型接线图



1端: 公共端  
2端: 输入端  
3端: 输出端

# W7800系列稳压器外形及典型接线图



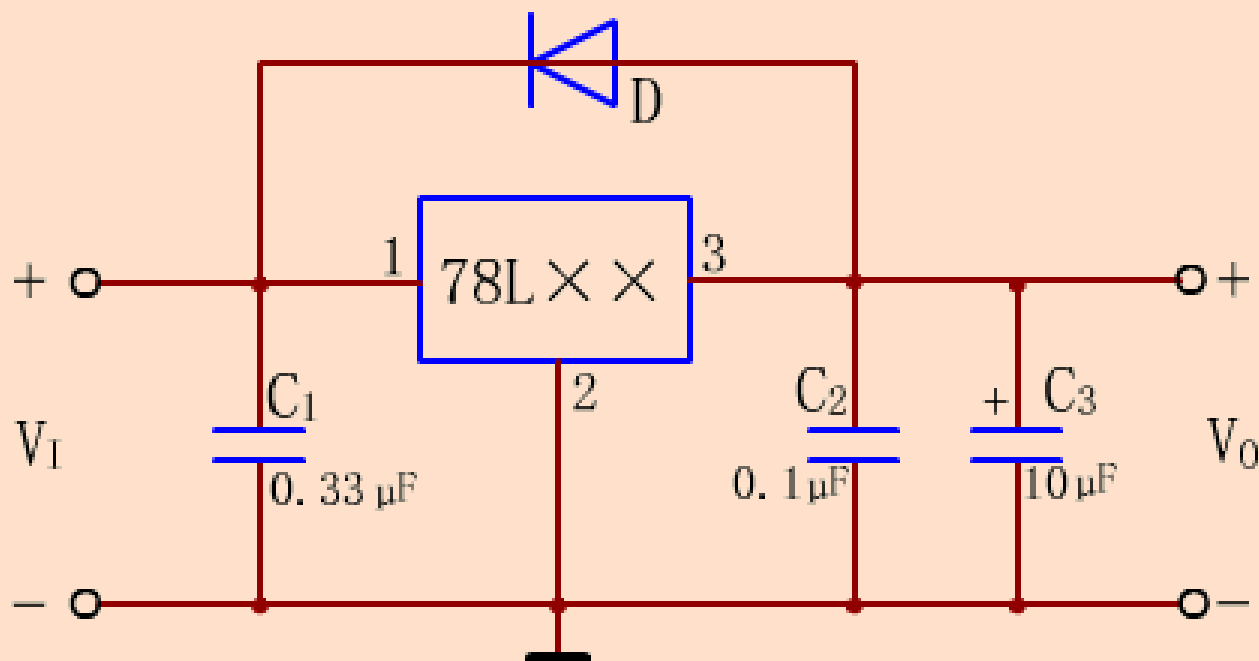
1端：输入端  
2端：公共端  
3端：输出端

**注意：**输入与输出端之间的电压不得低于3V！

# 三端集成稳压器的应用

## 1. 固定式应用举例

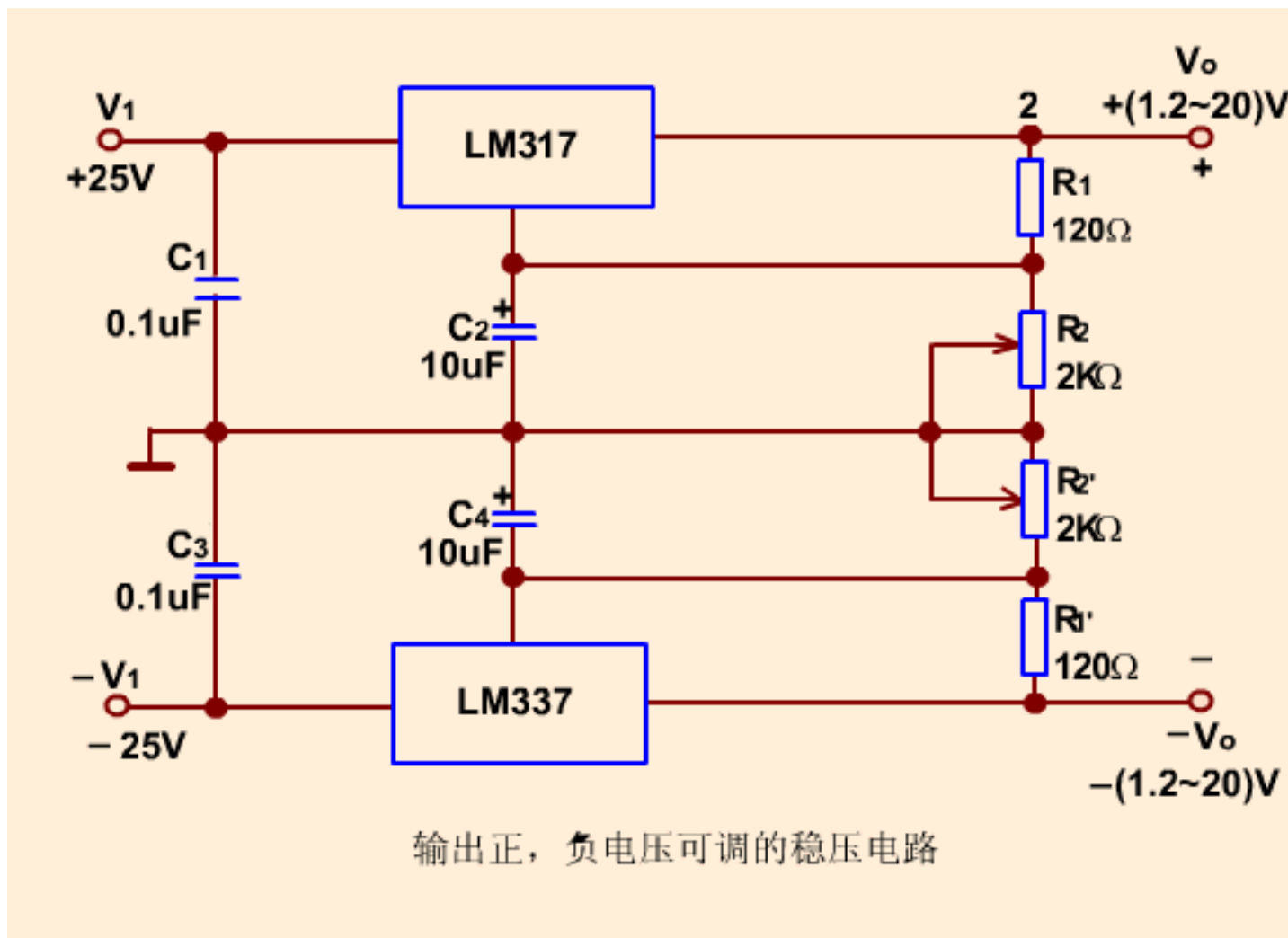
三端稳压器的典型接法





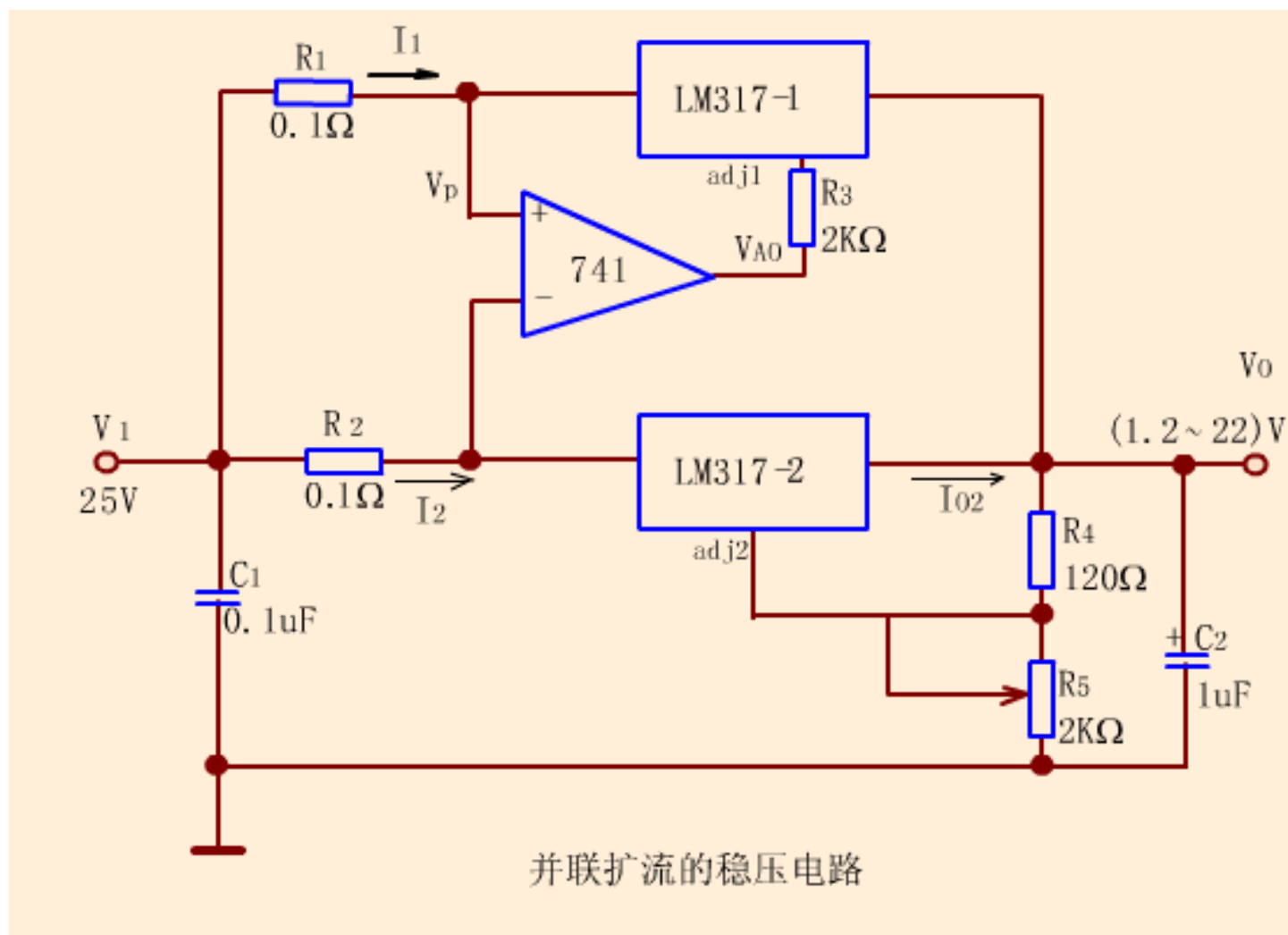
# 三端集成稳压器的应用

## 2. 可调式应用举例



# 三端集成稳压器的应用

## 2. 可调式应用举例



# 稳压电路的主要性能指标

输出电压变化量  $\Delta V_O = K_V \Delta V_I + R_o \Delta I_O + S_T \Delta T$

稳压系数

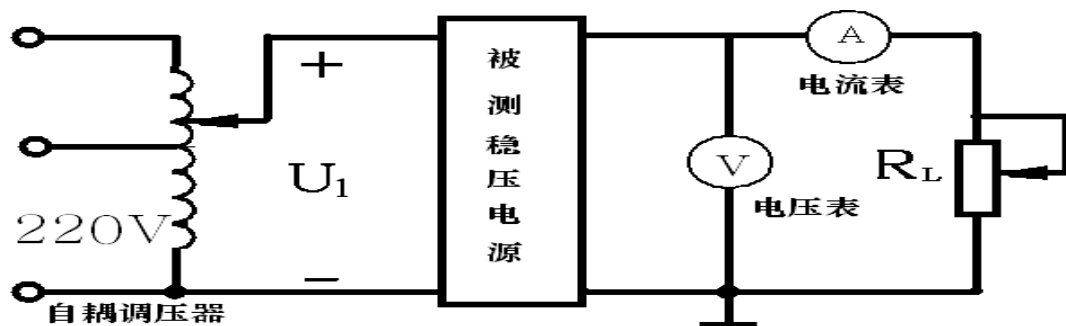
$$\gamma = \left. \frac{\Delta V_O / V_O}{\Delta V_I / V_I} \right|_{\substack{\Delta I_O = 0 \\ \Delta T = 0}}$$

输出电阻

$$R_o = \left. \frac{\Delta V_O}{\Delta I_O} \right|_{\substack{\Delta V_I = 0 \\ \Delta T = 0}}$$

温度系数

$$S_T = \left. \frac{\Delta V_O}{\Delta T} \right|_{\substack{\Delta V_I = 0 \\ \Delta T = 0}}$$



# 5

## 直流稳压电源的设计

# 直流稳压电源的设计方法

直流稳压电源的设计的依据是技术指标

设计的内容包括：

电路结构选择、参数计算、器件选择、具体电路

设计步骤包括：

根据市场、技术潮流、主要指标选择电源类型和电路结构

根据电压关系计算各部分的电压

根据电流关系计算各部分的电流

根据功率关系计算各部分的功率

根据电压、电流、功率选择器件

设计结果包括：

具体电路图，设计到电路、器件型号、管脚

# 电路结构的选择

稳压类型: 线性串联直流稳压电源和开关式稳压电源;

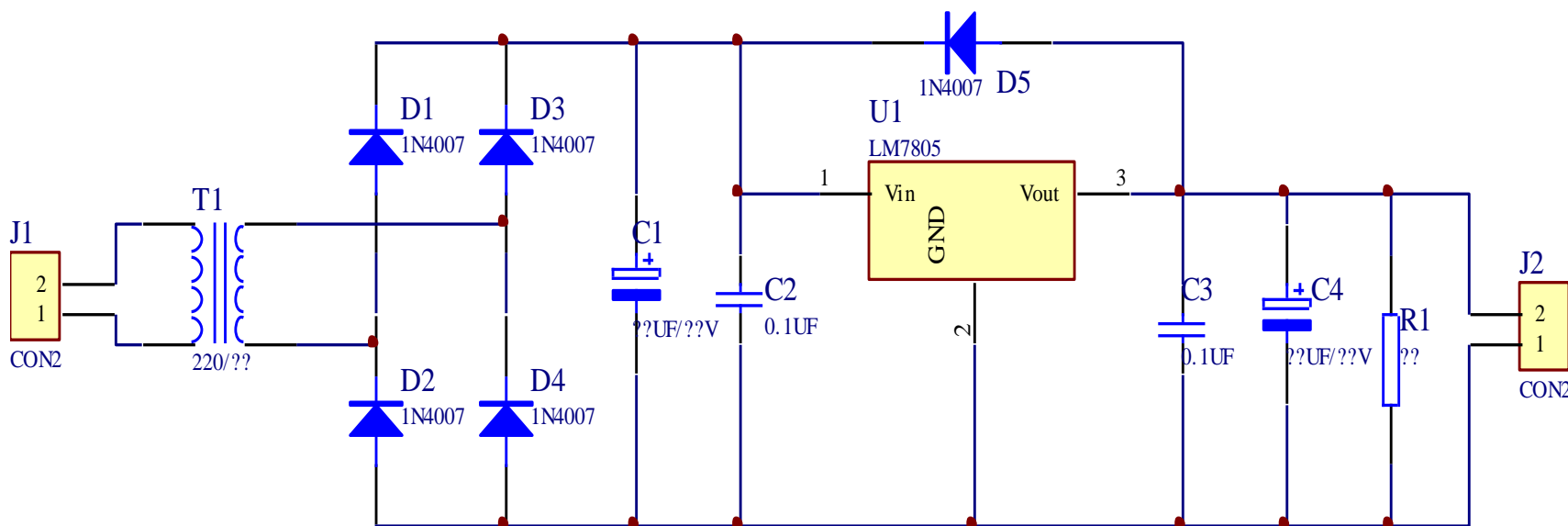
稳压器件: 三端稳压器, 晶体管稳压, 其他集成稳压器;

滤波电路: 电容滤波, 电感滤波, 电感电容滤波;

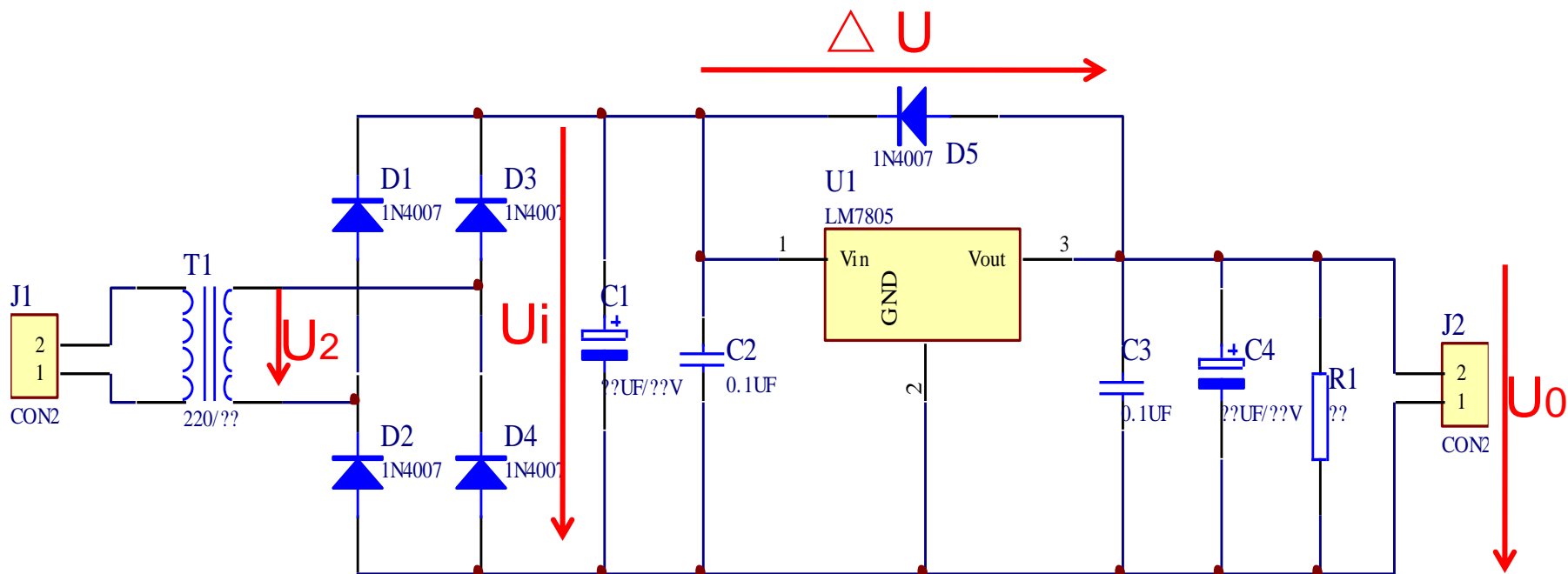
整流电路: 桥式整流, 全波整流, 半波整流;

工频变压器降压.

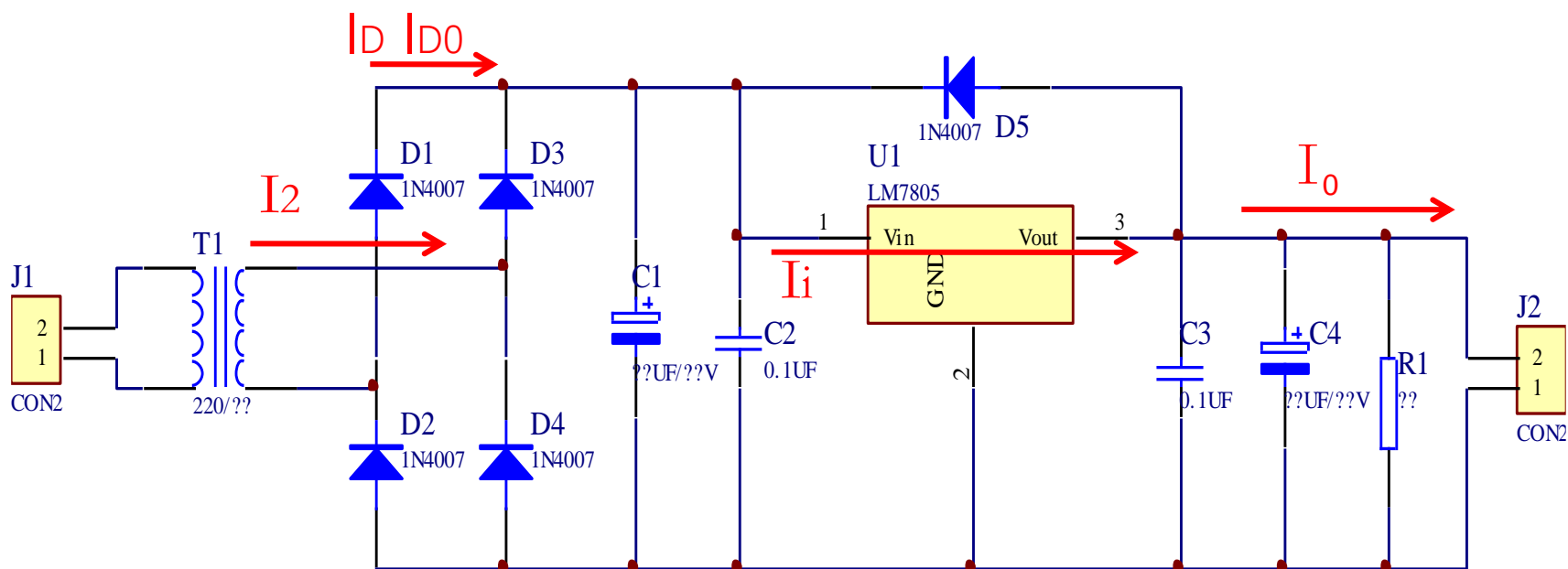
得到如下电路:



# 电路参数的计算—电压的计算



# 电路参数的计算—电流的计算





# 电路元件参数的选取

1、稳压器件: 三端稳压器,  
正稳压系列

78LXX: 100mA

78MXX: 500mA

78XX : 1A

78HXX: 5A

XX=05, 06, 08, 09, 12, 15, 24

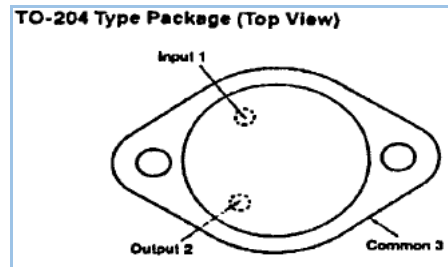
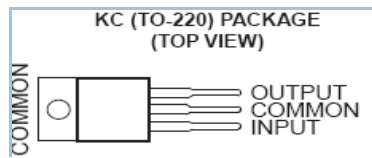
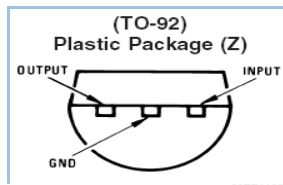
负稳压系列: 79LXX; 79MXX; 79XX;

正可调稳压系列: LM117; LM217; LM317

$U_o = 1.25 - 25V$        $I_{omax} = 1.5A$

负可调稳压系列: LM137; LM237; LM337

$U_o = -(1.25 - 25)V$        $I_{omax} = 1.5A$



## 2、输出滤波电容

作用：是输出电压波形更平滑，减少负载对电源的影响，提高动态响应。

取值范围：取值太小时，起不到应有的作用；太大时会造成冲击太大；反馈相移大，甚至自激。参考输出电流取值：

<100mA	500mA	1A	1.5A	3A	5A
47 $\mu$ F	100 $\mu$ F	220 $\mu$ F	470 $\mu$ F	1000 $\mu$ F	2200 $\mu$ F

耐压：>=50%的裕量

## 3、稳压器前后小滤波电容

主要目的是滤除高频干扰，电解电容的高频特性较差，小容量的无极性电容高频特性好，起到互补作用。也有利于改善动态特性。取值在0.01 $\mu$ F~0.33 $\mu$ F

## 4、泻放电阻

给稳压器的漏电流提供泻放回路，防止空载电压高于正常输出电压。

$R < U_0 / I_s$       $I_s$ 一般在微安数量级。

## 5、滤波电容

滤波电容越大纹波越小，但整流冲击大，电流有效值大，要求变压器和整流管的功率和电流都要大。

$$\tau = R_L C = (3-5) \frac{T}{2}$$

## 6、整流二极管、保护二极管

$$I_{D0} = \frac{1}{2} I_0$$

$$I_D = 1.25 I_0 = 2.5 I_{D0}$$

$$I_F = \frac{2.5}{1.57} I_{D0}$$

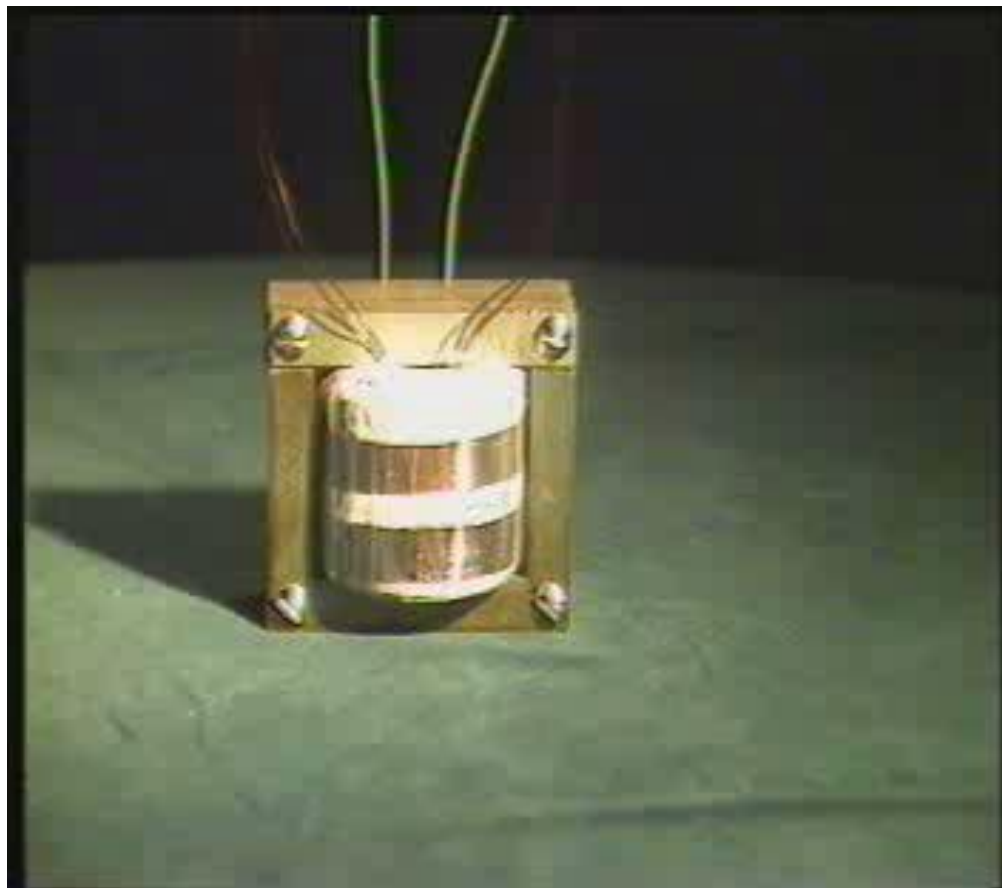
$$V_{DRM} = \sqrt{2} U_2$$

## 7、变压器

$$I_2 = \sqrt{2} I_D$$

$$P_2 = U_2 \times I_2$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta}$$



功率	30-80	80-200	200-400	400以上
效率	0.8	0.85	0.9	0.95

## 铁芯与磁导率 $\mu$

表征各种材料导磁能力的物理量

- 真空中的磁导率(  $\mu_0$  )为常数

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \quad (\text{亨/米})$$

- 一般材料的磁导率  $\mu$  和真空中的磁导率之比，称为这种材料的相对磁导率  $\mu_r$

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \quad \begin{cases} \mu_r \gg 1, & \text{则称为磁性材料} \\ \mu_r \approx 1, & \text{则称为非磁性材料} \end{cases}$$

# 功率损耗

$$P = UI \cos \varphi = RI^2 + \Delta P_{\text{Fe}}$$

$\Delta P_{\text{Cu}}$  线圈电阻  $R$  上的损耗

铜损耗  
 $\Delta P_{\text{Cu}}$

铁损耗  
 $\Delta P_{\text{Fe}}$

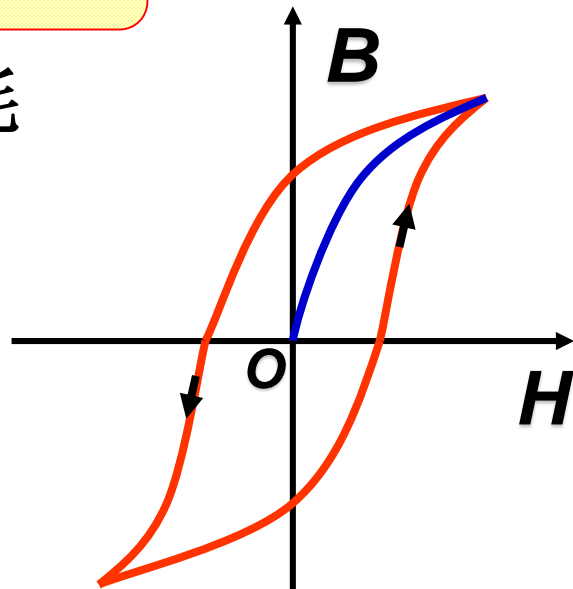
$\Delta P_{\text{Fe}}$  处于交变磁化下的铁心的损耗

铁损由磁滞和涡流产生。

## (1) 磁滞损耗 ( $\Delta P_h$ )

由磁滞所产生的能量损耗称为  
磁滞损耗 ( $\Delta P_h$ )。

单位体积内的磁滞损耗正比与磁滞回线的面积和磁场交变的频率  $f$ 。



**磁滞损耗转化为热能，引起铁心发热。**

**减少磁滞损耗的措施：**

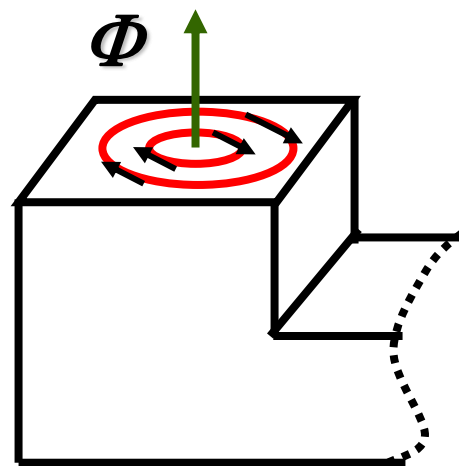
选用磁滞回线狭小的磁性材料制作铁心。变压器和电机中使用的硅钢等材料的磁滞损耗较低。

设计时应适当选择值以减小铁心饱和程度。

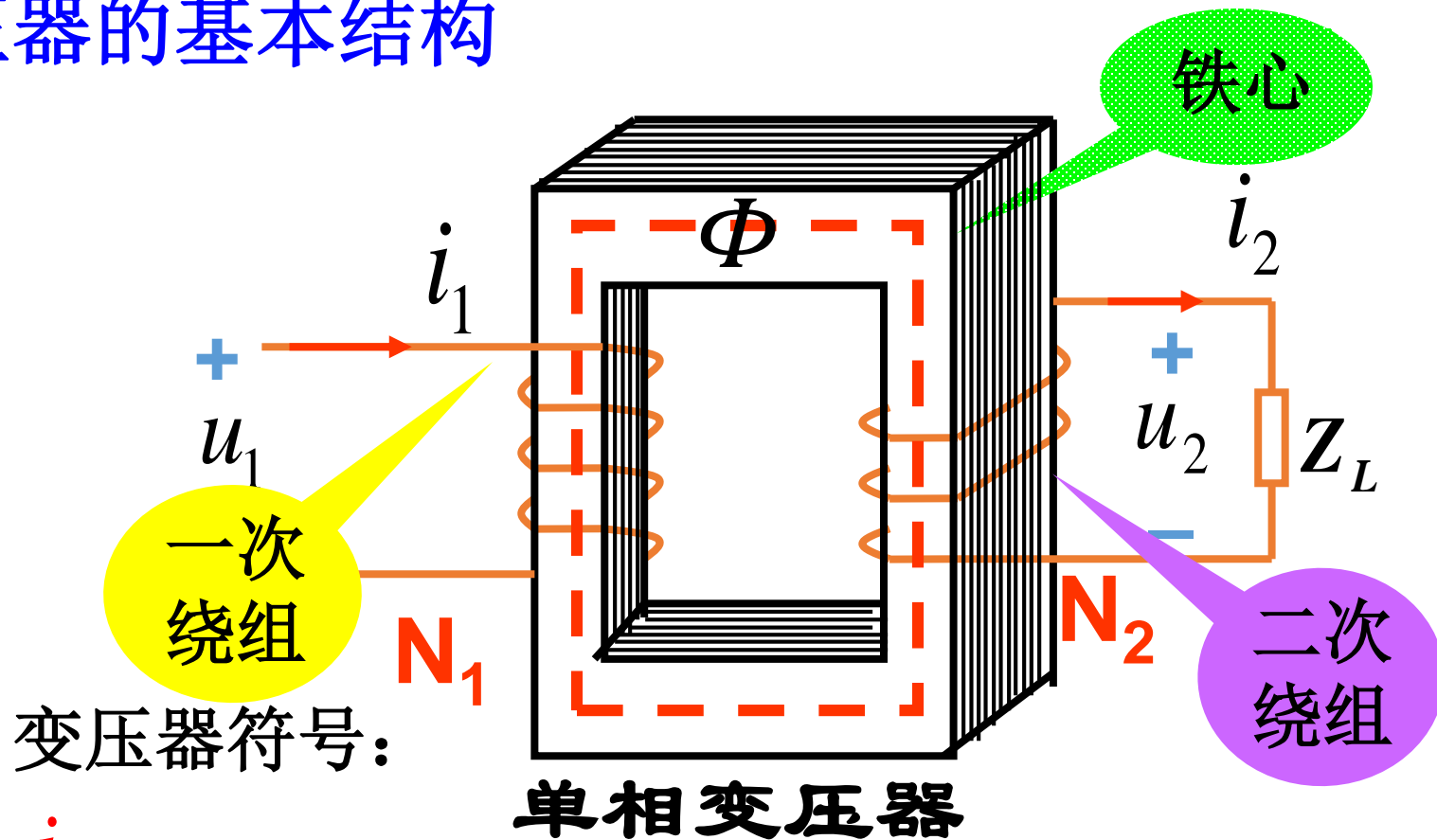
## **(2) 涡流损耗 ( $\Delta P_e$ )**

**涡流：**交变磁通在铁心内产生感应电动势和电流，称为涡流。涡流在垂直于磁通的平面内环流。

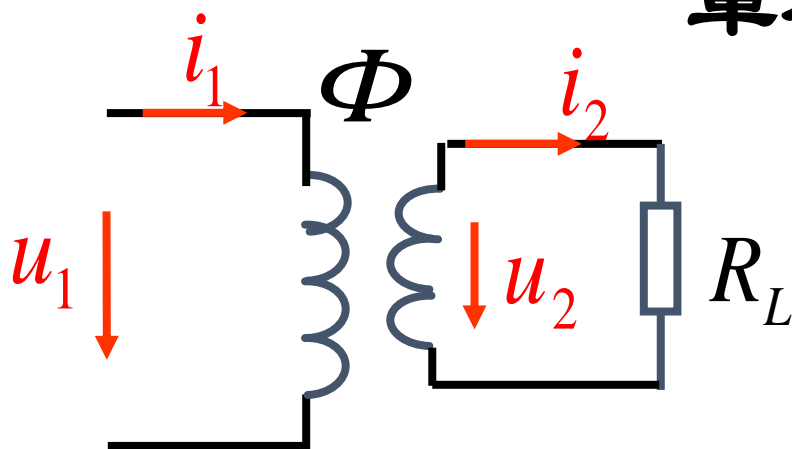
**涡流损耗：**由涡流所产生的功率损耗。  
**涡流损耗转化为热能，引起铁心发热。**



# 变压器的基本结构





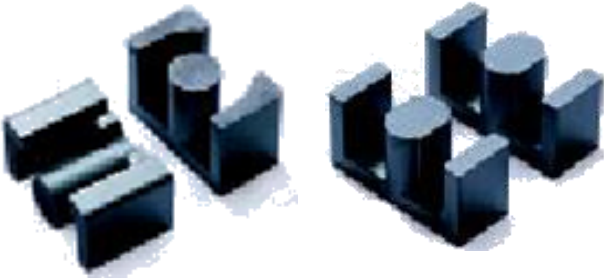
变压器符号:



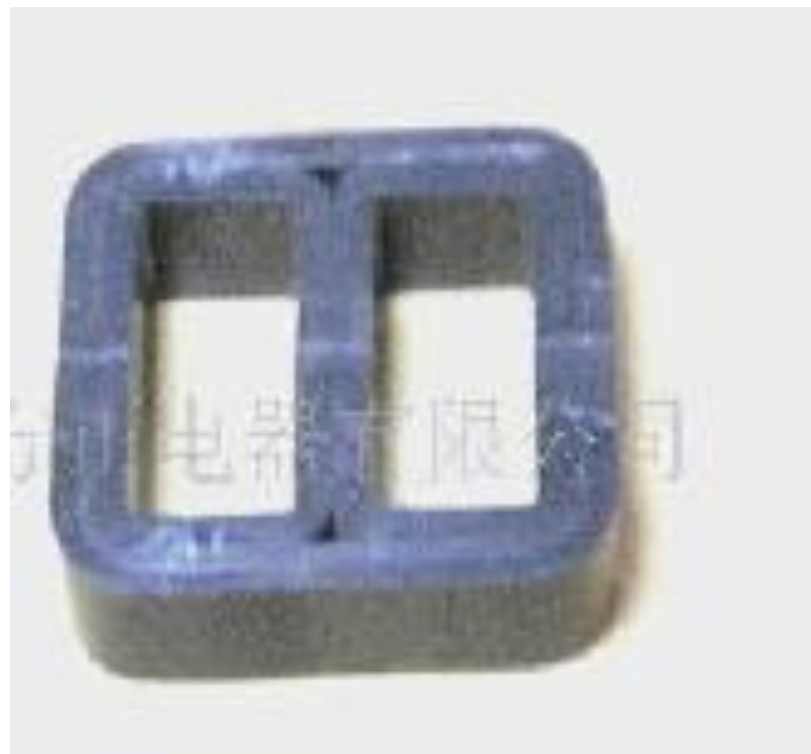
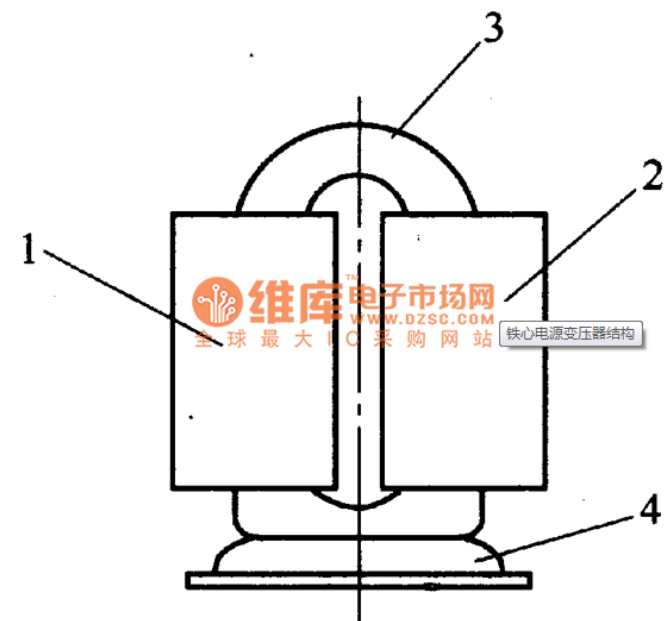
一次、二次绕组互不相连，能量的传递靠磁耦合。



## 磁芯形状及特点

形状		特点
EE、EI TYPE		<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 大小齐全</li><li>➤ 有<b>JIS</b>及<b>IEC</b>标准</li></ul>
EER、ETD TYPE		<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 大小齐全</li><li>➤ 有<b>JIS</b>及<b>IEC</b>标准</li></ul>
LP、EED TYPE		<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>low profile</b>（扁平特性）</li><li>➤ 适合高密度装配</li></ul>

# C型变压器



# EI变压器



**产品特点：** EI型铁芯变压器制造工艺简单，成本相对较低。由于铁芯片及与其相配套的线圈骨架均已形成系列并大量生产，所以应用十分广泛。

**？EI型铁芯变压器全部采取冷轧取向硅钢带冲制的铁芯，比采用其他材质的变压器损耗小、效率高，温升高。功率大小根据要求订制单相，三相（1VA—100KVA）。**

# R型变压器



采用取向性高磁导率硅钢带制成的，无切割环形截面的R铁芯是变压器的一个革命性突破。R型变压器具有体积小，重量轻和漏磁小等特点，与E-I型、C型和环形变压器相比有着更高的性能和可靠性。

### 体积小，重量轻

R型变压器具有无切割卷绕铁芯，使用高品质的材料，因而体积小，重量轻，使用这种变压器，你就可以将产品重新设计成更新颖的形状，并且降低成本。

### 高效率

由于铁芯无切割，损失就很小，使用高品质的材料和紧凑结构，把铁芯与绕组之间的距离降到最小，这样，R型变压器的效率通常可达90%以上。

### 漏磁最小

R型变压器的铁芯没有磁隙而且绕线极均衡，因而漏磁非常小，这样，就无需采取任何防范措施来防止影响漏磁。

### 产热量最小，无噪音

由于R型变压器是用高品质低损耗的材料制成，具有均匀圆形截面和连续的绕线，电阻损耗和产热都非常低，且由于没有切割，磁致伸缩应力就很容易被吸收，因而保证了实际应用无噪音。

### 励磁电流小

R型变压器设计合理，因而具有铁损低，产热少，励磁电流小和能耗省的特点。

### 符合安全标准

由于它的独特设计，将初级与次级的骨架分开，绝缘性能优良，由阻燃材料制成的互相分离的骨架可以满足任何国家的安全标准，还可以接受附件例如温度保险丝和电子一静电屏蔽规格

型号：可根据客户要求设计制造

绝缘等级：B(130°C) F(155°C) H(180°C)

R型变压器比E-I型变压器小30%，薄40%，轻40%。

R型变压器漏磁最小，比E-I型变压器小10倍。

R型铁芯变压器产生的热量最少比E-I型变压器小50%。

R型变压器不会产生噪音，这一特点远胜E-I型变压器或铁芯有间隙的切形铁芯变压器。

R型变压器不与环形变压器相比，工作性能更强，可靠性更高，绝缘性能强，安装简便。

R型变压器的构造比E-I和C型变压器简单但可靠性和品质都比它们高。

R型变压器的容量允许你进行更细密的设定和减低成本提高效益。

R型变压器的设计已基本上满足全球一切安全标准。

R型变压器的生产已有多年的经验，而产量每年增加。采用R型变压器的公司现急剧上升。

R型变压器主要应用于显示器、打印机、电脑终端机、复印机、图文传真机、卫星广播接收

器、高保真音响扩音器、测量和测试设备、电力设备、仪器、计量流量仪器、医用电子设备、

金融仪器、工业设备、电梯升降机、信号设备、监控器报警设备、通讯设备等等。用

了R型变压器必能使你的质量效



高品质环型变压器：其采用进口硅钢带卷绕而成，其磁路无气隙，充分利用硅钢带的方向，故其磁路特性极好。本身漏磁小，负载能力强，效率高。其产品大量用在高档音响、功放机供电电源、仪器仪表、电器设备、灯饰照明及要求严格的医疗机械上。今后随着人们对电子产品的要求越来越高，其产品的市场占有率将越来越多，应用的领域也更广泛。