

第3章 功率变换电路

3.1 功率放大电路

- 1 功率放大电路的特点与基本类型
- 2 功率放大电路的基本计算
- 3 集成功率放大器

3.2 基本AC/DC变换电路

- 1 整流和滤波电路
- 2 稳压电路

➤从功率变换的角度讨论放大电路如何有效地将直流供电电源的能量转换为负载所需要的信号功率。

低频功率放大电路

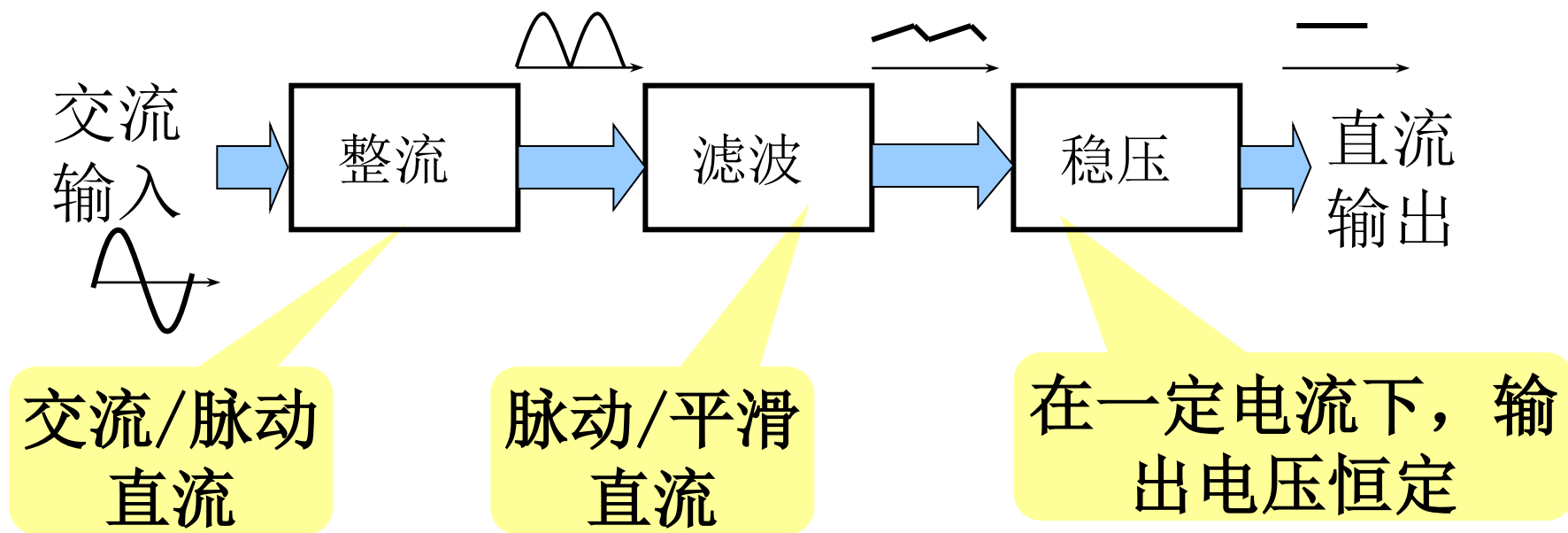
➤如何将交流电网的能量转换为电子电路所要求的直流电能。

直流稳压电路

3.2 基本AC/DC变换电路

电子电路都要有直流电源供电，该直流电源一般通过交流电变换而来（AC/DC）。

交流电变换成直流电需要图示三个环节。



§ 3.2.1 整流电路

- 一、整流电路要研究的问题
- 二、单相半波整流电路
- 三、单相桥式整流电路

一、整流电路要研究的问题

1. 电路的工作原理：即二极管工作状态、电路波形的分析
2. 输出电压和输出电流平均值：即输出脉动直流电压和电流平均值的求解方法
3. 整流二极管的选择：即二极管承受的最大整流平均电流和最高反向工作电压的分析

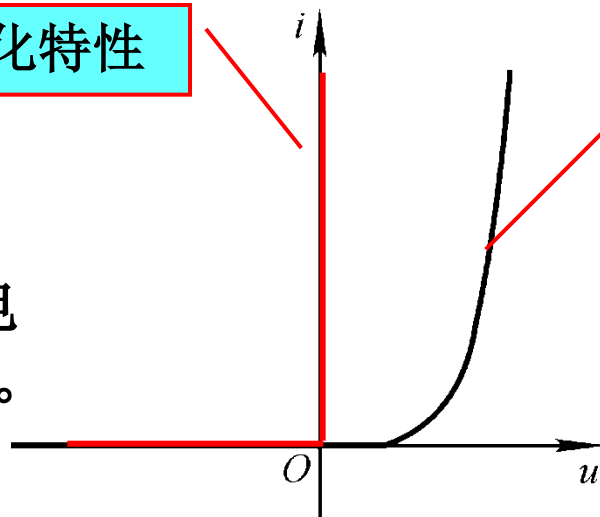
为分析问题简单起见，设二极管为理想二极管，变压器内阻为0。

整流二极管的伏安特性：

理想化特性

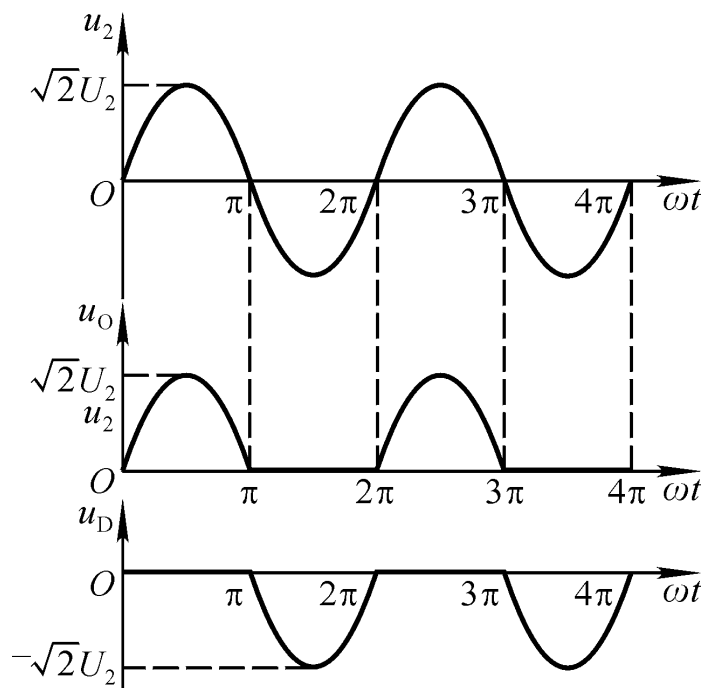
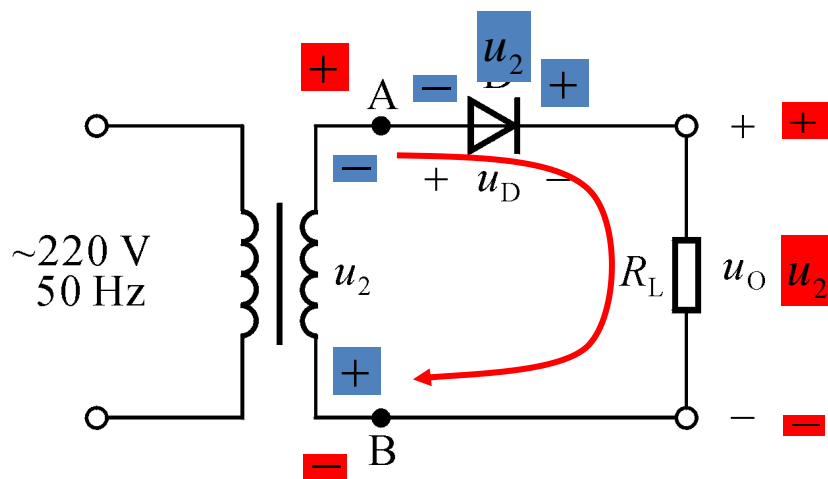
实际特性

理想二极管的正向导通电压为0，即正向电阻为0；反向电流为0，即反向电阻为无穷大。



二、单相半波整流电路

1. 工作原理

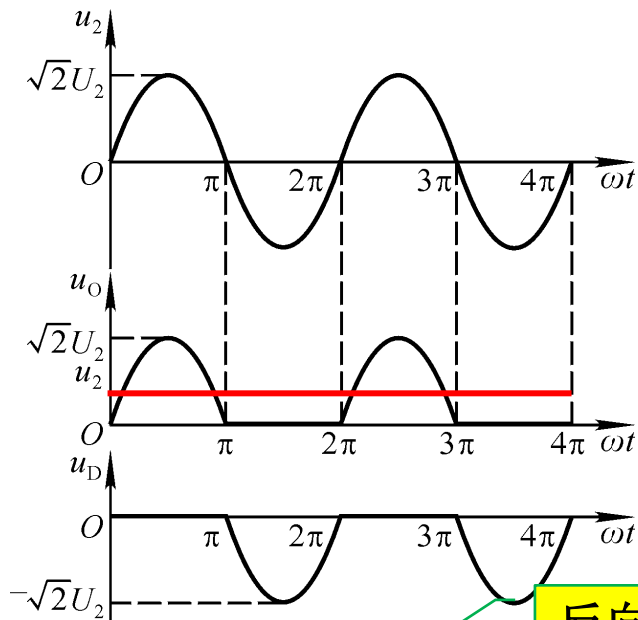


u_2 的正半周，D导通， $A \rightarrow D \rightarrow R_L \rightarrow B$ ， $u_O = u_2$ 。

u_2 的负半周，D截止，承受反向电压，为 u_2 ， $u_O = 0$ 。

2. U_O (AV) 和 I_L (AV) 的估算

已知变压器副边电压有效值为 U_2



反向电压

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

$$U_{O(AV)} = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} \approx 0.45U_2$$

$$I_{L(AV)} = \frac{U_{O(AV)}}{R_L} \approx \frac{0.45U_2}{R_L}$$

(3) 二极管的选择

$$U_{R \max} = \sqrt{2}U_2$$

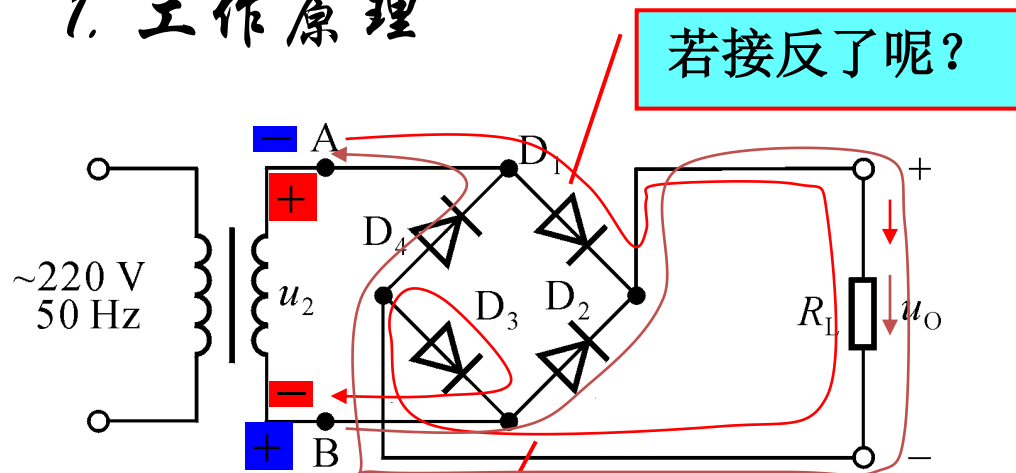
$$I_{D(AV)} = I_{L(AV)} \approx \frac{0.45U_2}{R_L}$$

考虑到电网电压波动范围为 $\pm 10\%$ ，二极管的极限参数应满足：

$$\begin{cases} I_F > 1.1 \times \frac{0.45U_2}{R_L} \\ U_R > 1.1\sqrt{2}U_2 \end{cases}$$

三、单相桥式整流电路

1. 工作原理



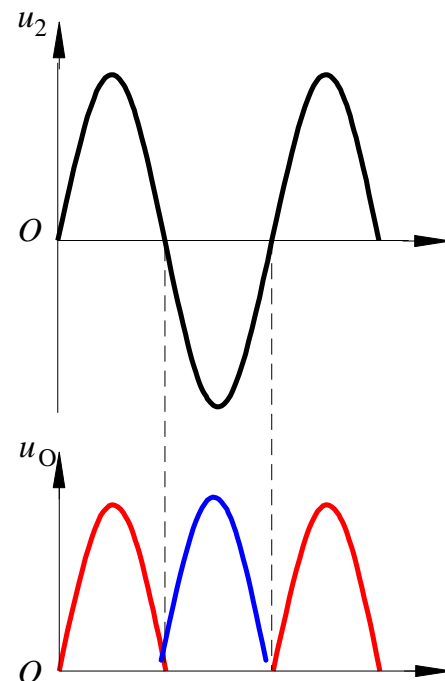
四只管子如何接?

u_2 的正半周

$A \rightarrow D_1 \rightarrow R_L \rightarrow D_3 \rightarrow B, u_O = u_2$

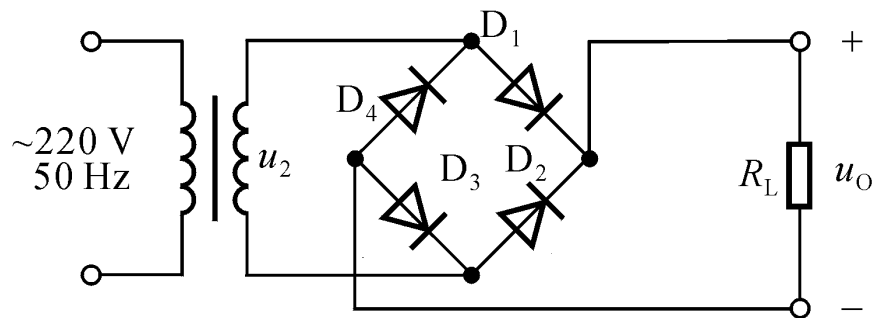
u_2 的负半周

$B \rightarrow D_2 \rightarrow R_L \rightarrow D_4 \rightarrow A, u_O = -u_2$



集成的桥式整流电路称为整流堆。

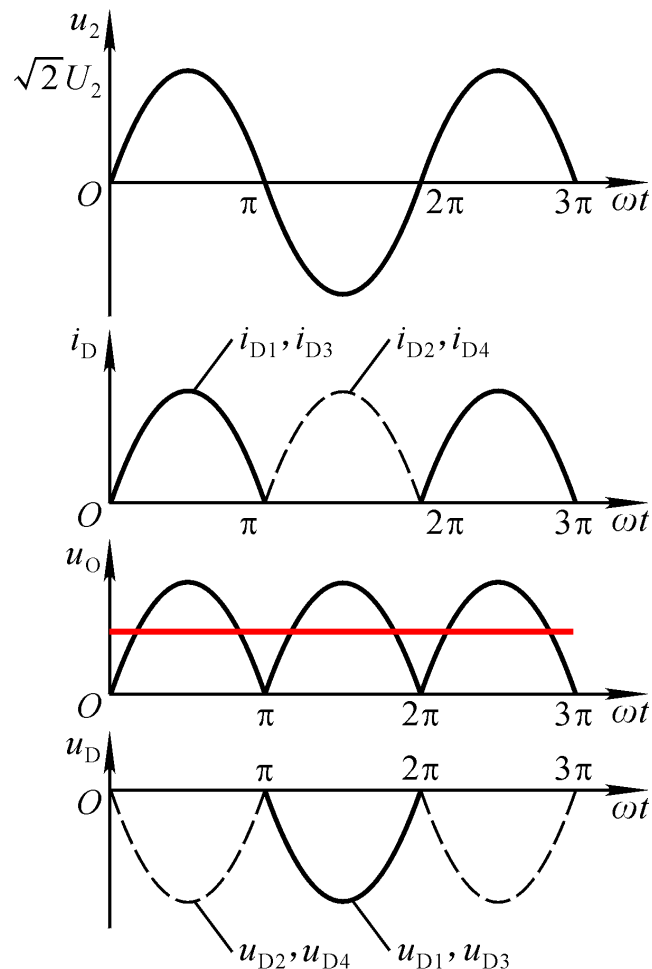
2. 输出电压和电流平均值的估算



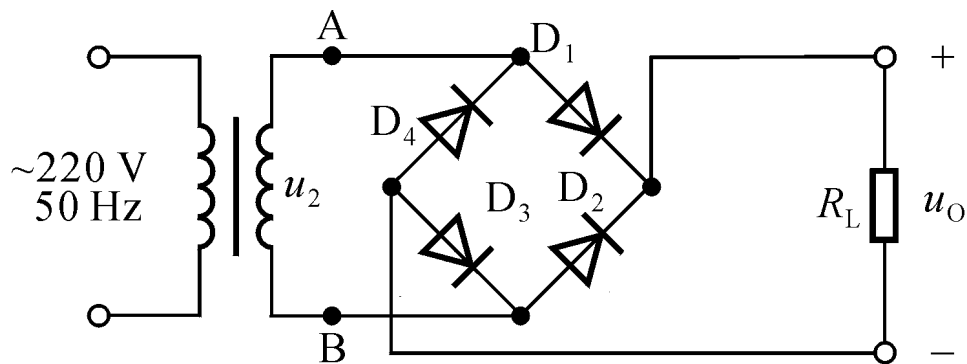
$$U_{O(AV)} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t d(\omega t)$$

$$U_{O(AV)} = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} \approx 0.9U_2$$

$$I_{L(AV)} = \frac{U_{O(AV)}}{R_L} \approx \frac{0.9U_2}{R_L}$$



3. 二极管的选择



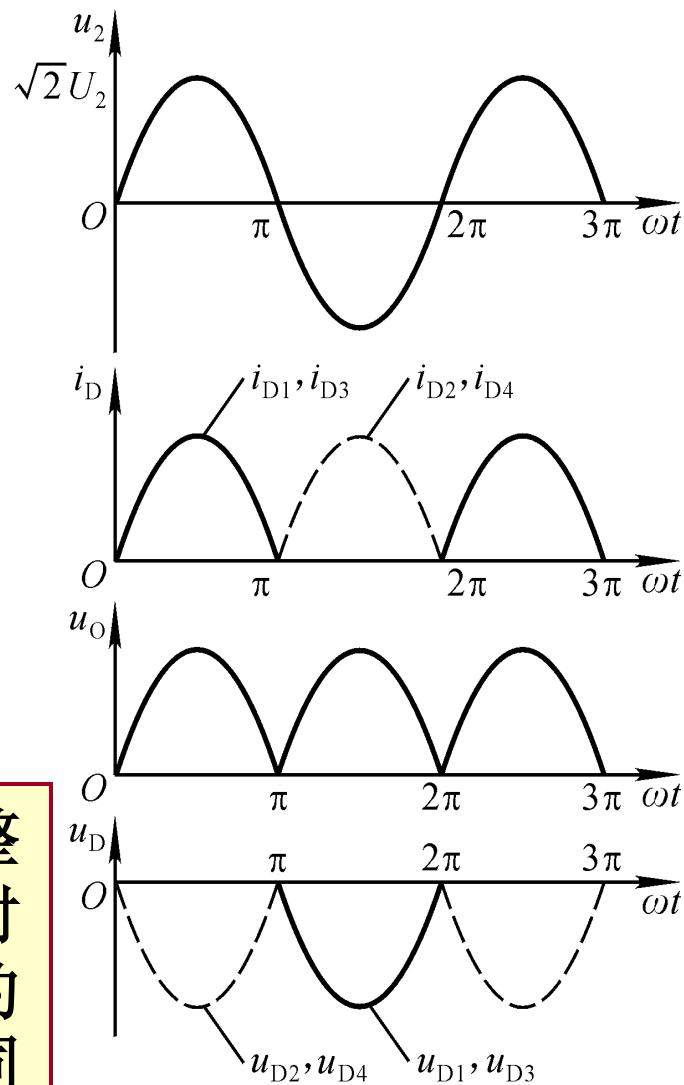
$$U_{R \max} = \sqrt{2}U_2$$

$$I_{D(AV)} = \frac{I_{L(AV)}}{2} \approx \frac{0.45U_2}{R_L}$$

考虑到电网电压波动范围为
 $\pm 10\%$ ，二极管的极限参数应满足：

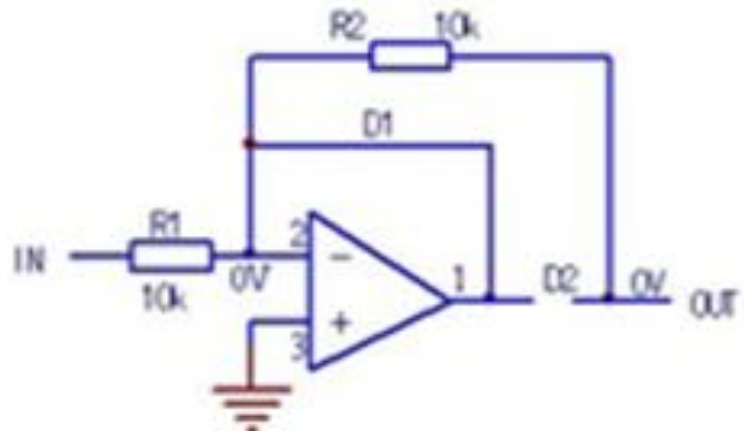
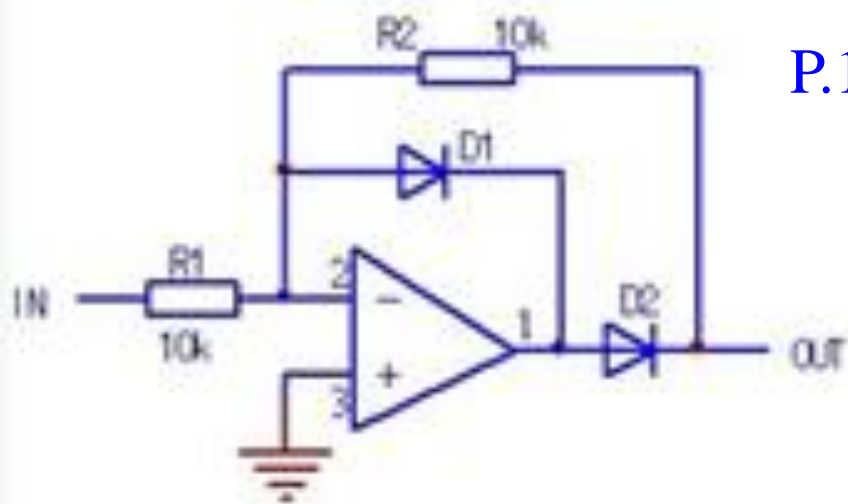
$$\begin{cases} I_F > 1.1 \times \frac{0.45U_2}{R_L} \\ U_R > 1.1\sqrt{2}U_2 \end{cases}$$

与半波整
流电路对
二极管的
要求相同

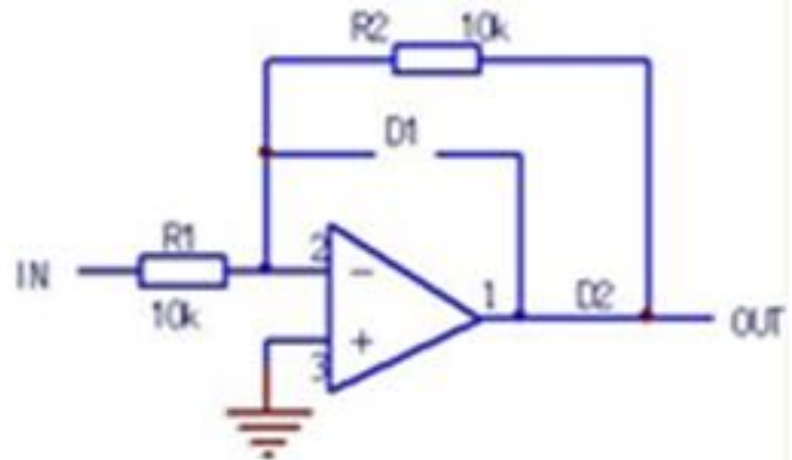
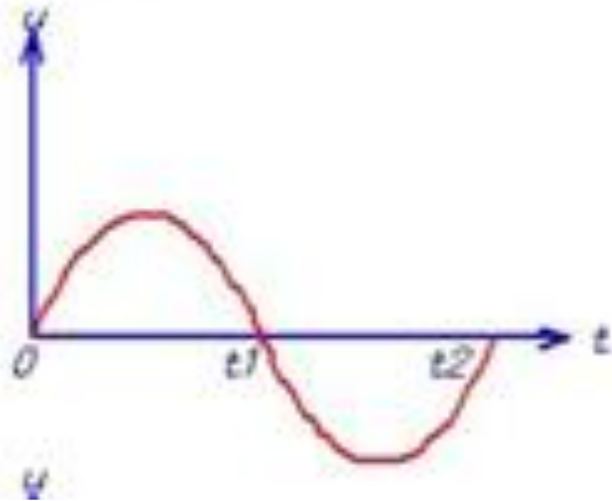


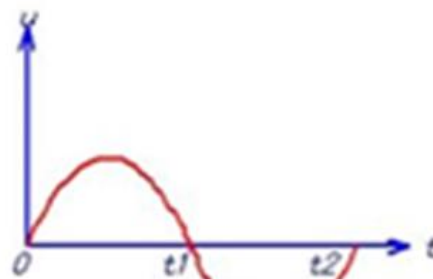
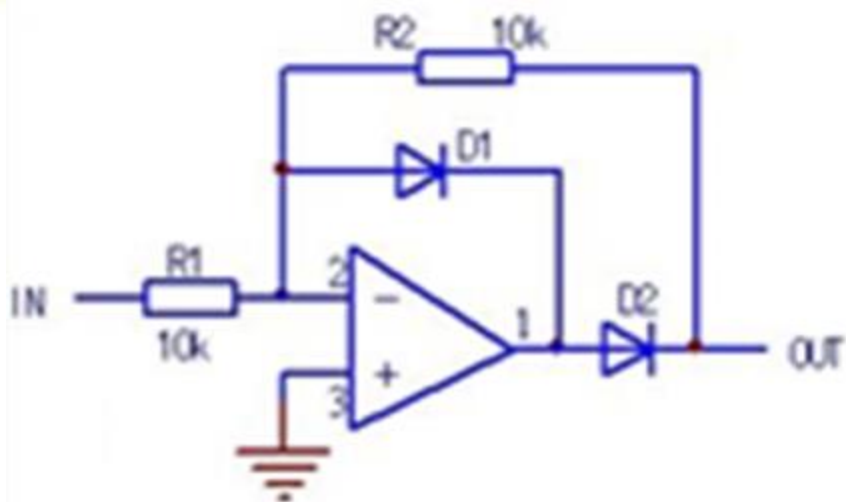
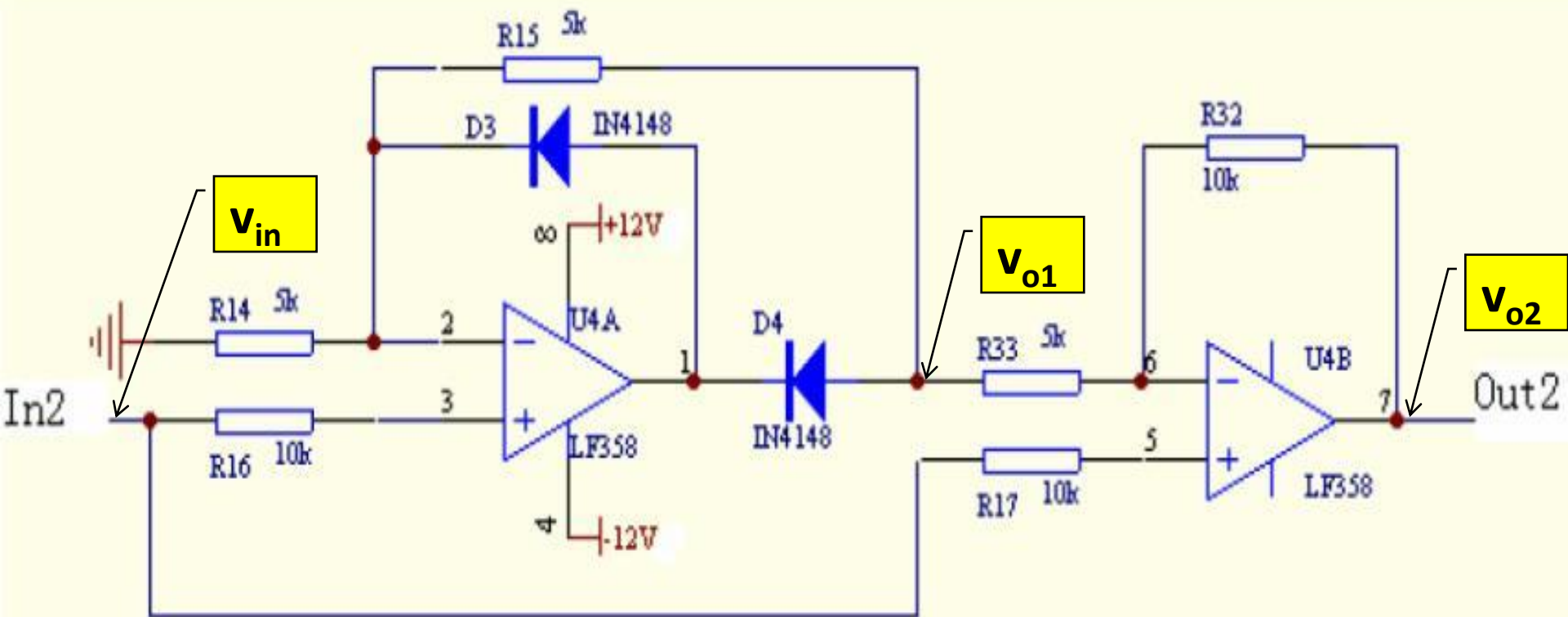
P.123

输入信号 >0



输入信号 <0



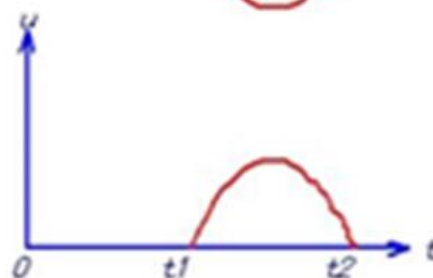


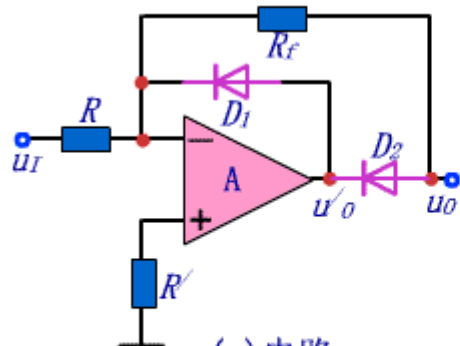
正半波

$$v_{o2} = -2v_{o1} + 3v_{in}$$

负半波

$$v_{o2} = 0 - v_{in}$$

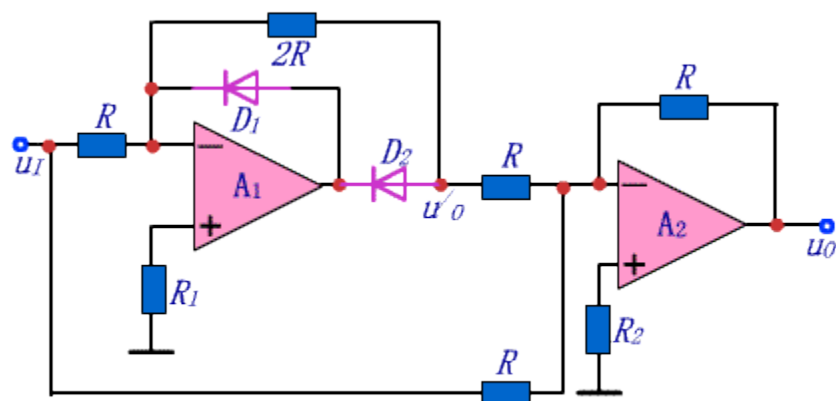
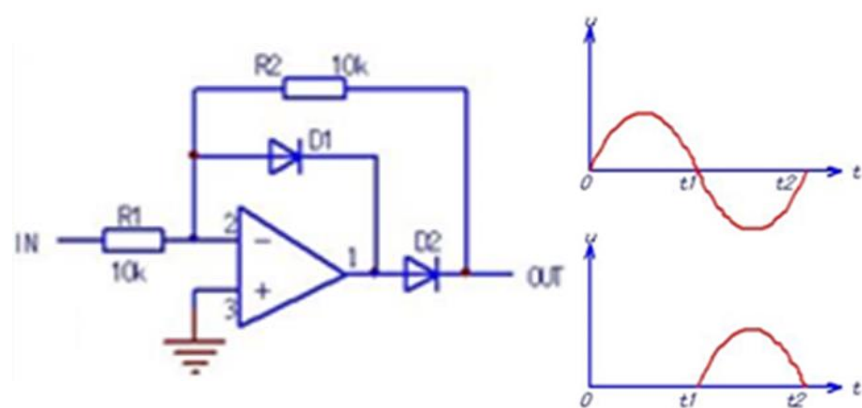




(a) 电路

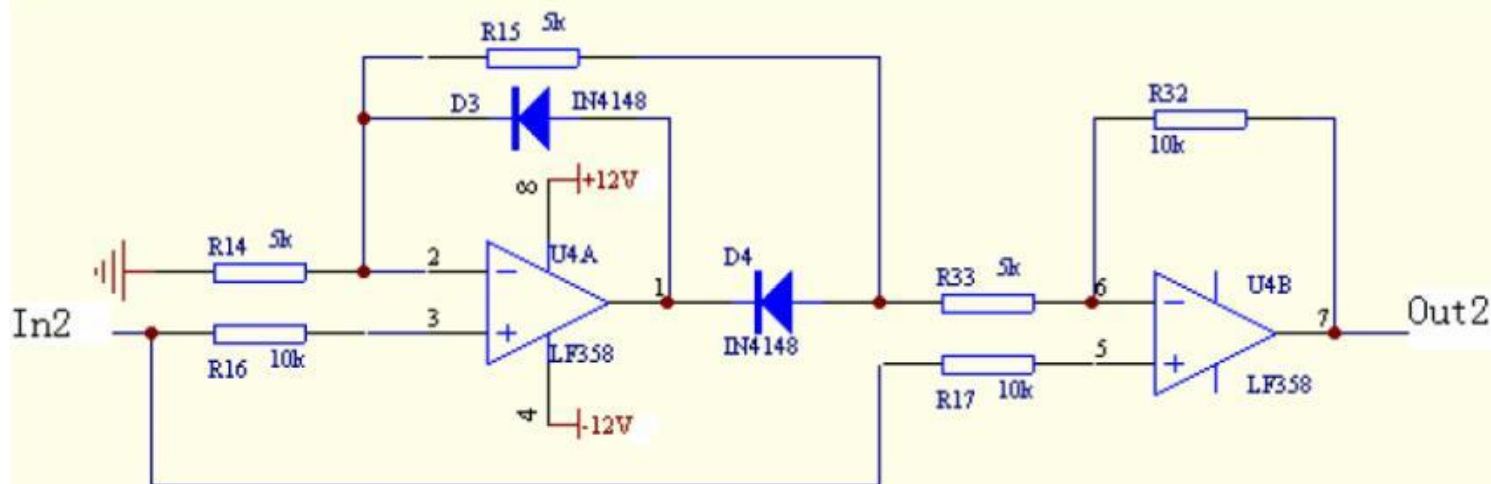
(b) 波形分析

半波精密整流电路及其波形



(a) 全波精密整流电路

(b) 波形分析



电压传输特性

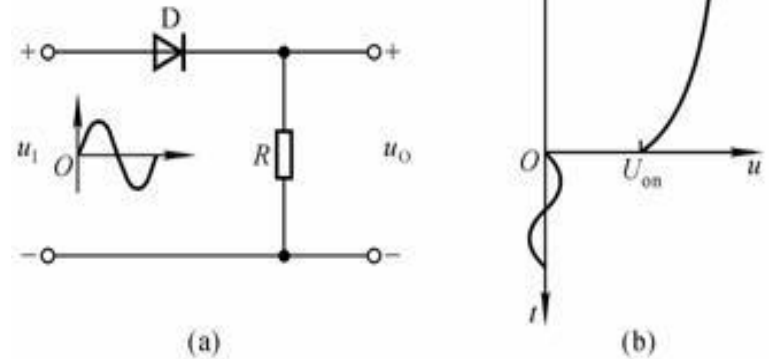
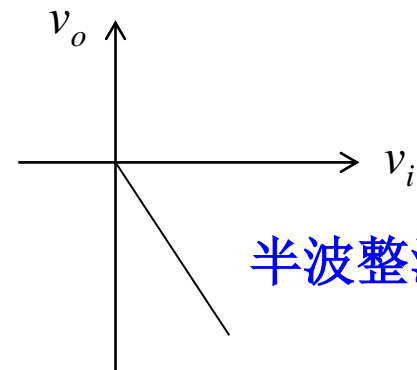
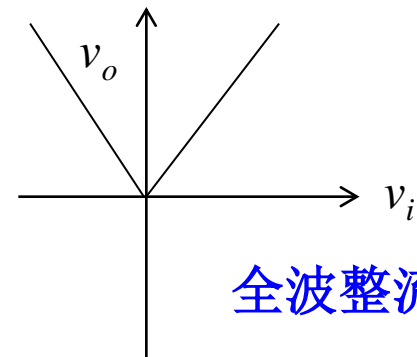


图2 一般半波整流电路

(a) 半波整流电路 (b) 二极管的伏安特性



半波整流电压传输特性



全波整流电压传输特性

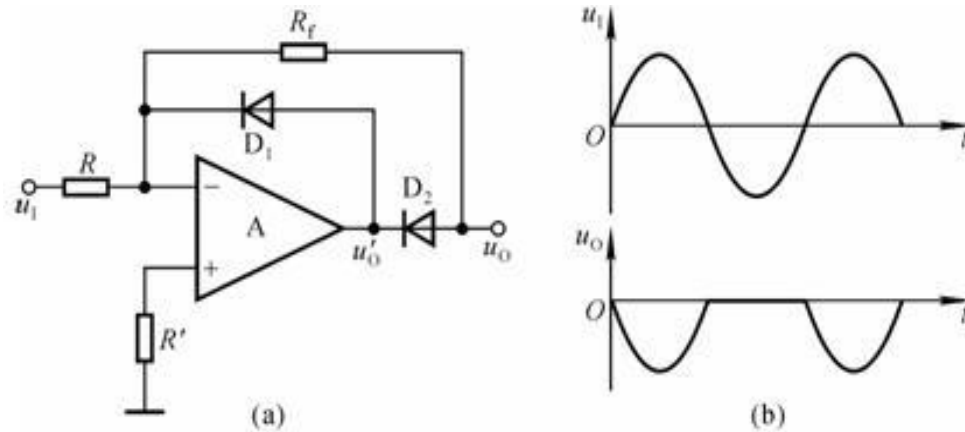
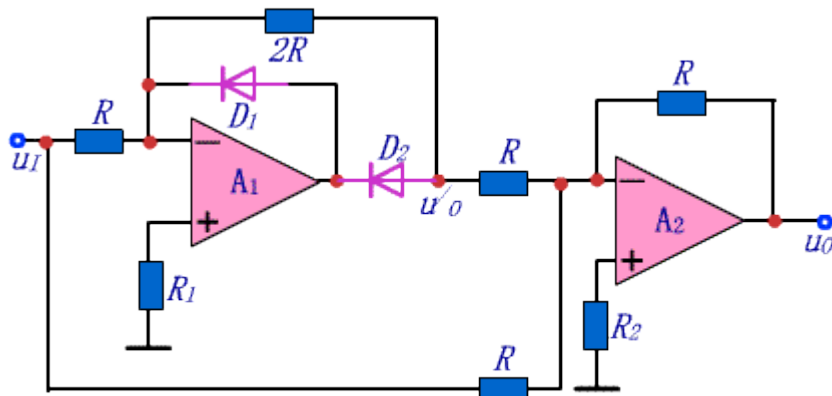


图3 半波精密整流电路及其波形

(a) 电路 (b) 波形分析



(a) 全波精密整流电路

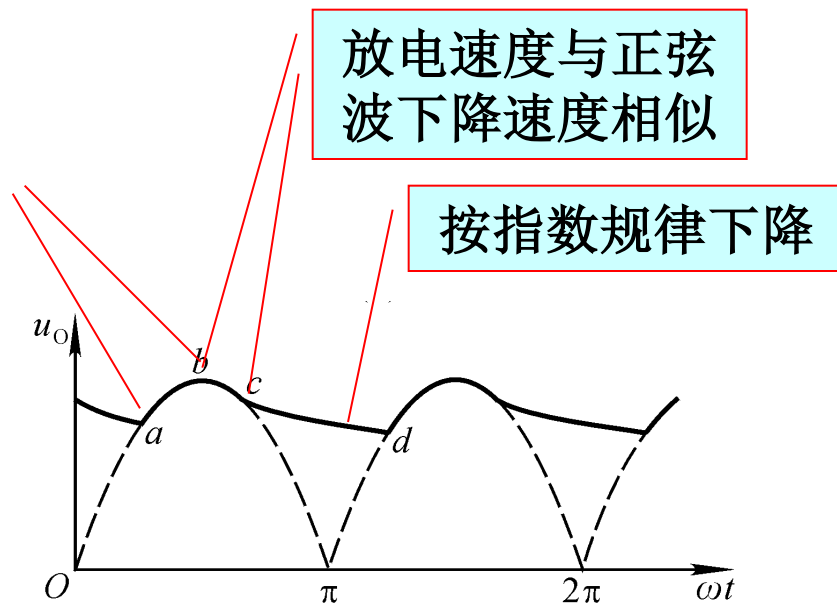
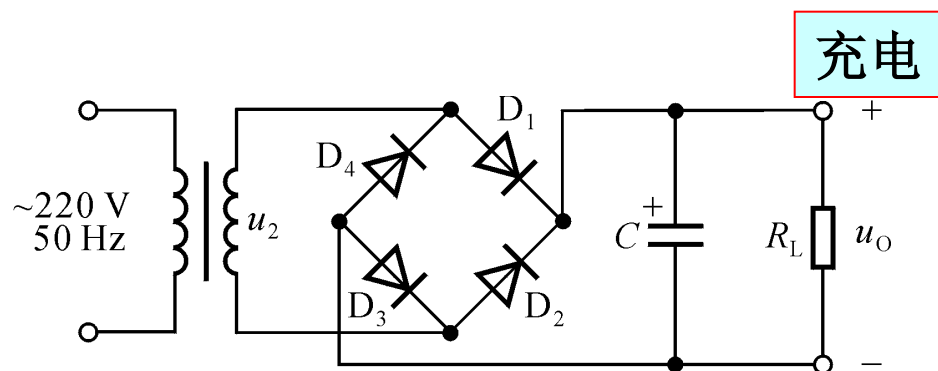
§ 3.2.2 滤波电路

一、电容滤波电路

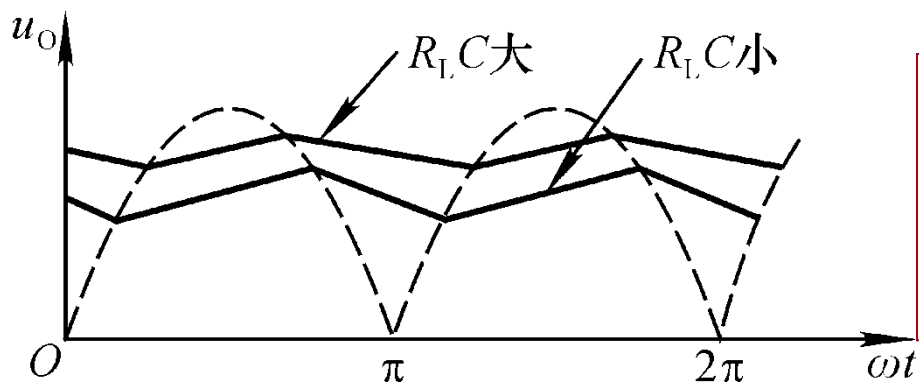
二、电感滤波电路

三、倍压整流电路

一、电容滤波电路



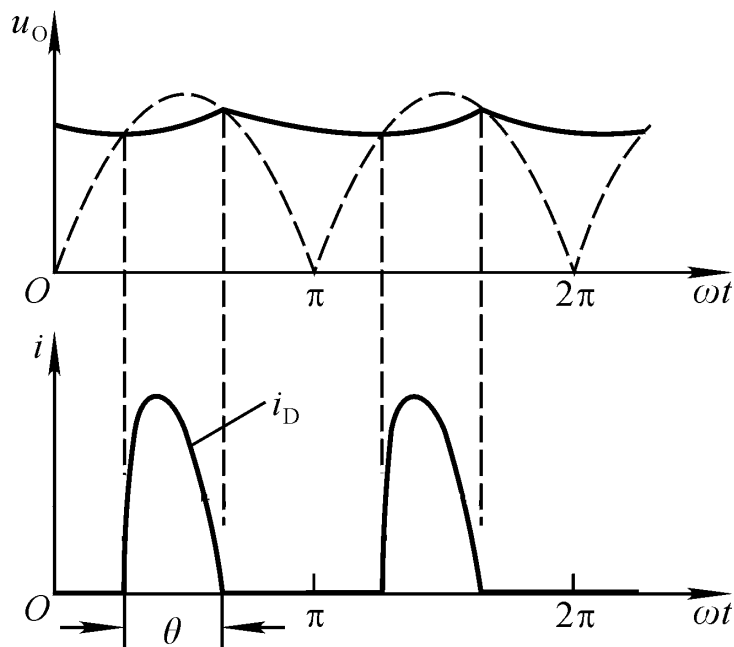
考虑整流电路的内阻



C 越大, R_L 越大, τ 越大,
放电越慢, 曲线越平滑, 脉动
越小。

滤波后, 输出电压平均值增大, 脉动变小。

2. 二极管的导通角



导通角

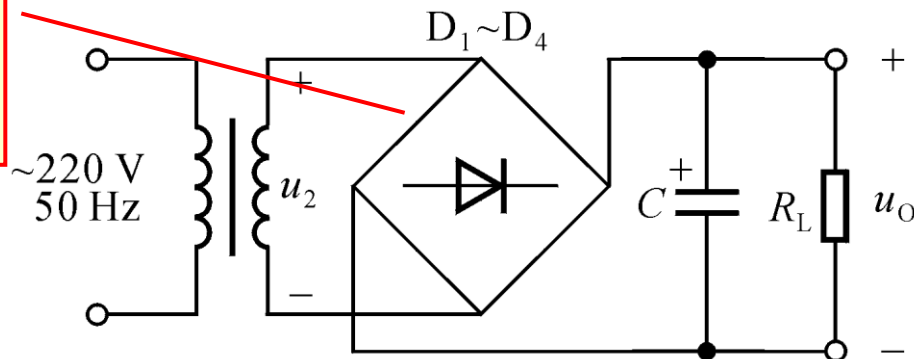
无滤波电容时 $\theta = \pi$ 。
有滤波电容时 $\theta < \pi$ ，且二极管平均电流增大，故其峰值很大！

$$\left\{ \begin{array}{l} C \uparrow \\ R_L \uparrow \end{array} \right. \rightarrow \tau_{\text{放电}} \uparrow \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{脉动} \downarrow \\ U_{O(AV)} \uparrow \\ \theta \downarrow \rightarrow i_D \text{ 的峰值} \uparrow \end{array} \right.$$

θ 小到一定程度，难于选择二极管！

3. 电容的选择及 $U_{O(AV)}$ 的估算

整流桥的
简化画法



为什么?

当 $R_L C = (3 \sim 5) \frac{T}{2}$ 时, $U_{O(AV)} \approx 1.2U_2^\circ$

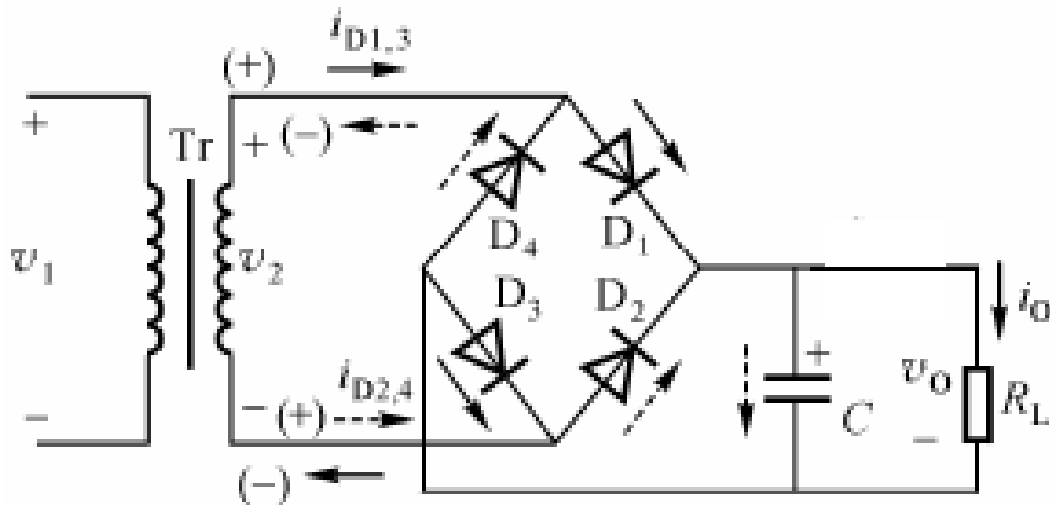
C 的耐压值应大于 $1.1\sqrt{2}U_2^\circ$

4. 优缺点

简单易行, $U_{O(AV)}$ 高, C 足够大时交流分量较小;
不适于大电流负载。

【例】 已知变压器副边电压的有效值为**10V**，可能出现的情况如下：

A、工作正常 B、电容开焊 C、负载开路 D、一只二极管开焊



- 1) 若 **$V_O \approx 14V$** ，则
- 2) 若 **$V_O \approx 12V$** ，则
- 3) 若 **$6V < V_O < 12V$** ，则
- 4) 若 **$V_O \approx 9V$** ，则

✓ 在 **$R_L = \infty$** （空载）时，输出直流电压 **V_O** （平均值）为最大

$$V_{O(AV)} = \sqrt{2}V_2$$

✓ 在 **$R_L C$** 值很小时，相当于无滤波电容的情况

$$V_{O(AV)} \approx 0.9V_2$$

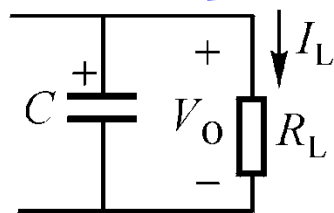
✓ 一般情况下，可按下式估算：

$$V_{O(AV)} \approx 1.2V_2$$

请证明此
结果

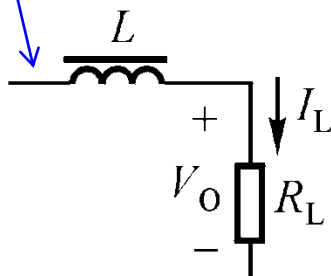
❖ 滤波电路形式

两者的特点和适用场合



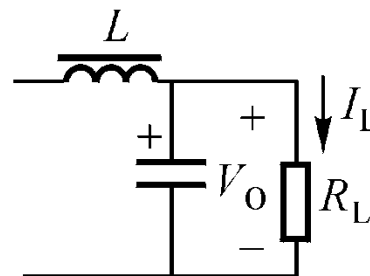
电容滤波

1.2, 小, 小负载



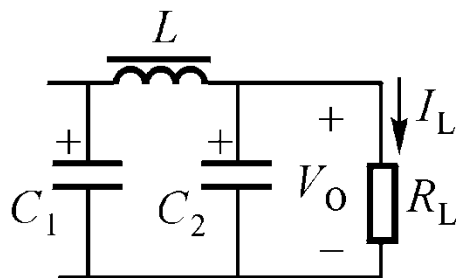
电感滤波

0.9, 大, 大负载



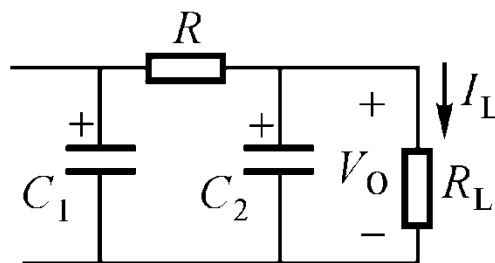
L型滤波器

0.9, 大, 适应性强



LC- π 型滤波器

1.2, 小, 小负载



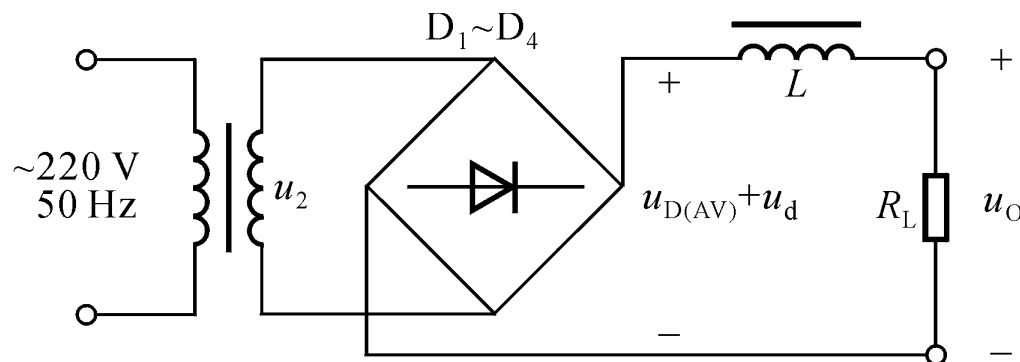
RC- π 型滤波器

1.2, 小, 小负载

$\frac{V_o}{V_2}$ 二极管导通角

二、电感滤波电路

适于大电流负载！



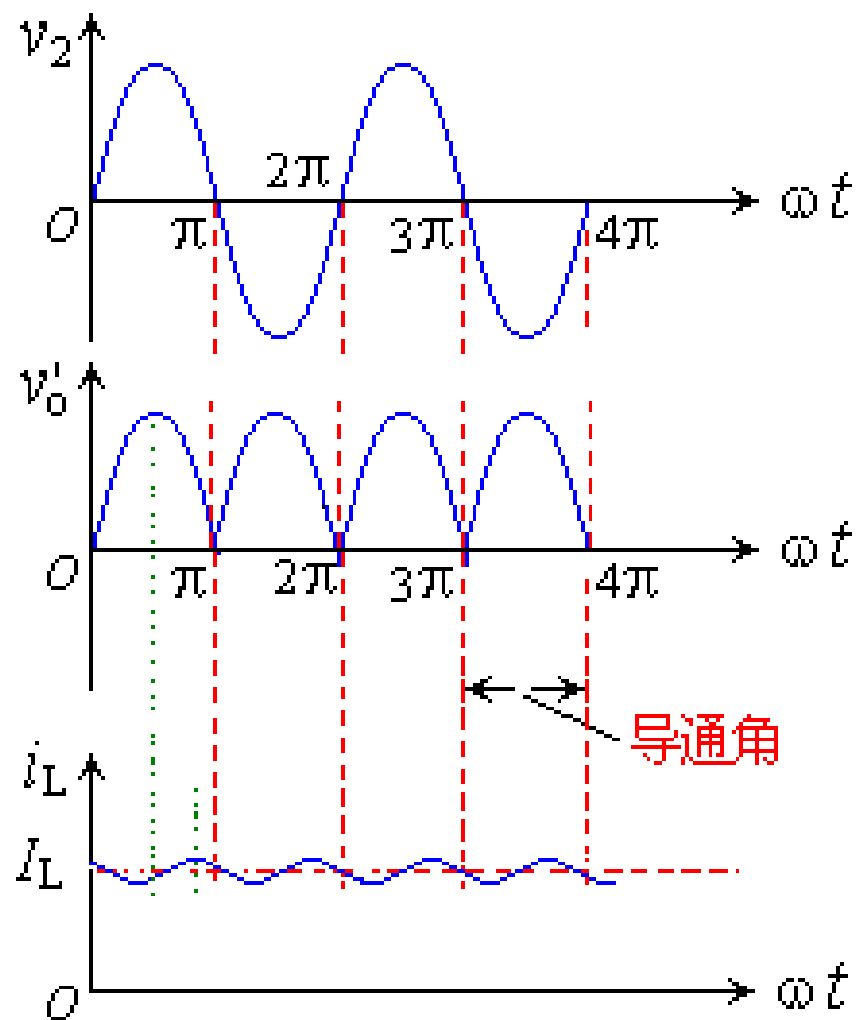
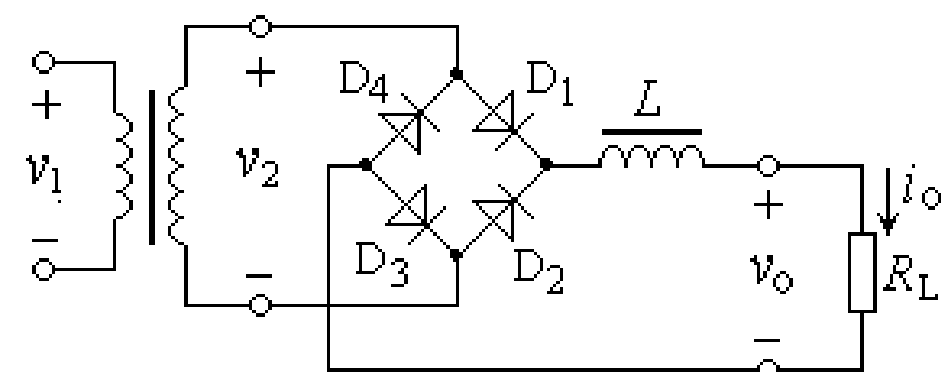
$$\begin{cases} R_L \downarrow \\ L \uparrow \end{cases} \rightarrow \begin{cases} U_{O(AV)} \downarrow \\ \text{交流分量} \downarrow \end{cases}$$

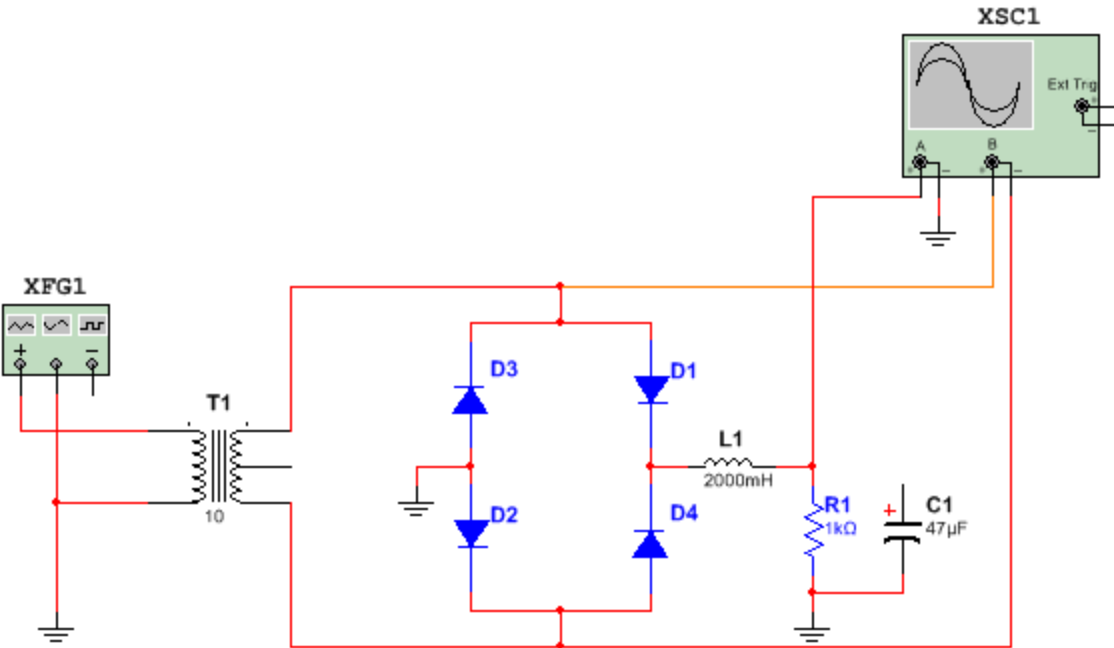
当回路电流减小时，感生电动势的方向阻止电流的减小，从而增大二极管的导通角。

电感对直流分量的电抗为线圈电阻，对交流分量的感抗为 ωL 。

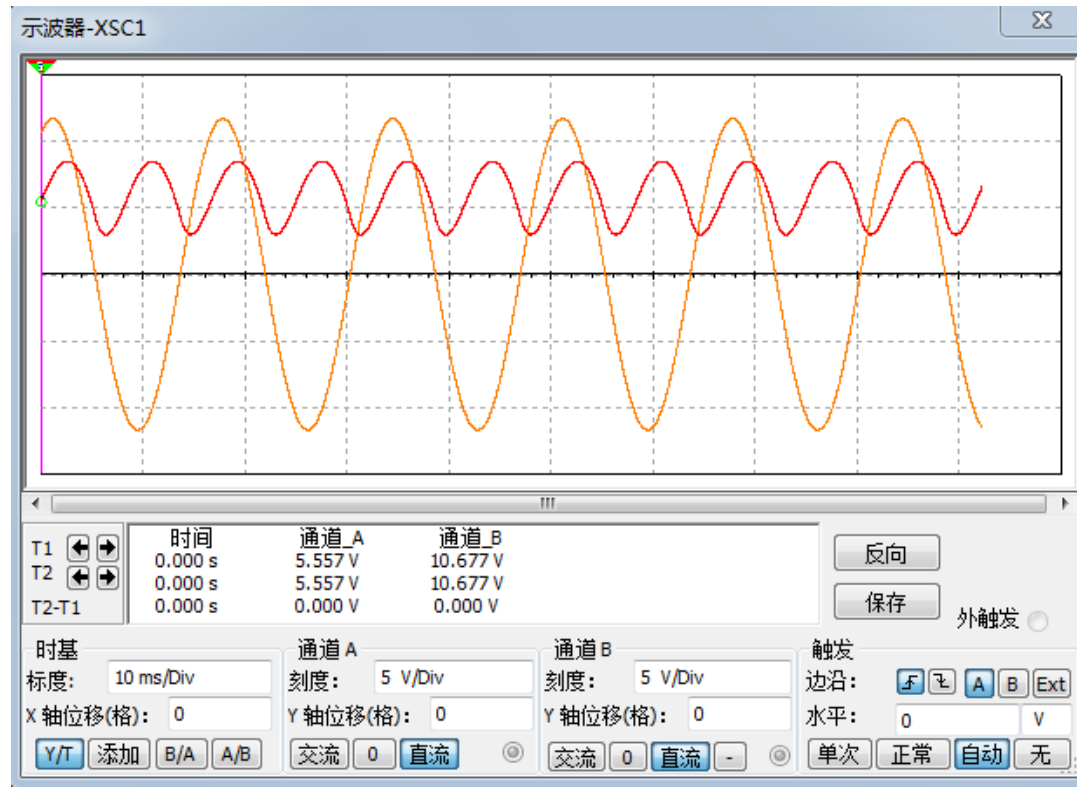
$$\text{直流分量: } U_{O(AV)} = \frac{R_L}{R + R_L} \cdot U_{D(AV)} \approx \frac{R_L}{R + R_L} \times 0.9 U_2$$

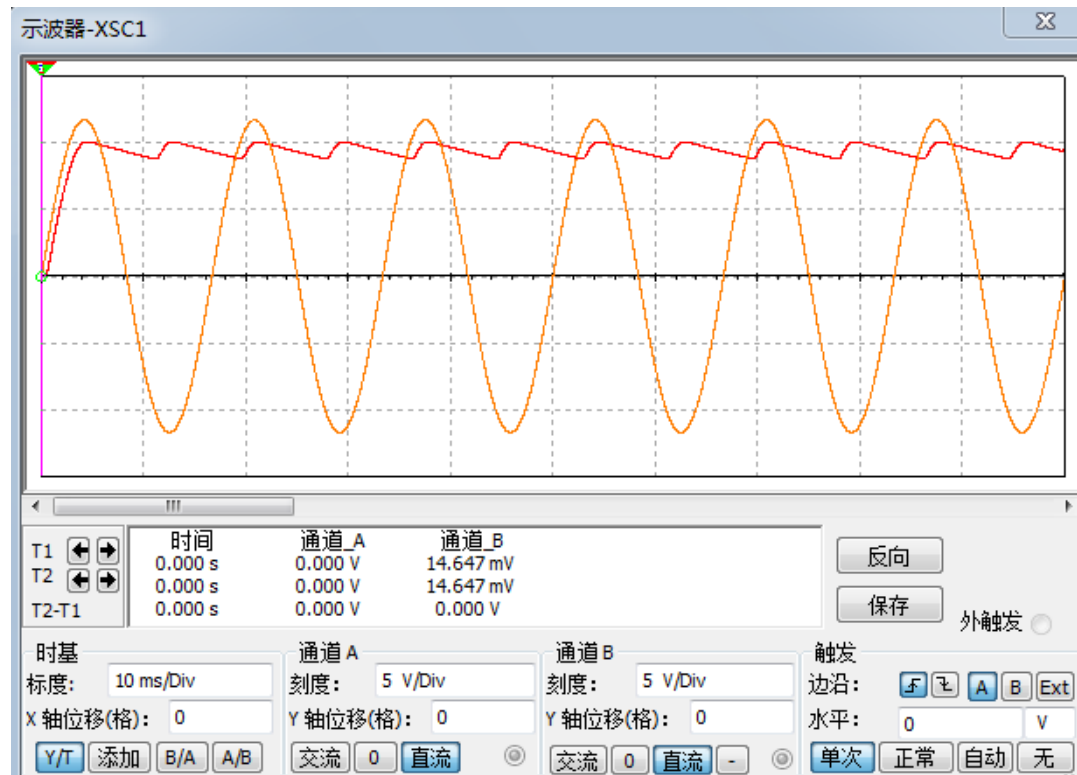
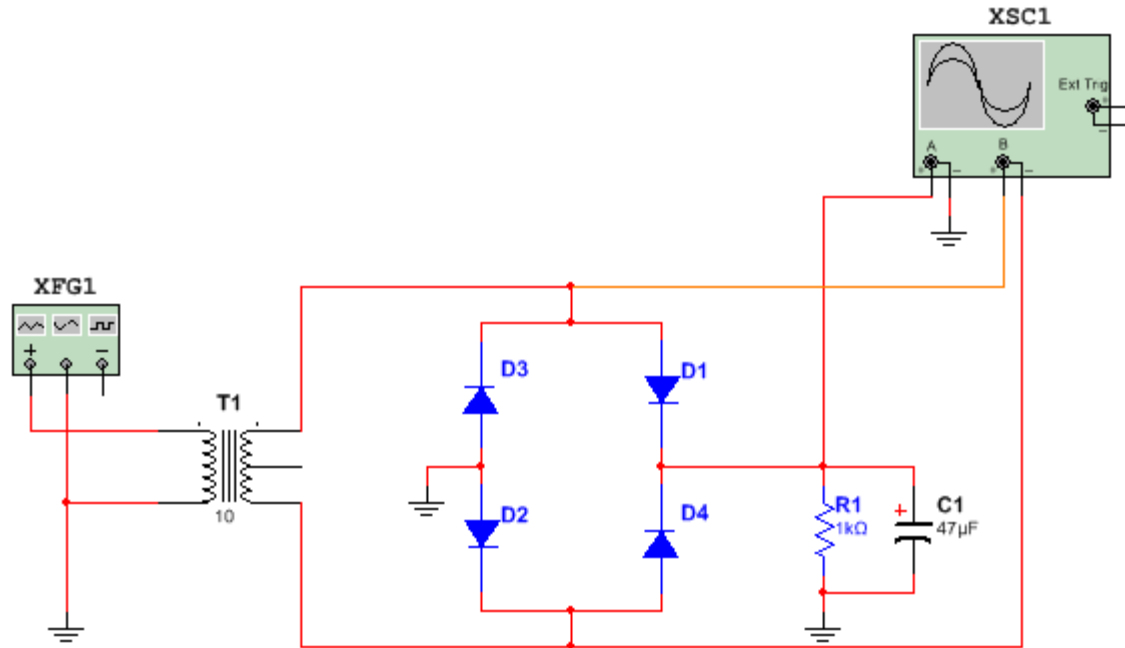
$$\text{交流分量: } u_{O(AC)} = \frac{R_L}{\sqrt{R_L^2 + (\omega L)^2}} \cdot u_d \approx \frac{R_L}{\omega L} \cdot u_d$$

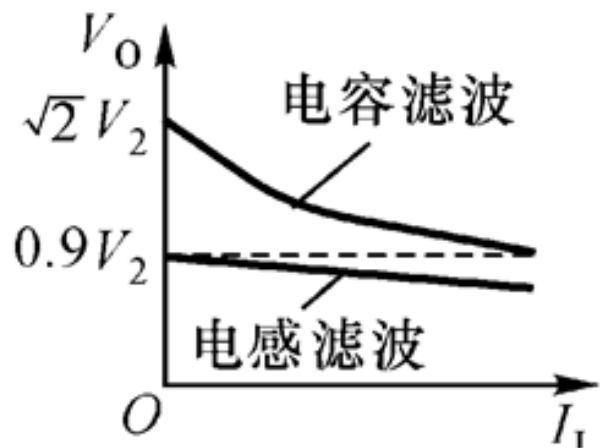




L要求大



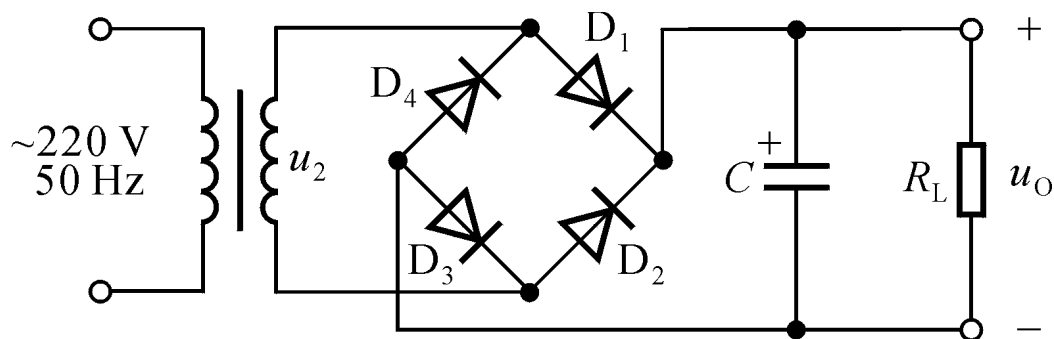




电容滤波适用于负载较小且变动不大的场合。

电感滤波空载输出电压较低，但随着负载增大，输出电压下降不多。

讨论



已知变压器副边电压有效值为 10V ，电容足够大，判断下列情况下输出电压平均值 U_O (AV) \approx ?

1. 正常工作; $1.2U_2$
2. C 开路; $0.9U_2$
3. R_L 开路; $1.414U_2$
4. D_1 和 C 同时开路; $0.45U_2$
5. D_1 开路。 ?

§ 3.2.3 稳压管稳压电路

一、稳压电路的性能指标

二、稳压管稳压电路

一、稳压电路的性能指标

1. 输出电压

2. 输出电流

3. 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。

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

4. 输出电阻 表明负载电流变化时电路的稳压性能。

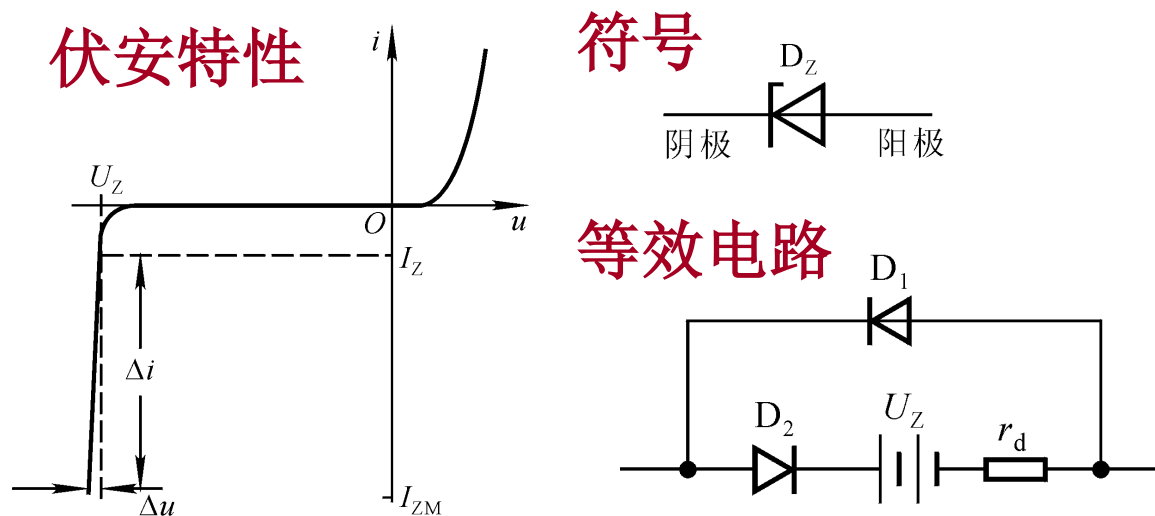
在电网电压不变时，负载变化引起的输出电压的变化量与输出电流的变化量之比。

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

5. 纹波电压 测试出输出电压的交流分量。

二、稳压管稳压电路

1. 稳压管的伏安特性和主要参数



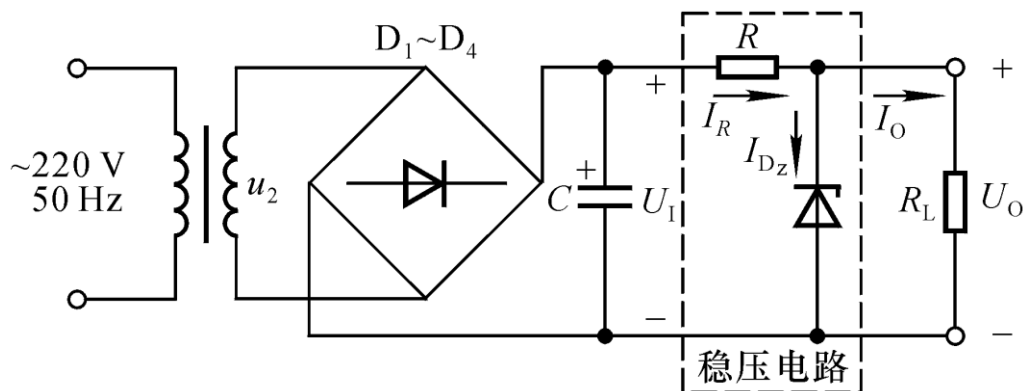
稳定电压 U_Z : 稳压管的击穿电压

稳定电流 I_Z : 使稳压管工作在稳压状态的最小电流

最大耗散功率 P_{ZM} : 允许的最大功率, $P_{ZM} = I_{ZM} U_Z$

动态电阻 r_z : 工作在稳压状态时, $r_z = \Delta U / \Delta I$

2. 稳压管稳压电路的工作原理



$$\begin{aligned}U_I &= U_R + U_O \\ I_R &= I_{D_Z} + I_L\end{aligned}$$

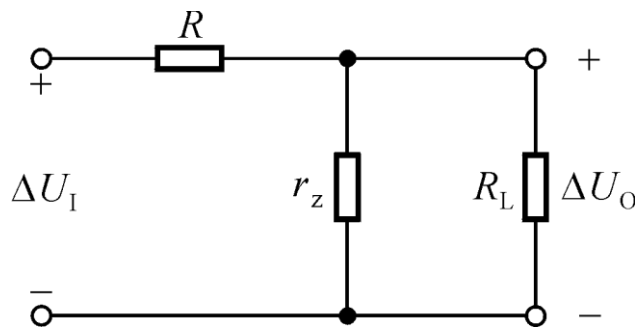
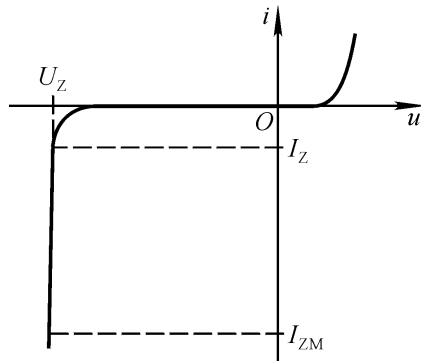
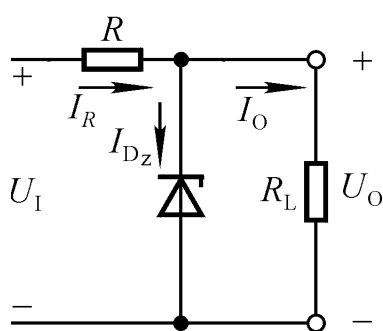
电网电压 $\uparrow \rightarrow U_I \uparrow \rightarrow U_O \uparrow (U_Z) \uparrow \rightarrow I_{D_Z} \uparrow \rightarrow I_R \uparrow \rightarrow U_R \uparrow \rightarrow U_O \downarrow$

若 $\Delta U_I \approx \Delta U_R$ ，则 U_O 基本不变。利用 R 上的电压变化补偿 U_I 的波动。

$$\begin{cases} R_L \downarrow \rightarrow U_O \downarrow (U_Z \downarrow) \rightarrow I_{D_Z} \downarrow \rightarrow I_R \downarrow \\ R_L \downarrow \rightarrow I_L \uparrow \rightarrow I_R \uparrow \end{cases}$$

若 $\Delta I_{D_Z} \approx -\Delta I_L$ ，则 U_R 基本不变， U_O 也就基本不变。
利用 I_{D_Z} 的变化来补偿 I_L 的变化。

3. 稳压管稳压电路的主要指标



(1) 输出电压

$$U_O = U_Z$$

(2) 输出电流

$$I_{Z\max} - I_{Z\min} \leq I_{ZM} - I_Z$$

(3) 稳压系数

$$S_r = \frac{\Delta U_O}{\Delta U_I} \cdot \frac{U_I}{U_O} \bigg|_{R_L} = \frac{r_z // R_L}{R + r_z // R_L} \cdot \frac{U_I}{U_O} \approx \frac{r_z}{R} \cdot \frac{U_I}{U_O}$$

(4) 输出电阻

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

4. 特点

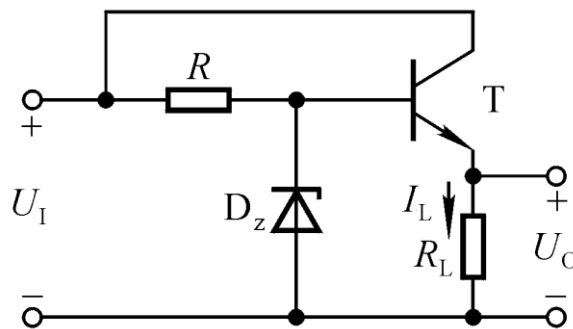
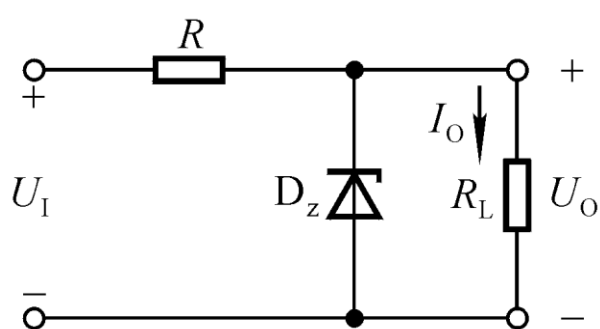
简单易行，稳压性能好。适用于输出电压固定、输出电流变化范围较小的场合。

§ 3.2.4 串联型稳压电路

- 一、基本调整管稳压电路
- 二、具有放大环节的串联型稳压电路
- 三、集成稳压器（三端稳压器）

一、基本调整管稳压电路

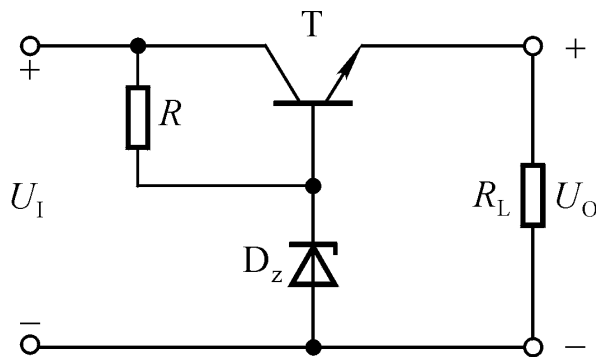
为了使稳压管稳压电路输出大电流，需要加晶体管放大。



$$I_L = (1 + \beta)I_O$$

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

稳压原理：电路引入电压负反馈，稳定输出电压。



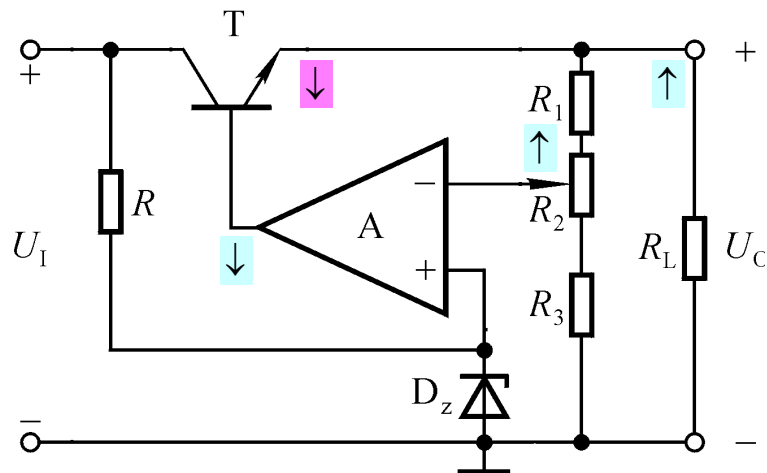
$$U_O = U_I - U_{CE}$$

不管什么原因引起 U_O 变化，都将通过 U_{CE} 的调节使 U_O 稳定，故称晶体管为调整管。

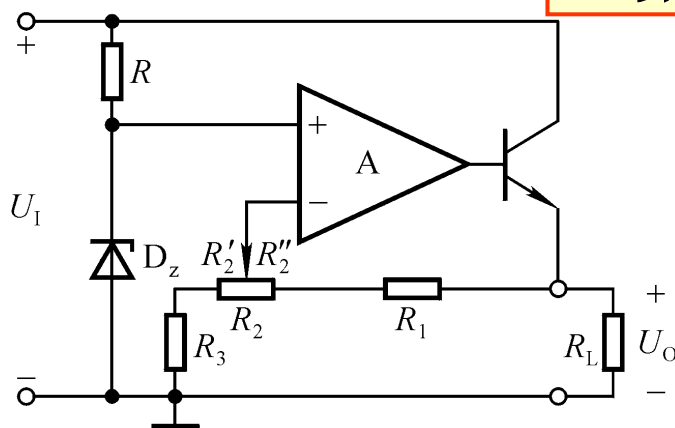
$$V_O \uparrow \rightarrow V_{BE} \downarrow \rightarrow I_B \downarrow \rightarrow V_O \downarrow$$

若要提高电路的稳压性能，则应加深电路的负反馈，即提高放大电路的放大倍数。

二、具有放大环节的串联型稳压电路



同相比例
运算电路



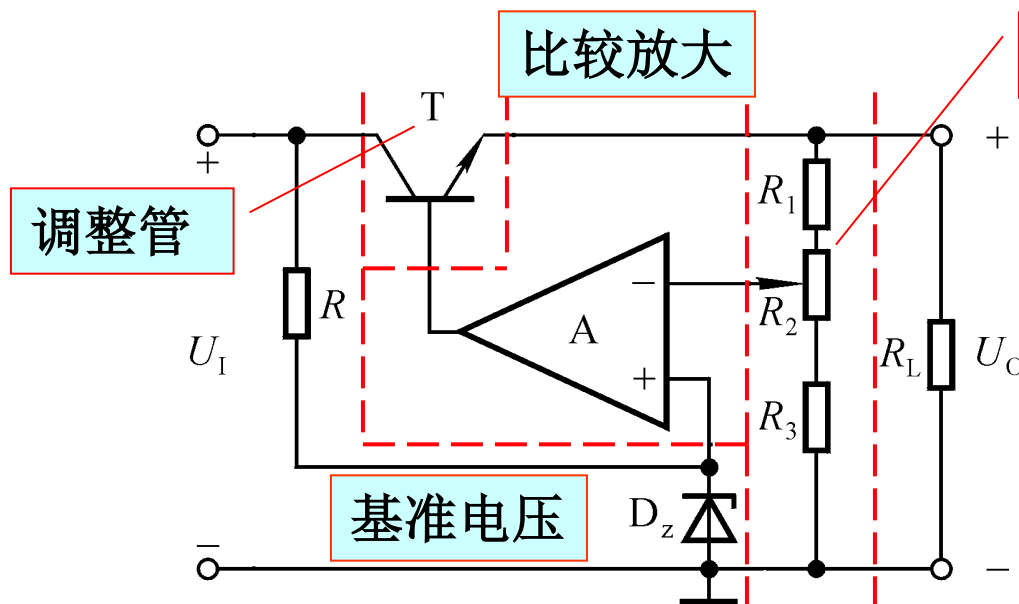
1. 稳压原理：若由于某种原因使 U_O 增大

$$\text{则 } U_O \uparrow \rightarrow U_N \uparrow \rightarrow U_B \downarrow \rightarrow U_O \downarrow$$

2. 输出电压的调节范围

$$\frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2 + R_3} \cdot U_Z \leq U_O \leq \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3} \cdot U_Z$$

3. 串联型稳压电路的基本组成及其作用



调整管：是电路的核心， U_{CE} 随 U_I 和负载产生变化以稳定 U_O 。

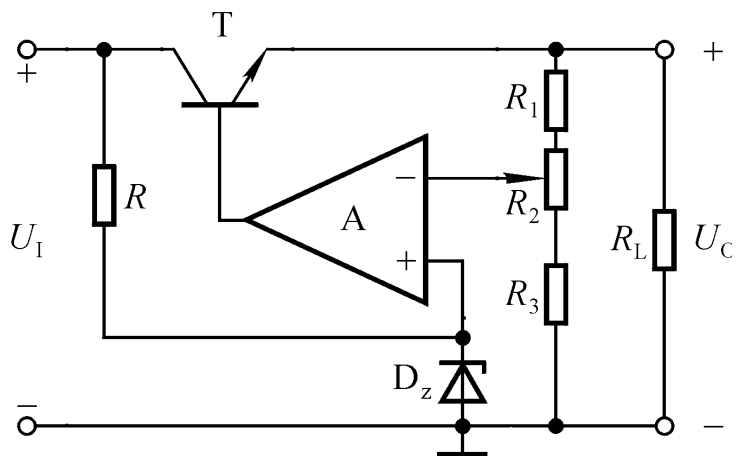
基准电压：是 U_O 的参考电压。

取样电阻：对 U_O 的取样，与基准电压共同决定 U_O 。

比较放大：将 U_O 的取样电压与基准电压比较后放大，决定电路的稳压性能。

4. 串联型稳压电源中调整管的选择

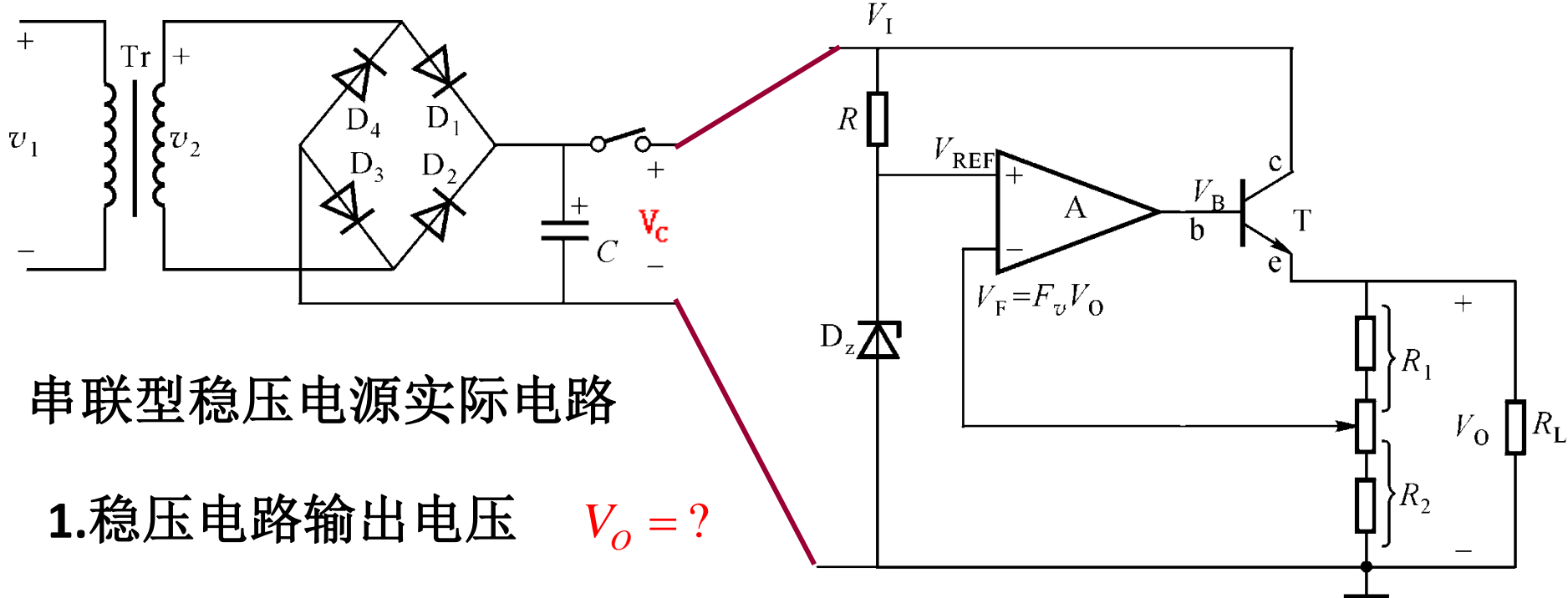
根据极限参数 I_{CM} 、 $U_{(BR)CEO}$ 、 P_{CM} 选择调整管！
应考虑电网电压的波动和负载电流的变化！



$$I_{E\max} = I_{R1} + I_{L\max} \approx I_{L\max} < I_{CM}$$

$$U_{CE\max} = U_{I\max} - U_{O\min} < U_{(BR)CEO}$$

$$P_{T\max} = I_{E\max} U_{CE\max} < P_{CM}$$



串联型稳压电源实际电路

1. 稳压电路输出电压 $V_O = ?$

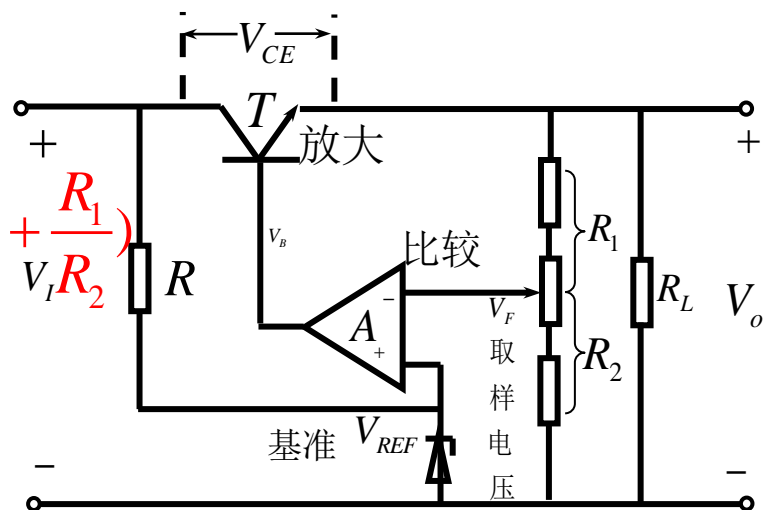
2. 整流电路输出电压 $V_C = ?$

3. 变压器输出电压 $V_2 = ?$

(设调整管压降已知)

在深度负反馈条件下 $V_O \approx \frac{V_{REF}}{F_v} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_1}{V_I R_2}\right)$

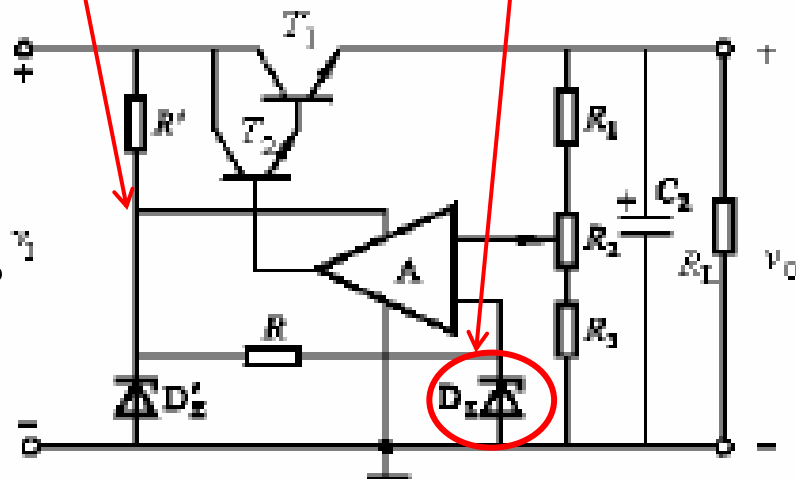
在输入电压最低且输出电压最高时，管压降最小



【例1】在图示串联型稳压电路中，已知其基准电压为6V， V_I 的取值合适，集成运放的电源电压为30V，稳压管 D_Z 的电流范围是5~25mA， $R_1=R_2=R_3$ 。回答下列问题：

- 1.标注出集成运放的同相输入端“+”和反相输入端“-”；
- 2.求解输出电压 V_O 的调节范围；
- 3.求解电阻 R 的取值范围。

解：应该是上负下正才能正常工作。



$$V_Z = V_O \times \frac{R_3'}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$V_O = V_Z \times \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3'}$$

当电位器调至最下端时，输出最大；而调至最上端时输出最小。

$$\frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2 + R_3} \times V_Z \leq V_O \leq \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3} \times V_Z$$

$$V_O = 9 \sim 18 \text{ V}$$

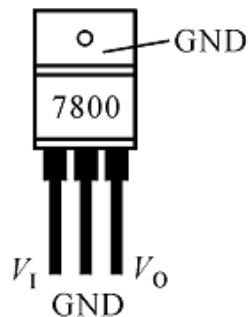
$$R = \frac{V_Z' - V_Z}{5 \sim 25} = \frac{30 - 6}{5 \sim 25} = 0.96 \sim 4.8 \text{ k}\Omega$$

2 线性集成稳压电源

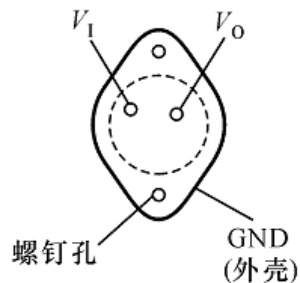
一、三端固定式集成稳压器

如果将前述的串联型稳压电源电路全部集成在一块硅片上，加以封装后引出三端引脚，就成了三端集成稳压电源了。

正电压输出的**78**××系列

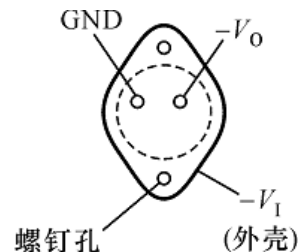
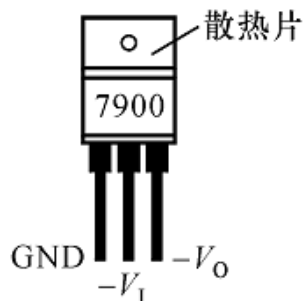


TO-220封装外型



TO-3封装外型

负电压输出的**79**××系列



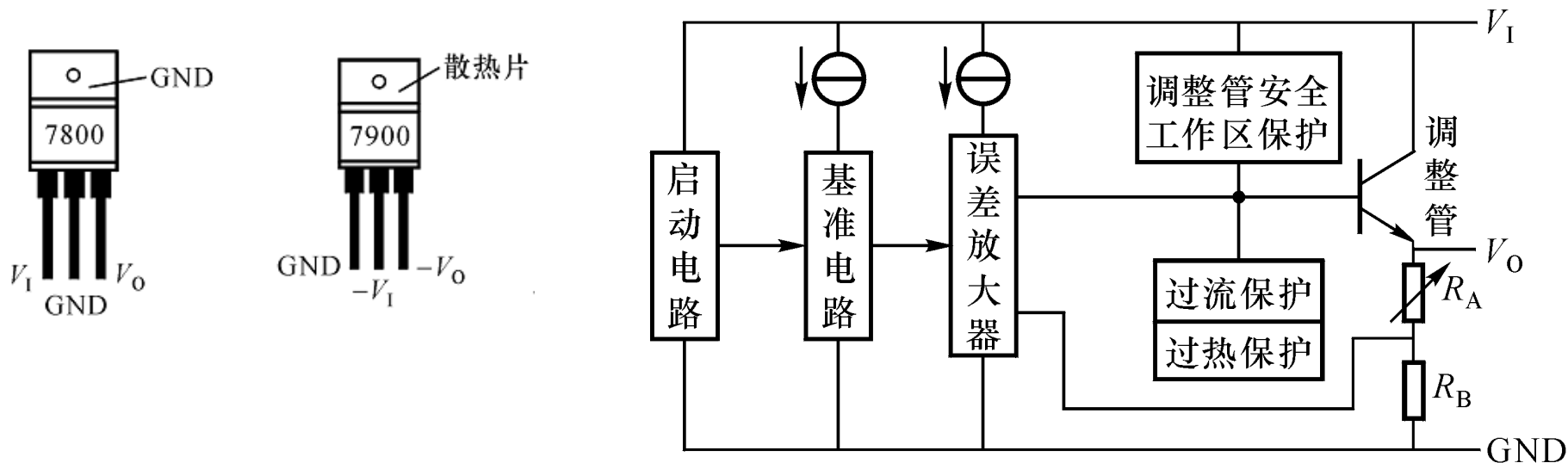
其中××表示固定电压输出的数值。

如：**7805**、**7806**、**7809**、**7812**、**7815**、**7818**、**7824**等，指输出电压是**+5V**、**+6V**、**+9V**、**+12V**、**+15V**、**+18V**、**+24V**。

79××系列也与之对应，只不过是负输出。

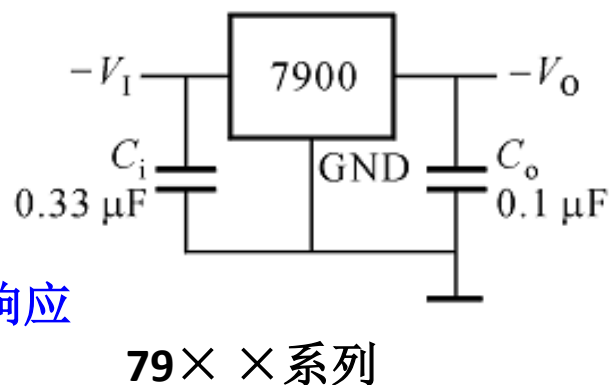
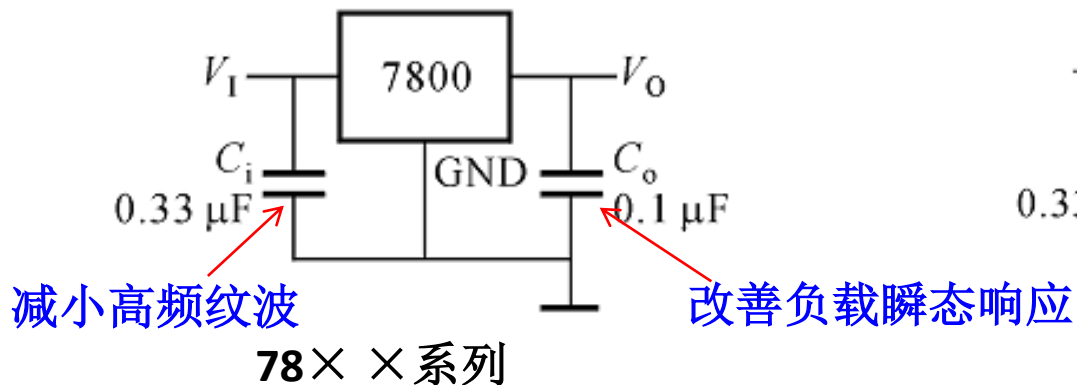
这类稳压器的最大输出电流为1.5A，塑料封装(TO-220)最大功耗为10W(加散热器)；金属壳封装(TO-3)外形，最大功耗为20W(加散热器)。

内部电路框图



二、三端集成稳压器的典型应用

(1) 固定输出连接

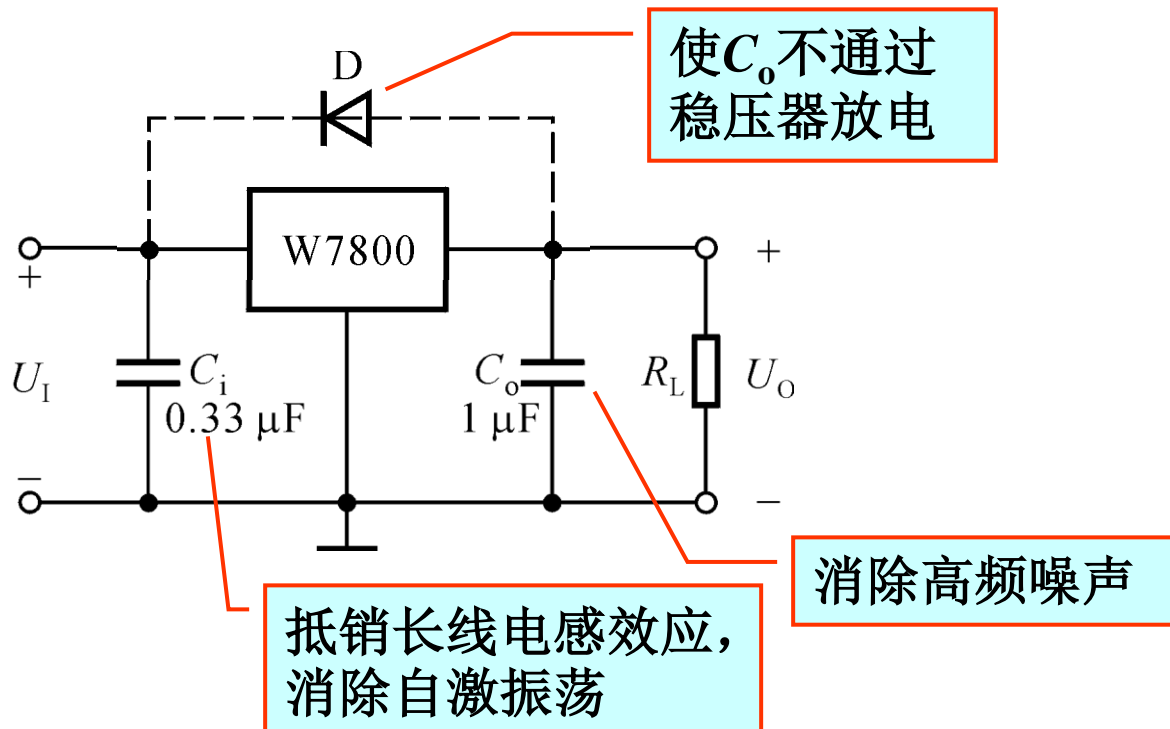


使用注意（以W7805为例）：

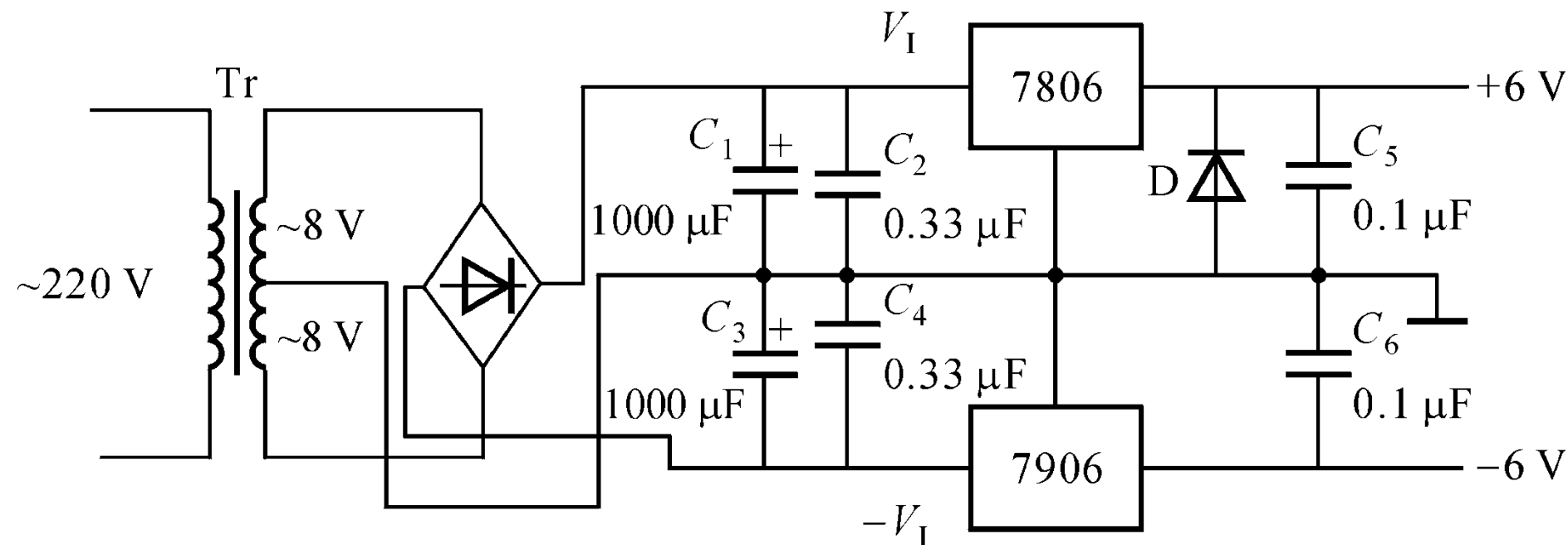
1. 固定输出电压5V；
2. 输入电压至少大于8V（器件要求），保证调整管工作在放大区
3. 压差过大会增加集成块的功耗，要保证在最大负载电流时调整管不进入饱和，又不致于功耗偏大，二者应兼顾。

(2) 基本应用

将输入端接整流滤波电路的输出，将输出端接负载电阻，构成串联型稳压电路。

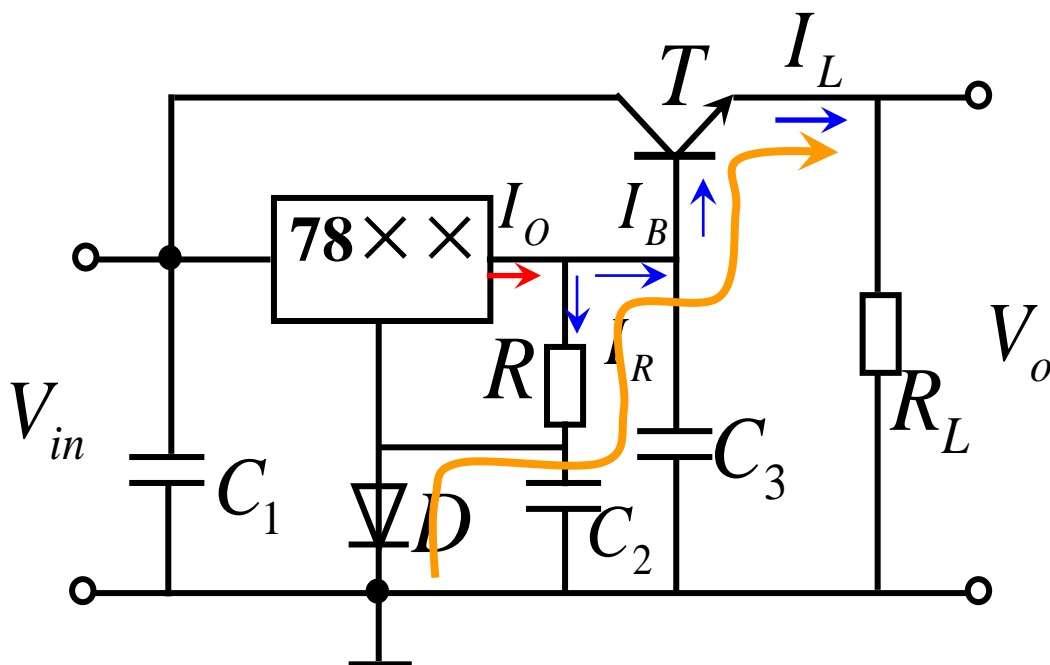


(2) 固定双组输出连接（正负电源组合）



许多电子设备以及运算放大器等均需要正、负双电源供电，将7800与7900搭配使用，即可构成同时输出正压和负压的稳压电源。该电路的特点是可公用一套整流滤波电路。由于负载与电源公共地未连通，需增加二极管D起保护作用。

(3) * 扩大输出电流连接



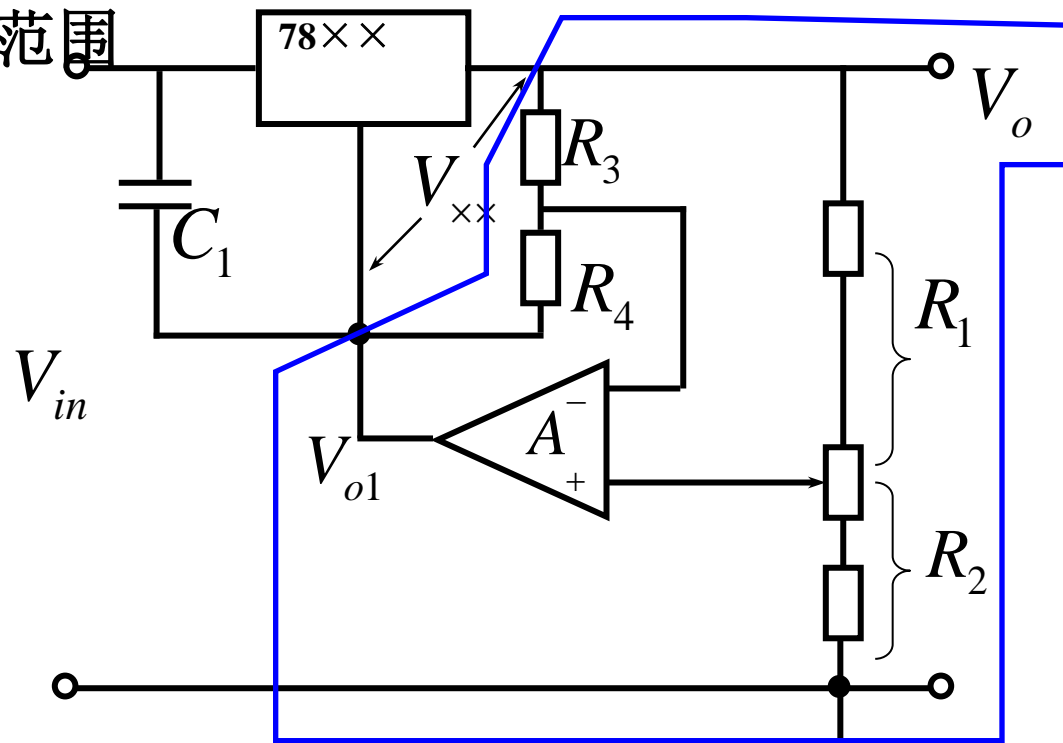
二极管D以抵消T管 V_{BE} 压降而设置，扩大的输出电流为：

$$I_L = \beta I_B = \beta(I_o - I_R)$$

原输出电流是 I_o ，现可以近似扩大 β 倍。

输出电压不变，输出电流增加。

(4) * 扩大输出电压范围



$$V_o = V_{xx} + V_{o1}$$

$$= V_{xx} + \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) V_o - \frac{R_4}{R_3} V_o$$

所以:

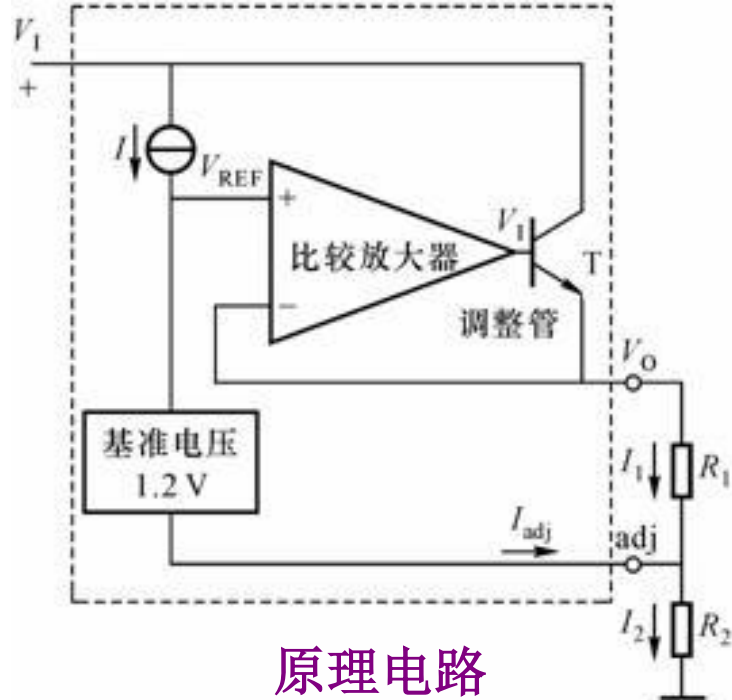
$$V_o = V_{xx} \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4}\right) \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

(6) 三端可调式集成稳压器

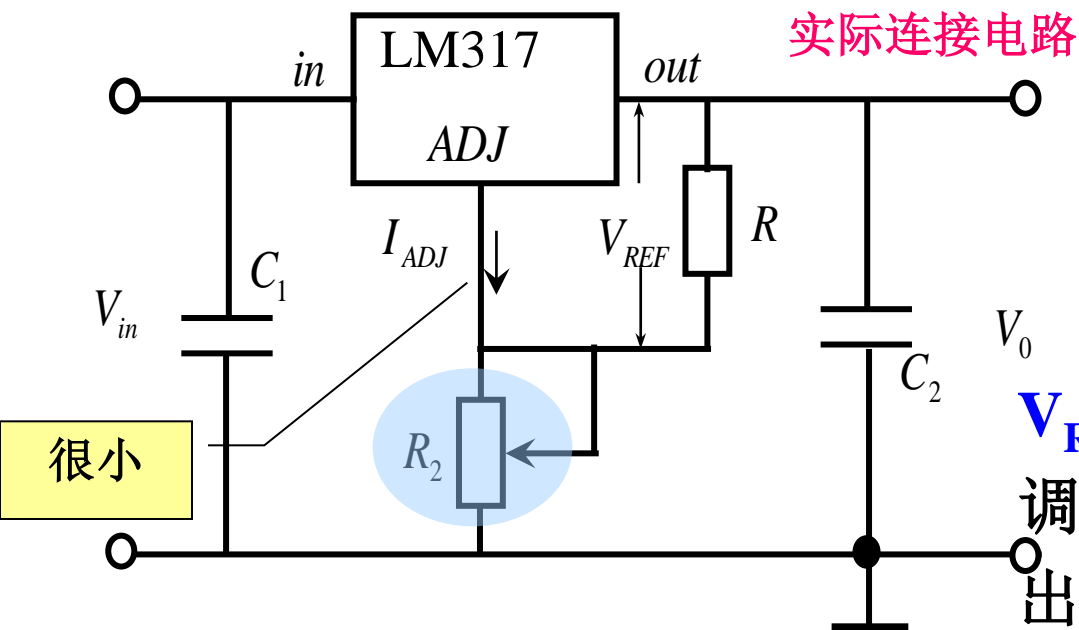
LM317型 → 正输出型

LM337型 → 负输出型

输出电压可在1.25~40V之间调节



原理电路



$$\begin{aligned} V_O &= V_{REF} + \left(\frac{V_{REF}}{R} + I_{adj} \right) R_2 \\ &= V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R} \right) + I_{adj} R_2 \end{aligned}$$

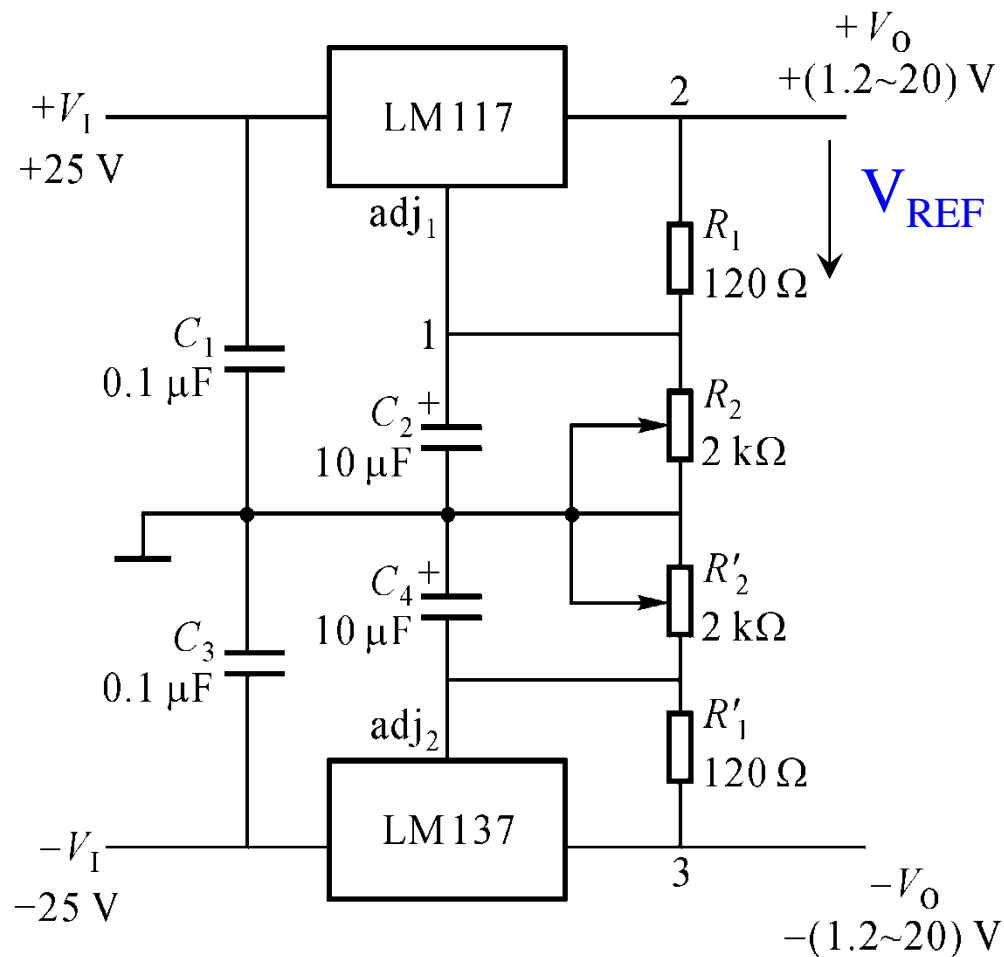
$V_{REF}=1.2V$, I_{ADJ} 很小, 可略去。
调节 R_2 就能在一定范围调节输出电压的大小。

➤具有正负输出的典型应用电路

三个接线端称为输入端 V_I 、输出端 V_O 和调整端 adj 。

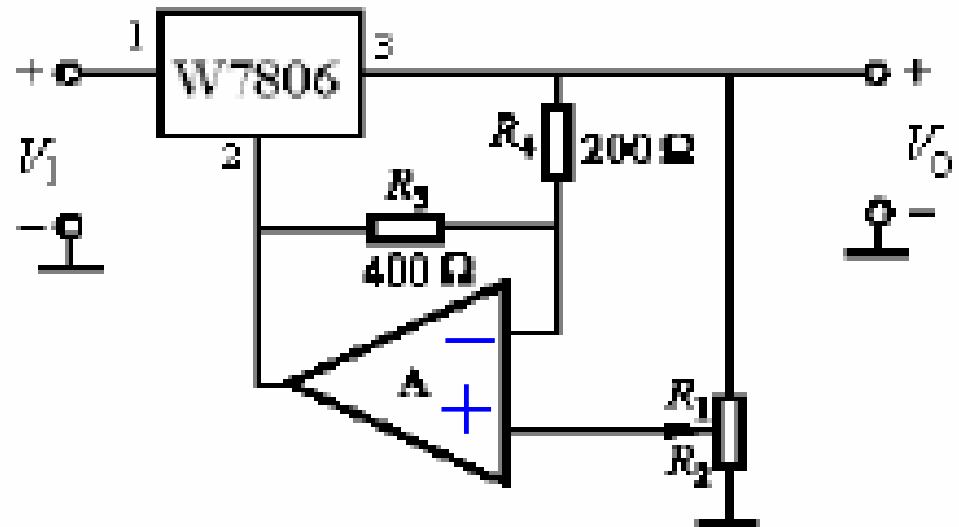
$$V_O = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

1. 电路输入电压 V_I 分别为 $\pm 25V$;
2. 输出电压可调范围为 $\pm(1.2 \sim 20)V$ 。



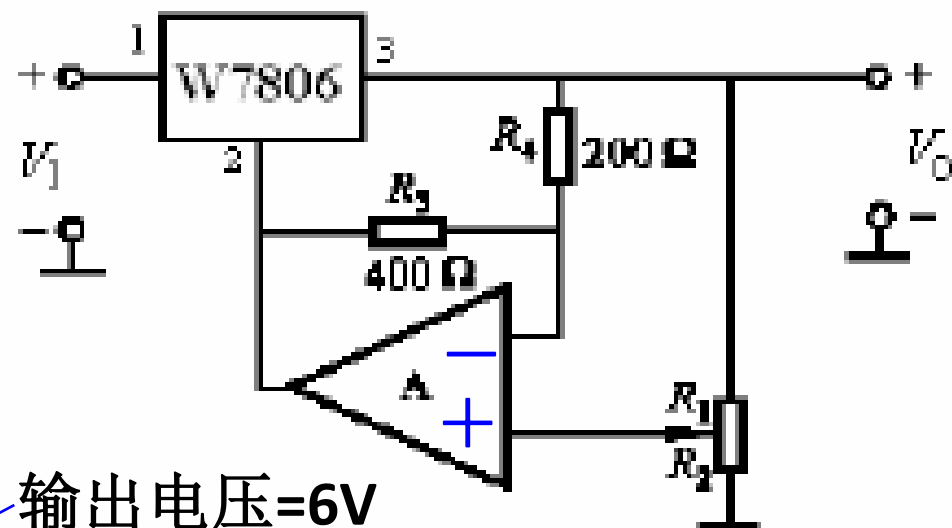
【例】在直流稳压电源中，已知三端稳压器的型号为W7806，其输出电压=6V，1、3之间电压大于3V才能正常工作； $V_I = (20 \sim 25) \text{ V}$ 。

1. 标出集成运放的“+”、“-”；
2. 求解输出电压 V_O 的表达式；
3. 作为稳压电源的性能指标，图示电路输出电压的调节范围为多少？

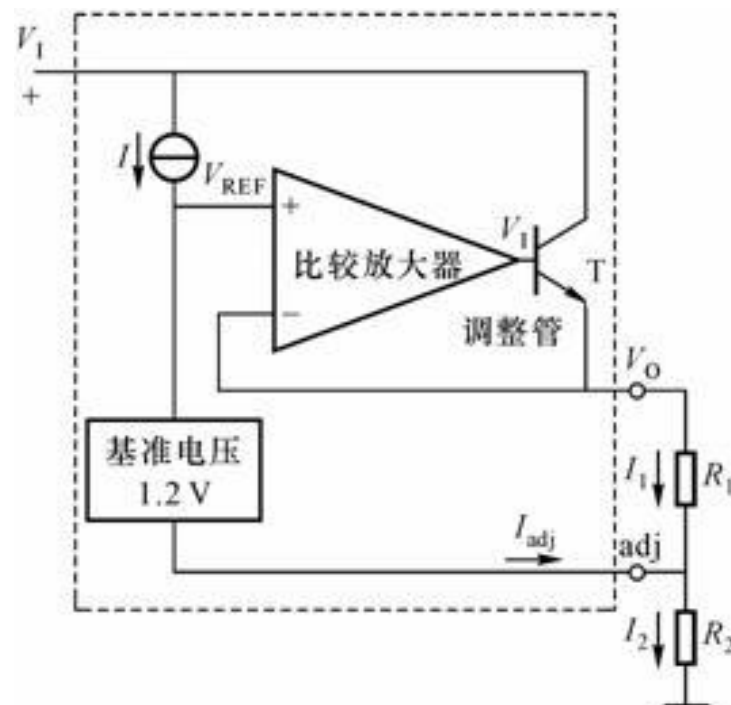
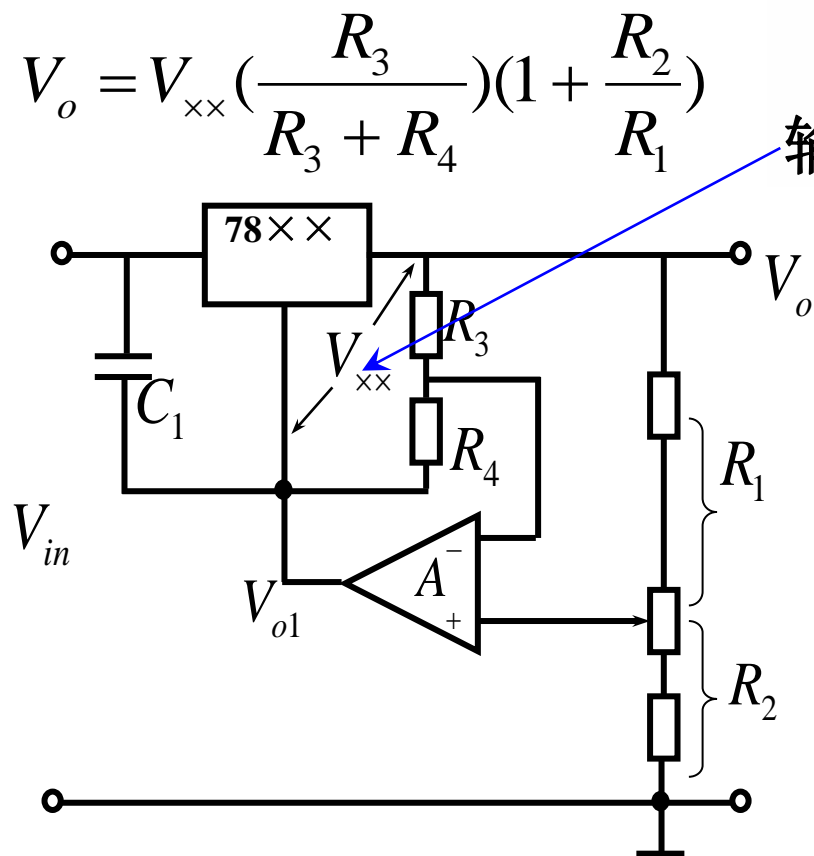


$$V_o = 6\left(\frac{R_4}{R_3 + R_4}\right)\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$= 6\left(\frac{200}{40 + 200}\right)\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

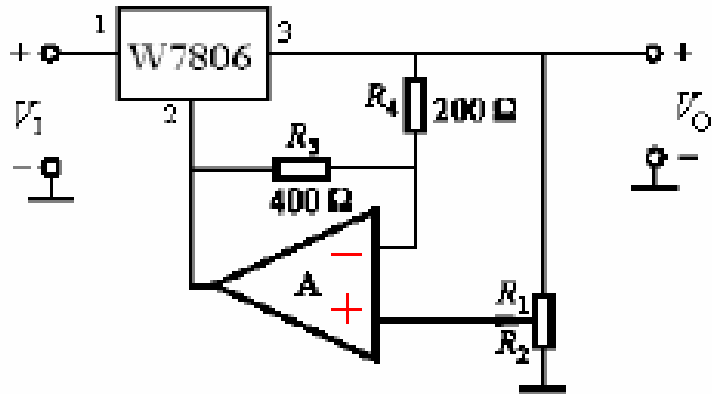


输出电压=6V



2. 求解输出电压 V_O 的表达式;

令W7800原输出为 V_{xx} , 则



$$V_o = V_{xx} + (1 + \frac{R_3}{R_4})(\frac{R_2}{R_1 + R_2})V_o - \frac{R_3}{R_4}V_o$$

$$V_o = V_{xx}(\frac{R_4}{R_3 + R_4})(1 + \frac{R_2}{R_1})$$

3. 作为稳压电源的性能指标, 图示电路输出电压的调节范围 为多少?

当电位器调至最下端时, $R_2=0$ $V_{o\min} = V_{xx}(\frac{R_4}{R_3 + R_4}) = 6 \frac{0.2}{0.4 + 0.2} = 2(V)$

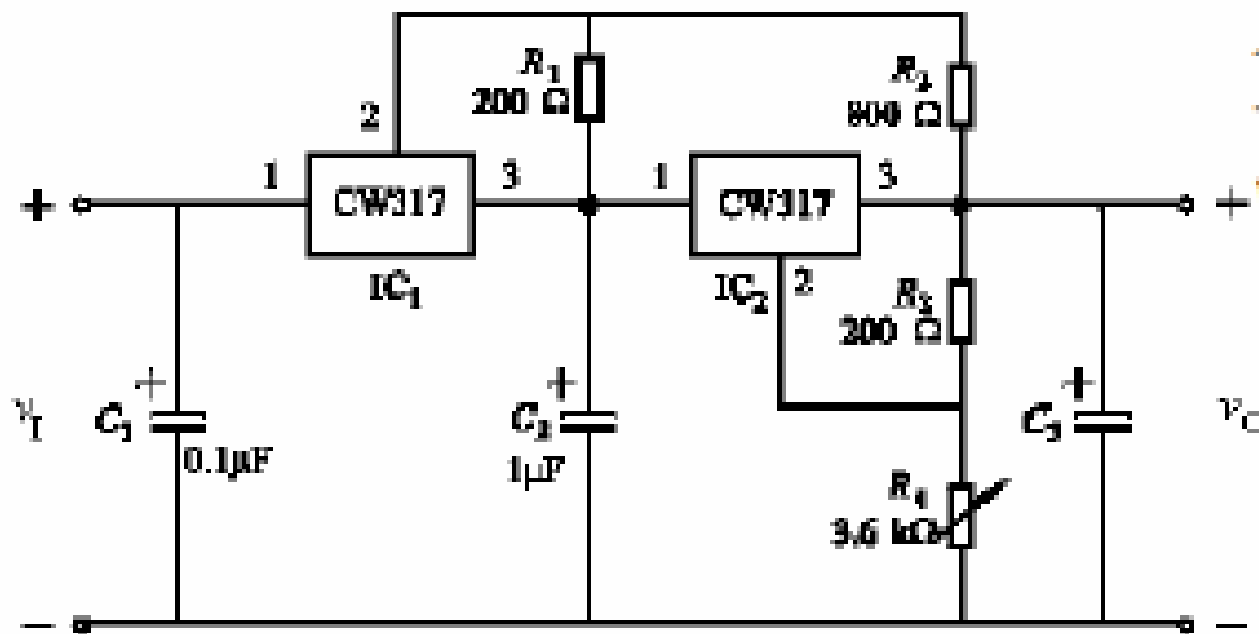
当电位器调至最上端时, $R_1=0$ $V_{o\max} = V_{xx}(\frac{R_4}{R_3 + R_4})(1 + \frac{R_2}{R_1})$

$$V_{o\max} = V_{I\min} - V_{13\min} = 20 - 3 = 17(V)$$

电路工作异常, 需
要串入固定电阻

【例】图示电路为具有很高稳压精度的稳压电源，已知CW317是三端可调正输出电压集成稳压器，其输出基准电压 V_{REF} （即 V_{32} ） $=1.25\text{V}$ ，输入电压与输出电压之差 $3\text{V} \leq V_{13} \leq 40\text{V}$ ，输出电压调整端（即2端）电流可忽略不计， V_I 取值合适。

1. IC_2 输入电压与输出电压之差 $V_{13}=?$
2. 输出电压 V_O 的调节范围为多少？



1. I_{C2} 输入电压与输出电压之差 $V_{13}=?$

因为调整端2电流可略，所以流过 R_1 和 R_2 的电流相等。所以

$$V_{13} = \frac{V_{REF}}{R_1} \times (R_1 + R_2) = 6.25V$$

2. 输出电压 V_O 的调节范围为多少？

$$V_O = \frac{V_{REF}}{R_3} \times (R_3 + R_4)$$

$$= V_{REF} \sim (1 + 18)V_{REF}$$

$$= 1.25 \sim 23.75$$

$$R_4 = 3.6k\Omega$$

$$R_4 = 0$$

因两级稳压，稳定性非常高。

作业

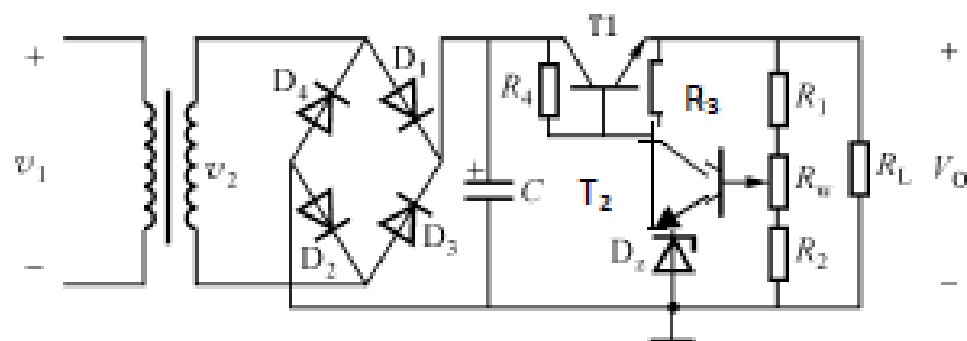
- 3.1, 2, 4, 5, 6 功率放大
- 3.10, 11, 12, 13, 14, 15 整流稳压
- Pspice 仿真
- 3.16, 3.18

3.13 串联型稳压电路如题图3.13 所示，设 $V_{BE1}=0.7V$ ，稳压管 $V_Z=6.3V$ ， $R_2=350\Omega$ 。

(1) 若要求 V_O 的调节范围为 $10\sim 20V$ ，则 R_1 及 R_w 应选多大？

(2) 若要求调整管 T_1 的压降 V_{CE1} 不小于 $4V$ ，则变压器次级电压 V_2 （有效值）至少应选多大？

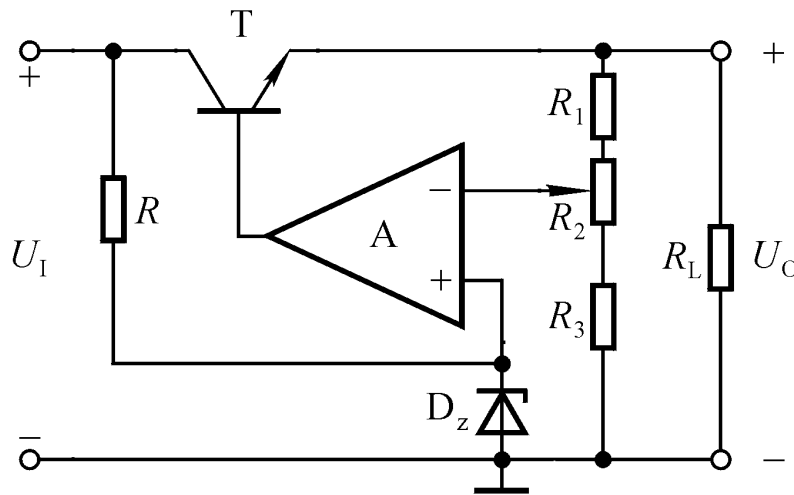
（设滤波电容 C 足够大）。



讨论14_2——AC/DC

$$0.9U_2 > U_{Omax} + U_{CES}$$

讨论一：对于基本串联型稳压电源的讨论

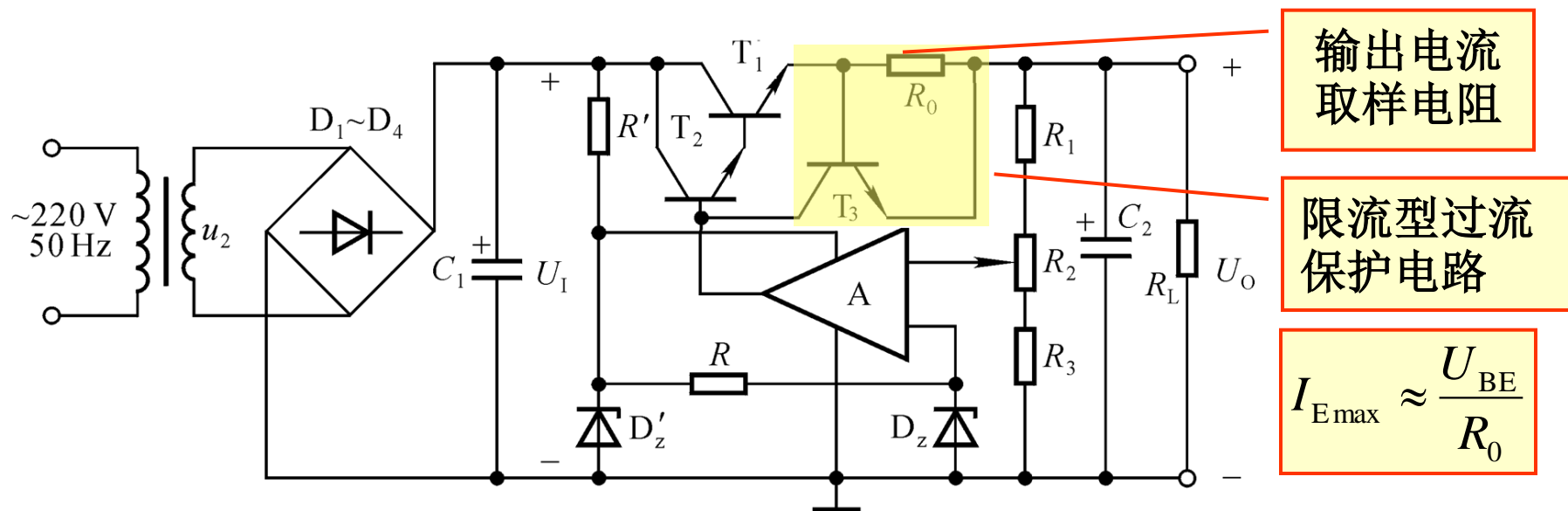


1. 若 U_O 为10V~20V, $R_1 = R_3 = 1k\Omega$, 则 R_2 和 U_Z 各为多少?
2. 若电网电压波动 $\pm 10\%$, U_O 为10V~20V, $U_{CES} = 3V$, U_I 至少选取多少伏?

3. 若电网电压波动 $\pm 10\%$, U_I 为28V, U_O 为10V~20V; 晶体管的电流放大系数为50, $P_{CM} = 5W$, $I_{CM} = 1A$; 集成运放最大输出电流为10mA, 则最大负载电流约为多少?

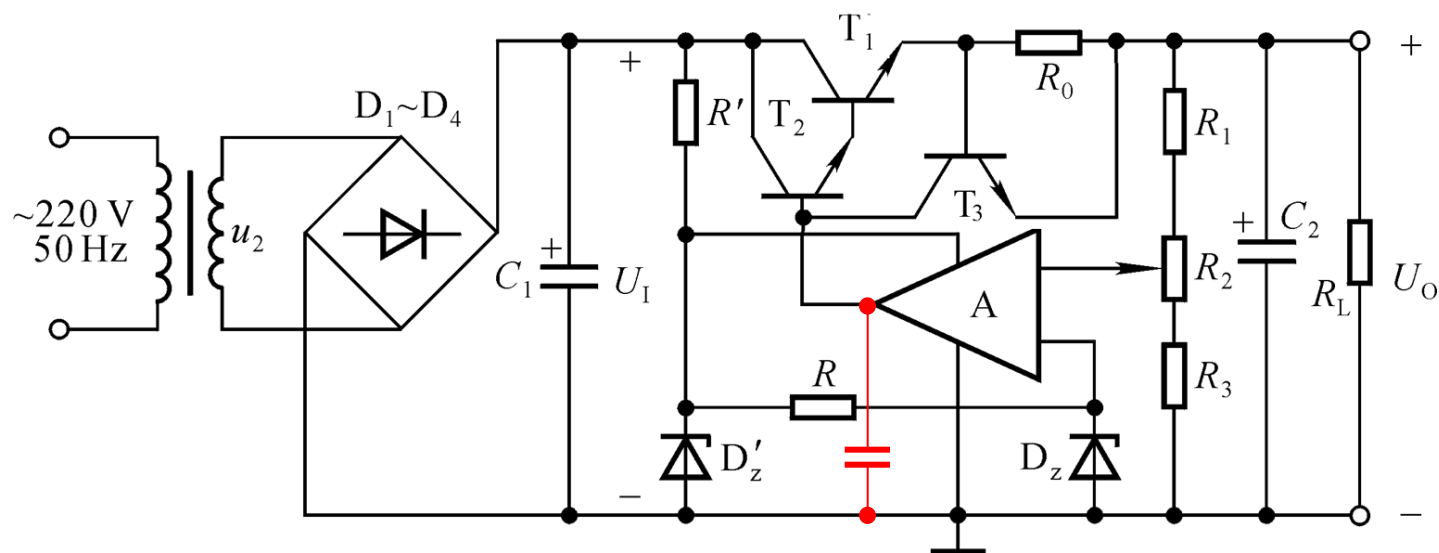
应取几个极限值求出的负载电流最大值中最小的那个作为电源的性能指标——最大负载电流

讨论二：关于实用串联型稳压电源的讨论



1. 标出集成运放的同相输入端和反相输入端；
2. 电路由哪些部分组成？
3. $U_I=21\text{V}$, $R_1=R_2=R_3=300\Omega$, $U_Z=6\text{V}$, $U_{CES}=3\text{V}$, $U_O=?$
4. 如何选取 R' 和 R ？

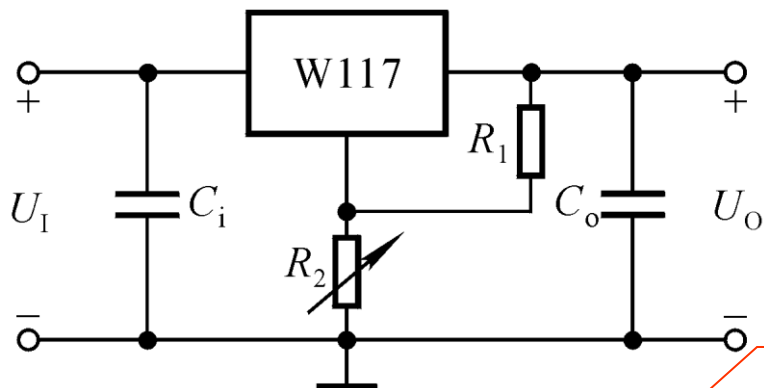
讨论三：关于实用串联型稳压电源的讨论



其电流应大于调 电路可能产生了自激振荡

5. 取样电阻的取值应大些还是小些，为什么？它们有上限值吗？
6. 若电路输出纹波电压很大，则其原因最大的可能性是什么？
7. 根据图中过流保护电路的原理组成一种限流型过流保护电路。

讨论三：W117的应用



$$3\text{V} \leq U_I - U_O \leq 40\text{V}$$

$$3\text{mA} \leq I_O \leq 1.5\text{A}$$

决定于 I_{Omin}

1. R_1 的上限值为多少？

两种情况：1. 已知 U_I
2. 自己选取 U_I

2. U_O 可能的最大值为多少？

3. 输出电压最小值为多少？

决定于W117的输出

4. $U_{Omax} = 30\text{V}$ ，选取 R_1 、 R_2 ；

根据输出电压表达式

5. 已知电网电压波动 $\pm 10\%$ ，输出电压最大值为 30V ， U_I 至少取多少伏？

输入电压最低、输出电压最高时，
 $U_{Imin} - U_{Omax} > 3\text{V}$ 。