

DC Stabilized Power Supply

直流稳压电源

第11章 直流稳压电源

第1-2节 直流稳压电源

内容

直流稳压电源
概述

单相桥式整流
电路

滤波电路

线性稳压电路

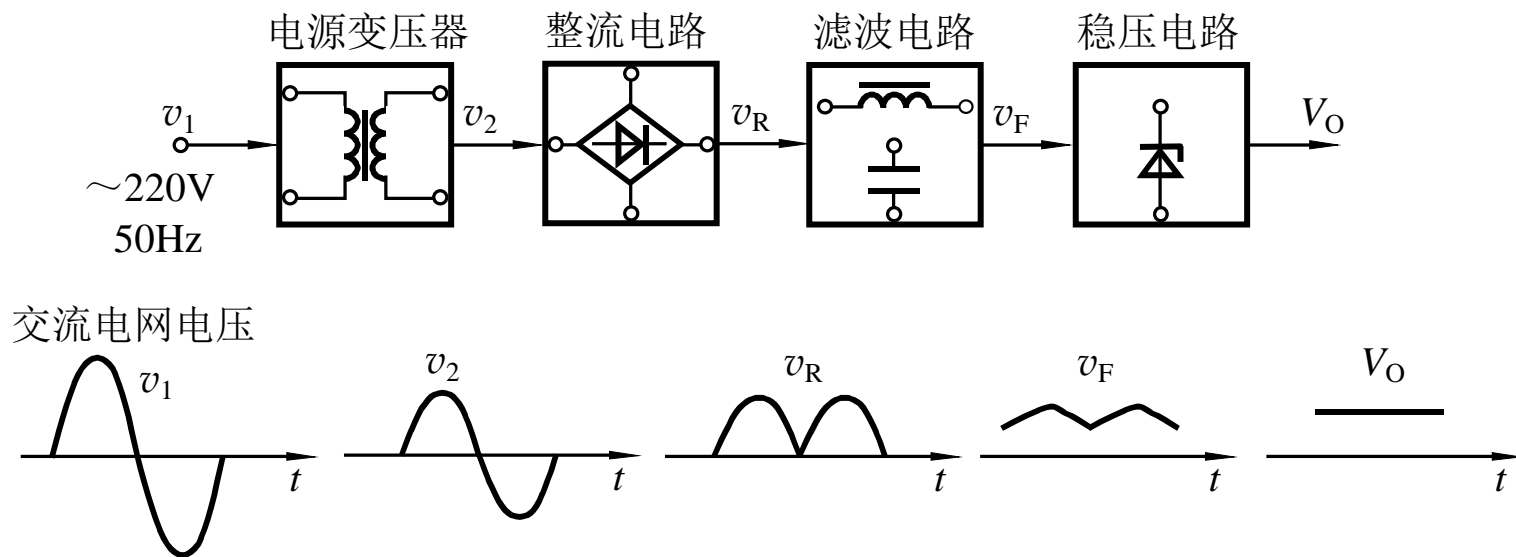
01

02

03

04

交流电网电压转换为直流电压的一般过程



变压器：降压 **整流：交流变脉动直流** **滤波：滤除脉动**

稳压：进一步消除纹波，提高电压的稳定性和带载能力

内容

直流稳压电源
概述

01

单相桥式整流
电路

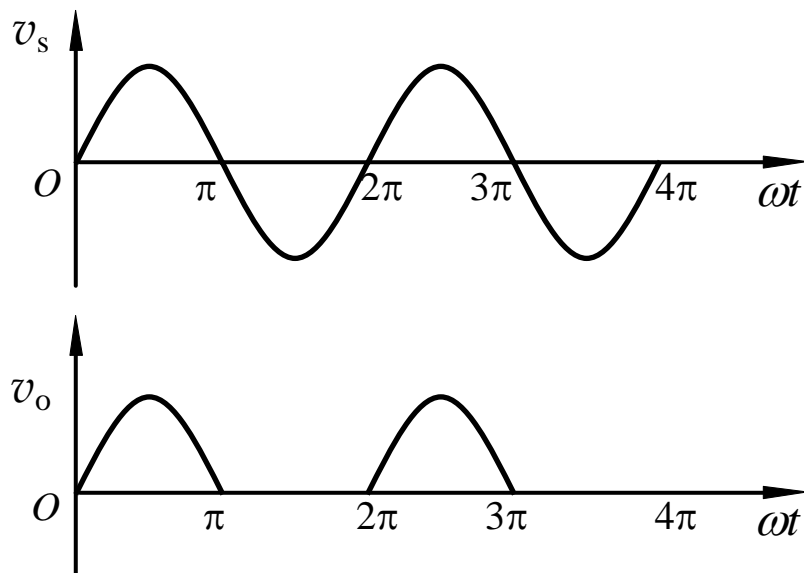
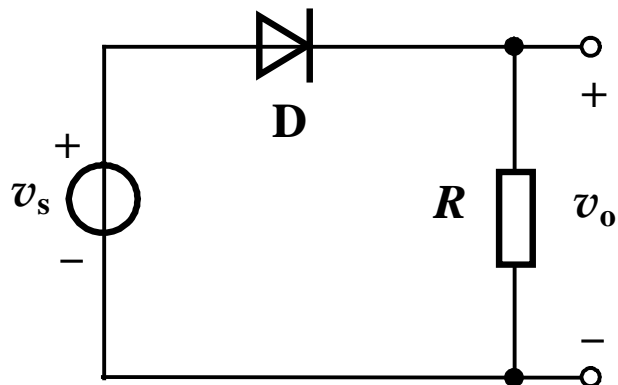
02

滤波电路

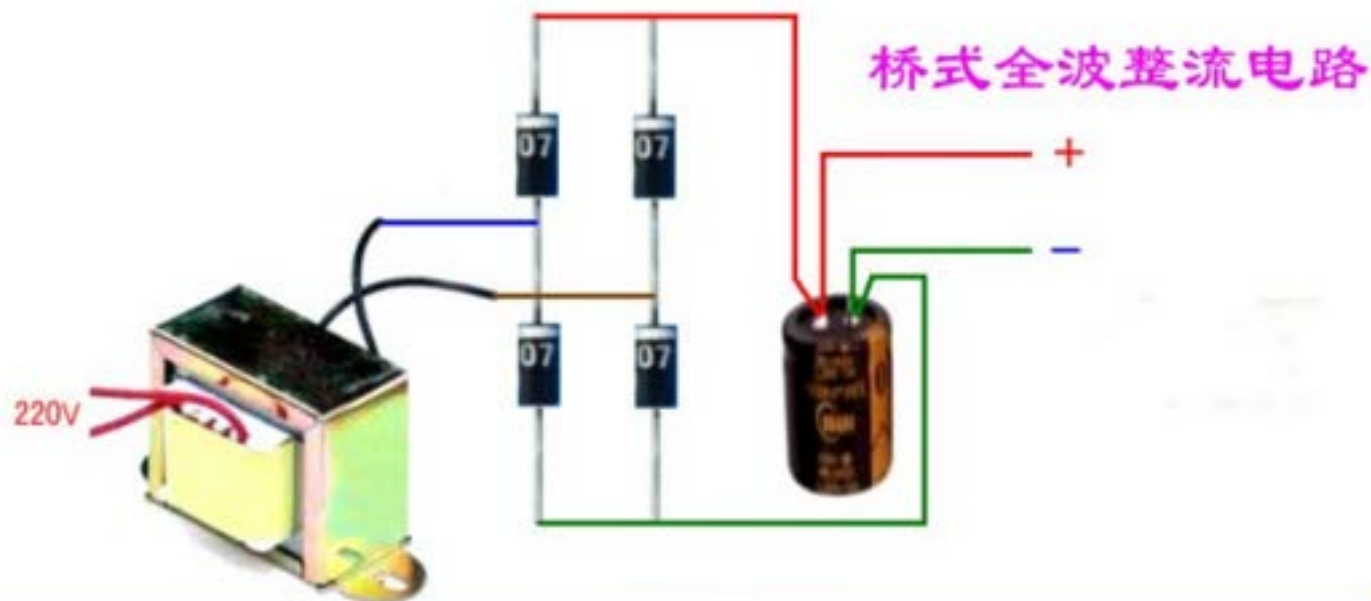
03

线性稳压电路

04

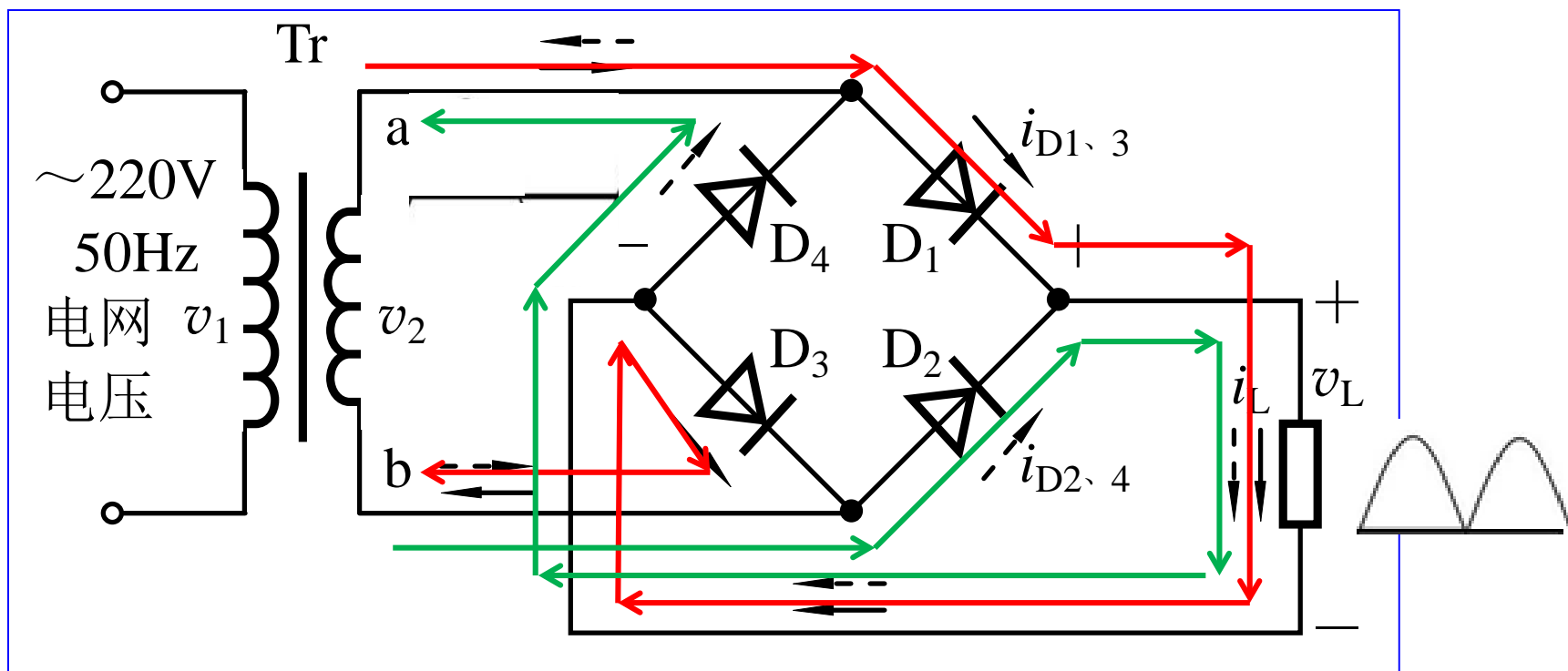


$$V_o = 0.45V_s$$



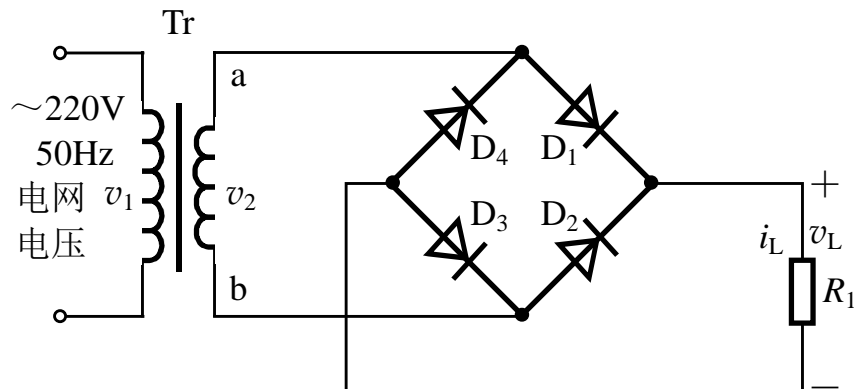
1. 工作原理

利用二极管的单向导电性



1. 工作原理

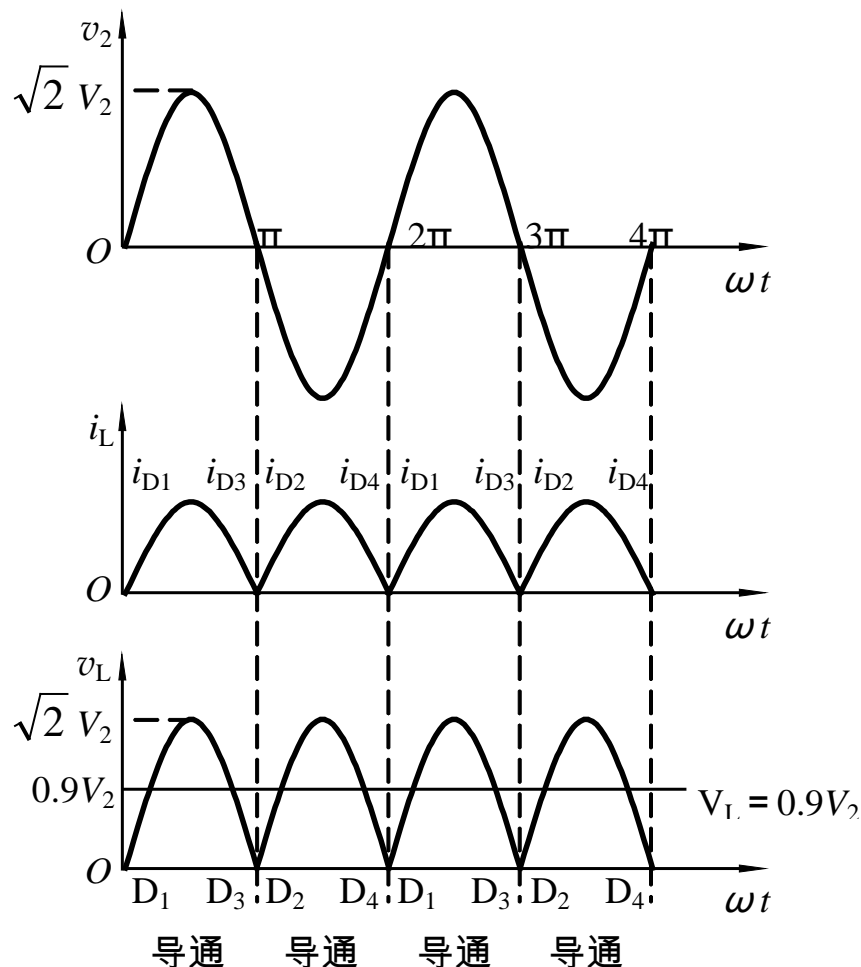
利用二极管的单向导电性



2. 参数计算

$$V_L = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} \cdot V_2 \sin \omega t \cdot d\omega t = 0.9V_2$$

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{0.9V_2}{R_L}$$



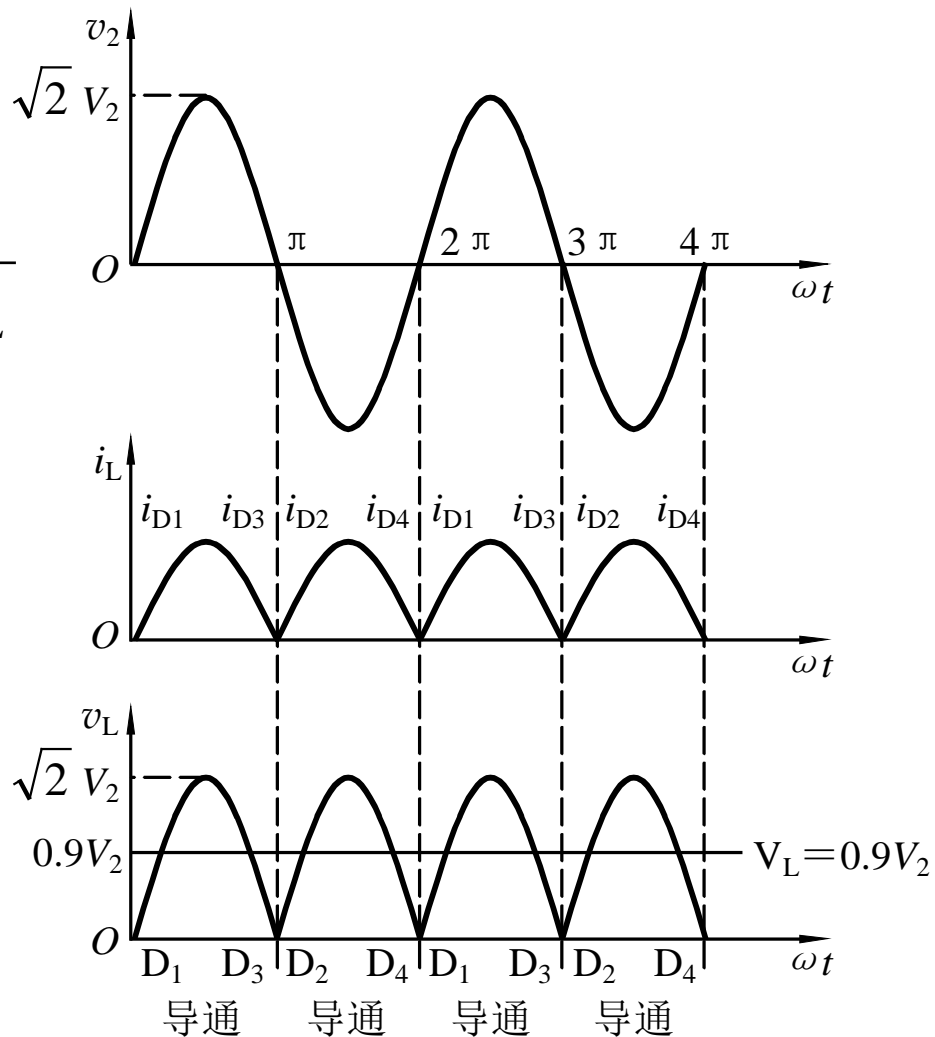
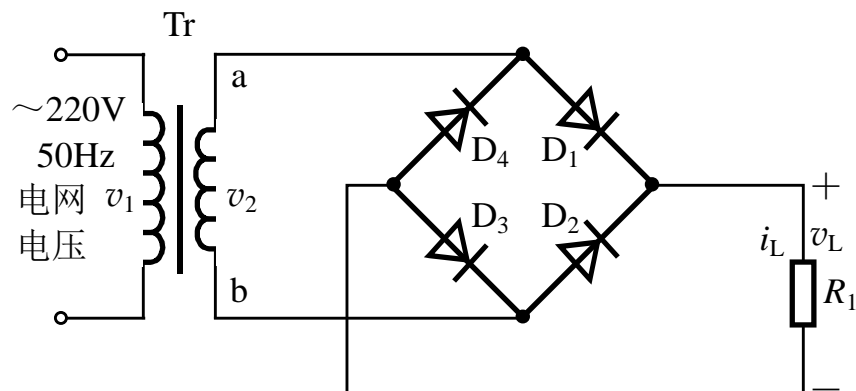
3. 整流二极管选择

(1) 平均整流电流

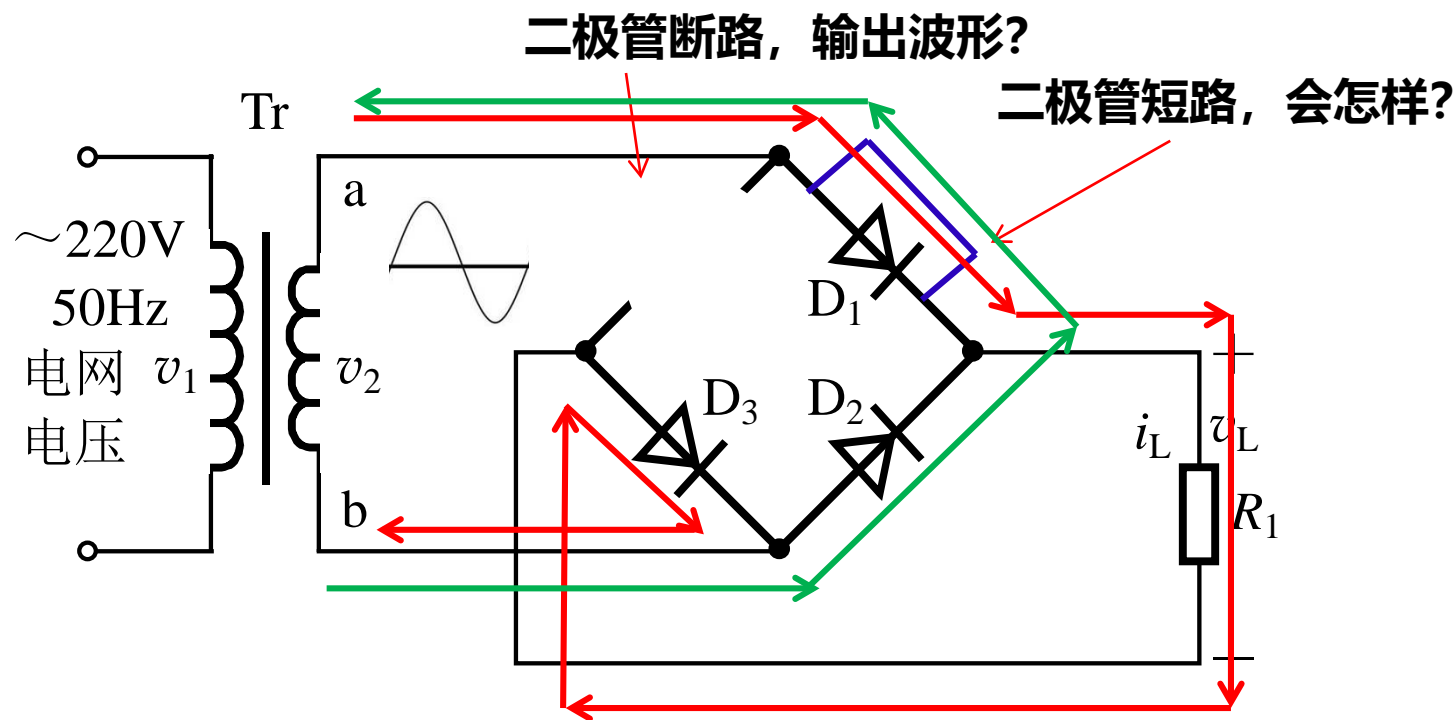
$$I_{D1} = I_{D3} = I_{D2} = I_{D4} = \frac{1}{2} I_L = 0.45 \frac{V_2}{R_L}$$

(2) 最大反向电压

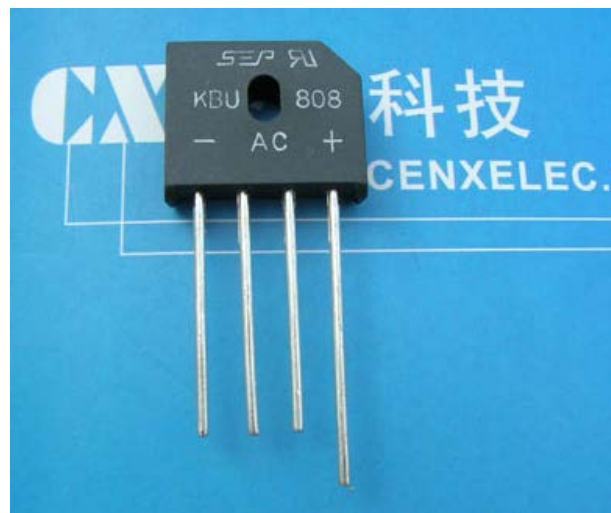
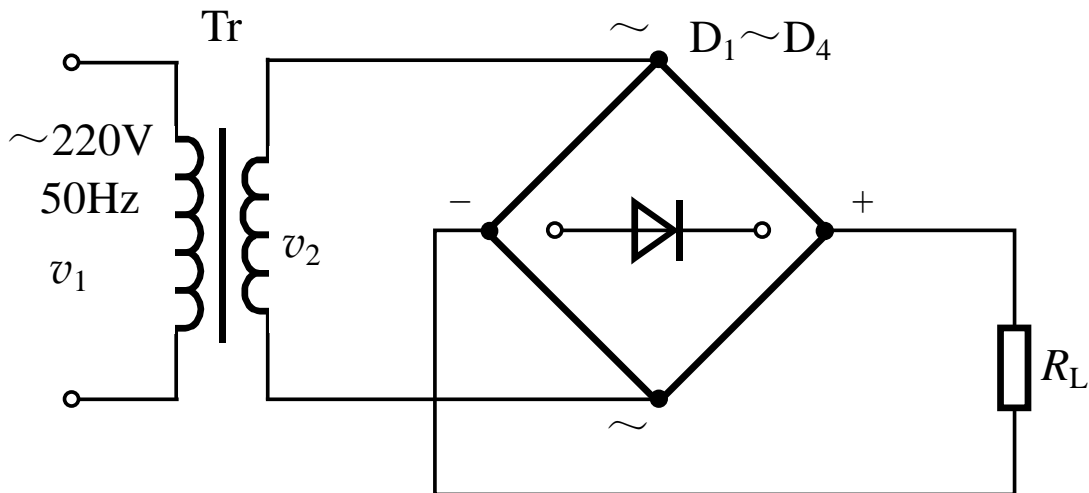
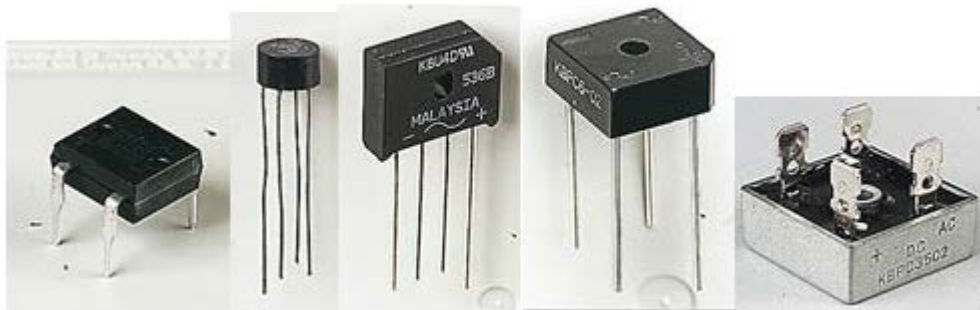
$$V_{RM} = \sqrt{2} V_2$$



例：故障分析



单相桥式整流电路



小结

- 1、电路结构
- 2、工作原理
- 3、输出电压平均值、负载电流计算
- 4、整流二极管选择

思考：桥式整流电路的输出电压可以作为稳压电源用吗？

内容

直流稳压电源
概述

01

单相桥式整流
电路

02

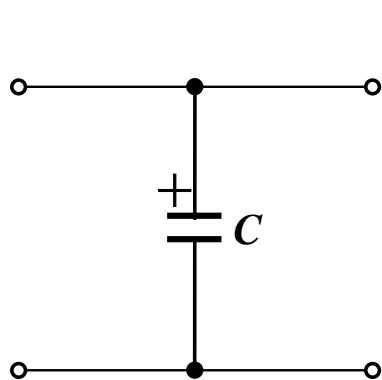
滤波电
路

03

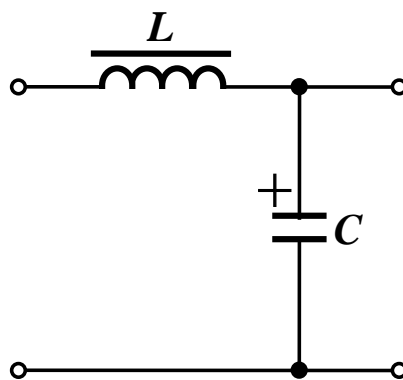
线性稳压电路

04

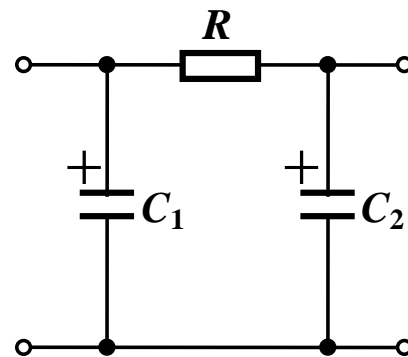
几种滤波电路



(a)



(b)



(c)

(a) 电容滤波电路

(b) 电感电容滤波电路（倒L型）

(c) Π 型滤波电路

为什么不用有源滤波电路？

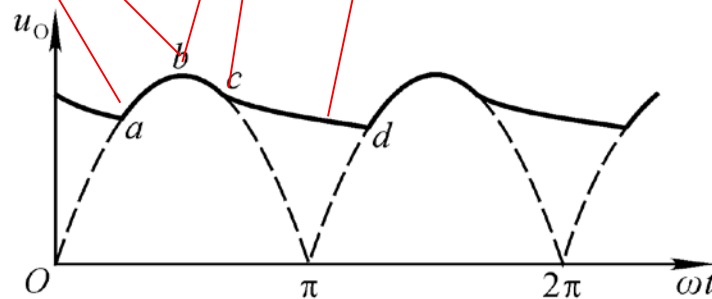
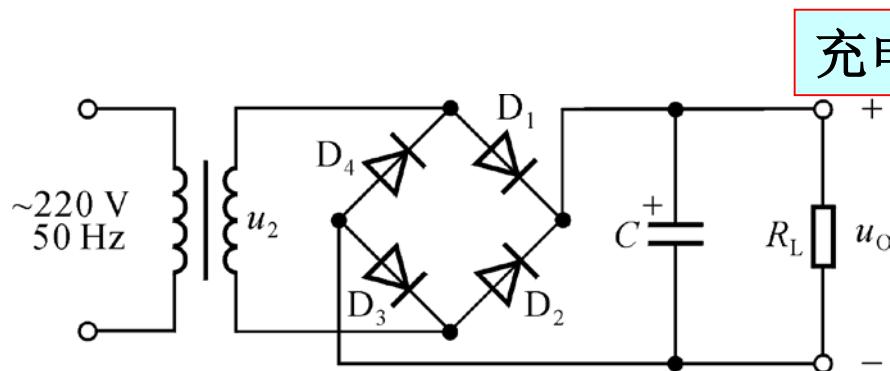
电容滤波电路

$$\tau = RC$$

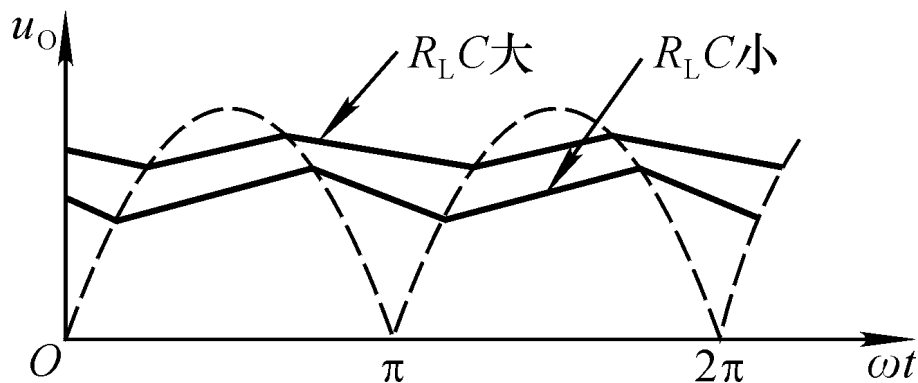
三、滤波电路

放电速度与正弦波下降速度相似

按指数规律下降



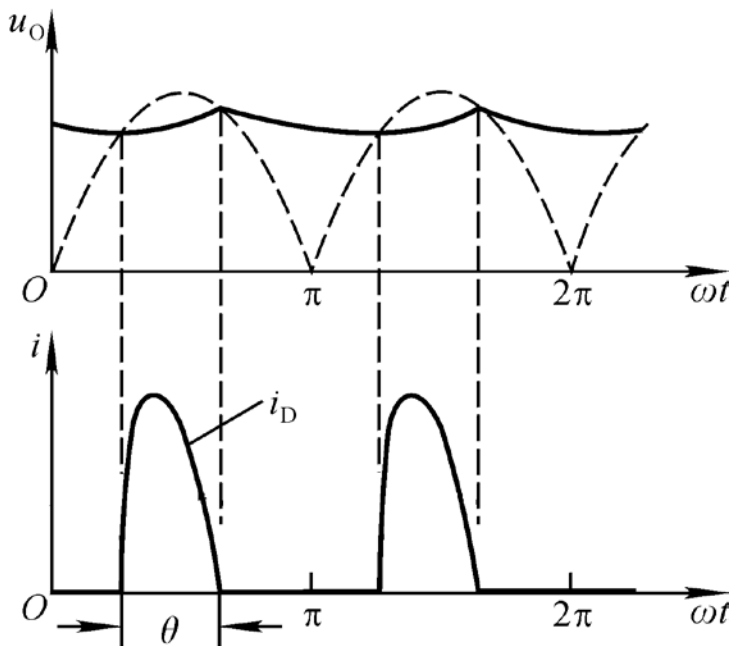
考虑整流电路的内阻



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。

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！

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

θ 小到一定程度，难于选择二极管！

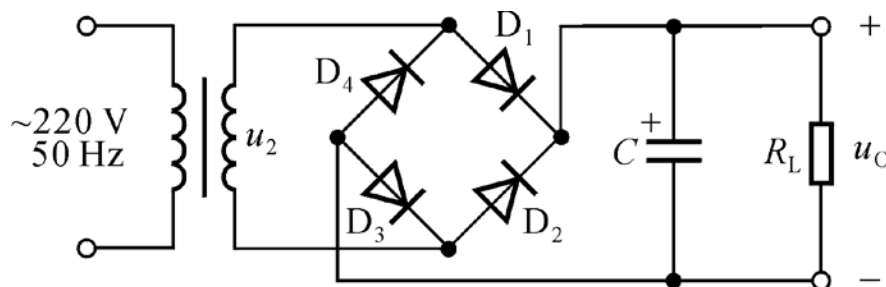
电容滤波的特点

A. 二极管的导电角 $\theta < \pi$,
流过二极管的瞬时电流
很大。

B. 负载直流平均电压 V_L 升高

$\tau_d = R_L C$ 越大, V_L 越高

当 $\tau_d \geq (3 \sim 5) \frac{T}{2}$ 时, $V_L = (1.1 \sim 1.2) V_2$



内容

直流稳压电源
概述

01

单相桥式整流
电路

02

滤波电路

03

线性稳压电路

04

(一) 稳压电源质量指标

输出电压 $V_O = f(V_I, I_O, T)$

输出电压变化量 $\Delta V_O = K_V \Delta V_I + R_o \Delta I_O + S_T \Delta T$

输入调整因数 $K_V = \left. \frac{\Delta V_O}{\Delta V_I} \right|_{\substack{\Delta I_O=0 \\ \Delta T=0}}$

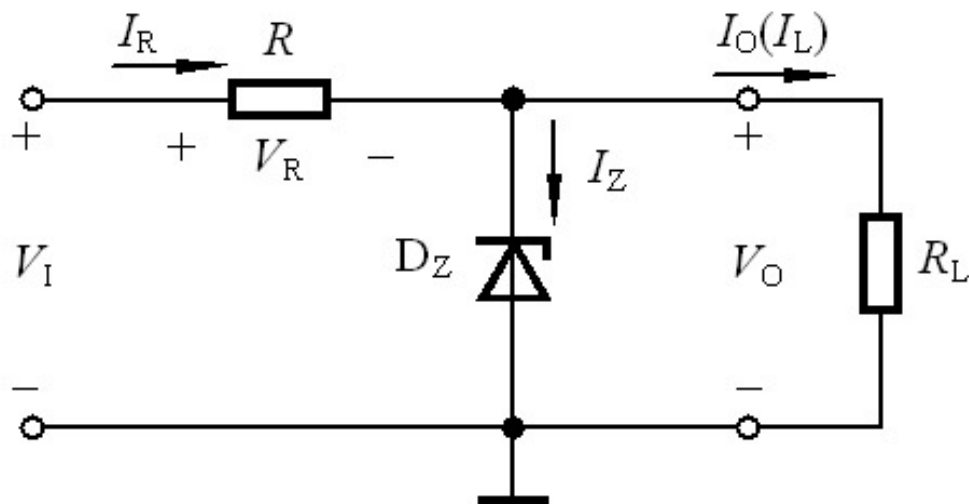
电压调整率 $S_V = \frac{\Delta V_O / V_O}{\Delta V_I} \times 100\% \left|_{\substack{\Delta I_O=0 \\ \Delta T=0}} \right.$

稳压系数 $\gamma = \frac{\Delta V_O / V_O}{\Delta V_I / V_I} \left|_{\substack{\Delta I_O=0 \\ \Delta T=0}} \right.$

输出电阻 $R_o = \left. \frac{\Delta V_O}{\Delta I_O} \right|_{\substack{\Delta V_I=0 \\ \Delta T=0}}$

温度系数 $S_T = \left. \frac{\Delta V_O}{\Delta T} \right|_{\substack{\Delta V_I=0 \\ \Delta T=0}}$

并联型稳压电路(最简单的稳压电路)

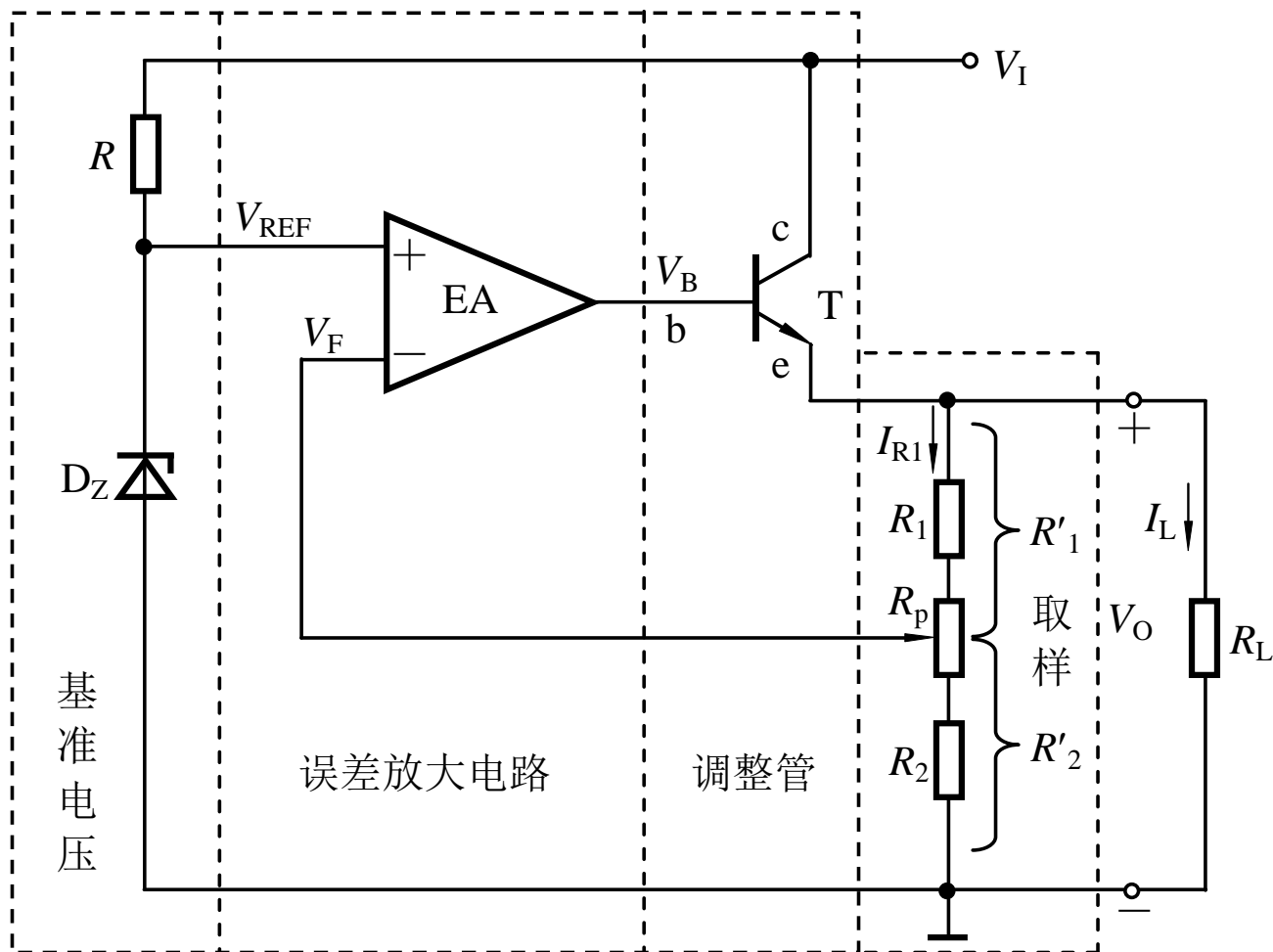


适用于输出电压不需调整、负载电流较小的情况下。

缺点：1、输出电压由稳压管的型号决定，不可随意调节；2、电网电压和负载电流的变化太大时，电路将不能适应。

(二) 串联反馈式稳压电路的工作原理

1. 结构



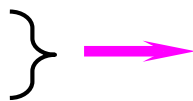
2. 工作原理

将 V_{REF} 看作电路的输入

电压串联负反馈

输入电压波动

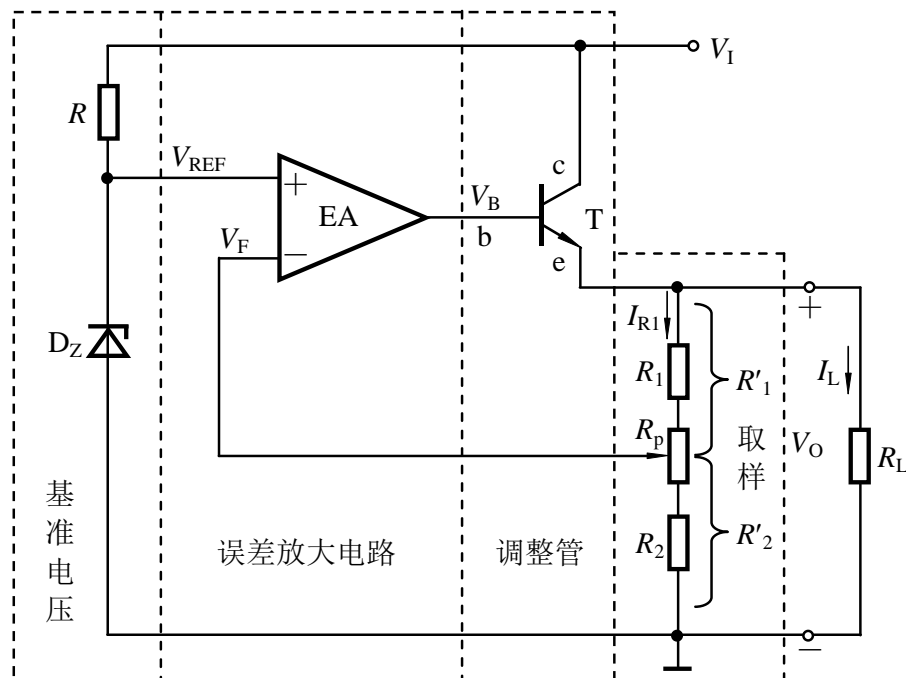
负载电流变化



输出电压变化

$V_O \downarrow \rightarrow V_F \downarrow (V_{REF} \text{ 不变}) \rightarrow V_B \uparrow$

$V_O \uparrow \leftarrow$



满足深度负反馈，根据虚短和虚断有

所以输出电压

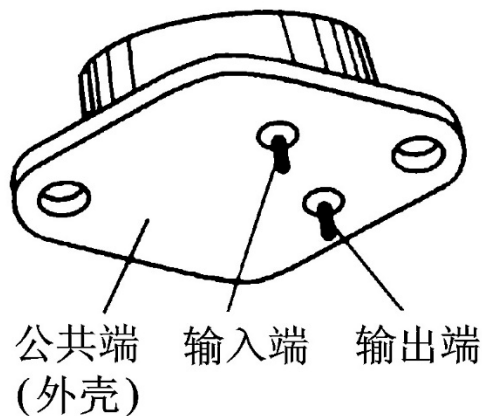
$$\begin{cases} V_F = V_{REF} \\ \frac{V_F}{V_O} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \end{cases}$$

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

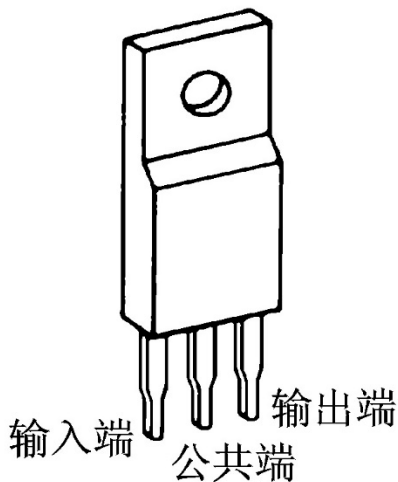
(三) 三端集成稳压器

78 XX: 正电压

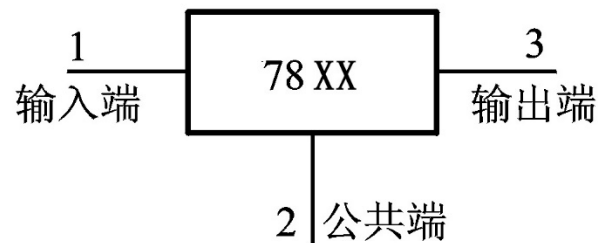
79 XX: 负电压



(b)

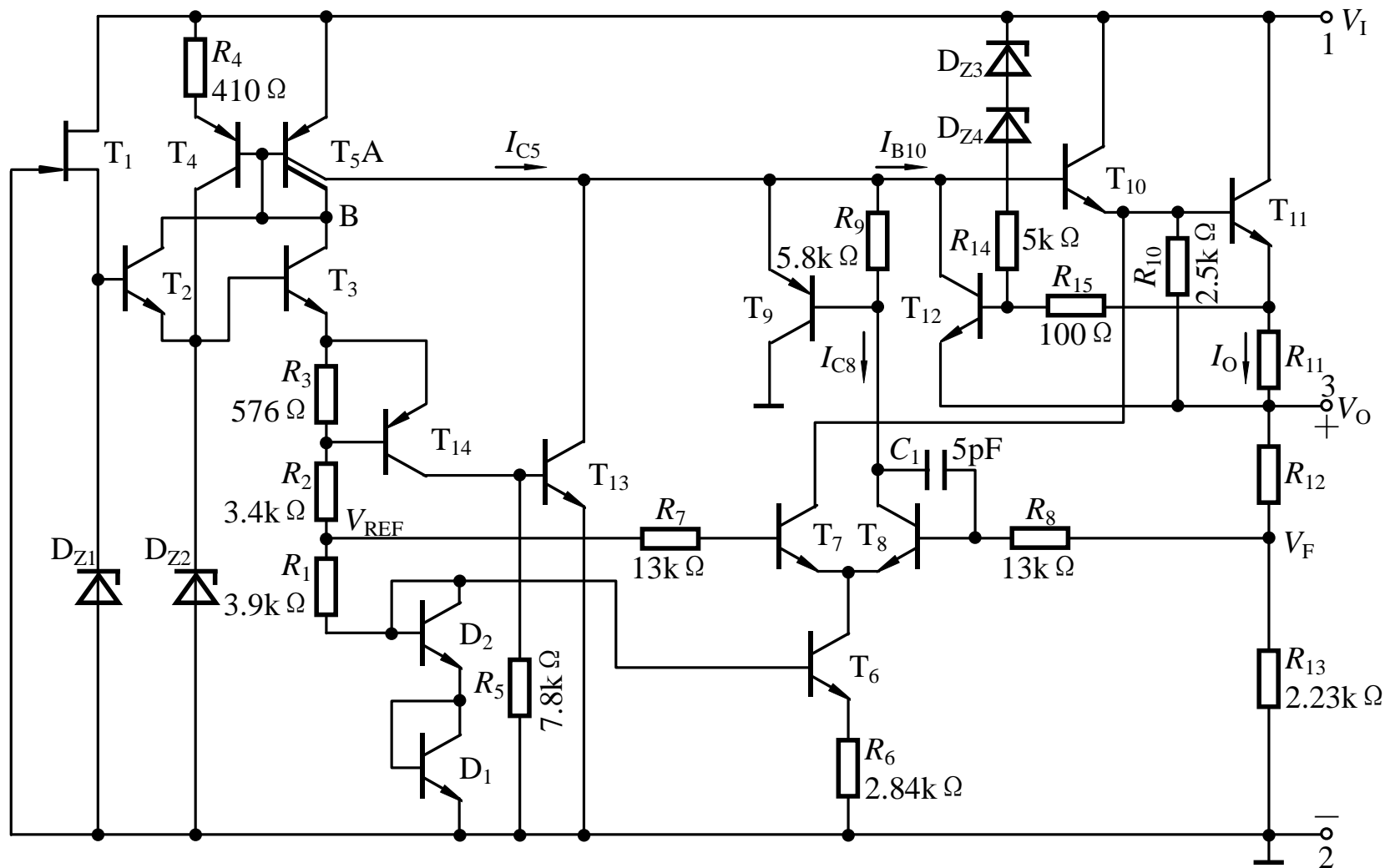


(c)

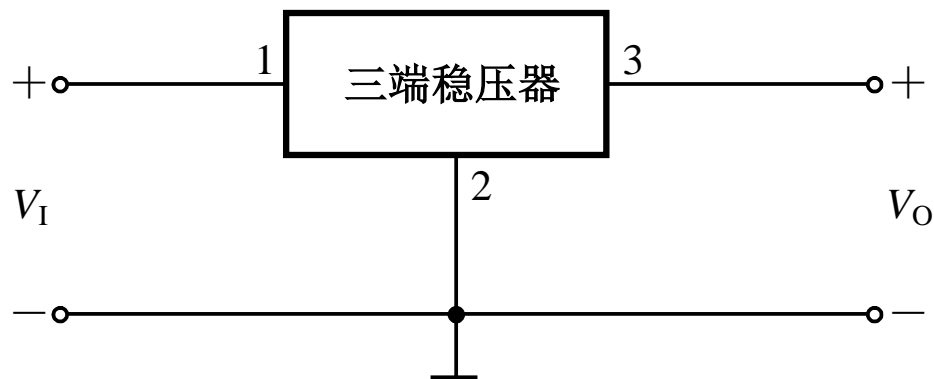


(d)

1. 输出电压固定的三端集成稳压器



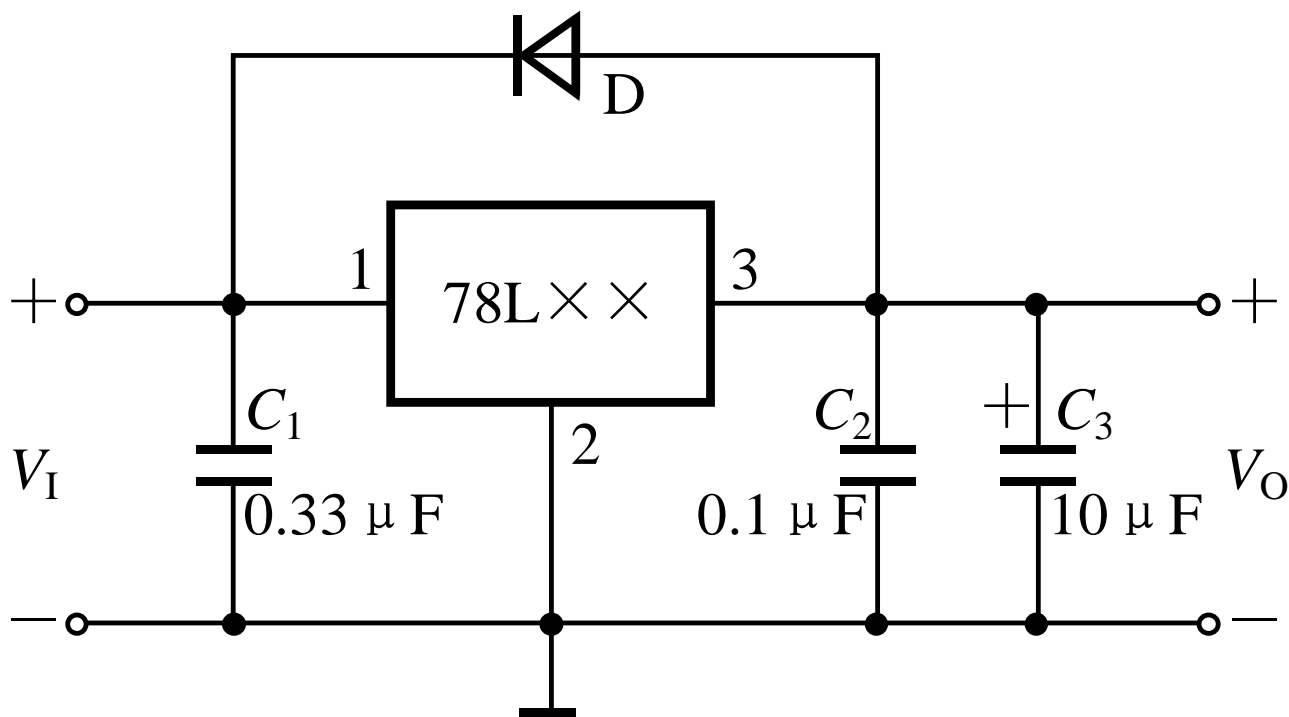
2. 最小输入 - 输出电压差



类 型			三端固定	三端可调
参 数	符号	单 位	正压78×× 负压79××	正压LM317 负压LM337
输入电压	V_I	V	$\pm(8\sim40)$	$\pm(3\sim40)$
输出电压	V_O	V	$\pm(5\sim24)$	$\pm(1.2\sim37)$
最小（输入-输出） 电压差	$(V_I - V_O) \min$	V	$\pm(2.0\sim2.5)$	$1.2\sim22$

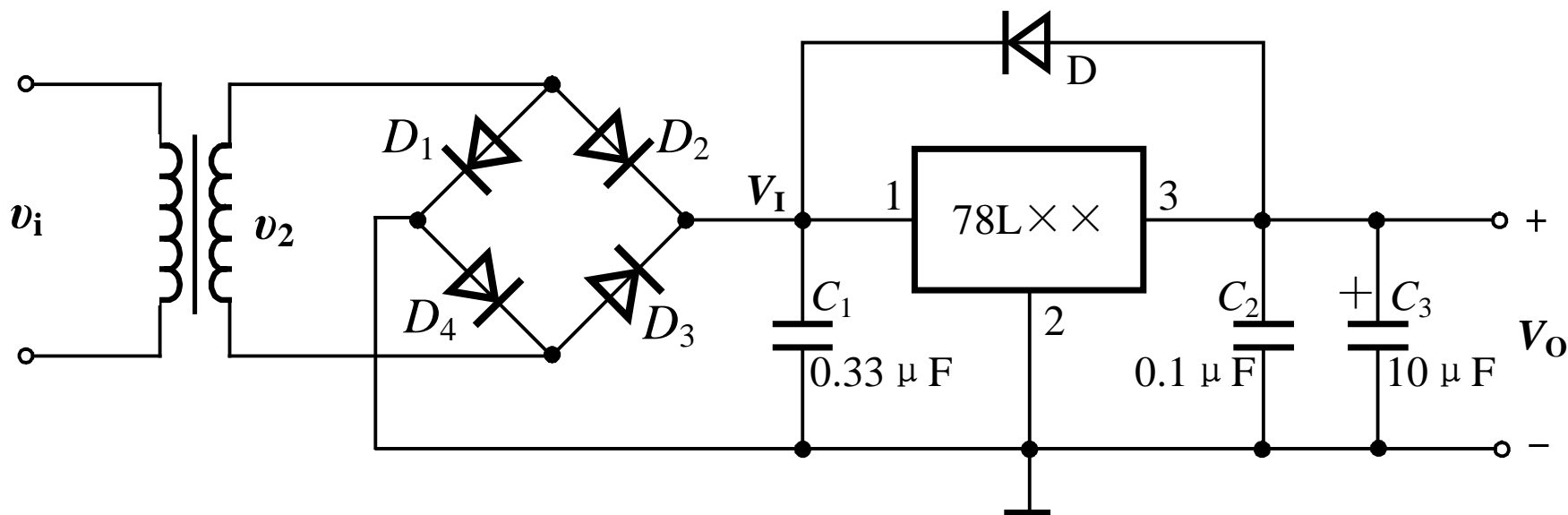
(四) 三端集成稳压器的应用

1. 固定式应用举例



(四) 三端集成稳压器的应用

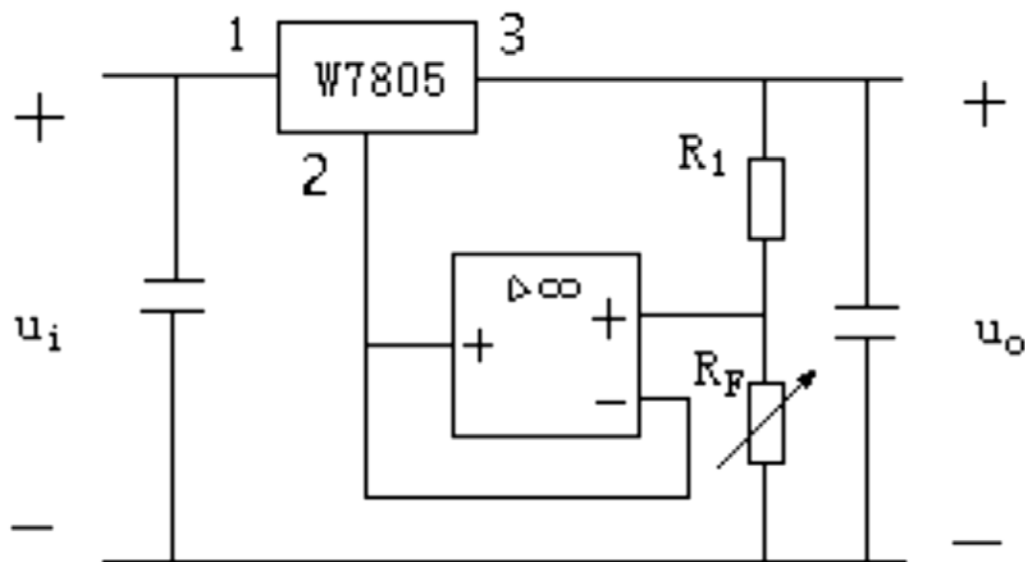
1. 固定式应用举例



P500

例：如图电路是将三端集成稳压电源扩大为输出可调的稳压电源，试求输出电压调压的范围。 **(作业)**

(已知 $R_1 = 2.5\text{k}\Omega$, $R_F = 2.5 \sim 9.5\text{k}\Omega$)



总结

直流稳压电源:

- (1) 直流稳压电源结构和稳压过程
- (2) 单相桥式整流电路
- (3) 电容滤波电路
- (4) 串联反馈式稳压电路
- (5) 三端稳压器