

## 11.4 开关型稳压电路



线性稳压电路的主要特点：

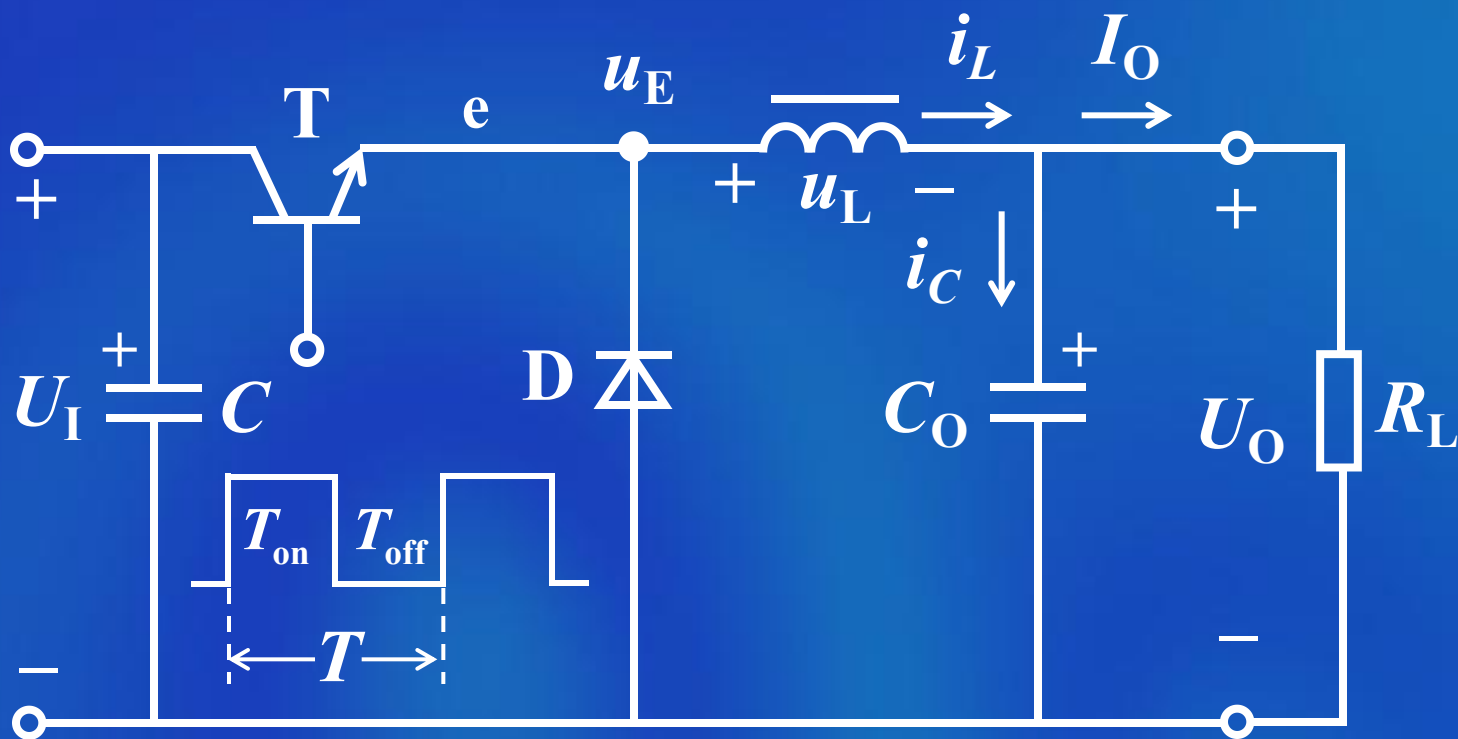
- (1) 电压稳定度高
- (2) 纹波电压小
- (3) 响应速度快
- (4) 电路简单
- (5) 调整管的功耗大
- (6) 功率变换效率低

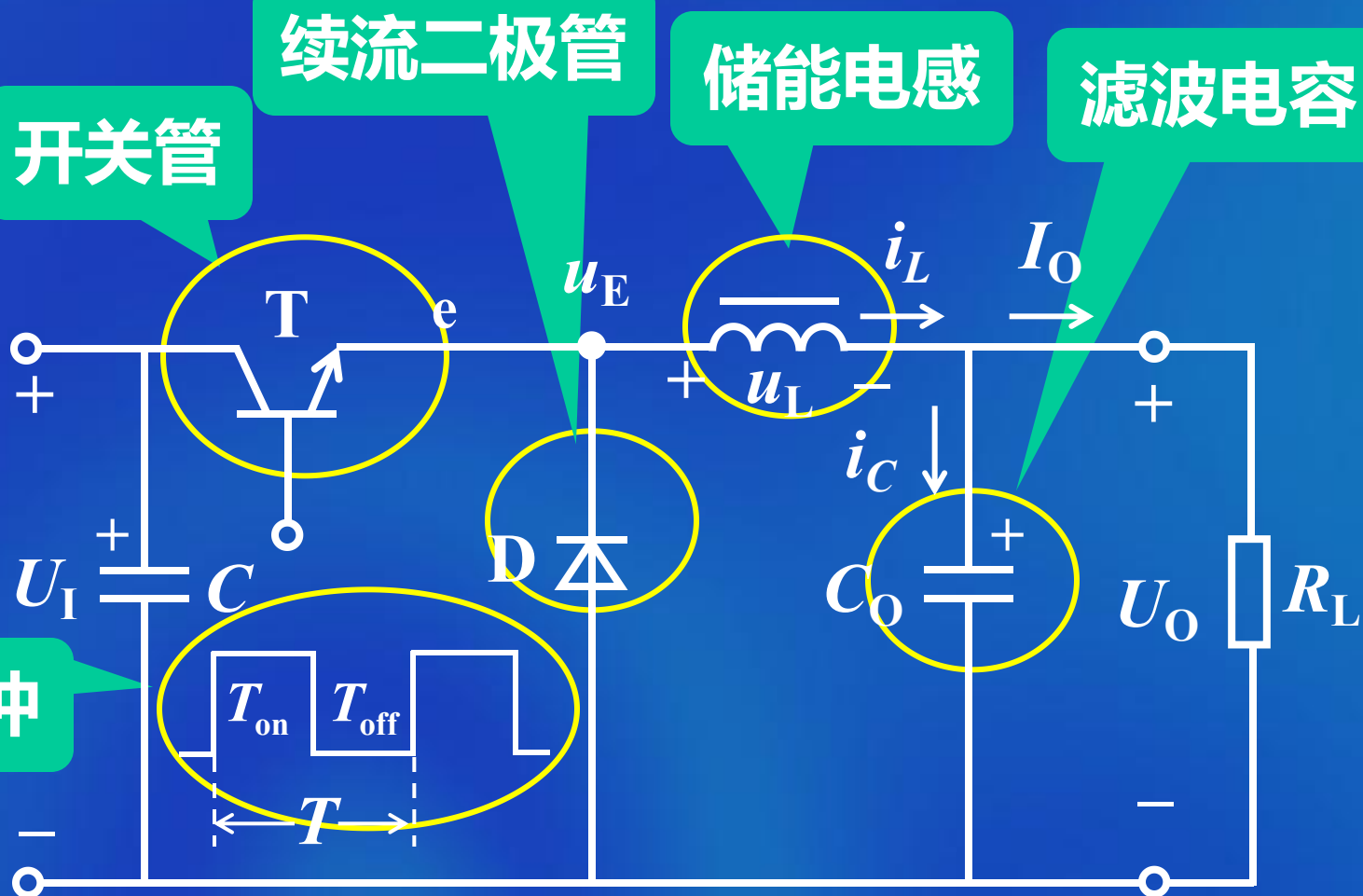
## 开关型稳压电路的主要特点：

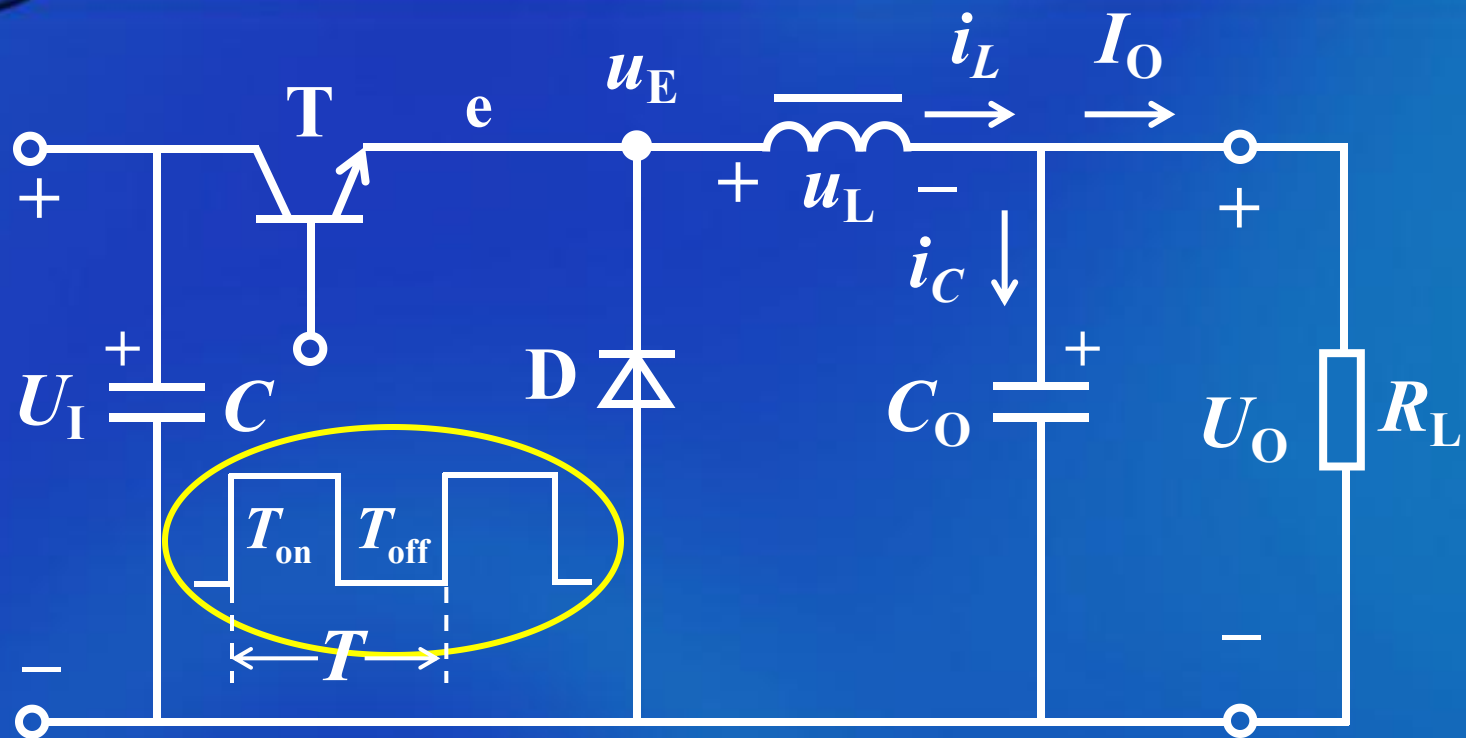
- (1) 调整管的工作于开关状态，功耗低
- (2) 功率变换效率高
- (3) 体积小、重量轻
- (4) 可以省去电源变压器
- (5) 输出纹波大

# 降压型开关稳压电路的工作原理

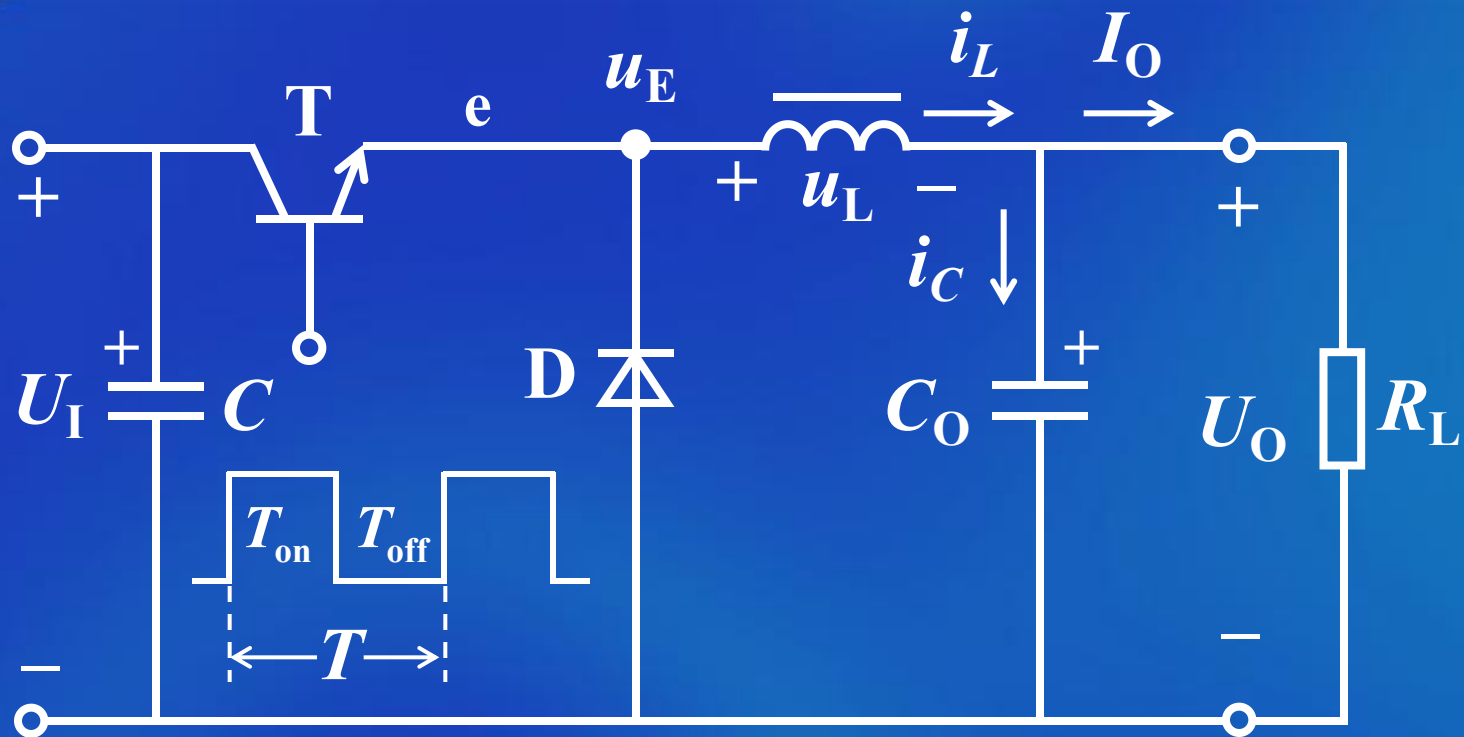
## 1. 降压型开关稳压电路







控制脉冲的特点 { 来自反馈控制电路  
周期  $T$  恒定



## 2. 工作原理

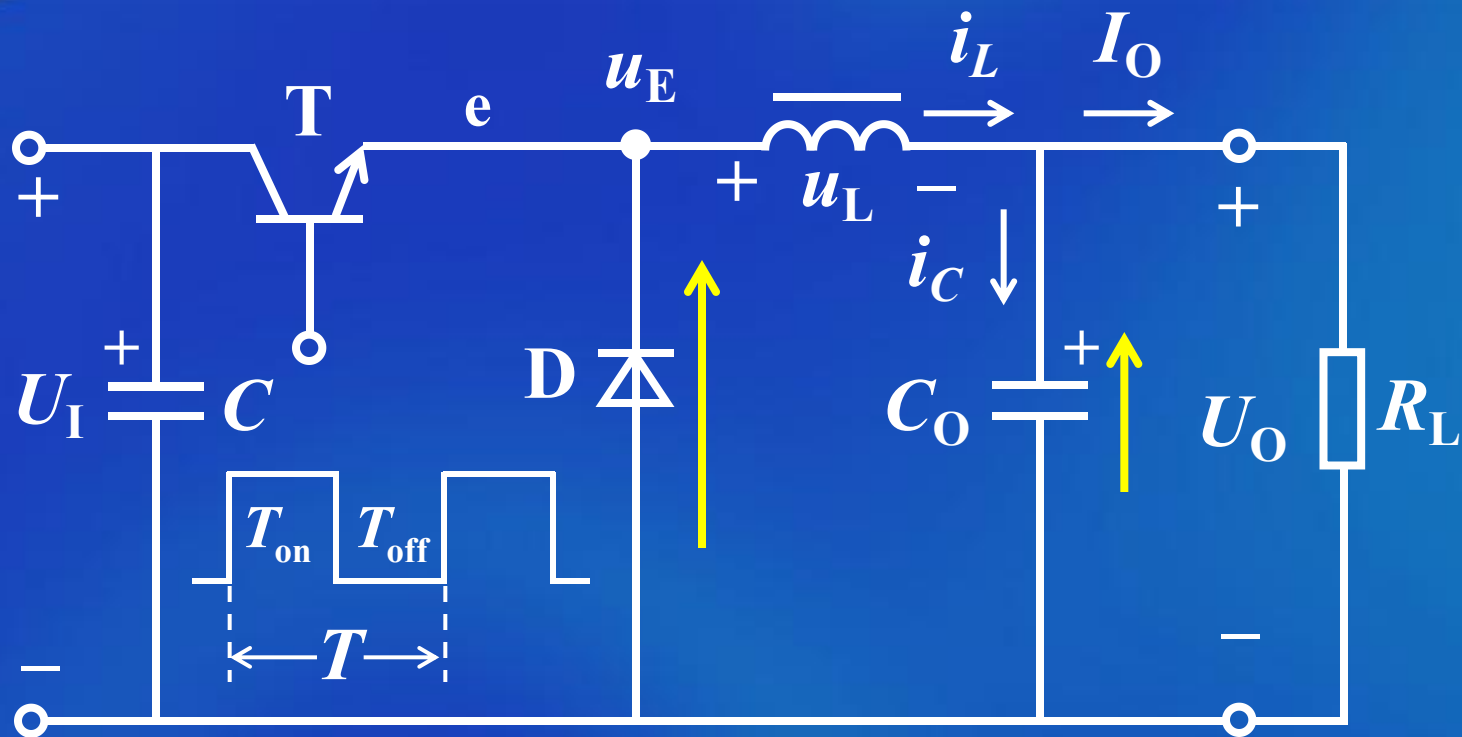
### (1) 当控制脉冲为高电平( $T_{on}$ 期间)时

## T饱和导通

$$u_E \approx U_I$$

# D截止

## $C_0$ 充电、 $L$ 储能



(2) 当控制脉冲为低电平( $T_{off}$ 期间)时

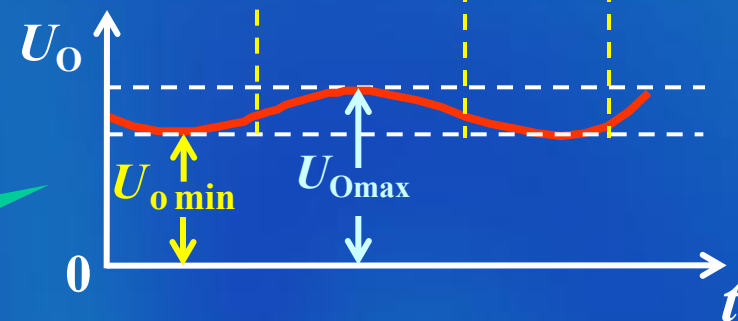
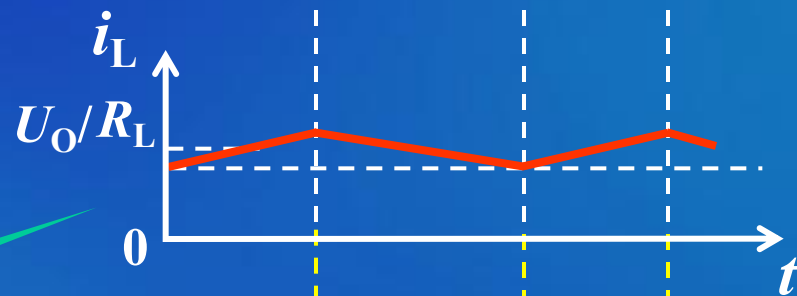
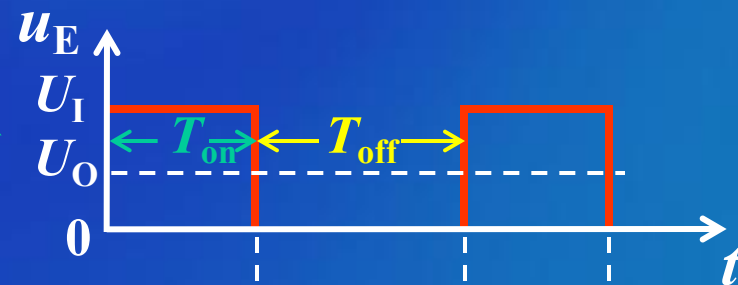
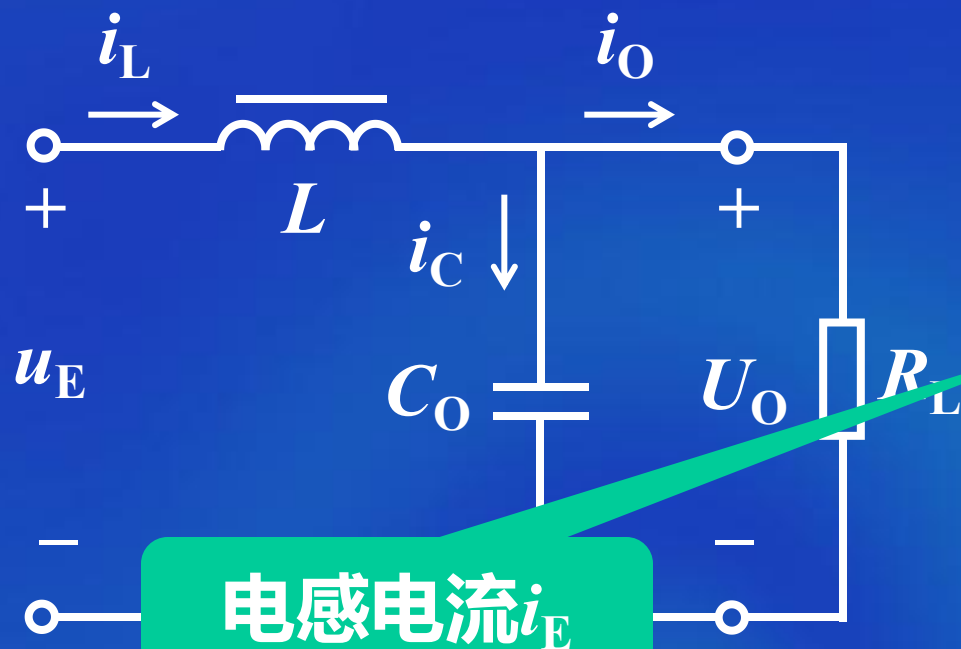
T截止

D导通

$C_O$ 、 $L$ 放能

# (3) 工作波形

射极电压  $u_E$





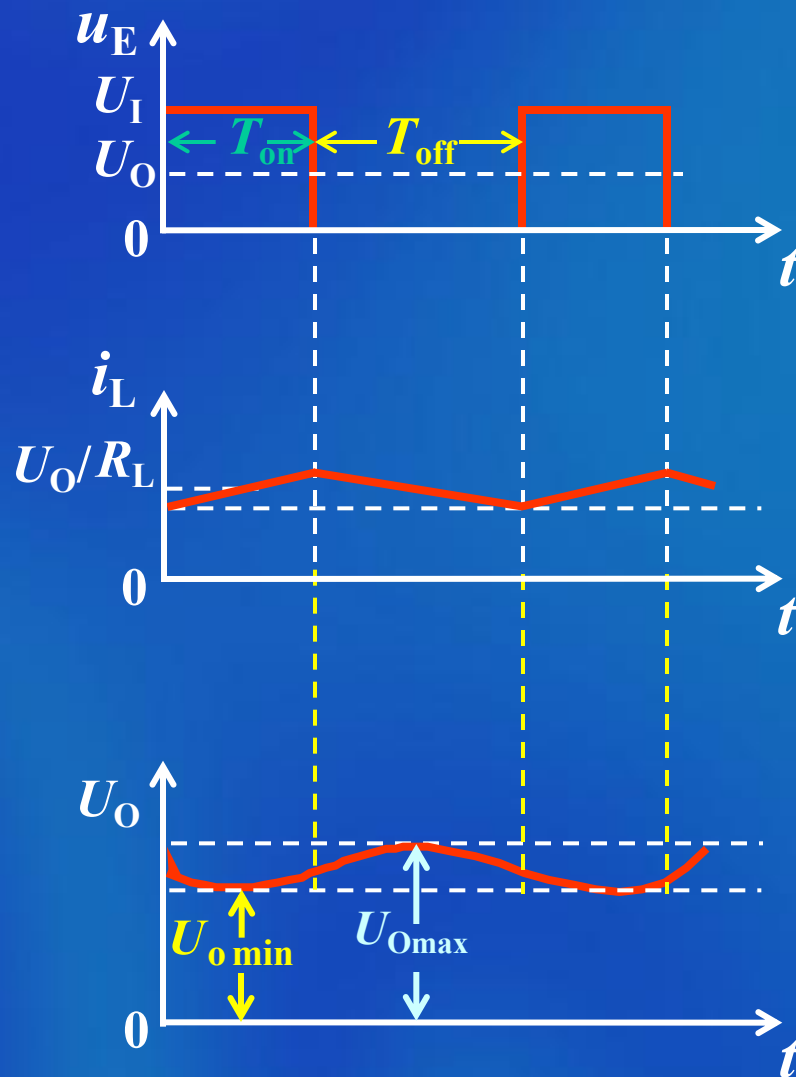
### 3. 输出电压 $U_O$

占空比

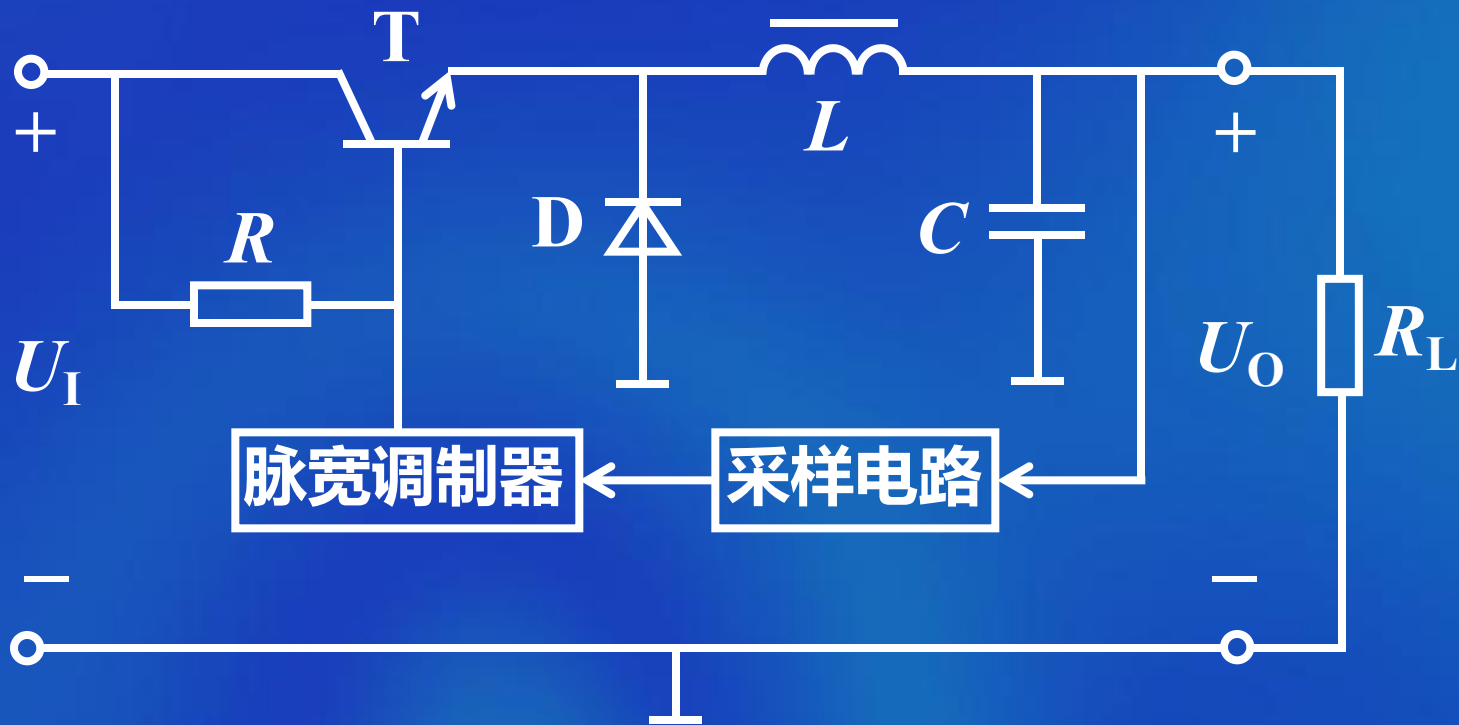
$$q = \frac{T_{\text{on}}}{T_{\text{on}} + T_{\text{off}}} = \frac{T_{\text{on}}}{T}$$

输出直流电压

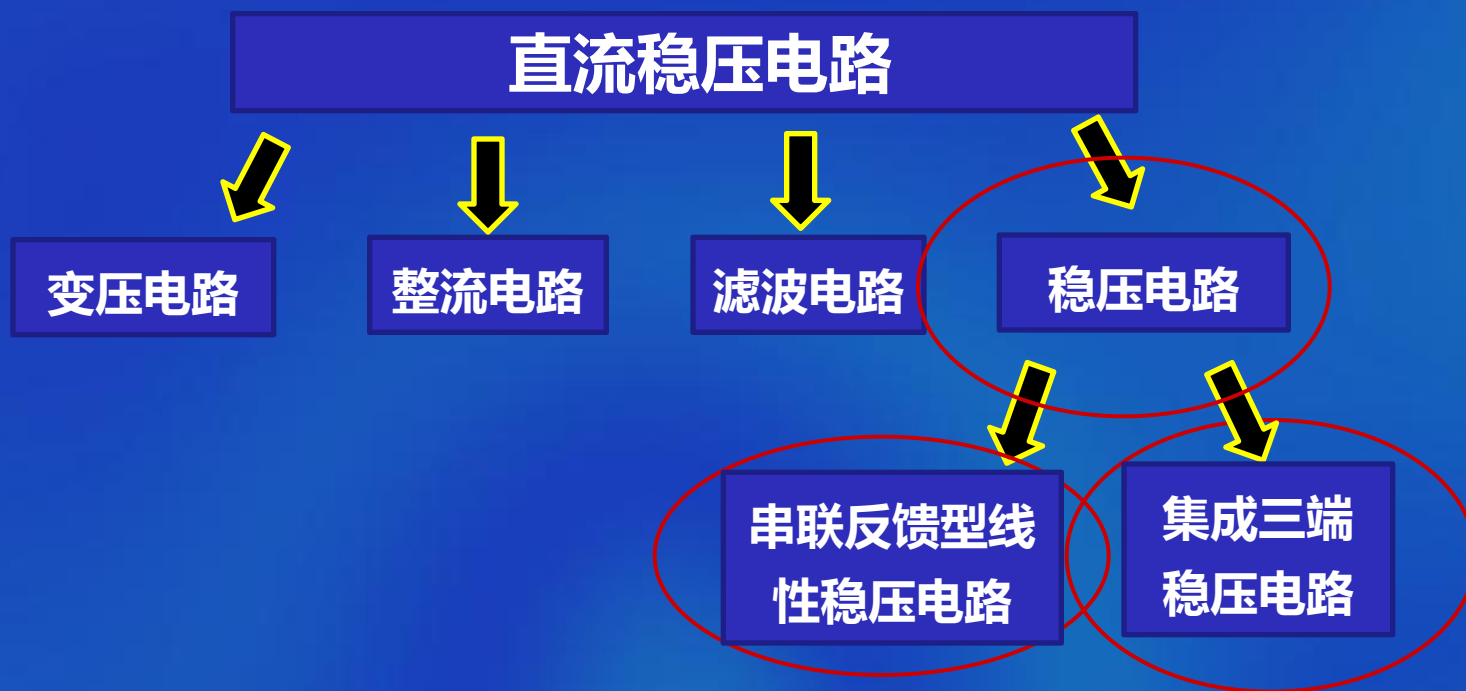
$$U_O \approx qU_I$$



## 4. 反馈控制的降压型开关稳压电源方框图



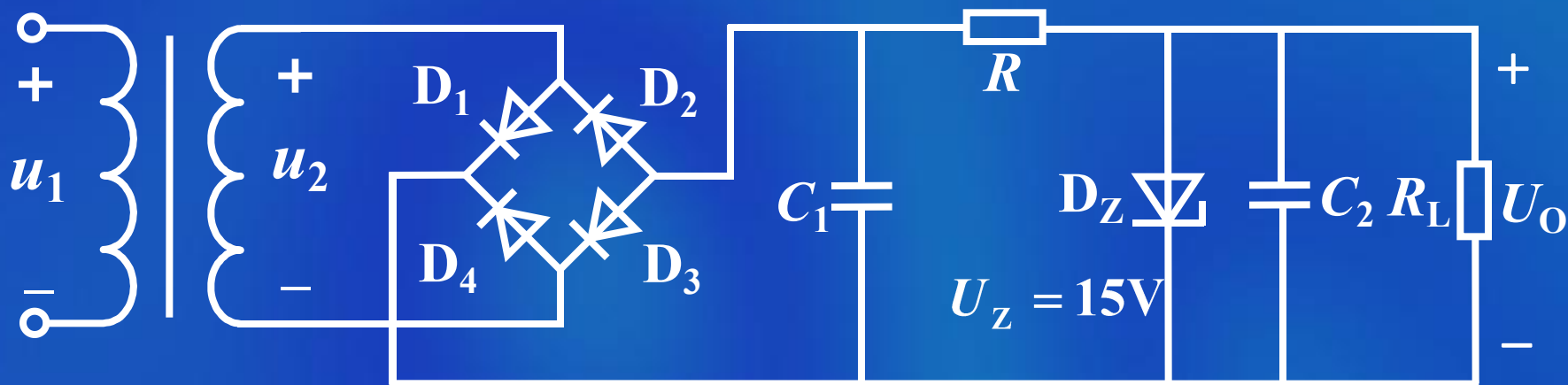
## 本章小结

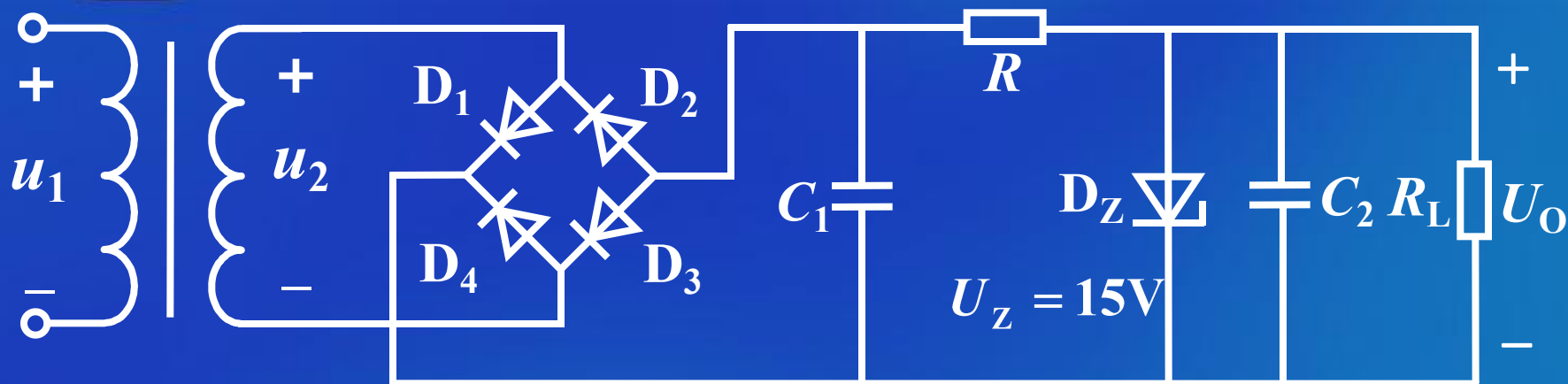


## 练习题

**例1.** 某稳压电源如图所示,试问:

- (1) 输出电压 $U_O$ 的极性和大小如何?
- (2) 电容器 $C_1$ 和 $C_2$ 的极性如何?
- (3) 如将稳压管接反, 后果如何?
- (4) 如 $R=0$ , 又将产生怎样的后果?





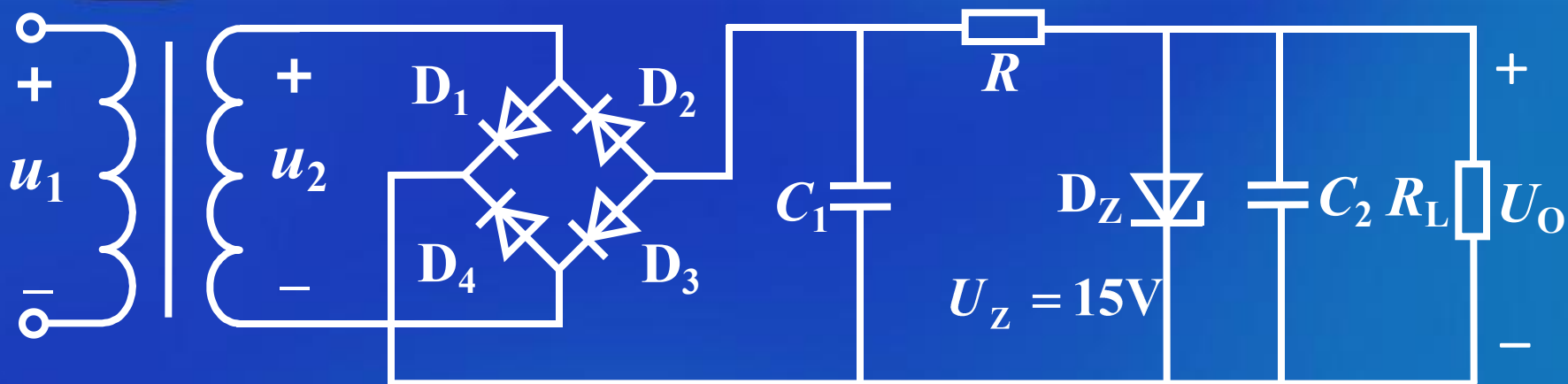
解: (1)  $U_O = -15V$  , 极性上 “ - ” 下 “ + ” 。

(2)  $C_1$ 和 $C_2$ 的极性均为上 “ - ” , 下 “ + ”

(3) 稳压管接反的直接后果是:

(a) 输出电压  $U_O \approx 0$ ;

(b) 可能造成二极管和稳压管也被烧坏。



(4) 如  $R=0$ , 则

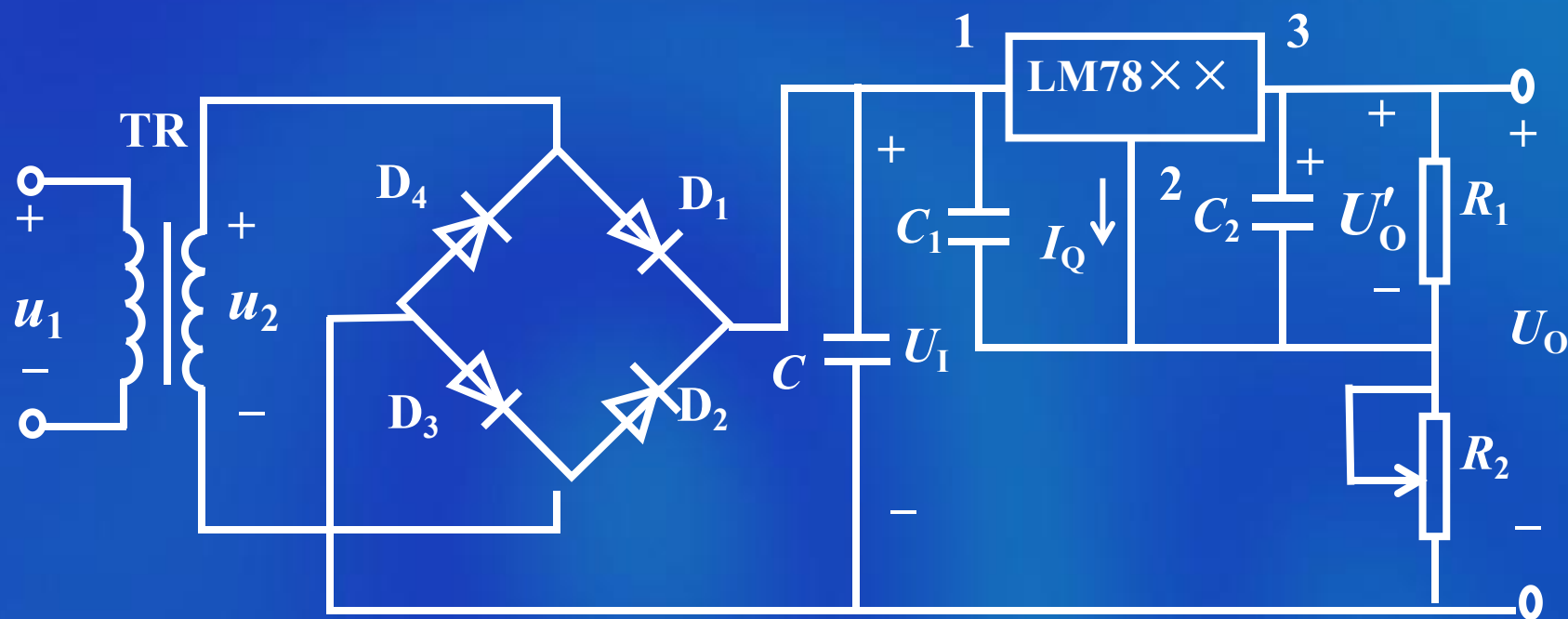
(a)  $U_I \approx U_Z$ 、 $I_Z > I_{Zmax}$  , 稳压管首先可能烧坏。

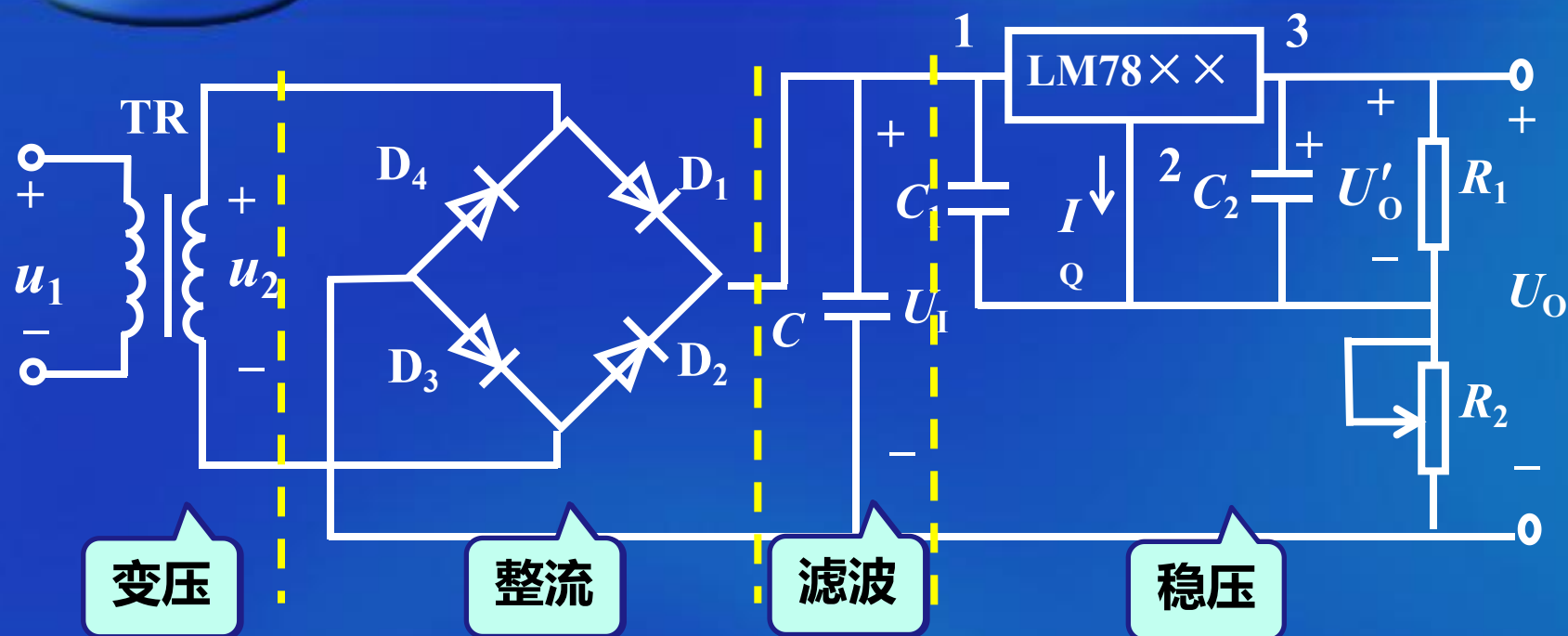
(b) 当稳压管烧坏造成短路时, 二极管电流过大也会被烧坏。

**例2.** 某稳压电源如图所示，集成三端稳压器采用7809， $U_I=25V$ ， $R_1=R_2=1k\Omega$ ，试问：

(1) 输出电压 $U_O$ 的大小如何？

(2) 电压 $U_2$ 的大小如何？





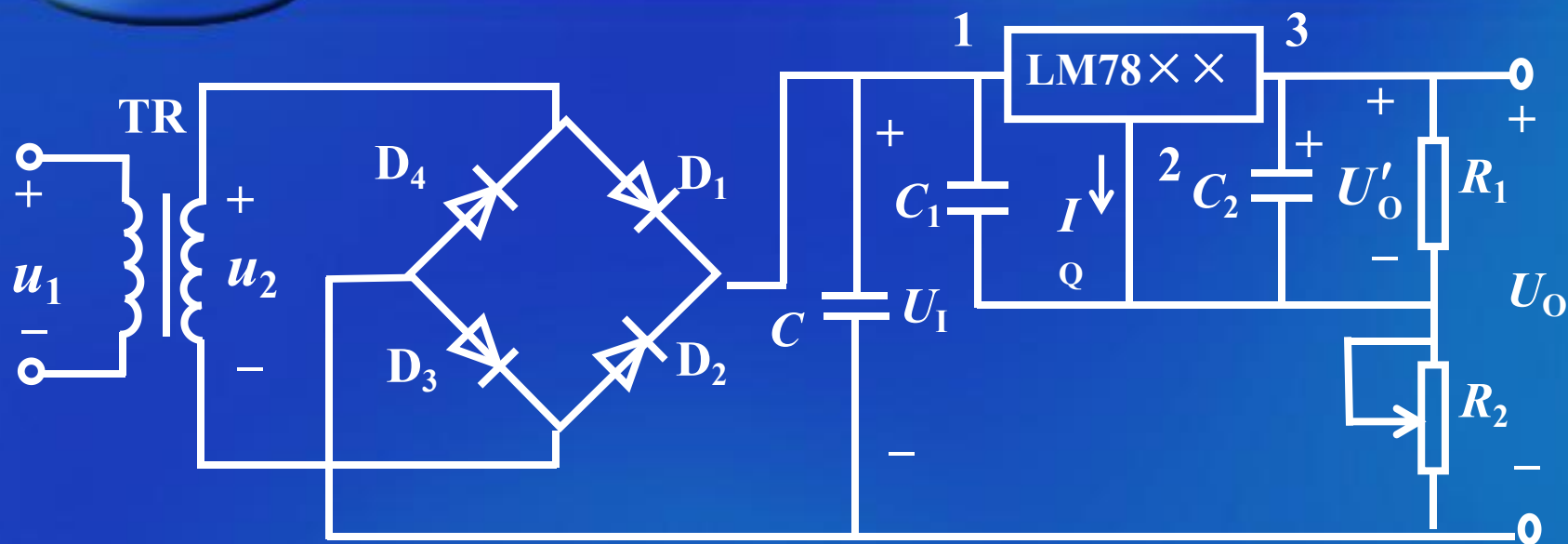
**解.** (1) 集成三端稳压器采用7809,  $U'_O = U_{R1} = U_{32} = 9\text{ V}$

$$U_O = U'_O + \left(\frac{U'}{R_1} + I_Q\right) R_2 \quad \text{所以} \quad U_O = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)U'_O + I_Q R_2$$

忽略公共端电流  $I_Q$

$$U_O \approx \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)U'_O = \left(1 + \frac{R_2}{1}\right) \times 9$$



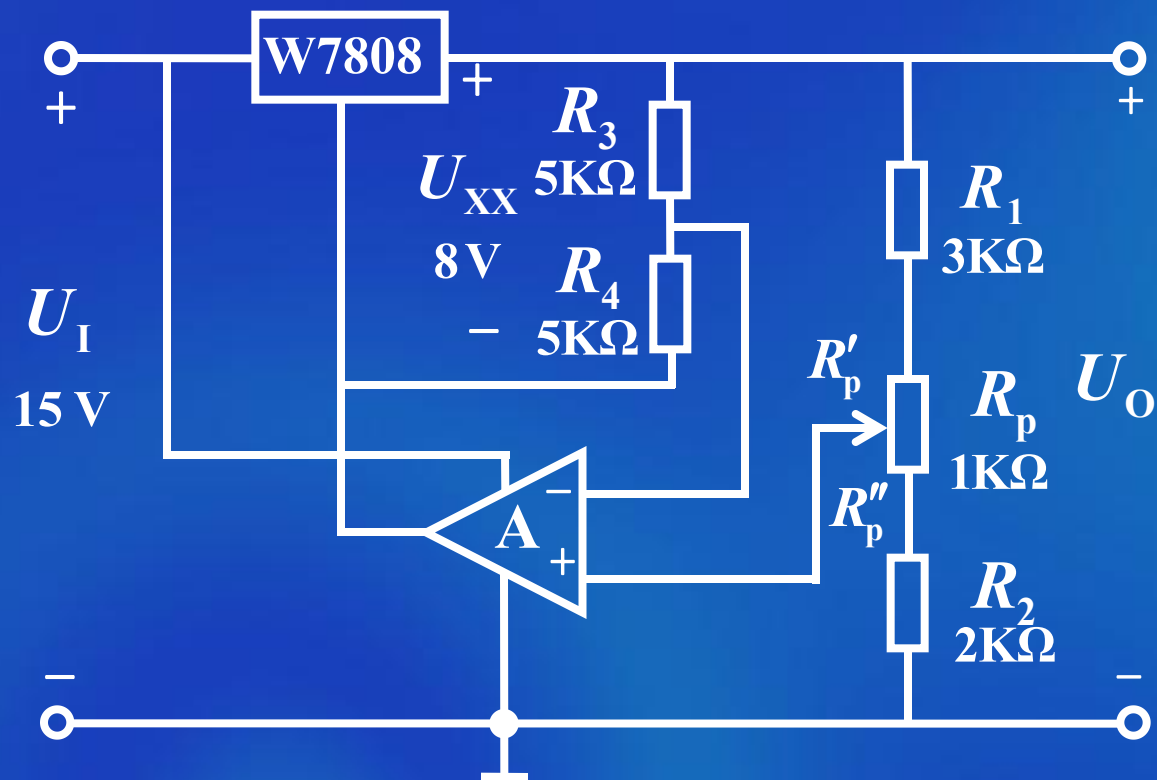


$$U_O \approx (1 + \frac{R_2}{R_1})U'_O = (1 + \frac{R_2}{1}) \times 9 \quad \text{所以 } U_{O\max} = 18V \quad U_{O\min} = 9V$$

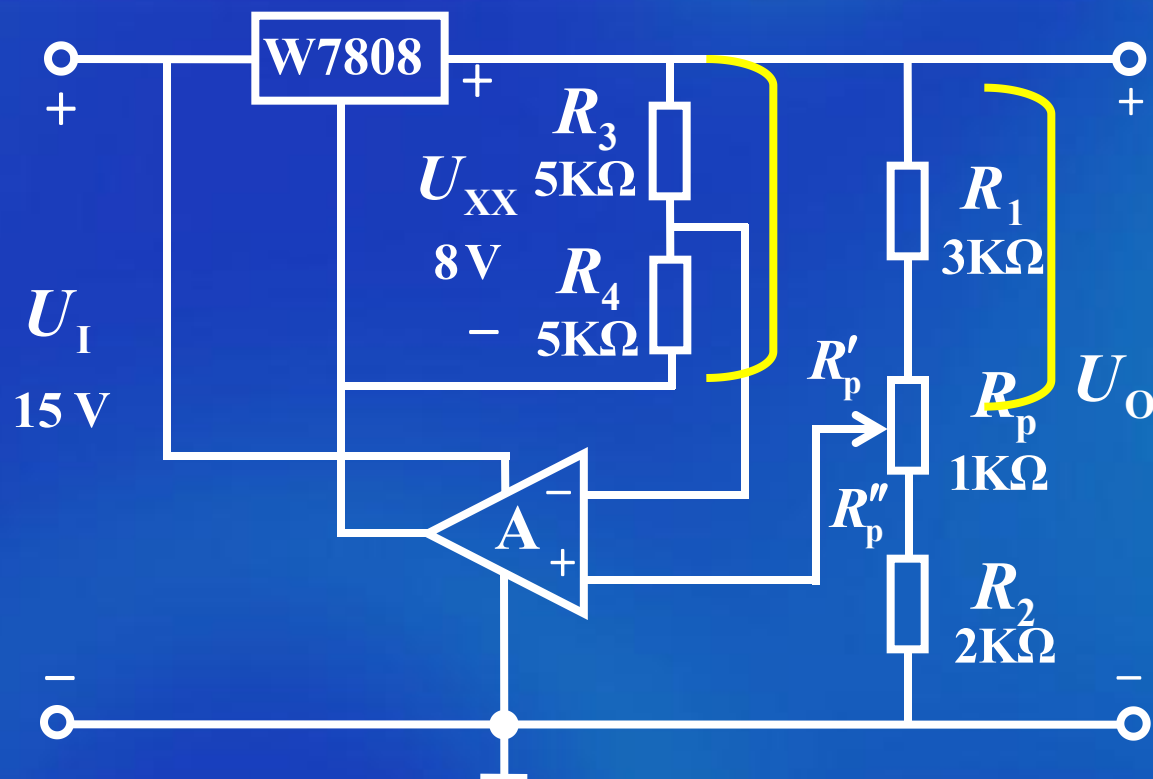
(2) 电压  $U_I = 25V$  , 因为经过滤波后  $U_I \approx 1.2U_2$

$$\text{则 } U_2 = \frac{U_I}{1.2} = \frac{25}{1.2} = 20.83V$$

例3 试求图示电路的输出电压 $U_O$ 的可调范围。



解 由题意知，运算放大器处于线性状态，根据“虚短”的概念，由图可得



$$\frac{R_3}{R_3 + R_4} U_{XX} = \frac{R_1 + R'_p}{R_1 + R_p + R_2} U_O$$

故

$$U_O = \frac{R_3}{R_3 + R_4} \times \frac{R_1 + R_p + R_2}{R_1 + R'_p} U_{XX}$$

$$U_o = \frac{R_3}{R_3 + R_4} \times \frac{R_1 + R_p + R_2}{R_1 + R'_p} U_{xx} \quad (0 \leq R'_p \leq R_p)$$

当  $R'_p = R_p$  时

$$U_o = \frac{5}{5+5} \times \frac{3+1+2}{1+2} \times 8 = 8V$$

当  $R'_p = 0$  时

$$U_o = \frac{5}{5+5} \times \frac{3+1+2}{2} \times 8 = 12V$$

即  $U_o$  的可调范围为  $8 \sim 12V$  。