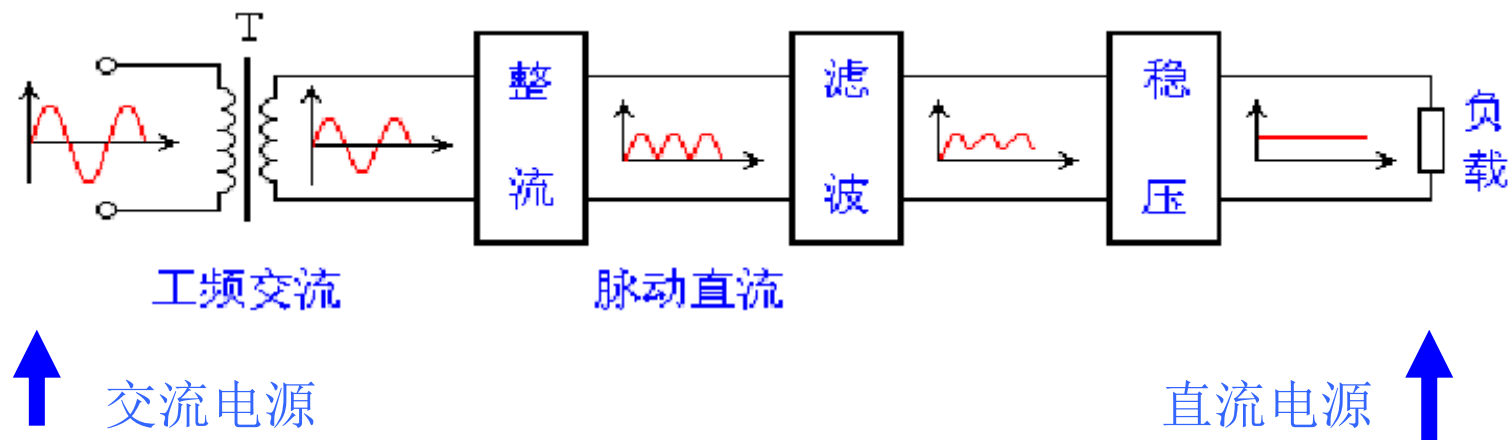


第九章 直流电源

内容

- 概述
- 整流电路
- 滤波电路
- 稳压电路

一、直流电源组成



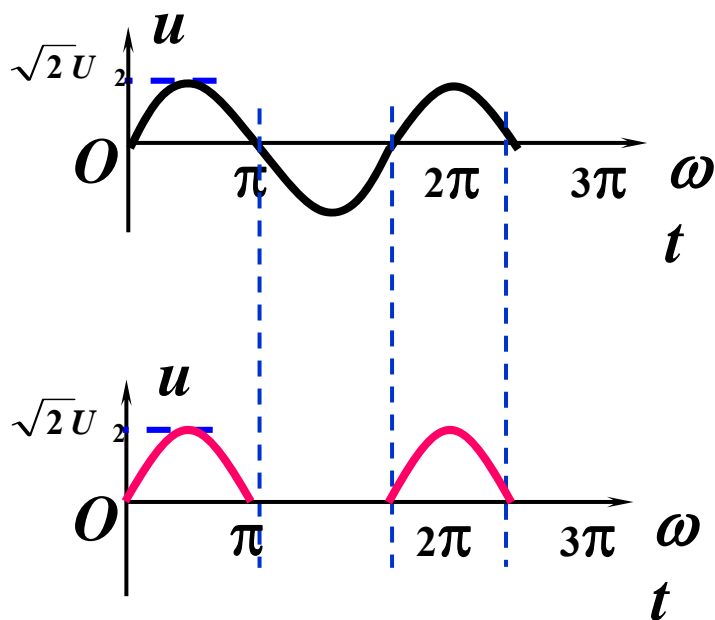
整流电路是将工频交流电转为具有直流电成分的脉动直流电。

滤波电路是将脉动直流中的交流成分滤除，减少交流成分，增加直流成分。

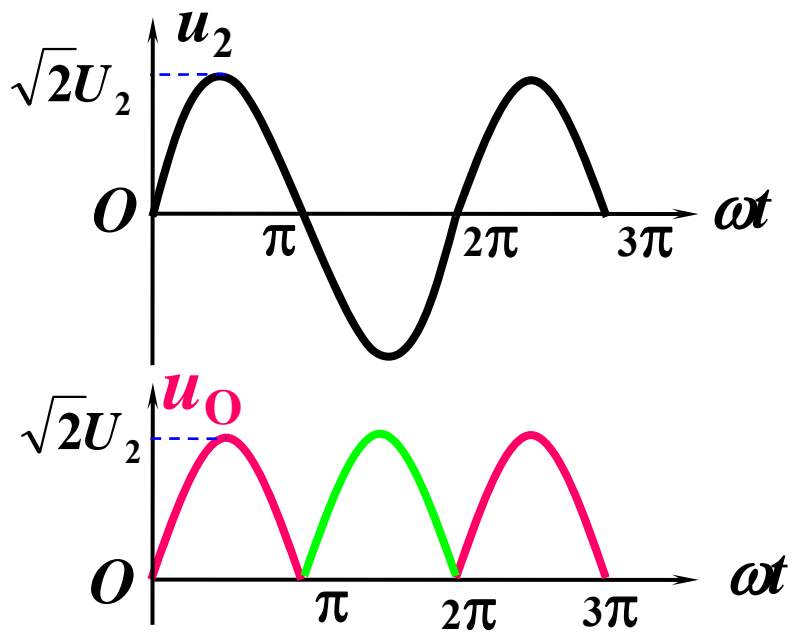
稳压电路进一步稳定整流滤波后的直流电压。

二、整流电路

1、整流电路---将交流信号变成单极性信号

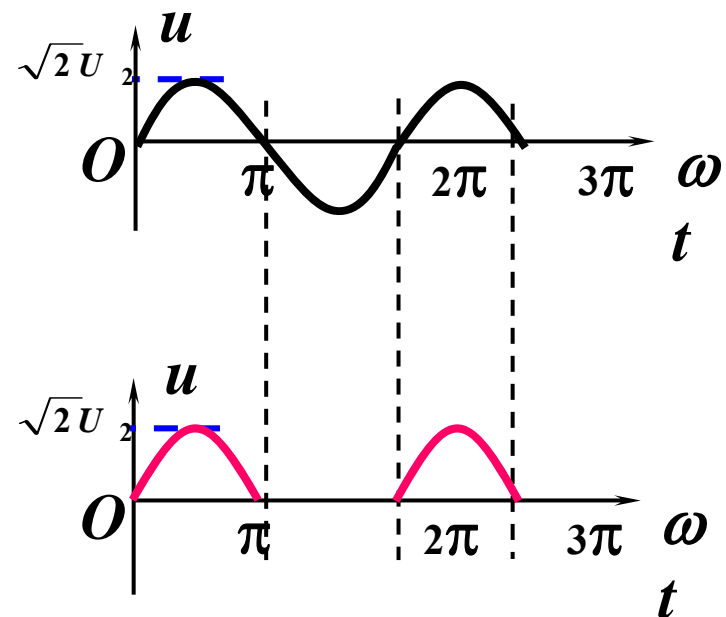
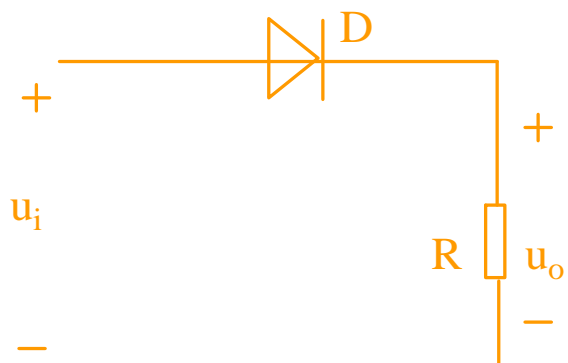


半波整流

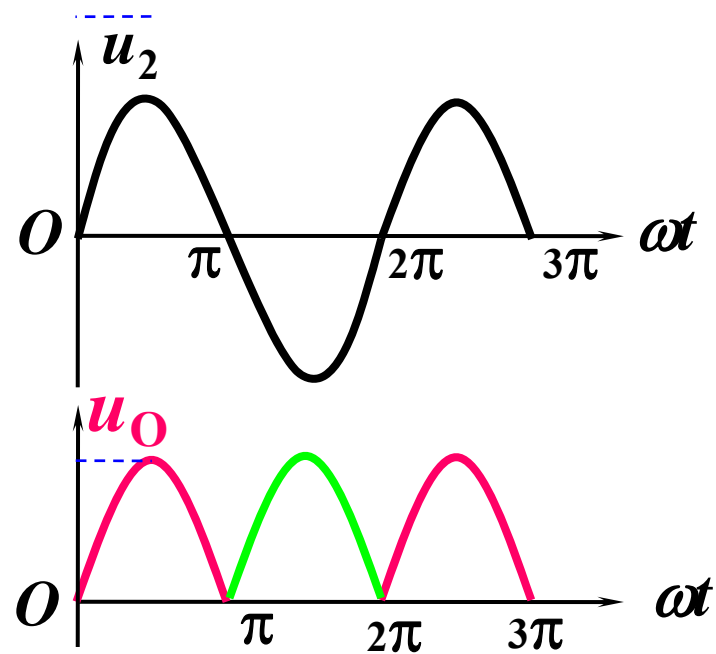
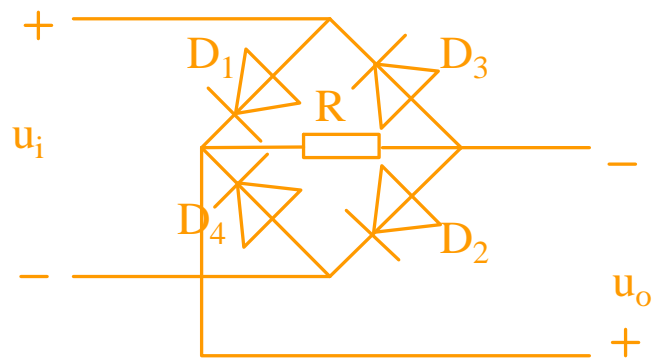


全波整流

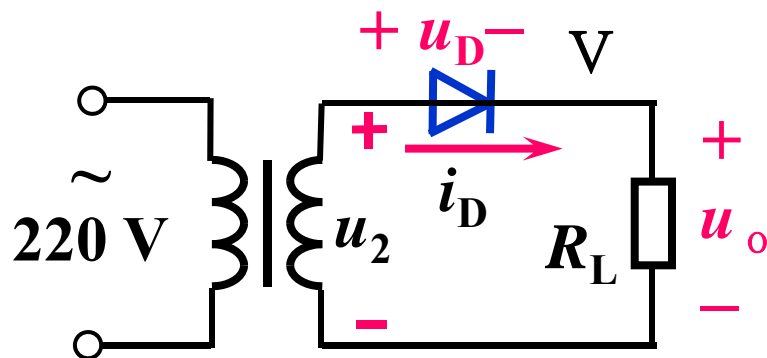
二极管半波整流电路



二极管全波整流电路



2、半波整流电路分析



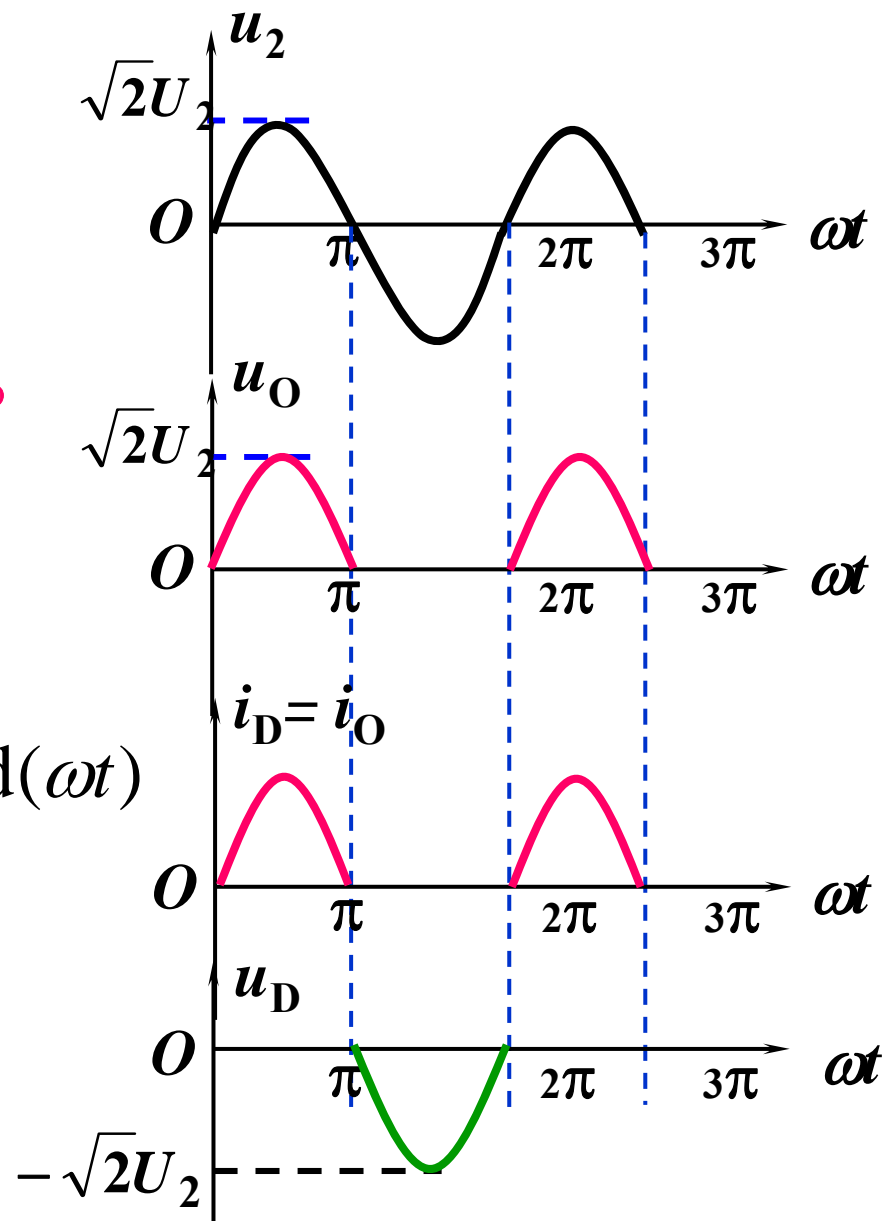
$$u_2 = \sqrt{2}U_2 \sin(\omega t)$$

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

$$= 0.45U_2$$

$$I_D = I_o = 0.45 \frac{U_2}{R_L}$$

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



3. 全波整流电路分析

1) 整流输出电压平均值

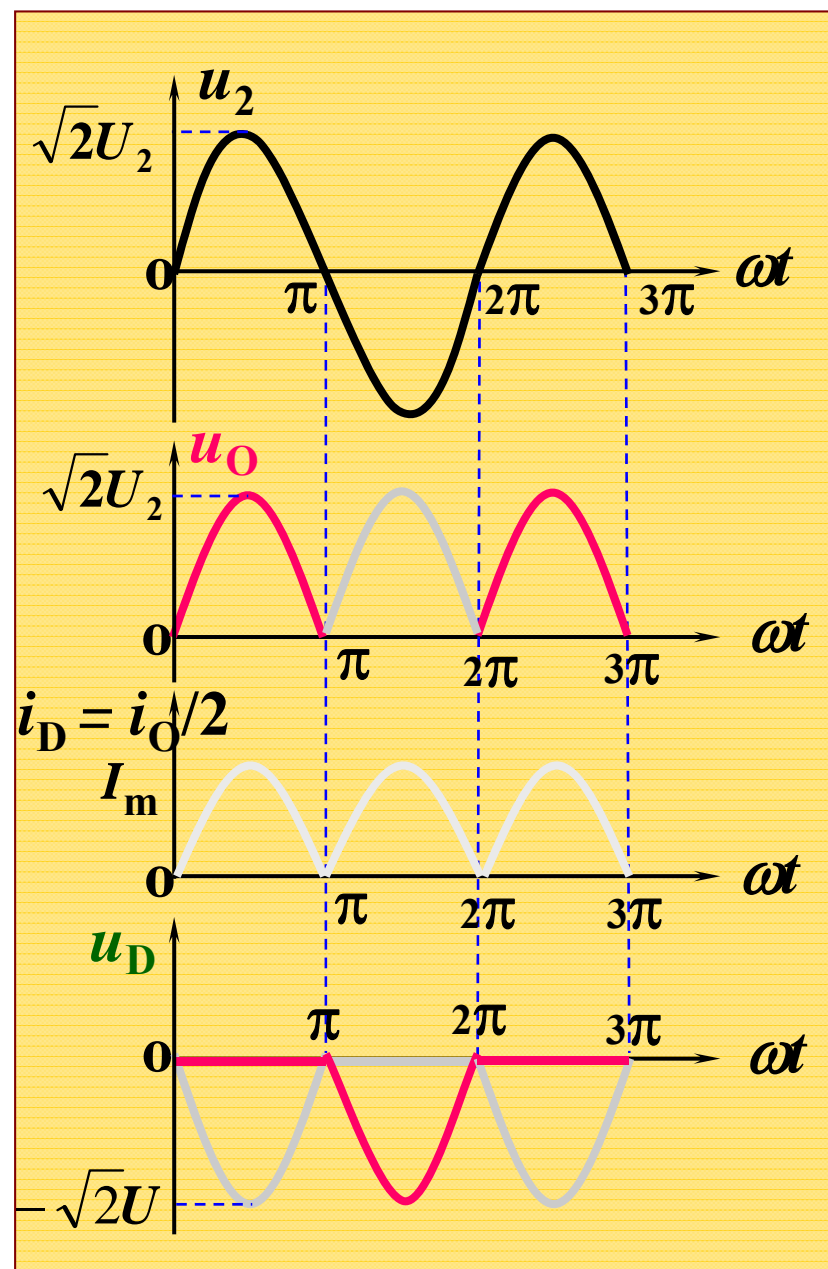
$$\begin{aligned} U_O &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U \sin(\omega t) d(\omega t) \\ &= \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0.9U_2 \end{aligned}$$

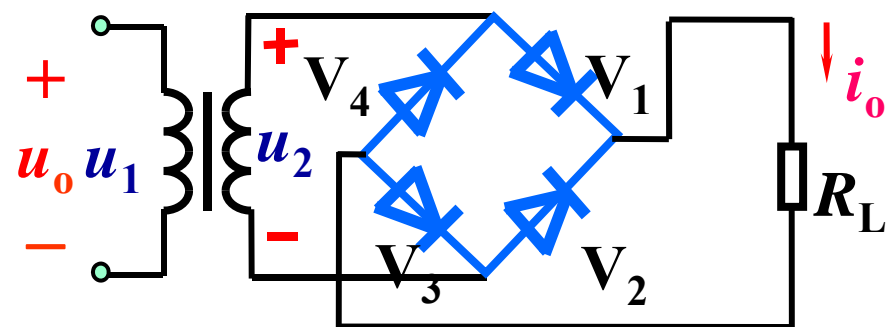
2) 二极管平均电流

$$I_D = \frac{1}{2} I_O = \frac{U_O}{2R_L} = 0.45 \frac{U_2}{R_L}$$

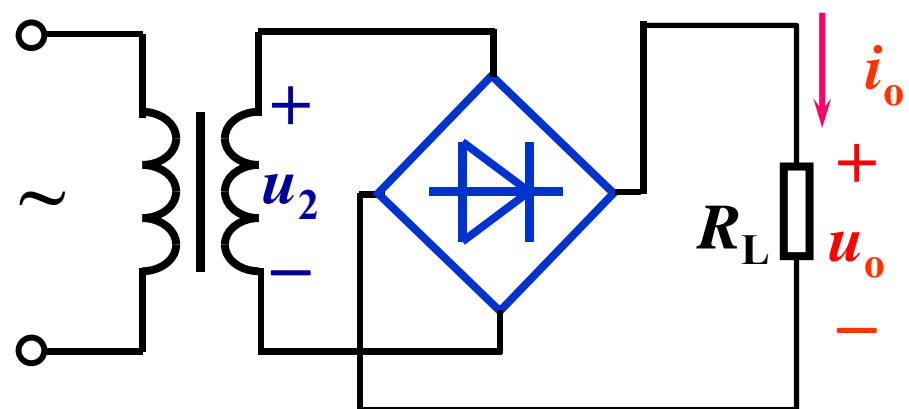
3) 二极管最大反向压

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



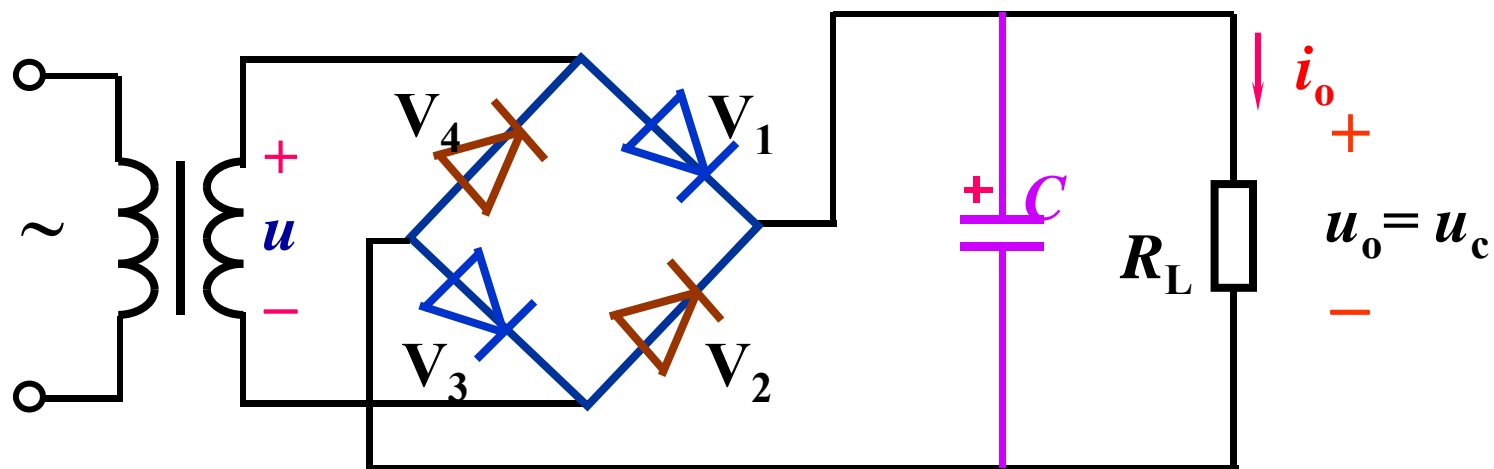


简化

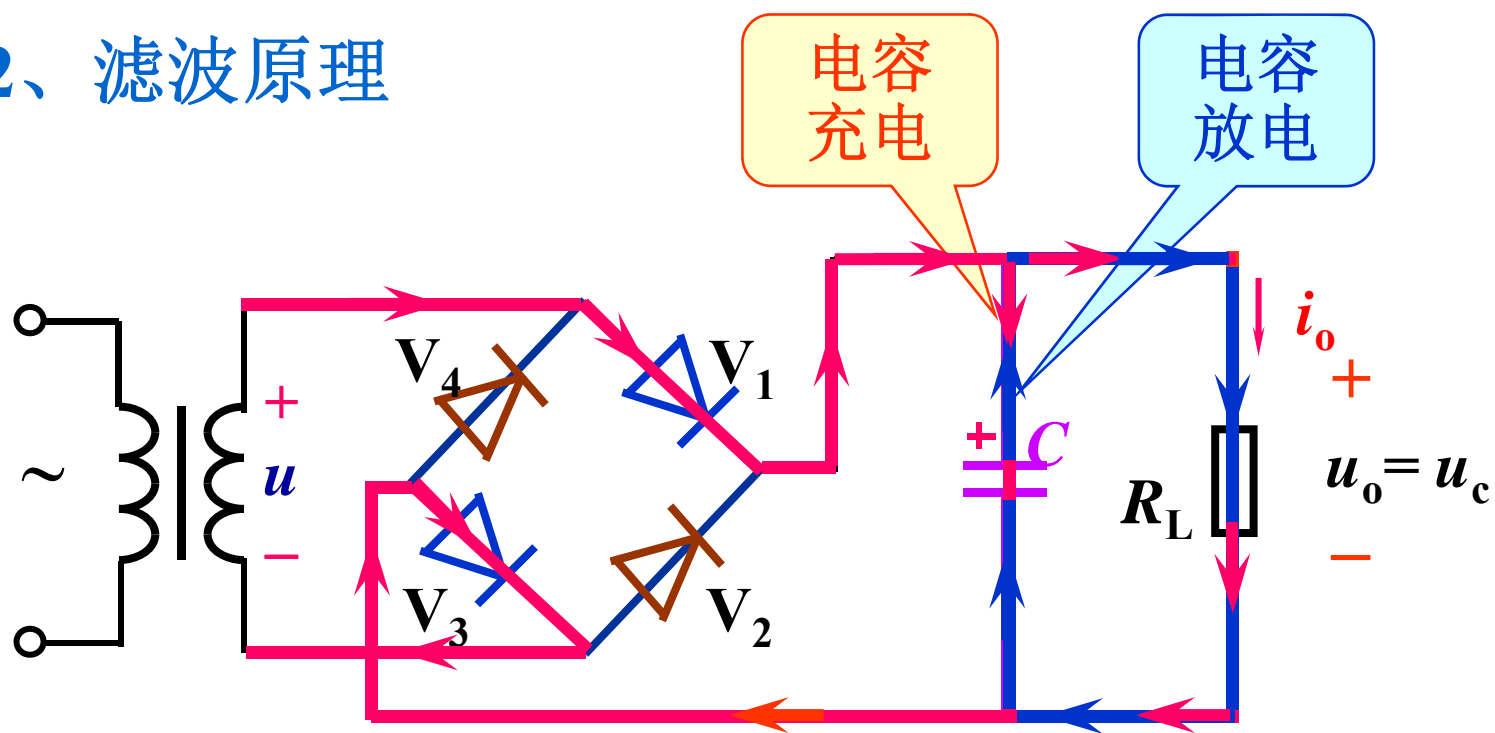


三、滤波电路

1、电路组成



2、滤波原理



V 导通时给 C 充电， V 截止时 C 向 R_L 放电；
滤波后 u_o 的波形变得平缓，平均值提高。

3. 波形及输出电压

当 $R_L = \infty$ 时:

$$U_O = \sqrt{2}U_2$$

当 R_L 为有限值时:

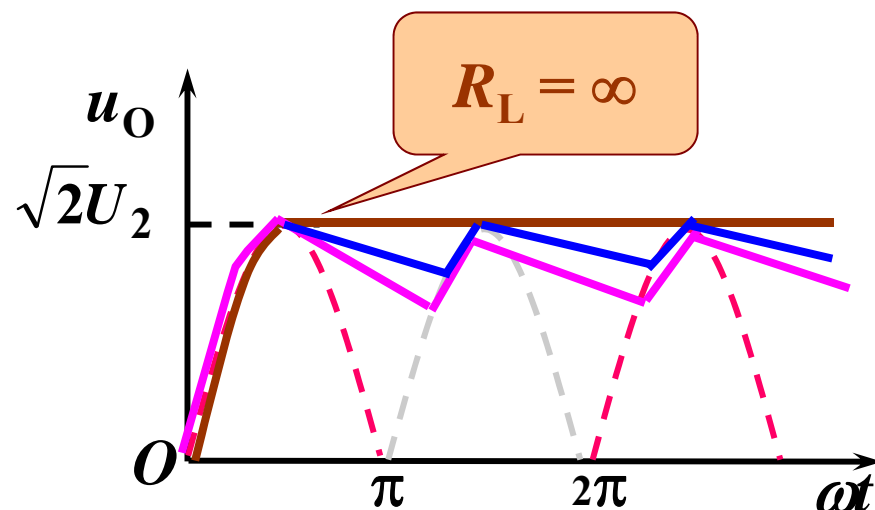
$$0.9U_2 < U_O < \sqrt{2}U_2$$

通常取 $U_O = 1.2U_2$ RC 越大 U_O 越大

为获得良好滤波效果, 一般取:

$$R_L C \geq (3 \sim 5) \frac{T}{2}$$

(T 为输入交流电压的周期)

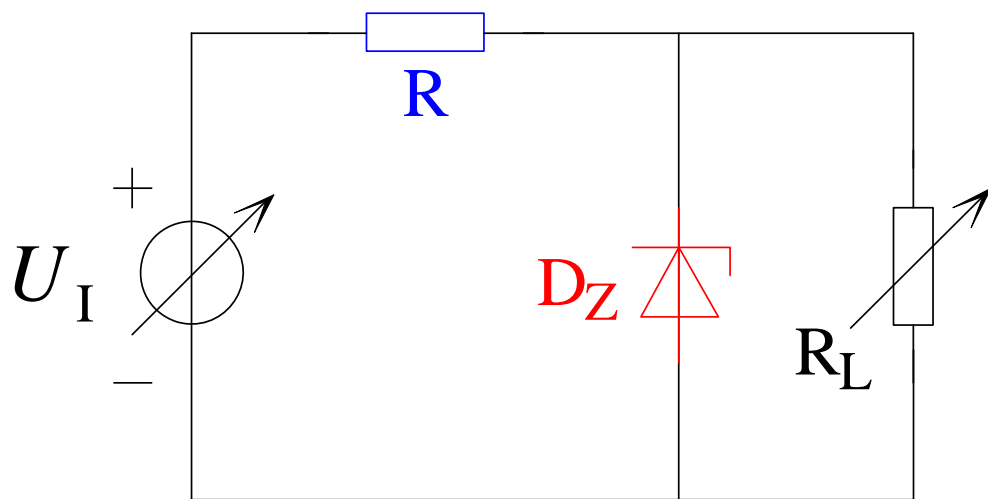


四、稳压电路

- 稳压二极管稳压电路
- 串联型稳压电路
- 串联开关型稳压电路

二极管稳压电路

1、稳压二极管稳压电路



R: 限流电阻

D_Z : 稳压二极管

2、稳压电路分析

1) 稳压输出

$$U_o = U_Z$$

2) 稳压性能

输入变化对输出的影响（稳压系数 S_r ）

负载变化对输出的影响（输出电阻 R_o ）

输出纹波电压

3) 限流电阻的选择

R: 限流电阻, 保证 I_Z 落在 I_{Zmin} 和 I_{Zmax} 范围内

求限流电阻的方法

当 U_I 取最大 U_{Imax} , R_L 取最大 R_{Lmax} 时, I_Z 不应超过 I_{Zmax} , 得到 R_{min}

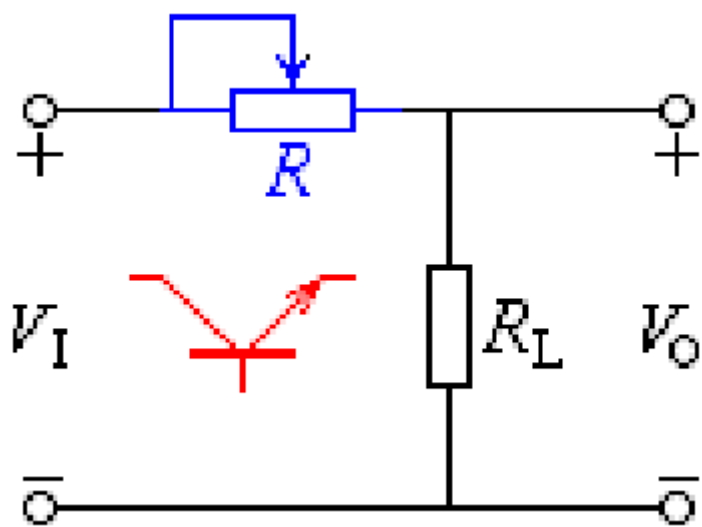
当 U_I 取最小 U_{Imin} , R_L 取最小 R_{Lmin} 时, I_Z 不应低于 I_{Zmin} , 得到 R_{max}

即:

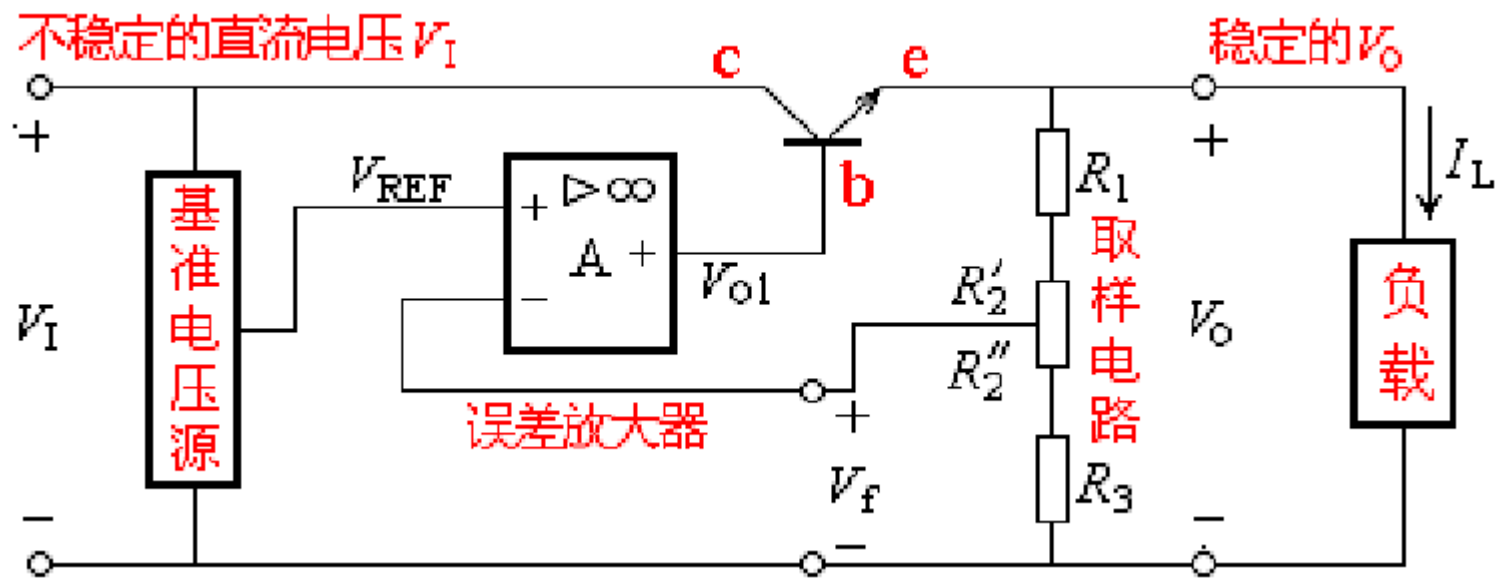
$$\begin{cases} \frac{U_{Imax} - U_Z}{R_{min}} = I_{Zmax} + \frac{U_Z}{R_{Lmax}} \\ \frac{U_{Imin} - U_Z}{R_{max}} = I_{Zmin} + \frac{U_Z}{R_{Lmin}} \end{cases}$$

串联型稳压电路

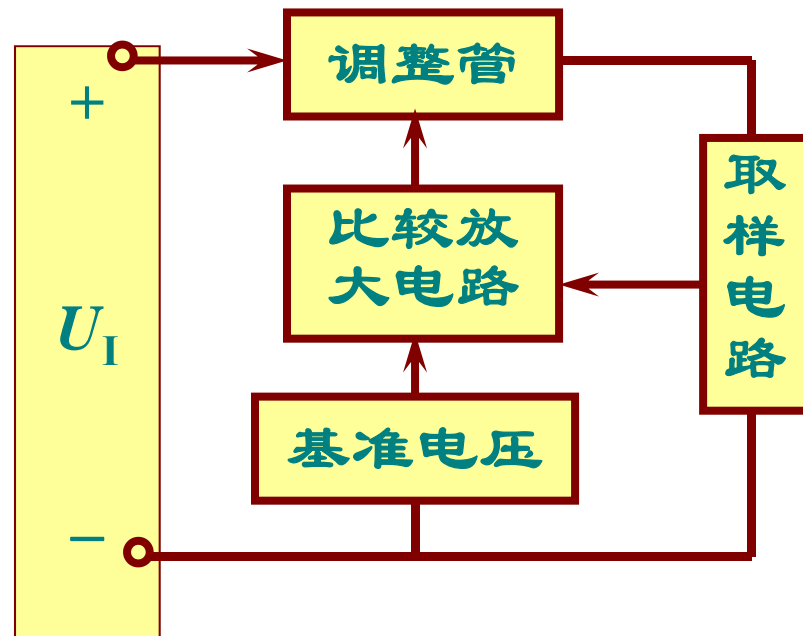
1、串联型稳压电路的结构



$V_O = V_I - V_R$, 当 V_I 增加时, R 受控制而增加, 使 V_R 增加, 从而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 增加, R 受控制而减小, 使 V_R 减小, 从而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。

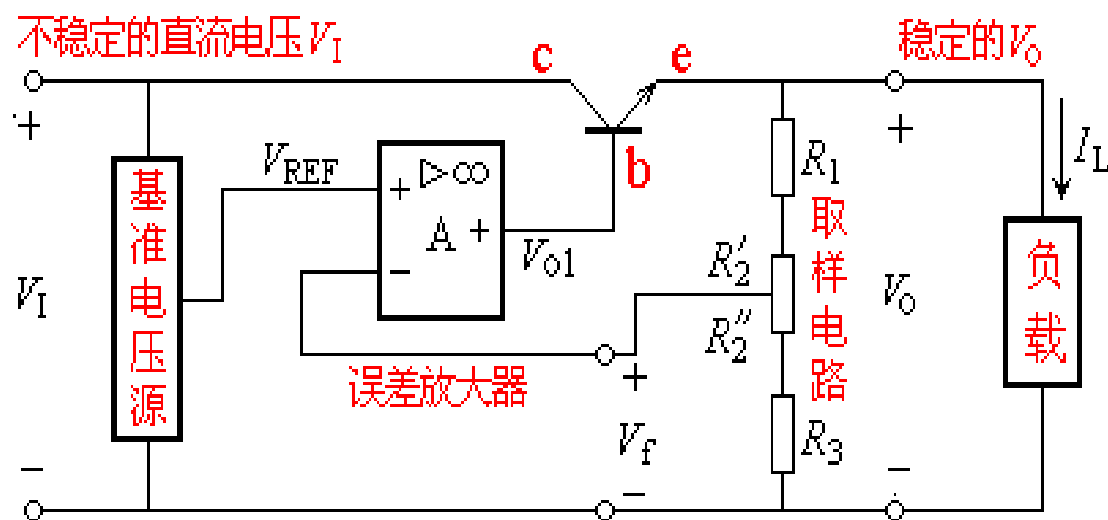


在实际电路中，可变电阻 R 是用一个三极管来替代的，控制基极电位，从而就控制了三极管的管压降 V_{CE} ， V_{CE} 相当于 V_R 。要想输出电压稳定，必须按电压负反馈电路的模式来构成串联型稳压电路。典型的串联型稳压电路由调整管、放大环节、比较环节、基准电压源几个部分组成。



2、串联型稳压电路的工作原理

1) 输入电压变化

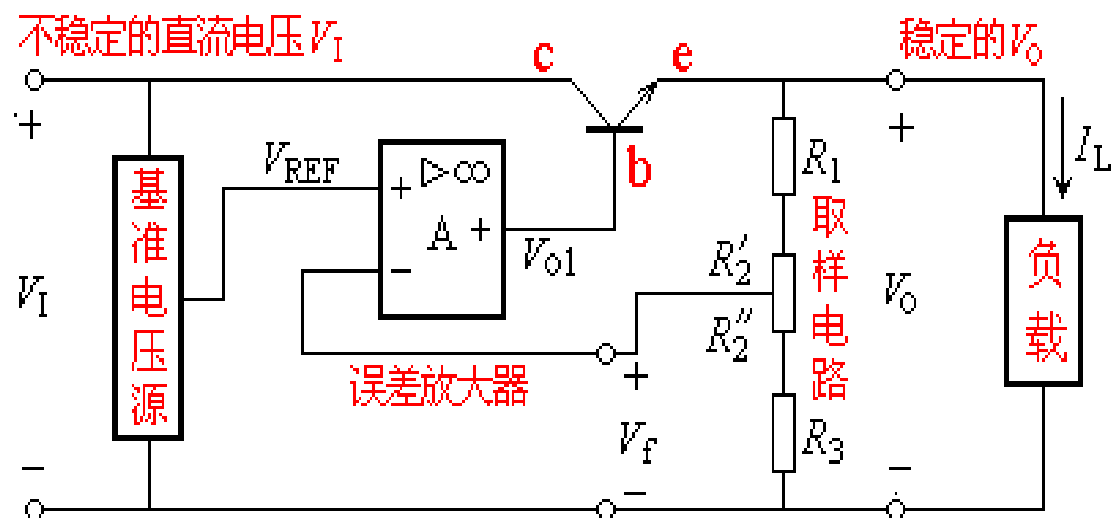


输入电压 V_I 的增加，必然会使输出电压 V_O 有所增加，输出电压经过取样电路取出一部分信号 V_f 与基准源电压 V_{REF} 比较，获得误差信号 ΔV 。误差信号经放大后，用 V_{O1} 去控制调整管的管压降 V_{CE} 增加，从而抵消输入电压增加的影响。

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



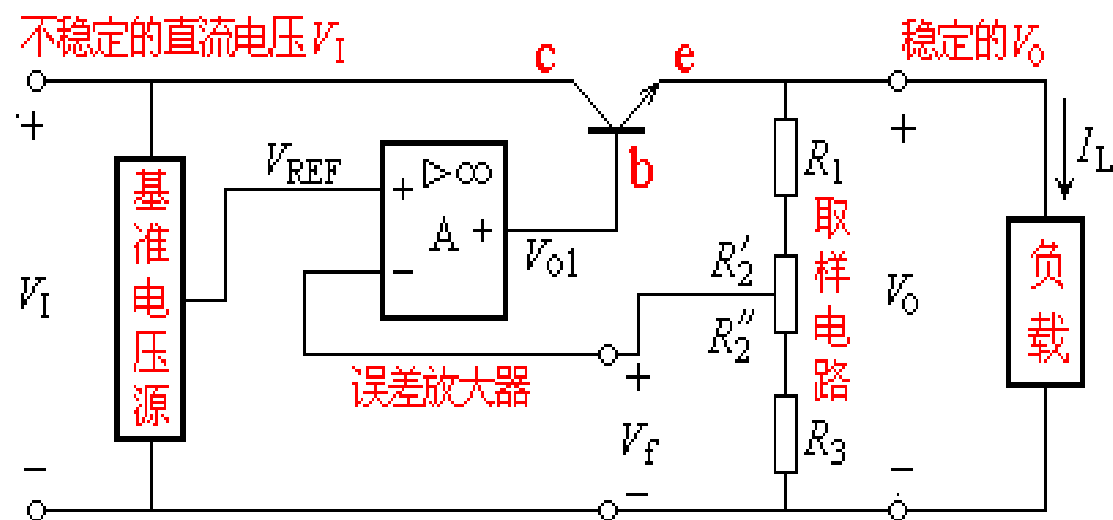
2) 负载变化



负载电流 I_L 的增加，必然会使输入电压 V_I 有所减小，输出电压 V_O 必然有所下降，经过取样电路取出一部分信号 V_f 与基准源电压 V_{REF} 比较，获得的误差信号使 V_{O1} 增加，从而使调整管的管压降 V_{CE} 下降，从而抵消因 I_L 增加，使输入电压减小的影响。

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

3) 输出电压可调



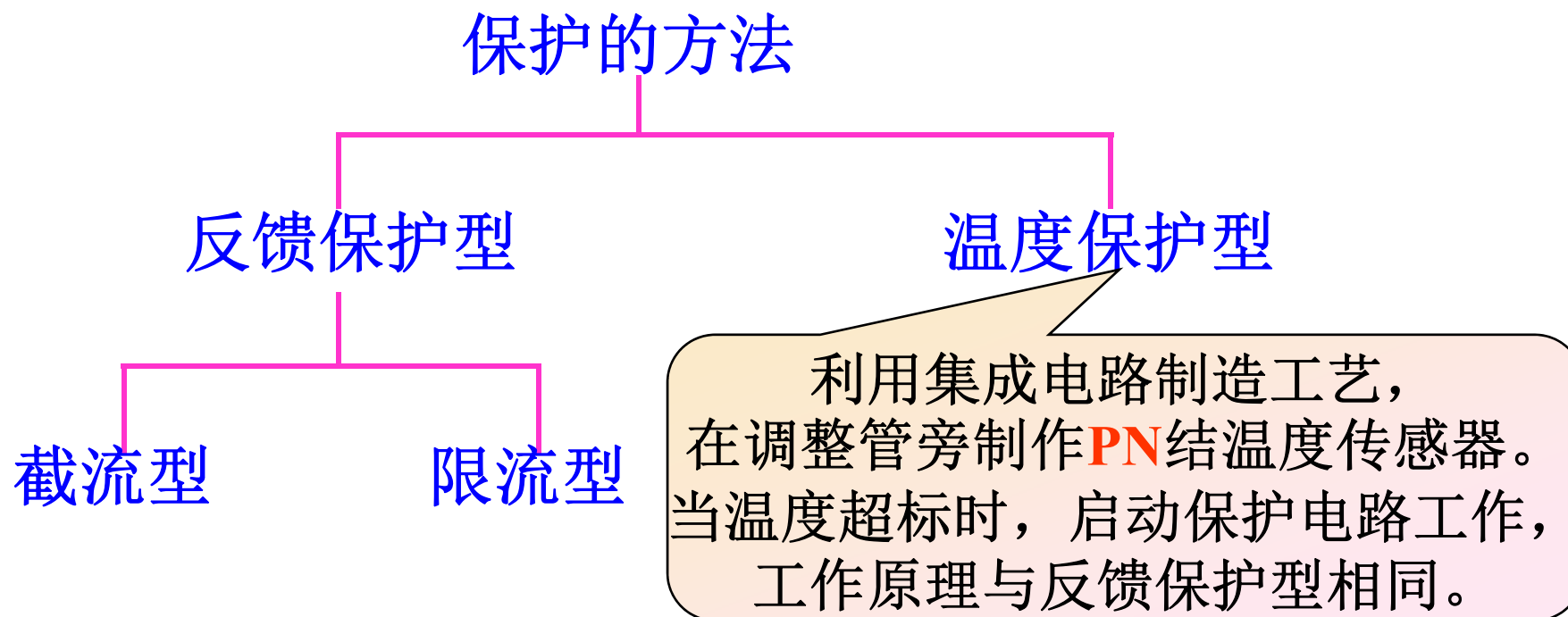
$$V_f \approx V_{REF}$$

$$V_O \approx V_{O1} = \left(1 + \frac{R_1 + R_2'}{R_3 + R_2''}\right) V_{REF}$$

调节 R_2 显然可以改变输出电压。

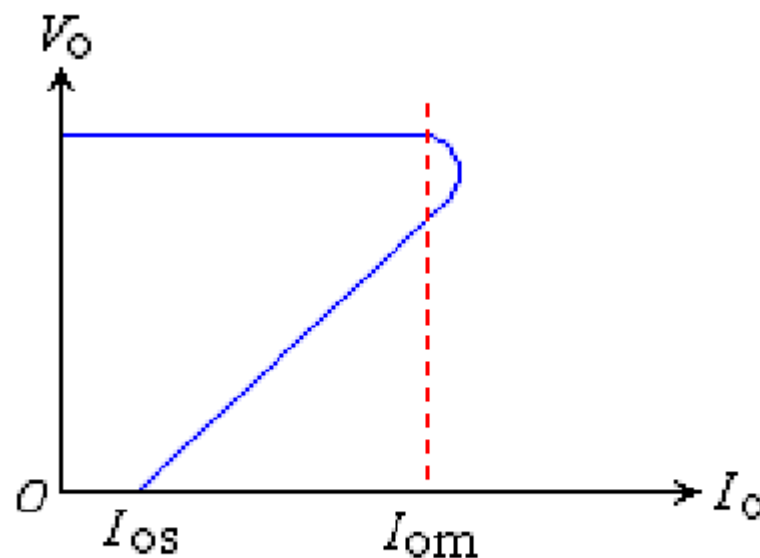
3、串联型稳压电路的保护电路

串联型稳压电源的内阻很小，如果输出端短路，则输出短路电流很大。同时输入电压将全部降落在调整管上，使调整管的功耗大大增加，调整管将因过损耗发热而损坏，为此必须对稳压电源的短路进行保护。过载也会造成损坏。



截流型

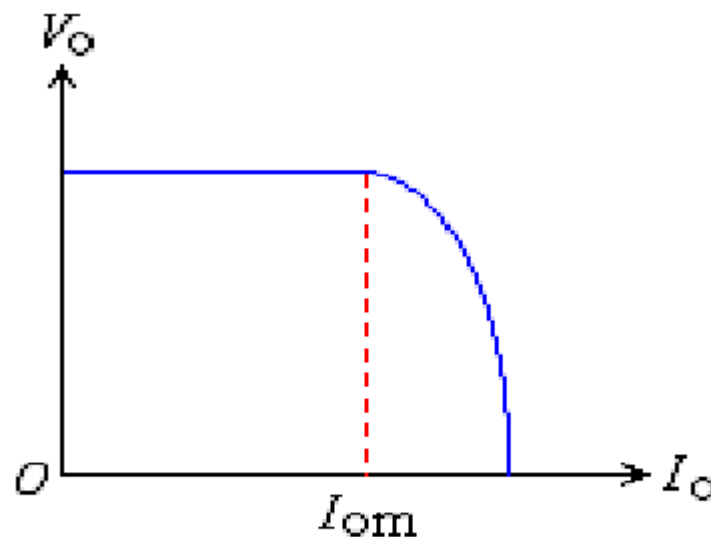
当发生短路时，通过保护电路使调整管截止，从而限制了短路电流，使之接近为零。



截流型特性

限流型

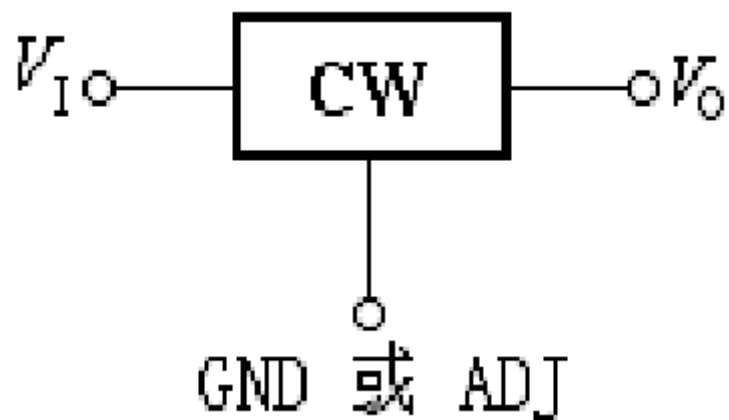
是当发生短路时，通过电路中取样电阻的反馈作用，输出电流得以限制。



限流型特性

4、三端集成稳压器

输入端、输出端和公共端



符号



金属菱形封装



塑料封装

外形

三端集成稳压器有如下几种：

1. 三端固定正输出集成稳压器，国标型号为CW78--/CW78M--/CW78L--
2. 三端固定负输出集成稳压器，国标型号为CW79--/CW79M--/CW79L--
3. 三端可调正输出集成稳压器，国标型号为CW117--/CW117M--/CW117L--
CW217--/CW217M--/CW217L--
CW317--/CW317M--/CW317L--
4. 三端可调负输出集成稳压器，国标型号为CW137--/CW137M--/CW137L--
CW237--/CW237M--CW237L--
CW337--/CW337M--/CW337L--
5. 三端低压差集成稳压器
6. 大电流三端集成稳压器

以上1---为军品级；2---为工业品级；3---为民品级。

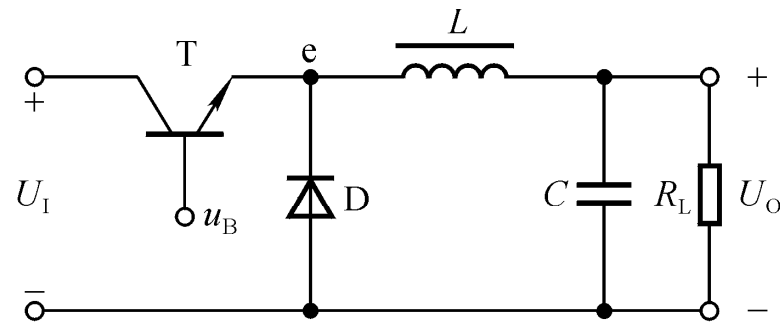
军品级为金属外壳或陶瓷封装，工作温度范围-55℃～150℃；

工业品级为金属外壳或陶瓷封装，工作温度范围-25℃～150℃；

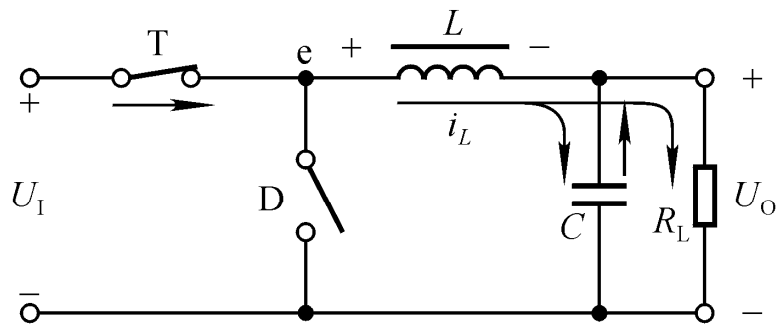
民品级多为塑料封装，工作温度范围0℃～125℃。

串联开关型稳压电路

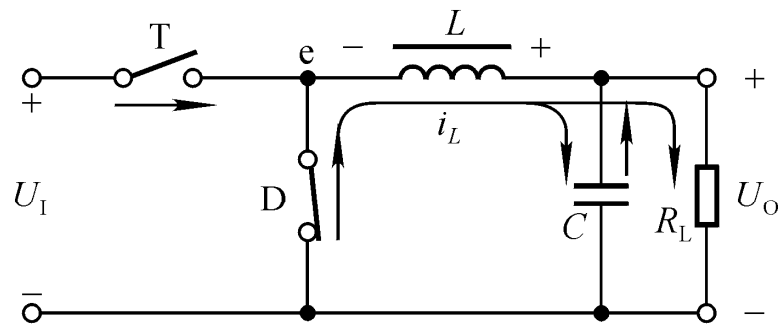
1、串联开关型稳压电路的结构



(a)



(b)



(c)

$$V_O = \frac{1}{T} \int_0^{t_1} v_E dt + \frac{1}{T} \int_{t_1}^T v_E dt = \frac{1}{T} (-V_D) t_{\text{off}} + \frac{1}{T} (V_I - V_{\text{CES}}) t_{\text{on}} \approx V_I \frac{t_{\text{on}}}{T} = V_I q$$

