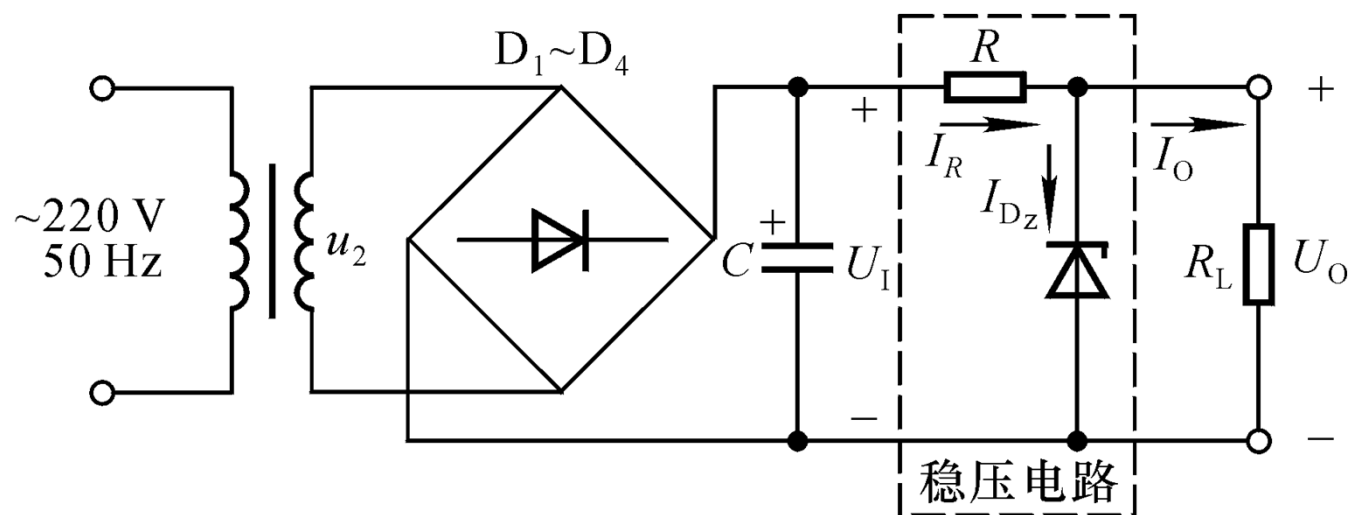


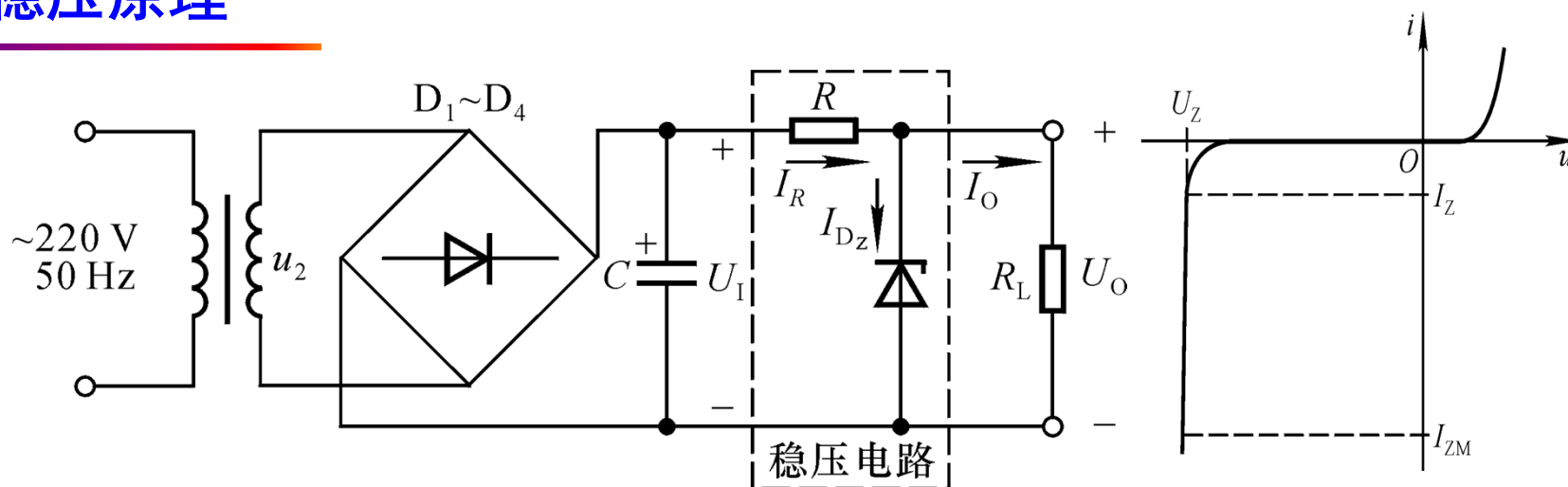


10.4 稳压二极管稳压电路

电网电压波动、负载变化都会使输出电压发生改变



一、稳压原理



电网电压波动 ($\pm 10\%$) :

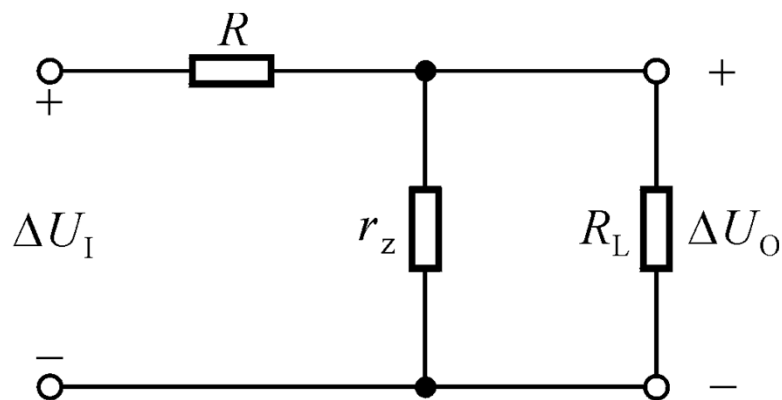
$$U_I \uparrow \rightarrow U_O \uparrow \rightarrow I_O \uparrow \rightarrow I_{DZ} \uparrow \rightarrow I_R \uparrow, U_R \uparrow \rightarrow U_O \downarrow$$

负载 R_L 变化:

$$R_L \uparrow \rightarrow U_O \uparrow \rightarrow I_{DZ} \uparrow \rightarrow I_R \uparrow, U_R \uparrow \rightarrow U_O \downarrow$$

当选择合适的限流电阻时，稳压管
通过调节自身的电流来保证 U_O 不变

二、稳压电路的性能指标 用来衡量稳压性能



$$U_O = U_Z$$

$$R_o = R // r_z \approx r_z$$

稳压管电路的交流等效电路

稳压系数 越小越好

$$S_r = \frac{\Delta U_O / U_O}{\Delta U_I / U_I} \Big|_{R_L \text{ 不变}} = \frac{\Delta U_O}{\Delta U_I} \cdot \frac{U_I}{U_O} \Big|_{R_L \text{ 不变}} \approx \frac{r_z}{R + r_z} \cdot \frac{U_I}{U_Z}$$

三、稳压电路参数的选择

1. 输入电压 U_I 的选择

$$U_I = (2 \sim 3) U_O$$

2. 稳压管的选择

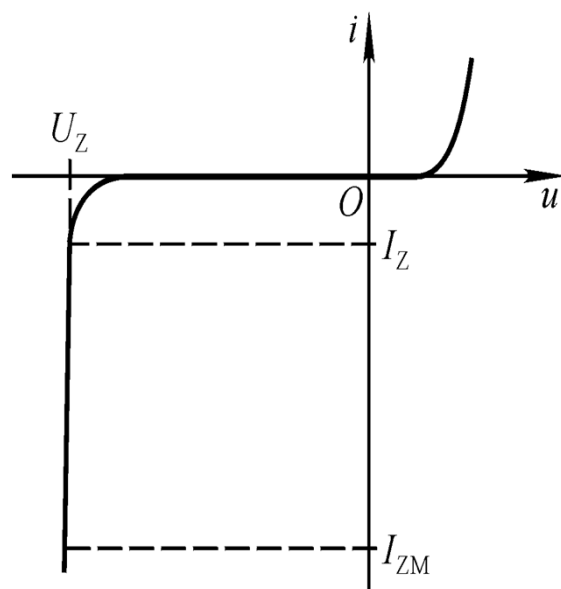
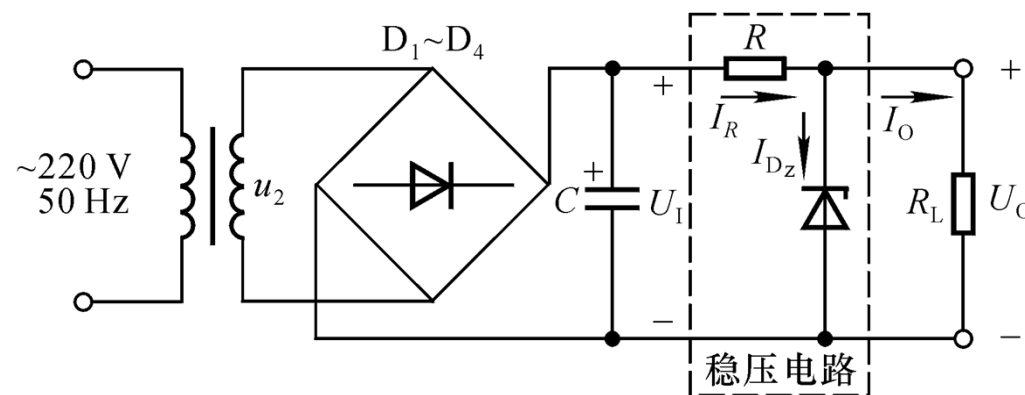
➤ $U_Z = U_O$

➤ 稳压管通过调节自身电流来保证 U_O 不变 $\Delta I_{DZ} = -\Delta I_L$

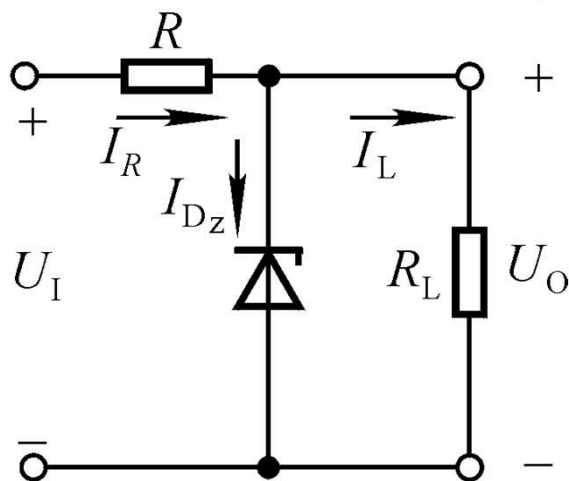
$$I_{ZM} - I_Z > I_{Lmax} - I_{Lmin}$$

$$I_{ZM} > I_{Lmax} + I_Z - I_{Lmin}$$

$$I_{ZM} \geq I_{Lmax} + I_Z$$



3. 限流电阻 R 的选择



电网电压波动($\pm 10\%$)、负载变化时都会使稳压管的电流发生改变

$$I_Z \leq I_{DZ} \leq I_{ZM}$$

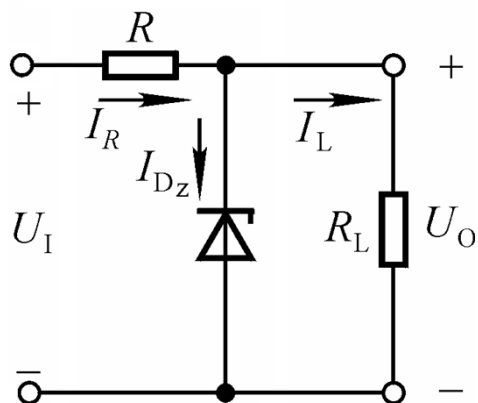
$$I_{DZ} = I_R - I_L$$

I_{DZ} 最小： I_R 最小且 I_L 最大

$$I_{DZmin} = I_{Rmin} - I_{Lmax} = \frac{U_{Imin} - U_Z}{R} - I_{Lmax} \geq I_Z$$

I_{DZ} 最大： I_R 最大且 I_L 最小

$$I_{DZmax} = I_{Rmax} - I_{Lmin} = \frac{U_{Imax} - U_Z}{R} - I_{Lmin} \leq I_{ZM}$$



$$\frac{U_{I\max} - U_Z}{I_{ZM} + I_{L\min}} \leq R \leq \frac{U_{I\min} - U_Z}{I_Z + I_{L\max}}$$

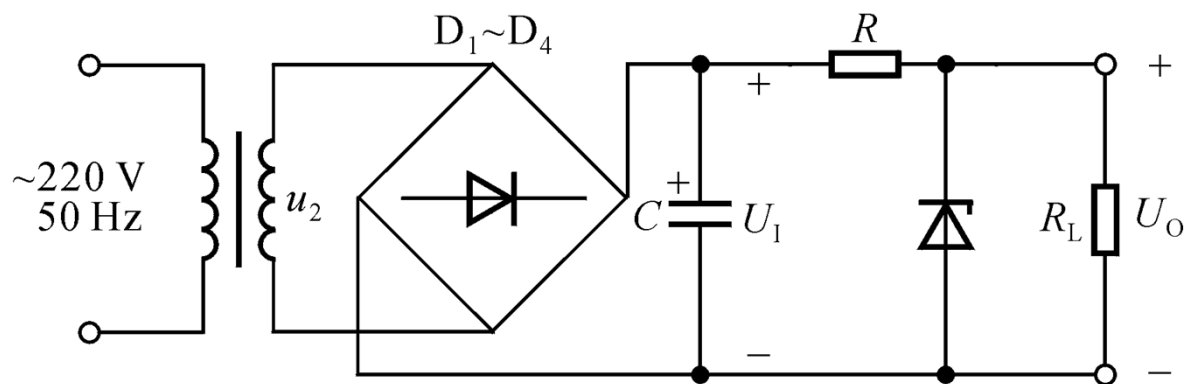
问题：

- 如何确定 $I_{L\min}$ 、 $I_{L\max}$ ？
- 若计算得出 $R_{\min}=300\ \Omega$ 、 $R_{\max}=200\Omega$ ，应如何解决？
- 若计算得出 $200\ \Omega < R < 300\Omega$ ， R 应如何取值？

稳压管稳压电路优缺点：

- 电路简单，稳压性能好；
- 输出电流变化范围太小 ($\Delta I_{DZ} = -\Delta I_L$)，电压值固定不可调。

讨论2：已知输出电压为6V，负载电流为0~30mA。
试分析图示电路各参数如何选择。



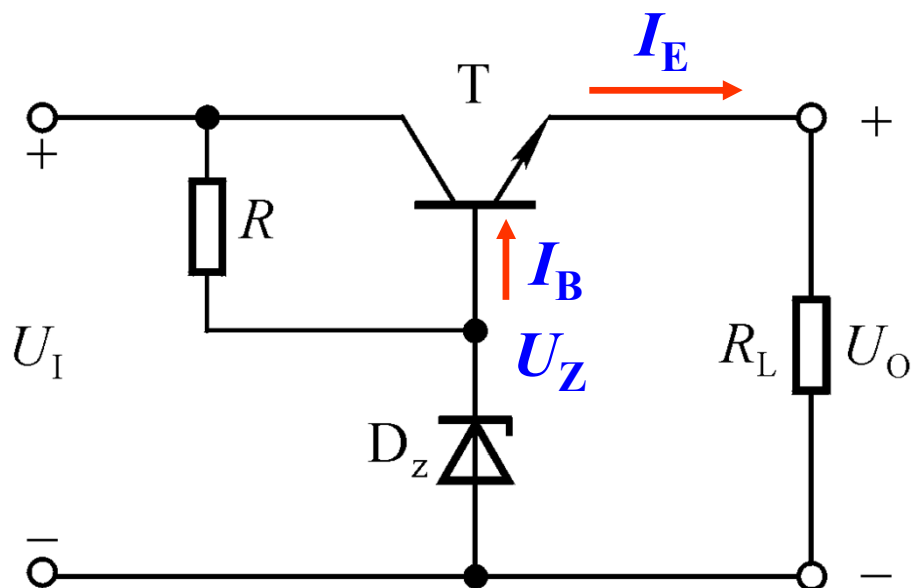
依次选择稳压管、 U_I 、 R 、 U_2 、 C 、二极管

1. 输出电压、负载电流→稳压管
2. 输出电压→ U_I
3. 输出电压、负载电流、稳压管电流、 U_I → R
4. U_I → U_2
5. U_I 、 R →滤波电路的等效负载电阻→ C
6. U_2 、 R 中电流→整流二极管



10.5 串联型稳压电路

一、基本调整管电路



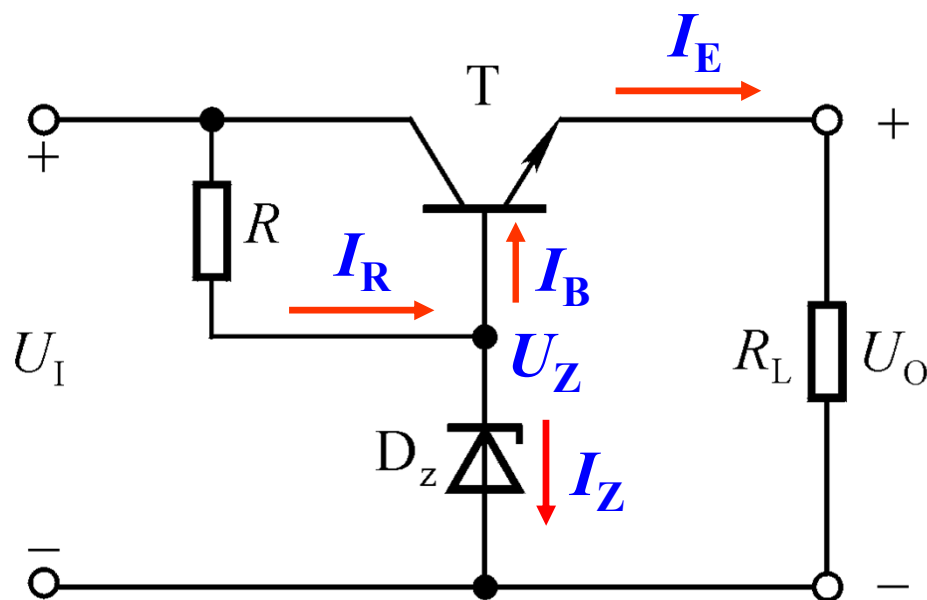
1. 稳压原理：负反馈

$U_I \uparrow$ 或 $R_L \uparrow \rightarrow$

$U_O \uparrow \rightarrow U_{BE} \downarrow \rightarrow$

$I_E \downarrow \rightarrow U_O \downarrow$

调整管与负载串联，又称为串联型稳压电源



2. 输出电压

$$U_O = U_Z - U_{BE}$$

3. 输入电压

$$U_I = U_{CE} + U_O$$

为使T处于放大状态：

$$U_I > U_{CES} + U_O$$

为使T安全工作：

$$U_I < U_{(BR)CEO} + U_O$$

4. 负载电流

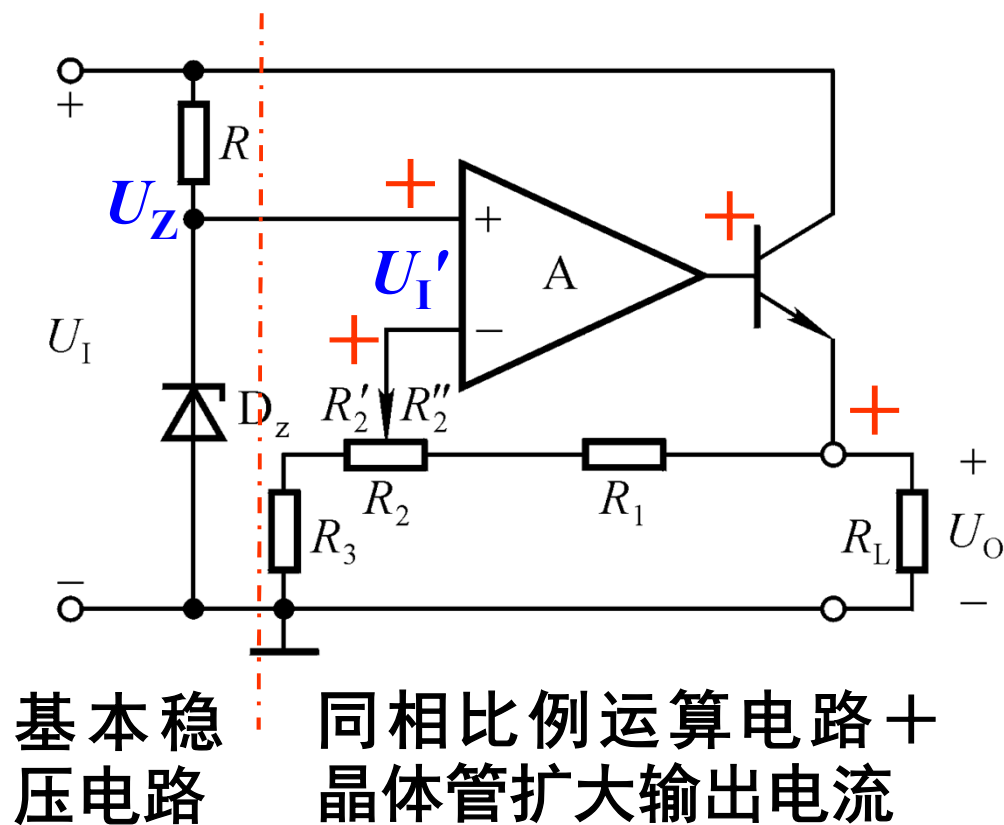
$$I_R = I_B + I_Z \quad I_L = I_E = (1 + \beta) I_B$$

$$\Delta I_B = -\Delta I_Z \quad \Delta I_L = (1 + \beta) \Delta I_B$$

$$\Delta I_L = -(1 + \beta) \Delta I_Z$$

输出电流变化范围扩大了 $(1 + \beta)$ 倍

二、具有放大环节的串联型稳压电路



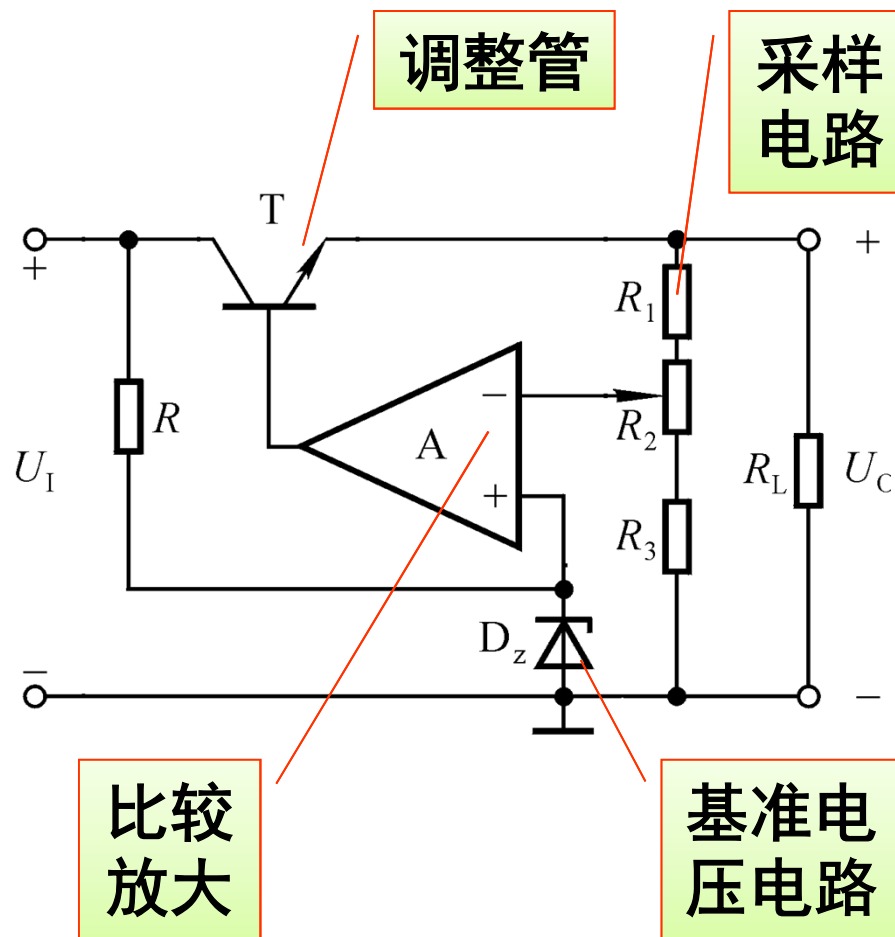
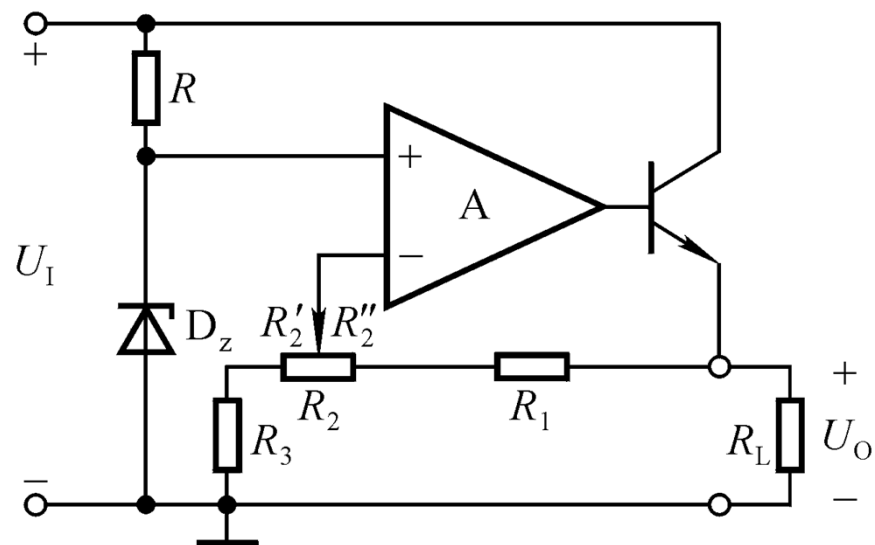
1. 稳压原理

$U_I \uparrow$ 或 $R_L \uparrow \rightarrow$

$U_O \uparrow \rightarrow U_- \uparrow \rightarrow$

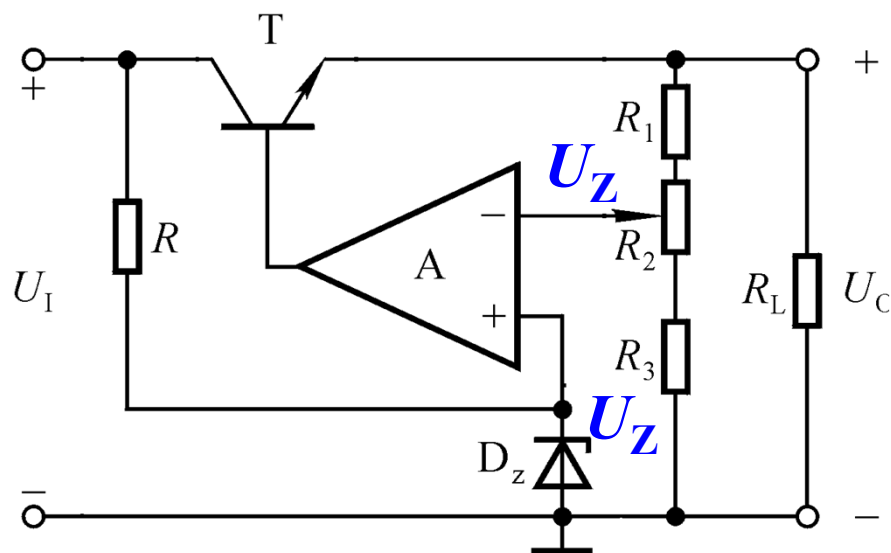
$U_I' \downarrow \rightarrow U_B \downarrow \rightarrow$

$U_O \downarrow$



习惯画法

2. 输出电压



$$U_O = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3 + R_{2\text{下}}} U_Z$$

$$U_{O\min} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3 + R_2} U_Z$$

$$U_{O\max} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3} U_Z$$

3. 输入电压选择

$$U_I = U_{CE} + U_O$$

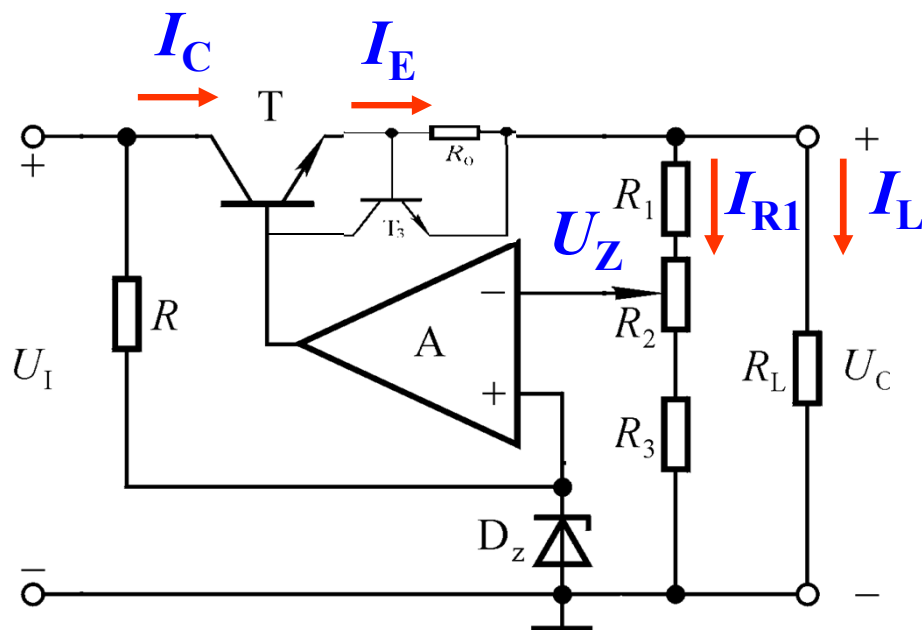
$$U_{CES} < U_{CE} = U_I - U_O < U_{(BR)CEO}$$

为使 T 处于放大和安全工作状态，输入电压选择：

考虑电网电压波动 $0.9U_I = U_{I\min} > U_{CES} + U_{O\max}$ 晶体管正常放大条件

$1.1U_I = U_{I\max} < U_{(BR)CEO} + U_{O\min}$ 晶体管安全工作条件

4. 调整管的选择



$$I_{C\max} \approx I_{L\max} + I_{R1\max}$$

$$U_{CE} = U_I - U_O$$

$$U_{CE\max} = U_{I\max} - U_{O\min}$$

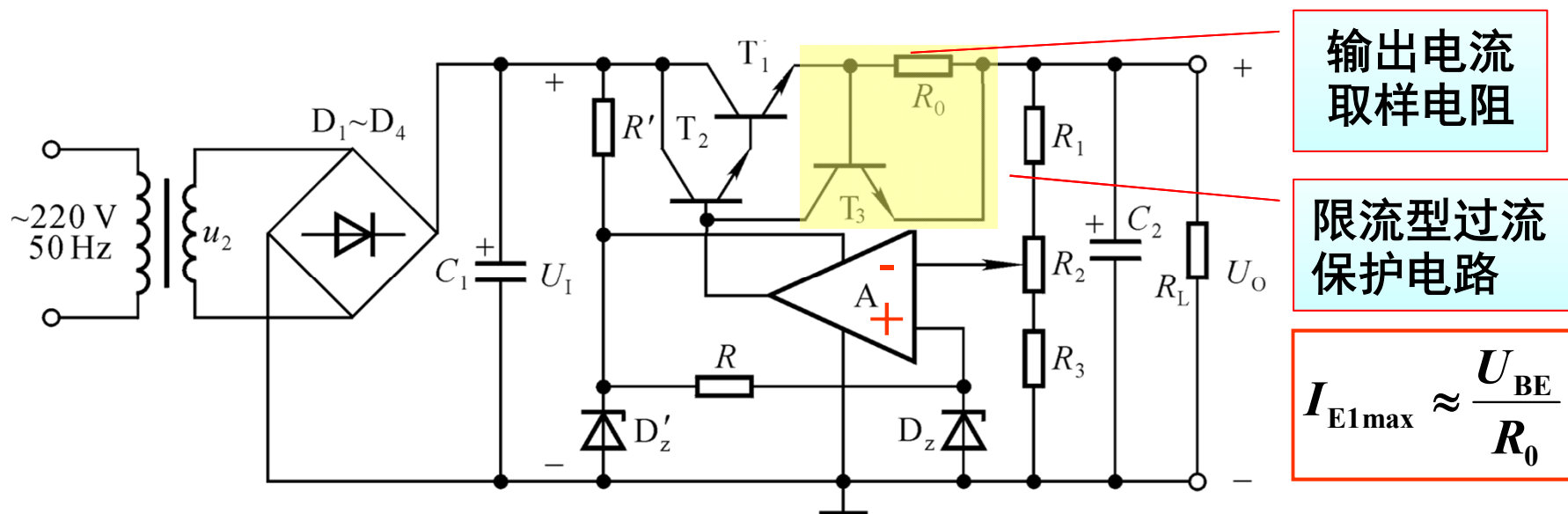
调整管的参数选择：

- $I_{CM} > I_{L\max}$
- $U_{(BR)CEO} > U_{I\max} - U_{O\min}$
- $P_{CM} > I_{L\max}(U_{I\max} - U_{O\min})$

实际应用措施：

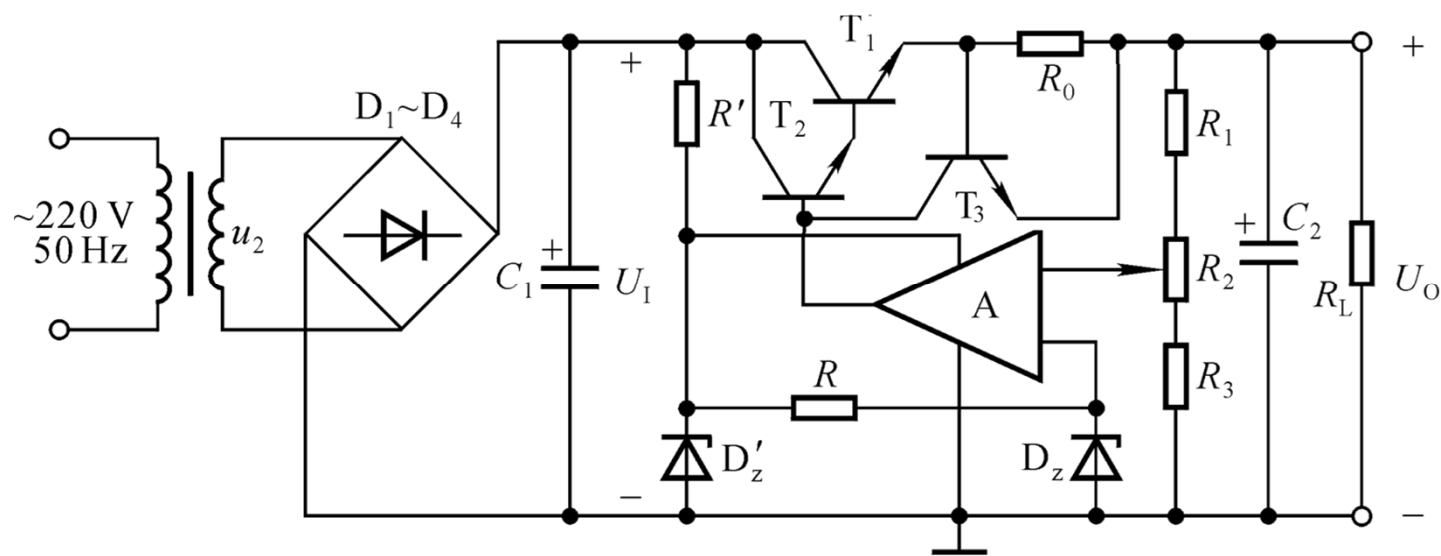
- 过流保护，过压保护；
- 器件过热监测保护；
- 散热。

讨论3：关于实用串联型稳压电源的讨论



1. 电路由哪些部分组成？
2. 标出集成运放的同相输入端和反相输入端；
3. 若 U_O 为10V~20V， $R_1=R_3=1k\Omega$ ，计算 R_2 和 U_Z 。
4. $U_I=20V$ ， $R_1=R_2=R_3=300\Omega$ ， $U_Z=6V$ ， $U_{CES}=3V$ ， U_O 范围？ 还需要考虑 $U_O < U_I - U_{CES}$
5. 如何选取 R' 和 R ？

讨论4：关于实用串联型稳压电源的讨论



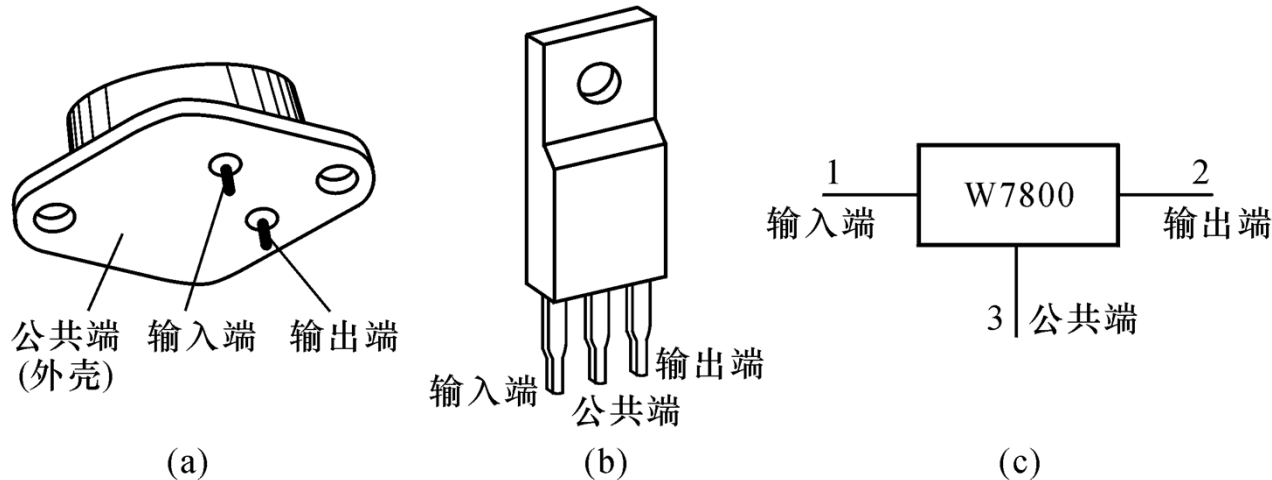
其电流应大于调整管的穿透电流

6. 取样电阻的取值应大些还是小些，为什么？它们有上限值吗？
7. C_2 有何作用？
8. 若电路输出纹波电压很大，则其原因最大的可能性是什么？

电路可能产生了自激振荡

三、集成三端稳压器W7800及其应用

1. W7800的外形和方框图



W7800系列:

输出电压: 5V, 6V, 9V, 12V, 15V, 18V, 24V

输出电流: 1.5A(W78xx), 0.5A(W78Mxx), 0.1A(W78Lxx)

例如: W78M05 5V 0.5A

三端稳压器参数: 输出电压, 输出电流, 输入电压, 静态电流, 噪声电压 (纹波电压), 电压调整率。