

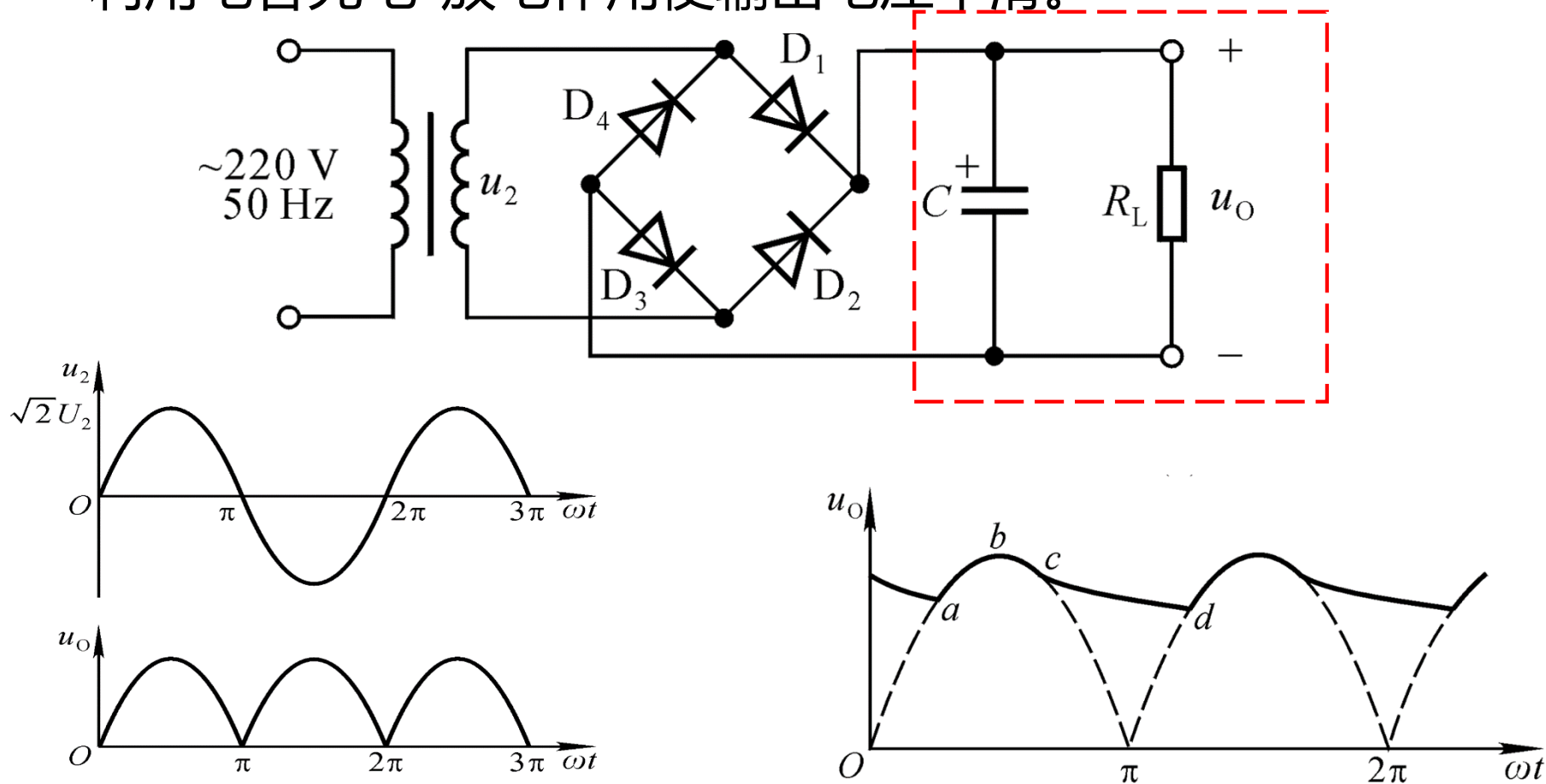
9.3 滤波电路概述

- 滤波电路需求：虽然整流电路的输出是单一方向的，但是包含着很大的交流成分，因此需要利用滤波电路将脉动的直流电压变为平滑的直流电压。
- 滤波电路特点：1) 采用无源电路，滤除交流成分，保留直流成分；2) 能够输出较大电流；3) 整流管工作在非线性状态，滤波特性分析方法特殊。
- 典型滤波电路：电容滤波、电感滤波、复式滤波电路。

9.3 滤波电路

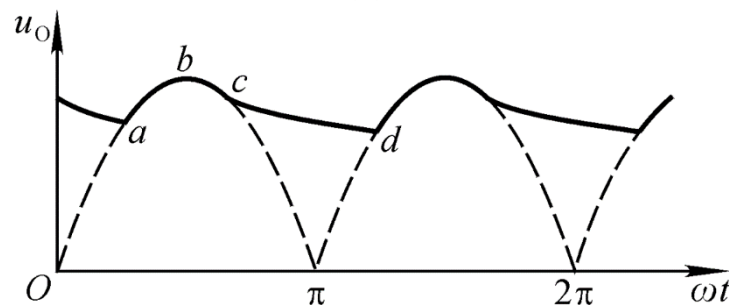
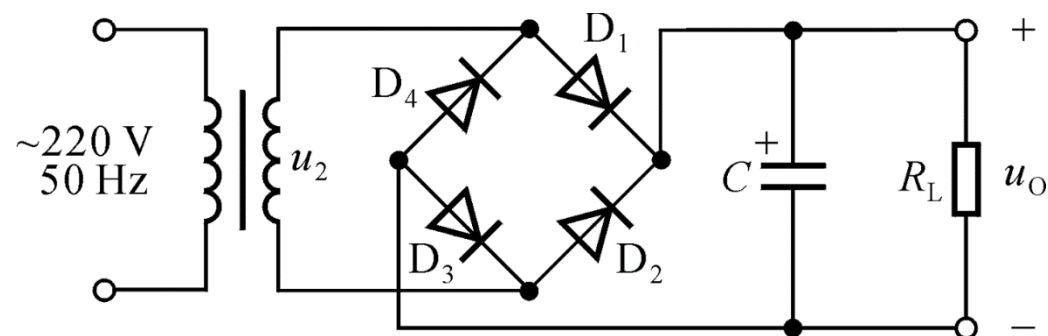
一、电容滤波电路

在整流电路的输出端并联容量很大的电容构成的滤波电路，利用电容充电-放电作用使输出电压平滑。



无滤波

9.3 滤波电路

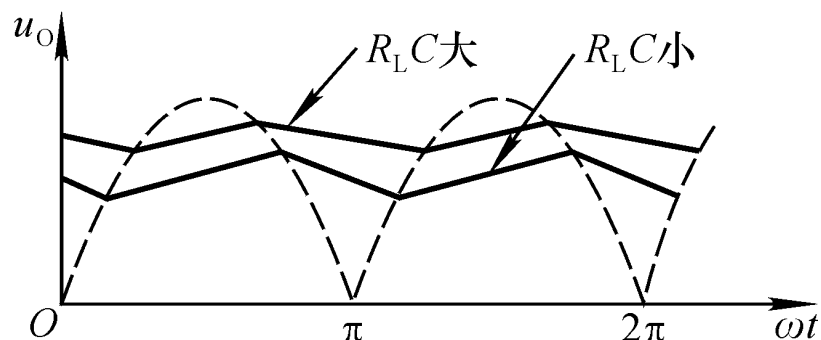


电容滤波效果决定于放电时间：电容 C 越大，负载电阻 R_L 越大，放电时间常数 τ 越大，电容放电越慢，输出电压越平滑，电压脉动越小，输出电压均值越大。

应满足 $R_L C \geq (3 \sim 5)T / 2$

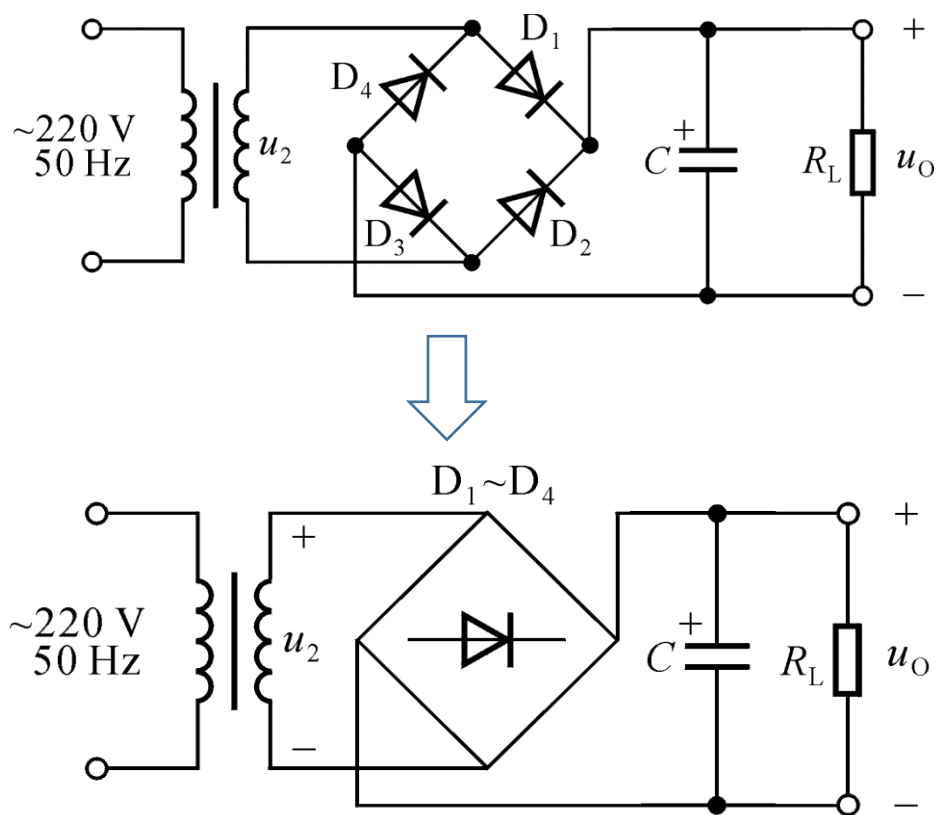
$$U_{O(AV)} \approx 1.2U_2$$

负载开路时 $U_{O(AV)} = \sqrt{2}U_2$



半波整流 $U_{O(AV)} \approx U_2$

9.3 滤波电路

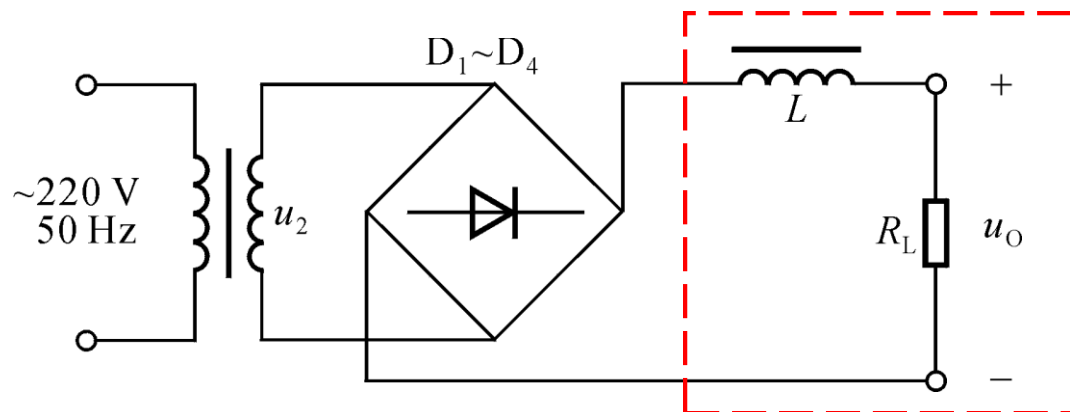


- 电容滤波特点：滤波电路简单易行，输出电压均值 $U_{O(AV)}$ 高；适用于负载电流较小且变化较小的场合。

9.3 滤波电路

二、电感滤波电路

- 在整流电路和负载之间串联电感线圈 L 构成电感滤波电路；要求电感量足够大，采用有铁芯的线圈。



利用电感性质——当流过电感的电流变化时，产生的感生电动势将阻止电流的变化。

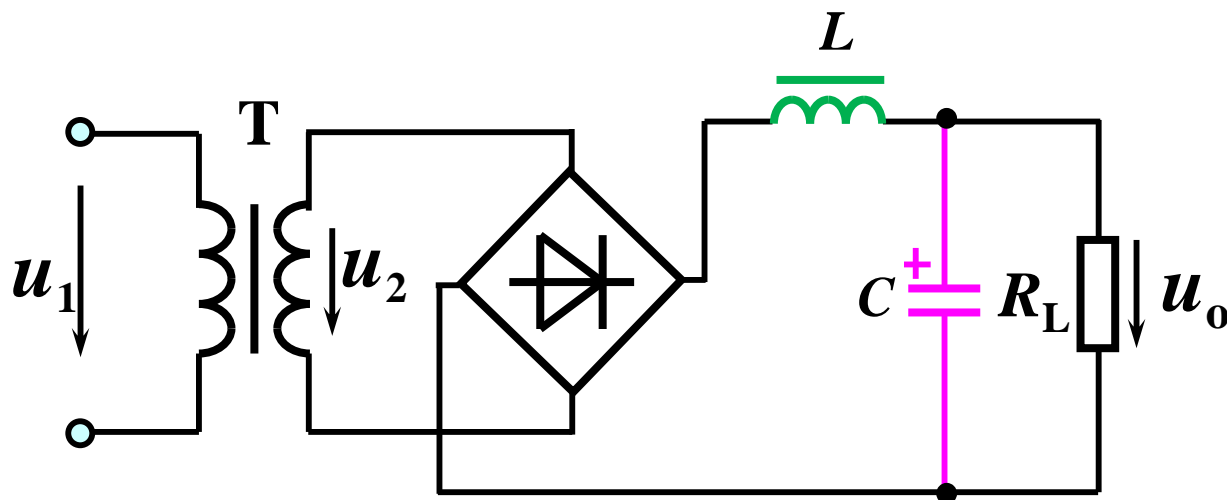
电感越大滤波效果越好

忽略线圈电阻 $U_{O(AV)} \approx 0.9U_2$

9.3 滤波电路

三、复式滤波电路

1. LC滤波电路



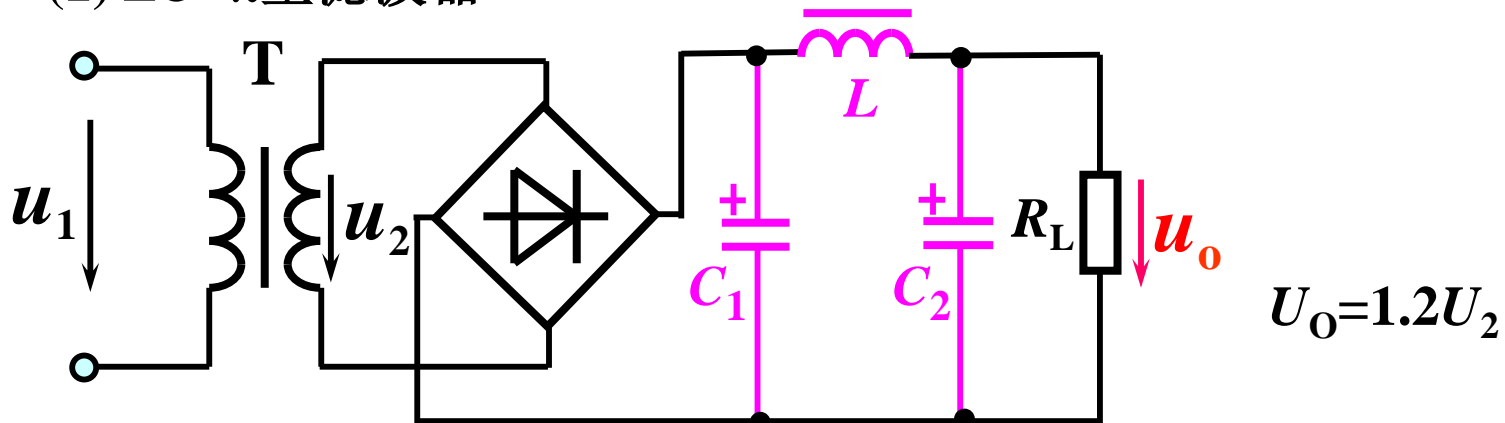
LC 滤波电路输出电压波形更为平滑，滤波效果较好。

$$U_o = 0.9U_2$$

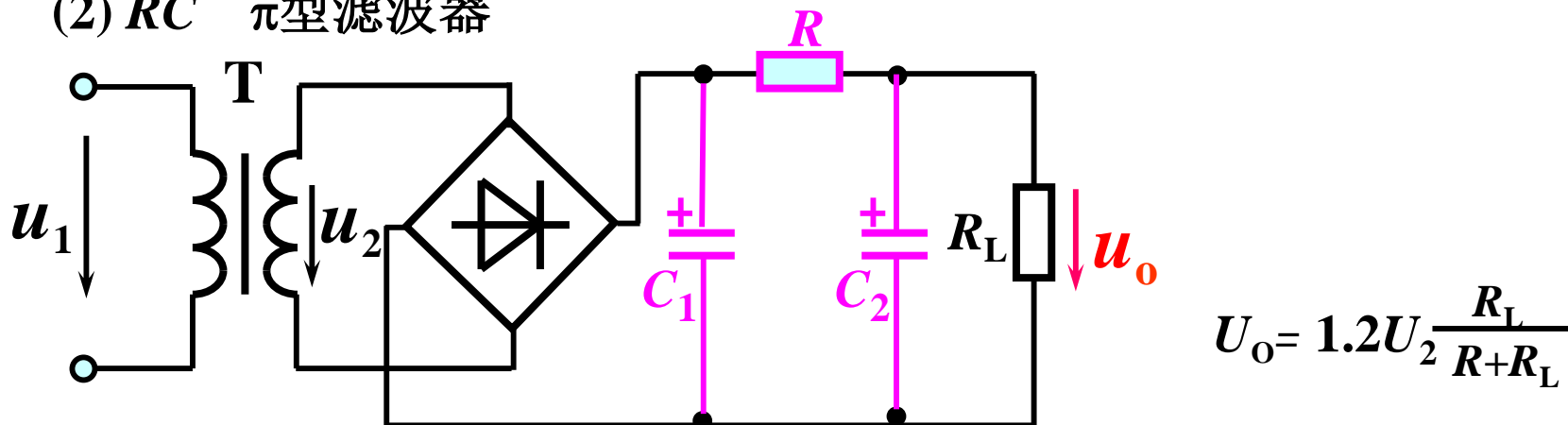
9.3 滤波电路

2. π 型滤波器

(1) LC π 型滤波器

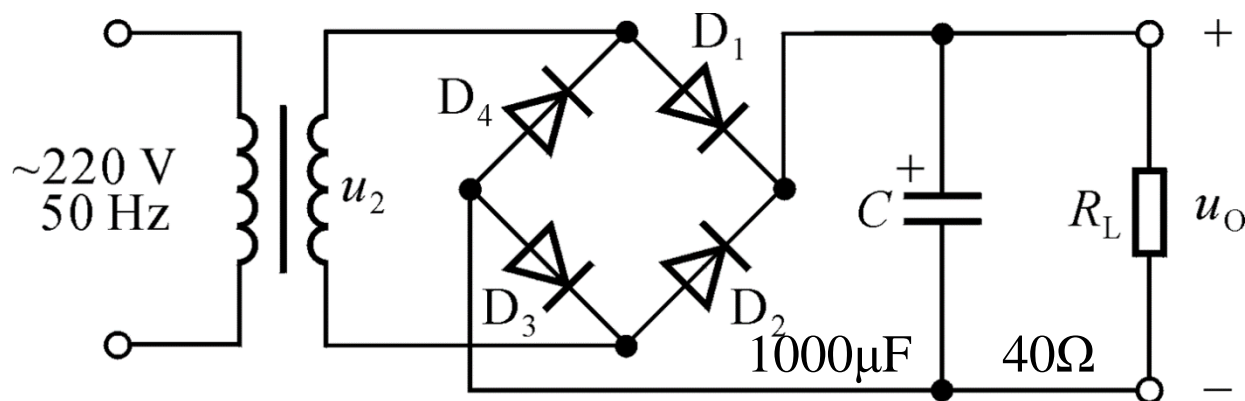


(2) RC π 型滤波器



9.3 滤波电路

例：



如图所示单相桥式整流电路，带滤波电容。已知变压器二次电压 $U_2=20\text{V}$ ，试分析下面情况下， R_L 两端的电压平均值大约是多少（忽略二极管压降）？（1）电路正常工作；（2）负载 R_L 断开；（3）电容断开；（4）某一个二极管和电容 C 同时断开。

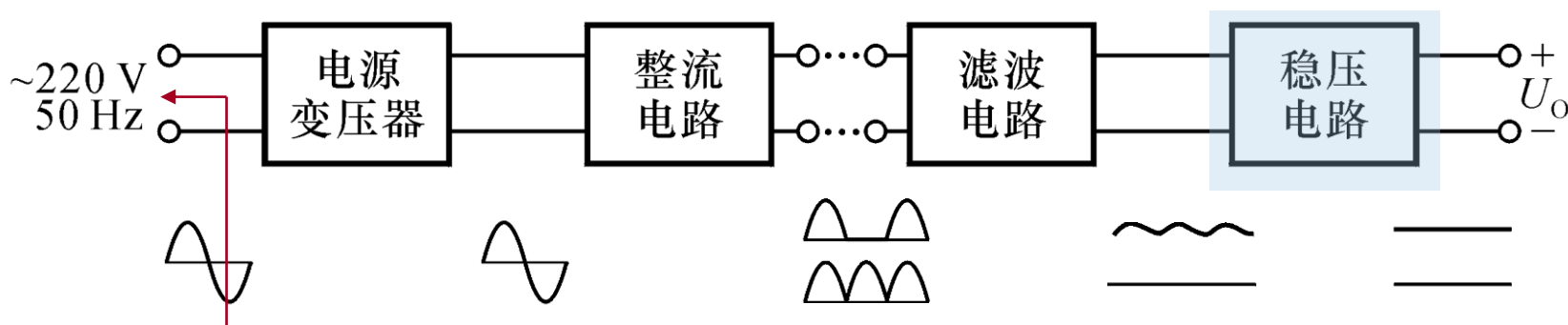
解：

(1) $U_{O(AV)} \approx 1.2U_2 = 24\text{V}$	(3) $U_{O(AV)} \approx 0.9U_2 = 18\text{V}$
(2) $U_{O(AV)} \approx 1.4U_2 = 28\text{V}$	(4) $U_{O(AV)} \approx 0.45U_2 = 9\text{V}$

9.4 稳压管稳压电路

稳压问题

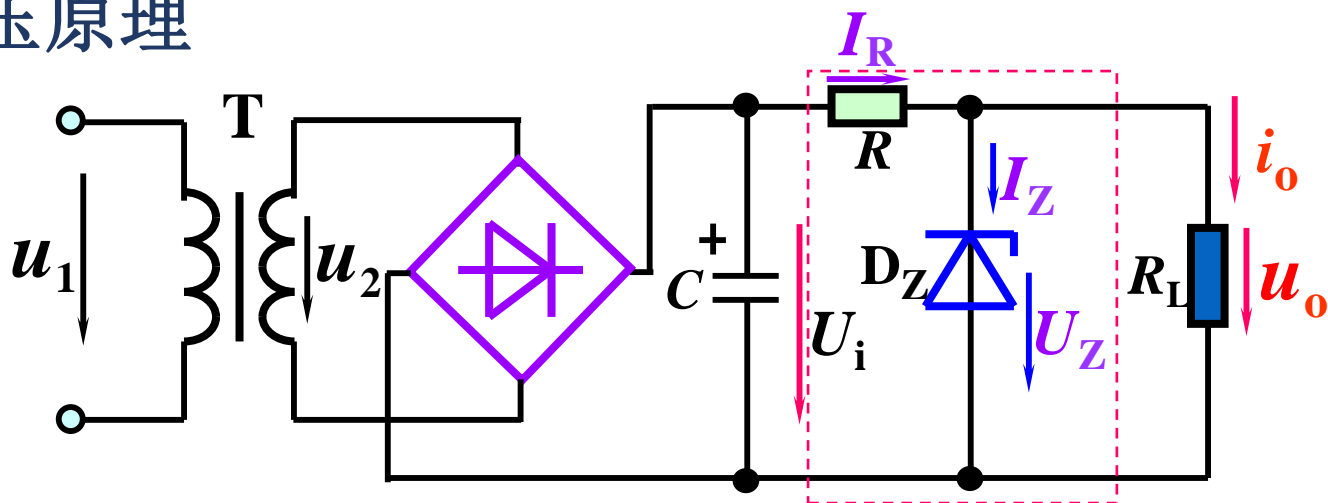
- 影响输出稳定因素：电网电压波动 + 整流滤波内阻



- 1) 由于输出电压平均值取决于变压器副边电压有效值，当电网电压波动时，输出电压平均值将产生相应的波动。
- 2) 由于整流滤波电路存在着内阻，当负载变化时内阻上的电压随之变化，输出电压平均值将产生变化。

9.4 稳压管稳压电路

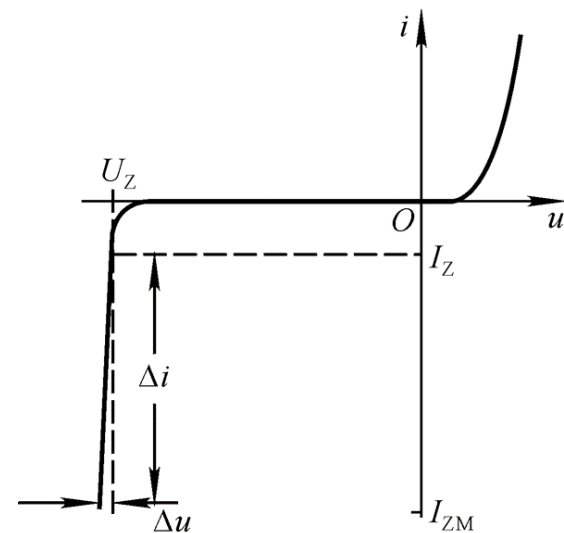
1. 稳压原理

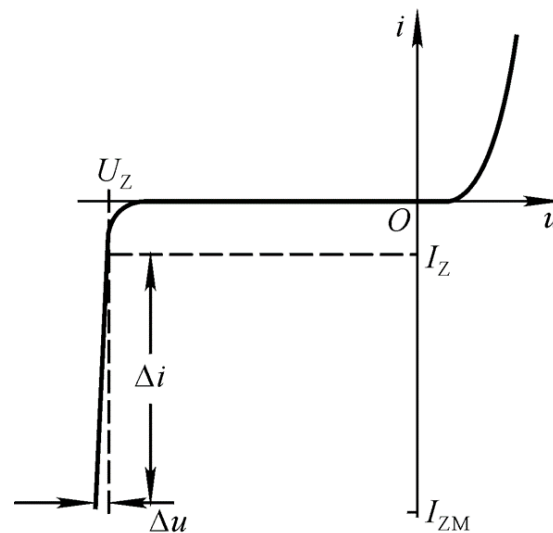


$$U_O = U_Z \quad I_R = I_O + I_Z$$

$$u_1 \uparrow \rightarrow U_O \uparrow (U_Z) \rightarrow I_Z \uparrow \rightarrow I_R \uparrow$$

$$U_O \text{ 不变} \leftarrow U_o \downarrow \leftarrow U_R \uparrow$$





$$I_Z = I_R - I_L = \frac{U_i - U_z}{R} - I_L$$

9.4 稳压管稳压电路

- 电网电压最低且负载电流最大时，稳压管的电流最小。

$$I_Z = \frac{U_{i\min} - U_Z}{R} - I_{L\max} > I_{Z\min} \quad \Rightarrow \quad R < \frac{U_{i\min} - U_Z}{I_{Z\min} + I_{L\max}}$$

电网电压最高且负载电流最小时，稳压管的电流最大。

$$I_Z = \frac{U_{i\max} - U_Z}{R} - I_{L\min} < I_{Z\max} \quad \Rightarrow \quad R > \frac{U_{i\max} - U_Z}{I_{Z\max} + I_{L\min}}$$

限流电阻的取值范围

$$\frac{U_{i\max} - U_Z}{I_{Z\max} + I_{L\min}} < R < \frac{U_{i\min} - U_Z}{I_{Z\min} + I_{L\max}}$$

9.4.稳压管稳压电路

稳压电路的性能指标

- 稳压系数：表明电网电压波动时电路的稳压性能。在负载电流不变时输出电压相对变化量与输入电压变化量之比。

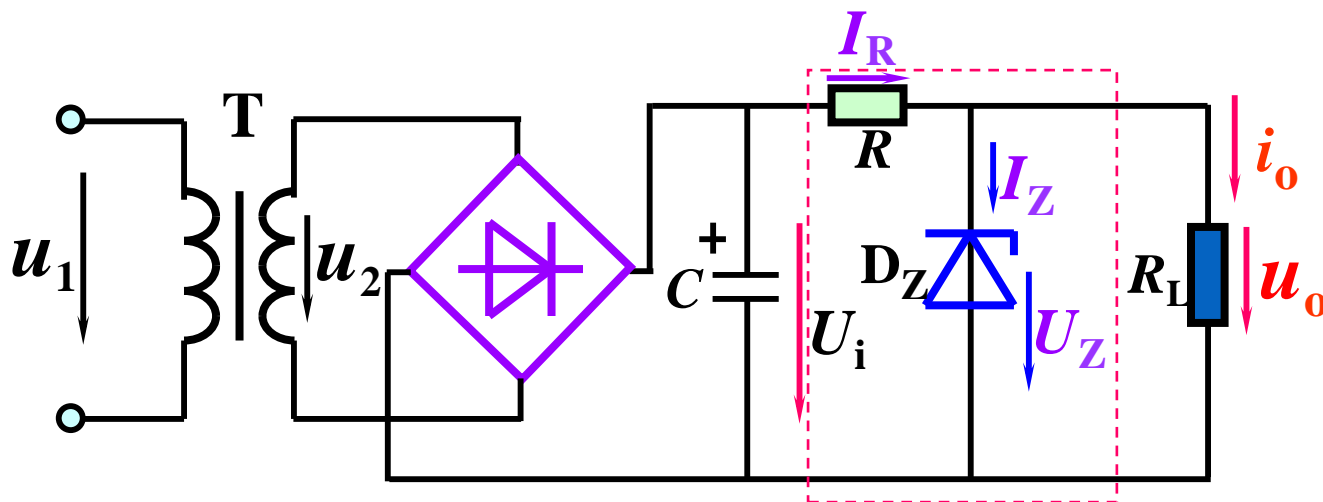
$$S_r = \frac{\Delta U_o / U_o}{\Delta U_i / U_i} \bigg|_{R_L} = \frac{\Delta U_o}{\Delta U_i} \cdot \frac{U_i}{U_o} \bigg|_{R_L}$$

- 输出电阻：表明负载电流变化时电路的稳压性能。在电网电压不变时，负载变化引起的输出电压的变化量与输出电流的变化量之比。

$$R_o = \frac{\Delta U_o}{\Delta I_o} \bigg|_{U_i}$$

9.4 稳压管稳压电路

3. 特点



电路简单易行，所需元件数量少；输出电流较小，稳压性能好；输出电压不可调节，适用于负载电压固定、输出电流较小的场合。