

电路分析与电子技术基础

直流稳压电路

(3.2)

n 直流稳压电路

ü 直流稳压电路：将交流电网的能量转换为电子电路所要求的直流电能。

ü 基本结构：



✓ 整流和滤波电路（3.2.1）

✓ 稳压电路（3.2.2）

✓ 整流和滤波电路

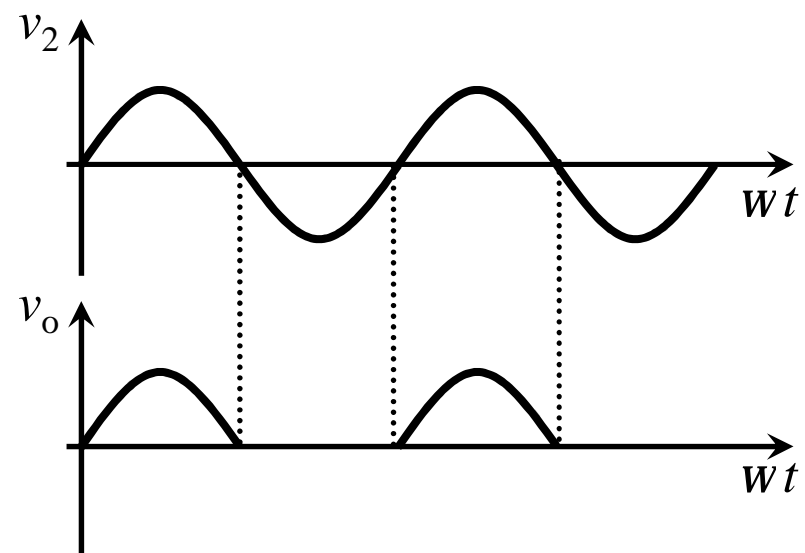
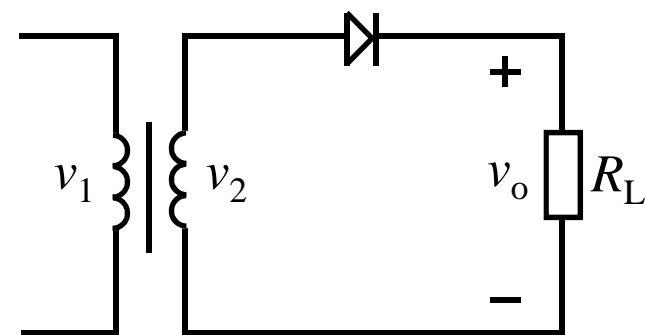
ü 整流电路：

利用二极管的单向导电性，将正、负交变的 50Hz 电网电压变成单方向脉动电压。

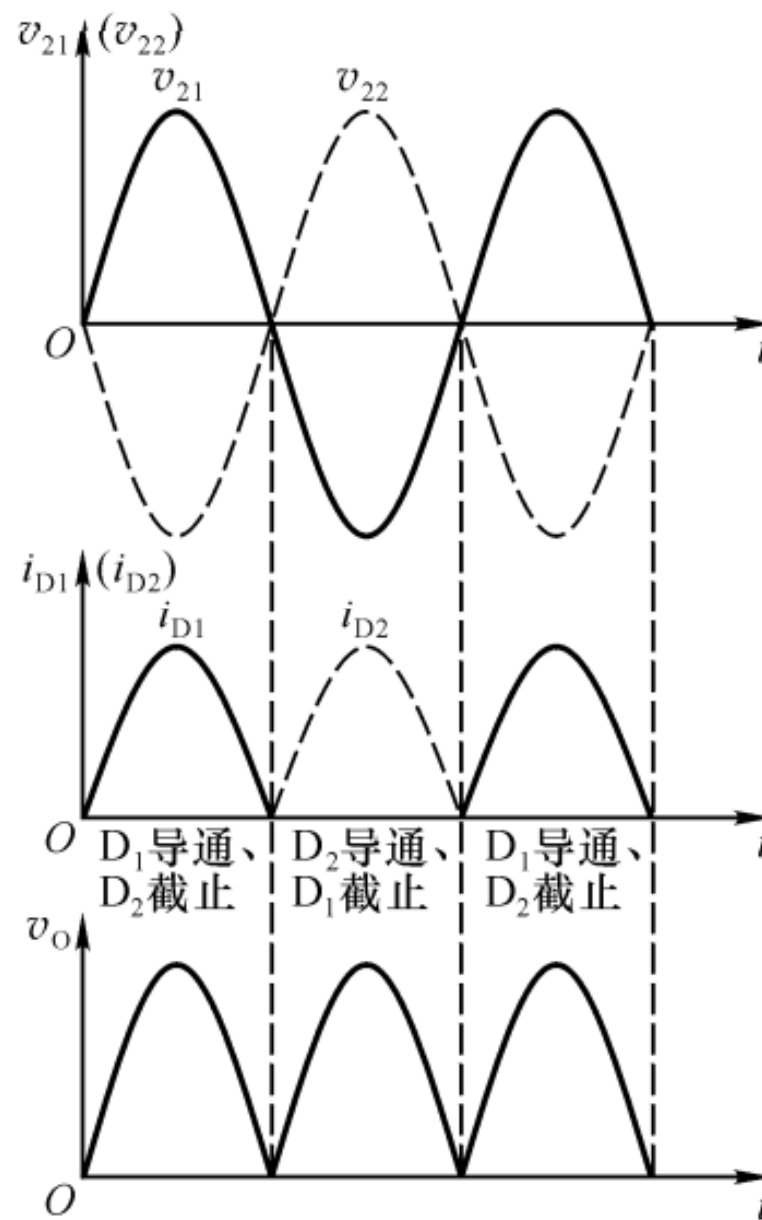
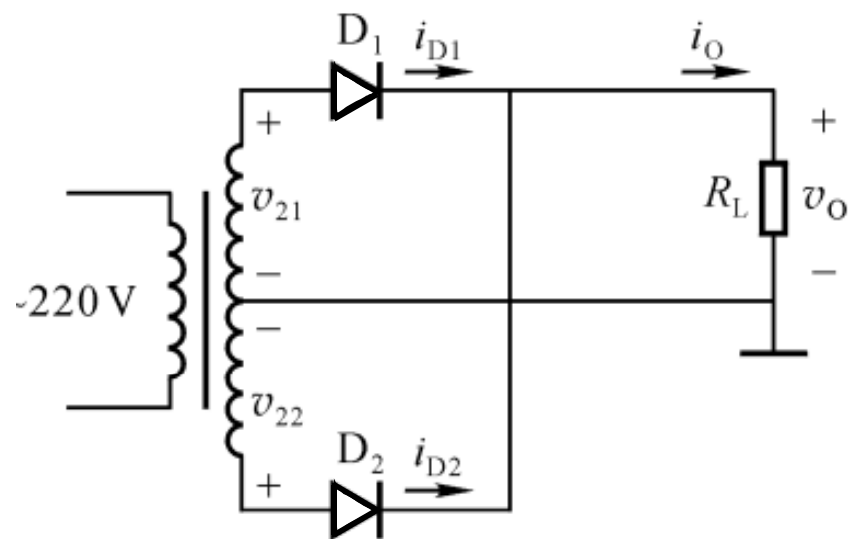
ü 滤波电路：

整流电路的输出中含有较大的交流成分，一般需接入滤波电路以滤除交流分量，从而得到平滑的直流电压。

半波整流电路



全波整流电路



Ø 全波桥式整流电路

ü 右图所示全波桥式整流电路。

ü v_2 正半周：

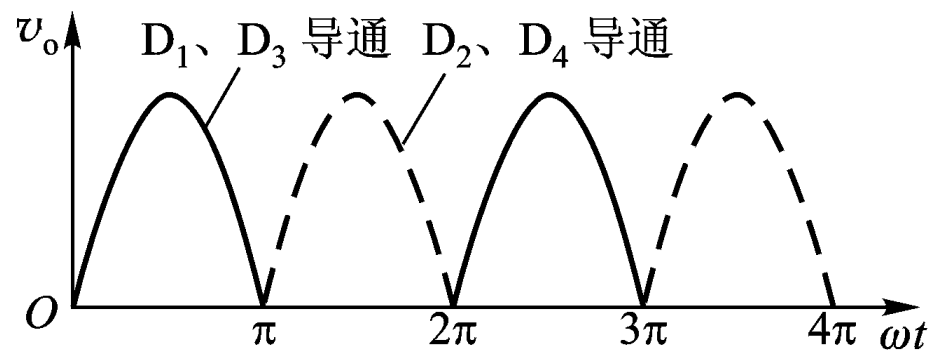
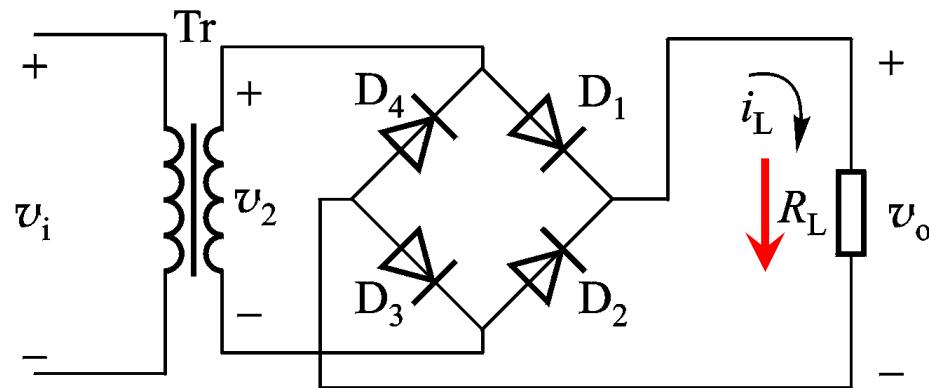
D_1 、 D_3 导通， D_2 、 D_4 截止；

$v_2^+ \rightarrow D_1 \rightarrow R_L^+ \rightarrow R_L^- \rightarrow D_3 \rightarrow v_2^-$

ü v_2 负半周：

D_2 、 D_4 导通， D_1 、 D_3 截止；

$v_2^- \rightarrow D_2 \rightarrow R_L^+ \rightarrow R_L^- \rightarrow D_4 \rightarrow v_2^+$

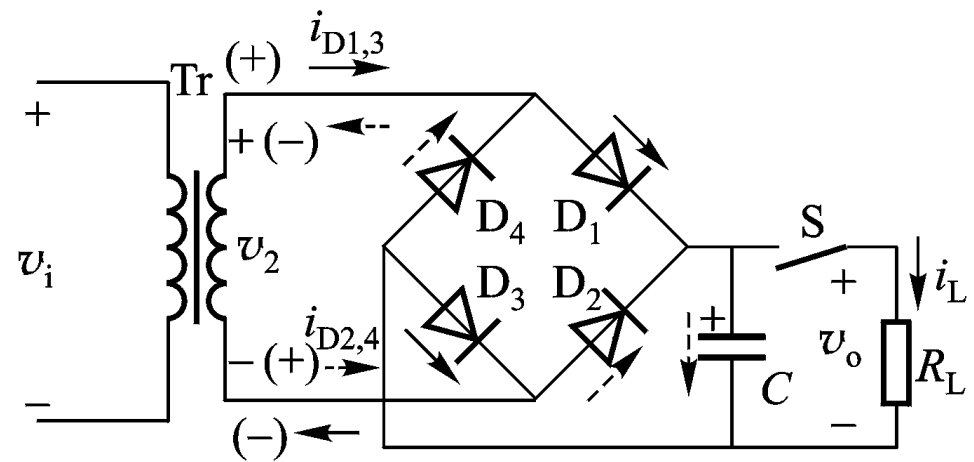


Ø 电容滤波电路

ü 右图所示电容滤波电路。

ü 定义: $v_2 = \sqrt{2}V_2 \sin \omega t$

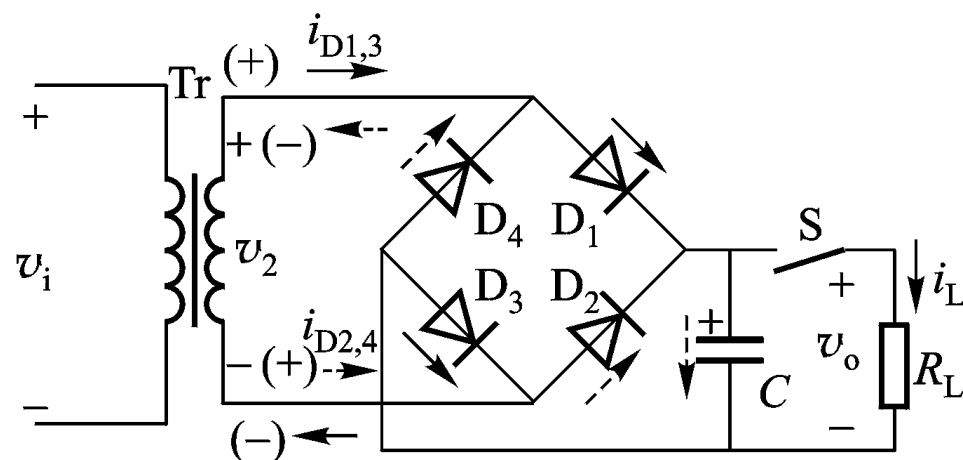
ü 若断开 S , 则: $v_C = \sqrt{2}V_2$



Ø 电容滤波电路

ü 右图所示电容滤波电路。

ü 定义: $v_2 = \sqrt{2}V_2 \sin \omega t$



ü 若合上 S :

若 $v_2 < v_C$:

所有二极管均为反偏;

电容 C 对 R_L 放电 ($t_d = R_L C$) ;
 v_C 缓慢下降。

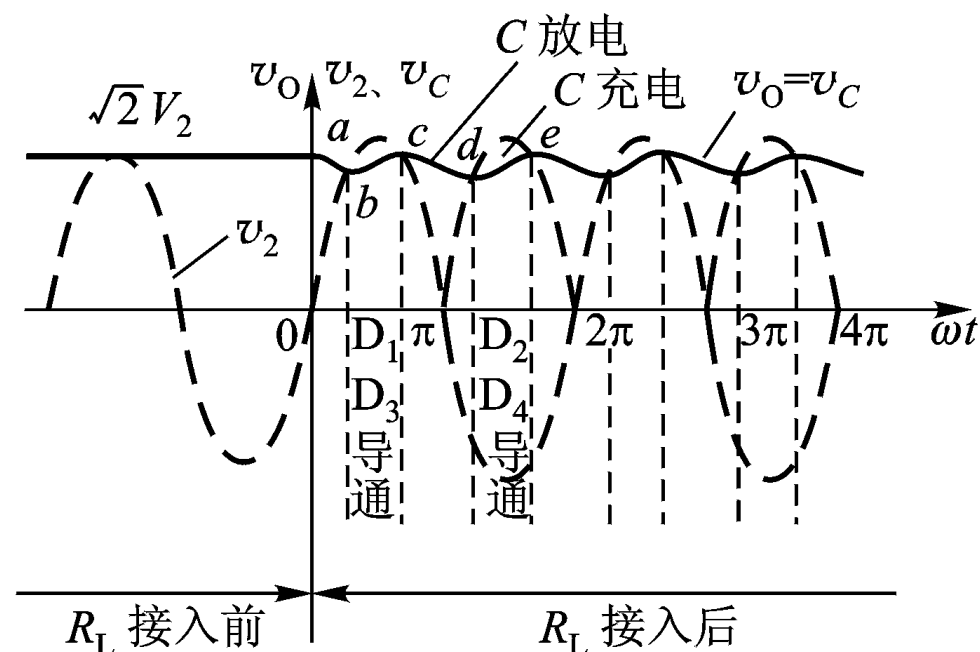
若 $v_2 > v_C$:

D_1 、 D_3 管导通;

$i_{D1,3}$ 的一部分提供负载电流;
 另一部分对电容 C 充电;

($t_d \approx R_{int} C$)

v_C 上升较快。



Ø 电容滤波电路（滤波参数）

ü 输出直流电压平均值 $V_{O(AV)}$

空载（ $R_L = \infty$ ）时，输出直流电压平均值最大： $V_{O(AV)} = \sqrt{2}V_2$

$R_L C$ 值很小（相当于无滤波电容）时： $V_{O(AV)} \approx 0.9V_2$

一般情况下，可按下式估算： $V_{O(AV)} = 1.2V_2$

ü 为确保二极管安全工作要求：

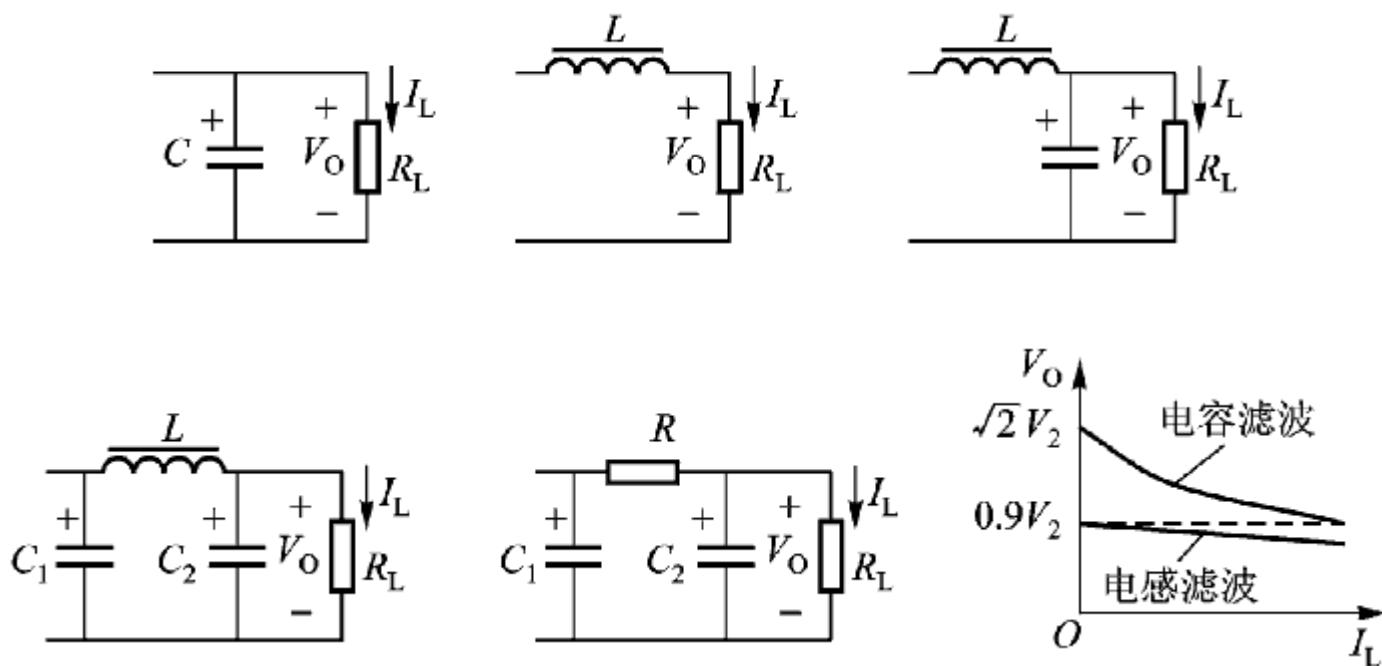
二极管允许的反向电压： $V_R = \sqrt{2}V_2 < V_{RM}$

二极管最大整流电流： $I_{D(AV)} = \frac{V_{O(AV)}}{2R_L} < I_F$

Ø 常见滤波电路形式

ü 一般来说，所用的滤波元件越多，其滤波效果越好。

ü 电感滤波适于大电流输出场合，电容（RC）滤波适于小电流输出场合。



✓ 稳压电路

ü 稳压电路：

整流滤波电路的输出电压，受交流电网电压或负载的变化影响；
为使负载上获得稳定的直流电压，需在整流滤波电路后接入稳压电路。

Ø 稳压电路（性能指标）

ü 稳压电路：

整流滤波电路的输出电压，受交流电网电压或负载的变化影响。

ü 稳压系数（电压调整率）： $S_r = \frac{\Delta V_o / V_o}{\Delta V_I / V_I} \Big|_{\Delta I_L = 0}$
（一般要求 $S_r \ll 1$ ）

ü 输出电阻（内阻）： $R_o = \frac{\Delta V_o}{\Delta I_L} \Big|_{\Delta V_I = 0}$
（一般要求 R_o 越小越好）

Ø 线性串联型稳压电路

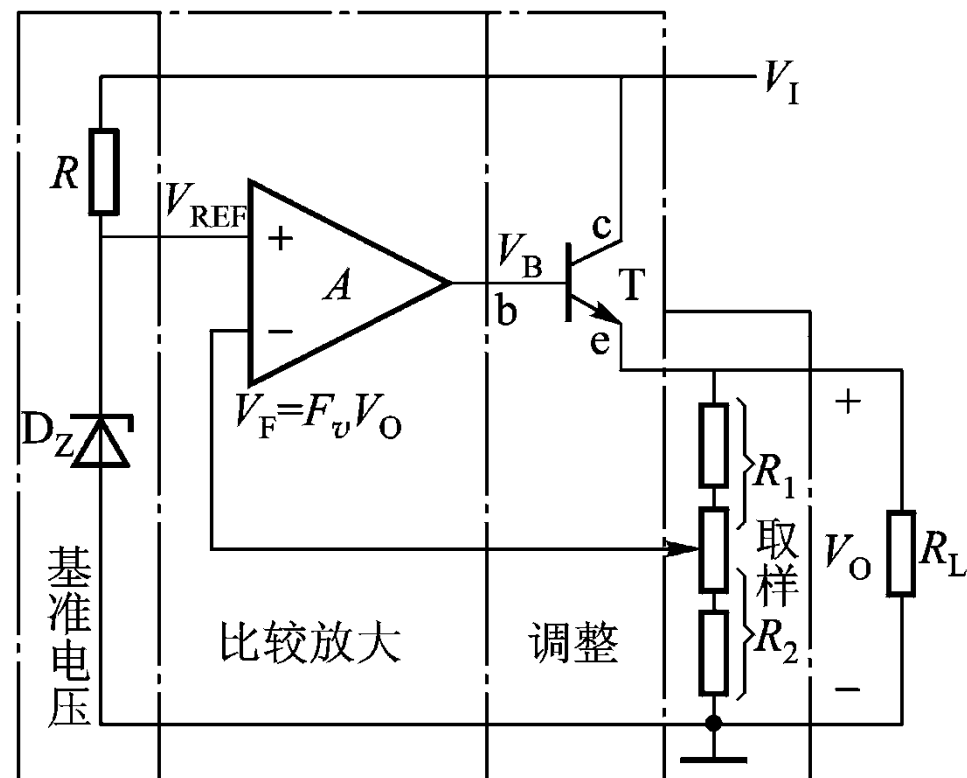
Ü 右图所示线性串联型稳压电路。

Ü R 、 D_Z ：产生基准电压；

R_1 、 R_2 ：取样电路；

A （运放）：比较放大电路；

T （三极管）：调整管。



Ø 线性串联型稳压电路（工作原理）

ü 右图所示线性串联型稳压电路。

ü 例：单独考虑 V_I 的影响时

$$V_I \uparrow \Rightarrow V_O \uparrow \Rightarrow V_F \uparrow \Rightarrow V_{REF} - V_F \downarrow$$

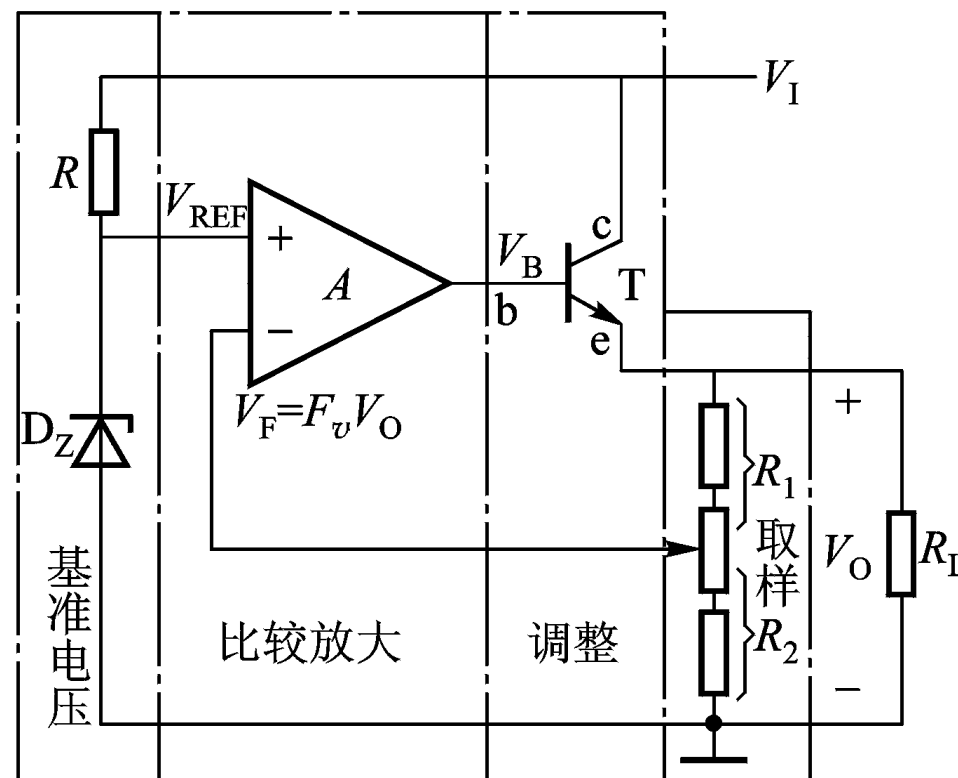
$$\downarrow$$
$$V_O \downarrow \Leftarrow V_{CE} \uparrow \Leftarrow V_B \downarrow$$

ü 同理：单独考虑 R_L 的影响时...

ü 基本原理：

$$V_O = V_I - V_{CE} ;$$

反馈网络取样 V_O 后获得 V_F ， V_{REF} 与 V_F 的差值经放大电路 A 放大后，控制调整管 T 的基极电压 V_B ，从而改变调整管 T 的 V_{CE} 。

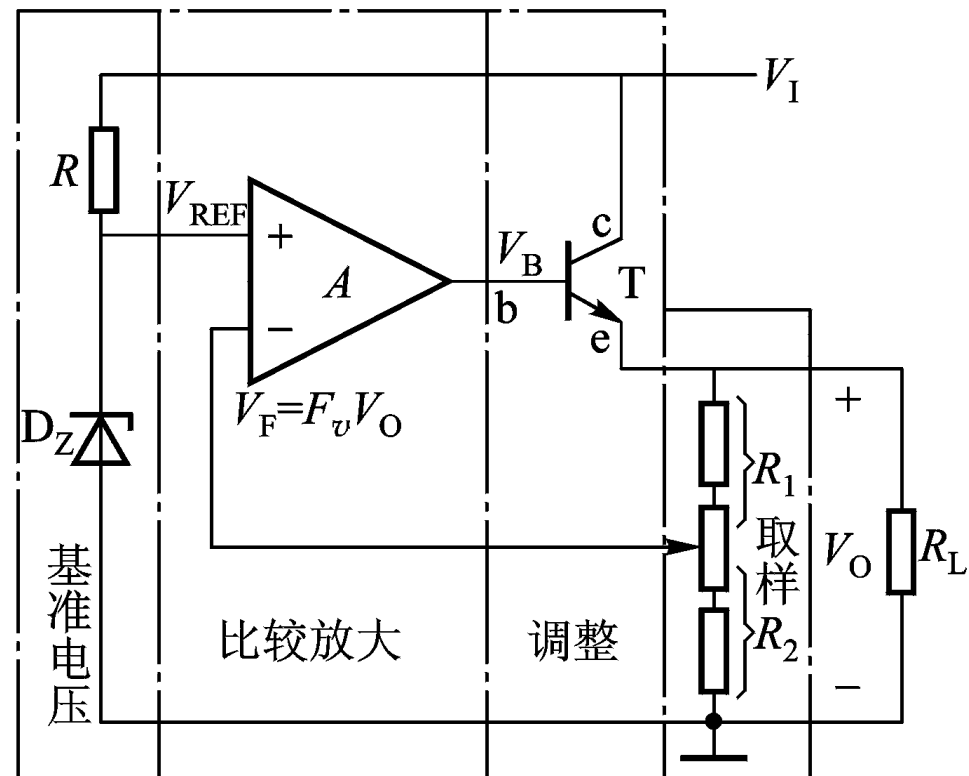


Ø 线性串联型稳压电路（参数分析）

ü 右图所示线性串联型稳压电路。

ü 电压串联负反馈。

$$V_{\text{REF}} = V_{\text{F}} = V_{\text{o}} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

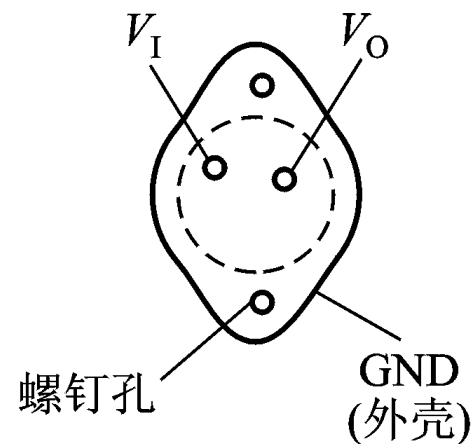
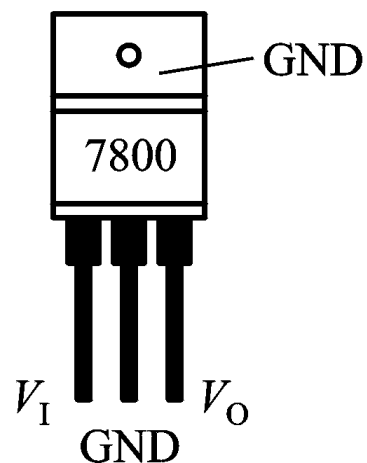


Ø 三端固定式集成稳压器

Ü 78xx 系列

(塑料封装, TO-220)

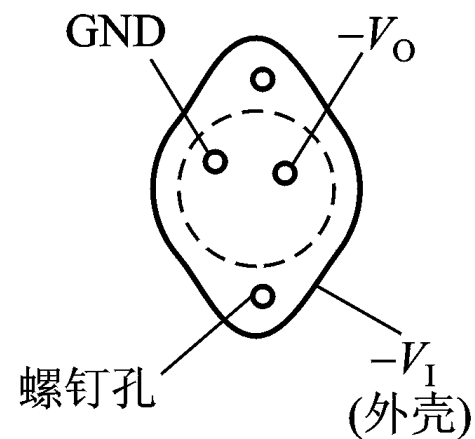
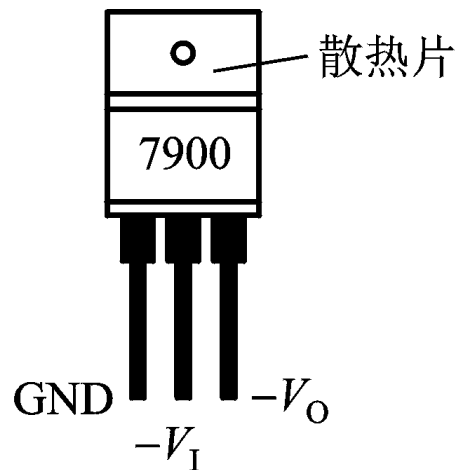
(金属壳封装, TO-3)



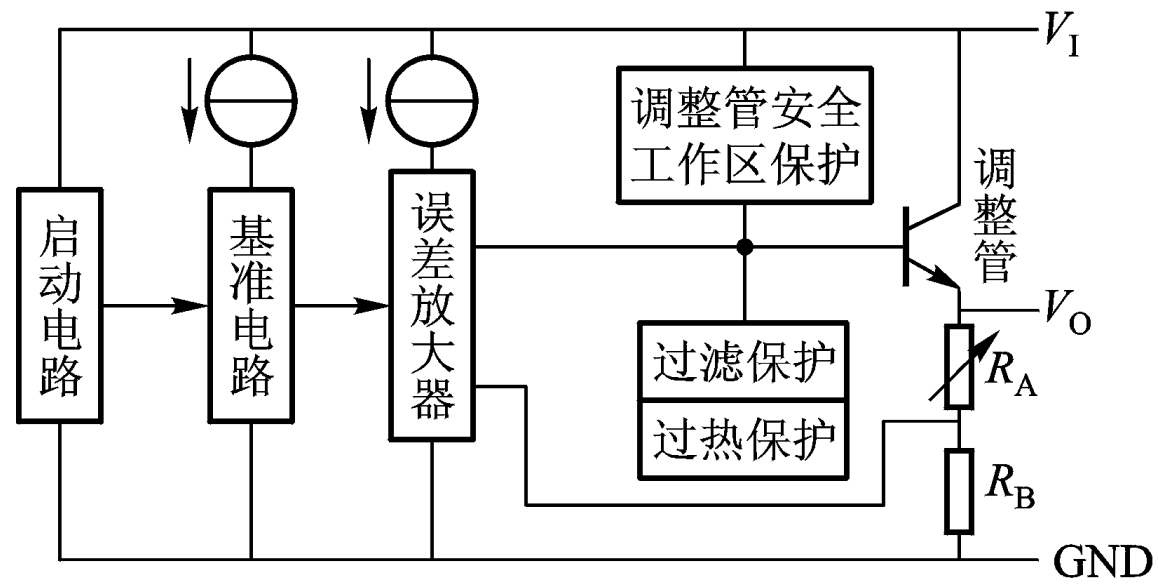
Ü 79xx 系列

(塑料封装, TO-220)

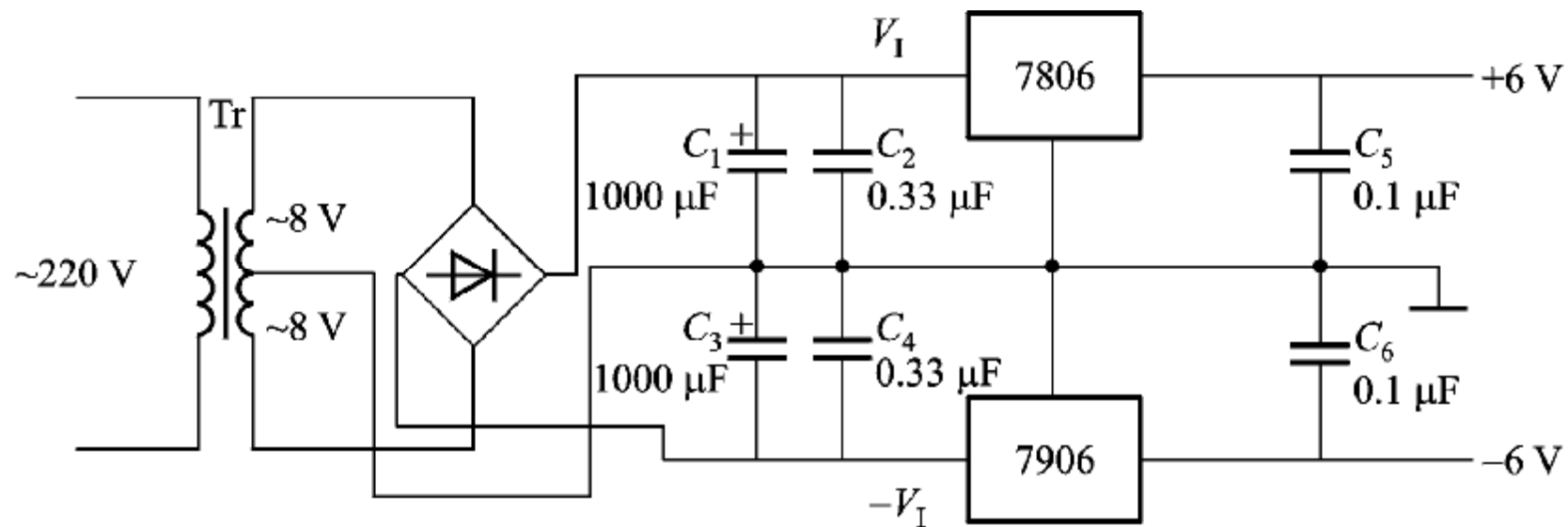
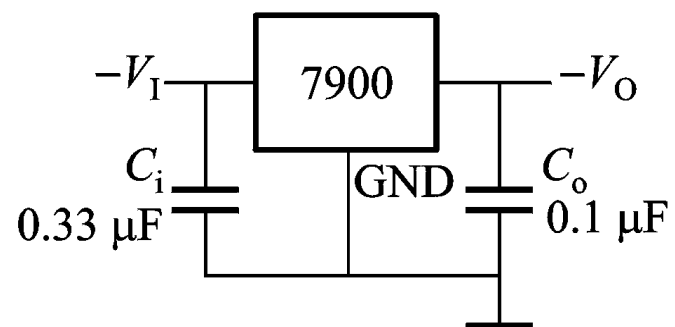
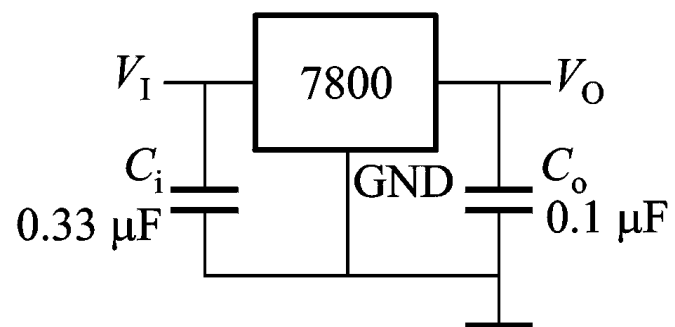
(金属壳封装, TO-3)



Ø 三端固定式集成稳压器（78xx 系列框图）

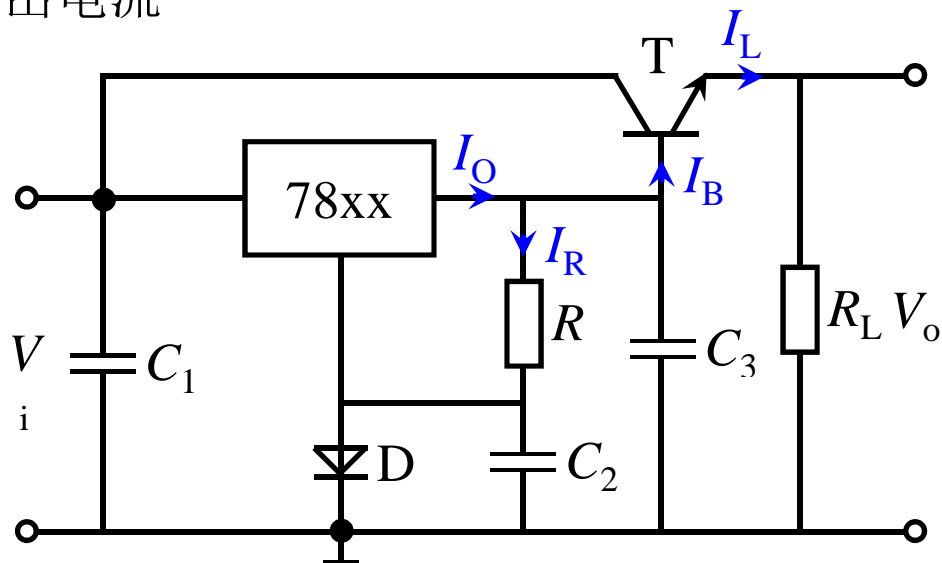


Ø 三端固定式集成稳压器（典型应用）



Ø 三端固定式集成稳压器（实用电路例）

Ü 扩大输出电流



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

原输出电流是 I_o ，现可以近似扩大 β 倍。

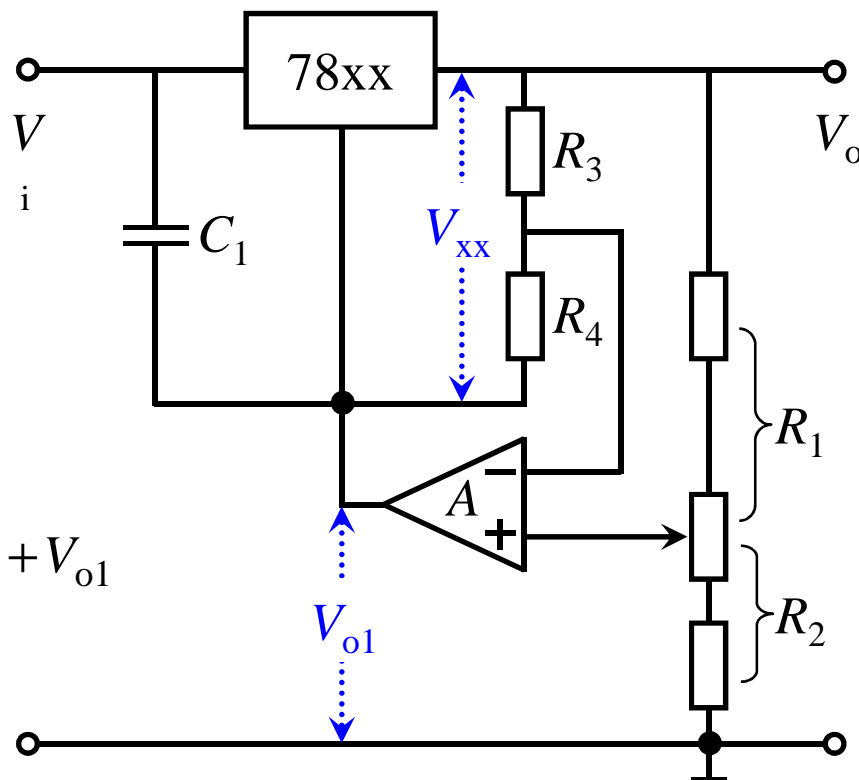
二极管 D 用于抵消 T 管 V_{BE} 。

Ø 三端固定式集成稳压器（实用电路例）

ü 扩大输出电压

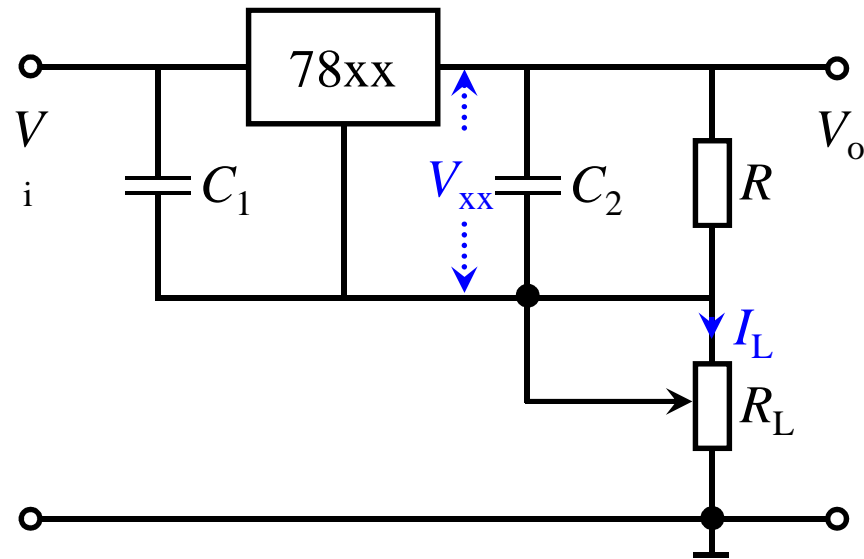
$$\begin{cases} V_o = V_{xx} + V_{o1} \\ V_o \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = V_{xx} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} + V_{o1} \end{cases}$$

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



Ø 三端固定式集成稳压器（实用电路例）

ü 电流源



$$I_L = \frac{V_{xx}}{R}$$

Ø 三端可调式集成稳压器

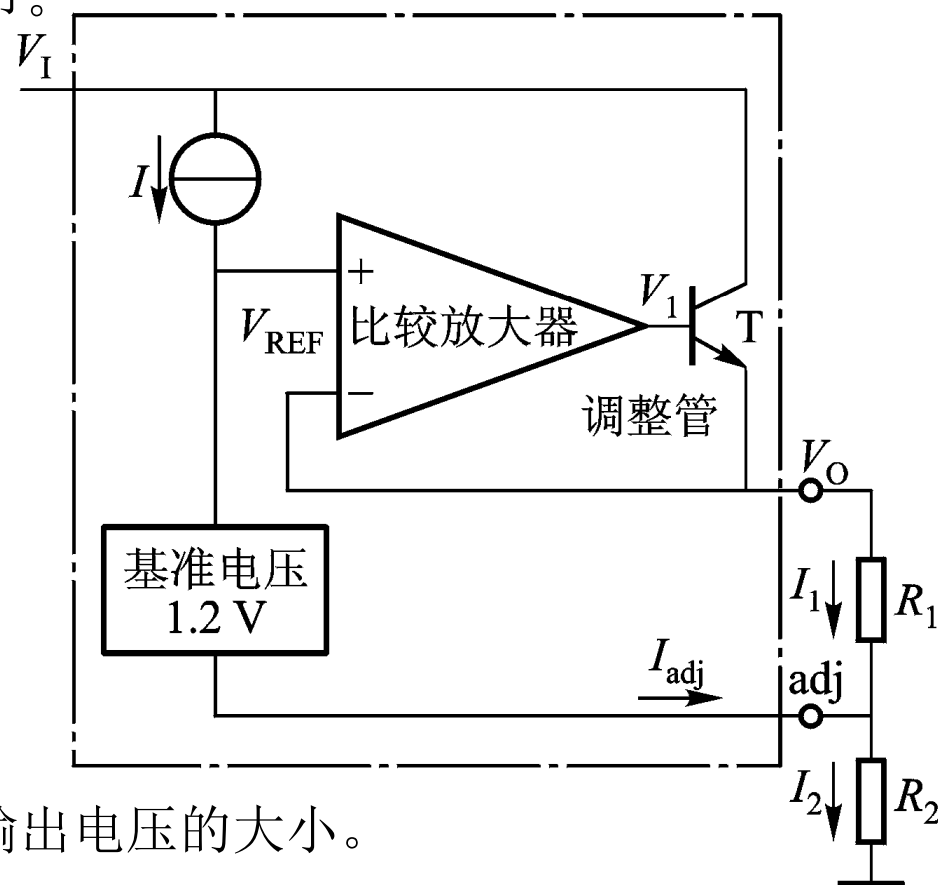
ü 型号：正输出三端可调式（LM317）、负输出三端可调式（LM337）；
输出电压可在 1.2~40V 之间调节。

ü 结构图

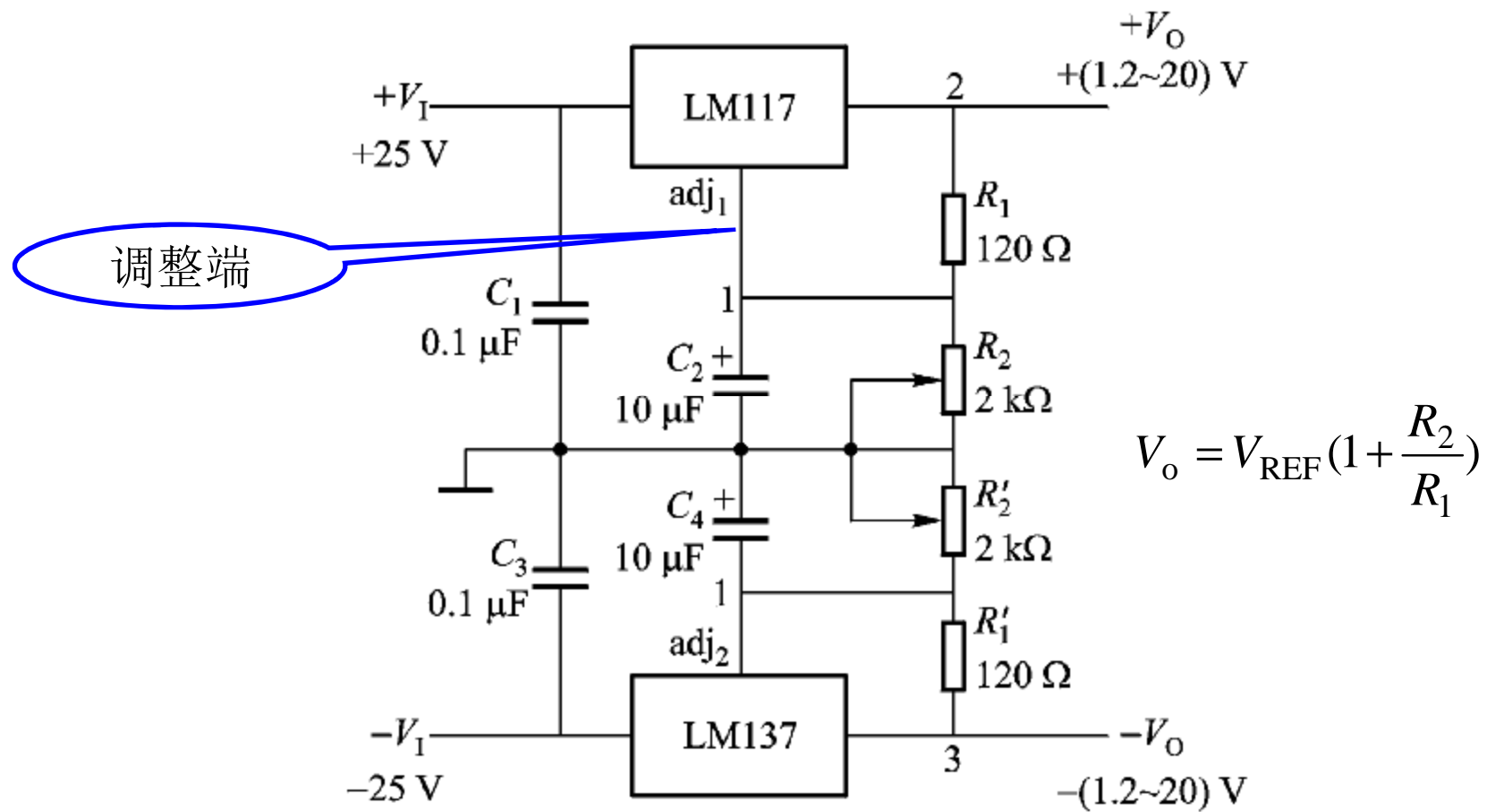
$$\begin{aligned} V_o &= V_{\text{REF}} + \left(\frac{V_{\text{REF}}}{R_1} + I_{\text{ADJ}} \right) R_2 \\ &= V_{\text{REF}} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \end{aligned}$$

$V_{\text{REF}} = 1.2\text{V}$ ， I_{ADJ} 很小（略去）；

只要调节 R_2 就能在一定范围调节输出电压的大小。



Ø 三端可调式集成稳压器（典型应用）

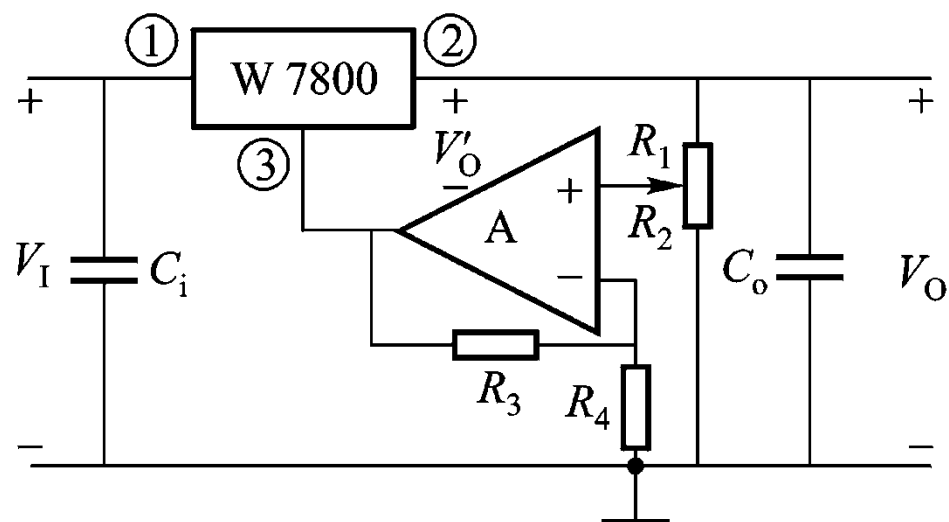


✓ 本节作业

☺ 习题 3 (P185)

11、14 (稳压电路)

☺ 题 3.14: 三端集成稳压器 W78xx ...



所有的题目，需要有解题过程（不是给一个答案即可）。